

Ferdinand Humski
Šolski center Ptuj, Strojna šola
Volkmerjeva 19, 2250 Ptuj

TEHNOLOGIJE POPRAVIL

učno gradivo za predmet Tehnologije popravil,
višješolski študijski program: Avtoservisni menedžment

Ptuj, avgust 2019

KAZALO

TEHNOLOGIJA, VZDRŽEVANJE, GRADIVA	3
Shematičen pregled obdelovalnih postopkov	15
Diagram Fe-Fe ₃ C	15
Oznaževanje železnih gradiv - preglednica	16
PREOBLIKOVANJE	17
Posamezne vrste preoblikovanja in ločevanje - rezanje	18
Ravnanje karoserije	30
SPAJANJE - VARJENJE	35
Varjenje, osnove	36
Plamensko varjenje in rezanje	40
Varjenje in rezanje z električno energijo ter ostale vrste varjenja	48
LOTANJE, LEPLJENJE, VEZNI ELEMENTI, LEŽAJI, MAZANJE	57
LOČEVANJE - ODREZAVANJE	76
Odrezavanje, osnove	77
Vrtanje, grezenje, povrtavanje, vrezovanje navojev	82
Frezanje, struženje	89
Najfinejši postopki obdelave	93
Vpenjanje, prijemanje, proizvodnja	98
SPREMINJANJE LASTNOSTI MATERIALOV	104
Toplotna obdelava	105
Protikorozijska zaščita in oplaščenje	110
Ličarska dela	117
OBLIKOVANJE IN UMETNE MASE	138
Litje in sintranje	139
Vrste umetnih mas	143
Predelava in popravila umetnih mas	158
SEZNAM UPORABLJENE LITERATURE	164

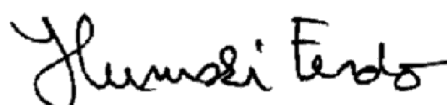
UVOD

Višješolski študijski program Avtoservisni menedžment je nekaj posebnega. Po eni strani se vanj vpisujejo študenti s končano strojno šolo, ki s seboj prinesejo veliko teoretičnega in praktičnega znanja s področja tehnologije in popravil. Po drugi strani pa večina študentov nima predhodne strojne izobrazbe, nekateri nimajo niti tehnične predizobrazbe. Tudi njih je treba vključiti v pouk in jim v pičlih 36 urah jasno razložiti celotno teorijo, ki je zahtevana v katalogu znanja.

Le kako naj profesor pojasni tako obširno snov v tako kratkem času? Podrobni zapiski ne pridejo v poštev, ker je za pisanje na razpolago premalo časa. Študenti si lahko zapišejo le najbolj bistvene podatke. Literatura pa je žal razpršena in zato porabimo več časa za iskanje informacij kakor za učenje. Za izvajanje kvalitetnega pouka ter obenem za olajšanje učenja obstaja ena sama rešitev: napisati knjigo, ki bo zajemala celotno snov.

V knjigi Tehnologije popravil sem zajel celotno teorijo, ki je potrebna za poučevanje in za razumevanje predmeta Tehnologije popravil, višješolski študijski program Avtoservisni menedžment. Da bodo študenti čim hitreje našli iskano geslo, sem vsebino razdelil na 7 poglavij. Gesla so razporejena po abecednem vrstnem redu in so pojasnjena kolikor mogoče preprosto.

Prepričan sem, da bodo študenti knjigo občasno uporabljali tudi po končanem študiju, ob praktičnem delu.



Ferdinand Humski

TEHNOLOGIJA, VZDRŽEVANJE, GRADIVA

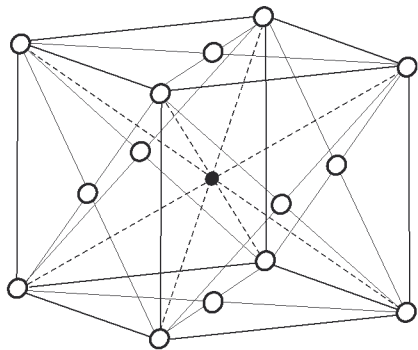
Ferdinand Humski

Austenit Trdna raztopina γ železa (ploskovno centrirana stobčična mreža) z vrinjenimi atomi ogljika (intersticijska trdna raztopina).

Topnost ogljika v austenitu je odvisna od temperature, najvišja je pri 1.147°C (2,06%).

C torej razširja austenitno področje do 723°C, podobno delujejo N, Cu, Au in Zn. Ni, Mn in Co pa širijo področje obstojnosti a. celo do temp. okolice. V nasprotnem smislu (omejevanje nastanka a., zoževanje področja a., pospeševanje nastanka ferita) pa delujejo Cr, W, V, Ti, Si, Al, P, Ti, Mo, B, Ta, Nb, Zr.

Austenit je mehak, plastičen, žilav in nemagnetičen. Elementarna celica kristalne rešetke austenita izgleda tako:



● C ogljik ○ Fe železo

Mehanske lastnosti austenita: trdota ~210 HV, trdnost ~750 N/mm², razteznost ~60%. Prim. ferit. V mnogih strokovnih literaturah se up. tudi beseda avstenit, čeprav je pravilno austenit (po angl. metalurgu W. C. Robertsu-Austenu, 1843-1902).

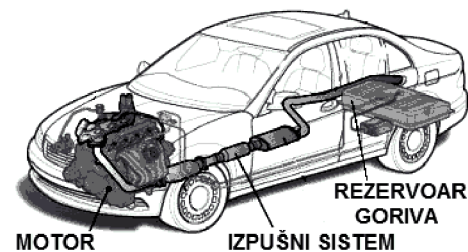
Austenitizacija Pretvarjanje katerekoli strukture jekla v austenitno strukturo.

Austenitna jekla V nelegiranih jeklih je avstenit obstojen samo pri temp. nad 723°C. V jeklih, ki so **legirana predvsem z Ni in Mn**, dobimo a. **tudi pri sobni temperaturi**. V tem primeru govorimo o **austenitnih jeklih**, ki so **nemagnetična, nekajliva**, a zelo **žilava**. Težko jih oblikujemo s struženjem, a se dajo dobro kovati. Uporabljamo jih kot jekla, ki se težko obrabijo, kot antimagnetna jekla za merilne nepravice (npr. ohišja kompasov), za nerjavna in proti kislinam odporna jekla.

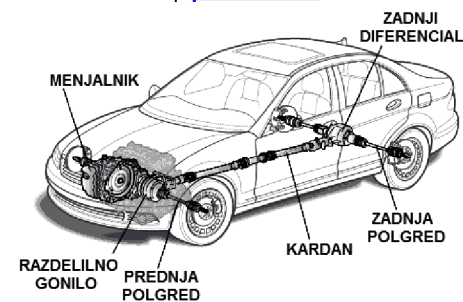
Avtomobil Cestno motorno vozilo, ki ima običajno štiri kolesa (dve sledi). Je zloženka iz besed **avto** in **mobil** - samostojno premikajoča se naprava. Avtomobil je tehnični sistem, ki je sestavljen iz **sedmih podsistemov** - funkcionalnih sklopov:

1. Motor
2. Prenos moči
3. Vzmeti in obese
4. Zavore, kolesa in pnevmatike
5. Krmilje
6. Karoserija
7. Avtoelektrika

Funkcionalni sklop **motor**:

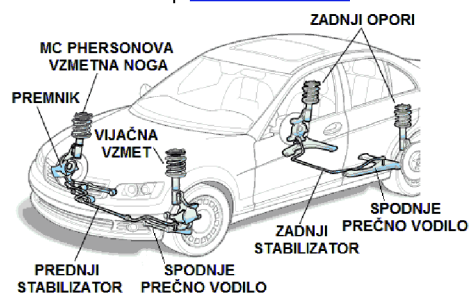


Funkcionalni sklop **prenos moči**:

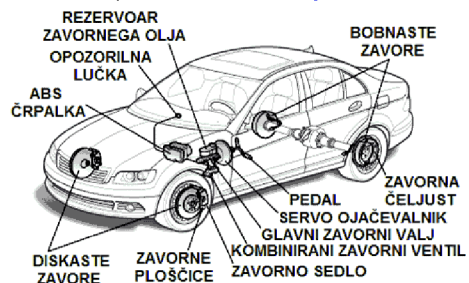


Stran 4

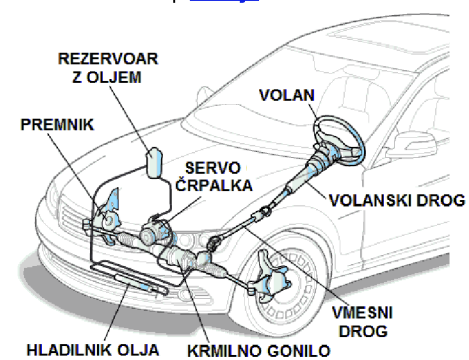
Funkcionalni sklop **vzmeti in obese**:



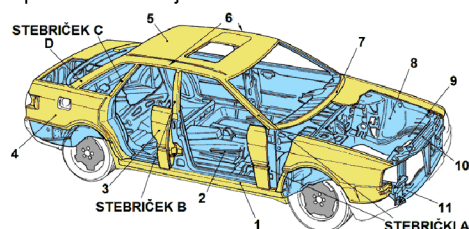
Funkc. sklop **zavore, kolesa in pnevmatike**:



Funkcionalni sklop **krmilje**:

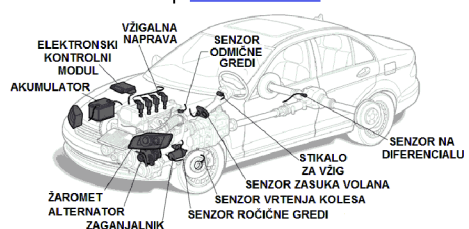


Funkcionalni sklop **karoserija**, sestav samonosne lupinaste karoserije:



1 vzdolžni nosilec - prag 2 podsestav dna (dno karoserije) 3 zunanja površina vrat 4 desna stranska stena (stranica) 5 streha 6 strešni okvir, stranski nosilec 7 sprednji nosilni profil (zračni iztek) 8 ohišje koles (blatnik) 9 sprednji vzdolžni nosilec 10 sprednji nosilec motorskega pokrova 11 sprednji desni nosilec

Funkcionalni sklop **avtoelektrika**:



Pogosto govorimo tudi o **podvozju** (vozni podstavek), ki ga sestavljajo funkcionalni sklopi 3, 4, 5 in nosilna struktura karoserije.

Bela kovina Zlitina kositra, antimona in bakra. Up.: kot ležajna kovina. Gostota 7,5 - 10,1 kg/dm³. Razlikuj: bela pločevina.

Bela pločevina S kositrom prevlečena jeklena pločevina, najpogostejša uporaba kositra. Iz nje se izdelujejo pločevinke. Prim. pokositrenje. Izdelava bele pločevine: jekleno pločevino najprej očistimo (dekapiramo) s klorovodikovo kislino in tako iz nje odstranimo oksidno plast. Nato jo pocinimo s potapljanjem v raztaljeni kositer.

Brama Polizdelek: blok (steber) ulitega jekla, aluminija ipd., namenjen za nadaljnjo predelavo z

litijem, kovanjem, valjanjem ali vlečenjem. Ima **pravokoten presek**. Prim. ingot, blum, cagelj. Risba: valjanje.

Cementit Kristalna oblika železovega karbida Fe₃C. Ima šibko nagnjenost do razpada na Fe in C, razpad pa pospešujejo nekateri legirni elementi (npr. Si). Je najtrši med strukturnimi sestavinami v sistemu železo-ogljik (trdota ~850 HV). Cementit, ki se izloča iz taline, imenujemo **primarni cementit**, iz ferita pa se izloča **sekundarni cementit** (glej Fe-Fe₃C diagram).

Defektaža Pregled strojnih delov, ki mu sledi **popis**, naročilo ali izdelava **slabih delov**. **Defekt**: napaka, okvara, poškodba, pomanjkljivost. Prim. diagnostika, detekcija.

Defektoskopija **Neporušitvena** metoda za odkrivanje **napak** (defektov): **ultrazvočna**, **magnetna**, **penetrantska**, **radiografska** kontrola, **kontrola propustnosti**, **akustična emisija** itd. Ang. NDT Non Destructive Testing.

Neporušitvene kontrole nam **odkrivajo**:

- nepravilnosti in napake materiala (npr. razpoke)
- neprimerno kvaliteto materiala
- strukturo, kemijsko analizo, napetosti materiala
- dimenzije, fizikalne in mehanske lastnosti

Prednosti neporušitvenih metod:

- ne poškoduje materiala, ki ga pregledujemo
- nimajo vpliva na funkcionalnost preizkušanca,
- isti vzorec lahko pregledamo z več metodami (pregled lahko tudi ponovimo),
- kontrolo lahko pogosto izvajamo tudi med obratovanjem,
- spremljamo lahko mehanizem napake (npr. širjenje loma),
- za izvajanje kontrole običajno zadošča le čiščenje (ni potrebna posebna priprava),
- merilna oprema je običajno prenosna.

Obstajajo pa tudi **slabosti**: lastnosti običajno merimo posredno, nekatere metode zahtevajo večjo varnost pri delu, interpretacija rezultatov zahteva posebej izobraženi kader, oprema in pribor sta ponavadi zahtevnejša, dražja.

Delavniški priročnik Priročnik **s podrobnimi navodili** za vzdrževanje neke naprave (pregled, popravila, rutinsko vzdrževanje, načrt servisiranja itd.). Namenjen je strokovnjakom za vzdrževanje. Praviloma vsebuje **tudi slikovni del** z obrazložnimi postopki servisiranja. Prim. vzdrževanje (dokumentacija), ang. practical manual, repair ~. Nem. Reparaturanleitung, ang. Manual. Prim. Navodila za uporabo.

Demontaža Razstavljanje sestavljenih komponent na manjše sestave oziroma na posamezne strojne elemente. Prim. Montaža.

Postopek demontaže je ponavadi opisan v spremni dokumentaciji proizvajalca naprave (obratovalna navodila ali prospekt stroja) in je praviloma sestavljen iz več poznanih operacij, npr. vijačenje, dviganje, žigosanje, vrtnanje, rezanje itd.

Največja **nevarnost** je, da **razstavljene naprave ne bomo več znali pravilno sestaviti**. Zato je potrebno **POSEBNO POZORNO POSVETITI**:

a) **Zbiranju, proučevanju in arhiviranju** razpoložljive spremne **dokumentacije**. Poznati moramo postopek demontaže, montaže in tudi način delovanja naprave. Obvezno moramo preveriti, ali imamo na razpolago potrebno **orodje**, **rezervne dele** in **material**: enostavne strojne elemente (matice, vijake, kovice itd.), olja, masti, paste ... Če karkoli ne razumemo, se posvetujemo s strokovnjaki. Pravilno arhiviranje dokumentacije pomeni, da jo bomo po potrebi tudi čez daljše časovno obdobje zlahka našli.

b) **Označevanju** razstavljenih sestavih delov, še posebej pri zahtevnejših napravah. Izbrati si moramo čim bolj pregleden in razumljiv način označevanja.

Posebej se posvetimo **elementom**, ki morajo biti glede na drug element na **poseben način pozicionirani**. Konkreten primer je pravilno ujemanje vrtenja motorske in odmične gredi pri motorjih z notranjim zgorevanjem - če nastavimo na-

pačno, se bodo ventili narobe odpirali! V takih primerih pozicije dodatno označimo, da kasneje pri montaži ne prihaja do nepotrebnih težav.

c) Sprotnemu **beleženju** in **risanju**:

- **skic**, ki nam pomagajo pri nejasnostih, npr. mazalne poti, oblika pravih varoval, tesnil itd.; pomaga lahko tudi **fotografiranje**
- **vprašanj** in detajlov, ki jih ne razumemo; krog neznanke moramo skričiti na minimum
- **opazanj**, predvsem nepredvidenih **poškodb**, ki smo jih opazili; tega ne smemo pozabiti

Diagnostika - tehnična Ni le postopek za odkrivanje razlogov za tehnične napake.

Tehnična diagnostika je veda, ki se ukvarja s prepoznavanjem stanja sistema in obsega:

• **detekcijo**: odkrivanje, **zajemanje** in **analizo podatkov**, v fazi detekcije razlikujemo:

- **test diagnostika**: preizkus zadovoljivega opravljanja nalog (ukaz + izvrševanje ukaza)
- **funkcionalna diagnostika**: preizkus odzivanja (dajanje signala + vrednotenje odgovora)

• **UGOTAVLJANJE RAZLOGOV** za napake in

• **ukrepanje** - kar pa še ne pomeni nujno tudi odprave napak, ukrepanje je tudi iskanje dobaviteljev ustreznega strojnega dela itd.

Diagnostika je sestavni **del vzdrževanja glede na stanje**. Prim. defektaža, detekcija, pregled.

Diagram stanja Diagram, ki prikazuje **spremembe stanja neke snovi** (spremembe **agregatnega stanja, strukture** itd.) v odvisnosti od osnovnih termodinamičnih spremenljivk (**temperature, tlaka** in **prostornine**). Sin. fazni diagram.

Pri jeklih in grodljih moramo najprej poznati procese strjevanja / taljenja in ohlajanja / segrevanja zlitin železa z ogljikom kot najpomembnejšim legirnim elementom.

V diag. stanja sistema železo - ogljik poznamo:

a) Metastabilni (neravnotežni) sistem Fe-Fe₃C, če se zlitine železa **hitreje ohlajajo** in pri tem ne pride do razpada Fe₃C na Fe in C. Fe-Fe₃C diagram (slika 4) opisuje strjevanje belih grodljev in jekel. M.s. je pomembnejši npr. za varjenje.

b) Stabilni sistem Fe-C, **pri zelo počasnem ohlajanju** in z dosti **Si** (ki pospešuje razpad Fe₃C). Fe-C diagram opisuje strjevanje sive litine.

Pri zelo hitrem ohlajanju se pojavljajo nove strukture, ki ne ustrezajo več niti a) in niti b). Prim. toplotna obdelava.

Diagram železo-ogljik Glej Diagram stanja.

Drevesna struktura Razporeditev, ki **prikazuje razdeljenost izdelka na sklope (garniture), podsklope** itd., vse do najenostavnejših elementov. Zahtevne naprave ni **možno dobro razumeti**, če ni jasna vsaj njena nepopolna drevesna struktura. Drevesno strukturo prikazujemo **v nivojih**. Je obvezen del kosovnice **pri zahtevnejših izdelkih**.

Pri avtomobilu ponavadi oblikujemo **prvi nivo** tako:

1. Motor
2. Prenos moči
3. Vzmeti, pnevmatike in obese
4. Zavore
5. Krmilje
6. Karoserija in/ali šasija (podvozje)
7. Avtoelektrika

V drugem nivoju nato vsakega od naštetih sklopov razdelimo naprej na enostavnejše podsklope.

Motor razdelimo na bat z obročki, ventile, ojnice, motorsko gred z ležaji itd. Prenos moči bi razdelili na sklopko, menjalnik, kardan, diferencial itd.

Nato nadaljujemo **v tretji itd. nivo**, dokler **pri vsaki veji** ne pridemo do najenostavnejšega elementa, npr. vijaka, olja, cevi, zavorne ploščice itd.

Ko smo to naredili, takrat kljub zahtevnemu izdelku **točno vemo, kam kateri del spada**. Ne vemo pa še, kako ga je treba montirati. To pa nam pove montažni list.

Drevo odpovedi Diagram poteka, s pomočjo katerega na sistematičen način **iščemo vire napak**.

Evtektik Drobnozrnata zmes različnih kristalov. Ta zmes je **heterogena** (torej: ni raztopina), lahko je sestavljena tudi iz **različnih mešanih kristalov**.

Vsak mešani kristal si lahko predstavljamo kot kristalno rešetko, sestavljeno iz dveh ali več različnih

elementov. Evtektik nastane na naslednji način:

a) Zamislimo si talino kot homogeno tekočo raztopino dveh sestavin (popolna topnost v tekočem).

Kristalni mreži obeh sestavin se toliko razlikujeta (po obliki, po velikosti itd), da **sestavini v trdnem stanju nista popolnoma topni** (sta netopni ali pa sta delno topni).

b) V točno določenem (evtektičnem) razmerju nato takšno talino ohlajamo.

c) Pod evtektično temperaturo se talina v celoti (**brez temperaturnega prehoda**) strdi, nastane fino zrnata heterogena struktura, zmes sestavin. Tališče evtektične zmesi je praviloma nižje od tališča obeh čistih sestavin.

Evtektik je npr. ledeburit.

Evtektoid Drobnozrnata (fino zrnata) in heterogena zmes kristalov dveh ali več sestavin (komponent). Je podoben evtektiku.

Za razliko od evtektika pa evtektoid **nastane iz homogene trdne raztopine** (torej iz trdne snovi, ne iz taline), ki v točno določenem (evtektoidnem) razmerju in pod evtektoidno temperaturo razpade v fino zrnato heterogeno strukturo. Premena poteka brez temperaturnega prehoda.

Primer za evtektoid je perlit, ki nastane iz austenita. Prim. evtektik.

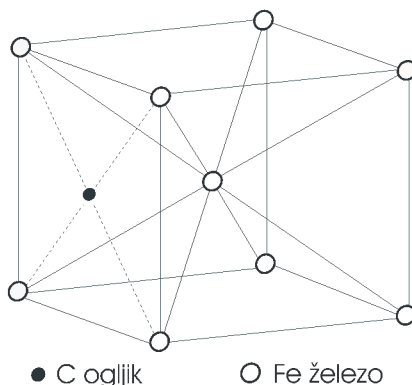
Evtektoidno jeklo Glej perlit.

Fazni diagram Glej Diagram stanja.

Fe-Fe₃C diagram Diagram stanja za metastabilni sistem železo cementit. Prim. Diagram stanja.

Ferit

a) Metalografsko: trdna raztopina na osnovi α železa (**prostorsko centrirana** kubična kristalna mreža) z **vrinjenimi atomi ogljika** (intersticijska trdna raztopina). V to kristalno mrežo se lahko vgradijo tudi atomi drugih elementov. Premer ogljikovega atoma je precej manjši od atoma železa, zato C zasede vrzeli v kristalni mreži Fe:



● C ogljik

○ Fe železo

Pri 723°C topi ferit 0,04% C.

Nekateri elementi pospešujejo nastanek ferita: Si, Al, P, Ti, Mo, W, V, Cr.

Mehanske lastnosti ferita: trdota ~90 HV, trdnost 250 - 300 N/mm², razteznost ~35%. Pod temperaturo 769 °C je α železo **feromagnetno**.

b) Kemijsko so feriti dvojni oksidi (zmesni kristali), ki vsebujejo železov(III) oksid Fe₂O₃ in okside dvovalentnih kovin. Spojine sintrajo in jih up. kot magnetne materiale, npr. barijev heksaferit BaO₆·Fe₂O₃. Odlikujejo se z visoko permeabilnostjo in upornostjo. Up.: v elektroniki kot ~a jedra tuljav, ~e antene, za magn. pomnilnike.

Feritna jekla Jekla, ki vsebujejo take legirne elemente, ki preprečujejo nastajanje avstenita pri grelji ali hlajenju. Teh jekel ni mogoče kaliti. To so predvsem jekla, ki imajo več kakor 16% Cr, **sirovmašna so z ogljikom**, odporna so proti rjavenju in obstojna pri visokih temperaturah. Prim. ferit.

Gradivo Material, snov, surovina za izdelke ali polizdelke, surovina za gradnjo, graditev. Zaradi pregleda nad številnimi gradivi jih razdelimo na:

a) Kovine

b) Nekovine

c) Vešana gradiva oz. kompoziti

lzbira najustreznejšega gradiva je odvisna od njegovih lastnosti, ki jih delimo na:

1. FIZIKALNE LASTNOSTI GRADIV:

a) Splošne lastnosti: barva, gostota, viskoznost,

modul elastičnosti, električna prevodnost (upornost), magnetičnost, pH vrednost, poroznost, kristalna struktura, navzemanje vode.

b) Toplotne lastnosti: temperatura tališča, vrelišče, plamenišče, temperaturna razteznost (tudi njene posledice, npr. deformacije po varjenju), toplotna prevodnost, specifična toplota, toplotna (termalna) obstojnost, temperatura uporabe (od ... do ...).

c) Mehanske lastnosti: trdota, trdnost (tudi obrabna, vezivna in robna trdnost), elastičnost (prožnost), plastičnost, žilavost, krhkost, odpornost na zarezne učinke (glej valjanje), odpornost proti obrabi.

2. TEHNOLOŠKE LASTNOSTI GRADIV so povezane s **spособnostjo gradiva, da se preoblikuje (popravi)**: livnost, možnost zlivanja z različnimi elementi, preoblikovalnost (kovnost, deformabilnost, duktilnost, gnetljivost), odrezovalnost (brusnost - možnost brušenja), rezljivost, rezilnost, varivost, kaljivost, popustna obstojnost, oprijemljivost, vpojnost, luknjičavost, sposobnost zglaševanja, barvanja (lakiranja) itd..

3. KEMIČNE LASTNOSTI GRADIV:

a) Reaktivnost, korozijska obstojnost (površinska, elektrokemična, kemična, enakomerna, luknjičasta, kontaktna, medkristalna) in **zlitine** in **pomembne spojine** (tudi njihova uporaba).

b) Fiziološke lastnosti, od tega predvsem **strupenost** in **vpliv na življenjske procese**.

c) Navzemanje vode.

d) Gorljivost, kurilnost.

e) Topnost (npr. v vodi, tudi topnost v trdnem).

Kadar je le možno, opišemo tudi **RAZVRSTITEV** (ekonomska, tehnološka, kemična, način prepoznavanja itd.) in **UPORABO gradiv** (po področjih: gospodinjstvo, industrija, vozila itd.).

Prim. preizkušanje gradiv, zlitine.

Grafit Najpogostejša oblika (alotropna modifikacija) ogljika.

Lastnosti: je sivo črne barve, mehak, ima kovinski sijaj in masten otip. Dobro prevaja električni tok in toploto, je obstojen pri visokih temperaturah, kemijsko je reaktivnejši kot diamant.

Trdnost: ~ 20 N/mm², gostota 2,0 - 2,5 kg/dm³.

Uporaba: sredstvo za **črnenje** (v svinčnikih), osrednji del pri okroglih **baterijah**, surovina za **izdelavo elektrod** (npr. za elektroerozijo, nekoč tudi za oblačno varjenje), kot **mazivo** (drsnih ležajev, tudi za mazanje orodja za ekstrudiranje vročega jekla), za **drsnne električne kontakte** (npr. za ščetke pri električnih strojih), za **povečevanje vsebnosti ogljika** v staljenem jeklu, za **zaščito pred korozijo**, za **zmanjšanje pokljivosti v vročem** (pri varjenju) itd.

Pridobivanje: umetno - s pirolizo ogljikovih spojin, npr. iz koksa v obročnih pečeh, iz saj.

Jekla za avtomate Jekla, ki imajo večji odstotek S (do 0,20%), tudi P (do 0,30%), legirajo jih tudi s Pb. Z legiranjem dosežemo **dobro odrezovalnost**, zato so ta jekla primerna za izdelavo delov **v velikih serijah, na avtomatih** (od tod tudi ime teh vrst jekel). Odrezki so zaradi lomljenja kratki. Vsebnost ogljika je od 0,09 do 0,45%. Po odrezavanju jih pogosto cementiramo. Če je vsebnost C nad 0,3%, se dajo avtomatna jekla tudi poboljšati.

Jekla za ventile Jekla, ki so močno **mehanska** in **toplotno obremenjena**. Imeti morajo **odpornost proti obrabi** in odpornost **proti koroziji**. Legirana so s kromom, nikljem, volframom in molibdenom. Končna toplotna obdelava je **poboljšanje**.

Jekla za vzmeti Legirana jekla, ki imajo razen 0,5 - 0,6% C še 0,25-0,50% Si, 0,6-1,8% Mn, 1,2% Cr in 0,1% V. Nelegirana jekla vsebujejo 0,5 do 0,8% C. Vsa ta jekla imajo trakasto strukturo in jih **poboljšamo**, da dobijo veliko prožnost (sposobnost elastične spremembe oblike). Zajemajo vse vrste vzmeti: vijakačne, krožnikaste, listaste ...

Jeklo Železova zlitina z majhno količino ogljika (manj kot **2,06% C**), ki lahko vsebuje tudi druge elemente, predvsem kovine in polkovine. **Ves ogljik v jeklu** je vezan v **cementit Fe₃C**, grafit pa je lahko sestavina nekaterih vrst litega železa.

Ferdinand Humski

Za tvorbo Fe₃C je odgovoren mangan, ki je stalna sestavina vsakega jekla.

Značilnost jekel je, da se talina najprej strdi v austenit - ves ogljik se torej nahaja v trdni raztopini γ Fe. Z nadaljnjim ohlajanjem austenita pa se struktura jekla spreminja, odvisno od vsebnosti C.

Jekla pridobivamo z različnimi postopki: v **konvertorjih** (Thomasov, Bessemerjev, razne vrste kisikovih) in v **pečeh** (Siemens-Martinovih, kombiniranih in električnih: obločnih, indukcijskih).

PRIBLIŽNE MEHANSKE LASTNOSTI STRUKTURNIH SESTAVIN JEKLA:

	Natezna trdnost [N/mm ²]	Trdota [HV]	Razteznost [%]	Magnetičnost
ferit	250 - 300	90	35	DA
austenit	750	210	60	NE
perlit	700 - 900	220	10	DA
martenzit	/	600	/	DA
ledeburit	/	850	/	/
cementit	/	850	/	NE
grafit	20	/	/	NE

Prim. Železna gradiva, Plavž, Konvertor.

Jeklo - vrste jekel

Po **NAČINU PRIDOBIVANJA** poznamo:

1. **Thomasovo, Bessemerjevo, Siemens-Martino-vo** oz. SM jeklo so navadna (osnovna in kvaliteta) jekla.

2. **Elektro jekla** so rafinirana, plemenita in namenjena za toplotno obdelavo.

Po **KVALITETI** delimo jekla na:

1. **Osnovna jekla** so nelegirana jekla brez posebnih zahtev glede kvalitete. Njihova sestava in lastnosti se gibljejo v relativno širokih mejah. Up.: pri jeklenih konstrukcijah kot toplo valjani profil ter kot vlečeno okroglo jeklo.

2. **Kvalitetna jekla** so nelegirana ali legirana. Imajo zajamčene lastnosti za uporabo. Omejeno so primerna za toplotno obdelavo in določene stopke preoblikovanja. Up.: pri večjih trdnostnih zahtevah, npr. izdelava tlačnih posod, za globoki vlek pločevin pri gradnji karoserij itd.

3. **Plemenitna jekla** so nelegirana in legirana posebno čista jekla z natančno sestavo. Nelegirana se dajo dobro preoblikovati in variti. Legirana jekla up. kot jekla za orodja, hitrorezna jekla in povsod, kjer zahtevajo velike trdnosti, npr. pri kroglicah kotalnih ležajev. Običajno so to elektrojekla, ki so toplotno obdelana. Močno legirana jekla so poznana kot nerjavna jekla.

Razdelitev jekel **glede na KEMIČNO SESTAVO**:

1. **Ogljikova** ali **nelegirana jekla** so jekla, na katere lastnosti odločilno vpliva ogljik. V tej kategoriji so zajeta jekla za poplavljanje, za vzmeti, za cementiranje itd. Ta jekla se up. za različne vrste vzmeti, za gredi, osi, podložke, različne vrste nožev, škarje itd. Delitev:

- **navadna ogljikova jekla** so iz kverterjev in martinovk; vsebujejo malo C (0,04 - 65%), zaradi česar so mehka in žilava; ostale primese so Si (0,3-0,4%), Mn (0,5-0,5%), P+S (do 0,09%); up.: konstrukcije, vijaki, pločevine, cevi itd.
- **rafinirana ogljikova jekla** so navadna ogljikova jekla, rafinirana v električnih pečeh, da se odstrani čim več škodljivih primesi (predvsem P+S), obenem pa dodamo še primerno količino ogljika - natančna kemična sestava omogoča ustrezno toplotno obdelavo (cementiranje, kaljenje, poplavljanje itd.)

2. **Legirana jekla**: malo legirana in visoko legirana jekla. Vsebujejo legirne elemente, ki povečajo fizikalne in kemijske lastnosti jekla: Si, Mn, Cr, Ni, W, Mo, V, Co, Ti, Cu in Al. Vrste: nikljeva, manganova, kromova, krom-nikljeva, krom-manganova, silicijeva, kobaltova, volframova, molibdenska in vanadijeva jekla.

Razdelitev jekel **GLEDE NA UPORABO**:

1. **Konstruktivna jekla** so primerna za izdelavo

- raznih konstrukcij (nosilnih, opornih ogrodij):
 - a) **Splošna konstruktivna jekla**:
 - jekla za izdelovanje strojev in konstrukcij

Stran 6

- jekla za armiranje betona
- j. za kotlovsko pločevino (za tlačne posode)
- avtomatna jekla (jekla za avtomate)
- hladno valjana jeklena pločevina
- hladno valjani jekleni trakovi
- bela pločevina
- jekla za izdelavo žice
- jekla za vijake, matice in kovice
- jekla za železnice

b) **Konstruktivna jekla za toplotno obdelavo**:

- jekla za cementiranje (glej cementiranje)
- jekla za nitriranje
- jekla za poplavljanje
- jekla za površinsko kaljenje

c) **Posebna konstruktivna jekla**:

- jekla za vzmeti (vzmetna jekla)
- nerjavna in kemično odporna jekla
- ognjeodporna (v ognju odporna) jekla
- jekla, obstojna pri povišanih temperaturah
- jekla za ventile (ventilna jekla)
- jekla za kroglične ležaje
- jekla, odporna proti obrabi

2. **Orodna jekla** so jekla za izdelavo orodij:

a) **Ogljikova** orodna jekla

b) **Legirana** orodna jekla:

- jekla za hladno delo
- jekla za toplo in hladno delo
- jekla za vroče delo
- hitrorezna jekla (brzorezna jekla)
- nerjavna orodna jekla

3. **Posebna jekla** imajo posebne mehanske, fizikalne in kemijske lastnosti, npr.:

- jekla, zelo odporna proti obrabi: W, Mn, V, Co
- jekla za trajne magnetne (s 5-40% Co) itd.

Glede na **DELEŽ OGLJIKA** v jeklu razlikujemo:

1. **Evtektoidno** jeklo z 0,8% C (perlit).
2. **Podvektoidno** jeklo z manj kot 0,8% C (ferit in perlit).
3. **Nadevtoidno** jeklo z več kot 0,8% C (perlit in sekundarni cementit).

Po **STRUKTURI** delimo jekla na:

1. **Feritna** jekla
2. **Perlitna** jekla
3. **Martenzitna** jekla
4. **Ledeburitna** jekla
5. **Austenitna** jekla

POSTOPKI VARJENJA posameznih vrst jekel so opisani pod posameznimi vrstami varjenja, npr. plamensko varjenje.

Konstruktivna jekla Jekla, primerna za izdelavo raznih konstrukcij. Vsebujejo 0,04 - 0,6% ogljika, zato so mehka in žilava. Dajo se dobro mehansko obdelovati (stružiti, rezkati, piliti, žagati, upogibati itd.). Prim. jekla. Del.:

- nelegirana, ogljikova in legirana konstrukc. jekla
- splošna, konstruktivna jekla za toplotno obdelavo, posebna konstruktivna jekla

Korekcija Pri vzdrževanju je mišljeno predvsem izboljšanje, predelava - ne le običajno popravilo. Prim. Vzdrževanje - vrste.

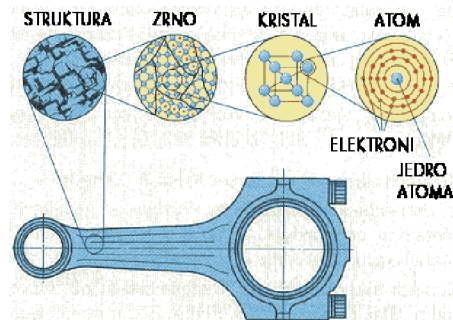
Kovine Okrog 75 elementov, ki imajo podobne fizikalne lastnosti: kovinski sijaj, neprozornost, visoka toplotna in električna prevodnost, medsebojna topnost (zlitine), trdno stanje pri sobni temperaturi (razen Hg) in zgradbo iz mikroskopskih kristalov.

KOVINE RAZDELIMO NA:

- **železna gradiva**: lita železa in jekla
- **neželezna gradiva**: lahke ($\rho < 5 \text{ kg/dm}^3$) in težke kovine ($\rho > 5 \text{ kg/dm}^3$)

Med **lahke barvaste kovine** štejemo aluminij Al, magnezij Mg in titan Ti. **Težke barvaste kovine** so baker Cu, svinec Pb, kositer Sn, cink Zn, nikelj Ni, krom Cr, kobalt Co, kadmij Cd, molibden Mo, volfram W, vanadij V, mangan Mn, antimon Sb in živo srebro Hg, **težke zlahtne kovine** pa so zlato Au, platina Pt, srebro Ag, iridij Ir in paladij Pd.

Zelo pomembno je vedeti, da **kovinsko gradivo sestavljajo ATOMI**, ki se v trdnem stanju povezujejo v **KRISTALE**. Kristali se povezujejo v **ZRNA**, ki pa se vežejo v **STRUKTURO**.



Pri proučevanju kakovosti kovine je najbolj pomembno poznati **zrna**. Opazujemo:

1. **Velikost** kristalnih zrn. Vedno si prizadevamo za drobnozrnatno strukturo, saj so kovine z drobnozrnatno strukturo približno izotropne.

2. **Enakost** / različnost kristalnih zrn v strukturi:

a) **Homogena struktura** je sestavljena iz enakih kristalnih zrn (npr. raztopinski kristali).

b) **Heterogena struktura** je sestavljena iz različnih kristalnih zrn (npr. evtetik, evtektoid).

Prim. gradiva, raztopine.

Kurativa Ukrepanje šele takrat, ko je nekaj narobe, ko se nekaj pokvari. Npr. ~o vzdrževanje, ~ zdravljenje (kurativna medicina). Ant. preventiva.

Ledeburit Evtetik v sistemu železo-cementit, drobnozrnat in heterogena zmes kristalov, ki vsebuje 4,3% C.

Od 1.147°C - 721°C je ledeburit zmes kristalov austenita in cementita. Pri 721°C in nižje pa ledeburit sestavljajo zrnca **cementita** in **perlit**, ki nastane po razpadu austenita.

Ledeburit je zelo trd (HB~7.000 N/mm², HV~850) in krhek. Prim. grodelj, hitrorezna jekla.

Ledeburitna jekla Jekla, ki imajo zaradi visokega odstotka ogljika in posebnih legur ledeburitne karbide. Sem spadajo hitrorezna jekla in Cr-specialna jekla (~13% Cr in ~2% C). So **kaljiva**, zelo težko pa jih kujemo.

Ledišče Tališče vode.

Legirati Stapljati, **zlivati kovine v zlitine**. **Legiran**: stopljen v zlitino. **Legirano jeklo**: jeklo, ki razen železa in ogljika vsebuje tudi druge legirne elemente: Si, Mn, Cr, Ni, W, Mo, v itd. Ti elementi so enakomerno zlitli v strukturo jekla.

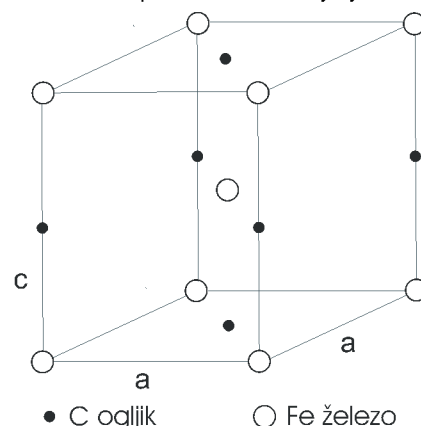
S primernim legiranjem lahko kovinam spremenimo (izboljšamo) lastnosti, npr.: povečamo jim trdnost, trdoto, naredimo jih odpornejše proti koroziji, tudi proti kislinam. Postanejo lahko celo neobčutljive za korozijo (npr.: nerjavna jekla).

Tudi hidravlična olja **legiramo** proti penjenju.

Legura Glej Zlitina. Prim. Legirati.

Logistika Veda, ki se ukvarja z oskrbo (**transportom**) materiala. Zajema tudi **iskanje najbolj primernih** (najcenejših, najhitrejših, najzanesljivejših itd.) **rešitev**. Lahko ima tudi vojaški pomen (premiki čet, vzdrževanje itd.). Prim. Transport, Strega.

Martenzit Struktura jekla, prisilna raztopina C v α -Fe. Nastane pri zelo hitrem ohlajanju austenita.



• C ogljik ○ Fe železo
Martenzitna jekla Jekla, ki imajo igličasto martenzitno strukturo tudi pri zelo počasnem ohlajanju. So izredno trda in krhka. Tudi s poznejšim žarjenjem ne dobimo mehkejšega stanja. Ta jekla zelo težko mehansko obdelujemo, zato jih

uporabljamo redko in za posebne namene.

Montaža Skupek vseh dejavnosti, ki so potrebne, da iz posameznih sestavnih delov dobimo delujoč sistem (delujoč izdelek). Najpomembnejše delovne operacije pri montažnem procesu so:

- **spajanje** (vijačenje, varjenje, lepljenje, lotanje, pribijanje žebeljev itd.)
- **strega** - ravnanje z materialom, z obdelovanci in z izdelki (prijemanje, obračanje, varovanje, vpenjanje, držanje, premikanje, polaganje itd.)
- preizkušanje, **kontrola**
- **justiranje** (npr. nastavljanje, naravnavanje)
- **pomožne operacije** (čiščenje, mazanje itd.)

Montaža je običajno zadnji postopek v proizvodnem procesu izdelave določenega izdelka, stroja ali naprave. Mehanske osnovne montaže so: **TLAK, TRENJE** in **MOMENT**.

MONTAŽO DELIMO glede na:

- Raznovrstnost** končnih izdelkov: **enoizdelčna** in **večizdelčna** montaža.
- Število ponovitev**: **posamična**, **serijska** in **masovna** montaža. Prim. proizvodnja.
- Stopnja avtomatizacije**: **ročna**, **mehanizirana** in **avtomatizirana** montaža.
- Prostor**: **notranja** (v tovarni) in **zunanja** montaža (izven delovnih prostorov proizvajalca).

Z razdelitvijo montažnih operacij dobimo **skupinsko** montažo, ki je **zaporednostna** (mirujoča montažna mesta in premična delovna mesta) ali **pretočna** (premični objekti, omejen čas montaže).

- Proces montaže je postopen, zanj **potrebujemo**:
- sestavne dele
 - dokumentacijo (sestavno risbo, kosovnico, delavniške risbe, včasih tudi montažni načrt)
 - znanje
 - orodja in pripomočke
 - transportna sredstva
 - potreben prostor in čas
 - možnost preizkusa sestavljenega sklopa

POMEMBNEJŠA GESLA s področja montaže:

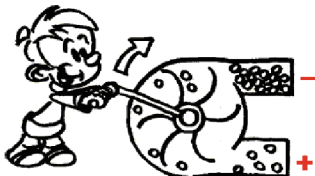
- Orodja za montažo vijčnih zvez
- Montaža in demontaža kotalnih ležajev
- Montaža in demontaža drsnih ležajev
- Mazanje kotalnih ležajev
- Mazanje drsnih ležajev
- Mazivo
- Montažni načrt

Prim. Inštalacija, Spajanje.

Napetost - električna **Pritisk**, ki potiska elektrone vzdolž vodnika in s tem povzroča električni tok:



Poenostavljeno povedano: elektrika je že v vodnikih, vendar miruje - tako kot voda v jezeru. Teči začne šele tedaj, ko ustvarimo pritisk. Pri vodi ustvarimo pritisk s črpalko, pri elektriki pa z **generatorjem**, najpogosteje s pomočjo magnetov. Generator prečrpa elektrone in povzroči, da postaneta dve sponki različno različno nabiti: **+** in **-**.



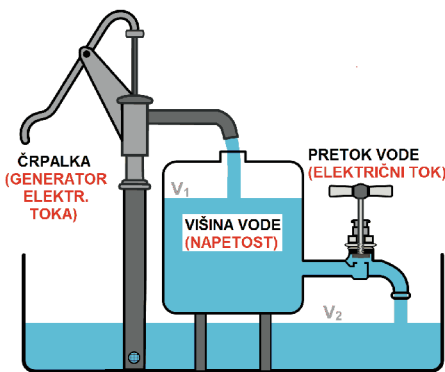
Strokovna definicija električne napetosti: napetost je razlika električnih potencialov med dvema točkama. Označuje se s črko **U**, merska enota pa je volt [V]:

$$U = V_1 - V_2$$

Pri tem je V oznaka za električni potencial.

Napetost je torej vzrok za nastanek električnega toka in ne nastane kar sama od sebe.

Nevidni električni tok običajno **primerjamo s pretokom vode**. Na spodnji sliki primerjamo hidravlične veličine in naprave (**črni tekst**) z električnimi (**rdeči tekst**):



Iz risbe je razvidno, da napetost primerjamo z višino vode, ki ustvarja zadosten tlak za pretok vode. Da bi električni potencial V_2 dvignili na V_1 , moramo opraviti neko **delo**. Ko pa vzpostavimo ravnovesje (ko steče električni tok), se to **isto delo vrne** v svetlobni, mehanski, toplotni itd. obliki. Prav **delo je merilo velikosti** ustvarjene napetosti.

Električna napetost **1 V** nam pove, da je **za premik elektrone 1 As** (1 C) od točke 2 do točke 1 potrebno opraviti **delo 1 J**:

$$\text{Napetost [V]} = \frac{\text{Delo [J=VAs]}}{\text{Elektrina [As]}}$$

Opravljen delo je **neodvisno od oblike poti**.

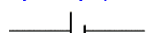
Simbol za **izvor enosmerne napetosti**:



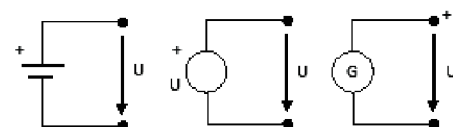
Simbol za **izvor izmenične napetosti**:



Simbol za električno celico oz. **izvor električne energije**, **daljši zaključek je pozitivni pol +**:



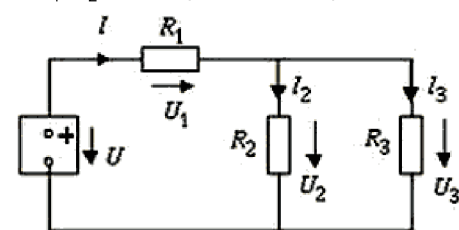
Oblike izvorov napetosti lahko narišemo tudi tako:



Simbol za **baterijo**, ki jo sestavlja več celic:

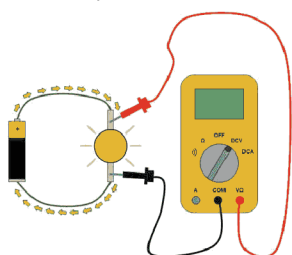


Padce električne napetosti označujemo z oznakami U_1, U_2 itd. ter s puščicami ob uporih:

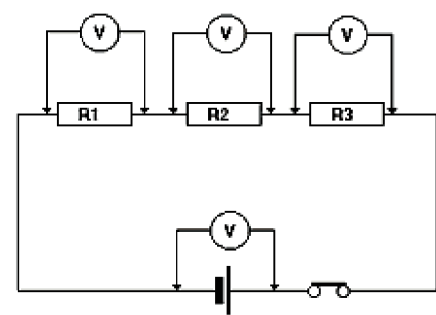


Merjenje električne napetosti

Napetost merimo z voltmetri, ki so zgrajeni podobno kot ampermetri. Če želimo izmeriti padec napetosti na nekem porabniku, vezemo voltmeter **vzporedno** s tem porabnikom:



V enem tokokrogu lahko merimo več različnih psadcev napetosti:



Podobno kot pri merjenju z ampermetrom pazi na **priključitev** merilnika v tokokrog in na **izbiro** merilnega **območja**.

Pridobivanje električne napetosti

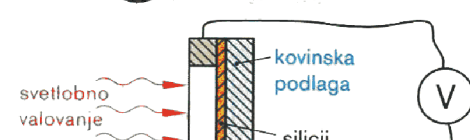
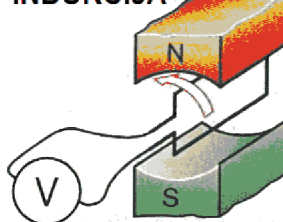
Neko drugo vrsto energije (najpogosteje mehansko) pretvarjamo v električno energijo, tovrstne pretvornike pa imenujemo **napetostni izvori**. Za napetostne izvore velja enačba:

$$U = A/Q \quad [V]$$

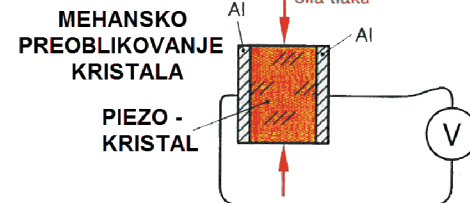
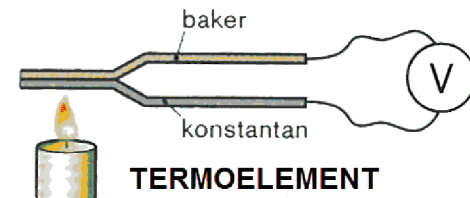
A ... opravljeno delo [J]

Q ... prenešena elektrina [C = As]

INDUKCIJA



FOTOELEMENT
PRETVARJANJE TOPLOTE V ELEKTRIČNO ENERGIJO



Napetost - mehanska **Razmerje med silo in prerezom** oz. je **sila na enoto prereza**. Merska enota za mehansko napetost je [N/mm²] oz. [MPa]. Sin. napetost v materialu.

Mehanska napetost je **posledica notranjih sil v materialu**. Notranje sile pa nastanejo zaradi:

- zunanjih sil
- toplotnih obremenitev - temperaturnih sprememb
- nekdanjih temperaturnih sprememb, plastičnih deformacij ali prednapetja (notranje napetosti)

Napetost je **odločilna za spremembo oblike trdne snovi - DEFORMACIJE**.

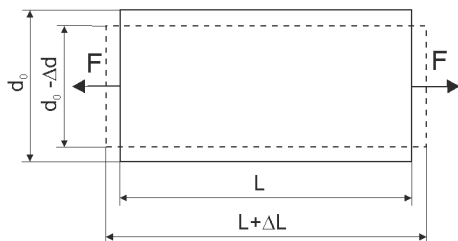
VRSTE NAPETOSTI:

a) **NORMALNE napetosti** so vedno **pravokotne** na izbrani **prerez**. Povzročajo **raztezanje** (nateg) ali **krčenje materiala** (tlak), oznaka σ :

$$\sigma = \frac{F_n}{A}$$

F_n - normalna (na prerez pravokotna) sila [N];

A - prerez [mm²]

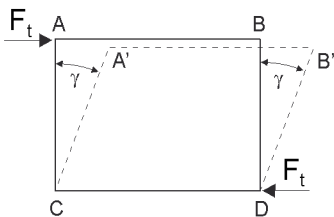


Deformacija, ki nastane zaradi normalnih napetosti, je ΔL . Pri nategu je ΔL pozitiven, pri tlaku pa negativen, zato **natezne napetosti** definiramo kot **pozitivne (+)**, **tladne** pa **negativne (-)**. Normalne napetosti glede na načine obremenitev: **NATEG** σ , **TLAK** $-\sigma$, **UPOGIB** σ_u ali σ_f (flexion), **POVRŠINSKI TLAK** p in **UKLON** σ_K .

b) TANGENCIALNE napetosti vedno **delujejo v prerezu**. So **vzrok drsenja materiala** (npr. pri strigu, torziji), oznaka τ :

$$\tau = \frac{F_t}{A}$$

F_t - prečna (tangencialna) sila [N]; A - prerez



Mera tangencialne deformacije je kot γ [rad], ki nastane zaradi tangenc. napetosti. Imenujemo ga specifična **tangencialna deformacija**.

Kot γ običajno poenostavimo v nagib [° ali %], saj je pri majhnih vrednostih γ napaka zanemarljiva in velja: $\tan \gamma \approx \gamma$

Tangencialni napetosti glede na način obremenitev: **STRIZNA** τ_s in **TORZIJSKA** napetost τ_t (razl.: normalna napetost).

Ang. stress, nem. die mechanische Spannung. Prim. Dopustna napetost, Obremenitev, **Trdnost**. Pri **kapljevinah**: površinska napetost.

Natezni preizkus Temeljni mehanski preizkus, s katerim ugotavljamo **spodobnost gradiva za prenašanje natezних napetosti**. Sin. trgalni preizkus.

Pri tem **merimo**:

- dolžinske raztezke ΔL [m] in

- natezno silo F [N],

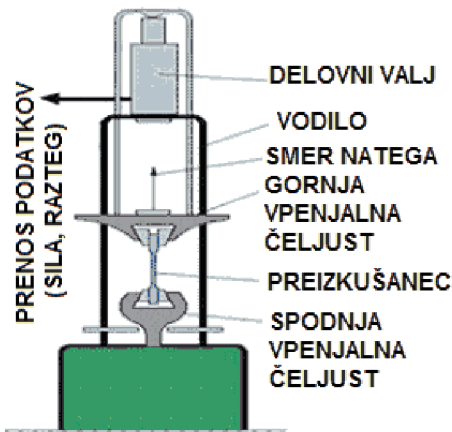
izračunavamo pa:

- raztezke ϵ [%] in

- napetost R [N/mm²], starejša oznaka za napetost je σ [N/mm²].

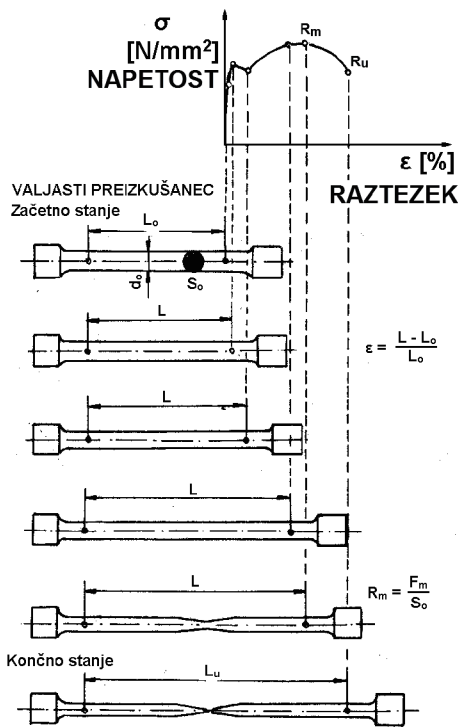
Izračunane vrednosti nato vnašamo v diagram, iz katerega lahko nato preberemo **karakteristične vrednosti** za napetosti in raztezke.

Univerzalni preizkuševalni stroj izgleda tako:



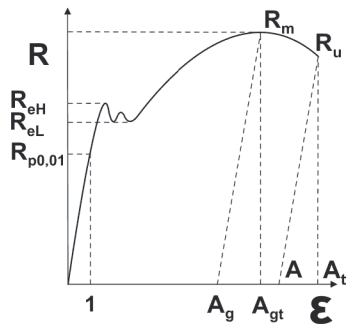
Uporabljamo sorazmerne (kratke in dolge) preizkušance okroglega ali pravokotnega prereza, ki so izdelani po določenih merah in so tudi predhodno obdelani. Napetost med preizkusom počasi narašča, zato spada natezni preizkus med **kvazi-statične** preizkuse.

Diagram NAPETOST - RAZTEZEK izdelamo tako:



Dobljeni diagram imenujemo **natezni diagram**, pa tudi **σ - ϵ diagram** ali **R- ϵ diagram**.

Definiramo **TIPIČNE RAZTEZNE NAPETOSTI**:



Natezna trdnost (zrušilna natezna trdnost, zrušilna trdnost) oznaka R_m ali σ_M (glej geslo Trdnost). R_u je **natezna zlomna trdnost**.

Napetost tečenja (meja tečenja oz. plastičnosti):

a) Za materiale **z izrazito mejo tečenja** se uporabljajo oznake R_{eH} , R_{eH} , R_{eL} (meja tečenja, zgornja in spodnja meja tečenja).

b) Za materiale **z zveznim raztezanjem** uporabljamo oznako $R_{p0,2}$ - **dogovorna napetost** tečenja pri plastičnem (nelinearnem) raztezu 0,2%.

c) **Nekoč** se je označevala z oznako σ_T .

Podrobneje glej geslo Meja plastičnosti.

Meja elastičnosti $R_{p0,01}$, nekdanja oznaka σ_e (glej geslo Meja elastičnosti).

ZNAČILNI RAZTEZKI pa so:

A_{gt} - celotni raztezek pri največji sili

A_g - nelinearni raztezek pri največji sili

A_t - zlomni raztezek (celotni raztezek pri pretrgu)

A - nelinearna razteznost pri pretrgu

Od izhodišča pa do točke 1 na σ - ϵ diagramu se pojavljajo samo elastične deformacije, govorimo o **področju elastičnosti**. Od točke 1 do A_{gt} se pojavljajo elastične in plastične deformacije - **področje plastičnosti**. Pri skupnem raztezu A_{gt} je delež linearnega raztezka enak razliki $A_{gt} - A_g$.

Po obliki R- ϵ diagrama tudi **razlikujemo materiale**:



Navodila za uporabo Dokument, katerega namen je pomagati uporabniku neke naprave ali stroja. Napisan je tako, da ga lahko razumejo tudi nestrokovnjaki. Nem. Bedienungsanleitung, ang. users guide. Prim. Delavniški priročnik.

Nerjavno jeklo Zlitina na osnovi železa (železa je najmanj 50%), ki ob dolgotrajnem stiku z vodo oz. na vlažnem zraku ne zarjavi oz. korodira. Korozijsko odpornost jekla daje predvsem zlitinski element **krom** (najmanj 12%), ki ima lastnost, da povzroča **pasiviranje** (tvorba tanke oksidne plasti Cr_2O_3). Ker je krom močan karbidotvoren element, mora biti v nerjavnih jeklih ogljik v manjših količinah ali pa vezan s stabilizirnimi elementi (Ti, Nb). Za povečanje korozijske obstojnosti se dodaja tudi **nikelj** in **molibden**. Sin. inox, prokron, rostfrei, stainless steel.

Običajna nerjavna jekla pod ekstremnimi pogoji tudi rjavijo. Najkvalitetnejša nerjavna jekla, ki so odporna tudi na težje pogoje, imenujemo **kislinsko odporna nerjavna jekla**.

Delitev nerjavnih jekel po strukturah:

a) **Austenitna nerjavna jekla** so najbolj pogosta nerjavna jekla. Vsebujejo 17-26% Cr, 7-26% Ni, C pod 0,12%, lahko tudi Mo 2,0 - 4,5%, Cu 1,5- 2,5% ter Ti in Nb. So nemagnetna, ni jih možno kaliti, na splošno so **dobro variva** (zaradi Ni) in zelo žilava do ekstremno nizkih temperatur (strojna obdelava je težavnejša), v primerjavi z nelegiranimi nizkoogljiknimi jekli so relativno mehka. Deformacijsko se utrjujejo, hkrati pa se raztezek močno zmanjša. **Up.**: v gospodinjstvu za kuho in jedilni pribor, za razne cevi, pločevino, fitinge, priborice.

b) **Feritna nerjavna jekla** so kromova jekla z 12,5 do 18% Cr in max. do 0,1% ogljika. So magnetna, ni jih možno kaliti, toplotno jih ne obdelujemo, **lahko** pa se **varijo**. **Up.**: predvsem v proizvod. dušikove kisline, za gospodinske pripomočke, v notranji arhitekturi, v avtom. industriji (okrasne letve itd.).

c) **Martenzitna nerjavna jekla** vsebujejo več kot 0,008% ogljika, po kem. sestavi so kromova jekla, podobna feritnim: 12-18% Cr, 0,1 do 1,2% C, dodamo lahko še 0,5- 2,5% Ni in do 1,2% Mo. Imajo dobre mehanske lastnosti (trdnost in odpornost na obrabo), so magnetna in jih lahko z ustrežno topl. obdelavo **poboljšamo** (kalimo in popustimo). Zaradi velike koncentracije ogljika jih **ne moremo variti** oz. jih varimo le pogojno (predgretje/ žarenje). **Up.**: za vodne turbine, zelo pogosto pa tudi za razna rezilna orodja, tudi kuhinjski noži (ki morajo biti ostri) so iz martenzitnega nerjavnega jekla.

d) **Duplex nerjavna jekla** so dvofazne zlitine, ki bazirajo na Fe-Cr-Ni povezavi. Tipična prisotnost kroma in niklja je od 20-30% in 5-8%. Sestavljena so iz približno 50% ferita in 50% avstenita.

Notranje napetosti Mehanične napetosti znotraj nekega predmeta, **ki ni izpostavljen nobenim zunanjim silam** in nobenim **temperaturnim obremenitvam**. Sin. zaostale napetosti.

VZROKI za nastanek zaostalih napetosti:

a) Glavni vzrok je **zagrevanje** predmeta do dovolj visokih temperatur, ki mu nato **sledi ohlajanje**. To se dogaja npr. pri **toplotni obdelavi, varjenju, odrezavanju** (struženje, frezanje ...) itd. Če upoštevamo enačbe za temperaturno razteznost, Hookov zakon in dejstvo, da se predmet na vsaki strani raztegne za $\Delta L/2$, lahko notranje napetosti izračunamo:

$$\sigma_{el} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T / 2 \quad [N/mm^2]$$

E ... modul elastičnosti [jeklo: $2,1 \cdot 10^5 N/mm^2$]

α ... linearna temperaturna razteznost [K^{-1}]

ΔT ... temperaturna razlika [K]

Ko notranje napetosti pri neki temperaturi pre-sežejo napetost tečenja, nastanejo na volumnu V_{pl} plastične deformacije. Na sosednjih volumnih pa so temperature nižje in se zato pojavijo le elastične deformacije V_{el} .

Po ohladitvi na sobno temperaturo se bodo V_{el} povrnila na prvotno velikost, V_{pl} pa seveda ne.

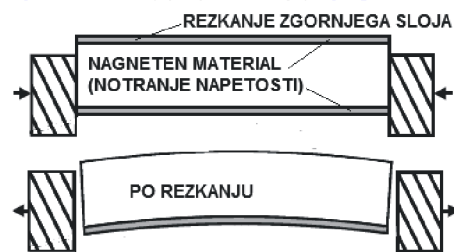
V primerjavi z začetnim stanjem (pred zagrevanjem) so torej nastale deformacije zaradi zagrevanja in ohlajanja ΔL_{zo} , ki povzročajo zaostale notranje napetosti.

Poglejmo primere takih deformacij po varjenju:

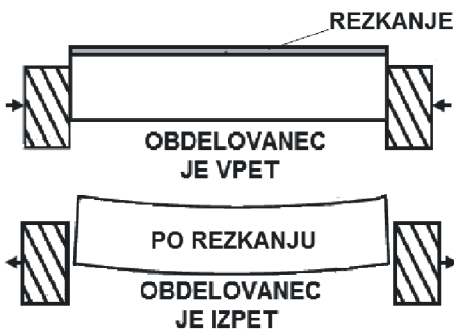


b) Tudi plastične deformacije znotraj predmeta so lahko pomemben razlog za nastanek notranjih napetosti. Primer:

Hladno valjano jeklo je z zunanje strani nagnjeno, kristalna struktura je drugačna. Takšno jeklo "skriva" svoje notranje napetosti in se po obdelavi (npr. po frezanju) upogne:



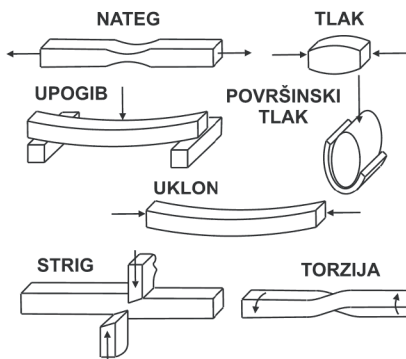
c) Prednapetje ali vpetje tudi poveča notranje napetosti v materialu in lahko vpliva na končno obliko obdelovanca:



Posledice opisanih deformacij so lahko pa tudi razpoke.

Notranje napetosti lahko poskusimo odpraviti z žarjenjem za odpravo notranjih napetosti.

Obremenitev Obremeniti pomeni vplivati s silo. Osnovni NAČINI obremenitev osnih elementov so:



Zgoraj je pet normalnih obremenitev, spodaj pa sta dve tangencialni obremenitvi.

VRSTE obremenitev so pomembne predvsem ZA DOLOČANJE DOPUSTNIH NAPETOSTI:

a) **Statična** (mirna, konstantna) obremenitev. Po dogovoru jo označujemo jo z rimsko številko I, kar pomeni prvi obremenitveni primer. Običajno gre za normalne napetosti $\sigma_{I \text{ dop}}$.

b) **Dinamična** (spremenljiva) obremenitev:

- utripna: drugi bremenitveni primer $\sigma_{II \text{ dop}}$

- nihajna (izmenična): tretji obr. primer $\sigma_{III \text{ dop}}$

Prim. Dinamični mehanski preizkusi, dopustna napetost.

Obremenitve glede na VZROK in POSLEDICO:

1. **ZUNANJE obremenitve**, ki so lahko:

- aktivne (koristno breme, sneg, veter, lastna teža, vztrajnostne sile, temperatura - ki zaradi raztezkov povzročajo toplotne obremenitve itd.)
- pasivne (reakcije - sile v podporah, vpetostni moment)

Prim. statična določenost, ravnotežne enačbe.

2. **NOTRANJE sile in momente** - posledica zun. sil, rezultat izračuna. Iz njih izračunane napetosti se primerjajo z dopustnimi napetostmi. Glej istoimensko geslo.

Razdelitev obremenitev glede na SMER:

A. **NORMALNE obremenitve** so vedno PRAVO-KOTNE NA izbran PREREZ.

Notranje normalne obremenitve označujemo:

- z veliko črko N - notranje sile [N]
- z grško črko σ - notranje napetosti [N/mm²]

Zunanje normalne obremenitve označujemo z indeksom n ali N, npr F_n , F_N .

B. **TANGENCIALNE obremenitve** - vedno delujejo V PREREZU.

Notranje tangencialne obremenitve označimo:

- z veliko črko T - notranje sile [N]
- z grško črko τ - notranje napetosti [N/mm²]

Zunanje tangencialne obremenitve označujemo z indeksom t ali T, npr F_t , F_T .

Če želimo preračunati (kontrolirati) obremenitve, moramo najprej uvesti POENOSTAVITVE: uvedemo pojem NOSILEC in PODPORA. Prim. Trdnost (nauk).

Odpoved Vsako prenehanje zadovoljivega opravljanja neke funkcije, tudi če je za to kriva samo redukcija električnega toka. Nenadna ~: odpoved, ki je ni mogoče predvideti s predhodnim pregledom ali nadzorom. Razl. okvara. Prim. stanja sistemov.

Ogljikova jekla Glej Jekla - vrste jekel.

Okvara Stanje sredstva, za katerega je značilna nezmožnost izvrševanja zahtevane funkcije. Pri tem je izvzeta nezmožnost:

- v času izvajanja preventivnega vzdrževanja,
- zaradi drugih načrtovanih dejavnosti ali
- zaradi pomanjkanja zunanjih virov (energije, materiala itd.).

Okvaro odpravimo s popravilom. Razl. odpoved. Prim. stanja sistemov.

Operativa Dejavnost, ki se ukvarja s praktičnimi, neposrednimi deli. Operativen - namenjen za akcijo; dejaven, deloven, opravljen, ki deluje; ki neposredno izvaja ali vodi kako delo. Nasprotje je kreativna. Operat: izdelek, dokončano delo. Ang. operate: delati, delovati, funkcionirati, upravljati (npr. stroj). Lat. operari: delati. Podobno: rutina.

Operativno vzdrževanje → Vzdrževanje - vrste.

Orangeoptičen Ki se ugotovi s čutili: z vonjem, okusom, vidom, sluhom in otipom: ~e lastnosti, ~a preiskava. Metoda, ki se pogosto uporablja pri detekciji napak in nepravilnosti, npr.:

- piskajoče zvok ležaja lahko odkrijemo s sluhom
- otipamo mesta, kjer pušča olje
- vidimo razne poškodbe
- okusimo vsebnost antifrizna v hladilni tekočini
- zavohamo kabel, ki se žge

FOTORECEPCIJA

BARVA, VELIKOST, OBLIKA, IZGLED, RAZPOREDITEV (TEKSTURA)

KEMORECEPCIJA

VONJ, AROMA, OKUS, OSTER ZELIŠČNI PO OŽGANEM, SLADKO KISLO TRPKO GRENKO JEDKO

MEHANORECEPCIJA IN TERMORECEPCIJA

TEMPERATURA TOGOST, DOTIK, TEKSTURA (RAZPOREDITEV)

SLUH

ZVOK, BRNENJE SEKANJE GLASNOST, PISKANJE, POKANJE, ŠKRIPANJE

Upoštevati pa je potrebno, da je takšno testiranje pogosto subjektivno.

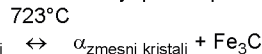
Orodna jekla Jekla za izdelavo orodij. Ta jekla morajo imeti visoko trdoto v hladnem in nekatera tudi v toplem stanju. To so:

1. Plemenita ogljikova jekla s količino ogljika $0,6\% < C < 2,06\%$, ponavadi $C < 1,4\%$ ali

2. Jekla, legirana s Cr, W, V, Mo, Co itd. vsebujejo tudi ogljik $0,4\% < C < 1,5\%$

Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Perlit Finozrnata evtektoidna struktura, ki nastane pri $0,8\% C$. Dobimo ga pri zelo počasnem ohlajanju v pečeh, evtektoidna reakcija poteka pri $723^{\circ}C$:



Perlitno strukturo sestavlja **88% ferita in 12% sekundarnega cementita** Fe_3C , ki sta med seboj zraščena. Glede na obliko ločimo:

a) **Lamelarni perlit** je nekakšen sendvič, sestavljen iz tankih trakov mehkega ferita in trdega cementita. Ta oblika perlita ni primerna za obdelavo z odrezavanjem, ker se orodje hitro obrabi zaradi rezanja trdih slojev cementita. Lamele cementita pa povzročajo težave tudi pri postopkih preoblikovanja.

b) **Zrnati perlit** dobimo, če žarimo jeklo na mehko tik pod evtektoidno črto PSK. Pri tem se lamele Fe_3C okrepijo in nastanejo zrna. Pri odrezavanju nož zrna ne reže, temveč jih odrija v mehko feritno osnovo - orodje se manj obrabi in obdelovalnost je boljša kakor pri lamelarnem perlitu.

Zaradi velike vsebnosti ferita je perlit magnetičen. Zaradi izločenega Fe_3C je trdnost perlita mnogo večja od ferita: nat. trdnost $\sigma_m = 700 - 900 N/mm^2$, raztezek $\delta = 12\%$, trdota $\sim 220 HV$ oz. $15 HRC$. Prav $0,8\% C$ je meja, ki deli ogljikova jekla na:

- podevtektoidna $C < 0,8\%$
- evtektoidna $C = 0,8\%$
- nadevtektoidna $C > 0,8\%$

Perlitna jekla To so vsa ogljikova jekla in večina konstrukcijskih ter orodnih jekel z majhno količino legirnih primesi. Meja perlitnih (evtektoidnih), nadperlitnih in podperlitnih jekel je v primeru legirnih primesi nekoliko pomaknjena. Vsa perlitna jekla lahko termično obdelamo ali kalimo.

Pločevina Kovinski material v ploščah ali trakovih, običajno izdelan z valjanjem. Vrste:

1. **Po namenu:** avtomobilska, karoserijska, cevna, emajlirna, globokovlečna, kotelna (za kotle), kotlarska (za druge kotlarske izdelke), kritna, strešna, ščitna, vozliščna (za povezovanje nosilcev v vozliščih), ~ za štancanje, zarisovalna, bradavičasta (z bradavicami za varno hojo), perforirana, elektropločevina ...

2. **Po načinu izdelave:** vroče valjana, hladno valjana, žarjena.

3. **Po materialu:** aluminijasta, bakrena, patinasta, cinkova, kositrna, jeklena, pocinkana jeklena, pokositrena, posvinčena, silicijevojeklena itd.. **Črna pločevina** je izdelana iz nelegiranega jekla in je na odprtem ognju (v odprtih napravah) žarjena.

Ne pozabimo, da je cinkov oksid ZnO nevaren za okolje - to je plin, ki se razvija pri varjenju pocinkane pločevine in ga je treba odsesavati! Pri pocinkani pločevini ima točkovno varjenje

prednost pred vsemi ostalimi varilnimi postopki, ker se okoli točkovnega zvara naredi **zaščitni obroči iz cinka!**

4. **Po debelini:** tanka (do 3 mm), srednja (3 do 4, 75 mm), debela (nad 5 mm).

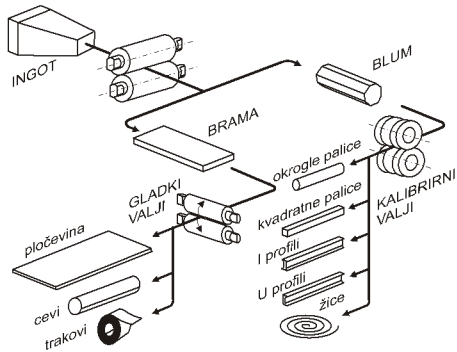
5. **Obdelave pločevine:** rezanje, robljenje, tanjšanje, upogibanje, vihanje, zapogibanje, zavihanje, zgibanje, žlebljenje itd..

Nepr. pleh.

Polizdelek

1. **Vmesna stopnja** pri predelavi surovin in obdelavi predmetov v proizvode, ki **nima praktične uporabe**. Npr. **ingot, brama, blum, cagelj, platina, rondela, palice, ploščato jeklo, hlebčki** itd.

2. **Sestavni del večjega izdelka**, npr. noge za pohištvo, predali za mize itd.. Tovrstni predmeti se lahko štejejo tudi kot samostojni izdelki.



Sin. polproizvod. Slika: valjanje.

Popravilo Dejavnost za **ponovno vzpostavitev** zahtevane **funkcije** okvarjenega sistema.

Postopek izvajanja popravila zajema **diagnostiko** in **posege**, oziroma:

Odkrivanje - lociranje - odprava napak

Poznamo:

a) **Mala popravila** so minimalna po obsegu in zajemajo zamenjavo sestavnih delov z najmanjšim delovnim vekom (drobni deli in torne površine). Stroja običajno ne vzamemo iz normalnega dela.

b) **Srednja popravila** trajajo dalj časa. Zajemajo mala popravila, popravila delov z daljšim delovnim vekom in popravilo sklopov. Opravimo demontažo vseh sestavnih delov, pranje in čiščenje, diagnostiko, montažo, regulacijo, dokazovanje delovne sposobnosti in poročilo o popravilih. Stroja običajno ne jemljemo s temeljev, zahteva pa se kontrola koordinatnega sistema podstavkov in vseh drugih sklopov.

c) **Generalna popravila** so največja po obsegu. Stroj popolnoma razstavimo. Menjamo vse izrabljene dele, obdelamo vse osnovne površine in dosežemo **tehnološko točnost novega stroja**. Vključuje lahko tudi prenovno (rekonstrukcijo) - to pomeni, da lahko vključuje spremembe in /ali izboljšave. Pogosto se zahteva kontrola namestitve stroja na temelje in obnova temeljev, barvanje in zamenjava napisnih tablic.

Preden se lotimo popravila, je dobro **preveriti stroške popravila** - če so previsoki, raje izberemo druge možnosti. Prim. Pregled, Demontaža, Montaža.

Porozen Ki je iz snovi **z veliko luknjicami**, votlinicami - luknjičav, prepusten za tekočine, pline. Pora - luknjica. Material lahko postane luknjičav tudi zaradi kemijskih reakcij - npr. pri talilnem varjenju zrak reagira z raztaljenim materialom, zato se v zvaru pojavi poroznost.

Posluževanje Glej Strega.

Pregled Ugotavljanje ustreznosti posameznih sestavnih delov naprave. Cilj pregleda je pravočasno prepoznavanje obrab in iztrošenosti.

Redni pregled se izvaja v skladu z načrtom vzdrževanja, ne glede na to ali je naprava okvarjena ali ne. V primeru okvare pa je to **iskanje napak**.

PREDPOGOJ za učinkovit pregled je **poznavanje delovanja naprav**, kar pomeni **znanje** (tudi poznavanje **merskih enot** ter **pretvarjanje**) in **izkušnje**. Metode pa so:

1. **Organoleptična metoda** pomeni uporaba čutil: vonj, okus, vid, sluh in otip. Pravimo ji tudi **metoda opazovanja**, oz PGT, ker večinoma:

- **prisluškujemo**, tudi s stetoskopi,
- **gledamo**, tudi s pomočjo ogledal, endoskopov, TV kamer in periskopov,
- **tipamo** (ročno ali s pripomočki).

2. **Preverjanje** pravilnega **opravljanja funkcije**: **test diagnostika** (test opravljanja nalog) in **funkcionalna diagnostika** (preverjanje odzivanja).

3. **Kontroliranje in merjenje** na **termičnega stanja**, kontrola **maziva**, **detekcija razpok** - predvsem **defektoskopija** (neporušitvene metode oz. NDT Non Destructive Testing, ultrazvočna, magnetna, penetrantska, radiografska kontrola, kontrola propustnosti, akustična emisija), spremljanje **korozije**, kontrola **vibracij**, merjenje **trdote**, pri tekočinah merjenje **koncentracij** (refraktometer), kontrola **prepustnosti** (tesnenja, netesnosti) itd..

Pomembno je poznati tudi glavne **VIRE NAPAK**:

- **izvor energije** - naprava deluje bolje, če jo vklopiš na pravilni izvor energije: bencin, dizel, enosmerna, izmenična, trofazna itd. napetost ...
- **material** - razen napačno izbranega materiala je potrebno preveriti tudi toplotno obdelavo in primernost mazalnih sredstev
- izbor pravilnega **tehnološkega postopka** izdelave je vsekakor pomemben, npr. pravilna protikorozijska zaščita, močno obremenjeni mehanški deli naj bodo kovani itd.
- **oblika**, lahko je tudi napačna montaža (tolerance in geometrične tolerance)
- **nedelovanje**, okvara, **napačna vgradnja** ali **napačna funkcija sestavnega dela / podsklopa**, npr.: ~ svečke na motorju itd.
- **napačno povezane** sestavni deli ali **prekinitev ožičenja** - slabi stik ali nepravilna povezava sta zelo pogost vzrok za nedelovanje; včasih je fizična povezava dobra, pa programska povezava ne ustreza (npr.: treba je naložiti pravilen gonilnik za tiskalnik ipd.)
- napačni **pogoji obratovanja** ali **napačna nastavitve sestavnih delov** - slab pretok hladilnega sredstva, napačna nastavitve senzorja itd.

Iskanje napak je dobro **SISTEMATIZIRATI**, npr. z **diagramom poteka** ali z izdelavo **drevesne strukture napak** (z uporabo posebnih simbolov). Na ta način si **izboljšamo možnosti za uspeh**, obenem pa **prihranimo čas**.

Kljub vsem obstoječim metodam se v praksi še vedno pojavljajo primeri, da **napak** s sistematičnim pristopom enostavno **ne moremo odkriti**. V takem primeru nam preostane še zadnja metoda - **UGIBANJE**. Prim. Vzdrževanje glede na stanje.

Preventiva Dejavnost, ki se ukvarja s **preprečevanjem**, npr. boleznimi. Ang. prevent: preprečiti. Ant. kurativa. Preventivnemu vzdrževanju pravimo tudi **načrtovano vzdrževanje**.

Rafinirati Odstranjevati primesi; čistiti, prečiščevati. **Rafinirati jekla** pomeni:

- **odstranjevati škodljive primesi** (predvsem P+S)
- **obenem nastaviti natančno zahtevano količino ogljika** (včasih ga odvezujemo, včasih dodamo)

Rafinerija: prečiščevalnica, obrat za prečiščevanje (npr. petroleja, sladkorja, bakra, nafte, olja). Prim. Žilavljenje, Jeklo-vrste jekel.

Servis Storitev: pregled in vzdrževalno popravilo strojev, občasno vzdrževanje samo določenih naprav. Tudi podjetje oz. **delavnica** s posebej usposobljenimi ljudmi za pregled in popraviljanje naprav. **Servis:** komplet krožnikov, škodelic itd., npr. jedilni ~. Ang. **serve:** streči, oskrbovati nekoga, služiti nekomu.

SI Kratica za Systeme International d'Unités, mednarodni sistem merskih enot. SI sestavljajo:

a) **OSNOVNE merske enote:**

Veličina	Enota	Oznaka merske enote
dolžina	meter	m
masa	kilogram	kg
čas	sekunda	s
električni tok	amper	A
temperatura	kelvin	K

množina snovi	mol	mol
svetilnost	kandela	cd

b) **IZPELJANE merske enote**

Opis veličine	Merska enota	Krajše
ploščina	kvadratni meter	m ²
prostornina	kubični meter	m ³
gostota	kilogram na kubični meter	kg/m ³

hitrost	meter na sekundo	m/s
masni pretok	kilogram na sekundo	kg/s
volumski pret.	kubični meter na sekundo	m ³ /s
pospešek	meter na sekundo kvadrat	m/s ²

ravninski kot	radian, rad	m/m
	kot, ki na krogu odreže lok, ki je enak polmeru kroga	
	$\alpha [^\circ] = \alpha [\text{rad}] \cdot 180/\pi$	
	$\alpha [\text{rad}] = \alpha [^\circ] \cdot \pi/180$	

kotna hitrost	radian na sekundo	rad/s
prostorski kot	steradian, sr	m ² /m ²

prostorski kot, pri katerem je površina krogelnega odseka enaka kvadratu radija krogle

vrtlina hitrost	vrtljaji na sekundo	vrt/s
-----------------	---------------------	-------

sila	newton (njutn) N = kg · m/s ² = VAs/m
navor	newton-meter Nm se ne pretvarja direktno v J !!!

energija	joule, izg. džul J = Nm = VAs
delo, toplota	J

moč	wat, izg. vat W = J/s = V · A
-----	--------------------------------------

navidezna el. moč	VA , izg. volt-amper
jalova el. moč	Var , izg. var

vršni kilovat	kWp (kilowatt peak)
---------------	----------------------------

toplotni tok	W
--------------	----------

viskoznost	dinamična Pa · s
viskoznost	kinematična mm²/s

tlak	pascal, izg. paskal Pa = N/m ²
mehanska napetost	megapaskal MPa = N/mm ²

elektrina	coulomb, izg. kulon C = As
napetost	volt (električna) V = W/A

el.upornost	ohm, izg. om Ω = V/A
-------------	-----------------------------

el. prevodnost	siemens S = A/V
----------------	------------------------

el. kapacitivnost	farad F = As/V
-------------------	-----------------------

el. induktivnost	henry H = Vs/A
------------------	-----------------------

frekvenca	Herz, izg. herc Hz = s ⁻¹
-----------	---

gostota magn. toka	tesla T = Wb/m ² = N/Am
--------------------	---

magnetni tok	weber Wb = Vs = T · m ²
--------------	---

c) **Druge in izjemno dopustne merske enote:**

Opis veličine	Merska enota
---------------	--------------

čas	leto [l], dan [d], ura [h], min [min]
delež	ppm - parts per milion deležev (delecev) na milijon

energija	kWh (3.600 kJ)
----------	-----------------------

gostota	kg/dm³
---------	--------------------------

hitrost	m/min, km/h, km/s
---------	--------------------------

masa	tona (1 t = 1.000 kg)
------	-----------------------

poraba goriva	l/100 km
---------------	-----------------

poraba zraka	nl/min volumski pretok v l/min,
--------------	--

merjen pri standardnih pogojih: 1 fizikalna atmosfera (1,013 bar), 0° C in 0% relativne vlažnosti

površina	a (ar=100 m ²), ha (hektar=100a)
----------	--

prostornina	l oz. L (liter, 1 dm ³)
-------------	---

	Sm³ standardni kubični meter
--	--

	Nm³ normni kubični meter
--	--

	nl normni liter
--	------------------------

merske enote Sm³ Nm³ in nl so m³ in l pri standardnih pogojih

1 fizikalna atmosfera (1,013 bar), 0° C in 0% relativne vlažnosti (geslo Standardni kubični meter)

ravninski kot:	° (kotne stopinje, 90° je pravi kot)
----------------	--------------------------------------

' (kotne minute, 60' je 1°)

'' (kotne sekunde, 60'' je 1')

temperatura	°C $T [^\circ\text{C}] = T [\text{K}] - 273$ $T [\text{K}] = T [^\circ\text{C}] + 273$
-------------	---

tlak	bar (100.000 Pa oz. 10 N/cm ²)
------	---

volumski pretok	l/min
-----------------	--------------

vrtlina hitrost	vrt/min oz. min⁻¹
-----------------	--

d) **DECIMALNE PREDPONE merskih enot**

Predpona	Znak	Vrednost	
deka	da	10	10 ¹
hekto	h	100	10 ²
kilo	k	1.000	10 ³
mega	M	1.000.000	10 ⁶
deci	d	1/10	0,1
centi	c	1/100	0,01
mili	m	1/1.000	0,001
mikro	μ	1/1.000.000	0,000001
nano	n	1/1.000.000.000	10 ⁻⁹
piko	p	1/1.000.000.000.000	10 ⁻¹²

e) **STARE IN TUJE merske enote**, ki se (čeprav prepovedane) še vedno uporabljajo:

Merska enota	Pretvornik
palec, cola, inch, ang.	1" = 25,4 mm
(pri tem beseda cola izhaja iz nemščine: der Zoll - dunajski, ruski in ameriški palec pa so drugačni) čevelj, foot, ang.	1' = 30,48 cm = 12"
yard, ang.	1 yd = 0,9144 m = 3'
galona - gallon, am.	1 gal = 3,785 L
galona - gallon, ang.	1 gal = 4,546 L
cubic foot per minute	1 CFM = 28,32 L/min
gallons per minute am.	1 GPM am. = 3,785 L/min
gallons per min. ang.	1 GPM ang. = 4,55 L/min
funt (pound, libre)	1 lb = 453,6 g = 16 oz
unča (ounce)	1 oz = 26,35 g
kilopond	1 kp = 9,81 N
tehnična atmosfera	1 at = 1 kp/cm² = 98066 Pa
fizikalna atmosfera	1 atm = 1,013 bar
(tlak na morsk gladini pri normalnih pogojih: temp. 0°C, gost. zraka 1,29 kg/m ³ , zem. posp. 9,8 m/s ²)	
1 torr = 1 mm Hg = 1/760 atm = 1/750 bar = 133,3 Pa	
pound per square inch	1 p.s.i. ali 1 PSI = 6895 Pa
(funt na kvadratni inch, ne : pond na kvadr. inch)	
vodni steber	1 mm H₂O = 9,8 Pa
konjska moč (KM, PS)	1 KM = 735,5 W ≈ 0,736 kW
kilokalorija	1 kcal = 4186,8 J
centipoaz	1 cP = 10⁻³ Pa·s
centistoks	1 cSt = 1 mm²/s
stopinje Fahrenheita	T[F] = 9/5 · T[°C] + 32 T[°C] = 5/9 · T[F] - 32

f) **POSEBNE ENOTE**, ki so nastale na osnovi posebnih definicij in jih lahko izrazimo z osnovnimi merskimi enotami: **dalton**, **ame**, angström (**Å**, izg. angstrom) itd..

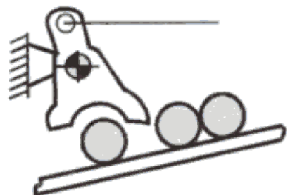
g) **PSEVDOENOTE**, ki so tudi nastale na osnovi posebnih definicij, a jih ne moremo na preprost način izraziti z osnovnimi merskimi enotami: **bel** (bolj poznan je decibel **dB**), **fon** itd..

Strdišče Najvišja temperatura, pri kateri tekoča ali staljena snov prehaja v trdno agregatno stanje. Pri nafti ali olju je to temperatura, pri kateri **olje ne teče več**. Prim. Tališče, Zmrzišče, Ledišče, Vrelišče.

Strega Sestavni del izdelave ali montaže, ki zajema ravnanje z materialom, z obdelovanci in z izdelki. Sin. posluževanje.

Strežne operacije razdelimo v tri skupine:

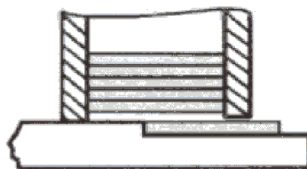
1. Strežne operacije za **prilavo** obdelovancev ali sestavnih delov **pred montažo**: urejanje, hranjenje, ločevanje, premikanje, vodenje, razdvajanje, združevanje, obračanje, kontrola itd., npr.:



ZADRŽEVALO

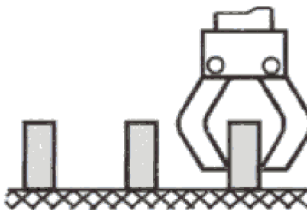
2. Strežne operacije za **menjavo** obdelovancev ali sestavnih delov: dodajanje, odvzemanje (potisniki, manipulatorji, roboti, prijemala), pozicioniranje, **vpenjanje** (baze, naprave za odvzemanje

prostostnih stopenj, vpenjalni pripomočki) ipd.:



POMIKALO

3. Strežne operacije za **premikanje** obdelovancev ali sestavnih delov med izdelovalnimi oziroma montažnimi mesti: prenašanje, transport.



PRIJEMALO

Strega materiala je proces, ki je potreben, da material pride na mesto v proizvodnji ter ga zapusti. Je del logističnega procesa v proizvodnji.

Škaja Oksidna plast na kovini, ki **nastane ob žarjenju pri visoki temperaturi**. Npr. železov oksid, ki odpada pri kovanju in se lušči pri valjanju. Sin. plena, okujina. Prim. alitiranje.

Tališče Temperatura, pri kateri preide trdna snov v tekoče stanje.

Zaradi kemijskih reakcij se lahko materialu spremeni tališče - npr. pri talilnem varjenju zrak reagira z raztaljenim materialom, nastali oksidi pa imajo pogosto višje tališče od osnovnega materiala. Temperature tališč nekaterih tehnično pomembnih snovi: železo 1.536°C, voda 0°C

Temperature tališč pomembnejših umetnih mas: **ABS** 88-125°C, **AMSAM** 121°C, **HDPE** 125-132°C, **LDPE** 103-125°C, **LLDPE** 110-125°C, **PC** 145°C, **PMMA** 212, **AMSAM** 121°C, **PP** (homopolimer) 160-175°C, **PP** (kopolimer) 150-175°C, **PS** 74-105°C, **PS** (guma) 93-105°C, **SAN** 100-200°C

Prim. Strdišče, razl. talilni interval.

Tehnologija vzdrževanja Definicijo vzdrževanja opisuje geslo Vzdrževanje. Razen velikega dela tehnologije obdelave zajema še tehnologije za:

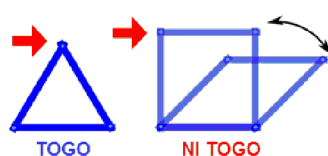
- Ugotavljanje stanja**: zaznavanje, merjenje, kontrola, diagnostika, detekcija, defektoskopija itd..
- Ohranjanje stanja**: čiščenje, mazanje, tesnenje, hlajenje, gretje itd..
- Ponovno vzpostavljjanje stanja**: montaža, demontaža, justiranje, popravila, korekcije (dodelave, predelave).

Za tehnologijo vzdrževanja je značilno, da jo sestavlja veliko specialnih tehnologij, npr. vzdrževanje kompresorjev in črpalk, vzdrževanje motorjev z notranjim zgorevanjem, vodovoda itd..

Testiranje Preizkus zadovoljivega opravljanja nalog, **ugotavljanje ustreznosti** delovanja naprave.

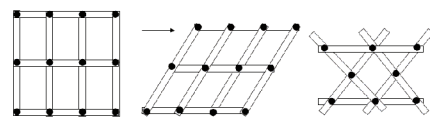
Togost Odpornost proti deformacijam. Lastnost predmeta ali konstrukcije, da **ob delovanju sile nanj ne spremeni svoje oblike**. Toga konstrukcija **raje počni** kakor da bi pod vplivom sile spremenila svojo obliko.

Ravninska toga palična konstrukcija je **trikotnik**:



Zgornja slika prikazuje:

- paličje, členkasto povezano v trikotnik, je togo
- paličje, členkasto povezano v štirikotnik, ni togo



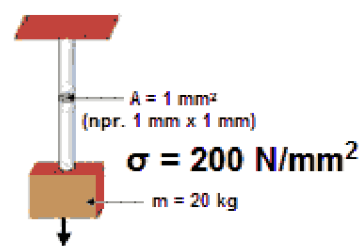
Prostorska toga palična konstrukcija je tristrana piramida. Prim. trdnost, trdota, elastičnost vijakov.

Trdnost (lastnost gradiva) Največja obremenitev, ki jo je material še sposoben prenašati.

Obremenitve običajno izražamo z mehanskimi napetostmi v materialu, zato je **strokovna definicija** naslednja:

Trdnost je **največja mehanska napetost**, ki jo material **še vzdrži brez porušitve** (npr.: preden se pretrga). Merska enota je [N/mm²].

Glede na načine in vrste obremenitev razlikujemo: **NATEZNA trdnost** ali zrušilna natezna trdnost je največja natezna napetost, ki jo material še vzdrži, tik preden se pretrga, **oznaka** σ_M, R_m . Primer:



Z indeksom M označujemo **zrušilno trdnost** ne glede na način obremenitve.

Zrušilna STRIŽNA trdnost je največja strižna napetost, ki jo material še vzdrži, tik preden ga prerežemo (prebijemo), **oznaka** τ_M . Za jekla velja:

$$\tau_M \approx 0,8 \cdot R_m$$

TRAJNA DINAMIČNA trdnost je povezana z dinamičnimi obremenitvami in je definirana kot **največja napetost izmenične obremenitve**, pri kateri se material pri kakršnem koli povečanju števila nihavej **ne zlomi več**, **oznaka** σ_D .

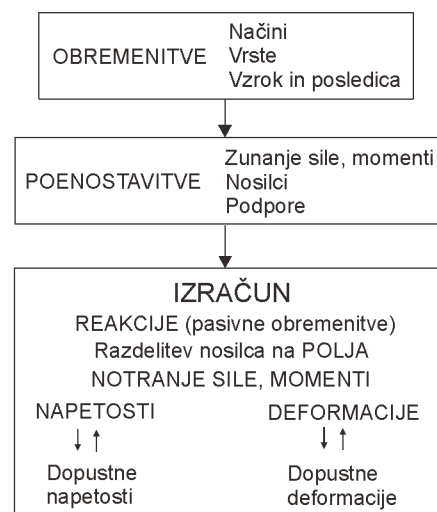
TRAJNA DINAMIČNA UPOGIBNA trdnost σ_{Df} je **največja upogibna napetost pri trajni izmenični obremenitvi** (obremen. primer III), pri kateri se material trajno ne zlomi več. Poznamo tudi tlačno, obrabno, robno trdnost itd.

Prim. **Napetost**, Natezni preizkus, Trdota, Togost, Deformacijska trdnost.

Ang. **Strength**, nem. **die Festigkeit**.

Trdnost (nauk) Del mehanike, ki **proučuje napetosti v materialu in deformacije teles**, ki nastanejo zaradi vpliva zunanjih sil. Za razumevanje trdnosti je nujno obvladanje predhodnih znanj iz statike.

Celoten postopek trdnostne kontrole zajema preučevanje OBREMENITEV, oblikovanje POENOSTAVITEV in nato izvedba IZRAČUNA:



Sistematika trdnostnega izračuna:

A. Izračun **REAKCIJ** (pasivne obremenitev) v podporah in razdelitev nosilca na **POLJA**.

B. Izračun **NOTRANJNH SIL** in **MOMENTOV** - po posameznih poljih.

C. Izračun najbolj neugodnih **NAPETOSTI** in **DEFORMACIJ**. Primerjava z **dopustnimi vrednostmi**.

Trdota **Odpornost** gradiva **proti vdiranju drugega predmeta** vanj: proti praskanju, strganju, razenju, zarezam, plastični deformaciji, proti **obrabi**, abraziji. Npr.: s steklom lahko razimo les, torej je steklo trše od lesa. Ker s kredo ne moremo raziti table, je tabla trša od krede.

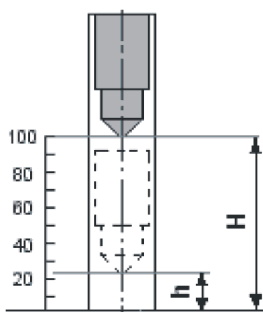
Trdota je zelo pomembna lastnost pri orodnih kroglicah. Nasprotje: mehkost.

Razl.: trdota vode, svinčnika (glej posebni gesli). Ang. **hardness**, nem. **die Härte**. Razl. trdnost.

Pri **preizkušanju trdote** vdiramo v preizkušane **zelo trde predmete** (npr. diamantne konice, kaljene kroglice itd). Rezultati se pogosto označujejo s črko H (HBW, HV, HRC, HRB), kar je ang. kratica za **hardness** (trdota). Vrste preizkušanja trdote:

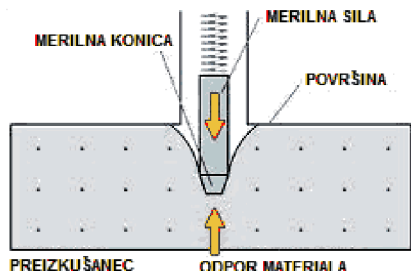
1.

Trdoto materialov, ki se elastično deformirajo (kavčuk, elastomeri, polimeri) merimo **po Shoru**. Albert F. Shore je ugotovil, da je od trdote elastičnih materialov odvisno, kako visoko se bo odbila merilna konica, ki jo spustimo na preizkušane. Njegov **skleroskop** oz. **sklerograf** meri odboj h:

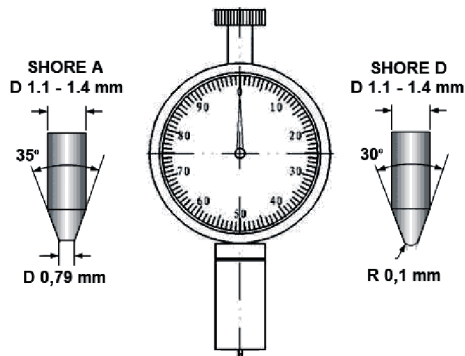


Naprava je narejena tako, da se merilna konica po odboju zatakne, da se lažje izmeri **višina odboja h**. Višji kot je odboj, večja je trdota merjenca.

Leta 1920 je Shore razvil še **durometer**, ki trdoto elastičnih materialov meri na nekoliko drugačen način. Merilno konico z določeno **standardno silo** potisnemo v preizkušane, meri pa se **globina vtiska**, ki je tudi kriterij za trdoto preizkušanca:



Oznaka je **HS**, vrednost pa brezrazsežno število. Po ISO 868 sta standardizirani metodi **Shore A** (med 10 in 90 enot) in **Shore D** (za trše materiale, uporaba ostrejšega stožca, med 30 in 90 enot). Durometer pa izgleda tako:



Plašči avtomobilskih pnevmatik imajo trdoto po Shoru med 50A in 70A.

Prednost metode: površina se **NE POŠKODUJE**.

2.

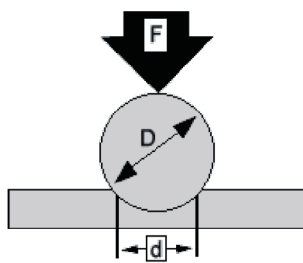
Trdoto lesa, umetnih mas in kovin preizkušamo po **Brinellu HBW** (**s kroglico iz karbidne trdine**, SIST EN 6506-1:2000) ali **HB** (po starem - **s krog-**

lico iz kaljenega jekla, SIST EN 10003-1).

Kroglico vtiskujemo s silo F [N] v površino preizkušanca in ustvarimo vtisk (krogelni odsek, kalota) s površino S [mm²]. Vrednost HB izračunamo po enačbi **HBW = F/S**.

V praksi samo izmerimo premer vtiska in nato HB preberemo iz tabel. Iz enačbe je [N/mm²] merska enota za HBW, vendar ga pišemo kot brezrazsežno število. Le pri pri mehkejših materialih vpišemo še enoto - npr. vrednosti za les znašajo 3 - 5 N/m², PE 40-65 HBW, PVC 75-155 HBW, PA 75-100HB, Al 20-35 HBW, Cu 40-90 HBW. Trdote jekel nad 650 HB preizkušamo po Vickersu.

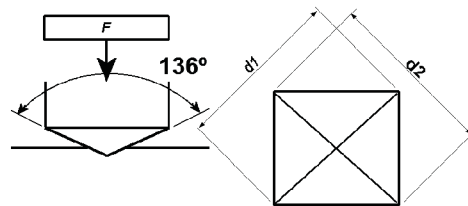
Za ogljikova jekla lahko približno izračunamo naznorno trdnost [N/mm²]: **R_m ≈ 3,6 · HB**.



$$HB = \frac{2F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

3.

Trdoto mehkejših, trših in zelo trdih materialov (tudi za **kaljena, cementirana in nitrirana jekla**) preizkušamo po **Vickersu HV**. V preizkušane vtiskujemo **diamantno konico** v obliki piramide. Merimo silo F [N] in površino vtiska S [mm²], za izračun trdote pa uporabimo enačbo **HV = F/S**.

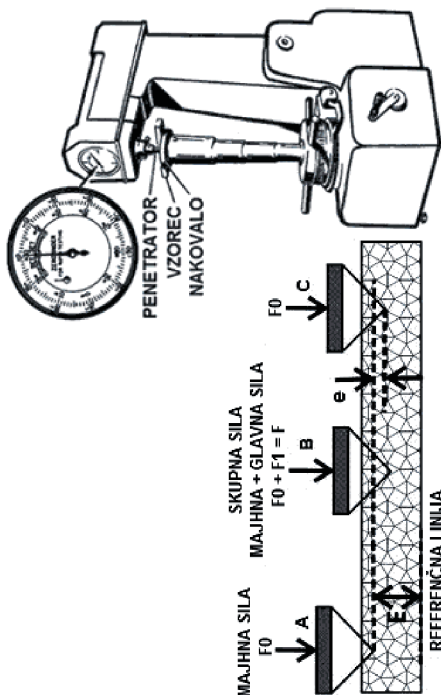


4.

Piramidna konica je tako oblikovana, da so rezultati pri nižjih trdotah zelo podobni Brinellovim.

Po Rockwellu merimo trdoto tako, da **izmerimo globino vtiska** pri **točno določeni sili**. Nato le še uporabimo enostavno enačbo. Postopek je **hitrer** in **enostaven**. Načini vtiska:

1. **Z diamantnim stožcem** (ang.: cone) **HRC** oz.



HRC je metoda uporabna predvsem **za merjenje pred in po toplotni obdelavi** (npr. kaljenje, poboljšanje) predmetov iz jekla in raznih zlitin. **Enačba:**

HRC = 100 - 500 · h_c h_c [mm] ... globina vtiska
Tipične vrednosti po HRC: zelo trda jekla za rezila nožev HRC 55-66, za osi in gredi HRC 45-55, jekla za škarje HRC 62-64, za frezala in pile HRC 64-66 itd.

Z geometrično določenimi rezili (**struženje, vrtnje, frezanje** itd.) obdelujemo material **do 65 HRC**. **Nad 65 HRC** se materiali obdelujejo samo **z brušenjem** (geometr. nedol. rezila).

2. **Z jekleno kroglico** (ang. ball) premera 1/16" **HRB** oz. **HRB** za **kovine in zlitine v mehkem stanju**: nekajeno jeklo, med, bron. **Enačba:**
HRB = 130 - 500 · h_b h_b [mm] ... globina vtiska
Tipična vrednost: **medenina HRB 55 - 93**

5.

Hitri načini določanja trdote na licu mesta so pomembni zato, ker ni treba izdelovati vzorcev. Meritev se izvede **kar na predmetu** (npr. na stroju) samem, **preizkušane pa se ne poškodejo** (ni nobenega vtisa). Rezultati so sicer **manj natančni**, ampak so vseeno **dragoceni**.

Najpogostejše je merjenje trdote **z udarcem**:

- **Böhlerjevo kladivo**: na preizkušane nastavi merilno kroglico, nanjo pa nastavimo primerjalno kocko. Nato s kladivom udarimo na primerjalno kocko, da merilna kroglica le **v primerjalni kocki naredi odtis**. Sila udarca je standardizirana. Izmerimo odtis in iz tabel le še odčitamo vrednost.

- **Poldijevo kladivo**: namesto kocke uporabimo **prizmo**. Prednost je v tem, da lahko prizmo uporabimo **večkrat** kakor kocko.

6.

Trdoto mineralov označujemo s številčnimi vrednostmi od 1 do 10 (**Mohsova trdotna lestvica**):

- 1 - lojvec, 2 - kamena sol, 3 - kalcit, 4 - fluorit, 5 - apatit, 6 - ortokaz, 7 - kremen, 8 - topaz, 9 - korund, 10 - diamant.

Razl. trdota svinčnika, vode. Prim. trdnost, togost. **Ugotavljanje stanja** Glej Pregled.

Ultra- Latinska predpona, ki pomeni nad, čez, več, bolj, onstran. Npr. ultravijolično valovanje, ultrazvok itd.

Ultrazvok Neslišni zvok s frekvenco, ki je višja od zgornje meje slišnega območja: od 20 · 10³ s⁻¹ do 10⁶ s⁻¹ in več. Izviri ultrazvoka izkoriščajo piezoelektričnost ali magnetostrikcijo in jih vzbujamo z visokofrekvenčnim električnim tokom.

Uporaba: za **iskanje napak** v kovinskih in drugih telesih, merjenje hitrosti zvoka, v medicini, v sonarju itd. **Ultrazvočna obdelava**: glej Obdelava z ultrazvokom.

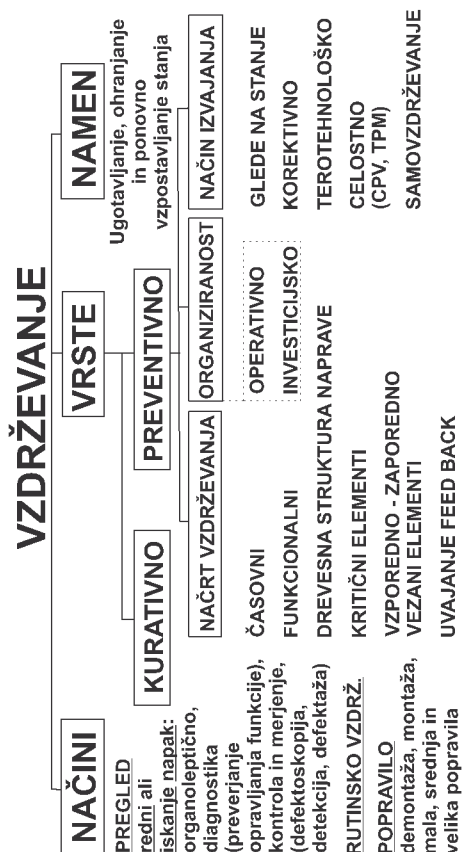
Prim. **Varjenje z ultrazvokom**, preiskava zvarov. **Vrelišče** Temperatura, pri kateri **poteka izparevanje tekočine**, uparjalni tlak tekočine se izenači z zunanjim tlakom. Čim nižje je vrelišče, prej se prične intenzivnejše gorenje in bolj vnetljive so tekočine. Prim. Topilo.

Vzdrževanje **Dejavnost** v zvezi z delovnimi sredstvi (napravami, stroji), ki zajema:

1. **Ugotavljanje** (presojanje) dejanskega **stanja**: detekcija, diagnostika, defektoskopija itd.. Ugotovitve vplivajo na način izvajanja ostalih vzdrževalnih del, kar pa je seveda tesno povezano **s financami**.
2. **Ohranjanje** želenega **stanja**: **načrtovanje** in **izvajanje** rednih vzdrževalnih del. Razen negovanja, čiščenja, zaščite ipd. spada v to skupino tudi **nabava in arhiviranje: orodij, rezervnih delov ter potrošnega materiala**.
3. **Ponovno vzpostavljanje** želenega **stanja**: popravila, korekcije (dodelave, predelave) ipd.

Vrste vzdrževalnih tehnologij so naštetje pod geslom Tehnologija vzdrževanja.

CILJ vzdrževanja je omogočiti delovnim sredstvom **optimalno obratovanje** v različnih pogojih dela in **čim dalj časa**. Na ta način zagotavljamo **varno delo** ter predviden obseg in kvaliteto izdelkov. Razlikuj: servisiranje.



Vzdrževanje - dokumentacija

A Plan namestitve strojev

B Načrt vzdrževanja (servisni plan) je najpom. vzdrževalna dokumentacija posamezne naprave. Je interes lastnika in vsebuje vsaj:

- **časovni** načrt: predvideno vzdrževanje v določenem času, npr. letni plan vzdrževanja
- **funktionalni** načrt: predvidena vzdrževalna dela glede na uporabo (št. prevoženih km, št. narejenih izdelkov itd.), za tiste sestave, katerih stanje je odvisno od uporabe
- **finančni** načrt: predvideni stroški, finačni viri (kdo je plačnik) in tudi rekapitulacija (zbir, povzetek) stroškov

Nezadostna finančna sredstva so pogost razlog za spremembo finančnega načrta, s tem pa se spremenita tudi časovni in funkcijski del načrta!!

C Obratovalna navodila: prospekti stroja, navodila za uporabo (namenjena uporabniku ali delavcu - upravljalcu stroja), delavniški priročnik (glej posebno geslo), instalacijski načrt itd. Med posameznimi risbami so za vzdrževalce gotovo najpomembnejše sestavne risbe.

D Kartoteka strojev s preglednico potrebnega preventivnega vzdrževanja po strojih.

E Mazalna karta in kartoteka maziv

F Zapisnik popravil, spremljanje zastojev, list preventivnega pregleda.

G Delovni nalog itd.

Vzdrževanje - načini

a) **Pregled** - ukrepi za ugotavljanje in ocenitev dejanskega stanja: diagnostika, defektaža, defektoskopija, detekcija.

b) **Rutinsko vzdrževanje** so ukrepi za varovanje (ohranjanje) zelenega stanja. Za ta opravila se ponavadi ne zahteva posebna usposobljenost, pooblastilo ali posebna orodja.

Primeri rutinskega vzdrževanja: čiščenje, negovanje, zaščitna dela, pritegovanje spojev, preverjanje nivoja tekočine, mazanje itd.

Sin. tekoče, vsakodnevno vzdrževanje.

c) **Popravilo** so ukrepi za ponovno vzpostavitev zahtevane funkcije okvarjenega sistema.

Vzdrževanje - vrste Glavne vrste vzdrževanja:

1. **Kurativno vzdrževanje**: ukrepanje **LE OB OKVARAH**. Sin. **interventno vzdrževanje**.

Prednosti kurativnega vzdrževanja: popolna izkoriščenost strojnih delov ali sklopov (saj delujejo do okvare), ne potrebujemo stalne aktivnosti strokovnjakov za vzdrževanje (potrebuje-

mo jih le ob okvarah) in ne potrebujemo niti načrta vzdrževanja. Tak način vzdrževanja je primeren le za manj pomembne, cenene naprave. **Slabosti**: termini izpada se ne morejo predvideti, okvare so nepredvidene. Vsi izpadi so zelo moteči in se morajo čim prej odpraviti, saj zaradi njih stoji proizvodni proces in poslabša se delovna uspešnost. Lahko je ogrožena varnost delavcev. Okvara lahko povzroči poškodbe drugih delov stroja in obdelovancev, kar po nepotrebnem pomeni večje stroške. Zato je ta način zelo neprimeren za zahtevne naprave, od katerih je odvisna proizvodnja.

2. **Preventivno vzdrževanje** **PREPREČUJE** okvare na delovnih mestih. Pravimo mu tudi načrtovano vzdrževanje, ker ga izvajamo načrtno:

* s časovnim načrtom (časovno vzdrževanje) določimo cikluse kontrol, pregledov in popravil (malih, srednjih in velikih), podobno kot pri rednih servisih avtomobila; časovni načrt vzdrževanja nam naredi RED in RUTINO

* z vzdrževalnimi ukrepi glede na uporabo (obrabni ali funktionalni vzdrževalni načrt, npr. glede na število prevoženih km, narejenih izdelkov itd.) pa predvidevajo popravila, za katere se potreba po izvajanju ugotavlja (določi) ob rednih pregledih in se nato izvajajo brez predhodnega ugotavljanja stanja obrabe rezervnih delov

V praksi se celotni **NAČRT PREVENTIVNEGA VZDRŽEVANJA** praviloma določi tako, da najprej definiramo ukrepe glede na uporabo in šele potem določimo časovni načrt.

Pri pripravi vzdrževalnega načrta moramo vsekakor pomisliti tudi na:

- določanje kritičnih elementov v sistemu - to so elementi, ki se hitreje obrabijo ali pokvarijo,
- izbor elementov, ki naj bodo zaradi zanesljivosti delovanja sistema vzporedno povezani (glej geslo Sistem)
- veličine, ki bi jih lahko uravnavali s povratno zanko (feedback)

Po načinu organiziranosti vzdrž. služb ločimo:

- **preventivno OPERATIVNO** vzdrževanje, ki organizacijsko PRIPADA PROIZVODNEMU PROCESU in zagotavlja delovno sposobnost tehničnega sistema v smislu preprečevanja zastojev; zajema periodične preglede, iskanje in odpravljanje slabih mest, odpravljanje zastojev, mala popravila in tehnično diagnostiko
- **preventivno INVESTICIJSKO** vzdrževanje je organizacijsko LOČENO OD PROIZVODNJE, povezano je z večjimi denarnimi sredstvi; izvaja vsa planska popravila, tehnično diagnostiko in tudi ugotavljanje napak sistema; ta način organiziranosti je običajen predvsem v podjetjih **S POSEBNIMI ZAHTEVAMI** (npr. prehrabena, farmacevtska industrija itd.)

Glede na **NAČIN IZVAJANJA** pa delimo preventivno vzdrževanje na:

a) Vzdrževanje glede na stanje so popravila:

- najprej diagnostika: opazujemo, ugotovimo nenormalnosti (detekcija, PGT - prisluškuj, glej in tipaj), ugotavljanje razlogov in predlogi za ukrepanje
- nato izvršimo samo tiste posege, ki so glede na analizo stanja potrebni

Cilj te metode je ČIM DALJŠA UPORABA sestavnih delov, ob nezmanjšani varnosti in zanesljivosti delovanja. Da je kvaliteta odločitve sploh mogoča, moramo dobro poznati meje izrabilnosti sestavnih delov.

b) **Korektivno** vzdrževanje (izboljšanje, predelava opreme oziroma dograjevanje strojev z namenom povečanja zanesljivosti). Primer: iz kolesa naredimo moped.

c) **Terotehnoško** (produktivno) vzdrževanje: o načinu vzdrževanja odločajo posebej usposobljeni strokovnjaki za vzdrževanje, ki naj imajo tudi močan vpliv na poslovne odločitve v podjetju, npr. na nabavo opreme, odpis itd.

d) **Celostno produktivno** vzdrževanje (glej **CPV, TPM**): odgovornost prevzame širši krog ljudi.

e) **Samovzdrževanje** je najvišji nivo vzdrževanja

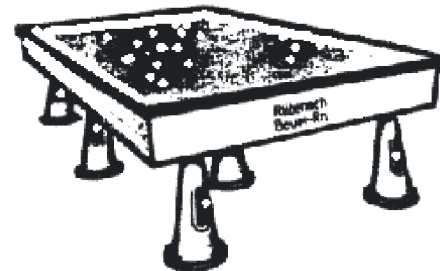
v povsem avtomatizirani proizvodnji. Spremljanje in ugotavljanje stanja se opravlja z računalniki, operacije vzdrževanja pa še vedno vodi človek.

Zarisovanje Prenašanje mer z risbe na obdelovanec. To počnemo pred obdelavo, nato pa po zarisanih črtah kos obdelamo.

Zarisovanje je zahtevno, natančno, počasno in drago delo, zato je smiselno **LE PRI POSAMIČNI PROIZVODNJI**, npr. pri izdelavi modelov ali vzorcev, pri avtokaroserijskih delih, orodjarstvu ipd..

Zarisovalno orodje:

1. **Zarisovalne** (črtalne) mize in črtalne plošče služijo kot natančna vodoravna podlaga za zarisanje. Brez njih nimamo orodje in obdelovanec med zarisovanjem kam postaviti. So iz sive litine (rebraste) ali granitne, da se ne deformirajo. Uravnajo jih z libelo. Površina je skobjana, brušena ali tuširana. Najbolje je, da črtalna miza stoji na treh oporah. Nikoli je ne up. kot podlaga za točkanje ali ravnanje pločevine.

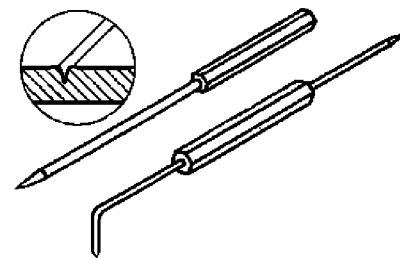


Zarisovalne mize se praviloma lahko uporabljajo tudi kot tuširne plošče.

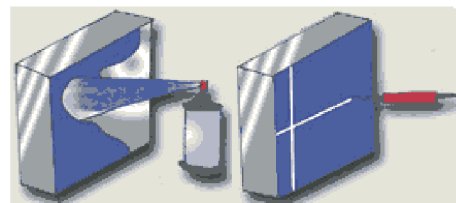
2. Če zarisujemo valjaste kose, jih položimo na zarisovalne prizme, tanjše obdelovance pa nanje samo prislomimo. Za delo so zelo pripravne magnetične prizme, da obdelovavec ni treba privijati s stremeni, z vijaki ali s sponami.



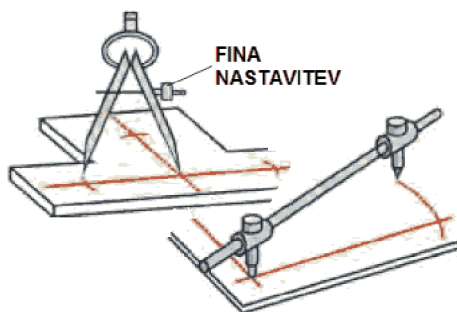
3. **Zarisne igle**: medeninaste, grafitne, jeklene s kaljeno konico, naostrene pod kotom 15° ali s prilatano konico iz karbidne trdine.



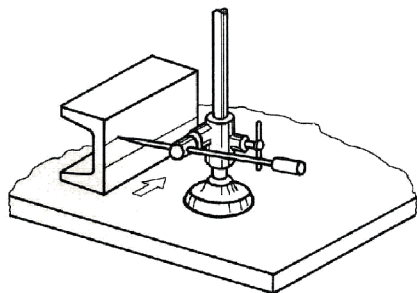
Zarisujemo pa lahko tudi s flomastrom, s svinčnikom (npr. na aluminij), včasih celo s kreda. Za boljšo vidljivost zarisnih črt lahko uporabimo tudi označevalno (popravno) barvo (npr. kot razpršilo, sprej):



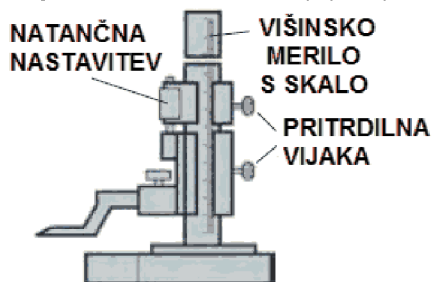
4. **Koničasta šestila**, šestila s podaljškom, šestila z nonijem.



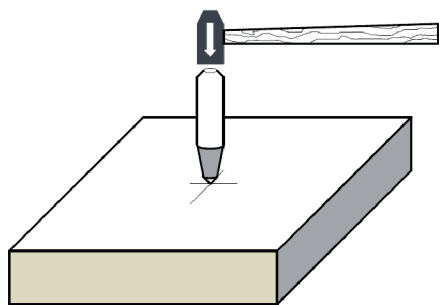
5. **Ravnilo, pokončno** oz. **višinsko ravnilo, prizmatično ravnilo** (za vzdolžne soosne črte in utore na valjastih obdelovancih).
6. **Pokončni črtalnik** ima zarisno iglo pritrjeno na drsnik, s katerim jo lahko dvigamo ali nagibamo. Z njim zarisujemo vzporednice k črtni mizi ali h kotni plošči.



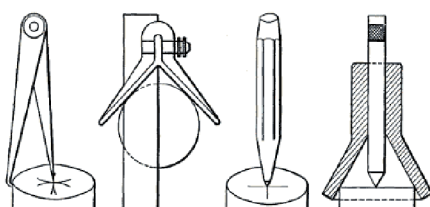
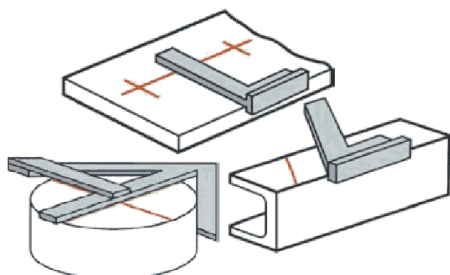
Vzporedni črtalnik ima še pokončno ravnilo, na pomičnem drsniku pa nonij za fino nastavitve. Z njim lahko vlečemo že obdelanim robovom kakšnega obdelovanca vzporedne črte. Uporabljamo ga v obdelovalnicah ulitkov, priprav ipd..



7. **Točkalo**: ima pod kotom 60° priostreno kaljeno konico. Uporabljamo ga:
 - za označitev presečišča srednic
 - kot vodilo svedru pri izdelavi izvrtin ali pa
 - s točkami samo poudarimo zarisano črto



8. **Prislonski kotnik, sredilni kotnik in sredilni zvonec** (za zarisovanje središč okroglih predmetov), **prislon, podstava, kotna plošča**.



Določanje središča kroga: z ene strani objemno koničasto šestilo (kadar je poznan polmer), kombinirani kotnik, točkalo in sredilni zvonec.

9. Zarisovalne šablone.

Ponavadi je potrebno obdelovance za zarisovanje pripraviti, da bolje opazimo črte na obdelovancu:

- zarisne površine namažemo s kredo ali v vodi raztopljeno kredo
- z razpršilci naneseemo zarisovalno barvo (belo za lito železo, modro za jeklo, rdečo za aluminij)
- svetle kovinske površine lahko premažemo tudi z modro galico, ki spusti bakreno plast

Kako zarišemo **SREDIŠČE** krožno simetričnih predmetov:

- Brez specialnih pripomočkov**: v krožno obliko zarišemo pravokotnik - tako, da je krog temu pravokotniku očrtan. Diagonale tega pravokotnika se sekajo prav v središču kroga.
- S pomočjo posebnih pripomočkov** gre zarisovanje središča kroga hitreje. Pri večjih krožnih oblikah uporabimo **sredilni kotnik**, manjše kose pa zatočkamo kar skozi **sredilni zvonec**.

Črto za upogibanje zarisujemo vedno na tisti strani pločevine, kamor bomo pločevino upognili - da lahko položaj upogibanja pravilno nastavimo na stroju. Sin. označiti, začrtati. Nepr. zacajhnati.

Zlitina Z mešanjem v raztaljenem stanju pridobljena **nova kovina**, ki jo dobimo:

- iz dveh ali več kovin ali
- iz kovin z nekovinami.

Zlitina je lahko **zmes**, **spojina** ali **raztopina**. Sin. legura. Razl. litina.

Zmrzišče Temperatura, pri kateri **prehaja tekočina v trdno snov**. Prim. Tališče, Strdišče, Ledišče, Vrelišče.

Železna gradiva Gradiva, katerih glavna sestavina je železo. Groba delitev: **jekla** in **lito železo**.

Pridobivanje železnih gradiv:

železova **ruda** → bogatenje → žarjenje
prah → aglomeriranje, peletiranje, sintranje
 DODATKI: kislj + bazični + koks
 kislj: SiO₂ (kremen), bazični: CaO (apno), MgO

PLAVŽ

sivi, beli ← **GRODELJ** → beli
 kupolke (surovo železo) **ŽILAVLJENJE**
LITO ŽELEZO konvertorji, peči **JEKLO**

Najpom. **faze pri pridobivanju** surovega železa:

1. **Drobljenje** velikih kosov in **obogatitev** (povišanje vsebnosti) rude: odstranjevanje jalovine s **pranjem**, **magnetnim izločanjem**, odstranjevanje hlapljivih in gorljivih snovi s **praženjem**.
2. Delce s premajhno zrnatostjo (prah) ne moremo taliti v plavžu, zato jih **oblikujemo v večje kose**: aglomeriranje, peletiranje, sintranje.
3. **Taljenje** v plavžu deluje **protitočno**:
 - **ruda, dodatki in koks** potujejo od žrela (ki je na vrhu) proti talilniku (ki je na dnu); potekajo procesi posredne redukcije, ogljičenja in neposredne redukcije (prim. koks); **dodatki** so odvisni od primesi v rudi.
 - **zrak** potuje od sedla (ki je spodaj) proti žrelu

Železo Čista snov, ki jo najdemo v periodnem sistemu elementov (za razliko od jekla). Simbol Fe, lat. *Ferrum*. Vrsto št. 26, srednja relat. at. masa 55,847, gostota 7,9 kg/dm³. Za kisikom, silicijem in aluminijem je železo **četrti najpogostejši element** v zemeljski skorji (4,7%). Želo redko se pojavlja v čisti obliki (npr. v meteoritih), v glavnem ga najdemo v oksidnih in sulfidnih rudah z železovimi minerali, npr. magnetit Fe₃O₄, hematit

Fe₂O₃, wüstit FeO, pirit (železov kršec) FeS₂, karbonat oz. siderit FeCO₃, limonit.

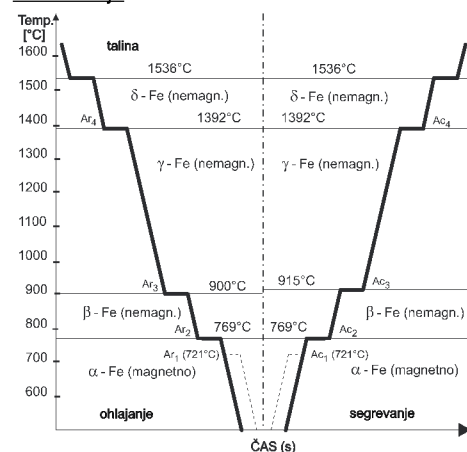
Uporaba: železo je **edina kovina**, katere **lastnosti je mogoče** z različnimi postopki / dodatki **spreminjati v zelo velikem obsegu**. Zato se uporablja **na vseh področjih tehnike** in je **najvažnejša uporabna kovina**, sploh v obliki **LITEGA ŽELEZA** in **JEKLA**.

Fizikalne lastnosti Fe: srebrnabela, razmeroma mehka kovina, gostota 7,874 g/cm³, temperatura tališča 1.536°C, temperatura vrelišča 2.750°C.

Železo je obstojno v suhem zraku in vodi brez ogljikovega dioksida, ker se prevleče z neporožno oksidno plastjo. Dobro se topi v neoksidirajočih kislinah. V spojinah nastopa železo predvsem kot dvo-, tri- in šestvalentno, praktični pomen imajo predvsem železove(II) in železove(III) spojine.

V vlažnem zraku in vodi z raztopljenim ogljikovim dioksidom in kisikom pa železo načenja **rja** - **hidratiziran železov(III) oksid** oz. hidratiziran hematit Fe₂O₃ × xH₂O.

Za dobro poznavanje lastnosti železa je potrebno najprej spoznati njegove **premene** in **alotropske modifikacije**:



Premene pri ohlajanju in segrevanju Fe

Poznamo **4 KRISTALNE OBLIKE železa**, ki jim pravimo tudi **modifikacije** oz. **strukturne oblike**:

- **α Fe, PROSTORSKO** centrirana kubična kristalna rešetka (glej geslo: Kristalen), param. $a = 2,87 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$), ki je **feromagnetno**
- **β Fe, PROSTORSKO** centrirana kubična kristalna rešetka, parameter $a = 2,90 \text{ \AA}$
- **γ Fe, PLOSKOVNO** centrirana kubična kristalna rešetka, $a = 3,65 \text{ \AA}$
- **δ Fe, PROSTORSKO** centrirana kubična kristalna rešetka, $a = 2,93 \text{ \AA}$

Točke premene ene kristalne oblike v drugo označujemo s črkami A₁, A₂, A₃ in A₄. Premene, ki jih dobimo pri ohlajanju, označimo še z indeksom r, tiste pri segrevanju pa s c.

Premeni Ar₃ in Ac₃ ne nastopata pri enaki temperaturi. Razlika ΔT (915 - 900 = 15°C) med Ar₃ in Ac₃ se imenuje histereza. Premena Ar₃ je še posebej pomembna, saj tukaj prekrizalizirajo atomi **ploskovno** centrirane kubične krist. rešetke γ železa v **prostorsko** centrirano kub. rešetko β železa. Stojna točka Ar₁ (721°C) se pojavlja le pri železu, ki vsebuje ogljik, glej Fe-Fe₃C diagram (slika 4). Prim. lito železo, jeklo, ferit, austenit.

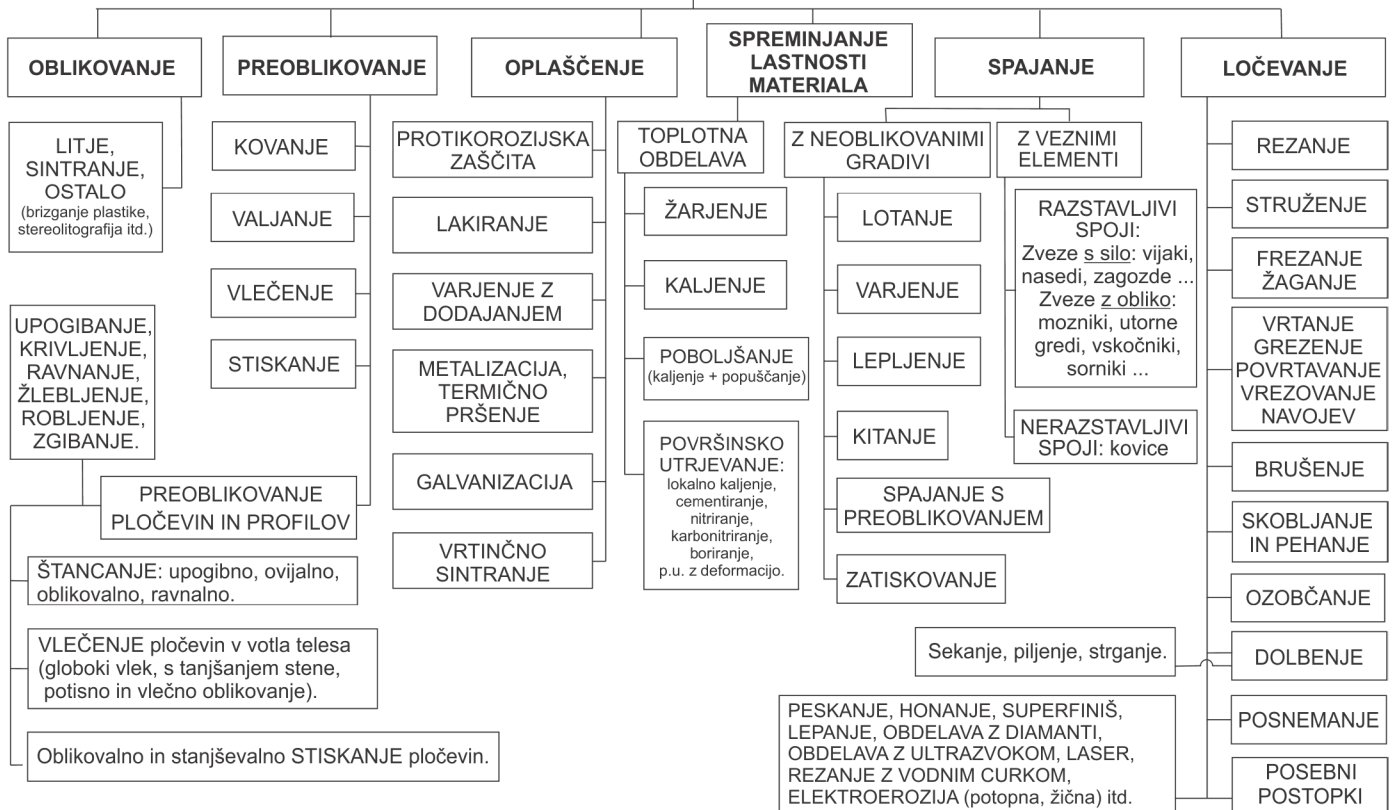
Železov karbid Glej Cementit.

Žilavost Sposobnost gradiva, da se zaradi zunanjih sil **večkrat PLASTIČNO preoblikuje, ne da bi se** pri tem **zlomilo**.

Primer: **guma ni žilava**, ker ona se večkrat **ELASTIČNO** preoblikuje, ne da bi se pretrgala. Žilavi materiali se po začetnem elastičnem (linearnem) raztezanju raztezajo do pritrtega **močno plastično** (zvezno ali nezvezno s pojavom tečenja). Npr. konstrukcijsko jeklo, baker, svinec itd. Najpomembnejša kriterija sta **udarna** in **lomna žilavost**.

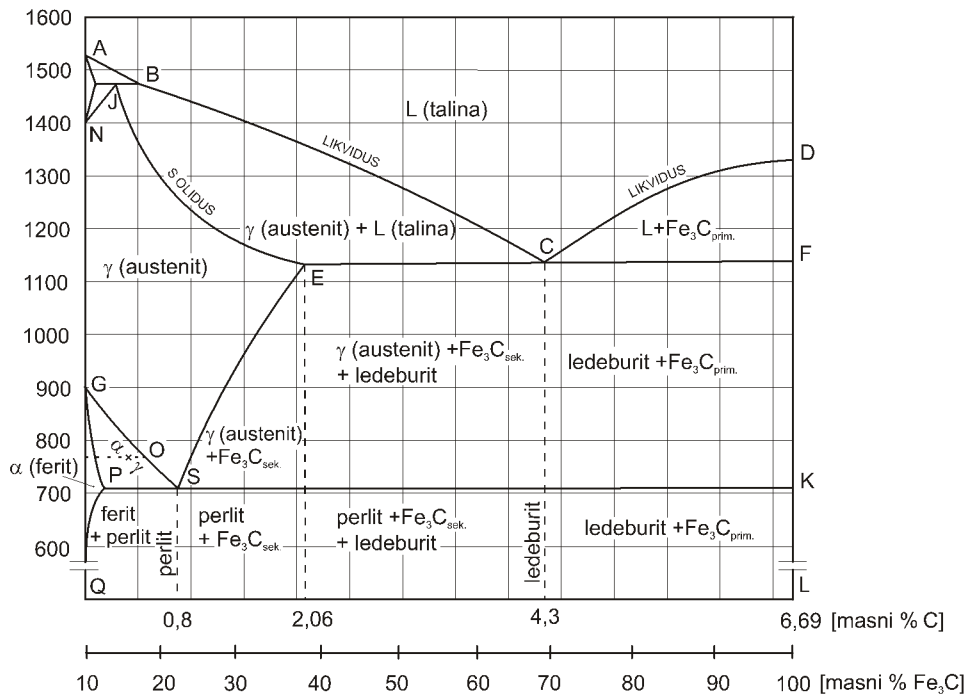
Sin. čvrstost, upogljivost, vzdržljivost, odpornost. Ant. krhkost. Prim. Sendvič pločevina, Dinamični preizkusi - preizkus udarne žilavosti po **Charpyju**, poboljšanje.

CELOTNA OBDELOVALNA TEHNIKA (RAZDELITEV TEHNOLOGIJE OBDELAVE)



Shematičen pregled obdelovalnih postopkov

- 0-P ... mehko železo
- P-S ... padevtektoidno jeklo
- S ... evtektoidno jeklo
- S-E ... nadevtektoidno jeklo
- E-C ... padevtetski grodlji
- C ... evtetski grodlji
- C-F ... nadevtetski grodlji



Fe-Fe₃C diagram

OZNAČEVANJE ŽELEZNIH GRADIV

LITO ŽELEZO		JEKLO IN JEKLENA LITINA Pred 1. mestom dodatek: G			
1. Z ZNAKI	2. S ŠTEVILKAMI	3. PO KEMIČNI SESTAVI	4. S ŠTEVILKAMI	5. PO UPORABI, MEHANSKIH ALI FIZIKALNIH LASTNOSTIH	
1. mesto	GJ	EN- J	C, /, X, HS ↓ Pojasnilo: oznaka se ne začne s črko, temveč s številko brez pike. Pomen začnemo prebirati na 2. mestu.	1. Minimalna napetost tečenja: B, E, H, L, P, S, T Natezna trdnost: HT, R, Y Posebnosti: DC, DD, DX TH, M	
	Strukture grafita: L, M, N, S, V ↓ temprana litina ├ B (črna) ali └ W (bela)	Struktura litine: A, B, F, L, M, P, Q, T, W	Lastnosti litine: 0, 1, 2, 3, 4-9	Za C, / ali X je število: 100 x C [%] Za HS so deleži [%] po vrstnem redu: W, Mo, V, Co	00 01-07 10-19 08-09 20-29 30-39 40-49 50-89 Dodatne oznake: * tehnologija * žilavost * oznaka M
	Trdnost, raztezek, udarna žilavost, trdota, kemijska sestava	Material: 00-99 Zahteve: 0-9	Za C dodatni znaki: C D E G R S U W Legirni elementi in število: · / zmnožek % in vplivnega faktorja · X količinski delež	Zap. št. jekla v skupini: VDEh	Dodatni znaki: * posebne zahteve * prevleke * obdelave
2. mesto					
3. mesto					

PRIMERI:

OZNAČEVANJE LITEGA ŽELEZA Z ZNAKI

EN-GJL-150C

1. mesto: EN, 2. mesto: GJ – litina na osnovi železa, 3. mesto: L – lamelarni grafit, torej gre za sivo litino, 4. mesto: ga ni (je neobvezno), 5. mesto: 150C - natezna trdnost 150 N/mm², preizkušane odzvet od ulitka (C)

OZNAČEVANJE LITEGA ŽELEZA S ŠTEVILKAMI

EN-JM1040

1. mesto: EN, 2. mesto: J – litina na osnovi železa, 3. mesto: M – temprani grafit, torej gre za temprano litino, 4. mesto: 1 – glavna lastnost litine je natezna trdnost, 5. mesto: 04 oznaka materiala v skupini, 6. mesto: 0 material brez podanih specifičnih (posebnih) zahtev

OZNAČEVANJE JEKEL PO KEMIČNI SESTAVI

C10E

1. mesto: C – nelegirano jeklo z deležem Mn < 1%, 2. mesto: 10 – 100 kratna povprečna vrednost C v % > povprečna vrednost C je 0,1%, 3. mesto: jeklo ima podan največji delež S in P, 4. mesto: brez; **GC10E** bi pomenilo povsem enako kot C10E, le da gre za jekleno litino.

20MoCr4

1. mesto: prazno (ni nobene črke), torej nelegirano ali malolegirano jeklo, 2. mesto: 20 – 100 kratna povprečna vrednost C v % > povprečna vrednost C je 0,2%, 3. mesto: MoCr4 – najvplivnejši element je molibden; poznamo tudi njegovo količino - 0,4% (njegov faktor je 10, pomnožen z 0,4 daje številko 4), 4. mesto: brez

X210CrW12

1. mesto: X – močno legirano jeklo, 2. mesto: 210 – 100 kratna povprečna vrednost C v % > povprečna vrednost C je 2,1%, 3. mesto: jeklo je legirano s Cr in W, ima podano količino Cr: 12%, 4. mesto: brez

HS 18-1-2-10

1. mesto: HS – hitrozno jeklo, 2. mesto: 18-1-2-10 pomeni 18% W 1% Mo, 2% V in 10% Co, 3. mesto: brez te oznake, 4. mesto: brez te oznake

OZNAČEVANJE JEKEL S ŠTEVILKAMI

1.0140

1. mesto: 1. – oznaka za jeklo, 2. mesto: 01 – splošna konstrukcijska jekla z natezno trdnostjo Rm < 500 N/mm², 3. mesto: 40 – zaporedna številka jekla v skupini

OZNAČEVANJE JEKEL PO UPORABI, MEHANSKIH ALI FIZIKALNIH LASTNOSTIH

S 235J2G4

1. mesto: S235 – konstrukcijsko jeklo za gradbeništvo, minim. napetost tečenja 235 N/mm², 2. mesto: J2G4 – minimalna žilavost 27 J pri -20°C (J2), pomirjeno z Al (G4), 3. mesto: dodatnih znakov ni

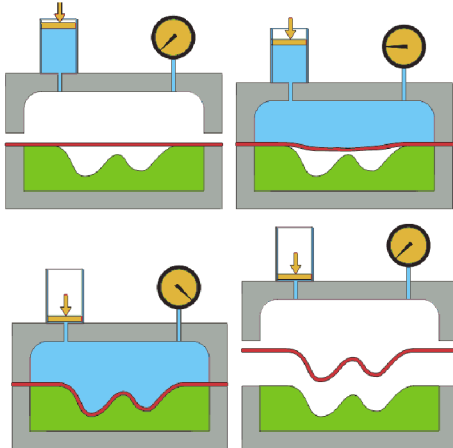
E295 – jeklo za strojne konstrukcije z minimalno napetostjo tečenja 295 N/mm²

P265 GH – jeklo za tlačne posode z minimalno napetostjo tečenja 295 N/mm²

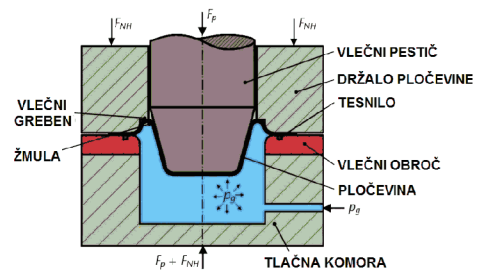
PREOBLIKOVANJE

PREOBLIKOVANJE IN LOČEVANJE - REZANJE

AHU Nemška kratica, ki pomeni Außenhochdruckumformung, po slovensko preoblikovanje z zunanjim tlakom (hidromehanični globoki vlek), ang. hydroforming. Prim. IHU. Princip delovanja:



Pločevina se položi na matrico in se tesno zapre s pokrovom. Dolije se tekočina (emulzija), hidravlična črpalka dvigne tlak. Pločevina se zaradi tlaka tekočine (~170 MPa) preoblikuje po obliki matrice. Pločevina se lahko oblikuje tudi po obliki pestiča, visoki tlak pa se lahko ustvari tudi s pritiskanjem pestiča. Na stiku med pestičem in držalom pločevine se pojavi še vlečni greben:



Podoben postopek lahko izvajamo tudi v domačih delavnicah - uporabimo stiskalnico. Ker je težko zagotoviti tesnost, namesto tekočine uporabimo gumijasti blok.

Blum Iz ingota grobo valjan kovinski blok, najpogosteje jeklen. Ima kvadraten presek. Ang. bloom: gruda staljenega železa. Bluming: valjarska predproga. Prim. brama, cagelj, ingot. Sl. valjanje.

Cagelj Ulita klada (velik kos materiala, blok) za nadaljnjo obdelavo: izdelovanje palic, pločevine, cevi in žice z valjanjem, kovanjem ali vlečenjem. Npr. segrevanje in valjanje železnih cagljev.

Deformacija Sprememba oblike ali dimenzij predmeta pod vplivom zunanjih sil.

Glede na **POVRAČLJIVOST**:

- **začasna** oz. **elastična** deformacija: po prenehanju delovanja zunanjih sil dobi telo zopet svojo prvotno obliko in dimenzije
- **stalna** oz. **plastična** deformacija: po prenehanju delovanja zunanjih sil predmet obdrži spremenjeno obliko in dimenzije

Vrste deformacij **PO OBLIKI**:

1. **Vzdolžne** (normalne, linearne) deformacije ϵ (raztezek, podrobneje: glej geslo Napetost in Hookov zakon).
2. **Prečne** (tangencialne) deformacije γ (podrobneje: glej geslo Napetost in Hookov zakon).
3. **Zožitev prereza** Ψ in **zožitev** ϵ_q (Kontrakcija).

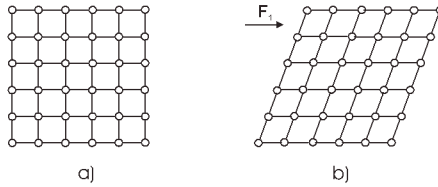
Po **PROSTORSKI SPREMEMBI** delcev ločimo:

- a) **Homogeno** deformacijo, pri kateri imajo tudi deformirani delci **paralelepipedno** obliko.
- b) **Nehomogeno** deformacijo, pri kateri se z deformacijo pojavi tudi **lokalno zoževanje** ali **izbočenje** prereza (glej Kontrakcija). Lokalno zoževanje je značilno za nateg, lokalno izbočenje pa za tlak.

Deformabilnost: glej Preoblikovalnost.

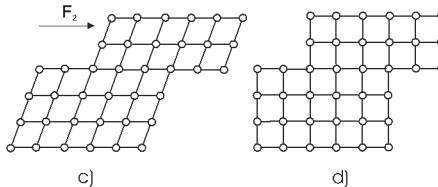
Deformacija kovin Če obremenimo kristalno

rešetko kovine z neko silo, se le-ta najprej elastično deformira (ukrivi):



Takoj, ko preneha delovanje zunanje sile, se rešetka b) povrne v prvotni položaj a).

Pri obremenitvi prek meje elastičnosti pa pride dodatno še do majhnih premikov kristalnih delcev. Pri tem se lahko premaknejo skupine rešetk, ne da bi med njimi prenehala kohezija (povezava). Ta pojav imenujemo drsenje, translacija, dislokacija:

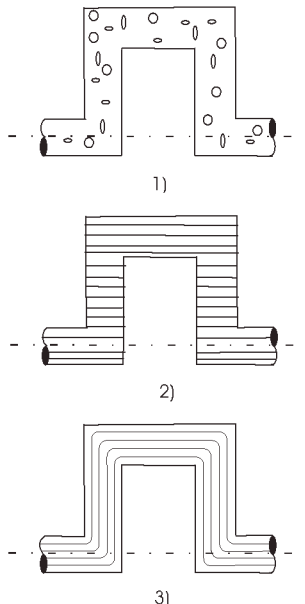


Po prenehanju delovanja zunanjih sil elastični deli deformacije izgine. Kristalni delci, ki so se relativno premaknili, pa ne zdrsijo več nazaj - nastopi trajna (plastična) deformacija, kovina se preoblikuje (stanje d).

Pri preoblikovanju se struktura materiala spremeni, kristali se zaradi plast. deformacije raztegnejo, tako da dobimo pri zadostnem pritisku vlaknasto strukturo, ki poteka v smeri preoblikovanja:



Zgornja slika se nanaša na predhodne slike a), b), c) in d). Prikazuje spremembo vlaknaste strukture iz stanja a) (levo) v stanje d) (desno). Na spodnjih slikah je prikazana struktura kolenske gredi, če je ta ulita (1), če je izdelana z odrezavanjem (2) ali pa plastično oblikovana (3):



Nedvomno ima najboljše mehanske lastnosti plastično preoblikovana (npr. kovana) gred, prav zaradi ugodne vlaknaste strukture.

Materialu povrnemo prvotne trdnostne lastnosti z rekristalizacijskim žarjenjem.

Drsenje kristalnih rešetk Pri obremenitvi kovin prek meje elastičnosti pride do majhnih premikov kristalnih delcev. Premaknejo se lahko tudi skupine rešetk, ne da bi med njimi prenehala kohezija. Ta pojav se imenuje drsenje ali translacija kristalnih rešetk. Prim. Deformacija kovin, Vlaknasta struktura, Prekristalizacija.

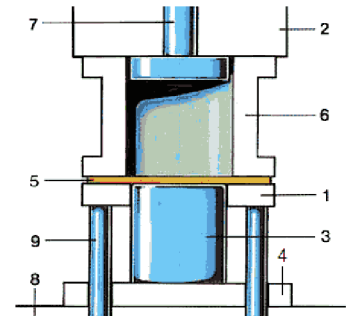
Globoki vlek Postopek plastičnega preoblikovanja, ki se uporablja za izdelavo tub, pločevink, konzerv, gospodinjstkih in drugih posod, pokrovov,

pomivalnih korit, mnogih karoserijskih delov avtomobila, luči itd., torej izdelkov v velikih količinah.

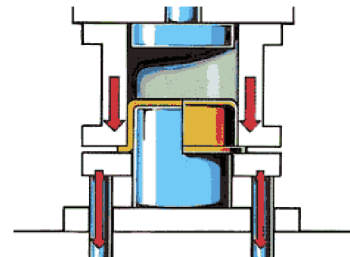
Običajen globoki vlek ne more izpolnjevati zahtev po vse bolj zapletenih oblikah izdelkov. Za zahtevnejše oblike se je razvila tehnologija, ki se imenuje hidromehanični globoki vlek, dva postopka:

- preoblikovanje z zunanjim tlakom, kratica **AHU**
- preoblikovanje z notranjim tlakom, kratica **IHU**

Kratek opis klasičnega postopka in glavnih sestavnih delov stiskalnice:



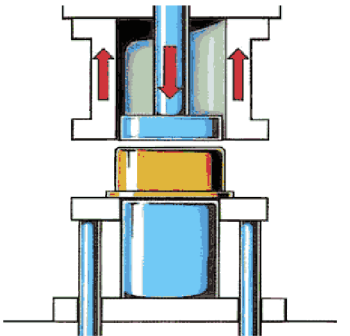
1 - držalo pločevine 2 - pah 3 - pestič 4 - opora 5 - platina ali rondela 6 - vlečna matrica 7 - izmetač 8 - mizna plošča 9 - valjasto vodilo (pinola)



Pah 2 potisne orodje navzdol (zgornja risba) in s tem naredi dvoje:

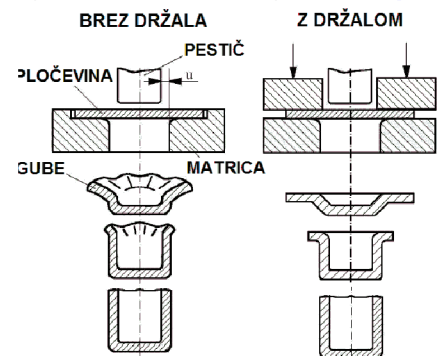
- držalo pločevine 1 pritisne na rob pločevine z določeno silo, s čimer preprečimo gubanje,
- platino 5 povleče preko pestiča v matrico in jo s tem deformira.

Nato potujeta pah in matrica navzgor (spodnja risba). Opora 4 odstrga preoblikovano pločevino s pestiča 3, obenem pa jo tudi izmetač 7 izvrže iz vlečne matrice 6:



Stiskalnice (preše) za globoki vlek so običajno hidravlične. Izvajajo 6 do 12 gibov v minuti, vlečna hitrost pa znaša 200 do 300 mm/s.

Držalo pločevine je pri globokem vleku skoraj nujno potrebno. Brez držala se pločevina naguba:



Gubanje Glej Robljenje.

Hidromehanični globoki vlek Postopek preoblikovanja, ki je primeren za izdelavo pločevinastih delov z zapletenimi in močno izbočenimi oblikami.

Ločimo dva postopka:

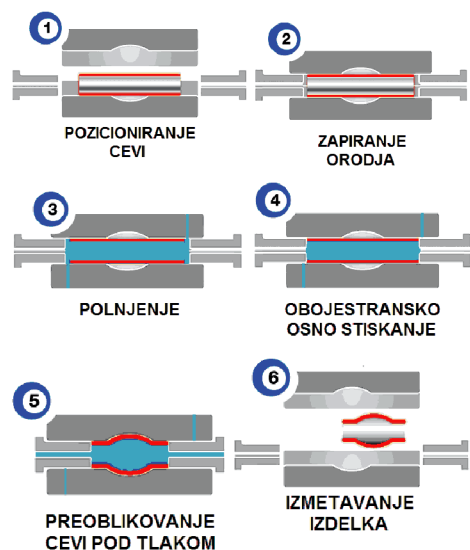
- preoblikovanje z zunanjim tlakom, kratica AHU
 - preoblikovanje z notranjim tlakom, kratica IHU
- Pojasnila in slike pogledj pod gesloma AHU in IHU. Sin. hidromehansko preoblikovanje, hidroforming, ang. hydroforming.

Hidromehansko preoblikovanje Glej IHU. Sin. hidromehanični globoki vlek.

Hydroforming Glej Hidromehanični globoki vlek.

IHU Nemška kratica, ki pomeni Innenhochdruckumformung, po slovensko **preoblikovanje z notranjim tlakom** (hidromehansko preoblikovanje), ang. hydroforming. Ta postopek je primerljiv s preoblikovanjem votlih delov iz umetne mase s pihanjem, glej geslo Napihovanje v kalup.

Pri oblikovanju z notranjim tlakom se pločevinasti profil vloži v dvodelni kalup, ki se z valjem zapre in napolni s tekočino. Sledi obojestransko osno stiskanje obdelovanca, tekočini pa dvignemo tlak na ~ 1700 bar. Zaradi nastalih sil se pločevinasti obdelovanec spravi do tečenja, se preoblikuje in prilagodi notranji obliki orodja. Pri tem nastanejo zelo natančni in lahki vgradni deli z ekstremno visoko trdnostjo. S tem postopkom je možno izdelati izdelke z zahtevnimi oblikami in z minimalno težo:

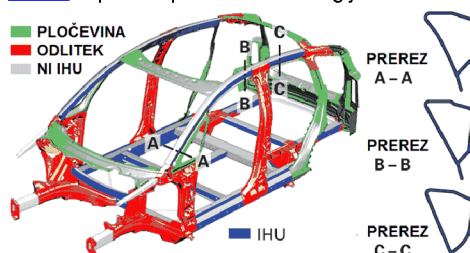


Prednosti postopka:

- obdelovanec je lahko izdelan iz različno debelih pločevin (Tailored Tubes)
- manjša teža izdelkov ob visoki torzijski in upogibni trdnosti pločevinastih profilov
- izdelek je običajno narejen brez preklonih spojev in priborov ter optimalno prilagojen na predvideno obremenitev
- nekateri zahtevnejši izdelki se lahko izdelajo v enem samem koraku, število sestavnih delov je manjše, prihranjeni so dodatni varilni postopki
- visoka natančnost izdelkov ob nižjih izdelovalnih stroških

Kljub velikim začetnim stroškom je danes avtomobilska industrija glavni uporabnik IHU postopka.

Na ta način **se izdelujejo** različni votli profili, **odbi-jači** z veliko zmogljnostjo absorpcije energije, **oken-ski okvirji**, **strešni nosilci**, **B-stebrički**, komponente voznega podstavka (prečna vodila obes), različni (tudi močneje obremenjeni) deli aluminijaste karoserije itd.. IHU tehnologija je v mnogih primerih stroškovno **ugodnejša od** izdelkov iz **karbonskih vlaken**. Uporaba profilov s tehnologijo IHU:

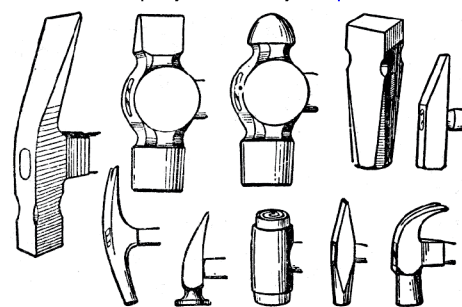


Ingot Blok ulitega jekla, aluminija ipd. za nadaljnjo predelavo s **kovanjem**, **valjanjem** ali **vlečenjem**. Ima kvadraten presek, ki se postopoma

zmanjšuje, ingot ima **obliko odsekane piramide** - nekoliko koničasta klada za nadaljnjo obdelavo. Prim. brama, blum, cagej. Slika: Valjanje.

Iztiskavanje Glej Ekstrudiranje, Stiskanje.

Klepanje Oblikovanje pločevine z udarci kladiva. Kladivo za klepanje se imenuje **klepač**.



Klepar: kdor z udarci kladiva oblikuje pločevino.

Kovanje Oblikovanje (gnetenje) kovine z **udarci** kladiva ali **s sunkovitim** strojnem **stiskanjem**. Kovni materiali so: jeklo, aluminij in njegove zlitine, baker, med in bron.

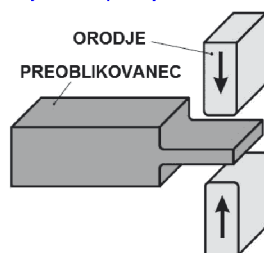
Jekla kujemo v avstenitem področju, pri temperaturi difuzijskega žarjenja jekel. Razlog: austenit je **najbolj RAZTEGLJIVA struktura jekla**.

VRSTE KOVANJA:

1. PROSTO kovanje

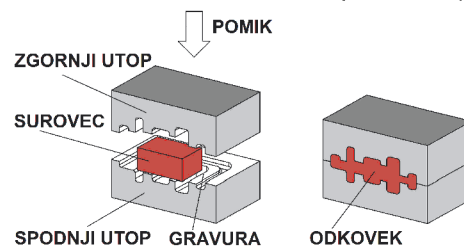
a) **Ročno** kovanje, pri katerem sta najpomembnejši orodji **kladivo** in **nakovalo**. Pomožno kovaško orodje pa so mnoge izvedenke kovaških kladiv, kovaških klešč in utopna plošča.

b) **Strojno** kovanje je kovanje **s strojnimi kladivi** ali **s kovaškimi stiskalnicami**. Ročna sila pri dimenzijah nad ϕ 50 mm ne zadostuje več. Delo kovaškega kladiva in nakovala prevzmeta **oven** in **nakovalo**, na katera sta pritrjena **zgornje** in **spodnje sedlo**. Pri **protiudarnih kladivih** se gibljeta oba dela, zato govorimo o **zgornjem** in **spodnjem ovnu**. Prim. Kovalo.



2. **Kovanje in stiskanje V UTOPIH:** segret material se stlači ali zgnete v oblikovalno orodje, ki se imenuje **utop** in se tako prilagodi njegovi obliki. V bistvu je ta način kovanja zelo podoben prostemu strojnemu kovanju, le da imamo na oven / nakovalo pritrjen zgornji / spodnji **utop** **namesto** zgornjega / spodnjega **sedla**.

Kovanje v utopih ima velike **prednosti pred prostim kovanjem**: izkovki so natančnejši, produktivnost dela je večja, stroji so boljše izkoriščeni in stroški izdelave se znižajo. Prim. utop.



POMEMBNO: gibanje **ovna NE SME BITI povsem določeno z ročnim mehanizmom!!!** V tem primeru bi morebiten prevelik ali prehladen obdelovanec **onemogočil polni delovni gib ovna**, kar lahko vodi do **preobremenitve** in **zloma stroja**. Zato so kladiva zračna, parno-zračna ipd., hidravlična kladiva pa imajo posebno vzmetenje.

Zaradi plastične obdelave dobijo kovani izdelki **vlaknasto strukturo**, ki **sledi obliki predmeta**. V litih izdelkih ni vlaknaste strukture, saj dobijo predmeti obliko že v tekočem stanju. Z odvzemanjem materiala (struženje, frezanje ...) pa vlakna pre-

kinemo. Zato je kovan predmet **trdnostno boljši**, bolj **odporen proti utrujenosti materiala**, boljša je **žilavost**, ima tudi **manjše zarezne učinke**.

Najpogosteje kujemo **jekla z vsebnostjo ogljika od 0,05 do 1,7 %**. Najbolj kovna so jekla s kar najmanjšim odstotkom ogljika. Žveplo in fosfor sta škodljivi primesi: **S** povzroča rjavkaste **razpoke** v rdeče užarjenem jeklu, **P** pa povzroča **krhkost pri hladnem gnetenju**. S in P skupaj **ne smeta presegati 0,1 %**. **Siva litina** ni kovna, ker postane pri segrevanju **krhka**.

Materiala za kovanje zagrevamo na **temperaturo pod tališčem**. Pri višji temperaturi je **specifični deformacijski odpor** praviloma manjši: pri jeklih s 1.100°C je kar 3 x manjši kakor pri 800°C.

Če so **temperature kovanja previsoke**, pride do **pregrevanja** in **odgorevanja** materiala ter do **globoke oksidacije**. Material postane krhek, razpoka, izgubi prvotne lastnosti in **ni več uporaben**. Pri **preizkih temp.** pa je **preoblikovanje oteženo**.

Natančne temp. kovanja predpisujejo jeklarne. Ker se material med kovanjem ohlaja, moramo **pri doseženi spodnji temperaturi kovanje prekiniti** in material **ponovno segreti**. Čim **manj** ima jeklo **ogljika**, tem **višja** je **začetna temperatura kovanja**:

	začetna temperatura	končna temperatura in kovna užarjenost
ogljikovo konstrukcijsko jeklo	1.250°C	750°C bela temno
ogljikovo orodno jeklo	1.000°C	800°C rdeča svetlo
hitrorezno jeklo	1.150°C	900°C svetlo rumena svetlo rdeča

Okvirne temp. preoblikovanja ostalih materialov:

Medenina	800°C,
Al zlitine za gnetenje	400°C - 480°C,
Mg zlitine za gnetenje	250°C - 400°C.

NAPAKE PRI KOVANJU:

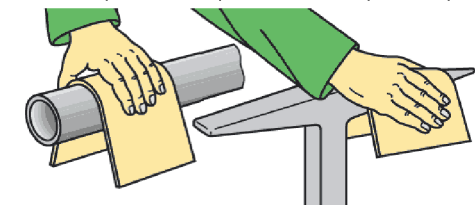
- **črni lom** (previsok % ogljika pri nizki temperaturi)
- **rdeči lom** (preveč kisika in žvepla v jeklu pri rdečem žaru)
- **modri lom** (kovanje med 200° C in 500°C)
- **mrzli lom** (prevelika vsebnost fosforja in žvepla pri hladnem kovanju)
- pri segrevanju **velikih kosov** je treba paziti, da se **dobro pregreje tudi notranjost**.

Primeri kovanih izdelkov: kabelski čevlji, kontakti, ojnice in bati motorjev z notranjim izgorevanjem, orodja za montažo (ključ: natični, zaprti, odprti, momentni ...), izdelki pri kmetijski mehanizaciji (sestavni deli brane, podrahljač ...) itd.

Krivljenje Plastično preoblikovanje - predelava pločevin v oblike z razmeroma **velikim krivinskim radijem**, sin. okroglenje, okroglo krivljenje, ukrivljenje. Zunanja vlakna se napno, notranja pa nakrčijo, v sredini je nevtralna cona, prerez materiala pa se bistveno ne spremeni. Krivimo v ladjedelništvu, pri gradnji kotlov, cistern in cevovodov, pri kleparskih in avtokleparskih delih itd.. Prim. Upogibanje.

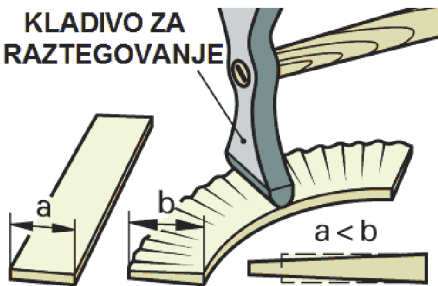
Poznamo **dva načina ROČNEGA krivljenja**:

a) **Ročno radialno krivljenje** na nekem zaokroženem predmetu, npr. na cevi, na oporniku ipd.:



b) **Krivljenje z raztezanjem ali z nakrčevanjem** izvajamo s kladivom ali z okroglimi kleščami. S kladivom tolčemo samo po enem robu pločevine. Ta rob se raztegne, pločevina pa se skrivi v nasprotni smeri in v isti ravnini (tangencialno):

KLADIVO ZA RAZTEGOVANJE

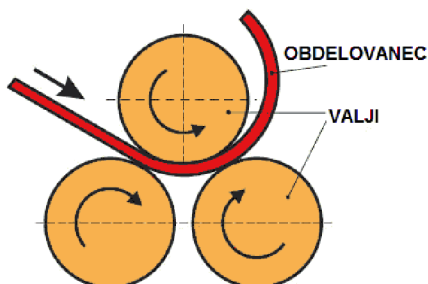


Z okroglimi kleščami pločevino na enem robu uvlečemo (nakrčimo). Ker se ta rob skrči, se pločevina skrivi v tej smeri, v isti ravnini:

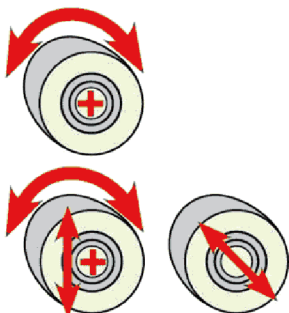
OKROGLE KLEŠČE



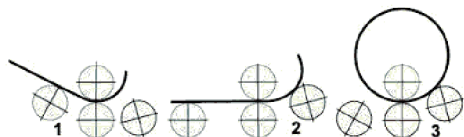
STROJNEMU krivljenju pravimo okroglo krivljenje. Glavni del naprave so trije valji:



Eden od valjev se vrti okrog fiksnega središča, drugega lahko premikamo navpično gor-dol, tretjega pa v poševni smeri. S tem spreminjamo polmer krivljenja pločevine:

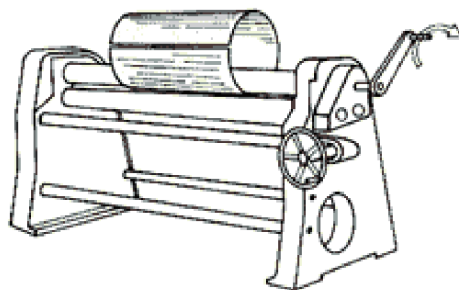


Natančnost se poveča, če uporabimo štiri valje:



Valji so vgrajeni v **stroj za okroglo krivljenje pločevine**. Stroj je narejen tako, da:

1. Navpično dvigujemo valj z dvema vijakoma, ki sta nameščena na obeh straneh valja s spodnje strani. Vodila valja pri tem potujejo po levem in desnem utoru v ohišju stroja.
2. Poševni valj premikamo skozi poševni utor:
 - z vzvodom in ročico za fiksiranje položaja
 - z ročnim kolesom
 Tudi poševni valj moramo premikati vzporedno. Vzporedni premik nam zagotavljata dva med seboj povezana ekscentra (na levi in desni strani stroja). Ko zavrtimo eden ekscenter, se zavrti tudi drugi - zato se poševni valj na obeh straneh premakne enako.
3. Z ročico lahko eno stran zgornjega valja tudi izvlečemo iz utora. S tem valj sprostimo in odmaknemo, da lahko izvlečemo pločevino, ki smo jo ukrivili okoli valja.



Stroj za okroglo krivljenje pločevine

Stroj je običajno kombiniran, npr. z napravo za upogibanje ob letvi, z napravo za zgibanje ipd..

Krojiti Dajati čemu obliko, bistvene značilnosti. Razen obleke in obutve lahko krojimo tudi predmete iz lesa, kovine (npr. pločevine) itd.. Prim. Prirezovati.

Ločevanje Knjižno: postopek, ki povzroči, da gani več skupaj s čim drugim. Npr. ločevane odpadkov, ločiti bombažna vlakna od semena ipd..

Tehnično: po DIN 8588 ločevanje zajema naslednje postopke:

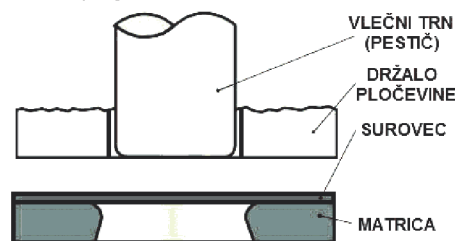
- **razdeljevanje**, npr. rezanje, trganje, lomljenje ...
 - **odrezavanje**, npr. struženje, brušenje, vrtnenje ...
 - **odvzemanje** (odnašanje), npr. plamensko (plazemsko) rezanje, erozija ...
 - **razstavljanje**, npr. odvijanje, iztiskanje ...
 - **čiščenje**, npr. krtačenje, pranje, razmaščevanje
- Luknjanje** Glej Prebijanje. Luknjač: prebijač. Prim. Rezanje.

Matrica Mirujoč del orodja za kovanje, stiskanje, upogibanje, vlečenje ali štancanje. V matrico **sega** premični del orodja: **pestič** ali **patrica**. Izraz izhaja iz lat. *mater* - mati.

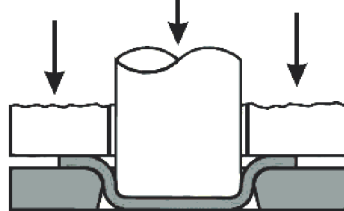
Priprava za serijsko proizvodnjo, v katero je vrezana ali izdolbena **NEGATIVNA oblika** izdelka. Negativna oblika pomeni, da ima matrica:

- izbokline, kjer bo imel izdelek vbokline
- vbokline, kjer bo imel izdelek izbokline
- praznine, kjer bo material izdelka
- material na mestih, kjer ima izdelek praznine

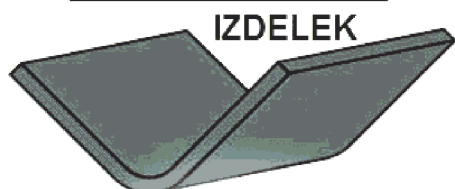
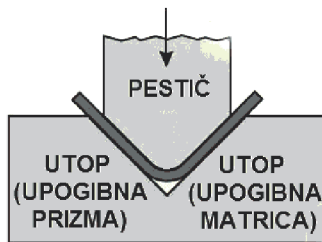
Matrica pri globokem vleku:



GLOBOKI VLEK



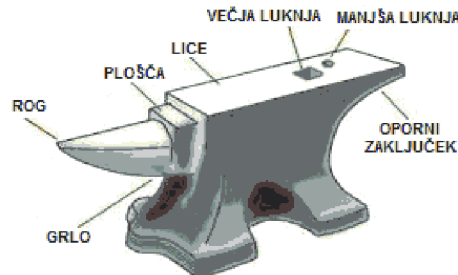
Upogibna matrica je **utop** oz. **upogibna prizma**:



Matrica pri vlečenju je votla matrica, vlečna ma-

trica ali **votlica**, glej risbo pri geslu Vlečenje. Pri vseh vrstah **rezanja** pa matrice imenujemo **rezilna plošča** - glej risbo pod geslom Orodja za plastično preoblikovanje. Prim. pestič, patrica.

Nakovalo Kovinski podstavek, na katerem se kuje ali koviči (nastavno nakovalo). Prim. kovalo.



Nibbler škarje Glej Škarje za tanko pločevino.

Oblikovalnost Glej Preoblikovalnost.

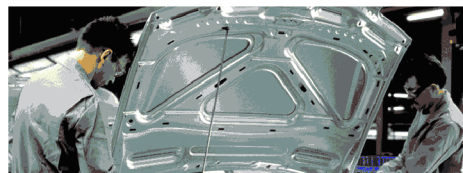
Oblikovanje Izdelava trdnih teles iz brezoblične snovi. Za razliko od preoblikovanja izraz oblikovanje v tehničnem smislu praviloma pomeni **dati obliko** tistim **materialom, ki** lastne **oblike še nimajo**, npr. tekočinam in prašnatim materialom.

Oblikovno stiskanje Glej Vlečenje in znotraj tega gesla Potisno oblikovanje.

Ojačanje Na pločevinasto ploskev namestimo dodatno ploskev, ki poteka vzporedno s pločevino:



Klasični primer ojačanja pločevine je pokrov motorja pri avtomobilu:



Okrogljenje pločevine Glej Krivljenje.

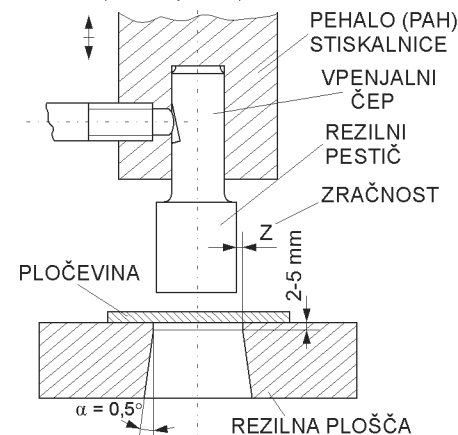
Orodja za plastično preoblikovanje Delimo jih na rezilna in oblikovalna orodja.

Vrste rezilnih orodij **glede na potek izdelave**:

- a) **Enostopenjska** rezilna orodja.
- b) **Večstopenjska** rezilna orodja lahko delujejo:
 - **zaporedno**: z vmesnim premikanjem traku; za pravilno lego traku na vsaki stopnji skrbijo **prisloni** oz. **omejevalci**
 - **naenkrat**: brez vmesnega premikanja traku

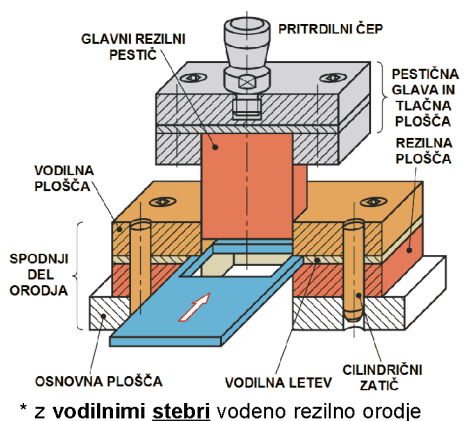
Vrste rezilnih orodij za prebijanje **glede na konstrukcijsko izvedbo**:

a) **Prosta rezilna orodja** so najpreprostejša rezilna orodja. Sestavljena so iz **pestiča** (rezila) in **matrice** (rezilne plošče).

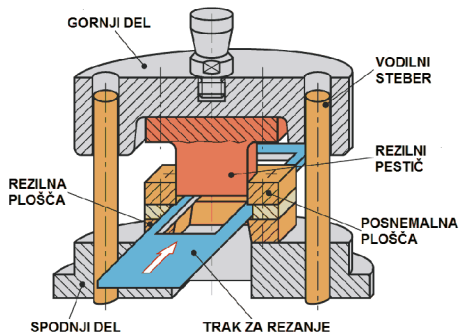


Zračnost Z je odvisna od debeline in materiala pločevine. Znaša približno 1/20 od debeline pločevine za medenino in mehko jeklo, 1/16 za srednje trdo valjano jeklo, 1/14 za trdo valjano jeklo in 1/10 za aluminij.

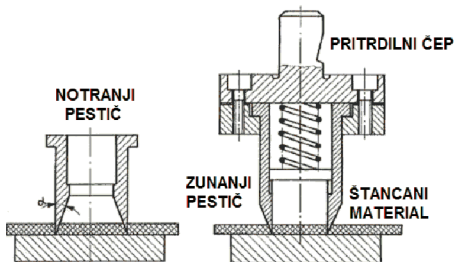
b) **Rezilna orodja z vodili** za vodenje rezilnega pestiča so natančnejša in namenjena za zahtevnejše izdelke. Vodenje pestiča je lahko različno: * rezilno orodje z **vodilno ploščo**



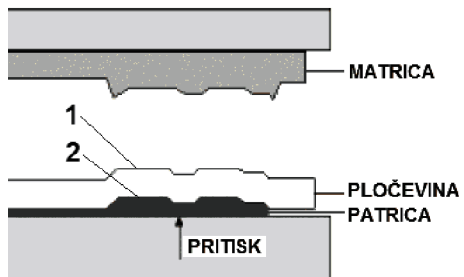
* z vodilnimi stebri vodeno rezilno orodje



c) **Klinasta rezilna orodja** so namenjena za izrezovanje delov iz nekovin: papir, karton, usnje itd.

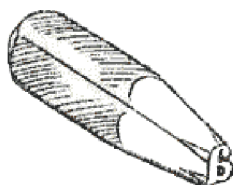


Patrica Vtisno orodje pri stiskalnicah, ki se giblje tako, da pritisne obdelovanec k mirujoči matrici - to je v bistvu **pestič**, ki ne **prebija**. Razen plastičnega preoblikovanja pločevin lahko patrica tudi izdeluje gravure ali vdolbine v obelovanec. Sin. **žig**. Nem. die Patrizze. Prim. pestič. Lat. *pater*. oče.



Kako razlikujemo patrico in matrico:

- obliki patrice in matrice **PRIMERJAMO Z OBLIKO PLOČEVINE** (končnega izdelka, glej risbo)
- opazujemo **površino 1** (ki gleda proti matrici) in **površino 2** (ki gleda proti patrici); **površina 1** je pomembna, kadar želimo na izdelku prikazati **izbočeni del** pločevine; pravimo, da je površina 1 **pozitivna**, nasproti ležeča ploskev (matrica) pa ima **negativno** obliko površine 1 **površina 2** pa je pomembna npr. **pri vtiskovanju** znakov, črk ipd.; pravimo, da ima površina 2 **pravilno** obliko, nasproti ležeča ploskev (patrica) pa ima **zrcalno** podobo površine 2
- **PATRICA** ima **pozitivno obliko** (pretežno izbo-



čen relief, tako kot 1) in **zrcalno podobo** (glede na 2: če npr. želimo na izdelku videti črko B,

tedaj moramo na patrici narediti zrcalne izbokline, torej B); risba prikazuje primer za črko a

- **MATRICA** ima **negativno obliko** (glede na 1: kjer ima 1 izbokline, tam ima matrica vbokline) in **pravilno podobo** (enako kot 2, ni treba zrcaliti)

Pertlanje Žargonski (strokovni) izraz v branži preoblikovanja pločevin, ki pomeni **zgibanje**. Izvor besede je verjetno nemški.

Pestič Paličast del orodja za **štancanje**, **rezanje** (prebijanje) ali **vlečenje** (vlečni ~, vlečni trn). Glej risbe pod gesli Matrica, Orodja za plastično preoblikovanje. Prim. matrica, patrica.

Piganje Popačenka (nem. biegen, umbiegen, aufbiegen), pomeni zapogibanje.

Plastično preoblikovanje Glej Preoblikovanje.

Platina

1. **Platina**: prekinjalnik, mehanska vžigalna naprava pri bencinskih motorjih z notranjim zgorevanjem. Izraz izhaja iz nem. Platine, kar pomeni ploščica za vzpostavljanje vezja (ang. circuit board). Glej geslo Prekinjalnik.

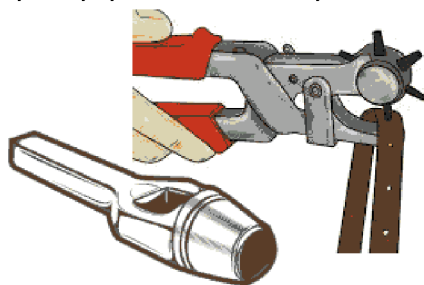
2. **Platina**: kem. element, redka žlahtna in težka kovina srebrne barve. Simbol Pt, lat. *Platinum*.

3. **Platina**: **polizdelek za nadaljnjo predelavo**, za valjanje tanke valjane pločevine. Tudi **neokrogli surovec** pri vlečenju pločevine v votla telesa. Prim. Rondéla. **Platirati**: oblagati kovino, snov s tanko plastjo druge kovine, snovi.

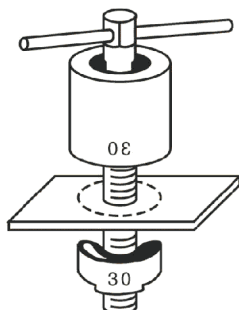
Potisno oblikovanje Glej Vlečenje.

Prebijanje Oblika **rezanja** (plastično preoblikovanje, ločevanje), pri katerem se uporabljajo specialna rezilna orodja, ustvari pa se **zaprti rez**. Sin. luknjanje.

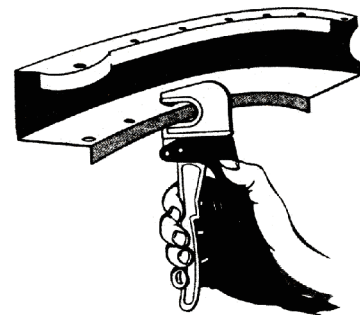
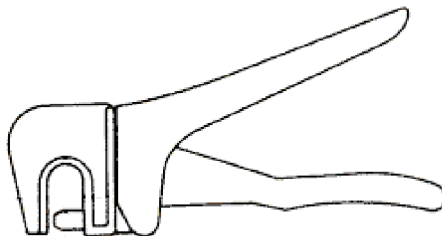
Prebijač: stožčast jeklen klin za izdelovanje lukenj - luknjanje materiala. Sin. luknjač.



Set za prebijanje lukenj, pri katerem ustvarjamo potrebno silo mehanično s privijanjem vijaka:



Klešče za luknjanje pločevine:

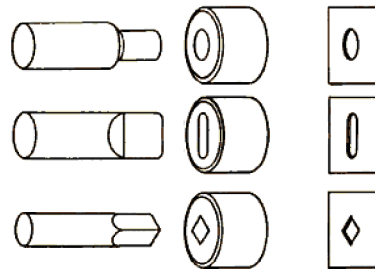


Set za prebijanje lukenj [s hidravlično stiskalnico](#):



Luknje so lahko različnih oblik:

PESTIČI **MATRICE** **OBDELOVANCİ**



Nekatere klešče za luknjanje pločevine obenem omogočajo tudi zgibanje. Za serijsko delo se uporabljajo prebijalni stroji.

Pregibanje Glej Zgibanje.

Prekristalizacija Samostojna ali umetno izzvana **sprememba kristalne oblike**, strukture. Nova struktura je lahko nezaželena (npr. groba) ali zaželena (drobna, fina).

Preoblikovanje Vsak tehnološki postopek, s katerim **plastično** (trajno) **deformiramo obdelovanec**. Pri tem se **kristali** in tuji vključki v smeri preoblikovanja **stegnejo**, nastanejo **vlakna**. Prim. Deformacija kovin.

Nekatere lastnosti kot npr. razteznost, udarna žilavost in utripna upogibna trdnost so **v smeri vlaken boljše kakor v prečni smeri**. To pomeni, da lahko s pomočjo plastičnega preoblikovanja **material boljše izkoristimo**. Zato najdemo plastično preoblikovane izdelke povsod, kjer je potrebna **velika zanesljivost** in **trdnost pri** razmeroma **majhni masi**.

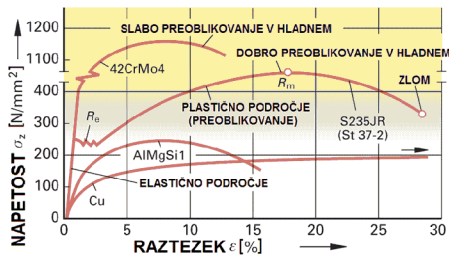
S preoblikovalnimi postopki lahko izdelamo tudi **oblike**, ki se **na drug način sploh ne dajo izdelati** ali drugi načini **niso ekonomični**, npr. razni toplo iztisnjeni profili, utopni izkovki itd..

Glavni načini plastičnega preoblikovanja:

1. **Tlačno preoblikovanje**: valjanje, kovanje, vtiskovanje, stiskanje (toplo, hladno, stiskanje pločevin, iztiskovanje).
2. **Natezno-tlačno preoblikovanje**: vlečenje (vlečenje profilov, globoki vlek, hidromehanični globoki vlek - z zunanjim AHU in z notranjim tlakom IHU), potisno oblikovanje, vlečno oblikovanje).
3. **Upogibno, strižno ter preoblikovanje pločevin in profilov**: upogibanje, rezanje (striženje, izrezovanje, luknjanje, odrezovanje, zarezovanje, obrezovanje, porezovanje, prebadanje), štancanje, krivljenje, robljenje, zgibanje, zapogibanje, vihanje, preoblikovanje krojenih prire-

zov (tailored blanks), ravnanje, sukanje, stopničenje, tanjenje, ojačanje, vihanje.

Preoblikovanje poteka v območju med mejo elastičnosti in natezno trdnostjo R_m :



Glede na temperaturo preoblikovanja ločimo:

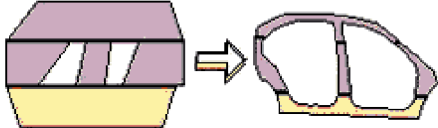
a) **Hladno preoblikovanje**, ki poteka pri sobni temperaturi. Kovine se pri tem hlasno utrujejo. Preden dosežejo načrtovano obliko se lahko delno ali v celoti porušijo, zato jih je potrebno med posameznimi stopnjami preoblikovanja rekristalizacijsko žariti.

b) **Vročje preoblikovanje**, ki poteka nad temperaturo rekristalizacije (pri jeklih je to nekje 550 - 650°C). Procesi mehčanja so tako hitri, da se material med preoblikovanjem ne utruje. Zato lahko v eni stopnji preoblikovanja dosežemo velike deformacije. Slabost vročega preoblikovanja pa so slabše tolerance mer, oksidacija obdelovanca in material je po preoblikovanju v mehkem stanju.

b) **Toplo preoblikovanje**, ki poteka med sobno temperaturo in temperaturo rekristalizacije. Prednosti pred hladnim oblikovanjem so manjše število stopenj deformacije, manjše sile in prihranek energije, ker se izognemo vmesnemu žarjenju. Prednosti pred vročim oblikovanjem pa so večje natančnosti dimenzij, večja kakovost površine ter manjša poraba energije.

Prim. Prekristalizacija, Žarjenje na mehko, Rekristalizacijsko žarjenje.

Preoblikovanje krojenih prerezov Krojen prerez je sestavljen iz več med seboj zvarjenih kosov pločevine ki so lahko različnih debelin, površinskih zaščit in kakovosti. Postopek se pogosto uporablja v avtomobilski industriji - serijska proizvodnja:



Ang. Tailored blanks.

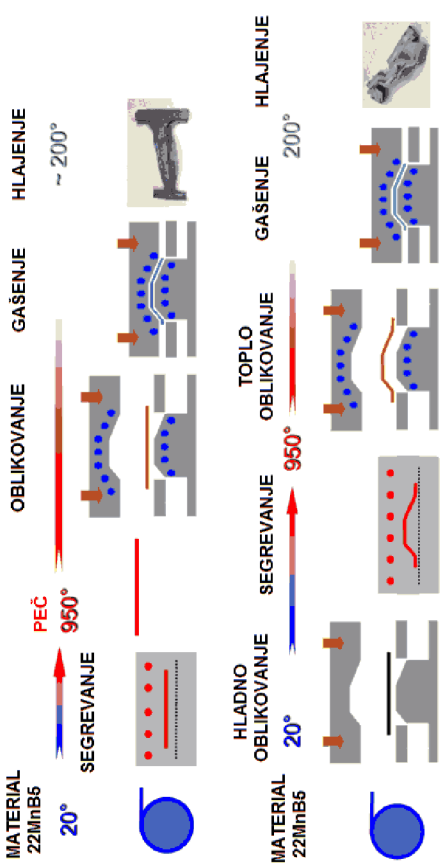
Preoblikovanje pločevin in profilov Vrsta plastičnega preoblikovanja, ki ga lahko razdelimo na naslednje postopke:

1. Upogibanje pločevine
2. Krivljenje (okrogljenje)
3. Ravnanje pločevine
4. Robljenje (žlebljenje, zapogibanje, vihanje, ovihanje, stopničenje)
5. Zgibanje
6. Štancanje
7. Vlečenje
8. Stiskanje

Razen naštetih pa obstajajo še zahtevnejši postopki, npr. hidromehanični globoki vlek oz. preoblikovanje z medijem (z notranjim IHU ali z zunanjim tlakom AHU), preoblikovanje krojenih prerezov, preoblikovanje s hkratnim kaljenjem ipd..

V splošnem naj velja pravilo: pri preoblikovanju pločevin čim več uporabljamo stroje in naprave ter čim manj uporabljamo kladivo! Če pa že uporabljamo kladivo, najprej uporabimo leseno kladivo (npr. za dodatno upogibanje ali ravnanje). Na ta način bomo imeli potem manj dela pri naslednjih obdelavah, npr. pri ličenju.

Preoblikovanje s hkratnim kaljenjem Tehnologija, s katero dosežemo izjemno visoko natezno trdnost jekel. Postopek je direkten ali indirekten. Na ta način se obdelujejo npr. Usibor® jekla in borova jekla. Tako narejeni izdelki se zaradi visoke trdnosti uporabljajo za karoserijske dele, ki morajo prenašati najvišje obremenitve.



Preoblikovanje z medijem hidromehanični globoki vlek. Glej IHU, AHU. Sin.

Preoblikovanje z notranjim tlakom Glej IHU.

Preoblikovanje z zunanjim tlakom Glej AHU.

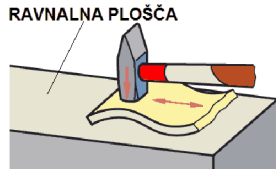
Prizevovati Z rezanjem krajšati, dajati določeno obliko. Prim. Krojiti.

Randriranje Glej Robljenje.

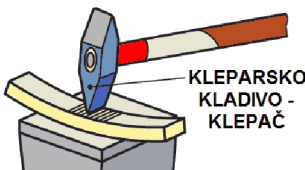
Ravnanje Odpravljanje deformacij. Sin. glajenje. Načini:

A Ravnanje s PEOBLIKOVANJEM:

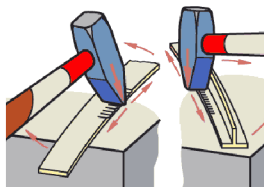
- na ravnalni plošči, tolčemo po izboklini:



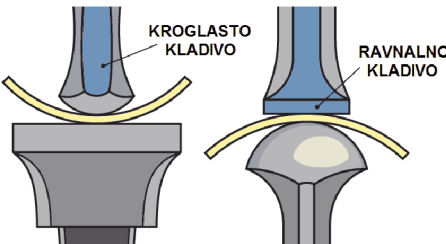
- s klepanjem:



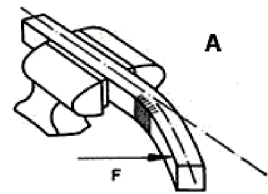
S kljunom kladiva na tesno potolčemo po prekratki (konkavni) strani:



- z glajenjem:

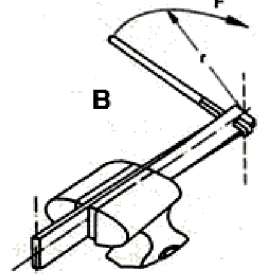


- z upogibom:

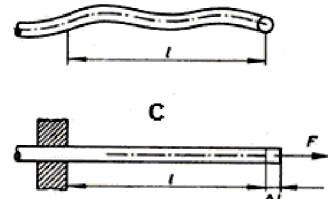


Ravnano lahko tudi s posebnimi stroji ali napravami - pločevino lahko ravnamo npr. z zgornjim prislonom na stroju za upogibanje ob letvi, glej geslo Upogibanje.

- ravnanje z zvijanjem:

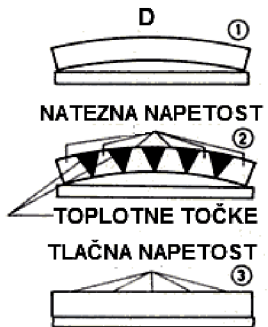


- ravnanje z nategom:



B Ravnanje POD VPLIVOM TOPLOTE, s toplotnim krčenjem (štauhanje):

- 1 stanje pred segrevanjem
- 2 stanje med segrevanjem - segrevamo daljšo (izbočeno) stran do oranžne barve, nato pa isto stran še ohladimo z mokro krpo
- 3 stanje po ohlajanju



Namesto takojšnjega hlajenja lahko dodatno ravnano tudi s kladivom - vendar ob vznožju izbokline, ne na vrhu! Šele nato sledi hlajenje z zrakom ali vodo.

Razširjanje cevi Glej Zapogibanje.

Rekristalizacija Nastanek novih kristalov v materialu ali mineralih, povrnitev v prejšnje (osnovno) stanje, npr. z žarjenjem hladno oblikovanih kosov. Prim. re-, ~sko žarjenje, prekristalizacija.

Rezanje Postopek, s katerim eden del materiala ločimo od drugega:

- s pritiskanjem ali s
- potegovanjem z ostrim predmetom, z rezilom ali s posebno napravo.

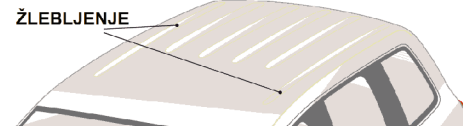
Je tehnologija obdelave, ki jo prištevamo k ločevanju. Po rezanju lahko dobimo dokončno obliko ali pa material še nadalje preoblikujemo.

Glede na izbiro tehnološkega postopka ločimo:

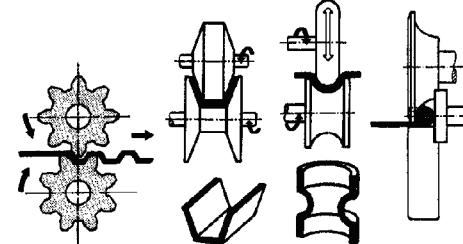
- striženje (rezanje na škarjah)
- rezanje (prebijanje) s specialnimi orodji
- termični postopki rezanja: plamensko (avtogeno) rezanje, rezanje z laserjem, s plazmo, z vročo žico ipd.
- posebni postopki rezanja: abrazivno rezanje (rezanje z brusilno ploščo, rezanje z vodnim curkom) itd.

Glede na načine (tehniko) rezanja poznamo:

1. IZREZOVANJE - material se povsem loči vzdolž poljubne, v sebi zaključene linije.



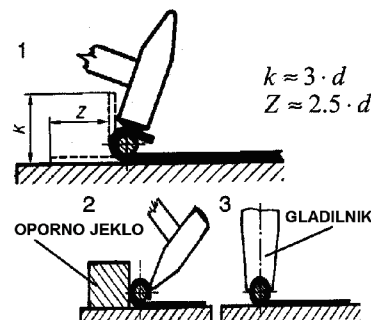
Primer uporabe žlebljenja



ZVALJANI PROFILI

ROBLJENJE

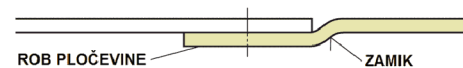
Trdnost pločevinskih robov lahko dodatno povečamo, če v rob strojno (zgoraj) ali ročno (spodaj) zarobimo trdo žico:



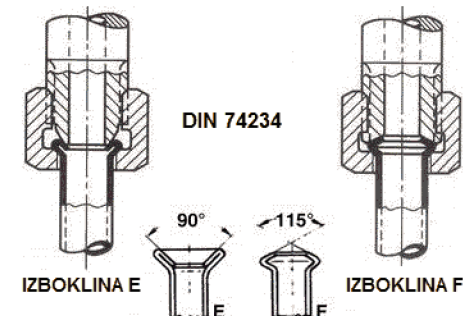
"Stopničko" na robu pločevine lahko naredimo s posebnimi kleščami za luknjanje in stopničenje pločevine:



Stopnjičenje je oblika robljenja, ki predstavlja pripravljeno fazo pri popravilih karoserije. Pri prekrivanju kosov pločevine se ustvari poravnana zunanja ploskev:



S posebnimi pripravami lahko robimo zavorne in druge cevi z namenom spajanja:

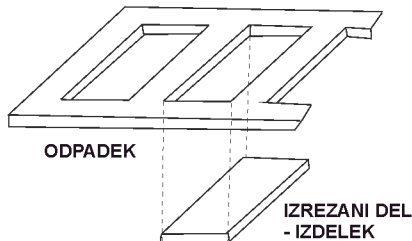


Prim. Zapogibanje (razširjanje cevi), Žlebljenje, Zgibanje, Upogibanje.

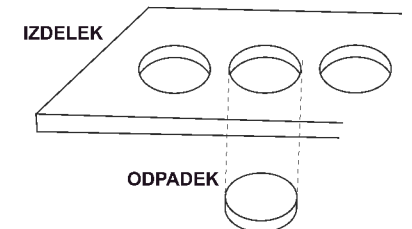
Rondélica Krožno izdelana plošča, okrogli surovec v tehniki štancanja, npr. aluminijastih zlitin. Izraz rondelica zajema dva tipa proizvodov:

- **rondice** s premerom 10 do 100 mm, ki so namenjene za protismerno **iztiskovanje** (glej geslo Stiskanje) in se uporabljajo za izdelavo tub in doz v farmacevtski, prehrabneni in kozmetični industriji; izdelujejo se z luknjo (za izdelavo tub, npr. za lepila) ali brez lukenj (za doze), so mehko žarjene in površinsko posebej obdelane
 - **rondole** s premerom 80 - 225 mm, ki se vgrajujejo v dna nerjaveče posode za kuhanje
- Ang. slug, nem. Butze, Ronde. Prim. platina.

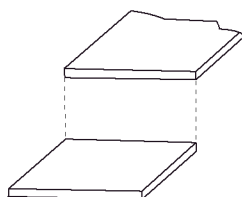
Izrezani del je izdelek:



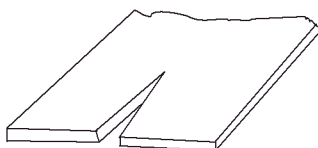
2. **LUKNJANJE** ali **PREBIJANJE** je enako izrezovanju, le da je izrezani del, katerega oblika ustreza obliki orodja za luknjanje, odpadek:



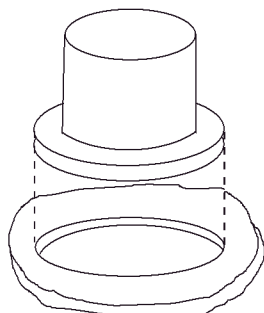
3. **ODREZOVANJE** (rezanje na kose) je popolno ločevanje materiala vzdolž nezaključene linije z rezalnim orodjem ali s škarijami:



4. **ZAREZOVANJE** je delno ločevanje materiala, pri katerem se zarezniki del pločevine ne loči od celote:

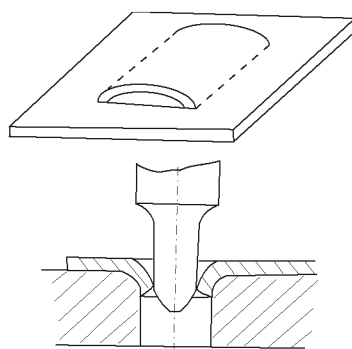
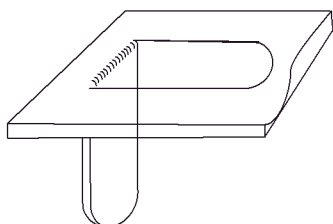


5. **OBREZOVANJE** je popolno ločevanje odvečnega materiala ali dodatka za obdelavo od odstriženih, upognjenih ali vlečenih predmetov z rezalnimi orodji ali škarijami:

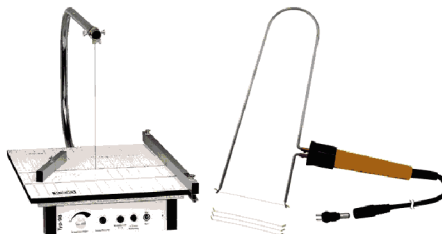


6. **POREZOVANJE** je postopek, pri katerem popolnoma odrežemo manjše dodatke oz. odvečni material po izrezovanju ali luknjanju z namenom, da dosežemo natančnejše mere, gladke odstrižene površine in ostre robove.

7. **PREBADANJE** je postopek delnega izrezovanja raznih oblik, pri katerem se material na določenem mestu ne odreže popolnoma, ampak se še upogne, izboči in izvleče:



Rezanje z vročo žico Tehnika rezanja izdelkov iz umetnih mas, npr. iz EPS. Obdelovanec režemo s tanko žico, ki jo z električnim tokom zagrejemo do 200°C:

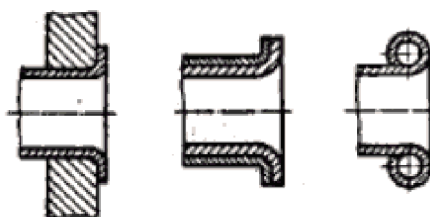


Rezilna plošča Glej pojasnilo pod geslom Matrica in risbe → Orodja za plastično preoblikovanje.

Robilni stroj Glej Robljenje.

Robljenje Postopek plastičnega preoblikovanja pločevin. Ustvarjanje robov, žlebov, stopnic ali zavihkov z namenom, da se pločevina:

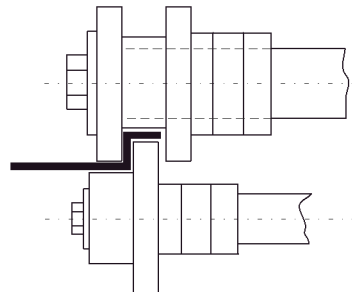
- **ojača** (da se ji poveča togost)
- **prilagodi** nekemu drugemu sestavnemu delu
- **pripravi za spajanje** (za varjenje, lotanje ali za pritrdjevanje z vijaki - npr. robljenje zavornih cevi)
- **pripravi za zgibanje** (pregibanje)



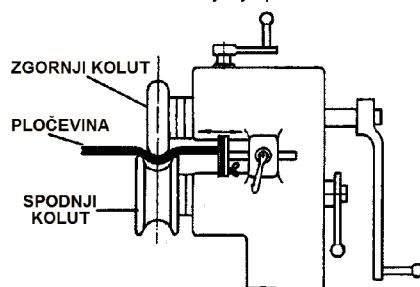
Nemci strogo ločijo med:

- **žlebastimi** poglobitvami, ki povečujejo togost izdelkom (sicken - žlebljenje),
- **stopničastimi** robovi (absetzen - stopničenje) in
- **zavihanimi** robovi, zavihki (bördeln - zapogibanje, zavihanje, piganje),

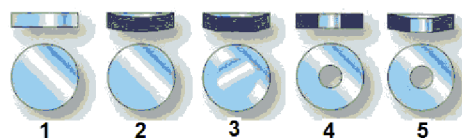
Slovenci pa vse skupaj združujemo v robljenje, poznamo pa še veliko tujk ali strokovnih izrazov: gubanje, piganje, žlebljenje, randriranje, zapogibanje ipd..



Koluti za robljenje pločevine



Stroj za robljenje in valjanje



Rondele za **doze**: 1 ploščata 2 kupolasta 3 konusna, za **tube**: 4 kupolasta 5 konusna



Iz rondic se izdelujejo tudi **kovanci**.

Sandwich pločevina Glej Sendvič pločevina.

Sendvič pločevina Sestavljena je iz dveh plasti tankih jeklenih pločevin (0,15 do 0,3 mm) z visoko trdnostjo, med kateri je prilepljena folija debeline 0,5 do 1,5 mm. Pločevina dobi zato **veliko žilavost pri minimalni teži**. Karoserijski deli se lahko pri enakih zahtevah glede geometrije sestavnih delov in nalog izdelajo za 50% lažje, kot deli iz običajnih karoserijskih pločevin.

Sočasno učinkujejo te pločevine kot **dušilci hrupa** in so primerne za vsa področja uporabe, kjer nastaja hrup, ki ga je potrebno dušiti. Po preoblikovanju se lahko deli iz sendvič pločevine **samo lepijo**, nikakor varijo. **Poškodovani deli** iz sendvič pločevine se morajo zamenjati, ker **se ne dajo popravljati**.

Stiskalnica Naprava za preoblikovanje, pri kateri se orodje giblje premočrtno. Sin. preša.

Na stiskalnici se lahko izvaja cela vrsta različnih proizvodnih procesov:

- spajanje (npr. vtiskovanje puš),
- ločevanje (npr. rezanje pločevine),
- preoblikovanje (npr. globoki vlek),
- primarno oblikovanje (npr. sintranje) itd..

Načini delovanja so podobni kakor pri dvigalih:

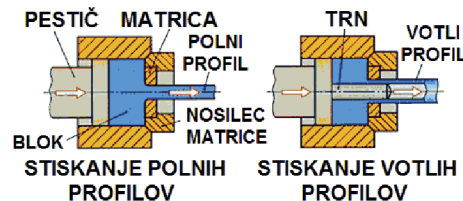
- s povečevanjem navora (**vzvod**),
- z vrtenjem vijačnice (**vijačne stiskalnice**),
- s povečevanjem prestavnega razmerja (stiskalnica **z zobatim drogom** itd.),
- s pomočjo vrvi in vrvenic (**škripci, vitli**) in
- s povečevanjem površine bata (**hidravlika**).

Seveda lahko tudi kombiniramo načine stiskanja, npr. vzvod in hidravlika itd..

Stiskanje Plastično preoblikovanje vroče ali hladne kovine, pri katerem se orodje giblje znatno **počasneje** kot npr. pri strojnih kladivih (kovanje) in **povzročata trajnejše pritiske**.

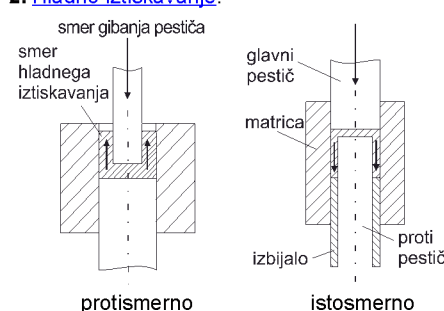
NAJVAŽNEJŠI POSTOPKI stiskanja:

1. **Toplo iztiskavanje - iztiskovalno stiskanje** oziroma **ekstrudiranje**:



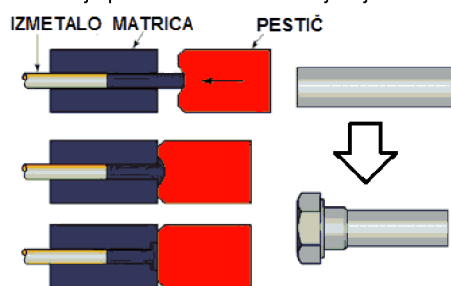
Toplo stiskanje raztaljenega materiala s pomočjo polža se uporablja pri predelavi umetnih mas - glej geslo Ekstrudiranje.

2. **Hladno iztiskavanje:**

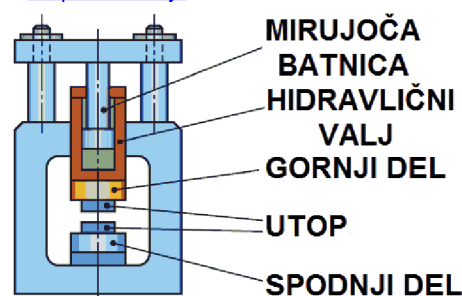


3. Hladno ali toplo **nakrčevanje** in **reduciranje** - po-

večanje premera na račun skrajšanja surovca.



4. **Utopno stiskanje**



5. Hladno **vtiskavanje** (vtiskavanje gravur), glej Vtiskovanje.

Vrste stiskalnic:

- a) Stiskalnica **z neposrednim pogonom**: ekscentrske, vretenske, torne in kolenčaste.
- b) Stiskalnica **s posrednim pogonom**: hidravlične in parno-zračne hidravlične stiskalnice.

S stiskanjem lahko **oblikujemo** tudi **pločevine**. Uporabljata se predvsem dva postopka:

- **oblikovalno stiskanje** pločevin
- **stanjševalno stiskanje** pločevin

Sin. prešanje, prim. Štancanje, Kovanje.

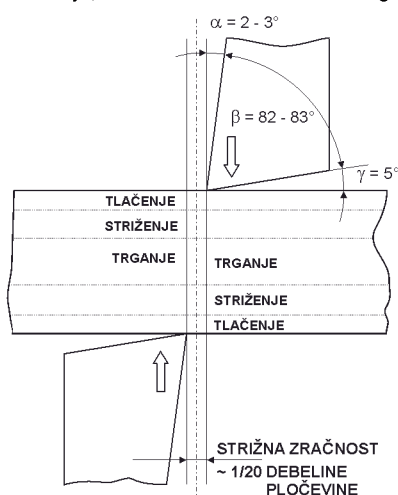
Stopničenje Glej Robljenje.

Striženje - teorija Tehnika plastičnega preoblikovanja, podvrsta rezanja, pri katerem **v gradivo prodirata dve rezili** - rezanje na škarjah.

V odrezanih pločevinastih trakovih nastanejo zaradi striženja notranje napetosti, zato se **zakrivijo**.

POSTOPEK STRIŽENJA DELIMO NA **TRI FAZE**:

1. **Elastična deformacija** oz. **tlachenje**: rezili prodirata v material do določene globine, pri kateri napetosti v materialu še ne presegajo meje plastičnosti.
2. **Plastična deformacija** oz. **striženje** nastopi čim je meja plastičnosti presežena in nastanejo **trajne deformacije**. Rezila prodrejo do globine, ki znaša 20-50% njegove debeline, odvisno od trdnosti materiala. Največje deformacije se pojavijo v strižni ravnini (prelomna ravnina), v kateri začne material **drseti**.
3. **Trganje**: nastanek mikro in makro razpok v materialu. Razpoke imajo svoj začetek na rezilnih robovih nožev. Potekajo v smeri drsne ravnine. Povzročajo, da se **del materiala loči** od drugega.



Kot klina β je pri obeh rezilih praviloma enak in znaša nekje med 82 in 83° (pravi kot, zmanjšan za cepilni in za prosti kot).

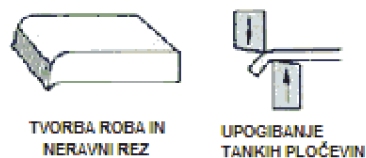
Da je urez rezil sploh mogoč, je potreben $\sim 5^\circ$

cepilni kot γ . Kaj na ta način dosežemo:

- strižno cono **omejimo na ozek pas**, v katerem poteka lomna črta,
- strižna sila, ki povzroči v gradivu strižno napetost, se v gradivo prenaša **preko obeh rezil**.

Da med striženjem **preprečimo trenje med rezilom** (zgornjim ali spodnjim) in gradivom, imata rezili tudi **prosti kot** $\alpha = 2-3^\circ$.

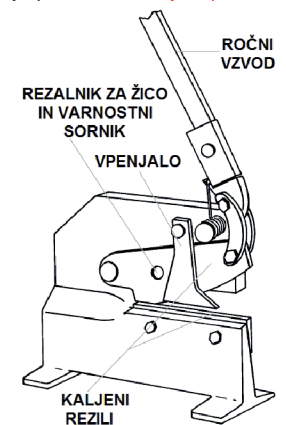
Da **preprečimo obojestransko poškodbo** rezilnih klinov, se morata rezilna klina obeh rezil gibati eden mimo drugega. Razdalja med gibanjem rezilnih klinov obeh rezil je **strižna oz. rezilna ZRAČNOST**. Odvisna je od debeline pločevine. Če je strižna **ZRAČNOST PREVELIKA**, se na obdelovancu tvori zaokroženi rob, odrezana površina pa je neravna, raztrgana. Pri tankih pločevinah nastane nevarnost upogiba. Da se temu izognemo, sme strižna zračnost znašati **največ 1/20 debeline** ločevanega gradiva.



Striženje - vrste škarij Glede na **medsebojno gibanje nožev** razlikujemo **vzvodne, giljotinske** in **krožne** škarje:

1. **Vzvodne škarje** - obe rezili se vrtita **okrog skupnega čepa** in se pomikata drug proti drugemu:

- a) Vzvodne škarje za rezanje **tanjše pločevine: ročne** in prenosne manjše strojne škarje, ki so lahko **električne** ali **pnevmatske**. Glej geslo Škarje za tanko pločevino.
- b) Vzvodne škarje za daljšimi ročicami (ročnimi vzvodi), za rezanje **debelejše pločevine** ali za rezanje pločevin z **večjimi površinami**:



- Poznamo **dve vrsti vzvodnih škarij**:
- **desno rezoče**: gledano v smeri rezanja prodira **zgornje rezilo** v material **desno** od spodnjega rezila
 - **levo rezoče**: gledano v smeri rezanja prodira **zgornje rezilo** v material **levo** od spodnjega rezila

Največji kot odpiranja vzvodnih škarij imenujemo **ZEV**. Če je **zev škarij prevelik**, je trenje med rezili in materialom premajhno, **material zdrsi** (se izmakne rezilu). Zato škarje ne morejo rezati materiala, potisnejo ga iz zeva. Da bo trenje zadostno, mora biti **zev škarij manjši od 14°**.

NAČIN REZANJA: pločevine **ne porinemo do konca v škarje** - lahko se zgodi, da bomo pločevino upognili, namesto odrezali. Prav tako s škarjami **ne režemo povsem do konca rezila** - kajti, po nepotrebnem bomo upognili pločevino. **Režemo torej z več kratkimi sunki** in sproti primikamo pločevino v škarje.

USMERJANJE VZVODNIH ŠKARIJ med rezanjem: smer rezanja spreminjamo **z nagibanjem pločevine**, ne pa z vodoravnim obračanjem!

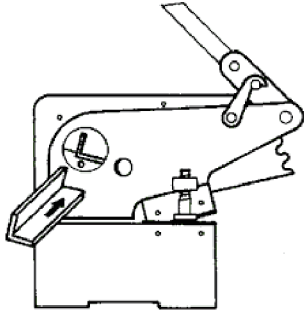
- VENDAR**, z vzvodnimi škarjami lahko s pomočjo majhne zvižake **izrežemo tudi krog**:
- najprej pločevino obrežemo z ravnimi črtami tako, da okrog kroga ostane le še 2-3 mm
 - sedaj pa lahko režemo točno po črti kroga in

medtem obračamo pločevino.

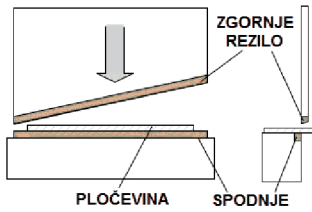
[Škarje z dolgim rezilom](#) pa izgledajo tako:



c) Vzvodne ročne škarje s posebnimi rezili za kotne, kvadratne in druge profile:



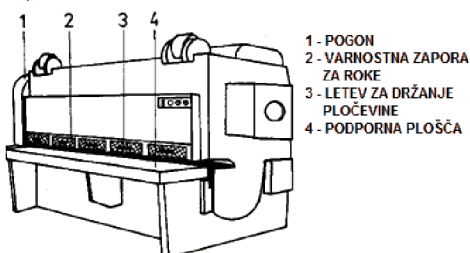
2. **Giljotinske škarje**, pri katerih se zgornje rezilo premika kot pri giljotini: zgornji rezilni rob je nekoliko poševno nagnjen proti spodnjemu, da se zmanjša potrebna strižna sila.



Obstajajo manjše ročne giljotinske škarje, ki delujejo na ekscenter:



V industriji pa se večinoma uporabljajo večje giljotinske škarje, ki so hidravlične. Uporabljamo jih za natančno rezanje pločevin z velikimi površinami:

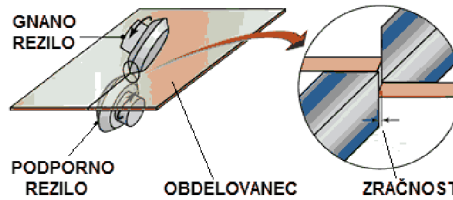


- 1 - POGON
- 2 - VARNOSTNA ZAPORA ZA ROKE
- 3 - LETEV ZA DRŽANJE PLOČEVINE
- 4 - PODPORN PLOŠČA

Slaba stran teh škarij je, da se en del pločevine vedno krivi.

3. **Krožne** (kolutne) škarje strižejo z vrtljivimi rezili. Uporabljamo jih za striženje materiala z neomejeno dolžino ravnih ali krivih rezov:

- a) Kolutne škarje z vzporednimi osmi.
- b) Kolutne škarje za poljubno obliko reza.
- c) Kolutne škarje za okrogli rez, ki imajo poseben okvir s centrirno napravo.



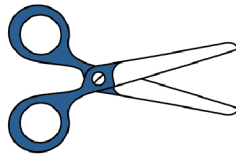
Za rezanje tanke pločevine pa uporabljamo manjše električne, pnevmatske ali ročne škarje - prim. Škarje za tanko pločevino.

Stroj za robljenje Glej Robljenje.

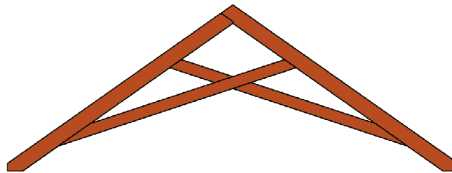
Sukanje Glej Zasuk.

Škarje

a) **Orodje za striženje iz dveh rezil**, ki se ob pritisku na ročaja odpirata v obliki črke V. Tudi splošno rezalno orodje (krožne ~ itd.). **Vrste škarij**: glej geslo Striženje.



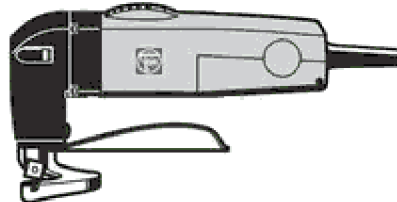
b) **Okovje z dvema krakoma, za omejevanje ali pritrdjevanje** drugih sestavnih delov (~ pri škripcu). Tudi navzkriž povezani palci ali dva kosa lesa (streha na škarje).



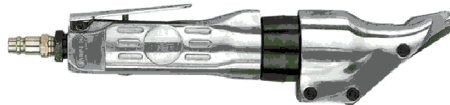
Vrste škarij: glej geslo Striženje - vrste škarij.

Škarje za tanko pločevino To so predvsem prenosne manjše škarje, ki so lahko mehanske (ročne, klasične), električne ali pnevmatske.

Tako izgledajo električne ročno vodene škarje:



Pnevmatske škarje:



Poznamo dve vrsti klasičnih ročnih škarij:

- **desne**: gledano v smeri rezanja prodira zgornje rezilo v material desno od spodnjega rezila; **pisarniške desne škarje** (za rezanje papirja ipd.) so pogosto tako oblikovane, da lahko v ročaj udobno porinemo le prste **desne roke**

- **leve**: gledano v smeri rezanja prodira zgornje rezilo v material levo od spodnjega rezila

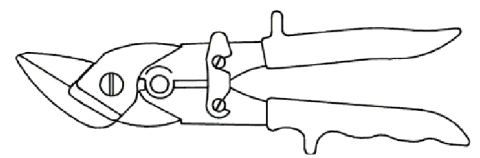
ZGORNJE REZILLO ZGORNJE REZILLO



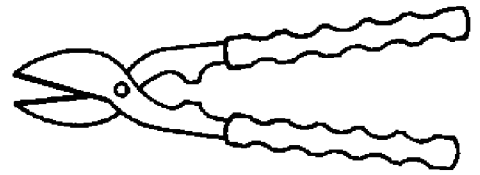
LEVE ŠKARJE DESNE ŠKARJE

Navadne kleparske škarje so izvedene predvsem v dveh oblikah.

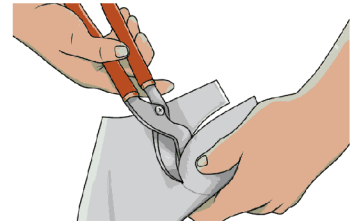
Klasična oblika:



Buldog oblika:

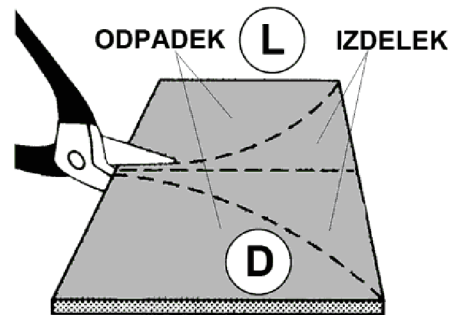


Konstruirane so tako, da upogibajo pločevino na tisti strani, kjer se nahaja spodnje rezilo:



Desne škarje uporabljamo tako, da bo izdelek na desni strani (kjer se nahaja gornje rezilo, odpadki pa na levi strani. Prednostno so primerne za rezanje levih radijev (oznaka L na spodnji risbi) - izbočen del (krog) je odpadki, vbočen del (pločevina z luknjo) pa izdelek.

Leve škarje uporabljamo, tako, da bo izdelek na levi strani, odpadki pa na desni strani. Prednostno so primerne za rezanje desnih radijev (oznaka D na spodnji risbi) - pri tem je izbočen del (krog) spet odpadki, vbočen del pa je izdelek:



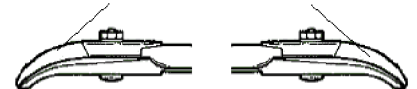
Posebne izvedbe prenosnih ročnih škarij:

Škarje za ravni izrez ali pelikan škarje so oblikovane tako, da odrezana pločevina lepo in brez upogibanja drsi tudi na strani spodnjega rezila:



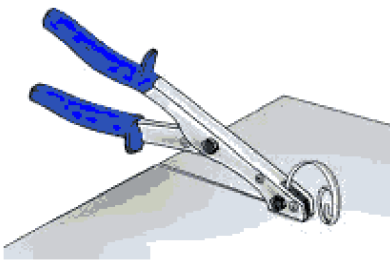
Škarje za rezanje krogov so oblikovane tako, da je izrezan krog izdelek in ne odpadki. Desne škarje za rezanje krogov imajo rezila zaokrožena v levo, leve škarje za rezanje krogov pa imajo rezila zaokrožena v desno:

GORNJE REZILLO



DESNE ŠKARJE LEVE ŠKARJE ZA REZANJE KROGOV

Zarezne škarje delujejo tako, da rezilo reže navzgor, ko stisnemo ročice skupaj. Sin. nibbler škarje (ang. nibbler: oprezen ugriz). Ker škarje režejo dvostransko, se med rezanjem izloča trak, ki je enak širini rezila. Zvijanje pločevine je minimalno:



Zarezne škarje se pogosto prodajajo v pnevmatični ali električni izvedbi. Prim. Striženje - vrste škarij.

Štancanje Postopek velikoserijskega plastičnega preoblikovanja - preoblikovanje pločevin in profilov, pri katerem se **debelina materiala bistveno ne spremeni**. Postopek izdelave zajema:

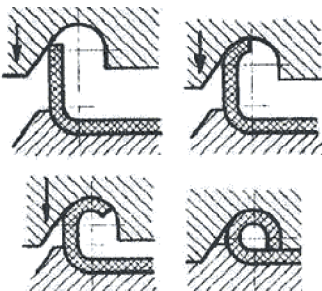
- oblikovanje s pestičem (patrico) in matrico na posebnih stiskalnicah
- rezanje (odrezovanje, zarezovanje, izrezovanje, porezovanje, prediranje, obrezovanje, luknjanje, obrezovanje in podobno) ter
- hladno plastično preoblikovanje: krivljenje, ravnanje, upogibanje, prepogibanje, zgibanje, vihanje in podobno

Najpomembnejše **VRSTE** (postopki) štancanja glede na način preoblikovanja:

a) **Upogibno štancanje**: oblikovanje pločevine z upogibnim orodjem, pri katerem imata patrica in matrica vzporedne delovne ploskve. Najpogosteje s temi orodji upogibamo manjše kotne profile v obliko črke U ali V. Prim. Matrica.

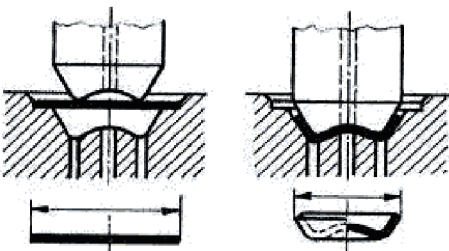


b) **Ovijalno štancanje**, ovijanje: zapognjeni konec pločevine preoblikujemo v zvitek ali cevko. Del.:
- ovijanje vzdolž ravnih robov (npr. šarnirji za okna in vrata)



- ovijanje vzdolž zakrivljenih robov (npr. ojačanje robov različnih posod)

c) **Oblikovalno štancanje**: vtiskovanje različnih vboklin ali izboklin, predvsem za ojačanje ravnih ploskev na pločevinastih izdelkih; pri tem se pločevina deloma tudi razteza in tanjša



d) **Ravnalno štancanje**: za poravnavanje neravnih površin ali skrivljenih delov (posledica mehanskih ali termičnih vplivov)

Nem. stanzen: prebijati, izbijati, izsekovati. Prim. Preoblikovanje pločevin in profilov, Orodja za pla-

stično preoblikovanje.

Štauhanje Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (stauchen - tlačiti, nakrčiti, gnesti, zbiti, posedati se), kar pomeni **toplotno krčenje** (tudi termično ravnanje, ravnanje s toploto, ravnanje s plamenom). Glej pojasnilo in risbo pod geslom **Ravnanje**.

Tailored blanks Glej Preoblikovanje krojenih prerezov. Ang. metal blank: izrezana (prazna) pločevina.

Tailored rolled blanks Valjana pločevina s spremenljivo debelino.

Tailored tubes To so **cevasto oblikovani polproizvodi**, ki so pripravljene za preoblikovanje z notranjim tlakom (IHU).

Tailored tubes so lahko sestavljeni iz različno kvalitetnih jekel in iz pločevin različnih debelin. Po sestavljanju in varjenju posameznih delov se cev nato z visokim notranjim tlakom preoblikuje v želeno obliko, npr. kot karoserijski del v področju pragov ali okvirja.

Tanjenje Tanjšanje pločevine, najpogosteje z uporabo kroglastega kladiva.

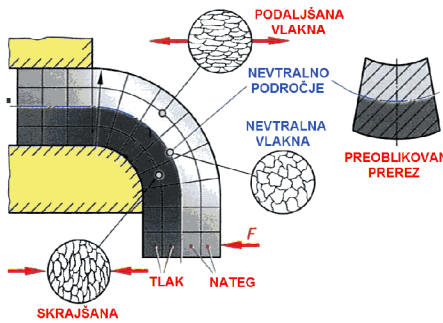
Termični postopki rezanja Postopki rezanja ob dovajanju toplotne energije, npr.:

- plamensko (avtogeno) rezanje,
- rezanje z laserjem,
- rezanje s plazmo,
- rezanje z vročo žico ipd.

Tlačno preoblikovanje Glej valjanje, kovanje, vtiskovanje, iztiskovanje. Prim. Plastično preoblikovanje.

Udarni žig (številke, črke ...) Glej Žig, Patrica, Vtiskovanje.

Upogibanje Povzročanje, da nek predmet dobi polkrožno, krivo obliko. Pri tem so zunanja vlakna obremenjena na nateg, notranja na tlak, meja med upogibom in tlakom pa je nevtralno področje:

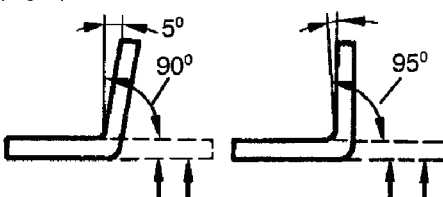


Upogibanje je eden od najbolj razširjenih postopkov za plastično preoblikovanje pločevine, valjanih in vlečenih profilov ter cevi. Podrobnejša tehnološka navodila in naprave opisujeta gesli:

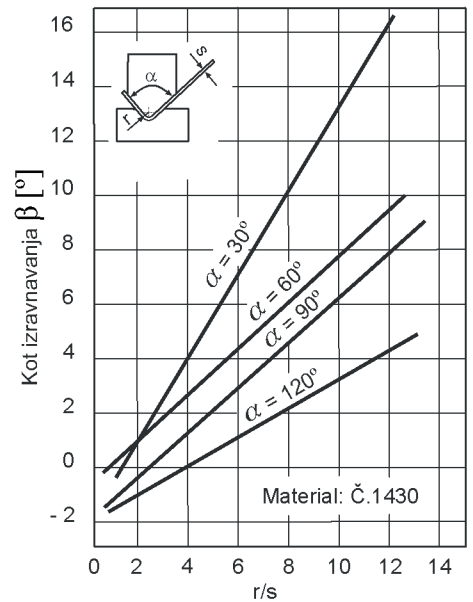
- Upogibanje cevi
- Upogibanje pločevine

Pri upogibanju nastopijo v materialu:

- trajne deformacije, ki se jim pridruži še
 - elastična deformacija, ki se kaže v tem, da se predmet po preoblikovanju zopet delno poravna
- Zaradi elastične deformacije moramo obdelovance upogniti nekoliko bolj kot je želeni končni upogib po razbremenitvi:



Iz risbe je razvidno, da je potrebno pri upogibanju za 90° pločevino "preveč" upogniti za približno 5°. Pri ostalih kotih pa uporabljamo spodnjo tabelo, ki prikazuje, da je kot izravnavanja odvisen kota upogibanja, materiala pločevine ter razmerja r/s:



Določanje kota zravnavanja jeklene pločevine
r - notranji upogibni polmer v mm
s - debelina pločevine v mm

Notranja vlakna se v smeri glavne deformacije **na-krčijo** (pravokotno na to smer se **širijo**), medtem ko se **zunanja** vlakna v smeri upognjenih trakov **raztezajo** in hkrati **ožijo**. Sin. krivljenje.

Upogibne naprave delimo **po načinu delovanja** na:

1. Naprave za upogibanje pločevine **na vpenjalni mizi** (na letvi).
2. Naprave za **krivljenje in ravnanje** pločevine, cevi in profilov.
3. Naprave za **žlebljenje, robljenje in zgibanje**.

Za posamično in serijsko proizvodnjo se up. **uni-verzalna** orodja in stroji, medtem ko za množično proizvodnjo up. **specialna** orodja za upogibanje.

DOLOČANJE RAZVITE DOLŽINE upognjenega obdelovanca iz pločevine:

Deformacije pri upogibanju so **neenakomerne**, zato razvita dolžina upognjenega predmeta ni enaka dolžini srednjega vlakna. Najprej moramo izračunati **korigirane polmere**:

$$R_x = r + x \cdot \frac{s}{2}$$

R_x - korigirani polmer za izračunanje dolžine [mm]

r - notranji upogibni polmer [mm]

s - debelina pločevine [mm]

x - korekturni faktor [l]

Korekturni faktor je odvisen samo od razmerja r/s. Nekatere vrednosti za korekturni faktor x, ki veljajo **za vse vrste materiala**, so zbrane v tabeli:

r/s	5	3	2	1,2	0,8	0,5
x	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

Ko so korigirani polmeri izračunani, lahko **izračunamo** še **dolžino surovca**:

$$L = \Sigma l + \Sigma R_x \cdot \frac{\alpha \cdot \pi}{180}$$

L - celotna dolžina surovca [mm]

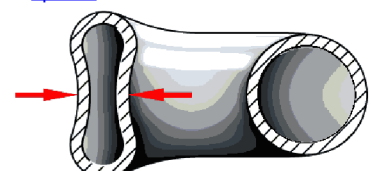
Σl - vsota dolžin vseh ravnih delov upognjenca [mm]

$\Sigma R_x \cdot \frac{\alpha \cdot \pi}{180}$ - vsota dolžin vseh upognjenih delov

α - upogibni kot [°]

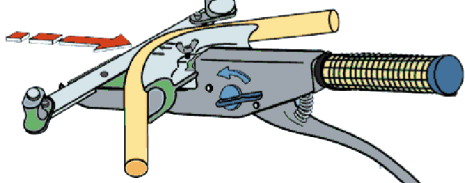
Prim. krivljenje, zapogibanje, zgibanje, žlebljenje, robljenje, tehnološki preizkusi.

Upogibanje cevi Cevi upogibamo hladno ali vroče, pri tem pa obstaja **nevarnost**, da se **cev** na pregibu **splošči**:

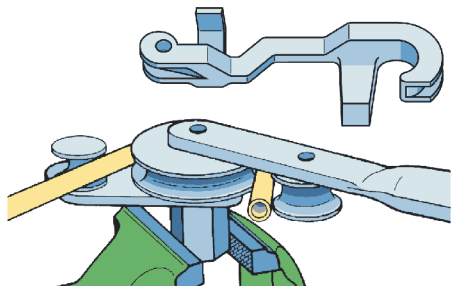


Zaradi tega jo napolnimo s suho mvkvo in jo na obeh straneh začepimo s posebnim kitom ali z vzmetnim vložkom. Nato cev upognemo z upogib-

no napravo na ročni ali hidravlični pogon:



Upogibanje zavornih cevi:



Upogibanje ob letvi Glej Upogibanje pločevin - strojno.

Upogibanje pločevin Tema, ki jo zaradi obsežnosti razdelimo po naslednjih geslih:

- Upogibanje pločevin - načrtovanje
- Upogibanje pločevin - ročno
- Upogibanje pločevin - smer upogibanja
- Upogibanje pločevin - strojno

Upogibanje pločevin - načrtovanje Iztegnjena (razvita) dolžina pločevin, upognjenih pod kotom 90°, se lahko izračuna ob uporabi tabele, s pomočjo preproste formule:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 - 2 \cdot v$$

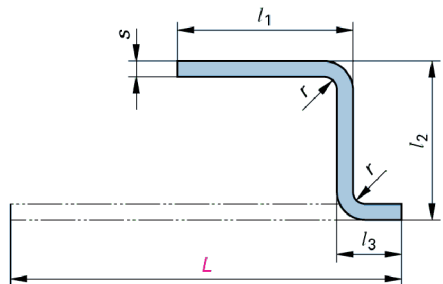
L ... razvita dolžina pločevine

l_1, l_2, l_3 ... dolžina delnih ravnih odsekov

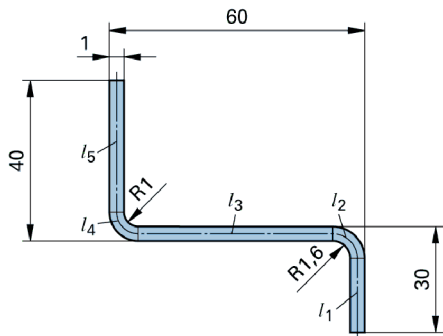
v ... izravnalna dolžina, dobimo jo iz tabele [mm]:

↓ Upogibni polmer [mm]

	Debelina pločevine [mm] →							
	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	2,5	
1	1,0	1,3	1,7	1,9	/	/	/	
1,6	1,3	1,6	1,8	2,1	2,9	/	/	
2,5	1,6	2,0	2,2	2,4	3,2	4,4	4,8	
4	/	2,5	2,8	3,0	3,7	4,5	5,2	



V spodnjem primeru izračunamo $L = 126$ mm:

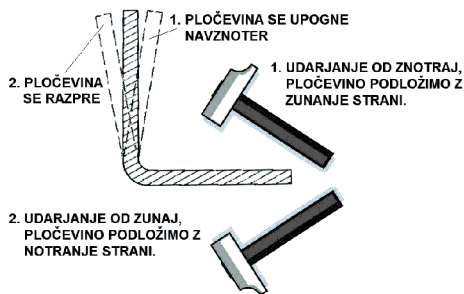


Ne pozabimo primerjati zarisane in upognjene mere: v zgornjem primeru smo zarisali dve vzporedni črti z razdaljo ~58 mm; ko smo pločevino upognili, smo dobili kotirano razdaljo 60 mm. Razdalji med zarisnima črtama je torej treba **na vsaki strani prišteti izravnalno dolžino**.

Če imamo več kakor tri delne ravne odseke, tedaj v formulo vstavimo več malih l in več malih v .

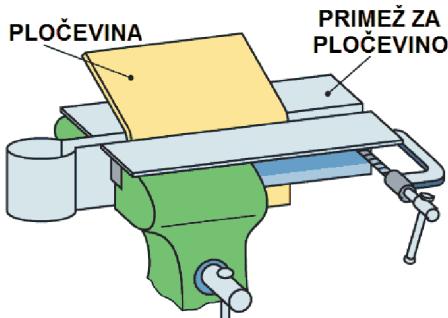
Upogibanje pločevin - ročno Kako s kladivom **fino popravimo** kot upogibanja:

Stran 27

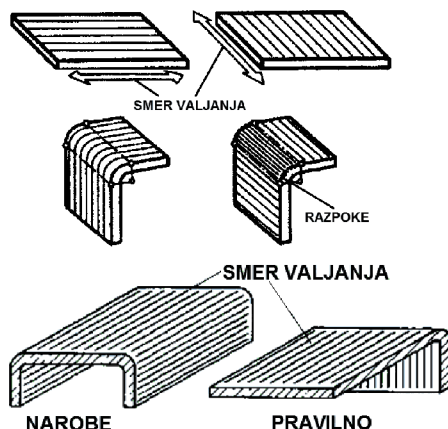


V splošnem pa naj velja pravilo: pri preoblikovanju pločevin čim več uporabljamo stroje in naprave ter **čim manj uporabljamo kladivo!** Če pa že uporabljamo kladivo, **najprej** uporabimo **leseno kladivo** (npr. za dodatno upogibanje ali ravnanje). Na ta način bomo imeli potem **manj dela pri naslednjih obdelavah**, npr. pri ličenju.

Med ročne načine upogibanja pločevin štejemo tudi upogibanje z uporabo klasičnih orodij (primež, kladivo, vpenjala) ipd.. Če bomo pri tem uporabljali mehkejšie pripomočke (les ipd.), bomo olajšali delo pri naslednjih obdelavah:



Upogibanje pločevin - smer upogibanja Osnovno načelo pri upogibanju pločevin: če je le možno, upogibamo **prečno na smer valjanja pločevine** (glej spodnje risbe). To je še posebej pomembno pri jeklenih pločevinah debeline **nad 3 mm** in pri trši pločevini, npr. pri bronasti, cinkovi, medenini itd., sploh če jih krivimo z ostrimi robovi:



Na pogled je smer valjanja pločevin zelo težko (včasih nemogoče) prepoznati, zato je v praksi praviloma ne iščemo.

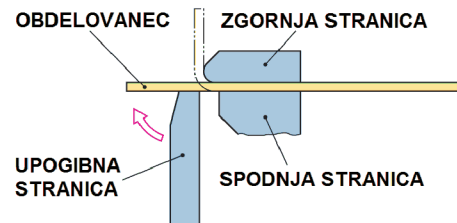
Kadar pa je to posebej pomembno, lahko **prepoznamo smer valjanja** pločevin tako:

- dovolj je, če pogledamo, kako je pločevina zvita v svitek ali kako je razrezana: navadno so pločevine zvaljane po dolžini (v smeri daljše dimenzije) in v tej smeri tudi potekajo vlakna
- po okujinah (oksidni plasti), barvi ali premazih
- preizkusimo material: vzorec pločevine upogibamo v obeh smereh za 90° in prej bo razpokala pločevina, ki jo upogibamo v smeri vlaken

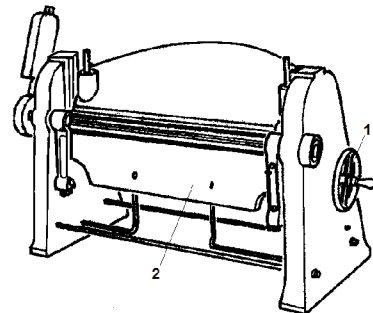
Upogibanje pločevin - strojno Poznamo dva glavna načina strojnega upogibanja pločevin:

- upogibanje **ob letvi** (upogibanje z zasokom) in
- upogibanje **v matrici** (v utopu).

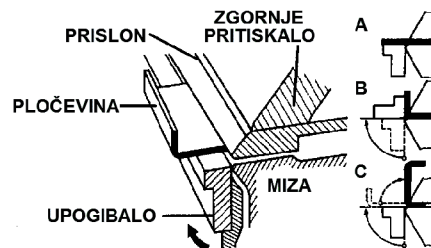
UPOGIBANJE OB LETVI (z zasokom):



Debelino pločevine nastavimo z dvema vijakoma na vsaki strani stroja. Nato pločevino stisnemo z ročnim kolesom 1 in upognemo z vzvodom 2:

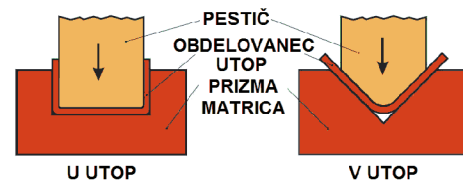


Stroj za upogibanje pločevine

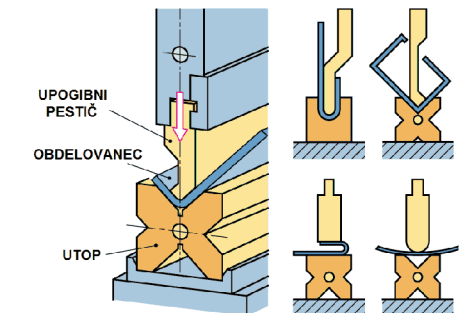


Prislon lahko uporabimo tudi za naknadno ravnanje pločevine (če smo pločevino npr. preveč upognili).

UPOGIBANJE V MATRICI (v utopu, v prizmi): Pestič pritiska pločevino v utop:



Če se spremeni polmer ali kot upogibanja, se morata zamenjati tako pestič kot tudi utop:



Upogibna prizma Glej pojasnilo pod geslom Matrica. Sin. upogibna matrica.

Utop Kovalno z **izdolbeno obliko predmeta**, ki se želi skovati, glej risbo - geslo Kovanje.

Razžarjen kos jekla se razkuje ali stisne, da povsem napolni kalup. Pri utopnem kovanju je oblikovalno orodje praviloma sestavljeno iz dveh delov (zgornji in spodnji), od katerih je eden pritrjen na gibljivem, drugi pa na nepremičnem delu strojnega kladiva ali stiskalnice.

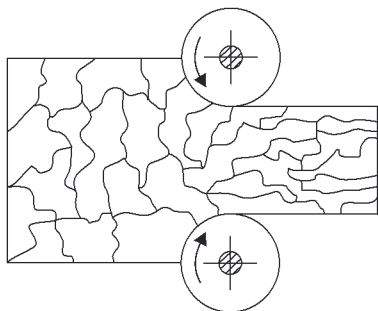
Obstajajo tudi **upogibni utopi** (upogibne matrice, prizme), ki se uporabljajo pri upogibanju. Glej risbo pod geslom Matrica.

Utopno upogibanje Upogibanje s pomočjo **upogibnega utopa** - **upogibne prizme** ali **upogibne matrice**, glej risbo pod geslom Matrica.

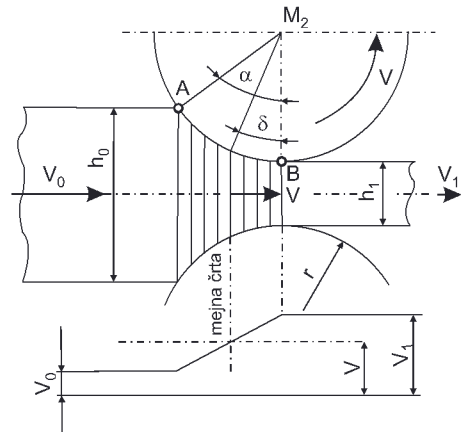
Valjanje Postopek enakomernega stiskanja kovi-

Ferdinand Humski

ne med dvema valjastima tlačnima ploskvama, ki se vrtila v nasprotnih smereh in je njuna medsebojna razdalja manjša od debeline predmeta. S tem postopkom se v svetu preoblikuje 80 do 90% vseh kovin in njihovih zlitin v različne polizdelke.



Kristalna zrna se podaljšajo v smeri valjanja, kar popravimo z rekristalizacijskim žarjenjem.

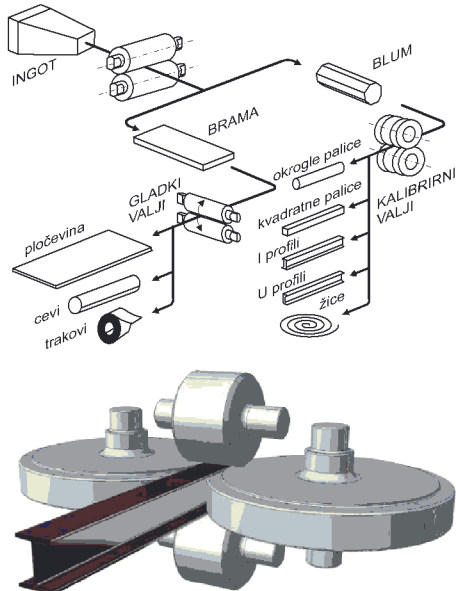


PRODUKTI VALJANJA:

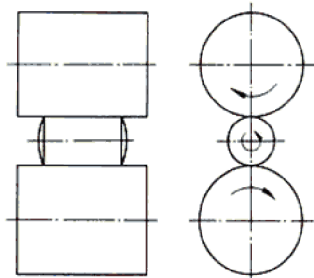
1. **Polizdelki** so tiste oblike valjancev, ki so namenjeni izključno za nadaljnjo predelavo, npr.: blumi, kvadratne in paličaste gredi, cagljji, platine, ploščato jeklo itd.

2. **Končni valjani izdelki:**

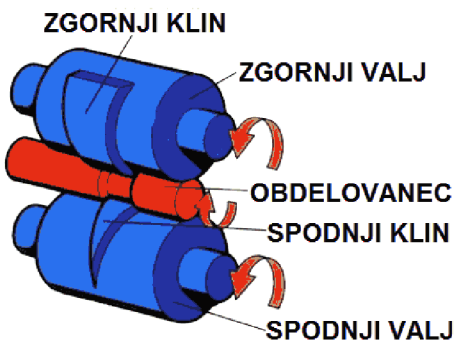
- Paličasti izdelki** z najrazličnejšimi profili: pločevina, žica in cevi.
- Izdelki z navoji** (npr. vijaki), zobniki itd.



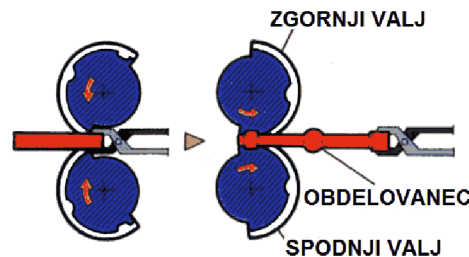
Okroglo valjanje:



Kovaško prečno valjanje:



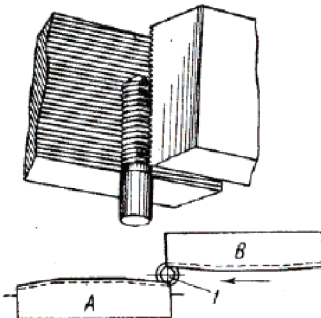
Kovaško vzdolžno valjanje:



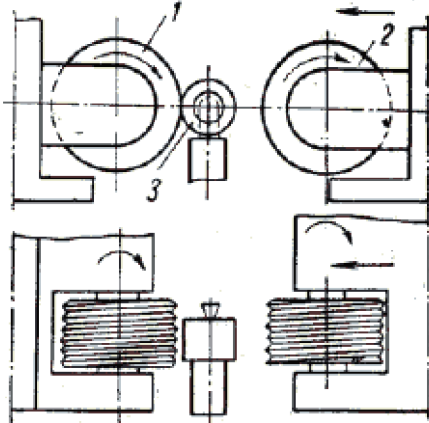
Glede na skupno število delovnih in podpornih valjev ločimo **duo** valjarske stroje, **dvojni duo**, reverzibilni oz. **obračljivi duo**, **trio** valjarski stroj, **kvarto** valjarski stroj in **šestvaljni** valjarski stroj.

Najpomemb. **NAČINI VALJANJA NAVOJEV** so:

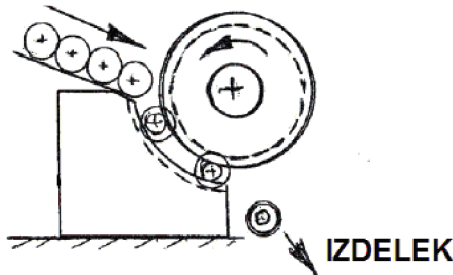
a) **Valjanje z ravnimi čeljustmi.** Obe čeljusti imata ustrezen profil navoja in se pomikata vzporedno ena ob drugi. Med njima je vijak, ki se samo vrtil in se aksialno ne premika. Med vrtenjem se lahko valjajo navoji do glave vijaka.



b) **Valjanje s kolutnimi valji** uporabljamo predvsem za navoje večjih premerov. Koluti z vrezanim profilom vtisnejo profil navoja.



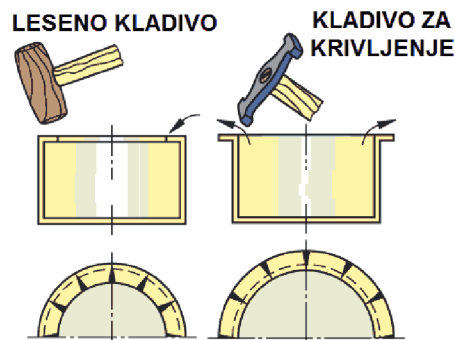
c) **Valjanje na segmentnih orodjih** je primerno za masovno proizvodnjo. Eden del profila se nahaja na navojnem bobnu, drugi del pa na zunanjih konkavnih segmentih, ki obdajajo bobnen.



IZDELEK

Prednosti valjanih navojev so: **povečana trdnost** (do 70%), **ni zarezni učinkov** (ker vlakna poteka-jo nepretrgano), **povečana trdota površine navoja**, večja **hitrost izdelave** in **prihranek materiala**.

Prim. difuzijsko, normalizacijsko in rekristalizacijsko žarjenje, žarjenje na mehko, žveplo, mangan. **Vihanje** Upogibanje ob robu, navznoter ali navzven:

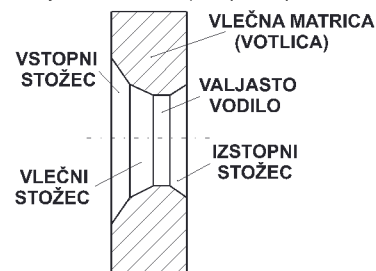


Vlaknasta struktura Struktura, ki **nastane** pri preoblikovanju **zaradi plastične deformacije** materiala. **Zrna se** zaradi plastične deformacije **raztegnejo** v smeri preoblikovanja. Ugodna vlaknasta struktura ima nedvomno najboljše mehanske lastnosti, npr. kovana kolenasta gred je kvalitetnejša od ulite ali stružene. Prim. Deformacija kovin.

Vlakno Podolgovat, tanek delec snovi kot sestavina predvaja, niti, tkanine, rastline, živalskega, človeškega telesa ali materiala z vlaknasto strukturo. Prim. Deformacija kovin.

Vlečenje Postopek plastičnega preoblikovanja, pri katerem obdelujemo material tako, da ga **hladnega potegnemo skozi** eno ali več odprtih, imenovanih vlečne matrice oz. **votlice**. Vrste vlečenja:

1. Vlečenje **PROFILOV** (žic, palic, profilov in cevi):

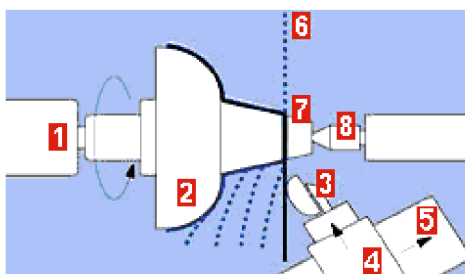


2. Vlečenje **pločevine V VOTLA TELESA:**

a) **Globoki vlek:** postopek preoblikovanja ravnih ploščatih surovcev (rondel, platin) v poljubno oblikovana, na eni strani odprta votla telesa (posode, lonci, karoserijski izdelki itd.). Glej gesla **Globoki vlek**, **Hidromehanični globoki vlek**, **IHU** ter risbo orodja pod geslom **Matrica**.

b) Vlečenje **s tanjšanjem stene:** tehnologija, izdelave votlih teles, ki morajo imeti dno debelejše od sten. Postopek je podoben globokemu vleku, le da pločevino vlečemo še skozi dodatne vlečne (stanjševalne) obroče, ki stanjšajo debelino stene vlečenca.

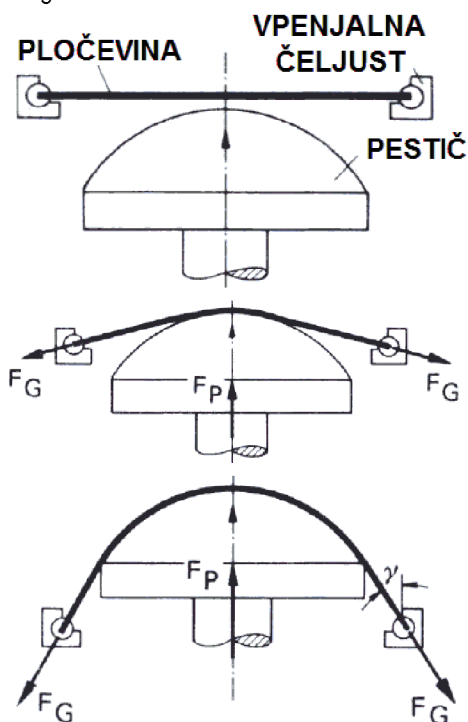
c) **Potisno oblikovanje**, oblikovno stiskanje oziroma **vlečenje čez formo:** rondelo vpneemo na stroj, podoben stružnici. Nato s posebnim trnom ali kolutom potiskamo pločevino proti šabloni, dokler ne dobi njene oblike. Postopek je primeren za manjše serije in za oblike, ki se z globokim vlekom sploh ne dajo izdelati.



- 1 - PRITRDITEV NA STROJ
- 2 - MATRICA
- 3 - PRITISNI VALJ
- 4 - PREČNI POMIK PODPORE
- 5 - VZDOLŽNI POMIK PODPORE
- 6 - POLOŽAJ RONDELE
- 7 - VPENJALO
- 8 - CENTRIRNA KONICA

d **Vlečno oblikovanje** (vlek z raztezanjem) se uporablja predvsem pri izdelavi večjih karoserijskih delov in pri manjših serijah.

Pločevino vpnemo v posebne čeljusti, ki najprej napnejo pločevino do plastičnega območja. Nato hidravlično krmiljen pestič pritisnemo v pločevino, obenem pa se vpenjalne čeljusti prilagodijo - usmerijo se tako, da se pločevina čim bolj prilagodi površini pestiča. Na ta način se plastično preoblikovana pločevina pravilno "uleže" na površino pestiča in prevzame njeno obliko:



Vlečna matrica Glej Votlica.

Vlečno oblikovanje Glej pojasnilo pod geslom Vlečenje.

Vlečni trn Glej Pestič.

Vlek z raztezanjem Glej pojasnilo pod geslom Vlečenje.

Votlica Matrica za izvlačanje cevi in palic kvadratnega, okroglega, pravokotnega in šesterokotnega prereza oz. žice iz jekla ali neželeznih kovin. Glej risbo pod geslom Vlečenje.

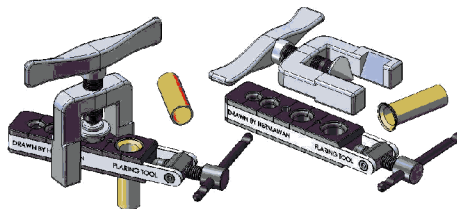
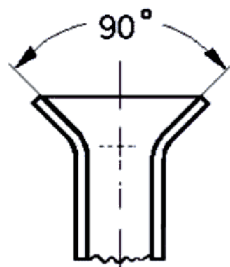
Vtiskovanje Postopek plastičnega preoblikovanja (tlačno preoblikovanje), pri katerem se neki vzorec vtisne na površino obdelovanca. Na ta način se spremeni izgled oblikovanca - npr. iz rondel izdelamo kovance, medalje ipd.. Številke in črke se pogosto vtiskujejo tudi z udarci kladiva, npr. na **udarne številke** - tudi pri zlatarstvu. Prim. Žig, Patrica.

Tudi navoji se lahko vtiskujejo - glej Valjanje.

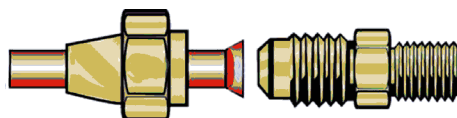
Vzvodne škarje Glej Striženje.

Zapogibanje Cev ali pločevino na enem koncu

zavijamo pod določenim kotom. Sin. zavijanje, razširjanje. Nepr. piganje. Prim. Robljenje.



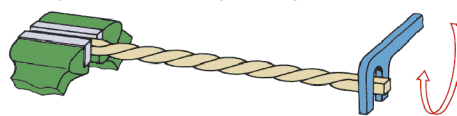
PRIKLJUČEK ZA ZAVIJKE



Zarezne škarje Glej Škarje za tanko pločevino.

Zarobljenje Glej Robljenje.

Zasuk Strižno plastično preoblikovanje. Sin. sukanje. Obdelovanec je običajno žica:



Zavijanje Glej Zapogibanje.

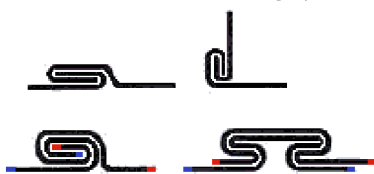
Zgibanje Tehnološki postopek, pri katerem dva kosa pločevine **zvežemo** ali pa na eni sami pločevini ojačimo rob. Na ta način lahko naredimo tudi za vodo **neprepustne zveze**, **brez lotanja ali varjenja**. Zgibanje uporabljamo predvsem pri izdelavi razne embalaže (konzervne škatle, doze itd.). Sin. pregibanje.

Zgibanje papirja poznamo že iz otroštva:



Zgibanje pločevine je lahko:

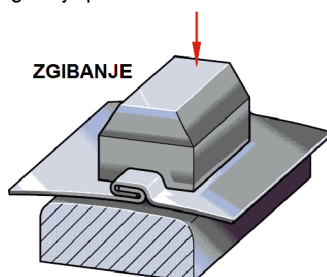
a) **Neposredno**: pločevini zvežemo direktno eno na drugo. Pri bolj zapletenih zvezah je ena pločevina označena rdeče, druga pa modro:



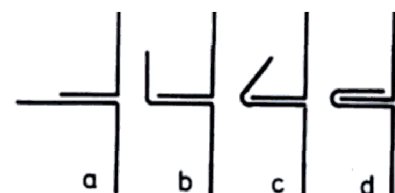
b) **Posredno** - za vezavo dveh delov rabi poseben zgibni trak:



Način zgibanja pločevine:

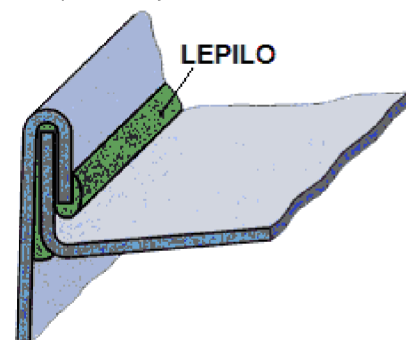


Primer zaporedja tehnoloških postopkov:

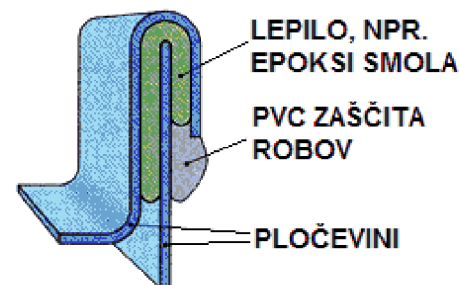


Vezava pločevinastih delov z zgibanjem se uporablja pri izdelavi konzervnih škatel, doz, cevi, veliko se uporablja pri krovskih delih ipd.. V avtomobilski proizvodnji se zgibanje uporablja pri obdajanju s pločevino pri vratih, pokrovih motorja, pokrivig prtljažnega prostora ipd.

Zgibanje lahko **kombiniramo** tudi z **lepljenjem**. Takšna povezava je trdna in tesna:



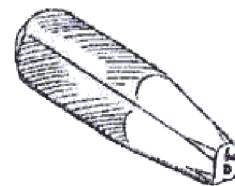
Zaradi neznatnih premikov pločevin pa se lahko tvorijo drobne razpoke v trdem laku in lepilu. Vlaga nato prodira skozi razpoke v pregib in povzroča korozijo. Nastanek razpok in posledično korozijo lahko preprečimo z uporabo **karoserijske tesnilne mase**, ki ostane elastična:



Žargonski strokovni izraz za zgibanje: **perljanje**. Razl. Žlebljenje, Robljenje, Upogibanje.

Žig Naprava, ki ima izbokline na mestih, na katerih je potrebno odtisniti neki znak. Sin. patrica (pestič, ki ne prebija). Nepr. štempelj. Ločimo:

a) **Udarne žige** - po njih udarjamo s kladivom, najpogosteje uporabljamo udarne številke in črke.



b) **Žige za vtiskovanje**, ki so najpogosteje obojestranski, npr. za kovance, medalje ipd.



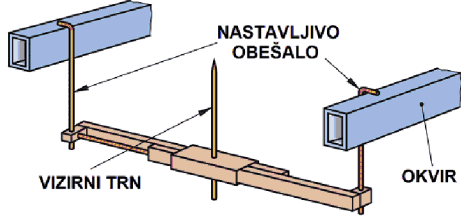
Prim. Vtiskovanje, Patrica.

Žleb Podolgovata vdolbina, pogosto polkrožne oblike, npr. za **prestrezanje deževnice na strehi**. Žleb je lahko tudi **zvarni rob**. Prim. Upogibanje.

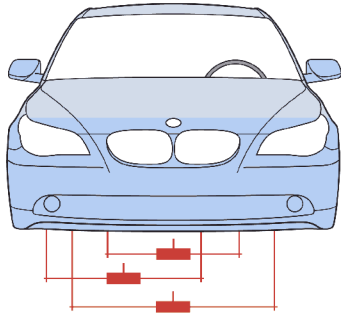
Žlebljenje: **vtiskovanje žlebov** v pločevino, npr. za **ojačanje** velikih pločevinastih delov, sodov, posod, omaric ipd.. Prim. Robljenje Razl. zgibanje.

RAVNANJE KAROSERIJE

Centrirno merilo Raztegljiva merilna naprava za merjenje karoserije. Ne glede na raztezek se vizirni trn vedno nahaja v sredini med obešaloma:

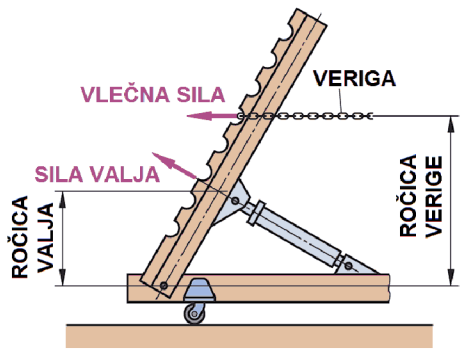


Centrirno merilo se z nastavljivimi obešali obesi na izhodiščne izvrtine na levi in desni strani sestava dna karoserije ali na nosilni okvir-šasijo. S centrirnimi merili ugotavljamo odstopanje od vzdolžne srednjice avtomobila (0-linija). Najmanj tri centrirna merila namestimo enega za drugim na simetrične izhodiščne točke in nato opazujemo položaje vizirnih trnov. Če ugotovimo odstopanje, smo prepoznali deformacijo.



Centrirna merila uporabljamo danes le še za merjenje nosilnih okvirjev-šasij za tovorna vozila. Prim. Teleskopsko merilo.

Dozer Enostavna vlečna naprava za manjša ravnalna, popravilna dela. Je na kolesih in se lahko prestavi iz enega mesta na drugo. Vleče lahko samo v eni smeri. Sin. konjiček, hidravlična roka, hidravlična ravnalna naprava:



Glavni sestavni deli dozerja so:

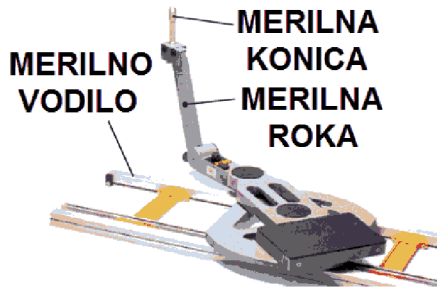
- vodoravni nosilec
- vertikalni nosilec (steber) in
- hidravlični valj.

Vodoravni nosilec tvori osnovo ravnalnega sistema. Pritrdimo ga direktno na vozilo ali na ravnalno mizo. Na drugi strani sta nanj z gibljivo zvezo pritrjena steber (vertikalni nosilec) in hidravlični valj. Med ravnanjem se tlačni valj opira na vodoravni nosilec.

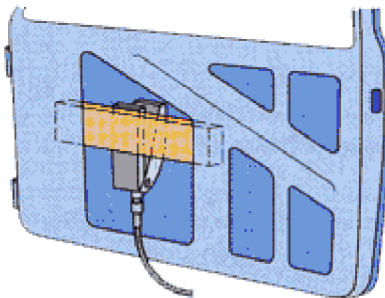
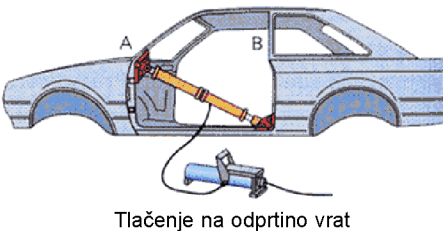
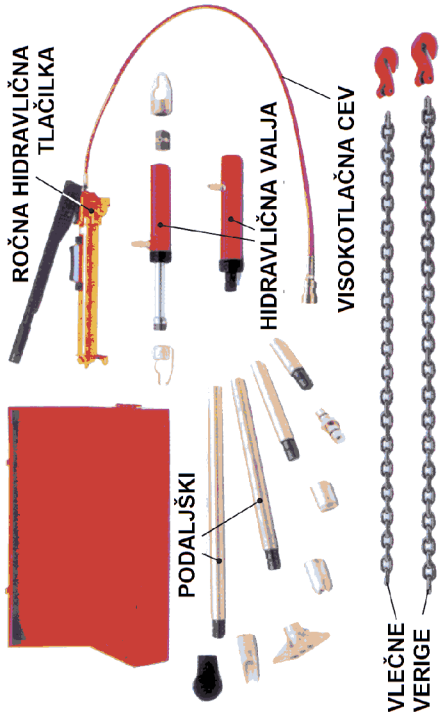
Na vertikalni nosilec se obesi vlečna veriga. Vrsta zob na nosilcu preprečuje verigi, da bi med ravnanjem zdrsnila.

S hidravličnim valjem lahko dosežemo vlečne sile do 100 kN.

Elektronski merilni sistem za karoserijo Posamezne merilne točke se dotaknemo s tipalom. Tipalo pošlje koordinate x, y in z sprejemniku, ki ugotavlja odstopanja dejanskih vrednosti s potrebnimi vrednostmi po merilnem listu.



Gravitacijski pospešek Glej Pospešek.
Hidravlična orodja za ravnanje To so hidravlični valji, hidravlične tlačilke, visokotlačne cevi, podaljški, vlečne verige, vodilni (ravnalni) kotniki, karoserijske prižeme, palice za zasidranje, vlečne ročice, vlečni trakovi itd.



Palice za sidranje, vlečne ročice, vlečni trakovi



Učinek sil na vlečno prižemo

Hidravlična roka Glej Dozer.

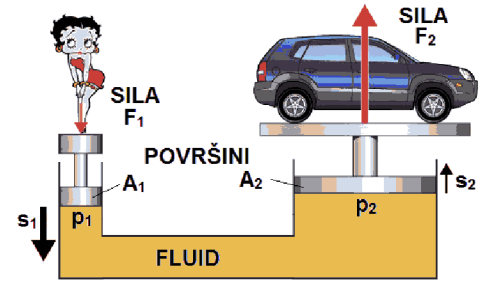
Hidravlična tlačilka Naprava, ki ustvarja dovolj visok tlak hidravličnega olja, da lahko uporabimo za ravnalne naprave, stiskalnice ipd. Najpogosteje uporabljamo:

- ročne hidravlične tlačilke
- pnevmatično hidravlične valje
- električno gnane hidravlične tlačilke
- bencinske hidravlične tlačilke

Hidravlične ravnalne naprave To so specializirane naprave za ravnanje vozila:

- dozer (konjiček, hidravlična roka)
- ravnalni dvizni oder (ravnalna miza)
- ravnalni stol

Hidravlično pretvarjanje sil Zamislimo si posodo po spodnji risbi. V dve odprtini sta vgrajena dva bata različnih premerov z možnostjo gibanja. Dobili smo dva valja: z indeksom 1 označimo tlačni valj, z indeksom 2 pa delovni (dvizni) valj. Na bat z manjšo ploščino A_1 deluje sila F_1 , ki povzroča v posodi nadtlak p_1 :



Ker se po Pascalovem zakonu tlak širi enakomerno na vse strani, deluje enak tlak tudi na površino večjega valja:

$$p_1 = p_2 \quad \text{in torej} \quad F_1/A_1 = F_2/A_2$$

Če poznamo F_1 , A_1 in A_2 , lahko izračunamo F_2 :

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1}$$

Sile na batih so torej premosorazmerne z njihovimi ploščinami.

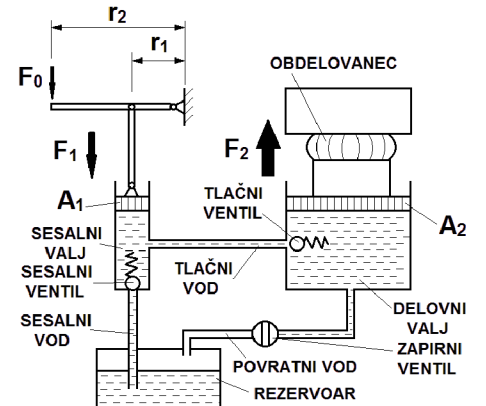
Zaradi zakona o ohranitvi energije mora biti delo na valju 1 enako delu na valju 2:

$$W_1 = W_2 \rightarrow F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$$

Ugotovimo, da je gib prvega (manjšega) bata s_1 daljši od giba drugega bata s_2 :

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

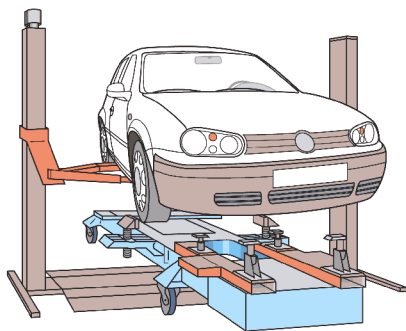
Delovanje hidravličnega dvigalca ali stiskalnice bomo tehnično dovolj podrobno razumeli, če na zgornji risbi z vzvodom povečamo silo F_1 , dodamo dva enosmerna ventila, zapirni ventil in rezervoar:



Prim. Pretvornik tlaka.

Kalibrirni merilni sistem za karoserijo Sistem za merjenje karoserije, pri katerem izhodiščne točke **tipamo s kalibri** - s stavki vodilnih kotnikov,

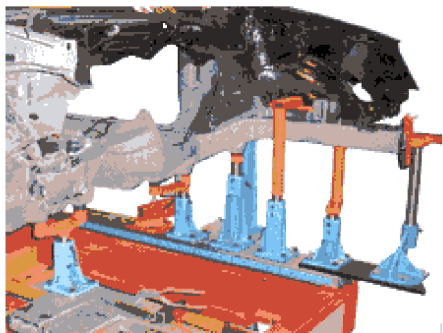
ki so montirani na ravnalno mizo.



V nesreči poškodovano vozilo postavimo na vodilne kotnike, ki so pritrjeni na ravnalno mizo. Če se lega vodilnih kotnikov ujema z merilnimi izvrtinami na karoseriji, potem karoserija ni deformirana. Pri deformiranih karoserijah pa z vodilnimi kotniki **fiksiramo karoserijske točke, ki so že v pravih legah.**

Celoten postopek poteka tako:

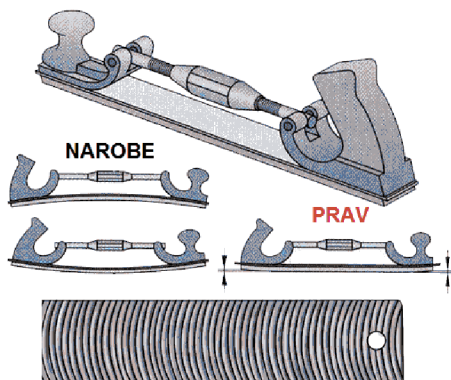
1. Osnovni okvir ravnalne mize ima že izvrtane luknje. Nanje se z vijaki pritrjijo prečne traverze, glej risbo pod geslom Ravnalna miza.
2. Na traverze se nato natančno (po izhodiščnih točkah) pritrjijo vodilni kotniki.
3. Nato se poškodovano vozilo z dvigalom postavi na vodilne kotnike.
4. Vodilni kotniki, **ki ustrezajo** izhodiščnim točkam, nasedejo v luknje in s tem se te točke **trdno fiksirajo**. Vodilni kotniki, **ki se ne prilegajo** izhodiščnim točkam, pa **se spustijo** (če so večdelni) ali **umaknejo**, če so enodelni. Na ta način naredimo **dovolj prostora za ravnanje**.



5. Pri ravnanju se deformirani karoserijski deli vlečejo tako daleč, dokler se spuščeni vodilni kotniki ne prilegajo danim izhodiščnim točkam. Ko vsi vodilni kotniki ustrezajo izhodiščnim točkam, je ravnanje končano.

Karoserijska prižema Glej Hidravlična orodja za ravnanje.

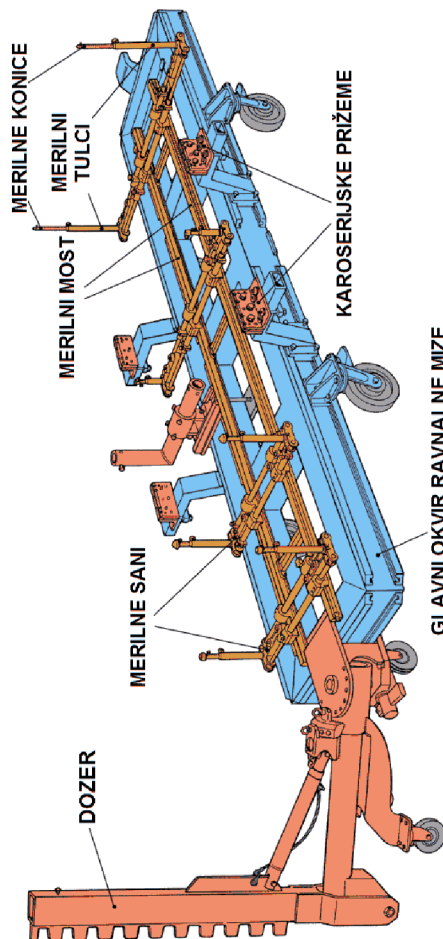
Kleparska pila Po ravnanju vboklin ostanejo na površini pločevine še majhne neravnine. Če jih podrsamo s karoserijsko pilo, postanejo še bolj vidne. Na ta način vidimo, kje na površini pločevine je potrebno še popravilo s kladivom in podlogo. Kleparska pila ima običajno ločne naseke.



Konjiček Glej Dozer.

Mehanski merilni sistem za karoserijo Poškodovano vozilo pritrdimo na ravnalno mizo s karoserijskimi prižemami. Nato se pod mizo potisne in naravna merilni most. Na vozilu izberemo **tri nepoškodovana mesta** - dve točki naj ležita vzporedno z vzdolžno osjo vozila, tretja pa naj bo od te osi

čim bolj odmaknjena. Tako smo si pripravili osnovo za merjenje vseh ostalih točk.



Na prikazanem sistemu lahko merimo, ravnamo ali varimo. Vendar, merilne naprave otežujejo pristop ravnalnemu orodjem, brizgajuča talina pri varjenju pa lahko poškoduje merilno napravo.

Meritve karoserije Izvajajo se, kadar **pregled poškodb** in **preizkus delovanja** (zapiranje vrat, pokrova motorja, preizkus krmilja itd.) potrjujeta, da so vitalni deli karoserije (predvsem dno) preveč deformirani.

Namen izvajanja meritev karoserije:

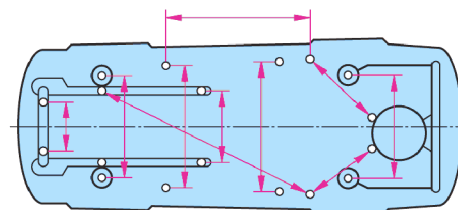
- Ocena škode. Če je škoda prevelika, se popravilo sploh ne bo izvajalo.
- V primeru izvajanja popravila se meritve izvajajo med in po opravljenem popravilu.

Poznamo dva **osnovna načina izvajanja meritev**:

1. **Dvodimenzionalno** merjenje - hitrejše, cenejše. Namenjeno je za približno merjenje karoserije. Merimo s tračnim merilom, teleskopskim merilom, centrirnim (središčnim) merilom ipd.
2. **Trodimenzionalno** merjenje - bolj natančno in seveda dražje. Merilni sistemi so lahko:
 - **Kalibrni** - s fiksnimi ali spremenljivimi kalibri "tipamo" merilne točke, lahko so tudi 2D
 - **Univerzalni** - posebej izmerimo vsako izhodiščno točko, pri tem pa razlikujemo:
 - mehanski merilni sistem za karoserijo
 - optični merilni sistem za karoserijo
 - elektronski merilni sistem za karoserijo

Pri meritvah karoserije poznamo **IZHODIŠČNE TOČKE** na karoseriji, nato pa merimo odstopanja.

Kot **izhodiščne točke** pri **dvodimenzionalnem** merjenju nam služijo **izvrtine na karoseriji**. Razdalje med merilnimi točkami karoserije dobimo v knjigah o popravilih posameznih tipov avtomobilov. V načrtih za merjenje karoserije so tudi natančno podane lege merilnih točk.



Izhodiščne točke za dvodimenzionalne meritve dna karoserije

Izhodiščne točke pri **trodimenzionalnem** merjenju so navedene v merilnih tabelah ali **merilnih listih proizvajalcev** avtomobilov oziroma izdelovalcev merilnih sistemov. Podane so koordinate točk, na katerih je treba izvesti meritve. Pri tem sta navedeni po dve meri višini:

- z vgrajenim agregatom
- brez agregata

Newtonovi zakoni Temelji klasične mehanike:

1. Newtonov zakon je **zakon o vztrajnosti**.

Če je **vsota vseh zunanijh sil**, ki delujejo na telo, **enaka nič**, potem:

- telo, ki je mirovalo, še vedno **miruje**,
- telo, ki se je gibalo, se giblje z enako hitrostjo, **premo enakomerno** in v nespremenjeni smeri.

2. Newtonov zakon je **temeljni zakon dinamike (kinetike)**: pospešek telesa a je sorazmeren z njegovo maso m in s silo F , ki deluje nanj.

Sila je enaka **zmnožku mase in pospeška**:

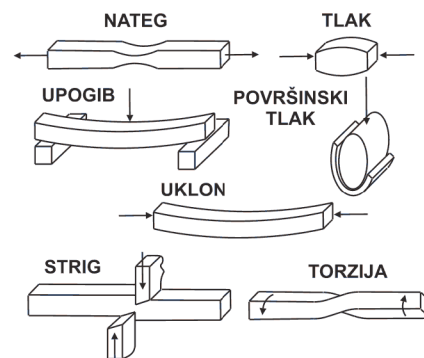
$$F = m \cdot a$$

3. Newtonov zakon je **zakon o vzajemnem učinku**: če deluje telo A na telo B s silo F_1 , potem deluje tudi telo B na telo A z enako veliko silo, ki ima **nasprotno smer**.

Sile torej **vedno** delujejo **v parih, vsaki akciji ustreza reakcija**. Akcija in reakcija sta nasprotno enaki.

Prim. Gravitacijski zakon.

Obremenitev **Obremeniti** pomeni vplivati s silo. Osnovni **NACINI** obremenitev osnih elementov so:



Zgoraj je pet **normalnih** obremenitev, spodaj pa sta dve **tangencialni** obremenitvi.

VRSTE obremenitev so pomembne predvsem **ZA DOLOČANJE DOPUSTNIH NAPETOSTI**:

a) **Statična** (mirna, konstantna) obremenitev. Po dogovoru jo označujemo jo **z rimsko številko I**, kar pomeni **prvi obremenitveni primer**. Običajno gre za normalne napetosti $\sigma_{I \text{ dop}}$.

b) **Dinamična** (spremenljiva) obremenitev:

- **utripna**: **drugi bremenitveni primer** $\sigma_{II \text{ dop}}$
- **nihajna** (izmenična): **tretji obr. primer** $\sigma_{III \text{ dop}}$

Prim. Dinamični mehanski preizkusi, dopustna napetost.

Obremenitve glede na **VZROK** in **POSLEDICO**:

1. **ZUNANJE obremenitve**, ki so lahko:

- **aktivne** (koristno breme, sneg, veter, lastna teža, vztrajnostne sile, temperatura - ki zaradi raztezkov povzroča toplotne obremenitve itd.)
- **pasivne** (reakcije - sile v podporah, vpetostni moment)

Prim. statična določenost, ravnotežne enačbe.

2. **NOTRANJE sile in momente** - posledica zun. sil, rezultat izračuna. Iz njih izračunane **napetosti** se primerjajo z **dopustnimi napetostmi**. Glej istoimensko geslo.

Razdelitev obremenitev glede na **SMER**:

A. NORMALNE obremenitve so vedno **PRAVO-**

KOTNE NA izbran **PREREZ**.

Notranje normalne obremenitve označujemo:

- z veliko črko N - notranje sile [N]
- z grško črko σ - notranje napetosti [N/mm²]

Zunanje normalne obremenitve označujemo z indeksom n ali N, npr F_n, F_N.

B. TANGENCIALNE obremenitve - vedno delujejo **V PREREZU**.

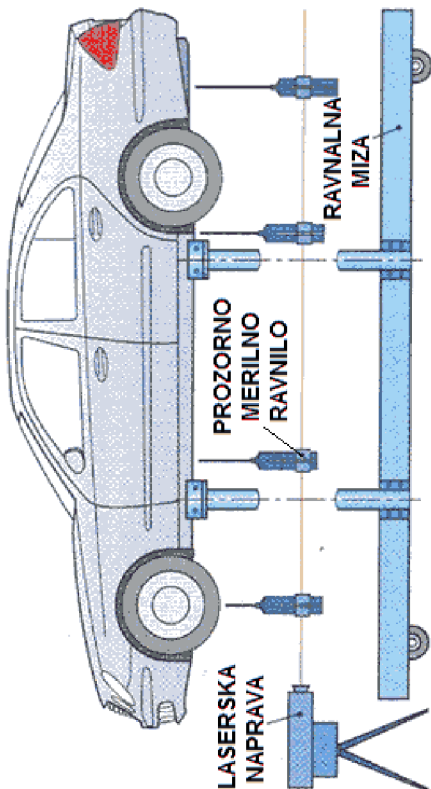
Notranje tangencialne obremenitve označimo:

- z veliko črko T - notranje sile [N]
- z grško črko τ - notranje napetosti [N/mm²]

Zunanje tangencialne obremenitve označujemo z indeksom t ali T, npr F_t, F_T.

Če želimo preračunati (kontrolirati) obremenitve, moramo najprej uvesti **POENOSTAVITVE**: uvedemo pojem **NOSILEC** in **PODPORA**. Prim. Trdnost (nauk).

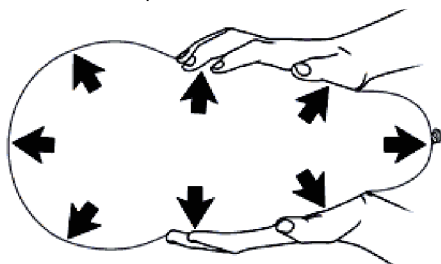
Optični merilni sistem za karoserijo Pri tem merjenju se na posamezne merilne točke obesijo prozorna merilna ravnila s skalo. Skozi merilna ravnila namerimo laserski žarek, ki na ravnilih naslika rdečo piko. Med merjenjem je lahko vozilo pritrjeno na ravnalno mizo, na posebnih podstavkih ali na dvigalu.



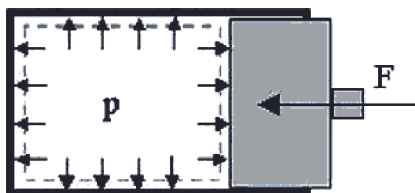
Paličasto šestilo Glej Teleskopsko merilo.

Pascalov zakon Spoznanje: če se tlak ustvari na kateremkoli delu **mirujočega ali zaprtega fluida**, se bo sočasno, enakomerno in z isto intenzivnostjo prenašal **po celotnem fluidu** (po vsej tekočini ali plinu) in to **enako v vseh smereh - pravokotno na vse ploskve**, ki so v stiku s fluidom.

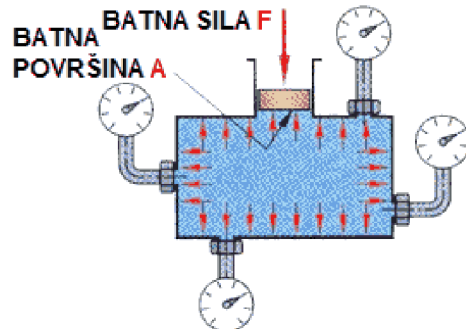
Če npr. stiskamo napihnjen in zavezan balon balon, na ta način dvigujemo tlak stisnjenega zraka v balonu. Povečanje tlaka se bo enakomerno razporedilo na vse površine balona:



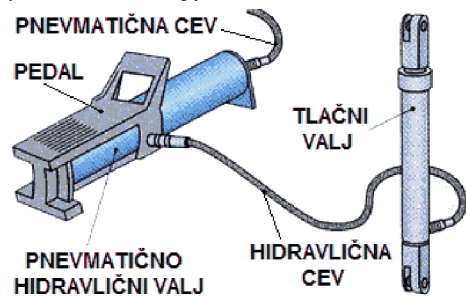
Tlak v zaprtem prostoru lahko povečujemo tudi tako, da zrak v zaprtem prostoru stiskamo z batom. Tudi v tem primeru se bo povečanje tlaka enakomerno porazdelilo na vse površine:



Manometer bo kazal enako vrednost, ne glede na to, kje ga namestimo:



Pnevmatično hidravlični valj Valj, ki pretvarja pnevmatično energijo v hidravlično:



Uporablja se predvsem v delavnicah, ki že imajo napeljeno pnevmatično omrežje. Pnevmatično energijo namreč zlahka pretvarjamo v hidravlično. Pri tem ne potrebujemo nobenih črpalk, obenem pa prihranimo pri prostoru in stroških.

Velike sile, ki so potrebne za ravnanje karoserije, ustvarimo tako:

1. Z ene strani dovajamo stisnjeni zrak pod tlakom 5-8 bar, iz pnevmatičnega omrežja.
2. Na drugi strani se ustvari tlak do 700 bar na hidravličnem olju. Tako visok tlak pa v tlačnem valju zagotavlja izjemno velike sile.

S pedalom lahko "fino" nastavljamo dovod zraka, in s tem tudi potrebno silo na tlačnem valju. Prim. Pretvornik tlaka.

Pospešek Sprememba hitrosti na časovno enoto, je posledica delovanja sile, **enota je [m/s²]**:

$$\text{pospešek [m/s}^2\text{]} = \frac{\text{sprememba hitrosti [m/s]}}{\text{čas spreminjanja [s]}}$$

Pomembno je **razumeti, kaj pomeni številčna vrednost pospeška**! Primer: pospešek 2 m/s² pomeni, da se bo predmetu v času 1 sekunde povečala hitrost za 2 m/s (npr. iz 1 m/s na 3 m/s). Pospešek je **vektor**, ker ima velikost in smer. Pove nam, **kako hitro se spreminja hitrost**. Kjer je pospešek, je **tudi sila** (drugi Netonov zakon).

S **silo teže** je povezana konstanta z oznako **g** - to je **težni** oz. **zemeljski** oz. t.i. **gravitacijski pospešek**, ki je enak **9,81 m/s²**. Za približno računanje vzamemo kar 10 m/s².

Pri **premem enakomernem gibanju** je pospešek enak **0**.

Pri **premem enakomerno pospešenem gibanju** je pospešek **konstanten** (npr. pri prostem padu).

Pri **enakomernem kroženju** se **spreminja le smer hitrosti** in je pospešek usmerjen proti središču kroga - to je **radialni** ali **centripetalni pospešek**. Pri pojemanju hitrosti je pospešek negativen in govorimo o **pojemku**, npr. -3 m/s².

Če uvedemo imena spremenljivk, dobimo za enakomerno pospešeno gibanje enačbo:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t}$$

- a ... pospešek [m/s²]
- v₂... končna hitrost [m/s]
- v₁... začetna hitrost [m/s]
- t ... čas [s]

Včasih je potrebno izračunati končno ali začetno hitrost:

$$v_2 = v_1 + a \cdot t \quad \text{oz.} \quad v_1 = v_2 - a \cdot t$$

Pri premem enakomerno pospešenem gibanju lahko izračunamo tudi pot:

$$s = \frac{v_2 + v_1}{2} \cdot t$$

s ... pot [m]

Če je začetna hitrost v₁ enaka 0, tedaj namesto v₂ pišemo v in enačbe se poenostavijo:

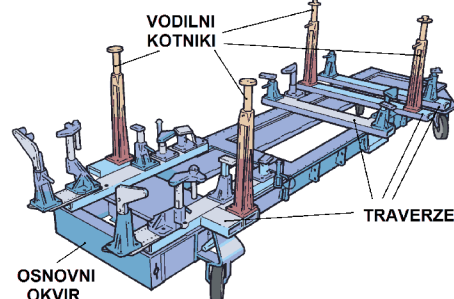
$$v = a \cdot t \quad \text{in}$$

$$s = a \cdot \frac{t^2}{2} \quad \text{oz.} \quad s = \frac{v \cdot t}{2}$$

Ravnalna miza Naprava za popravilo poškodb samonosnih karoserij. Sestavlja jo:

- Stabilen **okvir**, ki prevzame sile pri ravnanju. Okvir ima številne izvrtine za pritrnitev vodilnih kotnikov, prečne traverze pa okvir dodatno ojačajo.
- hidravlična **vlečna naprava**, ki ustvarja zadostno silo za ravnanje karoserije

S pomočjo merilnih pripomočkov lahko na ravnalni mizi izvajamo tudi meritve karoserije.

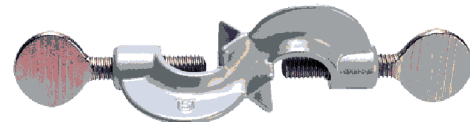


Ravnalna miza s stavkom vodilnih kotnikov

Ravnalna miza ima tri naloge:

- Na njej se **ugotavljajo poškodbe karoserije**. V nesreči poškodovano vozilo postavimo na vodilne kotnike, ki so pritrjeni na ravnalno mizo, glej geslo Kalibrirni merilni sistem za karoserijo. Če se lega vodilnih kotnikov ujema z merilnimi izvrtinami na karoseriji, potem karoserija ni deformirana.
- Na njej se **ravnajo karoserija**, ki se pritrdi na nosilni okvir ravnalne mize. Med ravnanjem deformiranih delov ravnalna miza prenaša vlečne sile.
- Uporabna je kot **varilna šablona**, s pomočjo katere lahko privarimo karoserijske dele na natančno pozicijo.

Prižema Spenjalna zveza, ki zapira obojestransko gibanje **s trenjem**. Izvedb je veliko, lahko je tudi **orodje v obliki loka z vijakom za spenjanje**: kovinska, lesena prižema. Prim. Plamensko varjenje - reducirni ventili za acetylen, Mufa, risba pod geslom Primerjalni merilniki. Razl. klema, spona. Sin. ločni priključek. **Prižemati**: tesno stiskati.



Prim. Hidravlična orodja za ravnanje.

Ravnalne naprave Uporabljajo se predvsem za ravnanje poškodovane karoserije. Z njimi lahko karoserijo tlačimo, vlečemo, podpiramo in upogibamo, pri čemer lahko sile zelo natančno nadzorujemo.

Razlikujemo **tlačne** in **vlečne** naprave. To so:

1. **Hidravlična orodja za ravnanje**
2. **Hidravlične ravnalne naprave**

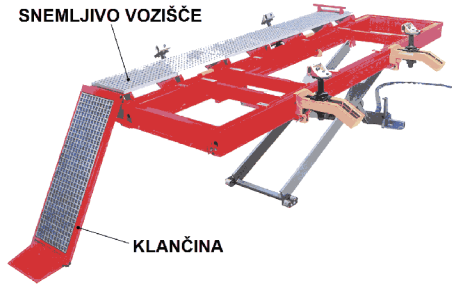
S. Ravnalni sistemi

Pred vsakim ravnanjem se izvaja **sidranje**, glej Sidranje ravnalnih naprav in vozila. Če ugotovimo, da so sestavni deli dna karoserije stisnjeni, zmečkani, natrgani, zviti ali odstopajo od simetrije, je

potrebne izvesti tudi [meritve karoserije](#).

Ravnalne naprave poganjamo s [hidravličnimi tlačilkami](#).

Ravnalni dvigni oder Stabilna ravnalna miza, ki jo lahko dvignemo na poljubno višino. Na vozišče potisnemo vozilo, ga zasidrano in nato vozišče odstranimo, da je vozilo dostopno z vseh strani.

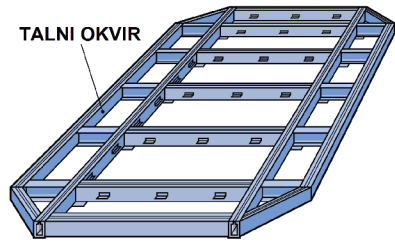


Ravnalni kotnik Glej Vodilni kotnik.

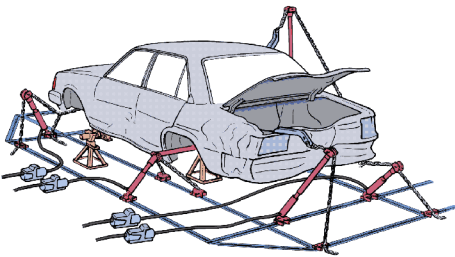
Ravnalni sistemi Postopki ravnanja karoserije, ki vključujejo posebne načine sidranja:

1. Ravnalni sistem s talnim sidranjem
2. Ravnalna miza z vektorskim principom

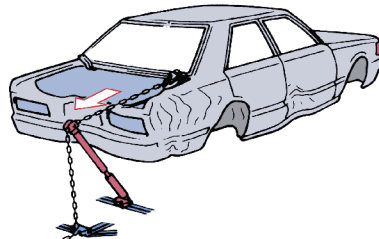
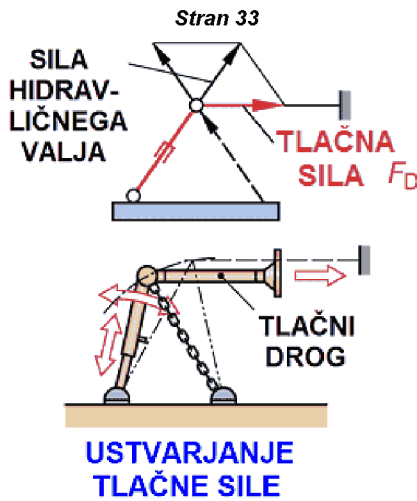
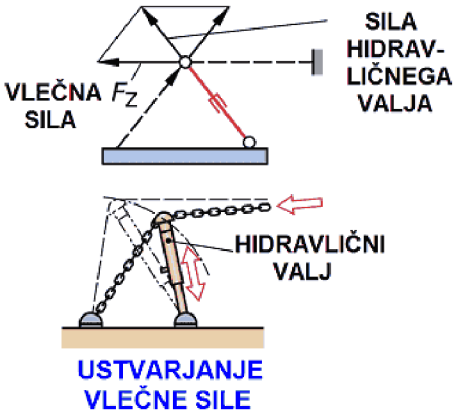
Ravnalni sistem s talnim sidranjem uporablja jekleni okvir, ki je zabetoniran v tla delavnice:



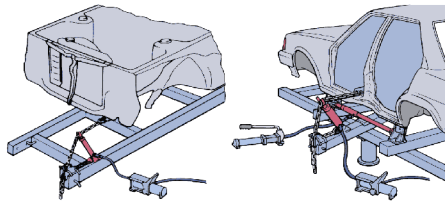
Primer talnega sidranja:



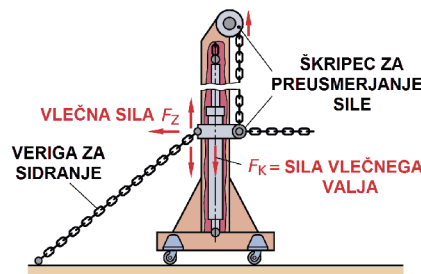
Vektorski princip pomeni, da dobimo želeno smer in velikost sile za ravnanje (vlečne ali tlačne) z vektorskim odštevanjem:



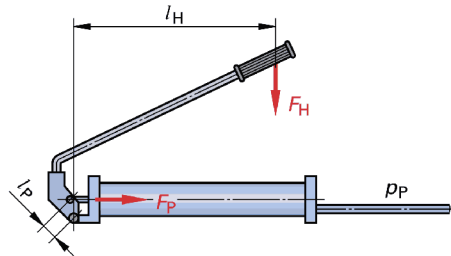
Ravnanje po vektorskem principu



Ravnanje na ravnalni mizi po vektorskem principu
Ravnalni stolp Ravnalna naprava, ki je primer- na predvsem za ravnanje karoserij tovornih vozil in avtobusov:



Ročna hidravlična tlačilka Pripomoček za ravnalne naprave v avtokleparski delavnici. Z njo lahko ustvarimo podobne tlake kot s pnevmatično hidravličnim valjem.



Sidranje Pritrjevanje, privezovanje s sidrom. Za razliko od vpenjanja se sidranje ponavadi uporablja za večje naprave ali večje predmete. Prim. Sidranje ravnalnih naprav in vozila, Vpenjalo.

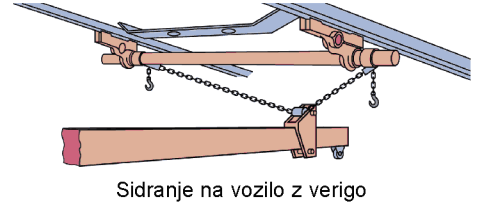
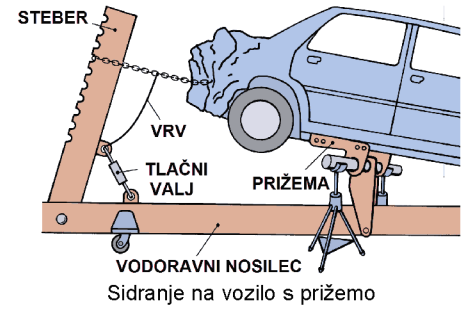
Sidranje ravnalnih naprav in vozila Če vozilo ne bo ustrezno zasidrano, ga bodo hidravlične sile premaknile in zato sploh ne bo prišlo do ravnanja. Načini sidranja:

- sidranje na vozilo
- sidranje na ravnalni mizi

Sidranje na vozilo

Najprej se na vozilo privijejo pritrdilne prižeme. Skozi luknjo v pritrdilnih prižemah se nato potisne trden drog. Na drog se nato z gibljivo zvezo pritr-

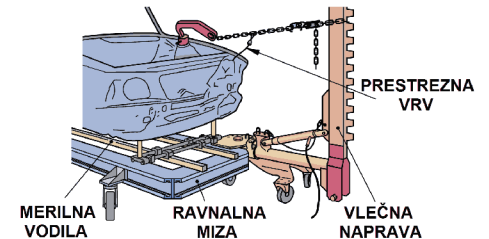
di vodoravni nosilec ravnalne naprave, pri tem imamo dve možnosti:



Sidranje na ravnalno mizo

Na ravnalno mizo sidramo vozilo [pri težkih poškodbah](#). Enega ali več ravnalnih nosilcev pritrdimo s pomočjo posebnih pritrdilnih spon direktno na ravnalno mizo.

Pod vozilo lahko namestimo še merilna vodila, da lahko med posameznimi ravnalnimi postopki natančno preverjamo lego karoserijskih delov. Ravnalne nosilce lahko hitro odpnemo in nato pritrdimo na nekem drugem mestu – na ta način omogočimo [hitrejši potek dela](#). Ravnalna miza omogoča pritrdjevanje [več ravnalnih naprav hkrati](#), da se lahko smer vleka med enim samim ravnanjem spreminja.



Sila Količina, ki meri [vpliv telesa na drugo telo](#). Ima velikost in smer, je torej **vektor**. Je vzrok pospeška, premikanja ali deformacije telesa.

Po 2. Newtonovemu zakonu velja:
sila = masa x pospešek
 $F = m \cdot a$

Enota za silo je **newton** N = [kg · m/s²]. Razlikuj med maso (količino snovi) in težo!

Vrste sil po vzroku:

sila teže $F_g = m \cdot g$
tlačna sila (pritisk) $F = p \cdot A$
mehanska sila, magnetna sila, električna sila itd.

Poznamo **ZUNANJE** in **NOTRANJE** sile, glej geslo Obremenitev.

Prim. Dinamometer, Napetost, Newtonovi zakoni, Tlak.

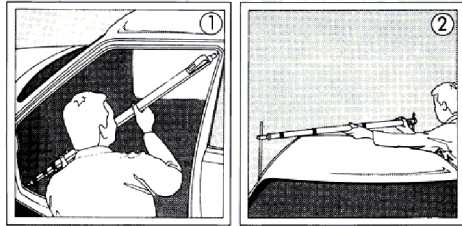
Središčno merilo Glej Centrirno merilo.

Teleskopsko merilo Raztegljivo merilo, ki nam v mnogih primerih olajša merjenje od točke do točke, še posebej pa v primerih, ko iščemo popolnoma premočrtno razdaljo med dvema točkama. Vsako teleskopsko merilo ima neko [minimalno dolžino](#), ki jo je možno odčitati - to je dolžina, ko je teleskopsko merilo popolnoma stisnjeno skupaj. Odčitavanje dolžine je možno:

- s pomočjo potujočega merilnega traku, ki se zavrti ob izvleku kateregakoli segmenta,
- elektronsko.



Pogosto je v teleskopsko merilo vgrajena (integrirana) **libela**, ki omogoča popolno vertikalno merjenje, popolno horizontalno merjenje, pri nekaterih teleskopskih merilih pa tudi merjenje pod določenim kotom. Sin. teleskopski meter. Teleskopsko merilo je pogosto uporabno pri avtokaroserijskih delih:



Za lažji dostop imajo nekatera teleskopska merila dodane konice:



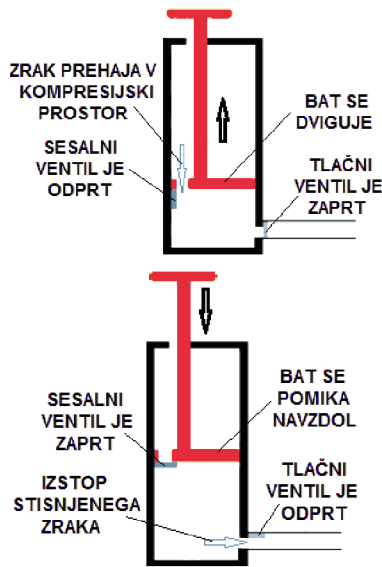
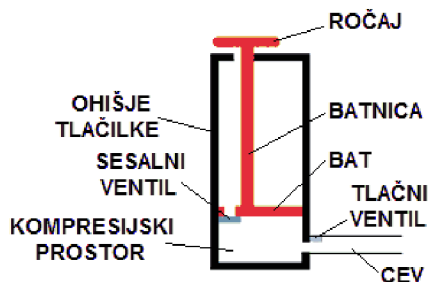
Imenujemo jih tudi paličasto šestilo:



Prim. Centrirno merilo.

- Tlačilka** Tlačna črpalka, ki močno dvigne tlak:
- **tekočine**, npr. vbrizgalna ~, visokotlačna ~, tlačilka za beton, malto, mazalna tlačilka itd., prim. Ročna hidravlična tlačilka
 - **plina**, npr. polni zaprt prostor s plinom - zračna tlačilka za kolo
 - **masti**, npr. tlačilka za mast pri mazanju z mastjo, glej Geslo Mazanja drsnih ležajev
- Prim. Kompressor.

Delovanje ročne zračne tlačilke za kolo:



Tlak v kolesnih pnevmatikah je pri kolesih višji kakor pri avtomobilih in znaša do 12 bar.

Tlak Sila na enoto površine:

$$p = \frac{F}{A} \quad [Pa = 1 \text{ N/m}^2]$$

F - sila [N]
A - površina [m²]
Prim. Pascalov zakon. Razlikuj **pritisk**, ki je sila - posledica tlaka.
Po mednarodnem merskem sistemu enot SI se za tlak uporablja merska enota **paskal** 1 Pa = 1 N/m².

Ostale merske enote za tlak pa so:

- bar [1 bar = 10⁵ Pa]
- tehnična atmosfera 1 at = 1 kp/cm² = 98066 Pa
- fizikalna atmosfera 1 atm = 1,013 bar
- (tlak na morsk gladini pri normalnih pogojih: temperatura 0°C, gostota zraka 1,29 kg/m³, zemeljski pospešek 9,8 m/s²)
- PSI [1 psi = 6895 Pa] ang. pound per square inch
- Pri merjenju krvnega tlaka** uporabljamo enoto **torr** (it. fizik Evangelista Torricelli 1608-1647):
1 torr = 1 mm Hg = 1/760 atm = 1/750 bar = 133,3 Pa

Razdelitev tlaka **glede na TLAČNA OBMOČJA**:

- **tlak okolice**
- **relativni tlak (nadtak, podtlak)**
- **absolutni tlak**

Tlak okolice, atmosferski (zračni) tlak oz. zunanji tlak je odvisen od vremenskih pogojev in od nadmorske višine. naša ~1,013 bar, oznaka: p_a (ang. ambient - okolica), p_o.

Tlak okolice lahko povečujemo ali znižujemo.

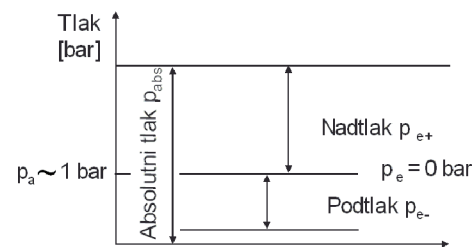
Relativni tlak ustvarimo z **mehanskimi silami**, npr. s kompresorjem. Lahko je negativen ali pozitiven. Označujemo ga z oznako p_r (**relativen**) ali p_e (lat. **excedens** - prekoračitev). Če ga izrazimo le s pozitivnimi vrednostmi, je lahko:

- **nadtak** p_{e+} (tudi p_n), kadar je p_r > 0 ali
- **podtlak** p_{e-} (tudi p_v), kadar je p_r < 0
- enak 0, kar zapišemo s p_e = 0

Absolutni tlak p_{abs} oz. p je vsota **atmosferskega** in **relativnega** tlaka:

$$p = p_a + p_r$$

Primer: če je p_{abs} = 0,7 bar in p_a = 1,0 bar, tedaj je p_r = -0,3 bar in p_{e-} = 0,3 bar



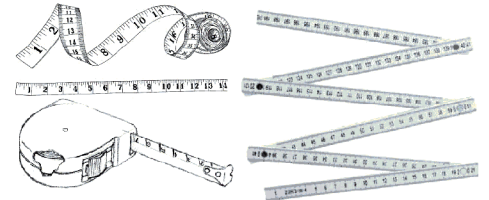
Razdelitev vrst tlaka **v pnevmatičnem omrežju**:

- primarni tlak
- delovni tlak
- **Primarni tlak** p_{prim} je tlak v pnevmatičnem omre-

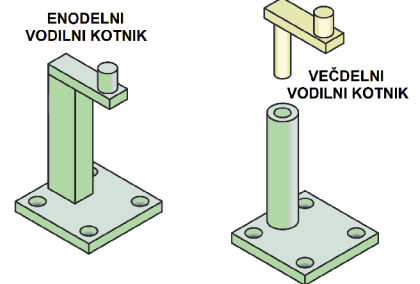
žju, ki ga ustvari kompresorska enota (kompresor + tlačna posoda). Je večji od delovnega tlaka in ni konstanten (njegove vrednosti nihajo). Odvisen je tudi od položaja meritve: tlak kompresorja, tlak v shranjevalniku.

Delovni tlak p_{del} je konstanten tlak v pnevmatičnem omrežju, ki je potreben za pravilno delovanje pnevmatičnih delovnih komponent na delovnem mestu. Lokacija: cevovodi od regulatorja tlaka do delovnih komponent. Običajno znaša 6 bar, zelo redko pod 4 bar ali nad 10 bar.

Tračno merilo Merilo z najboljšo natančnostjo 1 mm, ki je namenjeno za merjenje kratkih razdalj. V to skupino meril spada tudi zložljivo merilo (zidarski meter):



Vodilni kotnik Višinsko nastavljivo ravnilo, s pomočjo katerega se ugotavljajo poškodbe karoserije. Montira se na ravnalno mizo in vodi k točno določeni merilni točki karoserije. Ločimo **enodelne** in **večdelne** vodilne kotnike.



Enodelni vodilni kotniki prevzamejo težo vozila in tudi sile med ravnanjem karoserije. Med ravnanjem in varjenjem lahko ostanejo montirani in omogočajo stalno kontrolo mer. Že izravnane karoserijske dele fiksirajo in med ravnanjem drugih delov preprečujejo njihov premik. Na novo vstavljene in zvarjene dele karoserije držijo varno v njihovi legi. Za vsako vozilo potrebujemo poseben **stavek vodilnih kotnikov**.

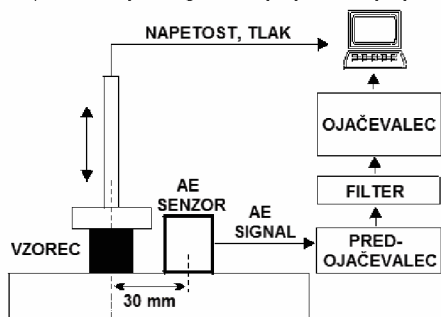
Večdelni vodilni kotniki so sestavljeni iz:

- **osnovnih enot**, ki so privite na ravnalno mizo in so za vse tipe avtomobilov enake;
 - **konic**, ki so različne za posamezne tipe vozil in so nataknjene na osnovno enoto z zatiči.
- Sin. ravnalni kotnik.

SPAJANJE - VARJENJE

VARJENJE, OSNOVE

Akustična emisija Zvočno valovanje, ki nastane zaradi **pokanja materiala** - podobno, kot da bi škripal z zobmi. S to metodo odkrivamo napake (razpoke) v času njihovega nastajanja oz. širjenja.



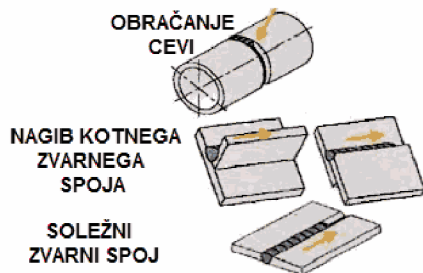
Prim. preiskave zvarov, defektoskopija, popravila.
Čisti var Glej zvar.

Gorilnik Grelna priprava, ki omogoča nadzirano gorenje plinskih ali tekočih goriv. Lahko je tudi naprava, ki oddaja toploto, npr. gorilnik za varjenje.

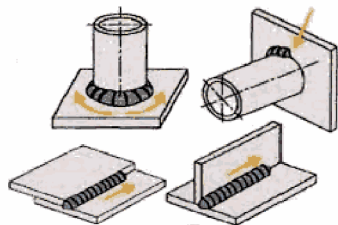
Kontrola zvarov Glej Preiskave zvarov.

Lege varjenja Po standardu SIST ISO 6947 označujemo lege varjenja z dvema velikima tiskanima črkama, pri čemer je prva črka vedno **P** (position), druga pa od **A** do **J**:

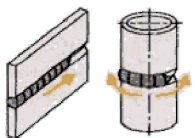
• **PA** - vodoravna pozicija temena zvara, pozicija varjenja navzdol; vsi soležni spoji; tudi prekrivni in T zvarni spoji s kotnimi zvari, če je varjenec pozicioniran v žlebu tako, da se vari navzdol



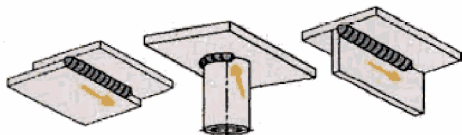
• **PB** - horizontalno vertikalna pozicija temena zvara, smer varjenja vodoravna



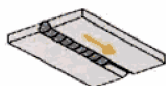
• **PC** - vertikalna pozicija temena zvara, horizontalna pozicija varilne žice



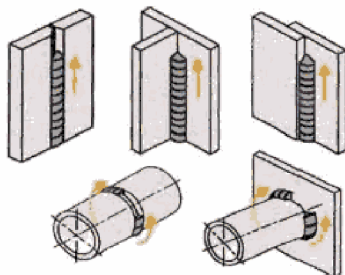
• **PD** - horizontalno vertikalna pozicija temena zvara, horizontalno varjenje nad glavo



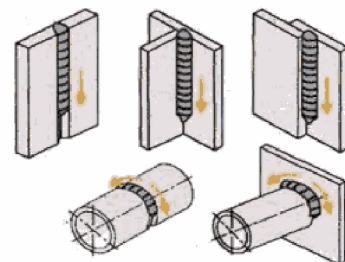
• **PE** - vodoravna pozicija temena zvara, varjenje nad glavo



• **PF** - vertikalno varjenje navzgor



• **PG** - vertikalno varjenje navzdol



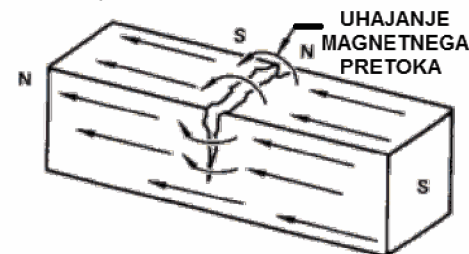
• **PH** - varjenje cevi navzgor



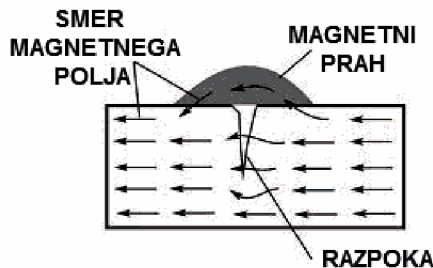
• **PJ** - varjenje cevi navzdol



Magnetna kontrola Neporušitvena metoda (defektoskopija) za detekcijo razpok, še posebej pri zvarih. Z magnetnim tokom odkrivamo **napake**, ki so nastale **na površini** materiala ali **tik pod površino**. Metoda lahko up. le pri feromagnetnih kovinah in zlitinah, predvsem pri železu in pri navadnih jeklih.



V preizkušancu najprej ustvarimo magnetno polje, da v materialu nastanejo magnetne silnice. Kjer so razpoke, nastanejo novi severni in južni pol, magnetne silnice pa se odklonijo, izstopijo iz materiala. Na preizkušane nato posipamo magnetni prah. **Razpoka** zaradi svojih odklonjenih silnic **privlači magnetni prah**, zato je magnetnega prahu okoli razpoke precej več kot drugje. Okrog razpok nastanejo **skupki**, ki jih zlahka opazimo s prostim očesom. Prim. preiskave zvarov, defektoskopija, popravila. Razl. Magnetna resonanca.



MMA Ang. Manual Metal Arc, kar pomeni ročno elektro obločno varjenje, glej geslo REO.

Napake v varu Osnovni **RAZLOGI** za napake so:

- nepravilne **prilave** na varjenje
- nepravilno izbrani **varilni parametri**
- nepravilni **postopek** ali **tehnika** varjenja

Napake pa lahko nastanejo tudi zaradi okoliščin, na katere varilec nima neposrednega vpliva: **sla-**

ba varivost materiala, **kvaliteta pomožnih materialov**, težki pogoji dela.

NAJPOGOSTEJŠE NAPAKE v zvaru:

1. **Vključki žindre** zaradi slabo očiščenih prehodnih varkov, neenakomerne varilne hitrosti, prevelikega premera elektrode, slabo vodene elektrode, preširokega nihanja elektrode.

2. **Poroznost**, najpogostejše zaradi preveč žvepla in fosforja v osnovnem materialu, tudi zaradi **neočiščene površine varjenca** (rja, maščoba, vlaga), vlažen plašč elektrode pri REO, prevelika jakost toka itd.

Pokljivost v vročem močno zmanjša **legiranje** vara **z Mn** (ki veže S v MnS), dodajanje grafita, tudi z ultrazvokom in z mehaničnimi vibracijami lahko preprečimo rast dendritov - med rastjo nastajajo izločki, ki povzročajo pokljivost. Poleg sušenja elektrode in zmanjšanja jakosti toka pomaga tudi **gretje** varjenca **pred varjenjem**, zamenjava vrste elektrod, zmanjšanje varilne hitrosti (da lahko mehurčki zapustijo talino).

Plinska poroznost zvarov pa je posledica nepopolnega izločanja plinov (najpogostejše ogljikovega monoksida) in je posledica **nezadostne zaščite** ali nepravilne dezoksicacije vara.

3. **Zajede** (razjede, izjede) povzroči premočan električni tok ali predolgi oblok.

4. **Razpoke** nastanejo zaradi nepravilnega razmerja med premerom elektrode in debelino pločevine; skušamo se jim izogniti z izbočenimi zvari; vpenjalne naprave morajo biti tako konstruirane, da dovoljujejo krčenje zvarov po varjenju - sicer se pri varjenju kaljivih jekel pojavijo razpoke (kaljiva jekla je potrebno variti z bazičnimi elektrodami in jih pred varjenjem ogreti na pribl. 200°C).

5. **Neprevarjen koren** lahko nastane zaradi prehitrega vodenja elektrode, prevelikega premera elektrode, slabo pripravljenih robov zvara, premajhne jakosti toka; popravilo: neprevarjen koren s spodnje strani izsekamo in ponovno zavarmimo.

6. **Oksidni vključki** se lahko pojavijo v zvaru zaradi nezadostne zaščite oz. dezoksidacije taline. **Železo** pri visoki temperaturi **dobro topi kisik**, pri ohlajanju pa ga **izloči v obliki FeO**, ki močno poslabša mehanske lastnosti zvara in je prav tako nevaren kot razpoke v zvaru.

Zelo neugoden je tudi **vodik**, ki se pri ohlajanju zvara izloča iz trdne raztopine in se obenem iz atomarnega spremeni v molekularno stanje ($2H \rightarrow H_2$). **Ustvarja praznine** (razpoke v hladnem: mikro razpoke, pore itd), ki nastajajo zelo dolgo po tem, ko je bilo varjenje že končano. Nastanku hladnih vodikovih razpok so najbolj podvržene strukture z visoko trdnostjo in trdoto.

7. **Notranje napetosti in deformacije** nastanejo zaradi neenakomernega segrevanja in ohlajanja med varjenjem in po njem. Večje deformacije so **pri tanjših pločevinah**, večje napetosti pa pri debelejših pločevinah (zaradi hitrejšega ohlajanja in s tem nastajanja martenzita in podobnih struktur ali celo razpok). Neželene strukture vodijo do pokljivosti v hladnem in poslabšanja mehanskih lastnosti zvarnega spoja. S primerno pripravo dela lahko le omilimo posledice. Nastajanju martenzita in podobnih neželenih struktur se izognemo tako, da **zmanjšamo hitrost ohlajanja zvara**. To naredimo tako, da **pregrevamo** varjenca na 200-400°C.

Pločevina se bo po ohlajanju zvila v tisto stran, na kateri je varek. Pred varjenjem jo lahko upognemo v nasprotno smer in po ohladitvi se bo zravnila. Enako velja za V zvare.

Smer deformacije je odvisna tudi od smeri varjenja. Pri varjenju navzven se bo kot po varjenju povečal - tudi to popravimo pred varjenjem. Pri jeklih z več kot 0,3% ogljika se lahko pojavi **velika trdota**, ker se je osnovni material v prehodnem področju zakalil. To preprečimo s **segrevanjem** materiala **pred varjenjem** na 150-450°C. Temp. je višja, če je količina ogljika in legirnih elementov v jeklu večja.

Pri malo in srednjeogljčnih jeklih lahko poslabšanje mehanskih lastnosti popravimo s kasnejšo normalizacijo (20-30°C nad črto GOS), s čemer spremenimo neugodno widmannstättenso strukturo v drobnozrnato.

Pri varjenju velikih konstrukcij moramo - ravno zaradi deformacij - sestaviti **varilni načrt**, v katerem je natančno predvidena priprava na varjenje, število, zaporedje in usmeritev varkov.

Navarjanje Nanašanje staljene kovine na predmet (obločno, plamensko ...), da na predmetu izboljšamo površino ali nadomestimo obrabljene material. Prim. metalizacija. **Navar**: glej zvar.

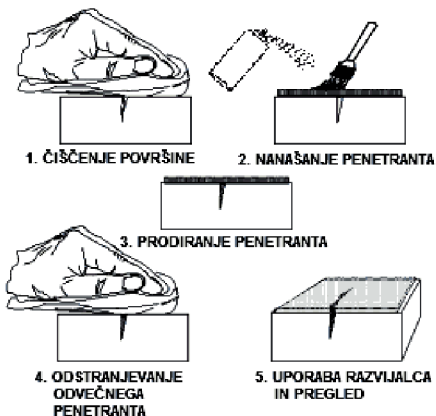
OFW Plamensko varjenje s kisikom in acetilonom, ang. Oxy-Fuel Welding.

Označevanje zvarov Glej Varjenje - risanje in označevanje zvarov.

Penetrantska kontrola Neporušitvena metoda (defektoskopija) za detekcijo razpok, npr. pri zvarih. Enostaven in cenen postopek, čeprav z njim odkrivamo le napake, ki so prodirne na površino materiala. Postopek se veliko up. v delavnicah, kjer je varjenje eden od najvažnejših procesov proizvodnje: za železo, lito železo, malo in močno legirano jeklo, aluminij, magnezij, baker in njegove zlitine, nikelj, titan, keramika, plastične mase, trdo gumo, steklo.

Vsak penetrantski sistem, ki se up. za preiskovanje površin, je sestavljen iz penetranta, čistila in razvijalca. Potek preizkusa s penetranti:

- Čiščenje površine:** mehansko, kemično, razmaščevanje z org. topili, čiščenje z vodno paro. Pri tem moramo paziti, da ne bomo napake zakrili.
- Nanašanje PENETRANTA:** z nabrizgavanjem, s čopičem, z namakanjem.
- Pronicanje penetranta** traja najmanj 15 minut.
- Odstranjevanje odvečnega penetranta** (s čistilom) in **sušenje površine**.
- Nanašanje RAZVIJALCA:** elektrostatično (suhi razvijalci), z nabrizgavanjem (mokri razvijalci).
- Razvijanje indikacije napake:** čas je praviloma predpisan s strani proizvajalca, najmanj 15 min.
- Indikacija napak:**
 - pri obarvanih (rdečih) penetrantih opazujemo barvasto sliko napake na belem polju: ob razpoki se ob belem prahu pojavi **rdeča črta**,
 - pri fluorescentnih penetrantih opazujemo sliko **s pomočjo UV svetlobe**.
- Čiščenje površine:** s površja odstranimo vse ostanke penetranta in razvijalca.



Penetranti so najvažnejša komponenta v sistemu. Izdelani so na bazi mineralnih olj z dodatki. Imeti morajo lastnost **dobre omočljivosti**, da je hitrost pronicanja penetranta v razpoke čim večja in da je čas učinkovanja na penetrant čim krajši.

Hidrofilni penetranti se spirajo z vodo, **lipofilni** pa z organskimi topili. Zaradi boljšega kontakta na belem polju so penetranti vedno obarvani (običajno rdeče) ali pa so **fluorescirajoči**.

Z **razvijalci** izvlečemo penetrant iz razpoke na belo površino pod vplivom kapilarnega učinka. Del:

- **suhi razvijalci** se običajno nanašajo elektrostatično kot bel prah na preizkušeno površino

- **mokri razvijalci** (bel prah, pomešan s suspenzijo) se nanašajo z nabrizgavanjem

Kot **čistilo** up. **vodo** le pri odstranjevanju **hidrofilnega** penetranta s površine preizkušane pene-

tranta. **Alkoholi ali klorirane org. spojine** pa so namenjeni razmaščevanju površine ali za odstranjevanje **lipofilnih** penetrantov. Neprijetne lastnosti alkoholov: nizka vnetišča (~10°C), klorirane org. spojine pa včasih razpadajo v fosgen (bojni strup). Da bi se temu izognili, lahko lipofilne penetrante očistimo s površine tudi s pomočjo **emulgatorjev**. Prim. preiskave zvarov, defektoskopija, popravila.

Preiskave zvarov Pravočasno odkrivanje napak v zvarih je za kvaliteto varjenja izjemnega pomena, ne glede na način varjenja.

Osnovni pregled vsakega zvara je **VIZUALEN**, glej Vizualne preiskave zvarov: kontrola zunanje izgleda (oblike) zvara, dimenzij, debeline in globine zvara, nastalih deformacij itd..

Nato zvar kontroliramo tudi **NA** predpisano **OBREMENITEV** (mehansko - npr. upogibni preizkus, korozijski, toplotno).

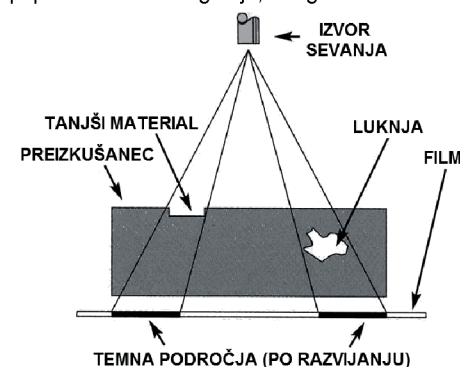
Sledijo **PREISKAVE ZVAROV Z NEPORUŠNIMI METODAMI**, glej geslo Defektoskopija. Zvari, ki danes izgledajo zelo lepo, se lahko že po enem letu ali prej porušijo zaradi obremenitev (mehanskih, toplotnih, korozijskih) ali tudi brez njih (npr. staranje). Skupna lastnost neporušnih metod je, da so zelo zanesljive in da **odkrijejo veliko več** kot vizualne metode in trdnostni / korozijski preizkusi skupaj. Zato bi morali biti vsi, ki imajo opraviti z varjenjem, opremljeni vsaj z enim neporušnim sistemom za odkrivanje napak v zvarih - vsaj s preiskavo s penetranti, ki je cenen postopek. Del.:

1. Preiskava zvarov **z X in γ žarki**. Prim. Radiografska metoda.
2. Preiskava zvarov **z ultrazvokom**. Prim. Ultrazvočna kontrola.
3. Preiskava zvarov **s penetranti**. Prim. Penetrantska kontrola.
4. Preizkus **z magnetnim tokom**. Prim. Magnetna kontrola.
5. Merjenje **akustične emisije**. Prim. Akustična emisija.

Priprava varjencev Glej Varjenje - priprava varjencev.

Radiografska metoda Človeku nevarna neporušitvena metoda (defektoskopija) za detekcijo razpok. **Radiografija:** fotografiranje z žarki X (rentgenski žarki). Na ta način se vrši **kontrola materialov** (npr. zvarov) ali **ionizirajočega sevanja**.

Ugotavljamo **intenziteto prehoda žarkov skozi material**. Prekinitve materiala (pore, luknje) žarkov **ne absorbirajo**. Absorpcija žarkov skozi osnovni material je poznana, morebitni **tujki** pa žarke **absorbirajo drugače**. Radiografski film pokaže **različne počrnitve** na območju preizkušanca, na osnovi česar sklepamo o vsebnosti por in tujkov v preizkušancu. Prim. preiskave zvarov, defektoskopija, popravila. Sin. radiografija, rentgenska kontrola.



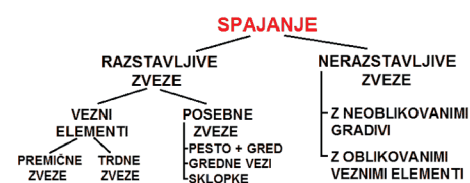
Rekristalizacija Nastanek novih kristalov v materialu ali mineralih, površnih v prejšnje (osnovno) stanje, npr. z zarjenjem hladno oblikovanih kovov. Prim. re-, ~sko žarjenje, prekristalizacija.

Spajanje Postopek, s katerim združujemo dva ali več delov v enega, da zagotovimo zveznost.

Spajati: vezati skupaj v novo celoto.

Vrste zvez glede na NAČIN RAZSTAVLJANJA: RAZSTAVLJIVE in NERAZSTAVLJIVE ZVEZE.

Seveda razstavljamo tudi nerazstavljive zveze, vendar jih tako imenujemo zato, ker v tem primeru **ne moremo več uporabiti istih** veznih **elementov za drugi spoj**.



Nerazstavljive zveze so pri razdelitvi glede na medsebojno premikanje označene **s poševno podčrtano pisavo**, razstavljive zveze pa so označene **s pokončno podčrtano pisavo**.

Posebna skupina so **zaskočne zveze**, ki so lahko razdružljive ali nerazdružljive.

Glede na **MEDSEBOJNO PREMIKANJE** ločimo:

1. **PREMIČNE ZVEZE**, ki omogočajo medsebojno premik ali zasuk posameznih delov ali sklopov. Vsebujejo oblikovane **vezne elemente**:
 - **gibalni vijak** oz. vreteno omogoča spreminjanje krožnega gibanja v linearno,
 - **vodila** in **ležaji** omogočajo linearni in/ali krožni pomik spojenih delov,
 - **členki** (tečaji, zgibi) omogočajo medsebojno vrtenje spojenih delov,
 - **orniki** zagotavljajo vrtljive spoje itd.
 Naprave s premikajočimi sestavnimi deli označimo tako, da jih prebarvamo **z rumeno barvo**.
2. **TRDNE ZVEZE**, ki jih delimo na:
 - a) Spajanje **s pomočjo neoblikovanih gradiv:** *lotanje, varjenje, lepjenje, kitanje, spajanje s preoblikovanjem, zatiskovanje.*
 - b) Spajanje **s pomočjo oblikovanih veznih elementov:** zveze z **razstavljivimi veznimi elementi** (vijaki, zagozde, mozniki, vskočniki, zatiči, razcepke itd.) in zveze z **nerazstavljivimi veznimi elementi** (kovice).

Posebna vrsta razstavljivih zvez so:

1. **ZVEZE PESTA Z GREDJO**, ki jih ločimo glede na **način prenašanja vrtilnega momenta** s pesta na gred ali obratno:
 - a) **Z obliko:** zagozde, mozniki, utorne gredi, poligonalni (K) čep itd.
 - b) **S trenjem (s silo):** spenjalna zveza, konični nased, obročne zagozde, elastični obroči itd.
2. **GREDNE VEZI**, ki so **toge** in **izravnalne**.
3. **SKLOPKE za vklapljanje, za prosti tek in momentne sklopke.**

Prim. Montaža, Spojina, Zapora, Vezni elementi, Zaskočne zveze, Zapah, Prižema.

TVP Kratica za **toplotno vplivano področje pri varjenju s taljenjem**. Kvaliteten zvar mora biti **homogen** in **žilav**, znotraj TVP pa **ni** nezaželenih **trdih** in **krhkih struktur** ali celo **razpok**. Strukture spremembe v zvaru si razlagamo s faznim diagramom, slika 4. TVP razdelimo na naslednje cone:

0-1: Taliina cona

Visoke temperature povzročijo **neenakomerno raztezanje** posameznih delov varjencev, **deformacije** so večje predvsem pri tanjših pločevinah. Iz taline nastane strjen zvar. Pri enoslojnem varjenju so **kristali podolgovati (dendritski)**, usmerjeni v smeri odvoda toplote. Značilna je groba struktura, žilavost je nekoliko manjša. Čezmerno **rast kristalov** lahko **preprečimo**:

- z **dodajanjem grafit** v aktivnih **elementov**,
- z **ultrazvočnimi** in mehaničnimi **vibracijami**.

Pri sobni temperaturi topi Fe le neznatne količine **vodika, dušika in kisika**, zato se med ohlajanjem ti plini izločajo: vodik difundira iz vara, dušik se izloča v obliki nitridov, kisik pa v obliki oksidov FeO, ki močno poslabšajo mehanske lastnosti vara. **Zaščita in dezoksidacija** taliine kopeli je torej nujno potrebna.

Žveplo in fosfor se pri ohlajanju vara izločata kot evtektika Fe-FeS in Fe-Fe₃P, ki povzročata **krhkost zvarov in nagnjenje k pokljivosti**. **Legiranje** vara z **manganom** (ki veže S) močno zmanjša občutljivost za pokljivost v vročem.

1-2: Delno taljenje

Med varjenjem so določen kratek čas obstajali talina in kristali (tako osnovni kot tudi dodajni material). Opažamo delne **nečistoče** in **neurenjenost** strukture.

Ferdinand Humski

2-3: Pregreta cona

Področje se začne tik pod tališčem in sega do 1.100°C. Značilna je rast kristalov, **grobozrnatost**, **velika trdota** in **nizka žilavost**, torej **poslabšanje mehanskih lastnosti**. Vrsta izoblikovane strukture je odvisna od hitrosti ohlajanja.

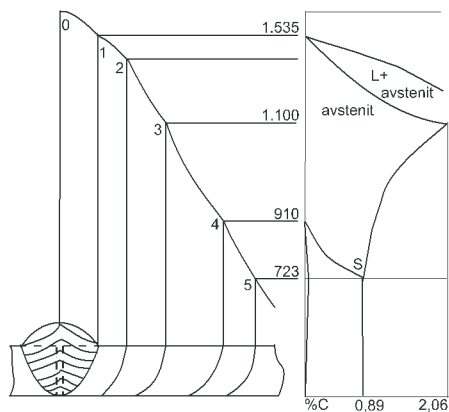
3-4: Cona avstenitizacije

Področje od 1.100°C do 900°C - cona **normalizacije**. Žilavost je relativno **visoka**. V primeru hitrega ohlajanja pride do **kaljaja**.

4-5: Delna prekrizalizacija

Temperature od 900 do 723°C. Perlit se je med procesom varjenja že spremenil v austenit. Pri podeltektoidnih jeklih je ferit kot čisto železo ostal v prvotni obliki ali pa se je po črti GOS spremenil v austenit. Pri nadevtektoidnih jeklih se sekundarni cementit po črti SE raztaplja v austenitu. Hitrost ohlajanja je pri varjenju običajno manjša od hitrosti segrevanja, v tej coni se prične sekundarna kristalizacija - povrnitev v **približno enako stanje kot pred varjenjem**.

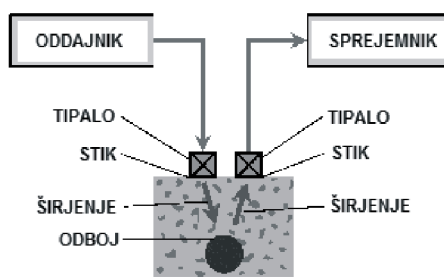
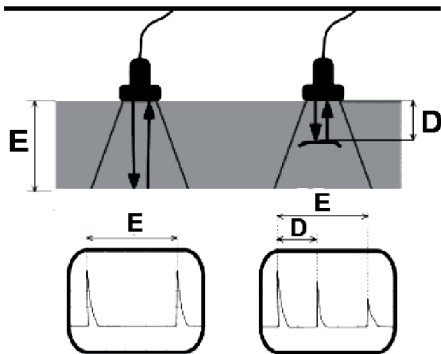
Od 5 do sobne temp.: področje brez strukturnih sprememb, lahko pa se pojavi **rekristalizacija** (pri predhodno hladno deformiranih jeklih, v območju med 400 in 600°C) in **umetno staranje** (izločanje drobnih **karbidov**, **nitridov** in drugih delcev **po mejah kristalnih zrn** v temp. območju od 250 do 300°C).



Prim. zvar, varivost, napake v varu, preiskava zvarov.

Ultrazvočna kontrola Neporušitvena metoda (defektoskopija) za detekcijo razpok, pogosto up. za kontrolo zvarov, za ultrazvočno kontrolo osi itd. Obstajata dve metodi:

- Impulzno-odbojna metoda.** Ultrazvok se širi od svojega izvora skozi material. Ko naleti na napako, se zvok delno odbije in vrne v aparat, ki to zabeleži. Iz časa, ki ga je zvok porabil za pot od aparata do napake in nazaj do aparata, lahko sklepamo na **globino napake**. Iz **intenzitete odboja** pa sklepamo na **velikost napake**.
- Resonančna metoda.** Merimo zvok po izstopu iz materiala. Intenziteta ujetega zvoka je merilo za homogenost materiala oz. za napake v tem delu materiala.



Prim. preiskave zvarov, defektoskopija, popravila. **Upogibni preizkus** Mehanski preizkus, ki se uporablja za določanje primernosti gradiva za upogibanje. Opravimo ga **na strojih za natezni preizkus**.

Preizkušavec ima okrogel, pravokotni ali kvadratni presek. Položimo ga med 2 podpori in ga v sredini obremenimo s silo F. Merilo sposobnosti za upogibanje je kot α , pri katerem se pojavi prva razpoke na zunanji površini preizkušanca oz. je rezultat kot 180°, če preizkušavec potisnemo med podporami brez pojava razpoke. Ta preizkus je zelo primeren **tudi za preizkušanje zvarov**.

Uvar Glej Zvar.

Varivost Sposobnost materialov, da se dajo variti, pri čemer na zvarnem mestu ne spreminjajo bistveno svojih lastnosti.

Na varivost odločilno **vplivajo**:

- **postopek** varjenja
- **vrsta osnovnega in dodajnega materiala**
- **debelina osnovnega materiala**
- **oblika** varjene konstrukcije
- **vrste in velikosti obremenitev**

Vrste varivosti:

- Globalna ali konstrukcijska varivost:** po varjenju mora material prenesti vse obremenitve, ki jih pri obratovanju oz uporabi izzove **celotna konstrukcija**. Ni dovolj, da je jeklo ustrezno samo lokalno, na mestu spoja. Pojem globalne varivosti zajema obnašanje materiala (npr. jekla) v konstrukciji: koncentracija napetosti v bližini spoja, v bližini zarez, menjava profilov, vpliv dinamičnih obremenitev, naravno staranje in menjava temperature.

- Lokalna varivost zajema:**

- Operativno varivost:** obnašanje materiala (jekla) med varjenjem. Na boljše ali slabšo operativno varivost vpliva: kemijske reakcije med varjenjem, homogenost / nehomogenost materiala, vsebnost plinskih mehurčkov, anorganskih nečistoč, dvoplastnost, oksidna skorja na površini.
- Tehnološko varivost,** ki je **dobra**, kadar je povezana z enostavnim tehnol. postopkom. **Slaba** tehn. varivost pa pomeni, da so potrebne dodatne tehnol. operacije za doseg končnega uspeha pri varjenju: predgrevanje, stalna delovna temperatura, žarjenje po varjenju.
- Metalurško varivost,** ki se nanaša na spremembe strukturnega stanja materiala. Čim manjše so te spremembe, zlasti po hlajenju, tem boljša je metalurška varivost. Odvisna je tudi od kemijske sestave in strukture. Kaljivi materiali pod normalnimi pogoji metalurško niso varivi. Npr.: orodno jeklo pod normalnimi pogoji ni metalurško varivo. Zato ga najprej toplotno obdelamo: predgrejemo oz. varimo pri stalni delovni temp. in poskrbimo za počasno hlajenje, da postane material metalurško dobro variv.

Ločimo naslednje **stopnje varivosti**: **garantirano varivost**, **dobro varivost**, **pogojno dobro varivost** in **slabo varivost**.

Za ugotavljanje varivosti rabijo **PREIZKUSI**:

- Posredno ugotavljanje varivosti**, pri katerih material ni podvržen toplotnim spremembam.
- Neposredno ugotavljanje varivosti** z varjenjem.

Med **posredno vrsto preizkusov** spada:

- Kemična analiza** materialov. Za dobro varivost imajo jekla do 0,20% C, do 1,6% Mn, do 0,55% Si, do 0,05% S in do 0,05% P.

Posebej **nezaželeno sta**:

- fosfor, ki povzr. **razpoke v hladnem stanju** in
 - žveplo, ki povzroča **razpoke v toplem stanju**
- Skupni delež žvepla in fosforja v jeklu ne sme presegati 0,12%, za garantirano varivost pa ne sme presegati 0,07%. Za delno presojo varivosti se je razvil pojem ogljikovega ekvivalenta:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

Jeklo je **dobro varivo**, če je $C_{eq} < 0,40$

Jeklo je **delno varivo**, če je $C_{eq} = 0,40 - 0,60$

Jeklo je **slabo varivo**, če je $C_{eq} > 0,60$

Zaradi povišanja C_{eq} prihaja do povišanja trdote v TVP in zvaru. Zveza med trdoto in C_{eq} :

$$HV_{max} = 1200 \cdot C_{eq} - 200$$

- Metalografske preiskave** nas seznanjajo o vrsti materiala, homogenosti, vključkih, načinu predelave, toplotni obdelavi. Na osnovi rezultatov lahko sklepamo na občutljivost materiala za toplotne spremembe.

- Ocenjevanje varivosti **na osnovi žilavosti**. Preizkušamo po predpisih izdelan preizkušavec. Rezultat preizkusa nam daje oceno glede nevarnosti krhkega loma.

Neposredno z varjenjem pa ugotavljamo:

- Metalurško varivost:** navarjanje in upogibanje ali križni preizkus. Pri tem se ne smejo pojaviti razpoke, žilavost pa ne sme pasti pod predpisano mejo.

- Konstrukcijsko varivost:** material navarimo in nato obremenjujemo. Ugotavljamo plastičnost TVP-ja oz. pogoje, pri katerih pride do porušitve.

- Pokljivost zvarov in nastanek vodikovih razpok** razkrivamo s posebnimi standardiziranimi testi. Prim. TVP, napake v varu.

Varjenje Spajanje dveh delov v neločljivo zvezo, pri čemer tvorita osnovni material in mesto varjenja **približno enako trdno celoto**.

Pri varjenju nastali spoj **obdrži** čim bolj **homogene in osnovnemu materialu enakovredne lastnosti**.

IDEALEN ZVAR bi imel popolnoma enako sestavo, zgradbo in lastnosti kot osnovni material.

Med seboj varimo enake ali različne kovinske materiale, plastične materiale, keramiko in steklo, tudi kombinacije npr. jeklo-keramika, jeklo-Al itd.

NAČINI SPAJANJA elementov pri varjenju:

- Talilno varjenje:** do povezave pride po **strjevanju** staljenega **materiala** v okolici stičnih površin. Uporabimo lahko tudi **dodajni material**, ki ima **približno enako tališče** kakor osnovni material (razl. lotanje).

Pri talilnem varjenju se je potrebno zavedati, da **okoljski zrak škodljivo vpliva na kvaliteto zvara**.

Kisik reagira z ogljikom in nastaja CO ali CO₂. Zaradi hitrega ohlajanja ostaneta ta dva plina ujeta v zvaru - posledica pa je **poroznost** zvara.

Kisik se z aluminijem veže v aluminijev oksid Al₂O₃ - nečistoča z visokim tališčem, ki **zmanjšuje varivost**.

Zaradi visokih temperatur razpada vodna para H₂O na kisik in **vodik**, ki že v zelo majhnih količinah povzroča velike probleme pri varjenju jekel in Al: v tekoči kovini se vodik topi, v trdni pa izhaja in zato povzroča **poroznost** ter **razpoke v hladnem**.

Dušik se spaja v nitride (npr. Fe₄N), ki zmanjšujejo raztezno materiala in omogočajo širjenje razpok.

Škodljivemu vplivu okoljskega zraka se izognemo npr. z varjenjem **pod zaščitnim plinom**.

- Varjenje brez taljenja:** do povezave pride zaradi **rekristalizacije**, ki je posledica plastične deformacije ob delovanju **mehanske energije** (pritisk, udarec, trenje). Delitev: **hladno** in **toplo varjenje s stiskanjem**. Prim. prekrizalizacija.

VRSTE VARJENJA - pregled postopkov:

- Varjenje s **KEMIČNO** energijo je talilno varjenje: **plamensko varjenje**, **alumotermično varjenje**.

- Varjenje z **ELEKTRIČNO** energijo:

- Talilno varjenje** je električno obločno varjenje, ki ga delimo na varjenje z:

- **odkritim** električnim oblokom: **ročno obločno varjenje** (REO), varj. **pod zaščitnim plinom** (s

taljivo elektrodo: **MAG, MIG**; z netaljivo elektrodo: **TIG** oz. **WIG**), varj. z ogleno elektrodo, varj. v atomarnem vodiku, varj. **s plazmo**, varjenje z elektronskim snopom v vakuumu

- **zakritim** električnim **oblokom**: varjenje pod letvo, varjenje pod praškom
- Vpliv **polaritete** - glej geslo Oblok.
- Vpliv vmesnega pretvarjanja na višje frekvence - glej **Varjenje z inverterjem**.

b) Varjenje s stiskanjem je **uporovno varjenje**, ki ga delimo na **prekrovno** (točkovno, bradavičasto in kolutno) ter **sočelno** (sočelno varj. s pritiskom in obžigalno varj.)

c) Uporovno talilni postopek: varj. pod žlindro

3. Varjenje z MEHANSKO energijo: **hladno** varjenje s stiskanjem, **toplo** varjenje s stiskanjem (kovaško varjenje), varjenje s **trenjem**, varjenje z **ultrazvokom**, **visokofrekvenčno** varjenje, **eksplozijsko** varjenje.

4. Varjenje Z RAZNIMI VRSTAMI energije:

a) Vrste talilnega varjenja: varjenje in rezanje z **laserjem**, varjenje z **vročim zrakom**, varjenje z **vročim orodjem**, v. z **elektronskim snopom**.

b) Varjenje s stiskanjem: **livarsko** varjenje, **difuzijsko** varjenje.

Pri varjenju je treba najprej pomisliti na **varnost**. **Splošne podatke** o nevarnostih pri varjenju najdemo pri posameznih geslih o gradivih, ki jih pri varjenju uporabljamo. Primer: cinkov oksid ZnO je nevaren plin, ki se razvija pri varjenju pocinkane pločevine (geslo **Pločevina** ali **Cink** ali **Cinkanje**). **Posebni ukrepi** pa so opisani pri vsakem posameznem načinu varjenja.

Gesli **Zvar** in **Zvarni spoj** pojasnjujeta oba pojma in risaje varjencev, geslo **Lege varjenja** pa opisuje delovne pozicije, v katerih se zvarni spoj izvaja.

Varjenje - primerjava tehnologij za spajanje Kovinjenje - varjenje:

Prednosti varjenja: prihranek materiala, ker ni potrebno prekritje. Večja je odpornost proti sunkovitim obremenitvam, krajši je čas izdelave.

Slabosti varjenja: dražja je kontrola kakovosti, deformacije so večje, pojavljajo se notranje napetosti in možnost krhkega loma.

Lotanje (spajkanje) - varjenje:

Prednosti varjenja: trdnost spajkanih spojev je manjša od varjenih.

Slabosti varjenja. Spajkanje je bolj primerno:

- pri spojih cevi s tankimi stenami,
- pri težko dostopnih spojih,
- kadar se moramo izogniti spremembam v strukturi materiala, ki jih varjenje povzroči,
- pri spajanju materialov, ki so občutljivi na notranje napetosti (npr. karbidne trdine).

Litje - varjenje

(izbira med varjeno konstrukcijo in ulitkom):

Prednosti varjene konstrukcije:

- niso tako občutljive na sunkovite obremenitve, zato so lahko stene varjencev tanjše,
- pri manjšem številu izdelkov so proizvodni stroški varjencev manjši.

Slabosti varjenih konstrukcij: pri večjem številu izdelkov se zaradi stroškov odločimo za ulitke.

Kovanje - varjenje:

Prednosti odkovkov:

- imajo boljši potek vlaken in večjo žilavost,
- struktura materiala je boljša,
- pri izdelkih enostavnih oblik se raje odločimo za kovanje kakor za varjenje.

Prednosti varjenih konstrukcij: za varjeno izvedbo se odločimo pri večjih in bolj zapletenih tehničnih izdelkih.

Varjenje - priprava varjencev Zvar je toliko kvaliteten kolikor je kvalitetna priprava varjenca! Pripravi zvarnega mesta je potrebno posvetiti **posebno pozornost**, kajti malomarnost se nam maščuje s težavami med varjenjem in s slabšo kakovostjo zvarov.

Priprava varjencev zajema:

- priprava žleba (zvarnih robov)
- čiščenje
- vpenjanje

PRIPRAVA ŽLEBA

Zvarne robove obdelamo s škarjami, plamenskimi rezalniki, brusilkami, skobeljnimi stroji itd., da naredimo prostor za zvar. Špranja mora biti enakomerno široka. Lahko jo podložimo z bakreno letvijo. Med varjenjem leži talina na letvi, a se z njo **ne sprime**.

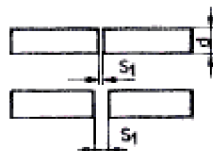
Tanjših pločevin ni treba posebej pripravljati za varjenje. Zvar na privihu je prikazan pod geslom Zvarni spoj in je primeren za debeline do 2 mm. Pločevini stisnemo tesno skupaj, brez špranje, pri tem pa je pomemben tudi medsebojni položaj:

a) Če ležita pločevini v isti ravnini, privihamo robova obeh pločevin.

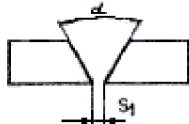
b) Kadar pa stojita pločevini pravokotno druga na drugo, privihamo rob samo eni pločevini.

Pločevine **do 3 mm debeline** sočelno varimo samo z ene strani, razdalja $S_1 = 0 - 2$ mm.

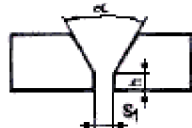
Do 6 mm debeline varimo pločevine z obeh strani, razdalja $S_1 = 2 - 3$ mm.



Pločevine **debeline 4 - 12 mm** na mestu zvara posevno **odrežemo** ali **odrežemo** (pripravimo ZVARNI ROB oz. zvarni ŽLEB - prostor za zvar), pri tem je razdalja $S_1 = 2 - 3$ mm:

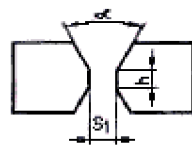


Tudi pločevine **debeline 8 - 20 mm** na mestu zvara posevno **odrežemo**, varimo enostransko s 140 A in elektrodo $\phi 3,25$, pri tem je $S_1 = 2 - 3$ mm, $h = 2 - 4$ mm, $\alpha = 60^\circ$:

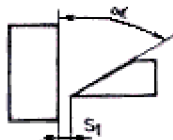


Žlebove **nad 20 mm** moramo variti **z več varki**. Vsak izdelan varek **brusimo in očistimo posebej!**

Posebej delele pločevine 12 do 40 mm varimo z obeh strani - **X var ali dvojni U var** s $130 - 180$ A in elektrodo $\phi 3,25 - 4,0$; $S_1 = 2 - 3$ mm, $h = 2 - 4$ mm, $\alpha = 60^\circ$:



Kotne zvare lahko varimo pri manjših debelinah brez priprave robov, pri večjih debelinah (npr. 4 do 12 mm) pa jih pripravimo z ene ali obeh strani, 140 A in elektrodo $\phi 3,25$, $S_1 = 1 - 2$ mm, $h = 2 - 4$ mm, $\alpha = 60^\circ$:



Če bi debelejšje pločevine varili z obeh strani brez pripravljanja robov, bi ostane med varoma nezavarjena špranja, ki **deluje kor zarez**. Zato je debelejšje robove bolje obdelati, da nastane **zvar čez vso debelino pločevine** - takšen zvar je zanesljiv tudi pri dinamičnih obremenitvah.

V nekaterih primerih oblike strojnih delov **že same po sebi oblikujejo zvarni žleb** in zato priprava robov sploh ni potrebna - npr. varjenje dveh cevi, ki sta postavljeni vzdolžno druga k drugi.

ČIŠČENJE

Povišina mora biti tik pred varjenjem kovinsko čista. Oksidirane (rjaste), zamaščene ali pobarvane površine ne otežujejo le postopka varjenja (vžig obloka itd.) ampak povzročajo tudi vključke v

zvaru in razvijanje plinov, ki varilcu škodujejo. Površine torej očistimo rje in maščob.

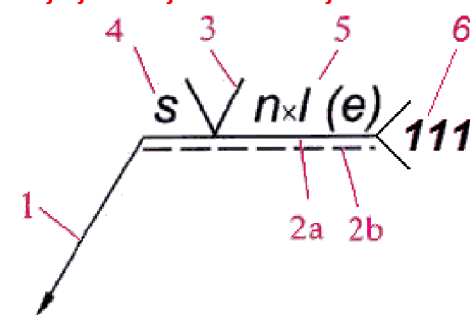
VPENJANJE

Pred varjenjem postavimo oba varjenca v pravilno medsebojno lego. Nato ju lahko:

- takoj zavarimo ali
 - najprej samo spenjamo in nato zavarimo
- Varjena spenjamo tako, da na več mestih naredimo kratke vare.

Spenjanje pride v poštev pri posamični proizvodnji. V serijski proizvodnji pa uporabljamo posebne **vpenjalne priprave**, s katerimi na enostaven način pritrdimo sestavne dele v natančno medsebojno lego, s pravilno širino špranje itd.. Vpenjalne naprave se tudi ne smejo deformirati pod vplivom temperaturnih raztezkov.

Varjenje - risanje in označevanje zvarov



1 - kazalna črta

2a - polna referenčna črta

2b - črtkana referenčna črta

3 - simbol za obliko zvara

4 - podatek o debelini zvara

5 - podatek o dolžini zvara

6 - postopek varjenja:

1 električno obločno varjenje 11 obločno varjenje brez plinske zaščine 111 obločno varjenje z oplasčeno elektrodo 12 obločno varjenje pod praškom 131 varjenje MIG 135 varjenje MAG 141 varjenje TIG 2 uporovno varjenje 21 točkovno varjenje 221 kolutno prekrovno varjenje 23 bradavičasto varjenje 24 sočelno varjenje z obžiganjem 25 sočelno varjenje s stiskanjem 3 plamensko varjenje 311 varjenje s kisikom in acetylenom 4 varjenje v trdnem stanju s pritiskom 7 drugi postopki varjenja 72 varjenje pod žlindro 74 induktivno varjenje 9 lotanje 91 trdo lotanje 912 trdo plamensko lotanje 916 trdo induktivno lotanje 94 mehko lotanje 942 mehko plamensko lotanje 944 mehko lotanje v kopeli talila

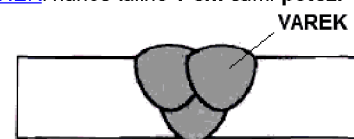
Vizualne preiskave zvarov Neporušna preiskava zvara, ki izkorišča elektromagnetno valovanje svetlobe v **vidnem področju**. Glavni senzor pri takšnih preiskavah je človeško oko.

Zvar Zvarjeno mesto, vključno **s snovjo, ki se ob varjenju pretali** ali pa je **spremenilo strukturo** (pri varjenju brez taljenja).

Razl. Zvarni spoj. Prim. Varjenje.

Osnovni pojmi:

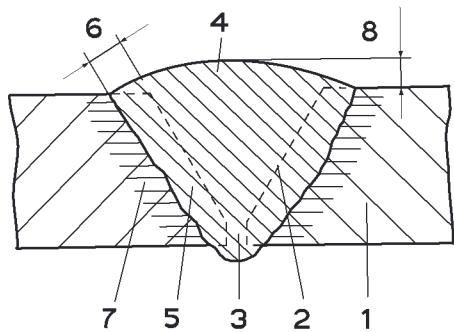
- **ČISTI VAR:** tisti del vara, v katerem je prisoten **samo dodajni material**
- **KOREN ZVARA** je **spodnji, ozki del zvara** (3)
- **NAVAR** je **var pri navarjanju**, glej navarjanje
- **TEME ZVARA** je **širši del zvara**, ki se dviga nad površino osnovnega materiala (4)
- prehodno področje **TVP** (7) je področje **osnovnega materiala ob zvaru**, ki je bilo segreto nad temperaturo premene (723°C)
- **UVAR** je globina, do katere je bil **raztaljen osnovni material** (5)
- **VAR:** strjen material, ki se je pri talilnem varjenju **raztalil**, pri varjenju z mehansko energijo pa **samo omehčal** ter se pri tem tudi rekristaliziral; var je lahko sestavljen iz poljubnega števila varkov
- **VAREK:** nanos taline v **eni sami potezi**



- **ŽLEB** je zvarni rob; varimo lahko **brez žleba**

Ferdinand Humski

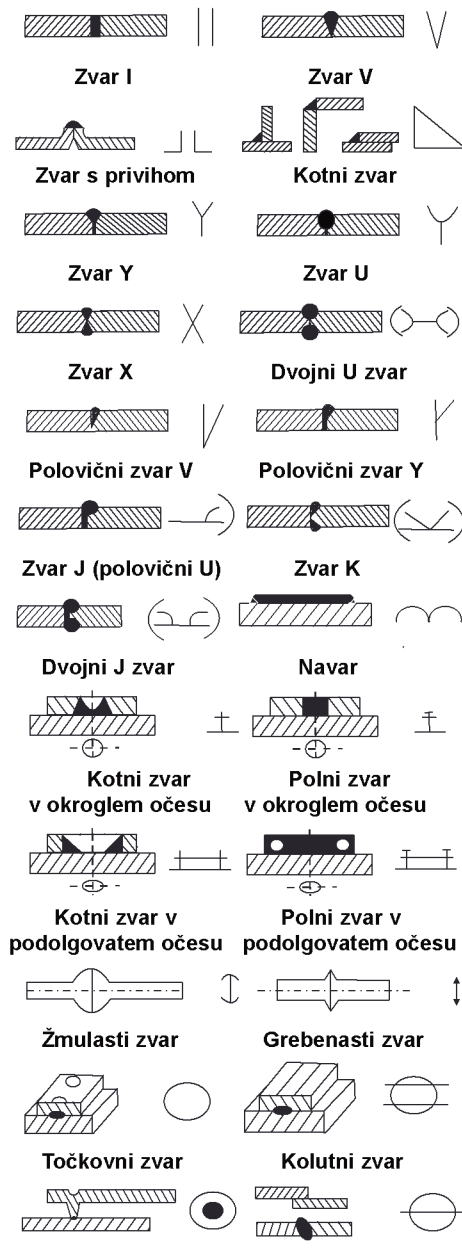
(brez priprave zvarnega roba), v naravnem žlebu (brez posebne obdelave robov) ali v posebni oblikovanem žlebu



1 - osnovni material, 2 - stranica žleba, 3 - špranja žleba oz. koren zvara, 4 - teme žleba, zvara ali navara, 5 - uvar, 6 - globina uvara, 7 - prehodni pas (TVP), 8 - višina temenske izbokline vara

Po **KONTINUITETI** so zvari lahko **prekinjeni** ali **neprekinjeni**. Prekinjeni zvari se med seboj ločijo po zaporedju nanašanja posameznih varkov.

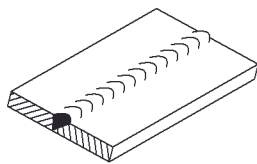
Urste zvarov in njihovi simboli:



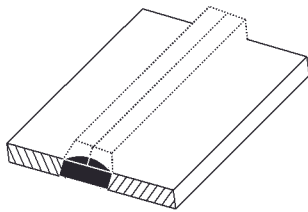
Zvarni spoj Celota, napravljena z varjenjem. Obsega **zvar** z večjo **okolico** in možnimi dodatnimi spojnimi elementi. Razl. Zvar.

VRSTE ZVARNIH SPOJEV:

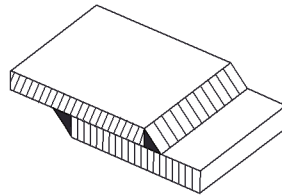
Stran 40



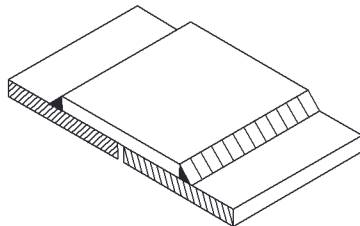
Pri **soležnem spoju** se dva dela stikata s koncevma. Do debeline **3 mm** varimo samo z ene strani, do **6 mm** pa z obeh strani. V žlebu z obliko črke V varimo do **20 mm** debeline, za **večje debeline** pa ima zvarni žleb obliko črke X ali črke U. Risba prikazuje soležni spoj z V zvarom.



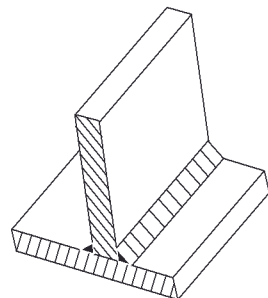
Soležni spoj s privihom nastane z varjenjem stikajočih se privihanih delov. Primeren je le za debeline do 2 mm. Privih se pri varjenju ne zravna.



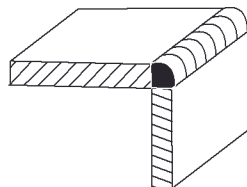
Prekrivni spoj je spoj na dveh delih, ki se prekrivata. Risba: prekrivni spoj s kotnim zvarom.



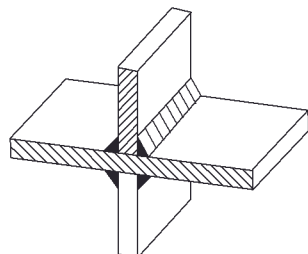
Zaplatni spoj nastane z varjenjem zaplate na osnovni del. Slika prikazuje primer s kotnim zvarom.



T-spoj oz. spoj T je spoj dveh delov, ki tvorita črko T. V našem primeru: T-spoj s kotnima zvaroma.

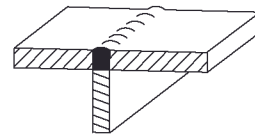


Vogelni spoj spaja dva dela, ki sta približno pravokotna med seboj. Na risbi: vogelni spoj z izbočenim kotnim zvarom.

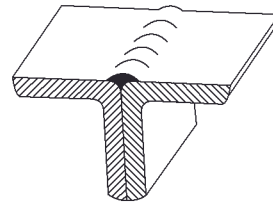


Križni oz. dvojni T-spoj je spoj treh delov, ki se kri-

žajo. V našem primeru: križni spoj s kotnimi zvari.



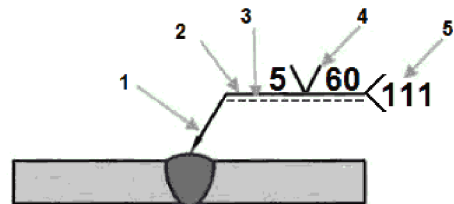
Večdelni spoj, imenovan tudi trodelni spoj T, je spoj treh delov, ki s čeli tvorijo štirioglat žleb. Prikazujemo večdelni spoj z I zvarom.



Skladovni spoj povezuje soležne profile. Na risbi je skladovni spoj z Y-zvarom.

Označevanje zvarnih spojev v tehnični dokumentaciji določa standard SIST ISO 2553. Najpomembnejše oznake zvarnih spojev so:

- 1 - **kazalna črta** s puščico; zvar je lahko na isti ali nasprotni strani kazalne črte
- 2 - **neprekinjena** (B) referenčna črta; če je simbol zvara narisana na njej, se zvar (teme zvara) nahaja na tisti strani, ki jo kaže puščica
- 3 - **prekinjena** (F) referenčna črta; če je simbol narisana na njej, se zvar (teme zvara) nahaja na nasprotni strani od prikaza puščice
- 4 - **debelina** zvara; s črko **a** se pri kotnem zvaru označi višina zvara - npr. a5 pomeni višina 5 mm; s črko **z** se označi dolžina kraka zvara - npr. z4; s črko **s** se označi višina pri V, Y, soležnih in privihanih zvarih, **vrsta** zvara (simbol za zvarni spoj) in **dolžina zvara**; v oklepaj lahko dodamo razdaljo med zvari, če je zvarov več - npr. 2x40 (20) pomeni dva zvara dolžine 40 mm, med njima 20 mm brez
- 5 - **postopek varjenja**: 111 - REO (MMA), 121 - obločno varjenje pod praškom z žico, 131 - MIG, 135 - MAG, 136 - MAG s stržensko žico, 137 - MIG s stržensko žico, 141 - TIG, 15 - obločno plazemsko varjenje, 311 - plamensko varjenje s kisikom in acetilenom (OFW), 81 in 83 - plamensko rezanje, 912 - plamensko spajkanje



Prim. zvar, varjenje.

Žleb Podolgovata vdolbina, pogosto polkrožne oblike, npr. **za prestrežanje deževnice na strehi**. Žleb je lahko tudi **zvarni rob**. **Žlebljenje**: vtiskovanje žlebov v pločevino, npr. **za ojačanje** velikih pločevinastih delov, sodov, posod, omaric ipd. Razl. zgibanje, robljenje. Prim. zvar, upogibanje.

Žlindra

1. **Raztopina oksidov**, ki nastane pri taljenju rud in rafiniranju kovin. Npr. plavžna žlindra (ki nastaja pri taljenju rude v plavžu), kislja žlindra (ki vsebuje mnogo kremenca). Iz žlindre izdelujejo portland cement, žlinderno volno, zidake, cestni ali železniški gramoz.
2. Izvarek.

PLAMENSKO VARJENJE IN REZANJE

Acetilen Tehnični **etin** s kemično formulo C_2H_2 in s trojno vezjo $HC\equiv CH$. Zaradi primesi (fosforjev hidrid PH_3 in vodikov sulfid H_2S) ima neprijeten vonj po česni in je strupen. Brezbarven plin, čist je rahlo sladkobnega vonja, nekoliko lažji od zraka ($1,17 \text{ kg/m}^3$), kurilna vrednost $49,9 \text{ MJ/kg}$, vrelišče -75°C , samovžig pri 305°C . Topen je v vodi in acetonu. Razl. etilen (eten). Prim. Jeklenke, Karbidi.

Pridobivanje:

- iz kalcijevega karbida (CaC_2), glej geslo Karbidi,
- s pirolizo metana pri 1400°C , pri čemer se atomi povežejo v acetilen; to je trenutno najpomembnejši proizvodni postopek

Lastnosti:

Acetilen je **eksploziven brez zraka** ali **na zraku**:
 • Če čistemu acetilenu, ki je shranjen **brez zraka** v zaprtem prostoru (npr. v jeklenki), **povečamo tlak nad 3 bare**, acetilen disociira - to je eksotermna reakcija, ki sama sebe pospešuje
 $C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2 + 222,7 \text{ kJ/mol}$

Zgornja reakcija se sproži tudi pri nižjih tlakih, npr. zaradi **udarca**, ali pa tlak povzroči **povišana temperatura**, npr. požar. Če ni hlajenja, se tlak nezadržno povečuje in eksplozija je neizogibna.
 • Tudi če čistemu acetilenu **brez prisotnosti kisika ne povečujemo tlaka**, pride pri temperaturah **nad 400°C** do polimerizacije acetilena v vinilacetilen, benzen ipd. - kar pa so tudi eksotermne reakcije, ki povzročajo eksplozijo.

• Če je plin acetilen ujet v neki posodi, ki jo obkrožja **zrak** (preluknjana pločevinka, balon itd.) in mu dovedemo **plamen** ali ga **segrejemo** vsaj na **305°C** , se bo sprožila **reakcija hitrega zgorevanja**, posledica katere je pok (eksplozija). **Zmesi acetilena z zrakom so eksplozivne** v mejah od 2,8 - 75 vol% (zelo široko območje).

Preprečevanje nevarnosti eksplozije acetilena → glej geslo Plamensko varjenje - varnostni ukrepi.

Če pa znamo dovolj natančno nastavljati pretok acetilena in kisika, ustvarimo pogoje za nadzirano zgorevanje acetilena. Acetilen gori z močno svetlečim sajastnim plamenom, ki pri zgorevanju z več kisika postane nesvetleč.

Uporaba:

V tehniki je acetilen eden najpomembnejših plinov. Uporablja se pri organskih kemijskih sintezah in za avtogeno (plamensko) varjenje, lotanje, metaliziranje itd.. Zaradi velike energije so temperature pri sežigu zelo visoke, pri **avtogonem varjenju** (gorenje v čistem kisiku) presegajo 3.200°C .

Včasih so ga uporabljali tudi za razsvetljavo (karbidovke) in v medicini za narkozo.

Aceton Brezbarvna, hlapljiva in vnetljiva tekočina z značilnim vonjem. Kemijsko ime: 2-propanon, $CH_3-CO-CH_3$. Plamenišče -20°C , vrelišče 56°C , meja eksplozivnosti 2,8 - 12,8 vol %. Z vodo in etanolom se meša v vseh razmerjih.

Je pomembno polarno topilo in sredstvo za ekstrakcijo. Ker topi acetilen, se uporablja v acetilenskih jeklenkah.

Alkani Nasičeni alifatski ogljikovodiki, C_nH_{2n+2} , majhna reaktivnost. Imena alkanov imajo **sistematično končnico -an**, od petega člena te homologne vrste naprej so izpeljana iz grških ali latinskih števnikov, ki označujejo število C-atomov:

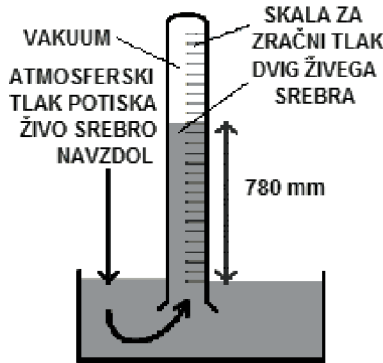
CH_4	metan	C_2H_6	etan	C_3H_8	propan
C_4H_{10}	butan	C_5H_{12}	pentan	C_6H_{14}	heksan
C_7H_{16}	heptan	C_8H_{18}	oktan	C_9H_{20}	nonan
$C_{10}H_{22}$	dekan	$C_{11}H_{24}$	undekan	$C_{12}H_{26}$	dodekan
$C_{13}H_{28}$	tridekan	$C_{14}H_{30}$	tetradekan		
$C_{15}H_{32}$	pentadekan	$C_{16}H_{34}$	heksadekan		
$C_{17}H_{36}$	heptadekan	$C_{18}H_{38}$	oktadekan		
$C_{19}H_{40}$	nonadekan	$C_{20}H_{42}$	eikozan		
$C_{21}H_{44}$	heneikozan	$C_{22}H_{46}$	dokozan		
$C_{23}H_{48}$	trikozan	...			
$C_{29}H_{60}$	nonakozan	$C_{30}H_{62}$	triakontan		
$C_{31}H_{64}$	hentriakontan	...			

$C_{40}H_{82}$ tetrakontan $C_{50}H_{102}$ pentakontan
 ... $C_{100}H_{202}$ hektan

Sin. parafini.

Avtogen Samoroden, samonikel. **Avtogeno rezanje, varjenje**: varjenje s plamenom, ki nastaja pri zgorevanju plina v kisiku in s toploto, ki jo daje zgorevanje (v kisikovem curku) samega varjenega železa. Prim. plamensko varjenje.

Barometer Naprava za merjenje **absolutnega** zračnega tlaka:



Živosrebrni barometer

Najpomembnejša tipa b. sta **živosrebrni** in **aneroidni** (kovinski) b.. Prim. manometer.

Butan Lahko vnetljiv in brezbarven plin s formulo C_4H_{10} , obstaja v dveh izomerih: n-butan $CH_3CH_2CH_2CH_3$ in izobutan $CH_3CH(CH_3)_2$. Vrelišče od -1 do $+1^\circ\text{C}$, vnetišče pri 366°C , ustvari lahko eksplozivne mešne pare in zraka. Na svetlobi se razgradi na CO_2 in vodo. Prim. Alkani.

Uporaba:

Ker ga je lahko utekočiniti, se uporablja kot:

- gorivo za plinske štedilnike
- hladilno sredstvo v hladilnikih, namesto ozonu škodljivega freona - koda izobutana je R600a

Ker in visoko vrelišče, je potrebno pri večjih sistemih in nižjih temperaturah uporabljati tudi izparilnike plina, lahko pa butan mešamo s propanom in tako znižamo vrelišče - gospodinjiski plin je mešanica 35 % propana in 65% butana.

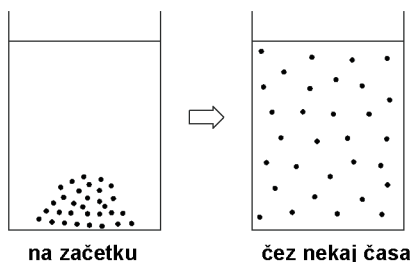
Difuzija Lastnost raztopine: težnja po enakomerni razporeditvi ene snovi v drugi.

Gibanje majhnih delcev (npr. molekul) **v smeri nižje koncentracije je spontano** (samo od sebe) in traja, dokler se ne vzpostavi ravnotežje. Je termodinamičen proces, ni rezultat kemijskih reakcij in ne nastane zaradi delovanja zunanjih sil.

Majhni delčki v plinih in tekočinah se namreč nenehno premikajo, lahko pa se premikajo tudi v trdnih snoveh. Če razporeditve atomov v obeh snoveh to dopuščajo, tedaj pride do difuzije.

Praktični primeri difuzije:

- če kanemo kapljico barvila v kozarec z mirujočo čisto vodo, se barva razporedi po celem kozarcu
- dim, ki se dviga iz dimnika, se porazgubi v zraku
- sol v kozarcu z vodo se raztopi brez mešanja
- vlaga, ki se dviga po stenah starejših hiš
- perilo namakamo v vroči vodi skupaj z detergentom - zato, da umazanija difundira v vodo



Difuzija je najhitrejša v plinih, počasnejša v tekočinah in zelo počasna v trdnih snoveh. Hitrost difuzije s temperaturo narašča, **v trdnih snoveh** pa je **MOČNO ODVISNA OD TEMPERATURE**.

Primeri difuzije iz strojne prakse: difuzijska obraba, difuzijsko varjenje, delna difuzija pri lotanju, d. pri toplotni obdelavi (difuz. žarjenje, cementiranje, nitiranje, karbonitriranje ...), difuzijski postop-

ki površinske zaščite (šerardiranje, alitiranje, kromiranje, siliciranje, delno - metaliziranje).

Sin. prodiranje, pronicanje, prehod*. Prim. osmoza, stiropor, sintranje.

Dissous plin Acetilen, osušen, očiščen in **raztopljen v acetonu** (npr. v jeklenkah). Izgovor: disu plin. Prim. acetilen, plamensko varjenje.

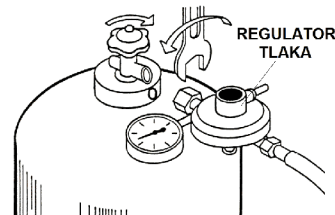
Gorljivi plini Med najpomembnejše gorljive pline štejemo **gospodinjiske pline** (butan, butan/propan), **avtoplin** in **pline za plamensko delo** - spajanje in razrez (metan, propan in acetilen).

Za nadzorovano in varno delo je zelo pomembno **POZNATI OSNOVE ROKOVANJA**:

1. Montaža sestavnih delov v delujočo celoto.

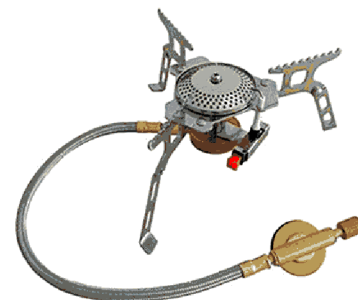
Sestavni deli za **gospodinjiske pline** so:

- jeklenka z gorljivim plinom mora vedno stati pokonci in se ne sme shranjevati v zaprtih prostorih
- regulator tlaka se pritrdi z levim navojem, pred tem je seveda potrebno preveriti, če je jeklenka z gorljivim plinom zaprta



Poznamo več izvedb regulatorjev tlaka za gospodinjiske pline: **brez manometrov** (s stalno nastavitvijo), **z enim manometrom** (za nastavljanje tlaka plina na gorilniku) ali **z dvema manometroma** (za nadzor tlaka plina v jeklenki in za nastavljanje tlaka plina na gorilniku)

- cev in gorilnik se namestita tako, da plamen ne bo povzročal nevarnosti



Pri plinih **za plamensko delo** potrebujemo še **kisikovo jeklenko** s posebnim regulatorjem tlaka (vendar desni navoj, da ne pride do zamenjave), **varovalke** na obeh jeklenkah, **cevi z različnimi barvami** in gorilnik s plamenicami.

Acetilenov regulator tlaka imenujemo reducični ventil in se namesto z navojem pritrdi na jeklenko s prižemo.

Sestavni deli in priključki za gorljive pline so v različnih državah lahko različni.

2. Obvezen preizkus tesnosti:

- zapremo ventil na gorilniku in odpremo ventil na jeklenki
- z milnico (razmerje tekoče milo / voda = 1:1) in s čopičem, lahko tudi s sprejem za odkrivanje netesnosti, namažemo (pobrizgamo) vse sestavne dele, ki bi morali tesniti pline
- kjer se pojavijo mehurčki, odpravimo nepravilnosti (pritegnemo matice, zamenjamo cevi, preberemo navodila za uporabo)

3. Ko je preizkus tesnosti uspešno opravljen, sledi nadzorovana in varna uporaba.

Gorljivi plini Med najpomembnejše gorljive pline štejemo **gospodinjiske pline** (butan/propan, butan), **avtoplin** in **pline za plamensko delo** - spajanje in razrez (metan, propan in acetilen).

Za nadzorovano in varno delo je zelo pomembno **POZNATI OSNOVE ROKOVANJA**:

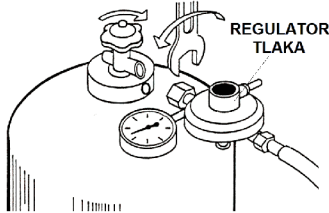
1. Montaža sestavnih delov v delujočo celoto.

Sestavni deli naprav za gospodinjiske pline:

- **plin za uporabo** je lahko shranjen v: **Rezervoarčku s plinom**, ki je običajno integriran s porabnikom (npr. z gorilnikom).

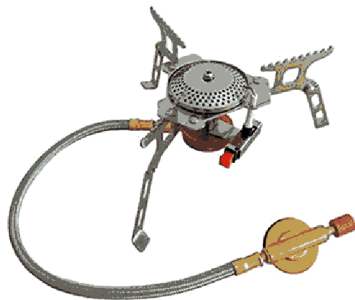
Rezervoarček polnimo iz posebne **kartuše za polnjenje plina**.

- **Zamenljivi kartuši**, ki je najpogostejše z navojem 3/8" **direktno povezana** s porabnikom plina (npr. z gorilnikom) ali v
- **Plinski jeklenki**, ki ima praviloma levi navoj 3/4".
- **Jeklenka z gorljivim plinom** mora vedno stati pokonci in se ne sme shranjevati v zaprtih prostorih
- **regulator tlaka** zmanjša nadtlak v jeklenki na **30-50 mbar**; pritrdi se **z levim navojem**, pred tem je seveda potrebno preveriti, če je jeklenka z gorljivim plinom zaprta



Poznamo več izvedb regulatorjev tlaka za gospodinjске pline: **brez manometrov** (s stalno nastavitvijo), **z enim manometrom** (za nastavljanje tlaka plina na gorilniku) ali **z dvema manometroma** (za nadzor tlaka plina v jeklenki in za nastavljanje tlaka plina na gorilniku)

- **cev** in **gorilnik** se namestita tako, da plamen ne bo povzročal nevarnosti



Pri plinih **za plamensko delo** potrebujemo še **kisikovo jeklenko** s posebnim regulatorjem tlaka (vendar desni navoj, da ne pride do zamenjave), **varovalke** na obeh jeklenkah, **cevi z različnimi barvami** in **gorilnik s plamenicami**.

Acetilenov regulator tlaka imenujemo reducični ventil in se namesto z navojem pritrdi na jeklenko s prižemo. Sestavni deli in priključki za gorljive pline so v različnih državah lahko različni.

2. Obvezen preizkus tesnosti:

- zapremo ventil na gorilniku in odpremo ventil na jeklenki
 - z milnico (razmerje tekoče milo / voda = 1:1) in s čopičem, lahko tudi s sprejem za odkrivanje netesnosti, namažemo (pobrizgamo) vse sestavne dele, ki bi morali tesniti pline
 - kjer se pojavijo mehurčki, odpravimo nepravilnosti (pritegnemo matico, zamenjamo cevi, preberemo navodila za uporabo)
- 3. Ko je preizkus tesnosti uspešno opravljen, sledi nadzorovana in varna uporaba.**

Gospodinjски plin Plin, ki se označuje tudi s kratiko UNP (utekočinjeni naftni plin). To je lahko:

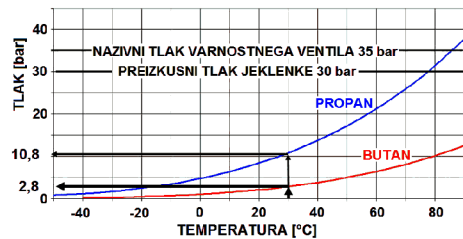
- **propan**, ki se uporablja predvsem za ogrevanje
- mešanica **propan-butan**; 35% propana in 65% butana se uporablja za kuhanje, za plinske svetilke - npr. kampiranje ipd.; doze (kartuše) s plinom propan-butan se uporabljajo za polnjenje vžigalnikov in plinskih gorilnikov (npr. za lotanje, varjenje plastike ipd.)
- **propan - TF kompozit** (TF - tekoča faza; kompozit pa je mešanica plinov), ki se uporablja za pogon vilicarjev

Jeklenka Kovinska posoda iz jekla ali aluminija za shranjevanje plinov in tekočin pod visokim tlakom. Nepravilni izraz: bomba.

Glede na tlak v jeklenkah razlikujemo:

1. Jeklenke s **150- 200 bar**, za zrak, dušik N₂, kisik O₂, argon Ar, helij He in metan CH₄.

2. Jeklenke s ~15 bar **za acetilen** C₂H₂ spadajo v posebno kategorijo, ker so napolnjene s porozno maso in ker je acetilen raztopljen v acetonu.
3. Jeklenke **za plin v tekočem stanju** morajo **presegati uparjalni tlak** (nadtlak) posameznih plinov: ~ 50 bar za ogljikov dioksid CO₂, več kot 6,4 bar za propan C₃H₈ (podatek za 0°C) in več kot 0,8 bar za butan C₄H₁₀ (0°C). Uparjalni tlak za propan in butan pri različnih temperaturah:



Katerakoli mešanica propana in butana pa ima vrednosti med rdečo in modro krivuljo.

Barve jeklenk predpisuje SIST EN 1089-3:

	STARO	NOVO	Vrat jeklenke	Spodnji del
Kisik	Modra	Bel + črka N	Moder, siv	Moder, siv
Acetilen	Bela	Kostanjevo rjav + N	Kostanjevo rjav ali črn	Kostanjevo rjav ali črn
Argon ali argon + CO ₂	Siva	Zelen + N	Siv ali temno zelen	Siv ali temno zelen
CO ₂ ali helij	Siva	Siv	Siv	Siv

Velikosti jeklenk se merijo v **najmanjši zajamčeni prostornini jeklenke** [L], v **vsebnosti plina** [Nm³], v **masi plina v jeklenki** [kg] in v **masi prazne jeklenke** [kg].

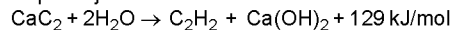
Zajamčene prostornine premičnih jeklenk so od 0,4 do 80 L, mase plinov v jeklenki so od 1,5 do 82 kg (podatki pri tlakih do 300 bar).

Vsebnost plina v jeklenki znaša od 0,4 do 15 Nm³ (kubičnih normnih metrov), masa prazne jeklenke pa znaša od 2,5 do 71 kg.

Kadar smo v dvomu glede vsebine, preberemo še napise na jeklenki. Jeklenke morajo biti primerno označene z oznakami velikosti najmanj 5 mm. Oznake se lahko **vklesajo** ali **privarijo**. Obveznih oznak je veliko, naštejmo le najpomembnejše za uporabnika: masa prazne jeklenke [kg], najmanjša zajamčena prostornina [L], oznaka proizvajalca, standard. Prim. acetilen, plamensko varjenje, rezanje, metaliziranje.

Karbidi Spojine ogljika z bolj elektropozitivnimi elementi, npr. s kovinami ali s polkovinami (bor - B₄C, silicij SiC). To so spojine dveh elementov (so binarne). Delimo jih v dve skupini:

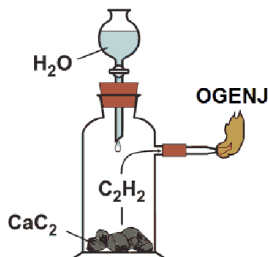
a) Karbidi, **ki reagirajo z vodo** in dajejo acetilen. Imenujejo se acetilidi ali acetilenidi, npr. kalcijev karbid CaC₂, ki se uporablja tudi za velikonočno pokanje:



Nekateri karbidi dajejo z vodo ali kisljinami druge ogljikovodike (Al₄C₃ tvori metan) drugi pa pri segrevanju eksplodirajo (Ag₂C₂ in Cu₂C₂).

b) Karbidi, **ki ne reagirajo z vodo**. So zelo trdi in imajo visoko tališče (do 4.215°C). Npr. B₂C, SiC, W₂C, WC, TiC, TaC in kobaltovi karbidi. V jeklu se izloči železov karbid oz. cementit F₃C.

Karbidovka Acetilenska svetilka: razsvetljevati jame s karbidovkami. Prim. karbid.



Kisik Simbol O po lat. Oxygenium. V naravi najbolj razširjen element, v zemeljski skorji in ozračju ga je 49,4%. V zraku ga je skoraj 21%. Gostota 1,4 kg/m³, vrelišče -183°C, tališče -219°C.

Je plin brez barve, vonja in okusa. Čeprav je vez v dvoatomni molekuli O₂ zelo močna, je kisik zelo reaktiven in se spaja skoraj z vsemi elementi.

Največ kisika se proizvede iz zraka s **frakcionirano destilacijo utekočinjenega zraka**: utekočinjenemu zraku dvigujemo temperaturo, dokler dušik ne izhlapi - kisik pa ostane v tekočem stanju.

V vodi je kisik raztopljen glede na temperaturo do 8,5 mg/l, majhna vsebnost pa kaže na onesnaženje z organskimi snovmi, saj ga metabolizirajo mikroorganizmi, ki za življenje potrebujejo kisik.

Up.: za plamensko rezanje in varjenje kovin itd. Kisik se prodaja v modrih jeklenkah, v katerih je skladiščen pri tlaku 150 bar.

Na jekla vpliva kisik zelo škodljivo. Pri 0,1% vsebnosti O₂ so kristalne meje oksidirane, kar povzroči lom v rdečem (podobno kot pri žveplu). Jeklo z O₂ je tudi zelo krhko in ga težko obdelujemo z odrezavanjem.

Nepomirjena jekla, ki vsebujejo O₂, so tudi močno nagnjena k **staranju**, zato jih dezoksidiramo - pomirimo z aluminijem. Tehnično pomembne spojine kisika so voda H₂O, ozon O₃ in vodikov peroksid H₂O₂.

Kurilnost Razlika entalpij udeleženih snovi pred zgorevanjem in po njem, pri konstantnem tlaku. **Poenostavljeno**, če ne upoštevamo opravljenega dela: **toplota, ki se sprošča pri zgorevanju**. Izraža se na enoto mase goriva, oznaka H. Točne vrednosti dobimo z merjenjem v kalorimetru. Ločimo:

- a) **Spodnja kurilnost** H_i - količina toplote, ki jo dobimo pri popolnem zgoretju 1 kg goriva.
- b) **Zgornjo kurilnost** ali **zgorevalno toploto** H_s - količina toplote, ki jo dobimo, če razen H_i izkoristimo **tudi kondenzacijsko toploto vodne pare** v nastalih dimnih plinih:

$$H_s = H_i + 2499 \cdot m_{H_2O} [kJ/kg]$$

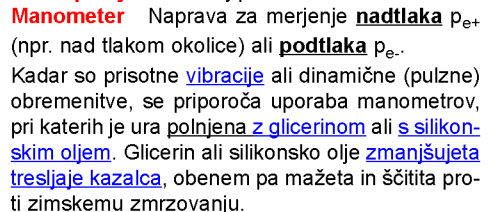
2499 kJ/kg je kondenzac. toplota vode pri 0°C, m_{H₂O} pa je masni delež vode v dimnih plinih [l].

Vrednosti H_i v [MJ/kg]: **acetilen** C₂H₂ 48,3; **bencin** 42,7; **biodiesel** 37; **butan** 45,5; **CO** 10,1; **črni premog** 27,2 - 34,1; **diesel** 42,6; **etan** 47,5; **etanol** 26,8; **etilen** 47,1; **koks** 27,8 - 30,3; **kurilno olje** 41,2; **les** 14,7 - 16,7; **metan** 50,0; **metanol** 19,9; **plinsko olje** 41,9; **propan** 46,4; **rjavi premog** 8,4 - 20,1; **vodik** H₂ 120,0; **zemeljski plin** 32-45;

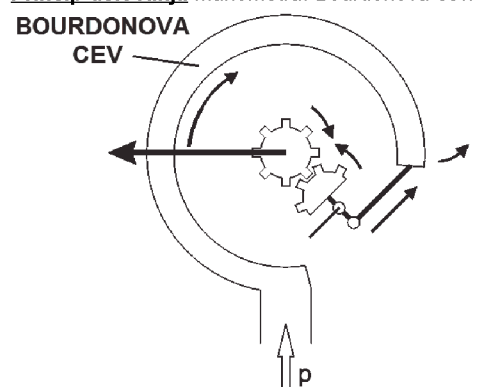
Prim. potencialna energija. **Ločni priključek** Glej prizema. **Manometer** Naprava za merjenje **nadtlaka** p_{e+} (npr. nad tlakom okolice) ali **podtlaka** p_{e-}.

Kadar so prisotne **vibracije** ali dinamične (pulzne) obremenitve, se priporoča uporaba manometrov, pri katerih je ura **polnjena z glicerinom** ali **s silikon-skim oljem**. Glicerin ali silikonsko olje **zmanjšujeta tresljaje kazalca**, obenem pa mažeta in ščitita proti zimskemu zmrzovanju.

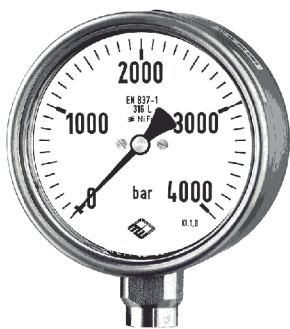
Princip delovanja manometra: Bourdonova cev.



BOURDONOVA CEV



Zunanji izgled manometra:



Prim. barometer.

Meja eksplozivnosti Minimalna koncentracija hlapov vnetljivih tekočin in prahu v zraku, pri kateri pod določenimi pogoji zmes lahko povzroči eksplozijo. Običajno se izraža v vol %, npr. alkohol 3,5 - 15 vol%. Prim. EG.

Mestni plin Žargonski izraz za zemeljski plin.

Metan Najpreprostejši ogljikovodik, brezbarvni plin brez vonja, formula CH₄, kurilnost 55,50 MJ/kg (največja kurilnost med ogljikovodiki), vrelišče -161,6°C, v vodi se ne topi, zmesi z zrakom so zelo eksplozivne, ni strupen.

Uporaba:

Metan je glavna sestavina zemeljskega plina - vonj zemeljskega plina je dodani vonj zaradi varnosti. Uporablja se tudi za proizvodnjo električne energije, za pogon plinskih turbin in za pogon motornih vozil (CNG - compressed natural gas, LNG - liquefied natural gas).

V industriji se metan uporablja za proizvodnjo acetilena, tudi za varjenje. Prim. Zemeljski plin.

nl Normni liter, glej Standardni kubični meter.

Nm³ Normni kubični meter, glej Standardni kubični meter

Normni meter Glej Standardni kubični meter.

Parafin Glej Alkani.

Plamen Žareč (svetleč) snop gorečih plinov. V tehniki se plamen uporablja za:

- plamensko varjenje
- plamensko lotanje (spajkanje)
- plamensko metaliziranje
- plamensko nabrizgavanje
- segrevanje predmetov (za upogibanje, za povezovanje dveh strojnih elementov s tesnim ujemom, za demontažo vijakov itd.)
- plamensko rezanje
- plamensko kaljenje itd.

Plamenica Bakla. Tudi cev, iz katere izhaja plamen (glej Plamensko varjenje) ali cev v valjastih parnih kotlih, v kateri je kurišče. Prim. Plamenik.

Plamenik Plamenska cev, npr. cevni vložek pri plamenskem varjenju ali priključek za plamensko rezanje. Plamenik se pritrdi v držalo gorilnika. Prim. Plamenica.

Plameniše Najnižja temperatura, pri kateri se iz tekočine **razvijajo hlapci v taki količini, da se** pomešani z zrakom **lahko vnamejo**, če se nad površino pojavi vir vžiga. Sin. plamtišče. Prim. topilo. Razlikuj: vnetišče.

Plamensko kaljenje Glej lokalno kaljenje.

Plamensko metaliziranje Dodajni material, ki prihaja v obliki praška, žice ali palice v plamen posebnega gorilnika, se pod pritiskom zraka ali zaščitnega plina razprši po površini osnovnega materiala. Kot gorilni plin se up. acetylen, propan ali vodik. Plamen je nevtralen, torej sta kisik in gorljivi plin v razmerju 1:1. Razmerje obeh plinov vpliva na taljenje dodajnega materiala. Če nastaja talina v sami razpršilni šobi, je velikost kapljic najmanjša, dobimo homogen sloj. Vendar je za jeklo najbolj primerno taljenje žice na ustju šobe. Grobe kapljice nastajajo, če se material tali daleč pred šobo ali za njo. Raš. metalizacija.

Oprijemljivost sloja je precej odvisna od poprežnje priprave površine osnovnega materiala (npr. peskanje). Nanešeni sloj običajno preizkušamo na strižno trdnost, vendar sloj prenese največ obremenitve na tlak. Prim. metalizacija.

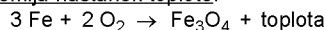
Plamensko nabrizgavanje Glej Prevleke iz umetnih snovi (oplaščenje).

Plamensko rezanje Postopek, pri katerem se osnovni material najprej **segreje na temperaturo vnetišča**. Nato odpremo rezalni kisik in osnovni material **ZGOREVA v toku kisika**. Curek kisika pri tem **izmetava zgorele dele**.

Za plamensko rezanje uporabljamo enako opremo kot za plamensko varjenje, **drugačen je le gorilnik - rezalnik**, ki se od gorilnika za varjenje razlikuje po **dodatnem vodu za REZALNI KISIK**:



Plamensko režemo predvsem jeklo. Proces zgorovanja nizkoogljiknega jekla je eksotermen, torej ga **spremilja nastanek toplote**:



Vnetišče kovine mora biti **nižje od tališča**, oksidacija oz. zgorovanje kovine poteka **v trdem stanju**. Nizkoogljikno jeklo zgorava že pri temp. 1.300°C, medtem ko se tali šele pri 1.525°C. Z višanjem vsebnosti ogljika se temp. vnetišča dviga, temp. tališča pa pada - to otežuje oziroma popolnoma onemogoči rezanje takih materialov. Neoporečno plamensko režemo **jekla s C pod 0,5%**.

Tališče kovinskega oksida, v katerega je kovina zgorela, **mora biti nižje od tališča čiste kovine**. Le tako lahko s curkom kisika izpihavamo nastalo žilindro skozi nastajajočo zarezo. To je problem pri Al, saj ima Al₂O₃ tališče pri 2.050°C. Tališče FeO - 1.370°C, Fe₃O₄ - 1.527°C, Fe₂O₃ - 1.565°C.

Toplotna prevodnost kovin naj bo **čim manjša**, da se kovina med rezanjem lahko dovolj hitro ogreva na temperaturo vnetišča. Velika toplotna prevodnost povzroča probleme pri rezanju bakra in aluminija.

Plamensko rezanje - varnostni ukrepi Glej Plamensko varjenje - varnostni ukrepi.

Plamensko varjenje Varjenje s kemično energijo. Kot **izvor toplote** rabi **plamen**, ki nastane pri zgorovanju gorljivega plina s čistim kisikom. S toploto raztalimo osnovni in dodajni material v homogeno tališno kopel, ki se strdi v zvar. Sin. **avtogeno** varjenje.

Zaradi obsežnosti je geslo razdeljeno na:

- Plamensko varjenje - dodajni material
- Plamensko varjenje - naprave
- Plamensko varjenje - plamen
- Plamensko varjenje praktično
- Plamensko varjenje - pripomočki
- Plamensko varjenje različnih materialov
- Plamensko varjenje s propanom
- Plamensko varjenje umetnih mas
- Plamensko varjenje - varnostni ukrepi
- Plamensko varjenje z gorljivimi plini

S plamenom lahko **varimo**: železo, sivo litino, belo temprano litino (črna temprana litina ni variva) ter nodularno litino, malo in močno legirano jeklo, baker, aluminij, magnezij, zlitine neželeznih kovin, nikelj, svinec, cink in mnoge druge kovine. Postopek je **cenejši** od mnogih drugih postopkov varjenja. Obenem je primeren tudi za varjenje: - tankih pločevin in tankostenskih cevi - slabo prilagojenih delov (npr. na montažah) - na terenu (kjer ni na razpolago elektr. toka).

Razen za varjenje kovin lahko plamen uporabimo **tudi** v veliko drugih primerih:

- za **plamensko varjenje plastičnih mas**
- za **segrevanje po varjenju, pred krivljenjem** ali **upogibanjem** (npr. cevi), za **ogrevanje na visoke temperature** (npr. kovaške peči), za **segrevanje pred kaljenjem**, za **predgretje**
- za **plamensko lotanje** (mehko in trdo),
- za **plamensko rezanje**,
- za **plamensko metaliziranje**

- za **odstranjevanje** (zažiganje) **starega naliča**
- kot **pomoč pri demontaži zarjavelih vijakov**
- za **ravnanje pločevine** (štahvanje) itd..

Najpogosteje se uporablja plin **acetylen** C₂H₂, ki ima **visoko kurilnost** H_i, **visoko hitrost zgorovanja** in **dosega visoke temperature**. Zaradi nizke cene pa se vse več uporablja tudi **propan / butan** - vendar ne za varjenje kovin, temveč za ostale uporabe, predvsem segrevanje, rezanje in lotanje.

	H _i	Hitr. zgor. / Najv. temp. v zraku	v kisiku
	[kJ/kg]	[m/s] / [°C]	[m/s] / [°C]
Acetylen C ₂ H ₂	48.800	1,31 / 2.300	13,5 / 3.200
Vodik H ₂	119.900	2,67 /	8,9 / 2.300
Propan C ₃ H ₈	46.500	0,42 / 1.929	3,7 / 2.850
Butan C ₄ H ₁₀	45.600	0,39 / 1.895	4,5 / 2.850

Reakcija popolnega zgorovanja acetilena v kisiku: C₂H₂ + 2,5 O₂ → 2 CO₂ + H₂O + 1.258,1 kJ/mol

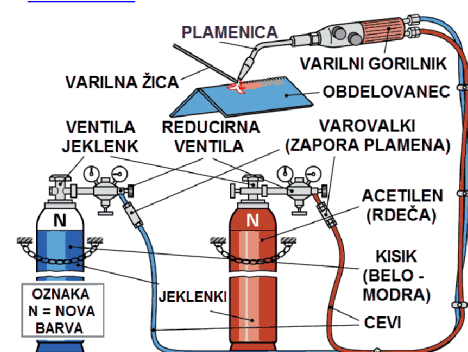
Plamensko varjenje - dodajni material Za dodajni material uporabljamo pobakrene žice (da ne porjavijo) debelin 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 in 4,0 mm v **obročih** ali **palice** (rezane na dolžino 1.000 mm).

Dodajni material je označen **z barvami** in **z oznakami**, ki pomenijo legirne elemente in minimalno trdnost zvara, ki jo dosežemo s to žico.

Primeri oznak Železarne Jesenice: **VP 37, rume-na**: 0,09% C, 0,1 % Si, 0,55% Mn; **VP 42, rdeča**: 0,13% C, 0,25% Si, 0,9% Mn, 0,7% Ni, 0,23% Mo; **VP Mo, zelena**: 0,10% C, 0,15% Si, 1,1% Mn, 0,5% Mo; **VP CrMo, modra**: 0,11% C, 0,20% Si, 1,0% Mn, 0,5% Mo, 1,0% Cr.

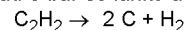
Plamensko varjenje - naprave Sestavni deli naprave za plamensko varjenje so:

- **acetylenova jeklenka**: tlak 15 do max. 18 bar, rumena, rjava, rdeča, po starem sistemu bela
- **kisikova jeklenka**: 150 bar, modra, siva
- **reducirna ventila** z manometroma
- **varovalke** (za reducirnim ventilom in pred gorilnikom), skupaj so 4 varovalke: 2 za acetylen in 2 za kisik
- **cevi** za obe jeklenki: **rdeča** za acetylen in **modra** za kisik
- **gorilnik**
- **plamenica**
- **varilna žica**



Posebnosti ACETILENOVE JEKLENKE:

Pri tlaku nad 3 bar se lahko acetylen razkroji:



Pri tem se sprošča toplota in večja volumen. Reakcija se ne ustavi sama od sebe in acetylenka jeklenka lahko eksplodira. Zato je maks. dopustni tlak acetilena 1,5 bar. Glede na to omejitev bi ena 40 litrska jeklenka lahko sprejela le:

$$40 \text{ l} \times 1,5 \text{ bar} = 60 \text{ litrov plina acetilena.}$$

Ampak, acetylen **se topi v ACETONU** C₃H₆O: 1 l acetona topi kar 25 l acetilena! Ena jeklenka vsebuje 15 litrov acetona, ki torej topi 15 x 25 litrov acetilena. V acetonu raztopljen acetylen (dissous plin, izgovor: disu plin) pa **lahko zgostimo na 16 bar nadtlaka**. Tako imamo **v jeklenki** na razpolago:

$$15 \times 25 \times 16 = 6.000 \text{ litrov plina acetilena.}$$

Če potrebujemo več acetilena, tedaj več jeklenk večemo v sklop.

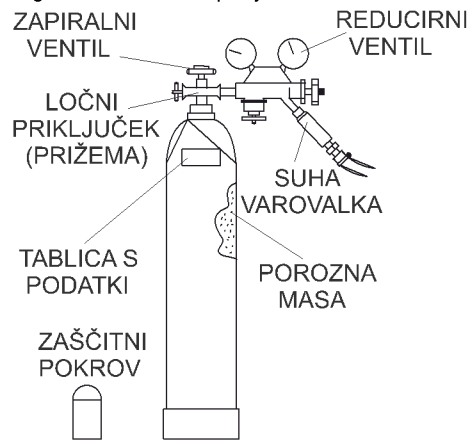
Acetylenka jeklenka je popolnoma napolnjena s **POROZNO** (75% luknjičavo) **MASO**. Ta masa je lahko iz **azbestnega cementa, lesnega pepela** ali **kremenčeve pene**. Učinkuje kot pena: posrka di-

Ferdinand Humski

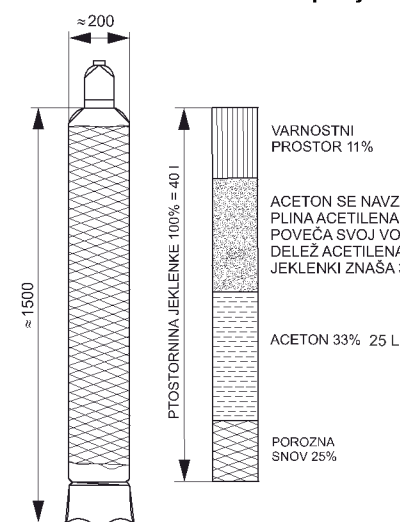
ssous plin (aceton), v katerem je raztopljen aceten) pod tlakom 15 bar in štiti proti povratnemu udaru plamena. Pri morebitni začetni eksploziji **luknjičava masa zaduši plamen** v svojih porah.

Po odprtju ventila jeklenke se zmanjša tlak, zato se iz acetona izloča aceten - podobno kot ogljikova kislina iz steklenice z vodno sodo. Pri daljšem obratovanju lahko odvezemamo le **600 litrov acetilena na uro**, sicer se črpa iz jeklenke tudi aceton. Iz istega razloga odjemamo aceten **samo iz stoječe** ali iz rahlo nagnjene jeklenke.

Razen po barvi je acetilenska jeklenka razpoznavna tudi po votlem zvoku, če potrkaemo nanjo in po posebnem ventilu, ki omogoča montažo reducirnega ventila z ločnim priključkom.

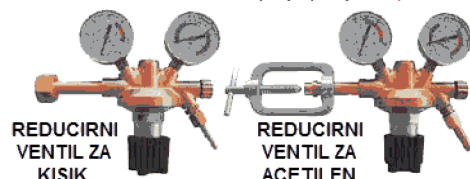


Jeklenka za aceten s priključki

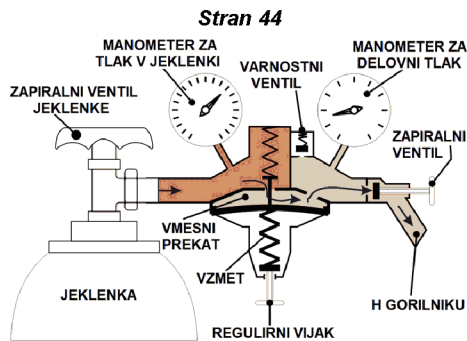


Posebnosti KISIKOVE JEKLENKE: po obliki in velikosti je enaka acetilenski jeklenki. Tlak v polni jeklenki znaša 150 bar, iz jeklenke s 40 litri dobimo 40 litrov x 150 bar = 6.000 litrov kisika. Kisikovo jeklenko spoznamo po **modri** barvi, zvonečem šumenju, če potrkaemo po njej in po posebnem ventilu jeklenke, ki dovoljuje montažo reducirnega ventila **samo z objemno matico R 3/4"**.

REDUCIRNA VENTILA (regulatorja tlaka) zmanjšujeta tlak plinov, odvzetih iz jeklenk, na potrebni delovni tlak pri varjenju. Reducirni ventil za **kisik** je **z navojem 3/4"** pritrjen na glavni ventil jeklenke, reducirni ventil za **acetilen** pa je pritrjen **s prižemo**:



Priključka sta različna zato, **da ju ne bi zamenjali** - v tem primeru lahko nastane pokalni plin. Delovanje reducirnega ventila pojasnjuje risba:



Prvi manometer kaže tlak v jeklenki, takoj ko odpremo zapiralni ventil jeklenke. S privijanjem regulirnega vijaka na obeh reducirnih ventilih pa dvignemo membrano reducirnega ventila in dotočno zaklopko. Tako naravnamo delovni **tlak** plina **na drugem manometru**. Če kljub pravilno naravnane delovnemu tlaku ni pretoka plina skozi gorilnik, tedaj odpremo še zapiralni ventil.

VAROVALKE preprečijo morebiten vdor povratnega plamena v reducijski ventil in jeklenko. S tem preprečijo nastanek eksplozij.

Do **povratnega udara** lahko pride zaradi:

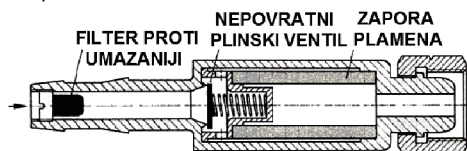
- nepravilnega dotoka plinov, npr. **premajnega tlaka kisika** pri prižiganju plamena
- **zamašitve** ali **zožitve šobe** na gorilniku (s sjami, z obrzgi, zaradi segrevanja šobe)
- **netesnosti** med posameznimi deli gorilnika

Po predpisih je potrebno varovalke namestiti tako za kisik kot tudi za gorilni plin. Vgrajujemo jih takoj **za reducirnim ventilom** in **pred gorilnikom**. Način delovanja varovalke je enak, ne glede na položaj (za reducirnim ventilom ali pred gorilnikom), razlikujeta se le **v smeri pretoka plina**:

- varovalka za reducirnim ventilom ima smer pretoka plina od navojnega priključka do priključka na gibljivo cev
- varovalka pred gorilnikom pa ima smer pretoka plina od priključka na gibljivo cev do navojnega priključka

Poznamo **vodne** in **suhe varovalke**. Delujejo na principu zapiranja zaklopke: povratni plamen povzroči **hitro povečanje tlaka** in s tem zapiranje zaklopke varovalke.

Suhe varovalke (imenujemo jih tudi plamske zapore) lahko imajo tudi zaporo proti plamenu in temperaturno varovalo:



Suha varovalka

CEVI za acetilen in kisik: uporabljati se smejo samo tlačne debelostenske cevi z vloženo tkanino. Cevi za **kisik** imajo svetli premer **6 mm** in so **modre, sive** ali **črne** barve. Cevi za **acetilen** imajo svetli premer **9 mm** in so **rdeče** ali **rumene** barve. Stare, porozne ali deloma poškodovane cevi se **ne smejo uporabljati**.

Z **GORILNIKOM** moramo doseči ustrezno:

- **mešalno razmerje** gorljivega plina in kisika,
- **velikost plamena**.

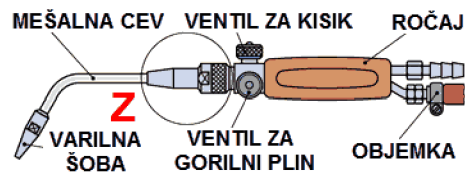
Glede na TLAK plinov delimo gorilnike na:

- * **NIZKOTLAČNE** (nadtlač gorljivega plina je **manjši od 0,1 bar**) in
- * **VISOKOTLAČNE** (nadtlač gorljivega plina je **večji od 0,2 bar**).

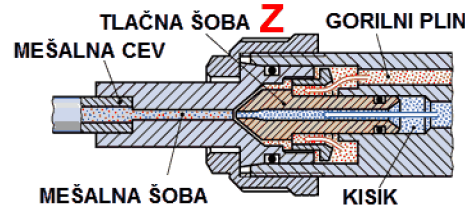
Po NAČINU DELOVANJA ločimo:

a) **INJEKTORSKE** gorilnike, ki se največ uporabljajo. So nizko- in visokotlačni.

Kisik teče pod tlakom **1-3 bar** skozi osrednjo šobo injektorja, tlak **acetilena** je **0,1 do 0,5 bar**. Ker ima višji tlak, kisik izsrka (vsesa) gorljivi plin in se z njim meša:



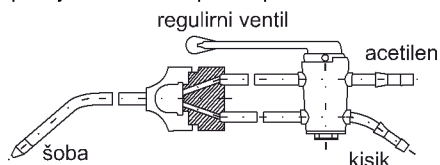
Detajl Z:



MEŠALNA ŠOBA

GLAVNI DELI injektorskih gorilnikov: priključka za oba plina, regulirna ventila, injektor in nastavek gorilnika (ki ga imenujemo tudi mešalna cev, plamenica, plamenik) s šobo.

b) **Enakotlačne** gorilnike, ki so obenem tudi visokotlačni in se uporabljajo **zelo redko**. Oba plina prihajata v mešalni prekat pod enakim tlakom:



PLAMENICA je mešalna cev, ki se konča z varilno šobo. Na začetku mešalne cevi (stik z gorilnikom) je injektor: kisik in acetilen se zmešata v takem razmerju kot smo nastavili ventila na gorilniku. Šobe so lahko različnih velikosti, označbe **velikosti nastavkov in šob** so praviloma standardizirane, npr. po DIN8543:

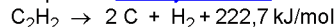
Št. nastavka	Varjenec	Acetilen	Kisik
premer [mm]	[mm]	[l/h]	[l/h]
0	0,2 - 0,5	/	/
1	0,5 - 1	60	100
2	1 - 2	100	210
3	2 - 4	210	405
4	4 - 6	405	600
5	6 - 9	600	1.000
6	9 - 14	1.000	1.500
7	14 - 20	1.500	2.000
8	20 - 30	/	/

Številke 0 - 8 so običajno **vtisnjene** na nastavke.

VARILNA ŽICA je dodajni material, glej geslo Plamsko varjenje - dodajni material.

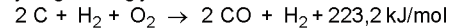
Plamsko varjenje - plamen Pri plamenu acetilena poznamo **tri področja**, ki se razlikujejo po temperaturi in vsebnosti kemičnih sestavin:

1. Področje imenujemo **jedro plamena** (~ 5 mm), v katerem poteka **razkroj acetilena**:



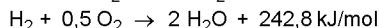
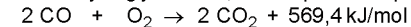
Ogljikovi delci **svetlo žarijo**, zato ima jedro plamena **svetlo barvo**. Če varilec potopi jedro plamena v talilno kopel, tedaj drži gorilnik **preblizu osnovnemu materialu** in močno **poslabša kvaliteto zvara** - ker se bo talina **navzela ogljika**.

2. Področje je **primarno** oz. **delno zgorevanje**. Ogljik zgori v ogljikov monoksid:

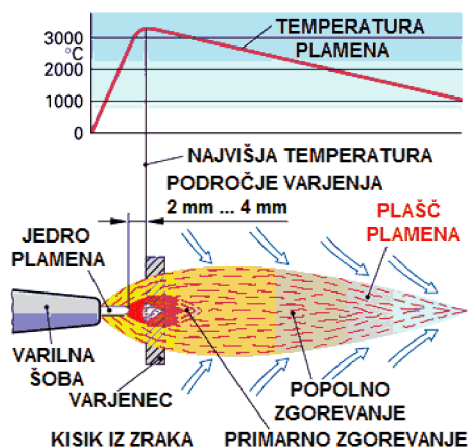


Obe nastali komponenti (ogljikov monoksid in vodik) **kažeta veliko afiniteto do kisika**. To je **ugodno za varjenje**, saj **plamen** odvzema kisik iz taline, jo na ta način očisti in **preprečuje oksidacijo** legirnih elementov. Razen tega je tudi **temperatura** v tem območju **najvišja**. Za varjenje se torej izkorišča predvsem toplota, ki nastane v področju primarnega zgorevanja!

3. Področje je **sekundarno (popolno) zgorevanje**. Nastanejo oglj. dioksid, vodna para in toplota:



V sekundarnem območju plamen **porablja tudi kisik iz zraka** in tako dodatno **preprečuje dostop kisika** do zvarnega mesta oz. do taline!



Skupna kemijska energija popolnega zgorevanja acetilena:

$C_2H_2 + 2,5 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + H_2O + 1.258,1 \text{ kJ/kmol}$
 Pri popolnem zgorevanju torej porabimo veliko več kisika kot acetilena! **RAZMERJE** med volumnom porabljenega kisika in acetilena je **2,5 : 1**.

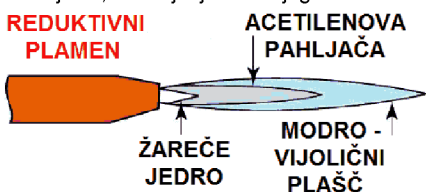
VRSTE PLAMENA glede na **mešalno razmerje**:

a) **ZAČETNI** plamen, ki ga nastavimo ob prižiganju plamenice, je močno svetleč - zato, ker gori samo acetylen, kisika pa je zelo malo ali nič:



Najprej nastavimo pretok acetilena tako, da bo plamen na ustju šobe **neprekinjen**. Če je plamen prekinjen, nekoliko zmanjšamo pretok acetilena. Nato postopoma dodajamo kisik in dobivamo naslednje vrste plamena. Najbolje bomo ločili področja plamena, če si bomo naredili **očala**.

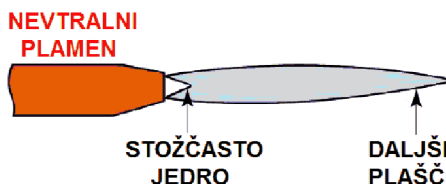
b) **REDUKTIVNI** ali **ogljikoviti** plamen ima presežek acetilena, zelo **jasno je vidno področje primarnega zgorevanja**. Temperatura je nekoliko nižja kot pri nevtralnem plamenu. Spoznamo ga po **pahljačasti obliki jedra** in po **modrikasto-vijoličasti barvi**. Žareči ogljik v plamenu deluje reduktivno, prevelik presežek acetilena pa lahko **naogljji talino zvara** - ogličjenje. Če s takšnim plamenom varimo jeklo, dobimo izredno **trd zvar**, ki ga zelo težko obdelamo. Tudi **žilavost zvara** je zelo **zmanjšana**. Up.: za varjenje jekla z višjo vsebnostjo ogljika, za močno legirana jekla, za varjenje Al in njegovih zlitin.



Presežek acetilena (reduktivni plamen) naredi zvar **krhek**

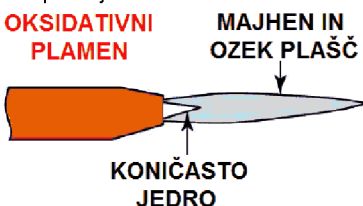
Če ogljikovitemu plamenu še povečujemo pretok acetilena, postane plamen rumen in sajast. Kadar je zraka premalo, gori plin z oranžnim namesto z modrim plamenom.

c) **NEVTRALNI** plamen nastane, ko zaradi dodajanja kisika izgine acetilenova pahljača (področje primarnega zgorevanja). Uporavljamo ga **v večini primerov**: za varjenje nelegiranih jekel z nizko vsebnostjo ogljika, za baker, za metaliziranje in lotanje. Razmerje acetilena in kisika ustreza popolnemu zgorevanju, ni presežka acetilena ali kisika. Zanj je značilna **svetleča barva v okolici valjaste stega jedra** in **ostri robovi jedra**:



Nevtralni plamen za varjenje jekla

d) **OKSIDATIVNI** ali kisikoviti plamen ima **pribitek kisika**. Na prvi pogled je podoben nevtralnemu plamenu, ker nima acetilenova pahljače. Spoznamo ga po **krajšem in koničastem jedru**, je rahlo modrikaste barve, plamen blešči in glasneje sika. Če povečujemo pretok acetilena, se takoj ne pojavi področje delnega zgorevanja. Oksidativni plamen ima v sekundarnem območju (daljši plašč plamena) kemijsko nevezani kisik, ki **oksidira zvarno zlitino**, zato se moramo takšnega plamena **izogibati**. Oksidativni plamen je primeren le za **varjenje medij**, kjer s pribitkom kisika preprečujemo izhlapevanje cinka.



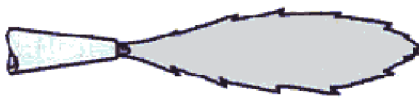
HITROST iztekanja plinske mešanice določa:

A. **NORMALNI plamen** pri hitrostih 100-120 m/s.
 B. **TRD plamen** pri hitrostih **nad 130 m/s**, ki **sika-joče šumi**. Če je hitrost iztekanja plinske mešanice višja od hitrosti gorenja, plamen **ugaša**.



Trd plamen - najvišja zmogljivost gorilnika

C. **MEHAK plamen** pri hitrostih pod 100 m/s ne povzroča skoraj nobenega šuma. Uporabljamo ga pri varjenju zelo tankih pločevin in lahkih zlitin. Pri premajhni iztočni hitrosti lahko plamen **udari** po cevi gorilnika **nazaj** do injektorja in tam gori dalje - to spoznamo po **žvižganju gorilnika**. Če se to pojavi, oba ventila **zapremo** in gorilnik **ohladimo** v vodi.



Mehak plamen - najnižja zmogljivost gorilnika
Plamensko varjenje praktično Najprej si moramo zadotovati varno delo, glej geslo Plamensko varjenje - varnostni ukrepi.

Odpiranje dotoka plina in prižiganje plamena:

I. Nastavitve jeklenk in reducirnih ventilov

- Najprej preverimo, če sta **oba ventila** (acetilenski in kisikov) **na gorilniku zaprta**. Če nista, ju zapremo. Privijemo še ustrežno plamenico. Nato **odpremo zapiralna ventila** na obeh jeklenkah.
- Preverimo ali je tlak plina v kisikovi in acetilenski jeklenki zadosten - to nam pokaže **prvi manometer** na obeh reducirnih ventilih. **Drugi manometer** še ne sme kazati **nobenega tlaka**, ker je pretok plina zaprt.
- S **privijanjem regulirnega vijaka** na obeh reducirnih ventilih **naravnemo tlak plina** na **drugem manometru**:
 - Za **kisik** na ~ 3-4 bar.
 - Za **acetylen** praviloma na ~ 0,5 bar. **POZOR**: ta nastavek velja **PRI PRETOKU ACETILENA SKOZI GORILNIK !!!** Torej: preizkusno moramo odpreti acetilenski ventil na gorilniku - takrat pade tlak na drugem manometru - in šele takrat mora drugi manometer kazati 0,5 bar !!! Ta postopek je zelo pomemben, kajti lahko ze sгоди, da zaradi napačnih nastavitve **ne bomo mogli prižgati plamena !!!** Zgornja meja delovnega tlaka pri acetilenu je

zaradi varnosti 1,5 bar.

Preverimo še, če sta tudi oba zapiralna ventila na reducirnih ventilih odprta - tako smo prepričani, da sta **oba plina** zapolnila plinovoda do regulirnih ventilov na gorilniku.

II. Nastavitve na gorilniku

- Minimalno odpremo regulirni ventil za kisik. Tudi, če ga ne odpremo, bo acetylen sam zagorel.
- Malo odpremo** še regulirni ventil za **acetylen**.
- Prižgemo** plamen, ki je ob vžigu lahko tudi rumen in sajast - reduktivni in mehak plamen.
- Z ventiloma na gorilniku **nastavimo ustrezen** (običajno je to nevtralni) **plamen**.

Kako končamo z delom:

Začasna prekinitev dela: zapremo oba regulacijska ventila na gorilniku (najprej acetylen, nato kisik) in odložimo gorilnik.

Obstaja tudi **namensko stojalo za odlaganje gorilnika**, ki omogoča prekinitev dovoda obeh plinov in s tem ugašanje plamena ali zmanjšanje plamena na minimum. Nastavitve obeh ventilov na gorilniku pri tem ostanejo - zato imamo ob ponovnem dvigu gorilnika nastavljen **enak plamen kakor prej**.

Trajna prekinitev dela:

- Zapremo regul. ventila na gorilniku (**najprej acetylen**, nato kisik) in odložimo gorilnik.
- Zapremo **zapiralna ventila** na obeh jeklenkah: najprej acetylen in nato kisik.
- Odpremo regul. ventila na gorilniku: najprej acetylen in nato še kisik, ki izpiha zaostali acetylen.
- Popustimo **membrani** na obeh reduc. ventilih.
- Zapremo oba ventila **na gorilniku**.
- Plinske cevi **zvijemo v kolobar** in obesimo na za to pripravljeno kljuko (ne pa na jeklenko).

Premer dodajnega materiala določimo z enačbo:

$$\phi_z = d/2 + 1$$

ϕ_z ... premer dodatne žice [mm]

d ... debelina varjenca [mm]

Primer: 3 mm debeli pločevini dodajamo žico ϕ 2,5

Kako izberemo pravilni NASTAVEK in ŠOBO: Z nastavki in šobami določamo količino izstopajoče mešanice plinov, s tem pa **velikost plamena**. Premeri šob ustrezajo različnim **debelinam osnovnega materiala**.

Označbe **VELIKOSTI NASTAVKOV in ŠOB** so lahko standardizirane, npr. po DIN8543:

Št. nastavka premer [mm]	Varjenec [mm]	Acetylen [l/h]	Kisik [l/h]
0	0,2 - 0,5	/	/
1	0,5 - 1	60	100
2	1 - 2	100	210
3	2 - 4	210	405
4	4 - 6	405	600
5	6 - 9	600	1.000
6	9 - 14	1.000	1.500
7	14 - 20	1.500	2.000
8	20 - 30	/	/

Številke 0 - 8 so običajno **vtisnjene** na nastavke.

Pomembne podrobnosti pri varjenju jekel:

- Nastavek **nevtralnega mehkega plamena**:
 - Ko odpremo kisik, **poslušamo zvok**. Če kisik preveč sika, tedaj imamo trd plamen - potrebno bo zmanjšati pretok kisika.
 - Odpremo pretok acetilena in prižgemo plamen. Nastavljamo acetylen: najprej moramo **videti 3 plamene**. Nato srednji plamen manjšamo, **dokler ne izgine**.
- Pravilna drža gorilnika in varilne žice:**

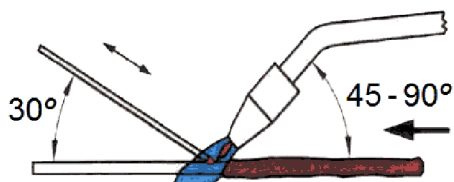
Pri varjenju naj bo pločevina oddaljena **2-4 mm od jezička plamena**.

VARJENJE V LEVO

Naklon dodatne žice proti osi zvara $\alpha = 30^\circ$

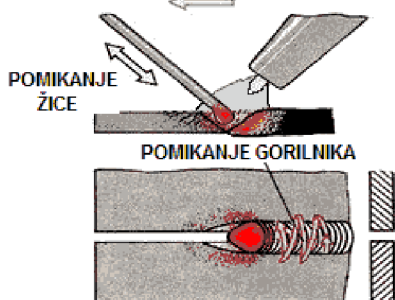
Naklon gorilnika proti osi zvara:

 - na začetku, ko zagrevamo hladno pločevino, nastavimo $\beta = 90^\circ$
 - opazujemo, kako se zaradi poviševanja temperature spreminja barva pločevine, najprej v rdečo in nato v rumeno
 - ko se površina raztali (ko vidimo, da je nastala kapljica), pa gorilnik **nagnemo bolj položno**, $\beta = 45-90^\circ$, večji kot je pri debelejši pločevini

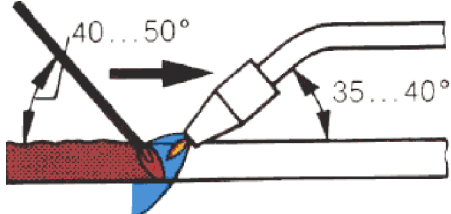


VARJENJE V LEVO

Poglejmo si še, kako se med varjenjem premikata gorilnik in žica (dodajni material):



VARJENJE V DESNO



VARJENJE V DESNO

- Pozorni smo na **spremembo barve varjenja**. Rumena barva nas opozori, da bo kmalu nastala talina. Nastalo **kapljico** taline **moramo znati usmerjati** - med varjenjem gorilnik rahlo polkrožno niha levo-desno, medtem ko se enakomerno (ne prehitro in ne prepočasi) pomika naprej. Dodajno žico primaknemo šele, ko je nastala talina. Držimo jo nekoliko **nad varjenjem**.

Reševanje standardnih problemov pri plamenskem varjenju:

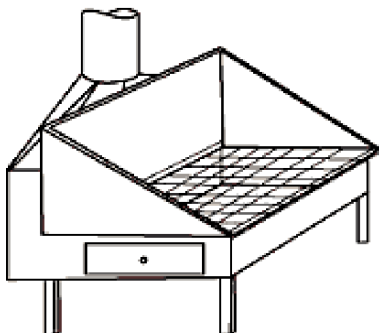
1. Pokanje:

- pokanje acetilena** v bakreni šobi se pojavi zato, ker se je šoba **PREVEČ SEGRELA**. Pri varjenju smo šobo držali **preblizu varjencu** ali pa smo imeli šobo **predolgo na istem mestu**. **Ukrep:** zapremo dovod acetilena, pretok kisika ostane. Šobo pomočimo v vodo, da se ohladi. Nato odpremo acetylen, nastavimo plamen. Ker je pretok kisika ostal enak, **dobimo enak plamen kot prej**.

- pokanje v talini** (v zvaru) nastane, če predolgo varimo na enem mestu

- Pri varjenju se pojavlja **preveč isker**. Razlog je **presežek kisika v plamenu**, ki reagira z varjenjem. Potrebno je **zmanjšati pretok kisika**.
- Zvar, ki smo ga naredili, je **črn in ožgan** (oksidiran). Plamen je bil narobe nastavljen: **zmanjšati moramo količino kisika**.

Plamensko varjenje - pripomočki Varilna miza, kleščice, žičnata krtača, čistilne igle.

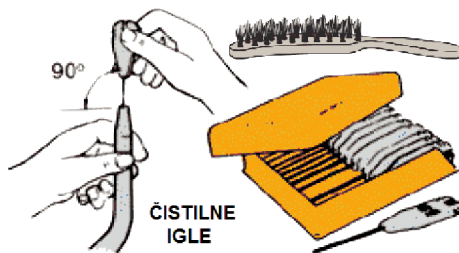


Včasih nam izgled plamena pove, da je treba ustje plamenice (varilno šobo) **očistiti** z žičnato krtačo ali s šilom: plamen postane **rdečkasti**, povsem na začetku. To se zgodi, kadar držimo šobo pre-

blizu varjencu in zato **pretaljeni** osnovni **material** **brizgne v šobo**:



Zaradi zamašene šobe neprimeren plamen



Plamensko varjenje različnih materialov

PLAMENSKO VARJENJE JEKEL:

Jekla z nizko vsebnostjo ogljika (do 0,25%) se varijo s plamenom brez težav. Plamen je nevtralen. Poraba acetilena ali kisika je pribl. 80-120 l/h za vsak mm debeline osnovnega materiala.

Jekla z vsebnostjo ogljika od 0,25 do 0,5% so že občutljiva za nastanek razpok, posebno pri prehitrem ohlajevanju materiala. Zato ta jekla pred varjenjem ogrevamo na 250-350°C, da zmanjšamo hitrost ohlajevanja zvara. Varimo z nevtralnimi plamenom. Poraba plinov: 80-120 l/h.

Jekla z vsebnostjo ogljika od 0,5 do 0,8% so še bolj občutljiva na razpoke. Zaradi visoke vsebnosti ogljika varimo z redukativnim plamenom. Po varjenju zvar normaliziramo z ogrevanjem na 750-800°C in počasnim hlajenjem.

Orodna jekla z vsebnostjo ogljika 0,8-1,5% se plamensko najtežje varijo. Predgrevanje je nujno potrebno, temperatura je odvisna od vrste jekla. Dodajni material mora biti čim bolj podoben osnovnemu materialu.

Močno legirana jekla, nerjavna in proti ognju odporna jekla lahko varimo plamensko. Vedeti moramo le, da bodo predvsem nerjavni zvari manj odporni proti interkristalni koroziji, ker se bo zvar navzel ogljika. Pri varjenju se zahteva nevtralen plamen. Oksidativni plamen bi oksidiral legirne elemente. Ta jekla **uspešneje** varimo z **oplaščenimi elektrodami**.

PLAMENSKO VARJ. LITEGA ŽELEZA (siva, nodularna in bela temprana litina): v glavnem varimo v vodoravni legi, ker je talina lahko tekoča. Pri varjenju up. talila, običajno zmes natrijevega karbonata ali bikarbonata in silicijevega dioksida ali boraksa. Varjence iz sive litine **predgrevalimo**, da bi omilili nastale napetosti. Varimo z dodatnim materialom, ki je bogat z ogljikom in silicijem.

PLAMENSKO VARJENJE BAKRA IN ZLITIN

Ker je Cu dober prevodnik toplote, je potrebna **visoka koncentracija toplote na mestu varjenja**. Varjenje bakra je oteženo ali celo onemogočeno, če je v njem bakrov oksid, ki pri varjenju sprošča kisik. Kisik se nato spaja z vodikom v vodno paro in povzroča krhkost zvara. Dobro se vari **le čisti elektrolitski baker**. Odvisno od legirne stopnje Cu varimo z dodatnim materialom, ki je legiran s fosforjem, srebrom ali kositrom. Legirni elementi povečujejo trdnost zvara in znižujejo temp. taljenja. Kot talilo pogosto up. zmes boraksa in borne kisline. **Med** varimo z oksidativnim plamenom, ker s tem zmanjšamo odgorevanje cinka iz taline. Uporabljamo žice s povišano vsebnostjo cinka.

Plamensko varjenje s propan butanom Tehnologija, ki je primerna za **lotanje**, za **segrevanje** in za **varjenje plastike**, za varjenje kovin pa ni primerna → glej pojasnilo pod geslom Plamensko varjenje z gorljivimi plini. Lahko pa propan uporabljamo **za plamensko rezanje**.

Plamensko varjenje - varnostni ukrepi

Glavne NEVARNOSTI pri plamenskem varjenju:

- **možnost eksplozije** gorljivih plinov,
- **nevarni plini in dim**, ki nastajajo pri delu (nevarnost zadušitve),
- **poškodbe pri delu**, predvsem zaradi izmetavanja vročih delcev (iskre, brizganje talečega va-

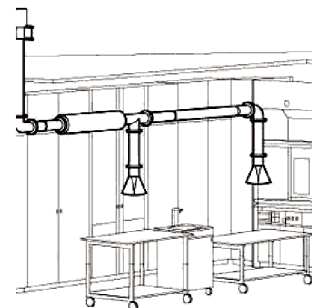
ra), zaradi plamena in vročih obdelovancev; oči so posebej pomembne, nevarnost opeklin itd..

Kako preprečimo **PREPREČIMO NEVARNOST EKSPLOZIJE** acetilenove jeklenke:

- Jeklenke morajo biti ustrezno označene, napisov in označb se ne sme spreminjati. Med delom morajo biti jeklenke od varilnega mesta oddaljene **vsaj 3 m**. Pri transportu, v skladišču in pri uporabi morajo **vedno stati pokonci** (nagib do 30°), **zavarovane** naj bodo **proti padcem**, **ne smejo biti izpostavljene toploti** (soncu, grelnim telesom) in se **ne smejo segreti nad 40°C**. Armature kisikovih jeklenk se **ne sme mazati z oljem ali mastjo**.
- Eksplozije acetilenovnih jeklenk so zelo redke, vendar so tudi zelo uničujoče: plamen seže do razdalje 30 m, razbiti kosi eksplozirane jeklenke pa učinkujejo tudi do 300 m daleč. Vendar: samopospeševalna reakcija v acetilenovi jeklenki od temperature 20°C pa do eksplozije pri ~100 bar in 100°C traja **25 minut**, zato pri zgodnji ugotovitvi vzrokov **panika ni potrebna**.
- Goreči jeklenki - če je mogoče - zapremo ventil, jo odnesemo na prosto in pokličemo gasilce. Če se acetilenova jeklenka nekontrolirano segreva, jo je potrebno **hladiti z mokrimi cunjami**, po možnosti tudi intenzivno hladijo z vodo. Obenem nadziramo razvoj temperature in tlaka acetilena. Če nam hlajenje ne uspe, **spustimo acetylen v ozračje** in se umaknemo na varno.

VARILEC MORA upoštevati varnostne predpise in **ZAGOTOVITI USTREZNE UKREPE:**

- Skrb za **JEKLENKE**, kot je opisano zgoraj. Razen acetilenove je nevarna tudi kisikova jeklenka, predvsem zaradi zelo visokega tlaka, ki pri nekontroliranem izpustu povzroča premikanje kisikove jeklenke.
- Preden pritrdimo na jeklenko **reducirni ventil**, ga je treba **izpihati**. Za izpihanje ventila, posod, obleke ali drugih snovi se **ne sme uporabljati kisik**. Če ventil na jeklenki zmrzne, ga odtačamo z vročo vodo ali krpami, namočenimi v vroči vodi - prepovedana je uporaba plamena. Ventili na jeklenki je treba **odpirati počasi**.
- Pri varjenju **v zaprtih prostorih** (cisterne, cevi, kleti itd.) je treba zagotoviti **prezračevanje in odsesavanje** zaradi nevarnosti **zadušitve** ali **zastrupitve** s plini, ki nastajajo pri plamenskem varjenju: CO₂, CO in NO/NO₂.



CO₂ ni strupen, je pa težji od zraka. Zato izpodriva zrak v nižjih legah - nevarnost zadušitve. CO je strupen, vendar je le vmesni produkt gorenja in hitro zgori v CO₂.

NO, NO₂ - dušikovi oksidi nastajajo na površini plamena pri temp. nad 1.000°C. Imenujemo jih **nitrozne pare**, ki so **zelo strupene**. Večja kot je površina plamena, več nitroznih par nastaja. Plamen naj bo zato po možnosti čim manjši. Potrebno je tudi odsesavanje, ki je na nasprotni strani varilca.

- VARITI NI DOVOLJENO** v prostorih:

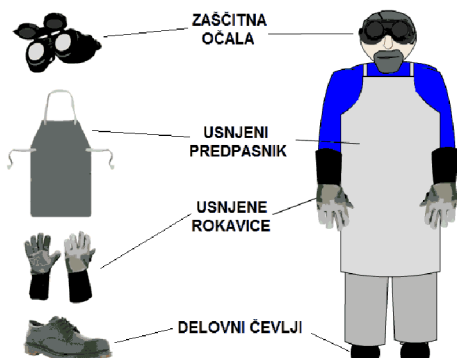
- z **lahko vnetljivimi snovmi**,
- z **eksplozivno atmosfero**,
- kjer jeklenke **ne morejo trdno stati pokonci**.

- Varilec mora uporabljati **NUJNA OSEBNA ZAŠČITNA SREDSTVA:**

- **varnostna očala**, ki so **zaščitna** in **zatemnjena**: stekla absorbirajo del škodljive svetlobe, obenem pa očala ščitijo oči pred iskrami in brizganjem talečega vara; očala morajo izpol-

njevati zahteve po standardu EN169; zatemnjenost očal se označuje s številkami od 1,1 do 16, višja številka pomeni večjo zatemnjenost (2 ~ 25% prehod svetlobe, 3 ~14%, 4 ~ 4%)

- 1 - 3 je primerno za plamensko lotanje
- 3 - 6 za rezanje
- 4 - 8 za plamensko varjenje
- 10 - 14 za elektro obločno varjenje



- **delovno obleko**, ki ne sme biti namazana z oljem ali mastjo, da se ne bi vnela
- **usnjene rokavice** in **usnjeni predpasnik**
- **zaščitne čevlje**



Enaki varnostni ukrepi kot pri plamenskem varjenju veljajo tudi pri **trdem lotanju** ter **plamenskem rezanju** in **segrevanju**.

Plamensko varjenje z gorljivimi plini Acetilen je **edini plin**, ki pri zgorevanju **ustvari reducirno področje** in zato površino varjenca očisti od oksidov - glej geslo Plamensko varjenje - plamen. Vsi ostali gorljivi plini pa pri zgorevanju reducirnega področja ne ustvarjajo, zato **niso primerni za varjenje neplemenitih kovin**. Lahko pa jih uporabimo npr. za varjenje umetnih mas.

Plamenska tehnologija s cenejšimi gorljivimi plini pa vseeno v mnogih primerih nadomešča klasično plamensko tehnologijo z veliko dražjim acetilenom, npr. plamensko rezanje s propanom, plamensko lotanje, kovaške peči se ogrevajo s propanom itd.

Plamtišče Glej Plametišče.

Pokalni plin Mešanica **vodika in kisika**, ki pri temp. 500-600°C z glasnim pokom eksplozivno reagira. Reakcija je najintenzivnejša, če je zmes sestavljena iz dveh prostorninskih delov vodika in enega prostorninskega dela kisika.

Včasih z besedno zvezo pokalni plin označujemo tudi druge plinske mešanice, ki medsebojno reagirajo z glasnim pokom, npr. **acetilen + kisik**.

Prižema Spenjalna zveza, ki zapira obojestransko gibanje s trenjem. Izvedb je veliko, lahko je tudi **orodje v obliki loka z vijakom za spenjanje**: kovinska, lesena prižema. Prim. Plamensko varjenje - reducirni ventil za acetilen, glej risbo pod geslom Primerjalni merilniki. Sin. ločni priključek. Razl. klema, spona. **Prižemati**: tesno stiskati.



Propan Plin C₃H₈, glej gesli Plamensko varjenje

in Alkani.

Reducirati

1. Narediti, povzročiti, da postane kaj manjše. Ang. reduce: zmanjšati. Npr.: ~ izdatke, ~ tlak plinov pri plamenskem varjenju, reducirati moč, elektriko (redukcija toka) itd.

Reducir: v strojniškem žargonu je to kratka cev, ki je z ene strani **zožana** (ima manjši premer kakor na drugi strani). Glej risbo pri geslu Fiting.

2. Kemijsko: oddati kakemu elementu ali spojini elektrone. Reducirati se: sprejeti elektrone od kakega elementa ali spojine.

Reducirni ventil Ventil, namenjen za zmanjšanje (reduciranje) tlaka plinov ali tekočin. Prim. Plamensko varjenje, Hidravlika - ventil za znižanje tlaka. Sin. redukcijski ventil.

Sm³ Glej Standardni kubični meter.

Standardni kubični meter Dogovorna enota za volumen plina, merska enota je [Sm³] ali [Nm³].

Količino (maso ali volumen) plinov namreč ne moremo določiti s tehtanjem, tako kot npr. tehtamo tekočine ali tredne snovi.

Pline lahko tehtamo le izjemoma, npr. v jeklenkah:

- najprej tehtamo maso polne jeklenke
- nato tehtamo maso prazne jeklenke

Maso plina nato izračunamo kot razliko med maso polne in prazne jeklenke.

Količino plinov zato praviloma izražamo z volumnom 1 m³ plina **pri standardnih razmerah**. Standardne razmere pa seveda določajo standardi:

1. ISO 2533: 1,013 bar (fizikalna atmosfera), 15°C
2. DIN1343: 1,013 bar (fizikalna atmosfera), 0°C, enako definira tudi avstrijski GWG (Gaswirtschaftsgesetz).

3. DIN 1945 pa velja za **stisnjen zrak** pri 20°C.

Najpogosteje se uporablja definicija pod zaporedno številko 2. Na podoben način se določa merska enota normalni liter nl oz. NL.

Vodik Element s simbolom H, vrstno število 1. Najbolj razširjen element v vesolju, na Zemlji pa šele na devetem mestu.

Fizikalne lastnosti: plin brez barve, vonja in okusa, sestavljajo ga dvoatomne molekule H₂, gostota 0,09 g/dm³, vrelišče -252,87°C.

Kemijske lastnosti: molekularni vodik H₂ ni zelo reaktiven, atomarni H (ki nastane npr. pri visoki temperaturi) pa je bistveno reaktivnejši.

Uporaba: za sintezo amonijaka, za avtogeno varjenje in rezanje, kot gorivo za raketne motorje. Vse več je poskusov za uporabo vodika kot goriva v motorjih.

Vodikov peroksid H₂O₂ je močan oksidant in se veliko uporablja za beljenje usnja, tudi kot oksidacijsko sredstvo v gorivih za raketne motorje.

Zemeljski plin Plin brez vonja, barve, okusa, lažji od zraka. Sestava: 98% metana, ostalo je etan, drugi ogljikovodiki, CO₂ in voda. Pridobiva se iz plinskih vrtin, od tod tudi ime. Kurilnost ~44 MJ/kg, gostota 0,75 kg/Sm³. Sin. mestni plin.

Zemeljski plin je okolju prijazno gorivo, saj vsebuje zanemarljivo nizke vrednosti žvepla. Prašnih delcev (saj in pepela) pri izgorevanju praktično ni. Ob pravilni nastavitvi plinskih naprav sta edina stranska produkta, ki nastajata v procesu izgorevanja, ogljikov dioksid in voda.

Zemeljski plin potuje po plinovodnih ceveh pod zemljo. V prenosnem plinovodnem omrežju (jeklene cevi) teče običajno plin pod visokim tlakom od 50 do 100 bar, medtem ko znaša tlak v srednje in nizkotlačnih distribucijskih plinovodih (polietilenske cevi) od 100 mbar do 10 bar.

Pozor: naprave, ki delujejo na zemeljski plin, praviloma ne potrebujejo posebnega reducirnega ventila (regulatorja tlaka), tako kot naprave, ki so direktno povezane s plinskimi jeklenkami - zato jih **ne smemo direktno** (brez reducirnega ventila) **priključiti na jeklenko!**

VARJENJE IN REZANJE Z ELEKTRIČNO ENERGIJO TER OSTALE VRSTE VARJENJA

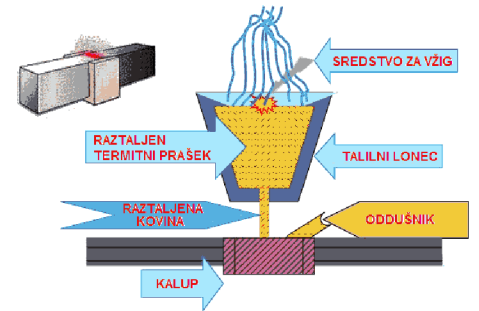
Anoda Dosledna definicija: elektroda, na kateri pri delovanju naprave poteka oksidacija - oddajanje elektronov na ožičenem delu.

Pri elektro obločnem varjenju je anoda pozitivna elektroda (priklop na plus pol +), saj preko žice oddaja elektrone, preko obloka (neožičen del) pa sprejema anione.

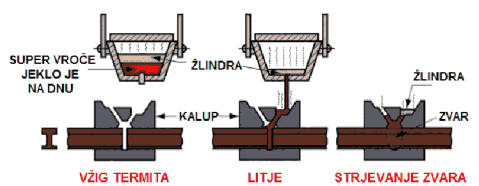
Pri elektro obločnem varjenju ima anoda vedno višjo temperaturo kakor katoda - pogledj pojasnilo pod geslom Oblok.

Kadar pa imamo galvansko celico (baterijo) pa je anoda negativna elektroda, saj preko žice oddaja elektrone, preko elektrolita pa sprejema anione.

Alumotermično varjenje Izkoriščamo toploto, ki nastane pri redukciji kovinskih oksidov z aluminijem:



Postopek:



Najprej je potrebno pripraviti zvarni žleb. Nato pritrdimo kalup, ki bo preprečeval iztekanje taline iz zvarnega žleba. Zvarni žleb zagrejemo z opremo za plamensko varjenje.

Potrebujemo še lijak ali lonec, ki je obstojen pri visokih temperaturah (običajno je iz magnezitne mase). V lijak vsipamo mešanico, ki vsebuje:

a) Praškasto **termitno zmes** (aluminij ter železovi in drugi oksidi), ki bo ustvarjala velike količine toplote in s tem visoke temperature (glej geslo Alumotermija). Izvor za Fe okside so okujine iz kovačij in valjarn, velikost zrn 0,15 do 1,5 mm.

b) **Sredstvo za vžig** termitne zmesi, običajno so to zmlate magnezijeve palice ali barijev superoksid (sredstva, ki dajejo visoko temperaturo).

Nato mešanico v lijak **vžgemo**. Najprej se seveda vžge sredstvo za vžig. Ko so temperature dovolj visoke, se sproži alumotermična reakcija, ki nato **sama sebe pospešuje**. Največja hitrost zgorevanja je 1 do 2 sekundi za 1 kg termitne zmesi, reakcijska temp. znaša 2.700-3.100°C, livna temperatura pa 2.000-2.300°C.

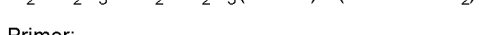
Aluminijevi oksidi, ki nastanejo v reakciji, plavajo na železu v obliki žindre. V reakciji sproščeno **železo** je zaradi visokih temperatur **staljeno** in služi za varjenje. **Talino vlijemo** v prej pripravljen žleb varjencev. V žleb ujeta talina nadaljuje stranice varjencev, z ohlajanjem pa se strdi v zvar.

Nazadnje je potrebno zvarni spoj še **pobrusiti** in **preizkusiti**: testna vožnja z vlakom.

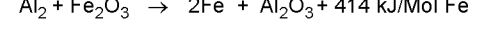
Prednosti termitnega varjenja so: kratek čas varjenja, ni vpliva varilca, ni potreben dodaten vir energije. **Uporaba**: predvsem za varjenje **tirnic** in za **popravilo večjih jeklenih odlitkov** (večje osi motorjev, lomljeni ali iztrošeni deli strojev itd.).

Sin. termitno varjenje. Prim. alumotermija, termit.

Alumotermija Metalotermija z uporabo aluminija:

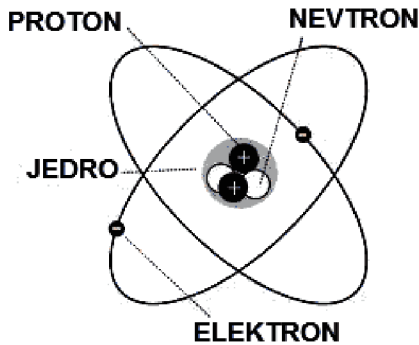


Primer:



Al + Fe oksid → Fe + Al oksid + toplota
 Reakcija **se ne sproži sama od sebe** pri sobni temperaturi, proces se sproži **le pri višjih temperaturah**. Zmes Al in kovinskih oksidov je težko vnetljiva, zato je potrebno pravilno izbirati sredstva za vžig. Sin. Termitno varjenje.

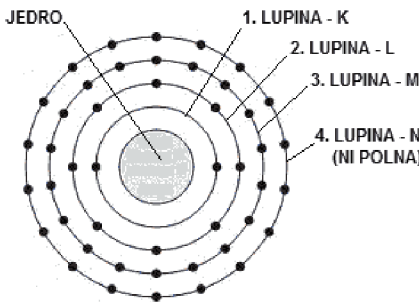
Atom Najmanjši del elementa, ki ga kemijsko ne moremo več razstaviti (gr. *atomos* - nedeljiv). Sestavljen je iz:



a) **Atomskega jedra**, kjer so **protoni** in **neutroni**.

b) **Elektronske ovojnice**, po kateri se gibljejo **elektroni**. Elektronska ovojnica je razdeljena na **lupine**, ki jih poimenujemo s črkami:

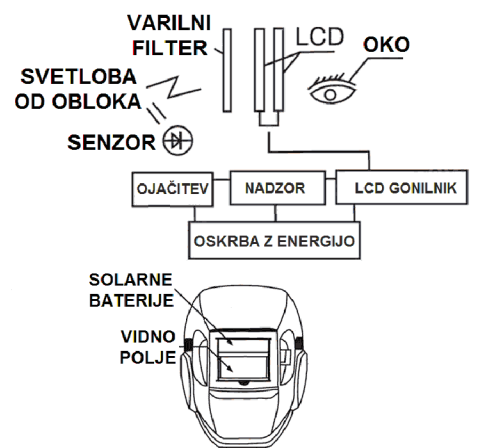
- notranja lupina **K** sprejme največ 2 elektrona
 - 2. lupina **L** sprejme največ 8 elektronov
 - 3. lupina **M** sprejme največ 18 elektronov
 - 4. lupina **N** sprejme največ 32 elektronov itd.
- Znotraj posameznih lupin poznamo še manjša območja, v katerih se nahajata največ dva elektrona - to pa so **orbitale** (glej posebno geslo).



V večini snovi imajo jedra atomov razmeroma trdno vezane elektrone na določenih razdaljah. Pri nekaterih snoveh - še posebej pri kovinah - pa zunanji elektroni niso tako trdno vezani na jedro. Imenujemo jih **prosti elektroni**. Prosti elektroni radi zapustijo atom in se prosto gibljejo znotraj kovine. Če nam to neurejeno gibanje prostih elektronov uspe urediti z nekim "električnim pritiskom", dobimo tok prostih elektronov, ki ga imenujemo **električni tok**.

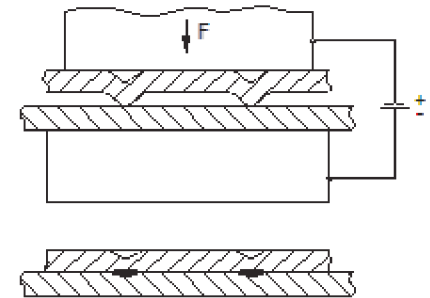
Vse znane oblike atomov so razvrščene v **periodnem sistemu elementov**.

Avtomatska varilna maska Zaščitna maska za **obločno varjenje**, ki se **samodejno prilagaja** svetlobnim razmeram.



Samozatemnitveni filter je odkritje švedskega proizvajalca Hornell International iz leta 1981. Sestavlja ga dva polarizacijska filtra, med katerima se nahajajo tekoči kristali LCD. Če na LCD dovajamo električno energijo, se kristali LCD spre-

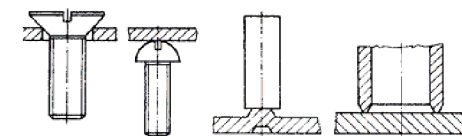
nijo in s tem spreminjajo prepustnost svetlobe. **Bradavičasto varjenje** Vrsta električno uporabnega varjenja. Na videz je podobno večtočkovnemu varjenju. Ena od varjenih pločevin ima izdelane izbokline (bradavice), druga pa je ravna. Med varjenjem steče varilni tok skozi bradavice, ki se zaradi visoke gostote električnega toka zmehčajo ter pod pritiskom elektrod zvarijo z ravno pločevino:



Približni **varilni parametri** so najbolj odvisni od varjenca (material, debelina, premer bradavice), za jeklo znašajo:

- sila na elektrodah od 0,4 do 4 kN
- jakost električnega toka 4 do 12 kA
- varilni čas od 60 do 300 ms

Primeri bradavičastega varjenja:



Prim. Uporovno varjenje.

Corgon Industrijski plin, mešanica **80 - 90% argona, preostanek do 100% pa je CO2**. Uporablja se za MAG obločno varjenje.

Disociacija Ločitev, razdelitev, razpad. Pojav, da molekule ali kristali neke snovi **razpadejo** na atome, ione ali na atomske skupine. Razlog je lahko zvišanje temperature (**termična disociacija**) ali raztapljanje v topilu (**elektrolitska disociacija**).

Vsaka disociacija je endotermni proces (toplota se dovaja, porablja). Prim. stopnja disociacije, disociacijska konstanta, Ostwaldov zakon razredčenja.

Difuzijsko varjenje Varjenje s stiskanjem. Dva varjenca spajamo tako, da prehajajo atomi iz enega varjenca na drugega prek stičnih površin.

Postopek zahteva skrbno pripravljeno (zravnano, razmaščeno) površino osnovnega materiala. Primerno stično površino zagotavljamo s hrapavostjo reda R_a 1µm. Pri varjenju je potreben pritisk 10 N/mm². Čas učinkovitega varjenja znaša 1 do 15 min, odvisno od vrste kovine.

Postopek: varjenca s pripravljenima površinama vpnevo v aparat za varjenje in ju **zagrejemo** na zahtevano temperaturo. Potem prostor vakuumiramo in ju nato stiskamo toliko časa, kot je za kovino potrebno.

Po tem postopku lahko varimo številne kovine v kombinacijah, ki jih z normalnimi postopki ni mogoče variti:

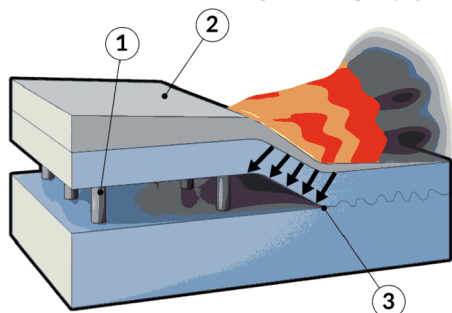
- siva litina z jeklom,
- Al z medjo,
- Cu z Al, jeklom, Mo, Ni, Ti
- Mo z Mo, jeklom, niobom, Ti
- W z W.

Varimo lahko tudi kovine z nekovinami: keramiko z jeklom, Cu, niobom, Ti.

Eksplozijsko varjenje Postopek varjenja, pri katerem se varjenca zvarita zaradi visokega pritiska. Tehnološki postopek se je razvijal po 2. svetovni vojni, na osnovi opazovanj iz 1. svetovne vojne. Patent je leta 1962 prijavilo podjetje DuPont.

Plošča, ki jo hočemo privariti na osnovni material, je pred varjenjem nagnjena proti osnovnemu materialu za 2-25° in od njega odmaknjena z distančniki **1**. Zunanja stran plošče je prevlečena z eksplozivom **2**. Eksplozija lahko nastane na vsej površini sočasno ali pa se širi od začetka proti koncu varjene plošče s hitrostjo 2.000-5.000 m/s. Zaradi velike hitrosti se stični ploskvi tudi natalita, kar je

vzrok za nastanek valovitega zvarnega spoja 3:



Razmerje višine in dolžine vala je odvisno od hitrosti spajanja in ima vpliv na strižno trdnost spoja. Hitrosti varjenja so odvisne od materiala in znašajo od 500 do 2.400 m/s. Zvar je zelo čist. Slabost tega načina varjenja je, da je za izvajanje potrebno zelo dobro poznavanje eksplozivov. Postopek je primeren za [platiranje večjih ploskev](#) do 40 m² in za platiranje notranjosti cevi - na ta način prevlečemo ogljikova jekla s tankim slojem korozijsko obstojnega materiala. Je tudi edini postopek za [kvalitetno spajanje Al z jeklom](#).

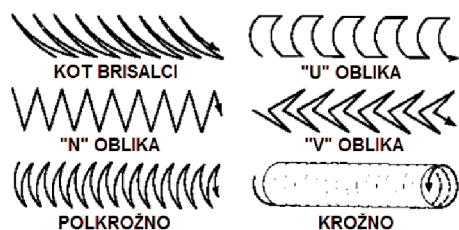
Elektroda Trdni električni prevodnik, ki:

1. Omogoča čim boljši [prehod električnega naboja](#) med dvema različnima snovema, npr. med kovino in tekočino (pri elektrolizi, galvanizaciji), med dvema kovinama (varjenje) itd..
2. Omogoča [shranjevanje](#) električnega naboja, npr. pri kondenzatorjih.

Imena elektrod pri varjenju si najlažje zapomnimo s pomočjo besede **KNAP**: Katoda Negativna Anoda Pozitivna.

Pri varjenju z električno energijo so elektrode lahko obnem tudi [dodajni material](#):

PREMIKANJE ELEKTRODE



GMAW Ang. kratica: Gas Metal Arc Welding, kar je varjenje z zaščitnim plinom (MAG ali MIG).

Gorilnik Grelna priprava, ki omogoča nadzirano gorenje plinskih ali tekočih goriv. Lahko je tudi naprava, ki oddaja toploto, npr. gorilnik za varjenje.

Hladno varjenje s stiskanjem Za zvaritev je potreben [samo pritisk](#). Specifični pritiski znašajo 250 do 500 N/mm² pri Al in 500 do 1.000 N/mm² pri Cu. [Varivost](#) je [najboljša pri mehkih kovinah](#) in se zmanjšuje z naraščajočo temperaturo tališča in trdoto.

Najvažnejše je [čiščenje površine](#) (brušenje, peskanje, ščetkanje in podobno) [neposredno pred zavaritvijo](#). Zvari so lahko soleznji ali prekrvni in [lahko dosežejo trdnost osnovnega materiala](#). S tem postopkom je možno tudi [zvarjanje različnih kovin](#) med seboj.

Invertirati Obrniti, preusmeriti. **Inverter**:

- naprava, ki pretvarja vhodno [enosmerno](#) napetost v izhodno [izmenično](#) napetost - deluje "obratno" kot usmernik
- tudi [varilni inverter](#) deluje "obratno" kot klasične elektro varilne naprave: trofazno izmenično napetost najprej usmeri in šele nato transformira (glej [Varjenje z inverterjem](#)).

Invertirajoči ojačevalnik: glej Ojačevalnik.

Ion Atom ali atomska skupina, ki nosi enega ali več pozitivnih ali negativnih nabojev. Del [anion](#) (negativni i.) in [kation](#) (pozitivni i.). IUPAC poimevanje: glej kationi ali anioni. Prim. radikali.

Ionizacija Nastanek ionov z odcepom ali vezavo enega ali več elektronov na nevtralen atom ali molekulo. Prim. disociacija, oblok, elektronka.

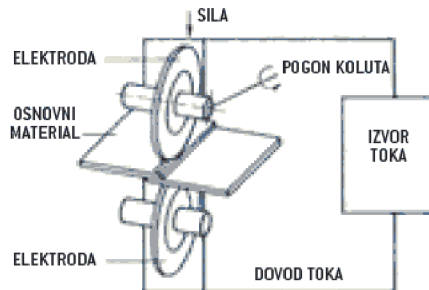
Katoda Dosledna definicija: elektroda, na kateri [pri delovanju](#) naprave poteka [redukcija](#) - spreje-

manje elektronov na ožičenem delu naprave in sprejemanje kationov (pozitivnih delcev) na neožičenem delu naprave.

Pri elektro obločnem [varjenju](#) je katoda [negativna elektroda](#) (priklop na minus pol -), saj preko žice sprejema elektrone, preko obloka (neožičen del) pa sprejema katione.

Kadar pa imamo [galvansko celico](#) (baterijo) pa je katoda [pozitivna elektroda](#), saj preko žice spet sprejema elektrone, preko elektrolita pa katione.

Kolutno varjenje Vrsta električno uporabnega varjenja. Pri kolutnem varjenju naredimo popolnoma tesne zware. Postopek je primeren za varjenje cistern in karoserij do debeline 3,5 mm.



Kolutno varjenje

Livarsko varjenje Poznamo dve vrsti:

- a) Livarsko varjenje [za popravilo](#) poškodovanih litih kosov. Varjenec se najprej oblikuje in predgreje na zvarnem mestu, nato pa raztaljeno talino vlivamo prek zvarnega mesta, ki se natali, ob ohlajanju pa strdi skupaj s talino.
- b) [Stiskalno livarsko varjenje](#) je podobno postopku a). Ko z raztaljeno talino dosežemo primerno temperaturo na robovih zvarnega spoja, se varjenca stisneta.

Luknjasti točkovni zvar Postopek varjenja, ki se pogosto uporablja pri karoserijskih delih.

Pri tem postopku prirobnico pločevine s posebnimi kleščami preluknjamo v enakih razdaljah. Rob lukenj nato zvarimo s spodnjo pločevino z MAG postopkom varjenja. Številno in premer varilnih lukenj sta razvidna iz navodil proizvajalca avtomobilov za popravilo karoserije.



Postopek luknjastih točkovnih zvarov uporabljamo:

- za povezave prirobnic, ki so dostopne samo z ene strani ali
 - kadar varimo več plasti pločevin skupaj
- MAG obločno varjenje** Oblok gori med dotekačo dodajno žico in predmetom [v zaščiti CO₂](#), ki je najcenejši tehnični plin. CO₂ se dovaja iz jeklenke pod tlakom 50 bar, kjer je v tekočem stanju. Ang. Metal Activ Gas.

Postopek je v osnovi zelo podoben MIG. [Z enako opremo](#) lahko varimo po [MAG](#) postopku v zaščiti CO₂ plina ali po [MIG](#) postopku v zaščiti argona.

Pri visoki temperaturi obloka se plin CO₂ [delno razkroji](#) v ogljikov monoksid CO in kisik O₂ (disociacija CO₂ - podrobneje glej geslo Ogljikov dioksid). Tako nastali kisik tvori okside, ki se pokažejo v obliki majhnih otokov žilindre na površini zvara. To je vzrok, da imenujemo CO₂ [aktivni plin](#) - za razliko od pasivnega argona.

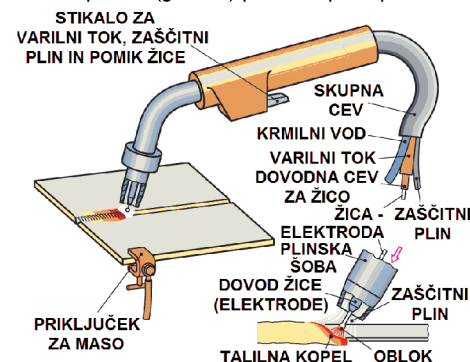
Seveda si želimo čim manj kovinskih oksidov, zato kot aktivni plin uporabljamo tudi [plinske mešanice](#): Ar+O₂, Ar+CO₂ ([corgon](#), npr. corgon 18 sestavlja 82% Ar in 18% CO₂), Ar+CO₂+O₂, CO₂ + O₂. Dodatek O₂ k zaščitnemu plinu [pospeši žilavljenje](#) (zmanjša vsebnost ogljika v jeklu) in povzroči [drobnejši prehod kapljic](#) v električnem obloku. Podoben vpliv ima tudi gostota električnega toka. Pri kritični gostoti električnega toka preide grobo kapljičasti prehod v drobno kapljičasti.

Za varjenje v zaščiti CO₂ pride praviloma v poštev [samo enosmerni tok](#) in [plus pol na varilni žici](#)

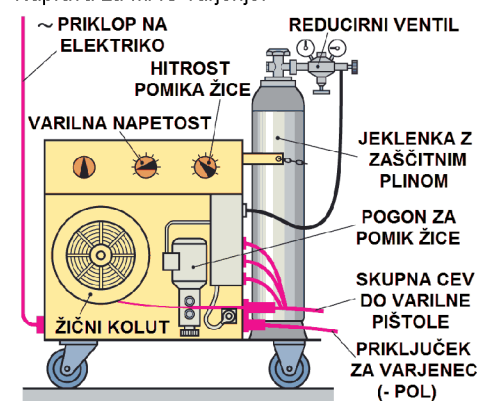
(obratna polariteta). Za večino del zadoščajo jakosti tokov [do 500 A](#), napetost praznega teka je [največ 100 V](#), statična karakteristika je rahlo padajoča. Velika akumulacija toplotne energije pri MAG varjenju (večji električni tok in napetost) [povečuje površino preseka zvara](#). Presek pa je odvisen tudi od zaščitnega plina - pri uporabi argona je presek manjši.

Kot polavtomatski postopek je bil MAG razvit za [varjenje malo legiranega konstrukcijskega jekla](#) manjših in srednjih debelin, pri varjenju s polnjeno žico pa tudi večjih debelin. MAG postopek je primeren tudi za manj zahtevne zware [aluminija](#) in [aluminijevih legur](#).

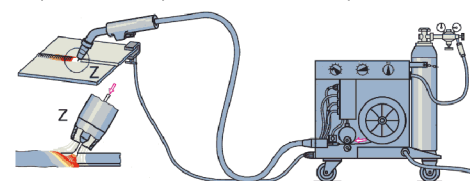
Varilna pištola (gorilnik) pri MAG postopku:



Naprava za MAG varjenje:



Naprava MAG, povezana z varilno pištolo:



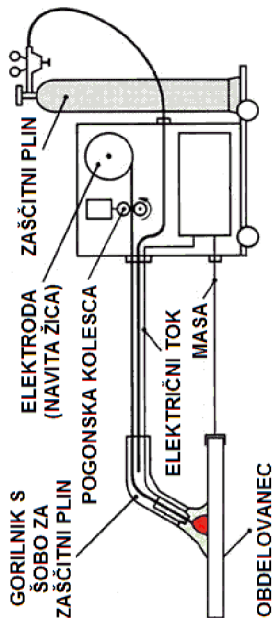
DODAJNI MATERIAL mora ustrezati zahtevam po [dezoksidaciji](#) talilne [kopeli](#), po [rafinaciji](#) (čiščenju) [zvara](#) in [stabilizaciji obloka](#). Žici se dodajajo zlitinski elementi (Mn, Si, Ti), ki talino med varjenjem dezoksidirajo. Uporabljamo predvsem žice premerov od 0,6 do 2,4 mm (0,6-1,2-1,6-2,4-4). Gola žica je VAC 60 ali VAS 60 Ti, strženska žica pa je FILTUB 4R

Vsem zahtevam zadostijo žice, ki so primerno legirane [s silicijem](#) in [z manganom](#). Za varjenje drobnoznatih konstrukcijskih jekel s povišano trdnostjo do 700 N/mm² uporabljamo žice, legirane [z nikljem](#), ker dajo zware z dobro žilavostjo. Kot [dezoksidanti](#) se dodajajo tudi [titan](#), [cirkon](#) in [aluminij](#). Posebno vlogo imajo strženske žice.

Stržen ima rutinolo ali bazično naravo. Na varu se nabere [žilindra, ki jo je treba sproti odstranjevati](#). S temi žicami dosegamo zelo kvalitetne zware.

PREDNOST MAG pred REO je [večja produktivnost](#), ki je posledica precej [višjih varilnih tokov](#) in [varjenja brez prekinitev](#) (pri REO je treba menjavati elektrode). Visoke tokove omogoča priključitev električnega toka v neposredni bližini obloka (le ~ 10 mm). Hitrosti oddaljevanja znašajo do 20 kg/h. Tudi [čiščenje žilindre](#) običajno ni potrebno.

MIG lotanje Postopek, ki se praviloma uporablja za [trdo lotanje](#) in je zelo podoben MIG varjenju. Razlika je v elektrodi (ki ni enaka osnovnemu materialu), pa tudi gorilnik je prirejen:



Pri MIG lotanju se kovinski gradivi povežeta z raztaljenim dodatnim gradivom (lotom) pod atmosfero zaščitnega plina. Tališče lota leži občutno pod temperaturo tališča kovinskega gradiva, zato se kovinsko gradivo samo omoči, ne pa raztali.

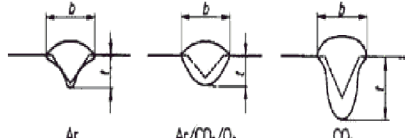
Prednosti MIG lotanja:

- a) Spajamo lahko različne materiale, npr. Al in jeklo.
- b) Zaradi nižjih temperatur je tudi izkrivljanje pločevine majhno. Spajamo lahko tudi zelo tanke pločevine.
- c) Boljša protikorozijska zaščita kot pri varjenju, saj je lot že sam po sebi kvalitetna protikorozijska zaščita. MIG lotanje ima zelo majhen vpliv tudi na obstoječe protikorozijsko zaščito, medtem ko MIG varjenje povzroči izgorevanje (npr. cinka na pocinkani pločevini).
- d) Nastali šiv je brez por, lotane spoje je potrebno le še malenkostno dodelati.

MIG lotanje se **največ** uporablja **za popravila** v avtomobilski industriji, predvsem za popravila karoserij iz jekel z visoko trdnostjo (npr. visoko legirana borova jekla). Pri visoki temperaturi ta jekla namreč **izgubijo** svoje **trdnostne lastnosti** in se zato **varjenje ne priporoča**.

MIG obločno varjenje Postopek, ki je v osnovi zelo podoben MAG postopku, le da je oblok prekrit s plinom **argon** in **helij**, ki sta med samim postopkom popolnoma **pasivna**. Odkriti oblok gori med taljivo kovinsko elektrodo in varjencem.

Z enako opremo lahko varimo po MAG postopku v zaščiti CO₂ ali po MIG postopku v zaščiti argona.



Vpliv zaščitnega plina na obliko zvara

Elektroda je brezkončna, v kolobar navita žica. Naprava za transport potiska varilno žico skozi sredino držala, okoli nje pa je šoba za argon. V držalu elektrode je kontaktna šoba za varilni tok.

Z elektrodo prižge varilec oblok (tako, da se z žico dotakne predmeta) in konec premikajoče žice se tali v obloku. Ang. **Metal Inert Gas**.

Z MIG postopkom varimo vse materiale, ki se dajo vleči v žico: močno legirana jekla, lahke kovine in njihove zlitine, baker in nikelj ter njune zlitine večjih debelin. Navadnih konstrukcijskih jekel po tem postopku ne varimo, ker je varjenje v zaščitni atmosferi **predrago**.

OPREMA je enaka kakor pri MAG postopku:

- izvor varilnega toka: transformator - usmernik, priključki za elektr. tok, zaščitni plin in hladilno vodo
- pogon žice
- gorilnik: držalo, šoba za žico in zaščitni plin, vodi

la za regulacijo in varilni tok, zaščitni plin in hladilno vodo

- varilna miza s pomičnim vpenjalom za varjenje in s kljuko za odlaganje gorilnika
- orodje: ploščate klešče, klešče za rezanje žice, žična ščetka

Žica in kontaktna šoba morata biti brezhibni, sicer se kontaktna šoba preveč zagreje. Za manjše jakosti do 160 A so lahko varilni gorilniki hlajeni **z zrakom**, za večje tokove pa so hlajeni **z vodo**.

Pri varjenju mora varilec držati gorilnik čim bolj pravokotno na zvar, nagiba ga lahko za kot 10-15°, sicer zaščitni plašč argona ne pokrije vse taline.

MIG postopek varjenja je možno popolnoma avtomatizirati.

DODAJNI MATERIAL za MIG varjenje so najpogostejše žice s premerom 1,2 in 1,6 mm, redkeje 2,4 mm. Prehod električnega toka s kontaktne šobe na žico se izboljša, če je žica pobakrena.

PREDNOSTI postopka pred REO so naslednje:

- velika gostota električnega toka pri MIG postopku omogoča, da se žica hitro tali, kar poveča **hitrost varjenja**
- uvar je **bolji globok**
- deformacije varjencev so manjše
- brez prekinjanja lahko varimo tudi daljše zware

POMANJKLJIVOSTI postopka so naslednje:

- zaščita varilca mora biti boljša, ker je sevanje UV žarkov močnejše
- visoka cena argona podraži postopek varjenja
- okvare varilnega stroja so pogostejše kot pri obločnem varjenju z oplaščenimi elektrodami

MMA Ang. Manual Metal Arc, kar pomeni ročno elektro obločno varjenje, glej geslo REO.

MSG Kratica za varjenje pod zaščitnim plinom (MAG ali MIG), nem. Metall-Schutzgasschweißen.

Obločno varjenje Talilno električno varjenje s pomočjo obloka, ki se uporablja tudi za varjenje pod vodo. Pregled različnih vrst obločnega varjenja najdemo pod geslom Varjenje.

Obločno varjenje - varnost Nevarnosti, ki so jim pri obločnem varjenju izpostavljeni varilci:

- nevarnost udara električnega toka
- opekline zaradi dotika z vročim predmetom;
- poškodbe zaradi sevanja obloka;
- zaslepitve zaradi močne svetlobe (UV in IR);
- zastrupitve in zadušitve (oksidirane kovinske pare, ozon, ob uporabi trikloretilena celo fosgen);
- poškodbe zaradi prekomernega hrupa in zaradi neergonomičnih delovnih mest;
- mehanske poškodbe pri pripravi varjencev ter pri obdelavi zvarov

Varovalna oprema, ki je posebej prilagojena za postopke obločnega varjenja:

- varilska delovna obleka, skladna s standardoma varilne zaščite EN ISO 11611 in toplotne zaščite EN ISO 11612;
- kot dodatek varilske obleke štejemo še usnjen predpasnik, dolge usnjene rokavice po EN 12477 in gamaše (prevleka za čez čevlje)
- varovalni delovni čevlji po standardu CE EN ISO 20345:2011 S3 SRC HRO; pomembna je možnost hitrega sezuvanja, kovinska kapica za zaščito prstov, pokrite vezalke, višji podplat
- varilna maska, približna zatemnitev po EN 175 (višja številka pomeni večjo zatemnitev):

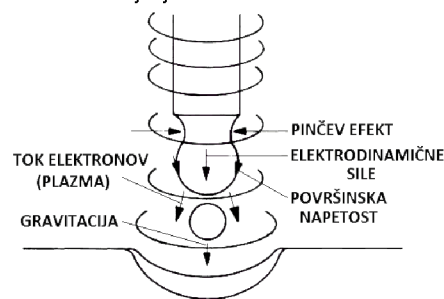
	20	40	80	100	125	175	300	500 [A]
REO	9	10				11	12	13 14
MAG		10		11	12	13	14	15
MIG			10		11	12	13	14
TIG	9	10		11	12	13	14	15
Plazma				11		12	13	

Uporabljajo se lahko maske z vložnimi mineralnimi stekli ali pa **avtomatske varilne maske** (glej istoimensko geslo) z možnostjo nastavljanja stopnje zatemnitve od 9 do 13.

- varovalna prosojna očala za delo na pripravi zvarnih robov in na obdelavi zvarov (odstranjevanje žilindrov, brušenje)
- pri nadglavnih varilskih legah je potrebna še ognjeodbojna kapica ali nadglavna varilska ruta

Oblok Električni tok med elektrodo in varjencem, ki oddaja toliko toplote, da se talita varjenec in

elektroda - varjenje z električnim oblokom.



Oblok je viden kot **svetlobni lok** med konico elektrode in varjencem. Kako oblok nastane:

1. Konica elektrode **pri kratkem stiku zažari**. Negativni pol začne oddajati, pozitivni pa sprejema elektrone. Temu pravimo **termična emisija elektronov**.

2. Zaradi majhne mase je **hitrost elektronov** takoj zelo **velika**, **med potjo zadevajo atome zraka in plinov**, ki nastajajo iz plašča elektrode. Tudi njim **izbijajo elektrone**, tako nastajajo pozitivni ioni (kationi). Nastajanje ionov je **ionizacija**.

3. Izbite elektrone pritegne pozitivni pol (anoda), kationi pa se gibljejo proti negativno naelektreni elektrodi (katodi). Tako **postanejo plini** med konico elektrode in osnovnim materialom (ki so sicer izolatorji) **prevodni za električni tok**. Električni tok teče **tudi tedaj, ko elektrodo nekoliko oddmaknemo in kratkega stika ni več**. Dolžino obloka reguliramo sami.

Vse opisano (1-2-3) se zgodi v trenutku. **Elektroni** imajo majhno maso in veliko hitrost. Kinetična energija je linearno sorazmerna z maso in sorazmerna kvadratu hitrosti:

$$w_k = m \cdot v^2/2$$

zato **imajo** elektroni **veliko kinetično energijo**. Ob udarcu na **anodo** se kinetična energija spremeni v toploto, temperatura se v trenutku poviša na 4.000-6.000°C in material se stali.

Nastali **kationi** imajo večjo maso, **manjšo hitrost** in **manjšo kinetično energijo**. Ob udarcu na **katodo** zato ne nastanejo tako visoke temperature.

Zapomnimo si:

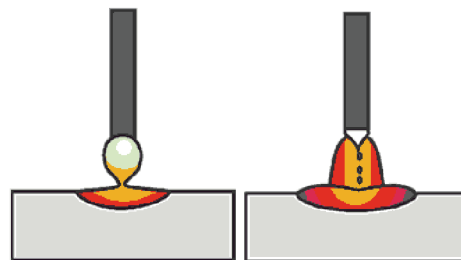
ANODA JE VEDNO BOLJ VROČA OD KATODE, polariteta je pri varjenju torej **zelo pomembna!**

VRSTE OBLOKOV:

KRATKOSTIČNI oblok, med varjenjem ves čas čutimo "udarjanje" kratkega stika, ki se pojavlja pri nizki napetosti. Kapljice so majhne. Takšen način varjenja je primeren za prisilne lege, za korene in za tanke pločevine.

PREHODNI oblok je med kratkostičnim in pršečim oblokom. Ne uporabljamo ga, če ni nujno.

PRŠEČI oblok je brez kratkega stika in pri visoki napetosti. Med varjenjem pršijo najmanjše kapljice. Takšen način varjenja se uporablja za polnilne in temenske varke (PA, PB).



GLEDE NA POLARITETO razlikujemo:

a) **Enosmerni tok in DIREKTNA polariteta** pomeni, da je **elektroda priključena na minus pol**. Zaradi močnejšega segrevanja varjenca je ta način primeren za **debele pločevine**, ki pa **niso občutljive za pregrevanje materiala**. Uvar je globji.

b) **Enosmerni tok in OBRATNA polariteta: elektroda je priključena na plus pol**, varjenec pa na minus pol. Sedaj je temp. višja na koncu elektrode, uvar je plitvejši in talina ima nižjo temp. Z bazičnimi elektrodami varimo visokotrdnostna

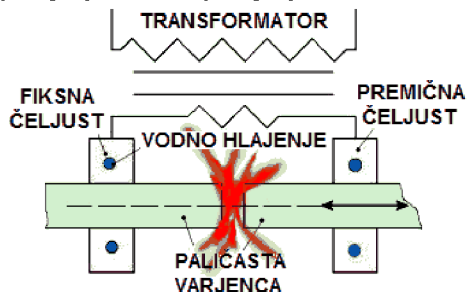
konstrukcijska jekla, legirana jekla, sivo litino in aluminijeve zlitine.

c) Pri **IZMENIČNEM TOKU** se polariteta menja stokrat v sekundi, vendar oblok ne ugasne, saj sta konec elektrode in varjenec ves čas dovolj segreti, da lahko oddajata elektrone. Temperatura elektrode in varjenca sta enaki, oblok ni tako stabilen kot pri enosmernem toku in uvar je srednje globok. Vse elektrode, s katerimi lahko varimo z izmeničnim tokom, so primerne za varjenje z enosmernim tokom, na + ali - polu.

Vrsta toka in polariteta sta pri obločnem varjenju odvisni predvsem od vrste elektrode in varjenca. **Dolžina obloka** je odvisna od občutka in izkušenj varilca. Od nje sta odvisna napetost in varilni tok, ki se spreminjata po **statični karakteristiki obloka**.

Priporočljiva **dolžina obloka** je približno enaka premeru gole elektrode ali polovici premera pri posebnih apnenno-bazičnih elektrodah. Razl. avtogeno varjenje.

Obžigalno varjenje Vrsta varjenja z električno energijo, natančneje: uporovno varjenje oz. varjenje s stiskanjem. Pri tem načinu sta oba varjenca ločeno vpeta v gibljivi in negibljivi del stroja. S pomikom gibljivega dela oba varjenca **izmenično stiskamo in odmikamo**. Nastane obžiganje materiala z močnim iskrenjem in izmetavanjem oksidov. Poznamo dva načina obžigalnega varjenja: **predgretjem in brez predgretja**.



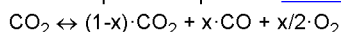
Postopek varjenja je primeren za serijsko varjenje legiranih in nelegiranih jekel, različnih jekel med seboj, tudi bakrovih in aluminijevih zlitin.

Obžigalno lahko medsebojno varimo **jekla različnih kakovosti**, npr. hitrorezna jekla (npr. **sveder**) z navadnim konstrukcijskim jeklom (npr. **stebro svedra**). To ima velik pomen za izdelavo orodij, pri katerih varčujemo z dragimi vrstami orodnih jekel. Obžigalno varimo tudi **verige**.

Obžigalno varjenje je veliko bolj uporabno kot sočelno varjenje s pritiskom, ker je hitrejše in bolj ekonomično ter zato veliko bolj primerno za serijsko proizvodnjo.

Oglikov dioksid CO₂, plin brez barve, vonja in okusa. Nastaja pri popolnem zgorevanju ogljikovodikov, pri dihanju in pri alkoholnem vrenju.

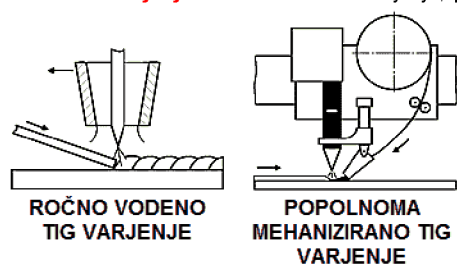
V tehniki je CO₂ pomemben zaradi MAG varjenja. Pri visokih temperaturah pride do **disociacije** CO₂:



Za približni občutek: pri 3000 K je $x \approx 0,76$, kar pomeni, da ima mešanica približno 38% O₂.

CO₂ zmrzne pri -78,5°C, podoben je ledu, uporablja se za hlajenje in je znan kot **suhi led**.

Orbitalno varjenje Posebni način varjenja, pri

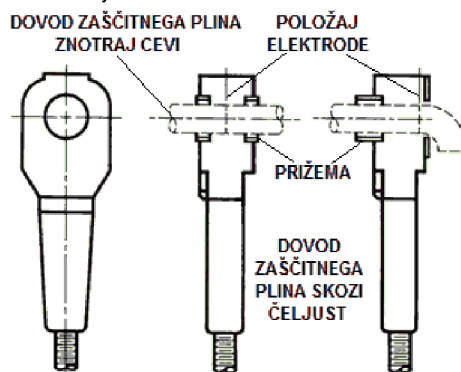


katerem se **oblok mehansko vrti 360° okoli varjenca**. Vrsta varjenja je praviloma TIG postopek, proces pa je računalniško voden ob majhni pomoči operaterja.

Za orbitalno varjenje se uporablja čeljust, skozi katero se dovaja zaščitni plin, vanjo se namestita tudi elektroda in varjenec. V čeljusti se nahaja

varilna glava, ki vrti elektrodo okoli varjenca.

Vsaka čeljust je primerna za neko območje premerov varjenca:



Orbitalno varjenje se uporablja **za ponavljajoče zvare vrhunske kvalitete**, npr. za večjo količino cevi z enakim premerom. Varimo lahko tudi brez dodatnega materiala.

Pihalni učinek Pojav, da se **električni oblok odmika od osi elektrode**. Razlog za pihalni učinek je **magnetno polje**, s katerim se obda vsako telo, skozi katerega teče električni tok - pri obločnem varjenju je to elektroda, obdelovanec, zvar.

Pihalni učinek odmika električni oblok na naslednji način: na robovih navznoter, od električnega priključka v stran, k velikim jeklenim masam in v režah na zvarjeni var.

Pihalni učinek moti enakomerno varjenje in onemogoča ustrezno taljenje osnovnega materiala, posledica je **nekvaliteten zvar**. Zato poskušamo pihalni učinek zmanjšati z nagibanjem elektrode, z več močnimi spenjalnimi mesti, s prestititvijo kabla za maso, z uporabo varilnega aparata na izmenični tok. Prim. REO.

Pinčev efekt Fizikalni pojav pri obločnem varjenju, ki pojasnjuje način prehoda staljenih kapljic iz elektrode na varjenec, slika je pod geslom Oblok.

Prehod staljenih kapljic elektrode ni odvisen od smeri elektronov ali ionov. Preden kapljica na koncu elektrode pade, se dotakne zvarne taline in naredi **kratek stik**, zaradi katerega se gostota električnega toka skozi kapljico močno poveča. Električne sile kapljico **stisnejo in pretgajo**, del kovinske **kapljice** pa se **upari** - to je **pinčev efekt**. **Pare potisnejo kapljico proti talini, ki jo** zaradi površinske napetosti takoj **vpije**.

Zaradi pinčevega efekta lahko varimo **tudi nadglavno**, ne da bi kapljice padle.

Plazma ioniziran plin, ki postane **visoko električno prevoden**. Električna prevodnost plazme dosega enako velikostno stopnjo kot električna prevodnost kovin.

Plazma je **četrto agregatno stanje**, ki v naravi pri normalnih okoliščinah ne obstaja, pojavi pa se npr. pri **blisku**, streli. Lahko jo umetno ustvarimo, npr. v **neonskih lučeh**, **plazma TV** deluje po tem principu itd.. Tudi **notranjost sonca** in **sončna korona** sta v plazemskem agregatnem stanju. Ob zadostni dovedeni energiji naj bi prav vsaka snov razpadla na svoje elementarne sestavne dele.

Kako ustvarimo plazmo? Treba je popolnoma **disociirati** in **ionizirati katerikoli plin** (lahko tudi zrak). To lahko dosežemo z:

- ogrevanjem na izjemno **visoke temperature** (tudi **30.000°C** in več) ali
- z dovolj **visokim elektromagnetnim poljem**, ki sproži oblok, podobno kot pri streli.

Običajno ustvarimo zadostno elektromagnetno polje, ki povzroči oblok. Zatem je treba oblok tudi vzdrževati in oblikovati: plazmo segrevamo z električnim tokom, z magnetnim poljem pa jo fokusiramo (koncentriramo na ozko površino).

Uporaba: varjenje in rezanje s plazmo, plazemsko metaliziranje, pri termonuklearnih reakcijah itd..

Krvna plazma pa je ena od sestavin krvi, prozorna **rumenkasta krvna tekočina**, tekoči del krvi brez celic: iz krvi se odstranijo rdeče krvničke, bele krvničke ter krvne ploščice.

Gr. *plasma*: na novo ustvarjena snov ali oblika.

Polariteta, polarnost Nagljenje v eno ali drugo smer, ang. polarity. Lastnost, ki omogoča razlikovanje električnih (+,-), magnetnih polov itd.

Polariteta je zelo pomembna pri **elektro obločnem varjenju**, glej geslo Oblok.

Polarna molekula: elektrostatičen potencial na površini molekule je nesimetrično razporejen - glej geslo Atomska vez, Dipol. **Polarno topilo** - kot merilo za polarnost / nepolarnost topil največkrat uporabljamo dielektrično konstanto, prim. aceton.

Polarnost je lahko povezana tudi z **vrsto polprevodnika** (N ali P), npr. **unipolarni** in **bipolarni tranzistorji** - za prevajanje električnega toka uporabljajo **enega** ali **oba tipa polprevodnikov**.

Polarizirati: povzročiti nastanek polov. Prim. oblok, dioda, tranzistor. **Polarni koordinatni sistem** - določanje točk z radijem in polarnim kotom.

Prekrivno varjenje Glej Uporovno varjenje.

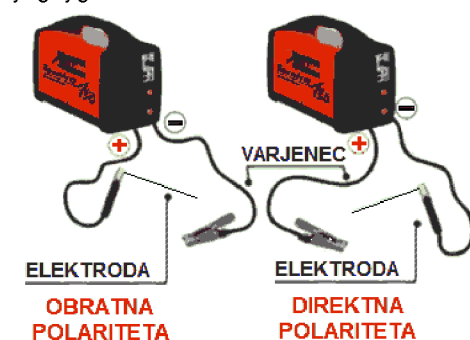
REO Ročno elektro obločno varjenje, ang. MMA, SMAW. To je električno varjenje z odkritim oblokom, pri katerem ne dovajamo zaščitnih plinov iz jeklenk. Danes je REO najbolj razširjen postopek obločnega varjenja.

Delovanje: kovinska **oplaščena elektroda** se žane pri visoki temperaturi taliti. Žica se hitreje stali kot plašč, zato v elektodi nastane krater. Kapljica, obložena z žilindro, pade proti varjenju. Zaradi **pinčevega efekta** lahko varimo **tudi nadglavno**, ne da bi kapljice padle. Ob izgorevanju in razpadanju plašča elektrode nastaja **dim**, ki **ščiti** konec elektrode, **oblok** in zvarno **talino pred zrakom**. Deli plašča se talijo in pokrivajo talino kot tekoča žilindra (zaradi manjše gostote). Plašč vsebuje tudi kovinski prah, ki se tali in povečuje količino dodatnega materiala. Po varjenju odstranimo strjeno žilindro tako, da po njej udarjamo s klavdom. Sin. REO. Prim. gravitacijsko varjenje, oblok.

Za varjenje potrebujemo relativno **nizke napetosti** in **visoke jakosti** varilnega **toka**. Priporočljiva **dolžina električnega obloka** je enaka **premeru gole elektrode** ali polovici premera pri posebnih apnenno-bazičnih elektrodah.

Ker se elektroda tali, je potrebno **neprestano primikanje roke k obdelovancu**, da se obdrži prava dolžina elektr. obloka. Hkrati je potrebno elektrodo pomikati naprej v delovni smeri. Pri tem se ravnamo primerno glede na tekočo žilindro, ki izhaja iz oplaščenja elektrode. Če varimo **prepočasi**, zateka **žilindra** naprej v **režo zvara**. Če varimo **prehitro**, nam **žilindra** ne **pokrije** vara v celoti, temveč samo **deloma** in to privede do **napak** v zvaru.

Če izberemo enosmerni tok na izhodu, lahko priključimo direktno in **obratno** polariteto, podrobneje glej geslo Oblok:



Če na izhodu izberemo izmenični tok, se polariteta menja stokrat v sekundi.

Pred pričetkom dela vedno nastavimo jakost toka na varilnem aparatu. Pri tem se držimo **navodil**, ki so napisana **na embalaži**, v kateri so elektrode. Velja pa tudi približna formula:

$$\text{jakost toka} \approx 40 \times \text{premer elektrode v mm}$$

Npr.: pri elektodi ϕ 2 mm nastavimo $40 \times 2 = 80$ A. Običajne nastavitve toka so **50 - 300 A**, običajna napetost pa znaša **20 - 40 V**, tudi **do 60 V**.

Pri varjenju moramo biti pozorni tudi na **pihalni učinek**. Pod varjenec pa lahko v nekaterih primerih podlagamo tudi **bakreno tirnico**: da nam talina ne izteka in da se var hitreje ohlaja.

REO - elektrode

GOLJE elektrode so jeklene žice, narezane na dolžino oplaščenih elektrod. Poleg normalnih **legiranih elementov** (C, Si, Mn) vsebujejo še povečane količine **dezoksidantov** Si in Al. Odgorevanje legiranih elementov je močno. Ker je dostop kisika, dušika in vodika iz zraka neomejen, so zvari zelo pogosto **porozni**, **neenakomerni** in s **slabimi mehanskimi lastnostmi**, **žilavost** je **nizka**. Pri zvarjanju priključimo minus pol na elektrodo, pri navarjanju pa plus pol na elektrodo.

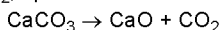
OGLENE elektrode lahko uporabljamo le pri enosmernem toku na minus polu. Prim. Retortni grafit, Varjenje z ogljeno elektrodo. Z oblikom oglene elektrode varimo v glavnem **brez dodajanja materiala**. Oblok je bolj enakomeren, če usmerjamo na varjenec magnetno polje.

V industriji golih elektrod ne uporabljamo več, **za učenje** varilcev začetnikov pa je metoda primerna. **STRŽENSKJE elektrode** so podobne golim elektrodam, le v sredini elektrode je stržen, ki ga v glavnem sestavljajo kovinski dezoksidanti. Strženske elektrode so bile v uporabi pred razvojem oplaščenih elektrod.

OPLAŠČENE elektrode so najbolj pogosta oblika dodatnih materialov za varjenje.

Glavne **NALOGE PLAŠČA** so:

- **stabiliziranje obloka** (stabilizatorji obloka so K, Na, Ca in Ba),
- **zaščita** staljene **kovine** pred plini iz atmosfere; plašču dodajamo **snovi** (CaCO₃, MgCO₃, celuloza itd), ki med varjenjem **sproščajo pline**, predvsem CO₂, npr.:



v to kategorijo spadajo tudi dodatki, ki **odstranjujejo žveplo in fosfor** (CaO, FeO), pa tudi **vodik** (jedavec CaF₂) iz zvara, npr.:



- iz plašča elektrode lahko zvar tudi **legiramo** (dodajamo feromangan Fe-Mn, ferossilicij Fe-Si, ferokrom Fe-Cr); s tem **kompensiramo odgorevanje legiranih elementov** med varjenjem
- Čim **tanjša** je **elektroda**, tem bolj **primerna** je za varjenje v vseh legah.

VRSTE OPLAŠČENIH ELEKTROD:

- Glede na **stopnjo legiranja vara**: malo, srednje in močno legirane elektrode.
- Glede na **debelino plašča**: tanko ($f < 120$), srednje debelo ($f = 129-155$) in debelo ($f > 155$) oplaščene. Faktor oplaščenja lahko izračunamo:

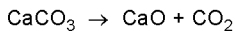
$$f = \frac{D}{d} \cdot 100$$

D - premer elektrode

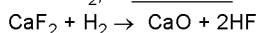
d - premer žice

- Glede na **uporabnost**: za zvarjanje, navarjanje, rezanje in žlebljenje.
- Glede na **kemično sestavo** plašča:

- * **kisle** elektrode (oznaka **A**) vsebujejo železne okside Fe₂O₃, Fe₃O₄, manganove okside Mn₃O₄ ter kremen SiO₂; elektrode se oddaljujejo v drobnih kapljicah in **niso primerne za varjenje širokih špranj**; izkoristek legiranih elementov (npr. Mn) je slab; varimo lahko z izmeničnim ali enosmernim tokom z minus polom na elektrodi
- * **bazične** elektrode (oznaka **B**), katerih osnovne sestavine so čisti bazični oksidi (CaO, MgO, K₂O, Na₂O, CaCO₃, MgCO₃, CaF₂), ki se pri visokih temp. sprostitjo, npr.:



Bazične elektrode vsebujejo tudi komponente kot jedavec CaF₂, ki **veže vodik**:



Zvari, izdelani z bazičnimi elektrodami, vsebujejo daleč najnižje količine vodika - to je razširilo uporabnost bazičnih elektrod na najbolj zahtevna jekla, zvari so 50% bolj žilavi kot pri drugih elektrodah. Ker pa je plašč bazičnih elektrod higroskopen, je potrebno **b. elektrode pred varjenjem sušiti**, običajno 2 uri pri 350°C

- * **celulozne** elektrode (oznaka **C**) vsebujejo celulozo, ki pri varjenju zgori v CO₂, ki dobro zadr-

žuje talino v žlebu zvara; zato so te elektrode posebno primerne za varjenje v prisilnih legah; **navpično, na steno** in **nad glavo**; z njimi uspešno varimo **cevi večjega premera**

- * **oksidne** elektrode (oznaka **O**) vsebujejo kot osnovno sestavino plašča železne okside; elektrode so podobne kislini in se prav tako oddaljujejo v drobnih kapljicah; varimo lahko z izmeničnim ali enosmernim tokom z minus polom na elektrodi; žilindra je močan oksidativni medij, kar povzroča veliko odgorevanje legiranih elementov
- * **rutilske** elektrode (oznaka **R** oz. **AR**) imajo plašč iz kislilnih komponent, predvsem rutila TiO₂ in kremenena SiO₂; varimo lahko z izmeničnim ali enosmernim tokom z minus polom na elektrodi
- * **visokoproduktivne** elektrode (oznaka **V**) imajo v plašču dodan železov prah, ki prehaja v zvar; kadar se pri elektrodi žica kvalitetno pretali v zvar, govorimo o 100% izkoristku elektrode: v primeru, ko ima elektroda v plašču železni prah, je količina zvara večja od mase žice, saj se je Fe prah iz plašča prav tako pretalil v zvar; izkoristek elektrode je razmerje med maso žice in maso zvara:

$$\eta = \frac{M_{\text{žice}}}{M_{\text{zvara}}} \cdot 100$$

Najmanj spretnosti zahtevajo dela v vodoravni legi. Kadarkoli je le možno, varimo v tej legi.

REO varjenje jekel

Nelegirana konstrukcijska jekla: najprej preverimo varivost (npr. oglj. ekvivalent). Jekla z 0,25% - 0,6% C veljajo za težje variva pod normalnimi pogoji. Varivost se poslabša pri togo vpetih in debelostenskih materialih, kjer je ohlajevalna hitrost mnogo večja. Za zmanjšanje napetosti ob zvaru (zlasti za preprečevanje krhkih kalinskih struktur) se morajo materiali pred varjenjem segreti na temp. 100 - 400°C, pri legiranih jeklih pa do 500°C. Priporočljivo je varjenje z debelo oplaščenimi bazičnimi elektrodami in nizko vsebnostjo ogljika.

Jekla za cementiranje imajo v splošnem 0,05-0,22%C in so legirana s Cr, Ni in Mo. Zaradi nizke vsebnosti C so dobro variva, vendar je priporočljivo predgrevanje na 100-200°C. Če se vrši varjenje po cementaciji (kjer je na površini že pribl. 0,8%C), je zvar krhek in ima sestavo martenzita. V tem primeru predgrevamo na višjo temperaturo. Elektrode naj bodo podobne varjencu, vari se z bazičnimi elektrodami.

Visokotrnostna jekla lahko vsebujejo Al, Ti, Nb, V, B, Cr, Ni in Mo v razl. kombinacijah. Bistveno je upoštevati kemijsko sestavo (glej geslo varivost), ohlajevalno hitrost, temperaturo predgretja in izbrati pravilno tehniko varjenja. Glede na tip jekla je tudi po varjenju določiti temp. predgretja (150-200°C), ki se izvaja 1-2 uri, da preprečimo vodikovo hladno razpokljivost. Prim. napake v varu.

Jekla za poboljšanje imajo povišano vsebnost C > 0,25% in dodane legirne elemente Mn, Mo, Cr, V in Ni (ki povečujejo prekaljivost). V TVP-ju se poboljšano jeklo zaradi segrevanja najprej omeha (ker preide v austenit), nato pa zaradi hitrega ohlajanja zakali. Čim bolj povečana je prekaljivost jekla za poboljšanje, tem večje so težave pri varjenju. Več kot ima jeklo C, trši in krhkejši je martenzit. Zato so poboljšana jekla brez dodatnih tehnoloških postopkov nevarna.

Kaljenje preprečimo s segrevanjem varjenca pred varjenjem na 200-400°C. Zvar in okolica se bosta počasneje hladila in martenzit se ne bo pojavil. Varimo z bazičnimi elektrodami.

NERJAVNA JEKLA

Sestava vseh vrst nerjavnih jekel je navedena v geslu nerjavna jekla.

Med varilnim procesom spreminjamo strukturno stanje nerjavnih jekel na zvarnem mestu - to pa vpliva na korozijsko obstojnost!

Da bo zvar zagotavljal podobno korozijsko obstojnost in enake mehanske lastnosti kot varjenec, stabilnost strukture zvara in obstojnost proti karbidnemu izločanju, mora biti zvar brez napak, razpok in žilindrnih vključkov.

Feritna nerjavna jekla pred varjenjem segrejemo

na 200-300°C, po varjenju pa jih žarimo pri 750-850°C. Pri previsoki žarilni temp. ali pri preveliki količini C se začno na kristalnih mejah izločati kromovi karbidi, predvsem pa nastajajo groba zrna. Pri varjenju enakomerno vnašamo toploto, pri tem pa le-ta ves čas varjenja ne sme pasti pod 300°C. Če težimo za močno ognjeodpornostjo, varimo z enakimi dodatnimi materiali.

Martenzitna nerjavna jekla so nagnjena h kaljivi pokljivosti in izločanju karbidov v TVP, zaradi visoke vsebnosti ogljika. Zato večje preseke predgrevamo med 300-400°C. Če težimo za močno kemijsko obstojnostjo, varimo z enakimi dodatnimi materiali, nato pa celoten varjenec poboljšamo.

Austenitna jekla so zaradi niklja v glavnem dobro variva, zato varjenec pred varjenjem ni potrebno segreti. Vendarle pa je potrebno upoštevati, da je C raztopljen v obliki kromovega karbida, ki se v temp. območju med 550-850°C izloča na kristalnih mejah. Zato na tem območju ob zvaru in ob prisotnosti agresivnega medija nastane galvanski člen - posledica je **razpad jekla** po kristalnih mejah (interkristalna oz. medkristalna korozija, glej geslo korozija). Izločanje kromovega karbida preprečimo s segrevanjem TVP po varjenju na 1.050-1.100°C in nato s hitrim hlajenjem v vodi.

ODRDA JEKLA: pri srednje in visoko ogličnih ter legiranih jeklih se v prehodnem območju zvara poveča nevarnost zakalitve, zato njihova sposobnost varjenja pada. Da se pri varjenju visoko legiranih jekel preprečijo neugodne lastnosti termičnega območja, se morajo jekla segreti pred varjenjem na 500-600°C, pri varjenju hitroreznih jekel pa se morajo segreti na 600-700°C. Za varjenje orodnih jekel se uporabljajo elektrode z višjim % C ter dodanimi legiranimi elementi.

REO varjenje litega železa

Varjenje sive litine uporabljamo predvsem za popraviljanje napak ulitkov. Zvarno mesto najprej pripravimo, naredimo zvarni žleb.

a) Hladno varjenje sive litine

Zaradi krhkosti sive litine ne uporabljamo elektrod iz istega materiala, temveč oplaščene elektrode:

- iz Ni ali zlitine Ni in Cu (monel 67% Ni in 30%Cu)
- iz jekla z nizko vsebn. C in z bazičnim plaščem - feroniklijeve elektrode in Ni elektrode

Elektrode naj imajo premer 2,5-5 mm. Varimo z enosmernim tokom na minus polu elektrode ali z izmeničnim tokom, jakost toka je nizka. Delamo kratke varke 30-50 mm, ki jih takoj pokujemo. Kovanje varkov zmanjšuje notranje napetosti. Delo večkrat prekinjamo, da se ulitek čim manj segreva.

b) Toplo varjenje sive litine

Zvarno mesto pripravimo kot nekaj V žleb. Ker se siva litina sorazmerno hitro tali in redko teče, obdamo zvarno mesto z oglenimi ploščicami, ki jih na zunanji strani še zasujemo z livarskim peskom. Predmet počasi ogrevamo na 600°C in to temp. ves čas varjenja vzdržujemo, da preprečimo notranje napetosti. Manjše predmete segrevamo v peči, večje pa v verilni jami s koksom. Ko je predmet segret, ga celega, razen zvarnega mesta, pokrijemo. Varilec mora biti zaščiten z azbestno obleko. Velike vane naj vari več varilcev hkrati. Elektrode so oplaščene palice iz sive litine s približno 3% Si. Ker imajo elektrode premera 8 do 15 mm, so potrebne velike jakosti toka (100 A in več). Med varjenjem je treba dodajati talilo, ki topi okside in čisti talino. Po varjenju naj bo ohlajanje čim počasnejše.

Varjenje jeklene litine poteka pod istimi pogoji kot pri varjenju konstrukc. jekla. Pogosto nastopi v talini Widmannstättenska struktura, ki zmanjšuje natezno trdnost, zlasti pa žilavost in razteznost. Pred varjenjem je priporočljivo normaliziranje, da dobimo finožrnatu ferit-perlitno strukturo.

Nelegirana jekl. litina je pri pravilnih pogojih dela dobro variva. Vari se z oplaščenimi bazičnimi elektrodami. Za litino s trdnostjo do 600 N/mm² je priporočljivo predgrevanje 300-450°C. Po varjenju je priporočljivo ponovno normaliziranje ali žarjenje za odpravo napetosti. Legirano jekleno litino predgrevamo od 300-500°C.

REO varjenje neželeznih kovin

Bakrene pločevine varimo z oplaščenimi elektrodami, priprava zvarnih robov je podobna kot pri jekleni pločevini. Varjenca pred varjenjem segreje mo na 200-300°C, varimo z elektrodo na plus polu enosmernega toka. Če je le mogoče, varimo z enim samim varkom. Dobro je tolči s kladivom po še vročem zvaru (približno 750°C). Zelo debele pločevine varimo postavljene pokonci in tako, da se špranja navzgor nekoliko razširja. Zvar mora biti pripravljen kot X zvar, varita pa dva varilca - vsak z ene strani od spodaj navzgor. Varilca morata biti izurjena, da se ne prehitvevata.

Pločevine iz medu pripravimo enako kot bakrene. Pred varjenjem jih segreje mo na 400-500°C in varimo z elektrodo na plus polu enosmernega toka. Oblok naj bo usmerjen na čim manjšo površino, da se prepreči preveliko izparevanje cinka (ki ima vrelišče pri 907°C). Za varjenje medu z manjšo količino cinka up. oplaščene elektrode iz kositrovega bronu, za medu z večjo vsebnostjo cinka pa elektrode iz aluminijevega bronu.

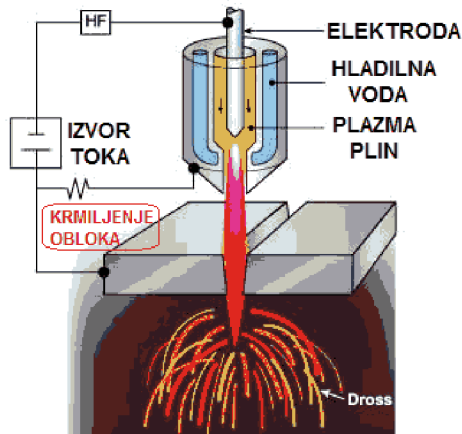
Kositrov bron se obločno dobro vari. Varjenca pred varjenjem segreje mo na 200-300°C, elektroda naj bo priključena na plus pol enosmernega toka. Po varjenju predmet žarimo pri temp. 500°C in ga počasi ohlajamo v peči. Tako se izboljšajo mehanske lastnosti zvara. Varimo z elektrodami iz kositrovega bronu.

Aluminij varimo z oplaščenimi elektrodami. Pomembno je čiščenje zvarnih mest pred varjenjem, biti morajo kovinsko čista. Pred varjenjem predmete segreje mo na 200-300°C, nato pa zvarimo s kratkimi varki. Nihanje elektrode ni potrebno, oblok naj bo čim krajši. Varimo z **izmeničnim tokom**. Zvar lahko tudi pokujemo kot pri bakru. Čisti aluminij varimo vedno z elektrodami iz čistega Al. Zlitine, ki se ne dajo toplotno obdelati, varimo z zlitino, ki vsebuje 1% Mn. Druge zlitine varimo najpogosteje z zlitino AISi₂.

Rezanje s plazmo Postopek poteka z močno zoženim plazemskim oblikom, ki se giblje skozi šobo. Uporablja se curek **inertnega plina**, kdaj tudi **kompresiran zrak**.

Jedro je ogreto nad 30.000 K, gostota energije je okrog 500 kW/cm². Material se pod vplivom plazemskega obloka na ozko omejenem območju zelo hitro tali in odtoka iz špranje.

Rezanje s plazmo je fizikalni proces, za razliko od plamenskega rezanja, ki je kemijski proces. Prim. Varjenje s plazmo.



Ročno obločno varjenje Glej REO (kratica za ročno elektro obločno varjenje).

ROV Kratica za ročno obločno varjenje, glej REO.

Rutil Titanov dioksid TiO₂, redka rudnina. Rutil je ena od oblik, ki se imenuje tetragonalna modifikacija TiO₂. Nizkotemperaturna modifikacija TiO₂ pa se imenuje anataz.

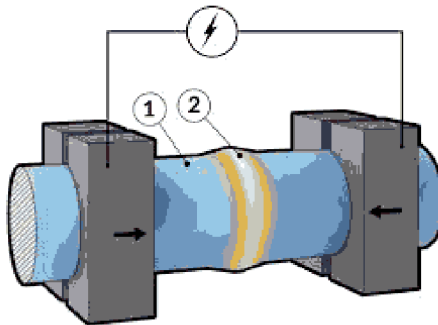
Uporaba za rutilске elektrode pri ročnem obločnem varjenju (rutil je ena od kislih sestavin plašča elektrode, izboljša varilno tehnične lastnosti), za detektorje v radiotehniki itd.

SAW Shielded metal arc welding, glej REO.

Sočelno varjenje s pritiskom Vrsta varjenja z električno energijo, uporovno varjenje. Pri tem postopku sta varjenca vpeta v bakreni

prizemi, ki sta hkrati elektrodi. Ena prizema je premična, druga je nepremična.

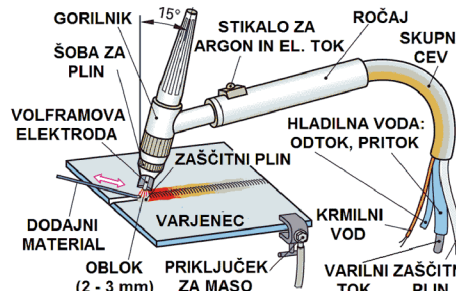
Pri stiku se varjenca ogrevata s toploto, ki se razvija zaradi električne upornosti. Ko je stično mesto **doseglo varilno temperaturo**, stroj **prekine električni tok in** obe palici **stisne**, da se zvarita.



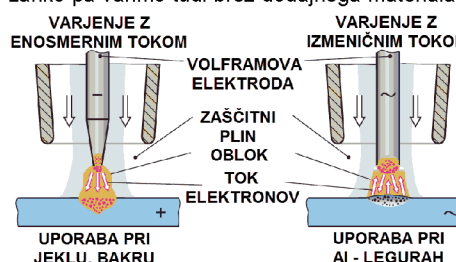
Ker se je material med segrevanjem omehčal, se zaradi stiskanja material precej nakrči. Pojavi se venec, ki ga kasneje odstranimo. Na stiku pa nastane nabreklina - žmula, od tod **žmulasti zvar**. Zvar doseže **90-100% trdnosti** osnovnega materiala. Postopek je primeren za varjenje palic, cevi, žic in profilov do preseka 150 mm². Največkrat varimo jekla z majhnim deležem ogljika, pa tudi kvalitetnejša jekla, pri katerih dosežemo trdnost zvara do 1.100 N/mm². Tudi Al in Cu ter njune zlitine varimo na ta način - vendar so potrebne mnogo večje jakosti toka kakor pri jeklih.

Pri izdelkih je ta način primeren za varjenje členkastih **verig** in za podaljševanje žic pri vlečenju. Prim. Obžigalno varjenje.

TIG obločno varjenje Oblok gori med elektrodo iz volframa in varjencem v zaščitni atmosferi inertnega plina argona. Po tem postopku varimo **VSE KOVINE**. Kratica TIG v ang. pomeni Tungsten Inert Gas, tungsten = volfram. Sin. WIG.



Varjenje je lahko ročno ali avtomatizirano. Material dodajamo v obliki gole varilne žice, ki jo varilec drži v levi roki kot pri plamenskem varjenju. Lahko pa varimo tudi brez dodatnega materiala.



Vžiganje obloka je možno "klasično" s **kratkim stikom** (pri varjenju jekla, Cu in njegovih zlitin) ali pa s **pomočjo visoke napetosti** (VN) brez dotika na razdalji nekaj mm. Inertni plin je bistveno lažje ionizirati kot zrak, zato je vžig z VN toliko lažji.

Imamo torej **dva vira električne napetosti**:

a) **Vir napetosti za varjenje**, ki omogoča varjenje z **izmeničnim** in **enosmernim** tokom.

b) **Vir visoke napetosti** (VN), ki se izključi takoj po vzpostavitvi obloka. Pri varjenju z izmeničnim tokom pa je VFG (visoko frekvenčni generator) trajno vključen.

VN zaradi lastne impedance ne sme motiti vira za varjenje, kar je tehnološko izvedljivo le z visoko frekvenco (100 kHz - 10 MHz). Čeprav je napetost visoka (1-10kV), pa zaradi **skin efekta** pri tolikšni frekvenci za varilca **ni nevarna**.

PREDNOSTI TIG postopka:

1. **Energija je koncentrirana na ozko področje**, skorajda v eni sami točki. To daje možnost kontroliranega vodenja vira toplote po osnovnem materialu. Zaradi močne koncentracije energije je postopek **še posebej primeren za** varjenje kovin z visoko toplotno prevodnostjo, npr. **baker, aluminij, srebro** itd.

2. **Majhna deformacija osnovnega materiala** je posledica koncentracije energije, saj ne pride do predgrevanja varjenca.

3. **Hitrosti varjenja po TIG postopku so** znatno **večje** kot npr. s plamenskimi varjenjem. Pri avtomatiziranem TIG postopku je ta prednost še večja.

4. **Uspešno varjenje tankih pločevin** zaradi:

- kontroliranega vodenja obloka
- možnosti nastavitve nizkih jakosti toka
- pulzirajočega toka, ki je precejšnja pridobitev v razvoju TIG postopka

Varimo lahko celo pod 1 mm debeline.

5. **Nobeni škodljivih ostankov na varjencu**, saj pri varjenju ne uporabljamo nikakršnih talil. Tudi pri up. strženskih žic ne ostaja na varu žilindra.

6. **Lep videz vara**. Pri pravilnem varjenju varov ni treba kasneje mehansko obdelati.

7. Med varjenjem **ni brizganja in ni izgub materiala**, saj dodatni material ne prehaja v talino kopel skozi oblok, temveč neposredno s pomakanjem žice v talino. Var je čist in pogosto svetel, čisto je tudi področje v neposredni bližini vara.

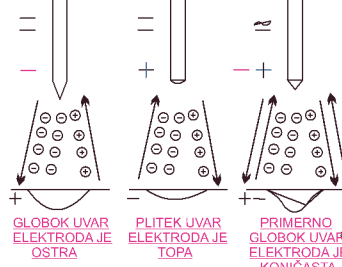
POMANJKLJIVOSTI TIG so naslednje:

1. Varilne naprave so **dražje**.
2. **Težje jih transportiramo**.
3. Pri varjenju kaljivih jekel je **nevarnost razpok večja**, ker zvar ni pokrit z žilindrom.
4. Postopek **ni primeren za delo na prostem**, ker lahko veter prehitro odnaša zaščitni plin.

Kot smo že omenili, lahko za varjenje uporabljamo **enosmerni** ali **izmenični** tok.

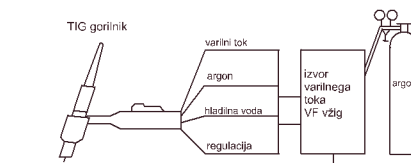
Z elektrodo na minus polu (direktna polariteta) varimo jekla, baker, monel in nikljeve zlitine.

Z minus polom na osnovnem materialu (obratna polariteta) varimo Al in njegove zlitine, Mg ter zlitine. Še bolje je Al, Mg in njune zlitine variti z **izmeničnim tokom**: hladilna in vroča faza se izmenjujeta v ritmu frekvence 50 Hz, zaradi nižje temperature se **zmanjša obraba elektrode**.



Opremo za TIG varjenje sestavljajo:

- izvor varilnega toka,
- hladilni sistem, če je potreben (npr. pri daljšem in neprekinjenem varjenju in v primerih, ko uporabljamo visoke jakosti toka); ponavadi vodovodna voda hladi elektrodo, lahko tudi gorilnik
- jeklenka z zaščitnim plinom argonom,
- gorilnik z različnimi vodi,
- visokofrekvenčni vžig in
- regulacijski sistem.



Pretok zaščitnega plina argona je odvisen od premera elektrode oziroma debeline osnovnega materiala in znaša 7-12 l/min. V posebnih primerih (npr. varjenje Ti, Mo) običajna zaščita z argonom ne zadostuje, zato up. dodatne argonske prhe ali pa izvedemo varjenje v prostoru, ki je v celoti izpolnjen z argonom.

ELEKTRODE se pri varjenju s TIG postopkom ne odtaljujejo (zaradi visokega tališča W), vendar pa **se lahko hitro izrabljajo**, če **varilni parametri** niso pravilno nastavljeni. V tem primeru je tudi var slabše kvalitete. Normalno lahko eno elektrodo uporabljamo **30 do 40 ur**, dokler zaradi izrabljanja in morebitnih **brušenj** ne postane prekratka za pravilno nastavitvev v gorilniku. Uporabnost lahko dragim elektrodam podaljšamo tudi:

- s pravilno nastavitvijo zaščitnega plina; zaščitni plin naj izhaja iz šobe vsaj še **nekaj sekund** po prekinitvi varjenja (da se konica elektrode ohladi); če varimo pri višjih jakostih toka, pa moramo čas izhajanja plina po prenehanju varjenja podaljšati za 1 sek na vsakih 10 A,
- s hlađenjem; se posebej pri visokih jakostih toka.

Pogosto ugotavljamo **pravilnost nastavitve** jakosti varilnega toka **po konici elektrode**. Elektroda s pravilno nastavitvijo jakosti toka ima **svetlo konico**, ki je pri varjenju z **izmeničnim tokom polkrožno zaobljena**, pri **enosmernem toku pa je ošiljena**. Če je površina konice **neenakomerno izbočena**, tedaj je jakost toka prenizka. **Temna konica** elektrode kaže na previsoko jakost toka. **Modra, modrikasto rdeča** ali **črna** barva opozarja, da je zaščita preslaba (premajhen pretok zaščitnega plina) - taka elektroda se lušči in onečiščuje zvar.

Onečiščeno konico elektrode previdno **obrusimo** s fino zrnatim brusilnim kamnom, ki ga uporabljamo samo v te namene. Kljub temu, da je brusilni kamen trd, je še vedno **mehkejši od elektrode** - zato obstaja nevarnost, da bo elektroda na površini natrgana. V razah ostajajo kot nečistoče delci obrušenega kamna in elektrode, ki pri varjenju spet lahko pridejo v talino.

Novo elektrodo obrusimo v stožec, dolg kot dvakratni premer elektrode. Za tanke materiale pod 1,0 mm debeline se elektroda ostro ošili, vendar je potrebno **paziti**, da se **konica ne odtali** ali odkrhne in **pade v talino**. Elektroda je pritrjena je v posebnem držalu, okoli katere je šoba. Skozi šobo pritoka na zvarno mesto zaščitni plin argon (**v Ameriki** up. namesto argona tudi dražji **helij**), ki varuje osnovni in dodatni material pred vplivom atmosfere. Razen **po debelini delimo elektrode** tudi **po kvaliteti**:

- Čiste volframove elektrode** so posebej primerne za varjenje Al, Mg in njihovih zlitin z **izmeničnim tokom**. Med varjenjem se elektroda **polkrožno zaoblji**. Sposobnost vžiga je nekoliko slabša kot pri legiranih volframovih elektrodah, posebno pri nizkih jakostih toka. Označevalna barva za čiste W elektrode je **zelena**.
- Volframove elektrode, legirane s torijevim oksidom** imenujemo torirane elektrode. So bolj vzdržljive in jih lahko bolj obremenjujemo s tokom kot čiste W elektrode. Običajno jih up. za varjenje z enosmernim tokom. Imajo stabilen oblok, dober vžig tudi pri nizkih jakostih toka in dobro vzdržnost. Po varjenju elektroda **obdrži šiljasto obliko**. Barve: **rumena** pomeni 1% torija, **rdeča** pomeni 2% torija, **modra** pa pomeni, da torij ni enakomerno porazdeljen po elektrodi.
- Volframove elektrode, legirane s cirkonijevim oksidom** omogočajo dober vžig, oblok je stabilen. Konec elektrode se med varjenjem izoblikuje **polkrožno**. Up. jih pri izmeničnem toku, za zelo natančna dela in tam, kjer je treba preprečiti tudi najmanjše onečiščenje z elektrodami. Označene so z **rjavo** barvo, elektrode z večjo vsebnostjo ZrO₂ pa z **belo** barvo.

TIG varjenje Cr-Ni jekel
Ta jekla se po TIG postopku dobro variyo. Varimo v zaščiti argona ali še bolje: v mešanici argona in kisika (do 5%). Pri varjenju je potrebno zaščititi tudi spodnjo stran zvara s čistim argonom ali s primesjo vodika (do 2%)

TIG varjenje aluminija in njegovih zlitin
Pri varjenju Al naletimo na težave, ki jih povzročata oksidna plast na površini Al in pa njegova toplotna prevodnost. Oksidno plast že pred varjenjem odstranjujemo s ščetkanjem, med varjenjem pa jo uspešno razbijamo z **izmeničnim tokom** - tako da ni potrebno

uporabljati talil, kot je pri plamenskem varjenju. Če pa za varjenje Al in Mg nimamo na razpolago izmeničnega toka, tedaj ju varimo z enosmernim tokom in **plus polom na elektrodi**. Elektroni v tem primeru namreč uspešno prebijajo oksidno kožico in se iz osnovnega materiala usmerjeno dvigajo proti elektrodi.

Po vžigu obloka segrevamo osnovni material, dokler se ne prične taliti. Zaradi dobre prevodnosti lahko to traja 1-2 min. Pri jeklu je ta čas krajši. Al-zlitine z večjimi vsebnostmi Cu so slabo varive.

TIG varjenje bakra
Vsak baker ni dober variv. Če vsebuje prevelike količine kisika, se ne bo dal variti. Talina se peni in slabo zliva. Vsi nadaljnji poskusi varjenja so zaman, tak baker je treba spajkati.

Le čisti elektrolitski Cu se dobro vari, v večini primerov pa tudi njegove zlitine. Ker je Cu dober prevodnik toplote, se plošče nad 4 mm debeline pred varjenjem vedno **predgreva**jo od 300 so 600°C. Pri čistem bakru up. kot dodajni material žice, legirane s kositrom, srebrom ali silicijem. Varimo **vedno** z enosmernim tokom, **minus pol na elektrodi**. Pri varjenju bakra vpenjamo pločevino z vpenjali in ne s spenjalnimi varki. Varjenje s spenjalnimi varki namreč ne bi bilo uspešno, pogosto nastanejo pore ali razpoke. Napetosti pri varjenju lahko zmanjšamo s pripravo špranje žleba v obliki klina. Po varjenju zvar s kladivom potolčemo (kovanje) - s tem preprečimo nastanek razpok.

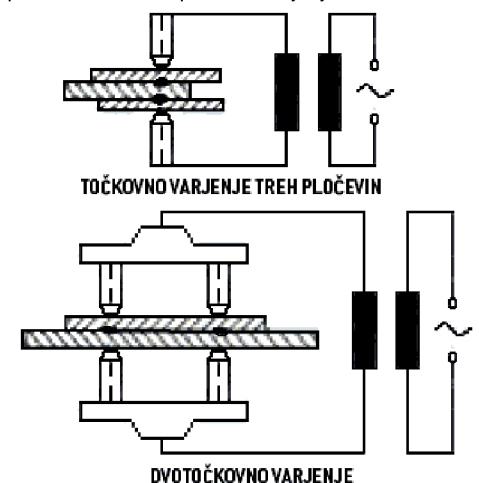
TIG varjenje bakrenih zlitin
Z dodatkom legirnih elementov se bakru izboljša tudi varivost, ne samo mehanske lastnosti. Tako kot baker varimo tudi bakrene zlitine **vedno z enosmernim tokom, minus pol na elektrodi**, razen tistih, ki vsebujejo aluminij.

TIG varjenje med
Med se slabo vari. Vzrok je hlapljenje cinka iz taline, kar povzroča pore in razpoke. Dodajnemu materialu so pogosto dodani legirni elementi, ki naj bi preprečevali hlapenje cinka. Med varimo z enosmernim tokom, minus pol na elektrodi. Z izmeničnim tokom varimo le, če je dodan Al kot legirni element. Dodajni material je žica S-Sn-Bz6 (DIN 1735).

TIG varjenje kositrovega bron
Varimo z enosmernim tokom. Variti moramo hitro in z malo taline. Dodajni material je CuSn4, CuSn6, CuSn8.

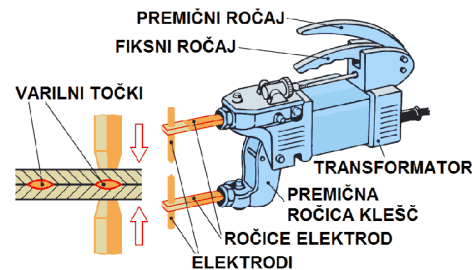
TIG varjenje aluminijevega bron
Varimo z izmeničnim tokom. Dodajni material je CuAl5, CuAl8.

Točkovno varjenje Vrsta električno upornega varjenja. Varjenca sta delno prekrita, spoji pa nastanejo v obliki posameznih točk. Varilni stroj ima dve elektrodi: spodnja je nepremična, zgornja pa premična. Prim. Uporovno varjenje.



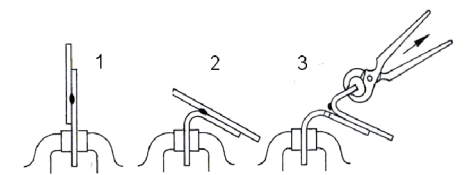
Približni **varilni parametri** so najbolj odvisni od materiala in debeline varjenca, za jeklo znašajo:

- sila na elektrodah od 2 do 6 kN
- jakost električnega toka 4 do 8 kA
- varilni čas znaša približno 200 ms



Takoimenovani **"lunjkasti preizkus"** nam pokaže, ali je bila izbrana pravilna nastavitvev varilnega toka, varilnega časa in sile elektrod. Poizkus poteka po sledečem redu:

1. Prekriti pločevini točkovno zvarimo.
2. Eno od pločevini vpnemo v primež, drugo pa pri varu s kleščami vlečemo vstran.
3. Zvar je kvaliteten, če iz ene ali druge pločevine iztrgamo gradivo zvarjene pločevine, tako da nastane lunjka.



Pri pocinkani pločevini ima **točkovno varjenje prednost** pred vsemi ostalimi varilnimi postopki, ker se okoli točkovnega zvara naredi **zaščitni obroč iz cinka!**

Tudi dve **aluminijasti pločevini** je možno točkovno variti - vendar ju je potrebno najprej vložiti v "sendvič" iz dveh jeklenih pločevin.

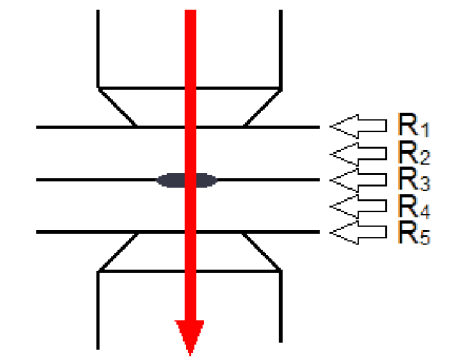
Toplo varjenje s stiskanjem Postopek je analogen hladnemu varjenju s stiskanjem, potrebne so le **manjše sile** za isto stopnjo preoblikovanja.

- Specifični pritiski znašajo:
- za Al od 1 do 70 N/mm²,
 - za Cu od 15 do 170 N/mm² in
 - za jeklo okrog 35 N/mm².

Po načinu ogrevanja ločimo **plamensko** varjenje s stiskanjem, **aluminotermično**, **induktivno**, **kovaško** varjenje s stiskanjem itd.. Za odstranjevanje oksidov lahko uporabljamo talila.

Uporovno varjenje Oblika varjenja s stiskanjem, pri kateri porabljamo električno energijo. Mesto spoja najprej segrejemo do testastega stanja in zatem stisnemo.

Pri tej vrsti varjenja izkoriščamo **toploto**, ki nastaja **zaradi električne upornosti** na stičnem mestu dveh pločevin, ki ju stiskata elektrodi - odkritje E. Thomsona 1877.



Nastala toplota Q (joulova toplota) je sorazmerna jakosti toka, upornosti in času varjenja:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad [J]$$

- I - jakost toka [A]
- R - upornost [Ω]
- t - čas varjenja [s]

Razdelitev toplote pri procesu varjenja je odvisna od celotnega sistema upornosti R:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

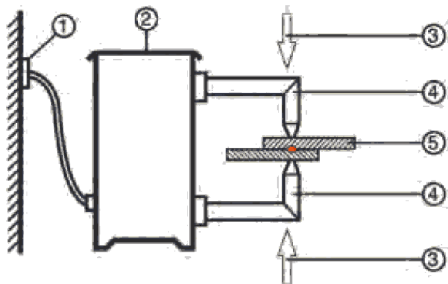
- R₁, R₅ - upornost med elektrodo in osnovnim materialom (**čim manjša** upornost), temperature znašajo 800 - 900°C
- R₂, R₄ - upornost osnovnega materiala (**čim manjša** upornost)
- R₃ - upornost med dvema osnovnima materialo

ma, zaželeno je **čim večja upornost**, temperature lahko znašajo tudi nad 1500°C

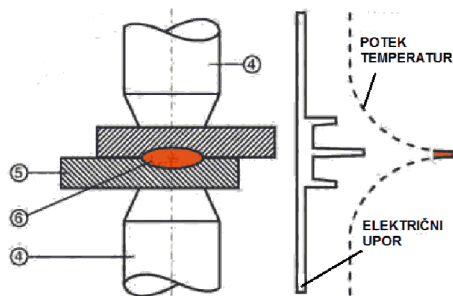
Posamezne vrste uporovnega varjenja so:

I. PREKRIVNO VARJENJE:

- **točkovno** varjenje



1-električni priključek, 2-izvor varilnega toka, 3-sila elektrod, 4-bakreni elektrodi, 5-varjencec, 6-varilna leča



- **bradavičasto** varjenje
- **kolutno** varjenje

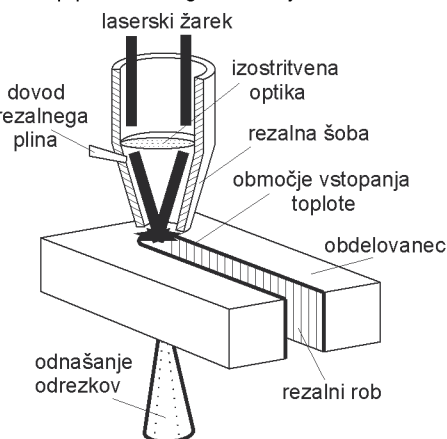
II. SOČELNO VARJENJE:

- **sočelno** varjenje **s pritiskom**
- **obžigalno** varjenje

Varjenje poteka z izmeničnim ali enosmernim tokom, **pri visokih jakostih toka** (od 3 do 30 kA za jekla, 100 in več kA za neželezne kovine) in **nizkih napetostih** (2 do 10 V).

Na opisane načine varimo jekla, aluminij, baker, bron, volfram itd. Največji uporabniki tega varjenja so predelovalna industrija, proizvodnja avtomobilov, v letalstvu, elektro industriji ter v gradbeništvu.

Varjenje in rezanje z laserjem Talilno varjenje, ki kot izvor toplote uporablja z lečami ostro fokusiran snop polariziranega valovanja.



Za taljenje potrebna toplota se sprošča v materialu po absorpciji laserskih valov. Staljeni material se odpihuje s plini (O_2 , Ar, N_2 itd.) pod tlakom ~4 bar. Plini morajo biti zelo čisti, ker umazanija vpliva na žarek.

Poznamo dve vrsti rezanja z laserjem:

- **temni rez**: odpihovanje s kisikom
- **svetli rez**: odpihovanje z dušikom (ki je cenejši od Ar)

Postopek je zelo **hiter**, običajna hitrost **10 m/min** se lahko stopnjuje do **100 m/min**. **Struktura** osnovnega materiala **se** ob zvaru **ne spremeni**, pomembna prednost postopka je tudi **natančnost** - omogoča izdelavo izvrtin z izredno majhnim premerom ali **graviranje**, tudi v najtrše materiale.

Režemo lahko nerjavno in običajno jeklo, **pri Al in Cu** pa je treba biti **pazljiv**: žarki se lahko usmerijo

nazaj v lečo, kar lahko vodi do **poškodbe!**

Postopek se največ uporablja v elektrotehniko, elektroniki in mikrotehniko za varjenje tankih lističev, žic, kontaktov ipd.

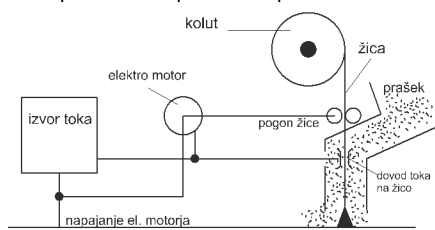
Za laser je značilno, da **ne gre v globino**, ker **nima mase**. Zato se mora material upariti, nekaj pa tudi pretaliti. Vari se **do debeline 10 mm**.

Varjenje pod letvo Vrsta talilnega varjenja z zakritim električnim oblokom. Oplaščeno elektrodo položimo na zvarni rob in pokrijemo z bakreno ožlebljeno letvo. Oblok se vžge med elektrodo in varjencec, celotna dolžina zvara se zavari samodejno.

Neugodno: potrebne so oplaščene elektrode nenormalnih dolžin.

Postopek se uporablja za tanke jeklene pločevine in za ravne zware. V proizvodnji se ni uveljavil.

Varjenje pod praškom Golo elektrodo v obliki brezkončne žice dovajamo na varilno mesto, obenem pa se na zvarni rob postopoma nasipa tudi prašek. Prašek se delno raztali in plava na površini žilindra. Na ta način pokriva, ščiti in oblikuje teme zvara. Ker električni oblok žari pod praškom, se pri varjenju razvija zelo malo dima, pa tudi zaščita oči ni potrebna. Po koncu varjenja se žilindra sama od sebe loči od zvara, nastaljeni prašek pa se lahko ponovno uporabi.



Električni tokovi so pri tem postopku posebej visoki in znašajo od 300 do 2000 A, v posebnih primerih celo 5000 A. Tak način in arjenja je hitrejši, saj se med postopkom dodaja nekje okrog 45 kg/h dodatnega materiala, kar je precej več kakor pri klasičnem elektroobločnem varjenju (~5 kg/h).

Zaradi visoke dodane energije je postopek omejen predvsem na materiale večjih debelin in debelejših zvarov. Ta postopek varjenja se najbolj pogosto uporablja za industrijsko varjenje dolgih zvarov, za ročno varjenje se ne uporablja. Pod praškom varimo ogljikova jekla, nizko legirana jekla, nerjavna jekla, zlitine z nikljem. Lahko se uporablja izmenični tok in tudi enosmerni tok v obeh polaritetah.

Slabost postopka je, da je neposredna vidna kontrola nemogoča.

Varjenje pod praškom označujemo tudi s kratico **EPP** (elektroprevodni prašek), ang. kratica pa je **SAW** (submerged arc welding).

Varjenje pod vodo Eden od najtežjih načinov varjenja. Za to tehniko se najpogosteje uporablja **obločno varjenje**. Poznamo:

a) **Mokro podvodno varjenje**, pri katerem se uporabljajo posebne vodoodporne "waterproof" elektrode, ki izpolnjujejo AWS E6013 klasifikacijo. Celotna elektroda mora biti zelo dobro izolirana, da voda ne pride v kontakt s kovinskim



delom elektrode. Če plašč elektrode "spušča"

vodo do kovinskega osrednjega dela, tedaj bo tudi del električnega toka uhajal v vodo (sploh v morsko vodo) in ne bomo mogli ustvariti zadostnega obloka za varjenje.

Za varjenje pod vodo se uporablja predvsem **enosmerni električni tok** s 300 - 400 A, elektroda ima negativni pol. Tudi za potapljača obstaja tveganje, da doživi električni šok.

b) **Suho podvodno varjenje** je varjenje v komori.

Varjenje pod zaščitnim plinom Načini varjenja pod zaščitnim plinom so MIG, MAG, TIG (WIG) in varjenje s plazmo.

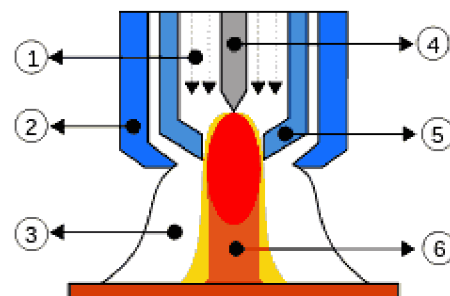
Varjenje pod žilindro Uporovno-talilni postopek varjenja z električno energijo. Podajalni mehanizem dovaja elektrodo v zvarni žleb navpično postavljenega varjenja. V začetku se prižge električni oblok. Ko se prašek raztali, nastane nad raztaljeno kovino močno pregreta in **prevodna žilindra**. Elektroda se tali zaradi joulove toplote, ki se sprošča v žilindri in nato zapolnjuje zvarno špranjo. Osnovni material se v stiku z raztaljeno žilindro nataljuje in nastaja potrebni uvar.

Varjenje pod žilindro uporabljamo predvsem pri sestavljanju večjih sekcij v **ladjedelništvu**, pri gradnji **posod pod pritiskom**, pri gradnji **nukleark**, v strojni industriji in pri navarjanju tekalnih koles. Problem so **veliki strjeni kristali**, ki **zmanjšujejo žilavost** - zato dodajamo **kali** ali pa materiale po varjenju še **toplotno obdelamo**.

Varjenje s plazmo Toploto daje oblok, ki gori:

- * med netaljivo W elektrodo in ustjem šobe ali
- * med netaljivo elektrodo in varjencec

Na mesto zvara se ves čas dovaja **plazma plin** (1 - najpogostere Ar) in **zaščitni plin** (3 - Ar, Ar- H_2 , Ar- H_2-N_2 ali N_2 -voda). Ozek curek plazma plina stiskamo ob elektrodi **4** skozi šobo gorilnika **5**, kjer nastane oblok **6**. Zaščita šobe **2** skupaj z zaščitnim plinom **3** varuje gorilnik in oblok.



Na ta način so zagotovljeni pogoji za povečanje temperature obloka do 30.000°C in zato **nastaja** v plazemskem gorilniku **plazma**. Posledica nastanka plazme je močno **povečanje** gostote toplotne energije.

Ob stiku s hladno površino kovine se plazma spremeni v prvotno agregatno stanje. Na ta način prenese svojo veliko energijo in s tem močno ogreva osnovni material. Nastaja zvar z značilno obliko keliha.

Oblok prižgemo s **pomožnim oblokom**, ki gori med W elektrodo in vodno hlajeno bakreno šobo. Ko se z gorilnikom približamo osnovnemu materialu na 4-5 mm, se vžge **glavni oblok**, pomožni oblok pa ugasne.

Uporaba: za **varjenje z dodajnim materialom** ali **brez** njega, tudi za **rezanje** s plazmo. Postopek je bolj ekonomičen in hitrejši kot varjenje v zaščiti drugih plinov. Postopek odlikujejo tudi **dobre mehanske lastnosti zvarov** in **globok uvar**. Možno je variti v vseh legah, **čiščenje** zvara **ni potrebno**. Možna je avtomatizacija in robotizacija postopka.

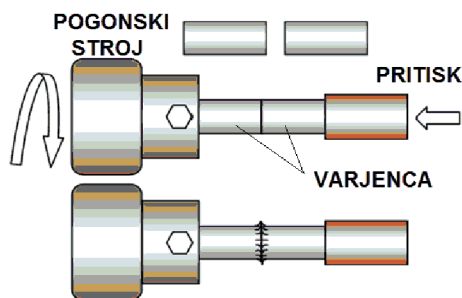
Varjenje s stiskanjem Glej naslednja gesla:

- hladno varjenje s stiskanjem,
- toplo varjenje s stiskanjem
- varjenje s trenjem in
- uporovno varjenje.

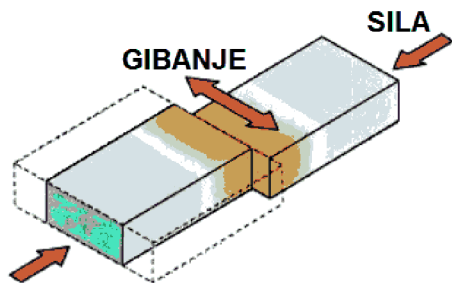
Varjenje s trenjem Vrtenje dveh varjencev drugega proti drugemu povzroči trenje na stičnih ploskvah. Torna toplota hitro narašča, v aksialni smeri pa se ne razširi globoko v varjenca.

Ko se material ogreje do plastičnega stanja, je treba vrtenje ustaviti in oba varjenca s pritiskom

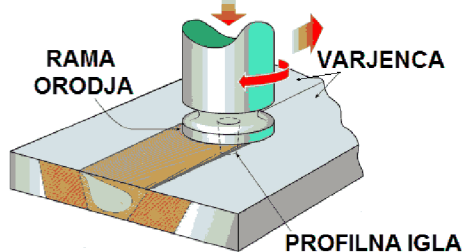
Zvariti. Zvar nastane zaradi pritiska na zmečkani stični ploskvi. Temperatura zvarnega mesta ostane **nižja od tališča** varjenčev. Tako dobimo **kakovosten zvar**:



Prednost postopka je v **nižji varilni temperaturi**, ogretju na ozko omejenem področju ter majhni porabi energije. Varimo lahko **tudi raznovrstne materiale**, npr. aluminij-jeklo, aluminij-med, aluminij-magnezij, aluminij-keramika, baker-jeklo. Ni potreben dodajni material, praški ali zaščitni plini. Postopek je **čist in ne kviri ozračja**. Varimo lahko le okrogle preseke. Trdnost varjenčev mora zdržati pritisk po varjenju, vpenjalne naprave morajo biti zelo močne. Naprednejša oblika varjenja s trenjem je **linearno varjenje s trenjem**:



Pomiki znašajo $\pm 1-3$ mm, frekvenca 25 - 125 Hz, največja osna sila pa ne presega 150 kN. Na takšen način se varijo lopatice na turbino. Obstaja tudi **varjenje šivov s trenjem**:



Uporaba varjenja s trenjem: v serijski proizvodnji. **Varjenje umetnih mas** Varimo lahko **samo termoplaste**. Postopki:

- ekstrudersko varjenje,
- plamensko varjenje termoplastov,
- varjenje s trenjem,
- varjenje umetnih mas s kovinskimi sponkami,
- varjenje z laserjem,
- varjenje z ultrazvokom,
- varjenje z vročim orodjem,
- varjenje z vročim zrakom,
- visokofrekvenčno varjenje itd.

Varjenje umetnih mas s kovinskimi sponkami Zvito žico natakemo v električni spajkalnik in jo zagrejemo:

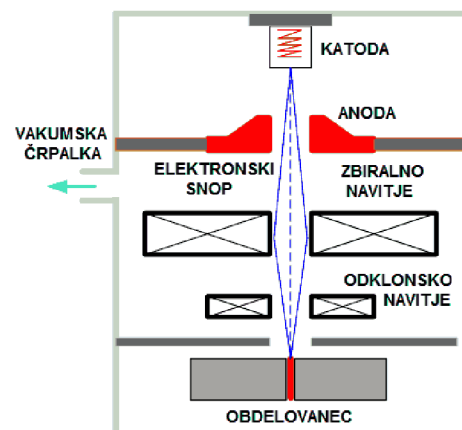


Ko je žica dovolj vroča, z njo raztalimo termoplast in jo pustimo na neki globini. Nato spajkalnik odklopimo od žice. Ko se umetna masa ohladi, je tako nastali spoj običajno dovolj močen, da vzdrži obremenitve. Po potrebi lahko z vročim orodjem še dodatno zatesnimo zvarni spoj.

Varjenje v atomarnem vodiku V električni oblok med dvema volframovima elektrodama dovajamo vodik skozi šobi, v katerih sta vstavljeni elektrodi. Od električnega obloka prevzame vodik energijo in molekule H₂ razpadejo v atome. Ko se atomi vodika dotaknejo predmeta, se toplota sprosti in atomi vodika se zopet vežejo v molekule. Zaščitna plast vodika obenem preprečuje škodljivi učinek kisika in dušika iz zraka.

Na opisan način se na površini predmeta razvije temp. ~ 4.000°C. Postopek se je nekoč uporabljal za varjenje Al in medu ter za varjenje jeklenih pločevin 1 do 80 mm. Danes se uporabljajo modnejši postopki.

Varjenje z elektronskim snopom v vakuumu Zelo zgoščen snop elektronov, ki emitira iz katode se giblje z veliko hitrostjo (blizu svetlobne hitrosti) **skozi vakuum**. Napetosti znašajo od 30 - 200 kV. Navitja ustvarjajo magnetno polje, ki fokusirajo (zbirajo) snop elektronov v eno točko, obenem pa tudi odklonijo na ustrezno mesto na obdelovancu. Ob udarcu s trdno materijo se kinetična energija elektronov spremeni v toploto. Pri tem se kovina upari, nastane zelo ozek in globok pretaljen žleb.



Naprave za varjenje z elektronskim snopom v vakuumu so ekstremno drage. Značilnost postopka je velika čistoča zvarov, ki so **ekstremno ozki in globoki**. Deformacije materiala in zaostale napetosti so nizke, **hitrost varjenja je visoka**. Postopek je primeren tudi za materiale, ki močno oksidirajo, če jih varimo ob prisotnosti zraka. Možno je tudi zvarjanje kovin ali zlitin z nekovinami.

Varjenje z inverterjem Naprave za električno varjenje z inverterjem so precej **manjše** od klasičnih z enako zmogljivostjo. Manjše dimenzije omogočajo varilcu lažje premikanje, obenem pa je večja tudi energetska učinkovitost.

Klasične elektro varilne naprave delujejo tako:

1. Varilni transformator **spreminja trifazni** izmenični tok z visoko napetostjo in majhnimi tokovi v trifazni izmenični tok z nizko napetostjo in visokimi tokovi. Da bi izpolnili ta pogoj, potrebujemo **transformator z maso 40 kg ali več**.
2. Varilni usmernik **nato** spremeni trifazni izmenični tok s frekvenco 50 Hz v **enosmernega**.



Inverterske varilne naprave pa uporabljajo IGBT tranzistorje, ki omogočajo **visokofrekvenčno prekinjanje visokih moči**. Delovanje pa je "obratno":

1. Iz trifazne izmenične napetosti **najprej** pridobimo **enosmerno napetost**.
2. Enosmerne napetosti ne moremo transformirati, lahko pa uporabimo enak princip kot pri vžigalni napravi v vozilih - izkoristimo napetostne sunke. Zato pridobljeno **enosmerno napetost "razsekamo"** s pomočjo visokofrekvenčnega prekinjanja (20 - 150 kHz).
3. Za transformiranje "razsekanih" majhnih delčkov v želeno napetost in tok pa potrebujemo le **majhen transformator** (~ 3 kg), ki pa vendarle opravlja celotno delo klasičnih transformatorjev. Kljub majhnosti ta transformator omogoča celo **boljši nadzor varilnih parametrov**.



Če želimo, lahko s pomočjo ustreznih elektronskih naprav tudi na izhodu inverterske varilne naprave ustvarimo **izmenično napetost**.

Ostale prednosti varjenja z inverterjem:

1. Pri klasičnih varilnih napravah je vsak postopek varjenja zahteval posebno napravo. Z enim inverterjem pa lahko nastavimo takšen tok, ki ga potrebujemo **za katerokoli** elektro varjenje: TIG, MIG, MAG, plazma varjenje, rezanje itd..
2. Varilni **kabli so krajši**, saj je naprava z inverterjem lažja. Razen tega varilcu ni treba daleč hoditi, da bi na novo nastavil varilni stroj.
3. Nekateri proizvajalci ponujajo tudi možnost, da enostavno **dodamo enoto**, če potrebujemo močnejšo napravo.

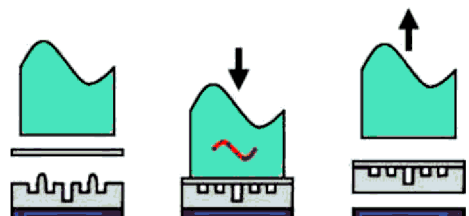
Varjenje z laserjem Glej Varjenje in rezanje z laserjem.

Varjenje z ogleno elektrodo Elektrode so izdelane iz grafita ali iz retortnega oglja, stisnjene v palice s premerom od 5 do 25 mm, dolge pa do 800 mm. Ta način je primeren v glavnem za take zvarne spoje, **kjer ne dodajamo materiala**. Možno pa je dodajati material s posebno kovinsko varilno žico, ki se raztali v nastalem obloku. Danes oglenih elektrod ne uporabljamo več.

Varjenje z ultrazvokom Visokofrekventno mehansko nihanje osnovnega materiala se spreminja v toplotno energijo, ki zadostuje za taljenje tanjših varjenčev. Amplituda nihanja znaša 20 - 40 μ m, frekvenca pa 20 - 35 kHz.

Fizikalno pojasnilo: visokofrekventno mehansko nihanje povzroči trganje vezi med molekulami oziroma med atomi, po prenehanju vibracij pa se vzpostavijo nove vezi.

Postopek: oba varjenca stisnemo močno skupaj, da dosežemo dober spoj in porušimo oksidno kožico na obeh ploskvah. Pritisk dosežemo hidravlično, pnevmatično ali z elektromagnetom. Varjenec leži na togi podlagi, nanj pa pritiska **elektroda**, ki je prosto vezana z izvorom mehanskega nihanja. Tako pripravljenemu varjencu dovedemo preko elektrode energijo v obliki ultrazvoka na mesto varjenja, nihanje pa se prenaša na oba varjenca.



Uporaba: po opisanem postopku lahko varimo jeklo, Cu, Co-Zn, Al, Ag in zlitine, Ti, Mg, Au, W in njihove zlitine. Varimo lahko tudi nekovine: plastične mase, keramiko, steklo, tudi v kombinaciji s kovino. Ta postopek varjenja se pogosto uporablja za serijsko varjenje plastične embalaže, tudi pri pakiranju **izdelkov z visokimi zahtevami** (medicinski pripomočki, farmacevtska industrija - npr. tablete v mehurčastih ovojih oz. **blisterjih**). Razl. visokofrekvenčno varjenje.

Varjenje z zaščitnim plinom Načini varjenja z zaščitnim plinom so MIG, MAG, TIG (WIG) in varjenje s plazmo.

WIG Glej TIG.

**LOTANJE, LEPLJENJE,
VEZNI ELEMENTI,
LEŽAJI, MAZANJE**

Abciger Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (abziehen - potegniti dol, sneti), kar pomeni snemalnik, snemalka oz. snemalo.

Adhezija Sprijemanje, zlepljenje [s površino](#). Ang. adhesive: lepljiv, sprijemljiv. Prim. Kohezija.

Adhezijska sila: privlačna sila med [molekulami različne vrste](#) oz. med [površinama dveh teles v stiku](#) zaradi medmolekulskih sil.

Adhezivnost: glej Oprijemljivost. Prim. Merilna kladica, Obraba, Lepljenje, Kohezija.

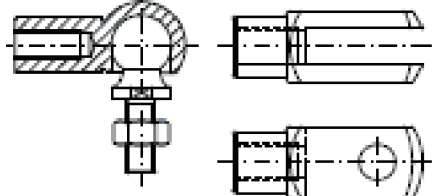
Adheziv - lepilo.

Aretirati Ustaviti, zadržati, prijeti, zapreti, zaustaviti, nepremično pritrčiti gibljivi del naprave. Npr.: pri delilniku frezalnega stroja s pomočjo aretirnega zatiča aretiramo delilno ploščo na ohišje.

Bolcen Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Bolzen), kar pomeni sornik.

Boraks Natrijev tetraborat $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$. Prim. Lotanje, Talilo.

Členek Gibljiv stik, ki se veže z drugim v celoto: ~ verige, na roki itd.. Prim. podpora, sornik, zatič.

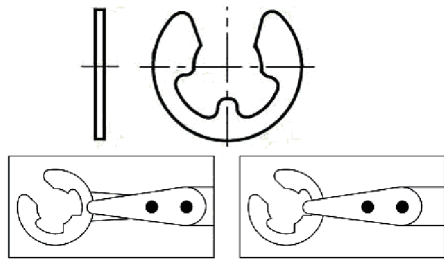


Kotni členek (levo) in priključne vilice (desno)

Dibel Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Dübel), kar pomeni vložek (npr. zidni, plastičen vložek), moznič, redkeje zatič, čep.

Eksplodzijska kovica Glej Kovica.

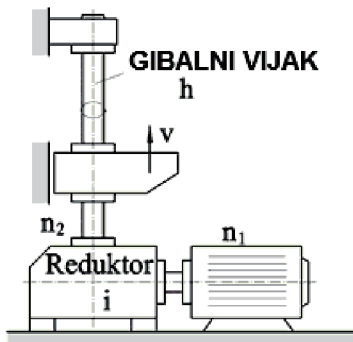
E-ring Vsokočniku podoben vezni element, ki se pritrči in odstrani s koničastimi kleščami:



PRITRJEVANJE

DEMONTAŽA

Gibalni vijak Vijak za prenos gibanja, npr. spreminjanje vrtilnega gibanja v premočno (ravno): premež ipd.. Poimenujemo ga tudi navojno vreteno, gonilo pa je vijačno gonilo:



Gradiva drsnih ležajev Določamo gradiva tečajev osi, gredi, ležajnih puš in mazalnega sredstva.

Površina tečajev naj bo tri- do petkrat trša od površine ležajne puše, trdota 64 HRC oz. 810 HV. Obraba ležaja je omejena predvsem na obrabo ležajne puše, ki jo v primeru kritične obrabe preprosto zamenjamo. Tečajji so izdelani iz [konstrukcijskega jekla](#), [jekla za poboljšanje](#) ter [jekla za cementiranje in kaljenje](#). Jekla za cementiranje in kaljenje so primernejša kot konstrukcijska jekla in jekla za poboljšanje, čeprav lahko tudi s površinskim kaljenjem poboljšanih jekel dosežemo zadovoljive lastnosti. Nekaljena konstrukcijska jekla so primerna le za nizko obremenjene drsne ležaje.

Gradiva ležajnih puš:

zaradi dobrih drsnih lastnosti pri nezadostnem mazanju **največ uporabljamo NEŽELEZNE**

KOVINE (kositer, cink, svinec, baker, aluminij) in njihove zlitine (bela kovina, svinčev bron, zlitine Al in Sn); njihove trdnostne lastnosti so zelo odvisne od temp. in jih uporabljamo le v določenem temperaturnem območju; ležajne puše so v najenostavnejši obliki izdelane iz bronu in so vstisnjene v ležajno ohišje

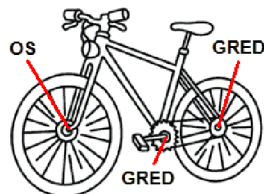
• struktura [sive litine](#) (grafitne lamele) omogoča dobre mazalne lastnosti, vendar ima siva litina slabše drsne lastnosti pri nezadovoljivem mazanju, je slabo odporna na robne tlake ter ima slabo sposobnost vtekanja ležajev,

• s [sintranimi kovinami](#) dosežemo dobre mazalne lastnosti ležajnih puš, saj so porozne in vsrkajo olje do 30% svojega volumna; sintramo zlitine železa, kositrove in svinčene brone,

• [umetne snovi](#) (termo- in duroplasti, poliamidi, poliuretani, poliacetali, fluorirani ogljikovodiki, teflon) up. v primerih, [ko ni dovoljeno mazanje z oljem ali mastjo](#) (npr. v tekstilni industriji) in kjer obstaja [nevarnost korozije](#).

Sodobni drsni ležaji (npr. za motorje z notr. zgorevanjem) imajo [več različnih plasti ležajnih zlitin](#), ki so nanese na jekleno nosilno blazinico. [Večplastni ležaji](#) so zelo čvrsti, dobro odvajajo toploto in imajo trpežno drsno ploskev.

Gred Strojni del v obliki palice (običajno krožnega prereza), ki [ima pogon: prenaša vrtenje](#) (energijo). Obremenjena je na [upogib in](#) na [torzijo](#).



GONILNA (pogonska) gred prenaša obremenitev na naslednjo gred, ki jo imenujemo **GNANA** (odgonska) gred. Gred, vezana na pedale kolesa, je primer gonilne gredi. Gnana je npr. gred kuhinjskega mešalnika - poganja jo gred elektromotorja.

Pri **TOGIH gredih** imata pogonska in odgonska stran isto pozicijo ter lego. Vrste togih gredi:

• **gladke gredi** imajo enak prečni preseki po dolžini, prenašajo vrtilne momente na večje razdalje

• **stopničaste gredi** imajo po dolžini različne premere za montažo ležajev, zobatih koles itd. da se onemogoči napačna montaža

• **kolenaste** (ročnične) gredi omogočajo pretvorbo vrtilnih gibanj v remočno gibanja in obratno

• **oblikovne in profilne** gredi imajo po obodu izdelane zobniške profile (za ubiranje z zobniki), poligonske profile (za zvezo pesta z gredjo) ali odmikala (**odmične** gredi)

PRILAGODLJIVE gredi pa so:

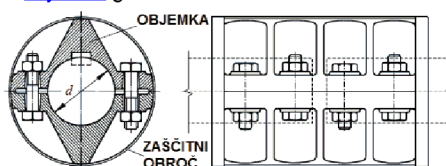
• **kardanska** (zglobna) gred nekoliko spreminja razdaljo in smer pogonske / odgonske gredi.

• **gibka** gred (bovden) je sestavljena iz več slojev navitih žic, uporablja se npr. pri tahometrih.

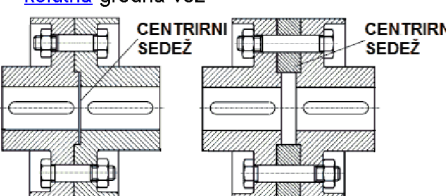
Gredna vez Strojni element ali mehanizem, ki je **sestavljen v mirovanju** in tako veže dve gredi, da ju [med obratovanjem ne moremo ločiti](#). Razl. sklopke. Delimo jih na:

a) **TOGE** gredne vezi:

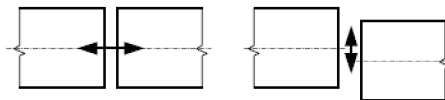
- gredna vez [z mufo](#) (risba: glej geslo Mufa)
- [objemna](#) gredna vez



• [kolutna](#) gredna vez

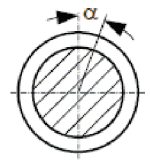
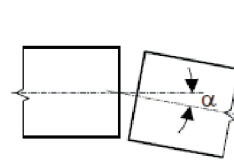


b) **IZRAVNALNE** gredne vezi izravnavajo premike (vzdolžni, prečni, kotni) in krožni zasuk:



VZDOLŽNI PREMIK

PREČNI PREMIK

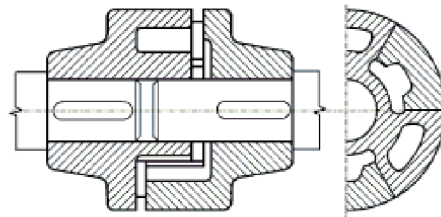


KOTNI PREMIK

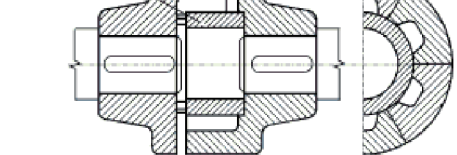
KROŽNI ZASUK

Vrste izravnalnih gredi:

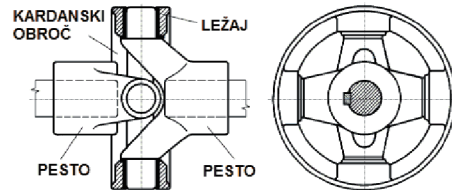
- **neelastične**: [parkljasta](#) gredna vez za premike v vzdolžni smeri



CENTRIRNI OBROČ

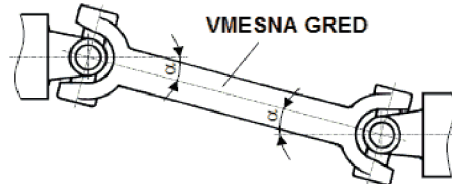


[zobata](#) gredna vez za premike v vzdolžni



smeri in kotne premike do 2°: na eno gred je pritrjen notranji, na drugo pa zunanji zobnik, medsebojno gibanje pa omejujejo povezovalni strojni elementi

[kardanski zglob](#) za kotne premike do 30°, glej še pojasnilo in risbo pod geslom Kardan



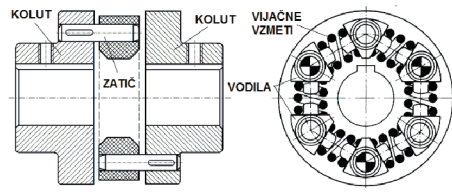
VMESNA GRED

[homokinetični zglob](#), glej posebno geslo

- **elastične izravnalne** so: [AKUMULACIJSKE](#) - blažijo sunke, ki so posledica udarnih obremenitev pri zagonu in zaustavljanju stroja

[DUŠILNE](#) - blažijo sunke in hkrati dušijo nihanja, ki so posledica nihajočih obremenitev

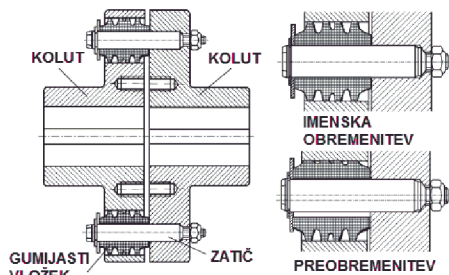
Posamezne vrste elastičnih izravnalnih grednih vezi pa so: gredna vez [z jeklenimi trakovi](#) (ki so naviti med obema gredema in prevzemajo breme) izravna vzdolžne premike od 4 do 20 mm, prečne premike od 0,5 do 3 mm, kotne premike do 1,3° ter zasuke do 1,2°



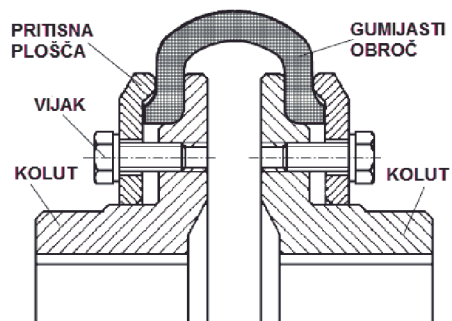
gredna vez [z vijačnimi vzmetmi](#) izravna

majhne prečne premike do največ 1% zunanega premera, kotne premike do 2° ter zasuke gredi do 5°

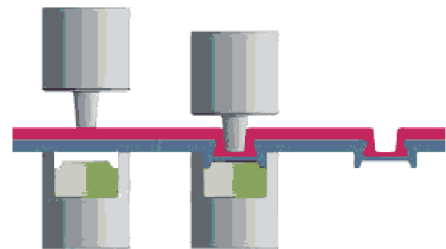
gredna vez z gumijastimi vložki izravnava vzdolžne premike do 3 mm, majhne prečne in kotne premike ter zasuke gredi do 3°



gredna vez z gumijastim obročem izravnava vzdolžne premike do 8 mm, prečne do 4 mm, kotne premike do 4° ter zasuke do 12°



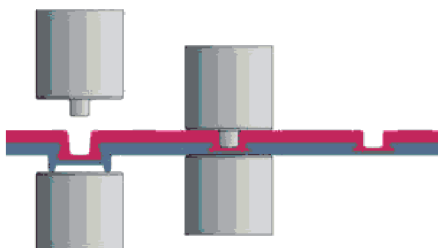
Grezilno kovičenje Dve ali več pločevin se medsebojno spojijo tako, da pod vplivom velikih sil



pogreznejo ena v drugo, se plastično preoblikujejo in se medsebojno zgnetejo, nakrčijo. Nastali spoj trdno držita skupaj spremenjena oblika obdelovancev in sila trenja:

Pri tem načinu spajanja ne potrebujemo kovice, temveč le orodje, ki ga sestavlja trn (pestič) in matrica.

V drugi fazi lahko po želji pločevino poravnamo:



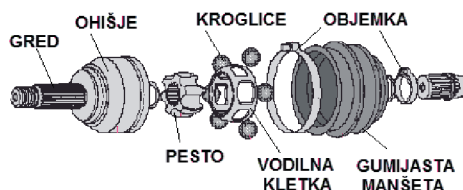
Prednosti tega postopka:

- hiter in gospodaren postopek
- postopek ne zahteva nobenega posebnega pripravljalnega dela, pa tudi nobenega naknadnega dela po opravljenem spajanju
- na spoju ni potrebna zaščita proti koroziji;
- spajanje je brez dovajanja toplote, zato se mehanske lastnosti pločevine ne poslabšajo
- za takšno spajanje ne potrebujemo nobenih veznih elementov, npr. kovic ali vijakov;
- postopek je primeren za povezovanje vseh vrst pločevin; pločevine so lahko brez prevlek, lahko so prevlečene s kovino ali z umetno maso, lahko so tudi sendvič pločevine;
- postopek je primeren tudi za povezovanje pločevin iz različnih gradiv;
- zatiskujemo lahko pločevine z enako ali z različno debelino;
- spoj je možno tudi kontrolirati brez porušitve materiala (npr. merjenje debeline dna spoja),

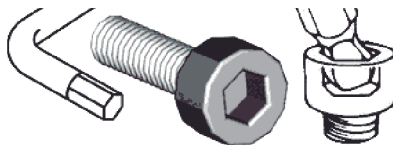
možno je tudi zagotavljati kvaliteto spoja, npr. z računalniško podprto kontrolo tlačnega povezovalnega postopka

Postopek se uporablja tako za ravne pločevine kakor tudi za cevi. Sin. povezovanje s prepletanjem, zatiskovanje, sestavljanje z vtiskanjem. Prim. Vtiskovanje, Krimpanje, Prebijalno kovičenje. Spajanje s preoblikovanjem.

Homokinetični zgib Gredna vez, ki omogoča prenos vrtilnih momentov pri medsebojno nagnjenih gredih. Za razliko od kardana pa je izstopna vrtilna hitrost pri homokinetičnem zgibu povsem enakomerna (sinhronizirana), zato taka gredna vez med delovanjem povzroča bistveno manj vibracij, tudi pri odklonih do 45°. Bistven prenosni element so jeklene kroglice, ki se gibljejo v utorih med pestom in obročem. Uporaba: pri pogonih avtomobilov. Homokinetični zgib potrebuje izdatno mazanje z mastjo in ne more delovati odprt. Zaradi tega je vsak homokinetičen zgib zaprt z manšeto, ki ga štiti pred zunanjo umazanijo in preprečuje izgubo masti. Prim. Sinhroni, Kardanski zgib. Nepr. ~ zglob.

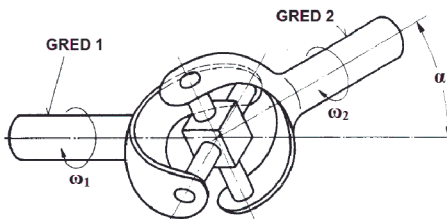


Inbus Vijak z valjasto glavo in notranjim šestrobom. Podjetje Bauer & Schaurte je prvo proizvajalo take vijake: (In)nensechskantschraube (B)auer (u)nd (S)chaurte. Pogovorno se pogosto uporablja nepravilni izraz inbus. Prim. Torx.

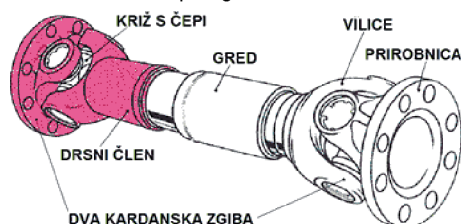


Kajla Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Keil), kar pomeni zagozda.

Kardan Gibljiv križni zgib (gredna vez), ki spreminja smer vrtenja. Stik med dvema koncema gredi za prenos vrtilnih momentov je izumil G. Cardan, 1501-1576. Kardan omogoča spremembo kota med vstopno in izstopno gredjo:



Kardan lahko prenaša velike momente in potrebuje malo vzdrževanja. Slaba stran kardanskega zгиба je, da prihaja do vibracij - izstopna gred 2 namreč med vsakim vrtljajem 2 x pospešuje in 2 x pojenjuje. Vibracije naraščajo s kotom preloma gredi. Pri večjih kotih in višji vrtilni hitrosti lahko povzročijo lom gredi ali kardanske vezi. Zato kardanski zgib dovoljuje lomni kot osi do 15°, posebne izvedbe do 25°. Razen tega imajo kardanske gredi praviloma dva kardanska zgloba - zato, da je vrtilna hitrost izstopne gredi konstantna:



Prim. homokinetični zgib.

Karoserijska pila Glej Kleparska pila.

Kit Sredstvo za:

1. **Izravnavanje**, glej geslo Kitanje - izravnavanje.
2. **Tesnenje**, glej geslo Kitanje - tesnenje.

3. Pritrjevanje, glej geslo Kitanje - pritrjevanje.

Angleška izpeljanka kit pa pomeni **komplet**, oprema, sestav, sklop, garnitura. Npr. ~ za poliranje. **Kitanje - izravnavanje** S kitanjem odpravljamo neravnosti in gladimo podlago pri popravilih in dekoracijah (npr. ~ avtomobilskih pločevin). Pogosto kitamo (izravnavamo) tudi v gradbeništvu (~ sten je priprava za barvanje).

Pri avtoličarstvu je kitanje običajno gospodarnejše od ravnanja majhnih neravnin. Zahteve za kit:

- biti mora sposoben zapolniti čim večje nepravilnosti, pri tem pa se mora med sušenjem kolikor mogoče malo skrčiti
- dobro se mora prijeti na spodnjo plast
- z lahkoto se mora dati brusiti
- ne sme preveč repuščati vlago
- čim manj mora vpijati gornji premaz
- hitro se mora sušiti
- z lahkoto se mora dati nanašati

Vse zaželene lastnosti seveda ni možno združiti v enem kitu, zato pri avtoličarstvu ločimo naslednje vrste kitov:

- ° kiti z grobo strukturo, dodatek steklenih vlaken daje izrazito grobo strukturo
- ° kiti z manjšo občutljivostjo na nižje temperature in na povečano relativno vlago
- ° kiti s fino strukturo (izravnalne mase)
- ° kiti z dobro elastičnostjo (za kitanje plastike)

Kiti so praviloma dvokomponentni. Nanašamo jih na golo pločevino ali na temeljni predlak. Vrste kitov pri avtoličarstvu:

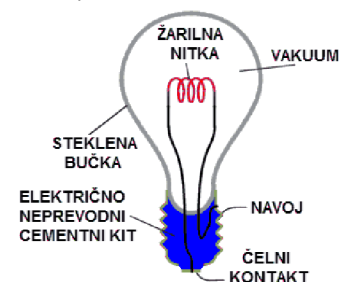
1. Poliesterški kit
2. Akrilni kit
3. Nitrokombi kit

Sestavina mnogih vrst kitov je stiren.

Kitanje - pritrjevanje Način nerazstavljivega spajanja dveh delov - podoben lepljenju. Spojna mesta so ponavadi oblikovana tako, da sega poln del v votlino drugega. Spojno mesto se namaže s plastično snovjo, ki se imenuje kit. Zamazek se namaže v debelih plasteh. Zeve med strjevanjem ni potrebno stiskati kot npr. pri lepljenju.

Kiti VEŽEJO dele NA DVA NAČINA:

a) Fizikalno, strjujejo se po fizikalni spremembi - npr., ko se posušijo (cementni kiti), ohladijo (taljivi kiti, ki so pri normalni temperaturi trdi: pečatni vosek, kolofonijski kit itd.). Fizikalni kit se uporablja za zvezo steklenega dela žarnice s kovinskim okovom (mešanica umetne smole z mineralnim polnilom in dodatkom alkohola):

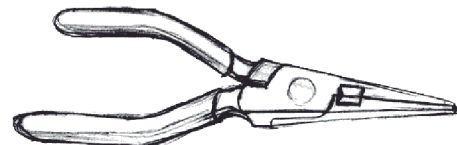


b) Vezalni kiti pa se vežejo na spajane dele ke-mično: sadra, marmorni cement (za zvezo ponikljane medene kapice na keramični okrov tali-line varovalke), magnezijev kit itd. Ti kiti dokaj hitro vežejo. Čas strjevanja podaljša dodatek raztopine dekstrina ali galuna. Prim. varovalka.

Kitanje - tesnenje Pogosto s kitanjem tesnilo v mizarstvu, npr. kitanje šip v okenske okvire itd..

Kniping Udomačen, a nepravilen izraz za samorezni (pločevinski) vijak, glej risbo pod geslom Vijak. Beseda izhaja iz imena proizvajalca Kniping Verbindungstechnik GmbH.

Koničaste klešče Podaljšane prijemalne klešče.



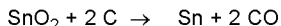
Nepr. špiccange. Razlikuj:

- klešče posebnih oblik za montažo / demontažo

vskočnikov so **klešče za segerjeve obročke**

• Klešče za upogibanje žice so **okrogle klešče**

Kositer Simbol Sn, lat. *Stannum*, tališče 232°C, gostota 7,3 kg/dm³, atomsko število 50, relativna atomska masa 118,69. Specifična toplota 0,227 kJ/kgK, toplotna prevodnost 65 W/mK, linearna temp. razteznost ~20 · 10⁻⁶ K⁻¹. Poznan je že iz bronaste dobe. Pridobiva se z redukcijo kositrova (kasiterita) z ogljem ali koksom v plamenskih pečeh pri 1.000°C:



Alotropske modifikacije kositra:

a) **α-kositer** oz. sivi kositer je siva **kubična** polkovina. Obstoje je pod 13°C. Izdelki iz α-kositra počasi razpadajo v siv prah - "kositrova kuga". Temu se izognemo tako, da Sn legiramo z inhibitorji, npr. bizmut, svinec, antimon. Dodatki nekaterih drugih kovin (npr. Al, Mn) pa proces pospešijo.

b) **β-kositer**: obstoje v temp. območju 13-161°C, ima **tetragonalno** kristalno mrežo. Srebrno bela, svetleča, duktilna težka kovina. Pri običajnih temperaturah se lahko razvalja v zelo tanke folije. Je zelo mehak, čeprav trši od svinca. Dobro se vliva in spajka, na zraku je zelo obstoje. Ob upogibanju je slišati **škripanje**, kar je posledica trenja med kristali kovine.

c) **γ-kositer** (nad 161°C) je zelo krhek in lahko prehaja v prah. Novejše raziskave kažejo, da te modifikacije ni, zanjo značilne lastnosti pa so le posledica nečistoč.

Prehod iz kositra β v α je praviloma počasen, na kovini se pojavijo temne lise (t.i. kositrova kuga), poteka pa hitreje pri nižjih temperaturah.

Kemijske lastnosti: kositer je pri običajnih temp. obstoje na zraku in ne reagira z vodo. Obstoje je tudi proti mnogim kemikalijam, celo proti šibkim kislinam in sestavinam živil (pomembno zaradi uporabe kositrove embalaže in kositrove posode). Ob močnem segrevanju na zraku zgori v kositrov oksid SnO₂.

Uporaba kositra:

- za **belo pločevino**: pokositrana jeklena pločevina, npr. za **konzerve**, tudi za **pločevinke** za pijače, kajti kositer je korozijsko zelo obstoje, kositrove spojine pa so praktično **nestrupene**;
- za **belo kovino** (ležajna kovina),
- za izdelavo tub in tankih folij (**staniol**, ki je iz kositra, danes vse bolj zamenjuje cenejši aluminij),
- za okrasne letve na vozilih.

Pomembne Sn zlitine so kositrovi bron, rdeča litina, ležajne zlitine in spajke (**loti**). Zlitine kositra in (30-40%) bakra so surovina za izdelavo orgelskih piščali. Od kositrovih spojin sta kositrov(II) klorid SnCl₂ in kositrov(IV) klorid SnCl₄ pomembna katalizatorja in pomožno sredstvo v barvarstvu; kositrov(IV) oksid SnO₂ je **polirno sredstvo** za steklo in jeklo, pa tudi sestavina mlečnega stekla in emajla.

Kositranje Prevlечение kovine s kositrom. Postopki kositranja so:

- galvansko kositranje, glej Kositranje galvansko
- kemični postopek, glej Kositranje kemično
- Reflow postopek, glej Kositranje Reflow
- s potapljanjem, glej Kositranje s potapljanjem
- z lotanjem, glej Kositranje z mehkim lotanjem

Kositranje galvansko Obdelovanec se potopi v kositrov elektrolit. Električni tok povzroči, da se površina obdelovanca prevleče s kositrom. Postopek se lahko izvaja tudi v galvanskih bobnih, na izdelke iz medenine, bakra, grafitu in na jeklo. S tem postopkom je možno nanašati zelo tanke plasti kositra, le nekaj μm. Galvansko kositranje ima velik pomen za prehrabno industrijo (bela pločevina), prav tako pa tudi za elektronske komponente (bakrene kontakte, bakrene trakove in tudi za mikroskopsko tanke žičke).

Kositranje kemično Obdelovanec potopimo v raztopino kositrovih soli, npr. v raztopino kositrovega sulfata z žvepleno kislino in nekaterimi dodatki. Površina debeline nekaj μm je zelo gladka se prevleče s kositrom brez uporabe električnega toka. Zaradi enostavnosti se lahko postopek uporablja tudi doma. Vendar, zaradi zelo

tanke plasti kositer sčasoma difundira v baker in dobimo na površini baker-kositrovo leguro.

Kositranje Reflow Postopek, ki je kombinacija galvanskega kositranja, ki mu sledi toplotna obdelava preko tališča kositra. S tem postopkom se povezujejo prednosti galvanskega postopka kositranja s prednostmi kositranja s potapljanjem.

Kositranje s potapljanjem Jekleno pločevino najprej dobro očistimo in razmastimo (luženje in izpiranje v vodi). Očiščeno pločevino nato potapljamo v kopel z raztaljenim kositrom, temp. 250-280°C. Kopel je pokrita s soljo, da preprečimo oksidacijo. Ponavadi uporabljamo dve kopeli: prvo iz nečistega in drugo iz čistega kositra. Kositer se oprime obdelovanca in ostane na njem tudi, ko obdelovanec dvignemo. Po ohlajevanju ostane na obdelovancu trdno oprijeta plast kositra.

Prednost kositranja s potapljanjem je **ekstremno dobra trdnost oprijema** kositrove plasti.

Pokositrano pločevino imenujemo tudi **bela pločevina**. Uporabljamo jo predvsem za konzerve, ker je Sn odporen proti organskim kislinam in je popolnoma nestrupen. Če je kositrov zaščitni sloj prekinjen, se razjedanje na tem mestu pospeši. Po predobdelavi (čiščenje, razmaščevanje ipd.) se obdelovanci potopijo kopel z raztaljenim kositrom, podobno kot pri pocinkanju.

Kositranje z mehkim lotanjem Postopek, ki se uporablja za popravila avtomobilskih poškodb (glajenje oz. ravnanje površine).

Lot je kositrova palica, ki jo sestavlja:

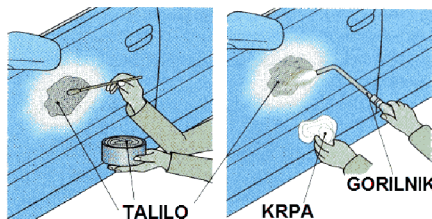
- 67% svinca in 33% kositra, tališče 248°C ali
- 70% svinca in 30% kositra, tališče 255°C

Talilo je **kositrova pasta**. Potrebujemo še **ročni gorilnik** (lahko tudi za avtogeno varjenje) s sorazmerno veliko šobo (da grejemo čim večjo površino), **mehko krpo**, **leseno lopatico** in **kleparsko pilo**.

POSTOPEK:

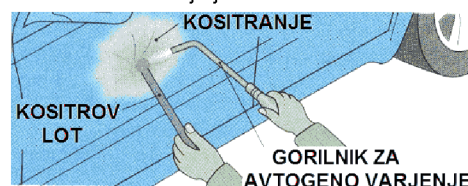
Posebno pozornost posvečamo **pripravi površin**: skrbno čiščenje in nato uporaba čistilnega sredstva, ki preprečuje nastajanje nove plasti oksida med segrevanjem.

Nato s čopičem nanesemo **kositrovo pasto** (talilo) in jo z gorilnikom (mehak plamen s presežkom acetilena) ogrejemo, da dobi rjavkasti barvni ton in se kositrova plast srebrno lesketa. Ostanek talila takoj odstranimo z mehko krpo. Mesto popravila se sedaj sveti srebrno zaradi kositrove plasti.



Kositrovo palico in mesto popravila izmenično **ogrevamo**, dokler se lot ne zmečča. Celotna površina, ki jo popravljamo, mora biti enakomerno segreta. Če pločevino preveč segrejemo, se lahko skrivi.

Nanašanje lota: mehak konec paličastega lota potisnemo na poglobljeno mesto pločevine. Lot nanašamo v obliki točk in ga gladimo z lesenim gladilom. Pri tem je potrebno nanesti več lota, kajti naknadno nanašanje je težavno in zamudno.



Oblikovanje: kositrov lot je ves čas ogrevamo in ga držimo v testastem stanju, da ga lahko z lesenim gladilom zgladimo in oblikujemo. Gladilo iz trdega lesa je **namazano z oljem**, ki ne vsebuje kislin ali čebeljini voskom. Na ta način preprečimo vžiganje lota v les. Lot ne sme biti preveč tekoč, da ne bi odtekel. Oblikovati ga moramo tako, da se prilaga s ploskvijo okolice pločevine. Zatem se

mesto popravila počasi ohladi.

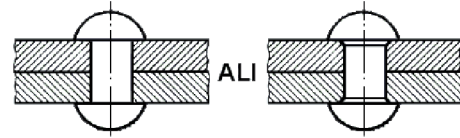
Prilaganje površine: nazadnje mesto popravila obdelamo še s karoserijsko pilo, da dobimo prvotno konturo karoserije in ni opazen prehod z lota na pločevino.



Napačno: cinjenje, cinanje, ciniti. Prim. lotanje, kovinske prevleke.

Kovica Vezni element, ki ima **glavo** in **steblo**, pri montaži pa se **plastično preoblikuje**, dobi novo obliko. Prav s svojo novo obliko kovica opravlja svojo osnovno funkcijo - trdno veže dva dela med seboj. Uporablja se za spajanje enakih ali različnih materialov. Pri demontaži se kovica uniči, je torej **nerazstavljiv vezni element**.

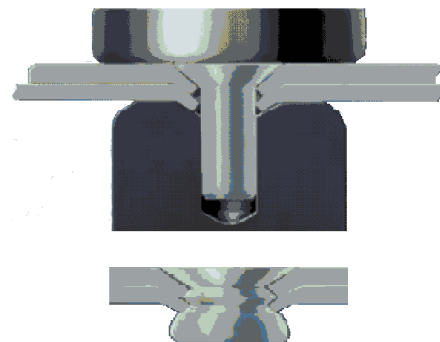
Kovično zvezo v vzdolžnem prerezu najpreprosteje narišemo tako:



Če je pomembna aerodinamična oblika ali zunanji videz, **kovičimo izravnalno**. V tem primeru se spojno mesto na oko **zelo težko opazi**, če je material kovice podoben materialu pločevine. Primer izravnalnega kovičenja prikazuje zgornji del risbe:



Izravnalno lahko kovičimo **tudi tanke pločevine**, v katere predhodno naredimo jamice. Pri tem uporabimo posebno orodje: grezilo ali kovico pritiskamo proti posebej oblikovanemu podstavku, da pravilno preoblikujemo pločevino. Nato kovičimo, kovični spoj pa prikazuje spodnji del risbe:



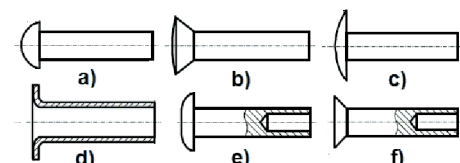
VRSTE KOVIC

Po **PREMERU** in **NAMENU** ločimo:

- Kleparske kovice (d < 10mm) in
- Konstruksijske kovice (d ≥ 10 mm), ki jih ponavadi zakujemo **vročje**.

Glede na **OBLIKO GLAVE** ločimo **kleparske kovice** s polokroglo (a), z ugreznjeno (b, f - **polvotla** kovica), z **lečasto** (c), s **ploščato** (d - **votla** kovica) in z **nizko polokroglo** (e - **polvotla** kovica) glavo. Pri **konstruksijskih kovicah** uporabljamo kovice s polokroglo in kovice z ugreznjeno glavo.

Po **VRSTI STEBLA** ločimo **polne**, **polpolne** in **votle** kovice:



Glede na **VRSTO OBREMENITVE** ločimo:

- **trdne**, **konstruksijske** oz. **nosilne** kov. zveze: prenašajo velike sile in jih up. za jeklene kon-

strukcije (mostove, žerjave itd.)

- **neprodušne, tesnilne oz. posodne** kov. zveze, ki trdnostno niso obremenjene, pač pa morajo tesniti (posode, rezervoarji, cevi, žlebovi itd.)
- **trdne in neprodušne** oz. **kotelne** kovične zveze: prenašajo velike sile in morajo tesniti (ladje, parni kotli itd.)

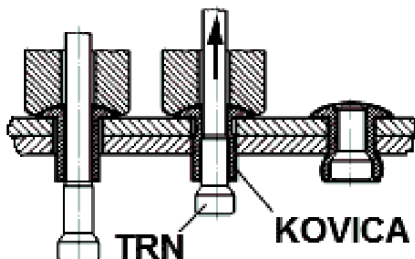
TESNOST kovične zveze se **povečuje**:

- Če se med spojene dele vstavlja **papir ali platno**, natopljeno v olju ali firnežu.
- Če se robovi kovične zveze in glave kovice po kovičenju **zadletijo**. Dletijo se predvsem zveze:
 - z debelino pod 6 mm
 - s poševno posnetimi robovi obeh pločevin
 - pri katerih kovička ni preveč oddaljena od roba
 - je nagib roba med 1:3 do 1:4.

Za spajanje jermenov ali trakov iz usnja, tekstila ali umetne snovi uporabimo **jermenske kovice z nizko ugreznjeno glavo**, premer stebila 3-5 mm.

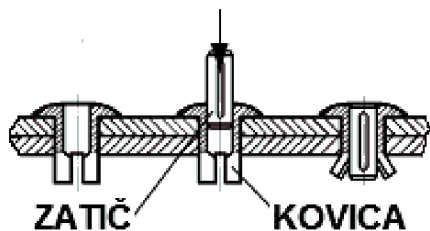
Za kovične spoje, ki so **DOSTOPNI LE Z ENE STRANI** (npr. pri ceveh) uporabljamo:

- **ślepe kovice z vlečnim trnom**



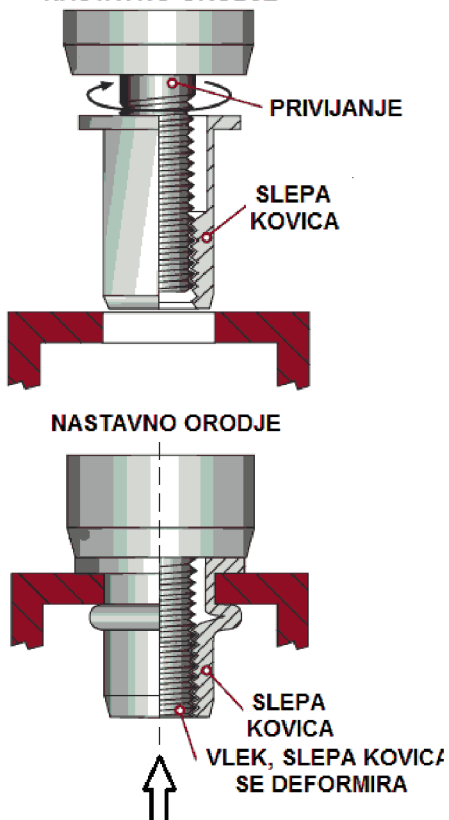
Vlečni trn je na določenem mestu **namerno oslabljen**, da ga klešče za kovičenje pretrgajo.

- **razpirne (razcepne) kovice**

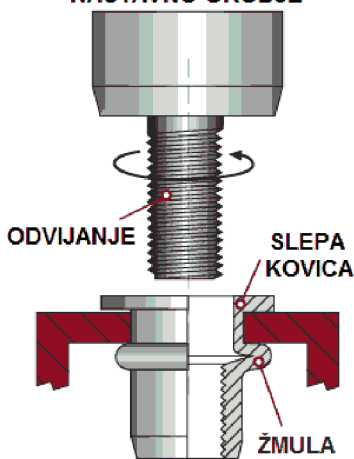


- **ślepe kovice**

NASTAVNO ORODJE



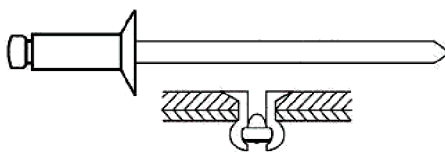
NASTAVNO ORODJE



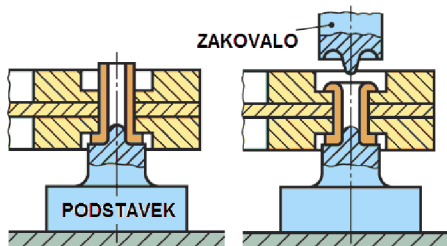
Z ene strani dostopne kovice so lahko jeklene, aluminijaste ali bakrene.

Na zelo podoben način in tudi s podobnim orodjem kot slepe kovice se pritrdijo tudi **ślepe matice** (glej istoimensko geslo).

Izravnalno lahko kovičimo tudi z ustreznimi **šlepi-mi** ali **razpirnimi kovicami**, npr.:



Votle kovice se kovičijo tako, da jih z ene strani razpremo:

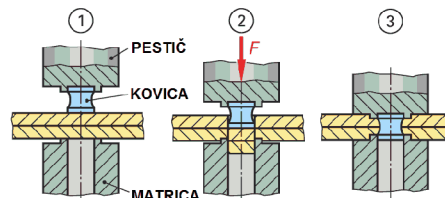


Votle kovice se na široko uporabljajo tudi v tekstilni industriji.

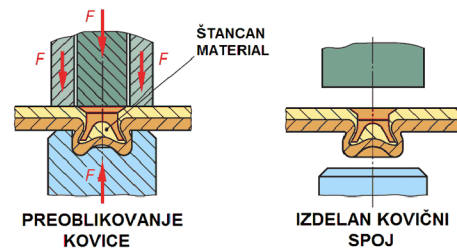
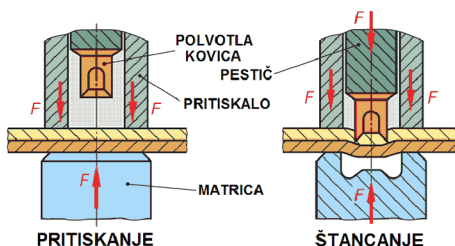
Eksplozijske kovice pa se kovičijo tako:



Kovička za štančanje si sama prebije luknjo skozi pločevino:



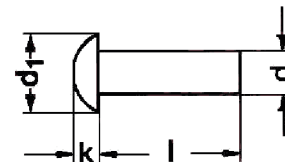
Posebna oblika kovičke je **prebojna (prebijalna) kovička**, ki prebije eno pločevino, nato pa deformira drugo pločevino in samo sebe. Taka zveza je **neprodušna**.



Nepr. net.

Kovice - označevanje Standardna oznaka kovic: **kovička d x l standard**

Primer: kovička 10 x 32 DIN 660



Za kovice ne rišemo delavniških risb, ker je večina kovic standardnih.

Kovice - prednosti in uporaba Glavne prednosti kovičenja pred varjenjem:

- omogoča spoje brez strukturnih sprememb in zato se na mestu spoja **ne zmanjšuje trdnost** materiala, tudi **krhkost se ne povečuje**
- povežemo lahko takorekoč vse materiale in tudi povsem **različne materiale** med seboj
- spajanje je možno tudi **pri samo enostranski dostopnosti**
- majhna poraba energije, **ni nevarnosti** zaradi plinov ali svetlobnega sevanja
- lahko ga uporabljamo tudi za **gibljive zveze**

Kovične zveze uporabljamo predvsem za veza-gradiv, ki jih med seboj ne moremo variti ali lotati, pri lepljenju pa tudi ne dosegamo zadovoljivih rezultatov. To so zveze **kovinskih in nekovinskih materialov** (jeklo - les, jeklo - steklo, siva litina - guma, spajanje tekstila itd.), zveze kovinskih materialov z zelo **različnimi lastnostmi** (jeklo - baker, siva litina - kositer itd.), za **tekstil, mostove, ladijske trupe** ipd.

V **letalski industriji** je kovičenje nezamenljivo, ker se uporabljajo večkrat utrjene Al legure, ki jim pod vplivom visokih temperatur (varjenje, lotanje) močno pade trdnost.

V avtomobilski industriji prednjači varjenje, ki je skoraj povsem izodrinilo kovičenje. Vendarle kovičenje še vedno uporabljamo za **pogonske verige**, za pritrjevanje **zavornih oblog** na čeljusti bobnastih zavor, pri **avtomobilskih šasijah** ipd. Tudi pri povezovanju pločevin se vse bolj povečuje pomen kovičenja.

Kovičar Zakovalno orodje. Ko vstavimo kovičko v izvrtino, je potrebno stisniti oba spojena dela. To naredimo s pomočjo nastavnega nakovala in kovičarja. Prim. kovičenje (risba). Razl. glavičar, **Kovičenje** Spenjanje ali vezanje s kovicami, izjema je le **grezilno kovičenje** (kovičenje brez kovic), glej istoimensko geslo. Sin. zakovičenje, zakovati.

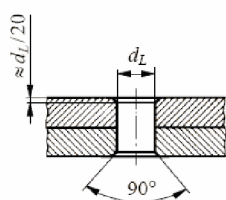
Kovična zveza je **nerazstavljiva**. Ne uporablja se le za vezanje kovinskih delov, temveč tudi za nekovinske dele ali za vezanje različnih materialov med seboj, npr. za usnje, tekstil, plastične mase, zavorne obloge, stole itd. Primerjava z varjenjem je pojasnjena pod geslom Varjenje - primerjava tehnologij za spajanje.

ZAKOVANJE KOVIC:

I. Kovice se kovičijo **hladne** ali **vroče**.

1. Hladno kovičimo jeklene kovice do $\phi 10$ mm in nejeklene kovice (npr. iz Al ali Cu). Luknje v materialu morajo biti ravno tako velike, da lahko vanje potisnemo kovičko.

•Jeklene kose poprej **pripravimo**: izvrtamo luknje, **robove lukenj** pa **grezimo**, da se glave kovic dobro uležejo. Luknje manj obremenjenih zvez ne grezimo. Na **tanke pločevine** lahko luknje za kovice tudi **vtisnemo** na stiskalnici ali s posebnim vlečnim orodjem za kovice.



• Če je potrebno, jeklene kose spnemo s sponami, vijaki ali s primeži.

• Kovico **potisnemo** v luknjo ročno ali s **kleščami**, zakujemo pa jo z vlečnim orodjem (kovični vlečnik, zatezalo) ali z udarjanjem (glej nadaljevanje: ročno kovičenje)

2. Vroče kovičimo razbeljene jeklene kovice nad ϕ 10 mm in pa tiste, ki morajo tesniti.

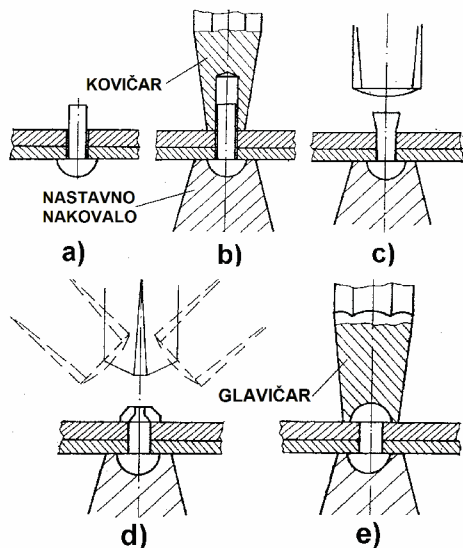
Luknje najprej zvrtaemo, nato jih grezimo. Če je potrebno, jih tudi povrtamo. Premer lukenj mora biti **1 mm večji kot je premer** surove kovice, saj lahko le tako potisnemo razžarjeno stablo kovice v luknjo.

Kovice segrevamo v oglju, plinu ali v pečeh. Peči morajo biti majhne, da so čim bližje delavcu, ki koviči. Postopki pri toplem kovičenju so enaki kot pri hladnem. Sklepno glavo moramo **hitro nakrčiti**, ker se stablo hladi. Skovičena zveza se pri ohlajevanju krči, zaradi česar **kovica dobro poveže oba dela**.

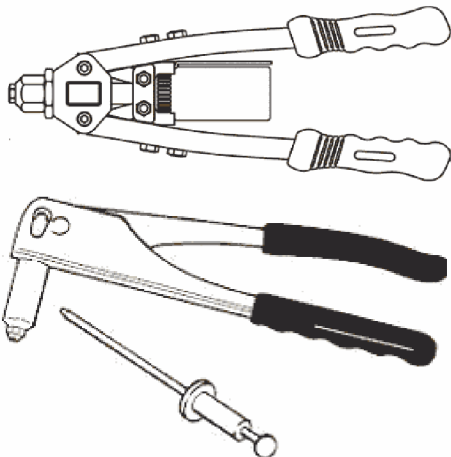
III. Kovičimo lahko ročno ali strojno:

a) Ročno preoblikujemo kovico na dva načina:

• z **udarjanjem**: (a) kovico vstavimo v izvrtino, (b) že oblikovano glavo kovice nastavimo na nastavno nakovalo, s kovičarjem stisnemo oba spojena dela, (c) z močnimi, enakomernimi in navpičnimi udarci kladiva nakrčimo stablo, (d) s kladivom grobo oblikujemo sklepno glavo in (e) z glavičarjem dokončno oblikujemo glavo



• s **kleščami za kovičenje**, ki kovico **stiskajo**



b) Strojno kovičimo:

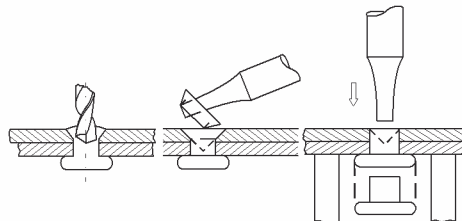
• s **strojnim udarjanjem** (potrebujemo nastavno nakovalo in napravo za električno, pnevmatsko ali hidravlično udarjanje)

• s posebnimi **strojnimi stiskalnicami**.

Posebna oblika strojnega kovičenja je **orbitalno kovičenje** - kovičenje z orbitalno (taumel) kovično glavo, ki ekscentrično kroži okoli centra kovice. Pri tem je os kovičnega orodja nekoliko nagnjena proti osi obdelovanca in kovico krožno valja. Na ta način lahko ustvarjamo **trdne** in tudi **premične** zveze.

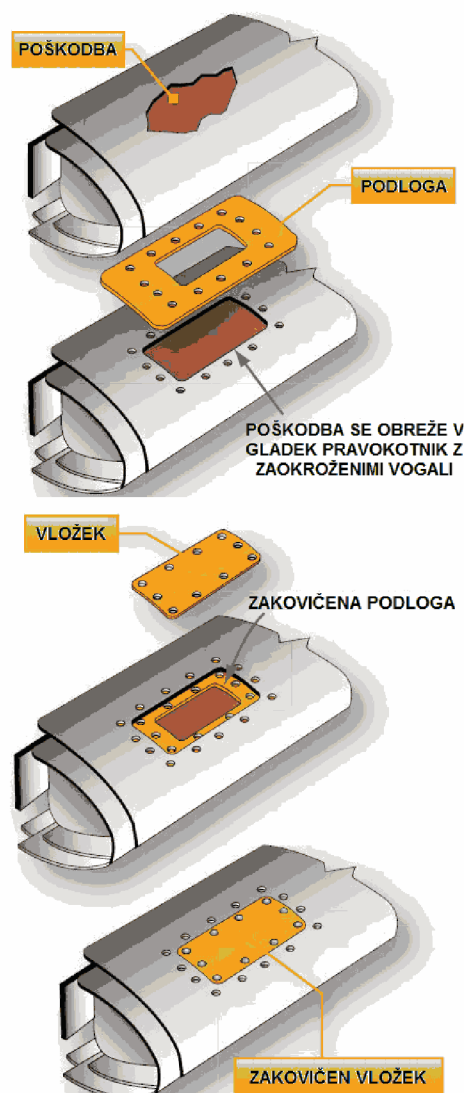
DEMONTAŽA KOVIC:

- zatočkamo sredino
- izvrtamo luknjo skozi sredino kovice
- grezimo glavo kovice
- odstranimo glavo kovice
- z izbijačem izbijemo kovico



Nepr. **net**. Prim. Zakov.

Kovičenje kot popravilo Priporočeni način popravila s kovičenjem prikazujeta spodnji dve risbi.



Ledkula Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine, iz besede LötKolben: **spajkalnik**. Predpona led izvira iz besede löten (spajkati, lotati), kula pa iz besede die Kohle (premog). To je torej navadni kladivasti ali koničasti **lotalnik** z bakrenim vložkom, prim. lotanje. Vložek se je nekoč segreval v peči na premog, sedaj pa ga večinoma segrevamo s plamenom.

Lepilo Snov, izdelana na osnovi naravnih ali umetnih materialov (predvsem smol), ki ima zelo velike **adhezivne in** primerno velike **kohezivne sile**. Lepila delimo glede na:

1. Način doseganja vezalnih sposobnosti:

- a) **Fizikalno vezalna lepila** se utrjujejo tako, da:
- **izhlapi topilo** oz. disperzijsko sredstvo (EVA,

PA, PVA, PVC-C, izotiazolinon - trgovsko ime DuroBond, trgovsko ime Neostik SK - C6 - alifatni in kolofonija)

- **jih nanesimo, nato dvignemo temperaturo (jih raztalimo), sledi ohlajevanje in strjevanje** (PVC, PMMA, PS, PVC-C)
- **jih raztopimo npr. v vodi, masa se zgosti, nanesimo jo na površino in počakamo, da topilo izhlapi** (EVA, PMMA)
- **uporabimo mase, ki se močno sprijemajo z osnovnim materialom** (kavčuki in poliakrilati)
- **uporabimo mase, ki se najprej odzračijo in nato iztisnejo z visokim tlakom** (klorkaučuk, izotiazolinon, PUR)

Fizikalno vezana lepila so primerna za porozna gradiva, so termoplastična in pogosto **temperaturno neobstojna**.

b) Kemijsko vezalna lepila dosežejo svoje vezalne sposobnosti zaradi kemijske reakcije, ki se lahko sproži na različne načine:

- **polimerizacija zaradi prisotnosti vlage ali kisika**, to so enokomponentna lepila (cianoakrilat - sekundno lepilo, trgovsko ime je CianoKoli ali UHU super glue; metakrilne kisline)
- polimerizacija zaradi **ultravijoličnih (UV) žarkov**, zaradi **odvzema kisika** (anaerobna lepila, npr. za varovanje vijčnih vez pred odvitjem), tudi to so enokomponentna lepila
- **polimerizacija zaradi dodanega katalizatorja**, to so dvokomponentna lepila (nitrilkaučuk, UP)
- **polikondenzacija**, to so dvokomponentna lepila (epoksidne smole EP)
- **poliadicija**, to so eno- ali dvokomponentna lepila (PMMA, EVA)

Posebni obliki lepljenja sta:

- **Difuzijsko** lepljenje: lepilo prodira v osnovni material. Ta način lepljenja je možen le pri lepljenju nekaterih vrst termoplastov.
- **Adhezivno** lepljenje: pri nekaterih reakcijskih in netopnih lepilih (predvsem duroplastih) se pojavijo dodatne adhezivne sile, ki močno sprijemajo lepilo in osnovni material

2. Nosilnost, pri čemer sta pomembni predvsem:

- **strižna** trdnost, pri čemer gre za sposobnost sprejemanja lepila s površino osnovnega materiala (adhezivne sile)
- **vezivna** trdnost lepila, ki je odvisna od kemijske sestave lepila (kohezivne sile).

Glavni problem večine lepil je strižna trdnost. Pri tem ločimo:

- a) Lepila z **nizko nosilnostjo** (strižna trdnost $\tau_{zm} < 5 \text{ N/mm}^2$). Spojene dele lahko razstavimo brez težav in poškodb. **Uporaba**: finomehanika, elektrotehnika, modelna gradnja, kozmetična in pohištvena industrija itd.
- b) Lepila s **srednjo nosilnostjo** (strižna trdnost $10 \text{ N/mm}^2 \geq \tau_{zm} \geq 5 \text{ N/mm}^2$). Spojenih delov praviloma ne moremo razstaviti brez poškodovanja zlepljenih površin. **Uporaba**: strojegradnja in gradnja vozil.
- c) Lepila z **visoko nosilnostjo** (strižna trdnost $\tau_{zm} > 10 \text{ N/mm}^2$). Lepilo se po fazi trdenja spremeni v trdno snov, ki tvori nerazstavljivi spoj. **Uporaba**: gradnja vozil, plovil in rezervoarjev, letalska tehnika.

3. Temperaturo, pri kateri delujejo:

- a) Lepila, ki delujejo **v hladnem**, so pogosto izdelana na osnovi epoksidnih smol, poliizocianatov in nenasičenih ogljikovodikov.
- b) Lepila, ki delujejo **pri povišani temperaturi** 100-200°C imenujemo talilna lepila, npr. EVA, PO in PUR. Ta lepila so **lahko tudi v trdnem agregatnem stanju** (npr. folije, granulati), običajno je potreben tudi visok tlak. Trdnost spojev, nastalih pri povišani temperaturi in tlaku, je višja kot pri lepljenju v hladnem in znaša do 60 N/mm².

4. Vrsto materiala, iz katerega so lepila izdelana. Najkvalitetnejša lepila so seveda izdelana iz umetnih mas:

- **epoksidne** (epoksi) **smole** EP sodijo med naj-

dražja lepila na trgu, vendar so zelo zanesljiva; strjujejo se s kemijsko reakcijo, dosežejo visoko trdnost - **do 14 MPa** vezivne trdnosti, odporna so na obrabo, temperaturo in delovanje vode, imajo nizko viskoznost, nizko stopnjo krčenja, dobro omakajo površino lepilca, nanašajo se v hladnem in v toplem; smole se dobavljajo v pastah, v tekočem stanju, v prašku, na filmih; z njimi lahko povežemo praktično vse materiale (jeklo, beton, steklo, keramika, les ...)

- **akrilna** lepila se nanašajo v hladnem, debelina nanosa je zelo majhna, lepijo se s pritiskom; podskupine:

anaerobna so enokomponentna in se zelo dolgo trdijo

cianoakrilati so enokomponentni, strjujejo se samo v tankem filmu, katalizator je površinska vlaga

žilava akrilna lepila so dvokomponentna; smolo nanesejo na eno, katalizator pa na drugo površino

- PF lepila - **fenolne smole** se kombinirajo s formaldehidom; stik površin se ustvari pod pritiskom in pri povišani temperaturi, nakar se konča polimerizacija v duroplast, stranski produkt je voda H_2O ; smole se dobavljajo v obliki prahu, tekočine ali tankega filma, včasih je potreben še katalizator; lepijo se abrazivni materiali (korund), v letalski industriji in v industriji laminatov
- **PUR** (dvokomponentna lepila, **izocianati**) imajo prednost, da se zelo hitro strjujejo; dobavlja se kot tekočina ali kot pasta; snov reagira z okoliškim zrakom, ki deluje kot trdilec; spaja tudi različne materiale med seboj, npr. plastiko in les; slabosti - šibkejši od epoksi smole in zelo občutljivi na vlago
- aminoplasti (MF in UF - hladna lepila)
- PVA lepila - termoplast
- poliestrska lepila UP do 3,5 MPa.
- klasična prozorna lepila, ki se iztisnejo iz tube (UHU, OHO ipd.) so tudi iz **nitroceluloze**

- 5. **Namenu uporabe:** povezovanje konstrukcijskih delov, varovanje vijakov proti odvijanju, tesnenje.

Prim. Klej, Lim, Dekstrini, Umetne mase.

Lepljenje Spajanje elementov s pomočjo umetno narejenih (sintetičnih) materialov, ki jih imenujemo lepila. Pri tem nastajajo:

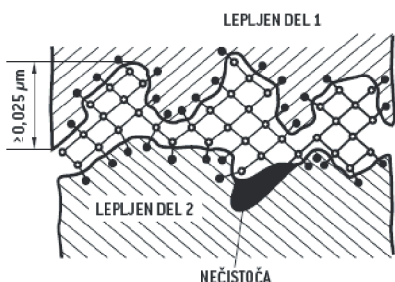
- **adhezijske sile**, ki nastajajo na mejnih površinah trdnih snovi in imajo doseg okrog 1 μm
- **kohezijske sile** (notranja trdnost), ki delujejo znotraj lepila

Lepljenje poteka pri normalni ali samo minimalno povišani temperaturi.

Lastnosti lepil so opisane pod geslom Lepila, posebnosti lepjenja umetnih materialov pa opisuje geslo Lepljenje umetnih mas. Vročje lepjenje je prikazano pod geslom Ekstrudersko varjenje.

Zlepni spoj je celota, ki obsega lepilo in stične dele varjencev. Nastane po:

- **adheziji** med lepilom in osnovnim materialom ter
- **koheziji** med molekulami lepila (bele točke).



Potek lepjenja:

- 1 **Izbira lepila:** zelo pomembno je poznati **materi- al lepilencev**, obenem pa moramo posebno pozornost posvetiti **navodilom za uporabo lepila**
- 2 **Prilagoditev površine** - površina mora biti suha in čista, da se lepilo dobro prijemlje površini; običajno so zelo dobrodošla **kvalitetna čistilna**

sredstva; kovinska površina se tudi:

razmastiti, ker je lepilenc običajno naoljen zaradi tehnološke obdelave ali zaradi zaščite pred korozijo

obrusi, da povečamo aktivno površino in s tem trdnost zlepkov

jedka, le v primeru posebnih zahtev

- 3 **Nanašanje lepila**, praviloma v čim tanjšem sloju.

Za tanek nanos so praviloma potrebni pripomočki: lopatice, ustrezen karton ali plastična plošča.

- 4 **Stiskanje sestavnih delov**, po možnosti uporabljamo vpenjala (spone, svore, prižeme ...).

- 5 **Sušenje spoja**

Kvaliteta spoja je odvisna od:

- **vrste lepila**,
- **mehanske in kemijske priprave površine:** površino je potrebno je očistiti vseh nečistoč, nahrpiti (napraviti hrapave - z brušenjem ipd.), odpršiti, razmastiti, posušiti - zelo pomembno vlogo ima absolutno čista in suha površina,
- **nanašanja lepila:** če je lepilo v večjih embalažah, ga pred lepjenjem dobro premešamo; lepilo nanašamo s čopičem ali z lopatico, običajno v čim tanjšem sloju in enakomerno po celotni površini; po nanašanju lepila je pogosto potrebno počakati (10 do 45 min), da se sloj lepila **posuši**; včasih je potrebno lepjeni spoj tudi **zagrevati**
- **stisnjenja delov:** praviloma je treba oba dela stisniti pod tlakom $\sim 30 \text{ N/cm}^2$ vsaj za 30 s, še bolje pa je stisniti s trajnim vpenjanjem

Trdnost spoja je odvisna tudi od debeline lepila, opazen je **maksimum pri debelinah 0,1 - 0,3 mm**. Upoštevati je potrebno tudi **staranje lepila**, saj nekatera lepila **izgubijo tudi do 50% trdnosti** v enem letu.

Večinoma uporabljamo **prekrovnne spoje**.

Zlepni spoji se najpogosteje uporabljajo za:

- spajanje tankih delov
 - spajanje delov iz različnih gradiv (kovine, steklo, keramika, umetne snovi itd)
 - varovanje vijanih zvez pred odvitjem
- Vse pogosteje se lepjenje uporablja tudi pri serijskem spajanju kovin.

Postopek ima v primerjavi z drugimi načini spajanja (kovičenje, varjenje, lotanje itd.) določene prednosti in slabosti.

Prednosti:

- med seboj lahko spajamo **različna gradiva**, tudi tanke pločevine in dele z različnimi debelinami
- v sestavi lepjenih delov **ne pride do deformacij in sprememb v sestavi**
- **napetosti se razporedijo enakomerno** po celotnem zlepnem spoju
- **lepilo je izolator** vibracij, toplote in elektr. toka ter zmanjšuje nevarnost elektrokemijske korozije
- **zlepni spoji zelo dobro tesnijo**

Slabosti:

- obratovalna **temperatura** zlepnih spojev je **omejena** (-50 do 200°C)
 - majhna **odpornost proti** nesimetričnim nateznim obremenitvam
 - večja **nevarnost krhkega loma pri nižjih** obratovalnih **temperaturah**
 - **prilagoditev površin** je **zahtevna** (predvsem zaradi mehanskega in kemijskega čiščenja)
 - **strjevalni čas** toplih lepil je relativno **dolg**
- Prim. Kitanje.

Ležaj Strojni del, ki opravlja naslednje naloge:

- **vdružuje** vrteči se ali nihajoči del stroja v zahtevani legi
 - **podpira** gredi, osi ali sornike
 - **omogoča** vrtenje, pomik ali pregibanje
- Ležaj je lahko tudi mesto (predmet), na katerem kaj leži, sloni: izdelati ležaj za jambor. Zaradi obsežnosti tematike so na tem mestu obdelane le osnove, **posebna gesla** pa so:

Gradiva drsnih ležajev

Mazanje drsnih ležajev

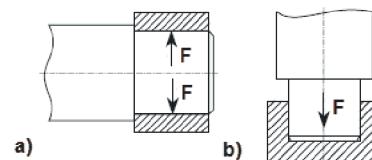
Mazanje kotalnih ležajev

Montaža in demontaža kotalnih ležajev

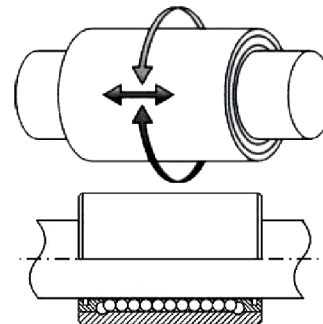
- Glede na **smer prenašanja obremenitve** ločimo:
- a) **Radialne** ležaje, ki prenašajo radialne oz. preč-

ne sile (sile, ki delujejo pravokotno na os gredi)

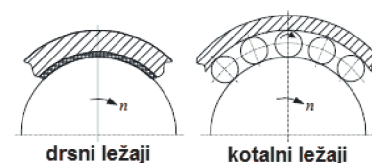
- b) **Aksialne** ležaje, ki prestrzajo vzdolžne (osne, aksialne) sile, ki delujejo na gred.



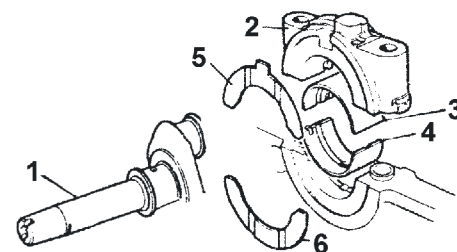
- c) **Kombinirane** ležaje, pri katerih delujeta na ležaj tako prečna kot tudi vzdolžna obremenitev
- Glede na **možnost pomikanja** poznamo še **linearne ležaje**, ki omogočajo linearne pomike, npr.:



Po **VRSTI TRENJA** pa ležaje razdelimo na **DRSNE** in **KOTALNE** ležaje:



1. **Drsní** ležaji delujejo na principu drsnega trenja. Med vrtečim se in mirujočim delom se nahaja samo plast maziva. V to skupino spadajo ležajne puše, ležajne blazinice in naletni koluti. Prim. strganje (tehnologija za izdelavo posebej kakovostnih površin).

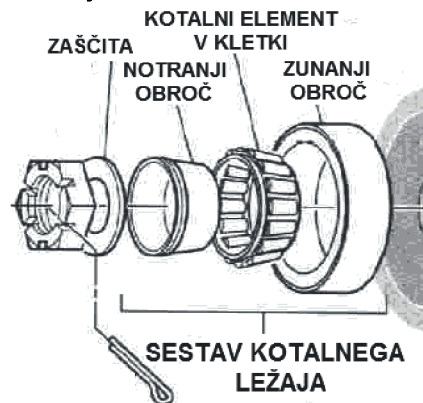


- 1 - gred, 2 - ohišje drsnega ležaja, 3 - zgornja ležajna blazinica, 4 - spodnja ležajna blazinica, 5 - zgornji naletni kolut, 6 - spodnji naletni kolut

2. **Kotalni** ležaji delujejo na principu kotalnega trenja. Med vrtečim se in mirujočim delom se nahajajo kotalke.

Večina kotalnih ležajev je **SESTAVLJENA IZ:**

- **notranjega obroča**
- **zunanjega obroča**
- **kotalnih elementov**
- **kletke**
- **zunanje zaščite**



Prednosti drsnih ležajev:

- dovoljujejo visoke vrtilne hitrosti,
- tečejo mirno in tiho,

Ferdinand Humski

- pri dobrem mazanju imajo majhen koef. trenja in s tem praktično neomejeno življenjsko dobo,
- enostavna izdelava,
- primerni za prenašanje sunkovitih obremenitev,
- niso občutljivi na prah,
- so cenejši od kotalnih ležajev,
- v radialni smeri zavzemajo malo prostora,
- lahko so izdelani v deljeni izvedbi.

Slabosti drsnih ležajev:

- nenatančno vodenje oziroma pozicioniranje vrtečih strojnih delov,
- koeficient trenja med drsnimi površinami je odvisen od relativne hitrosti površin,
- na kakovost ležaja odločilno vplivajo gradivo in toplotna obdelava tečajev osi ali gredi ter izvedba mazanja

Prednosti kotalnih ležajev:

- zaradi kotalnega trenja je koef. trenja 25 do 50% nižji kot pri drsnih ležajih s hidroin. mazanjem,
- zaradi manjšega trenja se ležajno mesto manj greje,
- natančno obratovanje zaradi manjše zahtevane zračnosti med kotalnimi elementi,
- enostavno vzdrževanje,
- urejena standardizacija in s tem zagotovljena enostavna izmenljivost ležajev.

Slabosti kotalnih ležajev:

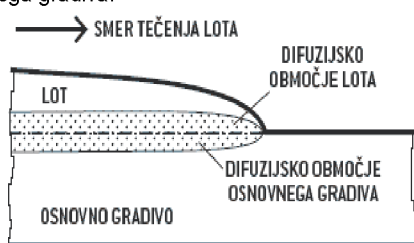
- večja občutljivost na sunkovite obremenitve,
- večji hrup,
- dopuščajo manjše vrtilne hitrosti kot drsni ležaji s hidrodinamičnim mazanjem,
- so dražji od enostavnih drsnih ležajev,
- večja masa od drsnih ležajev,
- zahtevnejša montaža in demontaža.

Prim. Montaža in demontaža kotalnih ležajev, Mazanje drsnih ležajev, Mazanje kotalnih ležajev, Snemalnik.

Lim Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Leim), kar pomeni lepilo, klej.

Lotanje Spajanje kovinskih delov z dodatnim materialom - lotom, ki ima **popolnoma drugačno sestavo** in **nižje tališče** kot osnovni material. Sin. spajkanje. Prim. Talilo, Ledkulin, Varjenje.

Lotanje se od varjenja razlikuje po tem, da se **osnovni material ne raztali**, ampak se le ogreje do "delovne temperature". **Raztali se samo lot**. Nastali spoj je le **adhezijski** (sprijemanje, zlepljanje), do zlitja osnovnega z dodatnim materialom pa ne pride. Obstaja le **difuzijsko območje** lota in osnovnega gradiva:



Lotni spoj trdnější kot sam lot. Zato so **najbolj trdni lotanci s čim tanjšo plastjo lota**.

Dodatni material se imenuje **spajka** oz. **lot**. Biti mora dobro **kapilaren**, **viskozen**, dobro mora **prijeti na osnovni material** (omogućljivost), **difuzen** (da prodre v osnovni material) in **adhezijski**.

Lotni spoj izboljšamo z dodajanjem **talil** (glej Talilo), ki **izboljšujejo lot**, **čistijo površino** (delujejo kot lužilo) in ustvarjajo **zaščitno atmosfero**.

Vrste lotov (spajk. cinov):

1. **Mehki loti** imajo majhno trdnost in nižje tališče lota (pod 450°C). Uporaba:

- Za **tesnenje** spajanih delov.
 - Za **manjše obremenitve** in **nižje obratovalne temperature** (do 60°C). Poseben primer so avtokaroserijska popravila, glej geslo **Kositranje z mehkim lotanjem**.
 - Za spajkanje priključkov in vodnikov v **elektroenergetiki** in v **elektronski industriji** (tiskana vezja), kjer je potrebna predvsem dobra električna prevodnost - glej geslo **Mehko spajkanje v elektroni**.
- Uporabljamo lote iz zlitine kositra (Sn), antimo-

na (Sb) in svinca (Pb). Talila so cinkov klorid $ZnCl_2$ s prosto solno kislino HCl, salmiak NH_4Cl in kolo fonija.

2. **Trdi loti** imajo višjo trdnost in višje tališče lota (nad 450°C). Uporabljajo se za večje obremenitve in višje obratovalne temperature, npr.:

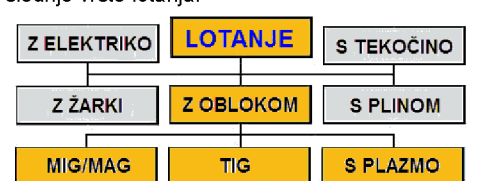
- lotanje stružnih nožev: rezalne ploščice iz karbidnih trdin lotamo na osnovno držalo
- lotanje vidia ploščic na svedre
- lotanje karoserije, npr. B stebrička na strešni nosilec (ker razen visoke trdnosti dosežemo tudi brezhiben optičen videz)

Bakrovi loti (medi) so iz zlitine bakra (Cu), kositra (Sn), cinka (Zn) ter fosforja (P). **Srebrovi loti**: zlitine srebra (Ag), kadmija (Cd) in kositra (Sn) z dodatki niklja (Ni).

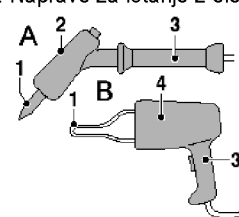
Talila temeljijo na borovih spojinah (**boraks** oz. $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) z dodatki fluoridov, fosfatov, silikatov itd.. Žico samo malo zagrejemo in jo potisnemo v boraks, ki se je nato oprime. Nato trdo lotamo z žico, na kateri je boraks.

3. **Visokotemperaturni loti** s tališčem lota nad 900°C. Uporaba: za velike obremenitve in visoke obratovalne temperature. Uporabljamo lote na osnovi niklja (Ni), titana (Ti), cirkonija (Zr) in kobalta (Co). Lotamo brez talil v vakuumu ali v zaščitni plinski atmosferi.

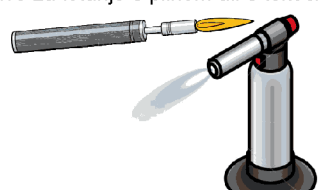
Glede **načina zagrevanja lotov** pa poznamo naslednje vrste lotanja:



Rumeno so označene novejšje tehnologije lotanja z oblokom. Naprave za lotanje z elektriko:



A - totalnik B - pištola za lotanje
1 konica 2 vroči vložek 3 ročaj 4 transformator
Naprave za lotanje s plinom ali s tekočino:



Pregled naprav in pribora za lotanje:



1 Propanova jeklenka 2 Pištola za lotanje 3 Kladivo za lotanje 4 Talilo 5 Salmijakov kamen za čiščenje konic totalnikov 6 Lot 7 Čopič za talilo 8 Čistilna krpa

Priprave za mehko lotanje:

- **Navadni** kladivasti ali koničasti **totalnik** z bakrenim vložkom segrejemo s plamenom.
- **Električni totalniki** (spajkalniki) so boljši, ker ni potrebno prekinjati dela, da bi jih segrevali.

- **Bencinska** ali špiritna **plamenka**.
- Priprave za trdo lotanje:**
- **Bencinska plamenka** ali gorilnik.
- **Gorilnik za trdo lotanje** ima ponavadi le eden dovod za gorilni plin. Pred šobo gorilnika so na obodu luknje za prtok zraka, da plin bolje zgoreva. Tak plamen je skoraj brez saj. Najpogosteje uporabljamo propan ali butan, **lahko pa uporabimo tudi acetilen in acetilenske gorilnike za varjenje**. V tem primeru nastavimo ogljikovit plamen.

Prednosti lotnih spojev:

- Medsebojno lahko **lotamo skoraj vse** tehnično uporabne **kovine**, težje lotamo le Al zlitine, Al je kritičen primer zaradi nižjega tališča.
- Zaradi nižjih delovnih temperatur lotanja so **deformacije** in spremembe mikrostrukture spajanih delov **manjše** kot pri varjenju.
- Lotni spoji zelo **dobro tesnijo**.
- Pri pocinkanih sestavnih delih se zaščitna plast bistveno ne poškoduje, če jo lotamo. Pri varjenju pa se zaščitna plast cinka gotovo poškoduje - razen pri točkovnem varjenju.

Slabosti lotnih spojev:

- Nosilnost** lotnih spojev je mnogo **manjša** od nosilnosti zvarnih spojev.
- Obratovalna temperatura** lotnega spoja mora biti občutno **nižja od talilne temperature lota**.
- Pri večjih spojnih površinah so lotni spoji **predragi**.
- Agresivni mediji** in obstoj **elektrokemičnih napatosti** vodijo do kemične reakcije in do postopnega elektrolitskega razgrajevanja (**korozije**) lotnih spojev.

Sin. spajkanje. Prim. Ledkulin, Spajkalnik, Talilo.

Lotanje - varnostni ukrepi Varnostni ukrepi pri trdem lotanju so enaki kakor pri plamenskem varjenju. Glej Plamensko varjenje - varnostni ukrepi.

Matica Obroč z notranjim navojem, sestavni del vijalne zveze. **Vrste: šestrobe, štirirobe, kronske, zaprte, krilate, narebrčene, cevne, razporne** ~ (ki se ob privijanju razširijo), **privarilne** (bradavičasto privarjene na tanko pločevino), **vtisne** (ki se vtisnejo v pločevino, glej geslo Slepe matice), **vstavne** matice (ki se vstavijo npr. v plastiko), **matice v kletki** (ima vpenjalna krilca z notranjimi navoji, ki se nastavijo na predhodno narejeno luknjo v tanki pločevini).

Pri izbiri materiala za matico se ravnamo po načelu, da naj bo **matica iz slabšega materiala kot vijak** - pri preveliki sili naj se **najprej poškoduje matica**, ki je cenejša od vijaka in jo običajno tudi lažje zamenjamo.

Trdnostni razred jekla za matice označujemo z enim številom, ki je zelo podobno oznaki za vijake: $X \dots R_m / 100$ R_m je natezna trdnost [MPa]

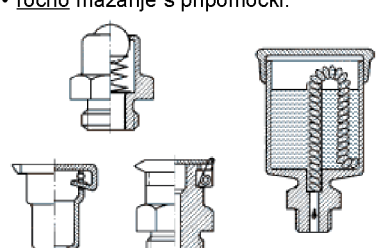
Maticam z omejeno nosilnostjo dodamo še število 0. Standardizirana sta trdnostna razreda 04 in 05. To pomeni, da lahko pride do posnetja navoja matice, preden je dosežena nominalna natezna trdnost matice.

Matice brez točno določene nosilnosti označujemo s številko in črko H, npr. 11H. Številka pri tem pomeni 1/10 trdote gradiva po Vickersu.

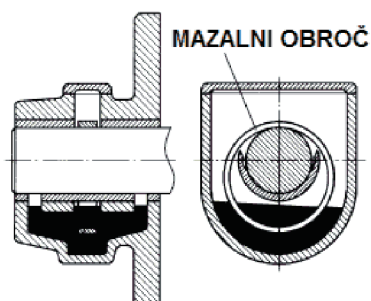
Mazanje Glej geslo Mazivo.

Mazanje drsnih ležajev Vrste mazanja:

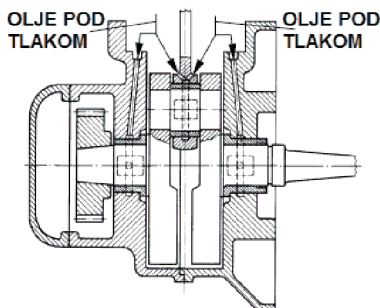
- Mazanje z oljem** je lahko
 - ročno mazanje s pripomočki:



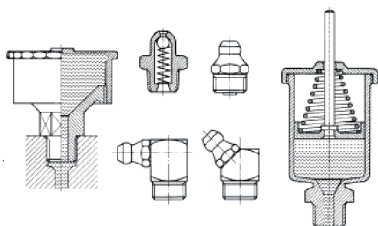
- **potapjalno** mazanje



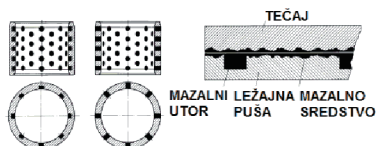
- obtočno mazanje



- b) Mazanje z mastjo



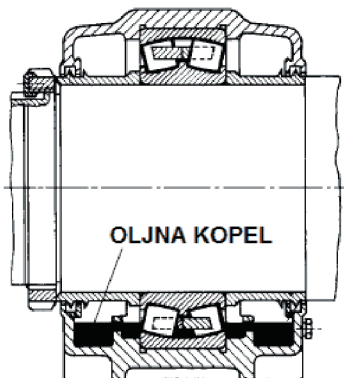
- c) Mazanje s trdimi mazivi



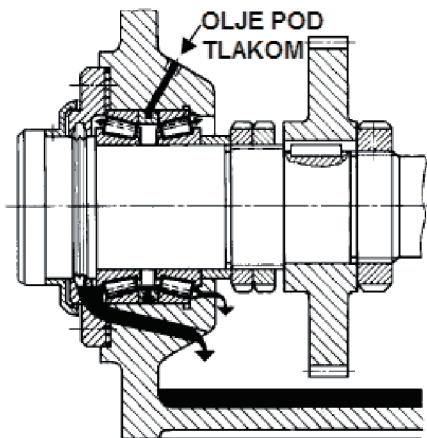
- Mazanje kotalnih ležajev Vrste mazanja:

- a) Mazanje z oljem

- Mazanje v oljni kopeli



- obtočno mazanje



- mazanje z oljno meglo

- b) Mazanje z mazivnimi mastmi, ki so iz mineralnih in sintetičnih olj, zgoščena z določenimi mili.

Mazivne masti Trdne maščobe, ki so sestavljene iz olj (mineralnih ali sintetičnih) in zgoščevalnih sredstev oz. polnil (npr. litijevo milo), s katerimi dosežemo zahtevano konsistenco masti.

Mazalne masti uporabljamo povsod tam, kjer:

1. Obstajajo problemi s tesnenjem.
2. Obstaja potreba po enkratnem mazanju za celotno življenjsko dobo stroja.

Slaba stran mazalnih masti je, da nase veže nečistoče iz okolja (prah, pesek itd.), ki se lahko nato vrinejo med drsne površine in jih poškodujejo.

Pri mazalnih masteh je pomemben podatek penetracijsko število, ki označuje mehkoost masti.

Penetr. število merimo s posebnim stožcem, ki pod vplivom znane obremenitve prodira v mast. Pri mehkejših masteh je prodiranje seveda globlje. Da bi se čim bolj približali pogojem v praksi, vzorec pred merjenjem penetracije pregnetemo.

Globino podajamo v 1/10 mm. V strojogradnji običajno up. masti s penetracijo 265-295/10 mm. Mazivnim mastem podobne lastnosti in uporabo imajo vazelini (ki pa niso masti).

Mazivo Sredstvo, ki se vnaša med drsne površine zato:

- da bi se zmanjšal koeficient trenja,
- da bi se zmanjšala obraba strojnih delov (npr. ker mazivo odvaja toploto z mesta mazanja),
- da bi podaljšali življenjsko dobo strojnih delov (ker mazivo preprečuje rjavljenje, korozijo itd)
- da bi zmanjšali glasnost stroja ali naprave.

Glede na **AGREGATNO STANJE** poznamo:

1. **Plinasta** maziva, npr. komprimiran zrak.
2. **Tekoča** maziva - mazivna olja (baza + aditivi).
3. **Poltrdna** maziva: mazivne masti in vazelini.

Poltrdna maziva uporabljamo:

- za nizko obremenjene drsne ležaje
- za ležaje, ki obratujejo v prašnem okolju
- kjer obstajajo problemi s tesnenjem
- kjer je zahtevana vodoodpornost (Li-mast)
- pri nižjih hitrostih, pod 2 m/s
- kjer so potrebe po enkratnem mazanju za celotno življenjsko dobo stroja

4. **Trdna**, najpogostejše praškasta maziva: grafit, smukec, teflon (PTFE - politetrafluoroetilen), svinec Pb, molibdenov disulfid (MoS₂), volframov disulfid (WS₂). Trdna maziva uporabljamo:

- pri nizkih drsni hitrostih
- pri visokih površinskih tlakih
- pri visokih temperaturah
- kadar je mazanje z ostalimi vrstami maziv neuspešno

Pri **IZBIRI MAZIVA** je treba upoštevati predvsem:

- tlak med drsnima površinama
 - temperaturo okolja, ki vpliva na viskoznost olja
 - hitrost gibanja (večje trenje je pri večjih hitrostih)
- Prim. tribologija, viskoznost, mazivne masti, olja.

Merjenje navojev Na navojih merimo 5 različnih mer (glej risbo pod geslom Navoji): zunanji, srednji in notranji premer, korak in bočni kot.

Uporabljamo naslednja merila: vijčno merilo z vložki, merilna ura z vložki za navojne luknje, navojne šablone, orodni mikroskop, kalibrski obroči, kalibrski trni, nastavljivi zevni navojni kalibri, merilnik za notranje navoje, pomično merilo itd.

Metalizacija Tehnika spajanja, pri kateri z nabrizgavanjem nanašamo staljeni dodatni material na ogreto površino osnovnega materiala. Poznamo **PLAMENSKO, OBLOČNO** in **PLAZEMSKO** metaliziranje. Prim. navarjanje. Sin. metaliziranje.

Najbolj pogoste oblike dodatnega materiala so: prašek, žica, palica ali poprej pripravljena talina.

V kakšne **NAMENE** metaliziramo:

1. **Korozijska zaščita**: nanašanje Zn, Al in Al zlitine, Sn, Ag, Pb, Mg, bakrove zlitine, nerjavno jeklo ali celo plastične mase na železo in jekla. Kovina, ki jo nanašamo, na površino z razprševanjem, ima običajno nižje tališče od predmeta. Kvaliteta prevleke je boljša, če predmet med metaliziranjem nekoliko segrejemo.
2. **Zaščita proti oksidaciji** (škajavosti) **površine**: nanašanje oksidov, karbidov, boridov.
3. Nanašanje sloja, **odpornega proti obrabi**: razni trdi materiali, oksidi, karbidi, boridi, silicidi ali

trde zlitine na bazi Co, Ni, Cr, Fe, Si, B.

4. Nanašanje **slojev za drsenje**: bela kovina, zlitine na bazi Cu (broni) ali plastične mase.

5. Nanašanje **dekorativnega sloja**: Cu in Cu zlitine, Al.

6. Nanašanje **elektro prevodnega sloja**: Cu, Ag.

7. Nanašanje **izolacijskega sloja**: plastična masa, keramika.

Montaža Skupek vseh dejavnosti, ki so potrebne, da iz posameznih sestavnih delov dobimo delujočo sistem (delujoči izdelek). Najpomembnejše delovne operacije pri montažnem procesu so:

- sestavljanje in spajanje
- rokovanje s stroji in obdelovanci (pritrdjevanje, vpenjanje, držanje, premikanje, polaganje itd.)
- preizkušanje (tudi merjenje)
- justiranje (npr. nastavljanje, naravnavanje)
- pomožne operacije (čiščenje, mazanje itd.)

Montaža je običajno zadnji postopek v proizvodnem procesu izdelave določenega izdelka, stroja ali naprave. Mehanske osnovne montaže so: **TLAK, TRENJE** in **MOMENT**.

MONTAŽO DELIMO glede na:

- a) **Raznovrstnost** končnih izdelkov: **enoizdelčna** in **večizdelčna** montaža.

- b) **Število ponovitev**: **posamična, serijska** in **masovna** montaža. Prim. proizvodnja.

- c) **Stopnja avtomatizacije**: **ročna, mehanizirana** in **avtomatizirana** montaža.

- d) **Prostor**: **notranja** (v tovarni) in **zunanja** montaža (izven delovnih prostorov proizvajalca).

Z razdelitvijo montažnih operacij dobimo **skupinsko** montažo, ki je **zaporednostna** (mirujoča montažna mesta in premična delovna mesta) ali **pretočna** (premični objekti, omejen čas montaže).

Proces montaže je postopen, zanj **potrebujemo**:

- sestavne dele
- dokumentacijo (sestavno risbo, kosovnico, delavniške risbe, včasih tudi montažni načrt)
- znanje
- orodja in pripomočke
- transportna sredstva
- potreben prostor in čas
- možnost preizkusa sestavljenega sklopa

POMEMBNEJŠA GESLA s področja montaže:

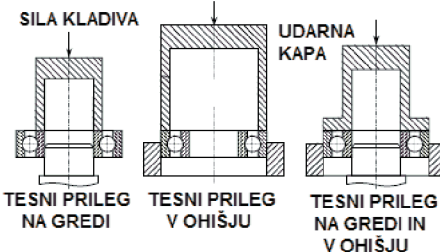
- Orodja za montažo vijčnih zvez
- Montaža in demontaža kotalnih ležajev
- Montaža in demontaža drsni ležajev
- Mazanje kotalnih ležajev
- Mazanje drsni ležajev
- Mazivo
- Montažni načrt

Montaža in demontaža drsni ležajev Ležajne puše enostavno vtisnemo v ležajno ohišje.

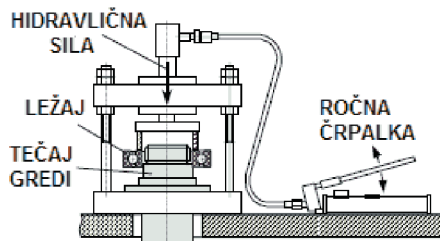
Montaža in demontaža kotalni ležajev

Vrste montaž:

- a) Montaža **s kladivom in z udarno kapo**:



- b) Hladna montaža **s hidravlično stiskalnico**:



- c) Montaža **s segrevanjem** notranjega obroča.

Temperatura je odvisna od velikosti krčnega naseda, toda ne več kot 120°C. Ogrevamo z:

- **indukcijskim grelnikom**, pri čemer je treba

Ferdinand Humski

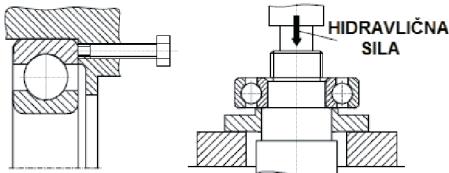
Stran 66

paziti na kletko iz medu, ki se zaradi drugačne prevodnosti zagreje za 30-70°C več kot notranji obroč

- električnim grelcem, v tem primeru moramo ves čas pazljivo spremljati porast temperature, paziti pa moramo tudi na kletko iz poliamida, ki prenaša temp. 110 - 120°C

Vrste demontaž:

- demontaža kotalnih ležajev [s snemalcem ležajev](#), glej sliko pod geslom Snemalnik
- demontaža kotalnih ležajev [z vijaki ali s hidravlično stiskalnico](#):



Montažni list Glej Tehnološki list.

Montažni načrt Risba, ki rabi kot osnova za montažo delov ter polaganje in priključitev vodov. Vsebovati mora vse za montažo potrebne podatke. Prikazuje vse sestavne dele in njihovo prostorsko razporeditev. Ena od oblik montažne risbe v strojništvu je eksplozijska risba. Sin. montažna risba.

Moznik Strojni element za razstavljive zveze, ki se vloži med dva strojna dela (najpogosteje med gred in pesto) zato, da:

- prenaša vrtilni moment ali silo,
- služi za centriranje.



Mozniki niso primerni za sunkovite obremenitve. Ker nimajo nagiba, ne varujejo strojnih delov proti osnemu (aksialnemu) premiku.

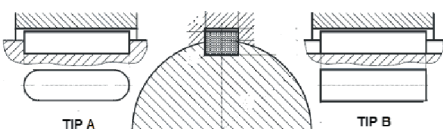
Montaža moznikov je enostavna: običajno jih le vstavimo (vtisnemo) v za to ustrezne utore na gredi. Nato montiramo še kolo.

Tesni moznik sedi tesno v utorih na gredi in v pestu. Med hrbtom moznika in dnom utora v pestu je večinoma presledek, čeprav lahko tudi na tem mestu napravimo tesno prileganje, celo z nadmero. V primeru nadmere moramo kolo nabiti ali natisniti na gred, kot pri vložni zagozdi - vendar pa to lahko povzroči izsrednost kolesa (glej Geometrične tolerance - koncentričnost, soosnost). **Delitev:**

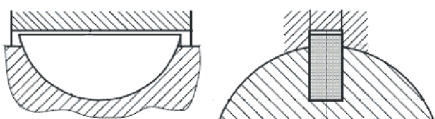
a) **Visoki** in **nizki** mozniki. **Nizke moznike** up. pri **tankih pestih**, ki bi jih z uporabo visokega moznika preveč oslabil.

b) Mozniki **z zaokroženo** (tip A) in **z ravno čelno ploskvijo** (tip B).

c) **Tesni, drsni, segmentni** in mozniki **s čepom** (imajo na eni strani "brado" - kot npr. bradata zagozda brez nagiba).



Tip A - z zaokroženo čelno ploskvijo
Tip B - z ravno čelno ploskvijo



Segmentni moznik

Segmentni mozniki imajo obliko krožnega odseka, vložijo se v razmeroma globok utor. Zato je gred močno oslABLJENA, takšni mozniki so primerni le za prenos manjših vrtilnih momentov.

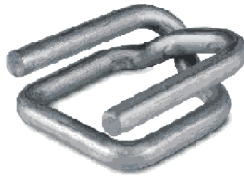
Pri lesarstvu je moznik lesen klin za vezanje lese-

nih delov. Pri gradbeništvu je moznik zidni vložek.

Napenjalka Naprava za napenjanje, napenjalec. Pri **napenjalki z dvema vijakoma** ima en vijak levi, drugi pa desni navoj:



Napenjalka (zategovalka) traku pa izgleda tako:



Navoj Vzpetina spiralne oblike na površini valjastega telesa (**zunanji navoj**, npr. steblo **vijaka**) ali na površini izvrtine (**notranji navoj**, npr. **maticice**). Navoj si vedno predstavljamo kot neko preoblikovano površino, npr.: **izbokline** zaradi valjanja, **utori** zaradi struženja itd. Nepr. kvint.

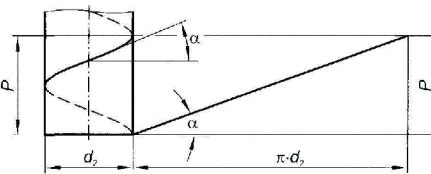
Pomembni podatki o navoju - **PREPOZNAVANJE** in **POIMENOVANJE** navojev:

- LEGA**: notranji ali zunanji navoj
- UPORABA** navoja: **pritrilni** navoj ali navoj **za prenos gibanja** (modulni oz. polžasti navoj)
- SMER VIJAČNICE** (levi ali desni navoj)
- ŠTEVILO STOPENJ VIJAČNICE**
- PROFIL NAVOJA** (trikotni, trapezni navoj itd.)
- KORAK NAVOJA**

Zaradi obsežnosti je tema razdeljena še na gesla:

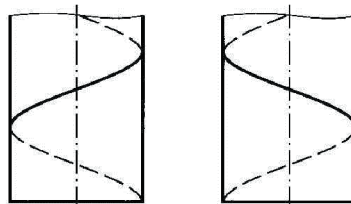
- **Merjenje navojev**
- **Navoji - izdelava**
- **Navoji - standardizacija**
- **Navoji - tolerance, ujemi**
- **Risanje navojev in vijaknih zvez**

Osnova navoja je **VIJAČNICA** - krivulja, ki jo dobimo pri ovitju poševne premice okoli valja:



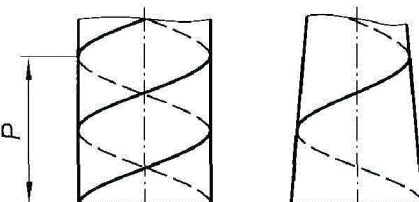
Poznamo **VEČ VRST VIJAČNIC**:

- **desna** je navita na valj v sourni smeri,
- **leva** je navita v protisourni smeri,
- **dvostopenjsko** ali **večstopenjsko** vijaknico dobimo, če po valju vijemo dve ali več vijaknic
- **konična** je navita okoli stožca



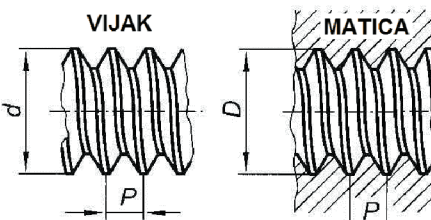
DESNA

LEVA



DVOSTOPENJSKA KONIČNA

Korak navoja oz. **višina navoja P** nam pove, za



VIJAK

MATICICA

koliko se vijaknica **dvigne pri enem zavoju**. Ker je P zelo pomemben podatek pri vsakem navoju, takoj poglejmo, kako ga določimo pri zunanjem (levo) ali notranjem (desno) navoju.

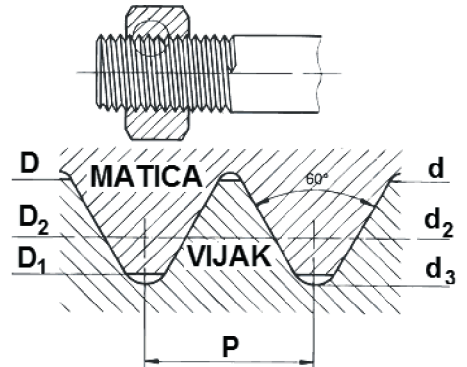
Iz zgornje risbe je razvidno, da lahko **imenski premer** (d, D) in korak navoja P izmerimo **samo na vijaku, na matici pa ju ne moremo izmeriti**.

Pomemben je tudi **kot vzpona vijaknice**, ki ga imenujemo tudi **KOT VZPONA NAVOJA** α (poglej nazaj risbo - nastanek vijaknice):

$$\tan \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d_2}$$

Kot vidimo na zgornji risbi, se **zunani** premer navoja označuje **z malo črko d**. Imenujemo ga **imenski premer navoja**. **Notranji** imenski premer navoja pa označujemo **z velikim D**.

OZNAČEVANJE PREMEROV NA NAVOJIH:



Male črke d označujejo zunanje navoje (**vijak**), **velike črke D** pa notranje navoje (**maticica**).

IMENSKA MERA je **brez indeksa**: d, D.

Indeksa 1 ali 3 označujeta **najmanjši premer**:

D₁ - notranji premer maticice

d₃ - premer stebila vijaka

Indeks 2 pa je rezerviran za **srednji premer**:

D₂ - srednji premer maticice, d₂ - ~ vijaka.

Navoji - izdelava Poznamo naslednje načine:

A Odrezavanje - VREZOVANJE navojev:

- **Struženje navojev** (geslo Struženje)
- **Frezanje navojev** (geslo Frezanje)
- **Brušenje navojev** (geslo Brušenje)
- **Vrezovanje navojev - ročno** (glej geslo)
- **Vrezovanje navojev - strojno** (geslo)

B PLASTIČNO PREEBLIKOVANJE:

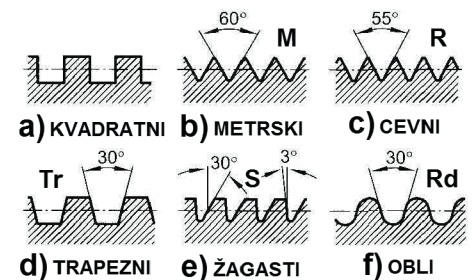
- **Valjanje** navojev - glej geslo Valjanje
- **Vtiskovanje** navojev
- Zunanje navoje lahko tudi **kujemo**

C PRIMARNO PREEBLIKOVANJE:

- **Tlačno litje**
- **Brizganje** navojev

Protikorozijska zaščita: Jeklene vijake in maticice navadno zaščitimo proti koroziji s **fosfatiranjem** ali galvanskim **pocinkanjem** (Zn6) in **kadmiranjem** (Cd6). Prim. Vrezovanje navojev.

Navoji - standardizacija Zaradi pojava veliko različnih oblik navojev je bila **standardizacija oblike** navojev nujno potrebna. Obenem pa je bilo potrebno **standardizirati** tudi **tolerance** navojev.



Ploščati navoj (a - pravokotni, kvadratni profil) ni standarden, up. pa se predvsem na vretenih.

Standardni profili navojev so:

- **E** je po DIN 40400 katicica za **Edisonov navoj**, (obli elektro-navoj) ki se uporablja za grla električnih žarnic ipd.
- **FG** je po DIN 79102 katicica za **navoj za kolesa**, kot profila navoja je 60°; up. se predvsem pri

kolesih in kolesih z motorjem; premer d [mm] pogosto ni celo število, npr. FG 9,5; če je premer d v colah, se up. oznaka **Bi**, npr. Bi 9/16

- M** je po SIST ISO 724 kratica za **normalni metrski navoj** (**b**) za splošno strojegradnjo, npr. za pritrdilne vijake in matice; označujemo jih s črko M in imenskim premerom navoja d, npr. M 20; korak navoja P je standardiziran po SIST ISO 724 in se najde v tabelah **fini (drobni) metrski navoj** se uporablja v finomehaniki, za tanke pločevine, kadar se zahteva čim manjša oslabeitev vijaka spoja ali večja varnost proti odvitju, za **konični zunanji navoj**; pri oznaki finega metrskega navoja **vedno dodamo še korak navoja P**, npr. M 20 x 1,5
- Pg** je po DIN 40430 kratica za **navoj za oklepne** (zaščitne, instalacijske, odtočne) **cevi** (Panzerrohrgewinde); kot profila navoja je 80°;
- R** je po DIN 259 T1, ISO 228, DIN 2999 in DIN 3858 kratica za **Whitworthov cevni** oz. "**colski**" **navoj**, ki je namenjen za cevi in **dobro tesni** (**c**); oznaki R sledi številka v colah, ki pa ni enaka **imenskemu premeru navoja** - podrobna pojasnila glej pod geslom Whitworthov navoj; obstaja več standardov za Whitworthove navoje, po nekaterih se uporablja oznaka **G**.
- Rd** je po DIN 405 T1 kratica za **obli navoj** (**f**); uporablja se za povezavo železniških vagonov, ker ni občutljiv na umazanijo in na poškodbe; po DIN 262 se enako označi tudi **grobi obli** navoj
- S** je po DIN 514 kratica za **žagasti navoj** (**e**); up. se pri vrtenjih, ki veliko obratujejo - ima namreč manjše trenje kakor trapezni navoj; velike sile prenaša **samo v eni smeri**
- Tr** je po DIN 103 in ISO 2901 kratica za **trapezni navoj** (**d**), ki je nadomestil kvadratni navoj (ker se lažje pomika); najpogosteje se uporablja za pomične navojne spoje, npr. **vretena** v dvigalih, škripcih, prešah ipd. Za pritrjevanje ga uporabljamo samo za posebej obremenjene vijake spoje ali za spoje, ki se pogosto razstavljajo (trapezni navoj se manj obrablja)

Označevanje standardnih navojev

Standardne navoje označujemo z najmanj dvema (označeno **modro**) in z največ štirimi podatki:

A d x P opomba

A ... kratica, ki označuje standardni navoj
d ... imenski premer [mm]; pri cevnem navoju pa številka pomeni cole in to ni imenski premer
P ... korak navoja v [mm]

Opomba vsebuje dopolnila, npr.:

konus - konusni navoj
 RH - desnosučni navoj
 LH - levosučni navoj

Primeri oznake: **M 10 x 1 konus, R 1/2, Tr 14 x 10**

Najpogosteje se uporabljajo metrski navoji, pomembnejši praktično uporabni podatki pa so:

Označba	D ₁	A	Označba	D ₁	A
	[mm]	[mm ²]		[mm]	[mm ²]
M4	3,2	7,5	M18	15,3	175
M5	4,1	12,7	M20	17,3	225
M6	4,9	17,9	M22	19,3	282
M8	6,6	32,8	M24	20,8	325
M10	8,4	52,3	M27	23,8	427
M12	10,1	76,2	M30	26,2	519
M14	11,8	105,0	M33	29,2	647
M16	13,8	144,0	M36	31,7	759

Navoji - tolerance, ujemi Pri toleriranju navojev uporabljamo samo izbrana **tolerančna polja**:

- za zunanje navoje: e, g, h, k in p
- za notranje navoje: G in H

Tolerančna polja e, g in G so primerna za navoje, na katere bo nanešena zaščitna prevleka z galvaniziranjem (pocinkani, kadmirani navoji). Polje e je priporočljivo le za navoje s korakom P ≥ 0,5 mm. Pri toleriranju navojev uporabljamo samo naslednje **tolerančne stopnje**:

- za zunanje navoje: 4, 6 in 8
- za notranje navoje: 4, 5, 6, 7 in 8

Tolerance navojev se označujejo po drugačnem zaporedju kakor tolerance običajnih dimenzij:

- najprej** napišemo **število** tolerančne stopnje

• **nato** napišemo **črko** - lego tolerančnega polja
 Npr.: M20 6h - zunanji in M16 5H - notranji navoj.
 Če se toleranci srednjega (d₂, D₂) in imenskega premera (d, D) razlikujeta, tedaj pišemo **najprej** toleranco **srednjega** in **nato** toleranco **imenskega** premera:

M24 4h6h - za zunanji navoj

M20 4H5H - za notranji navoj

Navedene tolerance veljajo vedno **pred galvaniziranjem navoja**.

TOLERANČNI RAZREDI navojev:

1. Za navoje vijakov:

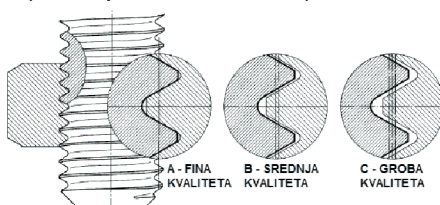
- Groba kakovost 8g (majhen ohlap).
- Srednja kakovost 6e (velik ohlap), 6g (majhen ohlap), 6h (brez ohlapa).
- Fina kakovost 4h (brez ohlapa), 3m4h (majhen presežek), 3p4h (velik presežek).

2. Za navoje matic:

- Groba kakovost 7H (brez ohlapa), 7G (majhen ohlap).
- Srednja kakovost 6H (brez ohlapa), 6G (majhen ohlap).
- Fina kakovost 5H (brez ohlapa), 4H5H (za trdne zveze).

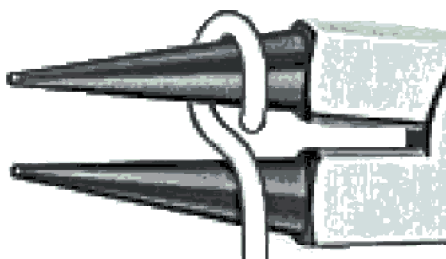
3. Pri vijaknih zvezah dobimo naslednje ujeme:

- Ohlapni ujem s tolerancami G/e, H/e in H/g.
- Prehodni ujem s tolerancami H/h.
- Tesni ujem s tolerancami H/p in H/m.



Net Nepravilno uporabljen izraz za kovico. Izvira iz nemške besede der Niet (kovica, zakovica).

Okrogle klešče Klešče, ki so namenjene upogibanju žice (elektrotehnika, bižuterija ipd.):



$$l = d \cdot \pi + 5 \text{ mm}$$

OKROGLE ČELJUSTI KLEŠČ

UHO MORA BITI SKLENJENO

Razlikuj: koničaste klešče, klešče za vskočnike.

Orodje

a) Predmet ali priprava, ki se redno uporablja pri nekem **fizičnem** (ročnem) **delu**: čevljarstvo, poljedelsko, mizarstvo, vrtnarsko, merilno ~ itd.

b) Priprava, ki **olajša, poenostavi ali avtomatizira** opravljanje nekega **strojnega dela**, še posebej v serijski in množični proizvodnji.

STROJNIŠKO ORODJARSTVO delimo na:

1. Orodja za **primarno preoblikovanje**: ~ za tlačno litje, jedra, modeli itd., za brizganje plastike, za pripravo form itd.

2. Orodja za **plastično preoblikovanje**:

- rezilna orodja (štancanje, luknjanje, rezanje ..)
- oblikovalno orodje: vlečenje, kovanje (nakovalno, utop, kladivo), upogibanje itd.

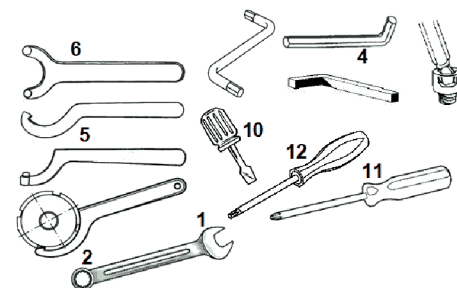
3. **Strojniški pripomočki, priprave** in **naprave**: **montažno** ~ (razne vrste ključev, vijakov itd.), **vpenjalno** ~ (zagotavlja pravilen položaj drugih orodij), **odrezovalno** ~ (frezala, stružni noži, dleta, svedri, brusilni, povrtala, grezila ...), orodje za **varjenje, kovičenje** itd.

4. **Merilna** orodja: pomično merilo, kotniki, merilne kladike, kalibri itd.

Orodja delimo tudi **po načinu UPORABE** oz. **DELOVANJA**: **ročno**, **električno**, **pnevmatsko**, **hidravlično** ~ itd.

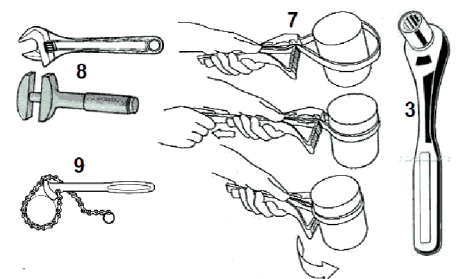
Pogosto se zgodi, da za eno samo dejavnost potrebujemo več različnih orodij. Takšen komplet imenujemo **garnitura orodja**.

Orodja za montažo vijaknih zvez Za montažo in demontažo vijaknih zvez up. različna orodja:



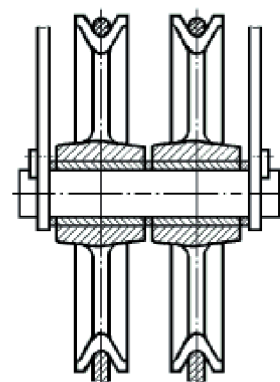
a) **Ključji**: **1 odprti** (zevni, viličasti: enojni in dvojni), ki ima srednjico zeva običajno za 15° nagnjeno proti osi ključa, kar omogoča privijanje na ožjem prostoru; **2 zaprti** (obročni); **3 natični** ("gedore"); **4 vtični** (imbus); **5 kljukasti** (zobati); **6 nasadni krivi ključ** (za kotno brusilko, nasadni ključ pa je druga beseda za natični ključ); **7 jermenski** (za oljni filter), **8 nastavljivi** in **francoski**; **9 ~ z verigo** (za vrtenje verižnika), **momentni** (glej posebno geslo), **udarni** (po njem se lahko udarja s kladivom) itd..

b) **Vijači** (nepr. izvijač, šraufenziger): **10 navadni**, **11 križni**, **12 torx** itd. Prim. demontaža.



Os Strojni del v obliki palice (običajno krožnega prereza), ki:

- ne poganja** nobenega strojnega dela, os torej **ne prenaša vrtenja** (energije) na neki drugi strojni element
- služi kot opora** pri vrtenju bobnov, vrvenic, tekalnih koles itd., torej **prenaša mehanske obremenitve**

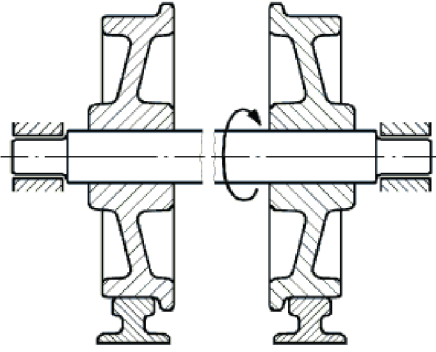


Os je obremenjena predvsem **na upogib**, v neka-

Ferdinand Humski

terih primerih pa prenaša tudi druge vrste obremenitev (glej gesla Obremenitev, Torzija). Delitev:

- **MIRUJOČE** osi se ne vrtijo. Vrteči deli so nanje vezani preko ležajev:
- **ROTIRAJOČE** osi se vrtijo skupaj z vrtečimi deli in so same vležajene:

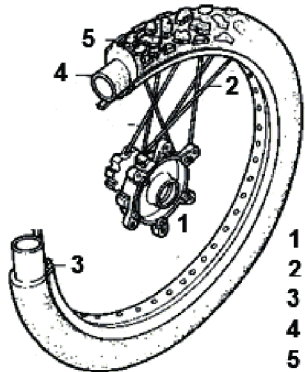


Nepr. aksa. Prim. gred, tečaj, vreteno, pesto.
 V **MATEMATIČNEM SMISLU** ali pri **TEHNIŠKI KOMUNIKACIJI** pa je os zamišljena **premica**:

- ki like, telesa ipd. deli v **simetrične polovice**,
- **okoli katere se lik ali telo vrti**.

Sin. središčnica. Osná síla: aksialna síla.

Označevanje kovic Glej Kovice - označevanje.
Pesto Strojni element, ki se natakne (prilagodi) na os, gred, sornik ali na zatič. Običajno je to **osrednji del kolesa** in ima v sredini **izvrtino** (luknjo), skozi katero gre os.
 Pesto je lahko izdelano **v enem kosu skupaj s kolesom**, narejeno je lahko **kot posebni sestavni del iz enega kosa** ali pa je **sestav** (sklop), ki razen prevrtanega sestavnega dela vsebuje še ležaj, vezni element (zagozdo, moznik ...), varnostni element (zatič ...) ipd.
 Primer pesta na prednjem kolesu bicikla:

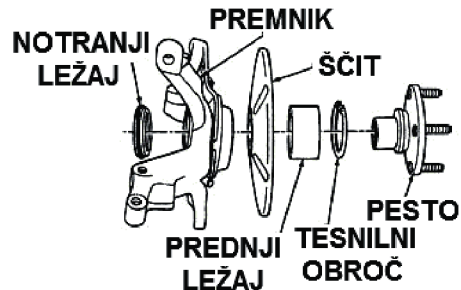


- 1 - PESTO
- 2 - NAPERKI
- 3 - OBROČ
- 4 - ZRAČNICA
- 5 - PLAŠČ

Pesto je lahko z osjo ali z gredjo povezano:

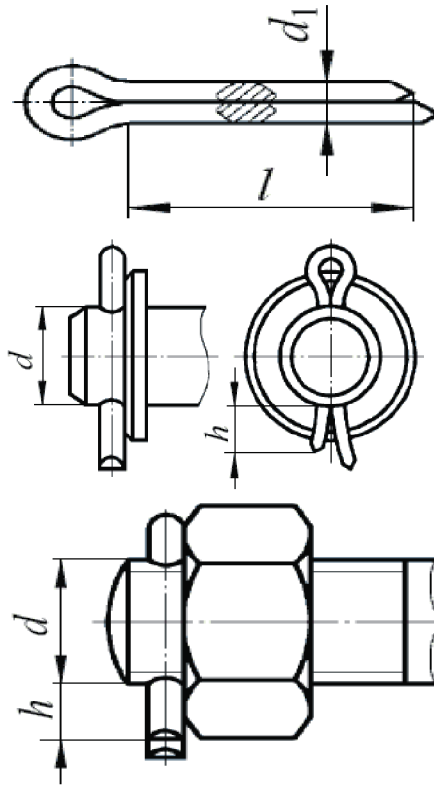
- preko **ležajev**,
- z **veznimi elementi** (moznik, zagozda, krčni obroč, natezni obroč itd.), gl. Zveze pesta z gredjo - s **tesnim ujemom**.

Primer sestava premnik - pesto pri avtomobilu:



Prim. napera, platišče, os, gred, venec.
Plamensko lotanje Glej Lotanje.
Prebojna kovica Glej Kovica.
Razceпка Varovalka iz polokrogle žice, ki se

vstavlja v prečne luknje sornikov ali vijakov:



Nepr. šplinta. **Sestavljanje z vtiskanjem** Glej Grezilno kovičenje.

Sklopka Mehанизem, ki tako veže dve gredi ali druge elemente, da jih **med obratovanjem lahko**:

- Ločimo, ne moremo pa združiti** (npr. oblikovne sklopke združijo gredi samo v mirovanju, ločijo pa jih tudi med obratovanjem).
- Združimo, ne moremo pa ločiti** (npr. sklopke za prosti tek v eni smeri združijo, v drugi smeri pa ločijo gredi).
- Združimo ali ločimo** (npr. avtomobilska ~).

S sklopko se združita ali ločita **gnana in gonilna** gred. Pogosto jih poimenujemo glede na njihove sestavne dele ali najbolj značilno uporabo, npr. torna, elektromagnetna, hidravlična, lamelna, avtomobilska, avtomatična itd. Razl. gredna vez.

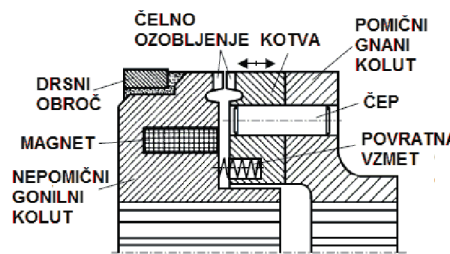


VRSTE SKLOPK po NAČINU DELOVANJA:

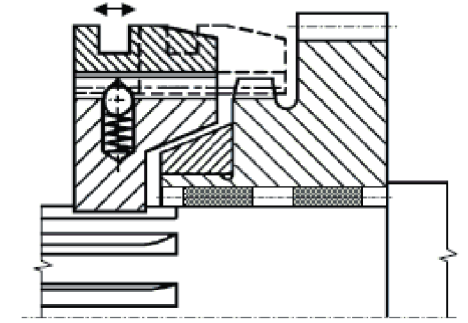
- Sklopke za vklapljanje** omogočajo **hitro vzpostavitev in/ali prekinitev zveze** med gonilnim in gnanim delom stroja. Vklapljanje in izklapljanje se vrši **neposredno** preko mehanskih elementov ali **posredno** preko hidravličnih, pnevmatskih ali elektromagnetnih naprav, ki zagotavljajo potrebno silo za pomik delov sklopke. Ločimo **oblikovne** in **torne** sklopke.
- Sklopke za prosti tek** - **samodejne** sklopke, ki prenašajo obremenitve in vrtilno gibanje **samo v eni smeri**: **zaporne** in **enosmerne** sklopke.
- Momentne sklopke** - **samodejne** sklopke, ki delujejo v odvisnosti od velikosti **vrtilnega momenta** ali **vrtilne hitrosti**. Ločimo **varnostne** in **zagsonske** sklopke.

A) OBLIKOVNE SKLOPK se smejo vklapljeti samo v mirovanju. Poznamo:

- **čelno zobato sklopko** (risba: elektromagnetna)

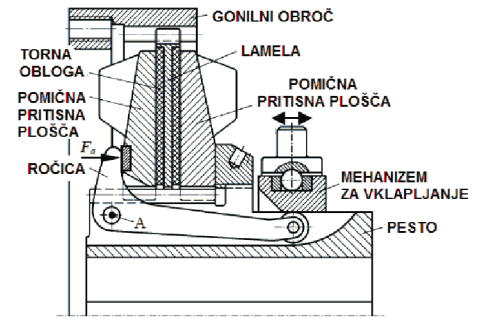


- **zobniško sklopko** (risba: sinhrono vklapljanje)

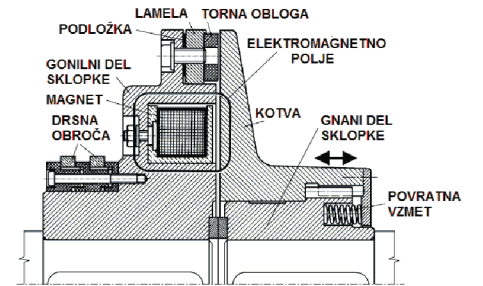


TORNE SKLOPK za vklapljanje se po obliki delijo na ploščate torne sklopke in stožčaste torne sklopke. Vrste tornih sklopk:

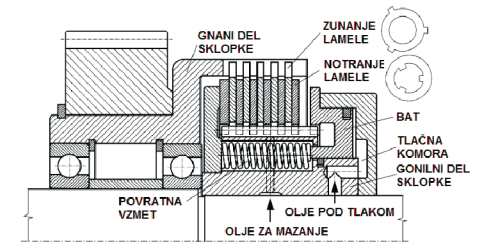
- enolamelna ploščata torna sklopka z mehanskim vklapljanjem



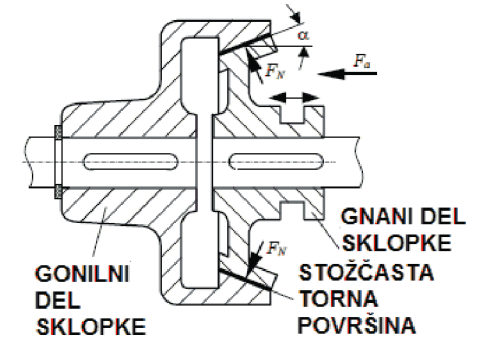
- enolamelna ploščata torna sklopka z elektromagnetnim vklapljanjem



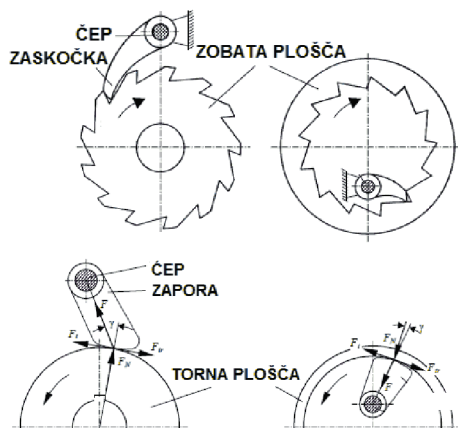
- večlamelna ploščata torna sklopka s hidravličnim vklapljanjem



- večlamelna ploščata torna sklopka s pnevmatskim vklapljanjem deluje podobno kot hidravlična
- enojna stožčasta torna sklopka

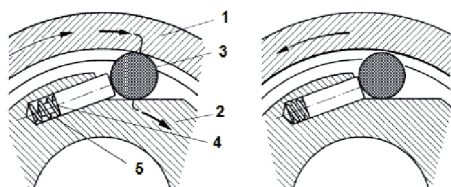


B) Vrste ZAPOR: zobate in torne zapore.



Vrste ENOSMERNIH sklopk:

- enosmerna sklopka z zagaznimi valjčki



PRENOS VRTILNEGA MOMENTA

PROSTI TEK

1 - zunanji obroč, 2 - notranji obroč, 3 - valjček, 4 - sorniki, 5 - vzmet

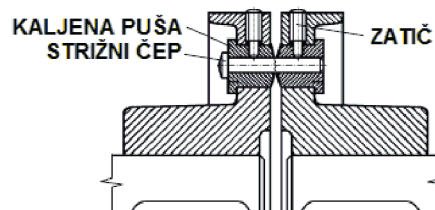
Takšne sklopke se uporabljajo pri zaganjalnikih.

C) VARNOSTNE sklopke varujejo uporabnika in ščitijo proti lomu: gonila, mehanizme in strojne elemente kot npr. menjalnike, zobnike, gredi, nože, elektromotor (npr. pri ročnem orodju - blokada svedra, škarij, kosilnika ipd.). Tipični primeri:

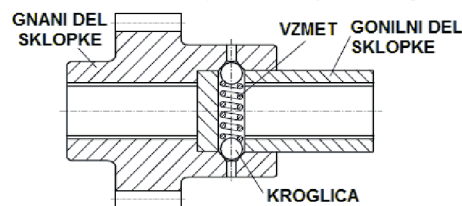
- varnostna sklopka v vrtilnem stroju (varuje pred preobremenitvijo stroja) in v podobnih pripravah (npr. v spravi za strojno vrezovanje - vrtnje - navojej)
- v moment ključih, ki "preskočijo", ko je presežen nastavljeni moment sile

Najpogostejše izvedbe:

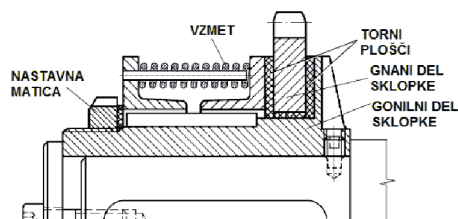
- oblikovna varnostna sklopka s strižnimi čepi



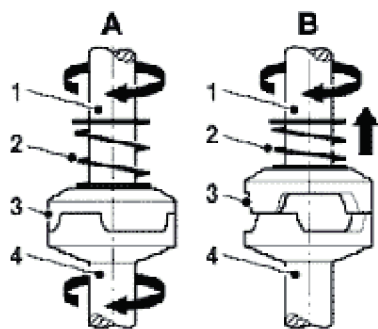
- oblikovna varn. sklopka z vstavljenimi kroglicami



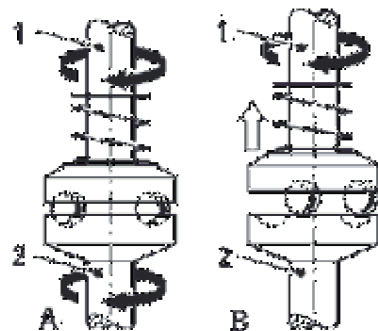
- torna (drsna, zdrsljiva) varnostna sklopka



- odmična varn. sklopka se pri prevelikih momentih odmakne: moment ključ, vrtilni stroji ipd.



1 - pogonska gred
2 - vzmet,
3 - odmična varnostna sklopka 4 - gnana gred
- izskočna varnostna sklopka: pri prevelikih momentih kroglice izskočijo:

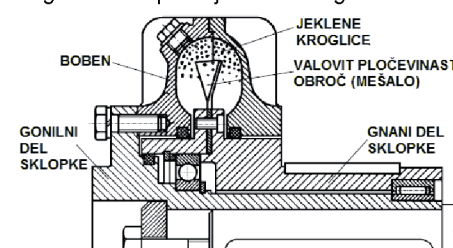


1 - pogonska gred
2 - gnana gred
ZAGONSKE sklopke se vklaplajo v odvisnosti od vrtilne hitrosti, zato jih pogosto imenujemo centrifugalne sklopke. Up. se pri motorjih, ki ne morejo steči, če so polno obremenjeni - npr. pri zagaznih delovnih strojih z asinhronimi motorji. Motorju omogočajo, da na začetku steče brez obremenitve. Osnovne izvedbe:

- čeljustna zagazna sklopka



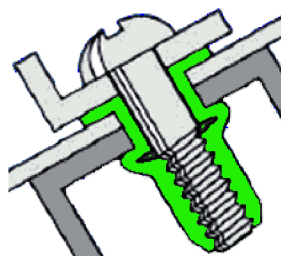
- zagazna sklopka z jeklenimi kroglicami



Sklopka - avtomobilska Mehанизem, ki med obratovanjem združi ali loči motor in menjalnik.

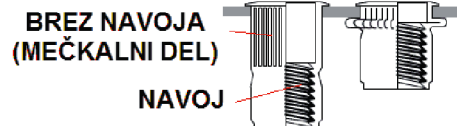
Slepa kovica Glej Kovica.

Slepa matica Kovica z notranjim navojem, ena od izvedb slepih kovic. Sin. in pravilni izraz: slepa maticna kovica. Vanjo se lahko privijejo navojni nastavki, cevi z navojem, priključki za polnjenje ali praznjenje vsebine votlih prostorov ipd.:

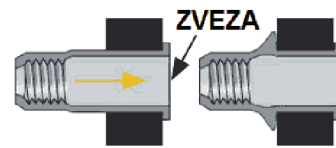


Slepa matice ima:

- navojni del, ki se ne krči in
- del brez navoja, ki se pod obremenitvijo preoblikuje (se zmečka)



Če želimo doseči zvezo, se torej mora slepa matica preoblikovati - zmečkati, stisniti. Stisnili pa jo bomo samo tako, da jo z ene strani povlečemo:

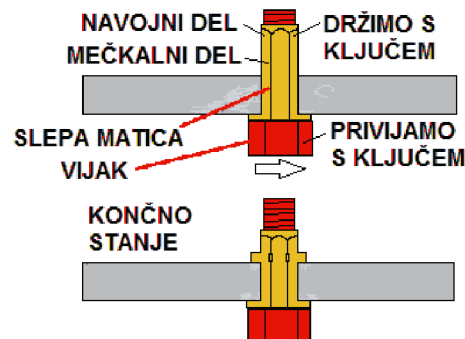


VRSTE MONTAŽ SLEPIH MATIC:

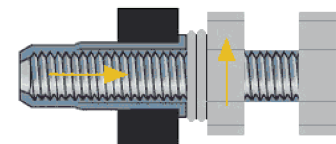
1. **Brez specialnega orodja**

a) **Dostopnost z obeh strani** pločevine:

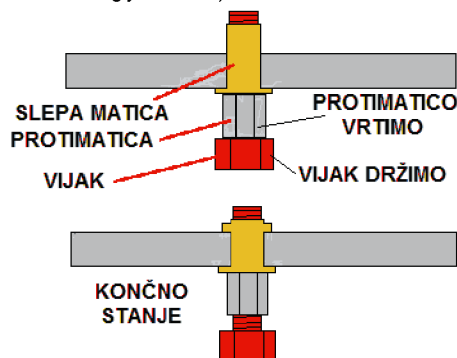
- izberemo slepo matico, ki je z zunanje strani šestkotna
- izvrtamo ustrezno luknjo v pločevino in vanjo vstavimo slepo matico
- na drugi strani pločevine slepo matico zagrabimo z ustreznim ključem
- v slepo matico do konca privijemo vijak s šeststrobo glavo in
- slepa matica se deformira, močno se pritiska ob pločevino in zato "drži"



b) **Dostopnost samo z ene strani** pločevine:



- izberemo slepo matico, ki ima z zunanje strani poljubno obliko
- izberemo za slepo matico ustrezen vijak, nanj privijemo dodatno šeststrobo matico (protimatico) in dodamo še dve podložki
- vijak do konca privijemo v slepo matico, protimatico pa do površine slepe matice
- izvrtamo ustrezno luknjo v pločevino in vanjo vstavimo slepo matico, da lepo nalega
- s ključem držimo glavo vijaka ter z vrtenjem protimatice zategujemo slepo matico, da se stisne na pločevino (priporočljiva je uporaba raglje - račne)

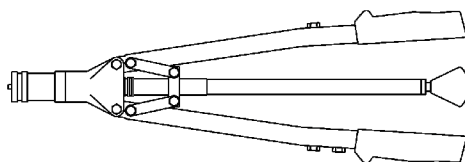
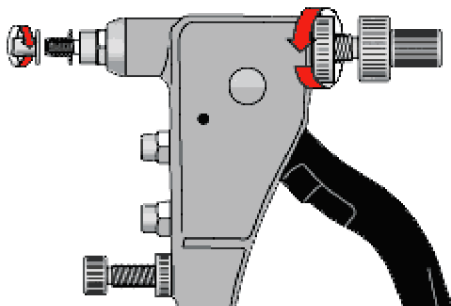
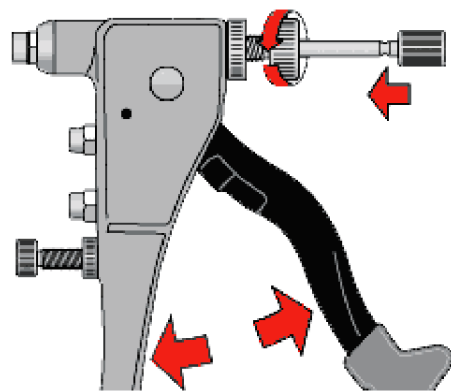


- nazadnje samo še odvijemo protimatico in vijak

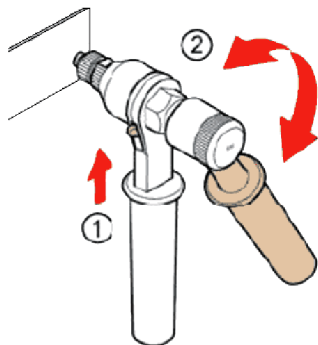
2. Z uporabo ročnega specialnega orodja stisnemo slepo matico na dva načina:

a) **Kleščice za kovičenje slepih matic** imajo s sprednje strani vijak, ki ga privijemo v slepo matico. S kleščami nato slepo matico preko

navoja **vlečemo** ter na ta način stisnemo. Orodje ima zelo podobno obliko kot običajne klešče za kovičenje (glej risbo pod geslom Kovičenje), le da še dodatno omogoča zamenjavo vijakov in s tem montažo slepih matic različnih velikosti:

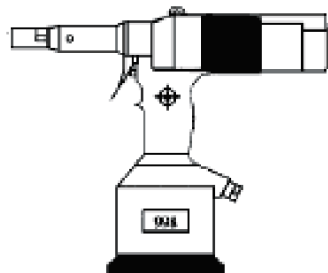


b) Privijanje - enak način montaže kot je opisan pri 1.b Dostopnost samo z ene strani pločevine, le da uporabimo specialno orodje, ki se imenuje **klešče za kovičenje z ragljo**:



Spodnjo ročico 1 trdno držimo, medtem ko ročico 2 privijamo.

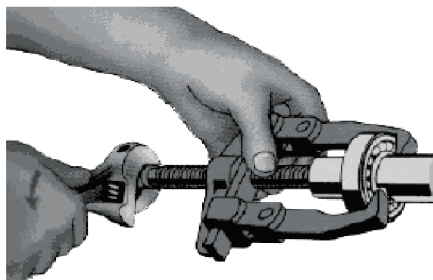
3. Električno baterijsko ali pnevmatično orodje običajno deluje s privijanjem - kot je opisano pri 1.b Dostopnost samo z ene strani pločevine:



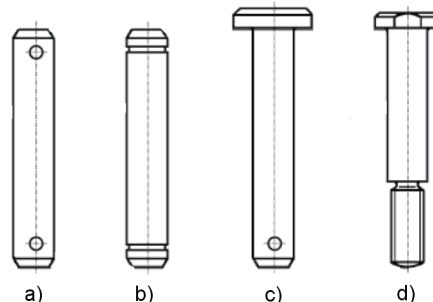
VRSTE SLEPIH MATIC:

- različni materiali: pocinkano jeklo, aluminij, nerjavno jeklo, mesing itd.
 - različne dimenzije: od M3 do M12
 - debeline pločevin so od 0,4 do 16 mm
 - različne oblike slepih matic: okrogle, šestrobe, narebričene, odprte, zaprte (vodotesne) itd.
- Slepe matice preprečujejo prenos hrupa in vibracij ter so temperaturno obstojne med -40 in +93° C.

Prim. Kovica (slepe kovice). **Snemalnik** Priprava za snemanje, npr. kotalnih ležajev z gredi. Nepr. abciger.

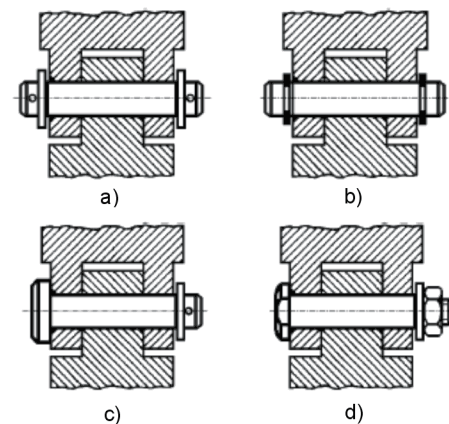


Sornik Strojni element, ki med seboj **veže gibljive dele**. Eden od obeh vezanih delov lahko miruje (lahko je celo trdno vezan s sornikom), lahko pa sta gibljiva oba dela. Gibljivi del sornika mora vedno biti mazan. Del. sornikov: (a) gladki ~, (b) gladki ~ z vskočnikom, (c) ~ z glavom, (d) ~ z navojem. Prožni sorniki so vzdolžno prerezane puše.



Zveze s sorniki **zavarujemo proti izpadanju iz zvez** na naslednje načine:

- 1) S podložkami in razcepki.
- 2) Z vskočniki (s Seegerjevimi obročki).
- 3) Sorniki z glavom so z ene strani že zavarovani.
- 4) Sornike z navojem lahko zavarujemo z matico.
- 5) S kombinacijo 1), 2), 3) in 4).

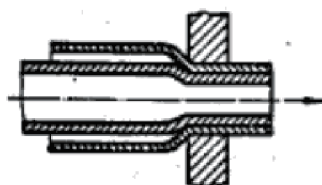


Npr. sornik, ki veže ojnico in bat v motorju z notranjim zgorevanjem. Nepr. **bolcen**. Sin. svornik.

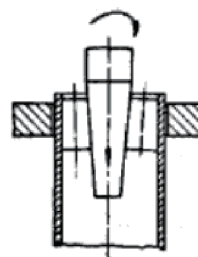
Spajanje s preoblikovanjem Spajanje gradiv, pri katerem se en spojni del med združevanjem najpogosteje samo **lokalno preoblikuje**.

Zelo pomembno področje je spajanje **pločevinastih izdelkov, profilov in cevi** s postopki preoblikovanja. Potrebno trdno zvezo dveh cevastih delov, od katerih je prvi nataknen na drugega, lahko dosežemo npr. tako:

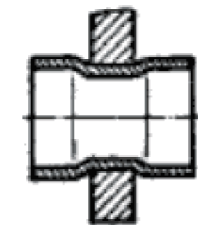
- da ju hkrati povlečemo skozi vlečno matrico ali votlico



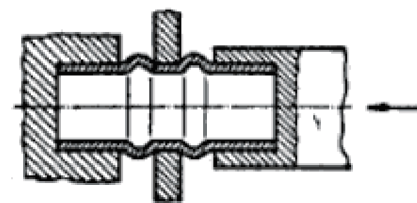
- da ju lokalno razširimo z uvaljanjem



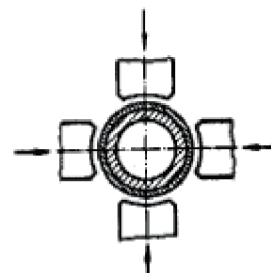
- da ju spojimo z elastičnim orodjem ali s tlačnim medijem



- da povzročimo uklon z aksialnim pritiskom na cev



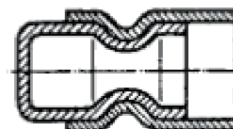
- lokalno zoževanje z rotacijskim kovanjem



- s potisnim preoblikovanjem



- z žlebljenjem



Naslednja možnost spajanja s preoblikovanjem je, da je eden od obeh delov najprej **v tekočem** ali v **testastem** stanju. Vliva, stiska ali nabrizgava se v **kalup** (formo), v katerem so že **vloženi drugi spojni deli**. Snov nato vložene dele obliha in se pri strjevanju z njimi spaja v trdno zvezo. Na ta način se pogosto izdelujejo **ročaji** (za orodja, npr. vijač, nož ipd.). Srednji del ima žlebove (zoper vzdolžne pomike) ter kvadraten prerez (zoper vrtenje), obloga pa je iz izolacijske snovi. Snov, ki se najpogosteje uporablja: **fenoplasti** in **aminoplasti** (duroplasta). Lahko se uporabljata tudi kot vezivo za ostale snovi, ki se preoblikujejo.

Prim. Vtiskovanje, Krimpanje, Grezilno kovičenje, Prebijalno kovičenje, Zatskovalne klešče.

Spajkalnik Priprava za spajkanje (lotanjed), popačeno: ledkuln. Prim. Lotanje.

Spajkanje Glej Lotanje. **Spajka**: zlitina kovin, dodatni material pri lotanju.

Špiccanga Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (die Sptze - konic, die Zange - klešče): **koničaste klešče** (npr. prijemalne). **Razlikuj**: posebna oblika so klešče za seegerjeve obročke (zunanje, notranje, ravne, ukrivljene), gl. Vsokčnik.

Špindel Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (die Spindel), kar pomeni **vreteno**. Npr. ~ preša.

Šplinta Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Splint), kar pomeni razcepka.

Šprengring Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Sprengring: vzmetna podložka). Pogosto označuje vskočnik, lahko tudi brez ušes:



Štiff Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Stiff), kar pomeni zatič.

Talilo **V splošnem:** dodatek, zaradi katerega se neka snov lažje stali (npr. ~ v plavžu).

PRI LOTANJU: nekovinsko gradivo (prašek ali mast), ki je namenjeno pripravi na lotanje. Glavna naloga talila je, da na že očiščenih površinah:

- odstranjuje oz. preprečuje nastanek oksidov (deluje kot lužilo)
- izboljšuje lot
- čisti površino
- ustvarja zaščitno atmosfero

Delitev talil:

a) Glede na **osnovni material:**

- * talila za težke kovine
- * talila za lahke kovine

b) Glede na **vrsto lotanja:**

- * talila za mehko lotanje so najpogostejše iz **cin-kovega** oz. **amonijevega klorida**; ostanki talila povzročajo **korozijo**, če niso temeljito odstranjeni; pri manj učinkovitih talilih na osnovi **kolofonije** pa lahko ostanki ostanejo na lotu
- * talila za trdo lotanje vsebujejo **fluoride** in **borate**, delimo jih na:

- talila za temp. **učinkovanje nad 550°C** za srebrove trde lote in
- talila za temp. **učinkovanje nad 750°C** za medenino (borove spojine, npr. **boraks** oz. natrijev tetraborat $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) in trde lote iz novega srebra.

Ostanki talil za trdo lotanje se morajo vedno zelo skrbno odstraniti.

Prim. Lotanje.

Torx Naziv za vijake s posebno obliko glave, ki jih je razvil podjetje Camcar Textron in so postali standard. Beseda naj bi izvirala iz ang. Torque - vrtilni moment. Taki vijaki bi naj zagotavljali enostavnejše delo: višji prenos navora, manjšo obrabo, nizke stične sile in prenos navora brez zdrsa:



Leva stran risbe prikazuje vpliv zračnosti na vijachenje **inbus** vijakov, **desna** pa delo s **torx** vijaki.

Trdo lotanje Glej Lotanje.

Trdo lotanje - varnostni ukrepi Glej Plamensko varjenje - varnostni ukrepi.

Tribologija Znanost, ki proučuje pojave trenja, obrab in mazanja v različnih fizikalnih in tehničnih strukturah mehanizmov in strojev. Prim. maziva.

Utor Zareza, kanal, ozek žleb v strojнем delu. Npr. utor za moznik, glej sliko pod geslom Moznik.

Vežni element Strojni element, ki veže dva ali več delov med seboj, npr. členek, fitting, kovica, moznik, mufa, napenjalka, objemka, obojka, priklopna krogla, prižema, razcepka, sornik, vijak, vodilo, vreteno, vskočnik, vzmetna sponka, zagozda, zatič itd. Prim. Spajanje.

Vijačna zveza Razstavljiva zveza strojnih delov, ki se uporablja predvsem za spajanje, tesnenje, napenjanje, merjenje in prenos gibanja. Osnovna elementa vijačne zveze sta **vijak** in **matica**, pogosto pa uporabljamo še dodatne elemente: podložke, vzmeti itd. Vrste vijačnih zvez:

- **nosilne:** brez prednapetja ali s prednapetjem
- **prilagodne,** za centriranje spajanih delov; izvedene so brez prednapetja ali s prednapetjem; prilagodni vijaki dobro prenašajo tudi strižne obremenitve
- **gibalne,** ki spreminjajo krožno gibanje v premo-

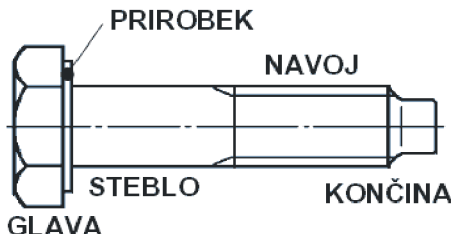
črtno in obratno: vijačne dvigalke, vijačna vretena obdelov. stroj in primežev itd.; z njimi dosežemo velike osne sile pri malih obodnih silah

- **tesnilne**, za zapiranje vstopnih in izstopnih odprtih pri gonilih, drsnih ležjih, rezervoarjih itd.
- **nastavljive**, za nastavljanje naprav in regulacijo ventilov
- **merilne**, za merjenje dolžin, npr. vijačno merilo

Prim. Matica, Vijak, Vijak - zavarovanje proti odvijanju.

Vijak Strojni element za razstavljive trdne ali premečne zveze, ki ga v splošnem sestavlja:

- **glava**, ki je lahko na enem koncu ali v sredini
- valjasto **steblo brez navoja**
- valjasto **steblo z navojem** (glej geslo Navoj),
- **dodatki:** prirobek, končina itd.

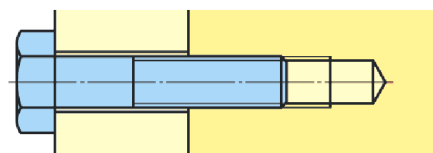


Zaradi obsežnosti je tema razdeljena še na gesla:

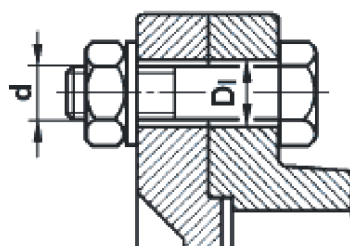
- **Risanje navojev in vijačnih zvez**
- **Vijak in matica - kakovosti izdelave**
- **Vijak - moment privijanja**
- **Vijak - označevanje**
- **Vijak - samozapornost**
- **Vijak - trdnostni preračun nosilnih zvez**
- **Vijak - trdnostni razredi**
- **Vijak - zavarovanje proti odvijanju**

Ladijski in letalski vijak - glej geslo Propeler.

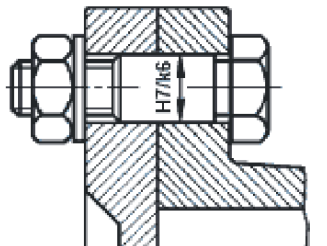
VRSTE VIJAKOV po uporabi: pritrdilni, prilagodni (ima razširjeno steblo in obdelano na toleranco k6; namenjen je za centriranje, točno naleganje strojnih delov in za prenašanje strižne obremenitve), **gibalni** (vijaki za prenos gibanja - vreteno), **tesnilni, vijaki za nastavljanje, merilni, napenjalni, lesni, vijaki za pločevino** (samorezni, knipingi), kolesni vijaki itd..



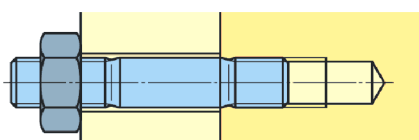
Pritrdilni vijak



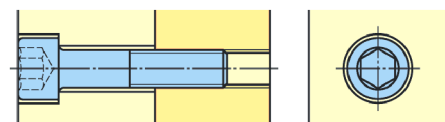
Pritrdilni (skoznji) vijak



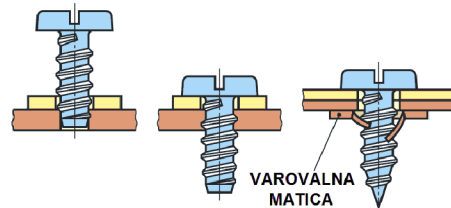
Prilagodni vijak



Stojni vijak



Vijak z valjasto glavo



Pločevinasti (samorezni) vijak - kniping

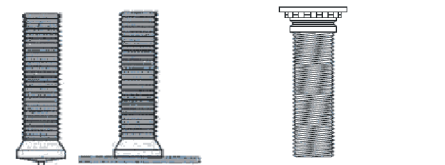
Temeljni vijak se uporablja za pritrditev strojnih sklopov na betonske temelje. Imajo steblo posebne oblike, ki preprečuje, da bi se vijak iztrgal iz betona.

Privarilni vijak je bradavičasto privarjen na tanko pločevino. Je pogosto uporabljen, še posebej na avtomobilskih karoserijah.

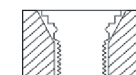
Vtisni vijak se vtisne na tanko ali debelejšo pločevino. Natakne se na izvrtano luknjo in nato preša.

Vstavni vijak se vstavi npr. v plastiko.

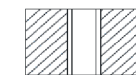
Lesni vijaki so standardizirani po DIN 95, 96 in 97.



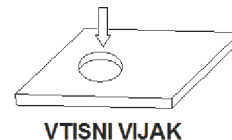
PRIVARILNI VIJAK



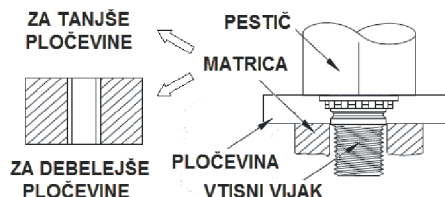
ZA TANJŠE PLOČEVINE



ZA DEBELEJŠE PLOČEVINE

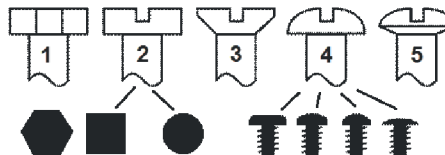


VTISNI VIJAK



GLAVE VIJAKOV so standardizirane:

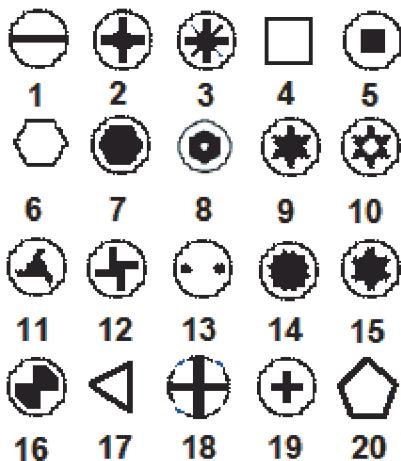
- 1: šestroba glava
- 2: štiriroba, valjasta ali stožčasta glava: od številke 3 naprej so vse glave v tlorisu okrogle
- 3: ugrezna (vgreznjena) glava je uporabna v primerih, ko na površini niso zaželene izbokline
- 4: polokrogla ali lečasta glava ima več oblik - valj s posnetim zunanjim robom, valj z zaokroženim robom, okrogla glava in gobasta glava
- 5: lečasta ugrezna glava



Vijaki brez glave so:

- **zatični vijak**, ki je v bistvu zatič z navojem,
- **stebelni vijak**, ki ima v sredini steblo, na obeh straneh pa navojni čep; uvijamo ga v strojni del, v slepo izvrtino z navojem,
- **stojni vijak** je trajno uvit stebelni vijak.

Način privijanja in vrsta uporabljenega orodja sta odvisni od tistega dela vijaka, ki pride v stik z orodjem (vijačem, ključem itd.) - to je **NASTAVEK ZA ORODJE** (ang. screw drive, nem. Antriebsformen). Poglejmo nekatere vrste nastavkov:



- zarez**, prva oblika, orodje je ploščati vijak, prednost je enostavno orodje in cenenost
- križna zarez**, Phillips, križni vijak s 75° nagljenimi robovi v smeri osi; delavca prisili v vrtenje okoli središča vijaka, zato ne uniči zarez, vendar zahteva večji moment kot 1; standardne oznake, velikosti PH1, PH2, PH3
- Pozidriv**, križni vijaki so drugačni kot pri 2, imajo kot 45° kot v smeri osi; standardne oznake, velikosti PZ1, PZ2, PZ3
- kvadrat**, orodje je ključ ali vijak
- Robertson**, notranji kvadrat; tako vijak kot tudi kvadratna luknja se zožata, kar omogoča lažje natikanje; standardne oznake, velikosti 00, 0, 1, 2, 3
- šestkotnik**, orodje je ključ ali vijak, omogoča boljše delo od 4 na mestih, ki dovoljujejo le manjše zavrtitve
- notranji šestkotnik - inbus**, zahteva posebno obliko ključa, ang. Allen
- varnostni inbus**
- torx**, zagotavlja manjšo obrabo, nizke stične sile in prenos navora brez zdrsa; standardne oznake, velikosti T8, T10, T15, T20, T25 in T30
- varnostni torx**
- trokrilni utor**, uporaba na elektronskih napravah
- štirikrilni torq**, za zveze, občutljive na navor
- kačje oko**, spanner, preprečuje zamenjavo, napačno zavijanje
- trojni notranji kvadrat**, za visoke napore
- polydrive**, za visoke napore in zanesljivost, npr. zavore
- one-way**, lahko ga obračamo le v eni smeri - na eni strani je oster rob, na drugi pa se ugrezina polagoma dviguje; uporaben npr. za tablice avtomobilov in kjer je odstranjevanje neprijetno
- trikotnik**, notranji ali zunanji, za preprečevanje dostopa do vsebine naprave, npr. igrače, elektro omare, vodovodni hidranti
- križ**, kot orodje se uporablja ploščati vijak: če se ena zarez uniči, se lahko uporablja druga
- Frearson**, vijaki imajo v primerjavi s Philipsovimi bolj strmi in zaokrožen 75° kot, kar omogoča odvijanje tudi Philipasa
- Pentagon**, zahteva poseben vijak, primerna oblika za vodne rezervoarje, plinske naprave in elektriko

Krilati vijak ima krila na glavi in s tem omogoča ročni pogon.

Kadar so vijaki razporejeni **krožnosimetrično** (npr. vijaki za pritrjevanje koles), jih je potrebno priviti enakomerno, da delujejo kot eden. Če vijake pritegnemo neenakomerno, lahko bolj obremenjeni vijaki **popokajo**.

Nopr. **šrauf**. Prim. navoji, spajanje, navojni zatič.

Vijak in matica - kakovosti izdelave

- Razred A** (fina kakovost izdelave): hrapavost vseh površin $R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$, le bočne površine glave vijaka in matice $R_a \leq 50 \mu\text{m}$. Tolerance navojev vijakov: 4h, 3k, 3p, 4h; navoji matic: 5H, 4H. **Uporaba**: v finomehaniki in merilni tehniki.
- Razred B** (srednja kakovost izdelave, sin. **svetli vijaki**): predpisana je le hrapavost površin navoja, stebila ter naležnih površin vijakov in matic

$R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$. Tolerance navojev vijakov: 6e, 6g, 6h; navoji matic: 6H, 6G. **Uporaba**: strojništvo, gradbeništvo.

- Razred C** (groba kakovost izdelave): predpisana je le hrapavost površin navoja $R_a \leq 12,5 \mu\text{m}$.

Tol. navojev vijakov: 8g; navoji matic: 7H. **Meh. lastnosti** (trdnost, žilavost, meja tečenja) **niso predpisane**. **Uporaba**: gradbeništvo, strojništvo.

Prim. Navoji - tolerance, ujemi.

Vijak - moment privijanja Nikoli ni vseeno, s kakšnim momentom sile privijemo vijak.

Kaj se zgodi, če vijak pritegnemo **premočno**:

- lahko se **zlomi vijak** ali **podlaga**
 - lahko imamo **probleme pri odvijanju** vijaka
- Če pa vijak **premalo** pritegnemo:
- se lahko vijak sam od sebe odvijne
 - zaradi slabega tesnenja lahko celotna naprava deluje nepravilno ali premalo učinkovito

Pravilen moment privijanja vedno **predpiše proizvajalec naprave**, npr.: proizvajalec motorja z notranjim zgorevanjem bo predpisal pravilni moment pritegovanja glave motorja. Vzdrževalec najde potrebne podatke v **delavniškem priročniku**.

Ne glede na to obstaja tudi **PREGLEDNICA** priporočenih (**približnih**) **momentov privijanja vijakov**. Momenti privijanja so odvisni **od velikosti vijaka in od trdnostnega razreda vijakov** [Nm]:

	4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
M 4	1	2	3	4	5
M 5	2	5	6	8	10
M 6	4	6	10	14	17
M 8	10	16	25	34	40
M 10	20	33	48	68	81
M 12	34	56	84	118	142
M 14	52	86	132	186	226
M 16	81	135	206	289	348
M 18	108	181	284	397	475
M 20	162	255	402	569	677
M 22	208	343	539	765	912
M 24	265	451	696	981	1177
M 27	392	628	1030	1471	1765
M 30	539	883	1422	1961	2354

Zgornje tabele se seveda **ne smemo slepo držati**, saj je treba **upoštevati tudi podlago**. Primer: aluminijasta platišča zategujemo z drugačnim momentom sile kakor jeklena platišča.

Kolesni vijaki so ponavadi M12 ali M14, približni momenti privijanja pa so: **M12x1,25** 90-120 Nm, **M12x1,5** 100-150 Nm, **M14x1,5** 110-180 Nm in **M14x2,0** 200 Nm.

Namesto merske enote Nm v delavnicah pogosto uporabljajo besedo "**kila**" oz. "**kg**", kar v žargonu pomeni 10 Nm. Izhaja iz nekdanje merske enote **kpm** - kilopond meter, skrajšano "kila". Torej, če mojster reče: "Zategni vijak z 20 kilami!", to pomeni 200 Nm.

Prim. navor, moment sile, moment ključ.

Vijak - označevanje Zaporedje oznak:

Naziv	vijak, matica, podložka itd.
Standard	DIN, ISO, EN
Kvaliteta	4.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9, 12.9
Dimenzija	premer, korak in dolžina navoja
Površinska zaščita	Fe - brez zaščite Br - brunirano A2F - belo cinkano tTn - vroče cinkano

Primer oznake:

Vijak DIN 933 8.8 M12 x 2,5 x 50 A2F

Vijak - samozapornost Koefficient trenja je znan **iz izkušnje** in je odvisen od stanja površin navojev vijaka in matice:

za **mazana** vretena in vijake: $\mu = 0,1$ do $0,2$
za **nemazana** vretena in vijake: $\mu = 0,2$

Praviloma izberemo najbolj neugoden $\mu = 0,1$. Ob upoštevanju povezav med μ in ρ dobimo **maksimalni nagibni kot vzpona vijaka** (kot vijačnice) $\alpha_{\text{max}} = 5^\circ 42'$.

Za metrske navoje s trikotnim profilom pod kotom 60° so razmere za doseganje samozapornosti navoja še ugodnejše, nastal je **standardni kot vzpona** v območju $\alpha = 3,6^\circ$ (M4) ... $1,8^\circ$ (M60).

Vijak - tolerance, ujemi Glej gesli Vijak in matica - kakovost izdelave in Navoji - tolerance, ujemi.

Vijak - trdnostni razredi V strojogradnji so vijaki **skoraj izključno** izdelani **iz jekel** različnih kvalitete. Vijaki **iz barvnih kovin in umetnih snovi** se uporabljajo predvsem **pri nizko obremenjenih vijačnih zvezah** ali pri zvezah, kjer obstaja velika **nevarnost korozije**.

Trdnostni razredi jeklenih vijakov se označujejo s številčkami, pri tem razlikujemo 10 razredov:

3.6 4.6 4.8 5.6 6.8 8.8 9.8 10.9 in 12.9.

Vijaki so izdelani iz konstrukcijskih jekel, od razreda 8.8 naprej se poboljšani in kaljeni, razred 12.9 pa je izdelan iz legiranega jekla.

Splošna oznaka **X.Y** pomeni naslednje:

$$X = \frac{R_m}{100}$$

R_m ... minimalna natezna trdnost [MPa oz. N/mm²]

$$Y = 10 \cdot \frac{R_e}{R_m}$$

R_e ... minim. napetost tečenja [MPa oz. N/mm²],

lahko bi uporabili tudi oznako $R_{p0,2}$

Primer 1 - vijak s podatki:

$R_m = 600 \text{ N/mm}^2$ in $R_e = 480 \text{ N/mm}^2$

ima oznako trdnostnega razreda 6.8

Kadar preverjamo **ustreznost** izbranega **trdnostnega razreda**, se poslužujemo obratnih formul:

$$R_m = 100 \cdot X \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$R_e = R_m \cdot Y/10 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Primer 2 - pri vijaku z oznako trdnostnega razreda materiala **4.6** ugotovimo $X = 4$ in $Y = 6$, nato pa izračunamo $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ in $R_e = 240 \text{ N/mm}^2$.

Če pa **določimo trdnostni razred vijaka** na osnovi izračunane dopustne napetosti, obrnemo formule:

- najprej iz dopustne napetosti določimo R_e

- nato izberemo X in s tem določimo R_m

- nazadnje izračunamo še Y

Primer 3 - izračunali smo, da je najmanjša dopustna normalna napetost enaka $\sigma_{\text{ndop}} = 250 \text{ N/mm}^2$.

Privijali bomo brez obremenitve, zato velja

$$\sigma_{\text{ndop}} = 0,8 \cdot R_e \text{ in } R_e = 1,25 \cdot \sigma_{\text{ndop}} = 312,5 \text{ N/mm}^2$$

Predpostavimo $X = 4$ in torej $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$

Izračunamo $Y = 7,8$ in ga zaokrožimo na 8

Rezultat: izberemo trdnostni razred vijaka 4.8

Posameznemu trdnostnemu razredu vijaka ustrezajo tudi ustrezni **trdnostni razredi matice**, ki je enak številki X . **Primer**: Trdnostnemu razredu vijaka 4.6 ustreza matica s trdnostnim razredom 4.

Vijak - zavarovanje proti odvijanju **Standardni navoji** vijačnih zvez **so** praviloma **samozaporni**. Pri mirujoči obremenitvi je zato trenje med navojem matice in vijaka dovolj veliko, da se zveza ne more zrahljati in odviti.

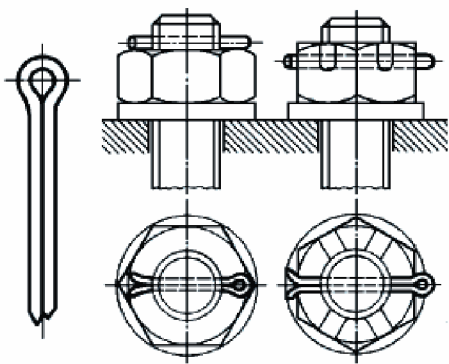
Kljub temu se lahko zaradi **dodatnih obremenitev, treslajev** in podobno pojavijo dinamične obremenitve, matica popusti in se odvijne.

O varovanju vijačnih zvez proti odvijanju je potrebno razmišljati predvsem v primerih:

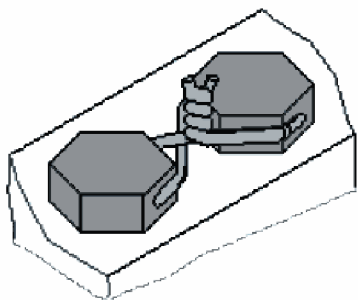
- ko se **konstrukcija GIBLJE** (vozila, žerjavi), kar povzroča neugodne dinamične obremenitve
- kadar pričakujemo **dodatne DINAMIČNE obremenitve**
- pri vijačnih zvezah **z ohlapnim ujemom** je verjetnost odvijanja seveda večja (glej geslo Navoji - standardizacija)

Zrahljanje zveze preprečimo **z varovalnimi elementi**, poznamo **3 načine varovanja** proti odvitju:

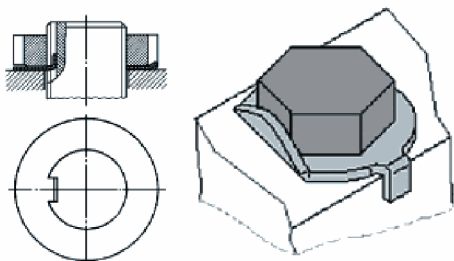
- Mehanična varovanja**, ki preprečujejo odvitje matice:
 - običajna ali kronska matica z razcepko



- zavarovanje z žico

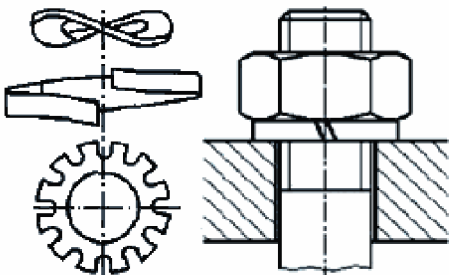


- posebej oblikovana varovalna podložka z enim privihom (steblo vijaka ima utor) ali z dvema privihoma (desno)

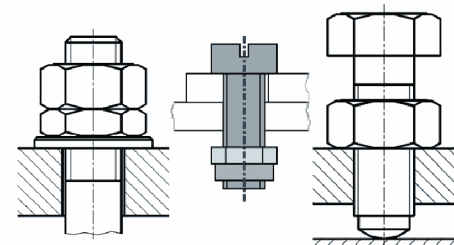


2. Torna varovanja, ki povečujejo tlak med navojem vijaka in matice:

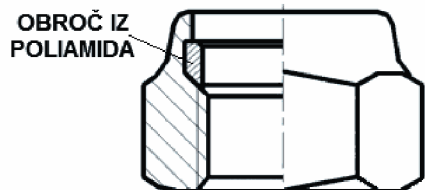
- vzmetna ali nazobčana podložka



- varovanje z dvema maticama (uporaba varnostne matice - tako lahko zavarujemo tudi neobremenjene vijake zveze) ali s protimatico (matico zatvegujemo v smeri odvijanja)



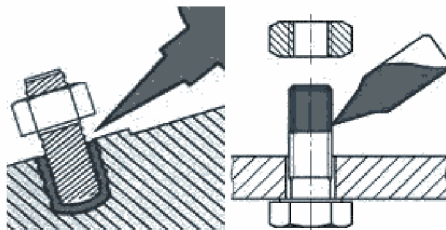
- samovarovalna matica s plastičnim vložkom



- seveda je možnosti še veliko

3. Varovanje s kemičnimi sredstvi (načelo šibkega lepljenja): anaerobna lepila (delovati začnejo v brezračnem prostoru), lepljive obloge in

lepljivi trakovi:

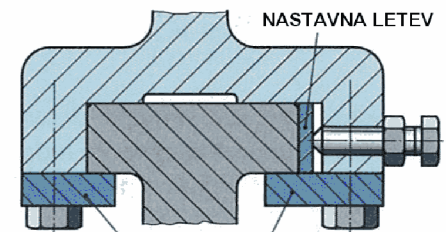


Vodila za premočrtno gibanje Značilni elementi obdelovalnih strojev, od katerih je odvisna kvaliteta stroja. Pri veliko mehatskih sistemih je zahtevano, da se delni sistemi premočrtno gibajo v ozko določenih mejah in z visoko natančnostjo. Za vzdrževanje vodil je potrebno poznavanje geometričnih toleranc, ustreznega načina kontrole, mazanja in natančnih obdelovalnih postopkov. Prim. strganje. Del.:

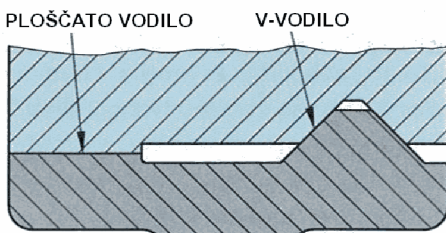
a) **DRSNA vodila** so sestavljena iz **DRSNIKA** (gibajoči del) in **PODSTAVKA** (del, po katerem se giblje drsnik). V osnovi so drsna vodila:

- valjasta (okrogla), ki jih pogosto imenujemo tudi **pinole**
- prizmatična (trikotna, V-vodila),
- ploščata in
- klinasta.

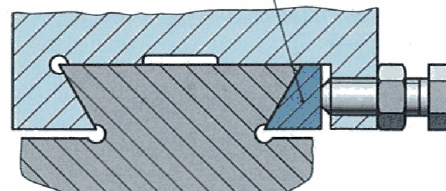
Te osnovne oblike redkokdaj uporabljamo samostojno. Večinoma jih med seboj kombiniramo:



DRŽALNI LETVI
Ploščato vodilo

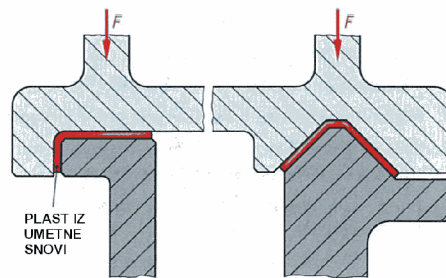


PLOŠČATO VODILO
Kombinirano vodilo
NASTAVNA LETEV

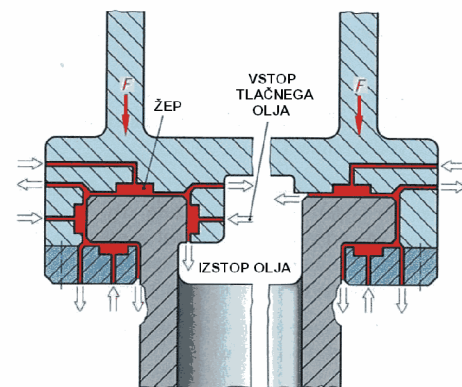


Vodilo v obliki lastovičjega repa

Trenje zmanjšujemo z oblogami iz umetnih snovi (npr. s teflonom) ali s hidrostatičnim mazanjem:



Obložene vodilne tirnice



Hidrostaticčno mazanje

Hidrostaticčna vodila se uporabljajo tam, kjer želimo imeti gibanje drsnika brez trenja in s tem brez obrabe. V drsniki so vgrajeni bazeni, v katere dovaja črpalka olje pod velikim tlakom, da se drsnik dvigne in olje izteka. Ker je med drsnikom in podstavkom vedno olje, ni kovinskega dotika in nobene obrabe.

S hidrostatičnimi vodili je mogoče doseči izredno natančno pozicioniranje, tudi togost vodil je velika. Zaradi visoke cene pa se v praksi redko uporabljajo.

b) **KOTALNA vodila**, ki za premočrtno gibanje up. kot kotalne elemente kroglice (pri manjših obremenitvah), iglice (pri večjih obremenitvah) itd.

Vodilo

1. Del naprave, stroja, orodja, po katerem se kaj premika, drsi v določeni smeri. Npr. ~ za vrh.

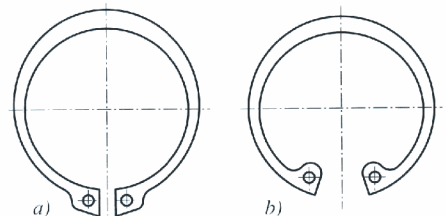
2. Priprava za vodenje (premo, v krog ali v krivulji), krmilo (npr. pri biciklu). Tudi priprava, ki daje nekemu drugemu sestavnemu delu zeleno smer (npr. roka - spodnje prečno vodilo pri obseh vozila).

2. V računalništvu je povezava za prenos podatkov. Glej Računalniško vodilo.

Vponka Glej Zaskočne zveze.

Vskočnik Strojni element, ki se uporablja za zavarovanje proti osnemu premiku. Vskočniki so izdelani iz vzmetnega jekla.

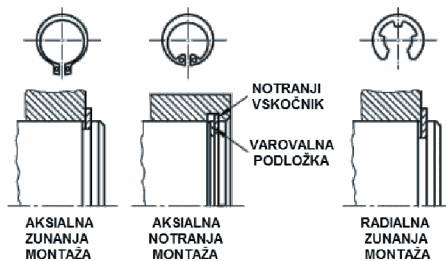
Poznamo zunanje in notranje vskočnike:



Zunanji (a) in notranji vskočnik (b)

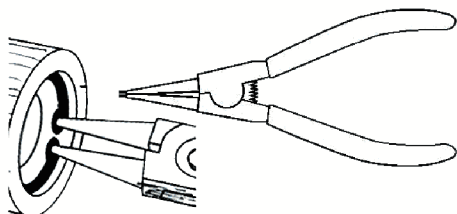


Primeri uporabe vskočnikov



Notranja, zunanja, aksialna, radialna montaža

Po svojem izumitelju se vskočnik imenuje tudi **Seegerjev obroč** (Willy Seeger 1917, prijava patenta Hugo Heiermann 1927), v žargonu pa ga mu pogosto pravimo šprenging. Za montažo / demontažo vskočnikov se up. kleščice za Seegerjeve obročke, za vskočnike oz. za varovalke (notranje, zunanje, ravne, ukrivljene).



Razl.: **koničaste klešče** (podaljšane, prijemalne - "špiccange"), **okrogle klešče** (za zvijanje žic).

Whitworthov navoj Prvi nacionalni standardni vijčni navoj na svetu, ki je omogočil serijsko proizvodnjo, s tem pa znižanje cen ob hkratnem dvigu kvalitete mnogih naprav. Specificiral ga je Sir Joseph Whitworth leta 1841.

Danes obstajajo 3 vrste standardov za Whitworthove navoje: British Standard Whitworth (BSW), British Standard Fine thread (BSF) in British Standard Cycle (BSC ali BSCy).

Posebnost Whitworthovega navoja je **OZNAKA**. Oznaki R namreč sledi **številka v colah**, ki pa **ni enaka imenskemu premeru zunanjega navoja**.

Razlog: na začetku dvajsetega stoletja so se vse mere nanašale na notranje premere cevi, med drugim tudi zaradi kalibrov pri strelnem orožju.

Colska cev (1") je tedaj imela **svetli premer 25,4 mm**. Ob takratnem stanju kvalitete jekel je ta cev imela standardni zunanji premer približno 33 mm. Najpomembnejši so bili navoji na zunanjem premeru cevi (cevi praviloma privijamo z zunanjim navojem), zato so **zunanjemu navoju** takratne colske cevi (svetli premer 25,4 mm, imenski premer ~33 mm) rekli - **colski navoj 1"**. Navoj, ki se je nanj privil, pa so imenovali **notranji colski navoj 1"**.

Oznaka R 1 takrat torej ni pomenila, da je imenski premer tega navoja enak 1" (1 cola - 25,4 mm), temveč je pomenila, da se ta zunanji navoj nahaja na cevi z notranjim premerom cevi 1". Imenski premer tega navoja pa je med 32,89 in 33,25 mm.

Ko se je kasneje kvaliteta jekel izboljševala, so se stanjšale tudi debeline sten cevi. Naprave za izdelovanje navojev so ostale enake, zato so zunanji navoji ostali enaki, notranji premeri cevi pa so se povečevali. V današnji toplotni in sanitarni tehniki zato številka poleg oznake R **ne ustreza nobeni meri več**, colske cevi pa so po novih standardih (npr. DIN EN ISO 228-1) definirane metrično.

Kljub temu so navade ostale in se ohranjajo. Če npr. najdemo cev z zunanjim premerom ~ 33 mm, je ta cev v naših glavah še vedno **"enocolska cev"** in se kot takšna tudi uporablja pri komunikaciji.

Pregled zunanjih premerov "colskih" cevi [mm]:

1/16	7,72	1/8	9,73	1/4	13,12	3/8	16,66
1/2	20,96	5/8	22,91	3/4	26,44	7/8	30,20
1	33,25	1 1/8	37,90	1 1/4	41,91	1 1/2	47,80
1 3/4	53,75	2	59,61	2 1/4	65,71	2 1/2	75,18
2 3/4	81,53	3	87,88	3 1/2	100,33	4	113,03
4 1/2	125,73	5	138,43	5 1/2	151,13	6	163,80

Prim. Navoji - standardizacija.

Zagozda Proti enemu koncu **zožujoč** se kos kovine **pravokotnega prereza**, ki služi kot **razstavljiva zveza** dveh strojnih delov. Največkrat **leži v utoru** med pestom in gredjo. Nagib zagozde je običajno 1:100, lahko pa znaša tudi do 1:10.

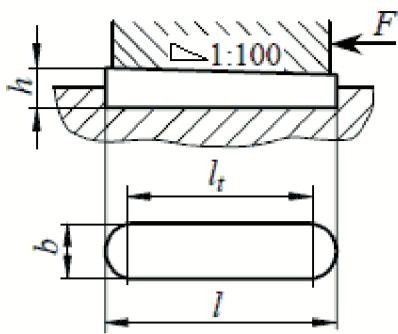
Zagozde **prenašajo tudi sunkovito in izmenično obremenitev**. Z njimi **zavarujemo gred in pesto**:

- proti medsebojnemu **zasuku** in
- proti **osnemu pomiku**.

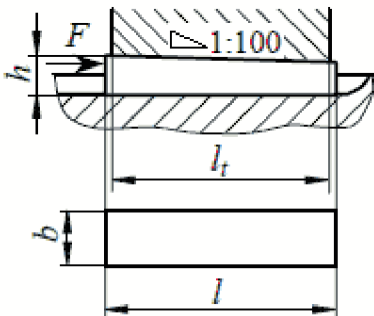
Obenem zagozda omogoča tudi prenos vrtilnega momenta.

VRSTE ZAGOZD:

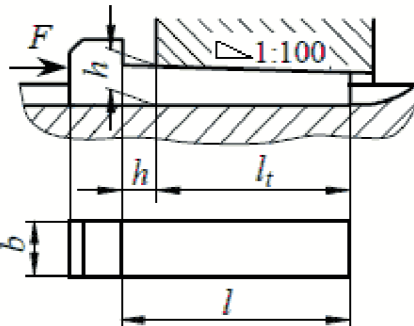
a) **Vzdolžne** oz. **transmisijske** zagozde, ki ležijo vzporedno z osjo predmetov: **vložne**, **zabijalne**, **bradate**, **ploske**, **žlebaste** in **tangencialne** zagozde. Primerne so za pritrjevanje koles, ročic in podobnih strojnih delov na gredi in osi.



Vložna zagozda

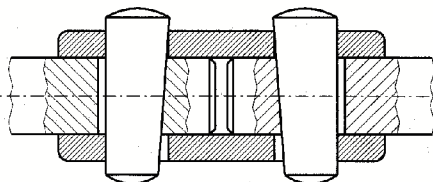


Zabijalna zagozda



Bradata zagozda

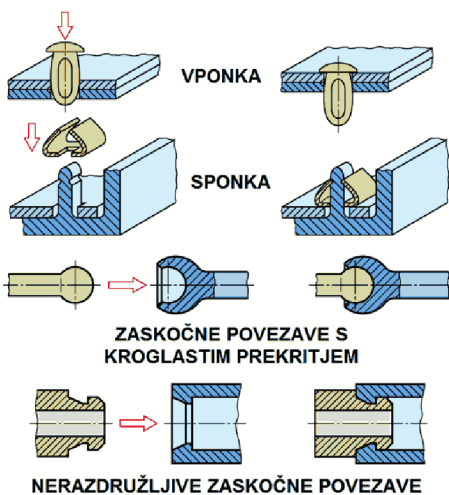
b) **Prečne** zagozde, ki ležijo pravokotno na srednjico ali os predmetov, ki jih vežejo.



Drugi pomen izraza: zagozda je lahko tudi proti enemu koncu **zožujoč** se kos lesa za cepljenje. Prim. **moznik**, **zatič**, **sornik**, **skodla**. Nem. der Keil, nepr. **kajla**. Sin. klin.

Zakov Kovičena zveza - zveza česa s kovico, s kovicami. Prim. **Kovica**, **Kovičenje**.

Zaskočne zveze Zveze, ki nastanejo zaradi elastične deformacije vsaj enega od sestavnih delov. Poznam:



a) **Razdružljive** zaskočne zveze, ki so najpogosteje izdelane iz umetnih mas ali iz vzmetnega

jekla. Pri sestavljanju se vpognejo in nato spet izravnavo.

b) **Nerazdružljive** zaskočne zveze, ki se dosežejo z zaskokom. Uporabljajo se npr. pri kolesnih pokrovih, oblogah, gibljivih mehanizmih ipd.

Zategovalnik Glej Napenjalka.

Zatič Strojni element za spajanje v **trdne** razstavljive zveze, ki ga uporabljamo za:

- **zagotavljanje** (zavarovanje, vzdrževanje) **medsebojne lege**, **centriranje** in **omejitev gibov** strojnih delov (**PRILAGODNI**, **ARETIRNI ZATIČ**); takšna sta tudi zatiča na šuko vtikaču
- **pritrjevanje** (spajanje) v trdne razstavljive zveze dveh ali več strojnih delov (**PRITRDLJNI ZATIČ**)
- **zaščito pred preobremenitvami** strojnih delov; vgrajujemo jih kot **predvideno prelomno mesto**, npr. med pogonskim in delovnim vretenom; pri preobremenitvi se na prelomnem mestu uniči samo zatič (**STRIZNI ZATIČ** - varovalka).

Zatiči največkrat ležijo v predhodno pripravljene izvrtini. **Večinoma niso dosti obremenjeni**, čeprav lahko tudi zatiči prenašajo vrtilna gibanja (npr. z gredi na zobnik, z ročnega kolesa na vreteno itd.).

Glavne **OBLIKE zatičev** so:

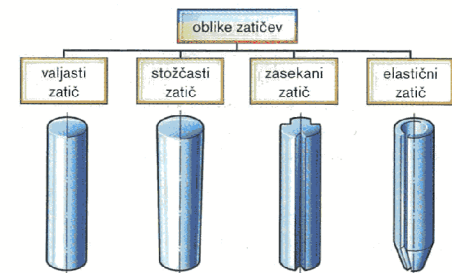
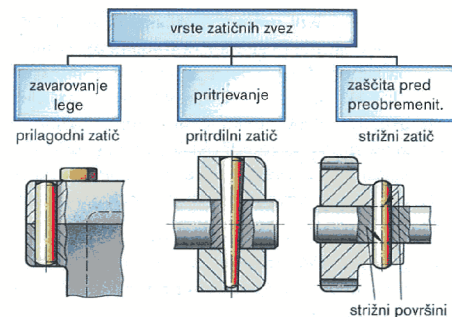
a) **Valjasti (cilindrični)** zatiči:

- če imajo polkrožni končini ter toleranco m6, so namenjeni **natančnemu nastavljanju medsebojne lege**
- če imajo konični končini in toleranco h8, se up. za **povezovanje** in **pritrjevanje**
- zatiče z ravnima končinama in toleranco h11 pa po vgradnji **zatočkamo**

b) **Stožčasti (konični)** zatiči - za natančne nastavitve delov, ki jih moramo večkrat razstaviti. Imajo konus 1: 50. Izvrtine se konično povrtajo.

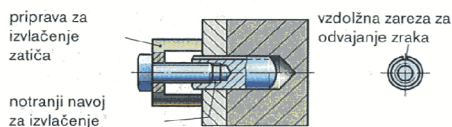
c) **Zasekani** zatiči imajo nadmero pri zvezi z luknjo in se zabijajo podobno kot žebliji v les.

d) **Elastični** (prožni, vzmetni) zatiči so po dolžini prerezane cevi iz vzmetnega jekla. Ker imajo večji premer od luknje, po celotnem obodu pritiskajo na steno. Zato prenašajo tudi dinamične obremenitve.

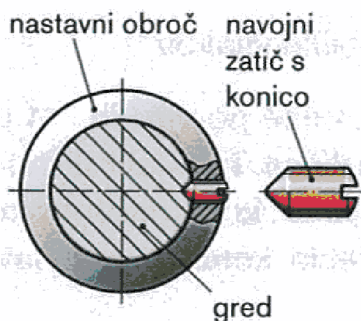


Montaža zatiča: praviloma potrebujemo le kladivo. Z njim zatič zabijemo v pripravljeno izvrtino.

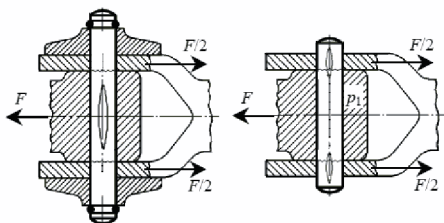
Kadar pri demontaži zatiče ni možno izbijati, vstavljamo **stožčaste zatiče z navojnim čepom** ali **z notranjim navojem**. Take zatiče potem izvlečemo z matico ali s posebno pripravo:



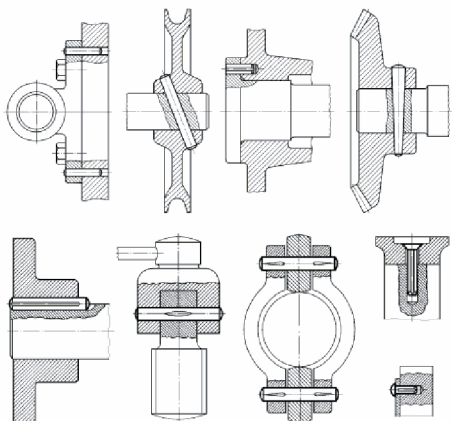
Navojni zatiči (zatični vijaki) imajo vrezan navoj, navadno po celotni dolžini. Uporaba: predvsem za **zavarovanje** lege strojnih delov (nastavnih obročev, ležajnih puš itd.) **proti zavrtitvi**:



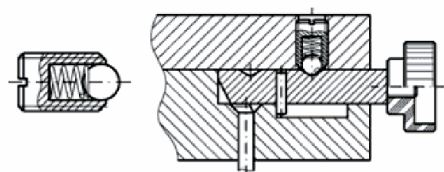
Posebna vrsta zatičev so **členkasti zatiči**, ki se uporabljajo za členke. Z enim členkom ustvarijo **tesen prileg** (na tem mestu so ponavadi zasekani), z drugim členkom pa **ohlap**. Včasih jih težko razlikujemo od sornikov:



Orodjarski zatič je namenjen za pozicioniranje sestavnih delov orodja (imenujemo ga tudi **pozicionirni oz. centrirni zatič**, čep). Primeri uporabe zatičev:



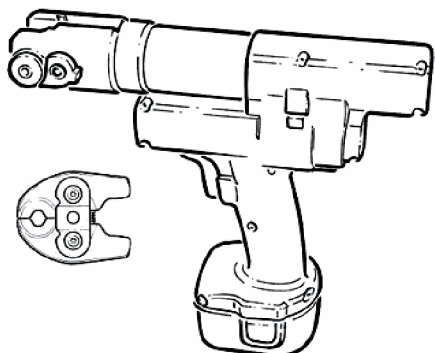
Navojni zatič s kroglico in vzmetjo je namenjen za pozicioniranje strojnih delov z majhno silo (da strojni deli medsebojno zaskočijo):



Večina zatičev je standardiziranih, zato zanje **ne rišemo delavniških risb**. V kosovnicah jih označimo tako, kot določa standard. Nepr.: **štift**.

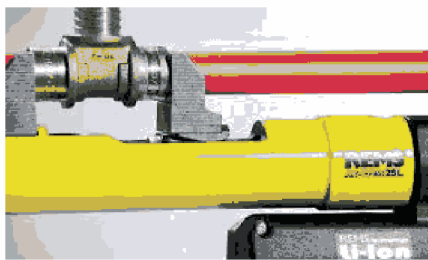
Zatiskovalne klešče Vrste:

a) **Inštalaterske zatiskovalne klešče** za stiskanje fittingov na cevi iz bakra, nerjavnega jekla, stiskanje na večplastne cevi itd.. Klešče so lahko ročne ali akumulatorske, radialne ali aksialne. Čeljusti so zamenljive, zmogljivost od $\phi 10$ pa do preko $\phi 100$ mm.



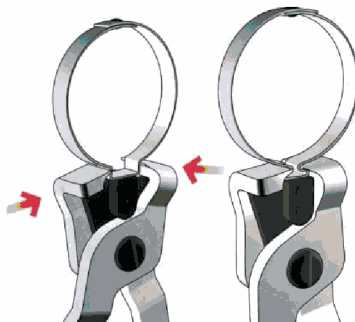
Radialne zatiskovalne klešče se uporabijo,

kadar je ena od cevi radialno razširjena. Klešče so tako izdelane, da z njimi natančno (ne preveč in ne premalo) nakrčimo razširjeno cev na ožjo. Spoj je trden in tesen.

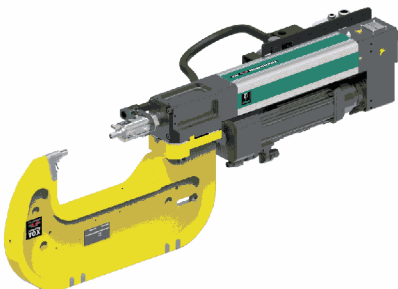


Aksialne zatiskovalne klešče se uporabijo za spajanje, kadar imamo dve cevi, dva prstana in vmesni fitting. Na obe cevi najprej natakemo prstana in ju odmaknemo. Obe cevi nato radialno razširimo. Vanju vtaknemo ustrezen fitting. Nazadnje oba prstana aksialno povlečemo skupaj, pri čemer se cev preoblikuje po fittingu in tako dobimo tesen spoj.

b) **Zatiskovalne klešče** za **objemke**:



c) **Zatiskovalne klešče** (klešče za grezilo kovičene) za **serijsko delo**, npr. v avtomobilski industriji:

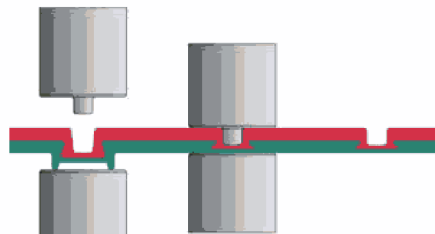


Prim. Spajanje s preoblikovanjem.

Zatiskovanje Dve ali več pločevin se medsebojno spoji tako, da pod vplivom velikih sil proдреjo ena v drugo, se plastično preoblikujejo in se medsebojno nakrčijo. Nastali spoj trdno držita skupaj spreminjena oblika obdelovancev in sila trenja:



V drugi fazi lahko po želji pločevino poravnamo:



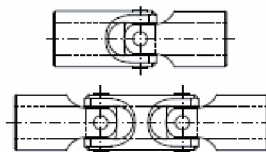
Prednosti tega postopka:

- hiter in gospodaren postopek
- postopek ne zahteva nobenega posebnega pripravljalnega dela, pa tudi nobenega naknadnega dela po opravljenem spajanju
- na spoju ni potrebna zaščita proti koroziji;

- spajanje je brez dovajanja toplote, zato se mehanske lastnosti pločevine ne poslabšajo
- za takšno spajanje ne potrebujemo nobenih veznih elementov, npr. kovic ali vijakov;
- postopek je primeren za povezovanje vseh vrst pločevin; pločevine so lahko brez prevlek, lahko so prevlečene s kovino ali z umetno maso, lahko so tudi sendvič pločevine;
- postopek je primeren tudi za povezovanje pločevin iz različnih gradiv;
- zatiskujemo lahko pločevine z enako ali z različno debelino;
- spoj je možno tudi kontrolirati brez porušitve materiala (npr. merjenje debeline dna spoja), možno je tudi zagotavljati kvaliteto spoja, npr. z računalniško podprto kontrolo tlačnega povezovalnega postopka

Postopek se uporablja tako za ravne pločevine kakor tudi za cevi. Sin. povezovanje s prepletanjem. Prim. Vtiskovanje.

Zgib Naprava, ki **prenaša vrtenje** ene gredi na drugo. Pri tem se lahko nagib med gredema spreminja: kardanski, homokinetični ~. Prim. členek, tečaj. Nepr. zglob.



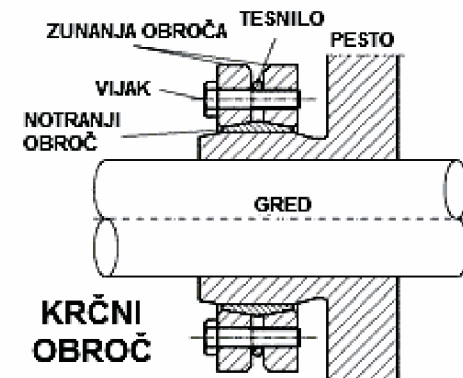
Enojni (zgoraj) in dvojni (spodaj) zgib

Zglob Nedopustno za tehniški jezik, pravilno: členek, tečaj, zgib. Včasih je težko povedati slovensko: kotni, osni, homokinetični, kardanski zgib.

Zveze pesta z gredjo To je vedno razstavljiva zveza. Uporabljamo takšne elemente, ki omogočajo prenašanje vrtilnega momenta in v nekaterih primerih tudi premikanje pesta po gredi. Del.:

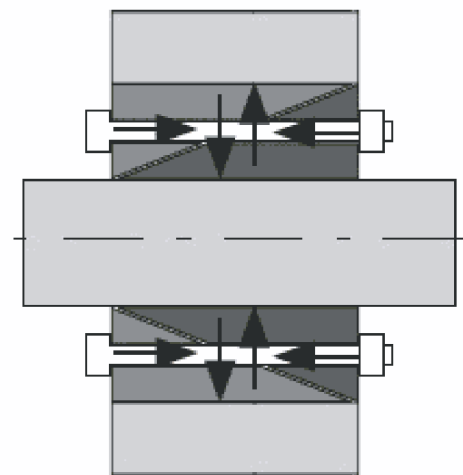
1. Zveze pesta z gredjo **Z OBLIKO (OBLIKOVNE ZVEZE)**: zagozde, moznički, utorne gredi (npr. utorno vreteno pri univerzalni stružnici), **poligonalni čep** itd.

2. Zveze pesta z gredjo **S SILO (TORNE ZVEZE)**: **spenjalna zveza** z gredjo, zveza **s koničnim (stožčastim) nasledom**, zveza **s krčnim obročem**, zveza **z obročnimi zagozdami**, zveza **z elastičnimi elementi**, zveza **s tesnim ujemom**. Zveza **s krčnim obročem**:



KRČNI OBROČ

Zveza **z obročnimi zagozdami**:



**LOČEVANJE - ODREZAVANJE:
VRTANJE, GREZENJE,
POVRTAVANJE,
STRUŽENJE, FREZANJE,
VPENJANJE**

CBN Kubično kristaliziran [borov nitrid](#), ang. Cubic boron Nitride (trgovsko ime: [borazon](#)), [drugi najtrši material](#) (za diamantom). Umetno ga pridobivamo pri 7 GPa in 1.800°C (podobni pogoji kot pri sintetičnih diamantih). Izdelava ploščic iz CBN materiala poteka v 4 fazah:

1. [Sintranje](#) pri 50.000 barih. Osnovno zrno CBN je manjše od 1 µm, vezivo pa je posebna vrsta keramike. Tako dobimo rondelo.
2. Rondelo z žično erozijo [razrežejo](#) na ploščice.
3. [Lotanje](#) ploščic na držalo noža.
4. [Brušenje](#) rezilnih [robov](#).

Uporaba: za odrezavanje kaljenih jekel trdote 58 do 63 HRC, kjer je bilo brušenje do zdaj edina možna obdelava.

Obstaja tudi druga alotropska modifikacija borovega nitrida - beli grafit, ki je prah.

Pod oznako CBN se v nekaterih literaturah označuje tudi borov karbid, ki je tudi zelo trd in uporaben za odrezavanje (glej geslo Bor).

Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

CVD Kemično nanašanje iz parne faze, ang. Chemical Vapour Deposition. Kemijski nanos temelji na nanašanju prevleke na osnovi [kemoter-mične reakcije](#) med reagenti in materialom prevleke (med paro in nosilnim plinom), ki poteka [na segreti površini](#). Temperatura podlage je 800 - 1.000°C. Nastanejo različne plasti, npr. [TiC](#), [TiN](#) ali [TiCN](#), ki imajo trdoto tudi več kot 4000 HV 0,05. Slabosti CVD tehnologije:

- velika debelina nanešene plasti,
 - zaradi visokih temperatur se kaljeno jeklo zmeha in ga je potrebno ponovno toplotno obdelati,
 - oporečnost procesa oslojevanja (halogenidi).
- Podoben postopek je PACVD - kemijsko napažanje s pomočjo plazme.

Prim. prevlečeni rezalni materiali, oplenitenje.

Diamant [Najtrša naravna snov](#), alotropska modifikacija ogljika, gostota 3,5 kg/dm³. Atomi ogljika tvorijo pravilno tridimenzionalno atomsko mrežo. Vsak atom ogljika je povezan s štirimi drugimi atomi ogljika, ki so razporejeni v ogljišča tetraedra (v središču tetraedra pa je opazovani atom). Diamant ne prevaja električnega toka, saj v strukturi ni prostih elektronov.

Ogljikovi atomi v tej strukturi niso v osnovnem stanju (2s² 2p²), ampak so sp³-hibridizirani, povezujejo jih vezi σ. Tako [stanje je posebej stabilno](#), le pri segrevanju nad 1.500°C brez pristopa zraka preide v grafit.

[95%](#) diamantov se uporabi [za tehnično orodje](#) (rezila, brusila, rezalne plošče, diamantne paste ali suspenzije za lepanje). Vendar [naravni diamant](#) uporabljamo [le v redkih primerih](#) fine obdelave neželeznih kovin, saj je izredno [občutljiv na sunkovite obremenitve](#), ima majhno strižno in upogibno trdnost, je zelo drag.

[Naravni diamanti](#) so večinoma **MONOKRISTALNI**, imajo naslednje lastnosti:

- a) So anizotropni, kar pomeni, da imajo [v različnih smereh različne trdnostne lastnosti](#). To je potrebno upoštevati pri brušenju diamantov, sicer ne dosežemo dobrih rezalnih sposobnosti.
- b) Imajo [veliko trdnost](#) in niso tako občutljivi na udarce. Zaradi tega so primerni tako za [grobo strojno obdelavo](#), kot tudi za [fino obdelavo](#) z vrtnjem in frezanjem.
- c) Orodja iz monokristalnih diamantov uporabljamo tudi za [struženje in poravnavanje brusov](#).

Posamezne kristale diamanta je možno dobiti tudi [sintetično](#) pri zelo visokih temp. (3.000°C) in tlakih (100 kbar), vendar nikoli ne presegajo mase 0,02 g. Sintetična diamantna zrnca nato [sintram](#)o in izdelujemo npr. rezalne ploščice. Takšen material imenujemo **POLIKRISTALEN diamant PKD** in ga uporabljamo predvsem za obdelavo lahkih kovin (aluminij in njegove zlitine), težkih kovin (baker, cink, titan...), plemenitih kovin (platina, zlato, srebro...) in drugih materialov (guma, umetne mase, trdi les...). [Za odrezovanje železnih materialov ni primeren](#), ker se pri visokih temperaturah [poveča afineteta diamanta](#) (ogljika) [do jekla](#). Zato pride

do [difuzijske obrabe](#) in rezalni rob orodja postane neuporaben.

Drugi način izdelave diamanta je [iz plazme meta-na in vodik](#).

Pri odrezavanju diamanta sploh **NE HLADIMO**.

Če je diamant brezbarven in prozoren, ga brusijo v [briljant](#), ki velja za najdragocenejši dragi kamen. Brusimo ga lahko le z drugim diamantom.

Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Emulzija Tekočina, ki je sestavljena iz:

a) **Dveh tekočin, ki se med seboj ne mešata** (npr. [voda in olje](#)), vendar je ena homogeno porazdeljena v drugi.

b) **Stabilizacijskih sredstev**, ki povezujejo vodo in olje. Imenujemo jih [emulgatorji](#).

Emulzije običajno vsebujejo tudi [dezinfekcijska sredstva](#), ki preprečujejo nastanek mikroorganizmov. Zelo očiten znak prevelike količine mikroorganizmov v emulziji je **SMRAD**.

Najbolj enostavno emulzijo si pripravljamo sami pri pomivanju posode: voda + detergent + maščoba iz ostanikov hrane. Zelo pogosto uporabljeni emulziji sta [mleko](#) in razne vrste [krem](#).

Uporaba: hladilna sredstva pri odrezavanju. Prim. olja za hlajenje, dozator, rerahtometer.

Hitrorezo jeklo Močno legirano orodno jeklo, ki ima [visoko trdoto tudi pri povišanih temperaturah](#). Zato se rezalna sposobnost orodij iz hitroreznega jekla ne zmanjša, tudi če se orodje segreje do 500°C. Tej lastnosti pravimo [termalna in poptustna obstojnost](#).

Kratica: HSS (High Speed Steel).

HSS vsebuje [do 2,06% C](#) in [do 30% legirnih elementov](#): vsaj 18 % volframa W, kroma Cr in molibdena Mo. Boljšim vrstam je dodan še vanadij V in kobalt Co. Našteti elementi, razen Co, tvorijo karbide, ki povečujejo obstojnost jekla proti obrabi. Predvsem [Co](#) pa vpliva na visoko temperaturno obstojnost. Če HSS vsebuje vsaj 4,5 % Co, ima tako HSS jeklo zelo dobro temp. obstojnost.

Tehnologija izdelave hitroreznih jekel:

Poznamo [lita](#) in [sintrana](#) hitroreznega jekla.

Litje: med strjevanjem taline v kokili pride do [izcejanja](#), posledica česar je [nehomogena mikrostruk-tura](#) litega hitroreznega jekla.

Nehomogeno mikrostrukturo odpravimo [s sintranjem](#).

Talino [razpršimo s curkom inertnega plina](#) v drobne kapljice, ki se takoj strdijo - tako pridobimo [prah](#). Prah nato nasujemo v kapsule in ga stisnemo pri visokih temperaturah (do 1.300°C) in tlakih (~ 100 MPa). Temu postopku pravimo [izostat-sko stiskanje](#) - HIP, Hot isostatic pressing. Dobimo popolno kemično homogenost in enakomernost mikrostrukture, zato so [sintrana](#) hitroreznega jekla [boljša](#) od litih.

Sledi poseben [postopek poboljšanja](#). Legirne elemente in njihove karbide je potrebno v jeklu čimbolj enakomerno razporediti in [spraviti v trdno raztopino](#). To zahteva [kaljenje pri visokih temperatu-rah](#) 1.200 do 1.300°C, popuščanje pa pri 550°C. Zaradi visokega odstotka ogljika in posebnih legur imajo HSS [ledeburitne karbide](#). Trdota sicer ni tako visoka kot pri karbidnih trdinah, zato pa imajo HSS večjo [žilavost](#) in [odpornost proti udarcem](#).

Uporaba:

Karbidne trdine so močno izpodrinile HSS. Skoraj izključno ga še uporabljamo [pri vrtnanju](#) ([svedri](#), [navojniki](#)) in sorodnih postopkih (stružni in skobeljni noži, [žage](#)) ter pri [frezanju](#) (frezala).

Sin. [HSS](#), brzorezo jeklo. Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Karbidne trdine Zelo učinkovit rezalni material. To so [sintrani materiali z visoko trdoto](#) (višjo od hitroreznih jekel), ki jo obdržijo [tudi pri višjih temperaturah](#) (do 850°C in več, kar je tudi prednost pred HSS). Njihova [trdnost](#) je [nizka](#).

Karbidne trdine vsebujejo :

- [karbide](#) volframa WC, titana TiC, tantala TaC, molibdena Mo₂C, vanadija VC, niobija NbC

- kobalt Co ali nikelj Ni kot [vezivo](#), ki po sintranju zapolni praznine in zato močno veže karbide.

Karbidne trdine **NE VSEBUJEJO ŽELEZA** Fe.

Zaradi velikega števila vrst karbidnih trdin je [stan-](#)

ardizacija problematična. Standard DIN ISO 513 predpisuje osnovne [tri skupine](#), ločene po [črki](#) in [barvi](#):

1. **P (modra barva)** za [žilave materiale z dolgimi odrezki](#) ([jekla](#), jeklena litina, kovano lito železo).
2. **M (rumena barva)** za material, ki se ga [težko strojno obdeluje](#) (železne in neželezne kovine): jekla, odporna proti koroziji, kislinam in toploti; trda in legirana siva litina itd..

3. **K (rdeča barva)** za [trde in krhke materiale](#) s kratkimi odrezki: [siva litina](#), temprana litina, kaljeno jeklo, neželezne kovine in nekovine

Zraven črke navajamo še [karakteristično število](#):

• [višje število](#) pomeni, da ima karbidna trdina visoko trdnost in žilavost, kar omogoča [večje podajalne hitrosti](#),

• [manjše število](#) pomeni, da je možno uporabiti [večjo rezalno hitrost](#), saj je karbidna trdina trša in bolj odporna na obrabo.

Karakteristična števila so od 01 do 50, npr.: P01, P10, P20, P30, P40, P50; M10 do M40 in K01 do K40.

Karbidne trdine za PREOBLIKOVALNA ORODJA označujemo po ISO/TC - 29/726 -1963 [s črko G in številko](#) od 05 do 60, npr. G30.

Dodamo lahko še standardno oznako vrste rezalnega materiala, npr.:

- **HW - P 10** (neprevlečena karbidna trdina, ki večinoma vsebuje wolframov karbid) ali
- **CA - K 10** (keramika, ki večinoma vsebuje aluminijev oksid Al₂O₃)

Karbidne trdine običajno [lotamo](#) (trdo spajkanje) na obdelovalna orodja. Sin. [vidia](#), glej Volfram.

Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Keramika Skupno obče ime za izdelke iz žgane gline. Prim. Glina.

Keramični rezalni materiali Po kemijski sestavi jih lahko [razdelimo na](#):

1. [Oksidno](#) (belo) [keramiko](#): 99,7% Al₂O₃ z majhnim deležem MgO, SiO ali ZnO
2. [Mešano](#) (črno) [keramiko](#) iz Al₂O₃ in različnih kovinskih karbidov in nitridov (TiC, TiN, WC)
3. [Kovinsko keramiko](#), ki poleg Al₂O₃ in kovinskih oksidov ali karbidov vsebuje še čiste kovine: Ni, Mo, Ti, Co.
4. [Neoksidno keramiko](#) na osnovi Si₃N₄.

Izdelujemo jih podobno kot karbidne trdine v obliki ploščic, ki jih [mehanično pritrdimo](#) na držala. Tehnološki proces zajema mokro mletje, sušenje v fini prašek, dodajanje materialov za zaviranje naraščanja zrn, stiskanje pod visokim tlakom, [sintranje](#) v plamenski peči in brušenje.

Keramične ploščice imajo visoko trdoto. Odporne so proti obrabi in kemičnim vplivom [tudi pri zelo visokih temperaturah](#), zato so [rezalne hitrosti](#) lahko zelo [visoke](#). [Težko jih brusimo](#). Lahko jih [obračamo](#) na nožih, tako prihranimo mnogo orodja in sredstev.

So pa keramične ploščice [občutljive na mehanske obremenitve](#) (udarci, upogibi, spreminjanje rezalne hitrosti itd).

Uporaba: zelo fina obdelava jekla, [sive litine](#), barvasti kovin in umetnih mas. Pogoji: [prezezi](#) odrezkov morajo biti [zelo majhni](#).

Sin. oksidne trdine. Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Kermét Sintran material, ki vsebuje tako [keramične](#) kot [kovinske sestavine](#) (**KER** - keramika, **MET** - metal).

Najpomembnejši [keramični material](#) je [titanov nitrid TiN](#). [Vezivo](#) je kovinsko, sestavljata ga dve tretjini [niklja Ni](#) in tretjina [molibdena Mo](#).

Kermeti vsebujejo [tudi karbidne trdine](#), predvsem [titanov TiC](#) in [volframov karbid WC](#). Ker je odstotek [volframovega karbida](#) zelo majhen, imajo kermeti nižjo gostoto, nižjo temperaturno obstojnost, vendar visoko temperaturno razteznost glede na karbidne trdine.

Kermeti so se razvili po drugi svetovni vojni. Japonska je takrat imela prepovedan uvoz kobalta (Co), zato ga je nadomestila z nikljem (Ni).

Njihova slabost je [nizka trdnost](#). Z ustreznimi

Ferdinand Humski

kovinskimi mešanici, z izbiro pravilne granulacije trdnih materialov ter z ustreznim segrevanjem pod velikimi pritiski, se lahko temperaturna odpornost izboljša tako, da so lahko kermeti primerljivi s karbidnimi trdnami vrste **P01, P10, P20** in tudi s karbidnimi trdnami, ki so prevlečene s titanovim nitridom.

Kermeti so uporabni za končno obdelavo jekel z velikimi rezalnimi hitrostmi pri majhnih podajanjih in majhnih globinah rezov. Niso primerni za grobo obdelavo z nestalno globino reza - za obdelavo odlitkov je še vedno primernejša oksidna keramika. Niso primerni za obdelavo aluminija / bakra, ker prihaja do hitrega zgajevanja rezalnih robov in možnosti zvaritve niklja z obdelovancem.

Uporaba: za rezilno orodje. Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja. Nepr. ang. cermet.

Kobalt Težka in zelo redka kovina rdečkasto bele barve, simbol Co, lat. *Cobaltum*. Tališče 1.493°C, gostota 8,9 kg/dm³. Co je zelo krhek, če pa vsebuje nekaj ogljika, ga lahko lahko obdelujemo in varimo. Je zelo magnetičen do 1.150°C.

Uporaba: kot sestavina zlitin za trajne magnete in trde kovine, kot vezivo pri sintranju karbidnih trdin, kot katalizator. Kalijev kobaltov silikat je barvilo pri proizvodnji stekla, keramike in emajlov. Pod vplivom sevanja postane Co radioaktiven, zato se uporablja tudi za obsevanje pri zdravljenju raka stih obolenj in pri nadzoru kvalitete materialov. V legiranih in hitroreznih jeklih Co prispeva k trdoti orodja pri višjih temperaturah. Legura Co s Cr in W pod imenom stelit rabi za izdelavo hitroreznih materialov. Kot čista kovina se Co uporablja zelo redko.

Kot zoženja Kot na stružnem nožu.

Ločevanje Knjižno: postopek, ki povzroči, da kaj ni več skupaj s čim drugim. Npr. ločevane odpadkov, ločiti bombažna vlakna od semena ipd..

Tehnično: po DIN 8588 ločevanje zajema naslednje postopke:

- razdeljevanje, npr. rezanje, trganje, lomljenje ...
- odrezavanje, npr. struženje, brušenje, vrtnanje ...
- odzemanje (odnašanje), npr. plamensko (plazemsko) rezanje, erozija ...
- razstavljanje, npr. odvijanje, iztiskanje ...
- čiščenje, npr. krtačenje, pranje, razmaščevanje

Materiali za brušenje, poliranje in peskanje

Za brušenje uporabljamo naravne in umetno pridobljene materiale, ki jih vežemo s pomočjo različnih veziv v brusne plošče in kamne (sintranje). Brusne plošče iz silicijevega karbida SiC rabijo v glavnem za brušenje SL, karbidnih trdin in raznih trdnih materialov. Elektrokorund Al₂O₃ pa up. za brušenje jekla, jeklene litine in temprane litine. Pogosto se up. tudi borov nitrid in diamant. Naravna sredstva so kremen, smirk in naravni korund.

Paste za brušenje, lepanje in poliranje so iz zelo drobnih zrn brusilnih materialov, pomešanih z oljem, petrolejem, raznimi mastmi in voski.

Za peskanje uporabljamo kremenčev pesek, elektrokorund, bakrovo žilindro, jeklene kroglice, sodo, steklene kroglice, plastični granulati ...

Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Nomogram Diagram, ki nadomešča računanje, ki se uporablja namesto enačbe. Ponavadi iz dveh podatkov dobimo tretji podatek.

Odrezavanje Oblikovanje izdelkov z odvzemanjem (odcepljanjem) majhnih delcev (odrezkov): dolbenje (sekanje, piljenje in strganje), struženje, freziranje, žaganje, vrtnanje, povrtavanje, greženje, brušenje, skobljanje, pehanje, posnemanje itd..

Osnovni pogoj za uspešno odrezavanje je poznavanje teorije rezanja, od tega predvsem geometrija (oblika) rezalnega orodja, koordinatna izhodišča, koordinatni sistemi, materiali za rezilna orodja, obraba in obstojnost.

Razen značilnosti obdelave so pri posameznem odrezovalnem postopku pomembni tudi podatki o:

- pričakovani hrupavosti (gladkosti) površine
- pričakovani natančnosti mere (tolerance)
- pričakovani natančnosti oblike (geometrične tolerance)

Zaradi obsežnosti je odrezavanje razdeljeno na:

1. **Posebna gesla** po posameznih vrstah odrezavanj (struženje, freziranje itd.)
2. **Teorija rezanja - podglavja** z začetno besedo Odrezavanje, po abecednem vrstnem redu:
 - določanje časa obdelave
 - geometrija rezalnega orodja
 - hlajenje in mazanje
 - koordinatna izhodišča
 - koordinatni sistemi
 - materiali za rezilna orodja
 - obraba in obstojnost orodij
 - odrezki: nastanek in oblike
 - posebni postopki obdelave
 - prostostne stopnje
 - režimi obratovanj
 - temperature rezanja
 - vpenjanje in nastavljanje orodij
 - vpenjanje obdelovancev
 - vpenjanje odrezovalnih ploščic
 - vrste gibanj, definicije
 - režimi gibanj, enačbe
3. Priporočljivi vrstni red učenja teorije rezanja

pa je naslednji:

OSNOVNA STOPNJA

- vrste gibanj, definicije
- vrste gibanj, enačbe
- geometrija rezalnega orodja
- materiali za rezilna orodja
- odrezki: nastanek in oblike
- obraba in obstojnost orodij
- temperature rezanja
- hlajenje in mazanje
- režimi obratovanj
- osnovni postopki (struženje, freziranje, vrtnanje in brušenje): naprave, postopki in orodja

NAPREDNA STOPNJA

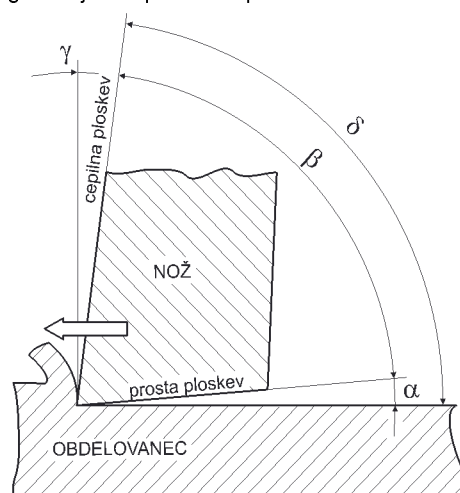
- vpenjanje obdelovancev
- vpenjanje in nastavljanje orodij
- vpenjanje odrezovalnih ploščic
- določanje časa obdelave
- koordinatni sistemi
- posebni postopki obdelave

SPOZNAVANJE CNC OBDELAVE

- koordinatna izhodišča
 - prostostne stopnje
- Sledi poznavanje G kode, višjih programskih jezikov, grafično-interaktivno vnašanje oblik, poznavanje krmilnikov, simulacija, upravljanje-vzdrževanje-posluževanje-kalibriranje CNC in končno: izdelovanje predmetov na CNC strojih.

Odrezavanje - geometrija rezalnega orodja

Najprej moramo razlikovati med ploskvijo in robom. Rezalno orodje reže z robom. Primer podrobnega opisovanja robov in kotov (kot konice noža, nastavni kot) se nahaja pod geslom Struženje. V nadaljevanju pa pogledimo ploskve rezalnega orodja in s ploskvami povezane kote:



Prosta ploskev na rezalnem orodju je tista, ki je obrnjena direktno proti obdelovancu oziroma proti obdelovalni površini.

Cepilna ploskev je ploskev, po kateri drsi odrezek. Obrnjena je v smer relativnega gibanja orodja proti obdelovancu.

Rezalni rob: stik med prosto in cepilno ploskvijo.

Obdelovalna površina: površina na obdelovancu, ki se obdeluje.

KOTE pri odrezavanju delimo na **DVE SKUPINI**:

a) **Koti na orodju** nam določajo obliko rezalnega orodja: kot klina β , kot konice noža ϵ , nagibni kot λ in kot zoženja τ . Nanje moramo biti pozorni pri pritrjevanju na držalo (lotanje, mehansko pritrjevanje) in pri obdelavi orodja (brušenje noža).

b) **Koti pri obdelavi** so odvisni od položaja rezilnega orodja glede na obdelovaneec in jih nastavljamo med obdelavo: prosti kot α , cepilni kot γ in nastavni kot χ . Ti koti omogočajo spreminjanje hitrosti obdelave, temperature rezanja in kvalitete obdelane površine pri istem orodju.

Prosti kot α je kot med prosto ploskvijo in obdelovalno površino. Ima ga vsako orodje, ker prosta ploskev noža ne sme drseti po obdelovalni površini predmeta! Drsenje celotne proste ploskve po že obdelani površini predmeta namreč močno povečuje trenje, to pa otežuje ali celo onemogoči rezanje - nož se lahko celo zatakne!

Kot α je navadno 4 do 8°.

Cepilni kot γ je kot med cepilno ploskvijo in pravokotnico na obdelano ploskev predmeta. Tako se imenuje zato, ker cepi odrezani material. Pri večjem kotu γ je boljše nastajanje odrezka, manjša je sila rezanja in s tem boljša površina obdelovanca. Pri majhnem oz. negativnem cepilnem kotu pa je povečana stabilnost orodja. Za mehkejša materiale je kot γ večji (do 40°), pri trdnih materialih pa je manjši (0 do 10°). Pri grobi obdelavi je lahko kot γ celo negativen (nekje do -10°).

Kot klina β je kot med prosto in cepilno ploskvijo. Je najvažnejši kot. Tako ga imenujemo, ker se klin pri odrezavanju zajeda v material. Iz trdnostnih razlogov naj bi bil čim večji, tudi odvajanje toplote je pri večjem kotu β boljše, vendar prevelik kot β povečuje rezalne sile. Za mehkejša materiale znaša kot β okrog 45°, za trše materiale pa je večji, okrog 80°.

Rezalni kot δ je definiran kot vsota kotov α in β :

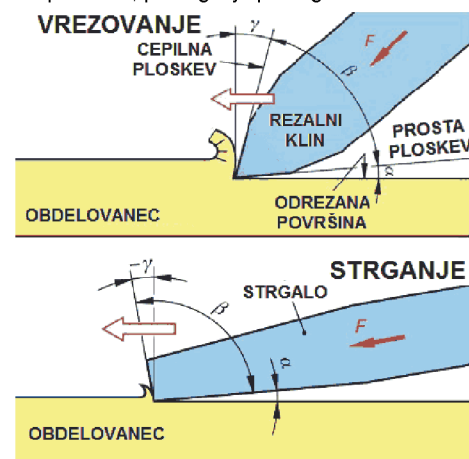
$$\delta = \alpha + \beta$$

Kot konice ϵ , nastavni kot χ (tudi κ) in nagibni kot λ so pojasnjeni pod geslom struženje - geometrija rezalnega orodja.

Na orodjih za odrezavanje poznamo še kot zoženja τ , ki je karakterističen za krožne žage in posebne postopke struženja. Potreben je zato, da se orodje ob straneh ne tare ob obdelovaneec.

Preglednica kotov po abecednem redu grških črk: α - prosti kot, β - kot klina, γ - cepilni kot, δ - rezalni kot, ϵ - kot konice, λ - nagibni kot, χ (tudi κ) - nastavni kot, τ - kot zoženja.

V osnovi ločimo pri odrezavanju dva postopka: vrezovanje in strganje. Pri vrezovanju je cepilni kot pozitiven, pri strganju pa negativen:



Odrezavanje - hlajenje in mazanje S hlajenjem in mazanjem orodja med obdelavo povečamo obstojnost orodja in izboljšamo kvaliteto površine. Ostale naloge hladilne tekočine pa so:

- včasih odstranjevanje odrezke (npr. pri vrtnanju),
- ščiti obdelovaneec pred korozijo in

- maže vodila stroja.

Hlajenje nam omogoča uporabo večjih rezalnih hitrosti pri nespremenjeni obstojnosti orodja. To dosežemo le, če **hladimo pravilno**:

a) Hladilno tekočino moramo dovajati na mesto hlajenja **z enakomernimi in dovolj izdatnimi curki** (pri struženju npr. 8 - 12 l/min). Če hladilna tekočina samo kaplja na mesto hlajenja, se temp. orodja stalno menjava in na orodju se pojavijo **razpoke**.

b) Curek hlad. tekočine moramo usmeriti na hladilno mesto, **preden začnemo rezati** - v nasprotnem primeru se lahko orodje pregreje že pred začetkom hlajenja!

c) Curek tekočine moramo usmeriti na tisto mesto, **kjer nastaja največ toplote**.

NAJPOGOSTEJE up. **HLADILNA SREDSTVA**:

1. **Olja za hlajenje** (mešanje z vodo v **emulzije**)

2. **Rezalna olja**

3. **Petroleji**

4. **Protipožarna hladilna sredstva**

Več o vsakem sredstvu je napisano v istoimenskem geslu. Uporabljajo se tudi razna **sintetična hladilna sredstva**, po navodilih proizvajalcev.

Tudi **čista voda** je hladilno sredstvo. Voda celo **najbolje hladi**, vendar povzroča **korozijo**. Zato so ji sprva dodajali sodo, kasneje pa - emulzije.

Odrezavanje - materiali za rezalna orodja Materiali, iz katerih se izdeluje aktivni del orodja - rezilo. Imenujemo jih tudi rezalni materiali.

Ta material mora ustrezati naslednjim **zahtevam**:

- imeti mora veliko **trdoto**, vsekakor večjo od trdote obdelovanca, sicer rezanje ni mogoče; to trdoto mora obdržati tudi pri visokih temperaturah;
- imeti mora veliko **trdnost** in po možnosti čim večjo **žilavost**, da lahko prenese tudi **vibracije** in **sunkovite obremenitve**;
- čim manjša cena in nagnjenost k obrabi;
- čim manjše **trenje** orodje - obdelovanec
- mora biti **odporen proti koroziji**.

Poznamo predvsem naslednje rezalne materiale:

1. **Orodna in hitrorezna (HSS) jekla**.

2. Najpogostejša uporaba: **karbidne trdine**.

3. Materiali, izdelani po posebnih izdelovalnih postopkih: **rezalna keramika, kermeti, stelitvi**.

4. **Prevlečeni** rezalni materiali: **CVD, PVD**.

5. Polikristalni (najtrši) rezalni materiali: **diamanti PKD** in kubično kristaliziran borov nitrid **CBN**.

6. **Materiali za mnogorezalne postopke** odrezavanja: **brušenje, poliranje in peskanje**.

Glavne skupine rezalnih materialov označujemo po standardu na naslednji način:

BN - polikristalni borov nitrid

CA - keramika, ki večinoma vsebuje aluminijev oksid Al_2O_3

CC - prevlečena rezalna keramika

CM - oksidna keramika z dodatki drugih trdih materialov (mešana keramika)

CN - keramika, ki večinoma vsebuje silicijev nitrid (nitridna keramika)

D - diamant

DP - polikristalni diamant

HC - neprevlečena karbidna trdina

HCI - prevlečena karbidna trdina

HSS - hitrorezno jeklo

HT - neprevlečena karb. trdina, ki večinoma vsebuje titanov karbid ali titanov nitrid (kermeti)

HW - neprevlečena karbidna trdina, ki večinoma vsebuje wolfov karbid

Odrezavanje - obraba in obstojnost orodij

Iščemo kriterije, ki povedo, koliko časa lahko z orodjem delamo, preden ga moramo zaradi obrabljenosti **zamenjati** ali **ponovno naostriti**.

Obrabo povzročajo predvsem naslednji **VPLIVI**:

1. **Mehanska** obraba - zaradi trenja in plastičnih deformacij.

2. **Adhezjska** obraba - iztrganje delčkov orodja.

3. Obraba zaradi **difuzije**, predvsem pri delu s karbidnimi trdinami: železo iz obdelovanca se veže v zmesne kristale z elementi iz karbidne trdine in obratno.

4. Obraba zaradi **oksidacije**, predvsem zaradi po-

višanih temperatur - s tem se poveča afiniteta materiala v orodju do kisika iz zraka. Nastali oksidi na orodju so manj trdi in jih odrezki zlahka odnašajo.

OBLIKE OBRAB orodij:

a) Obraba **na prosti ploskvi** ima obliko pravokotnika širine B, ki ima spodnji rob neraven:

• $B = 0,4 - 0,5$ mm za grobo obdelavo

• $B = 0,1 - 0,2$ mm za fino obdelavo

• če je obrabna ploskev neenakomerno široka, jemljemo za kriterij obrabe približno dvakrat večje vrednosti

b) Obraba **na cepilni ploskvi**:

• obraba **v obliki kotanje** (razlog: velike rezalne hitrosti in visoke temperature)

• **ravna obraba** (podobno kot pri prosti ploskvi) pri manjših rezalnih hitrostih in temperaturah

• **zaokrožitev rezalnega roba**, pri še manjših rezalnih hitrostih

• **oblikovanje zarez** (verjetno temperaturno odvisen pojav)

• **lom orodja** (lom konice ali izpadanje rezalnega materiala)

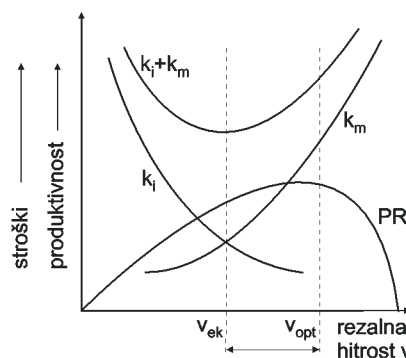
Najustreznejšo rezalno hitrost poskušamo določiti tako, da upoštevamo:

k_1 - izdelavni stroški: plača delavca za strojem,

energija, prostor, nabavna vrednost stroja

k_m - stroški orodja in menjava orodja

PR - produktivnost, npr. število izdelkov na uro



Rezalno hitrost nato izbiramo **v območju največje učinkovitosti**. To je območje med v_{ek} in v_{opt} :

v_{ek} - ekonomska rezalna hitrost (minimalni stroški)

v_{opt} - optimalna rez. hitrost (max. produktivnost)

V območju največje učinkovitosti najpogosteje merimo **čas** učinkovnega dela orodja **med dvema brušenjema**. To je nekakšen standard za merjenje obstojnosti orodja.

Trajanje ostrine na rezalnem robu izražamo v minutah. V praksi uveljavljeni **časi obstojnosti** so:

$T = 60$ min, rezalna hitrost je v_{60}

$T = 240$ min, rezalna hitrost je v_{240}

$T = 480$ min, rezalna hitrost je v_{480}

Iz tabel najpogosteje poiščemo v_{240} . Ko poznamo rezalno hitrost pri kateremkoli času obstojnosti, lahko rezalne hitrosti pri ostalih časih obstojnosti **izračunamo iz razmerja**:

$$v_{60} : v_{240} : v_{480} = 1,26 : 1 : 0,89$$

Prim. obstojnost.

Odrezavanje - odrezki: nastanek in oblike

Na nastajanje odrezka vpliva predvsem:

• **material obdelovanca** (trdnost, trdota, struktura, plastičnost in kemična sestava)

• **material orodja** (trdota, odpornost proti obrabi in žilavost),

• **režim dela** (rezalna hitrost, podajanje, globina rezanja, geometrija orodja, vrsta hlajenja)

Glede na **POVEZANOST** odrezka ločimo:

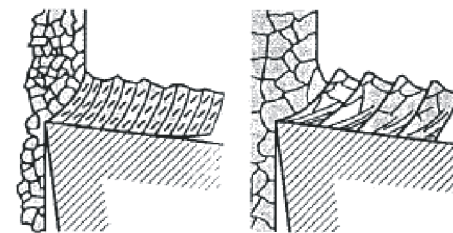
a) **Tekoči odrezek** nastaja pri dovolj veliki hitrosti, pri dovolj plastičnem materialu obdelovanca, pri manjših in srednjih debelinah odrezka. Odrezki so dolgi in razmeroma trdi.

b) **Lamelni** (lameličast) **odrezek** nastaja, kadar so izpolnjeni pogoji za nastanek tekočega odrezka, a je debelina odrezka prevelika. Lamele se še vedno dobro spojene druga z drugo. Zunanja stran odrezka je nazobčana.

c) **Narezani odrezek** nastaja pri manj plastičnem

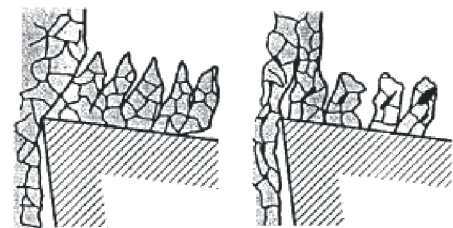
materialu, zato je spoj med lamelami slab. Razpoke se širijo z zunanje strani odrezka precej globoko v notranjost.

d) **Lomljeni odrezek** nastaja pri krhkih materialih z neenakomerno strukturo in vključki. Koščki odrezka niso gladko odrezani, ampak iztrgani, zato je površina obdelovanca močno poškodovana. Posamezni koščki odrezka so povsem nepovezani.



Tekoči odrezek

Lamelni odrezek



Narezani odrezek

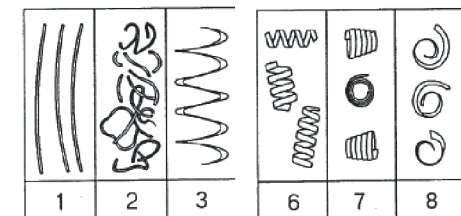
Lomljeni odrezek

OBLIKA ODREZKA je pomembna. **Nezaželeno**:

- **ukrivljanje odrezka proti obdelovancu**, saj lahko odrezek poškoduje površino obdelovanca (sploh pri fini obdelavi).

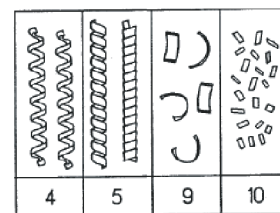
- **dolgi odrezki**, saj povzročajo motnje pri delu in težavo pri transportu.

Za **OCENO PRIMERNOSTI odrezke** običajno **razdelimo v 10 skupin**, vsaka ima predpisano številčno vrednost: **1** - trakovi, **2** - zviti odrezki, **3** - široki dolgi navoji, **4** - ozki odprti navoji, **5** - ozki stisnjeni navoji, **6** - široki kratki navoji, **7** - spirale, **8** - polžasti odrezki, **9** - luske, **10** - drobni odrezki.



Neprimerna oblika

Dobra oblika



Zadovoljiva oblika

Odrezavanje - režimi obratovanj Postopek **določanja režimov obratovanj** pri različnih odrezovalnih strojih poteka **po podobnem zaporedju**:

1. Zbiranje **OSNOVNIH PODATKOV**, npr.:

- dimenzije in material **obdelovanca**

- geometrija (rezalni koti), dimenzije (npr. premeri frezal) in material razpoložljivega **orodja**

- toplotne razmere (vrsta **hlajenja**)

Razen osnovnih podatkov je potrebno upoštevati tudi **posebnosti obdelave**, npr. struženje konusov, notranje okroglo brušenje, istosmerno ali protismerno freziranje itd.. Vse to vpliva na režim obratovanja stroja.

2. Izbor **PRIBLIŽNIH VREDNOSTI** za **REZALNO HITROST** in **PODAJANJE** - brez enačb, le po **PRIPOROČILIH**: iz tabel, iz prospektov proizvajalcev orodij, po izkušnjah.

Zakaj iz priporočil dobimo le **približek** za rezalno hitrost in podajanje:

• ker tabele ponavadi veljajo za obdelavo **brez hlajenja**; če pa med odrezavanjem hladimo,

si lahko privoščimo višje rezalne hitrosti

- ker se pogosto ne da dovolj natančno določiti niti lastnosti obdelovanca (material, topl. obdelava itd.) in niti lastnosti rezilnega orodja (material, geometrija itd.)
 - ker tudi ostali faktorji (posebnosti stroja itd.) lahko močno vplivajo na režim obratovanja.
3. Vse ostale veličine, ki jih še potrebujemo (npr. globina rezanja itd.), izračunamo iz podatkov 1. in 2. ali pa jih preberemo iz nomogramov. Tako dobimo **ZAČETNI REŽIM OBRATOVANJA** konkretnega **OBDELOVALNEGA STROJA**.
4. Obdelovalni stroj nastavimo na začetni režim obratovanja in **ODREZUJEMO PREIZKUSNI OBDELOVANEK**. Ob tem **OPAZUJEMO** in **OCENJUJEMO**: delovanje stroja, kvaliteto površine, vrsto odrezkov, potreben čas za obdelavo itd. Prvi izdelek seveda še posebej natančno primerjamo z zahtevami iz dokumentacije.
5. **KORIGIRAMO** režim obratovanja glede na ugotovitve iz točke 4. in ponovno opazujemo, ocenjujemo obdelavo. Parametre spreminjamo, dokler nismo zadovoljni.

Osnovni primeri določanja režimov obratovanja pri različnih obdelovalnih strojih so:

STRUŽENJE:

Osnovni podatki:

- premer d [mm] in material obdelovanca
- material in rezalni koti rezilnega orodja

Podatki, določeni po priporočilih (TABELA):

- rezalna hitrost v [m/min],
- podajanje na vrtljaj f [mm/vrt]
- priporočljivi koti na orodju in koti pri obdelavi

Začetni režim obratovanja:

- vrtlilna hitrost n [vrt/min], izračunamo iz v in d
- podajanje na vrtljaj f [mm/vrt] že imamo (tabela)
- globina rezanja a [mm] iz $a : f \approx 5 : 1$

FREZANJE:

Osnovni podatki:

- oblika in material obdelovanca
- material, geometrija in št. zob rezilnega orodja
- vrsta freziranja (valjasto protismerno, valjasto istosmerno ali čelno freziranje)
- vrsta orodja (stebelasti frezarji, valjasti ploščati, valjasto-čelni ali glave z noži)

Podatki, določeni po priporočilih:

- rezalna hitrost v [m/min],
- podajanje na eno rezilo frezala f_z [mm/zob],
- število rezil frezala z [zob] in
- globina freziranja a [mm] iz tabele, odvisna je od materiala obdelovanca, podajanja, vrste frezala in rezalne hitrosti

Začetni režim obratovanja:

- vrtlilna hitrost n [vrt/min], izračunamo
- podajalna hitrost f [mm/min], izračunamo iz enačbe $f = f_z \cdot z \cdot n$
- globina freziranja a [mm]

BRUŠENJE:

Pri brušenju ne izbiramo rezalnih hitrosti glede na material, ki ga brusimo! Rezalna hitrost (ki je enaka obodni hitrosti) je odvisna od trdnosti brusa. Na brusu je običajno označena maksimalna hitrost, pri kateri ga lahko uporabljamo. Priporočljivo je, da obodne hitrosti izbiramo po navodilih proizvajalca brusov, **smernice [m/s]** pa so: jeklo 25-45, za rezanje 45 do 80 karbidne trdine ~8, ostenje 12-22, rezanje 45-60 siva litina 22-30, rezanje 45-80 lahke kovine 20-40 in rezanje 60-80

lahke kovine 20-40 in rezanje 60-80

Osnovni podatki:

- oblika in material obdelovanca
- vrsta in premer d [mm] brusa
- obodna hitrost v [m/s], odvisna od trdnosti brusa

Podatki, določeni po priporočilih:

- obodna hitrost v [m/s], odvisna od trdnosti brusa
- Začetni režim obratovanja:**
- VRTILNO HITROST n [vrt/min], izračunamo
- PODAJANJE je odvisno od izbire vrste brušenja (glej geslo Brušenje); običajno je potrebno določiti dve smeri podajanja: Pri brušenju RAVNIH ploskev je lahko vzdolžno v_o [mm/s] in prečno f [mm/vrt] ali vzdolžno v_o [mm/s] in obodno n_o [vrt/min]

Pri brušenju ROTACIJSKIH ploskev

obodna hitrost obdelovanca v_o [mm/s] ali

v_o [mm/s] in vzdolžno podajanje f [mm/vrt]

Izbira podajalnih hitrosti je odvisna od zahtevane kakovosti površin in od segrevanja obdelovanca. Pri čezmernem segrevanju obdelovanca namreč pride do deformacije obdelovanca in s tem do nenatančnosti. Upoštevam priporočila proizvajalca. Smernice za v_o znašajo 200 do 1.200 mm/s, smernice za f pa:

grobo brušenje 10-20 [mm/vrt] oz do 0,8 · B

fino brušenje 1-2 [mm/vrt] oz 0,3 · B

najfinešje brušenje 0,2 [mm/vrt] oz 0,1 · B

Pri tem je B debelina brusa v [mm].

- GLOBINA REZANJA a [mm] je odvisna od zrnatosti brusa in jo izbiramo izkustveno ali iz tabel glede na material obdelovanca in način brušenja. Znaša nekje od 0,005 do 0,06 mm.

ŽAGANJE:

Pri **ročnem žaganju** je potrebno pravilno izbrati žagin list in nato žagamo s 50-60 gibi na minuto. Pri **strojnem žaganju** je prav tako najprej potrebno izbrati pravilno **obliko** in **material rezil** glede na:

- Material obdelovanca** (tudi delitev zob je od tega odvisna).
- Obliko obdelovanca**, npr. debelina profila, tankostenske cevi ipd.
- Obliko reza**: za ukrivljene reze potrebujemo zelo žilave tračne liste.

Rezalne hitrosti [m/min] izbiramo iz izkustvenih tabel proizvajalcev. Hitrosti so večje pri:

- tanjših obdelovancih,
- mehkih obdelovancih kakor pri trdih jeklih,
- neželeznih (med, bron), sploh pri lahkih kovinah,
- boljši kvaliteti žaginskih listov in rezilnih robov,
- krožnih kot pri tračnih žagah, ki so spet večje kot pri segmentnih žagah

Hitroreznе tračne žage naj imajo za konstrukcijska jekla rezalne hitrosti 30 - 50 m/min, za brone in med ~ 120 m/min, za lahke kovine celo 300 m/min ter še višje za plastiko ali les. Žage pogosto nimajo na voljo veliko rezalnih hitrosti.

Podajanje [mm/min] nastavljam po občutku, saj literatura ne daje zanesljivih podatkov. Razen tega na mnogih žagah ni mogoče iz nastavitve sklepati, kolikšno je podajanje. Potreben čas žaganja zato običajno ne izračunavamo, temveč izmerimo. Orientacijske vrednosti za podajanje [mm/min] so: siva litina 20-50, jeklo 30-50, med, broni in lahke kovine 100-300.

VRTANJE:

Osnovni podatki:

- oblika in material obdelovanca
- material in premer svedra

Podatki, določeni po priporočilih:

- rezalna hitrost v [mm/s], izbira iz tabel (odvisno od materiala obdelovanca in materiala orodja)
- podajanje na vrtljaj f [mm/vrt], izbira iz tabel (odvisno od materiala obdelovanca, od materiala orodja in od premera svedra)

Začetni režim obratovanja:

- vrtlilna hitrost n [vrt/min], izračunamo, včasih preberemo direktno iz tabel
- podajanje na vrtljaj f [mm/vrt]

Odrezavanje - temperature rezanja Pri obdelavi z odrezavanjem nastaja toplota:

- zato, ker se mehanično delo, potrebno za rezanje, skoraj v celoti pretvarja v toploto,
- zaradi trenja med odrezkom in nožem.

Nastala toplota segreva obdelovanec, orodje in odrezek ter se prek njih tudi odvaja. Največ toplote se odvaja z **odrezkom** (~75%), nato z **orodjem** (~20%) in najmanj z **obdelovancem** (~5%). Nastala toplota praviloma ne vpliva na kvaliteto obdelave, le pri zelo majhnih obdelovancih in pri brušenju lahko povzroča deformacije. Segrevanje odrezka je lahko celo ugodno, saj se zmanjšajo potrebne rezalne sile.

Najpomembnejši **ŠKODLJIVI VPLIVI TOPLOTE**:

- Vroči odrezki so lahko **nevarni za delavca**.
- Toplota zelo **škodljivo vpliva na orodje**. **Trdota** orodnih materialov namreč z **višanjem temperature pada**, zato se **zmanjša obstojnost orodja**.

- **orodna jekla** obdržijo svojo trdnost do $\sim 250^\circ\text{C}$
- **hitroreznna jekla** obdržijo trdnost do $\sim 600^\circ\text{C}$
- **karbidne trdine** obdržijo trdnost do $\sim 900^\circ\text{C}$
- **keramične ploščice** prenesejo še višje temp.

Toplota, ki nastaja pri odrezavanju, je v največji meri odvisna od rezalne hitrosti. Zato so tudi temperature orodja višje pri večjih rezalnih hitrostih. Ker pa sodobni obdelovalni stroji delajo z vedno večjimi rezalnimi hitrostmi, moramo nastalo toploto odvajati z uporabo hladilnih sredstev.

Odrezavanje - vrste gibanj, definicije Gibanja, ki ne vplivajo na nastanek odrezkov, imenujemo **POMOŽNA GIBANJA**, npr. premik orodja do točke odrezavanja in vračanje orodja.

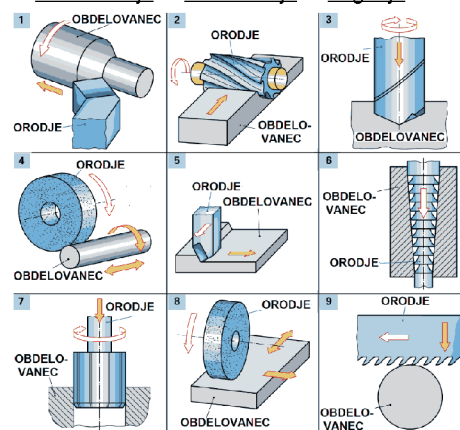
VRSTE GIBANJ OBDELOVANECV in ORODIJ, ki vplivajo na nastanek in obliko odrezkov, pa so: **glavno** (rezalno) gibanje (**krožno** ali **premočrtno**), **podajanje** (pomik) in **nastavitveno** (primitično) gibanje (globina rezanja). Definicije:

- Glavno oz. rezalno gibanje** omogoča tvorbo odrezka. Določa **rezalno hitrost**, ki nam pove, kako hitro nož reže obdelovanec. Rezalna hitrost je relativna hitrost med orodjem in obdelovancem v smeri glavnega gibanja. Opravlja ga lahko **orodje** ali **obdelovanec**.
- Podajanje** oz. **pomik** je gibanje (pomikanje) orodja ali obdelovanca v rez, torej gibanje v **smeri širjenja odrezavanja med obdelavo**.
- Nastavitveno gibanje, primitično gibanje** oz. **globina rezanja** je primaknitev **pred obdelavo**:
 - orodja v obdelovanece ali
 - obdelovanca v orodje
 Med obdelavo ni širjenja odrezavanja v smeri primika! Nastavitveno gibanje določa **globino reza**, ki jo označujemo s črko **a** [mm].

Pri definiciji posameznih vrst obdelav pri odrezavanju je vedno potrebno najprej navesti:

- **kakšno** je glavno gibanje (**krožno**, **premočrtno**)
- katera gibanja opravlja **obdelovanec**
- katera gibanja opravlja **orodje**

Spodnja risba kaže vrste gibanj pri: 1. **Struženju** 2. **Frezanju** 3. **Vrtanju** 4. in 8. **Brušenju** 5. **Pehanju** 6. **Posnemanju** 7. **Povrtavanju** 9. **Žaganju**



Odrezavanje - vrste gibanj, enačbe

Opis posameznih vrst gibanj:

1. ENAČBE PRI GLAVNEM GIBANJU

- KROŽNO** glavno gibanje. Rezalna hitrost izračunamo po enačbi:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1.000}$$

v - rezalna hitrost [m/min], up. tudi oznako v_c

d - premer obdelovanca ali orodja [mm]

n - vrtlilna frekvenca oz vrtlilna hitrost [vrt/min],

pogovorno: vrtljaji, obrati [vrt/min]

NE: število vrtljajev!!!

Pogosto se iz podane rezalne hitrosti in premera obdelovanca izračuna vrtlilna hitrost:

$$n = \frac{1.000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

- PREMOČRTRNO** glavno gibanje. Hitrosti:

v_d - hitrost delovnega giba [m/min]

v_p - hitrost povratnega giba [m/min]

Srednjo rezalno hitrost v_m izrač. po enačbi:

$$v_m = \frac{2 \cdot v_d \cdot v_p}{(v_d + v_p)} \quad [\text{m/min}]$$

v_m potrebujemo pri računanju časa obdelave

2. ENAČBE PRI PODAJANJU

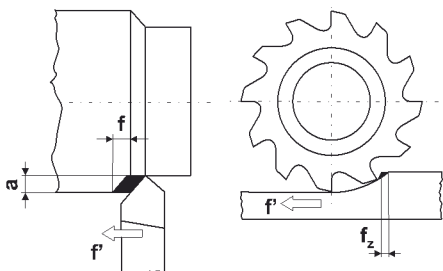
Podajanje OZNAČUJEMO z različnimi črkami:

• z velikim **S** ali **F** [mm] označimo **podajanje kot dolžino delovnega giba**,

• z malim **s'** ali **f'**, tudi z v_f označimo **podajalno hitrost** (hitrost podajanja) v [mm/min] ali [m/s]; oznaki s črtico si najlažje zapomnimo tako: črtica ' lahko pomeni tudi kotno minuto - torej gre za podajanje na minuto

• z malim **s** ali **f** označujemo:

- **podajanje pri enem vrtljaju** [mm/vrtljaj], ki je pot orodja v smeri podajanja pri odrezavanju s krožnim glavnem gibanjem, npr. za vrtanje (pri enem vrtljaju svedra) in struženje (pri enem vrtljaju obdelovanca)



- **podajanje pri enem dvojnem gibu** [mm/gib], ki je pot orodja v smeri podajanja za odrezavanje s premočrtnim glavnim gibanjem, npr. pri pehanju in skobljanju

• z oznako f_z pa označujemo **podajanje na zob** v [mm/zob] ob podanem z [število zob/vrtljaj], npr. pri frezanju.

Posamezne vrste podajanj pri krožnem glavnem gibanju povezujejo enačbe:

$$\begin{aligned} f' &= f \cdot n \\ f' &= f_z \cdot z \cdot n \\ f &= f_z \cdot z \end{aligned}$$

Sin. pomik. Nepr. foršub.

3. ENAČBE PRI GLOBINI REZANJA

Prerez odrezka **A** pri struženju izrač. z enačbo:

$$A = a \cdot f \quad [\text{mm}^2]$$

Zgornja enačba velja le **za eden vrtljaj**, ki pa ga v enačbi ne pišemo. Zato dobi spremenljivka f enoto [mm] namesto običajne merske enote [mm/vrtljaj] in enote v enačbi ustrezajo.

Globino reza določamo predvsem **na osnovni razmerja** med globino reza a in podajanjem f . To razmerje je odvisno predvsem od:

- materiala obdelovanca in
- materiala orodja

in znaša $a : f =$ od 4 : 1 do 13 : 1

POVZETEK:

BESEDE, OZNAKE, MERSKE ENOTE, ENAČBE

KROŽNO GIBANJE

Glavno (rezalno) gibanje

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1.000} \quad n = \frac{1.000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

rezalna hitrost v [m/min]

vrtlilna hitrost, vrtlilna frekvenca (vrtljaji, obrati) n [vrtlj/min]

premer (obdelovanca, orodja) d [mm]

Podajanje (pomik)

$$f' = f \cdot n$$

$$f' = f_z \cdot z \cdot n$$

$$f = f_z \cdot z$$

podajanje na minuto f' [mm/min]

podajanje na vrtljaj f [mm/vrtljaj]

podajanje na zob f_z [mm/zob]

število zob frezala z [število zob/vrtljaj]

Primično (nastavitveno) gibanje $A = a \cdot f$

globina rezanja a [mm]

prerez odrezka A [mm²]

PREMOČRTNO GIBANJE $v_m = \frac{2 \cdot v_d \cdot v_p}{(v_d + v_p)}$

srednja rezalna hitrost

hitrost delovnega giba

hitrost povratnega giba

v_m [m/min]

v_d [m/min]

v_p [m/min]

Odrezek Odrezan drobec, ki je nastal pri odrezavanju: ostružek, rezkanec, skobljanec, opilek, izvrtke itd. Nepr. špena.

Odrezovalna ploščica Glej Rezalna ploščica.

Odrezovanje Glej rezanje. Razl. odrezavanje.

Orodna jekla Jekla za izdelavo orodij. Ta jekla morajo imeti **visoko trdoto v hladnem** in nekatera tudi **v toplem** stanju. Pri odrezavanju se komaj še uporabljajo. Delimo jih na:

- 1. OGLJIKOVA orodna jekla** za delo v hladnem stanju so plemenita jekla s $0,6\% < C < 1,4\%$. Več %C pomeni večjo trdoto, ki po kaljenju znaša 63-67 HRC. Toplotna in druga obdelava (npr. kovanje) je lahko zahtevnejša. V odvisnosti od potrebe po žilavosti nato popuščamo 100 do 300°C. Med orodnimi jekli so ta jekla najcenejša in jih up. le, če ustrezajo zahtevam, npr. za:
 - ročna kladiva, prebijala, orodja za obdelavo lesa (lesni svedri, dleta, rašpe, pile, žage) itd.
 - pri 1% C: orodja za hladno obdelavo jekla in drugih kovin, rezalna orodja, povrtala, svedri, rezkarji, noži in pnevmatska kladiva
 - pri 1,2% C: orodja za rezanje navojev, sekači, dleta, graversko orodje, votlice za vlečenje, orodje za obdelavo najtršega kamna
 - 1,1-1,35% C: za vse vrste pil itd

2. LEGIRANA orodna jekla:

• legirana orodna jekla **za hladno delo**: $0,8\% < C < 1,5\%$, legirana so s **Cr** in **W**; po kaljenju so zelo trda, a manj prožna, tudi manj obstojna pri višjih temperaturah; uporabljajo se za orodja z visoko trdoto pri majhnih rezalnih hitrostih: orodja za rezanje navojev, svedri za les, kovinske žage, noži za obdelavo umetnih mas, za rezanje papirja, kartona, usnja, matrice in patrice za serijsko izdelavo papirnatih izdelkov, kotalni ležaji, posebno trde pile, valji pri hladnem valjanju, merilna orodja, kalibri

• legirana orodna jekla **za toplo in hladno delo**: $0,4\% < C < 0,6\%$, legirana so s **Si**, **W**, **Mo** in **Cr**; Si daje prožnost, W pa **popustno obstojnost**; uporabljajo se pri orodjih, ki se preveč ne segrejejo, zahtevana pa je manjša trdota: pnevmatična orodja, noži za struženje lesa, matrice za vroče stiskanje, prebojna orodja, ročna in pnevmatska dleta, matrice in kalupi za kovanje ter stiskanje v vročem stanju,

• $0,4\% < C < 0,6\%$ **za vroče delo**: $0,3\% < C < 0,6\%$, legirana so s **W**, **V**, **Co**, **Cr**, **Mo** in **Ni**; z W legirana jekla se kalijo v olju, legirana s Cr in Mo pa na zraku; uporaba: utopi za kovanje jekla v vročem stanju, razni trni in votlice za stiskanje kovin v vročem stanju, kalupi za tlačno litje, škarje za rezanje v vročem stanju itd.

• **hitrorezna jekla** (glej posebno geslo)

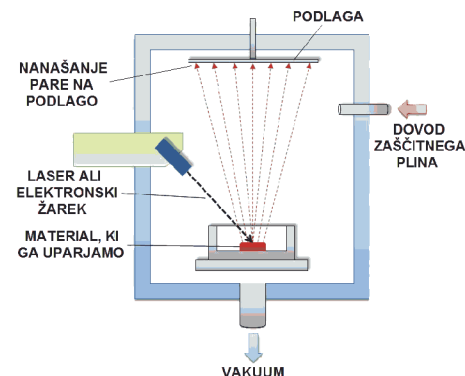
• **nerjavna orodna jekla** (glej posebno geslo)

Prim. Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Orodna plošča Katerakoli plošča, ki je namenjena za orodje, npr. glej risbo pod geslom Brizganje v forme: fiksna vpenjalna, podporna, izmetalna, premična vpenjalna itd..

PKD Polikristalični diamant. Glej geslo Diamant.

PVD Vakuumski postopek fizikalnega nanašanja (depozicije) slojev, **ionska implantacija**, ang. Physical vapour deposition. Material prevleke se nanesne na površino v **atomske**, **molekulske** ali **ionske oblike** preko fizikalnih procesov, kot so izhlapevanje, razprševanje in ionsko nanašanje. Postopek je predvsem primeren za nanašanje **trdih prevlek** na **orodja iz hitroreznega jekla** ipd.



Osnovne faze pri prekrivanju:

- vakuumiranje komore,
- predgrevanje vzorca na $\sim 550^\circ\text{C}$,
- dovajanje argona in **ustvarjanje plazme**,
- ionsko bombardiranje (čiščenje) površine vzorca (podlage),
- uparjanje kovine (običajno titana Ti),
- uvajanje reaktivnega plina (N_2),
- proces depozicije (nanašanje pare na podlago),
- ohlajanje.

Pomanjkljivost procesa je **majhna hitrost nanašanja** (približno $1\mu\text{m}$ na uro).

Mikrostruktura **TIN** je drobnozrnata z velikostjo zrn pod $0,08\mu\text{m}$, debelina prevleke pa je običajno $3\text{...}5\mu\text{m}$.

Prim. prevlečni rezalni materiali, oplemenitenje.

Rezalna hitrost Glej Odrezavanje - vrste gibani, definicije, tudi Odrezavanje - obraba in obstojnost orodij (v_{60} , v_{240} , v_{480}).

Rezalna keramika Glej Keramični rezalni materiali.

Stelita Legura Co s Cr in W. Glej Kobalt.

Vidia Glej gesli Karbidne trdine in Volfram. Beseda izvira iz nemščine: wie Diamant, kar pomeni kot diamant (s tem je mišljena trdota).

Volfram Bleščeča bela težka kovina, ki se da kovati in vleči. Simbol W, lat. *Wolframium*, tališče 3.410°C , gostota $19,3\text{ kg/dm}^3$. Je zelo odporen proti kislinam, pri visoki temperaturi pa reagira s halogeni. Natezna trdnost je odvisna od stopnje deformacije: $750 - 4700\text{ N/mm}^2$. Nad 1650°C ima največjo natezno trdnost od vseh kovin. Specifična upornost $0,053\ \Omega\text{-mm}^2/\text{m}$. Kristalna mreža je prostorsko centrirana kubična rešetka. Volfram je fero- in paramagnetičen.

Uporaba: za žarilne nitke v žarnicah; za proizvodnjo kislinsko obstojnih zlitin, v obliki ferovolframa za legirana in visokovredna hitroreznata jekla, magnetna jekla in jekla za utope, za sintrane karbidne trdine (rezalne ploščice). W jeklu poveča površinsko trdoto, obstojnost in trdnost pri višjih temp., izboljšuje tudi magnetne lastnosti. Zlitina, ki vsebuje volframov karbid in kobalt (vidia) dosega skoraj trdoto diamanta.

VRTANJE, GREZENJE, POVRTAVANJE, VREZOVANJE NAVOJEV

Centrirni sveder Glej Vrtanje. Sin. sredilnik.
Greženje Vrtanju podoben postopek odrezavanja (vrtalni postopek), pri katerem orodje (**grezilo**):

a) **Razširja** že obstoječo izvrtino (**navrtavanje**).
b) **Oblikuje** posebno **profilno obliko** izvrtine:

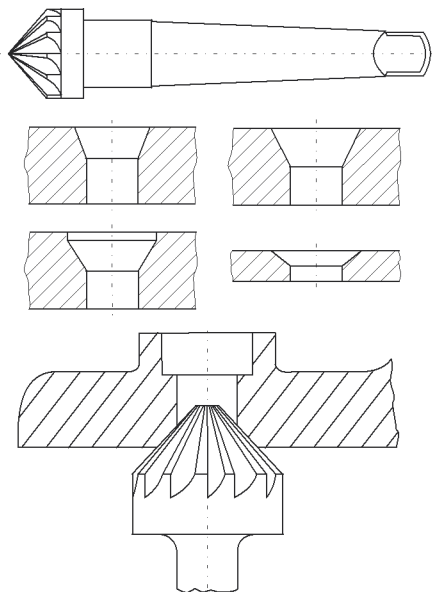
- s **profilnim grezenjem** ustvarimo **stožčasto** obliko ali **posnetje**
- s **stopničastim grezenjem** ustvarimo **valjasto** obliko - "stopničko"

c) **Poravnava ploskev**, ki je pravokotna na os izvrtine (**plano grezenje**).

Dosegljiva **kakovost površine** po **IT** je **8...10**.

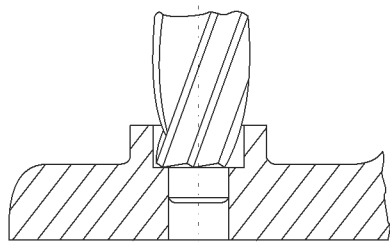
Po osnovni **OBLIKI** so lahko grezila:

1. **Konična** oz. **stožčasta**, ki imajo stožčasti rezalni del s štirimi ali več rezili (so večrezilna orodja). Pravimo jim tudi **oblikovna** grezila. Večja konična grezila nimajo enake delitve med žlebovi, zato **da ne puščajo sledi** v luknji. Konična grezila so lahko **tudi čepna**.



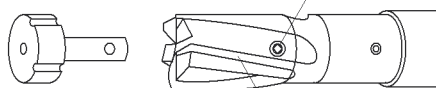
2. **Valjasta**, ki so:

- **čepna** oz. **vratna grezila** (krajša od vijčnih); naloga čepa je, da **grezilo vodi** in **centrira** po že prej izdelani izvrtini; čep je lahko na grezilo nerazstavljivo pritrjen ali pa je **privit** in se lahko glede na premer obstoječe izvrtine tudi zamenja; uporaba: npr. za razširjanje izvrtin za vgreznjene vijake z valjasto glavo:



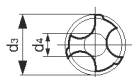
izmenljiv čep

vijak za pritrnitev čepa

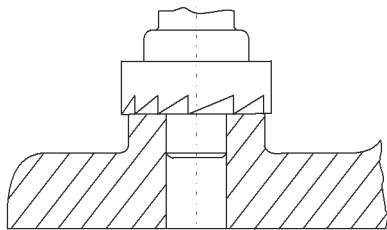


utori-žlebovi

- **vijačna** (daljša): podobna so vijčnemu svedru, le da imajo **več rezil** (za premere do 5 mm so dvorezilna, za večje premere pa imajo 3 ali več rezil) in **ravni zaključek**; sin. **navrtalo**



3. **Čelna**, ki so namenjena planemu grezenju:

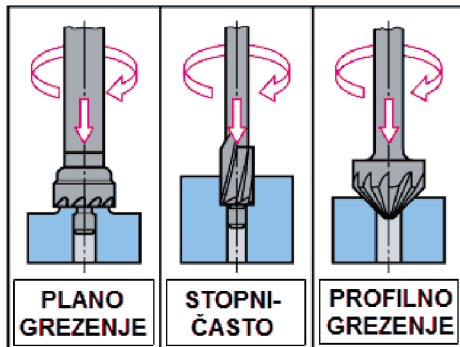


Posebne oblike grezil so:

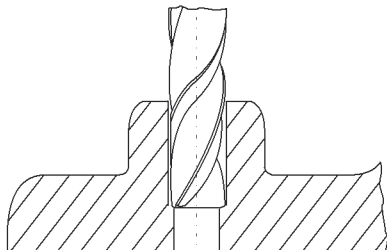
- **natična grezila**, ki jih natikamo na posebne trne; namenjena so za grezenje večjih izvrtin (npr. $\phi 100$ mm); ponavadi imajo 4 rezila; s posebnim varovalom lahko preprečimo zasuk orodja na trnu pri večji obremenitvi,
- **grezila z vstavljenimi stružnimi noži**, ki jih uporabljamo predvsem na koordinatnih vrtalnih strojih; pri tej vrsti grezil vpenjamo stružne nože na posebne držaje.

VRSTE grezenja:

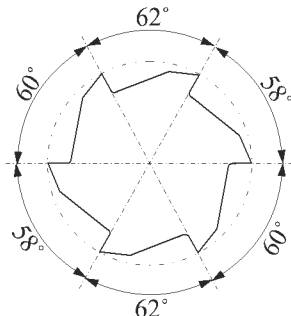
- **plano grezenje** s čelnim grezilom
- **stopničasto grezenje** s čepnimi grezili
- **profilno grezenje** s stožčastimi grezili



- **navrtavanje**: za grobo širjenje izvrtine uporabimo kar navadni vijčni sveder; točnost mere in oblike ter kvaliteto površine pa povečamo z vijčnimi grezili:

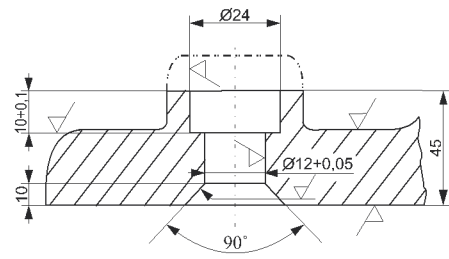


DELITEV MED ŽLEBOVI pri večjih grezilih ni **enakomerna** - zato, da ne puščajo sledi v luknji:

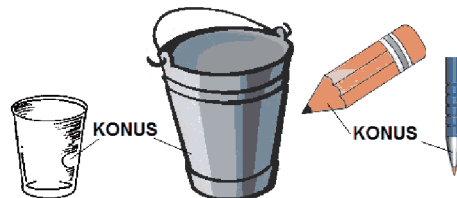


Uporaba: z grezili razvrtamo luknje, v katere zaključimo **kovice**, vstavljamo **vijake z ugreznjeno glavo**, vijake z valjasto glavo itd.. Z grezenjem **praviloma ne zahtevamo posebne kvalitete površine**.

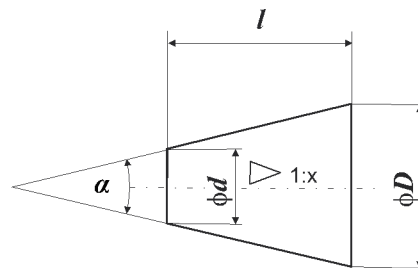
NALOGA - določi pravilno zaporedje tehnoloških operacij za izdelavo predmeta po risbi:



IT Mednarodna standardna **stopnja tolerance** po ISO, kratica iz ang. International Tolerance Grade. Najbolj precizna tolerančna stopnja je O1, najbolj groba pa 18. Podrobneje → geslo Tolerance ISO.
Kirner Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Körner: točkalo). **Zakirnat** = točkati.
Konus Oblika prisekanega stožca:



Koničen - stožčast. Veliko strojnih delov je koničnih: strojni deli orodij (npr. trni), gredi, vretena ipd..



Koničnost običajno izražamo na **DVA NAČINA**:

a) **Z razmerjem** med **premerom širšega dela konusa** in **višino namišljenega stožca**, npr. 1:5, v splošnem 1:x. Opisano **konusno razmerje** je obenem enako razmerju med razliko obeh premerov in višino konusa:

$$\frac{1}{x} = \frac{D - d}{l}$$

Na tehničnih risbah označimo konus z majhnim enakokrakim trikotnikom, ki ga narišemo **nad srednjico**, pred razmerje 1:x, npr.:

▷ 1:3

Kako razumemo (**preberemo**) neko **konkretno konusno razmerje**: za 3 mm dolžine konusa se konus razširi za 1 mm.

Z uporabo kotnih funkcij lahko izračunamo polovični kot vrha namišljenega stožca:

$$\tan \alpha/2 = \frac{D - d}{2 \cdot l} = \frac{1}{2 \cdot x}$$

D - širši premer konusa

d - ožji premer konusa

l - višina (širina) konusa

α - kot vrha namišljenega stožca

b) **S polovičnim kotom** konusa (vrha namišljenega stožca). Praviloma navedemo stopinje, minute in sekunde. Označevanje s polovičnim kotom konusa je **primernejše** v primerih, **kadar konus stružimo z malimi sanmi** - v tem primeru se na stružnici nastavlja prav ta kot in zato **ni treba preračunavati** kota iz podanega razmerja.

Če je potrebno polovični kot izračunati iz razmerja na risbi, tedaj uporabimo zgornjo zvezo med $\tan \alpha/2$ in x, izračunamo $\tan \alpha/2$ in iz tega $\alpha/2$. **Primer**: pri konusnem razmerju 1:5 znaša **polovični kot (kot nagiba)** konusa $\alpha/2 = 5^\circ 42' 38''$.

Konus - standardizacija

Za **KONIČNE DRŽAJE ORODIJ** se up. standardi:

1. **Morse konusi**, oštevilčeni od 0 do 6.

2. **Metrski konusi**, oznake 80 do 200.

3. **Strmi konusi**: ISO 30, 35, 40, 45, 50.

MORSE KONUS je standardizirana oblika konusa (SIST ISO 1119) za vpenjanje orodja: večjih svedrov, povrtal, vpenjalnih glav, trnov, stročnic za

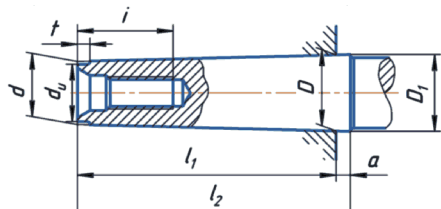
frezala itd. Omogoča **pravilno samocentriranje orodja** in **hitro zamenjavo orodja**, obenem pa **orodju zagotavlja trdnost in oporo**.

Navor se od notranjega dela vretena (pinole) na držaj orodja prenaša **samo s trenjem zaradi pritiska**, oprijemanja.

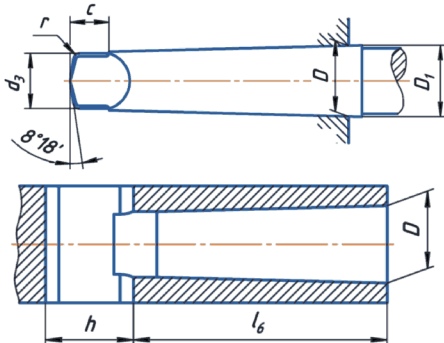
Morse konus ima **7 standardnih velikosti**: od MK0 do MK6, izdelujejo pa se tudi vmesne velikosti in MK7 ter MK8. Na odrezovalnih strojih up. od MK2 do MK6. Premer ročaja je 9 do 63 mm. Izračunano konusno razmerje **ni natančno 1:20** (kot pri metriskem konusu), znaša od 1:19,002 do 1:20,047. Kot nagiba $\alpha/2$ (polovični kot vrha stožca) znaša v povprečju **1°25'43"** do **1°30'26"**.

OBLIKE morse konusa:

1. Oblika **A (orodje)** in **C (puša)** z navojem za pri-
vijanje.



2. Oblika **B (orodje)** in **D (puša)** z razklanim jezičkom za izbijanje.



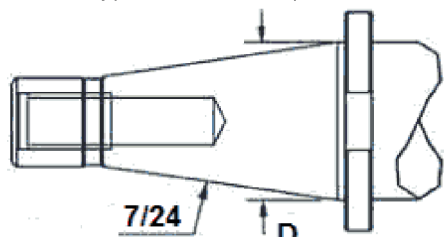
Kako PREPOZNAMO ŠTEVILKO Morse konusa
Izmerimo najširši del puše (D) ali stebra (D₁). Že približne vrednosti zadoščajo za pravilen izbor:

MK0 MK1 MK2 MK3 MK4 MK5 MK6
D ≅ D₁ 9,0 12,1 17,8 23,8 31,3 44,4 63,4

Reducirane puše praviloma nosijo oznako zunan-
njega in notranjega konusa, npr. MK4-MK3.

METRSKI KONUSI ME za premere D (glej risbe pri Morse konusi) od 60 do 200 mm imajo konusno razmerje **točno 1:20**. Kot nagiba $\alpha/2$ (polovični kot vrha stožca) znaša **1°25'56"**. Prepoznavanje je preprosto: oznaka je enaka izmerjenemu D. Npr.: ME 80 ima izmerjen premer D enak 80 mm.

STRMI KONUSI po ISO 7388-1 in DIN 69871 se najpogosteje uporabljajo za **vpenjalne trne** in **pinole** frezalnih strojev. Pri strmih konusih se up. **konusno razmerje 7/24** (številke so mišljene v colah), kar po naših standardih pomeni 7:24 oziroma oznaka konusa ▷ 1:3,428. Izračunamo kot nagiba (polovični kot vrha stožca) $\alpha/2 = 8°17'50"$. Strme konuse označujemo z oznakami ISO 30 do ISO 60. Včasih naletimo tudi na oznako SK (iz nemške besede za strmi konus: Steilkegel, npr. SK 30). ISO številko vpenjalnih trnov prepoznamo, če vsaj približno izmerimo premer D:



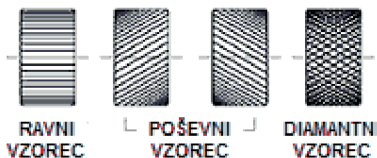
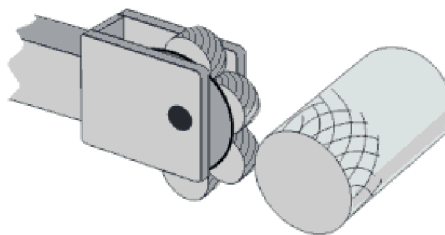
ISO	30	40	45	50	60
D [mm]	31,75	44,75	57,15	69,85	107,95

Morse konus Konus, ki se pogosto uporablja pri vpenjanju orodij v kovinskopredelovalni industriji. Ameriški podjetnik Stephen A. Morse ga je paten-

tiral leta 1864, že leta 1868 pa je zaradi svojih mnogih prednosti sistem že postal standard. Glej Konus - standardizacija. Nem. der Morsekegel, ang. Morse taper.

Stephen A. Morse je izumil tudi vijačni sveder.

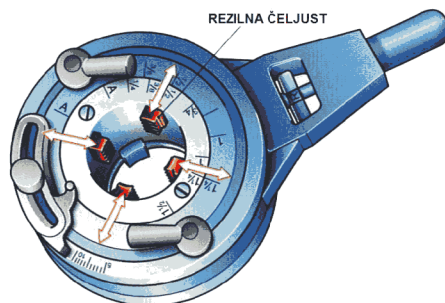
Narebričenje Izdelava vzorcev, najpogosteje na ročajih orodij, za boljši oprijem. Rebričimo praviloma na stružnicah, potrebujemo posebno orodje.



Sin. rebričenje.

Navojna čeljust Orodje za ročno vrezovanje zunan-
njih navojev. Uporablja se za:

- vrezovanje navojev s premerom nad 12 mm,
 - vrezovanje velikih cevnih navojev (npr. R 1/4)
- Navojna čeljust ima radialno nastavljive rezilne čeljusti kar pomeni, da **lahko spreminjamo imenski premer navoja**. Navoje običajno vrezujemo v dveh delovnih fazah: najprej jih nastavimo za **PRIREZOVANJE** in nato še za **DOREZOVANJE**. Vrezujemo lahko tudi **navoje različnih premerov**, ki pa imajo **enak korak navoja P** (glej geslo navoj).

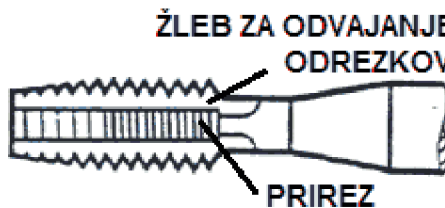


Rezalni material rezilnih čeljusti je hitrorezo jeklo ali karbidne trdine. Prim. Rezalnik navojev.

Navojna matica Matica, ki ima navoj še na svoji zunanji strani. Včasih se izraz uporablja tudi za rezalnik navoja.

Navojni sveder Glej Navojnik.

Navojnik Orodje za vrezovanje notranjih navojev z ročnim ali strojnim vrtnjem. Sin. navojni sveder. Zaradi stožčastega prireza povzročajo navojniki **postopno poglobljanje materiala** do dokončne oblike profila navoja:



VRSTA NAVOJNIKA je odvisna od materiala obdelovanca in od tega, ali je navoj **skožnji** ali **šlep**:
a) Tridelni / dvodelni **STAVEK** oziroma garnitura navojnikov se uporablja za vrezovanje navojev v več stopnjah:

PRIREZOVALNIK 55% - spoznamo ga po **1 obročku** na stebelu (včasih ima številko 1),
POREZOVALNIK 25% ima **2 obročka**,
DOREZOVALNIK 20% **nima obroček**, lahko pa ima **3 obroče**;

V več stopnjah vrezujemo zato, da ne bodo **odrezki preveliki** in da **zmanjšamo sile** na orodje.

CA. 6 ZAVOJEV

1. PRIREZOVALNIK



CA. 4 ZAVOJI

2. POREZOVALNIK



CA. 2 ZAVOJA

3. DOREZOVALNIK



STAVEK TREH ROČNIH NAVOJNIKOV

b) **MATIČNI navojnik** se up. za ročno vrezovanje navoja v **eni delovni fazi** (če je material tanjši od 1,5-kratnika premera navoja).

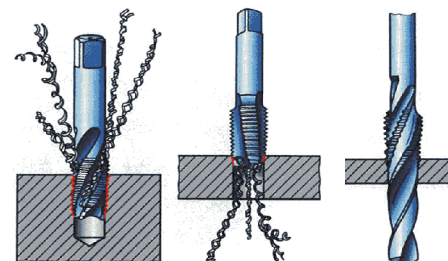
c) **STROJNI navojnik** (navojni sveder) prav tako večinoma vreže navoje v **eni delovni fazi**.

Navojnik z **levim vijačnim žlebom** odvaja odrezke skozi izvrtino navzdol, zato je primeren za **skožnje navojne izvrtine**.

Navojnik z **desnim vijačnim žlebom** **izvleče odrezke iz izvrtine**, zato se up. **pri vrezovanju šlepih** navojnih **izvrtin**. Strojne navojne svedre včasih uporabljamo tudi za ročno vrezovanje navojev v slepe izvrtine.

Navoj dolžine **do največ enkratnega premera navoja** se lahko racionalno izdela s **kombiniranim strojnim navojnikom**.

SLEPE IZVRTINE SKOŽNJE IZVRTINE



ODVAJANJE
ODREZKOV
NAVZGOR

ODVAJANJE
ODREZKOV
NAVZDOL

KOMBINIRANI
STROJNI
NAVOJNIK

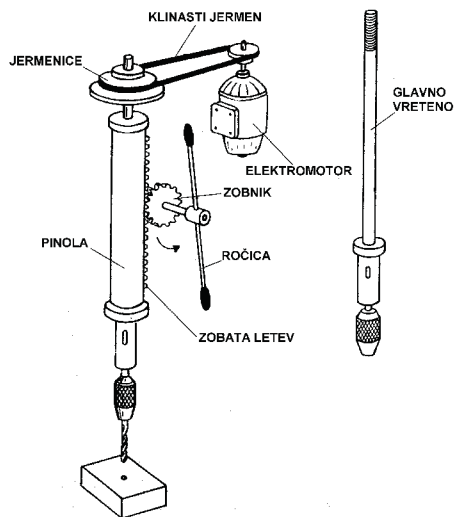
NAVOJNIK Z
DESNIH
VIJAČNIM
ŽLEBOM

NAVOJNIK Z
LEVIH
VIJAČNIM
ŽLEBOM

Navojniki so večinoma izdelani iz **hitroreznega jekla** ali iz **karbidne trdine**. Če se **navojnik odloži**:

- najprej odstranimo odrezke
- nanj potisnemo **odvijalnik**, ki ima zakaljeno pušo s 3 ali 4 jeziki, ki **primejo navojnik za žleb**
- s posebnim držajem nato odvijemo zlomljeni del navojnika iz luknje
- če nimamo odvijalnika, tedaj odlomljeni navojnik zrahljamo s prebijačem, nato pa ga poskušamo odviti s kleščami
- poskušamo lahko tudi z ultrazvočno erozijo, ostali postopki pa so neuspešni, ker preveč poškodujejo obdelovanec ali pa moramo povečati izvrtino (npr. žarjenje navojnikov na mehko in nato izvrtanje ali razsek v luknji)

Pinóla Pri odrezovalnih strojih: **vošlo vreteno**, v katerega se vpenja orodje. Obenem je pinola narejena kot **valjasto vodilo**, da omogoča osni pomik orodja. Primer - namizni vrtni stroj:



Preko pinole se **prenaša navor** ali **sila** na vpeto orodje. Prenos navora na pinolo je zobniški, jermenski itd. Radialne in aksiane obremenitve prevzamejo ustrezni ležaji.

Najpogostejše uporabe pinole:

- pri **konjičku stružnice** vanjo vložimo konico,
- pri **vrtilnih strojih** vanjo vložimo glavno vreteno,
- pri **frezalnem stroju** vanjo vložimo trn za orodje ali orodje direktno.

Razen pri odrezovalnih se pinola pojavlja tudi pri nekaterih drugih strojih - glej Globoki vlek.

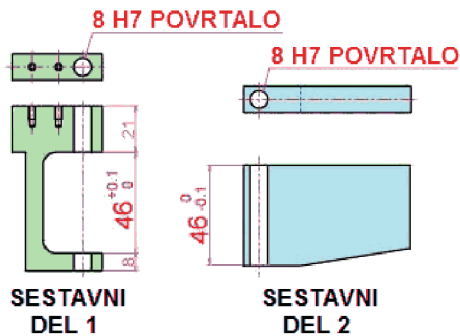
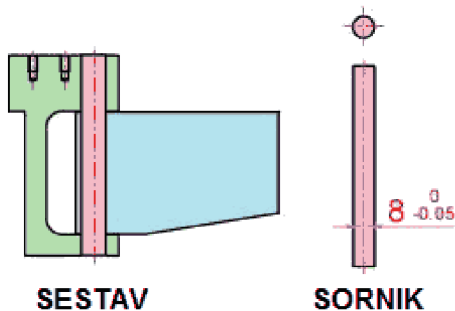
Ovalna oblika pinole omogoča pravilno **samocentriranje** in **hitro menjavo orodja**, obenem pa orodju zagotavlja trdnost in oporo. **Izvrtnina** pinole je standardizirana, ponavadi se uporablja **Morse** ali **strmi konus**. Sin. valjasto vodilo, delovno vreteno, votla gred, tulec, valjček. Prim. Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij. Ang. sleeve, nem. die Pinole.

Povrtanje Z vrtenjem ali z notranjim struženjem poglobljanje ali razširjanje obstoječe luknje. Če smo izgubili ključce in želimo nenasilno odpreti vrata, tedaj povrtamo ključavnico. Razlikuj: povrtanje.

Povrtavanje Tehnologija obdelave z odrezavanjem. Povrtavanje **uporabljamo**:

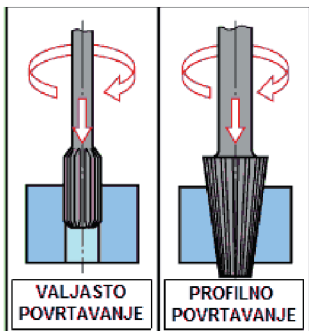
- Kadar je potrebno izdelati zelo točne **standardne luknje** s predpisano toleranco premera luknje. Vsako povrtalo ima razen premera določeno tudi ISO toleranco, npr. H7. Natančne nestandardne luknje (npr. ϕ 12,3 mm) pa izdelamo s topovskimi svedrji (glej geslo Svedrji).
- Kadar mora izvrtnina ustrezati na risbi predpisanim **geometričnim tolerancam** (krožnost, oblika valja, oblika linije, oblika površine, opletanje - preprosti in popolni tek itd.).

Primeri uporabe povrtavanja: pri vrtiljivih zvezah (vezni elementi s sorniki, osi, tečajji, zgibi ipd.), za natančno pozicioniranje sestavnih delov orodja (zatiči) ipd..



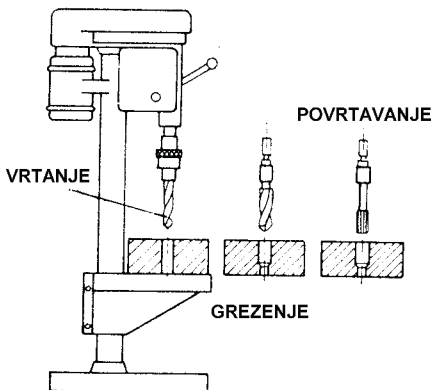
Glavno in podajalno gibanje se pri povrtavanju opravljata na enak način kot pri vrtanju. Pri tem so **vrtilne hitrosti manjše**, poznamo tudi ročno povrtavanje. Zaradi visokih zahtev za obliko orodja moramo biti pri delu zelo pazljivi - **če se** nam povrtalo **zvjije** (npr. zatakne se zaradi nastavljene previsoke vrtilne hitrosti), ga lahko le še **zavržemo**.

Natančne mere lukenj so npr. zahtevane pri izdelavi **predpisanih ujemov**.



Z vrtenjem ali grezenjem tako točnih lukenj ni mogoče izdelati! S **povrtali** odrezujemo kolikor mogoče majhne količine materiala, da bi dobili zelo **dobro kvaliteto obdelave**. Dosegljiva **natančnost** in kakovost površine po **IT** je **7...8**.

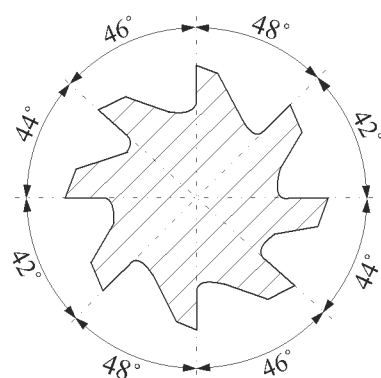
Če moramo na obdelovancu po vrtnju luknjo še greziti in povrtati, tedaj obdelovanca **po vrtnju ne izpnemo!** Menjamo le orodja v delovnem vretenu stroja. S tem zagotovimo, da **se os luknje** proti osi delovnega vretena stroja **ne spremeni!**



Izvrtnine predhodno vrtamo s svodom, ki ima **~0,3 mm manjši premer**. Vrste povrtal: konično povrtalo, Morse konus, ročno povrtalo.

Žlebovi (zobje) na povrtalu so lahko **ravni** ali **zaviti**. Povrtala z vijaknim žlebom uporabljamo predvsem za povrtavanje lukenj, v katerih so utori ali žlebovi. Imajo **levo vijaknico**, da se ne zagozdijo.

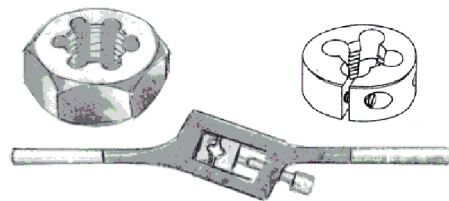
Običajno imajo povrtala **parno število zob**, delitev je neeakomerna - med seboj se razlikujejo za 2 do 6°. Delitev na povrtalu s 6 zobmi je enaka kot na risbi pri geslu grezenje, pri 8 zobeh pa je tako:



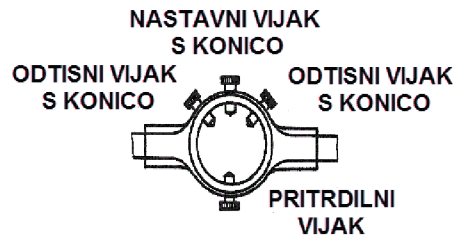
Rebričenje Glej Narebričenje.

Rezalnik navojev Orodje za **vrezovanje zunanjih navojev** - ročno vrtnje. Z rezalnikom navojev vrezujemo navoje do premera 16 mm **v eni delovni fazi**.

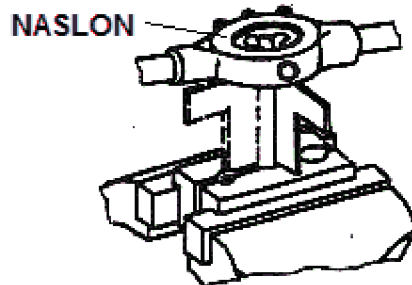
Rezalnik navojev **reže navoj z obeh strani** (vseeno je, kako ga obrnemo, najožji del je v sredini). Poznamo **zaprte (toge)**, **zarežane (vzmetne)** in **deljene** rezalnike navojev:



Vstavimo jih v **obroč**, ki ga nato vpneemo v **držaj**. Lahko pa uporabimo tudi držaj, v katerega vpneemo rezalnik navojev brez obročev:



Pri vstavljanju rezalnika navojev smo pozorni na to, da bo **napis** na njem **ostal viden** tudi po vpetju v držaj - napis torej **obrnemo nasproti naslona!**



Pri vrezovanju navojev nastavimo držaj z vpetim rezalnikom navojev na steblo vijaka vedno tako, da je **naslon obrnjen navzgor** - zato, da se pri vrezovanju navojev sila ne prenaša samo na vijake, temveč tudi na naslon!

Včasih se up. tudi izraz **navojna matica** - čeprav je navojna matica tudi izraz za matico, ki ima navoj še na svoji zunanji strani. Prim. Navojna čeljust.

Rezalna olja Olja, ki so namenjena predvsem **doseganju boljše kvalitete površine** pri odrezavanju (struženju, frezanju, vrtnju, vrezovanju navojev itd.). Če pa želimo samo hladiti, raje uporabljamo emulzijo. Prim. olja za hlajenje.

To so praviloma parafinska olja, manj pa naftenska in aromatska (ki so kancerogena).

Rastlinska in živalska olja sicer dobro mažejo, vendar hitro oksidirajo in s tem tvorijo nečistočo na važnih delih stroja. Zato danes uporabljamo predvsem **mineralna olja**, tudi mešanice mineralnih in živalskih / rastlinskih olj.

Pri rezalnih oljih je pomembno, da imajo delci naboj **minus (-)**. Ker je površina kovine običajno nabita s **pozitivnim delci (+)**, se olje dobro sprime s površino in zato tudi pravilno deluje. **Strojna**

olja niso primerna za uporabo pri odrezavanju. Sin. neemulgirna olja (niso primerna za emulzije).

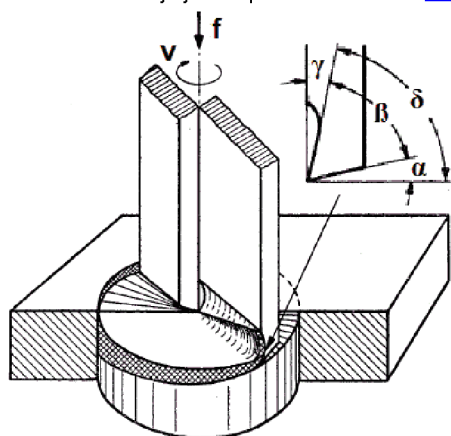
Samozapornost Lastnost sestava, da se sam od sebe ne bo razstavil, za razstavljanje so potrebne zunanje sile. Primeri:

a) Samozapornost vijakov (navoja) pomeni, da se vijak (matica) po zategovanju ne bo več sam od sebe zrahljal. Glej geslo Vijak - samozapornost.

b) Samozapornost konusov: ko notranji in zunanji knus sestavimo, se am od sebe ne bo več razstavil, potrebna bo dodatna sila. Glej geslo Konus - standardizacija.

Sredilni sveder Posebej izoblikovan sveder za vrtnje sredilnih lukenj na krožno simetričnih predmetih. Podrobnosti glej pod geslom Vrtnje. Sin. Sredilnik, Centrirni sveder.

Sveder Orodje za vrtnje. Razl. grezilo, povrtalo. Svedri so dvo- ali večrezna orodja. Kot pri vseh vrstah odrezavanja je tudi pri svedru osnova **klin**:



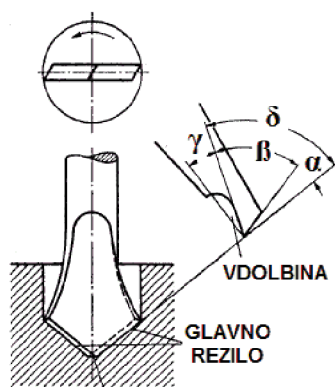
Posebnost je le v tem, da se rezalni rob pomika v luknjo po vijajnici. Zato smer rezanja pri vrtnju ni **vodoravna**. Nagib, pod katerim sveder reže, je odvisen od podajalne hitrosti f [mm/vrt]. Zaradi nagiba vijajnice se prosti kot α zmanjša na α_1 (delovni prosti kot), cepilni kot γ pa se poveča na γ_1 (delovni cepilni kot). Če bo podajanje preveliko, bo α_1 enak 0 in sveder sa lahko poškoduje ali zlomi.

V grobem delimo svedre v **TRI SKUPINE**:

1. Svedri za **navadno vrtnje**: globina vrtnja ni večja od petih premerov izvrtine ($5 \cdot d$), uporabljajo se predvsem **vijačni svedri**.
2. Svedri za **globoko vrtnje**: za zelo globoke izvrtine, uporabljajo se posebni **enorezilni svedri z nesimetričnim rezilom**.
3. Svedri za **vrtnje z jedrom**: izrežemo samo ozek zunanji pas izvrtine, v sredini pa ostane jedro, ki ga je mogoče še uporabljati. Uporabljajo se predvsem **cevni svedri**.

VRSTE SVEDROV:

Koničasti sveder je najenostavnejše orodje za vrtnje, iz katerega so se razvile druge oblike. Ima dva glavna rezila. Prečno rezilo mora ležati točno v sredini. Kot konice je med 100° in 120° , večji je pri tršem obdelovancu. Prosti kot znaša med 5° in 6° . Z nizkimi stroški jih lahko izdelamo tudi sami. Rezalni učinek povečamo, če popilimo vdolbino na cepilni ploskvi. Ti svedri **imajo slabo vodenje** (uhajajo v stran), zato jih uporabljamo le še za luknje do $\phi 0,2$ mm in za nestandardne luknje (kadar je nabava spiralnih svedrov predraga).

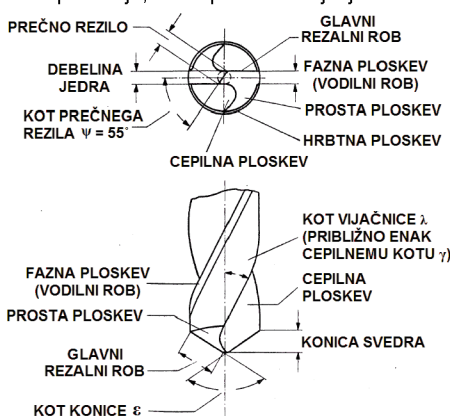


PREČNO REZILO

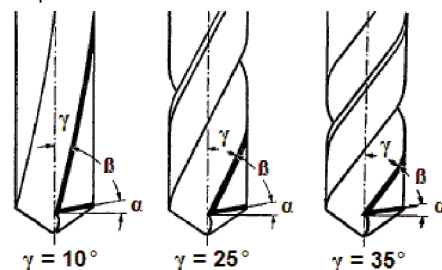
Za običajna dela skoraj izključno uporabljamo **VIAJČNI** (spiralni) **SVEDER**, pri katerih se izvrtina širi iz sredine in ki ga v luknji ne zanaša. Leta 1864 ga je izumil Američan Stephen A. Morse.

Za vijačni sveder sta značilna **dva utora za odvajanje odrezkov**.

Stržen (jedro) svedra ima **nagib $0,5^\circ$** in se proti steblu povečuje, utora pa se zmanjšujeta.



Če je **kot vijajnice λ** majhen, je vijajnica strma. Normalni svedri imajo $\lambda = 16^\circ$ do 30° , svedri za žilave materiale 10° do 13° , svedri za mehke materiale pa 30° do 40° .



V luknji vodi sveder njegov **vodilni rob** oziroma **rob z ostrino**, ki teče vzdolž celotne vijajnice. Širok je do 4 mm in je odvisen od svedrovega premera. Nastane tako, da hrbet svedra frezamo. Zaradi roba z ostrino so torne ploskve svedra v luknji nekoliko manjše in zato se sveder ne more zagoditi v luknjo.

Dva rezalna roba povezuje **prečno rezilo** oziroma **prečni rezalni rob**. Vidimo ga, če gledamo sveder s čela. Leži pod kotom **55°** glede na oba rezalna robova. **Prečni rob** ne reže, temveč **strga**, na njem se pojavljajo **zelo velike sile**. Če ga zbrusimo v konico, tedaj **sveder ne more rezati!** Rezalne pogoje pa lahko izboljšamo, če skrajšamo prečni rezalni rob z dodatnim brušenjem vijajčnih utorov.



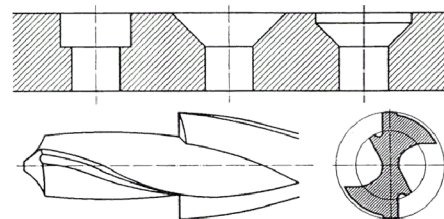
BRUŠENJE UTOROV

Svedre običajno **brusimo** ročno in pri tem seveda **naredimo napako** - prečno rezilo vsaj za malenkost pomaknemo v eno ali drugo stran. Posledica tega je, da z istim svedrom po brušenju izvrtamo od 0,1 do 0,5 mm **širšo luknjo kot pred brušenjem**.

Premer svedra merimo na vrhu. Za svedre od $\phi 10$

do $\phi 80$ je premer izdelan v toleranci h9. Da se na bokih pri vrtnju ne bi pojavilo preveliko trenje, se premer svedra od konice proti držaju zmanjšuje za 0,1 do 0,15 mm na 100 mm.

Za posebne oblike izvrtin uporabljamo **STOPNIČASTI SVEDER**:

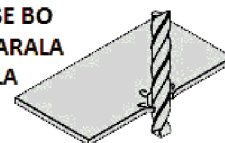


Za vrtnje konusnih izvrtin so primerni **KONIČNI SPIRALNI SVEDRI**:



Pri **VRTNJU PLOČEVINE** uporabimo trike:

**BREZ PRILOG SE BO
IZVRTINA RAZPARALA
IN UPOGNILA**



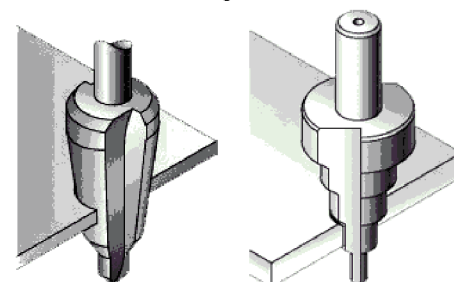
**S "SENDVIČ" PRILOGO
BO IZVRTINA GLADKA
IN RAVNA**



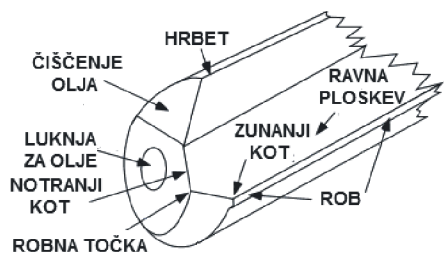
Obstajata pa tudi dve vrsti svedrov, ki sta namenjeni prav za pločevine: **konični sveder za pločevine** in **stopničasti sveder**.

Pri vrtnju s **koničnim svedrom za pločevine** se moramo zavedati, da bo tudi izvrtina konična. Pri vrtnju moramo uporabiti majhne hitrosti.

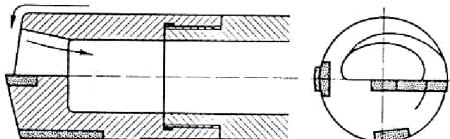
Stopničasti sveder pa ima stopničke s koraki po približno 2 mm. Vsaka stopnička je popolnoma cilindrična, prehod med stopničkami pa je poševen - da se na ta način strga izvrtina.



Če nimamo na razpolago ustreznih povrtal, lahko natančne, gladke in dolge luknje (razmerje globina vrtnja/premer > 250) izdelamo s **TOPOVSKIM SVEDROM**, ki ima **po celotni dolžini utor** za odvajanje odrezkov. Navadno je tudi **prevrtan po celotni dolžini** - skozi to izvrtino dovajamo hladilno tekočino pod velikim tlakom (~40 bar), za hlajenje rezila in odplavljanje odrezkov po utoru na prosto. Praviloma ima samo eno rezilo, ki poteka točno v smeri polmera prečnega prereza in **se ne zvija**, kot npr. pri vijajnem svedru. Zaradi asimetrične oblike rezila nastaja del rezalne sile tako, da se hrbtni del svedra naslanja ne že izvrtano luknjo. Izvrtina se izreže **naenkrat po celotnem prerezu** - ni tako, kot pri vijajnih svedrih, pri katerih se izvrtina širi iz sredine. Zato je včasih potrebno nekateri izvrtine **predvrtati** z vijajnim svedrom. Topovski sveder je dobil svoje ime zato, ker izpolnjuje tudi zahteve za izdelavo cevi strelnega orožja.



Za globine 8-50 kratnih debelin svedra uporabljamo **GLOBINSKE SVEDRE**, ki imajo posebne oblike. Nekatere oblike so podobne topovskim svedrom, druge imajo pritrjene **rezalne ploščice** (kot stružni noži). Običajno so **od znotraj hlajeni** (imajo notranje kanale). Najprej se zvrta luknja globine trikratne debeline svedra, ki je potem vodilo za globinski sveder. Povečana je zahteva po majhnih odrezkih - predvsem zaradi lažjega odvajanja.

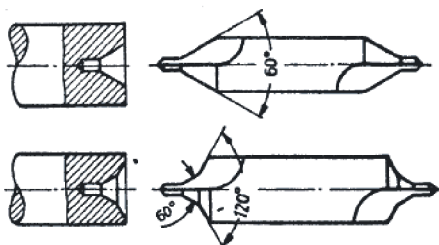


Zgornja risba prikazuje BTA svedet za globinski vrtanje, ki je sestavljen iz glave in držala. Spoj ima navoj, kar omogoča zamenjavo izrabljene glave.

Centrimri oz. **sredilni svedri** se uporabljajo:

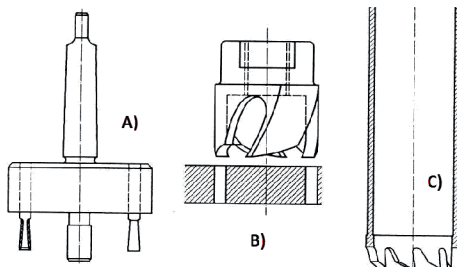
- za izdelavo centriranih izvrtin pri obdelovancih, ki jih bomo stružili tako, da jih bomo podprli z vrtljivo konico na konjičku,
- za izdelavo centriranih izvrtin pri obdelovancih, ki jih bomo vrtali na stružnici,
- za obdelovance, ki jih brusimo med konicami.

Sredino postavimo na konjičku. Sredilni sveder je izdelan tako, da ne bo opletal med vrtanjem srednjice. Na obeh koncih orodja je kratek cilindrični sveder, ki se podaljša v stožčasto grezilo. Prvi del svedra izdelava izvrtino, ki jo nato drugi del razširi na kot 60° ali celo dvostopenjsko do 120°. Valjasta luknja ne sme biti prekratka, da konica konjička ne bi nasleda:

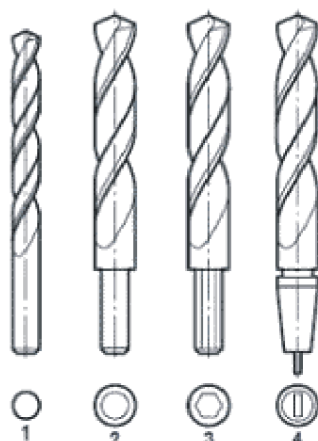


Za **vrtanje z jedrom** uporabljamo predvsem:

- **vrtalni drog** (A na spodnji sliki) je namenjen tudi za vrtanje velikih premerov: glava s centrirnim čepom in z dvema nožema za izrezovanje
- **kronski sveder** (B na spodnji sliki)
- **cevni sveder** za globoko vrtanje (C)



OBLIKE STEBEL pri svedrih:

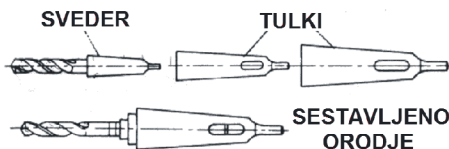


1-okroglo ovalno 2-ovalno in posneto 3-šeststrobo 4-konusno, Morse konus.

Svedri so toplotno obdelani do vratu, steblo pa je mehko - zato se sveder običajno odlomi pri vratu in ga še lahko dobimo iz luknje.

Spindel Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (die Spindel), kar pomeni **vreteno**. Npr. ~ preše, stružnice ipd.

Tulka Kratki cevi podoben strojni element, puša. Pri odrezavanju (vpenjanje orodij) se pogosto up. t.i. **konusna vpenjalna tulka** (reducirna tulka, reducirna puša), da se konus orodja prilagodi konusu pinole. Pri tem se up. standardni konusi (npr. Morse). Tulke se lahko sestavljajo tudi ena v drugo:



Če je le možno, uporabimo za vpenjanje orodja le eno tulko, saj tako **povečamo natančnost**.

Reducirne puše **nosijo oznako** zunanega in notranjega konusa, npr. Morse: MK4-MK3.

Vreteno **Strojniško**: palici podoben vrtljiv del naprave ali stroja z ali brez navojev, namenjen za: a) **PREMIKANJE drugega dela**, predvsem pri spremembi **vrtljnega gibanja v premočrtno**.

Npr.: ~ stiskalnice, merno ~ pri vijahnem merilu, ~ pri avtomobilskem dvigalu itd.

Vrtljno gibanje običajno spreminjamo v premočrtno s pomočjo navoja. Od tod naziv **navojna vretena**, ki jih sestavlja **navojni drog** (palica) in **vretenska matica**.

OBIČAJNO navojno vreteno ima drog s trapeznim ali ploščatim navojem in ustrezno matico.

KROGLIČNO navojno vreteno ima med matico in drogom žlebove s kroglicami. Kroglice se med vrtanjem navojnega droga kotalijo po žlebovih in se nato po povratnem kanalu spet vračajo nazaj. Tak način ima prednosti:

- zaradi kotalnega trenja se **pogonska moč zmanjša** za 2/3
- **obraba drsnih površin se zmanjša**
- **povečamo** lahko **vrtljno hitrost** vretena
- višja **natančnost pozicioniranja**



Zaradi navedenih prednosti se kroglično navojno vreteno up. za podajalne pogone v CNC strojih, koordinatnih mizah ipd.

Valjasto navojno vreteno namesto kroglic uporablja zobate navojne valjčke.

Prim. vijahno gonilo, gonilo, mehanizem.

b) **PRENOS vrtljnega GIBANJA na ORODJE**: pinola, brusilno, rezkalno, vrtalno, vijahno, utorno ~, ~ stružnice, frezalnega stroja, delilnika itd.

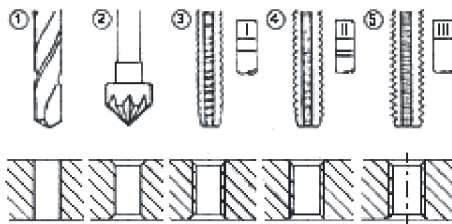
c) **Navijanje**: navijati prejo na ~, ~ kolovrata.

Vrezovanje navojev - ročno Večina notranjih in zunanjih navojev **izdelujemo strojno** (struženje, frezanje, valjanje itd.), kljub temu pa moramo v delavnicah navoje pogosto vrezati tudi ročno.

Hladila pri vrezovanju navojev

Hladila so **rezalna olja**, ki zmanjšajo trenje in naredijo površino navoja kakovostnejšo. **Strojna olja niso primerna**. Sive litine navadno ne hladimo, ker se olje pomeša z drobnimi litoželeznimi odrezki v fino pasto, ki rezilno orodje brusi in ga otopi.

NOTRANJE NAVOJE vrezujemo **z navojniki** (navojnimi svedri). Celoten **POSTOPEK** je naslednji:



1. **Vrtanje**. Obdelovanec vpnemo, zarišemo in za točkamo položaj za vrtanje ter zvrtaemo luknjo. Pri metriskem navoju (oznaka M) mora biti **premer luknje nekoliko manjši** (oznaka D_L), a vseeno večji od notranjega premera navoja D_1 :

M	D_L	M	D_L	M	D_L
1,0	0,75	6,0	5,00	12,0	10,25
2,0	1,60	7,0	6,00	14,0	12,00
3,0	2,50	8,0	6,80	16,0	14,00
4,0	3,30	9,0	7,80	18,0	15,50
5,0	4,20	10,0	8,50	20,0	17,50

Opazimo, da je pri manjših premerih (nekje do $M = 5$ mm) D_L približno 20% manjši od M.

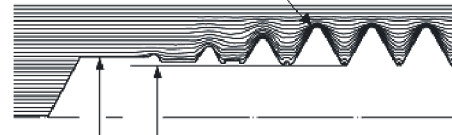
2. **Grezenje z obeh strani** s koničnim grezilom, če je le možno **pri istem vpetju** obdelovanca. Pri metriskem navoju je kot profila enak 60°, zato je najbolj primerno izbrati 120° konično grezilo. Če takega grezila ni, izberemo 90° grezilo. Posneti rob (faza) mora imeti večji premer kot je zunanji premer navoja. Zaradi grezenja začne navojnik bolje rezati (ni zatikanja), začetek in konec navoja pa nista strgana.

3. **Vrezovanje** notranjih navojev z navojnikom ali s stavkom navojnikov. Material se pretežno odrezuje in tvori odrezke, delno pa se **gnete, tlačijo in izpodriva proti vrhu**. Zaradi gnetenja nastanejo po vrhovih navojev "žepki". Primerjaj potek vlaken v struženem navoju (levo) in v navoju, ki je izdelan z navojnikom (desno):



Poglejmo, **kako postopoma nastaja navoj**:

POSTOPNO NASTAJANJE PROFILA NAVOJA



Zaradi gnetenja se notranji premer izvrtine zoži in to je tudi razlog, zakaj moramo na začetku vrtati luknjo, ki ima premer večji od D_1 . Po vrezovanju navojev **ne moremo več** v navojno luknjo **potisniti** tisti **sveder**, s katerim smo poprej zvrtili luknjo brez navojev!

Žilav material se bolj gnete, krhek pa se bolj odrezuje (imamo več odrezkov). Zato v **žilav material vrtamo nekoliko večjo luknjo** kakor v krhek material. Tudi vrsta kovine je pomembna - Al in Cu se **bolj gneteta**, zato naj bo **izvrtina** nekoliko **večja**.

Vsak navojnik pred uporabo **naoljimo**, da je trenje pri odrezavanju manjše.

Po uporabi navojnik **očistimo**.

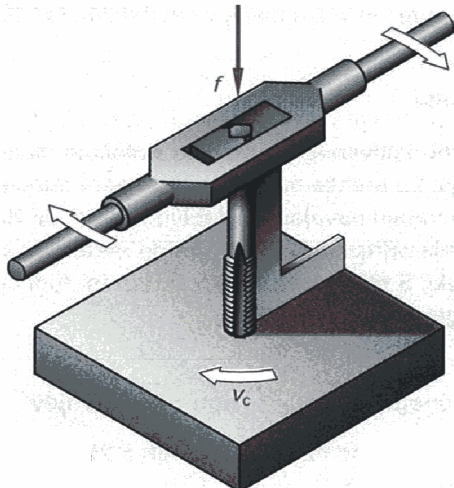
Pri vrezovanju navojev je potrebno paziti na **PRAVOKOTNOST**, še posebej na začetku dela, ko vrezujemo **prve navoje**. Če nimamo na razpolago namiznega vrtljnega stroja, tedaj pri ročnem vrezovanju **kontroliramo** pravokotnost s pomočjo **kotnikov**, podobno kot pri vrezovanju zunanjih navojev (glej risbo).

Če pa imamo na razpolago **namizni vrtalni stroj**,

tedaj pravokotnost **najlažje dosežemo** tako:

- **vpetje** obdelovanca na mizo vrtnega stroja **ostane enako** kot pri predhodnem vrtnanju in grezenju - s tem zagotovimo, da je os na vrtnem stroju ostala v istem položaju
- v vrtni stroj **vpnemo navojnik** in ga ročno pomaknemo do izvrtine
- pri **izključenem vrtnem stroju z roko obračamo vpenjalno glavo**, da navojnik vreže prve navoje - ki so gotovo pravokotni
- obdelovanec **odpne** in z navojnikom **vrežemo** navoje **ročno** - do konca

Navojnik vrtimo z navojno ročico. Za vsak cel vrtljaj ročice v desno zavrtimo ročico za 1/4 vrtljaja **v levo**, da se iz navojne luknje lepo izločajo odrezki. Za izdelavo lepega in kvalitetnega navoja je potrebno **dobro mazanje** orodja.



Pri slepih izvrtinah seveda ni mogoče vrezati navoja **do njenega dna**. Najmanjša globina izvrtine je v tem primeru enaka navojni globini + 0,7-premer navojne izvrtine. Primer, $d = 6,8 \text{ mm}$:

$$l_{\min} = 15 \text{ mm} + 0,7 \cdot 6,8 \text{ mm} = 19,76 \text{ mm}$$

Brez računanja to pomeni povečanje izvrtine nekje od 3 - 5 mm.

Poglejmo **priporočila** za vrezovanje navojev v skoznjo luknjo in v slepo izvrtino:



SKOZNJA LUKNJA



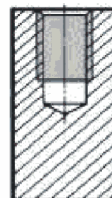
1. PRIREZOVALNIK Z RAVNIM ŽLEBOM INI Z DELNO ODREZANIM PRIREZOM



2. POREZOVALNIK Z LEVIM ŽLEBOM



3. DOREZOVALNIK Z RAVNIM ŽLEBOM



SLEPA IZVRTINA



1. NAVOJNIK Z DESNIM ŽLEBOM



2. NAVOJNIK Z RAVNIM ŽLEBOM

ZUNANJE NAVOJE vrezujemo z:

a) **Rezalniki navojev** za vrezovanje navojev do premera 16 mm **v eni delovni fazi**. Pri večjih premerih je sila rezanja prevelika za vrezovanje v eni delovni fazi.

b) **Navojnimi čeljustmi** za vrezovanje zunanjih navojev nad 12 mm **v DVEH delovnih FAZAH**: **PRIREZOVANJE** in **DOREZOVANJE**. Posebna oblika so inštalaterske navojne čeljusti.

POSTOPEK vrezovanja **ZUNANJIH NAVOJEV**:

1. **Merska kontrola** premera stebila, na katerega bomo vrezovali navoj.

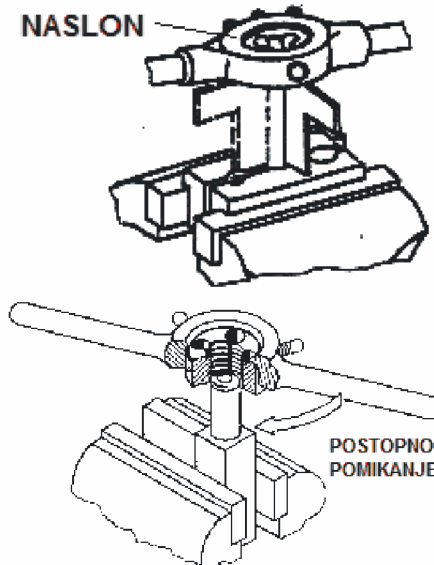
Tudi pri vrezovanju zunanjih navojev **pride do gnetenja**, ki **poveča premer** - zato mora biti **premer stebila nekoliko manjši od nazivnega premera navoja**. Povečanje premera je odvis-

no tudi od materiala, pri jeklu se premer poveča za **okrog 0,2 mm**.

2. **Posnemanje končine stebila** do notranjega premera navoja, lahko tudi na kolutnem brusilnem stroju.

3. **Rezalnik navojev nastavimo pravokotno** na os obdelovanca. Držaj z vpeto navojno matico nastavimo na steblo vijaka vedno tako, da je **naslon obrnjen navzgor** - zato, da se pri vrezovanju navojev sila ne prenaša samo na vijake, temveč tudi na naslon! Kontrola pravokotnosti s kotnikom je seveda obvezna:

NASLON



4. **Navoj vrezujemo** z enakomernim pritiskom obeh rok na držaj. Ne pozabimo uporabljati **rezalno olje**, ki ustreza obdelovanemu materialu! Občasno zavrtimo rezalnik za pol obrata nazaj, da se odrezki odlomijo. Večje navoje vrezujemo v več delovnih fazah. Navoj vrezujemo samo do podane dolžine.

Vrezovanje navojev - strojno vrtnje Za strojno vrtnje potrebujemo posebne stroje. Obdelovalni časi so seveda krajši, kot če navoje vrezujemo ročno. V materiale s trdnostjo do 800 N/mm² vrezujemo navoje z rezalno hitrostjo 15 do 80 m/min. Zaradi večje rezalne hitrosti se **zlomi manj navojnikov kot pri ročnem vrezovanju**. Taksi navoji so dovolj močni in kakovostni.

Strojno vrezovanje **NOTRANJIH NAVOJEV**

Strojni navojniki so daljši kot ročni. Z njimi vrezujemo navoje v obdelovanca, debelejšee od 1,5 kratnega premera navoja. Vpenjamo jih v posebne **sprave**, ki so s konusom vpete v vreteno vrtnega stroja. Sprave preprečujejo zlome orodja. Da se ne zasakajo, so s strani podprte. **Nastavimo jo na ustrezen vrtilni moment** glede na velikost navoja in material obdelovanca. Globino navoja nastavimo s prislonom na vretenu. Ko navojnik doseže ustrezno globino, se spremenita smer in vrtilna hitrost vretena.

Za slepe luknje up. **navojnike z votlim stebлом**, skozi katerega odteka odrezki.

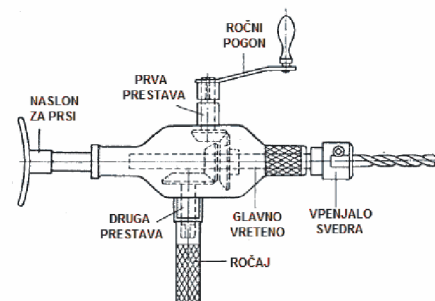
Strojno vrezovanje **ZUNANJIH NAVOJEV**

Na vrtnih strojih, stružnicah, avtomatih itd. vrezujemo zunanje navoje **z navojnimi glavami**. Z njimi lahko vrežemo poljubno dolg navoj, uporabno dolžino pa nastavimo z omejevalnikom. Če nanj zadene navojna glava, se čeljusti razmaknejo.

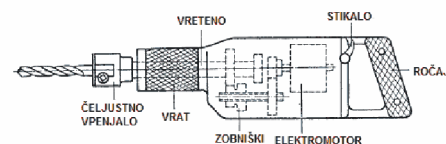
Vrtni stroji Vrtnalnice uporabljamo za vrtnje, grezenje, povrtavanje in za vrezovanje navojev. **Vrste vrtnih strojev**:

a) **MANJŠI** (ročni) vrtni stroji so lahko:

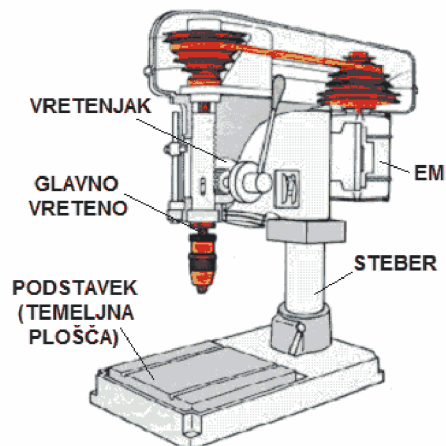
- na **ročni pogon**, ki se sicer redko uporabljajo, so pa včasih nepogrešljivi



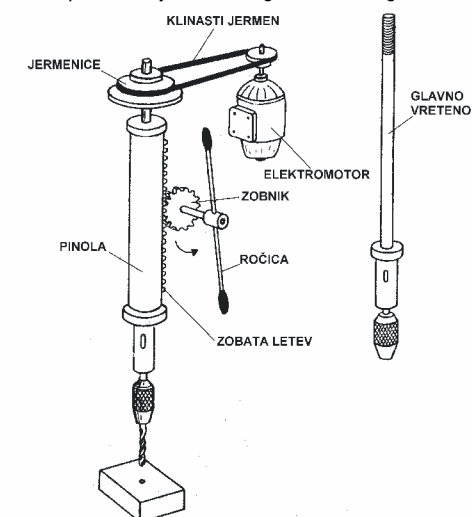
- **električni** (enofazni EM), ki se uporabljajo do $\phi 10 \text{ mm}$ pri montažnih delih in na težko dostopnih mestih; lahko se priključijo na omrežno napetost, drugi so akumulatorski; pogosto je pomembno varovanje proti preobremenitvi, možnost nastavitve več vrtilnih hitrosti ter spreminjanje smeri vrtenja in udarjanja



b) **NAMIZNI** vrtni stroj je pritrjen na delovno mizo ali na posebno ogrodje. Na njem vrtamo luknje do $\phi 10 \text{ mm}$ (pri večjih premerih lahko stroj preobremenimo), lahko pa tudi režemo navoje, grezimo in povrtavamo. Ima več vrtilnih hitrosti.

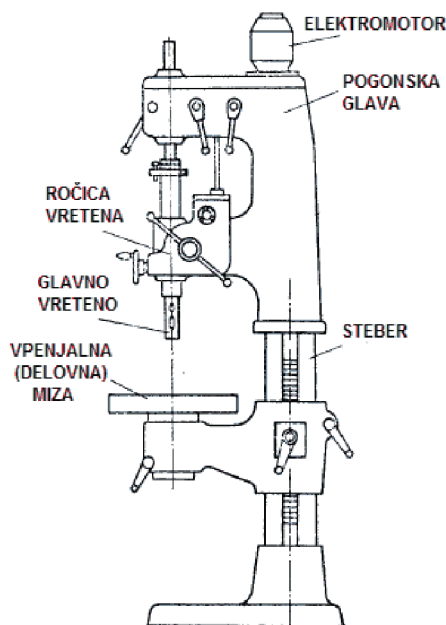


Princip delovanja namiznega in stebnega vrt. str.:



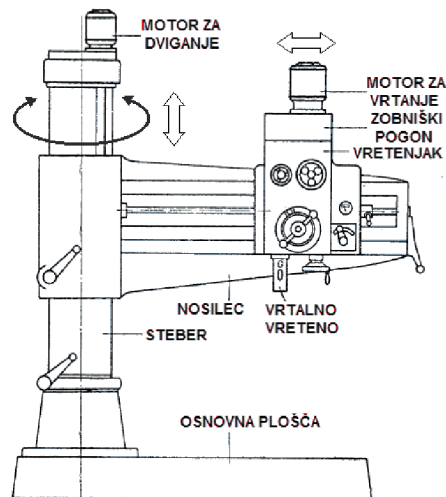
Glavno vreteno je nameščeno v valjastem vodilu - pinoli, ki jo upravljamo z ročico preko zobnika.

c) **STEBRNI** vrtni stroj je namenjen vrtnanju luknjem do $\phi 20 \text{ mm}$. Delovno mizo lahko namestimo na željeno višino ali jo celo odstranimo - odvisno od velikosti obdelovancev. **Podajanje** že lahko nastavljamo **strojno** (ne več le ročno - po občutku), pri nekaterih stebrih vrtnih strojih lahko podajalno gibanje opravlja tudi miza.

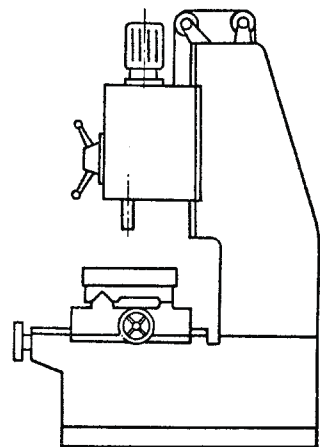


Stebni vrtilni stroj **S STOJALOM** pa ima na stebri **vodila**, pokaterem lahko dviguje ali spušča vretenjak - glej risbo koordinatnega stroja.

d) **RADIALNI** vrtilni stroj ima delovno vreteno nameščeno na posebnih saneh, ki se lahko pomikajo po vodilih konzole. Konzola (nosilec) lahko dvigamo, spuščamo in tudi radialno zasukamo okoli stebra. Takšen stroj omogoča tudi rezkanje. Ker imajo veliko območje vrtilnih hitrosti, lahko nanje vpenjamo svedre različnih premerov - od največjih do najmanjših.

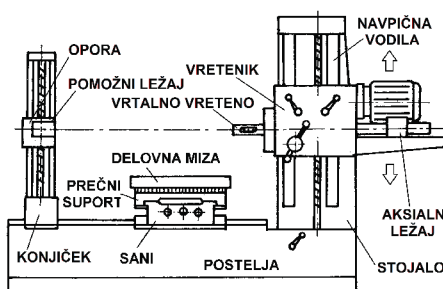


e) **POSEBNE VRSTE** vrtilnih strojev pa so:
- **koordinatni** vrtilni stroj, ki ga prepoznamo po

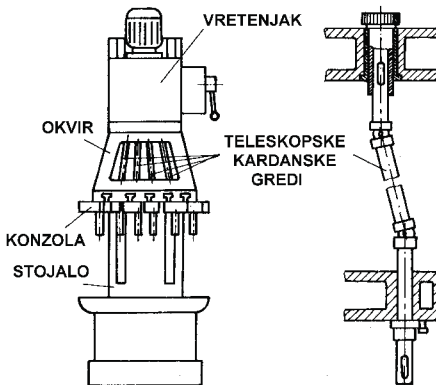


ravnilu (optična skala) in vrtilnih ročicah na osnovni plošči, tako v vzdolžni kot tudi v prečni smeri; ima zelo natančna vodila, pri nekaterih strojih je pozicioniranje tudi strojno; obdelovancev **ni treba zarisovati**, ker odmerimo mere z mizo; uporaba: za izdelavo zelo natančnih izvrtin (npr. za orodja), možno je tudi freziranje, neposredno po načrtu (celo do

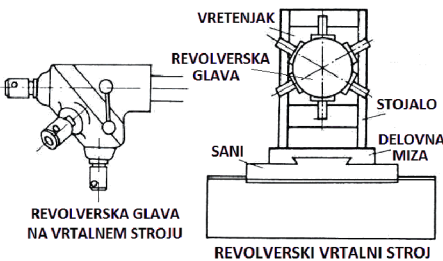
0,001 mm natančno);
- **vodoravni vrtilni in frezalni stroj** ima vrtilno mizo, da lahko obdelovance obdelamo s štirih strani brez prepenjanja; vretenik z vretenom v vodoravni smeri lahko vzporedno (soosno) dvigamo in spuščamo; naprava omogoča tudi struženje; nem. **Bohrverk**, prim. Borverk;



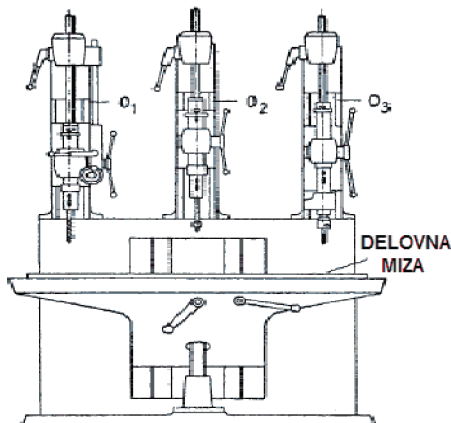
- **večvretenski** vrtilni stroj ima tudi do 30 nastavljivih vreten, ki se običajno vrtijo z istim št. vrtljajev; omogoča vrтанje veliko lukenj hkrati, saj lahko njihove osne razdalje poljubno nastavimo; svedre vodijo kaljene puše; vrтанje na teh strojih je ekonomično šele pri večjem številu enakih obelovancev



- **revolverski vrtilni stroji**

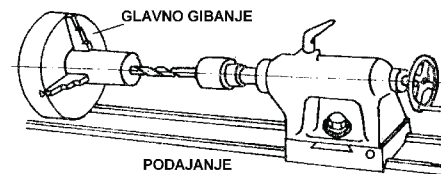


- **vrtilne linije** (vrstni vrtilni stroji) se uporabljajo v serijski proizvodnji, ki se je ne splača avtomatizirati; vsak stroj lahko dela z drugim orodjem in z drugo vrtilno hitrostjo.

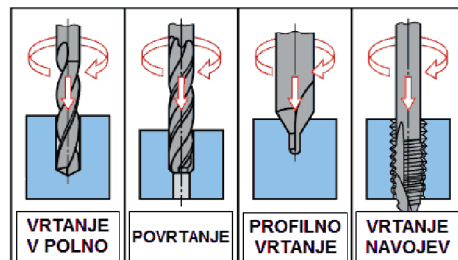


Vrtanje Poznamo **DVA NAČINA VRTANJA**:

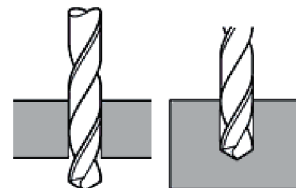
1. Pri **klasičnem načinu vrтанja** opravlja orodje (**sveder**) tako **glavno krožno gibanje** kot tudi **podajalno gibanje**. Podajalno gibanje je vedno premočrten pomik v smeri osi vrтанja svedra, podajalna sila pa med vrтанjem potiska rezilo svedra v obdelovaneč.
2. Pri **vrтанju na stružnicah** opravlja glavno gibanje **obdelovaneč**, **podajalno** pa **sveder**, ki ga vpenemo v konjiček.



Osnovne vrste vrтанja:



Luknje so lahko skoznje (levo) ali neprehodne (desno):



Dosegljiva **natančnost** in kakovost površine **pri vrтанju** po **IT** je **9 do 11**.

Podrobnejše podatke najdemo pod gesli:

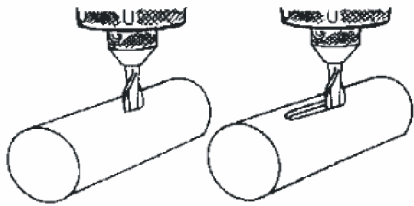
- Svedri
 - Vrezovanje navojev - ročno
 - Vrezovanje navojev - strojno vrтанje
 - Vrtilni stroji in
 - Vrтанje - varnostni ukrepi.
- Vrтанju podobna postopka: **greženje**, **povrtavanje**.
- Vrтанje - varnostni ukrepi**
- sveder naj bo pravilno zbrušen, pravilno vstavljen in naj ne bo obremenjen čez mero.
 - delovna obleka naj bo zapeta in naj ne bo ohlapna, lasje naj bodo pokriti
 - ne nosi rokavic
 - ne odstranjuj ostružkov z roko in jih ne odpihuj, za to uporabi posebno emelo
 - nosi zaščitna očala
 - obdelovaneč in sveder naj bosta posebno skrbno vpeta
 - pogonski prenos naj bo zavarovan, tako da ni mogoče seči med zobnike ali jermene
 - električni kabli ne smejo biti poškodovani, stroj naj bo zavarovan pred nevarno napetostjo ob dotiku, za razsvetljavo stroja naj bo uporabljena nizka napetost (24 V)
 - okolica stroja naj bo čista in pospravljena
 - skrbeti je treba za kar se da ugodne delovne razmere

FREZANJE, STRUŽENJE

Centrirni sveder Glej Sveder. Sin. sredilnik.

Frezalna glava Odrezovalno orodje, ki se uporablja pri frezalnih strojih za obdelovanje zahtevnejših oblik končnih izdelkov, glej risbo pod geslom Frezalo.

Frezalo Orodje za freziranje. Sin. rezkalo, rezkar.

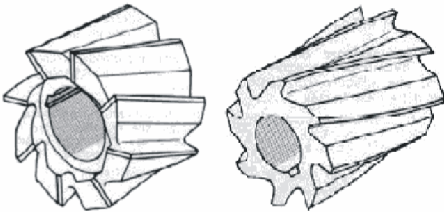


Centriranje, nastavljanje globine in freziranje utorov

OSNOVNE OBLIKE standardnih **FREZAL** so:

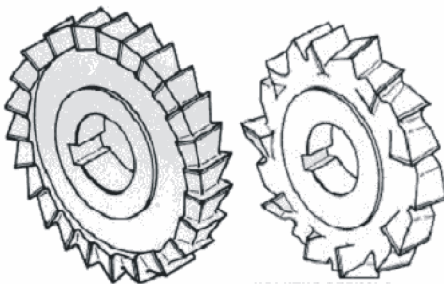
A. VALJASTA FREZALA so frezala **z luknjo**:

1. **Čelno valjasto frezalo** za čelno in obodno freziranje ravnih ploskev.
2. **Obodno valjasto frezalo**.



Čelno (levo) in obodno valjasto frezalo (desno)

3. **Kolutno frezalo**, ki se uporablja predvsem za obodno freziranje utorov.



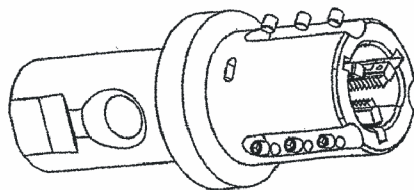
Kolutno fr. z ravnimi in križnimi (desno) zobmi

4. **Žage**.

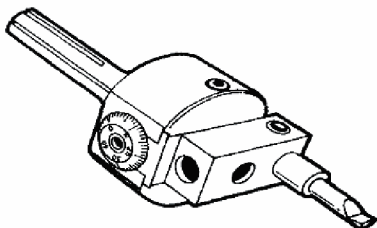
5. **Oblikovna** ali **profilna frezala** s svojo obliko oblikujejo profil: kroglična frezala, konkavno in konveksno frezalo.

6. **Stopinjska** oz. **kotna frezala**.

7. **Frezalne glave** z vstavljenimi stružnimi noži oz. obračalnimi ploščicami iz karbidnih trdin, npr. glava za vrezovanje navojev:



V to skupino štejemo tudi **izstružilne glave**:

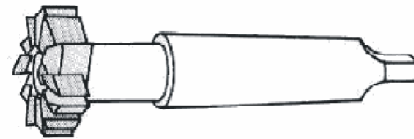


B. STEBLASTA oz. **PRSTNA** frezala za čelno in obodno freziranje ter za freziranje utorov. Delimo jih po **številu rezil** (eno- in večrezna), po **kvaliteti obdelave** (groba in fina) in po **načinu vpetja**:

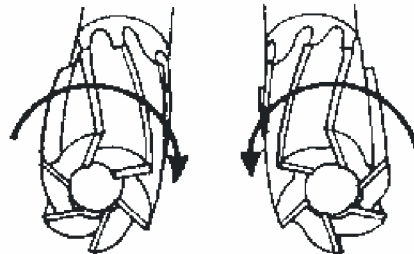
a) S **cilindričnim nastavkom**.

b) S **konusnim nastavkom**. Taka frezala morajo biti **dodatno varovana** z vijakom ali z **neko zatezno silo**, sicer se lahko orodje med frezanjem **samo od sebe izpne zaradi treslajev in prečnih sil!** Za primerjavo: pri vrtnanju pa

so **prečne sile zanemarljive** in zato **dodatno varovanje** z vijakom ni nujno **potrebno!** Morse konusni nastavek brez navoja, namenjen za prstna frezala, sicer **obstaja** (glej spodnjo sliko), a je takšno vpetje **ZELO NEVARNO!!!**

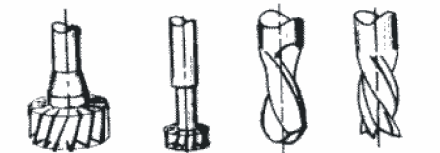


Frezala se med seboj ločijo tudi **po smeri spirale**:



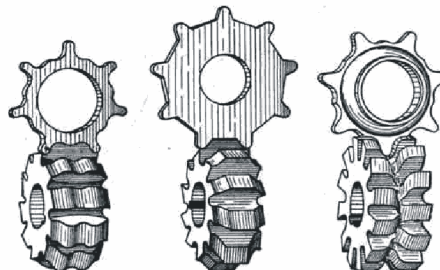
Leva spirala, vrtenje v levo (L) in desna spirala (D)

O izbiri frezala odločata zahtevana oblika in kvaliteta izdelka:

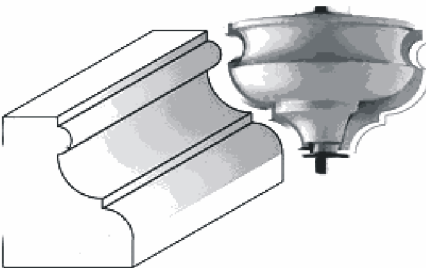


OKROGLE
PLOSKE T - UTORI
OBLIKE ZAREZE
UTORI

S posebnimi oblikami frezal in ob uporabi delilnika izdelamo tudi zahtevne krožno simetrične oblike:



Majhna frezala omogočajo visoko natančnost, s posebnimi oblikami pa izdelamo okrasne izdelke:



Frezanje Obdelava z odvezanjem delcev (odrezavanje), pri kateri **glavno krožno gibanje** opravlja **orodje** (frezalo, frezar, rezkalo), **podajalno gibanje** pa lahko opravlja:

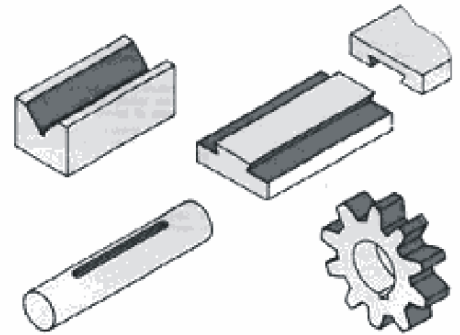
- delovna miza z obdelovancem
- orodje (pri nekaterih strojih)

Globino rezanja praviloma nastavljamo s premikanjem delovne mize z obdelovancem, pri nekaterih strojih pa s premikanjem orodja.

Postopek se uporablja **v zelo različnih** industrijskih **panogah**: kmetijska mehanizacija (vrtni okopalnik, snežna freza), **elektrotehnika** (za izdelavo tiskanih vezij), zlatarstvo in urarstvo (graviranje), **gradbeništvo** (freziranje asfalta), **lesna industrija** (profilni

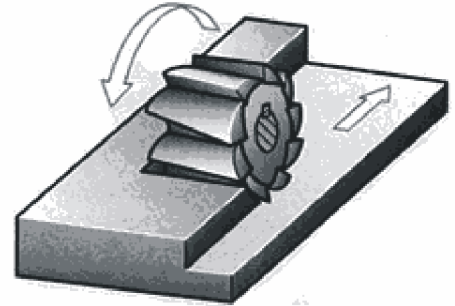
rezkalni stroj) itd. V strojništvu uporabljamo freziranje v glavnem pri obdelavi zunanjih površin.

Sin. **rezkanje**. Primeri frezanih izdelkov:



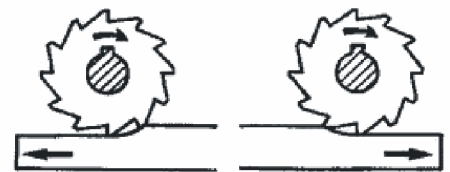
Pri nekaterih načinih freziranja sta vključeni dve podajalni gibanji hkrati. Navadno je potem eno od gibanj vrtilno. Del.:

1. **VALJASTO** oz. **OBOODNO** freziranje:



a) **Protismerno** freziranje: frezalo se vrti **v nasprotni smeri podajanja obdelovanca**. Zob frezala odreže odrezek **od spodaj navzgor**, debelina rezanja se večja z iztekanjem zoba in obdelovanca. Frezalni trn je obremenjen v nasprotno smer kot miza z obdelovancem, kar slabo vpliva na kvaliteto površine. Zobje frezala hitreje otopijo, ker drsijo pred frezanjem po že obdelani površini.

b) **Istosmerno** freziranje: zob frezala odreže odrezek **od zgoraj navzdol**, prerez odrezka se med rezanjem postopno zmanjšuje - to ugodno vpliva na kvaliteto površine.



Istosmerno (L) in protismerno (D) freziranje

Pri istosmernem frezanju torej dobimo **boljšo kvaliteto** površine obdelovanca. Problem pa je v tem, da je navpična sila med obdelavo vedno usmerjena navzdol, vodoravna sila pa je v smeri podajanja. Zato **orodje poskuša potegniti obdelovanec pod sebe**, posledica so deformacije za globino rezanja ter **lom orodja ali obdelovanca**. Zato je istosmerno rezkanje mogoče samo na posebej **specialno prirejenih strojih**, ki v podajalnem mehanizmu nimajo nobene ohlapnosti, **obdelovanec** pa mora biti **pravilno vpet**.

2. **ČELNO** freziranje:



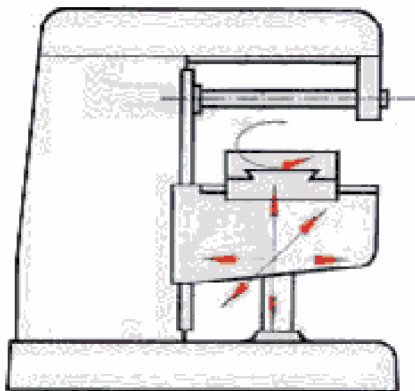
Pri simetričnem čelnem frezanju odrezujemo material z obeh strani. Eden del orodja reže **protismerno**, drugi pa **istosmerno**. Kadar pa odrezujemo material samo z ene strani frezala, pa je tudi čelno freziranje lahko **samo protismerno** ali **samo istosmerno**.

Ferdinand Humski

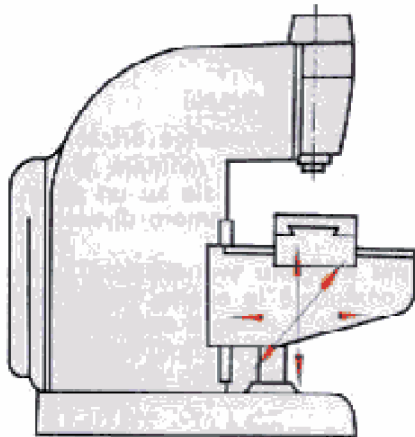
Z izbranim delovnim postopkom in s posebnimi orodji lahko dobimo pri čelnem frezanju boljšo kvaliteto površine kot pri obodnem frezanju.

VRSTE FREZALNIH STROJEV:

a) **Vodoravni** oziroma **horizontalni** frezalni stroji imajo vodoravno delovno vreteno:



b) **Navpični** (vertikalni oz. pokončni) frezalni stroji imajo vretenjak v zgornjem delu tako zakrivljen, da stoji glavno vreteno navpično:



c) **Univerzalni** frezalni stroji imajo vodoravno in navpično vreteno. Delovna miza je vsestransko vrtljiva. Imajo tudi opremo za vrtnje in pehanje.

d) **Kopirni** frezalni stroji obdelujejo (kopirajo) po modelu ali po šabloni.

e) Frezalni stroji za **frezanje navojev in vijatic** so podobni stružnicam. Frezalna glava je na vzdolžnih saneh, ki jih podaja vijajčno vreteno. Frezamo lahko zunanje in notranje navoje, dolga vretena, utorne gredi itd.

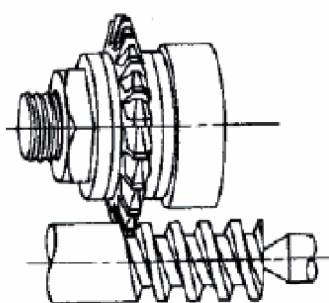
f) Frezalni stroji **za izdelavo zobnikov**.

Po **delilnem načinu** lahko obdelamo cilindrične zobnike na vsakem frezalnem stroju, ki ima delilnik. Vendar ta postopek ni primeren za večje količine zobnikov, kajti: frezamo vsako vrzel posebej, delitev je lahko nenatančna, zobnik pa se lahko vrtil ekscentrično.

Pri **kotalnem frezanju** pa se po obdelovancu kotali **kotalno frezalo**. Tako izdelujemo cilindrične zobnike z ravnimi in poševnimi zobmi. Pri stožčastih zobnikih pa se zaradi vzpenjanja in zoževanja zob proti vrhu menja tudi profil zob po celotni dolžini. Zato v tem primeru potrebujemo posebne stroje, uporabimo pa kotalne postopke, šablone in tudi pehanje.

g) **Mnogovretenski** frezalni stroji se uporabljajo za obdelavo okrovov, motornih blokov in velikih obdelovancev. Obdelovanec lahko hkrati obdelujemo s treh strani.

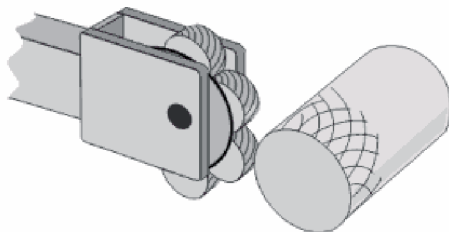
Frezanje navojev:



Izstružilna glava Odrezovalno orodje, ki se uporablja pri frezalnih strojih, glej risbo pod geslom Frezalo. Z izstružilno glavo lahko izdelamo zelo natančne izvrtine po naslednjem postopku:

1. Najprej z grobim orodjem (npr. s plamenskimi rezanjem) naredimo grobo luknjo v material.
2. Nato z izstružilno glavo odrežemo natančno izvrtino.

Narebričenje Izdelava vzorcev, najpogosteje na ročajih orodij, za boljši oprijem. Rebričimo praviloma na stružnicah, potrebujemo posebno orodje.



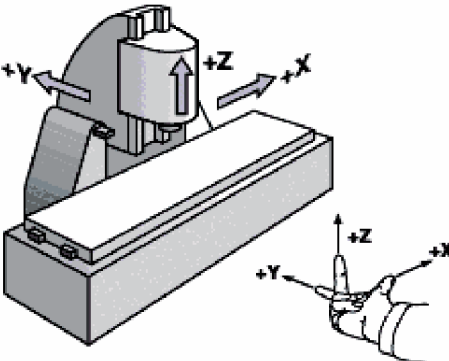
Sin. rebričenje, reckanje.

Odrezavanje - koordinatni sistemi

Položaj obdelovanca je natančno določen s koordinatnim sistemom stroja, je mehansko pogojen in omejen z velikostjo stroja.

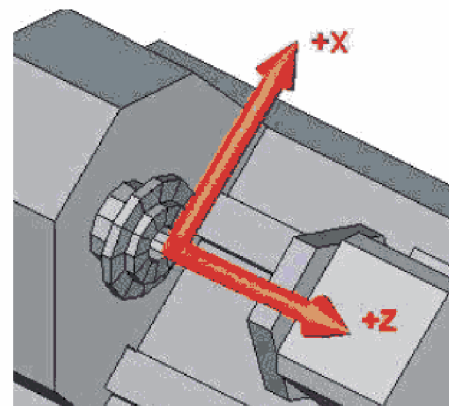
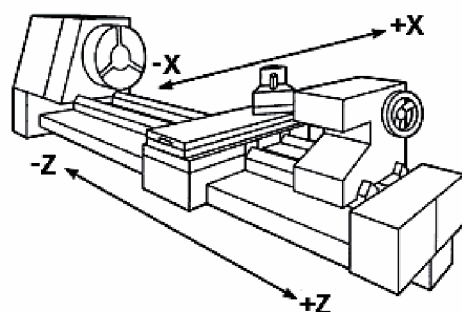
Smeri gibanj pomičnih delov CNC obdelovalnih strojev označujemo z desnoročnim kartezijskim koordinatnim sistemom: X, Y in Z os. Koordinatne osi imajo smeri vodil stroja, pri čemer je **Z os vedno OS GLAVNEGA VRETENA STROJA, POZITIVNA** smer pa je **VEDNO** usmerjena **OD OBDELOVANCA PROTI ORODJU**.

Tak koordinatni sistem je **standardiziran** po ISO 841-1974. Opišemo ga lahko tudi s **pravilom desne roke**: če **sredinec** usmerimo **v smeri glavnega vretena stroja**, lahko z ostalima dvema prstoma preprosto določimo lego delovne ravnine.



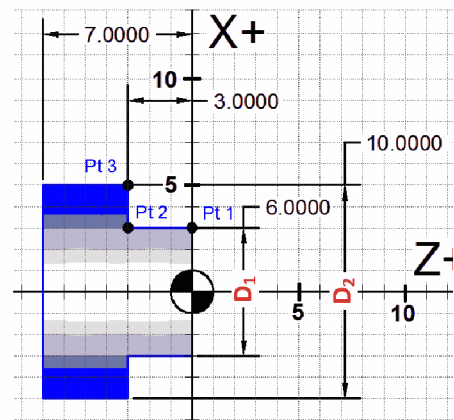
KOORDINATNI SISTEM NA STRUŽNICAH

Na stružnicah uporabljamo **ravninski** desnoročni kartezični koordinatni sistem, ki je določen z dvema osema (X, Z). **Z os** kaže **v smeri glavnega vretena**, je **pozitivna** v smeri **od obdelovanca proti orodju**, in predstavlja glavno gibanje obdelovanca. Os **X** opisuje **prečno gibanje orodja**, torej pravokotno na Z os. Smeri obeh osi so določene tako, da je **gibanje orodja proti obdelovancu** vedno **v negativni smeri**. Smer osi X je odvisna od lege orodja.



Pri določanju točk na obdelovancu, ki je vpet na stružnici, pa moramo upoštevati še eno posebnost: točke moramo podajati v **diametralnem koordinatnem sistemu**.

Primerjava med pravokotnim in diametralnim koordinatnim sistemom:



Na zgornji risbi vidimo tri točke: Pt1, Pt2 in Pt3. **V** običajnem **pravokotnem sistemu** se koordinate vsake točke zapišejo tako, da najprej vpišemo absciso in nato ordinato. V našem primeru torej T (Z, X), dobimo Pt1 (0,3), Pt2 (-3,3) in Pt3 (-3, 5)

V diametralnem koordinatnem sistemu, pa velja:

- najprej zamenjamo vrstni red abscise in ordinato, dobimo torej točko T (X, Z)
- nato pa namesto dejanske koordinate X vpisujemo premera - dejansko torej vpisujemo T (D, Z) Dobimo Pt1 (6, 0), Pt2 (6,-3) in Pt3 (10, -3)

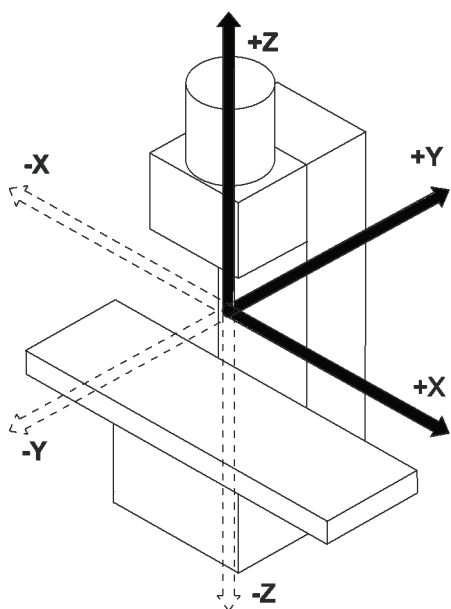
NA VRTALNO - FREZALNIH STROJIH uporabljamo **prostorski** koordinatni sistem (X, Y, Z).

Os **Z** poteka vedno **v smeri glavnega vretena stroja**, **pozitivna** os Z **v smeri od obdelovanca proti orodju**.

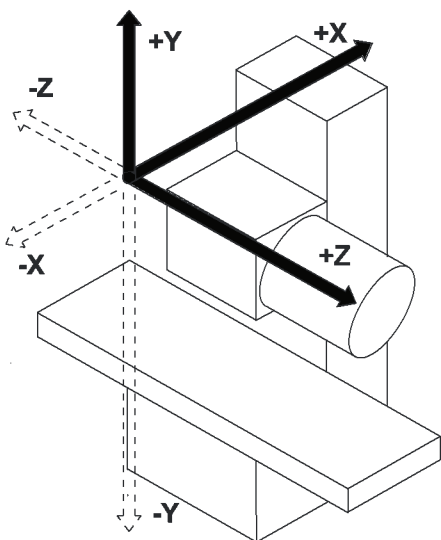
Drugi dve osi (**X** in **Y**) služita **za opisovanje podajalnih gibanj**. Tako pri navpičnih kot tudi pri vodoravnih frezalnih strojih jih zlahka določimo s pomočjo pravila desne roke, saj:

- a) Pri **vertikalnih frezalnih strojih** pokažemo proti stebru s kazalcem (Y os), x os pa je palec.
- b) Pri **horizontalnem frezalnem stroju** pokažemo proti stebru s palcem (X os), y os pa je kazalec (navzgor).

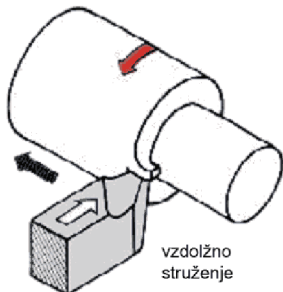
Koord. sistem pri **vertikalnem frezalnem stroju**:



Koord. sistem pri horizontalnem frez. stroju:



Rezkalno Glej Frezalo. Sin. rezkar.
Rezkanje Glej frezanje. **Rezkanec:** obdelovanec pri rezkanju. **Rezkanci:** odpadki pri rezkanju.
Sredilni sveder Glej Sveder.
Struženje Postopek obdelave z odrezavanjem, pri katerem **obdelovanec** opravlja **glavno krožno gibanje**, **orodje** pa **podajalno** (pomik) in **primično** (nastavitveno) gibanje (globina reza). Rezalno gibanje je krožno, podajalno in primično gibanje pa sta premočrtna:



Obdelovalni stroj se imenuje **stružnica** (glej posebno geslo), odrezovalno orodje pa se imenuje **stružni nož** (glej geslo Stružni noži).

Struženje se uporablja v glavnem za izdelavo **vajlajstih predmetov**. Novejši postopki omogočajo tudi izdelavo drugačnih oblik, ki pa morajo biti **vsa** v osnovi **rotacijska telesa**. Praviloma ne stružimo zelo trdih materialov, npr. bele litine.

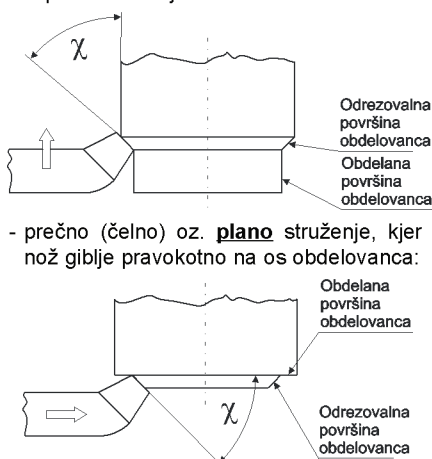
Od vseh postopkov odrezavanja se struženje največ uporablja, postopek je teoretično in praktično najbolj dognan.

VRSTE STRUŽENJA:

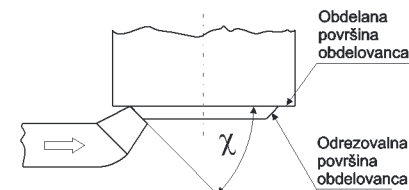
a) Glede na OS OBDELOVANCA:

- **vzdolžno** struženje, pri katerem se nož giblje

vzporedno z osjo obdelovanca:



- **prečno (čelno) oz. plano** struženje, kjer se nož giblje pravokotno na os obdelovanca:



Kot je razvidno iz risb, je z istim nožem praviloma možno stružiti tako vzdolžno kot tudi prečno. Na zgornjih risbah moramo posebno pozornost posvetiti **razliki med odrezovalno in obdelano** površino obdelovanca!

b) Glede na MESTO OBDELAVE:

notranje in **zunanje** struženje.

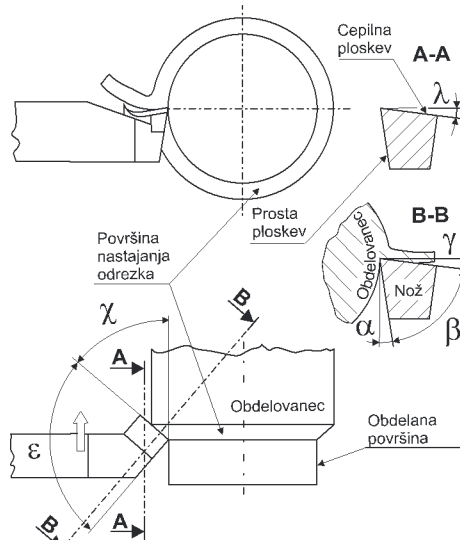
Posebne vrste struženja so **konično** struženje, **oblikovno** struženje in **struženje navojev**.

Struženje - geometrija rezalnega orodja Pri **GEOMETRIJI REZALNEGA ORODJA** izhajamo iz osnovnih kotov, prikazanih pod geslom odrezavanja: **prosti kot** α , **kot klina** β in **cepilni kot** γ . Posebno pozornost moramo posvetiti **pravilnemu določanju cepilne in proste ploskve** noža:

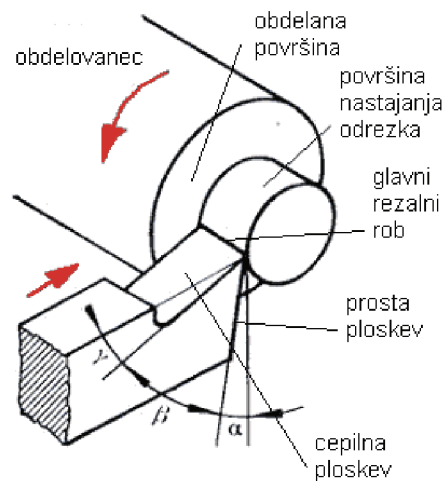
a) **Cepilna ploskev** pri struženju je vedno zgoraj, saj moramo videti, kako nastajajo odrezki. Nekateri literaturo jo imenujejo tudi **teme noža**.

b) **Prosta ploskev** je vedno obrnjena proti odrezovalni površini obdelovanca, ki pa je ne smemo zamenjati z obdelano površino obdelovanca (glej risbe)! Odrezovalna površina pa je odvisna od smeri podajanja (vzdolžno, prečno). Od smeri podajanja so torej odvisne: prosta ploskev, glavni rezalni rob in prosti kot. Površine in kote rezalnega orodja lahko torej določimo šele tedaj, ko poznamo vrsto struženja!

Kot konice ϵ , **nastavni kot** χ in **nagibni kot** λ za vzdolžno struženje najenostavneje prikažemo na narisu, **torisu** in prerezu predhodne risbe vzdolžnega struženja v izometrični projekciji:



Površine in koti pri vzdolžnem struženju



Površine in koti pri prečnem struženju

Kot konice noža ϵ je kot med glavnim in stranskim rezalnim robom. Njegova velikost znaša od **30°** za **fino** obdelavo do **90°** pri nožih za **grobo** obdelavo. Ta kot je posebej pomemben pri stružnih nožih za **REZANJE NAVOJEV**.

Nastavni kot χ (tudi κ) je:

a) **Pri vzdolžnem struženju:** kot med glavnim in stranskim rezalnim robom in osjo vrtenja obdelovanca.

b) **Pri čelnem struženju:** kot med glavnim rezalnim robom in pravokotnico na os vrtenja obdelovanca.

Odvisen je od obdelave: **30 do 90°** pri **grobi** obdelavi, pri **fini** obdelavi je tudi **večji od 90°**. Tudi ta kot je posebej pomemben pri **REZANJU NAVOJEV**.

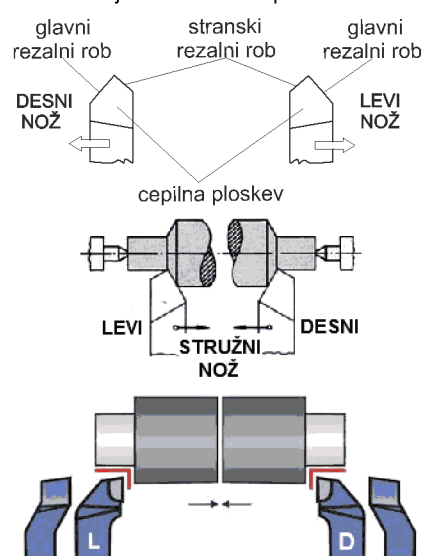
Nagibni kot λ je nagnjenost cepilne ploskve glede na os obdelovanca in pospešuje odtekanje odrezkov. λ je kot na orodju in je **neodvisen od smeri struženja**. Ta kot imajo v glavnem noži za grobo obdelavo, da bolje odvajajo odrezke. Znaša **5 do 30°**, lahko pa je tudi **negativen**.

Stružni noži Pretežno so izdelani iz karbidnih trdin, ki jih pritrdimo (npr. lotamo) na jeklen držaj. Trdnost jeklenega držaja mora znašati ~ 800 N/mm².

Vsak stružni nož ima **glavni** in **stranski rezalni rob**. **Glavni rezalni rob** je tisti, ki **reže obdelovanec** - to je rob med cepilno in prosto ploskvijo. **Stranski rezalni rob** je drugi rob cepilne ploskve, ki leži nasproti glavnemu rezalnemu robu in ne reže.

VRSTE STRUŽNIH NOŽEV:

a) **Desni** in **levi** stružni noži. Desni stružni nož odrezuje od desne strani proti levi. Levi stružni nož odrezuje od leve strani proti desni:

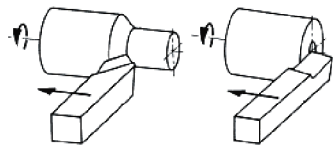


Nož s ploščico navzgor obrnemo proti sebi in če je rezilo na desni strani, tedaj je nož - desni.

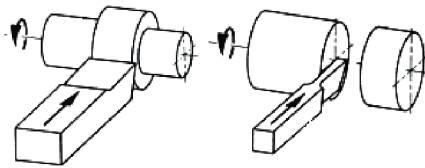
b) **Ravni, upognjeni** ali **bočni**.

c) Glede na vrsto uporabe ločimo stružne nože za **zunanje** in **notranje struženje**.

d) Po velikosti odrezkov oz. glede na kakovost površine ločimo **nože za grobo obdelavo** (šroparji, za večje odrezke, so trdnější) in **gladilne nože** (za fino struženje, so šibkejši).

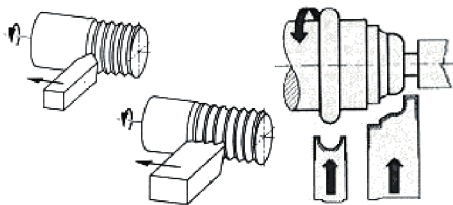


NOŽ ZA VZDOLŽNO STRUŽENJE



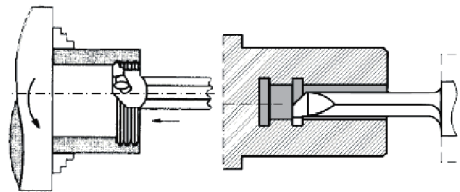
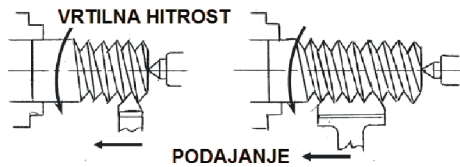
NOŽ ZA PREČNO STRUŽENJE

ODREZILNI NOŽ



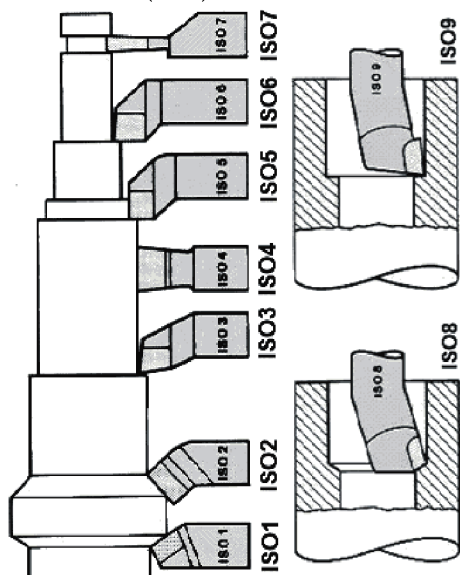
NOŽ ZA VREZOVANJE PROFILNI NOŽ

Struženje navojev in notranjih utorov (npr. za tesnilne obroče):



Spodnja risba prikazuje nekatere **STANDARDNE IZVEDBE** zunanjih in notranjih stružnih nožev s pilotanimi ploščicami iz karbidnih trdin:

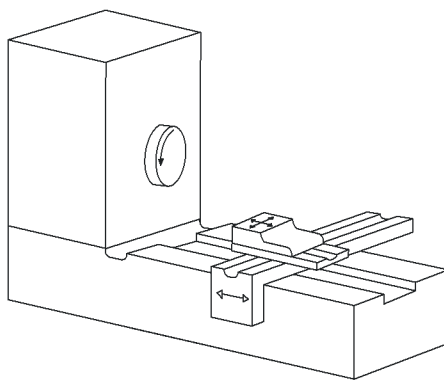
- **upognjeni nož** (ISO2),
- **kotni** oz. **bočni nož** (ISO6),
- **vstružni nož** (ISO7):



Stružnica Obdelovalni stroj, namenjen predvsem za struženje. Na stružnicah pa lahko tudi **vtremo, grezimo, povrtavamo, brusimo, vrezujemo navoje** itd.

VRSTE STRUŽNIC:

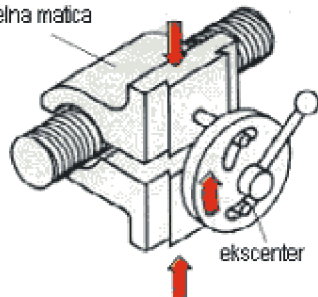
a) **UNIVERZALNE** stružnice oz. stružnice z **vijačnim** in **utornim** vretenom. Up. jih za splošno obdelavo (utorno vreteno) in za rezanje navojev (vijačno vreteno) v kosovni proizvodnji.



Glavni deli take stružnice so:

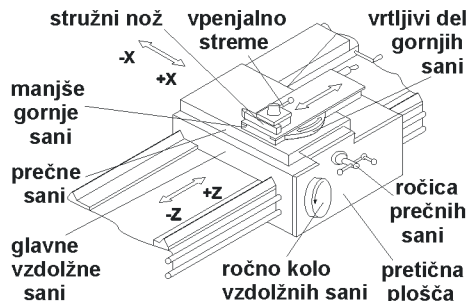
- **PODSTAVEK S POSTELJO** daje močno in togo oporo napravi; vsebuje tudi **glavna vodila** stroja, po katerih se pomikajo sani in konjiček
- **VRETENIK** je okrov, v katerem so:
 - **ležaji**, od glavnih ležajev je odvisna kvaliteta obdelovancev
 - **delovno (glavno) vreteno**; vreteno je votlo, da lahko vanj potisnemo paličast obdelovanec
 - **glavno predležje**, ki je praviloma zobniško; stružnice za fino struženje nimajo zobatih pogonov, temveč pogon z usnjnimi, gumenimi ali svilenimi jermeni
- **PODAJALNO PREDLEŽJE**, ki je povezano z glavnim vretenom in poganja dva vretena:
 - **navojno vreteno** za rezanje navojev in
 - **utorno vreteno** za strojno podajanje
 Kadar režemo navoj, se vrta navojno vreteno. Preko dvodelne matice - ki jo stisnemo preko ekscentra - vleče sani z zahtevano hitrostjo:

dvodelna matica



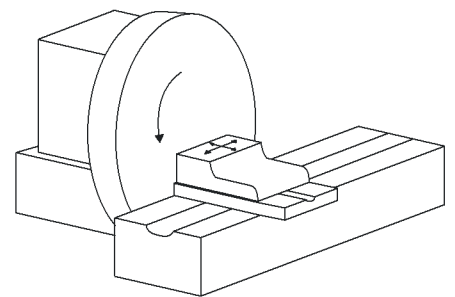
Da se navojno vreteno in dvodelna matica ne bi prehitro izrabila, uporabljamo utorno vreteno za običajno **strojno podajanje** v **vzdolžni** in **prečni smeri**. To je gladka gred z vzdolžnim utorom, ki preko polža poganja dele, ki sicer ročno pomikajo pogonsko (pretično) ploščo.

- **SANI** ali **suport** delimo na **glavne (vzdolžne) sani** (suport), **prečne sani** (prečni suport) in manjše **gornje (križne) sani** (križni suport), na katerih vpenjamo orodje (stružne nože):

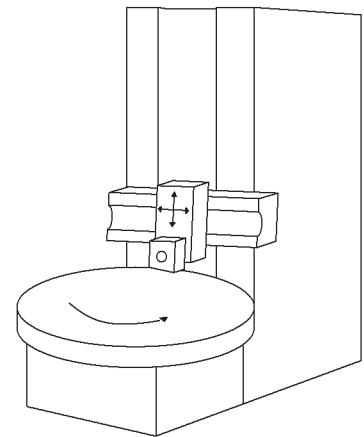


- **KONJIČEK** je nekakšna opora, če podpiramo obdelovance s konico; lahko pa vanj tudi vpenjamo razno orodje

b) **Plane** oz. **ČELNE** stružnice za kratke obdelovance z velikimi premeri.



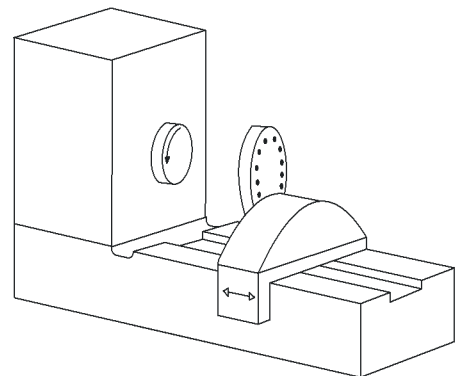
c) **Karuselske** oz. **VERTIKALNE** stružnice, pri katerih je os delovnega vretena pokončna. Na njih lažje vpenemo večje in težje obdelovance, ki z lastno težo pritiskajo na plani kolot. Običajno imamo na voljo več sani, zato lahko obdelujemo z več orodji hkrati.



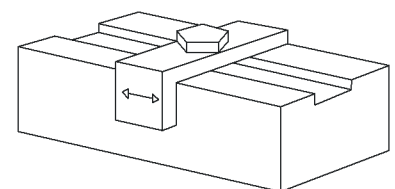
d) **KOPIRNE** stružnice imajo kopirno napravo, ki posname obris šablone ali vzorca in ga prenese na sani, kjer je nož. Gibanje je avtomatično in ni odvisno od strugarja. Vsi obdelovanci so enaki, obdelovalni čas pa je neprimerno krajši od ročnega načina dela. Kopirno napravo lahko dogradimo kar na univerzalnih stružnicah.

e) **REVOLVERSKE** stružnice:

- z bobnasto glavo:



- z zvezdasto glavo:



Uporabljamo jih predvsem v množični proizvodnji. V revolversko glavo vpenemo vsa orodja, ki jih potrebujemo za obdelavo končnega izdelka: nože, svedre, povrtala, navojne svedre itd. Tako lahko menjavamo orodje, ne da bi stroj vsakič na novo vpenjali ali nastavili in pridobimo čas.

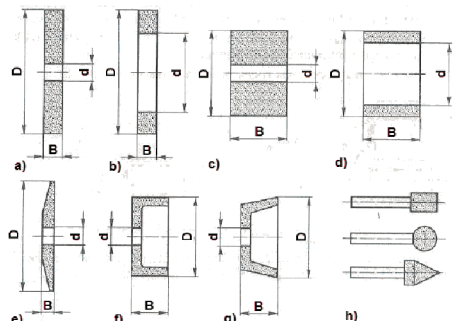
Stružno srce Vpenjalna priprava pri struženju. Glej Odrezavanje - vpenjanje obdelovancev / Vpenjenje med konicami.

NAJFINEJŠI POSTOPKI OBDELAVE

Brus Brusno orodje valjaste ali prizmatske oblike (brusni koloti, brusni kamni), ki ga sestavljajo brusna zrnca in vezivo.

Mešanico zrn in veziva **stisnemo** pod pritiskom 75 do 250 barov v posebnih kalupih v obliko brusa. Tako dobljeno obliko nato **žgemo** pri temperaturah, ki jih terjajo posamezna veziva (sintranje).

Geometrijske oblike brusov so odvisne od brusnih metod in so standardizirane. Največkrat so rotacijske. Nerotacijske oblike lahko najdemo le pri brusnih segmentih in ročnih brusilnih kamnih.



a – kolturni, b – prstanasti, c – valjasti, d – obročasti, e – kožnikasti, f in g – skledasti, h – stebelasti brus

Po standardu je **MATERIAL brusnega zrna** označen z **VELIKIMI ČRKAMI LATINICE**: korund (normalni: **A, 3A**; plemeniti beli: **2A**; plemeniti rožnati: **4A**; temnordeči: **6A**; polplemeniti **7A**; enokristalni **8A**; sintrani **GA**; cirkonijev: **ZA, XA, WA**; mešanica **52A**), plemeniti korund **B**, silicijev karbid (zeleni: **C**; črni: **9C**), borov karbid oz. kubični borov nitrid pa **CBN**, diamant **D**. Pogosto uporabljeno naravno brusilno sredstvo je tudi smirek, ki je največkrat prilepljen na papir.

TRDOTA brusja je odpor, s katerim **vezivo preprečuje izbijanje zrna** iz brusa. Če je ta odpor velik, pravimo, da je brus trd in nasprotno.

Označevanje trdote je približno, ker ni natančnih meril. Ni nujno, da bi imela dva brusja z isto označbo isto trdoto, temveč sta si po trdoti le blizu. Trdotne stopnje označujemo z velikimi črkami latinice, odvisne pa so od vrste in količine veziva, od vrste brusnega zrna, od strukture brusa in od načina izdelave brusa:

Posebno mehki brusji	A B C D
Zelo mehki brusji	E F G
Mehki brusji	H I J K
Srednje trdi brusji	L M N O
Trdi brusji	P Q R S
Zelo trdi brusji	T U V W
Posebno trdi brusji	X Y Z

MEHKE brusje uporabljamo za brušenje **TRDIH** materialov, ker pri njih posamezna zrna izpadajo, še preden bi se obrabila in izgubila sposobnost za rezanje.

Z oznako **STRUKTURE** (številke 2 do 14) je označeno razmerje med brusilnim materialom, vezivom in porami. Manjša številka pomeni več brusnih zrn in veziva, večja številka pa več praznega prostora.

VEZIVO veže zrnca v obliko brusa. Največkrat je keramično, na bazi glin. Za brusje iz kubičnega borovega nitrida in diamanta je vezivo kovinsko ali iz trde gume. Označujemo ga z **velikimi črkami**:

B - umetna smola, **BF** - z vlakni ojačana umetna smola, **Bz** - kovinsko vezivo (za diamant), **G** - kovinsko vezivo (za diamant), **GSS** - galvansko vezivo (za CBN), **K** - um. smola (za diamant), **KSS** - um. smola (za CBN), **M** - kovinsko vezivo (za diamant), **Mg** - magnezitno vezivo, **MSS** - sintrano kovinsko vezivo (za CBN), **R** - guma, **S** - silikatno vezivo ali kovinsko vezivo (za diamant), **V** - keramično vezivo, **VSS** - keramično vezivo (za CBN).

OZNAČEVANJE BRUSOV

Vsak brus je opremljen z **etiketo**, ki vsebuje **KAKOVOSTNE OZNAKE**, **DIMENZIJE** brusa (D x d x B, D - zunanji premer, d - premer izvrtine v sredini brusnega koluta, B - širina brusa) in **MAK-**

SIMALNO HITROST, pri kateri lahko brus uporabljamo. Obstajajo različni standardi, pa še proizvajalci dodajajo svoje oznake.

Najpogostejše **kakovostne oznake** so:

- a) Za **bruse iz diamanta in CBN** se up. **6 znakov**:
1 - material, 2 - zrnatost, 3 - vezivo, 4 - trdota, 5 - trup, 6 - koncentracija
- b) Za **običajne brusje** up. **5 znakov** in dodatna oznaka proizvajalca: 1 - material, 2 - zrnatost, 3 - trdota, 4 - struktura 5 - vezivo

PRIMER oznake karakteristike običajnega brusja:
B 80 M 6 V

Plem. korund (**B**), fina zrnatost (**80**), srednja trdota (**M**), srednja struktura (**6**), keramično vezivo (**V**).

Brušenje Tehnologija **obdelave površin** z odrezavanjem ali tehnologija **ločevanja** delov gradiva, katere glavne značilnosti so:

- **mnogorezilni postopek**, **nedoločena oblika** rezila
- **velika natančnost** in **izredna kvaliteta površine**
- možnost obdelave **zelo trdih** (tudi kaljenih) **materialov**, ki jih z drugimi postopki ne moremo odrezovati

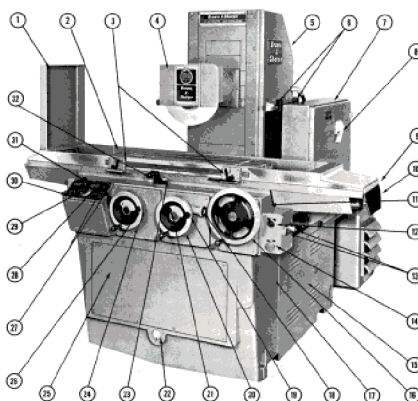
Pri brušenju uporabljamo **brusno orodje**, pomagamo pa si s **prilagoditvami** (npr. brusni blok) in z brusnimi **stroji**. Definicija brušenja po vrstah gibanj:

- **glavno gibanje** opravlja brusno orodje oziroma brusno sredstvo (**brus, brusilne plošče, rezalne plošče, brusni papir, brusna pasta** itd.)
- **podajanje** opravlja **orodje ali obdelovanec**, kar je odvisno od izvedbe brusilnega stroja

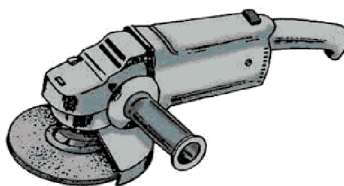
Glavno gibanje je najpogostejše krožno, v mnogih primerih tudi premočno (npr. ročno brušenje z brusnim papirjem), opravlja pa ga lahko tudi obdelovanec (npr. ročno brušenje nožev).

Brušenje je **končna obdelava**, saj lahko z brušenjem dokončno oblikujemo izdelek. Delimo ga na tri med seboj **bistveno različne postopke**:

1. **STROJNO BRUŠENJE**, pri katerem je **oblikovna natančnost** obdelovanca **zelo pomembna**. Stroji nadzorujejo tako glavno gibanje kakor tudi podajanje in globino reza. Podrobneje glej geslo Strojno brušenje.



2. **ROČNO VODENO STROJNO BRUŠENJE** - uporabljamo brusilni stroj, vendar se **vsaj eno gibanje** (glavno gibanje, podajanje ali globina reza) **vodi ročno**. Glavni namen je odstraniti odvečni material, zmanjšati hrapavost in valovitost, **oblikovna natančnost** obdelovanca pa **ni jasno definirana**. Podrobneje glej geslo Ročno vodeno strojno brušenje. Prim. Brusilnik.



3. **ROČNO BRUŠENJE** brez uporabe strojev. Uporabljamo samo **brusilna sredstva** (brusni papir, brusna mrežica, brusna gobica ipd.) in morebitne **prilagoditve** (npr. brusni blok, mikroskopi brusni disk, disk za fino končno brušenje itd.), delo pa opravljamo ročno. Podrobneje glej geslo Ročno brušenje.



Načini brušenja:

A. MOKRO BRUŠENJE

B. SUHO BRUŠENJE

Difuzijska obraba Obraba, ki nastane zaradi difuzije delcev iz enega materiala na drugega. Značilen je primer **difuzijske obrabe diamanta**, če z njim stružimo jeklo: ko se poveča temperatura, začnejo atomi ogljika iz diamanta prehajati v jeklo. Podoben pojav se dogaja tudi pri odrezavanju s karbidnimi trdinami. Prim. diamant.

Elektroerozivna obdelava Odnášanje snovi z električno iskro. Spada med **Posebne postopke obdelave z odrezavanjem**, lahko pa jo uvrščamo tudi v **Obdelavo z neposrednim delovanjem energije** ali med **Postopke odnášanja brez klina**.

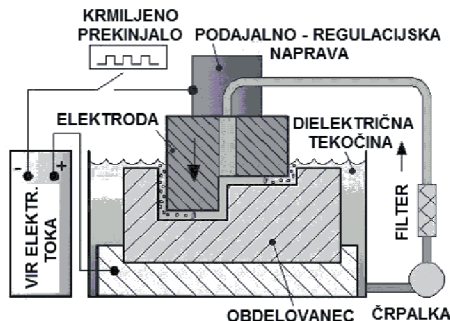
Osnovni princip delovanja je zelo podoben **principu obločnega varjenja**: električni tok med elektrodo in obdelovancem oddaja veliko toplote, zato se obdelovanec na mestu stika **raztali**. Raztaljeno snov nato **odstranimo**, običajno s pomočjo tekočine. Na mestu stika nastane majhna **vdolbina**. S ponavljanjem tega postopka lahko oblikujemo večje in natančne luknje.

Način delovanja nekoliko **podrobneje**:

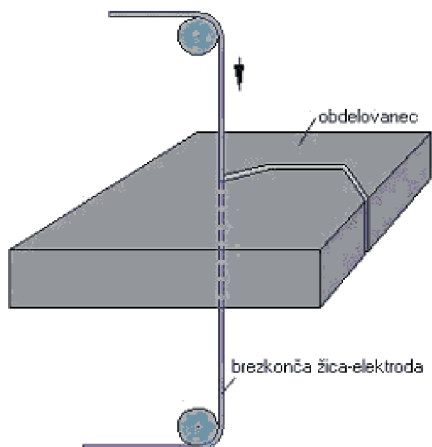
- a) Med elektrodo in obdelovancem (ki mora biti **elektroprevoden**) se **več tisočkrat v sekundi generira** in sprošča **električni tok**.
- b) Dovedena električna energija povzroča, da se tanek sloj **materiala** na mestu razelektritve **raztali in upari**. Tako **nastanejo** majhni raztaljeni in uparjeni delci - **odrezki**.
- c) Postopek poteka v tekočini - **dielektriku**, zato odrezki v naslednjem trenutku **kondenzirajo** in nastanejo **votle kroglice**. Črpalka neprestano poganja tekočino, da kroži in s tem odnása odrezke, ki bi sicer lahko ustvarili kratki stik. Odrezki se nato izločijo v filtru, tekočino pa med obdelavo še ohladimo v hladilni enoti.

VRSTE NAPRAV za elektroerozivno obdelavo:

1. Elektroerozija **z električnim oblokom**. Obdelovanec postavimo na dno posode, ki je napolnjena z dielektrično tekočino. Izjedanje povzroča **dalj časa trajajoči enosmerni tok** z napetostjo **pod 20V**, ki ga dobimo z usmerniki. Orodje (katoda) ima obliko površine, ki jo želimo obdelati in polagoma niha v vertikalni smeri (navzdol in navzgor). Pri tem se vsakokrat **dodatne** obdelovanca. Pri vsakem dotiku se ustvari električni **oblok**, ki rabi za obdelavo (vrta obliko v obdelovanec). Obdelovanec je priključen na pozitivni pol in **vibrira**, da s tem pospešuje obdelavo. Zaradi nenatančnosti obdelave se obločna elektroerozija skoraj **NE UPORABLJA VEČ**.
2. Elektroerozija **z iskrenjem**. Tudi pri tem načinu, ki se imenuje **R-C** postopek, postavimo obdelovanec na dno posode s tekočino. Tudi v tem primeru uporabljamo **enosmerni tok** za izjedanje. Vendar: napetosti so **nad 20 V** (60 - 300V), orodje pa se **ne dotika obdelovanca**, se samo enakomerno spušča. V tokokrogu je dodan **kondenzator**, ki se pri tem **polni**. V trenutku, ko napetost na kondenzatorju poraste, pride do praznjenja prek delovnega tokokroga v obliki **iskre** med orodjem in obdelovancem. Iskra rabi za obdelavo (vrta v material). Vibracija orodja ni nujno potrebna. Če orodje vibrira, dosežemo večjo natančnost obdelave.

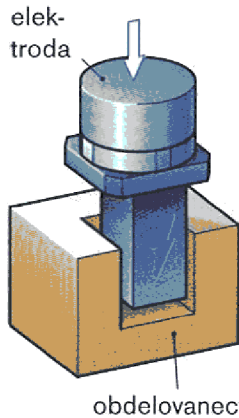


3. **ŽIČNA** elektroerozija je moderen, natančen in ekološko čist postopek obdelave kovin, kjer z malo porabljene energije dosegamo visoke rezultate. V tem primeru obdelovanec izrezujemo z elektrodo, ki je v obliki brezkončne žice:



Ta način se uporablja za prehodne izvrtine in je primeren predvsem za izdelavo rezilnih plošč orodij za štančanje. Nadomesti lahko pehanje.

Pri postopkih 1 in 2 potapljamo elektrodo v tekočino, v kateri se nahaja obdelovanec. Zato ta postopek imenujemo tudi **POTOPNA EROZIJA**. Čeprav ima elektroda nespremenljivi presek, lahko s pomočjo CNC krmiljenega pozicioniranja (obračanje elektrode v eni ali več smereh) izdelamo vdolbine zapletenih oblik (npr. šobe itd).



Potopna erozija

Elektrode pri potopni eroziji so običajno **grafitne** ali **bakrene**. Bakrene elektrode se ne izrabljajo toliko kot grafitne. Izdelane morajo biti natančno, zato za njihovo izdelavo pogosto uporabljamo CNC tehnologijo.

Glavni **prednosti** elektroerozivne obdelave sta:

- z njo lahko obdelujemo **materiale**, ki bi jih z **dru-gimi postopki** zelo **težko obdelovali**: kaljena in močno legirana jekla, karbidne trdine in druge zelo trde in žilave kovinske materiale,
- z njo lahko izdelamo **oblike**, ki jih sicer sploh ne bi mogli izdelati, npr. zapletena orodja za štančanje, za brizganje plastičnih mas, za litje kovin, stiskanje ali utopno kovanje - zato je nepogrešljiva v orodjarnah.

Slabe strani opisanih postopkov:

- majhen delovni učinek (hitrost potopne elektroerozije max. **800 mm³/min**, hitrost žične elektroerozije **~0.2 mm/min**)

- velika obraba orodja

- obdelovanci morajo prevajati električni tok

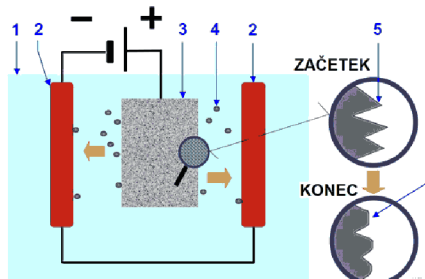
Predvsem zaradi visoke cene elektroerozivne obdelave se vedno **vprašamo, zakaj** se strojni del **ne naredi najprej s klasičnim načinom odrezavanja** in se ga **šele nato toplotno obdela**.

Elektroerozija pride v poštev v primerih, kadar potrebujemo **zelo natančne izdelke** (npr. orodja s tolerancami v tisočinkah milimetra). **Po toplotni obdelavi** se strojni deli lahko toliko **deformirajo**, da je nemogoče zagotoviti zelo ozke tolerance. Zato se v takih primerih strojni del **NAJPREJ** ustrezno **toplotno obdela, NATO** pa se ga s pomočjo **elektroerozije** oblikuje v uporaben kos.

Elektroerozija je moderen, natančen in ekološko čist postopek obdelave kovin, kjer z malo porabljene energije dosegamo visoke rezultate. Nima negativnih vplivov na okolje.

Elektropoliranje Elektrokemični proces poliranja kovinske površine. Odstranjuje mikroskopske količine materiala z obdelovanca.

Elektropoliranje je **obratni proces od galvaniziranja**, tudi naprave so zelo podobne napravam za galvaniziranje.



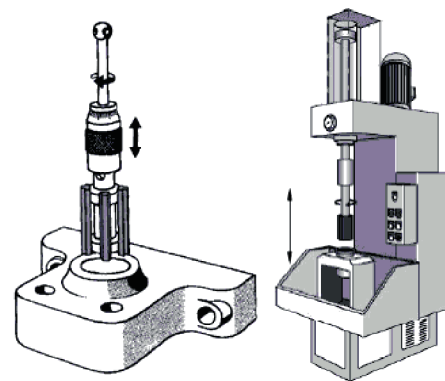
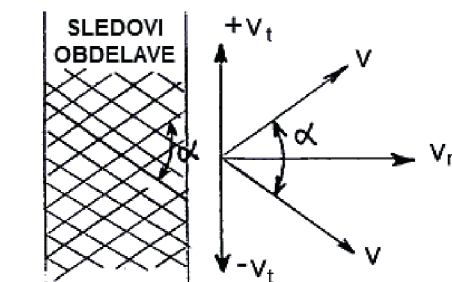
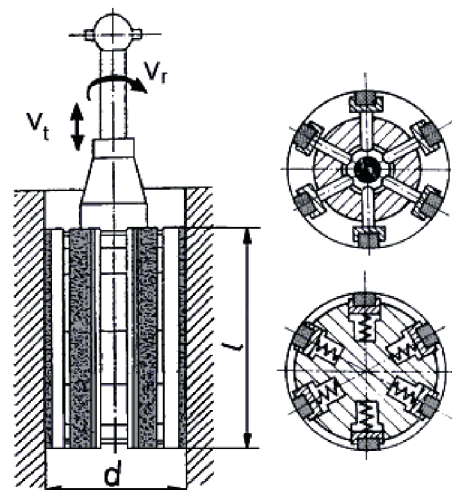
1 Elektrolit 2 Katoda 3 Obdelovanec 4 Delčki, ki prehajajo od obdelovanca na katodo 5 Površina pred in 6 Površina po elektropoliranju

Obdelovanec se priključi na anodo. Uporabljajo se koncentrirani elektroliti (žveplena, fosforna kislina, perklorati itd) v temperaturno kontrolirani kopeli. Ko priključimo enosmerni tok, se material oksidira. Nastanejo kovinski ioni, ki se nato raztopijo v elektrolitu. Pri tem postopku se sprošča kisik. Raztopljeni kovinski ioni se nalagajo na katodi, del ostane v elektrolitu, del pa se odlaga v obliki mulja na dnu posode.

Štrleči mikrodelčki se **raztapljajo hitreje** kot vdolbine, zato se **površina poravna**. Dobimo visoki sijaj površine, dosegamo Ra 0,25 μm.

Elektropoliramo le čiste kovinske površine, npr. **nerjavna jekla**. Obdelujemo tudi zelo majhne delčke in obdelovance **z zahtevnimi oblikami površin**, npr. ventile, pribor ipd. Za nekatere vrste industrije, kjer sta **korozijska odpornost** in **čistoča** zelo pomembna faktorja, je postalo elektropoliranje **standard**, npr. pri **živilski** in **farmacevtski** industriji, za **medicinske instrumente** itd. Prednost je tudi v tem, da ni nobenih neželenih učinkov kot npr. neželene zareze pri mehanski obdelavi, deformacije pri termični obdelavi itd. Postopek traja od 2 do 20 minut. Ang. Electropolishing.

Honanje Posebni postopek fine obdelave z odrezavanjem, podoben brušenju:



Orodje za honanje lukenj sestoji iz **brusnih segmentov**, ki jih lahko nastavljamo ročno ali hidravlično. Lahko jih vpnejo tudi elastično, da vzmeti potiskajo brusne segmente navzven. Za mazanje uporabljamo posebno olje za honanje. Med honanjem je potrebno večkrat meriti obdelovanec, da ne bi presegli želeni premer obdelovanca.

Razlika med honanjem in brušenjem:

- **hitrost** glavnega gibanja je precej **manjša**
- orodje se dotika obdelovanca na veliki površini, zato so pri honanju **pritiski manjši**
- odrezki se pri honanju **segrevajo le neznatno**
- **struktura** površine obdelovanca **se ne spremeni**
- posebnost honanja je tipična **KRIŽNA OBLIKA SLEDV** obdelave, ki je zelo ugodna za dobro mazanje valjev

Honamo na posebnih strojih, lahko pa tudi:

- na **vrtalnih strojih**, ki se počasi vrtijo,
- na **stružnici** (lahko tudi vodoravno),
- na **frezalnih strojih**.

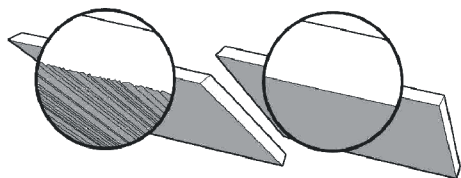
Zrno brusilnih kamnov je za grobo honanje 80 do 180, za srednje kakovostne površine 220 do 230, za najbolj ravne površine pa 400 do 600.

Honanje je bilo prvotno namenjeno **obdelavi valjev motorjev z notr. zgorevanjem**, ker križna oblika sledov omogoča dobre mazalne lastnosti. Danes honamo **luknje, čepe, gredi** in druge dele. Tako izboljšamo površino ter drsne ploskve, prav tako pa lahko izdelamo zelo kvalitetne **tesne** ali druge **prilege** dveh delov.

S honanjem dosegamo **natančnost mere** nekje do 5 μm, težko pa popravljamo **natančnost oblike** - zato morajo biti izvrtine pred honanjem obdelane z brušenjem. Dosegamo razred hrpavosti obdelane površine N2 do N5, dodatek za obdelavo pa znaša 0.03 do 0.05 mm.

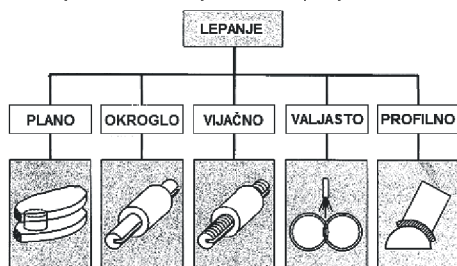
Lepanje Postopek fine obdelave s pasto za le-

panje, pri katerem drsita drug po drugem obdelovanec in posebej oblikovano orodje, ob stalnem menjavanju smeri gibanja. Za razliko od poliranja lepanje **zagotavlja tudi obliko** obdelovanca.

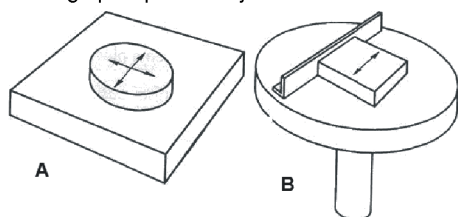


Razasto rezilo pri brušenem jeklu (levo) in gladko rezilo po lepanju (desno)

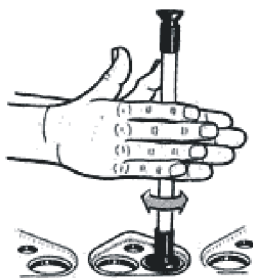
Orodje za lepanje je **lepalna površina**. Njena oblika je **trn**, **objemka** ali **plošča**. Med obe površini vstavljamo **pasto za lepanje**, skupaj s tekočino (voda ali olje). Grobe paste so iz **korunda**, fino lepamo s **kromovim oksidom**, zelo zahtevne površine pa lepamo z **diamantno pasto** ali s **prahom**. Najprej lepamo z grobimi pastami, nato se površina temeljito očisti (opere) in šele zatem lahko ponovno naneseemo bolj fino pasto. Pri tem običajno zamenjamo tudi orodje. Vrste lepanja:



Okroglo lepanje je lahko zunanje ali notranje. Ročno lepanje pride v poštev samo pri popravilih, vse drugo pa lepamo strojno.

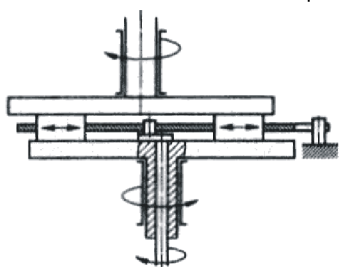


Ročno lepanje na mirujoči A in vrteči B plošči

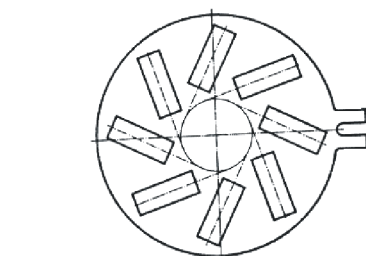


Ročno lepanje ventilov motorjev z notranjim zgorevanjem

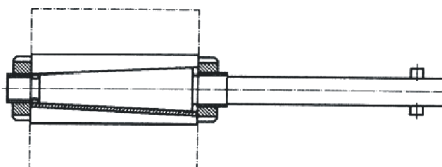
Strojno lepanje ravnih ploskev je **enostransko** na eni plošči ali **dvostransko** med dvema ploščama:



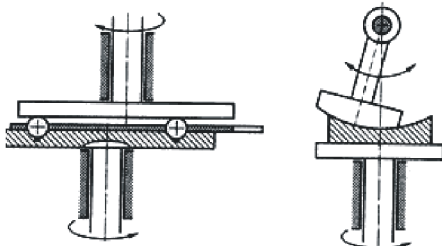
Med dvema ploščama lahko lepamo tudi manjše **valjaste obdelovalce**. Kletka mora imeti obdelovancem ustrezna **okna**, pri čemer je dobro, če so ta okna **usmerjena tangencialno**. Tako dosežemo večje spodrsavanje in s tem hitrejšo obdelavo:



Notranje valjaste ploskve lepamo **s trni**, ki jih je **mogoče razpirati**, da se **prilagodi povečanju izvrtine** zaradi obdelave. Z razpiranjem trna dobimo tudi za obdelavo potrebni ploščinski pritisk:



Lepamo lahko tudi **konkavne** ali **krogelne ploskve**. Obdelovanec (npr. konkavna leča) je pritrjen ali prilepljen na vrtečo se mizo, nosilec zrn konveksne oblike (kalup) pa niha okrog točke, ki leži natančno na osi vrtenja mize. Pri lepanju **konveksnih ploskev** pa mora biti obdelovanec pritrjen na nihajoči del, kalup pa na vrtečo se mizo:



Z lepanjem dosežemo velike **natančnosti mere** in **oblike**. Natančno lahko izdelamo obdelovalce s **paralelnostjo površin** $\pm 0,001$ mm, mejne mere pa v tolerancah $\pm 0,005$ mm. S posebej pazljivo obdelavo lahko dosežemo toleranco do $0,2 \mu\text{m}$ in zrcalno gladke površine.

Z lepanjem tudi odpravljamo napake v površini obdelovanca, ki so **nastale pri poprejšnjih** mehanskih ali toplotnih **obdelavah**. Izdelke po toplotni obdelavi običajno brusimo. Zaradi visokih hitrosti pri brušenju se obdelovanec segreva in nastane zelo tanek zunanji sloj (manj kot $0,001$ mm), ki je **pokvarjen**. To napako v zunanjem sloju lahko odpravimo le z lepanjem, ker se pri tem postopku obdelave **površina ne bo ponovno segrela**.

Lepanje se uporablja povsod, kjer so zahtevane visoke tolerance (tudi geometrične) in obenem **majhna hrapavost** površine, npr. lepanje **merilnih kladic** in natančnega merilnega orodja, zarisovalnih prizem, ventilov pri motorjih z notr. zgor., zobniških črpalk, brizgalnih šob, zahtevnih steklenih izdelkov (npr. kontaktne leče) itd.

Obdelava v bobnih Posnemanje ostrih robov, glajenje in poliranje površine, predvsem pri množinski in serijski proizvodnji. Obdelovanci se skupaj z abrazivnimi sredstvi kotirajo v vrtečih ali vibracijskih bobnih. Pogosto tako obdelujemo predmete pred galvanizacijo. Tako obdelavo pogosto imenujemo tudi razsrhovanje, trovaliranje, raziglevanje, glajenje, röslanje ipd. Prim. Toplotno - kemično odstranjevanje ostrih robov.

Obdelava z diamanti Fino struženje ali vrtanje z velikimi rezalnimi hitrostmi in z najbolj kakovostnimi noži, ki so praviloma iz diamanta, nekoliko manj kakovostno površino pa lahko obdelamo tudi s karbidnimi trdinami in s keramičnimi materiali. Z diamanti lahko obdelujemo med, bron in lahke kovine, do neke mere tudi sivo litino, **ne moremo pa z njimi obdelovati jekla** (glej difuzijska obraba).

Rezne hitrosti za različne materiale:

Za sivo litino: 75 do 120 m/min

Za bron: 300 do 500 m/min

Za aluminij: 300 do 1.000 m/min

Podajanje: od 0,008 do 0,08 mm/vrtljaj.

Globina rezanja: od 0,03 do 0,15 mm.

Obdelava z ultrazvokom Poseben postopek obdelave z odrezavanjem, pri katerem je material obdelovanca lahko tudi **trši od orodja**.

Način delovanja:

1. Prostor med orodjem in obdelovancem izpolnimo s **tekočino** (običajno: olje), ki vsebuje majhne, trde in ostrorobe **kristalčke brusilnega sredstva** (ponavadi je to silicijev ali borov karbid).
2. Ultrazvočna glava preko vibratorja povzroča visokofrekvenčno mehnično **nihanje orodja**, ki se hkrati (pod majhnim pritiskom) pomika k obdelovancu. Na ta način spravimo tekočino z zrni v ultrazvočno nihanje. Pri tem prihaja do **drobljenja in odnašanja materiala z obdelovanca**. Seveda se med obdelavo obrabljata tudi orodje in brusilna zrna.

Ultrazvočno obdelavo uporabljamo le za **trde in krhke materiale**: naravni in umetni kamni, steklo, keramika itd. Kovinske materiale in prevodnike el. toka pa uspešneje obdelamo z elektroerozijo.

Obdelava z vodnim curkom Glej Rezanje z vodnim curkom.

Odrezavanje - posebni postopki obdelave V to skupino uvrščamo postopke, ki :

- izboljšajo natančnost izdelovalne mere
- izboljšajo površino obdelovanca
- odpirajo nove možnosti za izdelavo najzahtevnejših elementov

Med posebne postopke odrezavanja spada:

1. [Obdelava z diamanti](#)
2. [Posnemanje](#)
3. [Honanje](#)
4. [Peskanje](#)
5. [Poliranje](#)
6. [Lepanje](#)
7. [Superfiniš](#)
8. [Obdelava z ultrazvokom](#)
9. [Rezanje z vodnim curkom](#)
10. Odstranjevanje robov: [obdelava v bobnih](#) (trovaliranje, razsrhovanje, raziglevanje, glajenje, röslanje), [toplotno - kemično odstranjevanje robov](#).
11. [Elektroerozivna obdelava](#) (potopna, žična)
12. [Elektrokemična obdelava](#) (elektrokemično oblikovanje oz. oblikovno eliziranje), kamor spada tudi elektropoliranje.
13. Obdelava z žarki: [varjenje in rezanje z laserjem](#), [obdelava z elektronskimi žarki](#).

Različne literature združujejo našete postopke tudi v drugačne izraze, npr. **odnašanje materiala brez klina** (11., 12. in 13.), **Obdelave z neprednim delovanjem energije** (11., 12. in 13.) itd..

Naštete postopke imenujemo tudi **Postopki najfinišnejše obdelave**, saj zagotavljajo **zelo kvalitetno površino** obdelovanca in **zelo majhno hrapavost**. Pri tem **ni termičnih in mehanskih sprejemov** v strukturi površine.

Obdelava lahko poteka **z vezanim orodjem** (z brusnim segmentom, brusom) ali **z nevezanim orodjem** (polirne paste).

Za primerjavo med posameznimi ostropki odrezavanja lahko navajamo R_a [μm]: fino struženje 0,6 do 1,5; normalno brušenje 0,3 do 0,8; fino brušenje 0,15 do 0,3 in superfiniš 0,012 do 0,06.

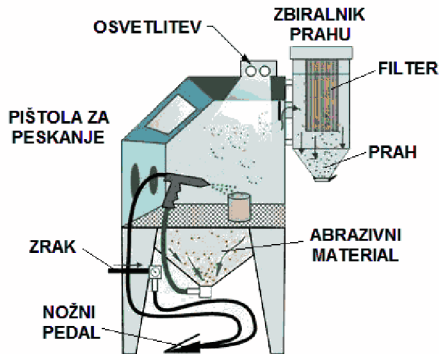
Peskanje Tehnološki postopek odrezavanja, pri katerem pištola za peskanje izstreljuje **snop brusnih zrn**, ki udarjajo na površino z veliko hitrostjo. Zaradi velike hitrosti brusna zrnca razbijajo in odstranjujejo nečistoče na površini.

Brusna zrnca (abrazivni material) so lahko iz kremenčevega peska, elektrokorunda, bakrove žilindre, jeklenih kroglic, sode itd., pištola za peskanje pa praviloma deluje na stisnjen zrak. Zrak dovajamo pod tlakom 3 - 10 bar, hitrosti ob izteku iz šobe pa znašajo 300-800 m/s.

S peskanjem odstranimo kovinske okside (rjo) in nečistoče, istočasno pa lahko **povečamo** ali **zmanjšamo hrapavost** površine, da pripravimo **osnovo za nanašanje zaščitnih sredstev, lužil** ali **galvanskih prevlek**. Hrapavost površine po obdelavi je odvisna od materialov, ki jih uporabimo za peskanje.

Ferdinand Humski

Peskamo lahko kovinske materiale (npr. notranje peskanje bojlerjev), les, opeko, kamen, steklo in drugo. **Vrste naprav** za peskanje: peskalni sistemi, mobilni peskalni stroji, peskalni roboti, peskalne komore in peskalne kabine. Posebnost je čiščenje in obdelava površin **s suhim ledom**.



Najpogosteje uporabljamo peskanje za predpravo površin pred nadaljnjo obdelavo pred varjenjem, barvanjem itd.. Pogosto pa ga uporabljajo tudi zobozdravniki za čiščenje poškodovanih zob:



Poliranje Poseben postopek odrezavanja, s katerim izboljšamo estetski videz obdelovanca. Ponavadi ga uporabimo pred galvansko obdelavo (kromanje, nikljanje itd.), lahko pa je poliranje tudi končna obdelava, npr. poliranje avtomobila, polirajo se tudi zobje itd..

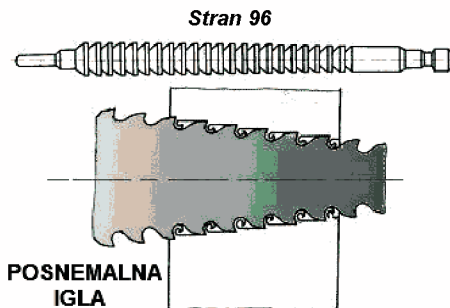
Površina obdelovanca **dobi sijaj, ni pa mogoče izboljšati natančnosti oblike** (kot npr. pri lepanju) - s poliranjem lahko obliko celo poslabšamo.



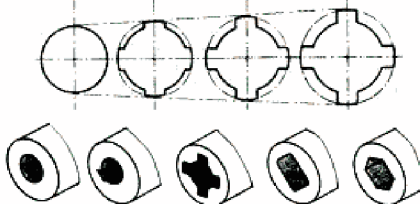
Način dela je podoben lepanju, le da **pasto za poliranje** nanašamo **na mehak** (elastičen) **nosilec** iz klobučevine ali iz več plasti platna. Največkrat poliramo **z ročno vodenimi stroji**, ki se uporabljajo tudi **za brušenje**. Kolute, ki se vrtijo s hitrostmi, približno enakimi kakor pri brušenju, pritiskamo ob obdelovanec. Lahko pa tudi obdelovanec potiskamo ob kolut z nanešeno pasto. Granulacije brusnih zrn so od številke 80 pa do 1.200.

Prim. lepanje, elektropoliranje.

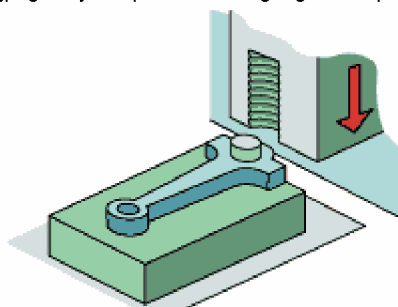
Posnemanje Vrsta odrezavanja, s katerim izdelamo **poljuben profil** na zunanji ali notranji površini obdelovanca. Pri tem uporabljamo orodje, ki se imenuje **posnematna igla**. Posnematna igla je valjaste ali ploščate oblike in ima profilne zobe, ki se **polagoma večajo** za globino rezanja:



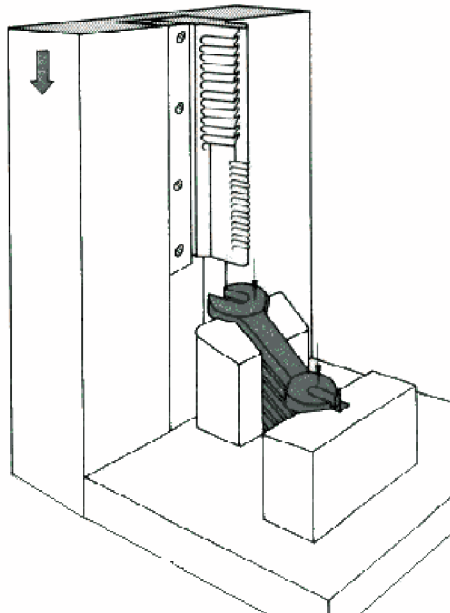
Značilnost posnemanja je **velika natančnost obdelave**. Postopek je **hiter**, **rezalne hitrosti** pa so v primerjavi z drugimi stroji **izredno nizke**.



Postopno spreminjanje luknje in izdelki. Najpogosteje se posnematna igla giba navpično:



Naenkrat je mogoče obdelati **veliko število** obdelovancev (50 - 300) zelo **zahtevnih oblik**, za katere bi npr. na pehalnem stroju porabili veliko časa za posamično obdelavo. Zato lahko posnemanje uspešno uporabimo namesto skobljanja, pehanja, rezkanja, finega struženja in povrtavanja. Zaradi visoke cene orodij se izplača orodje nabaviti **samo za dovolj veliko število obdelovancev**.

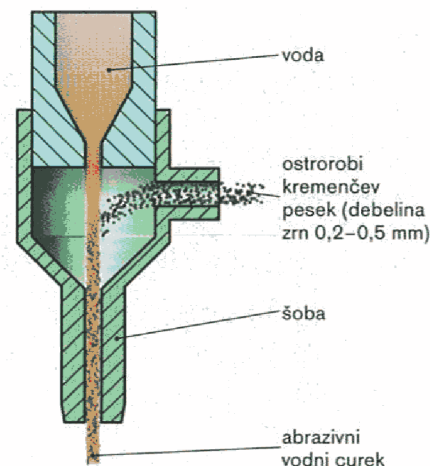


Za posnemanje skoznjih utorov (npr. na pestih) lahko up. tudi naprave za **ročno posnemanje** - premočrtno gibanje se ustvarja na enak način kot pri namiznem vrtnalnem stroju (glej sliko pri geslu Vrtnje): preko ročice na zobnik in zobata letev se pomakne navzdol.

Izraz posnemanje se včasih uporablja tudi za **grezenje** ali **povrtavanje**.

Rezanje z vodnim curkom Tehnologija obdelave, posebni postopek odrezavanja. Up.: za rezanje usnja, papirja, stiropora, umetnih snovi in tudi za rezanje jekla visoke trdnosti.

Voda se iztiska skozi šobo pod visokim tlakom do 9.000 bar, izstopne hitrosti so 800 do 900 m/s. Poraba vode je ~ 4 l/min na rezalno glavo, kar je približno poraba pri umivanju rok. Če vodni curek ne zadošča, mu dodajamo abrazivno sredstvo, npr. granatni pesek z velikosti zrn 0,1 do 0,3 mm. Tak vodni curek lahko izdelava zelo kakovostno rezalno režo.



Rezanje z vodnim curkom

Prednost rezanja z vodnim curkom je hladno odrezovanje, kar pomeni, da se **struktura materiala ne spremeni**. CNC voden curek lahko izreže **tudi 3D oblike** do globine 50 mm v vse materiale razen kaljenega stekla. Hitrost rezanja je odvisna od debeline materiala in znaša 2 do 7 m/min za plošče debeline 3 mm.

Strojno brušenje Definicija strojnega brušenja je opisana pod geslom Brušenje.

S strojnim brušenjem dosegamo:

- veliko **mersko in oblikovno natančnost** (do tolerančnih stopenj **IT 5 do 6**),
- **majhno valovitost** ter **hrapavost** ($R_z = 1$ do $3 \mu\text{m}$)

Obodna hitrost brusa (rezalna hitrost) je **zelo velika** (25 - 80 m/s, lahko tudi več). **Podajanje** pa je pri brušenju **relativno majhno**. V točkah, ki se jih dotikajo vrhovi brusnih zrn, nastajajo **visoke temperature**. Material obdelovanca **se zato omehča** in **zrno ga lahko odrine**.

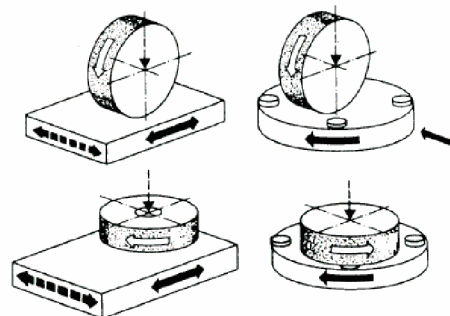
VRSTE BRUŠENJA:

a) Glede na **način brušenja**:

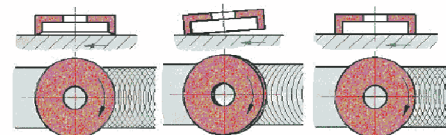
- obodno brušenje
- čelno brušenje

b) Glede na **obliko obdelovanca**:

- **brušenje RAVNIH ploskev** je obodno ali čelno



OBODNO (zgoraj) in ČELNO (spodaj) brušenje s prikazom glavnega gibanja (svetla puščica), podajalnega gibanja (temna puščica) ter globine rezanja (tanka puščica)



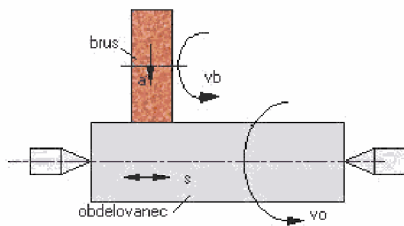
Variante čelnega brušenja:

stožčasta č. stran - nagnjen brus - ravna čelna stran

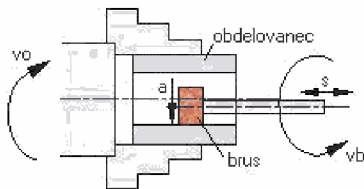
- **brušenje ROTACIJSKIH ploskev** (krožno br.): rotacijske ploskve je mogoče brusiti le obodno; poznamo **ZUNANJE** in **NOTRANJE** brušenje rotacijskih ploskev; pri daljših obdelovancih potrebujemo tudi vzdolžno podajanje,

(VZDOLŽNO brušenje), pri krajših pa ne; če ni vzdolžnega podajanja, imenujemo tako brušenje **ZAREZNO** brušenje:

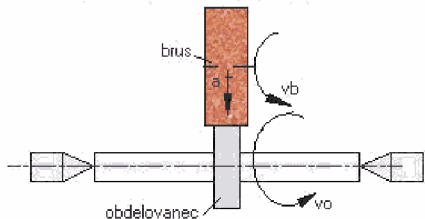
ZUNANJE KROŽNO VZDOLŽNO BRUŠENJE



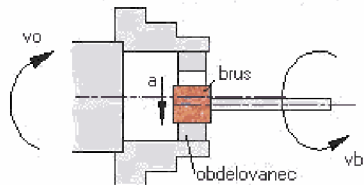
NOTRANJE KROŽNO VZDOLŽNO BRUŠENJE



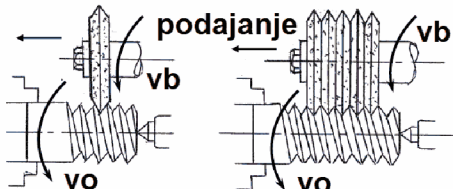
ZUNANJE KROŽNO ZAREZNO BRUŠENJE



NOTRANJE KROŽNO ZAREZNO BRUŠENJE

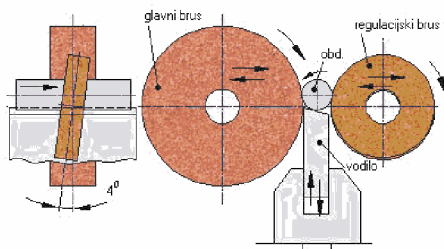


Brušenje navojev:



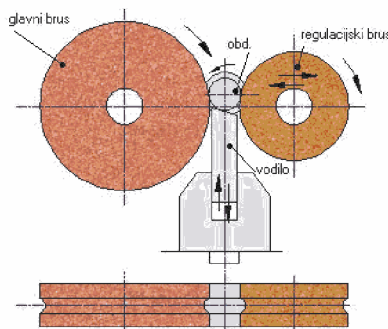
Za majhne obdelovance, ki jim želimo povečati natančnost, je primerno brušenje **BREZ KONIC**. Obdelovanec se vrti med dvema brusoma, ki imata **različen premer**. Pri daljših obdelovancih, kjer potrebujemo tudi podajalno vzdolžno gibanje, je **regulacijski brus nagnjen** in s trenjem **povzroči vijačno vzdolžno gibanje obdelovanca**. Bolj je regulacijski brus nagnjen, hitreje je podajalno gibanje. Večji brus se imenuje **glavni brus** in se vrti z rezalno hitrostjo. Med obdelavo se obdelovanec naslanja na poševno vodilo:

KROŽNO VZDOLŽNO BRUŠENJE BREZ KONIC



Zunanje zarezno brušenje brez konic omogoča brušenje **PROFILNIH OBDELOVANECV**. Pri tem je seveda potrebno uporabljati **profilne bruse**. Obdelovanec se ne giblje več v vzdolžni smeri, vlagamo pa ga od zgoraj med oba brusa:

KROŽNO ZAREZNO BRUŠENJE BREZ KONIC



VRSTE STROJNIH BRUSILNIH STROJEV:

1. Stroji za krožno brušenje so:

- a) **Stroj za zunanje in notranje brušenje rotacijskih ploskev**. Glavna brusna plošča je pritrjena na glavno vreteno, ki se mora vrteti v posebno natančnih ležajih. Ležaji so v večini primerov drsni in delujejo na principu hidrodinamičnega ali hidrostatičnega mazanja. Vzdolžni pomik in pozicioniranje glave glavnega vretena je lahko ročni ali hidravlični. Glavno vreteno ima nastavljivo vrtilno hitrost, kar omogočajo različne jermenice, ki jih menjavamo in s tem prilagajamo hitrost brusa.
- b) **Stroj za brušenje brez konic** je dokaj preprost. Glavno brusno ploščo poganja elektromotor, ki je skrit v notranjosti. Regulacijsko brusno ploščo lahko sukamo okrog vodoravne osi, kar nam omogoča podajalno gibanje obdelovanca. Pritrjena je na regulacijski vretenjak, ki je nameščen na sani. Stroj uporabljamo za brušenje drobnih preprostih obdelovancev. Dodatek za obdelavo mora biti majhen, tako da je delo končano v enem oziroma maksimalno dveh prehodih.

2. Stroji za brušenje ravnih površin so:

- a) **Čelni brusilni stroj** z vzdolžno delovno mizo je namenjen za dolge obdelovance. Pogon delovne mize je hidravlični. Obdelovance vpenjamo na delovno mizo z magnetno ploščo.
- b) **Stroj za obodno brušenje** ima glavno vreteno vodoravno. Ker ima brus premajhno širino, je podajalno gibanje sestavljeno iz vzdolžne in prečne komponente. Krmiljenje z mikroprocesorjem omogoča strojno premikanje brusne plošče po korakih, v normalnem ali v hitrem hodu. Ravno tako je omogočen avtomatski dvig brusa in vrnitev v začetni položaj. Za najtežje obdelovance je namenjen **toči brusilni stroj** za obodno brušenje. Stroj ima masivno delovno mizo, kar omogoča brušenje najtežjih obdelovancev.
- c) **Stroj za ostrenje orodja**: ostrenje je pravzaprav čelno brušenje. Ostrilni stroji so specializirani in prilagojeni posamezni vrsti orodja.

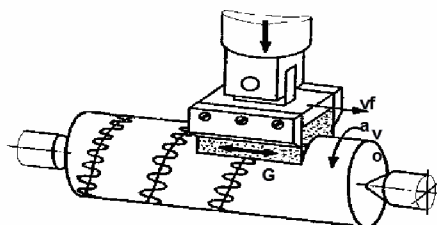
Rezalno (brusilno) hitrost **pri obodnem brušenju ravnih površin** običajno izračunamo po enačbi:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60.000}$$

- v - brusilna hitrost [m/s], up. tudi oznako v_b
- d - premer brusilnega koluta [mm]
- n - vrtilna frekvenca, vrtilna hitrost [vrt/min]

Prim. ostrenje.

Superfinaš Postopek fine obdelave, ki spada med posebne postopke odrezavanja. Lahko ga smatramo kot nadaljnjo stopnjo honanja. Zanj le redko uporabljamo posebne stroje. Največkrat kar na stružnico montiramo dodatno napravo s pnevmatskim pogonom.



Pri superfinašu uporabljamo brusilne kamne z zelo fino kakovostjo zrna in z zelo gosto strukturo. Te brusne kamne nato **pnevmatsko** (s stisnjanim zrakom) **pritisemo na obdelovanec**. Brusilni kamni pri tem strgajo in brusijo hrapavo površino, ki je ostala po prejšnjih postopkih. Kvaliteta površine se giblje okrog $0,1 \mu m Ra$ in celo do $0,02 \mu m$, točnost dimenzij pa znaša od **IT1** do **IT3**.

Z brusilnimi kamni tudi aksialno nihamo po obdelovancu, ki se vrti. Dolžina nihaja je 1 do 6 mm, njihovo število pa 150 do 3.000 v minuti. Različnih izvedb je veliko, uporabljamo lahko tudi več brusilnih kamnov z različno zrnatostjo.

Med postopkom izdatno hladimo obdelovanec s petrolejem ali s hladilnimi tekočinami za honanje.

Ultra- Latinska predpona, ki pomeni nad, čez, več, bolj, onstran. Npr.:

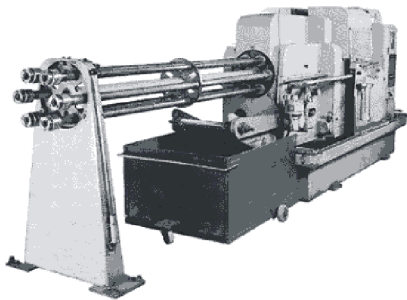
Ultravijolično valovanje - elektromagnetno valovanje UV, ki ima frekvenco nad frekvenco vidne svetlobe, valovna dolžina pa je torej krajša: **bližnje UV** območje (valovna dolžina 380–200 nm) in **ekstremno UV** območje (200–10 nm). Pri preučevanju vpliva UV valovanja na okolje in zdravje človeka se pogosto območje razdeli na območje **UV-A** (380–315 nm), imenovano tudi dolgovalovno območje ali »črna svetloba«, **UV-B** (315–280 nm), imenovano tudi srednjevalovno območje, ter **UV-C** (280-10 nm), imenovano kratkovalovno ali »baktericidno« območje.

Ultrazvok - neslišni zvok s frekvenco, ki je višja od zornge meje slišnega območja: od $20 \cdot 10^3 s^{-1}$ do $10^8 s^{-1}$ in več. Izviri ultrazvoka izkoriščajo piezoelektričnost ali magnetostrikcijo in jih vzbujamo z visokofrekvenčnim električnim tokom. Up.: za **iskanje napak** v kovinskih in drugih telesih, merjenje hitrosti zvoka, v medicini, v sonarju itd. **Ultrazv. obdelava**: glej obdelava z ultrazvokom.

Prim. **Varjenje z ultrazvokom**, preiskava zvarov.

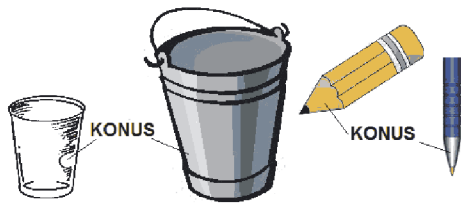
VPENJANJE, PRIJEMANJE, PROIZVODNJA

Hidrobar Hidravlični avtomatski **podajnik pa-ljic**. Naprava, ki dodaja material v obdelovalni stroj, običajno v CNC stružnico (skozi vreteno). Deluje na principu stročnice.

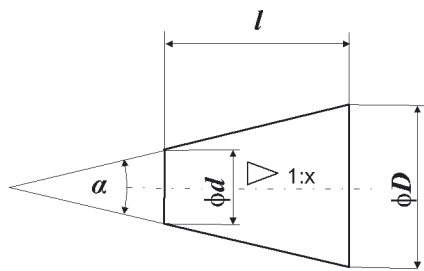


Izpenjati Odpeti, sprostiti, nasprotno od vpenjati.
Klema Nepr. izraz, popačenka iz nemščine (die Klemme): sponka, priključek (npr. pri releju), prižema, vpenjalo, objemka.

Konus Oblika presekanega stožca:



Koničen - stožčast. Veliko strojnih delov je koničnih: strojni deli orodij (npr. trni), gredi, vretena ipd..



Koničnost običajno izražamo na **DVA NAČINA**:

a) Z razmerjem med premerom širšega dela konusa in višino namišljenega stožca, npr. 1:5, v splošnem 1:x. Opisano **konusno razmerje** je obenem enako razmerju med razliko obeh premerov in višino konusa:

$$\frac{1}{x} = \frac{D - d}{l}$$

Na tehničnih risbah označimo konus z majhnim enakokrakim trikotnikom, ki ga narišemo **nad srednjico**, pred razmerje 1:x, npr.:

▷ 1:3

Kako razumemo (**preberemo**) neko **konkretno konusno razmerje**: na 3 mm dolžine konusa se konus razširi za 1 mm.

Z uporabo kotnih funkcij lahko izračunamo polovični kot vrha namišljenega stožca:

$$\tan \alpha/2 = \frac{D - d}{2 \cdot l} = \frac{1}{2 \cdot x}$$

D - širši premer konusa

d - ožji premer konusa

l - višina (širina) konusa

α - kot vrha namišljenega stožca

b) S polovičnim kotom konusa (vrha namišljenega stožca). Praviloma navedemo stopinje, minute in sekunde. Označevanje s polovičnim kotom konusa je **primernejše** v primerih, **kadar konus stružimo z malimi sanmi** - v tem primeru se na stružnici nastavlja prav ta kot in zato **ni treba preračunavati** kota iz podanega razmerja.

Če je potrebno polovični kot izračunati iz razmerja na risbi, tedaj uporabimo zgornjo zvezo med tg α/2 in x, izračunamo tg α/2 in iz tega α/2. **Primer**: pri konusnem razmerju 1:5 znaša **polovični kot (kot nagiba)** konusa α/2 = 5°42'38".

Razl. nagib, zoženje. Nem. der Kegel.

Konus - standardizacija Za **KONIČNE DRŽAJE ORODIJ** se uporabljajo naslednji standardi:

1. **Morse konusi**, oštevilčeni od 0 do 6.

2. **Metrski konusi**, oznake 80 do 200.

3. **Strmi konusi**: ISO 30, 35, 40, 45, 50.

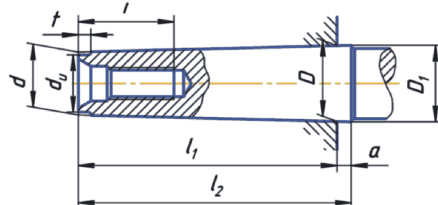
Morse in metrski konus sta **samozaporna**, kar pomeni: če sestavimo notranji in zunanji del, ju ne moremo več razstaviti brez dodatne sile. Strmi konus pa je **samorazstavljiv**; če sestavimo notranji in zunanji del, ju lahko tudi na enostaven način in brez vsake dodatne sile razstavimo.

MORSE KONUS je standardizirana oblika konusa (SIST ISO 1119) za vpenjanje orodja: večjih svedrov, povrtal, vpenjalnih glav, trnov, stročnic za frezala itd. Omogoča **pravilno samocentriranje orodja in hitro prepenjanje** (zamenjavo) **orodja**, obenem pa **orodju zagotavlja trdnost in oporo**. **Navor** se od notranjega dela vretena (pinole) na držaj orodja **prenaša samo s trenjem zaradi pritiska, oprijemanja**.

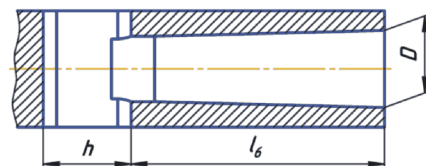
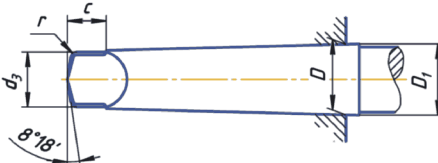
Morse konus ima **7 standardnih velikosti**: od MK0 do MK6, izdelujejo pa se tudi vmesne velikosti, MK7 ter MK8. Na odrezovalnih strojih uporabljamo Morse konus od MK2 do MK6. Premer ročaja je od 9 do 63 mm.

OBLIKE morse konusa:

1. Oblika **A (orodje** - zunanje mere) in **C (puša** - notranje mere) z navojem za **privijanje**.



2. Oblika **B (orodje)** in **D (puša)** z razklanim jezičkom za **izbijanje**.



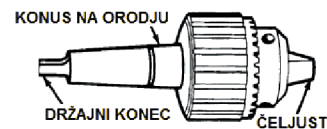
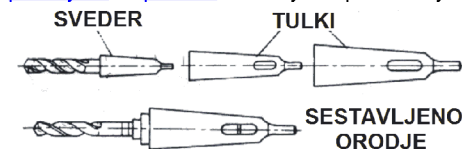
Kako PREPOZNA MO ŠTEVILKO Morse konusa Izmerimo najširši del puše (D) ali stebila (D1). Že približne vrednosti zadoščajo za pravilen izbor:

MK0 MK1 MK2 MK3 MK4 MK5 MK6
 D ≅ D1 9,0 12,1 17,8 23,8 31,3 44,4 63,4

Izračunano konusno razmerje **ni natančno 1:20** in znaša od 1:19,002 do 1:20,047. **Kot nagiba** α/2 (polovični kot vrha stožca) pa v povprečju znaša od **1°25'43"** do **1°30'26"**.

Ker je kot nagiba pri različnih Morse oznakah različen, **ne smemo sestavljati Morse konusov z različnimi oznakami** (npr. orodje MK2 na pušo MK3), saj **ne bo oprijemanja!!!**

REDUCIRNE PUŠE (TULKE) praviloma nosijo oznako zunanje in notranjega konusa, npr. MK4-MK3. Uporabljajo se kot vmesni kosi orodja, kadar je Morse konus na orodju (npr. na svedru) **premajhen** ali **prevelik** za luknjo na pinoli stroja:



VRTALNA GLAVA

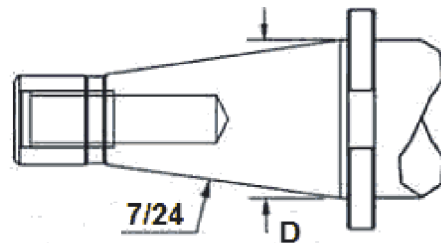


METRSKI KONUSI ME za premere D od 60 do 200 mm imajo konusno razmerje **točno 1:20**. **Kot nagiba** α/2 (polovični kot vrha stožca) znaša **1°25'56"**. Prepoznavanje je preprosto: oznaka je enaka izmerjenemu D.

Npr.: ME 80 ima izmerjen premer D enak 80 mm.

STRMI KONUSI po ISO 7388-1 in DIN 69871 se najpogosteje uporabljajo za **vpenjalne trne** in **pinole** frezalnih strojev. Pri strmih konusih se uporablja **konusno razmerje 7/24** (številke so mišljene v colah), kar po naših standardih pomeni 7:24 oziroma oznaka konusa ▷ 1:3,428. Izračunamo kot nagiba (polovični kot vrha stožca) α/2 = **8°17'50"**.

Strme konuse označujemo z oznakami ISO 30 do ISO 60. Včasih naletimo tudi na oznako SK (iz nemške besede za strmi konus: Steilkegel, npr. SK 30). ISO številko vpenjalnih trnov prepoznavamo, če vsaj približno izmerimo premer D:



ISO	30	40	45	50	60
D [mm]	31,75	44,75	57,15	69,85	107,95

Metrski konus Glej Konus - standardizacija.

Morse konus Konus, ki se pogosto uporablja pri vpenjanju orodij v kovinskopredelovalni industriji. Ameriški podjetnik Stephen A. Morse ga je patentiral leta 1864, že leta 1868 pa je zaradi svojih mnogih prednosti sistem postal standard. Glej Konus - standardizacija. Nem. der Morsekegel, ang. Morse taper.

Stephen A. Morse je izumil tudi vijačni sveder.

Napenjalka Naprava za napenjanje, napenjalec. Pri **napenjalki z dvema vijakoma** ima en vijak levi, drugi pa desni navoj:



Napenjalka (zategovalka) traku pa izgleda tako:



Sin. jeklena ali plastična povezovalna (samozatezna) spona (sponka, spojka, zaponka) za trak.

Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij Razen **varnosti** in **zanesljivosti** mora mora pravilno vpenjanje orodij omogočati tudi **hitro izmenljivost orodja**.

Celoten sistem vpenjanja orodij **ZAJEMA**:

1. **REZILNO ORODJE**: sveder, frezalo itd.

2. **VPENJALO ZA ORODJE**, ki je lahko:

- **nepotrebno**, npr.: sveder s konusnim stebлом vpnemo direktno v pinolo vrtaln. stroja, stružni nož vpnemo direktno v križni suport itd.
- **poseben strojni element**, npr.: reducirna puša, ki konus na steblu svedra prilagodi konusu na pinoli vrtalnega stroja,
- **sklop strojnih elementov**: (matica, stročnica in držalo stročnice), tudi vpenjalni trn je sklop

3. **VPENJALNE ELEMENTE NA STROJIH**:

- včasih jih ni, npr. ročno vrezovanje navojev,
- pri struženju: križni suport, revolverska glava,
- pri frezalnem, vrtalnem in brusilnem stroju je to pogonski del stroja: VRETENO (PINOLA)

Poznamo 3 vrste povezav 1-2 in 2-3:

I Z ZATEZNO SILO

- 1-2: vrtanje (sveder + vrtalna glava), vrezovanje navojev (rezalnik navojev + ročno držalo), freziranje (frezalo + stročnica, pritegnjena z matico)

- 2-3: struženje (stružni nož + križni suport)

II S SILO TRENJA NA KONUSU

- 1-2: vrtanje (sveder s konusnim stebлом + reducirna puša);

- 2-3: vrtanje (konus reduc. puše + konus pinole)

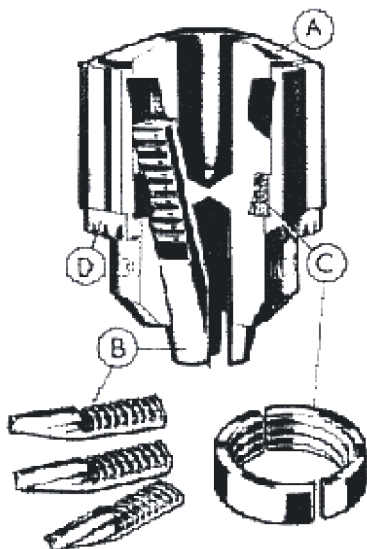
POZOR: pri FREZANJU je samo sila trenja premalo za kvalitetno vpenjanje!!! Med obdelavo namreč nastajajo tresljaji in prečne sile. Zato morajo biti frezala dodatno varovana z vijakom ali z zatezno silo. Brez dodatnega varovanja se lahko orodje med frezanjem samo od sebe izpne, kar je lahko ZELO NEVARNO!!!

III Z VIJAČNO ZVEZO

- 1-2: freziranje (frezalo, privito v vpenjalni trn);

- 2-3 freziranje: vlečni drog z zunanjim navojem privije vpenjalni trn (ki ima z zgornje strani notranji navoj) na pinolo; vlečni drog z notranjim navojem pa privije vpenjalni trn (ki ima z zgornje strani zunanji navoj) na pinolo;

Spodnja risba prikazuje sestavo VPENJALNE oz. VRTALNE GLAVE in pojasnjuje njeno delovanje:



Vrtalna glava (A) vsebuje čeljusti (B), navojni obroč (C) in zobniški pogon navojnega obroča (D).

V zvezi z zgoraj omenjenimi povezavami poznamo najrazličnejše kombinacije vpenjal, npr.: vrtalna glava s konusnim nastavkom za pinolo, vpenjalni trn z vijakno zvezo za pinolo itd.

Glede na OBLIKE ORODIJ poznamo:

A. Vpenjala za orodja s prizmatično obliko.

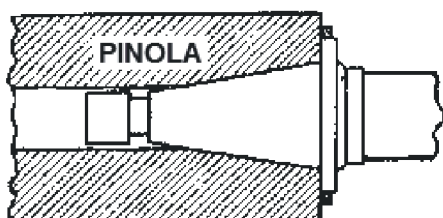
B. Vpenjala za orodja s cilindrično obliko.

C. Vpenjala za orodja s konusno obliko stebel.

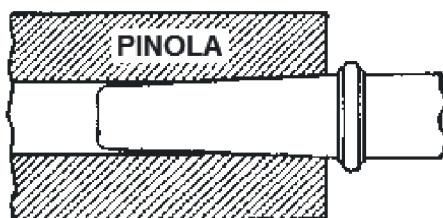
Vpenjala za orodja s PRIZMATIČNO obliko najdemo pod gesli Struženje (križni suport), Rezalnik navojev (držaj za rezalnik navojev) in Vrezovanje navojev-ročno (navojna ročica).

Vpenjala za orodja s cilindrično in konusno obliko se pritrjuje na pinolo tako, da uporabimo:

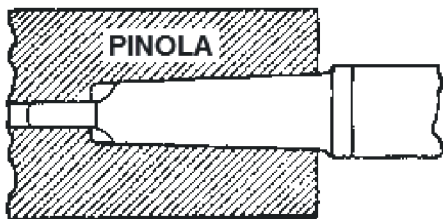
- standardne trne s strmimi konusi
- standardne trne s položnimi konusi
- standardne trne s položnimi konusi in s prijemom



TRN S STRMIM KONUSOM

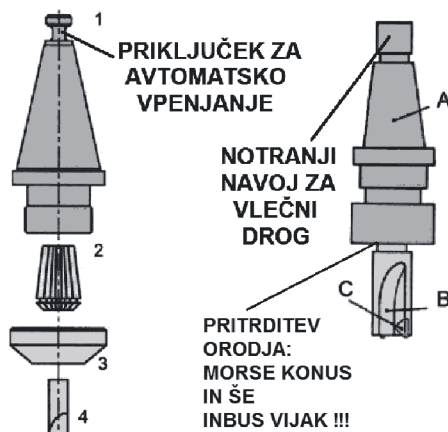


TRN S POLOŽNIM KONUSOM



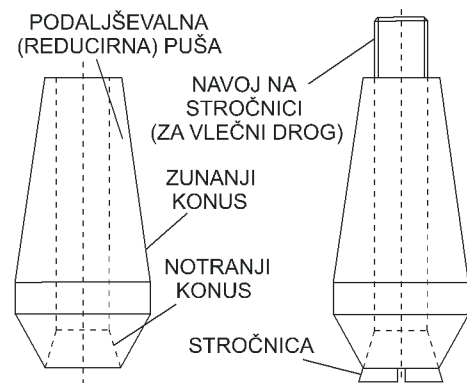
TRN S POLOŽNIM KONUSOM IN PRIJEMOM

Vpenjala za orodja s CILINDRIČNO obliko



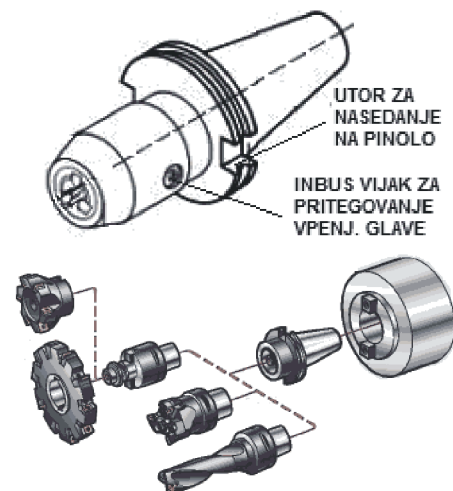
1-držalo stročnice 2-stročnica 3-matica 4-frezalo
A-vpenjalni trn (držalo orodja) s privitim frezalom
B-držalo oz. nosilec ploščice C-ploščica
Vpenjalni trn (držalo stročnice) se na vreteno (pinolo oz. votlo gred) pritrdi:

- ročno, običajno z vijakno zvezo (zgornja slika desno), trn lahko ima notranji ali zunanji navoj
- avtomatično (zgornja risba, levo vpenjalo) delovanje je podobno kot pri tehničnem svinčniku; vrh trna zagrabl posebej izoblikovana stročnica ali kleščice, ki se razpre / zapre pod vplivom osne sile (običajno je to hidravlični pogon):



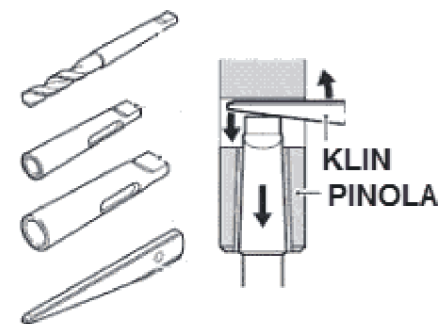
b) Brez stročnice (zgornja slika desno). Običajno sestavljamo trne s frezali na naslednji način:

- stebelasta frezala s konusnim nastavkom se pritrjuje na vpenjalni trn z Morse konusom, potrebna je tudi dodatna varnost: dodatna vijakna zveza (inbus), ki vleče frezalo k trnu (podobno kot npr. z vlečnim drogom vlečemo trn k pinoli)
- stebelasta frezala s cilindričnim nastavkom pa pritrjujemo z zatezno silo (z vpenjalno glavo ali s privijanjem pritrilnega vijaka)



Vpenjanje orodij s KONUSNO obliko stebel

Reducirne puše (vpenjalne reducirne tulke) uporabljamo, kadar je konus orodja manjši od konusa v delovnem vretenu stroja (pinoli). Orodje se na vreteno pritrdi z vijakno zvezo ali s silo trenja na konusu - izbijanje s klinom (izbijalno zagozdo).

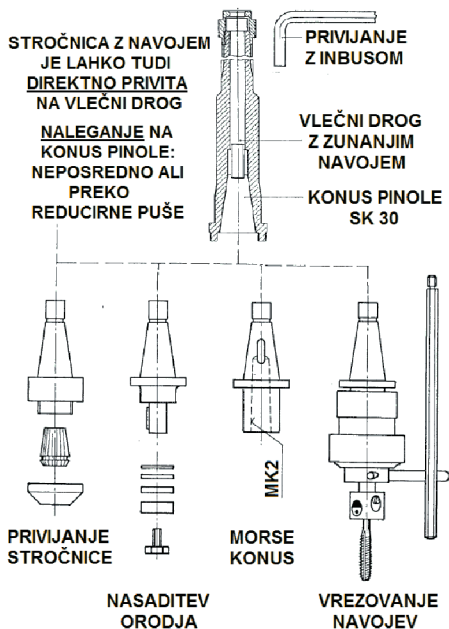


Pregled vpenjanja na pinolo frezalnega stroja:

FREZALA se na vpenjalni trn pritrjuje:

a) S stročnico pritrjujemo stebelasta frezala s cilindričnim nastavkom. Tako zagrabimo ~ 2/3 stebelaste frezala. Poznamo dva načina:

- stročnico lahko z matico privijemo na držalo stročnice (zgornja risba levo); držalo stročnice nato vpenjemo na pinolo (avtomatsko - hidravlično ali ročno - z vlečnim drogom)
- stročnico z navojem lahko z vlečnim drogom direktno vpenjemo na pinolo; če se konus pinole in konus stročnice ne ujemata, uporabimo reducirno (podaljševalno) pušo:



Odrezavanje - vpenjanje obdelovancev Način vpenjanja obdelovancev je odvisen od postopkov obdelave, od oblike in velikosti obdelovanca in od vrste stroja. V osnovi ločimo dve skupini:

- 1. Vpenjanje obdelovanca, KI SE VRTI,** npr. pri struženju, pri okroglem brušenju in pri nekaterih vrstah freziranja. Glej istoimensko geslo.
- 2. Vpenjanje obdelovanca, KI SE NE VRTI.** Obdelovanec je fiksiran ali opravlja le linearno gibanje: freziranje, ploščinsko brušenje ali vpenjanje na sodobnih CNC vrtno-frezalnih strojih. Glej istoimensko geslo.

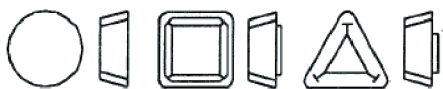
Odrezavanje - vpenjanje orodij Glej Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

Odrezavanje - vpenjanje odrezovalnih ploščic Odrezovalne ploščice pritrjujemo na držala stružnih nožev, na frezala, grezila, povrtala in svedre **mehansko**, v nekaterih primerih pa jih tudi trdo **spajkamo** (lotanje ploščic iz karbidnih trdin na stružne nože in svedre).

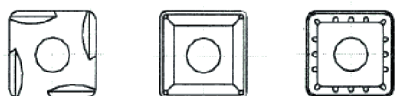
PLOŠČICE so lahko standardne ali posebne oblike. Med seboj se razlikujejo po **obliki**, **številu delovnih strani**, **načinu vpenjanja** in po **načinu lomljenja odrezkov**.

Največ se up.o ploščice v obliki **kvadrata**, **trikotnika**, **romba**, **paralelograma**, vse več se up. tudi **okrogle** ploščice. Posebne oblike ploščic se up. **za struženje navojev**, **odrezovanje** in **zarezovanje** ter **za posebne zahteve**.

Obračalne ploščice brez izvrtine:

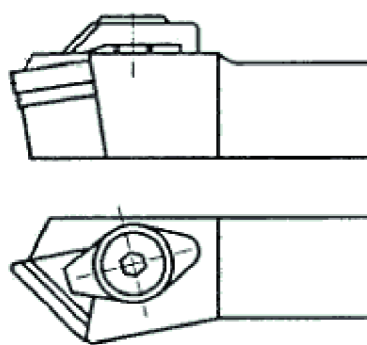


Obračalne ploščice z izvrtino:



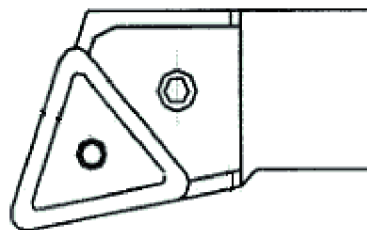
V osnovi obstajajo le **štiri načini** mehanskega vpenjanja odrezovalnih ploščic:

Navadne obračalne **ploščice brez izvrtine** pritrdimo na držalo **s spono**:



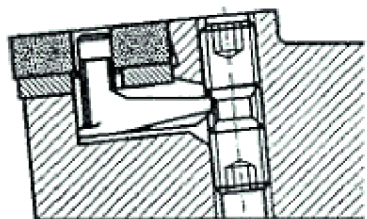
Vpenjanje obračalne ploščice s spono

Menjalne **ploščice z izvrtino** omogočajo celo vrsto načinov vpetja. Najenostavnejši način je **pritrditev z vijakom skozi izvrtino** - slabost pa je zamudno menjavanje / obračanje ploščic. Boljša izvedba je **vpenjanje s klinom**. Ploščica je skozi izvrtino nataknjena na čep. S strani privijamo navzdol klin, ki pritisne ploščico na čep in jo tako vpane:



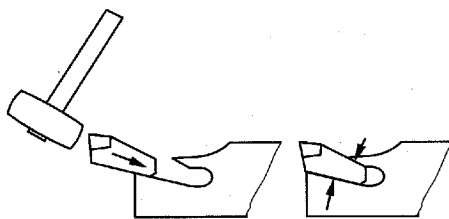
Vpenjanje z bočnim klinom

Ploščice z izvrtino lahko vpmemo tudi **z vzvodom**. Eden konec vzvoda pritegujemo z vijakom, drugi konec pa preko izvrtine pritiska ploščico proti prilonu na držalu in proti sedežu ploščice:



Vpenjanje s kolenčastim vzvodom

Potrebno silo vpenjanja lahko omogoča tudi **togost držala**:



Pritrditev za zarezovanje pri struženju

Odrezavanje - vpenjanje orodij Glej Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

Pinola **Votlo vreteno**, v katerega se vpenja orodje. Obenem je pinola narejena kot valjasto **vodilo**, da omogoča osni pomik orodja.

Preko pinole se običajno **prenaša tudi navor** ali **sila** na vpeto orodje. Prenos navora na pinolo je zobniški, jermenski itd. Radialne in aksiane obremenitve prevzamejo ustrezni aksialni in radialni ležaji. Najpogostejše uporabe:

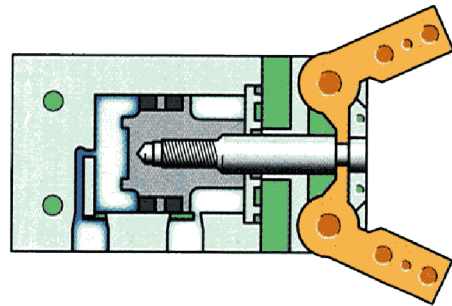
- pri **konjičku stružnice** vanjo vložimo konico,
- pri **vrtnih strojih** vanjo vložimo glavno vreteno,
- pri **frezalnem stroju** vanjo vložimo trn za orodje ali orodje direktno.

Ovalna oblika pinole omogoča pravilno **samocentriranje** in **hitro menjavo orodja**, obenem pa orodju zagotavlja trdnost in oporo. **Izvrtina** pinole je standardizirana, ponavadi se uporablja **Morse** ali **strmi konus**. Sin. valjasto vodilo, delovno vreteno, votla gred, tulec, valjček. **Slika**: glej geslo Vrtnje ali Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij. Ang. sleeve, nem. die Pinole.

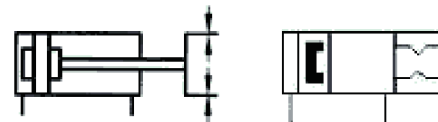
Planska plošča Prim. Odrezavanje - vpenjanje obdelovancev.

Pnevmatično prijemalo Dvosmerni valj, ki pomik

batnice spreminja v krožno gibanje ročice okrog tečaja. S tem je omogočeno prijetanje:



Simbol:



Desni simbol je dvoprstno pnevmatično prijemalo s trajnim magnetom na bat. Takšno prijemalo praviloma vsebuje tudi brezdotično stikalo (reedovo) in električni vod s tremi žičkami (2 sta napajanje, tretja pa je signal). V tem primeru je potrebno narisati tudi električno shemo.

Prim. Prijemalo.

Pozicioniranje Postavljanje na pravo mesto. Prim. Prijemalo.

Prijemalo Priprava ali del stroja za prijetanje, npr. prijemalo žerjava. Naloge prijemal:

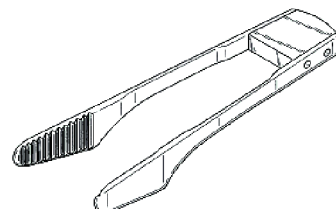
- zanesljivo prijetanje in izpuščanje prijemancev
- varovanje prijemancev med prenašanjem
- prijetanje s krmiljeno silo
- prilagajanje obliki in meram prijemancev

Sestavni deli prijemal: pogon, prenos gibanja, prijemni del, senzori in krmilje. Principi prijetanja: s trenjem, z obliko, s silo podtlaka, z magnetno silo, z adhezivskimi silami.

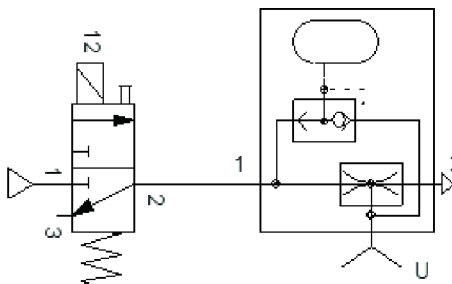
Prijemala **glede na izvor sile**:

- 1. Električna**, električna prijemala: koračni motorji (DC in AC).
- 2. Nadtlak**, pnevmatična prijemala:
 - pnevmatični motorji in valji, za manjše sile prijetanja, potreben je prenos sile z mehanizmi
 - membrane in elastične cevi, to so prilagodljiva, vendar manj natančna prijemala
- 3. Podtlak**: vakuumška prisese prijemala, sile so manjše in so odvisne od podtlaka ter površine prijemancev, prijemanci so ravne ploskve
- 4. Hidravlika**: hidravlična prijemala s hidravličnimi motorji in valji, sile so velike, potreben je mehanizem za prenos sil na prijemno mesto
- 5. Magnetna sila**, magnetna prijemala: permanentni in elektromagnetni, prijemanci so feromagnetni materiali, sila je odvisna tudi od velikosti reže

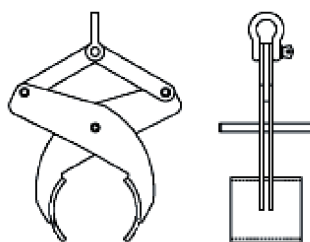
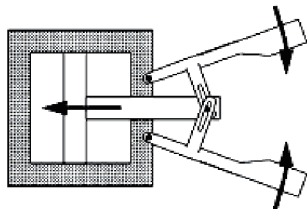
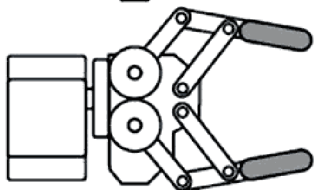
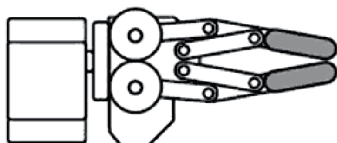
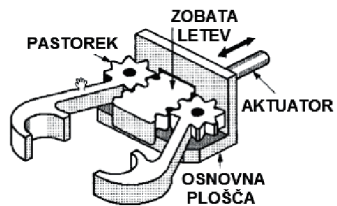
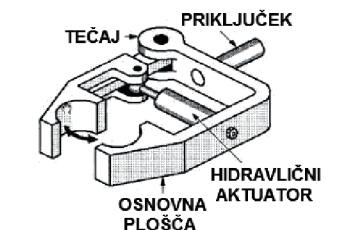
Nekatere izvedbe prijemal:



Ročno prijemalo



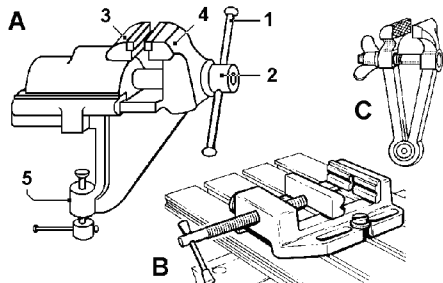
Vakuumsko prijemalo s krmiljenim podtlakom



Dvoprstna prijemala - mehanična, hidraulična, pnevmatična

Prim. Pnevmatično prijemalo.

Primež Priprava za vpenjanje kosov pri obdelovanju, posebej pri piljenju, žaganju, upogibanju itd. Nepr. šraufštok. Prim. streme. Poznamo tri osnovne vrste primežev:



A - **delovni** primež (1 - ročica, 2 - vreteno, 3 - fiksna čeljust, 4 - premična čeljust, 5 - pritrdilni vijak)
B - **strojni** (industrijski) primež
C - **kovaški** primež

Posebne vrste primežev pa so: cevni, ročni, vrtljiv, prenosni (mobilni) itd. Prim. stega.

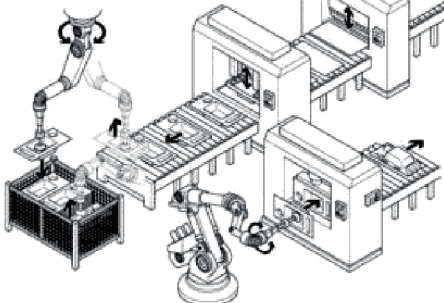
Prisesek Tvorba na koži nekaterih živali (npr. hobotnice), ki omogoča pritrditev na podlago. Tudi tej tvorbi podobna priprava za pritrditev na podlago, npr. gumijasti priseseki z obešalniki.

Priseseki se v industrijski pnevmatiki pogosto uporabljajo npr. za dvigovanje pločevin ipd., način delovanja glej pod geslom **Sesalno prijemalo**.

Prižema Spenjalna zveza, ki zapira obojestransko gibanje s trenjem. Izvedb je veliko, lahko je tudi orodje v obliki loka z vijakom za spenjanje: kovinska, lesena prižema. Prim. plamensko varjenje, reducirni ventil za aceten, glej risbo pod geslom Primerjalni merilniki. Sin. ločni priključek. Razl. klema, spona. **Prižemati**: tesno stiskati.

Proizvodna linija Skupek zaporednih opravil, ki se izvajajo zato, da iz vhodnih materialov nastane proizvod, ki je primeren za nadaljnjo uporabo. Opravila izvajajo ljudje ali stroji. Zaradi konkurenčnosti se vse več proizvodnih linij avtomatizira:

AVTOMATIZIRANA PROIZVODNA LINIJA



Proizvodni proces Izvajanje delovnih operacij v pravilnem zaporedju in po navodilu. Dobro ga morajo poznati predvsem vodilni delavci. Zajema:

- Pripravo proizvodnje**: raziskava trga, razvojno-raziskovalno delo, organizacija sistema za zagotavljanje kakovosti itd.
- Pripravo dela**:
 - tehnološka priprava dela: podrobno načrtovanje tehnoloških procesov, kontrola kakovosti
 - operativna priprava dela: priprava delovnih mest, skladiščenje, notranji transport itd.
- Tehnološke procese** preoblikovanja



Proizvodni proces je torej širši pojem od tehnološkega procesa, čeprav oba izraza pogosto zamenjujemo. Prim. Proizvodnja.

Proizvodnja Načrtno in organizirano pridobivanje predmetov. Sin. produkcija. Prvine poslovnega procesa: **delo**, **predmeti dela** in **delovna sredstva**.

Po **količini** proizvodov in po **pogostosti ponavljanja** izdelave razlikujemo tri tipe proizvodnje:

a) **Posamična (kosovna) proizvodnja**. Izdelki se ne izdelujejo v večjem številu zato, ker so **prilagojeni posebnim naročnikovim zahtevam**.

Enak izdelek se praviloma ne ponovi. **Slabo je razvita dokumentacija, tehnološka priprava proizvodnje, servisiranje in vzdrževanje**.

Značilna je **obsežna in dolgotrajna priprava, visokokvalificirani delavci in univerzalni stroji**. Produktivnost in ekonomičnost sta nizki, stroški so visoki. Sin. projektna proizvodnja.

Primeri: izdelava pohištva po meri, avtomatizirane proizvodne linije, popravila vseh vrst.

b) **Serijska proizvodnja** je izdelava določene količine proizvodov **občasno, v skupinah in na zahtevo**, le izjemoma po naročilu kupcev. Proizvodi so pogosto **zahtevnejši**, montirajo se iz posameznih sestavnih delov.

Značilnosti: težnja k **poenotenju postopkov, specializirani delavci, visoka produktivnost, nizki stroški, organizirano servisiranje in vzdrževanje**.

Primeri: proizvodnja zahtevnejših izdelkov, ki se množično uporabljajo (avtomobili, hladilniki, televizorji, telefoni itd.).

c) **Množična (masovna) proizvodnja** je primerna za standardizirane proizvode, ko v daljšem časovnem obdobju potrebujemo zelo velike količine izdelkov enake oblike, velikosti in kakovosti. To je **stalna tekoča izdelava** na zalogo in za neznanega kupca. Stroji so specializirani za proizvodnjo čim večjega števila izdelkov v najkrajšem možnem času. Možna je proizvodnja na tekočem traku: zaporedje usklajenih delovnih operacij, brez možnosti zastojev.

Primeri: izdelava vijakov, žebeljev, cementarne, tovarne cigaret, slaščic, pralnih sredstev, železarne, opekarnice itd.

Proizvodnja mora zagotavljati izdelke določene kakovosti, v določenih količinah po časovni dinamiki in po določenih stroškovni ceni. Zato proizvodnja nenehno usklajuje proizvodne procese.

Proizvodnja je **usklajevanje proizvodnih procesov**. Temeljne značilnosti vsaki proizvodnji dajejo **proizvodni procesi**, njihova osnova pa so **tehnološki procesi**, ki jih razdelimo na **tehnološke operacije**. Podatki o proizvodnih dejavnostih in spremljajoči dokumentaciji so zbrani v **tabeli**.

Pomembni izrazi v zvezi s proizvodnjo: delovni postopek, plan namestitve strojev, proizvodna linija, proizvodna cena, proizvodni proces.

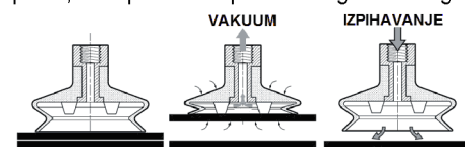
Reducirna puša, tulka Glej tulka.

Samozapornost Lastnost sestava, da se sam od sebe ne bo razstavil, za razstavljanje so potrebne zunanje sile. Primeri:

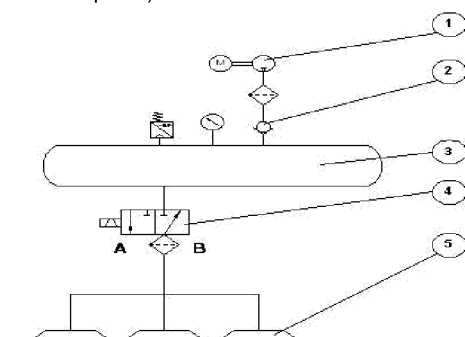
a) **Samozapornost vijakov** (navoja) pomeni, da se vijak (matica) po zategovanju ne bo več sam od sebe zrahljal. Glej geslo Vijak - samozapornost.

b) **Samozapornost konusov**: ko notranji in zunanji konus sestavimo, se sam od sebe ne bo več razstavil, potrebna bo dodatna sila. Glej geslo Konus - standardizacija.

Sesalno prijemalo Pnevmatična industrijska naprava, ki se prisesa na predmet in ga nato dvigne:

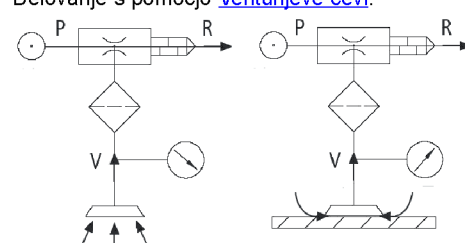


Sin. vakuumsko (prisesno) prijemalo, prisesek. Celoten sistem lahko deluje na več načinov. Delovanje s pomočjo **vakuumske črpalke** (odsosovalna naprava):

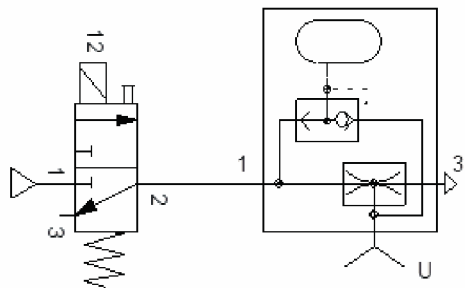


1 vakumska črpalka 2 nepovratni ventili 3 podtlaka posoda 4 potni ventili 5 sesalna prijemala

Delovanje s pomočjo **Venturijeve cevi**:



Dodatni rezervoarček bo povzročil izpihovanje ob prekinitvi povezave:

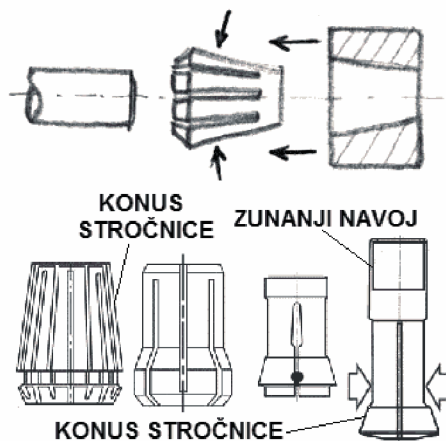


Sojemna plošča Vpenjalna priprava pri struženju. Glej Odrezavanje - vpenjanje obdelovancev / Vpenjanje med konicami.

Spojka Priprava za spajanje, povezovanje: hitra ~ (končni priključek pri pnevmatskih omrežjih), ~ za gasilske cevi, kolenasta ~ itd. Prim. obojka.

Spona Priprava za spenjanje. Prim. prižema, narobe: klema. **Sponka**: navadno manjša priprava za spenjanje, pogosto upor. v elektrotehniki, npr. priključki pri relejih itd. Prim. kontakt.

Stročnica Priprava v obliki cevi, ki je namenjena za vpenjanje orodij (frezal) in obdelovancev. Na enem koncu je lijakasto odebeljena in navadno večkrat preklana. Ko jo privijemo z matico, se sile prenašajo tako, da stročnica ustvari močan pritisk v radialni smeri (glej smer puščic na risbi) - podobno delovanje kot pri tehničnem svinčniku:



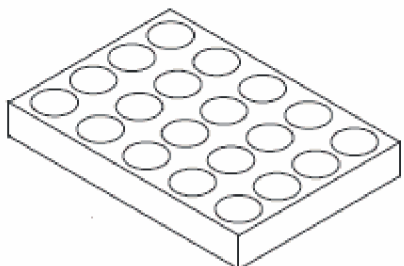
Stročnice se med seboj **RAZLIKUJEJO** po:

a) **Območju vpenjanja**. Čeprav stročnica vpne z zelo veliko silo, ima omejen hod. Zato ima vsaka stročnica omejeno območje vpenjanja, ki ga definira proizvajalec, npr. 2 - 20 mm.

b) **Oblikah** (orodij, obdelovancev), ki jih stročnice vpenjajo. Predvsem razlikujemo okrogle, šestkotne in kvadratne oblike (ki so primerne tudi za orodja za vrezovanje navojev).

c) **Konusih**, s katerimi nalegajo na vpenjalo ali na pinolo. Če konusi ne ustrezajo, uporabimo še ustrezno vmesno reducirno pušo (tulko) - glej risbo pod geslom Tulka ali Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

d) **Načinih povezovanja** z ostalimi vpenjalnimi elementi. **Stročnica brez navoja** nasede na posebno matico (oštevilčena s številko 3 na risbi pod geslom Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij). S pritegotvanjem te matice ustvarimo pritisk v stročnici. **Zunanji ali notranji navoj** na stročnici pa pomenita, da jo bomo privili na vlečni drog in jo tako vpeli na pinolo (direktno ali preko reducirne puše).



Vse to so razlogi, da pri delu potrebujemo več

različnih stročnic. Uskladiščimo jih na podstavku za shranjevanje stročnic.

Sin. vpenjalne klešče, vpenjalna puša. Prim. **Vpenjanje**. Stročnica je tudi rastlina s plodovi v strokih (mnogosemenskih plodovih): grah, fižol itd.

Stružna glava Priprava za vpenjanje orodij pri struženju, glej geslo Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij. Prim. vpenjalna glava.

Stružno srce Vpenjalna priprava pri struženju. Glej Odrezavanje - vpenjanje obdelovancev / Vpenjanje med konicami.

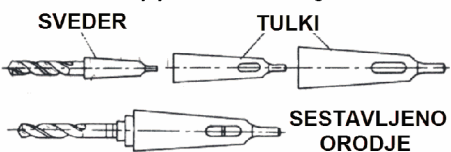
Sraufštok Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (der Schraubstock), kar pomeni primež.

Tehnološki proces Skupek zaporedno postavljenih tehnoloških operacij od surovca do železnega končnega izdelka. Dokumentiramo ga s tehnološkim listom. Sin. tehnološki postopek, izdelovalni postopek. Tehnološki proces pogosto zamenjamo s proizvodnim procesom.



Trn Stožčasto orodje ali stožčasta os. Trne pogosto uporabljamo za vpenjanje orodij, npr. pritrditi brusilni kolut na trn, vpenjalni trn itd..

Tulka Kratki cevi podoben strojni element, puša. Pri odrezavanju (vpenjanje orodij) se pogosto uporablja tako imenovana **konusna vpenjalna tulka** (reducirna tulka, reducirna puša), da se konus orodja prilagodi konusu pinole. Pri tem se uporabljajo standardni konusi (npr. Morse). Tulke se lahko sestavljajo tudi ena v drugo:



Če je le možno, uporabimo za vpenjanje orodja le eno tulko, saj tako povečamo natančnost.

Reducirne puše **nosijo oznako** zunanjega in notranjega konusa, npr. Morse: MK4-MK3.

Prim. Konus - standardizacija Kabela tulka - glej Votlica.

Univerzalni vpenjalni stolp Glej Vpenjanje obdelovancev, ki se ne vrtili.

Vlečni drog Drog, ki pri frezalnih strojih povezuje orodje in pinolo (preko stročnice ali vpenjalnega trna). Privijanje: zunanji ali notr. navoj. Slika: geslo Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

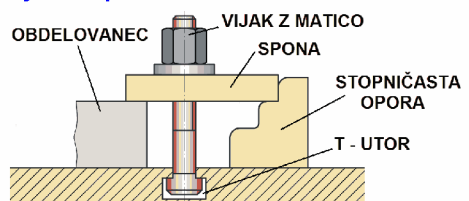
Vpenjalna glava Priprava za vpenjanje orodij pri odrezavanju, glej geslo Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij. Sin. vrtalna glava. Prim. stružna glava.

Vpenjalne klešče Glej Stročnica.

Vpenjalni trn Priprava za vpenjanje orodij pri odrezavanju, sin. vpenjalo za stročnice, glej geslo Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

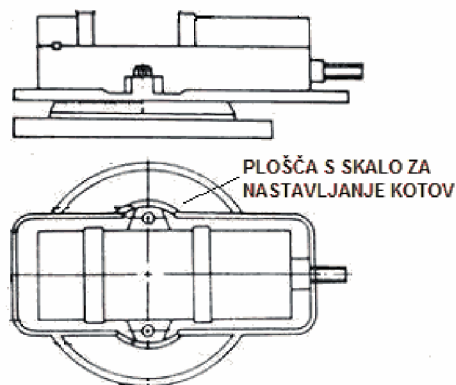
Vpenjanje obdelovancev, ki se ne vrtili Po vpenjanju je obdelovanec fiksiran ali pa opravlja le linearno gibanje, npr. freziranje, ploščinsko brušenje ali vpenjanje na sodobnih CNC strojih.

Vpenjanje **neposredno NA DELOVNO MIZO z vijaki in sponami**:

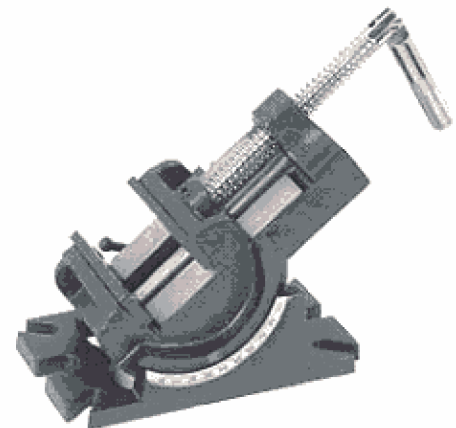


Vpenjanje **S STROJNIMI PRIMEŽI**

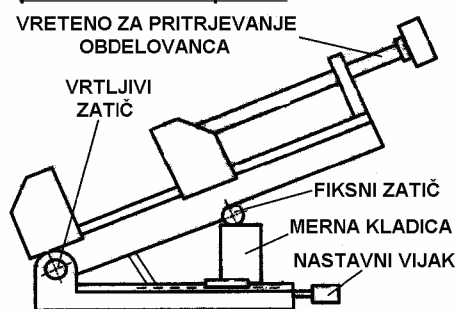
• **precizni in kombinirani strojni primeži**:



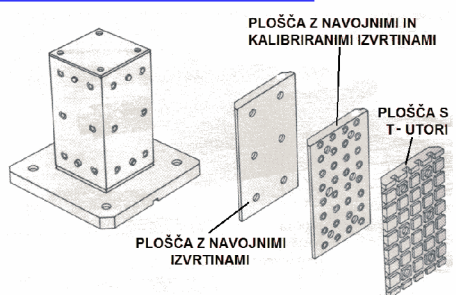
Poznamo tudi precizne primeže **s skalo za nastavljanje nagibov**:



• **precizni sinusni primeži**:

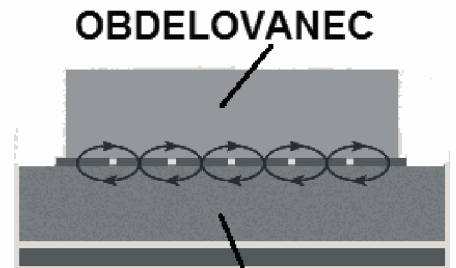


Univerzalni VPENJALNI STOLP



Vpenjanje Z MAGNETNO MIZO

Sila je enakomerno razporejena po celotni površini magnetne mize:



MAGNETNA MIZA

Vpenjanje obdelovancev, ki se vrtili To je vpenjanje pri struženju, okroglem brušenju in pri nekaterih vrstah freziranja. Glavni načini vpenjanja so:

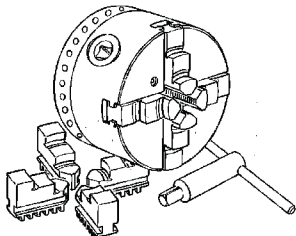
- vpenjanje v stružne glave
- vpenjanje v planske plošče
- vpenjanje s stročnicami
- vpenjanje med konicami

Vpenjanje **V STRUŽNE GLAVE**, ki so lahko dvo-, tri- ali štiričeljustne.

Tričeljustne stružne glave so namenjene za vpenjanje obdelovancev, ki so **na mestu vpenjanja okrogle, trikotne ali šestkotne oblike**.

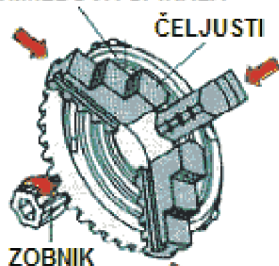
V **dvo-** in **štiričeljustne** stružne glave pa vpenjamo obdelovance, ki so **na mestu vpenjanja pravokotne, kvadratne ali osemkotne oblike**.

Čeljusti so lahko **trde** (kaljene) ali **mehke** (nekaljene). Mehke čeljusti lahko pred vpenjanjem obdelovanca postružimo na želeni premer. Izvedba čeljusti: za vpenjanje na notranjem ali na zunanjem premeru obdelovanca.



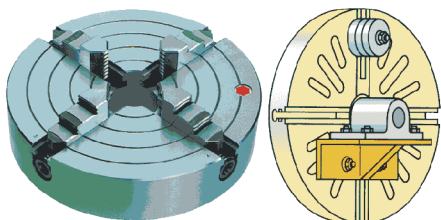
Čeljusti vsebujejo plati navoj (Arhimedovo spiralo) in se po njej pomikajo hkrati in **koncentrično**:

ARHIMEDOVA SPIRALA



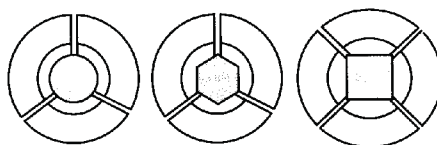
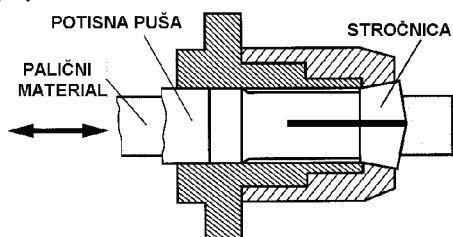
Premikamo jih lahko **ročno** (s posebnim kvadratnim vpenjalnim ključem) ali pa so **hidravlične** (ki se uporabljajo predvsem za avtomatsko ali polavtomatsko vpenjanje na CNC stružnicah).

Vpenjanje **V PLANSKE PLOŠČE**.



Planska plošča je naprava za vpenjanje obdelovancev, ki so **na mestu vpenjanja nesimetričnih oblik**. Uporabljamo jih pri odrezavanju, najpogosteje pri struženju. Na prvi pogled je podobna štiričeljustni vpenjalni glavi. Razlika je v tem, da lahko **čeljusti** na planski glavi **premikamo** in nastavljamo **neodvisno od druge čeljusti**. Razen tega ima tudi radialno izdelane **T-utore**, da lahko obdelovance nanjo vpenjamo tudi z vijaki in sponami. Planske ploščice so lahko tudi bistveno **večje** od vpenjalnih glav. Dosegajo lahko več deset metrov premera, npr. na karuselnih stružnicah.

Vpenjanje **paličnega** materiala **S STROČNICAMI**. Ta način vpenjanja je značilen za avtomatizirano delo, ki dosega večjo produktivnost. Naprava se imenuje **hidrobar**, način vpenjanja simetričnega paličnega materiala (okrogli, štirikotni itd. prerezi) pa je s stročnicami:



Vpenjanje **MED KONICAM**

Ta način vpenjanja up. predvsem pri v primerih, ko imajo obdelovanci stroge **zahteve glede soosnosti**. Primeren je za struženje, okroglo brušenje in včasih tudi za frezanje.

Najprej je potrebno ločiti med:

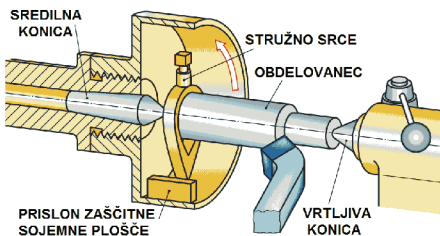
a) **POGONSKO** stranjo, na kateri je **pogonska konica, vpenjalna puša ali vpenjalna glava**.

b) **VRTLJIVO** stranjo, na kateri je lahko **vrtljiva konica, fiksna konica ali polovična fiksna konica**.

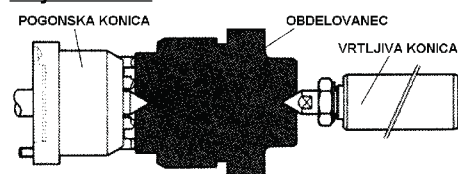
Kombinacijo **vpenjalne glave** in **vrtljive konice** up. pri struženju daljših obdelovancev. Zelo vitke obdelovance med obdelavo opremo z **lineto**, da se ne odklonijo zaradi odzivne rezalne sile:



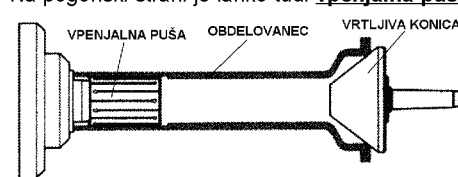
Če **stružimo** obdelovanec med konicama, tedaj pritrdimo na krajni del obdelovanca **stružno srce**, ki ga zatakemo v sojemno ploščo (glej risbo). Vrtenje se preko **sojemne plošče** in stružnega srca prenaša na obdelovanec:



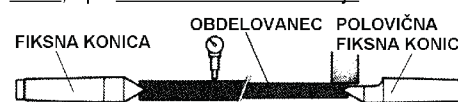
Naslednja možnost je kombinacija **pogonske** in **vrtljive konice**:



Na pogonski strani je lahko tudi **vpenjalna puša**:



Tanke obdelovance z zelo strogimi zahtevami po soosnosti pa vpenjamo **med dvema fiksnima konicama**, npr. **krožno vzdolžno brušenje**:



Vpenjanje obdelovancev Tema je razdeljena na dve gesli:

1. **Vpenjanje obdelovanca, KI SE VRTI**, npr. pri struženju, pri okroglem brušenju in pri nekaterih vrstah frezanja. Glej istoimensko geslo.

2. **Vpenjanje obdelovanca, KI SE NE VRTI**. Obdelovanec je fiksiran ali opravlja le linearno gibanje: frezanje, ploščinsko brušenje ali vpenjanje na sodobnih CNC vrtalno-frezalnih strojih. Glej istoimensko geslo.

Vpenjalna glava Priprava za vpenjanje orodij pri odrezavanju, glej geslo Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij. Sin. vrtalna glava. Prim. stružna glava.

Vpenjalne klešče Glej Stročnica.

Vpenjalni trn Priprava za vpenjanje orodij pri odrezavanju, sin. vpenjalo za stročnice, glej geslo Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

Vpenjanje Pritrjevanje, **trdno nameščenje** na določeno mesto, v določen položaj. Za boljše preglednost razdelimo vpenjanje po skupinah in podskupinah:

Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij:

- Odrezavanje - vpenjanje odrezovalnih ploščic
- Vpenjanje orodij s cilindričnimi držali
- Vpenjanje orodij s konusnimi držali
- Vpenjanje orodij s prizmatičnimi držali

Vpenjanje obdelovancev:

- Vpenjanje obdelovanca, ki se ne vrti
 - Univerzalni vpenjalni stolp
 - Vpenjanje s strojnimi primeži
 - Vpenjanje z magnetno mizo
 - Vpenjanje z vijaki in sponami
- Vpenjanje obdelovanca, ki se vrti
 - Vpenjanje med konicami
 - Vpenjanje s stročnicami
 - Vpenjanje v planske ploščice
 - Vpenjanje v stružne glave

Ant. izpenjati, odpenjati. Prim. Aretirati, Sidranje. Pogosto se uporablja tudi izraz pozicionirati.

Vpenjanje med konicami Glej Vpenjanje obdelovanca, ki se vrti.

Vpenjanje obdelovancev Imamo dva gesla:

1. **Vpenjanje obdelovanca, KI SE VRTI**, npr. pri struženju, pri okroglem brušenju in pri nekaterih vrstah frezanja. Glej istoimensko geslo.

2. **Vpenjanje obdelovanca, KI SE NE VRTI**. Obdelovanec je fiksiran ali opravlja le linearno gibanje: frezanje, ploščinsko brušenje ali vpenjanje na sodobnih CNC vrtalno-frezalnih strojih. Glej istoimensko geslo.

Vpenjanje orodij Glej Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

Vpenjanje orodij s cilindričnimi držali Glej Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

Vpenjanje orodij s konusnimi držali Glej Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

Vpenjanje orodij s prizmatičnimi držali Glej Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij.

Vpenjanje s stročnicami Glej Vpenjanje obdelovanca, ki se vrti.

Vpenjanje s strojnimi primeži Glej Vpenjanje obdelovanca, ki se ne vrti.

Vpenjanje v planske ploščice Glej Vpenjanje obdelovanca, ki se vrti.

Vpenjanje v stružne glave Glej Vpenjanje obdelovanca, ki se vrti.

Vpenjanje z magnetno mizo Glej Vpenjanje obdelovanca, ki se ne vrti.

Vpenjanje z vijaki in sponami Glej Vpenjanje obdelovanca, ki se ne vrti.

Vpenjalo Priprava za vpenjanje **orodja** ali **obdelovanca**. Npr. vpenjalo oz. vpenjalni trn za stročnice, za mikrofon, tudi primež je vpenjalo.

Vpenjati: trdno namestiti, pritrditi, ponavadi manjše predmete. Prim. Sidranje, Svora, Spona, Mufa, Prižema. Nepr. klema, cvinga.

Vpenjati Pritrditi, **trdno namestiti** na določeno mesto, v določen položaj. Ant. izpenjati, odpenjati. Prim. aretirati.

Delitev vpenjanja (glej geslo Odrezavanje):

- vpenjanje in nastavljanje **orodij**
- vpenjanje **obdelovancev**
- vpenjanje **odrezovalnih ploščic**

Vrtalna glava Priprava za vpenjanje orodij pri vrtanju, glej geslo Odrezavanje - vpenjanje in nastavljanje orodij. Sin. vpenjalna glava.

Zategovalnik Glej Napenjalka.

SPREMINJANJE LASTNOSTI MATERIALOV

TOPLOTNA OBDELAVA

Austenit Trdna raztopina γ železa (ploskovno centrirana kubična mreža) z vrinjenimi atomi ogljika (intersticijska trdna raztopina).

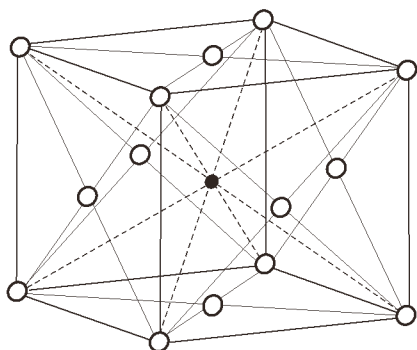
Austenit ima **večjo gostoto od ferita**, ker so atomi bližje skupaj. Po drugi strani pa ima austenit v sredini rešetke večjo praznino (intersticijo) kakor ferit, vanjo pa se radi ujamejo ogljikovi atomi. Zato se **v austenitu raztopi več ogljika kot v feritu**. Topnost ogljika v austenitu je odvisna od temperature, najvišja je pri 1.147°C (2,06% C).

γ oblika pri čistem Fe nastaja pri 900°C (glej geslo železo), z dodajanjem C pa lahko nastaja že pri 723°C. Ogljik torej **razširja austenitno področje**, podobno delujejo N, Cu, Au in Zn.

Ni, Mn in Co pa **širijo** področje obstojnosti austenita celo **do temperature okolice**.

V nasprotnem smislu (omejevanje nastanka austenita, zoževanje področja a., pospeševanje nastanka ferita) pa delujejo Cr, W, V, Ti, Si, Al, P, Ti, Mo, B, Ta, Nb, Zr.

Austenit je mehak, plastičen, žilav in **nemagnetičen**. Elementarna celica kristalne rešetke austenita izgleda tako:



● C ogljik ○ Fe železo

Mehanske lastnosti austenita: trdota ~210 HV, trdnost ~750 N/mm², razteznost ~60%. Prim. ferit.

V mnogih strokovnih literaturah se up. tudi beseda avstinit, čeprav je pravilno austenit (po angl. metalurgu W. C. Robertsu-Austenu, 1843-1902).

Austenitizacija Pretvarjanje katerekoli strukture jekla v austenitno strukturo. Nasprotni proces pa se imenuje transformacija austenita. Ta dva procesa sta prisotna skoraj pri vseh postopkih toplotne obdelave, dosežene lastnosti jekla bodo dobre le pri pravilni izvedbi obeh faz.

PRAVILNA TEMPERATURA austenitizacije je 30 do 50°C nad črto Ac₃ ali GSE.

Previsoka temperatura povzroča grobozrnatost, razogličenje površine in oksidacijo. **Prenizka temperatura** povzroča nepopolno austenitizacijo ali daljše trajanje austenitizacije.

Proces austenitizacije sestavljajo naslednje **faze**:

1. **Razpad** Fe₃C na Fe in C je sorazmeroma hiter.
2. **Sprememba** α Fe v γ Fe, trajanje ~ 2 minuti.
3. **Raztapljanje prostege C** v avstenuitu, ~ 10 minut.
4. **Homogenizacija** – ogljik se enakomerno porazdeli po kristalnem zrnju. Homogenizacija zahteva največ časa, npr. 50 minut.

Zapisani približki trajanja posameznih sprememb seveda veljajo od trenutka, ko je zahtevana **temperatura** že dosežena - ne pa od trenutka, ko smo komad vložili v peč!

VPLIV LEGIRNIH ELEMENTOV je zelo zapleten, saj legirni elementi spreminjajo obliko Fe - Fe₃C diagrama in s tem tudi temperaturo austenitizacije. Praviloma so temperature avstenuitizacije legirnih jekel nekoliko višje, časi pa so daljši. Ustrezne podatke o temperaturah segrevanja in hitrostih ohlajanja, za določen namen obdelave, najdemo v **katalogih proizvajalcev jekel**. Prim. Kaljenje, Normalizacija.

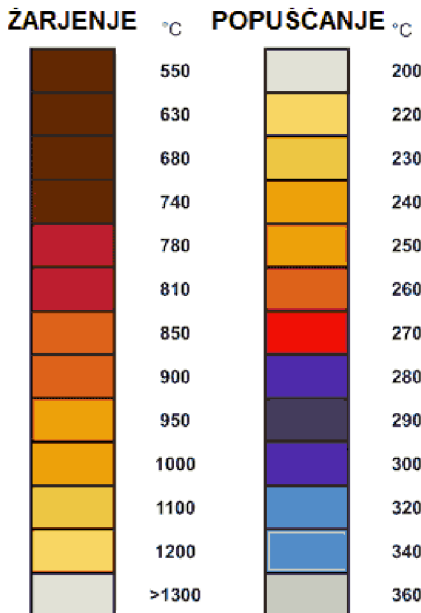
Austenitna jekla V nelegiranih jeklih je austenit obstojen samo pri temperaturah nad 723°C. V jeklih, ki so **legirana predvsem z Ni in Mn**, dobimo austenit **tudi pri sobni temperaturi**. V tem primeru govorimo o **austenitnih jeklih**, ki so

nemagnetična, nekaljiva, a zelo **žilava**. Teško jih oblikujemo s struženjem, a se dajo dobro kovati. Uporabljamo jih kot jekla, ki se težko obrabijo, kot antimagnetna jekla za merilne nepravice (npr. ohišja kompasov), za nerjavna in proti kislinam odporna jekla.

Če austenitna jekla **segrevamo** na 1.000°C in jih nato naglo gasimo v vodi, dobimo **drobnozrnato austenitno strukturo**.

Če pa austenitna jekla **hladno kujemo ali valjamo**, se izloča v manjši meri martenzit, ki daje jeklu **nekaj trdote**, pa tudi magnetičnost.

Barve jekel - temperaturna lestvica



NELEGIRANO ORODNO JEKLO C45

Boriranje Kemotermična obdelava, pri kateri se na površino jekla difundira kemijski element bor B. Nastajajo železovi boridi: **Fe₂B je zaželen**, **FeB pa nezaželen** (trši od Fe₂B, vendar je tudi bolj krhek).

Postopek traja nekaj ur pri temperaturi 800 - 1.000°C.

Obdelovanec postavimo v zaboj v sredino **praška za boriranje**, obežimo in hermetično zapremo. Nato zaboj postavimo v peč in zagrejemo na temperaturo boriranja. Na površini **nastane plast borida**. Trdote boridnih plasti so 1.800 do 2.000 HV. Boridira se tudi v **pasti**, v **plinu** in v **tekočinah**.

Lastnosti boridnih plasti:

- zadržijo trdoto do višjih temperatur od nitriranih,
- so odporne v razredčenih kislinah in lugih,
- visoka odpornost proti obrabi,
- odporne so **proti oksidaciji** do približno 800°C.

Za boriranje so najbolj primerna **ogljikova jekla**, ker je pri njih veza med boridnimi sloji in osnovnim materialom zelo dobra. Sin. boridiranje. Prim. površinsko utrjevanje, korozija. Razl. bruniranje.

Cementiranje Postopek toplotno kemično obdelave, pri katerem jekla z malo ogljika **površinsko naogličimo** in nato **zakalimo**.

Jekla za cementiranje vsebujejo od 0,1 do 0,25% ogljika. Tudi če so toplotno obdelana, je njihova trdnost majhna - imajo pa prednost, da se **zlahka obdelujejo z odrezavanjem**. Orodja se namreč zaradi majhne količine perilita v strukturi teh jekel obrabljajo počasi.

Ta jekla uporabljamo za **strojne dele**, ki morajo imeti **trdo površino** in zelo **žilavo jedro**, npr. kolenaste gredi, zobniki itd.

Difuzija ogljika je mogoča **le pri višjih temperaturah**: med 850 in 950°C. Okolje, iz katerega obdelovanec črpa ogljik, je lahko:

- **plin** (ogljikov monoksid, naravni plin, koksarniški plin, propan, butan itd.)
- **tekoče sredstvo** (cianidi), ki pa so zelo strupena
- **trdna snov** (ogljje, koks itd.)

Čas ogličjenja je odvisen od načina dela (sredstva), temperature, materiala in želene globine plasti. Običajne globine ogličjenja so od 0,5 do 1 mm,

hitrosti ogličjenja pa od 0,1 mm/uro (v trdnih sredstvih) do 0,5 mm/uro (v solnih kopelih).

Naogliččen sloj vsebuje do 0,9% ogljika in temu primerna je tudi kailna temperatura. Če želimo kaliti tudi jedro, ga moramo kaliti pred kaljenjem površine, saj ga segrejemo na višjo temperaturo. Pri lokalnem kaljenju dosežemo na površini trdote med 55 in 60 HRC, pri cementiranju pa med 60 in 65 HRC. Poleg povečanja trdote naraste tudi odpornost proti dinamičnim obremenitvam, saj se v površinskem sloju pojavijo pojavijo **zaostale tlačne napetosti** (ker ima martenzit večji specifični volumen), ki **preprečujejo nastanek razpok**.

Predmet lahko tudi **predhodno galvansko bakrimo** na mestih, kjer ga ne želimo površinsko obogatiti z ogljikom.

Metalurško pravilno uporabljamo izraz **cementacija**. Prim. površinsko utrjevanje. Nem. s Einsatzhärten.

Cementit Kristalna oblika železovega karbida Fe₃C. Ima šibko nagnjenost do razpada na Fe in C, razpad pa pospešujejo nekateri legirni elementi (npr. Si). Je najtrši med strukturnimi sestavinami v sistemu železo-ogljik (trdota ~850 HV). Ima **ortorombično strukturo** kristalne rešetke.

Molska masa cementita znaša:

179,552 = 3 x 55,847 (Fe) + 12,011 (C)

Masni delež C v cementitu je torej enak:

6,69% = 12,011/179,552

Cementit, ki se izloča iz taline, imenujemo **primarni** cementit, iz austenita se izloča **sekundarni** cementit, iz ferita pa se izloča **terciarni** cementit (glej Fe-Fe₃C diagram).

Diagram stanja Diagram, ki prikazuje **spremembe stanja neke snovi** (spremembe agregatnega stanja, strukture itd.) v odvisnosti od osnovnih termodinamičnih spremenljivk (**temperature, tlaka** in **prostornine**). Sin. fazni diagram.

Pri jeklih in grodljih moramo najprej poznati procese strjevanja / taljenja in ohlajanja / segrevanja zlitin železa z ogljikom kot najpomembnejšim legirnim elementom.

V diag. stanja sistema železo - ogljik poznamo:

a) **Metastabilni** (neravnotežni) sistem Fe-Fe₃C, če se zlitine železa **hitreje ohlajajo** in pri tem ne pride do razpada Fe₃C na Fe in C. Fe-Fe₃C diagram (slika 4) opisuje strjevanje belih grodljev in jekel. M.s. je pomembnejši npr. za varjenje.

b) **Stabilni** sistem Fe-C, **pri zelo počasnem ohlajanju** in z dosti **Si** (ki pospešuje razpad Fe₃C).

Fe-C diagram opisuje strjevanje sive litine.

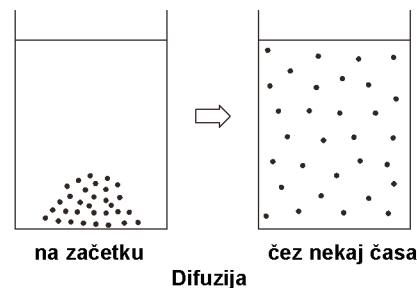
Pri zelo hitrem ohlajanju se pojavljajo nove strukture, ki ne ustrezajo več niti a) in niti b). Prim. toplotna obdelava.

Diagram železo-ogljik Glej Diagram stanja.

Difuzija Lastnost raztopine: težnja po enakomerni razporeditvi (razprševanju) ene snovi v drugi.

Gibanje majhnih **delcev** (npr. molekul) **v smeri nižje koncentracije** je pri difuziji **spontano** (samo od sebe) in traja, dokler se ne vzpostavi ravnotežje. Je termodinamičen proces, sin. rezultat kemijskih reakcij in ne nastane zaradi delovanja zunanjih sil.

Majhni delčki v plinih in tekočinah se namreč nenehno premikajo, lahko pa se premikajo tudi v trdnih snoveh. Če razporeditve atomov v obeh snoveh to dopuščajo, tedaj pride do difuzije.



Praktični primeri difuzije:

- Če kanemo kapljico barvila v kozarec z mirujočo čisto vodo, se barva razporedi po celem kozarcu

- dim, ki se dviga iz dimnika, se porazgubi v zraku
- sol v kozarcu z vodo se raztopi brez mešanja
- vlaga, ki se dviga po stenah starejših hiš
- perilo namakamo v vroči vodi skupaj z detergentom - zato, da umazanija difundira v vodo
- pri lotanju lot difundira v osnovni material

Difuzija je najhitrejša v plinih, počasnejša v tekočinah in zelo počasna v trdnih snoveh. Hitrost difuzije s temperaturo narašča, **v trdnih snoveh** pa je **MOČNO ODVISNA OD TEMPERATURE**.

Primeri difuzije iz strojne prakse: difuzijska obraba, difuzijsko varjenje, delna difuzija pri lotanju, difuzija pri toplotni obdelavi (difuzijsko žarjenje, cementiranje, nitriranje, karbonitriranje ...), difuzijski postopki površinske zaščite (šerardiranje, alitriranje, kromiranje, siliciranje, metaliziranje, platiniranje). Sin. prodiranje, pronicanje, prehod*. Prim. Osmoza, Stipor, Sintranje, Difuzor.

Difuzijsko žarjenje Žarjenje, s katerim **IZENAJČUJEMO SESTAVO KOVINE**. To pomeni, da:

- izenačujemo **kemijsko sestavo kristalov**; to je pomembno predvsem pri predmetih z **izcejami** (npr. pri legiranih jeklih, tudi pri neželeznih kovinah, pri odlikih itd.)
- izenačujemo **velikosti zrn**; pri nekaterih predmetih so zrna zelo različna po velikosti (npr. zaradi prehitrega ali neenakomernega ohlajanja)

Z difuzijskim žarjenjem torej **ODPRAVLJAMO NEENAKOMERNOSTI** v kovinskih predmetih.

Predmet **segrejemo na visoko temperaturo**, saj poteka difuzija pri visokih temperaturah hitreje. Temperature pri difuzijskem žarjenju so **najvišje od vseh toplotnih obdelav**: pri jeklih od 1.000 do 1.300°C. Čas žarjenja je odvisen od mikrostrukture in od vrste materiala.

Med difuzijskim žarjenjem **rastejo kristalna zrna**, večja pa se tudi debelina sloja oksidov na površini predmeta. Kljub **enakomerni kemijski sestavi** torej dobimo po difuzijskem žarjenju **grobo strukturo** in oksidirano površino.

Difuzijsko žarjenje kot samostojno toplotno obdelavo nadomeščajo s podaljšanim žarjenjem (pri nekaj nižji temperaturi) **pred kovanjem** ali **valjanjem**.

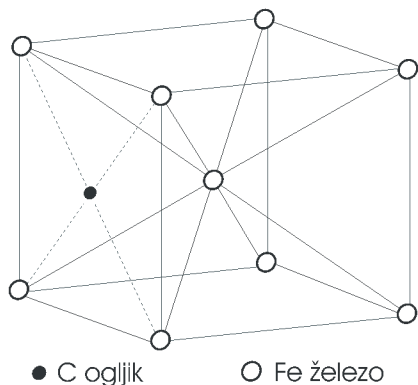
Sin. homogeniziranje.

Fazni diagram Glej diagram stanja.

Fe-Fe₃C diagram Diagram stanja za metastabilni sistem železo cementit. Prim. Diagram stanja.

Ferit

a) **Metalografsko:** trdna raztopina na osnovi α železa (**prostorsko centrirana** kubična kristalna mreža) z **vrinjenimi atomi ogljika** (intersticijska trdna raztopina). V to kristalno mrežo se lahko vgradijo tudi atomi drugih elementov. Premer ogljikovega atoma je precej manjši od atoma železa, zato C zasede vrzeli v kristalni mreži Fe:



Pri 723°C topi ferit 0,04% C. Poleg C lahko ferit topi tudi manjše količine Si, Mn, P in drugih elementov, če so prisotni. Atomi, ki so podobne velikosti kot železo ali večji, zamenjajo atome železa na mrežnih mestih in nastane substitucijska trdna raztopina.

Dodani elementi utrjujejo trdno raztopino. Nekateri elementi pospešujejo nastanek ferita od temp. okolice **do tališča**: Si, Al, P, Ti, Mo, W, V, Cr. Druga skupina elementov širi feritno področje (zožuje področje austenita), vendar feritno

področje **ne seže do tališča**: B, Ta, Nb, Zr. Mehanske lastnosti ferita: trdota ~90 HV, trdnost 250 - 300 N/mm², razteznost ~35%. Pod temperaturo 769 °C je α železo **feromagnetno**. Med 1.392°C in tališčem je obstojno δ železo, ki ima enako kristalno zgradbo kot α železo, le razdalja med atomi je nekoliko večja. Trdno raztopino na njegovi osnovi imenujemo **delta-ferit**. Prim. austenit, perlit. Npr. ~o jeklo.

b) **Kemijsko** so feriti dvojni oksidi (zmesni kristali), ki vsebujejo železov(III) oksid Fe₂O₃ in okside dvovalentnih kovin. Spojine sintrajo in jih up. kot magnetne materiale, npr. barijev heksaferit BaO₆·Fe₂O₃. Odlikujejo se z visoko permeabilnostjo in upornostjo. Up.: v elektroniki kot ~a jedra tuljav, ~e antene, za magn. pomnilnike.

Indukcijsko kaljenje Glej lokalno kaljenje.

Jeklo železova zlitina z majhno količino ogljika (manj kot **2,06% C**), ki lahko vsebuje tudi druge elemente, predvsem kovine in polkovine.

Ves ogljik v jeklu je:

- raztaljen v kristalni mreži železa (največ 2,06% v austenitu, v feritu pa največ 0,04 %) ali
- vezan v **cementit** Fe₃C, pri čemer je za tvorbo Fe₃C odgovoren **mangan Mn**

Grafit pa je lahko le sestavina nekaterih vrst litega železa.

Značilnost jekel je, da se **staljeno jeklo** (talina) pri ohlajanju najprej **strdi v austenit** - in takrat je ves ogljik raztopljen v trdni raztopini γ Fe. Z nadaljnjim ohlajanjem austenita pa se struktura jekla spreminja, odvisno od vsebnosti C in legur.

Jekla pridobivamo z različnimi postopki: **v konvertorjih** (Thomasov, Bessemerjev, razne vrste kisikovih) in **v pečeh** (Siemens-Martinovih, kombiniranih in električnih: obločnih, indukcijskih).

PRIBLIŽNE MEHANSKE LASTNOSTI STRUKTURNIH SESTAVIN JEKLA:

	Natezna trdnost [N/mm ²]	Trdota [HV]	Razteznost [%]	Magnetičnost
ferit	250 - 300	90	35	DA
austenit	750	210	60	NE
perlit	700 - 900	220	10	DA
martenzit	/	600	/	DA
ledeburit	/	850	/	/
cementit	/	850	/	NE
grafit	20	/	/	NE

Prim. Železna gradiva, Plavž, Konvertor.

Kaljenje Toplotna obdelava, pri kateri material najprej **segrevamo**, nato pa ga **hitro ohlajamo**.

Kalimo zato, **da spremenimo mehanske lastnosti** materiala. **Steklu** povečamo odpornost na temp. spremembe, udarno in upogibno trdnost. **JEKLU** s kaljenjem **POVEČAMO TRDOTO** in s tem tudi **ODPORNOST PROTI OBRABI**.

Pri kaljenju jekel izkoriščamo kemični pojav, da se **pri hitrem ohlajanju austenita** tvori **martenzitna struktura z visoko trdoto**. Če ne bomo ohlajali dovolj hitro, bo austenit razpadel v perlit in ne bomo povečali trdote.

Slabe strani martenzitivne strukture so **nizka žilavost** in **notranje napetosti**, kar zmanjšujemo s **popuščanjem**.

Potrebno je torej najprej segrevati jeklo do temp., ko se struktura **spremeni v austenit**, ko **več ni ferita** - ferit se namreč pri hitrem ohlajanju ne bo spremenil v martenzit, ki si ga želimo.

Za kaljenje najbolj primerna jekla vsebujejo **od 0,4 do 1,2% ogljika**. Kalimo lahko **vsaj perlitna jekla**.

Niti **austenitna** in niti **feritna** jekla **niso kaljiva**:

- avstenitna jekla **ohranjajo avstenitno strukturo** tudi pri sobni temp. - trdota se torej ne poveča; hitro hlajenje teh jekel je gašenje in ne kaljenje
- feritna jekla **vsebujejo premalo ogljika**, zato je vpliv C premajhen - ne dobimo dovolj podhlajenega austenita, iz katerega nastane martenzit.

POSTOPEK KALJENJA JEKEL je naslednji:

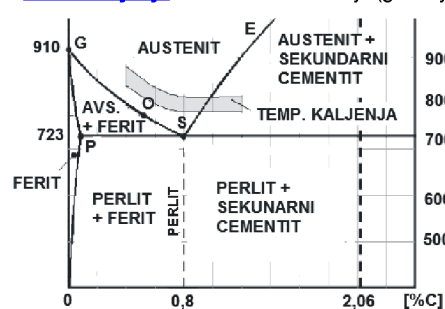
1. **Segrevanje** na **kalilno temperaturo** (do nastanka austenita, 30-50°C nad črto G-S-K):

- ogljikova jekla 770 - 920°C,

- legirana jekla 800 - 1.100°C,
- hitrozna jekla 1.200 - 1.300°C.

Nadevtektoidna jekla s temp. nad 723°C se stavlja samo austenit in cementit (perlita več ni, torej tudi ferita več ni). Zato teh jekel **ni treba segrevati nad črto S-E**.

2. **Zadrževanje** na tej temp. (homogeniziranje).
3. **Hitro ohlajanje** z nadkritično hitrostjo (gašenje).



Gašenju lahko sledi še **popuščanje**, kar pomeni:

- dvig na temp. popuščanja
 - zadrževanje na tej temperaturi
 - počasno ohlajanje
- S popuščanjem zmanjšamo notranje napetosti, s tem pa nevarnost pokanja materiala, ki je zaradi kaljenja trd in krhek. Obenem dobimo bolj žilavo in stabilnejšo strukturo. Temp. popuščanja so:
- za nelegirana in malolegirana jekla od 100 do 300°C, ponavadi okoli 180°C
 - za cementirana in kaljena ogljikova jekla 140 do 180°C
 - za hitrozna in orodna jekla za delo v vročem 550 do 580°C

Kritična hitrost hlajenja: najmanjša hitrost hlajenja, ki je potrebna za nastanek martenzita. Odvisna je od vrste jekla, omogoča jo kalilno sredstvo:

- ogljikova in malo legirana jekla: 300°C/s, **voda**
 - srednje legirana jekla: 80-100°C/s, **olje**
 - močno legirana in hitrozna jekla: 3-5°C/s, **zrak**
- Od hitrosti hlajenja je odvisna tudi **debelina martenzitivne plasti** v smeri prereza.

Pri hlajenju z vodo je potrebno upoštevati, da se začne **voda močno uparjati**. Ker para odvaja toploto slabše od vode, ne dosežemo potrebne hitrosti hlajenja. Zato predmet, ki ga kalimo, **premikamo po vodi** in s tem **odstranjujemo** nastale plinske mehurčke.

Tudi prehitro ohlajanje ima svoje **SLABOSTI**. Pri preobrazbi avstenita v martenzit se **volumen** predmeta nekoliko **poveča**, zato predmet rad **poči**, če ga **prehitro ohlajamo**.

Elementi **Cr, Mn, Mo, V** in **W** se z ogljikom v jeklu tudi **spajajo v karbide**, zaradi njih je **kritična hitrost ohlajanja manjša**. Nekatera močno legirana jekla so **kaljiva kar na zraku** - pri njih si včasih postavimo vprašanje, kako jih ne zakaliti (kadar npr. želimo doseči lažjo obdelavo).

V grobem velja, da ogljikova in malo legirana jekla gasimo v **vodi**, **topli vodi** ali **slanici** (10%NaCl), srednje legirana jekla v **repičnem** ali **mineralnem olju** in močno legirana jekla **na zraku**.

Posebna oblika kaljenja je **lokalno kaljenje** (kaljenje le določenega površinskega sloja materiala), ki sicer spada med površinsko utrjevanje. Obstaja tudi **izotermno kaljenje** (glej Patentiranje), za katerega pa se up. **staljene kovine** (npr. Pb), **zlitine** ali **solne kopeli**, ki so zmes kloridov Na, K, Ba in Ca.

Prim. toplotna obdelava, ledeburitna jekla, lokalno kaljenje, austenitizacija, martenzit, **ITT diagram**, žarjenje na mehko, gašenje. Nem. das Härten.

Karbonitriranje Kombinacija cementiranja in nitriranja, v površinski sloj uvajamo ogljik in dušik:

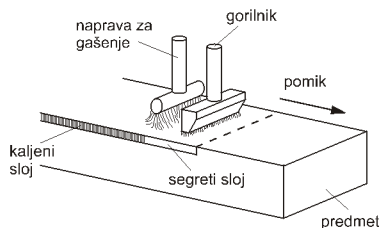
- a) **S plinastimi sredstvi**: up. mešanico amoniaka in plinov za ogličenje
- b) **V solnih kopelih**: up. mešanico cianidov, kloridov in karbonatov.

Razmerje med difuzijo C in N je odvisno od temp.: pri **visokotemperaturnem** karbonitriranju (830°C) dobimo v površini več ogljika (martenzitivni površinski sloj) s površino, ki ima nekaj **višjo obrabno sposobnost** (zaradi nitridov),

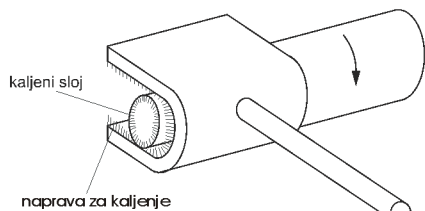
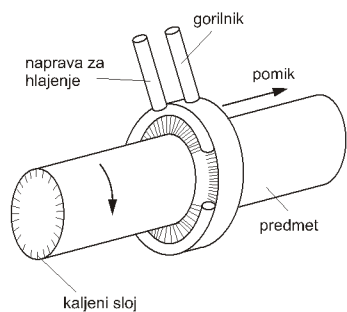
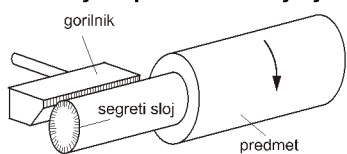
•pri nizkotemperaturnem karbonitriranju (700°C) dobimo podoben, a tanjši površinski sloj, vendar kalimo z nižje temperature in na zraku
V obeh primerih pa dobimo tudi povečano obstojnost površine proti koroziji.
Prim. površinsko utrjevanje.

Lokalno kaljenje Kaljenje le določenega površinskega sloja materiala. Uporabljamo ga, kadar potrebujemo trdo površino in žilavo jedro, ki bo sposobno prenesti tudi dinamične obremenitve: motorne gredi, odmične gredi, zobniki itd. Lokalno kaljenje lahko izvedemo kot:

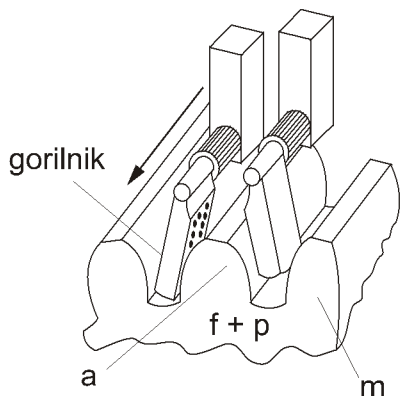
a) Plamensko kaljenje: z acetilenskimi gorilniki segreje površinski sloj na kalilno temp., nato pa ga s prho ali s potapljanjem hitro ohladimo.



Linijno površinsko kaljenje

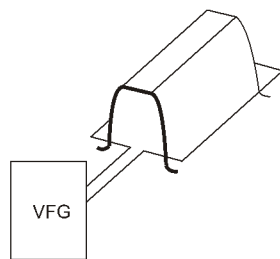


Površinsko kaljenje okroglih površin

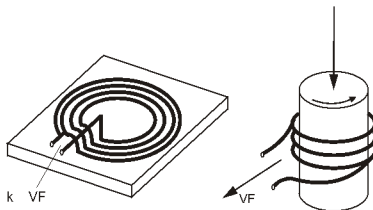


Plamensko kaljenje površin zob
f+p - ferit in perlit (hladno)
a - austenit (segreto), m - martenzit (kaljeno)

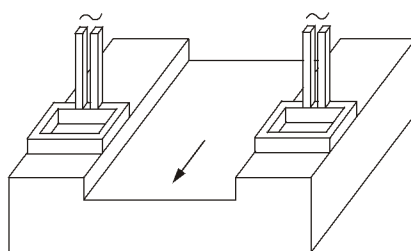
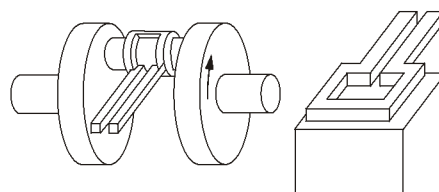
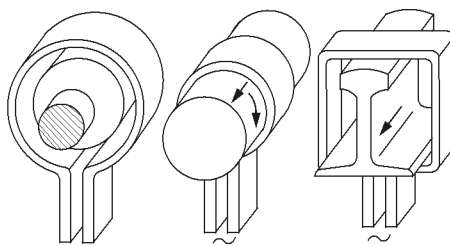
b) Indukcijsko kaljenje: z induktorjem vzbujamo v površini vrtilne tokove, ki zaradi električne upornosti segrejejo površinski sloj na kalilno temperaturo. Oblika induktorja mora biti prilagojena načinu segrevanja in obliki obdelovanca. Globino segretega sloja določajo frekvenca vzbujevalne napetosti (skin efekt), specifična moč in čas segrevanja. Način ohlajanja je podoben kot pri plamenskem kaljenju.



Indukcijsko kaljenje zob



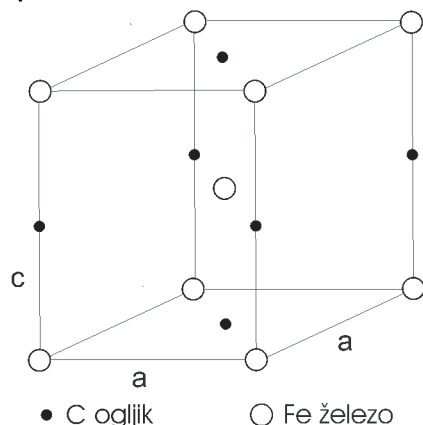
Induktor za ravne površine (levo) in večovojni induktor za segrevanje palice s pomikom



Primeri uporabe indukcijskega kaljenja

Jekla za površinsko kaljenje imajo najmanj 0,32% C in morajo biti neobčutljiva za pregretje. Ogljikova jekla pred kaljenjem normaliziramo, legirana pa poboljšamo, saj s tem zmanjšamo nevarnost, da bi kaljeni sloj pokal ali da bi se luščil. Prim. površinsko utrjevanje, toplotna obdelava, kaljenje.

Martenzit Struktura jekla, prisilna raztopina C v prostorsko centrirani kubični kristalni mreži



α-Fe. Nastane pri zelo hitrem ohlajanju austenita, iz podhlajenega austenita (npr. hlajenje v vodi). Martenzit ima manjšo gostoto od austenita, zato se pri spremembi strukture (iz austenita v martenzit) pojavi tudi sprememba (povečanje) volumna - posledica tega pa je lahko tudi zlom

materiala prei prehitrem ohlajanju.

Pri počasnem ohlajanju bi nastajal perlit, s podhladitvijo austenita pa preprečimo "normalno" difuzijo ogljika in C atomi (črne kroglice) ostanejo prisilno raztopljeni v kristalni rešetki ferita:

Namesto evtektoida (perlit) dobimo intersticijsko raztopino - martenzit (~600 HV). Vrtnjeni atomi ogljika razrinejo rešetko, ki ni več kubična, temveč tetragonalna (iglice, ploščice). To povzroča notranje napetosti v kristalni rešetki, ki jih zaznamo kot veliko povečanje trdote. Trdota jekla je odvisna od količine C: od 375 HB pri 0,2% C do 760 HB pri 1,6% C. Jekla z manj kot 0,2% C niso primerna za kaljenje, ker je vpliv ogljika premajhen - ne dobimo dovolj podhlajenega austenita, iz katerega bi nastal martenzit.

Ker je α železo feromagnetno, je tudi martenzit magnetičen.

Najmanjša hitrost hlajenja, pri kateri še nastane martenzit, je kritična hitrost ohlajanja. Nanjo vpliva prisotnost ogljika: če ga je več, bo martenzit nastajal tudi pri počasnejšem ohlajanju. Še močnejše kot C vplivajo na hitrost ohlajanja Cr, Mo, V in W. Zato lahko legirana jekla pri kaljenju počasneje ohlajamo.

Struktura je ime dobila po Nemcu Martensu. Pri segrevanju martenzit prekrizalizira in preide v finolamelarni perlit - struktura, ki bi ga dobilo jeklo pri počasnem ohlajanju. Prim. perlit, bainit, toplotna obdelava, kaljenje, TTT diagram.

Nitriranje Toplotno-kemična obdelava, pri kateri obdelovanec segrevamo v amoniaku NH₃ toliko časa, da se v površinskem sloju ustvarijo nitridi z veliko naravno trdoto (do 1.300 HV). Nitridni sloj je debel le nekaj desetink milimetra. Proces je počasen, saj dosežemo 0,3 mm debel sloj šele v dvajsetih urah. Temp. nitriranja je 500 do 600 °C, (nižja od temp. oglijenja). To je tudi glavna prednost pred cementiranjem, saj se pri tej temp. ne poslabša struktura, kos pa se ne deformira. Nitridni predmet je odporen proti obrabi in ima dobre mazalne lastnosti. Slaba stran nitriranja pa je zelo tanek in krhek nitridni sloj.

Jekla za nitriranje so v bistvu jekla za poboljšanje, vsebujejo 0,25-0,4% C. Boljše rezultate dobimo, če so legirana s Cr, Al, Mo ali V. Nitiramo jih v poboljšanem stanju.

Nitiramo tudi orodna in hitrorezna jekla. Pri takih jeklih nitiramo po kaljenju. Veliko površinsko trdoto ohranijo tudi pri višjih temp. (500°C).

Poleg običajnega nitriranja poznamo še mehko nitriranje v cianidnih solnih kopelih (npr. postopek tenifer). S tem postopkom povečujemo tudi korozijsko odpornost izdelkov.

Normalizacijsko žarjenje Toplotna obdelava, s katero popravljamo STRUKTURO materiala, ne popravljamo pa neenakomerne kemične sestave kristalnih zrn (kot to počnemo pri difuzijskem žarjenju). Sin. normalizacija, normaliziranje.

Neželeno grobozrnato strukturo jekel dobimo, kadar predmet dolgo časa segrevamo pri previsoki temp. Takšno jeklo je po ohladitvi zelo krhko.

Tehno. postopki, pri katerih dobimo neprimerno strukturo, ki jo z normaliziranjem popravimo, so: toplo valjanje (grobozrnata in plastnata struktura), kovanje (grobozrnata struktura), litje (grobozrnata usmerjena struktura), varjenje (različna struktura zvara, prehodne cone in osn. materiala).

Namen normalizacijskega žarjenja je dobiti fino-zrnato strukturo z enakimi lastnostmi v vseh smereh. Jeklo zopet postane mehko in žilavo (izboljšajo se trdnostne lastnosti), obdelovalnosti pa bistveno ne izboljšamo. Postopek sestoji iz:

a) Austenitizacije: segrevanje materiala do temp., pri kateri se struktura spremeni v austenit (malo nad linijo GSE). Zadržujemo na tej temp. 5-10 minut, da dobimo homogen austenit.

b) Enakomernega ohlajanja na gibajočem zraku. Na ta način dobi PODEVTEKTOIDNO jeklo "normalno", to je PERLITNO mikrostrukturo. Nadevtektoidnih jekel praviloma ne normaliziramo, če pa jih, tedaj je namen razbiti grobo mrežo sekundarnega cementita. To opravimo pred kalje-

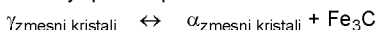
njem. Tako obdelano nadevtektoidno jeklo ima cementit razporejen v obliki fine mreže po mejah kristalnih zrn perlit. Nem. das Normalglühen.

Oplemenjenje Način obdelave, pri katerem **izboljšamo** osnovne mehanske, kemične ali tehnološke lastnosti materiala, **ne spremenimo pa** njegove **oblike**. **Delitev:**

- protikorozijska zaščita
- toplotna obdelava

Protikorozijsko zaščito najdemo pod istoimenskim geslom, spada pod Oplaščenje. Toplotno obdelavo prav tako najdemo pod istoimenskim geslom in spada pod Spreminjanje lastnosti materiala. Prim. Površinska zaščita, Inhibitor.

Perlit Finozrnata struktura, sestavlja jo **88% ferita** in **12% sekundarnega cementita** Fe_3C , ki sta med seboj **zraščena**. Nastane pri 0,8% C. Dobimo ga **pri zelo počasnem ohlajanju** v pečeh, evtektoidna reakcija poteka pri 723°C:



Perlit je **evtektoid**. Glede na obliko ločimo:

a) **Lamelarni perlit** je nekakšen **sendvič**, sestavljen iz tankih trakov (**lamel**) trdega cementita in mehkega ferita. **Nastane** kot produkt evtektoidne reakcije, **pri razpadu austenita**. **Bele lamele** so feritne, **temne** pa cementitne. Perlit je tem trši, čim manjše so lamele cementita. Lemelni perlit ni primeren za obdelavo z odrezavanjem, ker se orodje hitro obrabi zaradi rezanja trdih slojev cementita. Lamele cementita pa povzročajo težave tudi pri postopkih preoblikovanja.

b) **Zrnati perlit** dobimo, **če žarimo jeklo na mehko tik pod** evtektoidno črto **PSK**. Pri tem se lamele Fe_3C okrepijo in **nastanejo zrna**. Pri odrezavanju nož zrna ne reže, temveč jih **odriva** v mehko feritno osnovo - orodje se manj obrabi in obdelovalnost je boljša kakor pri lamelarnem perlitu.

Zaradi velike vsebnosti ferita je perlit **magnetičen**. Zaradi izločenega Fe_3C je **trdnost perlitna mnogo večja od ferita**: nat. trdnost $\sigma_m = 700 - 900 \text{ N/mm}^2$, raztezek $\delta = 12\%$, trdota $\sim 220 \text{ HV}$ oz. 15 HRC.

Pri nekoliko **hitrejšem ohlajanju austenita** (npr. na zraku) dobimo dobimo namesto lamelarnega perlitu bolj finozrnato strukturo - **sorbit**. Če ohlajamo še hitreje (npr. v olju), nastanejo **bainiti**. Pri največji hitrosti ohlajanja (npr. v vodi) dobimo **martenzit**. Prim. TTT diagram.

Prav 0,8% C je meja, ki deli ogljikova jekla na:

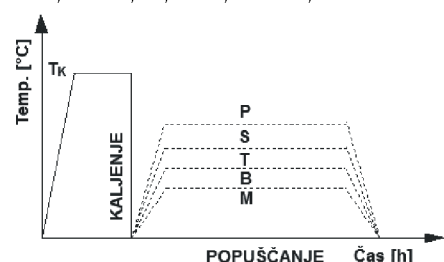
- padevtektoidna C < 0,8%
- evtektoidna C = 0,8%
- nadevtektoidna C > 0,8%

Poboljšanje Sestavljena topl. obdelava, ki sestoji iz **kaljenja** in **popuščanja** pri visokih temp..

Jekla za poboljšanje so **podevtektoidna** jekla. S kaljenjem in popuščanjem nad temperaturo razpada martenzita ustvarimo strukturo, ki je **odporna proti DINAMIČNIM** (sunkovitim) **obremenitvam**.

Poboljšana jekla imajo **visoko mejo plastičnosti** (blizu natezne trdnosti), **veliko žilavost** in **prožnost**. Kljub takim lastnostim jih brez težav **obdelujemo** v poboljšanem stanju (stružimo, brusimo itd.).

Za predmete **z manjšimi premeri** uporabljamo **nelegirana** jekla za poboljšanje, saj je njihova prekaljivost omejena. Za **večje premere** ali za posebne zahteve pa uporabljamo jekla, **legirana** z Mn, Mn+Si, Cr, Cr+V, Cr+Mo, Cr+Ni+Mo.



Podatke o mehanskih lastnostih teh jekel pred poboljšanjem in po njem izdajajo jeklarne (žele-

zarne), ponavadi v obliki **diagramov**.

Glede na temperaturo in strukturo, ki nastajajo po popuščanju danega jekla, ločimo:

1. Popuščanje **v martenziti stopnji M**, do 200°C - po kaljenju in cementiranju ogljikovih jekel. Delno se zmanjšajo notranje napetosti, zelo malo pa se zmanjša trdota in poveča žilavost.
2. Popuščanje **v bainitni B ali trustitni T stopnji** je v praksi najpogostejše - ogljikova in nizko legirana orodna jekla. Bistveno je zmanjšanje notranjih napetosti, povečanje trdnosti in žilavosti. Pri tem se trdota zelo malo zmanjša.
3. Popuščanje **v sorbitni S ali perlitni P stopnji** poteka od 350 do 500°C - za legirana jekla in izdelke, ki morajo imeti dobro trdnost in žilavost. Trdota se bistveno zmanjša, žilavost pa je bistveno večja. Trdnost izdelkov je zelo dobra.
4. **Zelo visoko popuščanje** poteka pri temperaturah do 700°C - za posebna jekla, legirana z V, Nb, Ti, Co, W, Mo, Cr ipd., **pri dinamično obremenjenih izdelkih**, ki morajo imeti zelo dobro trdnost, trdoto in žilavost, do visokih temperatur (npr. hitrorezna jekla).

Poboljšamo npr. jeklene **vzmeti, vijake, zobnike, matice, orodje** za montažo (natični in viličasti ključiči, klešče, vijaki, raglje, vpenjala, škarje za pločvino itd), **jekla za ventile**. Poboljšanje je zlasti pomembna obdelava **pri hitroreznih jeklih**. Prim. Popuščanje, Hitrorezna jekla. Nem. s Vergüten.

Popuščanje Toplotna obdelava jekel **neposredno po kaljenju** ali **po varjenju**, ki jo sestavlja:

1. **Segrevanje** na temperature popuščanja, ki so **pod premeno A₁** (723°C za nelegirana jekla po Fe - Fe_3C diagramu), običajno so v območju od 200 do 670°C, lahko tudi v oljni ali solni kopeli.
2. **Zadrževanje** na tej temperaturi.
3. **Počasno ohlajanje**.

S popuščanjem **zmanjšamo napetosti** v materialu, preveliko **trdoto** in **krhkost** jekla, ker povzročimo delno spremembo kristalne strukture jekla. Pri nizkih temperaturah (do 250°C) **odpravimo** tetragonalnost (**podolgovate kristale**) **martenzita**, pride pa tudi do izločanja karbida v drobno razpršeni obliki.

V naslednjem temperaturnem področju sprožimo **razpad** pri kaljenju zadržanega **austenita**.

Pri še višji temperaturi pa se iz martenzita **izloča cementit**.

Z rastočo temperaturo popuščanja PADAJO trdota, meja plastičnosti in trdnost, VEČAJO pa se **raztezek, kontrakcija in žilavost**.

Temperaturni intervali popuščanja so odvisni od vrste jekel: konstrukcijska jekla za poboljšanje 500-680°C, orodna jekla 100-300°C, hitrorezna jekla in jekla za delo v vročem 500-700°C, cementirano jeklo 100-200°C.

Popuščanje lahko traja od nekaj minut do nekaj ur. **Trajanje** popuščanja **zmanjšuje trdoto**, zato lahko za doseganje enake trdote popuščamo **krajši čas pri višji ali daljši čas pri nižji temperaturi**.

Prim. popustna obstojnost. Nem. s Anlassen.

Površinsko utrjevanje Toplotna obdelava, s katero spreminjamo le lastnosti površinskega sloja materiala. Izvedemo jo lahko na naslednje načine:

- a) **Z lokalno toplotno obdelavo**: lokalno kaljenje. V tem primeru toplotno obdelamo le določen površinski sloj materiala.
- b) **S toplotno-kemičnimi obdelavami**:
 - **cementiranje**: površinski sloj obogatimo z ogljikom in toplotno obdelamo
 - **nitiranje**: površinski sloj obogatimo z dušikom (sloj je naravno trd)
 - **karbonitriranje**: površinski sloj obogatimo z ogljikom in dušikom ter ga toplotno obdelamo
 - **boriranje**: površinski sloj obogatimo z borom FeB, Fe_2B
 - **difuzijsko kromiranje, siliciranje**

c) **Površinsko utrjevanje z deformacijo**: udarjanje trdih kovinskih delcev na površino.

Postopke uporabljamo vedno proti koncu proizvodnega procesa, ko imajo izdelki že precej dokončno obliko.

Po pov. utrjevanju imajo izdelki površino, ki je trda, odporna proti obrabi (včasih še proti koroziji) ter ima bolj ali manj žilavo jedro.

Izbira postopka je odvisna od zaželene površine izdelka, od jedra izdelka, razpoložljivih naprav itd. **Površinsko utrjevanje z deformacijo** Postopek, pri katerem nastanejo na površini tlačne napetosti zaradi peskanja s curkom trdih (kovinskih) delcev, ki **z veliko hitrostjo** in nadzorovano **udarjajo na površino**. Razen utrjevanja površine tudi zatolčemo mikro razpoke, npr. pri večjih vzmeteh. Postopek povečuje tudi odpornost proti utrujanju. Prim. površinsko utrjevanje.

Protikorozijska zaščita Tehnologija obdelave, ki je večinoma podvrsta oplaščenja.

Vrste protikorozijske zaščite:

a) **POVRŠINSKA ZAŠČITA**:

- **KOVINSKE PREVLEKE**: cinkanje, nikljanje, kromanje, bakrenje, kositrenje, svinčenje, kadmiziranje, alitiranje.

Postopki: potapljanje, metalizacija, difuzija, platanje, galvaniziranje, PVD itd.

- **KEMIČNE PREVLEKE**

oksidne: eloksiriranje, bruniranje, pasiviranje inoksidiranje, kromiranje;

neoksidne: fosfatiranje, bondiranje, boriranje, luženje, CVD.

- **NEKOVINSKE PREVLEKE**: olja, masti (glej Zaščita z olji, mastmi in voski), **barve, laki** (tudi žgano lakiranje), **prevleke iz umetnih snovi** (z granulami, **emaliranje**, plamensko nabrizgavanje, praškasto barvanje), **papir, cement, kataniranje** itd.

- **ANTIKOROZIJSKI PREMAZI**

- **ZAŠČITA STIKA PRED ELEKTROLITOM**

Pri vseh vrstah površinske zaščite je seveda zelo pomembna **priprava delov na površinsko zaščito**, glej istoimensko geslo.

b) **PRAVILEN IZBOR GRADIV**: ustreznega železnega gradiva, Al in zlitine, Mg, Zn, Cd, Pb, Sn, Cu in zlitine, Ni, Cr, Ag, Au, Pt, plastične mase, les, guma, steklo, gradbeni materiali, kompoziti ...

SPREMINJANJE SESTAVE GRADIV:

- legiranje
- zmanjševanje neželenih legirnih sestavin
- toplotno kemična obdelava

c) **MEHANSKI POSTOPKI** protikorozijske zaščite, glej istoimensko geslo.

d) **ELEKTROKEMIČNI POSTOPKI** protikorozijske zaščite, glej istoimensko geslo.

e) **VPLIV NA AGRESIVNE MEDIJE**, glej istoimensko geslo.

Vrste korozij so pojasnjene pod geslom Korozija. Prim. Rjavenje železa.

Rekristalizacijsko žarjenje Žarjenje **utrjenega jekla** zato, **da bi ga omehčali**.

Zaradi preoblikovanja jekla v hladnem stanju (hladno valjanje pločevine in trakov, upogibanje, vlečenje itd.) **se jeklo utrdi**: zmanjša se mu duktilnost (razteznost), povečata pa se trdota in trdnost.

Pri žarjenju utrjenega jekla se pri temperaturah **nad 400°C** začne rekristalizacija. To pomeni, da **začnejo rasti nova**, nedeformirana **kristalna zrna**. Na ta način jeklo **zmeščamo**.

Bolj je material utrjen, nižja je temperatura rekristalizacijskega žarjenja. Pravilno temperaturo preberemo iz prostorskih rekristalizacijskih diagramov. Rekristalizacijsko žarjenje najpogosteje traja več ur pri temperaturah med 550 in 650°C. Prim. Prekristalizacija.

Siliciranje Postopek, ki povišuje vsebnost silicija na površini jekla. S tem se poveča odpornost jekla proti obrabi in odpornost jekla proti koroziji v kislilnih raztopinah.

Kot trdno sredstvo za siliciranje služi fino zmleta zmes iz 60 % FeSi, 38 % glinice ali kaolina, 2 % NH_4Cl . Jeklo žarimo v tej zmesi pri 1.100-1.200°C. Globina siliciranja je 0,2 do 0,8 mm. Prim. difuzija.

Temprati Dolgotrajno žariti ulitke na 800-1.050°C:

- a) Da se v beli litini **zmanjša količina ogljika** in nastane bela temprana litina.
- b) Da se v beli litini **cementit pretvori v ferit in temprani grafit** ter nastane črna temprana litina.

S tempranjem povečamo preoblikovalnost in natezno trdnost.

Toplotna obdelava Podvrsta tehnološkega postopka pod geslom Spreminjanje lastnosti materiala, je tudi vrsta oplemenitja.

Postopek, pri katerem s spreminjanjem temperature materiala spreminjamo tudi njegove lastnosti. Sin. termično oplemenitje.

Najpreprostejša je primerjava s kuhanjem jajc: po spremembi temperature (kuhanju) beljak zakrknje, rumenjaki otrdi. Jajce ostane takšno tudi po naknadnem ohlajanju. S kuhanjem smo torej jajce toplotno obdelali.

Toplotna obdelava omogoča, da namesto dragih materialov uporabljamo cenejše, ki jim s toplotno obdelavo izboljšamo kvaliteto.

S segrevanjem in hlajenjem spremenimo strukturo materiala, posledica česar je sprememba mehanskih lastnosti, predvsem trdote.

Najvažnejši postopki toplotne obdelave: žarjenje, kaljenje, poboljšanje in površinsko utrjevanje.

Če predmete segrevamo v kemičnih sredstvih, imenujemo postopek **toplotno kemično obdelavo**: cementiranje, nitiranje, karbonitriranje, difuzijsko kromiranje, boriranje, siliciranje itd.

Pri toplotni obdelavi sta **odločilnega pomena HITROST** spreminjanja temperatur in **TRAJANJE** sprememb temperatur.

Kratek opis postopkov toplotne obdelave:

ŽARJENJE je segrevanje + zadrževanje pri določeni temperaturi + počasno ohlajanje:

- **difuzijsko** žarjenje izenačuje kemično sestavo kristalov (izceje itd), uporaba: pred kovanjem, valjanjem

- **normalizacijsko** žarjenje: spreminjanje v perlitno strukturo; uporaba: po valjanju, kovanju, litju, varjenju

- žarjenje **na mehko** spreminja lamelarni perlit v zrnatega, up.: pred odrezavanjem, preoblikovanjem, pred kaljenjem občutljivih jekel

- **rekristalizacijsko žarjenje** povzroča rast novih, nedeformiranih kristalnih zrn, zato se material zmehča; uporaba: po hladnem preoblikovanju

- žarjenje **za odpravo notranjih napetosti** je potrebno, kadar notranje napetosti krivijo material: po varjenju, grobem odrezavanju in prehitrem ohlajanju

- **tempranje** je dolgotrajno žarjenje ulitkov

KALJENJE je segrevanje + zadrževanje pri določeni temperaturi + hitro ohlajanje. Posebna oblika kaljenja je patentiranje.

POBOLJŠANJE: kaljenje + popuščanje (segrevanje neposredno po kaljenju v oljni ali solni kopeli).

POVRŠINSKO UTRJEVANJE je postopek, pri katerem spreminjamo le lastnosti površinskega sloja materiala: lokalno kaljenje, cementiranje, nitiranje, karbonitriranje, boriranje, difuzijsko kromiranje, siliciranje in površ. utrjevanje z deformacijo.

TTT diagram Diagram, ki pojasnjuje nastajanje posameznih struktur jekla (perlit, sorbit, truslit, bainit in martenzit) v odvisnosti od hitrosti ohlajanja, ang. Time-Temperature-Transformation. Sin. Bainov diagram. Prim. kaljenje.

T (°C)

723 °C avstenit perlit (15 HRc)

721 °C sorbit (40 HRc)

truslit (44 HRc)

podhlajeni avstenit bainit (53..60 HRc)

180 °C martenzit (66 HRc)

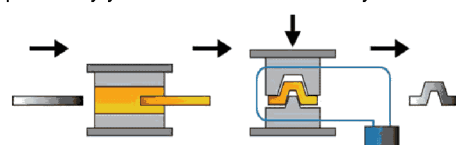
0 1 10 10² 10³ 10⁴ 10⁵ t (s)

Bainov diagram

Usibor® Trgovska znamka luksemburškega podjetja ArcelorMittal, ki označuje jekla z izjemno visoko natezno trdnostjo (tudi preko 1800 N/mm²).

Usibor® jekla se uporabljajo v avtomobilski industriji npr. za B stebričke in za druge karoserijske sestavne dele, ki morajo biti sposobni prenašati velike obremenitve ob istočasno majhni masi.

Postopek izdelave teh jekel se seveda v detajle ne razkrije, poznan pa je približen način izdelave jekel z oznako Usibor® 2000, katerih natezna trdnost R_m presega 1800 N/mm². Hladno valjane platine se najprej austenitizirajo v peči (900-950°C), nato pa se na enem samem stroju vroče preoblikujejo in hkrati martenzitno kalijo:



Žarjenje Toplotna obdelava, sestavljena iz:

1. **Segrevanja** na določeno temperaturo.
2. **Zadrževanja na tej temperaturi** toliko časa, da se izvršijo določene spremembe.
3. **Počasnega ohlajanja** na zraku ali celo v peči.

Po namenu ločimo:

- a) **Difuzijsko** žarjenje ali homogeniziranje.
- b) **Normalizacijsko** žarjenje ali normaliziranje.
- c) **Žarjenje na mehko**.
- d) **Rekristalizacijsko** žarjenje ali rekristaliziranje.
- e) **Žarjenje za odpravo notranjih napetosti**.
- f) **Tempranje** ali žarjenje ulitkov.

Raztopno žarjenje je toplotna obdelava, opisana pod geslom gašenje.

V procesu pridobivanja grodljev **obogateno rudo žarimo** zato, da odpravimo vodo in CO₂. Tako rudo prevedemo na oksidno osnovo.

Prim. toplotna obdelava. Nem. das Glühen.

Žarjenje na mehko Toplotna obdelava surovcev iz perlitnih jekel: pred odrezavanjem, pred preoblikovanjem ali pred kaljenjem. Z žarjenjem na mehko spremenimo lamelarni perlit v zrnatega.

Lamelarni perlit namreči ni primeren za odrezavanje. Orodje se hitreje obrabi, ker mora stružni nož rezati mehke (ferit) in trde (cementit) sloje. Trde lamele cementita nam povzročajo tudi težave pri postopkih preoblikovanja.

Pri obdelavi **zrnatega perlit**a z odrezavanjem reže nož mehko feritno osnovo, trša zrna cementita pa večinoma odriva v mehko osnovo obdelovanca ali odrezka. Obraba orodij je zaradi tega bistveno manjša. Manj težav je tudi pri preoblikovanju, saj material lepše "teče". Pri kaljenju občutljivih jekel pa se zmanjša nevarnost pokanja.

Postopek žarjenja na mehko sestoji iz:

- a) **Segrevanje** materiala - nihanje (tik pod ali tik nad) okoli temperature, ki se označuje kot Ac_1 , glej geslo Železo - 721°C (prehod iz Fe_α v Fe_β oziroma iz perlit v austenit). Pri tem se lamele cementita Fe_3C krepijo in nastanejo zrna - zrnati perlit.

- b) **Zadrževanje** določen čas na tej temperaturi.

- c) **Počasnega ohlajanja**.

Nem. Weichglühen.

Žarjenje za odpravo notranjih napetosti Pri nekaterih tehnoloških postopkih nastajajo v obdelovancih **notranje napetosti, ki jih krivijo**. Primeri:

- **varjenje** (zaradi krčenja zvara pri ohlajanju),
- **grobno odrezavanje** (zaradi velikih sil in temp.),
- **hitro** (neenakomerno) **ohlajanje**.

Na kritičnih mestih lahko obdelovanci celo **počijo**. Da bi odpravili te napetosti, obdelovance na poseben način žarimo:

- a) Material **segrevamo** od 450 do 650°C.

- b) Temperaturo žarjenja **zadržujemo več ur**.

- c) Počasi **ohlajamo** na zraku ali v peči.

Žarjenje za odpravo notranjih napetosti strukture skoraj ne spremeni. S segrevanjem smo le **znižali mejo plastičnosti materiala**. Vse **napetosti**, ki segajo čez mejo plastičnosti, povzročijo plastične deformacije in **se sprostiti**.

Nem. das Spannungsfreiglühen.

Železo Čista snov, ki jo najdemo v periodnem sistemu elementov (za razliko od jekla). Simbol

Fe, lat. *Ferrum*. Vrsto število 26, srednja relativna atomska masa 55,847, gostota 7,9 kg/dm³. Za kisikom, silicijem in aluminijem je železo **četrti najpogostejši element** v zemeljski skorji (4,7%). Zelo redko se pojavlja v čisti obliki (npr. v meteoritih), v glavnem ga najdemo v oksidnih in sulfidnih rudah z železovimi minerali, npr. magnetit Fe_3O_4 , hematit Fe_2O_3 , wüstit FeO, pirit (železov kršec) FeS_2 , karbonat oz. siderit $FeCO_3$, limonit.

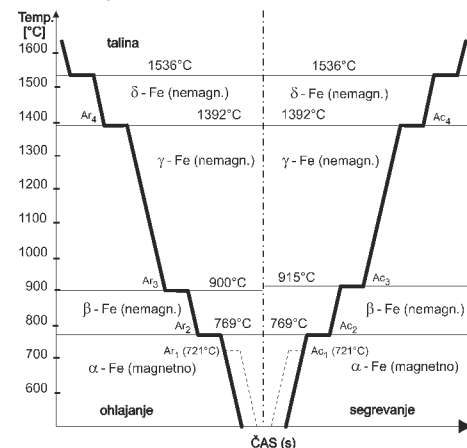
Uporaba: železo je edina kovina, katere lastnosti je mogoče z različnimi postopki / dodatki spreminjati v zelo velikem obsegu. Zato se uporablja na vseh področjih tehnike in je najvažnejša uporabna kovina, sploh v obliki **LITEGA ŽELEZA** in **JEKLA**.

Fizikalne lastnosti Fe: srebrnoba, razmeroma mehka kovina, gostota 7,874 g/cm³, temperatura tališča 1.536°C, temperatura vrelišča 2.750°C, hitrost zvoka 4910 m/s pri 20°C.

Železo je obstojno v suhem zraku in vodi brez ogljikovega dioksida, ker se prevleče z neporočno oksidno plastjo. Dobro se topi v neoksidirajočih kislinah. V spojinah nastopa železo predvsem kot dvo-, tri- in šestvalentno, praktični pomen imajo predvsem železove(II) in železove(III) spojine.

V vlažnem zraku in vodi z raztopljenim ogljikovim dioksidom in kisikom pa železo načinja **raja - hidratiziran železov(III) oksid** oz. hidratiziran hematit $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$.

Za dobro poznavanje lastnosti železa je potrebno najprej spoznati njegove **premene** in **alotropske modifikacije**:



Premene pri ohlajanju in segrevanju Fe

Poznamo **4 KRISTALNE OBLIKE železa**, ki jim pravimo tudi **modifikacije** oz. **strukturne oblike**:

- **α Fe, PROSTORSKO** centrirana kubična kristalna rešetka (glej geslo: Kristalen), parameter $a = 2,87 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$), ki je **feromagnetno**

- **β Fe, PROSTORSKO** centrirana kubična kristalna rešetka, parameter $a = 2,90 \text{ \AA}$

- **γ Fe, PLOSKOVNO** centrirana kubična kristalna rešetka, $a = 3,65 \text{ \AA}$

- **δ Fe, PROSTORSKO** centrirana kubična kristalna rešetka, $a = 2,93 \text{ \AA}$

Točke premene ene kristalne oblike v drugo označujemo s črkami A_1, A_2, A_3 in A_4 . Premene, ki jih dobimo pri ohlajanju, označimo še z indeksom r, tiste pri segrevanju pa s c.

Premeni Ar_3 in Ac_3 ne nastopata pri enaki temperaturi. Razlika ΔT ($915 - 900 = 15^\circ C$) med Ar_3 in Ac_3 se imenuje histereza. Premena Ar_3 je še posebej pomembna, saj tukaj prekrizirajo atomi **ploskovno** centrirane kubične krist. rešetke γ železa v **prostorsko** centrirano kub. rešetko β železa. Stojna točka Ar_1 ($721^\circ C$) se pojavlja **le pri jeklu** - torej pri železu, ki vsebuje ogljik v obliki Fe_3C , glej $Fe-Fe_3C$ diagram (slika 4).

Prim. Lito železo, Jeklo, Ferit, Austenit.

PROTIKOROZIJSKA ZASCITA IN OPLAŠČENJE

Alitiranje Kovinska prevleka z aluminijem, je **difuzijski postopek**. Aluminij delno difundira v jeklo, razen tega pa nastane na površini plast Al_2O_3 , ki varuje jeklo pred oksidacijo. Postopki je več:

1. Najpogosteje uporabljamo **trdo alitiranje** oz. **kaloriziranje**: predmete zakopljemo v mešanico $\sim 49\% Al_2O_3$ v prahu, $\sim 49\% Al$ ali $FeAl$ v prahu in $\sim 2\%$ salmiaka NH_4Cl . Nato 5-6 ur segrevamo na $975-1.000^\circ C$. Ohladimo in še enkrat za 3 ure zakopljemo v zmes peska in oglja pri $900^\circ C$. Dobimo 0,2 do 0,3 mm globok in trden difuzijski sloj.
2. **Tekoče alitiranje**: jeklo potapljamo v aluminijevo talino, segreto na $750-800^\circ C$. Po 1 uri dobimo 0,25 mm globoko alitirano plast. Po alitiranju jeklo difuzijsko žarimo na $900-1000^\circ C$, da bi zmanjšali krhkost alitiranega sloja.
3. **Brizgalno alitiranje** je nanašanje raztaljenega Al z brizgalno pištolo, sledi difuzijsko žarjenje.

Alitirani deli vzdržijo temperaturo $850-900^\circ C$ brez oksidacije (škaje). Prim. aluminjenje, aluminiranje. **Aluminij** Simbol Al, lat. *aluminium*. Srebrnosa, svetleča, nemagnetična lahka kovina z gostoto $2,7 \text{ kg/dm}^3$ in tališčem $659^\circ C$. Pri strjevanju kristalizira v ploskovno centrirano kubično rešetko. Za kisikom in silicijem je Al **tretji element v naravi**. Predstavlja 75% zemeljske skorje.

Za 1 tona aluminija potrebujemo 2 tona glinice, za katero potrebujemo 4 tone boksita. Dodatno porabimo tudi 600 kg elektrodnega oglja, 175 kg natrijevega hidroksida, 75 kg kriolita, 20.000 kWh el. energije in približno 420 delovnih ur. Zato je Al **sorazmerno drag**.

Ovisno od stanja Al (litina, pločevina, trdo vlečene palice) znaša natezna trdnost od **70 do 170 N/mm²**, v posebnih primerih celo do **400 N/mm²**. Modul elastičnosti znaša **70.000 N/mm²** in raztezek do **30%**. Zaradi manjše trdnosti v primerjavi z jeklom moramo razliko kompenzirati z **1,5 do 2 krat debelejšo pločevino**, kar pa nekoliko zmanjša prednost manjše teže aluminija.

Al se dobro predeluje v toplem in hladnem stanju (kovanje, valjanje v tanko pločevino in folijo, vlečenje v tanko žico, stiskane v profile) in je tudi **dobro liven**. Po hladni predelavi otrdi, za ponovno zmehčanje ga žarimo pri $400-500^\circ C$. Ima dobro električno ($\sim 35 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$) in toplotno prevodnost. Da se tudi **variti** (argonsko: MIG, TIG, uporovno in z elektronskim snopom), nekoliko težje ga lotamo.

KOROZIJSKA ODOPORNOST: Al je odporen proti mnogim kislinam, ne pa proti morski vodi in lugom. S kisikom iz zraka tvori varovalno plast aluminijevega oksida Al_2O_3 debeline $\sim 0,0002 \text{ mm}$. Z 5-20 min namakanjem v raztopini sode in natrijevega kromata pri $90-100^\circ C$ lahko oksidno kožico ojačimo na $0,001-0,002 \text{ mm}$, kar je zadostna zaščita pred ne preveč agresivnimi mediji. Protikorozijsko zaščito lahko ojačimo z različnimi premazi, npr. z laki ali z vodnim steklom. Površino lahko elektrokemijsko tudi utrdimo (eloksiranje).

TEHNOLOŠKE LASTNOSTI Al izboljšujemo z dodatkom drugih kovin. Najvažnejše legure so Al-Mg (**duraluminij** ali **dural**, Mg 1 do 7%, gostota $2,8 \text{ kg/dm}^3$), Al-Cu, Al-Si (**silumin**, Si do 15%), Al-Zn (Zn do 5%), tudi z Ni (do 2%), Sb in Ti ($\sim 0,2\%$). **Barvanje aluminija**: Al ni dobro mokro barvati, saj se barva rada odlučši. Verjetno je najboljši postopek praškasto barvanje, sledi kromatiranje, eloksiranje, žgano lakiranje.

Al in Al zlitine **UPORABLJAMO vsestransko**: platišča, športna kolesa (bicikli), pločevine (rezervoarji, kotli, posode), folije (za pakiranje, topl. in parne izolacije, kondenzatorje, reflektorje itd.), žice, profili vseh vrst, odlitki. Pogosto se up. v letalski, avtomobilski (tudi deli motorja) in električni industriji. V jeclarnah se Al up. kot dezoksidacijsko sredstvo. Al prah je **močan reducent**, mešanica železovega oksida in Al poveča temperature pri

varjenju jekel (termitno varjenje, do $2.500^\circ C$).

Med aluminijevimi spojinami je najpomembnejši **aluminijev oksid** Al_2O_3 , ki ga uporabljamo kot glinico, korund ali smirek.

Prim. alitiranje, eloksiranje, kromatiranje.

Antikorozijska zaščita → Protikorozijska zaščita

Bakrenje Kovinska prevleka na dva načina:

a) **Galvansko** b., ki se v tehniki redko uporablja: npr. **pri cementiranju** (na mestih, kjer ne želimo predmeta površinsko obogatiti z ogljikom) in kot osnovna plast pred pozlatitvijo nakita. Up. kopel iz cianbakra, ciankalija ali ciantrija in sode ali pepelike. Z delovanjem el. toka dobimo na predmetu tanko plast debeline $0,003 - 0,02 \text{ mm}$.

b) **Pobakrenje z navajanjem** (plaitiranje) tanke bakrene pločevine na železne predmete je pomembnejši postopek. Take prevleke popolnoma onemogočajo korozijo.

Barva Vidna zaznava, ki jo povzroča svetloba z določeno valovno dolžino. **Barvilo**: snov, ki daje predmetu barvo. Prim. oljna barva. Razl. lak. **Protikorozijska zaščita z laki** je opisana pod geslom Zaščita z barvnimi in lakastimi premazi.

Bondiranje Izpopolnjen postopek **fosfatiranja**. Pri njem up. kisl. raztopino cinkovega in mangrovega fosfata pri temp. $80-90^\circ C$. Zaščitna kožica, ki jo dobimo s tem postopkom, je trajnejša in odpornejša, zaradi poroznosti pa jo moramo prav tako premazati z olji, mastmi ali laki. Postopek je skrajšan na 5 minut, up. ga pri delih, ki so izpostavljeni zunanjim atmosferskim vplivom (vijaki, matice, luči, kazalci smeri itd.) v industriji koles, avtomobilski in letalski industriji.

Bor Simbol B, lat. *Borum*. Elementarni bor je črnosiva nekovina z oksid. št. +3 in je nereaktiven, poleg diamanta najtrši element. Slabo prevaja el. tok, prevodnost pa s temp. izrazito narašča (**polprevodnik**). Je močan reducent. V naravi ga je zelo malo, nahaja se v razl. mineralih, npr. v boraksu (natrijev tetraborat $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$).

Boriranje Kemoterična obdelava, ki se up. pri izdelkih iz železovih zlitin. Boridra se v trdnih snoveh, talinah, plinih, mažah itd. Na površini **nastane plast borida**: predvsem Fe_2B , lahko pa tudi plasti Fe_2B in FeB (ki ni tako krhka kot Fe_2B). Trdote boridnih plasti so 1.800 do 2.000 HV.

Lastnosti boridnih plasti:

- zadrže trdoto do višjih temperatur od nitriranih,
- so odporne v razredčenih neoksidacijskih kislinah in lugih,
- odporne so proti oksidaciji do približno $800^\circ C$.

Bruniranje Vrsta oplemenitenja kovin, zaščita s kemičnimi prevlekami. Predmet **dobi oksidno prevleko** Fe_3O_4 (magnetit), ki ima spektralne barve: od modre do črne. Zaščiten površina **običajno ni dalj časa odporna proti rji**. **Postopki** so različni:

1. Preprosto bruniram tako, da predmet očistimo in segrejemo ($\sim 400 - 600^\circ C$, temp. lahko vzdržujemo v kalinih ali elektro pečeh), nato pa ga ohladimo v lanenem ali mineralnem olju. Predmet lahko tudi namažemo z lanenim oljem in ga **držimo nad kovaškim ognjiščem**. Lahko pa kos namažemo z mineralnim oljem z dodanim 3-5% čebeljega voska in ga nato segrejemo na $450^\circ C$.

2. Očiščen predmet **namažemo z antimonovim kloridom** $SbCl_3$ in **izpostavimo vročemu zraku**. Predmet lahko tudi vložimo v kopel natrijevega luga, ki mu je primešana manjša količina natrijevega nitrida.

3. **Hladno bruniranje** je manj obstojen postopek: obdelovanec potapljamo v selenov dioksid. Postopek b. se izvaja le na negalvaniziranih predmetih. **Lahko ga večkrat ponovimo**, na koncu pa še vroč predmet namažemo z voskom, s posebno **emulzijo ali z oljem** - da zapremo pore. Postopek je primeren za notranjo uporabo in **ni primeren za ekstremne zunanje pogoje**. Brunirane dele lahko brez vnaprejšnje priprave **varimo**. **Uporaba**: pri orožju (ker hkrati ščitimo pred korozijo in obenem preprečimo neželene odboje svetlobe), tudi vijaki, matice, ležaji, vzmeti, razna orodja, priprave itd. Sin. črna oksidacija, črnenje. Razl. boriranje.

Cin Nedopusten izraz za tehniški jezik, pomen: kositer (iz nem. das Zinn). Npr. cin špula je nepravilen izraz, nemška popačenka, ki pomeni vžigalna tuljava. **Cinjenje** - glej kositrenje. Razlikuj: cinjenje - cinkanje.

Cink Simbol Zn, lat. *Zincum*. Modrobela mehka kovina. V raztopinah kisl. in soli je neobstoje, na vlažnem zraku se tvori vremensko obstojna in varovalna prevleka bazičnega cinkovega karbonata $Zn_5(OH)_6(CO_3)_2$. Dobro se **uliva**, pri $150^\circ C$ **se da kovati, valjati in vleči**. V soleh je cink vedno dvovalenten kation.

Fizikalne lastnosti: Gostota $7,13 \text{ g/cm}^3$, elastični modul 53.000 N/mm^2 , tališče $419,5^\circ C$, vrelišče $907^\circ C$ (izhlapeva pri $950^\circ C$), specifična toplota $0,385 \text{ kJ/kgK}$, toplotna prevodnost 113 W/mK , linearna temp. razteznost $\alpha = 39,7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Natezna trdnost litega cinka $\sim 28 \text{ N/mm}^2$, valjanega cinka pa $120 - 250 \text{ N/mm}^2$.

Cink spada med pomembne tehniško uporabne kovine. Odlikujeta ga **dobra korozijska odpornost** in sposobnost dobrega preoblikovanja v toplem.

Fiziološke lastnosti: nenevarna za kožno uporabo, obstajajo celo cinkova kožna mazila za zaščito pred soncem in proti srbenju, ekcemom itd.. Cink je nujen element za mikroorganizme, rastline, živali in seveda tudi ljudi. Nahaja se v preko 100 encimih in v mnogih drugih organskih spojinah. Železo in cink sta v bistvu edini kovini, ki sta nepogrešljivi v vseh vrstah encimov. Cink je lahko tudi nevaren, če ga zaužijemo v prevelikih količinah. Cinkov oksid ZnO pa je **nevaren za okolje** - to je plin, ki se razvija pri varjenju pocinkane pločevine in ga je treba **lokalno odsesavati!!!**

Uporaba: protikorozijska zaščita - pocinkana pločevina, cevi in profili, za izdelavo **medij** (zlitine bakra s cinkom), ZnS (cinkova svetilca) je luminofor, raztopina $ZnCl_2$ se uporablja za **impregnacijo**, luženje in kot **tekočina za spajkanje**; ZnO je barvilo (cinkovo belilo). Čisti cink je primeren za **protikorozijske** in dekorativne **prevleke**, za dele galvanskih členov, v tiskarstvu in v gradbeništvu. Cink je tudi pomemben **legirni element** v zlitinah na osnovi bakra, aluminija, niklja, magnezija itd.

Ne pozabimo, da je cinkov oksid ZnO **nevaren za okolje** - to je plin, ki se razvija **pri varjenju pocinkane pločevine** in ga je treba **odsesavati!** Pri pocinkani pločevini ima **točkovno varjenje** prednost pred vsemi ostalimi varilnimi postopki, ker se okoli točkovnega zvara naredi **zaščitni obroč iz cinka!** Prim. Kromatiranje.

Prim. Cinkanje, Kadmij, **Zamak**.

Cinkanje Najpogostejša kovinska prevleka, saj je cink zelo dobro sredstvo **proti koroziji** in je hkrati **poceni**. Cinkamo na več načinov:

1. **S potapljanjem**: predmet najprej dekapiramo (odstranimo okside, lak ipd.), izperemo in posušimo. Nato ga vložimo v raztaljeni cink s temperaturo $\sim 450^\circ C$, kjer ga pustimo vsaj 3 minute, pogosto pa precej dalj časa - da cink dobro **difundira** v osnovni material. Nazadnje obdelovanec ohladimo v vreli vodi. Za pocinkanje 1 m^2 železne površine potrebujemo 200 do 500 g cinka. Sin. **vročje cinkanje**, tudi **cinkanje v ognju** (zaradi nemškega izraza Feuerverzinken).
2. **S šerardiranjem**: predmete očistimo, pripravimo in damo v boben z mešanico 80-90% kremenčevega peska ter 20-10% cinkovega prahu. Boben hermetično zapremo, grejemo na $250-400^\circ C$ in ga pri tem 2 do 4 ure počasi vrtilimo. Zn pri tem **difundira** v jeklo in dobimo potrebno prevleko. Šerardiramo manjše predmete: vijake, žeblice, žico, pločevino, okovje itd.
3. **Z metaliziranjem**: s posebnim razpršilec brizgamo cink po železnem predmetu. Cinkova žica prihaja avtomatsko v razpršilec, kjer se raztali. Zrak pod tlakom 2,5 bar nato izbrizgava raztaljen cink. Kvaliteta prevleke je boljša, če predmet tik pred metaliziranjem segrejemo, da cink bolje **difundira** v notranjost.
4. **Galvansko cinkanje**, ki pa **ni difuzijski postopek**: predmete potapljamo v kopel, ki vsebuje **cinkov sulfat**, aluminijev sulfat in žveplovo kislino.

no ali ciancink, ciannatrij z dodatki. Uporabimo električni tok z jakostjo 200-300 A/m² in predmet držimo v kopeli 10-20 minut. Tako dobimo tanko zaščitno plast cinka, enakovredno kadmiju, vendar cenejšo.

Galvanski cinkani predmeti so na pogled lepši in bolj gladki kakor pri difuzijskih načinih pocinkanja - vendar, galvanska zaščitna plast ne nudi tako dobre antikorozijske zaščite. Zaradi slabšega oprijema na pločevinolahko plast cinka odstopi že pri udarcu kamenja ali pri preoblikovanju pločevin.

Sin. gladko cinkanje. Uporaba: letalska industrija in industrija prevoznih sredstev.

Znani pocinkani izdelki so jeklena žica, pločevina, železni deli vodovodne napeljave, ki so pod omeotom, jekleni program avtocest, zahtevne jeklene konstrukcije dvoran, strešne konstrukcije, cevi itd.. Ne pozabimo, da je cinkov oksid ZnO nevaren za okolje - to je plin, ki se razvija pri varjenju pocinkane pločevine!!! Prim. kadmij, kovinske prevleke. Razl. cinanje, cinjenje (geslo Cin).

Dekapirati Odstraniti okside (škajo in druge spojine (npr. nalič: barva, oljnati lak ipd.) običajno s kovinske površine, lahko pa dekapiramo tudi les, lase (odstranimo barvo z las) itd..

Stari nalič lahko odstranimo kemično (luženje, lahko tudi s podporo električnega toka), toplotno (s sežiganjem, z vročim zrakom ipd.) ali z brušenjem. Npr. dekapirana pločevina - pomeni, da je pločevina lužena, odstranjeni so površinski oksidi. Beseda dekapirati izhaja iz fr. *décaper*: čistiti, ribati, zdrgniti. Razl. dekantiranje.

Difundirati Pronicati, prodirati z difuzijo, samodejno prodirati v drugo snov. Prim. difuzija.

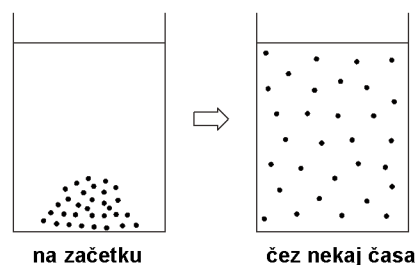
Difuzija Lastnost raztopine: težnja po enakomerni razporeditvi (razprševanju) ene snovi v drugi.

Gibanje majhnih delcev (npr. molekul) v smeri nižje koncentracije je pri difuziji spontano (samo od sebe) in traja, dokler se ne vzpostavi ravnotežje. Je termodinamičen proces, ni rezultat kemijskih reakcij in ne nastane zaradi delovanja zunanjih sil.

Majhni delčki v plinih in tekočinah se namreč nenehno premikajo, lahko pa se premikajo tudi v trdnih snoveh. Če razporeditve atomov v obeh snoveh to dopuščajo, tedaj pride do difuzije.

Praktični primeri difuzije:

- če kanemo kapljico barvila v kozarec z mirujočo čisto vodo, se barva razporedi po celem kozarcu
- dim, ki se dviga iz dimnika, se porazgubi v zraku
- sol v kozarcu z vodo se raztopi brez mešanja
- vlaga, ki se dviga po stenah starejših hiš
- perilo namakamo v vroči vodi skupaj z detergentom - zato, da umazanija difundira v vodo
- pri lotanju lot difundira v osnovni material



Difuzija je najhitrejša v plinih, počasnejša v tekočinah in zelo počasna v trdnih snoveh. Hitrost difuzije s temperaturo narašča, v trdnih snoveh pa je MOČNO ODVISNA OD TEMPERATURE.

Primeri difuzije iz strojne prakse:

- difuzijska obraba,
- difuzijsko varjenje,
- delna difuzija pri lotanju,
- difuzija pri toplotni obdelavi (difuzijsko žarjenje, cementiranje, nitriranje, karbonitriranje ...),
- difuzijski postopki površinske zaščite (šerardiranje, alitiranje, kromiranje, siliciranje, metaliziranje, platiranje).

Sin. prodiranje, pronicanje, prehod*. Prim. Osmoza, Stropor, Sintranje, Difuzor.

Difuzijski postopki zaščite pred korozijo Skupina kvalitetnih postopkov površinske zaščite, ki temelji na difuziji (prodiranju) druge kovine v površinski sloj kovinskega predmeta.

Najpomembnejši difuzijski postopki prevlečenja:

- alitiranje
- šerardiranje (pojasnjeno pod geslom Cinkanje)
- difuzijski način kromiranja
- metaliziranje
- platiranje

Vsi zgoraj naštetih difuzijski postopki potekajo pri visokih temperaturah, ker hitrost difuzije s temperaturo narašča. Tudi potapljanje v kovinski kopeli je difuzijski postopek, če potapljanju sledi žarjenje pri temperaturi okrog 1000°C.

Elektrokemična korozija Glej Korozija.

Elekroliza Pojav, pri katerem enosmerni električni tok povzroči kemijske reakcije v raztopini. Topljenec v raztopini je običajno elektrolit.

El. tok prevajajo ioni v elektrolitu. Na ta način prenašajo naboje na topilo. Nastajajo ioni (kationi in anioni), ki se nato izločajo na elektrodah (katoda in anoda). Na ta način lahko izvedemo e. vode, klor-alkalijsko elektrolizo, pridobivanje fluora itd. Obstaja tudi elektroliza v talini, ki se up. predvsem za pridobivanje alkalijskih, zemeljskoalkalijskih kovin in aluminija iz njihovih soli. Obstaja tudi elektrolitska rafinacija kovin, npr. bakra.

izločanje raztopljenih snovi poteka v skladu z obema **Faradayevima zakonom**:

a) Množina izločene snovi je sorazmerna množini prejetih ali oddanih el. nabojev.

b) Enake množine el. nabojev sproščajo enako število ekvivalentov snovi.

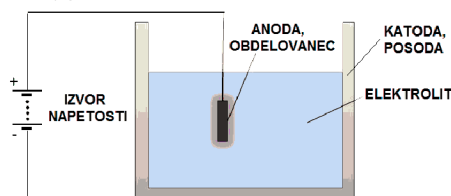
Pri e. lahko potekajo tudi sekundarne reakcije, pri katerih se kemijsko spreminjajo tudi elektrode.

Elektrol. zelo podoben postopek je galvaniziranje.

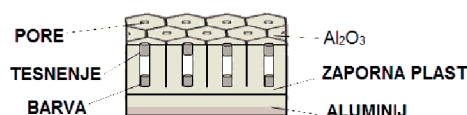
Eloksiranje Vrsta oplemenitena kovin, zaščita s kemijski prevlekami. Eloksal postopek je kratica: ELektrična OKSidacija ALuminija.

Al se na zraku prekrije s tanko plastjo aluminijevega oksida debeline 0,00003 mm, ki je zelo odporna proti koroziji. Oksidni sloj lahko elektrolitsko odebujemo (eloksiramo) na ~20 μm.

Predmete iz Al ali Al zlitin priključimo na anodo in jih obesimo v elektrolit iz 25% razredčene žveplove(VI) kisline. Enosmerni tok povzroči elektrolizo vode. Na anodi se sprošča kisik, ki takoj reagira z Al. Zato na Al predmetu nastaja oksidna (eloksirana) plast:



Z dodajanjem različnih anilinskih barv, ki se vežejo v oksid, lahko plast obarvamo. Eloksira se lahko tudi magnezij (postopek **ELOMAG**).



Eloksirana plast je zelo trda, odporna proti kem. vplivom, tudi proti višjim temp. (do 400°C) in ne prevaja elektrike. Zelo močno se prime kovine in razpoka, če eloksirane predmete krivimo. Eloksirane predmete lahko lakiramo ali emajliramo. Prim. kemične prevleke, oplemenitnje.

Emajl Steklasta prevleka, s katero kovinske predmete zaščitimo pred korozijo. Za razliko od laka se emajl med sušenjem vedno kemično spremeni. Emajli so lahko prozorni (brezbarvni) in neprozor-

ni (barvani). Del.:

1. **Vlažno emajljanje:** kašo iz steklenega prahu, barv in vode nanesemo (razpršimo) na kovinski predmet. Predmet postavimo v peč, kjer se nekaj minut žge pri temp. 600 do 1.100°C.

2. **Suhi postopek z oprahčevanjem** predmetov.

Emajlirana plast je zelo trda in odporna proti kemičnim vplivom, hkrati pa je zelo krhka, občutljiva na udarce in na temperaturne spremembe.

Postopek je primeren samo za kovine z visokim tališčem. Kovine z nizkim tališčem (npr. Al) se namreč lahko stalijo.

Emajlirajo se npr. kopalne kadi, bojlerji, kotli ipd. Ponavadi ločimo emajle za lito železo od emajlov za jekleno pločevino. Boljšo kvaliteto dosežemo, če nanašamo emajl v več plasteh. Vsako naslednjo plast žgemo pri nekoliko nižji temperaturi. Prim. Lak.

Fosfatiranje Vrsta oplemenitena kovin, pri kateri nastaja kemijska reakcija med površino in vodnimi fosfatnimi raztopinami. Pri tem nastaja zelo tanka prevleka iz kovinskih fosfatov, ki se trdno veže na kovino in obenem daje zelo dobro protikorozijsko zaščito. Fosfatirani deli tudi ne spreminjajo mer (saj jih ne segrevamo). Čeprav tanka, je plast kovinskega fosfata zelo hrupava in se nanjo zelo dobro prime temeljna zaščitna plast, npr. katarforezna plast pri avtomobilizmu.

Razen železa se fosfatira tudi Al, Mg, Cu in Cu zlitine, Ni, Sn, Cd in Zn. Postopek se najpogosteje uporablja za strelno orožje, pa tudi kot podloga pri lakiranju (avtomobilska industrija, gospodinjinski aparati) in podobno.

Industrijski postopek:

a) Najprej dele dobro očistimo in razmastimo.

b) Nato jih 30 min do 1 h potapljam v vodni raztopini manganovega in cinkovega dihidrogenfosfata (V): Zn(H₂PO₄)₂, Mn(H₃PO₄)₂. Včasih površino samo nabrizgamo. Pri tem se površina prevleče z nekoliko porozno fosfatno plastjo, ki je dobro zaščitno sredstvo proti rjavenju.

c) Po fosfatiranju kose premažemo s črno barvo ali z oljem.

Pogosto je fosfatiranje le eden od postopkov površinske zaščite, npr. pred praškastim barvanjem ali kot začetni postopek pri lakiranju avtomobilov v serijski proizvodnji.

Obrtniški način fosfatiranja je preprostejši:

- čiščenje, razmaščevanje in sušenje površine
- nanašanje sredstva, ki vsebujejo fosforno kislino H₃PO₄ in razne alkohole, ki ojačajo oprijemanje (npr. Ferrosan)

Seveda vsi obrtniški načini fosfatiranja niso tako preprosti. Obstaja več načinov, pri katerih se je treba strogo držati navodil proizvajalcev.

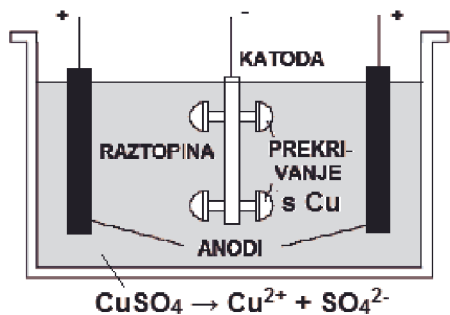
Prim. Bondiranje, Odstranjevanje rje.

Galvaniziranje Postopek, pri katerem elektrolitsko prevlečemo predmete s plastjo kovine: bakrenje, niklanje, cinkanje, kositrenje, srebrjenje ...

Skozi kovinsko kopel spustimo električni tok, ki povzroči razpadanje v kopeli vezanih kovinskih delcev. Delci se pod vplivom električnega toka usedejo na katodo, kjer so obešeni predmeti. Po galvanizaciji predmete izpiramo s toplo vodo in jih osušimo.

Če predmeti ne prevajajo el. toka, jih najprej premažemo z grafitom, da nastane prevodna plast.

Prednosti galvaniziranja: majhna poraba kovine, enakomerno debela plast, uporaba tudi pri kovinah z visokim tališčem, trdnost prevleke in ekonomičnost. **Pomanjklivosti:** večja poroznost prevlek in natančno delo s kopelmi. Prim. elektroliza, elektropoliranje.



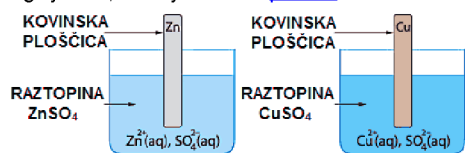
Na zgornji risbi je prikazana galvanizacija - bakrenje v raztopini modre galice CuSO_4 .

Galvanski člen Vir enosmerne električne napetosti, ki spreminja energijo kemične reakcije v električno energijo, po Galvaniju [1737-1798].

Za razumevanje je potrebno vedeti, da se tudi kovine v tekočini topijo, vendar ta proces zaradi njihove **kovinske vezi** poteka drugače kakor npr. pri topljenju kuhinjske soli:

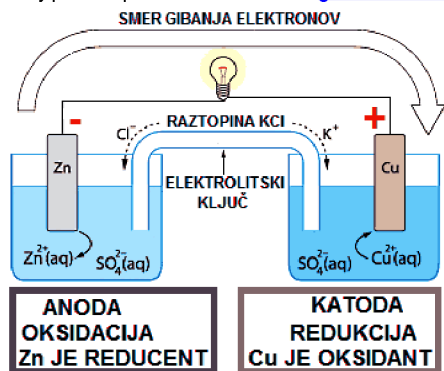
- sol enostavno razpade na ione Na^+ in Cl^- ,
- površinski pozitivni kovinski ion pa odstopi v raztopino, "njegov" elektroni pa ostanejo kot višek v kovinski vezi trdne snovi.

Oglejmo si, kako je izdelan **polčlen**:



Levo je cinkov, desno pa bakrov polčlen. Polčlen torej sestavlja kovinska ploščica in raztopina soli iz iste kovine kot kovinska ploščica. V našem primeru sta to raztopini ZnSO_4 in CuSO_4 .

Sedaj pa dva polčlena združimo v **galvanski člen**:



Cink reagira z raztopino, njegovi ioni Zn^{2+} zapustijo cinkovo ploščico, v kateri ostanejo prosti elektroni. Podobno se zgodi tudi na drugi strani: baker reagira z raztopino in bakrovi ioni Cu^{2+} zapustijo bakreno ploščico, v kateri ostane višek elektronov.

Vendar, **na strani bakra** je ta proces veliko **počasnejši** in manj intenziven - kajti, cink ima večjo nagnjenost do oddajanja svojih elektronov. Pravimo, da je cink **močnejši reducent od bakra**.

Rezultat: zaradi viška elektronov se je na obeh ploščicah pojavil negativen električni naboj, vendar je ta naboj mnogo **močnejši** (ima večji električni pritisk, večjo napetost) **na cinkovi ploščici**.

Če obe ploščici povežemo, se elektroni gibljejo od cinkove do bakrene ploščice. Na bakreni ploščici se poveča količina elektronov, ki privlečejo bakrene ione nazaj v ploščico.

Da se bo proces nadaljeval, je sedaj potreben še **elektrolitski ključ** - most iz neke solne raztopine, npr. KCl , NaCl , KNO_3 ipd.. Na obeh koncih elektrolitskega ključa je polprepustna membrana, ki prepušča Cl^- anione v smeri proti Zn polčlenu in K^+ katione v smeri proti Cu polčlenu.

Na Zn polčlenu nastaja ZnCl_2 , nakar se iz cinkove ploščice spet lahko sproščajo novi kationi Zn^{2+} in proces se nadaljuje. Na Cu polčlenu pa nastaja K_2SO_4 , v raztopini pa ostaja višek kationov Cu^{2+} , ki se spet nalagajo na bakreni ploščici in proces

se ponavlja - **dokler se ne porabi** celotna Zn ploščica ali elektrolitski ključ.

Tako deluje **primarna** celica, ki je ne moremo ponovno polniti. Ko se izrabí, jo odvržemo. Celica, ki jo lahko ponovno polnimo, pa se imenuje **sekundarna** celica.

Pri galvanski celici je **anoda negativna** in **katoda pozitivna** (glej definicijo anode in katode). Raztaplja se vedno negativna elektroda (tokrat anoda), njen material pa prehaja v raztopino. Napetost galvanskega člana je razlika oksidacijskih potencialov dveh elektrod, potopljenih v elektrolit.

Granula Zrno, zrnce. **Granulacija**: zrnavost. Prim. peletiranje.

Impregnirati **Prepojit** predmet, da se doseže:

- **zaščita** (npr. protikorozijska),
- **odpornost proti vlagi** (proti vpijanju vode, ustvarjanje nepremočljivosti),
- odpornost proti **ognju**, **plesnobi** ali proti **živalim** (moljem, črvom),
- **povečanje trajnosti** ali **tesnenja**.

Tekočina za impregnacijo je lahko raztopina, emulzija ali z impregnacijsko olje.

Primeri: impregniran les, papir (npr. za pokovalna ličarska dela), tkanina, železniški pragovi, sod za vino itd.. Impregniramo tudi porozno ali razpokano snov (odlitek, kamnino), celo hitrorežno jeklo - za **povečanje trdote**: nanos 2,5 do 8 mm plasti WC (volframov karbid), ki prodre 8 do 13 mm globoko.

Inoksidiranje Vrsta oplemenitenja kovin, **zaščita z železovimi oksidi**. Temelji na ugotovitvi, da je mehko žarjeno jeklo pokrito s plastjo železovih oksidov (FeO , Fe_2O_3 - glej hematit, Fe_3O_4 - glej magnetit) in zato težje rjavi, npr. valjani profili. Tak sloj železovega oksida lahko dosežemo tudi umetno, če predmet žarimo na 800 do 900°C v oksidacijski atmosferi. Predmet dobi temnorjavo prevleko. Zaščitni učinek je omejen in ga lahko izboljšamo z naknadno obdelavo v olju ali vosku. Postopek up. predvsem za svetlo jekleno valjano pločevino in manjše predmete, orodja, npr. za svedre. Sin. modro žarjenje. Prim. bruniranje.

Kadmij Težka in redka kovina srebrno bele barve, mehka, žilava in gnetljiva. Gostota 8,65 kg/dm^3 , tališče 321°C, simbol Cd, lat. *Cadmium*. Spojine s Cd so strupene. **Up.**: za izdel. legur z nizkim tališčem (skupaj z bizmutom), za izdelavo barv, za akumulatorje (nikelj-kadmijeve baterije), za ležajne kovine, za prevleke (kadmiziranje in osnovne prevleke pri ponikljanju). Cd prevleke imajo pred pocinkanimi več prednosti: so tanjše, bolj odporne proti atmosferilijam, bolj elastične, se ne luščijo pri zvijanju, so trajnejše.

Kadmiziranje Kovinska prevleka, ki jo pogosto up. namesto dekorativnega kromanja. Je cenejša, pa vendar zelo kvalitetna površinska zaščita. Pri galvanizaciji up. kopel iz ciannatrija in kadmijevega oksida in el. tok jakosti 150 - 250 A/m^2 in napetost 2-5 V. Zaščitna plast 0,002-0,005 mm je zelo lepa in ima kromu podobno barvo.

Uporaba: v industriji gospodinskih strojev, koles, motorjev, elementi v letalski in avt. industriji itd.

Kaloriziranje Poaluminjenje, glej alitiranje.

Katraniziranje Nekovinska prevleka, oblika protikorozijske zaščite. Predmete iz sive litine, npr. vodovodne in odtočne cevi, kabelske spojke itd, ki jih nameščamo pod zemljo, je treba premazati s katranom. Jeklene predmete premažemo z bitumnom, da jih zaščitimo proti vlagi in rjavenju.

Korozija Naravni proces: **razjedanje** ali **razkrajanje materiala zaradi kemičnih ali elektrokemičnih reakcij s snovmi iz okolice**. Izhaja iz lat. *corrodere*: glodati. Eden od korozijskih procesov je tudi oksidacija. Hitrost korozije je odvisna od:

- vrste materiala,
- površine (hrapavosti) materiala,
- snovi (plina), ki obdaja ta material ter od
- temperature in tlaka, pri katerih se proces odvija. Popolne zaščite proti koroziji se ne da doseči.

Glede na način nastanka ločimo **kemično** in **elektrokemično (kontaktno)** korozijo.

KOROZIJA PO NAČINU NASTANKA

KEMIČNA

ELEKTROKEMIČNA

KEMIČNA KOROZIJA nastane pod vplivom kislin, lugov, raztopin soli ali plinov (npr. kisika). Na površini nastane plast kemične spojine iz kovine in učinkujočega medija.

Če je nastala korozijska **plast brez luknjic**, če ne prepušča vode in plinov, **lahko prepreči napredovanje** kemične korozije in **učinkuje kot zaščitna plast** - npr. pri aluminiju.

Pri **luknjičasti** korozijski **plasti**, ki prepušča vodo, pa **se bo korozija nadaljevala**, dokler gradivo ne bo razpadlo - glej geslo Rjavenje železa.

Korozijo, ki nastaja **v vodi**, ločimo na:

- **površinsko** korozijo, ki jo povzročajo v vodi raztopljeni plini,
- **lokalno** korozijo, ki jo povzročajo: kotlovec, električni tokovi itd.

Korozijo, ki jo povzročajo **dimni plini**, delimo na:

a) **Nizkotemperaturno** korozijo, pri temp. kotla pod 60°C. Para dimnih plinov kondenzira na stenah kurišča. Kapljice vode in SO_2 iz dimnih plinov tvorijo **kislino**, ki razjeda stene kurišča.

b) **Visokotemperaturno** korozijo. Nastopi pri temp. dimnih plinov nad 600°C. **Vanadij** (sest. del pepela) **razjeda** kovinske stene: kurišče in dimnik.

ELEKTROKEMIČNA (KONTAKTNA) KOROZIJA

oz. **ELEKTROKOROZIJA** se pojavi **pri stiku dveh različnih kovin** ob prisotnosti **elektrolita** (npr. tekočine, ki vsebuje kislino, lug ali sol). Nastane **galvanski člen**. Višina nastale napetosti je odvisna od lege kovin znotraj elektrokemične napetostne vrste (električnega potenciala).

Po višini napetosti [V] izmerjenega električnega potenciala se kovine razporedijo tako:

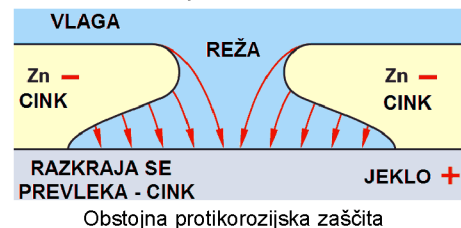
+1,50 zlato	+0,86 platina	+0,80 srebro
+0,79 živo srebro	+0,74 ogljik	+0,34 baker
+0,28 bizmut	+0,14 antimon	0,00 vodik
-0,13 svinec	-0,14 kositer	-0,23 nikelj
-0,29 kobalt	-0,40 kadmij	-0,44 železo
-0,56 krom	-0,76 cink	-1,10 mangan
-1,67 aluminij	-2,40 magnezij	-2,71 natrij
-2,92 kalij	-2,96 litij	

Po abecednem vrstnem redu pa se kovine razporedijo tako [V]:

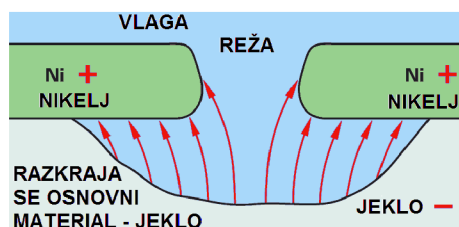
aluminij -1,67	antimon +0,14	baker +0,34
bizmut +0,28	cink -0,76	kadmij -0,40
kalij -2,92	kobalt -0,29	kositer -0,14
krom -0,56	litij -2,96 V	magnezij -2,40
mangan -1,10	natrij -2,71	nikelj -0,23
ogljik +0,74	platina +0,86	srebro +0,80
svinec -0,13	vodik 0,00	zlato +1,50
železo -0,44	živo srebro +0,79	

Razdelitev električnega potenciala po višini napetosti je razvidna iz gesla Redoks vrsta.

Napetost med evema kovinama je toliko večja, kolikor dalje druga od druge ležita v elektrokemični napetostni vrsti. **Manj plemenita kovina** ima **nižjo vrednost električnega potenciala** in bo zato vedno **porušena** oz. **odvzeta**. Delčki, ki se ob tem sprostijo, lahko z elektroliti tvorijo kemične spojine. Lahko pa tudi elektroliti reagirajo kemično z gradivom na njegovi površini - takrat nastane sočasno tudi kemična korozija.



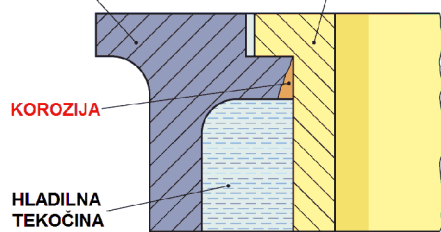
Obstojna protikorozijska zaščita



Neobstoja protikorozijska zaščita

Konkreten primer kontaktne korozije najdemo pri motorjih z notranjim zgorevanjem: stik med motornim blokom in valjavo pušo (ki sta praviloma izdelana iz različnih materialov), hladilno sredstvo pa je odličen elektrolit:

BLOK MOTORJA, GGL (SIVA LITINA Z LAMELNIM GRAFITOM) PUŠA, GG Z DODATKOM KROMA

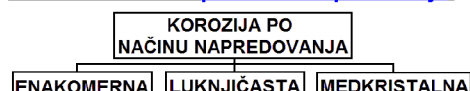


GGL JE MINUS POL IN SE RAZKRAJA

Elektrokemična korozija je veliko bolj nevarna od kemične korozije. Predstavlja okrog 95 % vse škode. **PREPREČIMO** jo tako, da:

- Mesto stika med dvema kovinama zaščitimo pred elektrolitom.
- Naredimo galvanski člen, v katerem je kovina z višjim potencialom vezana kot katoda (negativna elektroda) - tako zmanjšamo njen potencial in s tem tudi kontaktno korozijo.
- Ustvarimo električno napetost, ki deluje v nasprotnem smislu kot tok, ki povzroča korozijo.
- Kovino, ki jo želimo zaščititi, povežemo z manj plemenito kovino. Primer: če dve različni jekleni pločevini privijamo s posebnim vijakom iz legiranega jekla, imamo 3 različne materiale. Dobro je med obe pločevini vstaviti tanko pločevino iz cinka. Manj plemenita kovina (cink) se oksidira in razpada, je t.i. žrtvovana elektroda.

VRSTE KOROZIJE po načinu napredovanja:



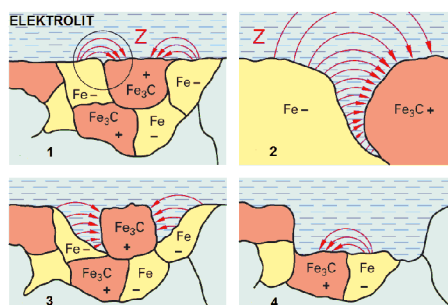
Enakomerna površinska korozija: kovina je povsod porušena približno paralelno s površino, neodvisno od hitrosti spreminjanja korozije. Pri nosilnih konstrukcijah (npr. mostne konstrukcije) se znižanje trdnosti upošteva pri dimenzioniranju.



Luknjičasta korozija: potek korozije na nekaterih mestih hitreje napreduje, kar vodi k poglobitvam v obliki kraterjev ali igel, v končnem stanju pa nastanejo ozke luknje skozi gradivo.



Medkristalna korozija je korozija med kristalnimi zrnji. Nastane pri zlitinah vzdolž meje med kristalnimi zrnji, pri čemer nastajajo kot las debele in očem nevidne razpoke. Značilen primer je korozija med kristali železa in cementita:



ZAŠČITA PRED KOROZIJO: postopki so naštetih pod geslom Protikorozijska zaščita.

KOROZIJSKI TESTI se uporabljajo za določanje relativne korozijske obstojnosti materialov in njihovih zaščit v kontrolirani slani (slana komora), mokri in industrijski atmosferi. Ocenitev rezultatov poteka po mednarodnih standardih. Merimo hitrost korozije in debelino prekrivne plasti, ocenimo pa kakovost nanešene prevleke. Prim. rjavenje železa, obraba.

Korozijska obstojnost Obstojnost gradiva proti agresivnim medijem, npr. proti kislinam, lugom in solem. Agresivni mediji ne smejo povzročiti merljivih sprememb na površini korozijsko obstojnega gradiva. Korozijsko zelo obstojen je kositer.

Kositer Simbol Sn, lat. *Stannum*, tališče 232°C, gostota 7,3 kg/dm³, atomsko število 50, relativna atomska masa 118,69. Specif. toplota 0,227 kJ/kgK, topl. prevodnost 65 W/mK, linearna temp. razteznost ~20 · 10⁻⁶ K⁻¹. Poznan je že iz bronaste dobe. Prid. se z redukcijo kositrovca (kasiterita) z ogljem ali koksom v plamenskih pečeh pri 1.000°C: $\text{SnO}_2 + 2 \text{C} \rightarrow \text{Sn} + 2 \text{CO}$

Allotropne modifikacije kositra:

- α-kositer** oz. sivi kositer je siva kubična polkovina. Obstojen je pod 13°C. Izdelki iz α-kositra počasi razpadajo v siv prah - "kositrova kuga". Temu se izognemo tako, da Sn legiramo z inhibitorji, npr. bizmut, svinec, antimon. Dodatki nekaterih drugih kovin (npr. Al, Mn) pa proces pospešijo.
- β-kositer:** obstojen v temp. območju 13-161°C, ima tetragonalno kristalno mrežo. Srebrno bela, svetleča, duktilna težka kovina. Pri običajnih temperaturah se lahko razvalja v zelo tanke folije. Je zelo mehak, čeprav trši od svinca. Dobro se vliva in spajka, na zraku je zelo obstojen. Ob upogibanju je slišati škripanje, kar je posledica trenja med kristali kovine.
- γ-kositer** (nad 161°C) je zelo krhek in lahko prehaja v prah. Novejše raziskave kažejo, da te modifikacije ni, zanjo značilne lastnosti pa so le posledica nečistoč.

Prehod iz kositra β v α je praviloma počasen, na kovini se pojavijo temne lise (t.i. kositrova kuga), poteka pa hitreje pri nižjih temperaturah. **Kemijske lastnosti:** kositer je pri običajnih temp. obstojen na zraku in ne reagira z vodo. Obstojen je tudi proti mnogim kemikalijam, celo proti šibkim kislinam in sestavinam živil (pomembno zaradi uporabe kositrove embalaže in kositrove posode). Ob močnem segrevanju na zraku zgori v kositrov oksid SnO₂.

Uporaba kositra: za belo pločevino (pokositrana jeklena pločevina, npr. za konzerve, kajti kositer je korozijsko zelo obstojen, kositrove spojine pa so praktično nestrupene); za belo kovino (ležajna kovina), za izdelavo tub in tankih folij (staniol, ki je iz kositra, danes vse bolj zamenjuje cenejši aluminij), za okrasne letve na vozilih. Pomembne Sn zlitine so kositrovi bronji, rdeča litina, ležajne zlitine in spajke (loti). Zlitine kositra in (30-40%) bakra so surovina za izdelavo orgelskih piščali. Od kositrovih spojin sta kositrov(II) klorid SnCl₂ in kositrov(IV) klorid SnCl₄ pomembna katalizatorja in pomožno sredstvo v barvarstvu; kositrov(IV) oksid SnO₂ je polirno sredstvo za steklo in jeklo, pa tudi sestavina mlečnega stekla in emajla.

Kositrenje Prevlečenje kovine s kositrom:

- Galvansko.**

- Potapljanje** očiščenih predmetov v raztaljeni kositer, podobno kot pri pocinkanju. Pokositreno pločevino imenujemo tudi **bela pločevina**. Up. jo predvsem za konzerve, ker je kositer odporen proti organskim kislinam in je popolnoma nestrupen. Če je kositer zaščitni sloj prekinjen, se razjedanje na tem mestu pospeši.

- Mehko lotanje**, ki se up. za popravila (glajenje oz. ravnanje površine) težko dostopnih avtomobilskih poškodb: lot je kositrova palica (67 % svinca, 33 % kositra), talilo je kositrova pasta, ročni gorilnik, lesena lopatica in kleparska pila. Napačno: cinjenje, cinanje, ciniti. Prim. lotanje, kovinske prevleke.

Kromanje Kovinska prevleka. Vrste kromanja:

- Dekoratívno kromanje** je **galvanski postopek** za polepšanje predmetov, obenem pa je s tem dosežena tudi zaščita proti koroziji. Debelina nanosa Cr znaša le 0,25 do 1 μm. Primeri uporabe: okrasni deli avtomobilov.

- Trdo kromanje** je tudi **galvanski postopek** z bistveno večjo debelino nanosa. Glede kemičnih in fizikalnih lastnosti pa med dekorativnim in trdim kromanjem ni razlike.

S trdim kromanjem dosežemo:

- visoko **oprijemljivost**,
- visoko **obstojnost proti obrabi** (glavni razlog za trdo kromanje),
- visoko **trdoto** (64 HRC - 1100 HV, 2 do 3-krat trša površina kakor zaščitna plast iz niklja),
- dobro **korozijsko zaščito**: površina je kemijsko zelo odporna proti zraku, kislinam, lugom,
- visoko **temperaturno obstojnost**,
- visoko **kakovost površine** (gladkost), posledica česar je tudi **nizek koeficient trenja**.

Debelina nanosa: 5 μm do 1 mm (odvisno od potrebe oz. zahtev, tudi več mm). Posebno skrb posvetimo **pripravi površine na kromanje**:

- dobro očiščene predmete najprej namakamo v trikloretilenu in nato izpiramo v vodi,
- nato predmet namakamo v posebni kopeli zato, da dobi **grobo površino** (anodni postopek).

Šele po pripravi površine predmet **pokromamo v kopeli**, ki vsebuje kromovo kislino H₂CrO₄ z dodatki žveplove kisline, temperatura 32-42°C. Uporabimo **električni tok** 1.000 - 1.500 A/m² in napetost 2-3 V. Kromane dele še izpiramo v vodi, sušimo in brusimo na dokončno mero. Zaščitna plast ima malo **motno, srebrnkasto barvo**.

Trdo kromamo različne vrste materialov: vsa jekla (tudi nerjavna), jeklene in sive litine, baker, medenino, bron.

Uporaba trdega kromanja: merilne naprave, vidni deli **vodovodne napeljave** (pipe ipd.), notranji deli cevi pri **strelnem orožju**, notranjost **valjev, bati, batnice, orodja** (za plastiko, livarstvo, ročna orodja: natični ključi ipd.), **vodila, ležajna mesta** itd..

- Difuzijsko kromiranje.** Uporablja se naslednja zmes: zmleti FeCr (40-45 %), zmleti šamot (45-50 %) + 3-5 % AlCl₃. V tej zmesi žarimo jeklo 10 do 15 ur pri temperaturi 1.100-1.150°C.

Drugi način difuzijskega kromanja je 5-6 ur izpostavljanja obdelovanca kromovemu kloridu CrCl₃ pri temperaturi okrog 1000°C. Tekoča in plinasta sredstva uporabljamo bolj redko.

Takšni deli so **odporni** proti oksidaciji **do 900 °C**, razen tega so odporni **proti koroziji kislinskih raztopin in morske vode**. Uporaba: vakuumsko difuzijsko kromiranje mehkega **železa za releje**.

- Črno kromanje** je tudi **galvanski postopek**.

Poteka pri visokih gostotah električnega toka, kar povzroči, da se **krom izloča v črni barvi**. V kopeli uporabljamo posebne dodatke (Cr6+), obdelovanci pa se nazadnje sušijo v peči. Debeline nanosa pod 10 μm so **duktilne** (raztegljive), barva je svetleča ali matirana. Je zelo dobra korozijska zaščita medenine in bakra. Izraza **ne smemo zamenjati s črnim kromatiranjem!**

Včasih krom nadomeščamo s kadmijem ali cinkom. Sin. kromiranje. Razl. **kromatiranje**.

Kromatiranje Za razliko od kromanja to **ni** niti

galvanski in niti difuzijski, temveč je **KEMIČNI postopek površinske zaščite**.

Pomemben je **šestvalentni krom**. Na kovinsko površino deluje kromova kislina H_2CrO_4 ali raztopina CrO_3 v koncentrirani H_2SO_4 , ki **kemično reagira s površino!** Zaradi tega se na površini ustvarjajo **sol** (**kromati**, od tod tudi ime - kromatiranje). Ta sloj štejemo med vrste anorganskega **nekovinskega** pasiviranja.

Pri kromatiranju se torej odvija kemijska reakcija namesto galvanizacije ali difuzije. Najpogosteje se kromatiranje uporablja za **čink**, **pocinkano jeklo** in **aluminij**. Po barvi ločimo **črno**, **rumeno**, **modro**, **zeleno** itd. kromatiranje. Na Al dobimo sloj, ki močno izboljša korozijsko odpornost in oprijem barve na površino (brez mehurčkov in odstopanj). Razl. kromanje.

Lužilo Snov za luženje (tekočina, pasta), ki povzroča naslednje:

- pri **kovinah** odstranjuje kovinske okside in nečistoče:

pri **jeklu** odstranjuje ogorino /rjo (dekapira), npr. 6-18% raztopina solne kisline HCl (ki se uporablja tudi v železarnah, zaradi velike hlapljivosti je temperatura lužnice omejena na 50°C) ali žveplene kisline H_2SO_4 ;

pri **aluminiju** uporabljamo mešanico 27,5 masnih % H_2SO_4 (koncentrirane žveplene kisline) in 7,5 masnih % $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$ (natrijevega dikromata), ostalih 65 masnih % je voda;

pri **bakru**, **bronu**, **medenini**, **tombaku** ali **rdeči litin** uporabljamo različne mešanice kromove kisline;

pri **magnezijevih zlitinah** uporabljamo 15% natrijevega ali kalijevega bikromata in 20% dušikove kisline, ostalo je voda

- **les** obarva, da ostane pristna tekstura ohranjena
- pri **semenih** odstranjuje trose in glivice
- pri **usnju** odstranjuje dlake in ga zmeha

Lužiti Beseda, ki ima lahko več pomenov:

1. S tekočino **izločati** iz predmeta ali s površine predmeta **topljivo snov**, lahko tudi s podporo električnega toka.

Ponavadi na ta način kemično **odstranimo** stari lak ali **očistimo** predmete od **kovinskih oksidov** (rje, škake, ...), **umazanije**, **olj** ali drugih **nezaželenih snovi**: lužiti bakrovo rudo, nerjaveče materiale, pločevino, magnezijeve zlitine itd..

Pred luženjem kovinskih predmetov je potrebno **najprej mehansko odstraniti** oksidne plasti (peskanje itd.).

Tekočino ali pasto za luženje običajno nanašamo s čopičem in pustimo določen čas (po navodilih proizvajalca), da učinkuje.

Po luženju je potrebno površino temeljito oprati z vodo (**izplakniti**), nato pa posušiti, saj bi sicer ostanki kislin povzročali **korozijo**. Pri avtoličarskih delih je nazadnje potrebno površino še očistiti z odstranjevalcem silikona.

Nem. das Beizen, ang. metal pickling. Prim. Dekapirati, Fosfatiranje.

Luženje lahko **poveča krhkost jekla**.

Aluminij lužimo zato, da eloksirane ali valjane predmete pripravimo na spajanje, ki je sicer oteženo.

Obdelovance iz **magnezijevih zlitin** lužimo pred lakiranjem, takoj po odrezavanju. Nastane plast, ki ni trajna, je pa dobra podlaga za lake. Lužimo lahko tudi **varjenice po varjenju**.

2. Z lužilom **povzročati** v lesu **spremembo** naravnega **barvnege tona** in bolj vidno strukturo, obenem pa na ta način les zaščitimo pred **plesnijo**.

3. **Prati** z lugom: lužiti perilo, platno.

Metalizacija Tehnika spajanja, pri kateri **z nabrizgavanjem nanašamo staljeni dodatni material** na ogreto površino osnovnega materiala.

Poznamo **PLAMENSKO** (s praškom, z žico in visokohitrostno), **ELEKTROOBLOČNO** (z žico) in **PLAZEMSKO** metaliziranje.

Najbolj pogoste **oblike dodajnega materiala** so: **prašek**, **žica**, **palica** ali poprej pripravljena **talina**. Material, ki ga nanašamo z metaliziranjem: jekla

in barvne kovine. **Termično brizganje** je v bistvu enak postopek, s katerim pa razen kovin nanašamo tudi keramiko, umetne mase itd..

V kakšne **NAMENE** metaliziramo:

1. **Korozijska zaščita**: nanašanje Zn, Al in Al zlitine, Sn, Ag, Pb, Mg, bakrove zlitine, nerjavno jeklo ali celo plastične mase na železo in jekla. Kovina, ki jo nanašamo, na površino z razprševanjem, ima običajno nižje tališče od predmeta. Kvaliteta prevleke je boljša, če predmet med metaliziranjem nekoliko segrejemo.

2. **Zaščita proti oksidaciji** (škajavosti) **površine**: nanašanje oksidov, karbidov, boridov.

3. Nanašanje sloja, **odpornega proti obrabi**: razni trdi materiali, oksidi, karbidi, boridi, silicidi ali trde zlitine na bazi Co, Ni, Cr, Fe, Si, B.

4. Nanašanje **slojev za drsenje**: bela kovina, zlitine na bazi Cu (broni) ali plastične mase.

5. Nanašanje **dekorativnega sloja**: Cu in Cu zlitine, Al.

6. Nanašanje **elektro prevodnega sloja**: Cu, Ag.

7. Nanašanje **izolacijskega sloja**: plastična masa, keramika.

8. **Impregniranje** poroznih odlitkov, **tesnenje** netesnih mest (razpoke itd), popravilo **lunkerjev**. Prim. navarjanje. Sin. metaliziranje.

Nikelj Simbol Ni, lat. *Niccolum*, vrstno število 28, relativna atomska masa 58,70. Tališče 1.453°C, gostota 8,9 kg/dm³. Srebrnobela, dobro **kovna** težka kovina, odporna proti vodi, neoksidirajočim kislinam in alkalijam. Pri normalni temp. je Ni **magnetičen**, pri 350°C pa prehaja v nemagnetično modifikacijo. Jeklu da Ni visoko **žilavost**, zmanjša razteznost do 100°C in zelo poveča električno upornost, skupaj s Cr pa tudi **odpornost proti ognju**. **Širi področje** obstojnosti **austenita** celo do temperature okolice.

Uporaba: kot sestavina v zlitinah za izdel. **nerjavnih in ognjevarnih jekel**, za povečanje trdote; za platiniranje jeklene litine in jekla, za galvanske prevleke (tudi za polimere - npr. ohišja za svetila), za nikelj-kadmijeve akumulatorje (z daljšo življ. dobo), za izdelavo novega srebra, invarja, monela, konstantana, uporovne žice (cekas), nikelina itd.

Nikljanje Eden od najstarejših postopkov galvaniziranja. Predmet je potrebno temeljito očistiti, površina pa mora biti gladka. Kopel sestavlja nikeljev sulfat, citronska kislina in dodatki. Segrejemmo jo na 35-60°C. Predmet obesimo na katodo, anoda pa je plošča iz niklja. Električni tok ima jakost 100 A/m² pri napetosti 2,5 V. Debelina prevleke doseže 0,01 - 0,1 mm. Po končanem galvaniziranju predmet izperemo v vreli vodi, posušimo in zgladimo s sredstvi za poliranje.

Z nikljanjem dobimo zaščitno plast, ki je zelo odporna proti koroziji, ponikljan predmet pa ima tudi zelo lepo in gladko površino. Največjo trajnost imajo ponikljane plasti **na medu**.

Slaba stran ponikljanih predmetov je v tem, da **držijo le toliko časa, dokler se zaščitni sloj ne poškoduje**. Ker nikelj povzroča mnoge alergije, nikljanje ni primeren postopek kot podlaga za pozlačen nakit.

Odstranjevanje rje Predpriprava na odstranjevanje rje je čiščenje rje z žično krtačo. Na ta način odstranimo rjo, ki se ne drži površine.

Sledi obdelava - rjaste predmete namočimo z odstranjevalcem rje ali s pretvornikom rje, običajno s čopičem ali s pršenjem. Postopek je mogoče pospešiti z drgnjenjem površine s kovinsko krtačo. Večina odstranjevalcev rje temelji na fosforjevi kislini. Prim. Fosfatiranje.

Oplaščenje Tehnologija, pri kateri se na obdelovanec nanese brezoblična snov, ki se nato spremeni v trdno sprljeto prevleko.

Razlogi za oplaščenje:

1. **Zaščita** površine **pred zunanjimi vplivi**, najpogosteje je to protikorozijska zaščita.
2. Povečanje **odpornosti proti obrabi**.
3. Izboljšanje **drsnih lastnosti** izdelka.
4. Povečanje **trdote**.
5. Izboljšanje **odpornosti na visoke temperature**.
6. Izboljšanje **estetskega videza izdelka**.

7. **Pocenitev dragih izdelkov**, npr. namesto dragega nakita iz polnega zlata predmete pozlatimo.

Glede na **AGREGATNO STANJE** materiala, ki ga nanašamo, poznamo oplaščenje:

1. Iz **tekočega** ali **pastoznega** stanja, npr. lakiranja, pršenje, varjenje z navarjanjem dodatnega materiala itd..

2. Iz **trdnega**, **zrnatega** ali **praškastega** stanja, npr. platiniranje, termično pršenje (metalizacija, termično brizganje keramike, plastike), vrtnično sintranje ipd.

3. S **paro**, s **ioni**, s pomočjo **plazme** ipd.:

- oplaščenje z elektrolitskim ali kemičnim ločevanjem, npr. galvanizacija.
- vakuumsko metaliziranje (PVD oz. ionska implantacija, CVD)

Glede na **VRSTE MATERIALOV** poznamo:

1. Oplaščenje z **laki** in z **umetnimi masami**. V to kategorijo spada tudi emajliranje.

2. Oplaščenje s **kovinami**.

3. Oplaščenje z materiali **s posebnimi lastnostmi**:

- materiali s protikorozijskimi lastnostmi
- materiali, odporni proti obrabi
- materiali z odličnimi drsnimi lastnostmi
- ekstremno trdi materiali
- temperaturno odporni materiali
- materiali, ki se kemično vežejo na površinski sloj, npr. oksidne plasti na obdelovancih

Oplemenjenje Način obdelave, pri katerem **izboljšamo** osnovne mehanske, kemične in tehnološke lastnosti materiala, **ne spremenimo pa njegove oblike**. **Delitev**:

- protikorozijska zaščita
- toplotna obdelava

Protikorozijsko zaščito najdemo pod istoimenskim geslom, spada pod Oplaščenje. Toplotno obdelavo prav tako najdemo pod istoimenskim geslom in spada pod Spreminjanje lastnosti materiala.

Prim. Površinska zaščita, Inhibitor.

Papir proti koroziji Nekovinska prevleka, oblika protikorozijske zaščite. Jeklene predmete zavijemo v poseben tanek papir, prepojen s kemijskimi snovmi, ki izločajo nevtralne pline. Okrog predmeta nastane zaščitni plašč, ki se obdrži dalj časa. Tako lahko zaščitimo tudi aluminij in medi.

Pasiviranje Tvorba **tanke plasti** na nežlahtnih kovinah (npr. na Al, Cr in Fe), **ki kemijsko ne reagira** z okolico, je neaktivna oz. **pasivna**. Pasivna plast je odporna na korozijo (razjedanje), zato štiti kovino (tudi pred kislino) in je **pregrada**, ki zavira nadaljnji proces oksidacije.

Pasivacija je uspešna le v primeru, če so oksidne in druge plasti dovolj trdne (kompaktne) ter kemično obstojne v obdajajočem mediju. Pri tem je zelo pomembno, da je pasivna plast **gosta**.

Pasivatorji: snovi, ki tvorijo zaščitno pasivno plast. Zanje je značilna velika **afiniteta do kovin**, reagirajo s kovino. To so kisik, oksidacijske kovinske soli in anioni. Ant. inhibitorji.

Primer pasiviranja: krom kot legirni element oksidira in tvori zaščitni oksidni sloj na nerjavnem jeklu.

Umetno pasiviranje se lahko doseže:

- z anodno oksidacijo, npr. **eloksiranje** aluminija,
- z **oksidiranjem** poliranih površin kromovih nerjavnih jekel z dušikovo kislino,
- s kromovo kislino (glej **kromatiranje**),
- s **premazom minija** na železu.

Plamensko metaliziranje Dodajni material, ki prihaja v obliki praška, žice ali palice v plamen posebnega gorilnika, se pod pritiskom zraka ali zaščitnega plina razprši po površini osnovnega materiala. Kot gorilni plin se uporablja aceten, propan ali vodik. Plamen je nevtralen, torej sta kisik in gorljivi plin v razmerju 1:1. Razmerje obeh plinov vpliva na taljenje dodajnega materiala. Če nastaja talina v sami razpršilni šobi, je velikost kapljic najmanjša, dobimo homogen sloj. Vendar je za jeklo najbolj primerno taljenje žice na ustju šobe. Grobe kapljice nastajajo, če se material tali daleč pred šobo ali za njo. Raš. metalizacija.

Oprijemljivost sloja je precej **odvisna od poprejšnje priprave površine** osnovnega materiala (npr. peskanje). Nanešeni sloj običajno preizkušamo

na strižno trdnost, vendar sloj prenese največ obremenitve na tlak. Prim. Metalizacija.

Plamensko nabrizgavanje Glej Prevlake iz umetnih snovi.

Platiranje Kovinska prevleka, ki dobiva v industriji vse večji pomen. Kovine oblagamo (pokrivamo) s tanko plastjo druge kovine oz. snovi. Vrste p.:

- platiranje **s stiskanjem** v toplem
- platiranje **z navaljanjem** v toplem
- platiranje **z navarjanjem**

Za platiranje up. najrazl. kovine in zlitine: Cu, Ni, Ag, Cu-Ni, Cu-Zn, Ni-Mo, Ni-Cr-Mo, jekla: nerjavna, obstojna proti visokim temp. in proti obrabi itd. Po platiranju sta osnovna in zaščitna plast med seboj **kot zvarjena** in tvorita **neločljivo zvezo**.

PREDNOSTI platiranja:

- zelo učinkovita **zaščita proti koroziji**
- **izkoriščanje posebnih lastnosti**, ki se dosežejo s spajanjem dveh kovin
- **varčevanje** z dragimi kovinami, ki imajo posebne kemijske lastnosti
- poln **izkoristek** višje **nosilnosti** osnovnega mat.
- platirane predmete **lahko** tudi **varimo**.

Potapljanje v kovinski kopeli Eden od postopkov površinske zaščite kovin s kovinskimi prevlekami. Predmet zaščitimo tako, da ga potopimo v kopel raztaljene korozijsko odporne kovine. Postopek je posebej primeren za kovine z nizkim tališčem: **kositer, cink, svinec, aluminij** (alitriranje) itd.

Površinska zaščita Zaščita površin različnih strojev in njihovih delov pred korozijo. Pregled postopkov glej pod geslom Protikorozijska zaščita. Sin. oplemenitenje s prevlekami.

Praškasto barvanje Gl. prevleke iz umetnih mas **Prevlake iz umetnih snovi** Primerne so tudi za obdelovance, ki se transportirajo po morju. Sin. plastificiranje.

Lahko jih naredimo iz poliamida, polietilena, polivinilklorida ipd. **V GRANULIRANEM STANJU**. Hrapave in ogrete predmete vodimo v komoro, ki je ogreta na 250-300°C. Tam se vrtničijo granule umetne snovi. Vrtničimo jih z uvajanjem zraka z rahlim nadtlakom. Granule, ki letijo po prostoru, naključno zadenejo ob predmete, se raztalijo in razlijejo po predmetu. Ker je predmet daljši čas v komori, se tanka plast tudi **zapeče** in **sintra**.

Obstaja tudi **PLAMENSKO NABRIZGAVANJE** z gorilnikom, v katerem je umetna snov. Ta se zaradi plamena plina in zraka ob zgorevanju zmehta in raztali na čisti in hrapavi površini predmeta. Debelina nanosenega sloja je med 0,5 in 1 mm.

PRAŠKASTO BARVANJE je elektrostatično nanašanje barve na kovino. Pred nanosom barve površino obdelovancev najprej **razmastimo**. Sledi **kemijska obdelava**, s katero izboljšamo oprijemljivost barve in korozijsko odpornost površine. Čas in vrsto obdelave izberemo glede na material, ki ga obdelujemo. Očiščene izdelke se transportira v kabino za nanos barve. Ta se nanaša v prahu na obdelovance z brizgalnimi avtomati in ročnimi pištolami po principu elektrostatike. **Barva** v prahu se v pištoli **nabije z negativnim nabojem, obdelovalec pa s pozitivnim**. Po nanosu barva v pečih polimerizira pri 180-200°C. Sledi ohlajanje izdelkov pri temp. okolice in embalaranje.

Po sestavi ločimo prašne barve:

- na osnovi **epoksidnih smol**,
 - na osnovi **poliestrskih smol**,
 - na osnovi **zmesi epoksidnih in poliestrskih smol**.
- Debelina nanosa je 60-120 µm. Površina po nanosu je gladka ali strukturirana, **sjajna - polsjajna** ali **mat** površina.

S prašnim barvanjem barvamo različne kovinske materiale: aluminij in Al litine, jeklo, cinkano jeklo, železove in magnezijeve litine.... Polimerni materiali dajejo uspešno protikorozijsko zaščito, ki dobro deluje v kislih, alkalnih in abrazivnih medijih. Praškasto barvani predmeti **nas pravzaprav obkrožajo**: luknjači za papir, kovinski deli stolov, pločevinasti deli gospodinjstkih in drugih naprav (kuhinske peči, PC-ji, tiskalniki itd.).

Priprava obdelovancev na površinsko zaščito Zelo pomembna faza pred vsako površinsko

zaščito. Zagotavlja nam čim boljši oprijem zaščitne plasti z osnovnimi materialom. Postopki:

1. **Mehansko čiščenje** zajema brušenje, poliranje, strganje ali peskanje. Prim. Dekapiranje.

2. **Razmaščevanje** je lahko:

a) **Kemijsko**: z organskimi tekočimi sredstvi (trikloretilen, petrolej, bencin, alkohol itd.) in v alkalnih raztopinah (najgospodarnejše in primerno za največje predmete).

b) **Elektrokemijsko**: predmete obesimo v kadi, napolnjene z bazami ali bazičnimi solmi in vsebujejo 15-20% raztopino natrijevega fosfata, natrijevega hidroksida in natrijevega karbonata. Temp. raztopine znaša 50-60°C. Predmeti so vezani na katodi, stena kadi je anoda, med obema teče el. tok.

Po razmaščevanju predmete izpiramo z vodo in sušimo.

3. **Luženje** je namenjeno predvsem odstranjevanju oksidov in ogorine s površine predmetov. Pri **kemijskem luženju** potapljamo predmete v kisline (žveplena, solna), raztopine soli (kuhinska sol, železov sulfat) ali luge. Temp. kopeli je 60-80°C. Pri **elektrokemijskem** postopku potopimo predmete v elektrolit in jih vežemo kot anodo ali katodo. Poleg tega tudi uspešno razmastimo površino predmeta.

Protikorozijska zaščita Tehnologija obdelave, ki je večinoma podvrsta oplasčenja.

Vrste protikorozijske zaščite:

a) **POVRŠINSKA ZAŠČITA**:

• **KOVINSKE PREVLEKE**: cinkanje, nikljanje, kromanje, bakrenje, kositrenje, svinčenje, kadmiziranje, alitriranje.

Postopki: potapljanje, metalizacija, difuzija, platiranje, galvaniziranje, PVD itd.

• **KEMIČNE PREVLEKE**

oksidne: eloksiranje, bruniranje, pasiviranje inoksidiranje, kromatiranje;

neoksidne: fosfatiranje, bondiranje, boriranje, luženje, CVD.

• **NEKOVINSKE PREVLEKE**: **olja, masti** (glej Zaščita z olji, mastmi in voski), **barve, laki** (tudi žgano lakiranje), **prevleke iz umetnih snovi** (z granulami, **emajliranje**, plamensko nabrizgavanje, praškasto barvanje), **papir, cement, katraniziranje** itd.

• **ANTI-KOROZIJSKI PREMAZI**

• **ZAŠČITA STIKA PRED ELEKTROLITOM**

Pri vseh vrstah površinske zaščite je seveda zelo pomembna **priprava delov na površinsko zaščito**, glej istoimensko geslo.

b) **PRAVILEN IZBOR GRADIV**: ustrezna železna gradiva, Al in zlitine, Mg, Zn, Cd, Pb, Sn, Cu in zlitine, Ni, Cr, Ag, Au, Pt, plastične mase, les, guma, steklo, gradbeni materiali, kompoziti ...

SPREMINJANJE SESTAVE GRADIV:

- legiranje
- zmanjševanje neželenih legirnih sestavin
- toplotno kemična obdelava

c) **MEHANSKI POSTOPKI** protikorozijske zaščite. Z brušenjem in poliranjem čim bolj zgladimo površino zato, da je oksidaciji izpostavljena manjša aktivna površina. Z **gladko površino** povečamo odpornost proti koroziji.

d) **ELEKTROKEMIČNI POSTOPKI** protikorozijske zaščite. Postopki, ki s pomočjo dovajanja električne energije povečajo protikorozijsko zaščito. Primer: **dodatek magnezijeve elektrode v boiler** (žrtvovana elektroda). Mg je po redoks vrsti precej nižje od železa, zato Mg elektroda zaradi dovajanja električne energije počasi razpada in prehaja na stene boilerja. Take zaščite so zelo primerne za rezervoarje in cevi v zemlji.

e) **VPLIV NA AGRESIVNE MEDIJE** - poskušamo zmanjšati ali nevtralizirati vpliv agresivnih medijev na predmete, npr:

- **preprečevanje dostopa elektrolitom**, npr. s tesnjenjem, glej geslo Zgibanje
- **priprava vode**: mehčanje - desalinacija, izločanje plinov CO₂ in O₂ iz vode, dodajanje kemikalij, ki preprečujejo izločanje kotlovca

- **sprememba sestave, temperature** ali **tlaka agresivnih sredstev**, npr. nastavljanje višje temperature dimnih plinov (160 do 300°C) in s tem višje temperature kotlovske vode (nad 70°C) - s tem se izognemo nizkotemperaturni koroziji; vpliva tudi zmanjšanje deleža žvepljenih spojin v tekočinah, deleža prahu in trdnih delcev v plinih

PRI KOVINSKIH PREVLEKAH na kvaliteto po-

membo vpliva **NAČIN NANOSA**:

a) **Difuzijski postopki** zaščite pred korozijo zagotavljajo dokaj dobro zaščito proti najrazličnejšim kemijskim vplivom.

b) **Galvaniziranje**: lep izgled, slabost pa je **poroznost** prevleke.

c) **Potapljanje** se uporablja za prevleko s kovinami z nižjim tališčem od obdelovanca (kositer, cink, svinec) in je učinkovito proti atmosferskim vplivom, organskim kislinam in vodi.

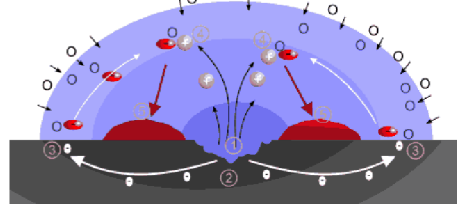
d) **Metaliziranje** je odličen postopek zaščite različnih jeklenih površin pred korozijo, ki ga je možno izvajati tudi **na terenu**.

e) **Platiranje**: zelo učinkovita zaščita.

Vrste korozij so pojasnjene pod geslom Korozija. Prim. Rjavenje železa.

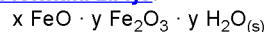
Rjavenje železa Železo ne rjavi:

- v čisti vodi, v kateri ni kisika,
 - v čistem kisiku, ki je popolnoma suh (brez vlage).
- Rjavenje železa je redoks reakcija, podobna tistim v galvanskih členih. Železo tvori z vodo in kisikom takoiimenovani mikro galvanski člen:



Zgornja risba prikazuje površino železa, na kateri se nahaja kapljica vode (modro), ki jo z zgornje strani obdaja zrak. Pozitivno nabiti železovi ioni (rdeči) difundirajo v vodo in tvorijo Fe(OH)₃, iz česar sčasoma nastane FeO(OH)·H₂O, nato pa železova oksida FeO in Fe₂O₃.

Splošna formula za rjo:



(**hidratiziran železov(II) in železov(III) oksid**) oz. hidratiziran wüstit FeO in hematit Fe₂O₃, predvsem hidratiziran hematit.

Prim. Odstranjevanje rje, Protikorozijska zaščita, Zaščita z olji, mastmi in voski.

Svinčenje Kovinska prevleka, uporabna za dele, ki naj bodo odporni proti žveplu, žvepljenim spojinam, kemično močno delujočim tekočinam, plinom in param, ki ne vsebujejo kislin. Take predmete pogosto up. v industriji za kotle za kisline in za vodovodne cevi.

Podobno kot pri kositrenju predmet najprej temeljito očistimo, lužimo in izpiramo v vodi. Ker se svinjec težko spaja z železom, železne dele tudi pocinkamo. Nato predmet potopimo v svinčevno kopel pri temp. 340 - 360°C. Zaradi boljše obstojnosti dodamo kopeli nekaj kositra in antimona.

Škaja Oksidna plast na kovini, ki nastane ob **žarjenju pri visoki temperaturi**. Npr. železov oksid, ki odpada pri kovanju in se lušči pri valjanju. Sin. plena, okujina. Prim. alitriranje.

Termično brizganje Glej Metalizacija. Sin. termično pršenje.

Zaščita stika pred elektrolitom Oblika protikorozijske zaščite, podvrsta oplemenitenja. Če mesto stika med dvema kovinama **zaščitimo pred elektrolitom**, lahko na ta način preprečimo elektrokemično (kontaktno) korozijo.

Zaščita z barvnimi in lakastimi premazi Protikorozijska zaščita, ki daje zaščiteni kovini tudi dekorativni izgled. Temeljita **priprava delov na površinsko zaščito** (glej istoimensko geslo) je zelo pomembna.

Barvamo in lakiramo v več slojih. Osnovni sloj ima

Ferdinand Humski

namen dobrega spoja s kovino, naslednji pa jo tudi štiti in ji daje lep izgled. Pomembno je, da so barvni in lakasti premazi elastični, sicer pri toplotnih spremembah popokajo in se luščijo.

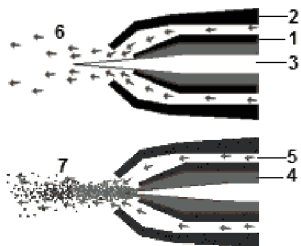
Elastične so oljnate barve, ki pa niso zelo trde. Prekrivanje z oljnato barvo imenujemo pleskanje. Za prvi in drugi temeljni plesk uporabimo minijevo barvo, nato pleskamo še enkrat ali dvakrat z oljnato barvo. Predmet lahko v barvo potapljamo, lahko pa uporabimo čopič ali opremo za barvanje.

Če up. brizgalno pištolo (razpršilnik), tedaj barvo razredčimo s posebnimi razredčili. Delovanje:

- s pomočjo slamice lahko že pri atmosferskem tlaku dosežemo, da se barva razprši



- brizgalna pištola ima na izhodu šobo 1, pokrov šobe 2 in iglo 3; barva teče med iglo in šobo, označena je s številko 4; zrak doteka med šobo in pokrovom šobe, označen je s številko 5;

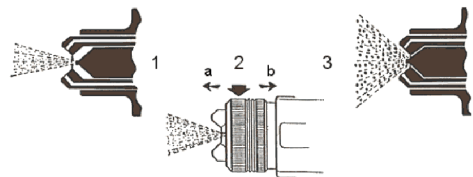


na zgornji risbi vidimo, da zožanje pokrova šobe povzroči povečanje hitrosti zraka, zato pretok zraka ustvarja podtlak, ker pa igla 3 zapira šobo 1, barva ne more iztekati iz šobe 1; številka 6 označuje le pretok zraka brez barve ko pa iglo odmaknemo (spodnja risba) se šoba 1 odpre, zračni podtlak potegne barvo na konico igle in iz šobe; zato nastane pršilo (spray), ki je mešanica zraka in drobnih kapljic barve pogoji za brezhibno delovanje brizgalne pištrole so: pokrov šobe, šoba in igla morajo biti natančno izdelani, vsaka nečistoča pa lahko škodi delovanju

Regulacija brizgalne pištrole:

1 in 2a: curek ožji

3 in 2b: curek širši



Šobo pršilke in s tem tudi barvilo lahko električno nabijemo z enim, predmet pa z drugim nabojem. S tem dosežemo bolj enakomerni nanos in manjšo porabo barve, glej Prevlake iz umetnih snovi.

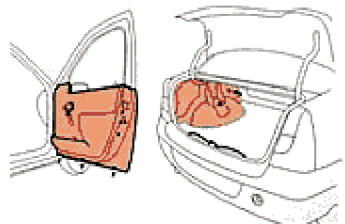
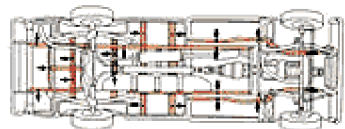
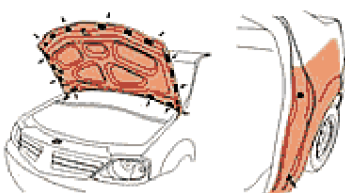
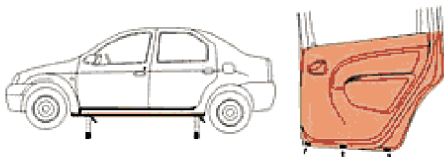
Postopek lakiranja je podoben barvanju. Po pripravi površine najprej nanesemo osnovno plast laka. Ko se osnovna plast posuši, nanašamo gornjo plast laka. V zahtevnih primerih (npr. lakiranje aluminija) uporabljamo žgano lakiranje.

Ker so barve in laki zelo vnetljivi, veljajo za delovne prostore posebni varnostni predpisi.

Zaščita z olji in mastmi Kratkotrajna protikorozijska zaščita: mazanje z mineralnimi olji ali vazelinu, ki ne vsebujejo kislin. Maziva moramo tudi pravi čas zamenjati. Maziv organskega izvora ne uporabljamo, ker na zraku izločajo kisline, ki rjavenje še pospešujejo.

Na opisan način ščitimo dele merilnikov, drsne površine, navoje, sornike in kovinske dele (tudi lahke kovine), ki bodo dalj časa uskladiščeni.

Zaščita z voski Pomembna vrsta protikorozijske zaščite od znotraj, v nedosegljivih ali težko dosegljivih zaprtih votlinah:



Žgano lakiranje Glej Lak.

Žrtvovana elektroda Glej Korozija, Elektrokemijski postopki protikorozijske zaščite.

LIČARSKA DELA

Abdekati Nepravilen izraz, popačenka iz nemščine (abdecken) kar pomeni pokriti, prekriti, npr. ~ površino pred lakiranjem. Strokovni avtoličarski izraz je maskirati, maskiranje.

Adhezija Sprijemanje, zlepljenje. Ang. adhesive: lepljiv, sprijemljiv. **Adhezijska sila:** privlačna sila med molekulami različne vrste oz. med površinama dveh teles v stiku zaradi medmolekulskih sil. **Adhezivnost:** glej Oprijemljivost. Prim. Merilna kladica, Obraba, Lepljenje, Kohezija.

Aerosol V zraku ali plinih razpršena trdna ali tekoča snov, npr. megla, dim. Sin. pršilo, razpršilo, sprej. Pri brizganju barv in lakov pa uporabljamo izraz brizgana megla, barvna megla.

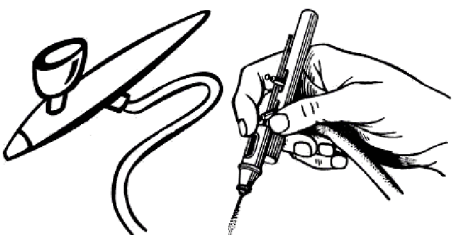


Airbrush Majhna in zelo natančna brizgalna pištola za nanašanje barve, s katero lahko ustvarjamo umetniške slike, med drugim tudičasne tatooje (2 - 5 dni).

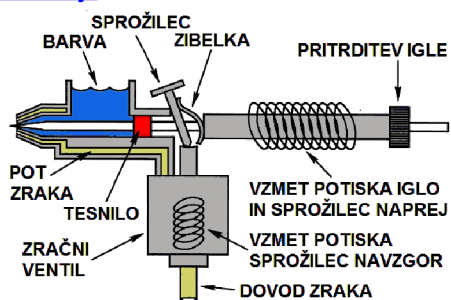
Delovni tlak airbrush pištol znaša med 1,5 in 2 bar, približni podatki o porabi zraka pa so:

- šoba 0,2 mm - 17 L/min
- šoba 0,3 mm - 20 L/min
- šoba 0,4 mm - 30 L/min
- šoba 0,5 mm - 50 L/min

Za airbrush potrebujemo prenosni, majhen, lahek in tih kompresor z majhno tlačno posodo (~3L).



Delovanje:



Šoba je zožanje na koncu airbrush brizgalne pištole. Narejena je tako, da skozi zunanjo odprtino šobe izteka zrak, skozi notranjo odprtino pa izteka razredčena barva. Ličar s pritiskom na sprožilec povzroči iztekanje zraka skozi ozko odprtino v šobi. Zaradi zožanja se zraku poveča hitrost, to pa povzroči podtlak, ki "povleče" razredčeno barvo iz rezervoarčka. Barva se pomeša z zrakom in se v obliki zelo drobnih kapljic razprši na papir ali drug material, ki ga barvamo.

Razredčena barva v airbrush brizgalni pištoli mora imeti zelo majhno viskoznost: originalna barva se z vodo meša v razmerju 1 : 4 (1 del barve in 4 deli vode).

Ang. airbrush: zračni čopič. Sin. brizgalna pištola za oblikovanje (dizajn).

Airless Poseben postopek nanašanja barvnih premazov z brizganjem brez zraka - hidravlično razprševanje. Črpalka ustvarja tlak do 500 bar in potiska fluid po visokotlačni gibki cevi do brizgalne pištole. V pištoli je šoba, ki tekočino razprši v drobne kapljice.

Glavne **PREDNOSTI** airless postopka so:

- majhni stroški
 - velike površine premažemo v kratkem času
 - ustvarja se manj brizgalne megle, kar pomeni manj odboja barvne megle in zato približno 35% prihranek pri materialu (pri barvi, lakih)
 - curek laka dobro doseže vogale in poglobitve
 - pri brizganju laka z veliko viskoznostjo dosežemo veliko debelino plasti na eno brizganje
- Obstajajo pa tudi **SLABOSTI**:
- majhni odmerki laka niso možni, spreminjanje materiala (laka, barve) je dolgotrajno
 - velika poraba časa in stroški za vsakokratno čiščenje naprave, zato je sistem gospodaren le za lakiranje velikih površin
 - v primerjavi z nekaterimi ročnimi postopki je večja poraba časa doma za lepljenje / odstranjevanje varovalnih trakov
 - lak se ne razliva tako dobro po površini kakor pri zračnem brizganju, zato kvaliteta lakiranja ne ustreza zahtevam za lakiranje osebnih motornih vozil; je pa postopek primeren za večje debeline slojev, npr. za lakiranje tovornih vozil in avtobusov, za zaščito podvozja, za voskanje votlih delov karoserije ipd.

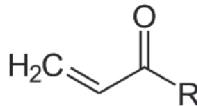


Airless postopek se uporablja tako v industriji kot tudi pri obrnitkih. Klasična uporaba: pleskanje, v kovinarski industriji in v mizarstvu.

Z airless postopkom lahko nanašamo razne materiale: lake, silikate, protipožarno zaščito, lužila, temeljne barve (grundiranje, primer), brizgalne mase za kitanje, sredstva za protikorozijsko zaščito, premazi za strehe, disperzija polimerov, lepil, akrilnih barv, lepil za tapete, notranje in zunanje gradbene disperzije, bitumna itd.

Airless pa so lahko tudi pnevmatike: namesto stisnjenega zraka imajo airless pnevmatike v notranjosti posebne profile iz elastičnega materiala, ki se na preprekah stisnejo.

Akril Skupni izraz za snovi, ki vsebujejo akrilno funkcionalno skupino $H_2C=CH-C(=O)-$ in tudi za polimere iz teh snovi (poliakrilati - akrilne smole). Spojine so ime dobile po ostrem vonju (grščina).



Akrilne smole nastajajo iz akrilnatih monomerov - akrilatov. Osnovna sestavina akrilatov je akrilna kislina, metilmetakrilat MMA ali akrilonitril.

Akrilne smole so termoplasti, duroplast ali elastomeri: ABS, ASA, NBR, PAN, PMMA itd.. Lahko so eno- ali dvokomponentni mono- ali kopolimeri. **1K** akrilne smole so polimeri, ki se strjujejo:

- ob izhlapevanju, če so raztopljeni v topilih (nekateri akrilne smole so tudi vodotopne)
 - ob prisotnosti kisika
 - ob dodajanju energije: toplota, UV žarki ipd.
- Pri **2K** akrilnih smolah se po mešanju komponent sproži kemična reakcija polimerizacije. Trdilci so lahko tudi epoksidne smole, aminoplasti itd. Estri akrilnih kislin so poliakrilati in se uporabljajo kot veziva za barve in lake, mase za izdelavo livarskih modelov in jedrovnikov, lepila in materiali v zobotehnik in za proteze
- Ker se hitro se strjujejo in so barvno obstojni, se disperzije akrilnih polimerov s pigmenti in vodo uporabljajo kot akrilne barve.
- Akrilne barve za domačo rabo vsebujejo nasičene

poliakrilate, ki se raztapljajo v organskih topilih ali pa se nabavijo kot vodne disperzije (kar je bolj okoljevarstveno).

Nenasičeni akrilati so glavne komponente barvnih materialov, lakov in lepil, ki se strjujejo pod vplivom sevanja (žarkov, npr. UV).

Kemična zamežitev (polimerizacija) je značilnost skupine akrilnih kislin.

Akrilna kislina Monokarboksilna kislina $H_2C=CH-COOH$, brezbarvna tekočina ostrega vonja, ki zlahka polimerizira, saj ima na eni strani karboksilno, na drugi strani pa vinilno skupino. Surovina za umetne snovi in lake. Kemijsko ime: propenojska kislina.

Akrilni kit Avtoličarski enokomponenten (1K) kit, izdelan na bazi akrilnih smol. Strjuje se z izhlapevanjem topila in pod vplivom kisika iz atmosfere. Uporablja se za fino kitanje manjših površin. Z lopatico ga vzamemo direktno iz doze ali tube.

Akrilni laki Laki, pri katerih se kot veziva uporabljajo termoplasti (akrilne smole), ki se strjujejo z izhlapevanjem topila in se lahko s pomočjo toplil ponovno omeščajo. Delimo jih na:

- **Enokomponentne** lake, ki se večinoma strjujejo (zamežijo) pod vplivom kisika iz atmosfere. Pri tem izhlapijo topila in reakcijski produkti. Nastane plast laka z visokim sijajem. Dokončna trdota lakirane plasti nastane šele po več tednih. Postopek utrjevanja lahko pospešimo s sušenjem v pečeh pri temperaturi med 100°C in 140°C.
- **Dvokomponentne** lake. Sestavljeni so iz veziva in trdilca. Pri lakiranju v serijski proizvodnji nastane zmes v pravilnem razmerju šele v brizgalni pištoli. Med obema komponentama nastane kemična reakcija (poliadicija), ki utrdi naneseno plast laka brez reakcijskih produktov tudi pri sobni temperaturi. Postopek utrjevanja lahko pospešimo v peči pri temperaturi 130°C.

Alkid Poliester, ki nastane z adicijo med karboksilnimi skupinami in polioli. Snov, ki se že od leta 1927 naprej uporablja tudi za avtolake in predlake.

Alkoholni laki Laki z alkoholnimi topili. Uporabljajo se predvsem v lesni industriji in se sušijo s preprostim izhlapevanjem topila. V alkoholih se topijo mnoge naravne in tudi nekatere umetne smole. Tudi alkohole lahko razdelimo na močno hlapne (metilalkohol), srednje hlapne (butanol) in počasi hlapne (metilcikloheksanol).

Anion Negativno nabit ion*. Po IUPAC nomenklaturi tvorimo imena enoatomskih anionov s končnico -id (npr. F⁻ fluoridni ion), večatomske anioni pa imajo največkrat končnico -at (kadar je S ali O sestavni del večatomskega aniona, npr. SCN⁻ je tiocianatni ion; cianid CN⁻ pa je izjema, primer večatomskega aniona z drugačno končnico). Pnv. NAS.

Anoda Dosledna definicija: elektroda, na kateri poteka oksidacija. Najpogostejše je to pozitivna elektroda, le v izjemnih primerih (npr. galvanska celica) je to negativna elektroda. Pri elektro obločnem varjenju ima anoda vedno višjo temperaturo kakor katoda - poglej pojasnilo pod geslom Oblok.

Antisilikonsko čistilo Mešanica organskih topil, ki omogoča hitro in temeljito čiščenje površinskih umazanij: olje in ostale vrste maščob, silikoni ipd.. Pozor: antisilikonsko čistilo je lahko tudi agresivno na posameznih vrstah plastike!

Aranžirati Estetsko urediti ali opremiti, iz ang. arrange: urediti, pripraviti. **Aranžer**: urejevalec, **aranžma**: estetska ureditev.

Atomizacija Razpršitev, delitev na zelo majhne delce, npr. pri brizganju z brizgalno pištolo.

Barva Vidna zaznava, ki jo povzroča svetloba z določeno valovno dolžino. **Barvilo**: snov, ki daje predmetu barvo (pigmenti, barvni delčki). Prim. oljna barva. Razl. lak, nalič.

Barvne nianse dobimo z mešanjem barv. Poznamo dva načina mešanja barv:

- Seštevalno** (aditivno) mešanje barv. Podrobnosti glej pod gesloma RGB in Subpixel.
- Odštevalno** (substraktivno) mešanje barv. Podrobnosti glej pod gesloma CMYK in Ostwal-

dov barvni krog.

Barvna megla Glej Aerosol.

Barvna omara Omara z barvnimi lističi.

Barvni lak Lak, ki se uporablja pri enoslojnem lakiranju, glej geslo Površinski lak in Površinsko lakiranje.

Barvni lističi Lističi z različnimi barvnimi odtenki, ki služijo za pravilno identifikacijo barv - ugotavljanje pravilnega barvnega odtenka.

Postopek je naslednji:

1. Poiščemo kodo barve. Barvno kodo preberemo s tablice, ki se lahko nahaja na različnih pozicijah na avtu.
2. Barvno kodo primerjamo z barvnimi kodami, ki se nahajajo v računalniškem programu. MORda se je koda spremenila in dobimo novo kodo barvnega lističa.
3. V barvni omari najdemo ustrezen barvni listič. Ko se prepričamo, da je koda pravilna, lahko zmešamo ustrezno barvo - po navodilih iz računalniškega programa.

Baza - ličarstvo Glej bazični lak pod geslom Površinsko lakiranje. Izrazi vodna, nitro in topilna baza so pojasnjeni pod geslom Osnova.

Bazični lak Glej Površinsko lakiranje.

BB lak Brezbarvni lak, glej Površinski lak in Površinsko lakiranje.

Bencin Brezbarvna, lahko hlapna in zelo vnetljiva (plamtišče 21°C) tekočina, ki z zrakom tvori eksplozivne zmesi. Pridobiva s z destilacijo nafte, lahko tudi s krekiranjem mazalnih olj ali s hidrogeniranjem premoga. Vsebuje največ alkanov, predvsem od pet (pentan) do deset(dekan) ogljikovih atomov. Ne meša se z vodo, topen pa je v etanolu, etru in kloroalkanah. Gostota 0,65 - 0,75 kg/dm³, vrelišče 40 - 220°C.

Uporaba: najpomembnejše pogonsko gorivo, za čiščenje tkanin in kovin, za ekstrakcijo maščob, smol in olj, v proizvodnji gume, vazelina in parafina. Posebej čisti bencini, ki jih ločimo so uporabni tudi kot topila - tako imamo:

- petroleter (bencin za rane, čiščenje), interval vrelišča 40 - 80°C
 - ekstrakcijski bencin (ekstrakcija olj in maščob), interval vrelišča 60 - 95°C
 - topilo za lake in barve, interval vrelišča 80 - 125°C
 - bencin za kemijsko čiščenje, interval vrelišča 100 - 140°C
 - topila za smole, interval vrelišča 135 - 210°C
- Obstaja tudi trdni bencin, v katerem so majhne benecinske kapljice vključene v trden polimerizat.

Strupenost: nekatere sestavine povzročajo nizko akutno toksičnost, benzen in dodatki proti klenkanju pa so karcinogeni.

Bitumen Temen termoplast, zmes naravnih in/ali industrijsko pridobljenih ogljikovodikovih spojin. Običajno se pripravlja iz končnega ostanka pri destilaciji nafte. Razlikuj: katran (ter).

Bitumen je elastično - viskozen, lastnosti pa so v veliki meri odvisne od temperature: je lepljiv, dobro tesni, ne hlapi, delno ali popolnoma se topi v nepolarnih topilih.

Uporaba:

Pri avtoličarstvu se bitumen uporablja kot dodatek za **zaščitne premaze**, ki so namenjeni za mehansko in kemično zaščito podvozja.

V gradbeništvu se bitumen uporablja kot hirozolacija, tudi kot zaščita proti koroziji. Bitumen se prodaja pod različnimi trgovskimi imeni, npr.:

- **Ibitol** - visoko vnetljiva bitumenska raztopina v organskem topilu, ki ima lastnost, da se hitro posuši; ta tekočina prodre v pore betona in jih zapolni, ta način je podlaga pripravljena za nadaljno obdelavo; ibitol ne sme priti v stik s kožo, ker jo suši in razpoka; ibitol tudi ne sme biti v stiku z ekspandiranim polistirenom (stiroporjem), ker ga razjeda
- **Izotekt** - bitumenski trak, ki je namenjen za hidroizolacijo

Blistering Tvorba mehurčkov, kar je npr. v ličarstvu nezaželeno. Blistering se pojavlja, kadar nalič prepušča vlago. Vlaga, ki skozi nalič prodre do pločevine, povzroča korozijo pod naličem.

Blok za brušenje Glej Brusni blok.

Brezbarvni lak Glej Površinski lak in Površinsko lakiranje. Sin. prozorni lak, BB lak.

Brizgalna megla Glej Aerosol.

Brizgalna pištola Naprava za nanašanje predlaka, barve ali laka. Uvedli so jo v letih 1927 in 1928, ko so se pojavili nitrolaki. Nitrolake namreč ni mogoče nanašati s čopičem:

- ker se prehitro sušijo
- ker so nitrolaki topni, novi nanos topi prejšnjega

Z brizgalno pištolo se dosega **bolj enakomerna debelina sloja**, barva pa se nanaša **hitreje** kakor s čopičem. Seveda je cena brizgalne pištole višja od čopiča, večji pa so tudi stroški za vzdrževanje. Sin. lakirna pištola, razpršilnik.

Zaradi tlaka se lak pri prehodu skozi šobo razpršuje v fino brizgalno meglo (aerosol). Kapljice laka, ki padajo na površino, tvorijo moker film. **Med izhlapevanjem** topila se **površina laka napne** in izravna. Razlivanje je toliko boljše, kolikor manjša je viskoznost in napetost površine laka. Zato lak vedno razredčimo s posebnimi razredčili, če uporabljamo brizgalno pištolo.

Potrebno nastavitve brizgalne pištole (izbira šobe, nastavitve tlaka) za posamezno opravilo opisuje piktogram št. 14, glej geslo Piktogram.

Pokrivo učinkovitost brizgalnih pištol lahko izboljšamo, če **razpršujemo elektrostatično**, glej geslo Elektrostatično brizganje.

Zaradi obsežnosti je tematika brizgalnih pištol razdeljena še na naslednja gesla:

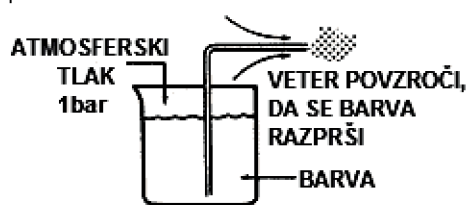
- **Airbrush**
- **Airless**
- **Brizgalna pištola - injektorski način delovanja**
- **Brizgalna pištola - vrste**
- **Brizgalna pištola z zunanjo pripravo curka**
- **Brizgalne pištole - čiščenje in nega**
- **Elektrostatično brizganje**
- **HVLP**
- **LVLP**
- **RP**

Brizgalna pištola je porabnik stisnjenega zraka, zato sta dva podatka še posebej pomembna:

- zahtevani delovni tlak stisnjenega zraka [bar]
- pretok (poraba) stisnjenega zraka [L/min]

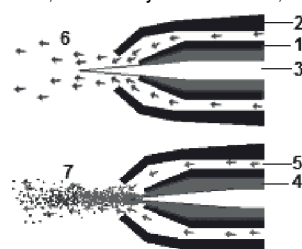
Tlak in pretok zraka zagotavlja kompresor. Lahko se zgodi, da kompresorska enota zagotavlja zadosten tlak, ne zagotavlja pa zahtevanega pretoka stisnjenega zraka. V takem primeru brizgalna pištola med delovanjem "opeša" - pravimo, da ji zmanjka zraka. Prekinemo delo, po določenem času se tlačna posoda napolni in spet zagotavlja delovanje brizgalne pištole za kratek čas.

Brizgalna pištola - injektorski način delovanja **Osnovni** (injektorski) **princip** delovanja brizgalne pištole:



S pomočjo slamic lahko že pri atmosferskem tlaku dosežemo, da se barva razprši.

Brizgalna pištola ima na izhodu šobo 1, pokrov šobe 2 in iglo 3; barva teče med iglo in šobo, označena je s številko 4; zrak doteka med šobo in pokrovom šobe, označen je s številko 5;



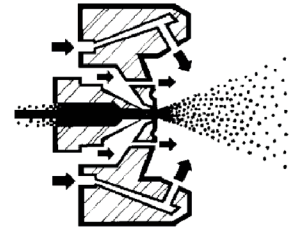
- **na zgornji risbi** vidimo, da zožanje pokrova šobe

2 povzroči povečanje hitrosti zraka, zato pretok zraka ustvarja **podtlak**; ker pa igla 3 zapira šobo 1, barva ne more iztekati iz šobe 1; številka 6 označuje le pretok zraka brez barve

- ko pa iglo odmaknemo (**spodnja risba**) se šoba 1 odpre, zračni podtlak potegne barvo na konico igle in iz šobe; zato nastane pršilo (spray), ki je mešanica zraka in drobnih kapljic barve
- **pogoj za brezhibno delovanje** brizgalne pištole: pokrov šobe, šoba in igla morajo biti **natanko izdelani**, vsaka nečistoča škodi delovanju

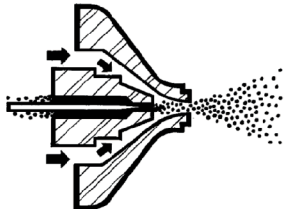
Glede načina priprave curka ločimo:

1. Brizgalne pištole **z zunanjo pripravo curka:**



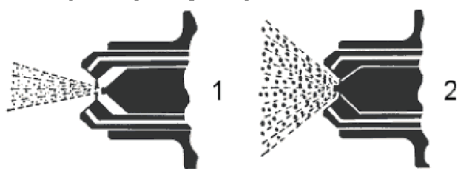
Ta vrsta brizgalnih pištol atomizira fluid in zrak za zračnim pokrovom (klobučkom). Ta način priprave curka lahko uporabljamo za vse vrste fluidov, še posebej pa je priporočljiv za fluide, ki se hitro sušijo (npr. za lake) in za visoko kvaliteten fini.

2. Brizgalne pištole **z notranjo pripravo curka:**



Te vrste brizgalnih pištol pa mešajo zrak s fluidom pred zračnim pokrovčkom (klobučkom), še preden izstopijo iz šobe. Ta način priprave curka pa se običajno uporablja pri nizkih zračnih tlakih in nizkih pretokih zraka. Tipični primer uporabe je barvanje stanovanjskih sten ali zunanjih zidov hiše, ob uporabi majhnega kompresorja. Za visoko kvaliteten fini niso primerne.

Tudi **s položajem igle** reguliramo obliko curka:

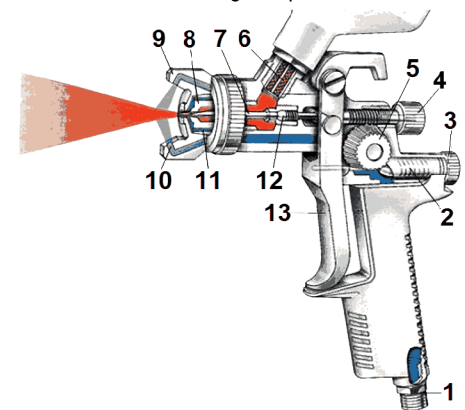


1: ožji curek

2: širši curek

Nastavljamo lahko tudi vodoravne ali navpične curke.

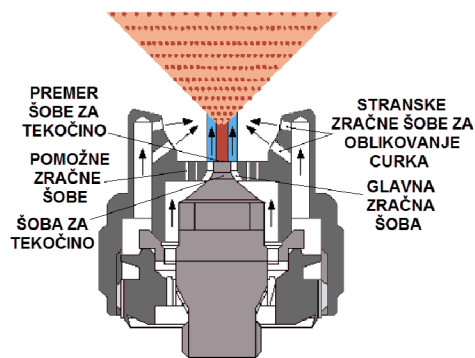
Brizgalna pištola z zunanjo pripravo curka Primer sestava takšne brizgalne pištole:



- 1 priključek za stisnjen zrak, na dovodno cev je lahko dodan tudi regulator tlaka
- 2 dušilni ventil stisnjenega zraka
- 3 vijak za fino nastavitve dušilnega ventila 2, zapiranje je v smeri urnega kazalca
- 4 vijak za fino regulacijo količine fluida (za nastavitve pretoka zraka), zapiranje igle je v smeri urnega kazalca

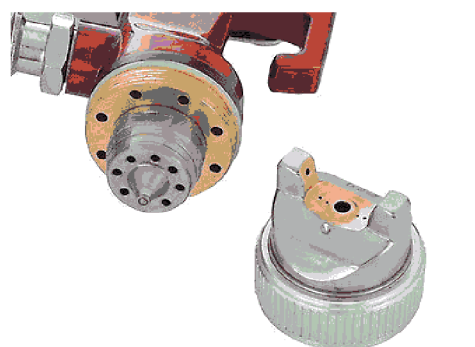
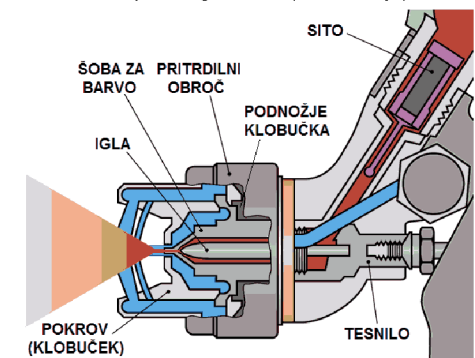
- 5 kolešček za nastavljanje oblike barvnega curka - krmili ventil, ki odpira ali zapira zračni curek proti zračnim šobam 10
- 6 filter (sito) za lak
- 7 igla za tekočino (barvo, lak, polnilo ...)
- 8 šoba za tekočino - v osrednjem delu skozi izteka barva, lak ali polnilo; v razširjenem delu ima luknje, skozi katere doteka stisnjen zrak, ki nato izstopa skozi luknjo v osrednjem delu klobučka 9 (okrog šobe za tekočino) - tako ustvarja potreben podtlak, ki "vleče" tekočino (injektorski princip)
- 9 zračni pokrov (klobuček) - iz njegove osrednje zračne šobe izteka glavni curek zraka, z njegovih dveh nosov pa izteka prečni zrak
- 10 zračna šoba za ustvarjanje širokega curka laka; stisnjen zrak priteka iz lukenj v podnožju klobučka
- 11 osrednji (glavni) curek zraka, ki izteka skozi glavno zračno šobo klobučka 9 in s tem ustvarja potreben podtlak, ki "vleče" tekočino (injektorski princip)
- 12 samodejna zatesnitev barvne igle
- 13 vklopni vzvod (sprožilec, petelin)

Zračne šobe in šoba za tekočino:



Ko zamenjamo tekočino (uporabimo npr. polnilo namesto površinskega laka), lahko zamenjamo tudi šobo - s tem je mišljena šoba za tekočino. Najpogosteje se uporabljajo šobe s premeroma 1,4 mm in 1,7 mm.

Nastanek razpršenega curka (atomizacija):

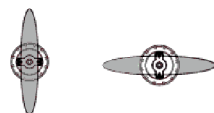


Kako uporabljamo brizgalno pištolo, ko je ustreza mešanica barve ali laka že v lončku:

- najprej na regulatorju tlaka **nastavimo ustrezen nadtlak stisnjenega zraka**, ki ga **predpiše proizvajalec premazov**; podatke najdemo na ploščevkah, v prospektih ali na spletu
- popolnoma odpremo pretok zraka na vijaku 3 in popolnoma zapremo pretok fluida tako, da zapremo iglo na vijaku 4
- nato **pritisnemo vklopni vzvod 13** samo do pr-

vega naslona; pri tem se odpre samo dovod stisnjenega zraka, ki izteka iz šobe

- če **še bolj pritisnemo na vklopni vzvod 13**, odpremo barvno iglo 7 in **sprostimo dotok fluida**, ki ga stisnjen zrak z veliko hitrostjo potegne s seboj
- če **sprostimo vklopni vzvod 13**, najprej prekinemo pretok fluida in šele zatem pretok zraka
- **preizkusni curek** usmerimo na kos papirja, les ipd.; postopno odpiramo pretok fluida na vijaku 4 in ocenjujemo kvaliteto atomizacije, ugotovljamo ali je curek enakomerno razpršen, ali pride morda do "pljuvanja" barve; boljšo atomizacijo lahko dosežemo tudi z dvigom sistema tlaka
- ko smo zadovoljni z nastavitvijo pretoka fluida na vijaku 4, ga fiksiramo s kontra matico; po potrebi fino nastavimo še vijak 3;
- navpičnost / vodoravnost curka nastavimo z obračanjem zračnega pokrova (klobučka) 9



matiča 5 pa nastavi obliko barvnega curka



- s tako pripravljenimi nastavitvami lahko pobrizgamo objekt lakiranja

Kvalitetne brizgalne pištrole **nimajo tesnil** - sestavni deli tesnijo zato, ker so zelo **natančno izdelani**. Pomembna lastnost kvalitetnih brizgalnih pištol je tudi **hitro razstavljanje, sestavljanje** in **enostavno čiščenje**.

Brizgalne pištrole - čiščenje in nega

Zračni pokrov odvijemo s pištrole in ga očistimo s toplim in mehko krpo. Na koncu ga preprihomo s stisnjenim zrakom. Zamašitve šob odstranimo z lesenim zobotrebcecem ali iglo za čiščenje šob. Potem je potrebno šobe še enkrat očistiti.

Za čiščenje zračnega pokrova nikoli ne smemo uporabiti kovinskih predmetov, ker ga lahko poškodujemo.

Čiščenje brizgalnih pištol

Po lakiranju moramo brizgalno pištolo temeljito očistiti ostankov laka. Pištola z zasušeni zračni šobami je **neuporabna**. Celotne brizgalne pištrole nikoli ne smemo položiti v razredčilo, ker lahko poškodujemo tesnila.

Brizgalna pištola z lončkom za lak zgoraj

Najprej odvijemo pokrov lončka in ostanke laka izpraznimo v posebno posodo. Potem v lonček nalijemo nekaj razredčila, ki ga izbrizgamo v odsesavanje. Tako so se deli, ki vodijo barvo, očistili. Potem očistimo še zunanje dele pištrole s krpo in razredčilom.

Brizgalna pištola s sesalno posodo za lak spodaj

Sesalno posodo razrahljamo le toliko, da ostane sesalna cev še v njej. Potem zrahljamo zračni pokrov in s krpo zapremo izvrtine za zrak. Potem pritisnemo na vklopni vzvod, da se v pištoli ustvari nasprotni zračni tlak, ki ostanke laka v pištoli potisne nazaj v sesalno posodo. Sedaj posodo izpraznimo. Enako ponovimo še s toplim. Potem odstranimo zračni pokrov in kot je opisano že zgoraj očistimo. Na koncu očistimo še zunanost brizgalne pištrole s krpo in razredčilom.

Čistilne naprave

Olajšajo čiščenje pištol za brizganje. V njih se v zaprtem krogu skozi pištolo pretaka topilo. Zato je poraba toplila majhna, čiščenje pa temeljito in okolju prijazno.

Brizgalne pištrole - vrste Brizgamo lahko **tudi brez zraka**, glej geslo Airless. Ta sistem se zaradi visoke cene in zapletenega nastavljanja uporablja predvsem v industriji. **Reparaturno** brizgamo **skoraj izključno s pnevmatskimi brizgalnimi pištolami**. Glede na **BRIZGALNI TLAK** oziroma **TLAK** stis-

njenega zraka **LOCIMO**:

1. Brizganje **z najvišjim tlakom**, glej Airless. Obstaja tudi možnost dodatnega razprševanja z zrakom: Air Assisted Airless ali Airmix.
 2. **Visokotlačne** oziroma **konvencionalne** brizgalne pištole, ki potrebujejo stisnjen zrak s tlakom **od 2 do 8 bar** pri porabi **350 - 400 L/min**. Curek zraka izteka skozi šobo s premerom **od 0,6 do 2,5 mm**. Ko se šoba odpre, se mešanica zraka in laka sprosti, pri tem pa se lak fino razprši - **atomizira**.
- Prednosti:** možna je fina in stabilna nastavitvev, dobimo optimalni curek, ki omogoča zelo enakomeren in visoko kvaliteten nanos.
- Slabosti:** povzroča zelo močno meglo, zaradi katere se razvija zelo veliko škodljivih hlapov, ob enem pa se 60 do 70% tekočine brizga mimo objekta in gre v izgubo, kar pomeni le **30 - 40% pokrivne učinkovitosti**. Takšne brizgalne pištrole ne morejo izpolnjevati zahtevnih VOC direktiv. Način delovanja je **injektorski**, glej geslo HVLP.
3. **Nizkotlačne** brizgalne pištrole:

HVLP - High Volume Low Pressure - velik pretok zraka (**~350 L/min**) in majhen tlak v primerjavi z visokotlačnimi brizgalnimi pištolami (običajno **1,8 do 2,2 bar**, posebne izvedbe pa 1,4 do 5,6 bar).

HVLP brizgalne pištrole imajo drugačno obliko šob in le **do 0,7 bar** nadtlaka na šobi. Na ta način se razvija manj škodljivih hlapov, ustvari se boljše delovno okolje za ličarje. HVLP brizgalne pištrole izpolnjujejo evropsko VOC direktivo, kljub temu pa zagotavljajo dobro atomizacijo curka **pri tekočinah z nizko viskoznostjo** (npr. za **barve na vodni osnovi**) in dosegajo vsaj **65% pokrivne učinkovitosti** - več barve pade na predmet, boljši je izkoristek.

V primerjavi z RP pištolami so HVLP **bolj primerne za bazne barve** in za tekočine na vodnih bazah, so hitrejše, bolj primerne za biserne barve, imajo pa ~45% večjo porabo zraka.

RP (Reduced Pressure - zmanjšan tlak) delujejo na podoben način kot konvencionalne brizgalne pištrole, le z nižjim tlakom zraka - približno **1,8 bar** na šobi. Imenujejo jih tudi HTE pištrole (High Transfer Efficiency).

Poraba zraka znaša od **300 do 400 L/min** pri vstopnem tlaku **2,5 bar**. Ob manjšem razvijanju škodljivih hlapov zagotavljajo zadostno atomizacijo curka **pri tekočinah z višjo viskoznostjo**. Zelo pomembno je tudi, da prav tako kot HVLP tudi RP pištrole izpolnjujejo evropsko VOC direktivo in dosegajo vsaj 65% pokrivno učinkovitost.

Na pogled so si RP in HVLP brizgalne pištrole zelo podobne, podoben je tudi način delovanja. Običajno jih ločimo predvsem po napisu na pištolah. Primerjava RP in HVLP:

- RP pištrole so bolj primerne za nanašanje bolj viskoznih materialov: **prozornega površinskega laka**, poliuretanaov itd.
- z RP pištolami lakiramo hitreje kakor s HVLP pištolami.
- če imamo samo eno pištolo, je bolje imeti RP kakor HVLP
- prehod od visokotlačne na RP brizgalno pištolo je za vsakega ličarja brezproblemski, saj lahko še naprej dela tako, kot je navajen.

Obstajajo pa tudi kratica **LVLP** (Low Volume Low Pressure), ki označuje brizgalne pištrole z manjšo porabo zraka **130 - 160 L/min**, z nadtlakom **0,7 - 1,0 bar** (baza) ali **1,3 - 1,4 bar** (brezbarvni lak) in še boljše pokrivno učinkovitostjo.

Glede na način **DOVAJANJA PREMAZA** ločimo:

- A. Pištrole z **zgoraj nameščenim lončkom** (delovanje na težnost). Tako lažje lakiramo vodoravne ležeče površine, npr. motorne pokrove in strehe vozil. Pri delu lahko majhne količine lakov popolnoma porabimo. Poraba stisnjenega zraka je majhna. Regulacija materiala za lakiranje je zelo natančna. Slabost je visoka lega težišča, ki povzroča hitro utrujenost sklepov

roke. Zato je lonček sorazmerno majhen (0,6 litra) in potrebno ga je zato pogosteje polniti.

Da bi lahko povečali pretočno količino laka in uporabili pri delu lake z veliko viskoznostjo, lahko lak v posodi dodatno izpostavimo tlaku.

B. Pištole s spodaj nameščeno sesalno posodo. Posoda za barvo visi pod brizgalno pištolo. Stisnjen zrak proizvaja v pištoli sesalni učinek, s čimer se lak črpa iz posode. Odprtina šobe je zato večja, kot pri pištoli z lončkom za lak, nameščenim zgoraj. Zaradi nižjega težišča je naprava stabilnejša in zato manj utrujajoča za rokovanje. Posamezne komponente, kot so npr. lak, trdilec in razredčilo, se lahko mešajo direktno v posodi, zato odpade pretakanje. Pištola s sesalno posodo spodaj se uporablja za gradiva z večjo viskoznostjo, npr. polnilo ali kit za brizganje. Lonček ima prostornino 1 litra.

C. Pištole brez lončka (postopek s tlačnim kotlom). Pri tem postopku je barvni rezervoar z volumnom do 250 litrov oblikovan kot tlačni kotel. Tlak v kotlu potiska lak po cevi k brizgalni pištoli, kjer se zaradi stisnjenega zraka na šobi razpršuje. Ta postopek je primeren predvsem za lakiranje velikih površin in pri serijskem barvanju.

Po NAMENU UPORABE ločimo:

1. Brizgalne pištole za polnilo. Z njimi nanašamo temeljno polnilo, polnilo ali kit za nanašanje z brizganjem. Uporabljajo se večje šobe (1,6 do 2 mm) in velik raztros materiala. Imajo enakomerno fin in oster brizgalni curek, zato med brizganjem nastaja manj brizgalne megle, manj je tudi prekomernega razprševanja (overspray).

2. Brizgalne pištole za površinsko (končno) lakiranje. Za enakomeren nanos na veliko površino so potrebne brizgalne pištole z velikim in širokim curkom, zato imajo te pištole veliko porabo zraka. Ker se da zrak za brizganje zelo natančno uravnati, so te pištole primerne tudi za lakiranje na prehod. Premer zračne šobe je manjši in znaša 1,3 do 1,5 mm.

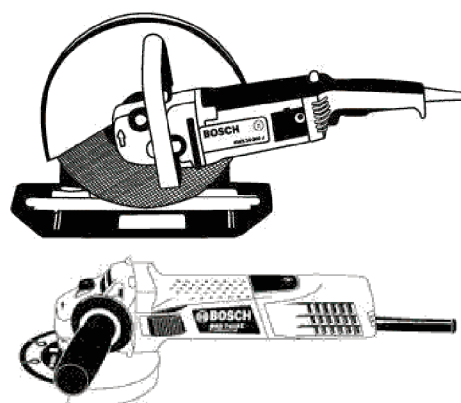
3. Brizgalne pištole za lakiranje na prehod. To so majhne priročne pištole za lakiranje z majhno posodico za barvo (npr. 125 ml). Pri njih se da zrak za brizganje zelo natančno nastavljan. Z njimi lahko dosežemo še posebej mehke barvne prehode na okoliške površine.

4. Brizgalne pištole za oblikovanje (dizajn). To so brizgalne pištole z zelo majhnim in natančno odmerjenim razprševanjem barve. Uporabljamo jih za oblikovalno lakiranje (airbrush = zračni čopič, glej geslo Airbrush).

Brizgalni kit Najboljša slovenska zamenjava za žargonski izraz "šprickit", glej geslo Polnilo - ličarstvo, predlak. Sin. tekoči kit.

Brizganje Razprševanje, iztekanje, izpuščanje nekaj tekočega v močnem curku. Npr. brizganje barv in lakov. Prim. Pršenje, Brizganje v forme, Brizgalna pištola.

Brusilnik Stroj za ročno vodeno brušenje, rezanje ali ščetkanje. Stroj ni fiksiran, npr. na steni. Orodje je brusilna oz. rezilna plošča. Na risbah sta rezalni brusilnik in kotna brusilka:



Enakomernejše brušenje po celotni površini dosežemo z ekscentričnimi in vibracijskimi brusilniki. Posebnost frekvenčne brusilke pa je v tem, da se vrtili z enako vrtilno hitrostjo ne glede na obre-

menitev - na ta način zagotavlja enakomerno hrpavo površino po celotnem obdelovancu, uporabljamo jo predvsem v industriji. Nekateri brusilni stroji so primerni tudi za poliranje.

Za zamenjavo brusilne plošče običajno potrebujemo poseben ključ za kotno brusilko, glej geslo Orodja za montažo vijčnih zvez.

Brusilniki so lahko električni ali pnevmatični. Pri pnevmatičnih brusilnikih je pomemben podatek tudi poraba zraka, npr. 360 L/min.

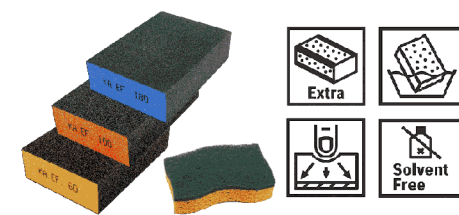
Sin. brusilka. Nepr. fleks. Prim. Vibracijski brusilnik, Ekscentrični brusilnik.

Brusna gobica Posuto brusno sredstvo, ki se uporablja kot alternativa (druga možnost) za brusni papir z brusnim blokom. Z brusno gobico lahko matiramo (nahrapavimo) ali gladimo površino.

Jedro brusne gobice je relativno trdno, da brusna gobica nudi zadosten odpor proti brušeni površini. Površina brusne gobice pa je gibljiva (fleksibilna), da se lahko brusna gobica prilagaja na različne oblike in strukture površin.

Brusna gobica se lahko nabavi v različnih oblikah in trdotah jeder, brusne gobice imajo različno površinsko elastičnost, seveda pa se med seboj razlikujejo tudi po zmatosti brusnega materiala.

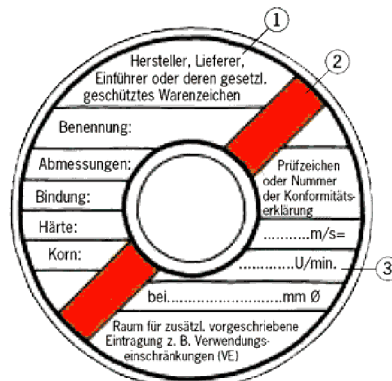
Brusni material je praviloma aluminijev oksid Al₂O₃, ki je prevlečen s keramiko.



Brusna in rezalna plošča Brusno orodje (vezano brusno sredstvo) za ročno vodeno strojno brušenje. To je krožna plošča (disk), ki je izdelana iz specialnega materiala in se uporablja pri rezalnih brusilnikih, kotnih brusilkah in podobnih napravah. Rezalne plošče so praviloma tanjše, da ne odvezemajo veliko materiala. Obstajajo pa tudi rezalno - brusne plošče.

Brusne in rezalne plošče se razlikujejo po:

- premeru (100 - 400 mm)
- namenu: splošno čiščenje površin (grobo, fino, srednje), za brušenje in čiščenje zvarov, odkovkov, odlitkov, za rezanje granita, marmorja, vodnega kamna, armiranega betona, tlakovcev, klinkerja, asfalt
- po vzdržljivosti rezalne plošče
- po materialu rezalne plošče: smolno vezane brusne plošče, diamantne itd.
- po obliki in trdoti: ravne brusne plošče, fleksibilne in polfleksibilne (za čiščenje površin), segmentirane (delno odrezane)
- po načinu uporabe: za prostoročno ali stacionarno rezanje
- po načinu izdelave: sintrane, lasersko varjene



Uporabljajmo le brusilne plošče z vsemi potrebnimi oznakami (1). Bodimo pozorni na dodatne barvne oznake (2), ki označujejo največje dovoljene hitrosti [m/s]: modra 50, rumena 63, rdeča 80 zelena 100, modra + rumena 125, modra + zelena 160, rumena + rdeča 180, rumena + zelena 200, rdeča + zelena 225, 2 x modra 250, 2 x rumena 280, 2 x rdeča 320, 2 x zelena 360.

Z lamelnimi brusnimi ploščami brusimo mehkeje, ne povzročajo zarez → Lamelna brusilna plošča.

Brusna mrežica Brusno sredstvo, ki ga sestavljajo sintetična vlakna, na katera so s smolo prilepljena brusna zrna. Brusne mrežice se razlikujejo po stopnji finosti. Sin. brusna volna, brusni flis, brusno pletivo.

Uporaba:

- za izdelavo matiranih površin aluminija ali starega laka; tudi za matiranje novih delov
- za fino brušenje;
- za fino brušenje obrobnih lakiranih površin



Z brusnim pletivom hrpavimo (matiramo) površino in s tem zagotovimo optimalno oprijemanje naslednje plasti barve ali laka.

Brusno pletivo je še posebej je primerno za matiranje obrobni površin pri lakiranju na prehod, za povezovanje z obstoječo strukturo.

Z brusnimi pletivi ne ravnamo površin in ne odstranjujemo delčkov prahu ali majhnih neravnosti.

Brusna sredstva Glej Brusno sredstvo.

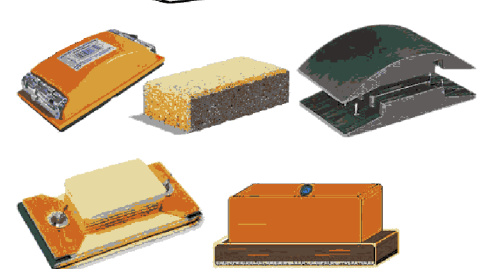
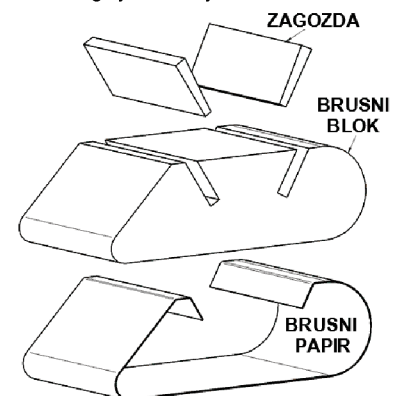
Brusna volna Glej Brusna mrežica.

Brusni blok Držalo, ki drži brusni papir v železnem položaju. Pri brušenju z brusnim blokom se ne bo pojavljala valovita površina, ki praviloma nastane, če brusni papir vodimo direktno z roko.

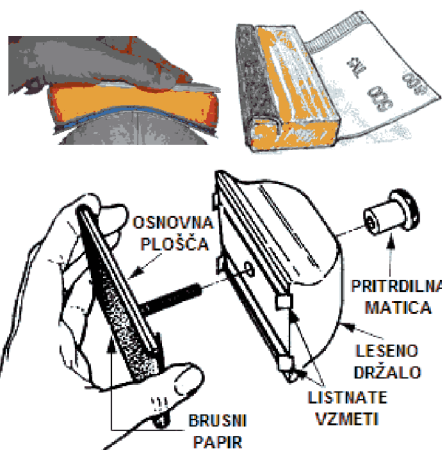
S pomočjo brusnega bloka torej izboljšamo predvsem ravnost in gladkost. Razen tega brusni blok tudi ščiti delavca pred morebitnimi delovnimi poškodbami.

Za brušenje ravnih površin uporabimo držalo brez gobaste blazinice, za oglete in zaobljene površine pa uporabimo držalo ali brusni papir z gobasto blazinico.

Materiali držal so pluta, les, guma, umetne mase itd.. Načini pritrditve brusnega papirja so različni: z zagozdo, z vijakno zvezo, s pritrdilnim ježkom itd., lahko ga držimo tudi z roko. Brusni blok je lahko priključen tudi na sesalno cev, ki sproti odsesava nastali prah. Za brušenje ravnih površin uporabimo držalo brez gobaste blazinice, za brušenje oglatih in zaobljenih površin pa z gobasto blazinico. Poglejmo nekaj izvedb brusnih blokov:



Prim. Ličarska pila.

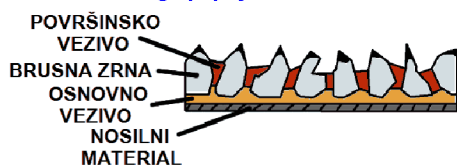


Brusni flis Glej Brusna mrežica.

Brusni material To so trdi zrnati materiali (brusna zrnca), ki jih vodimo po površini obdelovanca. Uporabljajo se za odnašanje materiala: vdirajo v površino in odnašajo majhne delčke gradiva. Material je **korund** (aluminijev oksid Al_2O_3), **silicijev karbid** SiC (karborund), **cirkon** $ZrSiO_4$, **borov nitrid** BN ali **diamant** (naravni, umetni). Prim Odrezavanje - materiali za rezilna orodja.

Brusni papir in brusni trak Posuta brusno sredstvo. Z njim obdelujemo les, kovino, naravni kamen in lak. Sin. smirkov papir.

Sestava brusnega papirja:

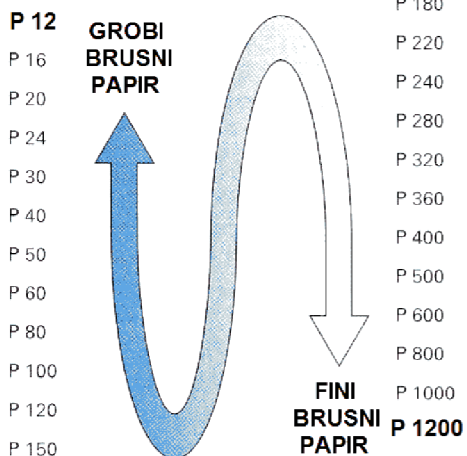


Nosilni materiali so:

- **papir**
- **A in B** - tanki papirji za **fino** zrnatost, **ročno** brušenje,
- **C in D** za **srednjo** zrnatost - **ročno in strojno** brušenje večine karoserijskih površin,
- **E** so **debeli** papirji za **grobo** zrnatost, **strojno** brušenje
- vulkanizirana vlakna (**vulkanfiber**: papir + umetne mase), predvsem za strojno brušenje
- brusna **tkanina**, ki je bolj odporna proti trganju; mehke tkanine so namenjene za zaobljene površine, trde pa za brušenje ravnih površin
- **folija** iz umetne mase

Osnovno vezivo je lepilo iz kožnega kleja ali umetne smole. Naloga tega sloja je, da trdno sprime brusna zrnca na nosilni material.

Brusna zrnca so iz korunda, silicijevega karbida, borovega nitrda ali diamanta. **Oplaščenje brusnih zrn** z vosku podobno snovjo preprečuje hitro sprijemanje brusnega papirja in brusnega prahu. Na ta način se brusnemu papirju podaljša življenjska doba pri brušenju barv, lakov in kitov.



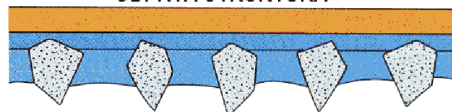
Površinsko vezivo medsebojno povezuje brusna zrnca in skrbi za dober oprijem pri brušenju. Včasih celo prekriva brusna zrnca. Pogosto je rdeče, rjave ali celo bele barve.

Zrnatost (velikost brusnih zrn) je odločilna za doseg kvalitete površine in za količino odvzetega gradiva. **Veliko zrno** pomeni **veliko zmogljivost odzema in grobo površino**. **Malo zrno** pomeni majhno zmogljivost odzema in fino površino.

Razsip oziroma **struktura brusnih zrn**: označuje jo proizvajalec in je odvisna tudi od zrnatosti:

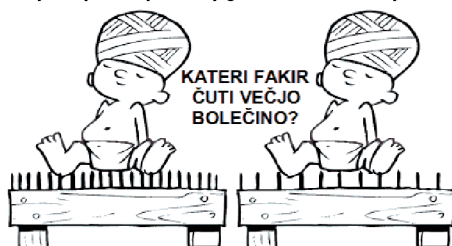


ODPRTA STRUKTURA



ZAPRTA STRUKTURA

Bolj kot so zrnca medsebojno oddaljena, bolj **globoke zarezke povzročijo v brušeni površini**. Npr. brusni papir P40 ima zrnca **bolj medsebojno oddaljena** in zato bolj globoko zareže v površino kot P240. Podobno se godi fakirju, ki leži na žeblih - manj kot je žebeljev, bolj globoko se zarinejo:

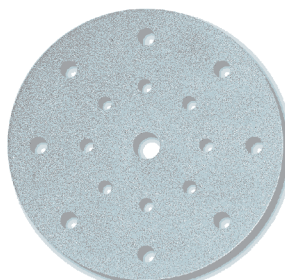


Torej: če želimo zbrusiti veliko materiala in poravnati neravnine, tedaj potrebujemo **redke razsipe**, ki je agresivnejši in odnaša veliko materiala. Ampak, pri tem ustvarja bolj **globoke zarezke**.

Pri **gostem razsipu** pa ne bomo odnašali toliko materiala, pri brušenju nastali prah pa bo zapolnil prostor med zrnca, kar bo še dodatno **preprečilo ustvarjanje globokih zarez**.

Po **DIN 69100** je najgostejši razsip 0, razsip 9 pa je zelo redke.

Luknje v brusnem papirju so narejene zato, da se brusni prah skozi te luknje sesa v sesalnik ali zbira v vrečki, ki je pritrjena na brusilnik. Vendar se zaradi teh lukenj brusni papir tudi hitreje stga.



Brusni pripomočki Predmeti, ki olajšajo brušenje, ki naredijo brušenje bolj enakomerno ali bolj kvalitetno. Najpogostejši brusni pripomočki: brusni blok, gobica kot podlaga za brusni papir, držala brusnega sredstva (npr. iz plute, gume, umetne mase), lok za napenjanje brusnega traku ipd..

Brusno orodje Pojasnila → Brusno sredstvo.

Brusno pletivo Glej Brusna mrežica.

Brusno sredstvo Predmet, s katerim brusimo.

Glede na način vezave poznamo:

- **vezana brusna sredstva**: brusni kolotci, brusni kamni, brusilne plošče, vezivo je keramika, umetne mase ipd.
- **posuta brusna sredstva**: brusni papir, trak, gobica, pletivo (brusna volna, mrežica, flis), brusna zrnca so pritrjena na podlago; glej geslo Brusni papir in brusni trak
- **nepevezana brusna sredstva** (brusne paste in paste za poliranje)

Sin. brusno orodje.

Brušenje Tehnologija **obdelave površin** v odrezavanjem ali tehnologija **ločevanja** delov gradiva, katere glavne značilnosti so:

- **mnogozviljni postopek**, **nedoločena oblika** rezila
- velika **natančnost** in **izredna kvaliteta površine**
- možnost obdelave **zelo trdih** (tudi kaljenih) **materialov**, ki jih z drugimi postopki ne moremo odrezovati

Pri brušenju uporabljamo **brusno orodje** (**brusno sredstvo**), pomagamo pa si z **brusnimi pripomočki** (npr. brusni blok) in z **brusilnimi stroji**. Brusno sredstvo vsebuje **brusne materiale**.

Definicija brušenja po vrstah gibanj:

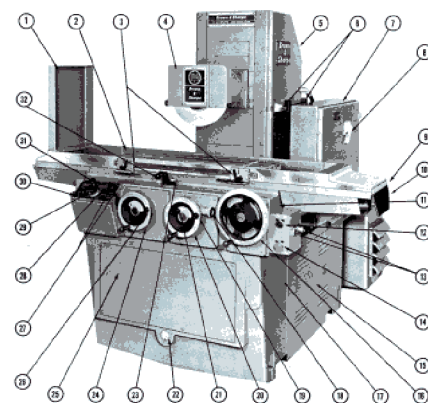
- **glavno gibanje** opravlja brusno orodje oziroma brusno sredstvo (**brus**, **brusilne plošče**, **rezalne plošče**, **brusni papir**, **brusna pasta** itd.)
- **podajanje** opravlja **orodje ali obdelovanec**, kar je odvisno od izvedbe brusilnega stroja

Glavno gibanje je najpogostejše krožno, v mnogih primerih tudi premočno (npr. ročno brušenje z brusnim papirjem), opravlja pa ga lahko tudi obdelovanec (npr. ročno brušenje nožev).

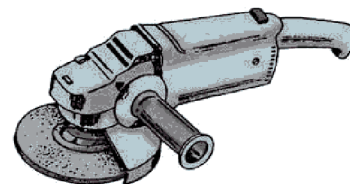
Brušenje je **končna obdelava**, saj lahko z brušenjem dokončno oblikujemo izdelek. Delimo ga na tri med seboj **bistveno različne postopke**:

1. **STROJNO BRUŠENJE**, pri katerem je **oblikovna natančnost** obdelovanca **zelo pomembna**.

Stroji nadzorujejo tako glavno gibanje kakor tudi podajanje in globino reza. Podrobneje glej geslo Strojno brušenje.



2. **ROČNO VODENO STROJNO BRUŠENJE** - uporabljamo brusilni stroj, vendar se **vsaj eno gibanje** (glavno gibanje, podajanje ali globina reza) **vodi ročno**. Glavni namen je odstraniti odvečni material, zmanjšati hrapavost in valovitost, **oblikovna natančnost** obdelovanca pa **ni jasno definirana**. Podrobneje glej geslo Ročno vodeno strojno brušenje. Prim. Brusilnik.



3. **ROČNO BRUŠENJE** brez uporabe strojev. Uporabljamo samo **brusna sredstva** (brusni papir, brusna mrežica, brusna gobica ipd.) in **morebitne pripomočke** (npr. brusni blok, mikronski brusni disk, disk za fino končno brušenje itd.), delo pa opravljamo ročno. Podrobneje glej geslo Ročno brušenje.

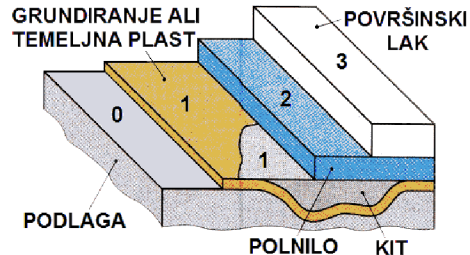


Načini brušenja:

A. MOKRO BRUŠENJE

B. SUHO BRUŠENJE

Brušenje pri avtoličarstvu Zaradi lažjega razumevanja si najprej oštevilčimo površine pri troplastnem ličenju s številkami od 0 do 3:



Pomembno si je zapomniti **približne vrednosti brusnih papirjev** pri pripravi vsake površine:

Površina 0 - priprava temeljne površine:

- pri grobem brušenju praviloma ne uporabljamo bolj grobega brusnega papirja kakor P100

Površina 1:

- grobo brušenje: P100 - P220
- fino brušenje: P220 - P800

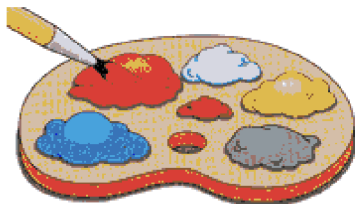
Površina 2:

- grobo brušenje: P400 - P800
- fino brušenje: P800 - P1500

Površina 3:

- obstaja le fino brušenje po lakiranju z brusnim papirjem P2000 - P4000

CMYK Barvni model za subtraktivno (odštevalno) mešanje barv, ki se uporablja npr. pri barvnem tiskanju. Pri tem se kratica CMYK nanaša na štiri črnila: cyan [izgovor: saiaen] je modrozeleno, magenta je škrlatno rdeča, yellow je rumena in key je črna (black, črka B pa se ne uporabi zato, ker je že vsebovana v RGB, kjer B pomeni blue).



Barvni model **CMYK**: uporabljamo **pri tiskanju**: Cyan (svetlo modra) - Magenta (škrlatna) - Yellow (rumena) - Key (Black, črna - črka B se ne uporablja, da je ne bi zamenjali z blue), podtočke pa so lahko tudi **različne velikosti**:



Čiščenje Sestavni del **vzdrževanja** v smislu ohranjanja želenega stanja, je pa tudi zelo pomemben postopek za **pripravo površin** pred nadaljnjimi obdelavami kot npr. varjenje, lotanje, lepljenje, barvanje, lakiranje itd.. Prim. Čiščenje pri avtoličarstvu.

Čiščenje pri avtoličarstvu Zelo pomemben postopek priprave površine, poleg brušenja. Prim.

Priprava površine na ličenje.

Vrste čiščenja:

- MEHANSKO** odstranjevanje nečistoč: brisanje, izpihavanje, peskanje ipd..
- Čiščenje **S TOPILI**: čiščenje **vodotopnih** sestavin, **razmaščevanje** in **luženje**.

Po čiščenju se površin več **ne dotikamo z rokami**.

Za kvalitetno čiščenje je treba vedeti naslednje:

- Zelo pomembna je **pravilna izbira čistila** za čiščenje vsake plasti, sloja ali nanosa. Izbira **osnove za čistilo** je seveda ključnega pomena. Glej geslo Osnova, kjer piše, da premaze:
 - na vodni osnovi ne čistimo z vodo
 - na nitro osnovi ne čistimo z nitro čistili
 Pri izbiri čistilnih sredstev so zelo pomembna priporočila proizvajalca lakov, kajti:
 - pogosto je treba uporabiti antistatična čistilna sredstva, ki med čiščenjem preprečujejo naelektritev, ki privlači prah
 - pri čiščenju umetnih mas čistilno sredstvo ne sme načenjati umetne mase itd.
- Pravilni **izbiri čistilnih pripomočkov** je treba posvečati posebno pozornost. Pogosto je zelo pomembna pravilna izbira čistilnih **krp** in **papirja** za čiščenje, še posebej za čiščenje površin pred lakiranjem.

Lastnosti nekaterih specialnih vrst krp so:

- odstranijo tudi najmanjše prašne delce, npr. **protiprašna krpa** (tudi valovita in lepljiva protiprašna krpa, mastna krpa) ima odlične sposobnosti vpijanja prahu, ne pušča ostankov na površini in je antistatična (pri čiščenju preprečuje naelektritev, ki privlači prah); **za lake na vodni osnovi** so posebne protiprašne krpe
- **antisilikonska krpa** (ki običajno ni odporna na vodo): visoka vpojnost, obenem pa ne pušča vlaken, je mehka in odporna na topila;

Lastnosti papirja za čiščenje:

- mehak **papir za splošno čiščenje** je običajno večslojni, odporen na topila, zelo močan, a kljub temu dobro absorbira topilo
- mehke **papirne brisače** so kljub odlični vpojnosti zelo močne, odporne na topila, ne puščajo vlaken, običajno so izdelane iz 100% celuloze; razen za čiščenje ter razmaščevanje avtomobilov, orodja itd. so primerne tudi za **čiščenje površin pred lakiranjem**

- Pravilno in natančno je treba **izvajati** postopek čiščenja. Npr.: površino je potrebno **očistiti že pred brušenjem** - da odstranimo delčke, ki bi lahko povzročali neželene praske. Z razmaščevanjem pred brušenjem pa obenem preprečimo, da bi se brusni papir prehitro zamašil.

Prim. Priprava površine na ličenje.

Dekantiranje Previdno **odlivanje tekočine** nad usedlino: razl. filtracija, dekapirati.

Dekapirati **Odstraniti okside** (škajo) **in druge spojine** (npr. nalič: barva, oljnat lak ipd.) običajno **s kovinske površine**, lahko pa dekapiramo tudi les, lase (odstranimo barvo z las) itd.

Stari nalič lahko odstranimo **kemično** (luženje, lahko tudi s podporo električnega toka), **toplotno** (s sežiganjem, z vročim zrakom ipd.) ali **z brušenjem**. Npr. dekapirana pločevina - pomeni, da je pločevina lužena, odstranjeni so površinski oksidi. Beseda dekapirati izhaja iz fr. *décaper*: čistiti, ribati, zdrgniti. Razl. dekantiranje.

Dip primer Glej Primer.

Disperzija (disperzni sistem) Zmes najmanj dveh snovi, ki kemično med seboj ne reagirata. Ena komponenta je porazdeljena (razpršena) v drugi: notranja (**dispergirana**) faza je porazdeljena, zunanja (**disperzna**) faza (disperzni medij, disperzno sredstvo) pa sprejema. Delitev:

- Molekularni** (raztopine), **koloidni** (molekularni + asociacijski koloidi, soli + geli, liofilni + liofobni) in **grob disperzni sistemi** (suspenzije + emulzije).
- Monofornne** (delci so enakih oblik) - **polifornne** disperzije.
- Monodisperzne** (delci so enakih velikosti) - **polidisperzne**.
- Koherentne** (delci ene faze so povezani v mrežasto ogrodje, npr. geli) - **nekoherentne**

(emulzije, suspenzije).

Določanje potrebne količine laka Potrebno količino laka V_L [L] lahko izračunamo s pomočjo podatka o teoretični izdatnosti AL_h - enačba (1) ali s pomočjo podatka o porabi laka LA_h - enačba (2):

$$(1) V_L = \frac{A}{AL_H \eta} \quad [L]$$

$$(2) V_L = \frac{A \cdot LA_H}{\eta} \quad [L]$$

Zaradi svoje preprostosti lahko enačbo (2) uporabimo tudi za računanje **na pamet**.

PRIMER - izračunana količina laka za podatke:

$LA_{h75} = 0,2 \text{ L/m}^2$ (MS lak iz EP pri predpisani debelini posušenega sloja $75 \mu\text{m}$)

$A = 1,5 \text{ m}^2$ in

$\eta = 0,3$ (lakiranje z visokotlačno brizgalno pištolo) Izračunana količina laka znaša 1 L .

Potrebna količina laka je torej odvisna od:

- Velikosti lakirane površine A [m²]**, ki jo določimo (izračunamo) približno na osnovi izmerjenih ali ocenjenih dimenzij.
- Izkoristka nanosa η [l]** (pokrivna učinkovitost), ki je enaka **0,3** za visokotlačne brizgalne pištole in **0,65** za HVLP ali RP brizgalne pištole. Izgube pri brizganju laka so neposredno odvisne od izkoristka nanosa.
- Debeline posušenega sloja laka h [μm]**, ki je potrebna, da bo lak opravil svojo nalogo. Priporočila najdemo v tehničnih navodilih proizvajalcev. Ker pa se lak pri reparaturnem lakiranju pripravlja in nanaša ročno, lahko pride do velikih odstopanj zaradi števila brizganj, premera šobe, viskoznosti laka itd. Svoje delo lahko ličar kontrolira z aparatom za merjenje debeline sloja. Na ta način primerja tehnična priporočila z realizacijo. Debelina **h ima svoj vpliv** na količino laka **preko koeficientov AL_h ali LA_h** (glej točko 4). Proizvajalci pogosto predpisujejo $h = 50 - 60 \mu\text{m}$, kar je najpogostejša izhodna debelina posušenega sloja laka. V obeh koeficientih je najbolje označiti predpisano debelino: AL_{h50} , LA_{h75} itd..

- Teoretične izdatnosti laka AL_h [m²/L]**, ki nam pove, koliko m² površine lahko polakiramo z 1 litrom laka, pri predpisani **debelini posušenega sloja laka**. Izračunamo jo s pomočjo koeficienta FKV, ki je odvisen **od vrste laka**: upošteva **delež hlapnih snovi FK** ter **razmerje med gostotama** hlapnih in nehlapnih sestavin:

$$FKV = 1 - (1 - FK) \cdot \frac{\rho_N}{\rho_H} \quad [l]$$

ρ_N ... gostota nehlapljivih snovi

ρ_H ... gostota hlapljivih snovi

$$FK = \frac{m_N}{m_N + m_H} \quad [l]$$

FK ... delež nehlapnih snovi v laku

m_N ... masa nehlapljivih snovi

m_H ... masa hlapljivih snovi

$$AL_h = \frac{10 \cdot FKV [\%]}{h [\mu\text{m}]} \quad [\text{m}^2/\text{L}]$$

PRIMER - teoretična izdatnost za MS lak iz EP pri razmerju gostot nehlapnih in hlapnih sestavin laka $\rho_N/\rho_H = 1,29$

pri deležu nehlapnih sestavin laka $FK = 55\%$, pri predpisani debelini posušenega sloja $75 \mu\text{m}$ znaša $AL_{h75} = 5,6 \text{ m}^2/\text{liter}$.

Namesto teoretične izdatnosti lahko uporabimo **porabo laka LA_h [L/m²]** - s to konstanto lažje izračunamo količine kar na pamet:

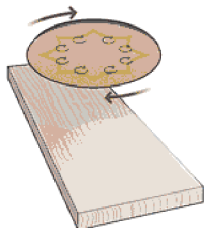
$$LA_{h75} = \frac{1}{AL_{h75} [\text{m}^2/\text{L}]} \quad [\text{L/m}^2]$$

PRIMER: poraba laka za MS lak iz EP pri predpisani debelini posušenega sloja $75 \mu\text{m}$ znaša $LA_{h75} = 0,18 \text{ L/m}^2$, zaokrožimo na $0,2 \text{ L/m}^2$.

Dvoplastno ličenje Glej geslo Nalič. Izraz dvoplastno ličenje pogosto zamenjujejo z dvoplastnim lakiranjem (glej geslo Površinsko lakiranje).

Dvoslojno reparaturno površinsko lakiranje
Glej geslo Površinsko lakiranje.

Ekscentrični brusilnik Ročno vodeni stroj za brušenje površin, ki deluje na ta način, da se [na ekscentrično ploščo pritrdi brusni papir](#). Pri tem se celotna [brusna plošča](#) z brusnim papirjem vred [vrti okrog ekscentričnega središča](#) - za razliko od vibracijskega brusilnika, pri katerem ostaja usmerjenost brusnega papirja proti obdelovancu ves čas enaka (glej geslo Vibracijski brusilnik).

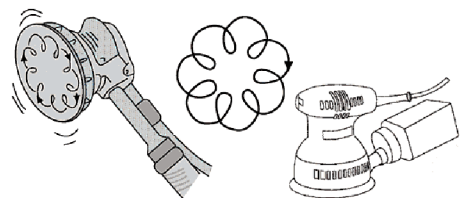


Velikost ekscentra (ϕ nihajnega kroga) pri ekscentričnem brusilniku običajno znaša:

- 2,8 mm ali 3 mm za fino brušenje
- 5,0 mm ali 5,5 mm za grobo brušenje

Brusni papir se na ekscentrično ploščo običajno pritrdi s pritrdilnim ježkom.

Ekscentrični brusilniki so pnevmatični (levo) ali električni (desno). V sredini risbe je prikazana pot katerekoli točke blizu roba brusnega papirja, če se ekscentrični brusilnik ne premika:



Pomembni tehnični podatki eksc. brusilnika:

- ϕ brusne plošče (npr. 123 mm)
- ϕ nihajnega kroga (npr. 2,8 mm)
- število hodov (vrtlina hitrost ekscentra, priporoča se nastavljava vrtlina hitrost, npr. 2000 - 10000 min^{-1} , celo do 24000 min^{-1})
- moč (npr. 450 W)
- poraba zraka (pri pnevmatičnih brusilnikih, npr. 380 l/min pri 6 bar)
- nekateri ekscentrični brusilniki so primerni tudi za poliranje, čeprav se v delavnicah eno orodje praviloma ne uporablja za oba opravila.

Tako pnevmatični kot tudi električni ekscentrični brusilniki imajo priključek, ki omogoča povezavo s posebnim mobilnim sesalnikom za sesanje prašnih delcev. S tem skrbimo za zdravje, za okolje in za zmanjšanje količin smeti na delovnem mestu:



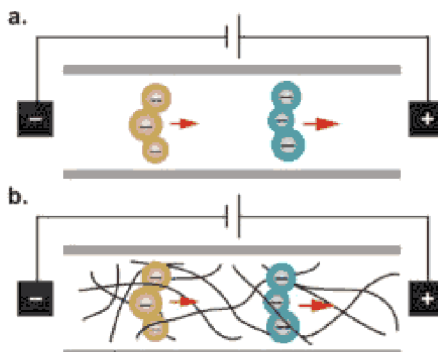
Sesalnik za pnevmatični ekscentrični brusilnik ima

z zadnje strani priključek za dovod stisnjenega zraka in tudi priključek za elektriko. Na sprednji strani ima priključek za dovod stisnjenega zraka do ekscentričnega brusilnika.

Da lahko sesalnik potegne prah od brušenja, so brusni papirji preluknjani.

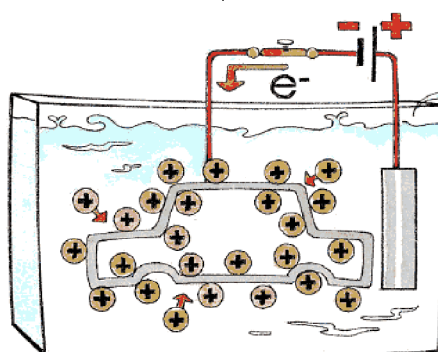
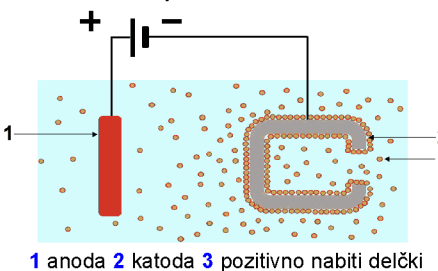
Če sesalnika ni, se izhodni priključek ekscentričnega brusilnika priključi na neki filter, ki pobere vsaj del prahu.

Elektroforeza Nabite raztopljene molekule (a) ali koloidni delci (b) se gibljejo pod vplivom električnega polja. Elektroforeza je metoda za separacijo delcev na podlagi tega pojava:



Metodo je odkril švedski biokemik Arne Tiselius. Leta 1948 je za to odkritje prejel Nobelovo nagrado. Postopek se uporablja v biologiji, medicini in seveda tudi v tehniki. Del.:

a) Glede na uporabljeno metodo: [anaforeza](#), [kataforeza](#). Kataforeza se uporablja tudi v avtomobilski industriji:



b) Glede na uporabljen medij: [papirna](#) (ki poteka na omočenem papirju), [tankoplastna](#) (ki poteka v omočenem tankem sloju neke snovi), [gelska](#) (ki poteka v gelu), [kapilarna](#) (ki poteka v kapilah), [iontoforeza](#) (način uvajanja topnih soli v tkiva z električnim tokom, pogosto v terapevtske namene).

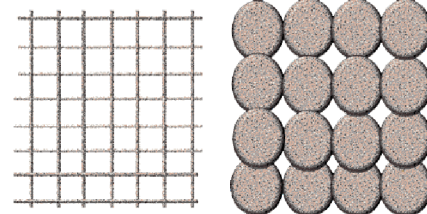
Enoslojno reparaturno površinsko lakiranje
Glej gesli Površinski lak, Površinsko lakiranje.

FEPA Kratica: Federation of European Producers of Abrasives, združenje evropskih proizvajalcev brusnih sredstev. Med drugim izdaja tudi standarde za velikosti zrnatosti brusnih materialov.

Filc Žargonski izraz, ki izvira iz nemške besede der Filz z istim pomenom: blago iz med seboj prepletenih ali zlepljenih naravnih ali umetnih vlaken. Pogosto se enači z besedo flis, ki pa je redkejši od filca. Sin. Klobučevina.

Filter

1. Porozna snov ali naprava, ki pri pretoku fluida (dim, plin, tekočina) [zadrži sestavine določenih velikosti ali lastnosti](#). V splošnem so filtri vlaknasti ali sintranji. Prim. Filter - hidravlika, pnevmatika, Sintranje.



VLAKNASTI
FILTER

SINTRANI
FILTER

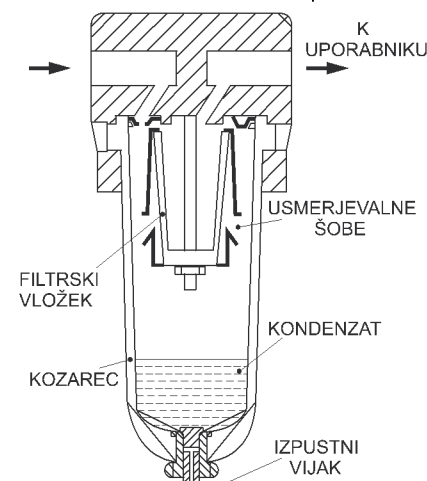
2. Vežja, ki [prepuščajo izmenične tokove določene frekvenc](#), medtem ko tokove drugih frekvenc zelo oslabijo ali pa jih sploh ne prepuščajo. V osnovi so filtri sestavljeni iz pasivnih elementov: kondenzatorjev, tuljav in uporov.
3. Prostor, navadno za preoblačenje, ki [deli kontaminiran](#) ali nečisti [prostor od nekontaminirane](#) ga ali čistega, zlasti pri operacijskih dvoranh in oddelkih za intenzivno terapijo.

Filter - pnevmatika V pnevmatičnem omrežju filter izloča mehanske primese in vlago. Filter deluje na dva načina:

1. Stisnjen zrak na vходу steče skozi usmerjevalne šobe in [se zvrtniči](#). Centrifugalna sila usmeri tekočinske in večje delce nečistoč na steno posode, kjer [spolžijo na dno](#).
2. Manjši delci se očistijo s pretokom skozi porozni filterki [vložek](#), ki je lahko [papirnat](#) (zamenljiv) ali pa je primeren [za večkratno čiščenje](#) (iz sintranega poroznega materiala).

Premeri por filterskega vložka so določeni glede na zahtevano stopnjo čistosti zraka:

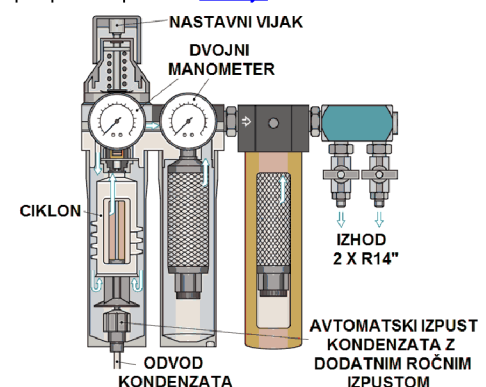
normalna čistost	23 - 40 μm
fina čistost	12 - 20 μm
zelo fina čistost	5 - 10 μm



Filtriranje zraka v avtoličarstvu Za proizvodnjo čistega stisnjenega zraka v avtoličarstvu mora biti na razpolago zmogljiv fini filter, ki čisti zrak [v dveh stopnjah](#).

Prva stopnja filtra ima zmogljiv izločevalnik olja in vode z izločanjem delcev velikosti do 8 μm . V drugi stopnji (fino filtriranje) se zrak očisti do 100% skozi fino sito z 0,01 μm gostoto zank.

Tako očiščen zrak lahko potem razen za lakiranje uporabimo [tudi za dihanje](#) s stisnjenim zrakom podprtih naprav za [dihanje](#).



Flis Lahka volnena ali sintetična tkanina, ki zadr-

žuje toploto. Tudi izdelek iz take tkanine. Brusni flis - glej Brusna mrežica. Ang. fleece: runo; nastrižena volna. Nem. Vlies. Prim. Filc.

Foliranje Ovijanje vozila s samolepilno, zelo elastično in raztegljivo folijo. Namen lepljenja je oblikovanje posebnih oblik, označevanje ali za reklamo. Možno je folirati tudi celotno vozilo.

Trpežnost folije znaša sedem in več let. Tiskane folije imajo jkrajšo življenjsko kdob, ker reagirajo na UV svetlobo in zato zbledijo.

V primerjavi z lakiranjem ima foliranje svoje prednosti in tudi slabosti.

Prednosti:

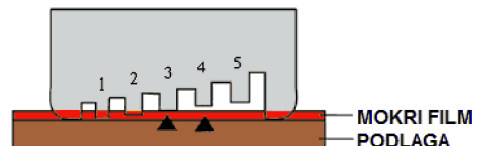
- foliranje je praviloma ceneje kakor lakiranje
- popraviljanje je lažje in enostavnejše, saj lahko folijo hitro odlepimo
- folija dodatno štiti originalni lak pred UV sevanjem, majhnimi odrgninami in udarci kamenčkov

Slabosti:

- praviloma se na podlago zalepi le ena vidna folija, na najbolj vidne površine avtomobila
- določene površine se ne folirajo: notranja stran pokrovčka za rezervoar goriva, notranje površine vratnega okvirja itd.
- pri slabi obdelavi se lahko zgodi, da se na robovih karoserije vidi originalna barva

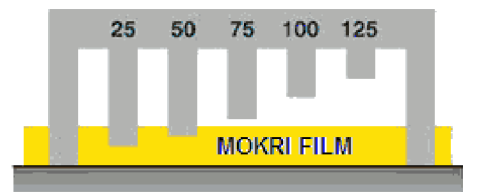
Fuga Reža, iz nem. die Fuge. **Fugirati:** zalivati, zadelati fuge. Najpogosteje to pomeni **zatesniti** proti vodi. To ni lepljenje in niti kitanje.

Glavnik za merjenje debeline mokrega filma Uporaba glavnika izgleda tako:



Glavnik moramo na podlago pritisniti pravokotno. Oba stranska nastavka glavnika sežeta do podlage, zobci 1, 2, 3, 4 in 5 pa so nastavljeni na točno določeni razdalji od podlage. V našem zgornjem primeru se bodo z rdečo barvo obarvali zobci 1, 2 in 3, zobca 4 in 5 pa se ne bosta obarvala. Črna trikotnika nam pokažeta, kako odčitamo približno debelino mokrega filma: nahaja se med vrednostma 3 in 4.

Če so zobci precizno izdelani, lahko na zgoraj opisani način merimo zelo tanke debeline mokrega filma. V spodnjem primeru smo izmerili debelino med 50 in 75 µm:



Da bo eden glavnik zajel čim širše območje meritev, se običajno izdelujejo v obliki šestkotnika:



Grund Ličarski žargonski izraz za temeljni premaz, ki se nanaša z brizganjem direktno na podlago. Prim. Primer.

Grundiranje Nanašanje prve, začetne, osnovne oziroma temeljne plasti lakiranja, običajno z brizganjem direktno na podlago. Ista beseda se uporablja tudi za začetno barvanje lesa ali za

osnovno barvanje platna pri slikarstvu.

Beseda izhaja iz nem. grundieren = ang. prime, primer. Sin. temeljna plast, primer. Slika: Nalič (Reparaturno ličenje, troplastni sestav).

Kadar imamo **luknjičasto ali vpojno podlago** (les ipd.), se **temeljna barva in primer razlikujeta**: primer je prvi premaz, ki ga podlaga ne vpija.

Temeljno barvo je treba izbirati tudi po stopnji luknjičavosti podlage, vpojnosti in tudi po oprijemljivosti. Temeljni premaz **ne sme tvoriti kožice** na podlagi, ampak se mora vanjo vpiti. Nanj se morajo prijeti končni premazi, ne da bi pri tem prišlo do reakcije ali do razgradnje.

Hologram Fotografski posnetek svetlobnega polja, ki prikazuje popolnoma trodimenzionalno sliko nekega predmeta, brez uporabe specialnih očal ali katerihkoli drugih pripomočkov. V ličarstvu pa je hologram **sled, ki nastane po poliranju**.

Homogenost **Enakomerna porazdelitev** vseh sestavin po volumnu: da je delec A obdan z delcem B in obratno, ne da bi se sestavine A ali B pri tem kemijsko / fizikalno spremenile. Sin. istovrstnost, umešanost* (pri zmeseh).

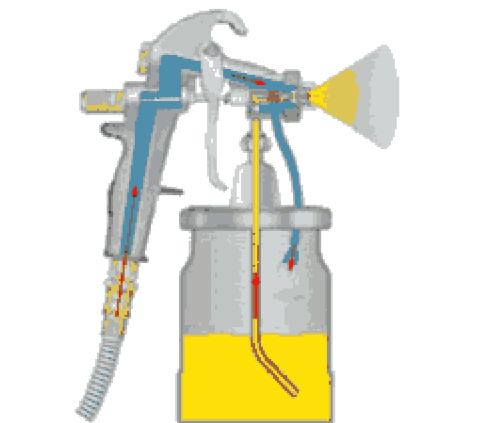
HS - ličarstvo Ang. High Solid, slovensko **povišana vsebnost suhe snovi**. Temelji, predlaki ali laki s to oznako imajo povečan delež (~65%) trdnih (nehlapljivih) delcev v laku ali v polnilu, ki ostanejo, ko topilo (20-30%) izhlapi. Takšna polnila imajo **veliko polnilno moč** - nanašamo lahko debelejšje plasti, potrebnih je **manj nanosov** z brizganjem. Obenem pa se na ta način prihranijo zdravju in okolici škodljiva topila. Prim. MS.

HVLP Ang. High Volume Low Pressure, kar pomeni velik pretok zraka in majhen tlak zraka v primerjavi z visokotlačnimi brizgalnimi pištolami. Pretok stisnjenega zraka znaša 15 - 26 CFM, kar pomeni 420 - 740 L/min, nadtlak zraka v klobučku pa znaša do 10 psi, torej do 0,7 bar.

Obstajajo tudi preurejene HVLP pištole (HVLP conversion guns), ki uporabljajo vstopni tlak stisnjene zraka 20 - 80 psi (1,4 do 5,6 bar), ki ga v svoji notranjosti pretvorijo v nizek tlak.

Nastavitve HVLP:

- za brizganje baze se HVLP nastavi na 26-29 PSI (1,8 do 2,0 bar)
 - za brezbarvni lak je za boljšo atomizacijo potrebno dvigniti tlak za 2 - 3 PSI (0,15 - 0,2 bar)
- Pri 40 PSI (2,8 bar) je poraba zraka približno 10 - 14 CFM (280 - 400 L/min).



HVLP tehnologija se je prvič pojavila pri brizgalnih sistemih brez dovoda stisnjene zraka - električna brizgalna pištola deluje tako, da zajema zrak

direktno iz okolice:

Pnevmatična HVLP brizgalna pištola deluje na podoben način, le da dovaja stisnjeni zrak skozi ročaj pištole.

Za uporabo v avtoličarstvu se je najbolj uveljavil sistem z zunanjo pripravo curka, podobno kot pri vseh ostalih vrstah brizgalnih pištol.

Glej geslo Brizgalna pištola. Prim. LVLP, RP.

Infrardeči sušilnik Glej IR grelnik. Sin. infrardeči žarilnik.

Infrardeči žarki Svetloba, ki jo sevajo segreta telesa - vsako telo pri temperaturi nad absolutno ničlo seva IR valove. Valovna dolžina IR svetlobe znaša okrog 10⁻⁵ m. Kratica: IR.

Z infrardečimi sledilniki lahko naredimo posnetke (**termografe**), ki jih uporabimo za:

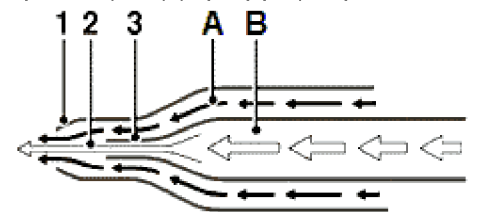
- iskanje preživelih pod ruševinami, v zadimljenem prostoru itd.
- odkrivanje slabše prekrvavljenosti kože (ker je koža tam hladnejša od okolice)
- astronomi dobijo podatke o temperaturi planetov
- zaznamo vlomilca
- ocenimo toplotno prevodnost skozi stene hiše

Injektor Naprava za **vbrizgavanje**, npr. goriva v motor. Ang. inject: vbrizgati. Sin. vbrizgalnik.

Injekcija: vbrizg, vbrizgavanje.

Injektorski princip: ustvarjanje podtlaka na fluidu A tako, da povečujemo tlak in hitrost fluida B.

Injektorski princip pojasnjuje spodnja risba:



1 izhodna šoba **2** curek z visoko hitrostjo kot posledico visokega tlaka **3** visokotlačna šoba

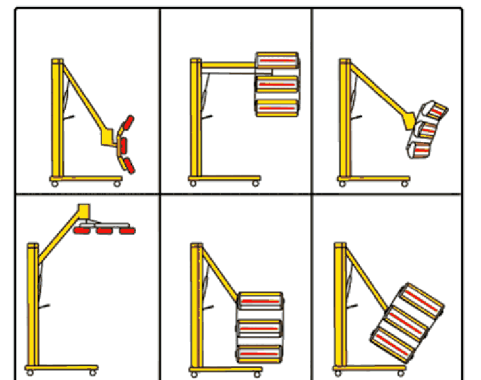
A podtladni fluid **B** visokotlačni fluid

Če pa bi na zgornji risbi dvignili tlak na fluidu A, potem bi se podtlak ustvarjal na fluidu B.

Po injektorskem principu delujejo mnoge naprave: brizgalna pištola, naoljevalnik zraka, peskanje, injektorski gorilnik pri plamenskem varjenju, črpalka na vodni curek itd..

Prim. Ejektor, Venturijeva šoba.

IR grelnik Ličarska naprava za ogrevanje premazov. Ne smemo ga veliko premikati, kajti: zaradi treslajev lahko počni nitka IR žarnice. Sin. infrardeči sušilnik, infrardeči žarilnik.



Izgube brizganja Delež brizgane količine laka, ki se brizga mimo objekta lakiranja [%]. Prim. izkoristek nanosa.

Izkoristek nanosa Delež brizgane količine laka, ki pade na objekt lakiranja. Prim. izgube lakiranja. Sin. pokrivna učinkovitost.

Del kapljic laka zajame zračni tok v lakirni komori, vsesajo se v filter. Zato ne dosežejo objekta lakiranja in zmanjša se izkoristek nanosa.

Izkoristek nanosa je odvisen od postopka brizganja kot tudi od oblike in velikosti lakiranega objekta. Kolikor več vogalov in robov ima objekt v sozmerju s površino, toliko manjši je izkoristek nanosa laka.

Pri brizganju z visokimi tlakom (npr. 5 bar) se zrak odbija od objekta lakiranja. **Zaradi odbitega zraka**

se do 70% laka razprši mimo objekta lakiranja. To pomeni, da samo 30% laka pade na površino. Pri nizkotlačnih pištolah (HVLP) je izkoristek nanosa dosti večji in lahko doseže 65%.

Izocianati Organske spojine s funkcionalni skupino, ki se opiše s formulo $R-N=C=O$. Uporaba: pri ličarskih delih - poliestrski in dvokomponentni laki.

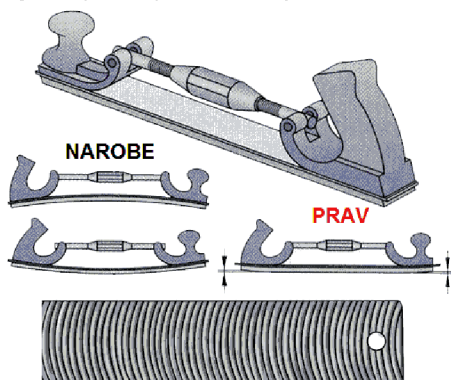
Kataforeza Glej Elektroforeza. Prim. Ličenje v serijski proizvodnji.

Kit Sredstvo za:

1. **Izravnavanje**, glej geslo Kitanje - izravnavanje.
2. **Tesnenje**, glej geslo Kitanje - tesnenje.
3. **Pritrjevanje**, glej geslo Kitanje - pritrjevanje.

Angleška izpeljanka **kit** pa pomeni **komplet**, oprema, sestav, sklop, garnitura. Npr. ~ za poliranje.

Kleparska pila Po ravnanju vboklin ostanejo na površini pločevine še majhne neravnine. Če jih podrsamo s karoserijsko pilo, postanejo še bolj vidne. Na ta način vidimo, kje na površini pločevine je potrebno še popravilo s kladivom in podlogo. Kleparska pila ima običajno ločne naseke.



Klobučevina Glej Filc.

Kolofonija Naravna smola, ki se pridobiva z destilacijo terpentina. Uporaba: za izdelavo lepil, umetnih smol in lakov, kot emulgator v industriji kavčuka in za mazanje lokov za godala.

Koloristika Nauk o razporeditvi barv, o mešanju barv in o vidnih efektih, ki nastanejo pri kombinaciji specifičnih barv.

Kompakprimer Heliosov (Mobihel) izraz za **temeljni predlak v enem** - temeljni predlak. Ang. compact: gost, trden. Sin. šprickit, brizgalni kit, površinski kit, tekoči kit.

Komplement **Dopolnitev**, dopolnilo. Npr.:

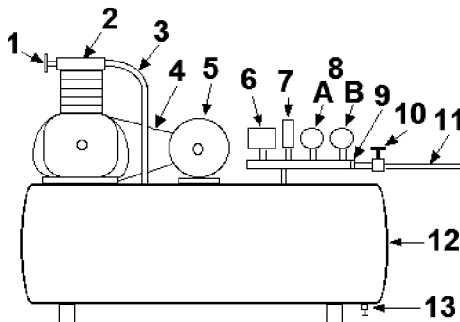
1. Matematično: **dopolnitev** ostrega kota **do pravega kota**, "kota α in β sta komplementarna, ker skupaj tvorita pravi kot".
2. **Komplementarni barvi** sta tisti, ki si **ne bi mogli biti bolj drugačni**. Primer: nek predmet je rdeče barve, če od sebe **odbija rdečo svetlobo** - rdeči barvi komplementarno svetlobo pa **vpija**. Rdeči barvi komplementarna barva (tista, ki jo rdeč predmet vpija) se imenuje **cyan**. Če komplementarni barvi medsebojno pomešamo, dobimo nevtralni sivi ton. **V barvnem krogu** se komplementarni barvi **vedno nahajata ena nasproti drugi**:



3. **Komplement binarnega števila** 1011 je število 0100. **Dvojni komplement** pa napravimo tako:
 - a) Binarno vrednost najprej komplementiramo. Po zgornjem primeru dobimo število 0100.
 - b) Komplementu prištejemo vrednost 1, npr.: $0100 + 1 = 0101$.

Komplementarni: dopolniten, dopolnjevalen. Prim. suplement.

Kompresorska enota Kompresor za industrijsko uporabo se običajno prodaja **kot kompresorska enota**: **skupaj s tlačno posodo, z regulatorjem tlaka** itd., vendar **brez filtra za delovni zrak** in brez **naoljevalnika**:



1 zračni filter in vstop zraka 2 kompresor 3 tlačni vod do tlačne posode 4 jermenski pogon (možnost) 5 elektromotor 6 tlačno stikalo, ki avtomatično izklaplja motor, ko se doseže nastavljeni primarni tlak v tlačni posodi 7 izpustni (varnostni, nadtladni) ventil 8A manometer za primarni tlak 8B regulator tlaka (naj bo zavarovan proti nehotenemu odvijanju) z manometrom 9 razdelilnik s hitrimi sklopkami (možnost), ki omogoča priklop na delovni tlak in tudi povezavo tlačne posode z drugim kompresorjem 10 zapirni ventil 11 oskrbovalna cev z delovnim tlakom za pnevmatični sistem 12 tlačna posoda 13 ventil za izpust kondenzata

Kompresorska enota v pogovoru imenujemo kar kompresor. Razlikuj: kompresorska postaja.

Kontrolna barva Pripomoček, ki se uporablja za za **kontrolno gladkosti** pobrušenih površin.

Kontrolna barva je lahko:

- prah, ki se nanaša se z gobico
- sprej, ki se pobrizza

Po nanašanju kontrolne barve na brušeno površino sledi mokro ali suho brušenje, brisanje odvečnega prahu in kontrola površine: neravnosti so sedaj vidne, saj so obarvane s kontrolno barvo.

Želena gladkost dosežemo tako, da brusimo tako dolgo, dokler se kontrolna barva več ne vidi. Prim. Tuširanje.

Krep trak Običajno je s tem izrazom mišljen zaščitni (ličarski) lepilni trak.



Krep papir pa je naguban mehek papir, ki se običajno uporablja za okrasitev (aranžiranje). Ang. crepe: nakodran papir.

Kritnost Sposobnost barvila, da naredi enakomerno obarvano plast prek plasti druge barve.

Preizkus kritnosti naredimo s črno-belo šahovnico ali s ploskvijo, ki ima bele in črne proge. Na takšno ploskev nanesemo toliko plasti barvila, da dobimo enak barvni ton na beli in na črni podlagi.

Sin. prekrivnost, pokrivnost, transparenčnost, prosojnost.

Lak Tekoč ali praškast material, ki se na tanko nanese na površino predmetov, nato pa se zaradi kemičnih reakcij ali fizikalnih procesov spremeni v neprekinjeno, trdo in elastično prevleko. Kemične reakcije so lahko oksidacija na zraku, polimerizacija zaradi povišane temperature ipd. Fizikalni proces je npr. izhlapevanje topil in razredčil (sušenje).

Uporabne funkcije prevleke so:

- **zaščita** pred vplivi okolice
 - **optični učinek**: bavní efekt, polepšanje ipd.
 - **posebne površinske funkcije**, npr. sprememba električne prevodnosti materiala ipd.
- Glej Določanje potrebne količine laka. Prim. Emajl. Kemično je lak **disperezija** (raztopina, koloid, emulzija ali suspenzija). Vsebuje:

1. **Nehlapne sestavine** ustvarjajo trdno prevleko:
 - **veziva** (topljenci): naravne ali umetne smole,

olja, voski, tvorci filma

- **meščala**, ki povečujejo elastičnost filma
- **polnila**, ki zapolnijo vbokline, izboljšajo brušenje ali preprečujejo usedanje pigmentov
- **barvila** ali pigmenti
- **dodatki**, ki povečujejo sijaj, izboljšujejo brusenost in razlivanje, absorbirajo UV žarke, pospešijo sušenje ali strjevanje (sikativi, trdilci itd.), podaljšajo rok skladiščenja (protimikrobni dodatki) itd.

2. **Hlapne sestavine** po lakiranju hitro izhlapijo:

- **topila**
- **razredčila**: alkohol, bencin, voda, nitro topila
- **reakcijski produkti**

VRSTE LAKOV:

a) Glede na **vrsto veziva** (topljencev):

- **oljni laki** (oljnatne barve, **oksidativno utrjevanje** - spajanje s kisikom)
- **nitrocelulozni** ali nitro laki (utrjevanje s fizikalnim sušenjem - **izhlapevanjem** topila)
- laki iz **umetnih smol**:
 - **duroplasti**: duroplastične akrilne smole, alkidne smole, melaminske smole (**oksidativno utrjevanje** - spajanje s kisikom, lahko z dodatkom utrjevalcev - sikativov; dodatna možnost pa je utrjevanje **pri povišani temperaturi**)
 - **termoplasti**: termoplastične akrilne smole, poliestrska smola (utrjevanje s fizikalnim sušenjem - **izhlapevanjem** topila)

b) Glede na **vrsto topil** proizvajalci praviloma razdelijo lake najprej na dve skupini:

- **vodni laki**
- **topilni laki**: alkoholni laki, nitro laki, laki na acetonski bazi itd.

Razlog za takšno razdelitev: ker je vodne lake izjemno težko odstraniti, ko se enkrat posušijo (zanje ni topil, potrebno je brusiti).

c) Glede na **delež nehlapnih sestavin**:

- **MS** laki
- **HS** laki

d) Glede na **agregatno stanje** laka:

- **tekoči** laki
- **prašnati** laki

e) Glede na **število komponent**:

- **enokomponentni** laki
- **dvokomponentni** laki

f) Glede na **način utrjevanja**:

- laki z utrjevanjem zaradi izhlapevanja topila
- laki z oksidativnim utrjevanjem
- laki s kemičnim utrjevanjem

g) Glede na **učinek**:

- enobarvni laki
- laki s kovinskim učinkom

Nekaj pomembnih **mejnikov** (odkritja, napredki) v zgodovini razvoja lakov:

1913 - uvedba proizvodnje popolnoma umetnih smol za lakiranje - **fenolne smole** PF (pred tem so se uporabljala **rastlinska olja**, npr. laneno olje)

1918 - laki iz **sečninskih smol**

1920 - **nitrocelulozni** laki, 1921 se pojavi serijska proizvodnja z nitroceluloznimi laki

1925 - **zračnostrjevalni** laki

1927 - laki iz **alkidnih smol**

1940 - termoplastični **akrilni** laki

1948 - laki iz **epoksidnih smol**

1949 - izdelava prvih lakov na **vodni bazi**

1970 - dvokomponentni **2K** laki (izocianati)

1980 - **HS** (high solid) laki

1990 - uporaba vodnih lakov

Nekateri laki vsebujejo fenolne smole in se sušijo šele pri povišani temperaturi. **Žgano lakiranje** pomeni, da površino po lakiranju postavimo v vročo komoro s temperaturo $\sim 130^{\circ}\text{C}$. Tako lakiramo tudi **aluminij**.

Laki na osnovi vinilnih smol so mehki in zelo odporni proti kemikalijam. **Emajlne in barvne lake** dobimo tako, da omenjenim lakom dodajamo anorganska barvila (cinkovo ali titanovo belilo, kromovo rumeno barvo, železovo rdečo barvo itd.). Prim. Oljnatne barve, **lzračun količine laka**. **Protikorozijska zaščita z laki** je opisana pod geslom Zaščita z barvnimi in lakastimi premazi.

Lak - avtoličarstvo V avtoličarstvu ločimo predvsem dva tipa lakov:

- **predlaki**
- **pokrivni laki** oziroma **površinski laki**

Lak - določanje količine Glej Določanje potrebne količine laka.

Laki iz umetnih smol To so laki, pri katerih se kot veziva uporabljajo:

- duroplasti (alkidna smola, melaminska smola), ki se strjujejo pod vplivom kisika v zraku
- termoplasti (akrilni laki in laki iz poliestrske smole), ki se strjujejo z izhlapevanjem topila in se lahko s pomočjo toplil ponovno omehčajo

Laki s kovinskim učinkom Laki, ki poleg barvnih pigmentov vsebujejo tudi sljudo ali lističe aluminija v bazičnem laku. Ker ti dodatki odsevajo na padajočo svetlobo, nastane **kovinski učinek** na površinskem laku. Po nanosu bazičnega laka se takoj nanese prozorni lak za zaščito bazičnega laka (postopek »mokra na mokro«).

Lakiranje Prekrivanje z lakom.

Lakiranje na prehod Poseben način lakiranja, ki od ličarja zahteva tudi nekaj spretnosti. Popravljeni del karoserije lakiramo **z mehkim barvnim prehodom** na staro lakiranje. Na ta način **naredimo razliko** v barvnem odtenku novega in starega lakiranja **za oči čim bolj nevidno**.

Poznamo več metod lakiranja na prehod:

- lakiranje na prehod v sosednji del
- lakiranje na prehod v samem delu
- Spot-Repair

Lakiranje v serijski proizvodnji Glej Ličenje v serijski proizvodnji.

Lakirna kabina Zaprt prostor, namenjen za lakiranje ali za sušenje. Namen: da preprečimo prisotnost **prahu**, škodljive **barvne megle** in **vonja po laku** na okolico. Da je nanos laka kvaliteten in da lahko med postopkom lakiranja natančno opazujemo barvni odtenek, je v lakirno-sušilni komori nujno potrebna jakost osvetlitve 750 do 1000 luxov z lučjo, podobno dnevni svetlobi. Luči so običajno fluorescentne, ki se ne smejo bleščati in morajo biti hermetično zaprte.

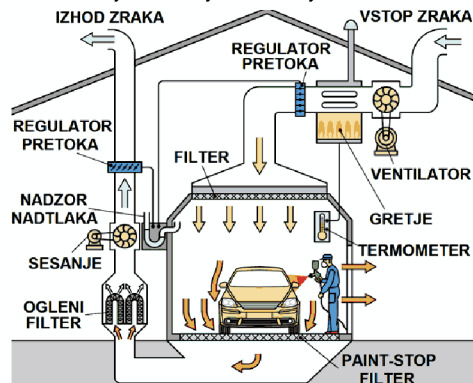
Glede na uporabljeno snov, ki čisti zrak, ločimo:

- **suhe kabine**, kjer zrak prečiščuje lesna ali steklena plastična volna
- **mokre kabine**, kjer zrak prečiščuje pralna tekočina (kabine z vodno zaveso oz. z vodnim odsesavanjem)

Prednosti mokrih kabine:

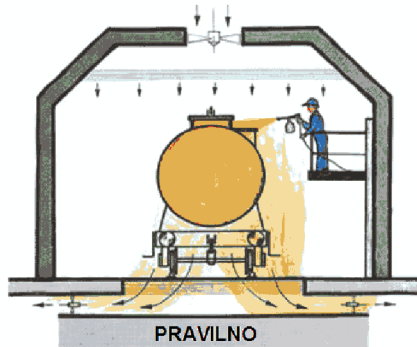
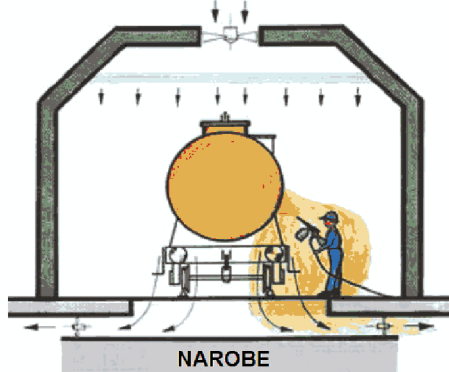
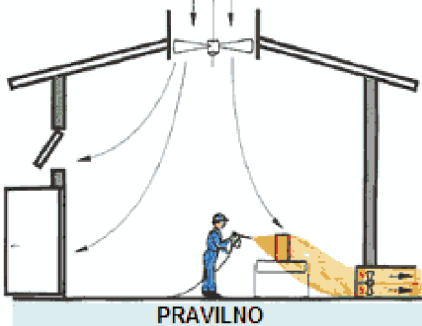
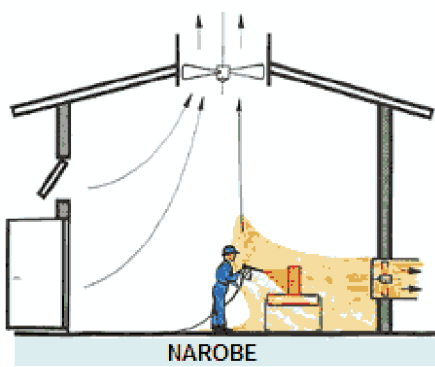
- varnost pred požarom,
- odlična odstranitev onesnaženega zraka, plinov in delcev barvil,
- možnost regulacije prezračevanja brez prepaha,
- popolna konstantnost odsesavanja.

Obstajajo tudi **lakirno-sušilne komore**, v katerih je možno oboje: lakiranje in sušenje.



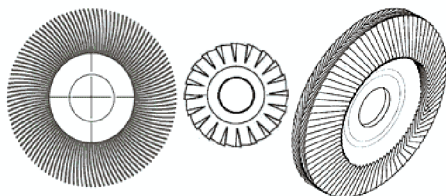
V notranjosti kabine mora vladati rahel nadtlak, ki preprečuje dostop prahu iz zunanosti v kabino, kadar npr. odpiramo vrata.

Da se ne bi v notranjosti prostora nabiral prah, mora biti notranjost kolikor mogoče gladka in brez ostrih kotov. Stene je treba prekriti s posebno mastno snovjo, ki se ne suši - nanjo se prilepi prah. Mastno prebveleko moramo občasno oprati in obnoviti.



Lakirna pištola Glej Brizgalna pištola.

Lamelna brusilna plošča V primerjavi z običajno brusilno ploščo ima določene prednosti: ne poškoduje pločevine, ima visok učinek odstranjevanja pri majhni obrabi, idealen delovni kot.



Ena od oblik lamelnih brusilnih plošč je **pahljačasta** brusilna plošča.

Ličarska pila Brusni blok z veliko (podolgovato)



dimenzijo za brušenje, npr. 70x400 mm. Na prvi pogled je podobna kleparski pili. Brusni papir se

praviloma pritrdi z ježkom.

Ličarska pištola Glej Brizgalna pištola.

Ličenje Postopek, katerega cilj je pravilno prekrivanje podloge z naličjem, npr.: ~ avtomobila. Tudi nanašanje ličila na obraz je ličenje. Nedoločnik: ličiti. Prim. Nalič, Pleskanje.

Čemu služi ličenje? Obstajata dva razloga:

- estetski izgled in
- zaščita pred škodljivimi vplivi okolice

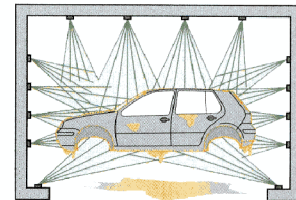
Katere aktivnosti zajema avtoličarstvo:

1. **Zagotavljanje** ustreznih **pogojev** za kvalitetno opravljanje ličarskih del je precej zahtevna naloga: temperatura, prezračevanje, čistost zraka, posebne naprave - orodja - materiali itd.
2. **Priprava površin** na ličenje (nanašanje prevlek): odstranjevanje starega naliča (dekapiranje), izravnava površine (kitanje), brušenje s kontrolo gladkosti pobrušenih površin, čiščenje (razmaščevanje), maskiranje.
3. **Priprava raztopin** in **barvnih odtenkov**: določanje količin, merjenje, mešanje.
4. **Nanašanje** in **sušenje prevlek**: nanosi, sloji, plasti.
5. **Končno obdelave** in **posebnosti**: končno brušenje, poliranje, oblikovalno lakiranje, poprava barvnega odtenka, popravila brez ličenja.
5. **Vzdrževanje ličarskih naprav in orodij**: predvsem čiščenje

Ličar: kdor se poklicno ukvarja z ličenjem. **Avtoličar**: ličar avtomobilov.

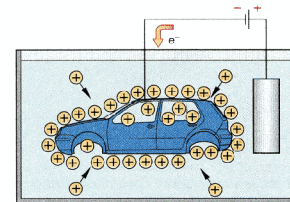
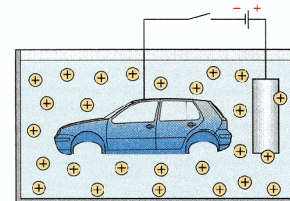
Ličenje v serijski proizvodnji Celoten postopek lahko razdelimo na 7 faz:

1. **Predhodna obdelava karoserije**
Razmastitev in čiščenje: s postopkom brizganja in potapljanja se odstrani tanka plast maščobe, ki je olajšala globoki vlek pločevine. Umazanijo in delčke pločevine odstrani čiščenje z brizganjem, s potapljanjem pa se bolje dosežejo notranji in votli deli karoserije.
Fosfatiranje: cink-fosfatna prevleka ščiti pločevino proti koroziji in vdoru rje.



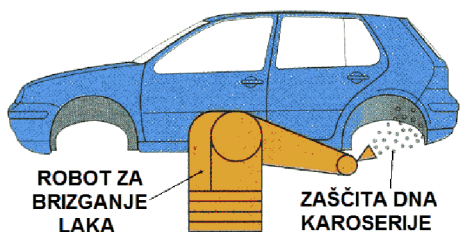
2. **Nanašanje temeljne plasti s kataforezo**

Karoserija se **potopi** v korito za nanos temeljnega laka (grundiranje). Delčki laka v potopnem koritu so nabiti pozitivno in potujejo k negativno nabiti karoseriji. S tem postopkom dobimo **enakomeren nanos temeljnega laka**. Nato se temeljna plast še **zapeče** v sušilnih pečeh. Po **suhem brušenju napak**, npr. kapljic, se zgibi in spoji zatesnijo in votli deli zapečatijo.



3. **PVC-zaščita dna karoserije**

Ohišja koles in spojnji del karoserije dobijo 0,8 do 1,5 mm debelo **PVC plast** z Airless postopkom. PVC plast **nudi** dolgotrajno korozijsko zaščito pri visoki mehanični obstojnosti in sočasno fino tesni pregibe in prekrute spoje pločevin.



4. Nanašanje polnila (predlak)

Polnilo dodatno ščiti karoserijo pred korozijo, kot elastična podlaga preprečuje luščenje laka zaradi udarcev kamena in pripravi površinske- mu laku gladko površino. Z obarvanjem polnila z enakim barvnim tonom, kot ga ima površinski lak, se doseže dobro pokrivanje in barvni lesk. Polnilo se nanaša z avtomati za lakiranje na zunanjo površino. Rotirajoče glave s šobami fino razpršujejo polnila. Karoserija je **nabita z električnim nabojem**, da se polnilo privlači na karoserijo - zato dosežemo zelo enakomeren nanos pri zelo majhni porabi polnila. Notranji prostor lakirajo roboti. Karoserija se nato še suši, brusi in očisti.



5. Površinsko lakiranje

Površinski lak daje vozilu:

- briljantno barvo in sijaj
 - visoko odpornost proti vremenskim ter okoljskim vplivom, proti praskam in udarcem
- Lak nanašamo **elektrostaticno** (enako kot polnilo) in ga končno v sušilnih pečeh **zapečemo** pri temperaturi 130 do 160°C:



6. Konzerviranje votlih prostorov

Ker so votli prostori karoserije še posebej ogroženi zaradi korozije, ki jo povzroči kondenzat, se v votle prostore s sulicami brizga vroči vosk. Pri nekaterih drugih postopkih se votli prostori ogreje karoserije popolnoma napolnijo z vročim voskom, ki se potem zopet izprazni. Na ta način je zagotovljeno, da dobijo vsa mesta pravo količino voska.

7. Kontrola kvalitete

Lakiranje se zelo skrbno pregleda. Karoserija z napakami se mora popraviti in ponovno površinsko lakirati.

Luč za niansiranje Avtoličarski pripomoček, ki omogoča hitro, natančno in enostavno niansiranje barv. Luč za niansiranje vsebuje posebno žarnico, ki seva svetlobo, zelo podobno dnevni svetlobi. Na ta način nam omogoča, da odkrijemo že majhne razlike barvnih odtenkov.



Prim. Niansiranje.

Lužilo Snov za luženje (tekočina, pasta), ki povzroča naslednje:

- pri **kovinah** odstranjuje kovinske okside in nečistoče:

pri **jeklu** odstranjuje ogorino / rjo (dekapira), npr. 6-18% raztopina solne kisline HCl (ki se uporablja tudi v železarnah, zaradi velike hlapljivosti je temperatura lužnice omejena na 50°C) ali žveplene kisline H₂SO₄;

pri **aluminiju** uporabljamo mešanico 27,5 masnih % H₂SO₄ (koncentrirane žveplene kisline) in 7,5 masnih % Na₂Cr₂O₇·2H₂O (natrijevega dikromata), ostalih 65 masnih % je voda;

pri **bakru, bronu, medenini, tombaku** ali **rdeči litiji** uporabljamo različne mešanice kromove kisline;

pri **magnezijevih zlitinah** uporabljamo 15% natrijevega ali kalijevega bikromata in 20% dušikove kisline, ostalo je voda

- **les** obarva, da ostane pristna tekstura ohranjena
- pri **semenih** odstranjuje trse in glivice
- pri **usnju** odstranjuje dlake in ga zmečča

LVLP Kratica, ki se uporablja za nizkotlačne brizgalne pištole: Low Volume Low Pressure, kar pomeni majhna prostornina (porabljenega zraka) in majhen pritisk - v primerjavi s klasičnimi (visokotlačnimi) brizgalnimi pištolami. Japonski izum.

LVLP brizgalne pištole porabijo običajno 3 - 4 CFM, kar je 85 - 115 L/min, pri tlaku manj kot 10 psi, kar je pod 0,7 bar nadtlaka. Seveda porabijo tudi manj laka, primernne so za manjše kompresorje. Delo z njimi je počasnejše, a tudi cenejše. Nastavitve LVLP:

- za brizganje baze se LVLP nastavi na 10-15 PSI (0,7 do 1,0 bar)
 - za brezbarvni lak je za boljše atomizacijo potrebno dvigniti tlak na 20 - 25 PSI (1,3 - 1,4 bar)
- Pri 40 PSI (2,8 bar) je poraba zraka približno 5 - 7 CFM (140 - 200 L/min).

Maskiranje - avtoličarstvo Postopek zaščite pred barvanjem / lakiranjem. Uporabljamo naslednje materiale:

- maskirni trak za zaščito pred barvo
- maskirni trak za gumijaste obrobe
- trakovi za linije (za maskiranje finih linij in detajlov)
- maskirna folija (ki se opriema vozila)
- mehki penasti maskirni trak, da se izognemo nastanku ostrih robov

Za optimalno porabo maskirnega traku (krep trak) uporabljamo trakove različnih širin.

Matirati Razbrzdati, hrapaviti - narediti nekaj medlo, motno, odvzeti lesk. Npr. ~ kovino, les, pohištvo.

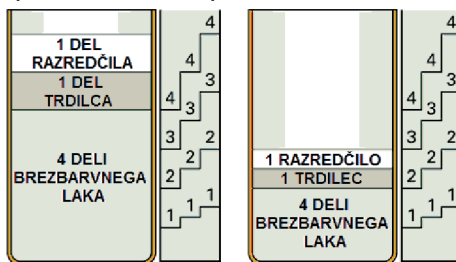
Matirano steklo je steklo s hrapavo površino, ki omogoča bolj enakomerno razprševanje svetlobe.

Matiranje je pogosto opravilo pri ličarskih delih:

- za matiranje novih delov uporabljamo **brusno mrežico**
- **matirna pasta** se uporablja **za pripravo površin pred lakiranjem** - površino obrusi, očisti, popolnoma razmasti in ne pušča globokih risov; mehansko in kemično odstrani voske ter silikone, tudi lakirno meglo in trdovratne madeže; nanašamo jo ročno ali strojno, mokro ali suho

Merilna palica Pripomoček za hitro in natančno odmerjanje posameznih komponent laka. Na vrhu palice je označeno razmerje, v katerem mešamo posamezne sestavine. Na spodnji risbi smo isto merilno palico uporabili dvakrat:

- za večjo količino, pri čemer polnilo (brezbarvni lak) nalijemo do višine 4
- za manjšo količino, pri čemer brezbarvni lak nalijemo le do višine, ki je označena s številko 2



Merilni lonček Pripomoček za hitro in natančno

odmerjanje posameznih komponent laka. Kot pri merilni palici so tudi v merilnem lončku narisane črte za različna razmerja. Oznake so običajno narisane tako, da jih lahko preberemo od znotraj:

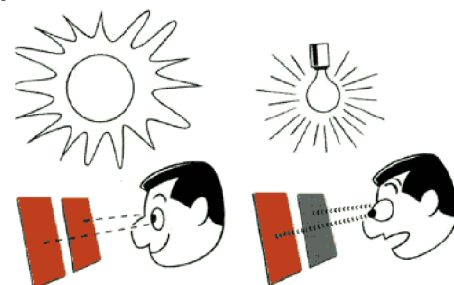


Merilnik debeline laka Merilnik, ki samodejno zaznava kovino in nato na osnovi merjenja vrtničnega toka določi debelino laka.

Merjenje debeline naliča Poslužujemo se predvsem dveh metod:

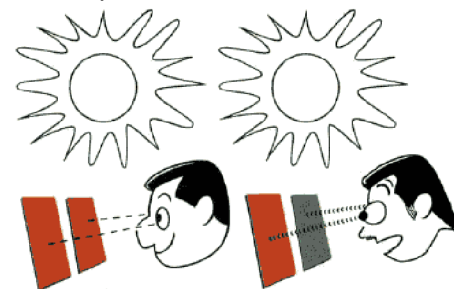
1. Merjenje debeline laka **v mokrem**. To je nadzor med delom, med nanašanjem laka. Glej geslo Glavnik za merjenje debeline mokrega filma.
2. Merjenje **posušenega naliča**. V tem primeru kontroliramo nalič šele po opravljenem delu. Glej geslo Merilnik debeline laka.

Metamerija Pojav, da dve barvi izgledata enaki pri enem izvoru svetlobe in različni pri nekem drugem izvoru svetlobe:



Razlogi za ta pojav so lahko naslednji:

1. **Metamerne barve** - barve, ki v odvisnosti od izvora svetlobe spremenijo tudi odboj svetlobe.
2. **Metamerizem opazovalca** - različni ljudje imajo različno občutljivost oči. Dva človeka lahko različno vidita enako barvo celo pri istem izvoru svetlobe, kaj šele pri različnih izvorihi svetlobe. Razen tega se vid človeka spremeni tudi z leti, odvisen je od starosti človeka:



Mikronski brusni disk Brusni pripomoček za odstranjevanje manjših pomanjkljivosti z avtolaka, npr. mušice, prašni strdki ipd..



Mikronski brusni disk ima majhen premer, npr. 36 mm. Uporabljamo ga s pomočjo ročne podločke za brušenje.

Minij Pb₃O₄, živo rdeč in v vodi netopen prah. Zmešan s 15% firneža ali z lanenim oljem je odličan protikorozijski premaz za železo. Prim. Proti-

korozijski premazi, Steklo, Primer.

Mokro brušenje Površino brusimo z voodopornim brusnim papirjem in z veliko vode. Brusni prah se z vodo veže v brusni mulj, ki učinkuje kot brusna pasta in omogoča zelo fino brusno sliko. Sočasno pa ima mokro brušenje kar nekaj slabosti:

- Otežena kontrola dela. Voda in brusni mulj preprečujeta pogled na delovno površino.
- Napake na laku zaradi vodnih vključkov. Površina mora biti pred lakiranjem popolnoma suha, drugače obstaja nevarnost, da nastanejo pozneje v površinskem laku pri sušenju mehurčki.
- Napake na laku zaradi brusnega mulja. Če se brusni mulj pred lakiranjem popolnoma ne odstrani, lahko v vlažnem vremenu v laku nastanejo z vlago napolnjeni mehurčki, ki povzročajo korozijo.
- Uporaba posebnih brusnih strojev. Zaradi varnosti pri delu smemo delati samo s stisnjeni zrakom ali s specialnimi električnimi brusnimi stroji.

Mokro na mokro Ličarski postopek, pri katerem lahko po 20 minutah zračenja že nanesemo površinski lak direktno na še vlažen sloj združenega temeljnega premaza in polnila. Pogoj za lakiranje po postopku »mokro na mokro« je brezhibna površina po nanosu polnila. Prim. Polnilo, Nalič.

Mrežasto platno To so brusni koluti iz zelo grobe pentljaste tkanine, ki je obdana z brusnimi zrcni. Med brušenjem dodajamo manjše količine vode in zato se brusni mulj useda v mrežasto platno. Brusni mulj učinkuje kot fino brusno sredstvo. Na ta način se hkrati izvaja grobo in fino brušenje. Prednost tega načina brušenja je hiter način dela in zato prihranek časa. Dosežemo lahko tudi boljše brusno sliko, kot pri običajnem ročnem brušenju.



MS - ličarstvo Ang. Medium Solid, kar pomeni srednji delež (~55%) trdnih (nehlapljivih) delcev v laku ali v polnilu. Prim. HS.

Nalič Tanka in čvrsta prevleka, ki nastane po nanašanju premazov (protikorozijske zaščite, voodoporne plasti, kitov, barv in lakov) na leseno, kovinsko ali drugačno podlogo. Sin. oplesk, vsi premazi skupaj. Naličje - maska.

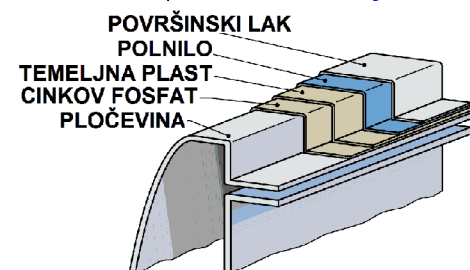
Zakaj je nalič sploh potreben? Razloga sta dva:

- estetski izgled in
- zaščita pred škodljivimi vplivi okolice

Nalič sestavljajo **PLASTI**, ki se lahko delijo na **SLOJE**, sloji pa so lahko sestavljeni iz več **NANOSOV**. Prim. Nalič - avtoličarstvo.

Nalič - avtoličarstvo V avtomobilski industriji poznamo **DVA TIPA SESTAVOV NALIČA**:

1. Sestav naliča pri **SERIJSKEM ličenju**:



Skupna debelina naliča je odvisna od proizvajalca in znaša **100±20 µm**. Debelina **cinkovega fosfata** znaša le **2 µm**, ven-

dar je kljub temu odlična zaščita proti vdiranju rje in dober oprijem naslednje - temeljne plast. Debelina **temeljne plasti**, ki se ustvari s katarofreznim potapljanjem, znaša **~25 µm**. Temeljna plast je namenjena predvsem protikorozijski zaščiti, sočasno pa je dober oprijem za polnilo. Debelina plasti **polnila** znaša **25 do 30 µm**. Razen kvalitetne protikorozijske zaščite mora biti polnilo dovolj trdo (odporno na udarce kamenja) in odporno na soljeno vodo. Po sušenju mora biti polnilo primerno za brušenje.

Površinski lak z debelino plasti **30 - 45 µm**, od njega se zahteva dolgotrajna trpežnost in prvovrstni optični vtis glede naslednjih lastnosti:

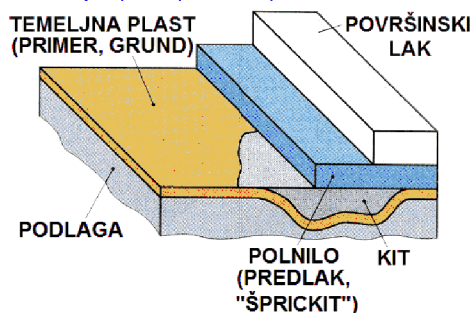
- **barvni odtenek** se ne sme spremeniti pri različnih vremenskih vplivih
- dolgotrajen in visoki **sijaj**
- lak se mora med nanosom dobro **razlivati**, saj le dobro razlita površina lahko daje visok sijaj
- **vremenska obstojnost**: lak mora biti odporen na toploto, mraz, dež, sonce itd., ne da bi izgubil sijaj in barvni ton
- **kemična obstojnost** proti kislinam, topilom, lugom, gorivom in onesnaževalcem okolja
- **oprijemanje**: udarci kamenja in druge mehanske obremenitve ne smejo povzročati odstopanja laka
- **odpornost proti praskam**: ta lastnost je najbolj odvisna od povsem zunanega sloja površinskega laka, avtomatske pralnice naj ne bi povzročale praskanja površinskega laka

2. Sestav naliča pri **REPARATURNEM ličenju**.

Skupna debelina naliča brez debeline kita in pri delu brez napak znaša **več od 150 µm**, polovico od tega je brezbarvni površinski lak.

Popolno reparaturno lakiranje spoznamo tako, da ga **ne prepoznamo**. Med popraviлом in originalnim lakiranjem ne bi smeli ugotoviti razlike. Poznamo dva različna reparaturna sestava:

a) **Triplastni sestav** reparaturnega naliča - **temeljna plast, polnilo in površinski lak**:

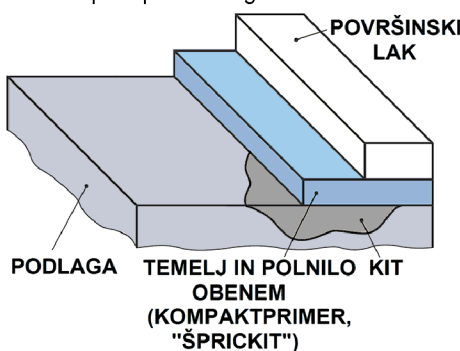


Kit pri tem ne štejemo kot plast, saj ne prekriva celotne površine, ki jo popravljamo.

Troplastno lakiranje daje najboljšo kvaliteto. Treba pa je dobro prebrati in upoštevati navodila, kajti pogosto se kit na enokomponentni primer ne prime!

V praksi se troplastno ličenje uporablja predvsem v tistih primerih, ko dvoplastno ličenje ne pride v poštev, npr. pri ličenju plastike ipd.

b) **Dvoplastni sestav** reparaturnega naliča se **največ uporablja**. Kit se nanaša direktno na pločevino - novejši kiti se dobro oprijemajo in so tudi antikorozijski. Temeljna plast in polnilo se nanašata obenem v eni sami plasti, skupaj se tudi sušita in brusita. Po sušenju sledi plast površinskega laka:



Postopek dvoplastnega ličenja je še zlasti gospodaren, če površinski lak nanašamo po postopku »mokro na mokro«. Pri postopku »mokro na mokro« lahko po 20 minutah zračenja že nanesemo površinski lak direktno na še vlažen sloj združenega temeljnega premaza in polnila. Pogoj za lakiranje po postopku »mokro na mokro« je brezhibna površina po nanosu polnila.

Način nanašanja plasti površinskega laka pri reparaturnem lakiranju obravnavamo pod posebnim geslom Površinski lak.

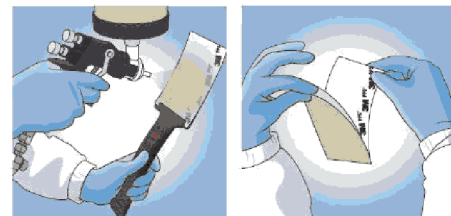
Nanašanje premazov Načini nanašanja so:

1. S **potapljanjem**, predvsem v serijski proizvodnji.
2. Z **lopatico**, npr. nanašanje kitov
3. S **čopičem**.
4. Z **brizganjem** (z brizgalno pištolo). Posebne oblike brizganja so brizganje s povišano temperaturo, plamensko nabrizgavanje, elektrostatično nanašanje itd..

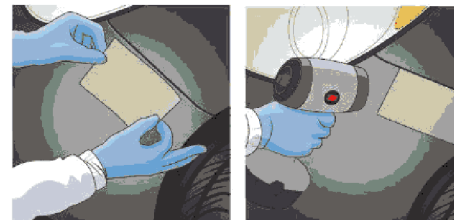
Nanos Glej definicijo pod geslom Sloj. Informacije o nanosih najdemo med navodili, glej geslo Piktogrami za ličarska gradiva, številka 14.

Niansiranje Ugotavljanje in spreminjanje odtenkov, npr. barvnih odtenkov. Izraz je zelo pomemben npr. za avtoličarje. **Niansa**: odtenek, komaj opazen razloček, npr. v barvi, zvoku itd.. Prim. Luč za niansiranje.

Primer niansiranja pri avtoličarstvu prikazujejo spodnje risbe:



Najprej pobrizgamo samolepilni listek s preizkusnim površinskim lakom. Ko se lak poskuša, odlepimo listek in ga prilepimo na očiščeno avtomobilsko površino, ki jo popravljamo.



Pri oceni ustreznosti barvnega odtenka nam lahko pomaga luč za niansiranje.

Nitro lak Glej Nitrocelulozni lak.

Nitro razredčilo Glej Razredčilo.

Nitro osnova Glej Nitrocelulozna osnova.

Nitroceluloza Nitrat celuloze, natančneje: ester celuloze in dušikove kisline. Zelo vnetljiva in hitro goreča snov. Sin. brezdimni smodnik, strelni bombaž (guncotton).

Delno nitrirana celuloza je našla uporabo kot plastična prevleka - nitrocelulozni (nitro) lak.

Nitrocelulozna osnova Besedna zveza, ki se najpogosteje uporablja za premaze (barve, lake itd.) z nitroceluloznimi vezivi. Sin. nitro osnova. Prim. Osnova.

Nitrocelulozna veziva topimo z **nitro topili**, viskoznost pa jim uravnavamo z **nitro razredčili**. Tudi **čistilna sredstva** so lahko na **nitro osnovi**.

Nasprotje: raztopine na vodni osnovi.

Vendar: premaze na nitro osnovi **ne smemo čistiti z nitro čistili**, ker jih bomo razmazali!!! Čistimo jih s čistili na vodni osnovi.

Nitrocelulozni lak Lak, pri katerem je osnovno vezivo nitroceluloza. Nitrocelulozni lak tvori premaz preprosto **tako, da izhlapijo topila**, ne pa zaradi oksidacije plasti, kakor je to pri drugih lakih.

Nitrocelulozni sloj ima dobre mehanske lastnosti, je voodoporen in odporen na svetlobne vplive.

Nitrocelulozo topijo le posebna, močna topila. Nitro razredčila so praviloma mešanica acetona, metil acetata, etil acetata, toluena, alkoholov in manj-

ših dodatkov.

Nitro topila in razredčila topijo večino spodnjih plasti, tudi če so že stare. Pride lahko tudi do popolnega odstopanja spodnje plasti, sploh pri nanašanju s čopičem. Iz tega razloga se je namesto nanašanja barv s čopičem [začelo](#) vse bolj [uvajati](#) [brizganje](#).

Nitrolaki so se na veliko uporabljali med letoma 1935 in 1950.

Nitro laki imajo [velik delež hlapnih sestavin](#): do 70% topil in razredčil ter ~30% nehlapnih snovi.

Zaradi visoke vsebnosti zdravju škodljivih hlapnih sestavin in obenem še nevarnosti eksplozije (požara) je [uporaba nitrolakov v večini državah prepovedana](#).

Nitrokombi kit Imenujemo ga tudi NC kit, na enak način pa uporabljamo tudi kit iz alkidne ali umetne smole.

Ti kiti se utrjujejo z izhlapevanjem topila oziroma z reakcijo s kisikom iz zraka. Ker se utrdijo samo v tankih slojih, je treba nanašati posamezne sloje v časovnem razdobju 1 do 2 ur. [Pri sušenju močno upadejo](#) in jih zato danes ne uporabljamo več.

Za pocinkane površine, aluminij in umetne mase se uporabljajo posebni, za njih primerni kiti. V tehničnih pisnih navodilih proizvajalcev so podana pomembna opozorila in napotki o tem, katere vrste kitov se uporabijo za določene podlage.

Nivelirati Izravnovati, izenačevati. V avtoličarstvu se ta izraz uporablja za mešanje pravilne nianse barve.

Odbiti zrak Pri brizganju z visokim tlakom (npr. 5 bar) se zrak odbija od objekta lakiranja. [Zaradi odbitega zraka](#) se do 70% laka razprši mimo objekta lakiranja. To pomeni, da [samo 30%](#) laka pade na površino. Pri nizkotlačnih pištolah (HVLV) je odbitega zraka manj, izkoristek nanosa je zato večji in doseže 65%. Prim. Izkoristek nanosa.

Odmaščevanje Glej razmaščevanje.

Odstranjevanje rje Predpriprava na odstranjevanje rje je čiščenje rje z žično krtačo. Na ta način odstranimo rjo, ki se ne drži površine.

Sledi obdelava - rjaste predmete namočimo z odstranjevalcem rje ali s pretvornikom rje, običajno s čopičem ali s pršenjem. Postopek je mogoče pospešiti z drgnjenjem površine s kovinsko krtačo. Prim. Fosfatiranje.

Oljnate barve Barve, ki so [sestavljene iz](#) drobno zmlate običajne [barve](#) (npr. cinkov oksid, cinkov kromat, železov oksid itd.), [veziva](#) (laneno olje, firnež, smole) in [topila](#) (npr. toluol). Veziva na zraku oksidirajo in ustvarijo trdno prevleko. [Oljne lake](#) sestavljajo olja, smole in topila. Prim. Laki.

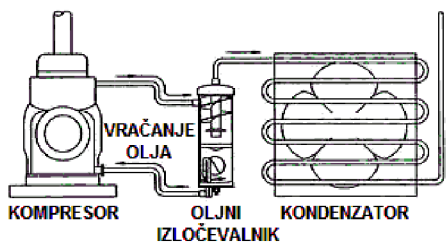
Oljnate barve se nanašajo s čopičem. Na ta način so se nanašali barve in laki na vozila nekje do leta 1925. Celotni postopek je trajal skoraj tri tedne, najboljši oljnati laki pa so se upirali vremenskim nepravilnostim dve leti.

[Protikorozijska zaščita z barvami](#) je opisana pod geslom Zaščita z barvnimi in lakastimi premazi.

Oljni izločevalnik Naprava v pnevmatskem sistemu, ki spada med enote za pripravo zraka.

Oljni izločevalnik je potreben [le za nekatere uporabe](#), npr. za lakiranje avtomobilov, avtopralnice, na bencinskih črpalkah ipd.. Uporaba pa je odvisna tudi od predpisov. Sin. oljni lovilec.

Še posebej pomembni so oljni izločevalniki [pri hladilnikih](#) (kompresorsko hlajenje). Olje za mazanje kompresorja namreč prehaja v kompresijski prostor in s tem v hladilno sredstvo. Olje v hladilnem sredstvu je seveda nezaželeno. V oljnem filmu, ki prekrije uparjalnik z notranje strani, nastajajo mehurčki, ki delujejo kot zelo dober izolator. Uparjalnik ima zato [majšo hladilno moč](#). Nepravilnosti se pojavljajo tudi pri delovanju dušilnih (ekspanzijskih) ventilov in tankih ceveh. Pri dolgotrajni uporabi se olje vrača v kompresor, skupaj s hladilnim sredstvom - kompresor nato stiska olje (ki je nestisljivo), posledica pa so resne poškodbe ventilov ali pogona kompresorja.



Obstajajo različni principi delovanja oljnih izločevalnikov. Običajno imajo veliko prostornino, da v trenutku zmanjšajo hitrost zraka. V notranjosti imajo [ovire](#) (npr. spirale), na katere se olje oprijema in nato odteče navzdol.

Pri manjših pnevmatskih sistemih se olje izloča v običajnih filterih - skupaj z vodo in prašnimi delci. Kadar imamo posebne zahteve glede čistosti zraka, uporabljamo filterjske vložke za zelo fino čistost (premeri por 5 - 10 µm).

Oplesk Premaz, ki nastane po pleskanju. Prim. Nalič.

Oprijemanje [Težnja](#) dveh različnih materialov, ki prideta v stik, [da se sprimetata](#) med seboj. Pri tem imamo v mislih dva materiala, ki sta v trdnem ali tekočem agregatnem stanju.

Oprijemanje je zelo pomemben podatek pri [barvah](#), [lakah](#), [premazih](#), [lepilih](#) (npr.: lepilnih trakovih), pri [površinskih prevlekah](#) (kromanje, nikljanje, CVD, PVD), [mazivih](#) (npr. oljih), tudi pri [avtomobilskih pnevmatikah](#) (oprijemljivost na cestišču), gradbenem materialu (razne vrste malt, fasadni nanosi - na steno se mora material prilepiti, na zidarsko orodje pa ne ...), [tesnilih](#), [plastičnih masah](#), včasih tudi pri odrezavanju (granulati za peskanje) itd.. Sin. adhezivnost.

Osnova V ličarstvu izraz za [vrsto topila](#), ki topi veziva pri premazih. Vezivo je lahko vodotopno (vodna osnova, vodna baza) ali pa je topno v organskih topilih, npr. nitroceluloza (nitro osnova). Proizvajalci premazov govorijo o [vodnih](#) in [topilnih premazih](#).

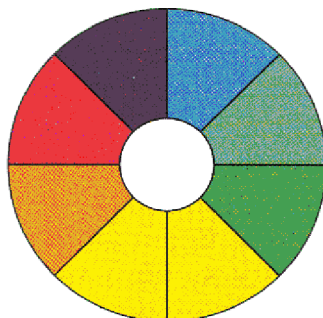
Pri [vodnih osnovah](#) brizgalne [pištole ni treba prati](#), če menjamo barvo - dovolj je, da pred začetkom brizganja z novo barvo samo nekajkrat brizgnemo v zrak.

Pri [nitroceluloznih osnovah](#) je drugače: brizgalno pištolo je [potrebno oprati](#), če menjamo barvo.

Tudi pri čiščenju premazov moramo biti pozorni:

- Premaze [na vodni osnovi](#) v času sušenja [ne smemo čistiti z vodo](#), ker jih bomo razmazali!!! Čistimo jih z organskimi čistili, npr. s čistili na nitro osnovi, s silikonskimi čistili itd.. Nekateri vodni premazi so izdelani tako, da niso več topni v vodi, ko se enkrat posušijo in strdijo. Ne moremo jih odstraniti z nobenim topilom več - niti nitro razredčilo jih več ne raztopi! Pomaga samo dolgotrajno brušenje.
- Premaze [na nitro osnovi ne smemo čistiti z nitro čistili](#), ker jih bomo razmazali!!! Čistimo jih s čistili na vodni osnovi.

Ostvaldov barvni krog Barvni krog, ki prikazuje [nastajanje novih barvnih mešanic in odtenkov](#), vse do najbolj finih barvnih nians.



Pri odštevalnem mešanju barv leži zelena v barvnem krogu med rumeno in modro, ker je rezultat mešanja rumene in modre barve. Glede na delež modre ali rumene dobimo bolj rumeno zeleno ali bolj modrikasto zeleno barvo. Sočasno pa je postalo očitno, da iz mešanja modre in rumene barve nikakor ne moremo dobiti rdečkaste barvne-

ga odtenka, ker leži rdeča barva nasproti zelene: Za razumevanje nastajanja barvnih mešanic je najbolje, da si najprej zamislimo [3 osnovne barve](#), glej levo sliko spodaj.



Sekundarne ali [izpeljane barve](#) dobimo, če v enakem razmerju mešamo katerikoli dve osnovni barvi (slika v sredinji). Če s postopkom nadaljujemo, dobimo [terciarne](#) itd. barve, postopek lahko poljubno ponavljamo.

Overspray Prekomerno razprševanje, ki gre mimo objekta. Glej geslo Izkoristek nanosa.

V drugačnem kontekstu je overspray lahko tudi megla, ki jo razpršimo na prehodu od popravila na staro barvo - delno lakiranje, barvanje na prehod.

Peeling Lupljenje, npr. barve pri ličarstvu.

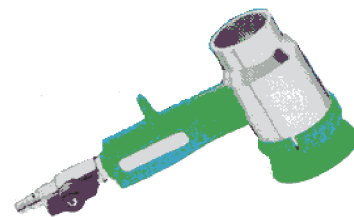
Peroksid Spojina s splošno formulo M_2O_2 ali R_2O_2 , pri čemer je M kovina, R pa organska skupina. Kisikova atoma sta pri tem med seboj povezana z enojno vezjo. Najpomembnejši je vodikov peroksid H_2O_2 .

Organski peroksidi se nahajajo v poliestrskih trdilnih masah, npr. v kitih. So jedki za kožo. Pršec peroksida je treba takoj popivnati in oprati z vodo.

Pigment Anorganska ali organska netopna snov za barvanje, [barvilo](#), barvni delček. Lahko je tudi naravno barvilo v človeškem in živalskem tkivu. Razen pigmentov, ki dajejo barvo (cink, svinec, kromove spojine, TiO_2), so v lakih tudi pigmenti, ki [ščitijo](#) pločevino [pred korozijo](#). Prim. Titan.

Veliko pigmentov je zdravju škodljivih. Z vdihavanjem prahu pridejo v pljuča in potem v kri, na ta način poškodujejo pomembne telesne organe.

Pihalno-sušilna pištola Pri lakiranju majhnih površin z vodnimi barvami ali laki lahko s pihalno-sušilnimi pištolami [zmanjšamo čas odzračevanja](#). Pihalno-sušilne pištole delujejo [po Venturijevem principu](#): iztekajoči stisnjen zrak potegne s seboj še okoliški zrak in tako poveča volumen pihajočega zraka. Zaradi velike hitrosti zračnega pretoka pa se okoliški zrak močno zvrtni, zato se poveča tudi [nevarnost vključkov prahu na površini laka](#).



Zakaj ne odzračujemo površin z električnimi feni:

- ker se na električnih feni nabirajo nečistoče (npr. prah na ventilatorju), ki jih ne moremo zlahka odstraniti; te nečistoče nato padajo na površini pri naslednji uporabi
- ker z električnimi feni ne dovajamo prečiščene zrak, ampak samo premešavamo okoliški zrak v lakirni kabini
- ker pri pihalno-sušilnih pištolah zlahka dosega mo velike pretoke zraka

Piktogram Poenostavljena slika (pojmovno znamenje, risba), ki upodablja nek [fizični predmet](#). Lat. *pictum*: risba. Je ena od oblik [ideograma](#).

S piktogrami obveščamo vse ljudi, [ne glede na jezik](#) ali starost, npr.: znaki za nevarnost, prometni znaki, oznake na napravah in strojih (vklop, izklop, glasnost, start, stop), dopolnilo signature (napisa v zvezi z vsebino izdelka) ipd..

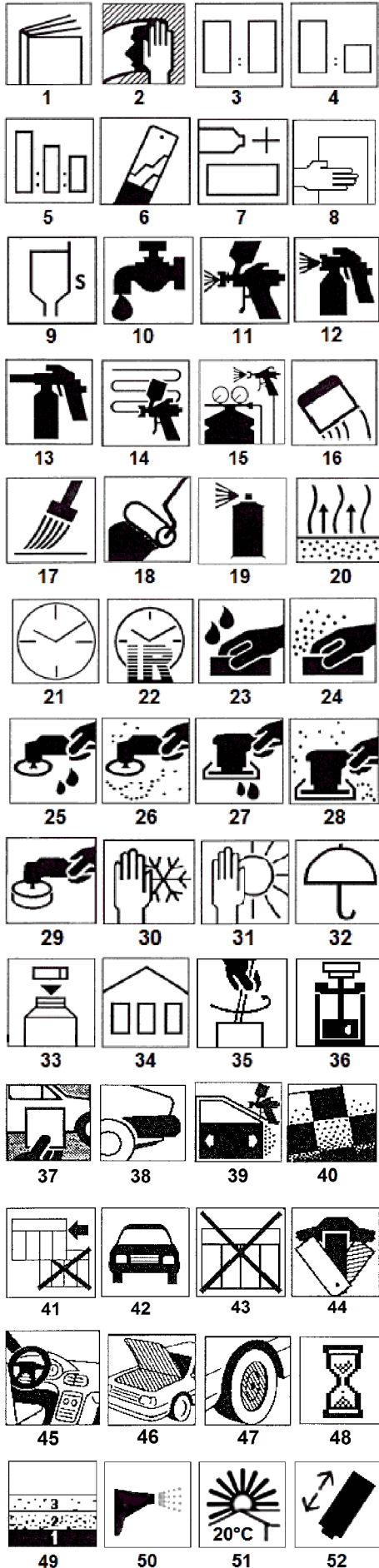
Pravilna slika [ne potrebuje dodatne razlage](#):



Ilustracija psa je piktogram, rdeč krog s črto pa je

ideogram z idejo "ne" ali "ni dovoljeno".

Piktogrami za ličarska gradiva



- 1 pogledj pisna navodila
- 2 čiščenje
- 3 razmerje mešanja 2 komponenti 1:1
- 4 razmerje mešanja 2 komponent
- 5 razmerje mešanja 3 komponente
- 6 uporabiti merilno palico
- 7 dodajanje trdilca (piktogram običajno vsebuje tudi razmerje v %)

- 8 premešaj z lopatico
- 9 obdelovalna viskoznost, podrobnejša pojasnila o spremljevalnem tekstu glej pod geslom Viskozimeter
- 10 možno redčiti z vodo
- 11 pištola z lončkom na dotekanje, doda se podatek o nastavitvi tlaka
- 12 pištola s sesalnim lončkom
- 13 UB-pištola
- 14 parametri brizganja:
 - številco nanosov, ki se označi z veliko črko X, npr.: 2X (dva nanosa), 1,5X (nanos in pol)
 - premer šobe [mm], npr.: 1,3 - 1,4 mm
 - nastavitev tlaka na brizgalni pištoli [bar], npr.: 2 - 4 bare
 - debelina posušenega sloja laka, polnila itd. v [µm], npr.: 50 - 60 µm
- 15 brezdračen
- 16 nanašanje z lopatico
- 17 premazovanje (s čopičem)
- 18 valjanje
- 19 nanašanje s sprejem
- 20 čas sušenja z odzračenjem, doda se tudi temperatura
- 21 čas in običajno tudi temperatura sušenja
- 22 sušenje z infra rdečo pečjo
- 23 ročno in mokro brušenje
- 24 brušenje ročno / suho
- 25 ekscentrično brušenje mokro
- 26 ekscentrično brušenje suho
- 27 vibracijsko brušenje mokro
- 28 vibracijsko brušenje suho, običajno je dodana tudi zrnatost brusnega papirja
- 29 poliranje
- 30 skladiščiti brez zmrzali
- 31 skladiščiti na hladnem
- 32 ščititi pred vlago
- 33 posodo zapirati
- 34 rok skladiščenja
- 35 mešanje
- 36 mešanje v mešalni napravi
- 37 primerjanje barvnih odtenkov
- 38 dodatni del v drugem barvnem tonu
- 39 dolakiranje
- 40 omejena kritnost
- 41 mešalna formula predelana
- 42 popolno lakiranje
- 43 ni možno mešati
- 44 nianse / odtenki
- 45 barvni odtenek za notranjost
- 46 barvni ton za prostor motorja in prtljažnik
- 47 barvni ton za platišče in kolesni pokrov
- 48 formula uporablja opuščujočo bazno barvo
- 49 troslojno lakiranje
- 49 nadaljnja obdelava z brizganjem (običajno je dodan tudi tekst)
- 50 nanašanje z brizganjem
- 51 rok uporabe pri ustreznem skladiščenju je zraven tega piktograma opisan z besedami, npr. 5 let
- 52 pred uporabo pretresi, lahko je pripisano tudi število, npr. 40 x

- 41 Plahta Pri ličarstvu: zaščitno pokrivalo, ki preprečuje nastajanje dodatnih poškodb objekta med delom. Sin. pokrovno platno, pregrinjalo.
- 42 Plast - ličarstvo Pri avtoličarstvu celoten nalič najprej razdelimo na plasti, ki se lahko delijo na sloje, sloji pa na nanose. Definicija plasti:
 - a) Plast vedno prekriva celotno površino, ki jo popravljamo - kit torej ne štejemo kot plast, saj prekriva predvsem vbockline.
 - b) Plast je tisti del premaza, ki služi določenemu namenu oz. izpolnjuje določeno nalogo. Primer:
 - polnilo (tekoči kit, površinski kit, predlak, šprickit) je plast, ker služi svojemu namenu: zgladitev zadnjih in najbolj finih izboklin / vbocklin; vendar, polnilo je praviloma enoslojno, lahko pa se nanaša v več nanosih
 - baza (bazni lak, bazna barva) ni plast - to je sloj, je del plasti, ki se imenuje površinski lak, katerega naloga je dolgotrajna trpežnost in estetski izgled
 - c) Plast lahko vsebuje različne materiale, ki pa so ločeni po slojih. Npr.: površinski lak je avtoličar-

ska plast, ki jo lahko sestavljajo trije različni sloji: bazna barva (baza), sloj z bisernim učinkom in prozorni lak - glej risbo pod geslom Večslojno reparaturno površinsko lakiranje.

Risbe, ki prikazujejo plasti pri serijskem in reparaturnem lakiranju, vidimo pod geslom Sestava naliča. Razlikovati jih je treba od risb, ki prikazujejo različne načine površinskega lakiranja, npr. Dvoslojno reparaturno površinsko lakiranje, Večslojno reparaturno površinsko lakiranje.

Pleskanje Prekrivanje z barvami (tudi oljnimi) ali z lakom. Izraz se uporablja predvsem za stene, vrata, pohištvo ipd.. Prim. Ličenje.

Pnevmatika - vzdrževanje Redno vzdrževanje lahko razdelimo po skupinah:

NAPRAVE, KI STISNEJO IN SHRANJUJEJO ZRAK: čiščenje in ravnanje po navodilih za uporabnika ter v delavniškem priročniku.

ENOTE ZA PRIPRAVO ZRAKA:

Vzdrževanje filtra:

- potrebna je redna kontrola nivoja kondenzata in pravočasni izpust kondenzata, sicer stisnjeni zrak potegne kondenzat za seboj v sistem; posebej pozorni smo pozimi, ker lahko kondenzat zmrzne, raztezanje ledu pa lahko poškoduje filter
- **filtrski vložek** je potrebno občasno zamenjati v odvisnosti od časa uporabe in od zahtevane stopnje čistosti zraka
- plastično posodo za filter (kozarec) in kanale je potrebno občasno očistiti (izpihati), vendar jih nikoli ne peremo s trikloretilenom

Vzdrževanje regulatorja tlaka: Občasno primerjamo nastavljeni delovni tlak s kontrolnim manometrom.

Vzdrževanje naoljevalnika: Pozorni moramo biti na to, da dolivamo vedno olje s pravilno viskoznostjo. Občasno očistimo kozarec in izpihamo kanale.

ENOTE ZA TRANSPORT, MERJENJE IN NADZOR STISJENEGA ZRAKA

Pregled (kontrola) tesnosti v sistemu. S kontrolnim manometrom občasno preverimo pravilnost delovanja merilnih naprav.

KRMILJA IN KRMILNIKI: ravnanje po navodilih za uporabnika ter v delavniškem priročniku.

NAPRAVE, KI JIH STISNJEJO ZRAK POGANJA: preverjanje tesnosti, občasno mazanje in ravnanje po navodilih za uporabnika.

Podlaga - ličarstvo Material predmetov, ki jih ličamo. Poklicni avtoličar mora poznati naslednje materiale podlag:

- les in izdelki iz lesa
- zlitine železa: siva litina, jeklo, lekljena litina, gola ali pocinkana jeklena pločevina
- neželezne kovine: bron in med, liti aluminij, aluminijasta pločevina, lahke kovine
- umetne mase
- stara barvila (stari nalič)

Pokrivalna dela - ličarstvo Pokriti moramo področja, ki jih ne nameravamo lakirati - zato, da jih barvna megla ne umaže.

Napake pri pokrivanju so nelepi lakirani robovi in barvna megla na starem laku. Zelo težko jih popravljamo, nujno potrebne so drage dodelave. Zato se mora vozilo pred lakiranjem skrbno pokriti, v poštev pridejo samo zelo kakovostni materiali za pokrivanje in lepilni trakovi.

Pri demontiranih delih praviloma v celoti odpade pokrivanje in prelepljenje. V odvisnosti od zahtevnosti dela in porabe časa se pogosto odločamo, kaj je ugodnejše: demontaža ali pokrivanje.

Pokrivni materiali so:

- lepilni trakovi
- pokrovni papir
- pokrivne folije
- pokrivne haube ali blazine

Podrobnejši opis pokrivnih materialov najdemo pod posameznimi gesli.

Pokrivalna učinkovitost Glej Izkoristek nanosa.

Pokrivni lak Glej Površinski lak, Površinsko lakiranje.

Pokrivnost Glej Kritnost.

Poliestrski kit Najpogosteje uporabljeni kit v avtomobilstvu: osnova je nenasočena poliestrska smola (UP), ki se z dodatkom trdilca strdi v zelo kratkem času. Imena poliestrskih kitov pogosto vsebujejo tudi zavajajočo kratico PE. Ta vrsta kitov [ne upade](#) tudi pri debelih slojih, ker med sušenjem iz njih praktično ne izhlapijo nobene sestavine.

Vrste poliestrskih kitov glede na uporabo:

- **Kiti za nanos z lopatico.** Fini kit tvori gladko površino in je primeren za majhne poravnave. Grobi kit služi za izravnavo večjih neravnosti
- **Kiti za nanos z brizganjem** - tekoči kit za kitanje velikih površin (npr. poškodb zaradi toče) in pri velikih popravilih karoserije. Brizgalna pištola za ta namen ima šobo širine najmanj 2 mm ali več. S tem načinom se odpravljajo samo majhne neravnosti na velikih površinah.
- **Mehek kit.** Primeren je za modeliranje ter obdelavo robov in prehodov. Gradivo kita je mehko in primerno za brušenje.
- **Kit s steklenimi vlakni** za izboljšanje majhnih rjastih lukenj na nenosilnih delih karoserije. Za večje luknje se vgradi še plativito iz steklenih vlaken.

Priprava poliestrskega kita:



1. **Priprava:** pred kitanjem se mesto obdelave temeljito očisti in pobrusi. Temeljito je treba odstraniti rjo, prah in umazanijo. Končno se površina pločevine očisti s sredstvom za čiščenje pločevin.

2. **Mešanje komponent:** poliesterski kit je dvokomponentno gradivo, ki ga je potrebno pred uporabo temeljito premešati z 2 do 4% trdilca. Obarvan trdilec olajša enakomerno pomešanost obeh komponent. Če dodamo **preveč trdilca** ali trdilec neenakomerno premešamo, se kit **nezadostno utrdi** ali pride lahko pozneje na površinskem laku **do barvnih sprememb**. Dozirne naprave za kit olajšajo dodajanje trdilca, ker avtomatsko odmerijo pravilno količino trdilca. Če se jemlje kit neposredno iz doze, je treba uporabljati **samo čisto orodje**, da ne pride do reakcij nečistoč s kitom ali ostanki trdilca, ki bi napravili kit neuporaben.

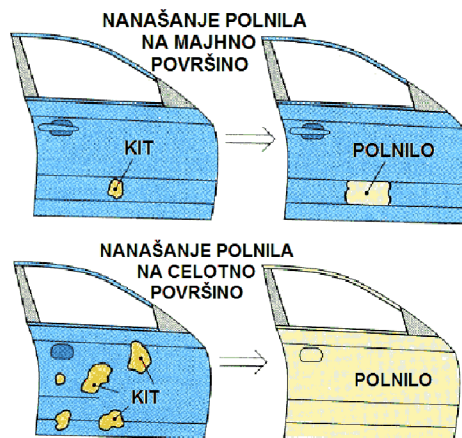
Postopek mešanja: pri mešanju se uporabljata dve lopatici, po ena za vsako roko. Na položeno lopatico se nanese poliestersko maso in trdilec v pravilnem razmerju in dobro premeša. Pripravi se samo toliko kita, kolikor se ga v času obdelave porabi.

3. **Nanos:** uporabljamo tanke, elastične lopatice različnih velikosti. Za zaobljene oz. ukrivljene površine in profile se uporabljajo **gumijaste** oz. **plastične** lopatice. Premešana masa kita se mora pri temperaturi 20°C uporabiti v času **do 5 minut**. Višje temperature skrajšajo čas uporabe, pod 5°C se masa kita ne bo utrdila. Da se prepreči nastajanje razpok in mehurčkov, se kit nanaša **v tankih plasteh**. Nanos kita pa mora biti dovolj debel, da ga je potem možno obdelati z brušenjem. Paziti pa je treba, da ostane višinska razlika med površino popravila in okoliško površino majhna. Delavniški napotki:

- poliesterski kit se **ne sme nanašati na kiselkasta utrjevalna gradiva** npr. na Waschprimer (grundiranje) in elastične podlage, kot so npr. termoplastični akrilni laki, saj lahko pride do motenja oprijemanja in razpok v kitu
 - standardni poliesterski kit se nanaša na golo pločevino, temeljno polnilo ali polnilo
 - izogibati se je treba debelini sloja nad 0,5 mm
4. **Sušenje:** kit se mora pred brušenjem dovolj posušiti, sicer se brusna zrnca usedajo v kit. Po času sušenja 15 do 30 minut pri 20°C ali 2 do 3

minute pri sušenju z IR žarilnikom, se lahko prične z brušenjem. Pri temperaturah pod 15°C se čas sušenja podaljša.

5. **Brušenje kita:** za brušenje uporabimo brusno sredstvo zrnatosti P80 do P240. Če je potrebno ponovno kitati nastale neravnine in brazde, se morajo pred kitanjem temeljito odstraniti ostanki brušenja.
6. **Matiranje:** mejno območje okoli kitanega mesta, približno 15 cm, se mora matirati. To pomeni, da se brusi z zelo finim brusnim sredstvom zrnatosti P400 do P800.
7. **Nanašanje polnila na zakitano mesto:** po brušenju je treba zakitano površino pokriti s temeljnim polnilom. Zakitano mesto je treba popolnoma pokriti, ker se sicer robovi pozneje vidijo na površinskem laku.



Varnost in zdravje pri delu:

- prsec kita na koži moramo takoj odstraniti in umiti z vodo in milom, kajti trdilec vsebuje organske perokside, ki so zelo jedki
- prsec kita v obeh takoj izperemo z veliko vode in raztopino natrijevega bikarbonata

Poliol Alkohol z več hidroksionimi (-OH) skupinami, npr. glicerol.

Poliranje Poseben postopek odrezavanja, s katerim izboljšamo estetski videz obdelovanca. Ponavadi ga uporabimo pred galvansko obdelavo (kromanje, nikljanje itd.), lahko pa je poliranje tudi končna obdelava, npr. poliranje avtomobila, polirajo se tudi zobje itd..

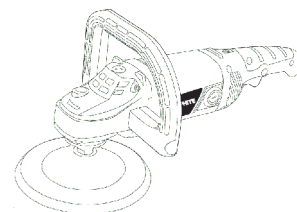
Površina obdelovanca **dobi sijaj, ni pa mogoče izboljšati natančnosti oblike** (kot npr. pri lepanju) - s poliranjem lahko obliko celo poslabšamo.



Način dela je podoben lepanju, le da **pasto za poliranje** nanašamo **na mehak** (elastičen) **nosilec** iz klobučevine ali iz več plasti platna. Največkrat poliramo **z ročno vodenimi stroji**, ki se uporabljajo tudi **za brušenje**. Kolute, ki se vrtijo s hitrostmi, približno enakimi kakor pri brušenju, pritiskamo ob obdelovanec. Lahko pa tudi obdelovanec potiskamo ob kolot z nanešeno pasto. Granulacije brusnih zrn so od številke 80 pa do 1.200.

Prim. lepanje, elektropoliranje.

Polirka Stroj za ročno vodeno poliranje. Praviloma ima možnost nastavljanja vrtilnih hitrosti, ki so približno 50% nižje kot pri ročno vodenih brusilnih strojih in znašajo nekje 600 - 120 vrt/min. Po celotni površini enakomernejše poliranje dosežemo z **ekscentričnimi** polirkami. Polirka je namenski stroj, kar pomeni, da je praviloma namenjena le za poliranje - kljub temu pa so nekatere polirke izdelane tako, da se lahko uporabijo tudi kot brusilni stroji.



Polnilo Snov:

1. S katero se **zapolni luknja** ali **prostor**:
 - izravnalni kit je polnilo za vbokline,
 - **predlak** (surfacer) je barvno ploskovno polnilo (glej Polnilo - ličarstvo),
 - plomba je zobno polnilo itd..
2. Ki se **doda v** kakšno **pripravo**, npr. polnilo za sedeže, eksplozivno polnilo itd.
3. Ki se **doda** neki **drugi snovi**, da druga snov dobi zaželene lastnosti, npr. barvna polnila, zgoščevalna sredstva za mazivne masti, polnila za papir, smole itd..

Polnilo - ličarstvo Gosto tekoča plast, ki jo uporabljamo **za poravnavanje** (zapolnjevanje) **površinskih neravnosti**. Polnilo zapolni **raze po brušenju** in zamaši **luknjice v kitu** ali v luknjičastih starih podlagah. Odstrani lahko tudi manjše napake v obliki površine.

Sin. surfacer, predlak. Nem. Filler, tudi Füller. Ang. filler. Izrazi, ki lahko pomenijo **polnilo** ali **temelj in polnilo obenem**: šprickit, brizgalni kit, tekoči / površinski kit.

Polnilo je **praviloma dvokomponentno** (2K). Po sestavi razlikujemo naslednje vrste polnil:

- ° nitrocelulozna polnila,
- ° sintetična alkidna polnila,
- ° poliestrska ali epoksidna polnila
- ° poliuretanska polnila
- ° kombinirana polnila

Za razliko od mase za kitanje se polnilo nanaša **z brizganjem** ali **s čopičem**.

Po nanosu predlaka lahko površino **brusimo**, če želimo še dodatno izboljšati ali zgladiti površino. Polnilo pogosto uporabljamo tudi pri modeliranju.

Kaj pričakujemo od avtomobilarskega polnila:

- da dobro zapolnjuje raze in luknjice
- da ga je lahko brusiti in pri tem ne pušča risov
- da se dobro oprijemlje

Polnilo nanašamo na primer ali na kit. Če ga nanašamo na trdo podlago, tedaj obstaja nevarnost, da se bo luščil, kadar dobi vozilo lažje udarce (npr. udarce od kamnov).

Obstajajo tudi premazi z lastnostmi primerja in polnila obenem (ang. primer surfacer), vendar se lahko zgodi, da takšne mešanice nimajo vseh potrebnih lastnosti primerjev.

Naštajmo **še posebne lastnosti** polnil:

- je dodatna protikorozijska zaščita
- ker je elastičen, zmanjšuje poškodbe od udarcev kamena
- površinskemu laku pripravi lepo gladko površino, ker se zelo lepo **razliva** (takoj po nanosu brizgalnega polnila je površina hrapava, po prezračitvi pa se zgladi)
- predlak lahko tudi obarvamo, s tem pa dosežemo enakomerno pokritost in briljanten lesk

Vrste polnil:

- **temeljno polnilo** (nepr. šprickit), ki združuje temeljno plast (primer) in polnilo; uporabljamo ga predvsem pri reparaturnem dvoplastnem ličenju zato, da prihranimo čas za brizganje sušenje in brušenje
- **barvno polnilo** oziroma obarvano polnilo včasih uporabljamo, da bi pri reparaturnem lakiranju dosegli originalni barvni ton zaradi boljšega prekrivanja površinskega laka
- **polnilo "mokra na mokro"** lahko po 20 minutah zračitvi, brez predhodnega sušenja in brušenja, lakiramo s površinskim lakom; če površina tudi po nanosu polnila "mokra na mokro" ni dovolj gladka, lahko polnilo posušimo, pobrusimo in šele potem lakiramo s površinskim lakom; v primerjavi z "normalnim" lakiranjem se komaj

razloži razlika v kvaliteti

- **polnilo za brušenje** je namenjeno za pripravo zelo gladke površine, praviloma s pomočjo pnevmatičnega ekscentričnega brusinika z eks-centrom ~3 mm
- **polnilo za strojno brušenje** tvori zelo trd suh sloj, ki se zelo težko brusi ročno
- **HS** in **MS polnila** z velikim deležem trdih delcev: HS (high solid) vsebuje 65%, MS (medium solid) pa vsebuje 55% trdih delcev

Po nanašanju polnila lahko uporabimo **črno brusno kontrolno barvo**. Tako si **olajšamo kontrolo pobrušenih površin** - neravnine so bolj opazne in natančno vidimo, kje moramo še brusiti.

Pri serijskem lakiranju ima predlak **elektrostatičen naboj** in se nato razprši z avtomati. Tako doseže-mo zelo enakomeren nanos ob sočasni zelo majhni porabi predlaka.

Pot life Strokovni izraz, ki se pogosto uporablja pri epoksi smolah EP. To je čas, ki je potreben, da se po primešanju trdilca začetna viskoznost zmesi podvoji. V splošnem pa izraza pot life in **working life** (kako dolgo po mešanju s trdilcem še lahko nanašamo na površino) pomenita enako.

Površinski kit Sin. šprickit, brizgalni kit, tekoči kit. Glej Polnilo - ličarstvo.

Površinski lak Pri avtoličarstvu je to plast laka s sloji, ki jih opazovalec vidi. Lastnosti:

- daje briljantno barvo in lesk,
- je odporen na vplive vremena in okolja
- ima visoko odpornost proti praskam in udarcem

Podrobnejše zahteve za površinski lak v serijski proizvodnji našteva geslo Nalič. Način priprave površinskega laka opisuje geslo Površinski lak - priprava. Načine reparaturnega lakiranja opisuje geslo **Površinsko lakiranje**.

V nasprotju z lakiranjem v serijski proizvodnji pa smejo delovni pogoji **pri reparaturnem lakiranju** (temperatura, zračna vlažnost itd.), odstopati od optimalnih pogojev. Razlike v primerjavi z lakiranjem v serijski proizvodnji so:

- **Nanos laka**. Nanašamo ga z ročno vodeno lakirno pištolo na različne podlage. S pravilno izbiro temeljnega premaza oz. temeljnega polnila lahko nanašamo lake na vse podlage, karakteristične za avtomobile. Tako se da lakom, npr. z mehčali, povečati njihova elastičnost in jih lahko uporabimo za lakiranje umetnih mas.
- **Delovni pogoji**. Pri reparaturnem lakiranju zelo nihata temperatura okolice in zračna vlažnost. Z izbiro **trdilca** (kratki, srednji ali dolgi čas utrjevanja) in **razredčila** (kratki, srednji ali dolgi časi izhlapevanja), lahko lake prilagajamo delovnim pogojem.
- **Temperatura sušenja** ne sme prekoračiti 80°C, saj lahko škoduje nekovinskim gradivom in v vozilu vgrajenim elektronskim delom.

Iz zgoraj naštetih razlogov se za reparaturno lakiranje uporabljajo **druga lakirna gradiva** kot za lakiranje v serijski proizvodnji. Razlikujemo:

- dvokomponentne PUR-akril lake
- bazične lake
- vodne lake

Dvokomponentni PUR-AKRIL LAKI so bili dolgo časa najbolj uporabljani laki za reparaturno lakiranje. Uporabljali so se kot **enobarvni** laki pri enoslojnim površinskim lakiranjem (tako imenovani **barvni laki**) ali kot **prozorni** laki pri dvoslojnim površinskim lakiranjem (t.i. **BB** - brezbarvni lak, pokrivni lak).

BAZIČNI LAKI. Pri dvoslojnim površinskim lakiranjem tvorijo **spodnjo plast**. Sušijo se fizikalno, torej z izhlapevanjem topila.

Po vrsti topila ločimo:

- Bazične lake na **vodni osnovi**.
 - **Topilne** bazične lake na osnovi drugih topil.
- Prozorni lak **NE SME TOPITI BAZIČNEGA LAKA**, zato morata imeti **bazični** in **prozorni lak** vedno **različno osnovo**:
- na vodni bazični lak gre topilni prozorni lak
 - na topilni bazični lak gre vodni prozorni lak

Glede na efekt razlikujemo:

- **Enobarvne bazične lake**. Uporabljajo se za spodnji barvni sloj **pri dvoslojnim** površinskim lakiranjem.
- **Kovinske bazične lake**. Tvorijo spodnji sloj, ki daje barvo in kovinski efekt. Kovinski efekt povzročajo enakomerno razporejeni **lističi iz aluminija ali bronca**. Lističi odbijajo svetlobo in naredijo, glede na vpad svetlobe, izrazito svetlotemen efekt.
- **Bazične lake z bisernim efektom**. Vsebujejo pigmente z bisernim sijajem. To so **s titanovim dioksidom oplaščeni lističi sljude**, ki lomijo svetlobo in glede na vpad svetlobe povzročajo efekte bleščanja.

VODNI LAKI. Okoljska ozaveščenost in zakonske zahteve po drastičnem zmanjšanju topil organskega izvora v lakih so vodile k razvoju vodnih lakov. Pri njih je bil velik delež za okolje nevarnih topil zamenjan z vodo. Zaradi boljšega razlivanja pa vodni laki danes še vedno vsebujejo okoli 10% organskih topil.

Direktiva 2004/42/EC, ki je stopila v veljavo s 1. januarjem 2007, zahteva, da morajo uporabniki avtoreparaturnih gradiv uporabljati izključno barve in lake na vodni osnovi v kombinaciji z low VOC izdelki na topilni osnovi.

Površinski lak - priprava Pri pripravi površinskega laka je potrebno:

1. **Izbrati** pravi **trdilec in razredčilo**

Temperatura	Trdilec	Razredčilo
do 30°C	dolg	dolgo ali posebno dolgo
25°C	normalen	dolgo
20°C	normalen	dolgo
15°C	kratek	normalno ali kratko

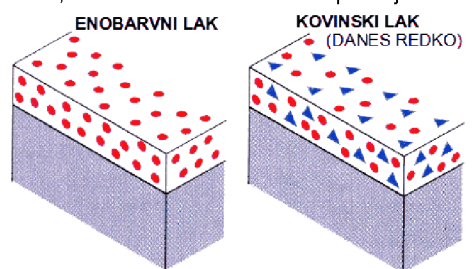
2. Pravilno **odmeriti** vse **komponente**. Uporabljamo merilne palice in merilne lončke ter upoštevamo delavniške napotke.

3. **Nastaviti** pravilno **viskoznost**. Če je potrebno, izmerimo viskoznost in po potrebi spreminjamo viskoznost z dodajanjem razredčila ali s spremembo temperature v lakirni kabini.

Površinsko lakiranje Površinsko reparaturno lakiranje je lahko eno-, dvo- in večslojno:

1. **Enoslojno reparaturno površinsko lakiranje**

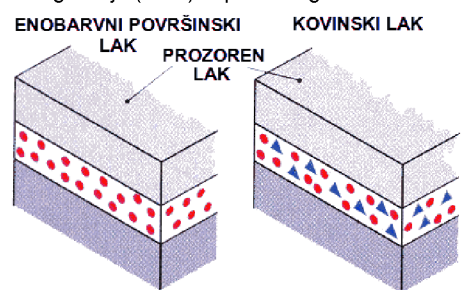
Pri tem lakiranju je površinski lak sestavljen samo iz enega sloja (barvnega laka), ki daje tako barvno nianso, kot tudi zaščito. Ta način se danes lahko uporablja samo še pri enobarvnih lakih. Sloj vsebuje barvne komponente in sočasno ščiti pod njim ležeče sloje zaradi njegove velike mehanske in kemične obstojnosti. Kovinski laki se kot enoslojni površinski laki niso izkazali dovolj obstojni. Zelo hitro so prepereli, zato se ta način danes ne uporablja več.



● BARVNI PIGMENTI ▲ KOVINSKI PIGMENTI

2. **Dvoslojno reparaturno površinsko lakiranje**

je najpogostejši način lakiranja, pri katerem je površinski lak sestavljen iz dveh slojev: iz bazičnega sloja (baza) in prozornega laka.



● BARVNI PIGMENTI ▲ KOVINSKI PIGMENTI

a **Enokomponentni bazični lak ali predlak** se suši fizikalno, zaradi izhlapevanja topila. Vsebuje barvne komponente, ki se ugotavljajo in mešajo po posebnem postopku (glej geslo **Ugotavljanje barvnega odtenka** in **Mešanje barvnega odtenka**).

Pri kovinskem ali bisernem efektu so v bazični lak vloženi še pigmenti za efekt v obliki majhnih lističev kovine (aluminij) ali sljude. Bazični laki so običajno na **vodni**, lahko pa tudi na **nitrocelulozni osnovi**, uporabljajo pa se **močno razredčeni**. V laku, pripravljem za nanašanje z brizganjem, znaša delež topila med 75% in 85%. Praviloma uporabljamo brizgalno pištolo **HVLP**.

Bazični lak običajno brizgamo v 3 nanosih:

1. nanos je kontrolni, zelo tanka plast: najprej brizgamo vse težko dostopne dele. Nato uporabimo pihalno-sušilno pištolo (po domače: pnevmatični fen), lahko na univerzalnem stojalu. Po kontrolnem nanosu se **vidijo vse praske**, ki so bile prej manj opazne, vendar se **z golimi rokami površine več ne dotikamo**. Napake lahko samo popravljamo z novim nanosom ali pa - posušeni nanos **čistimo**.

2. nanos je nalivanje (zalivanje, polivanje): posebej se posvetimo prekrivanju opaznih napak. Sledi ponovno sušenje s fenom.

3. nanos je megljenje, ampak samo na suho površino (nikoli mokro na mokro) in od daleč.

Čiščenje: ko se nanos posuši, lahko bazični lak čistimo le s posebno plastično krpo (ki ne pušča nitk, vsekakor pa ni bombažna) in s posebno masno krpo. Če je bazični kit izdelan na **vodni osnovi**, ne smemo za čiščenje uporabljati tekočin na vodni osnovi, ker bomo barvo razmazali - uporabljamo **antisilikonsko čistilo**. Velja tudi obratno: organskih topil ne uporabljamo za čiščenje bazičnih lakov na nitrocelulozni osnovi.

Ker bazični lak ni obstojen proti vremenskim vplivom, ga zaščitimo s prozornim lakom.

b **Prozorni lak** (BB lak, brezbarvni lak, pokrivni lak) je dvokomponentni lak brez pigmentov, praviloma ga nanašamo z **RP** brizgalno pištolo. Zaradi njegove velike mehanične in kemične obstojnosti ščiti pod njim ležeči bazični lak. Sočasno daje laku močan sijaj.

Pomembno je pravilno zaporedje mešanja:

- najprej material
- nato trdilec
- nazadnje razredčilo

Vrste trdilcev: dolgi, normalni, kratki.

Vrste redčil: dolga, normalna, kratka.

Dolgo - počasno sušenje, kratko - hitro sušenje. Če je trdilec dolgi, je potrebno izbrati tudi dolgo redčilo. Zmešnjava povzroči probleme.

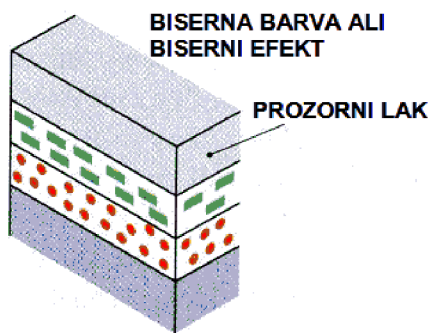
Postopek: po odzračenju (približno 20 minut) se BB lak po postopku »mokra na mokro« z brizganjem nanese na bazični lak.

Vse pogosteje se uporabljajo s trdnimi delčki bogati MS in HS prozorni laki, ker hitro dosežejo zadostno debelino sloja okoli **30 µm**.

Kovinsko lakiranje se danes izvaja kot dvoslojno površinsko lakiranje. Zaradi močnejšega sijaja in boljše obstojnosti proti kemičnim in mehničnim vplivom je v uporabi predvsem enobarvno dvoslojno površinsko lakiranje.

2. **Večslojno reparaturno površinsko lakiranje**

Mnoga lakiranja z efektom, kot npr. z bisernim efektom, imajo **odatni sloj laka**. Da izboljšamo biserni efekt, moramo pod prozorni lak nanesti plast s pigmenti za efekt in še barvni sloj:



■ PIGMENTI - SLJUDA

● BARVNI PIGMETNI

PPS Angleška kratica za Paint Preparation System, slovensko: **sistem za pripravo barve**. Ta inovativni sistem, ki si ga je zamislilo podjetje 3M, se odlikuje po naslednjih prednostih:

1. Avtoličarju omogoča, da zmeša manj barve.
2. Zmanjšuje količino topila.
3. Čiščenje je hitrejše.
4. Ličar lahko dela z brizgalno pištolo v vseh položajih - tudi navzgor lahko brizga! Bistvo sistema je 3M mešalni lonček, ki se uporablja skupaj z vrečko, pokrovčkom in filmom za merjenje volumna. Filter je lahko 200 mikronske ali 125 mikronske PPS sistem omogoča, da za mešanje in barvanje uporabljamo isto posodo! Neuporabljena barva se lahko shrani za uporabo v prihodnosti tako, da se zadela vrh vložka.



Kako priklopimo brizgalno pištolo na PPS: vedno **pištolo obrnemo navzdol** in nikoli ne obrnemo PPS lončka - kajti, iz njega bo sicer odtekla barva!

Ko se bri brizganju z brizgalno pištolo porablja barva, se vrečka vrečka stisne, kar omogoča tudi brizganje od spodaj navzgor!

Praškasto barvanje → Prevlake iz umetnih mas. **Prašnati laki** Laki, pri katerih se kot vezivo uporablja polimer, zmlet v drobna zrnca velikosti 20 do 60 µm. Prašnati lak se hladen ali topel nanaša **s pršečo pištolo**.

Hladen prašnati lak nanašamo **elektrostatskično**, pri toplem postopku je lak raztaljen in se zato oprijema površine karoserije. Končno na pokritih mestih nastane plast laka. Z žganjem s pomočjo infrardečih žarkov pri temperaturi 120°C ali v peči pri temperaturi 130°C se prašnati lak tali in makromolekule veziva se zamrežijo (poliadicija). Med ohlajanjem nastane tesna, proti udarcem odporna in proti kemikalijam obstojna plast laka.

Prednost tega postopka je, da **ni nobene emisije topil**. Tudi izguba barve je zelo majhna. **Prah**, ki se ni oprijel karoserije, **se lahko ponovno uporabi**.

Predlak Glej Polnilo - ličarstvo. Nemški izraz Vorlack lahko pomeni tudi Baza - ličarstvo.

Prekrivnost Glej Kritnost.

Premaz Splošni izraz za plast barve, masti, olja, smole ipd., ki nastane z nanašanjem na površino, glej geslo Nanašanje premazov.

Premaz **ni nujno sestavni del naliča** - lahko je namenjen za zmanjšanje trenja (premaz masti, olja), za zaščito pred ognjem, za zaščito sadik proti objedanju itd..

Premazi so lahko **na vodni osnovi**, **na nitro osnovi**, **oljni premazi** itd..

Prim. Prevlaka, Plast - ličarstvo.

Prevlaka Splošen izraz za snov, ki obdaja ali pokriva kako površino. Za razliko od premaza je

prevleka nedefinirana glede načina nastanka - lahko je nastala tudi brez mazanja, npr. ledena prevleka na vodi, sivkasta prevleka na nebu itd.

Primer Pri ličarskih delih je primer **temeljni pre-maz**, aktivator stare in nove površine - kot npr. emulzija pri barvanju sten.

Izgovor: prajmer, iz ang. primer = masa za grundiranje. Zanj uporabljamo posebno redčilo (**thin-ner**). Najbolj splošno poznan primer je **minij** (svinčev oksid Pb₃O₄).

Natančna definicija: primer je prvi premaz, ki ga **podlaga ne vpija**.

Npr. **les vpija terpentin** kakor pivnik. Terpentin je torej temeljni premaz in ne primer.

Zahteve za primer:

1. **Kemične** zahteve:

- **protikorozijske** lastnosti (zaščita proti rji),
- neprepustnost za **vlagu**,
- odpornost proti **kislinam**, **lugom** ipd.

2. **Mehanske** zahteve:

- dobra **oprijemljivost** na **podlago**, tudi dobra oprijemljivost **naslednjih premazov na primer**
- **elastičnost**, - primer naj bi se raztezal toliko, kolikor se razteza podlaga (pod vplivom temperature ali mehanskih sil)
- sposobnost **zglajevanja** površine
- **temperaturna** odpornost (od najhladnejše zime do najbolj vročega poletja)

3. **Tehnološke** zahteve:

- zahteve glede **načina nanašanja**: s čopičem, z običajno pištolo, s pištolo Airless, z elektrostatsko pištolo, v avtomatiziranem industrijskem postopku, s potapljanjem.
- najpogostejši način nanašanja: v tanki plasti 10 do 30 µm **z brizgalno pištolo** ali **z razpršilom** direktno na predpripravljeno podlago; debeline nanosov naj bodo tanke, da se primer vseskozi presuši (oksidira).
- zahteve glede **sušenja** so pomembne - način in čas otrditve.

Primerji so lahko izdelani **na različnih osnovah**: na osnovi olja, nitroceluloze, alkidov, polivinila, poliestra, kloriranega kavčuka itd.. Lahko so **eno-** ali **dvokomponentni**. Na podlagi se ne sme tvoriti kožica. Izberamo jih **po**:

- **vrsti (materialu) podlage**: gola - pocinkana jeklena pločevina, aluminij, umetne mase, stari nalič ipd.,
- oprijemljivosti na naslednje premaze

Posebne vrste primerjev:

• **Dip primerji** imajo veliko **protikorozijsko odpornost** (epoksidne smole EP ipd.) in se zato uporabljajo predvsem za spodnji del vozil. Ang. dip: omaka, torej debelejša plast.

• **Washprimer** oz. **Waschprimer** je reakcijski temeljni premaz - aktivator, ki **reagira s podlago** in se nato nanjo odlično oprijemlje, obenem pa **vsebuje antikorozijske pigmente**. Običajno vsebuje cinkove kromate in fosforno kislino - temu pravimo **kiselkasto utrjevalno grundiranje**, ki je občutljivo na vlagu in ga je zato treba **takoj polakirati**. Razen tega ga **ne smemo uporabljati skupaj s poliestrskimi gradivi** (npr. s poliestrskim kitom UP), ker lahko pride do motenj utrjevanja

• **prosejajoči posrednik oprijemanja** je primer, pri katerem ni treba brusiti starega laka; uporaba: npr. za prelakanje že lakiranih napisov ipd.

• **2K poliuretanska (PUR) temeljna barva**, ki se zelo dobro oprijema kovinskih podlag, starih lakov in 2K poliestrskih predmetov

• **primer za umetne mase**, za dobro oprijemanje

• **temelj in predlak v enem** se po domače imenuje šprickit za dvoplastno ličenje, glej geslo Nalič Sin. temeljna plast, prim. in slika: Sestava naliča.

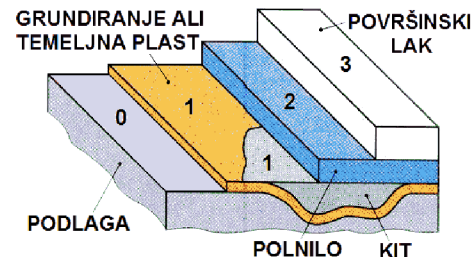
Priprava površine na ličenje Končni izgled po ličenju je odvisen od mnogih dejavnikov, vsekakor pa v veliki meri zavisi prav od priprave površine. Pri avtoličarstvu sta za pripravo površine pomembna dva postopka:

1. **ČIŠČENJE**: potrebno se je natančno držati navodil, ki so opisana pod geslom Čiščenje pri ličarstvu.

2. **BRUŠENJE**: preden začnemo, je pri vsaki površini potrebno počakati, da topila popolnoma izhlapijo in se film posuši, sicer se bo material pod papirjem začel svaljkati.

Po končanem brušenju je potrebno površino popolnoma očistiti, odstraniti vse ostanke brušenja, tudi soli, maščobe, silikonska sredstva ipd.. Zatem se površine **ne smemo več dotikati** z golimi rokami. Preden nanašamo naslednjo plast, mora biti površina **popolnoma čista in suha**, sicer lahko nastanejo številni **defekti**.

Spomnimo se, da imamo pri reparaturnem ličenju plasti, sloje in nanose. Površine pri troplastnem sestavu oštevilčimo s številkami od 0 do 3:



Površina 0 - priprava temeljne površine:

- najprej odstranimo stari nalič
- nato očistimo in razmastimo površino
- sledi grobo brušenje
- pred nanašanjem temeljne plasti površino ponovno očistimo (predvsem z izpihavanjem) ter razmastimo (npr. z nitro razredčilom, trikloretilenom ipd.)

Površina 1:

- površino najprej očistimo in razmastimo
- sledi grobo in fino krožno brušenje
- za manjša popravila (raze) se lahko uporabi
- nato površino ponovno očistimo (predvsem z izpihavanjem) in razmastimo (vendar ne z nitro razredčilom, temveč z antisilikonskim čistilom)

Površina 2:

- površino najprej grobo in nato še fino brusimo
- pred popravilnim brizganjem in pred novim nanosom polnila površino razmastimo
- pred nanašanjem površinskega laka površino razmastimo s posebnimi krpami (antisilikonska, protiprašna krpa ipd.)

Površina 3:

- manjše nepravilnosti odstranimo s finim brušenjem po lakiranju
 - končna obdelava je poliranje
- Prim. Brušenje pri avtoličarstvu, čiščenje pri avtoličarstvu.

Priprava zraka Razlogi za to, da je potrebno najprej pripraviti zrak za uporabo v pnevmatičnih napravah, so naslednji:

1. Izboljša se zanesljivost, dolgotrajnost in natančnost **delovanja** pnevmatičnih **naprav**. V ta namen pripravimo zrak tako:

- očistimo ga mehanskih **primesi** (nečistoč)
- zagotovimo **pravilen tlak** v sistemu
- izločimo **vlagu** ali sušimo zrak; razen povzročanja korozije vlaga pri nizkih temperaturah zmrzne in lahko povzroča poškodbe
- zrak **naoljimo**, zaradi boljšega delovanja pnevmatičnih naprav

2. **Posebne zahteve uporabnikov**, npr. **brez naoljevanja**: v tovarnah kozmetičnih, farmacevtskih in pnevmatičnih izdelkov, pri zdravstvenih napravah (zobozdravstvo) in tudi tedaj, ko pnevmatsko omrežje uporabljamo **za zaščito z barvnimi ali lakastimi premazi** (razpršilniki) itd.

Naprave za pripravo zraka so:

- **pripravna grupa**: **filter + regulator tlaka + naoljevalnik**
- **izločevalniki vlage**
- **sušilniki zraka**
- **oljni izločevalniki** itd.

Prosojnost Lastnost materiala, da delno prepusti svetlobo. Prim. Kritnost.

Protiprašna krpa Glej Čiščenje pri avtoličarstvu. **Prozorni lak** Glej Površinski lak in Površinsko lakiranje. Sin. brezbarvni lak, BB lak.

Pršenje Močenje, vlaženje z drobnimi kapljicami.

Prim. brizganje. **Pršilo:** glej Aerosol.

RAL Evropski sistem za primerjanje barv. Kratica izhaja iz Reichs-Ausschuß für Lieferbedingungen und Gütesicherung, kar pomeni Državna komisija za nabavne pogoje in zagotovitev kvalitete.

RAL številka sestaja iz 4 cifer RAL xxxx, od katerih prva pomeni naslednje: 1 - rumena, 2 - oranžna, 3 - rdeča, 4 - vijolična, 5 - modra, 6 - zelena, 7 - siva, 8 - rjava in 9 - črna/bela.

Razmaščevanje Vrsta čiščenja s topili, katerega namen je odstraniti maščobne madeže. Na ta način pripravimo površino obdelovanca na nanašanje premaza. Sin. odmaščevanje.

Maščobni madeži nastanejo zaradi uporabe olja, organskih kislin (npr. korozijske zaščite) ali zaradi stikov z raznimi organskimi snovmi. Že zaradi **dotika s prsti** lahko nastane madež, ki poslabša sprejemanje premaza s površino obdelovanca.

Sredstva za razmaščevanje se razlikujejo glede na vrsto premazov, ki jih bomo po razmaščevanju uporabili. Razporedimo jih po abecedi:

- aceton
- alkohol
- antisilikonsko čistilo
- bencin (čisti)
- ksilol
- nitro razredčilo
- petrolej
- toluol
- trikloretilen

Opazimo, da za razmaščevanje uporabljamo tudi razredčila. Lastnosti in uporabo sredstev za razmaščevanje opisujejo posamezna gesla.

Razpršilo Glej Aerosol.

Razredčilo **Splošna definicija:** snov, ki se uporablja za uravnavanje viskoznosti ("redčenje") raztopin. V večini primerov imata besedi topilo in razredčilo enak pomen.

Vendar, **v ličarstvu je definicija nekoliko drugačna:** razredčila so tekočine za redčenje barvil na oljni osnovi ali za čiščenje po uporabi takih barvil. Razredčila ne morejo raztopiti nitroceluloze in akrilnih smol - topila pa raztopijo oboje. Zato so razredčila cenejša kakor topila. Sin. redčilo.

Najpogosteje uporabljamo je univerzalno razredčilo oziroma **nitro razredčilo**, ki ga sestavljajo organska topila kot npr. ketoni, estri, alkoholi in drugi ogljikovodiki. Nitro razredčilo topi alkidne smole in nitro lake, razen za redčenje pa se uporablja tudi **za čiščenje** orodij in **razmaščevanje** gole pločvine pred temeljnim nanosom.

Delitev razredčil po času izhlapevanja:

- **počasi hlapna (dolgi čas izhlapevanja):** ksilol
- **srednje hlapna (srednji čas izhlapevanja):** toluol
- **močno hlapna (kratek čas izhlapevanja):** bencol

Pri barvah na vodni osnovi pa je razredčilo zelo preprosto - destilirana voda.

Razredčilo **Z DOLGIM ČASOM** izhlapevanja (dolgo razredčilo) uporabljamo **pri visokih temperaturah** okolice, ker bi drugače pri brizganju veliko razredčila izhlapelo in bi sloj še mokrega laka postal presuh. Počasno izhlapevanje vpliva ugodno na potek lakiranja, **preprečuje predebele plasti** in nastajanje mehurjev. Hkrati pa se **povečuje nevarnost vključkov prahu**, ker je površina laka dalj časa odprta za prah in druge nečistoče. Tudi **za lakiranje velikih površin**, npr. celotne karoserije, mora biti sloj mokrega laka kolikor mogoče dolgo odprt, da bi lahko sprejel razpršeno meglo. Sicer pride do motenj na površini zaradi slabega sprejema brizgane megle laka na že skoraj zgoščen lak, ki dobi videz pomarančne lupine.

Razredčilo **S KRATKIM ČASOM** izhlapevanja (kratko razredčilo) pa se uporablja se **pri nižjih temperaturah** okolice in **pri lakiranju manjših površin**. Sloj mokrega laka se zgosti hitreje in **nevarnost vključkov** v laku **se zmanjša**.

Pri lakiranju na prehod se uporablja posebno **REDČILO ZA PREHOD**. Dodajamo ga brezbarvnemu laku (npr. v razmerju 1:3) in nato **brizgamo samo mejno cono** med poškodovanim lakom in stari lakiranjem.

Podrobnejša navodila glede uporabe posameznih vrst razredčil najdete pod posebnimi gesli, npr. Temperatura pri avtomobilčarstvu, Površinski lak - priprava itd..

Razsip Glej Brusni papir in brusni trak.

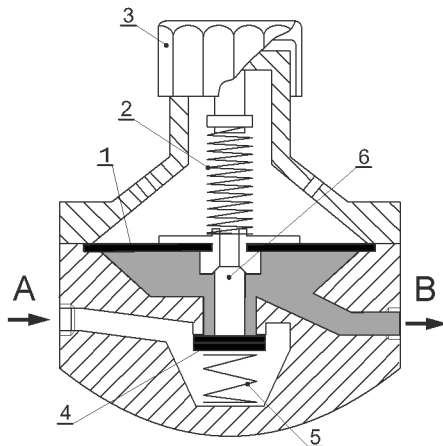
Raztopina Homogena (dobro premešana) zmes vsaj dveh snovi (**topila** in **topljenca**), katerih molekule, atomi ali ioni se v procesu nastajanja raztopine medsebojno **enakomerno porazdelijo**. Razmerje posameznih komponent se lahko spreminja.

Ko govorimo o raztopini, največkrat pomislimo na tekočo raztopino, čeprav sta lahko tako topilo kot tudi topljenec v **trdnem, tekočem** ali **plinastem** agregatnem stanju.

Značilen primer trdne raztopine je **medenina** (raztopina cinka in bakra).

Redčilo Glej Razredčilo.

Regulator tlaka Pnevmatična naprava, ki **pretvarja** nihajoči **primarni tlak** v konstanten **delovni tlak**:



1 membrana 2 vzmet 3 vijak za nastavljanje delovnega tlaka B, izvedbe: **brez** in **s samozapornim nastavkom** - najprej ga dvignemo in šele nato nastavimo prednapetost vzmeti (2) 4 odpralni sedežni ventil 5 povratna vzmet ventila 6 batnica

Na vstopu **A** je **primarni tlak**, ki ga ustvarja kompresor, stisnjeni zrak pa se zbira v tlačni posodi. Na izstopu **B** je **delovni tlak**. Primarni tlak A je vedno večji od delovnega tlaka B.

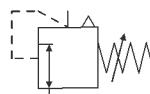
Regulator tlaka **deluje tako**:

- Če je delovni tlak B premajhen, se membrana 1 pomakne navzdol in preko batnice 6 odpre ventil 4. Stisnjen zrak bo zato stekel od A proti B, delovni tlak B se poveča.
- Povečani delovni tlak B potisne membrano 1 navzgor. Membrana bo za seboj povlekla batnico 6 in povezava med A in B bo prekinjena.
- Delovni tlak B se zniža, če pride do porabe zraka. Porabniki zraka so lahko brizgalna pištola, delovni valji itd.. V tem primeru se membrana 1 spet pomakne navzdol in **ponovni se postopek a**.

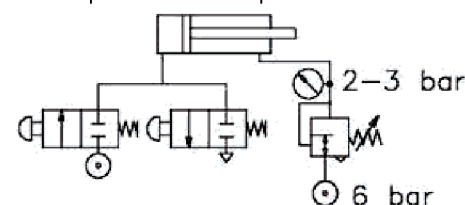
Če privijemo vijak 3, bomo preko vzmeti 2 povečali silo navzdol in tudi membrana 1 se bo upognila navzdol. Zato bo ventil 4 dalj časa odprt in zato bo potreben **višji delovni tlak B** za ponovni dvig membrane in zapiranje ventila 4.

Če pa bomo **vijak 3 odvijali**, bomo s tem nastavili **nižji delovni tlak B**.

Gre torej za **nadzorovano nastavljanje tlaka** B - zato regulatorjev tlaka nikar **ne zamenjaj** z nobeno izvedbo zapirnih ventilov! Simbol regulatorja tlaka:



Primer uporabe simbola v pnevmatični shemi:

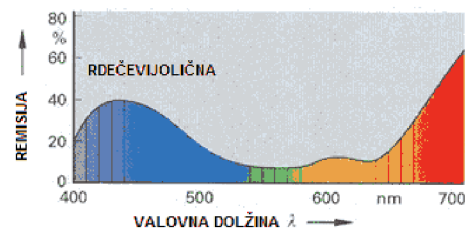


Regulator tlaka je sestavni **del kompleta** kompresorja s tlačno posodo. Priporočljivo je, da je **zavarovan proti odvijanju** - da ne more kar vsakdo nenamerno spreminjati delovnega tlaka.

Sin. reducirni, redukcijski ventil, ventil za znižanje tlaka, krmilnik tlaka. Na podoben način deluje tudi reducirni ventil pri plamenskem varjenju, glej geslo Plamensko varjenje - naprave. Prim. Tlačni ventil.

Vzdrževanje → geslo Pnevmatika - vzdrževanje. Pri zračnih zavorah so izvedbe regulatorjev tlaka zahtevnejše, glej Geslo Regulator tlaka - zračne zavore.

Remisija Pešanje, upadanje. **Remisijska krivulja** prikazuje intenzivnost od predmeta odbite svetlobe po valovnih dolžinah. Temu pravimo spektralni sestav odbite svetlobe. Intenzivnost odbite svetlobe izmerimo s **spektrofotometrom**.



Reparatura Popravilo, izboljšava. **Reparaturno ličenje** v avtomobilski industriji: popravilno ličenje oziroma ličenje, ki ni serijsko.

Respirator Priprava, ki varuje dihalne organe pred trdnimi snovmi (prašni delci), pred nevarnimi tekočinami (predvsem pred njihovimi hlapi, parami) in nevarnimi plini. Sin. zaščitna maska, maska za zaščito dihal.

Uporaba respiratorjev: pri varjenju, ličarskih delih, v medicini, pri sortiranju smeti, pri delu s trupli, za kemično - biološko - radiološko - radioaktivno zaščito, v vojski, industriji itd..



Respiratorji v ličarstvu Pri ličarskih delih uporabljamo respiratorje za:

- **prah**, ki jih uporabljamo pri brušenju
- **filtriranje plinov**, ki jih uporabljamo pri lakiranju

Respiratorji z mehanskim filtrom so namenjeni za filtriranje grobih (>10 µm) in finih (<5 µm) delčkov. Razpoznavni so po **beli barvi** in črki P, po EN 143 jih razdelimo na kategorije:

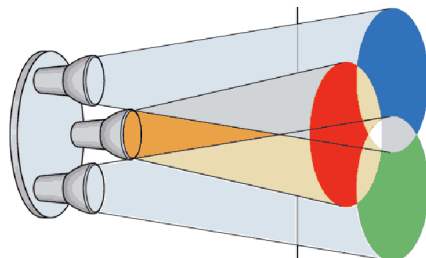
- P1 filtrira vsaj 80% delcev v zraku
- P2 filtrira vsaj 94% delcev v zraku
- P2 filtrira vsaj 99,9% delcev v zraku

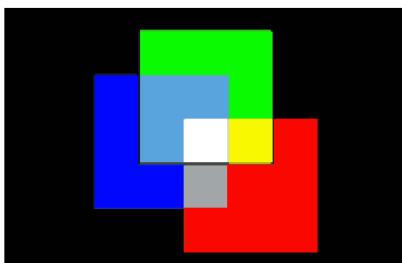
Respiratorji za filtriranje plinov absorbirajo organske pline in barvno meglo. Prepoznavni so po rjavi barvi in oznaki A, kategorije filtriranja pa so:

- A1 premazi na osnovi topil
- A2 premazi na vodni osnovi

Respiratorji s kombiniranimi filtri vsebujejo filter za prah in tudi filter za pline. Označujemo jih z obema oznakama, npr. A2/P2.

RGB Barvni model za additivno (seštevalno) mešanje barv, ki se uporablja npr. pri barvnih ekranih (televizija, računalniški monitorji, mobilni telefoni).





Podrobneje glej geslo: Subpixel.

Ročno brušenje Brušenje brez uporabe kakršnegakoli stroja. Ročno brusimo majhne površine, površine na težko dostopnih mestih, popravila in fine izboljšave.

Uporabljamo naslednja brusna sredstva: brusni papir, brusni trak, brusna mrežica ipd.. Dodatni pripomočki pri ročnem brušenju so brusni blok, mikronski brusni disk, gobica kot podlaga za brusni papir, držala brusnega sredstva (npr. iz plute, gume, umetne mase), lok za napenjanje brusnega traku ipd.

Z roko vodmo brusni papir samo v primerih, ko drugače ne gre - npr. na nedostopnih mestih. Zavedati se moramo, da je v takih primerih brusni papir obremenjen samo točkovno na blazincah prstov in zato **površine ne brusimo enakomerno**. Pri enaki zrnatosti dosežemo z ročnim brušenjem slabšo površino kot s strojnim brušenjem.

Za kontrolo gladkosti pobrušenih površin uporabljamo brusno kontrolno barvo (glej geslo Kontrolna barva).

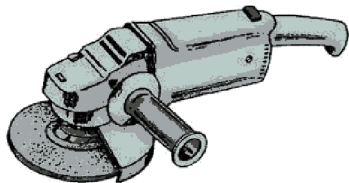
Ročno vodeno strojno brušenje Uporaba brusilnih strojev na takšen način, da se **vsaj eno gibanje** (glavno gibanje, podajanje ali globina reza) **opravlja ročno**.

VRSTE ROČNIH BRUSILNIH STROJEV:

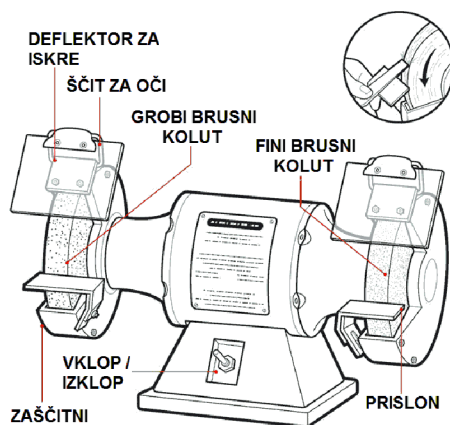
1. Povsem ročno vodeni brusilni stroji, npr.: stroj za ročno razrezovanje ali brušenje, prim. brusilnik, fleks, kotni brusilnik. Sestavljen je iz elektromotorja, brusne plošče in zaščitnega pokrova. Lahko je pritrjen na delovno mizo v vpenjalno napravo za obdelovanec.

Razen električnih se veliko uporabljajo tudi pnevmatični brusilni stroji. Razen vezanih brusilnih sredstev (brusne plošče) se uporabljajo tudi posuta brusna sredstva (brusni papir, trak, gobica, pletivo).

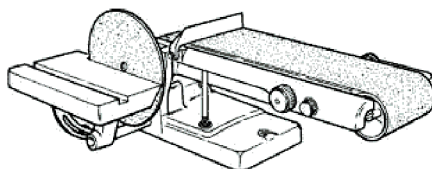
Ostali ročni brusni stroji: vibracijski, ekscentrični brusilnik (električni ali pnevmatični), trikotni brusilnik, palični brusilnik, tračni brusilnik itd.. Za fino končno strojno brušenje obstajajo tudi posebni diski.



2. Stroji s fiksno osjo brusne plošče: obdelovanec držimo v roki, naslanjamo ga na naslon ter pritiskamo proti okrogli brusni plošči, ki ima fiksno os vrtenja. Stroj je pritrjen na steno ali delovno mizo. Namenjen je predvsem za brušenje stružnih nožev in svedrov. Kvaliteta in natančnost obdelave je predvsem odvisna od znanja in izkušenj delavca. Namizni brusilni stroj:



3. Stroji s fiksno brusno površino so predvsem brusilni stroji na brusni trak ali brusni papir.



Varnostni ukrepi Pri ročno vodenih brusilnih strojih so varnostni ukrepi naslednji:

- prozorni premični zaslon mora biti vedno čist, da omogoča dobro vidljivost; če je zaslon počen ali je neustrezen, smemo brusiti le, če so oči zavarovane z varnostnimi očali.
- brusilni kolut mora biti pritrjen na predpisan način; če je vidna najmanjša razpoka, moramo kolut obvezno zamenjati; na novo nameščen brusilni kolut je treba poskusno zagnati brez obremenitev in z obodno hitrostjo 50 m/s
- naslon ali naprava za pritrjevanje obdelovanca morata biti trdna in zanesljiva
- tla v delovnem prostoru morajo biti hrapava in čista, da bi se izognili nevarnosti spodrslijev in padcev
- izogibanje nevarnostim električnega toka: zlasti stroj je treba pravilno ozemljiti in skrbeti za neoporečno stanje električnih kablov, sklopki in stikal Prim. Brusilnik.

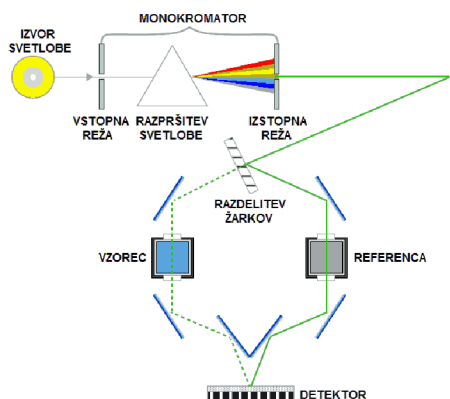
RP Ang. Reduced Pressure Technology, kar pomeni tehnologija z zmanjšanim tlakom, glej geslo Brizgalna pištola - vrste.

Sestava naliča Glej geslo Nalič.

Sikativi Tekočine ali praški, ki jih v majhnih količinah dodamo olju, emajlom ali laku, **ki se sušijo z oksidacijo** (kemično sušenje). Sikativi delujejo kot katalizatorji (pospešujejo kemične reakcije).

Sloj Eno samo gradivo, ki je v določeni debelini razprostrto po večji površini. Različni razprostrti materiali so različni sloji. Vendar, še posebej v ličarstvu je treba vedeti, da je **sloj** lahko nastal **iz več nanosov** istega materiala, ki so se **nanašali** zaporedoma, **eden za drugim**. Več slojev pa sestavlja plast, npr. plast površinskega laka. Prim. Nalič.

Spektrofotometer Naprava, ki meri intenzivnost različnih barvnih svetlob, ki jih odbija primerno obarvan poskusni vzorec.



Spot repair Popravilo zelo majhnih poškodb karoserije z velikostjo premera do 35 mm.

Stekanje laka Predvsem na navpičnih in nag-njenih stenah se lahko zgodi, da lak steče:

- najprej se začne nabirati na nižje ležečih mestih, kjer postane lak debelejši
- nato se začne lak počasi prelivati
- med takšnim prelivanjem se lak strdi in nastane tipična napaka pri lakiranju - stekanje

Glavni razlogi za nastanek stekanja:

- na neko površino smo nanесли preveč laka
- nastavili smo premajhno viskozno laka
- prekratek čas odzračevanja med dvema nanosoma

Stekanje je možno tudi naknadno popraviti:

- najprej stekanje poravnamo tako, da nanj z lopatico nanese tanko plast predlaka (polnilca)
- nato brusimo predlak skupaj s predlakom: začnemo s 600 in postopoma nadaljujemo do 2000

• nazadnje površino samo še poliramo

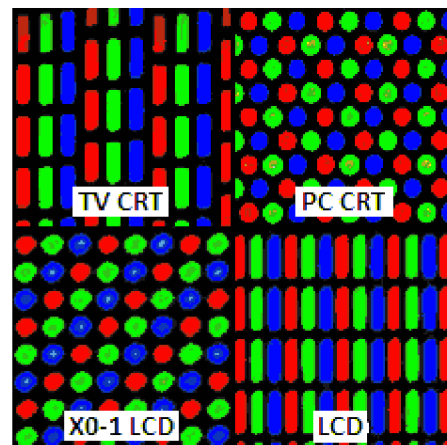
Subpixel Direktno prevod: podtočka.

Vsaka točka **na LCD zaslonu** je sestavljena iz treh podtočk: **rdede zelene** in **modre**. Od tod izvira izraz RGB (red green blue). Vse tri podtočke skupaj dajejo vtis ene same točke.

Poglejmo si konkreten primer povečano! Naše oči vidijo na zaslonu belo barvo (levo), pod povečevalnim steklom pa ločimo tri barve (desno):

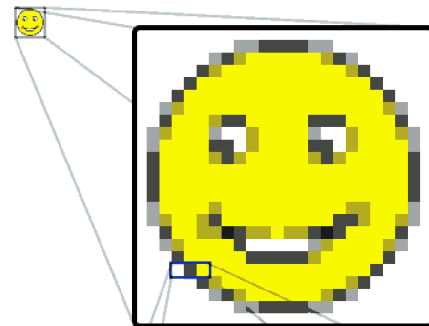


Ni nujno, da so podtočke vedno podolgovate, lahko so tudi okrogle oblike:



Nekateri ekrani dodajajo še četrto (RGBY - jellow) ali peto barvo (RGBYC - cyan).

Iz tako "pripravljenih" podtočk se nato oblikujejo slike, npr. smiley face:



R 93%	R 35%	R 90%
G 93%	G 35%	G 90%
B 93%	B 35%	B 90%

V spodnjem delu vidimo delež R (red), G (green) in B (blue) za posamezne točke.

Suho brušenje Način brušenja, ki se zaradi slabosti mokrega brušenja pogosteje uporablja.

Prednosti suhega brušenja:

- Fina brusna slika. Z ekscentričnim brusilnikom s 3 mm hodom in oplaščenim brusnim papirjem dosežemo zelo fino brusno sliko. Postopek je primeren tudi za suho končno brušenje polnilca.
- Manjša poraba časa. Časi brušenja in čiščenja

Ferdinand Humski

se skrajšajo, ker odpade sušenje.

- Manj napak pri lakiranju. Brusni prah lahko odsesavamo direktno na brusnem krožniku že med njegovim nastajanjem. Zato se možnost napak pri lakiranju zaradi pomanjkljivega čiščenja in sušenja temeljne podlage močno zmanjša.
- Boljša kontrola brusne slike. Brušena ploskev je vedno dobro vidna in je ni potrebno znova in znova brisati.
- Velika obstojnost brusnega papirja. Brusno sredstvo dalj časa ohrani sposobnost brušenja.

Temelji, ki posrkajo vodo (npr. poliestrski kit), se smejo brusiti samo suho. Tako se izognemo napakam pri lakiranju, kot so npr. parni mehurčki.

Surfacer Glej Polnilo - ličarstvo.

Spray Glej Aerosol.

Suspenzije Disperzni sistem tekočine in v njej neopnih trdnih delcev. Pomembni podatki: hitrost sedimentiranja (usedanja), raztresljivost usedline. Primeri suspenzij: zobna pasta, pesek v vodi itd. Prim. preiskava zvarov.

Šprickit Nepravilen žargonski (avtoličarski) izraz, ki pa se v Sloveniji široko uporablja. Pravi nemški izraz je Spritzspachtel (der Spachtelmasse je kit), der Spritzkitt pa je **avstrijski izraz** za:

1. **Predlak** (polnilo pri ličarstvu, nem. Filler / Füller) pri troplastnem sestavu reparaturnega ličenja.
2. **Temelj in polnilo obenem** (temeljno polnilo, kompaktpriemer, nem. Grundierfüller, ang. primer surfacer) pri dvoplastnem sestavu reparaturnega ličenja.

Temeljnemu premazu (primeru ali "grundu") pri troplastnem sestavu reparaturnega ličenja, ki ne vsebuje predlaka, pa se **nikoli ne reče šprickit**, pa čeprav se tudi primer brizga (šprica) na površino! Sin. brizgalni kit, tekoči kit, površinski kit.

Tekoči kit Sin. šprickit, brizgalni kit, površinski kit, kompaktpriemer. Glej Polnilo - ličarstvo.

Temeljni premaz V splošnem ličarstvu je to premaz, **ki se vpije** v les ali drugo luknjičasto podlago in omogoča **dober oprijem** barve ali laka.

Temeljni premaz se izbira po vrsti podlage, po oprijemljivosti na naslednje premaze, po stopnji luknjičavosti podlage in po vpojnosti.

Pri avtoličarstvu pa ni treba upoštevati luknjičavosti in vpijanja v podlago, zato uporabljamo **primer**. Glej Primer, prim. Grundiranje.

Temeljni predlak Glej Šprickit, Kompaktpriemer.

Temeljno polnilo Glej Šprickit.

Temperatura pri avtoličarstvu Velik vpliv ima temperatura že zato, ker lahko vlaga iz zraka na avtomobilski karoseriji **kondenzira** - to pa seveda zelo slabo vpliva na kvaliteto ličarskih del.

Prav zaradi kondenzacije vlage iz zraka ličarskih del na avtu pozimi ne začnemo opravljati takoj, ko se je avto pripeljal v delavnico. Najprej počakamo, da se avto segreje na temperaturo okolice v ličarski delavnici - najbolje je avto pustiti v delavnici preko noči.

Obstaja tudi postopek, s pomočjo katerega lahko preverjamo, ali pride do kondenzacije vlage na pločevini:

- izmerimo temperaturo okolice
- iz tabel poiščemo temperaturo rosišča
- izmerjena temperatura objekta mora biti višja od temperature rosišča + 3°C

Temperatura tudi močno vpliva na izbiro trdilca in razredčila:

Temperatura	Trdilec	Razredčilo
do 15°C	kratek	kratko ali normalno
15 - 20°C	normalen	dolgo
20 - 25°C	normalen	dolgo
25 - 30°C	dolg	dolgo ali posebno dolgo

Temperatura barve Barvo termičnih seval lahko opišemo tudi s pomočjo "temperature barve" (stopinje Kelvina). Če **kovinski predmet** (črno telo) **se-grevamo**, začne oddajati energijo v obliki vidne svetlobe. Najprej je temno rdeč, nato njegova barva prehaja preko oranžne in rumene v belo in na koncu v modro. Torej **lahko** določene **barve opiše-mo s temperaturo**, ki jo ima predmet, ko žari v določeni barvi. S temperaturo barve se da opisati

Stran 136

le določene barve in **ne vseh**. Različni viri svetlobe (naravni ali umetni) imajo različno barvo svetlobe, ki jo večinoma lahko opišemo s temperaturo barve, ker je ta svetloba zelo blizu bele svetlobe.

1000 - 2000 K	sveča
2500 - 3500 K	volfram žarnica (hišna)
3000 - 4000 K	sončni vzhod/zahod (jasno nebo)
4100 K	mesečina
4000 - 5000 K	fluorescentna luč
5000 - 5500 K	elektronska bliskavica
5000 - 6500 K	dnevna svetloba (jasno nebo, sonce v zenitu)
6500 - 8000 K	srednje oblačno nebo
9000 - 10000 K	senca / močno oblačno nebo

Sin. CCT - Correlated Color Temperature.
Terpentin Gosto tekoča smola iglavcev grenkega okusa, ki vsebuje 25-30% terpeninovega olja in 70 - 85% kolofonije.

Terpentinovo olje je brezbarvna, lahko tekoča in dišeča tekočina (eterično olje), ki se pridobi z destilacijo terpentina. Je zelo dobro in najstarejše uporabljano topilo za smole, voske, maščobe, lake in kavčuk. vrelišče 154°C. Uporablja se pri proizvodnji lakov, loščil za čevlje in gume. Močno draži sluznico in kožo, deluje kot narkotik, škoduje ledvicam. Namesto terpentina se pogosto uporablja cenejši bencin z visokim vreliščem, ki ima podobno zmogljivost raztapljanja. Z izrazom terpenin pogosto mislimo na terpeninovo olje.

Thinner Posebno razredčilo za temeljne premaze, glej Primer.

Toluen Srednje hlapno razredčilo, ki ga lahko uporabljamo tudi kot sredstvo za razmaščevanje. V večjih koncentracijah povzroča draženje sluznice, motnje živčnega sistema, poškodbe jeter, ledvic in možganskih celic. Sin. toluol.

Topilni premaz Premaz, katerega topilo ni voda, npr. alkoholni, nitro premazi, premazi na acetonski bazi itd.. Prim. Lak.

Topilo Splošna definicija: snov, v katerem lahko raztopimo topljenec, da dobimo raztopino. Delimo jih na anorganska - organska, nepolarna - polar-na, vodna - nitrocelulozna ipd..

V ličarstvu so topila tekočine, ki raztopijo veziva (nitrocelulozo, akrilne smole itd.) in druge nehlapne sestavine, ne da bi jih kemično spremenila. Pravimo jim tudi **osnova** pri barvah in lakih. Najstarejše uporabljano topilo je terpenin. V HS lakih je količina topil 20-30%, v MS lakih pa okoli 40%.

Najpogostejše uporabljana topila:

- **močno hlapna:** etilacetat, metiletil keton
- **srednje hlapna:** butilacetat, metilizobutil keton
- **počasi hlapna:** etilaktat

Glavne karakteristike za ocenjevanje **stopnje** požarne in eksplozivne **nevarnosti** predvsem **organjskih topil** so: plamenišče, vrelišče, temperatura vžiga in eksplozijsko območje.

Razredčila pa ne morejo raztopiti nitroceluloze in akrilne smole, so cenejša od topil.

V večini primerov imata besedi topilo in razredčilo enak pomen.

Transparenten

1. Prosojen, prozoren, ki delno prepušča svetlobo. Npr. transparenten papir: pavspapir, transparentne folije. Prim. Kritnost.

2. Razviden, jasen. Transparent: slika, sporočilo ali napis za javno izražanje.

Trdilec Snov, ki sproža kemično reakcijo zamreženja in s tem utrjevanje laka, kita, predlaka ipd.. Trdilci se razlikujejo po hitrosti utrjevalnega procesa. Razlikujemo trdilce:

- s **kratkim** časom utrjevanja
- z **normalnim** časom utrjevanja
- z **dolgim** časom utrjevanja

Podrobnejša navodila glede uporabe trdilcev najdemo pod posebnimi gesli, npr. Temperatura pri avtoličarstvu, Površinski lak - priprava itd..

Trikloroeten Negorljiva, brezbarvna tekočina z vonjem po kloroformu, odlično topilo za maščobe, voske, smole itd. Temp. vrelišča je 87°C. Pri vdi-

havanju deluje kot narkotik. Sin. trikloroeten.

Triplastno ličenje Glej geslo Nalič. Izraz triplastno ličenje pogosto zamenjujejo s triplastnim lakiranjem (glej geslo Površinsko lakiranje).

UB pištola Pištola, ki je namenjena za nanašanje zunanje in notranje zaščite na podnožja vozil. Na pištolo se s spodnje strani pritrdi kartuša, v kateri je zaščitni premaz. Kratica UB pri tem pomeni Unterbodenschutz (zaščita podnožja).



UB pištola se uporablja pri 3 - 6 bar na razdalji ~30 cm. Nastavitev šobe na UB pištoli: približno 1,5 do 2 zavrtitvi šobe. V odvisnosti od nastavitve šobe dobimo fini, srednje grobi ali grobi nanos zaščitnega premaza. Debelina nanosa zaščitnega premaza naj znaša nekje okrog 0,5 mm. Prim. Zaščitni premaz.

Varnostni list Dokument, ki vsebuje varnostne podatke o določeni snovi oziroma kemikaliji. Predstavlja pomembne informacije za osebe, ki prihajajo v stik z dotično snovjo.

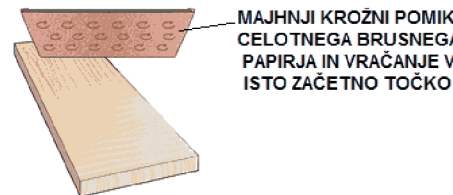
Varnostni list je predpisan po Zakonu o kemikalijah in ga mora predložiti vsaka pravna ali fizična oseba, ki proizvaja nevarno snov.

Na področju avtoličarstva je še posebej veliko nevarnih snovi z obveznim varnostnim listom.

Večslojno reparaturno površinsko lakiranje Glej gesli Površinski lak, Površinsko lakiranje.

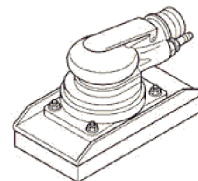
Vezivo Gradivo, ki po lakiranju in sušenju tvori plast laka. Pri tem se barvni pigmenti povežejo med seboj s smolami. S pomočjo mehčalcev se zniža temperatura taljenja smol in se lahko tvori plast laka že pri nižjih temperaturah. Prim. Lak.

Vibracijski brusilnik Ročno vodeni stroj za brušenje površin, ki deluje na ta način, da se **na vibracijsko** brusilno ploščo **pritrdi brusni papir**. Pri tem celotna **brusna plošča** z brusnim papirjem vred le za nekaj milimetrov **krožno vibrira, ne da bi se** pri tem **spremenila usmerjenost** brusnega papirja **proti obdelovancu** - za razliko od ekscentričnega brusilnika, pri katerem se celotna brusna plošča z brusnim papirjem vred vrtili okrog ekscentričnega središča.



MAJHNJI KROŽNI POMIKI CELOTNEGA BRUSNEGA PAPIRJA IN VRAČANJE V ISTO ZAČETNO TOČKO

Brusni papir, ki ga pritrdimo na vibracijsko brusilno ploščo, praviloma ni okrogle, temveč je pravokotne ali trikotne oblike. Pritrdimo ga s sponkami (vpenjalne vzmeti) ali s pritrdilnim ježkom:

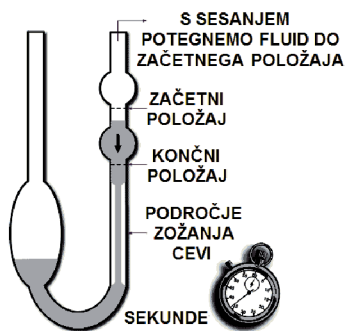


Pomembni tehnični podatki za vibracijski brusilnik: velikost papirja (brusne ploskve), frekvenca vibracij (npr. 11000 min⁻¹), moč (npr. 200 W), ekscentričnost (npr. 2 mm, 5 mm) itd.

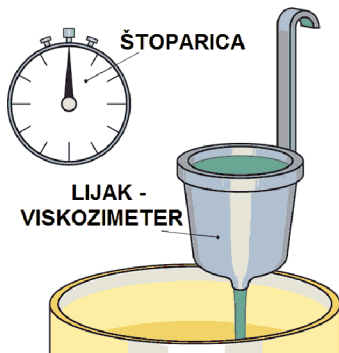
Prednosti dela z vibracijskim brusilnikom: z njim lahko brusimo tudi v kotih, dober je tudi nadzor pri brušenju zunanjih kotov, uporabimo lahko brusni papir brez ježkov (ki je cenejši). Slabosti: brušenje

traja daljši čas kakor pri ekscentričnem brusilniku.

Viskozimeter Merjenje viskoznosti po Ostwaldu:



Za avtolake se najpogosteje uporablja merjenje viskoznosti z lijakom, po DIN 53211:



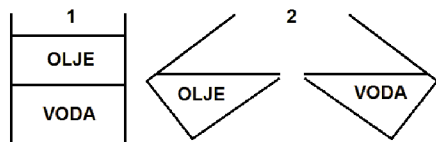
Lijak s 100 cm³ prostornine ima na spodnjem koncu 4 mm veliko izstopno odprtino. Med merjenjem viskoznosti iztočno odprtino zapremo s prstom in lijak do roba napolnimo z lakom. Potem odmaknemo prst in s štoparico merimo čas praznjenja, dokler se ne začnejo tvoriti kapljice. Merjenje mora potekati pri temperaturi laka 20°C, ker se podatki o viskoznosti navajajo za to temperaturo. V praksi se čaša potopi v lak in hitro potegne iz nje, s štoparico pa se izmeri čas iztekanja.

Proizvajalci navajajo podatek za viskoznost zraven simbola ustreznega piktograma, glej geslo Piktogrami za ličarska gradiva, številka piktograma 9. Primer za navajanje viskoznosti:

- 16 s.....18 s/DIN 4mm/20°C ali
- 37 s.....45 s/ISO 4mm/20°C

Namesto DIN je danes veljaven ISO postopek z nekoliko drugačnimi lijkami. Merilni rezultati DIN in ISO niso enaki, čeprav so enaki premeri izstopnih odprtini. Proizvajalci lakov zato v tehničnih opombah navajajo največkrat oba podatka, ISO in DIN. **Viskoznost - definicija** Odpor tekočine proti deformacijam, notranje trenje tekočin. Tekočina z višjo viskoznostjo se **težje pretaka**. Sin. tekočnost, židkost.

Razliko viskoznost - gostota najlažje pojasnimo s poskusom - primerjamo vodo in olje:



Primer 1 - če vodo in olje vlijemo v isti kozarec, tedaj olje plava na vodi. **Olje** ima torej **manjšo gostoto** kakor voda.

Primer 2 - olje počasneje odteka iz kozarca kakor voda. Torej **ima olje večjo viskoznost** kakor voda.

Viskoznost lakov Posebej pomembna lastnost lakov, od katere je v veliki meri odvisna kvaliteta lakiranja. Prim. Viskozimeter.

Na viskoznost lahko vplivamo **z dodatkom razredčila** in **s temperaturo**. Prevelika ali premajhna viskoznost je lahko vzrok za napake pri lakiranju:

- **Premajhna viskoznost.** Lak je preveč razredčen. To povzroča **pretanke sloje laka** in **slabo pokrivanje**. Nevarnost **odtekanja kapljic** je velika.
- **Prevelika viskoznost.** Lak se premalo razredči. To povzroča napake v postopku lakiranja, npr. **površina je podobna pomarančni lupini**, ker se kapljice slabo razlivajo. Da bi se težko tekoči lak dobro razpršil, potrebujemo **povečan tlak brizga-**

nja, hkrati z njim pa se **povečajo izgube laka** (overspray).

VOC Kratica s področja lakiranja in lakov, ki pomeni **hlapna organska spojina** (slovensko HOS), ang. volatile organic compounds.

Nekatere snovi, ki so označene s kratico VOC, so: • **nevarne za človekovo zdravje** (učinki so predvsem dolgoročni, le v manjši meri so akutni) ali • škodljive za okolje.

Primer: bencin, toluen, ksilen, stiren, terpentini, formaldehid izhlapevajo iz barve že pri -19°C.

VOC vrednost podaja delež hlapljivih sestavin (brez vode) v laku v gramih na liter laka (g/l). Čim večja je vrednost VOC, toliko bolj nevaren je lak. Na pločevinkah z laki opazimo tudi oznake low VOC, VOC free ipd. - s tem **proizvajalci opozarjajo na izpolnjevanje** zakonskih **predpisov** in da pri sušenju ni potrebno dodatno prezračevanje.

Z zakonskimi predpisi (direktivami) pa se omejuje: • vsebnost VOC v uporabljenih tekočinah • delež hlapljivih sestavin na delovnem mestu.

Za varno delo torej ni dovolj le uporaba pravega laka, temveč tudi uporaba **ustreznega delovnega okolja** (ustrezne lakirne kabine, pravilne brizgalne pištole itd.), ki zagotavlja, da se ne razvija preveč škodljivih hlapov. Direktive se razlikujejo po državah, Europa pa seveda ima skupno direktivo.

Vodna osnova Besedna zveza, ki jo uporabljamo predvsem pri barvah in lakih. Pomeni, da je osnovno topilo voda - takšni premazi (barve, laki itd.) se topijo v vodi, ne topijo pa se v organskih topilih. Nasprotje: nitrocelulozna osnova.

Premaze na vodni osnovi **topimo z vodo** (barve v avtoličarstvu topimo z destilirano vodo), tudi **redčilo je voda**, tudi **čistilna sredstva** so lahko **na vodni osnovi**. Prim. Osnova.

Vendar: premaze na vodni osnovi **ne smemo čistiti z vodo**, ker jih bomo razmazali!!! Čistimo jih z organskimi čistili, npr. s čistili na nitro osnovi, s silikonskimi čistili itd..

Vodni lak Lak, ki ga lahko mešamo (redčimo) z vodo, ki predstavlja tudi največji delež topila: pri prozornem laku je delež vode do 80%, organskega topila pa je približno 10%. Pri polnilu in bazičnem laku se organsko topilo nadomesti z vodo. Vezivo v vodnem laku je umetna smola.

Po nanosu laka na površino karoserije voda in organsko topilo **v sušilnih napravah** popolnoma izhlapi. Nastane tesna plast laka, **odporna proti vodi in kemikalijam**. Ko je vodni lak strjen, ga je veliko težje odstraniti kakor topilne lake. Strjene topilne lake lahko namreč očistimo s pomočjo topila, strjenih vodnih lakov pa ne moremo več raztopiti v nobenem topilu.

Zaradi majhnega deleža topila se postopek sušenja podaljša, vendar je obremenitev okolja zaradi manjše emisije topila manjša.

w/w Avtoličarska kratica za wet on wet, kar pomeni mokro na mokro.

Waschprimer Glej Primer.

White spirit Organsko parafinsko topilo, ki se uporablja kot razredčilo za redčenje oljnatih barv, čiščenje čopičev in ostalih pripomočkov. Je prozorna tekočina brez vonja.

Working life Pri epoksi smolah EP je to čas, ko ima zmes po primešanju trdilca še dovolj nizko viskoznost, da jo še lahko enostavno nanesemo na površino (uporabimo za kitanje). Prim. Pot life.

Zaščitna maska Glej Respirator.

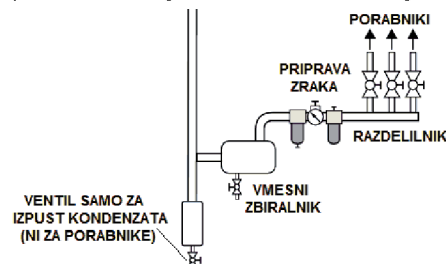
Zaščitni premaz Premazi, ki so namenjeni za mehansko zaščito, za kemično zaščito površine in za tesnenje. Pri avtoličarstvu zaščitni premazi ščitijo dno karoserije, tudi pred udarci kamenja. Narejeni so iz kavčuka, umetnih mas in bitumna. Lastnosti zaščitnih premazov:

- morajo se dobro oprijemati,
- naj bi bili nerazljivi (ni jih možno praskati)
- možno jih je prelakirati, tako s topilnimi laki kakor tudi z laki na vodni bazi

Priprava površine: osnovna površina mora biti čista, suha, brez prahu in brez rje. Za nanos se uporablja UB pištola pri 3 - 6 bar na razdalji ~30 cm. Podrobneje glej UB pištola. Posebni zaščitni pre-

mazi so namenjeni za tesnenje vtilih prostorov.

Zbiralnik kondenzata Posoda v pnevmatskem sistemu, ki se nahaja na tistih mestih, kjer pričakujemo večjo količino kondenzata. Običajno se uporablja pri večjih pnevmatičnih omrežjih, ki imajo fiksne (kovinske) vode. V spodnjem delu zbiralnika kondenzata se nahaja ventil za izpust kondenzata, priključek za porabnike stisnjenega zraka pa naj bo nameščen na višji legi - da pnevmatične naprave ne bodo "gotale" kondenzirane vlage.



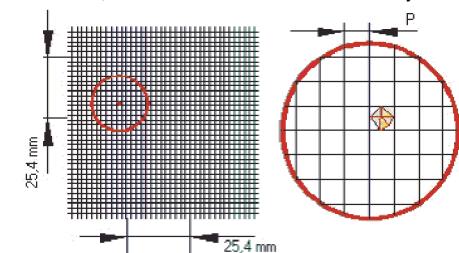
Položaje za nameščanje zbiralnikov kondenzata kaže risba pod geslom **Pnevmatika - osnovne naprave in elementi**. Prim. Izločevalnik vlage.

Zrnatost Ločevanje sipkega materiala glede na velikost zrn, granulacija, zrnavost. Glej Brušenje, Brus, Brusni papir.

Velikost brusnega zrna je odvisna od kvalitete brušenja, ki jo želimo doseči: fina zrna za fino brušenje in groba zrna za grobo brušenje. Velikost zrna označujemo s **številkami**.

Brusilni material zmeljejo z mlino in nato sejejo s sito. Označba zrn je standardizirana po FEPA skali in je določena s številom. **Število pove, koliko luknjic** (P - perforation) **na dolžini 1 cole** (25,4 mm) **ima žično sito, ki še prepušča zrnca**.

Npr.: zrno št. P80 je tisto zrno, ki ravno še pade skozi sito, ki ima na dolžini 1 cole 80 luknjic.



Približna delitev zrnatosti:

Grobo brušenje:	6 - 24
Srednje:	30 - 60
Fino:	70 - 180
Zelo fino:	220 - 1.200 in več

OBLIKOVANJE IN UMETNE MASE

Bimetalno litje N način litja, pri katerem na jeklo ali sivo litino nalijemo drugo kovino. Razlog za takšen način litja je zahteva po majhni masi ali boljši toplotni prevodnosti končnega izdelka. Primer: na pušo iz sive litine lijemo aluminijeva hladilna rebra zračno hlajenega motorja. V tem primeru moramo pušo iz sive litine najprej potapljati v kad z raztaljenim aluminijem. Nastane 0,03 mm debela Al prevleka. Tako pripravljen del nato postavimo v kokilo. V kokilu ga zalijemo z raztaljenim Al, ki se prime na pripravljeno Al prevleko.

PUŠA IZ SIVE LITINE

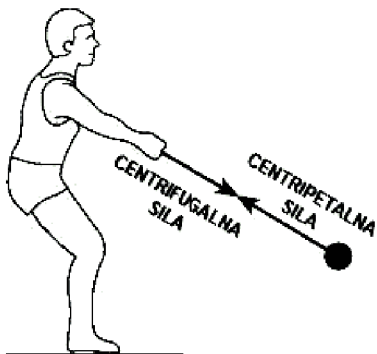


Blum Iz ingota grobo valjan kovinski blok, najpogosteje jeklen. Ima kvadraten presek. Ang. bloom: gruda staljenega železa. Bluming: valjarska predproga. Prim. brama, cagelj, ingot. Slika: Valjanje.

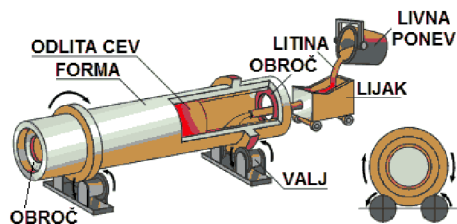
Brama Polizdelek: blok (steber) ulitega jekla, aluminija ipd., namenjen za nadaljnjo predelavo z litjem, kovanjem, valjanjem ali vlečenjem. Ima pravokoten presek. Prim. ingot, blum, cagelj. Risba: valjanje.

Cagelj Ulita klada (velik kos materiala, blok) za nadaljnjo obdelavo: izdelovanje palic, pločevine, cevi in žice z valjanjem, kovanjem ali vlečenjem. Npr. segrevanje in valjanje železnih caglev. Prim. ingot, brama, blum.

Centrifugalni Sredobežen, ki je usmerjen, se giblje ali povzroča gibanje od središča. Centrifugalna sila nastaja pri vrtenju:

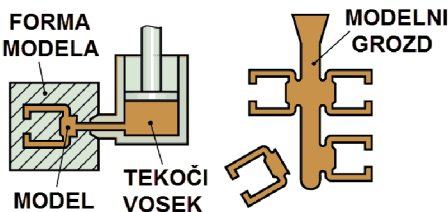


Centrifugalno litje Talino lijemo v pokončne ali ležeče jeklene forme, ki se vrtijo. Centrifugalna sila sili litino proti zunanji steni forme, zato je litina bolj homogena. Tako lijemo cevi, ležajne puše, zavorne bobne itd..



Forma Iz ang. form (oblika, oblikovati):
 1. **Orodje**, ki daje obliko izdelku. To je votla priprava, po kateri se oblikuje tekoč ali praškasti material, npr. tekoča kovina ali plastika, prah za sintranje itd.. Poznamo naslednje vrste form:
 a) **PEŠČENE FORME**: suhe in sveže forme, v katere ulijemo le enkrat. Ko se ulitek ohladi, formo razdremo in iz nje dvignemo ulitek. Risbo in sestavne dele peščene forme vidmo

pod geslom Litje v peščene forme.
 b) **KOVINSKE FORME**, prim. kokila.
 c) **FORME IZ OSTALIH MATERIALOV**, npr. iz maske (kvarčni pesek s fenolno smolo) itd.. Prim. Livna votlina, Kalup.
 2. **Oblika** (videz), ki ga ima predmet v prostoru.
Formanje Izdelovanje livarske forme.
Orodja za formanje: lopate, nabijala, sita, kljube za pesek, gladkala, igle za prebadanje oddušnih kanalov itd. Poznamo različne **VRSTE FORMANJA**:
 a) **Ročno formanje**, za katerega je najprikladnejši dvodelni model.
 b) **Strojno formanje** je primerno za večje količine manjših in srednjih ulitkov. Stroji za formanje so vibracijski (stresalni), obračalni in drugi.
 c) **Šablonsko formanje** uporabljamo za večje rotacijske izdelke, npr. jermenice, pokrovi, vztrajniki itd. Čeprav je formanje bolj počasno, je šablona več kot 10 krat cenejša kot model.
 d) **Formanje v maskah** (glej Litje v maske) in
 e) **Formanje z voskom**, glej istoimensko geslo.
Formanje z voskom Formanje, ki poteka tako, da najprej v posebni kovinski formi ulijemo voščen ali polistirenski model. Nato modele sestavimo drug poleg drugega kot grozde:



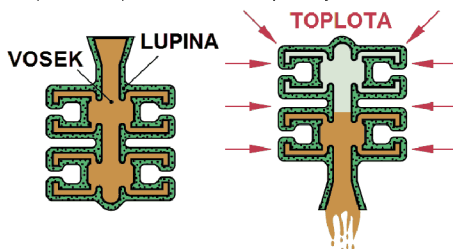
Izdelava in montaža voščenega modela

Grozde obrizgamo s keramičnim prahom ali potapljamo v keramični masi. Čez modele natresemo še maso, odporno proti vročini (npr. mavec).



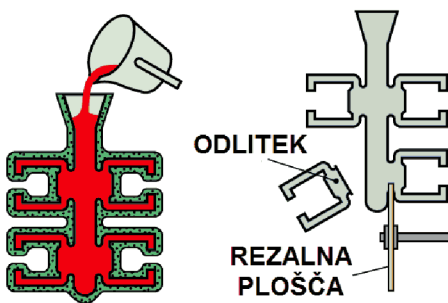
Nanašanje keramičnega materiala

Voščene forme sušimo, da iz njih izteče vošek. Dobimo natančne votle odtise, ki jih nato še žgemo (sintramo), da se delčki sprimejo v trdno telo:



Oblikovanje lupine in odlivanje voska pri 500 do 1100°C

V tako izdelane forme centrifugalno lijemo. Pri debelejših stenah lahko lijemo tudi pokončno, brez centrifugiranja:



Litje in ločevanje

Ulittki so zelo kakovostni s toleranco $\pm 0,05$ mm na 10 mm dolžine. Zato ulitke pogosto ni treba obde-

lovati. Postopek je primeren tudi za težko livne kovine, zelo uporaben je za zlatarstvo.

Fórmati Izdelovati livarske forme, oblike - oblikovati. Podrobneje - glej glagolnik: **formanje**.

Gravitacijsko litje Najstarejši postopek litja - litje samo s pomočjo gravitacijske sile. Raztaljena kovina se iz talilnega lončka vlije v kalup (formo), brez dodatnega tlaka ali centrifugalne sile. Pri gravitacijskem litju je forma v splošnem izdelana iz kateregakoli materiala (pesek, kamen, kovina itd.), najpogosteje pa je s tem izrazom mišljeno kokilno litje.

Gravurna plošča Ena od obeh plošč forme - premična (izmetalna) ali fiksna (brizgalna) polovica kokile, glej Brizganje v forme, Tlačno litje. Besedo Gravurna uporabljamo tudi pri utopih - glej geslo Kovanje.

Sin. oblikovna plošča. Namesto gravurne plošče iz enega kosa imamo lahko tudi dva sestavna dela: oblikovna plošča + oblikovni vložek. Orodna plošča pa je lahko katerakoli plošča, ki je namenjena za orodje, npr.: fiksna vpenjalna, podporna, izmetalna, premična vpenjalna itd. Gravurna plošča ima več gnezd.

Hlebček Majhen ingot.

Ingot Blok ulitega jekla, aluminija ipd. za nadaljnjo predelavo s kovanjem, valjanjem ali vlečenjem. Ima kvadraten presek, ki se postopoma zmanjšuje, tako da ima ingot obliko odsekane piramide - nekoliko koničasta klada za nadaljnjo obdelavo. Prim. brama, blum, cagelj. Slika: Valjanje.

Izceja Mesto v snovi, ki ima drugačno sestavo od okolice. Npr. pri ulivanju zlitin iz več kovin se lahko zgodi, da kristali težke kovine, ki so se izločili okrog kristalne kali, potonejo. Pride do neenakmernosti strukture ulitka. Izceje so pogoste pri legiranih jeklih in pri neželeznih kovinah.

Jedro - litje Livarsko orodje, ki se namesti v formo, da nastane v ulitku votlina. Ko se ulitek strdi, se jedro odstrani. Jedro torej določí notranjo obliko ulitka. Material jeder mora biti:

- trden, da vzdrži vzgon raztaljene kovine,
- porozen (da prepušča pline) in
- odporen proti vročini.

Jedra so iz kremenčevega peska z dodatkom veziv (običajno so to umetne smole) in utrjevalca (ki je pogosto na bazi aminov, z njim se jedro prepriha). Na ta način pripravljeno jedro je običajno tako trdno, da ga z rokami ne moreš zlomiti. Nekatera jedra so lahko tudi jeklena, če jih lahko izvlečemo iz strjenega ulitka.

Manjša jedra se izdelujejo v jedrnih (jedrovnikih), večja cilindrična jedra pa se izdelujejo s posebnimi stroji. Če so jedra zelo velika, jih sezidamo z opeko ali z glino.

Pred vstavljanjem v formo je potrebno jedra previdno osušiti, da postanejo trdnejša in bolj proputna za pline.

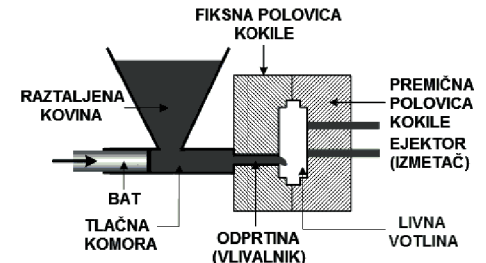
Načini odstranjevanja jeder so različni:

- pri litju železnih gradiv so temperature dovolj visoke, da jedro razpade, nedolgo potem, ko se ulitek strdi
- pri litju aluminija so temperature nižje, zato jedro običajno ne razpade in ga je treba izbijati, prevrtati, vibrirati in izpihati

Prim. Model, Litje.

Kokila Kovinska livarska forma. Je trajna forma, kar pomeni, da se večkrat uporabi (za različno od peščene forme). Lahko je litoželezna ali jeklena. Prim. kalup.

Kokilno litje Kovino lijemo v segreto kovinsko formo, ki ji pravimo kokila.



Enostavne kokile so iz sive litine, kvalitetnejše so jeklene. Jedra so peščena ali jeklena. Manjše količine litine lijemo v kokile z zajemalkami. Prim. Gravitacijsko litje.

Prednosti kokilnih ulitkov: površina je gladka, mere ulitka pa so natančne.

Kontinuiran Nepretrgan, zvezen, nadaljujoč se. **Kontinuirano litje** Način litja, pri katerem vodimo talino do posebne kokile za kontinuirano litje, v kateri se strjuje kar med pretokom skozi njo.

Kokila za kontinuirano litje je prisilno hlajena, običajno z vodo. Na dnu kokile je bat, ki ga premikamo, npr. hidravlično, s transportnimi valjarji ipd.. V kokilo vlita talina se bo najprej strdila na dnu kokile, zato bo iz kokile izhajala strjena litina, medtem ko se bo z vrha nalivala talina v tekoči obliki.

Na opisan način je lahko ulitek daljši od kokile. Ko je ulitek dosegel željeno velikost, začasno prekinemo dolivanje taline, odmaknemo ulitek in postopek se lahko ponovi:

Kristalna kal Prvi kristal, ki se pri ohlajanju tekoče kovine izloči iz taline. Prim. litje.

Litina Kovina, iz katere se ulivajo predmeti:

1. **Lito železo**, glej razdelitev pod tem geslom.

2. **Litine iz neželeznih kovin**: aluminijeva, cinkova (npr. zamak), magnezijeva, litina iz medi in bronov, rdeča litina itd.

Razl. talina, zlitina.

Litje Postopek primarnega oblikovanja, pri katerem ulijemo raztaljeno kovino (litino) v livno obliko forme, v kateri se litina strdi v ulitek in tako obdrži njeno obliko.

Pri strjevanju se litina skrči, krčenje pa je seveda treba upoštevati, če želimo, da bo imel ulitek željeno obliko. Ko smo določili željeno obliko (model) ulitka, takrat na osnovi te oblike nastane:

a) Livarski model, ki določa zunanjo obliko ulitka, izdelava ga npr. modelni mizar. Po obliki livarskega modela bo kasneje nastala forma.

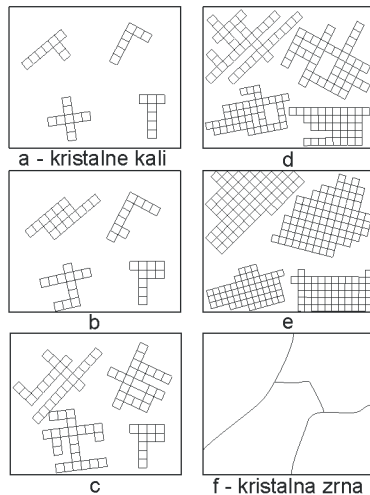
b) Jedro, ki določa oblike votlin v ulitku. Jedro se vstavi v formo in ostane v njej, ko ulivamo litino. Ko pa se odlitek strdi, se jedro odstrani - obstaja več različnih načinov odstranjevanja, glej geslo Jedro - litje.

Pri litju uporabljamo tudi sredstva za ločevanje, ki preprečujejo zlepljanje:

- pri formanju, med modelom in peščeno formo (npr. smucec),

- pri litju, med formo (kokilo) in ulitkom (v tem primeru je potrebno orodje občasno tudi peskati).

Strjevanje taline: talina oddaja toploto okolici in se ohlaja tako, da doseže temperaturo strdišča. Atomi se nehalo gibati in se združijo v skupine, ki predstavljajo pravilne geometrične oblike - kristali. Celoten opisan proces imenujemo kristalizacija:



Prvi kristal imenujemo kristalna kal (a). Takih kristalnih kali nastane več na najrazličnejših mestih. Okoli njih se začno nabirati novi in novi kristali, ki tvorijo kristalne skupine (b, c, d, e). Posamezne skupine rastejo vse dotlej, dokler ne zadenejo ob drugo skupino, ki jim prepreči nadaljnjo rast - nastane kristalno zrno (f).

Pri strjevanju taline lahko pride tudi do nepravilnosti - glej gesli Lunker, Izceja.

Za postopek litja se običajno odločimo:

- kadar so drugi tehnološki postopki predragi
- kadar izdelka ne moremo drugače izdelati
- kadar želimo posebne lastnosti ulitega izdelka

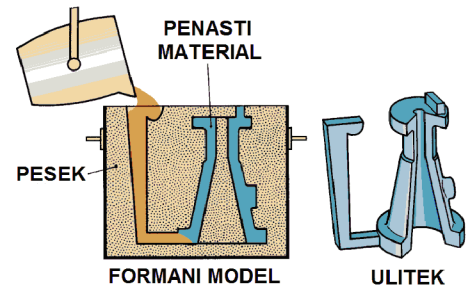
NAJPOMEMBNEJŠE VRSTE LITJA:

1. LITJE V PEŠČENE FORME
2. KOKILNO LITJE
3. CENTRIFUGALNO LITJE
4. TLAČNO LITJE
5. KONTINUIRANO LITJE
6. LITJE V MASKE
7. Litje v formo s POLISTIRENSKIM MODELOM
8. BIMETALNO LITJE

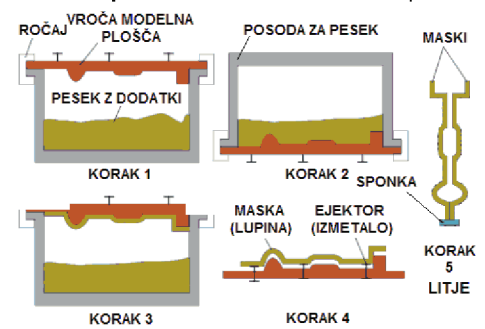
Litje v formo s polistirenskim modelom Način litja, pri katerem modele iz tršega penastega polistirena (Stiropor®) ponavadi izdelamo na obdelovalnih strojih, ker lahko material obdelujemo z veliko rezalno hitrostjo. Izdelan model nato zaformamo v pesek, pri tem imamo eden okvir. Pri litju

se umetna masa raztali in se izgubi v pesku. Postopek je hitrejši od klasičnega litja v pesek, saj:

- modele izdelamo hitro,
- odpade zamudno izvlačenje modelov iz peska in zapiranje form, ker imamo le eden okvir.



Litje v maske Način litja, ki ga je leta 1944 patentiral Johannes Croning iz Hamburga. Najprej izdelamo peščeno masko za enkratno uporabo:



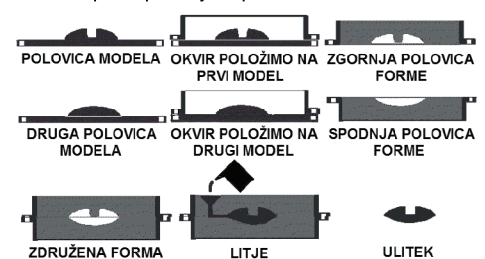
1. Korak je priprava peska (materiala za formanje): kvarčnemu pesku dodamo fenolno smolo (tališče 90 do 115°C), trdilec in kalcijev stearat. Modelno ploščo zagrejemo na 250 do 300°C.
2. Korak: model posipamo s peskom. Zaradi taljenja fenolnih smol se določena plast peska (4 - 6 mm) v nekaj sekundah poveže med seboj.
3. Korak: odvečni pesek stresemo (modelno ploščo prekucnemo) in utrjujemo masko pri 450°C.
4. Korak: s pomočjo izmetala snamemo tako nastalo masko.
5. Korak: povežemo dve maski (s pomočjo vročih lepil in sponk), po potrebi dodatno tudi jedro. Lijemo v tako povezano masko, ki jo pri večjih izdelkih položimo v posodo in obsipamo s peskom, lahko pa jo vložimo v peščeno formo ali kako drugače podpremo. Maska med litjem toliko zadrži litino, da se strdi - vendar, visoke temperature jo nato počasi prežgejo, nazadnje jo le še očistimo z odlitka.

Prednosti tega postopka:

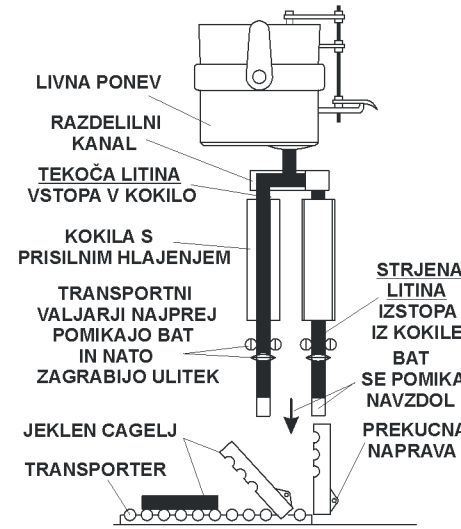
- v maske lijemo vse kovine, tudi legirana jekla,
 - maske lahko izdelujemo celo na zalogo,
 - je hitrejša in gospodarnejša od litja v pesek,
 - ulitki so zelo natančni: ± 0,04 mm na 10 mm, zato prihranimo pri nadaljnji obdelavi.
- Po tem postopku lahko lijemo tudi ročične gredi, ventile, zobnike, zračno hlajene motorne valje itd. Sin. postopek Croning.

Litje v peščene forme Najpogostejši način litja. Ulivamo lahko najrazličnejše, še tako zahtevne strojne dele iz vseh kovin.

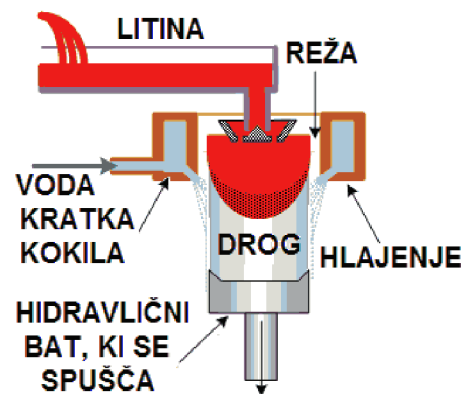
Celoten postopek litja v peščene forme:



Poglejmo si še sestavne dele združene forme, ki je pripravljena na litje:



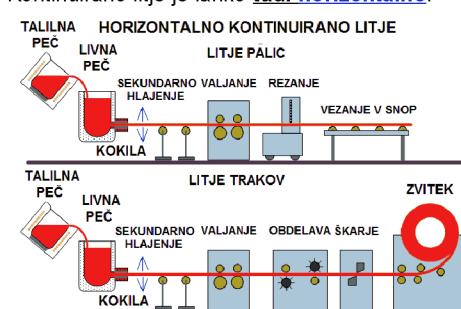
Vertikalno kontinuirano lijemo predvsem težke polproizvode, saj postopek učinkovito nadomešča težko fizično delo. Aluminijaste drogovce lijemo s pomočjo hidravličnega bata (hot top litje):



Običajno se hkrati lije večje število drogov (npr. 48 drogov naenkrat):



Kontinuirano litje je lahko tudi horizontalno:



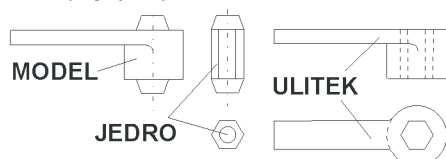


Glavni deli forme so:

- **livna votlina**, ki da ulitku osnovno obliko,
- **ulivnik** in **ulivni kanali**, po katerih doteka raztaljena kovina v livno votlino,
- **oddušnik**, skozi katerega se odvaja zrak, ko raztaljena kovina doteka v livno votlino,
- **zračniki**, ki pomagajo odvajati pline med ohlajanjem taline.

Jedro ostane v formi zato, da v ulitku nastanejo votline.

Ker je potrebno razlikovati med modelom in jedrom, si pogledimo primer za konkreten ulitek:



Livarski pesek sestavlja **kremenčev pesek** in **glin**. Pesek, ki je uporaben za takojšnje formanje, imenujemo **MODELNI pesek**. Sestavlja ga **stari presejani pesek**, **nov pesek**, **voda** in **vezivo**. Lastnosti modelnega peska so zelo pomembne:

- mora se dobro **oblikovati**,
- mora biti **trden**, **prepusten za pline** in **odporen proti vročini**,
- mora dati **gladko površino ulitka**,
- **ne sme se pripeči** (sintrati) na ulitek,
- **ne sme se lepiti** na modele.

Forme pri litju v pesek so **SUHE** in **SVEŽE**.

SUHE forme pripravimo za večje in za zahtevnejše ulitke. Manjše forme **sušimo** v pečeh, večje pa kar na delovišču. Suha forma je bolj trdna, ulitki pa so bolj kakovostni in jih je lažje obdelati.

SVEŽE forme so za splošne ulitke. Ker jih **ne sušimo**, so **cenejše**. Vendar: pri litju se razvijajo plini in vodna para, zato je ulitek **bolj porozen** in ima **tršo površino**.

Prim. model, jedro.

Lito železo Zlitina železa z običajno **2,5 do 4,5% ogljika C**. Za razliko od jekel se lito železo pri ohlajanju taline **ne more strditi v čisti austenitu** - to je razvidno iz Fe - Fe₃C diagrama.

Lito železo se pridobiva v **kupolki** (iz sivega grodja, odpadnega železa in odpadnega jekla). Del.:

1. Siva litina:

a) Z **lamelnarim grafitom**, posebna vrsta je vermikularna litina.

b) S **kroglastim graf.** - nodularna (duktilna) litina

2. Trda litina: bela litina in litina s trdo skorjo.

3. Temprana litina: bela (kovna) in črna.

4. Jeklena litina

Livnost Lastnost kovine, da jo lahko raztalimo in iz nje **ulivamo različne predmete**. Ovisna je od:

- **temperature tališča**: zaradi porabe energije in vzdrževanja form naj bo **temp. litja čim nižja**
- **viskoznosti** taline:

- * s segrevanjem preko tališča in z dodajanjem fosforja postane talina lažje tekoča
- * sulfidi in oksidi delajo talino težko tekočo

- **navzemanja plinov**: talina se navzame plinov (predvsem iz zraka), ki jih pri strjevanju zopet izloča; nastajajo plinski mehurčki v ulitku, ki je potem luknjičav; vodik povzroča krhkost, poroznost in razpoke v ulitku, dušik pa krhkost ulitka; odstranjujemo ju s pogostim mešanjem taline ali z dodatki, ki ju vežejo nase
- **oksidacije**: povzročajo izgubo v obliki ogorine, poslabša kvaliteto ulitka; talina ne sme biti predolgo na zraku, pokrijejo jo s primernimi

snovmi ali jo držijo v pečeh z nevtralno ali celo reducirno atmosfero; nastale okside odpravijo z dezoksidacijskimi sredstvi

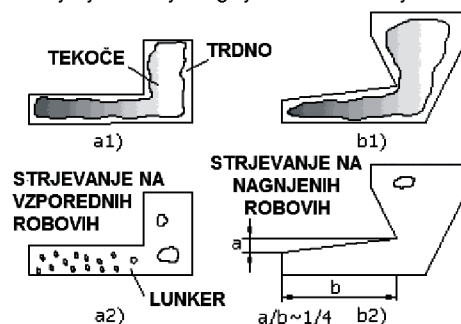
- **tvorjenja izcej**: pri ulivanju zlitin iz več kovin se lahko zgodi, da **kristali** težke kovine, ki so se izločili okrog kristalne kali, **potonejo**; pride do neenakmernosti strukture ulitka; take kristale imenujemo kristalne izceje; izcejanje preprečimo s **hitrim hlajenjem**

- **krčenja**: zaradi ohlajanja in krčenja nastajajo **lunkerji** in/ali **razpoke**, ki jih **preprečimo**:

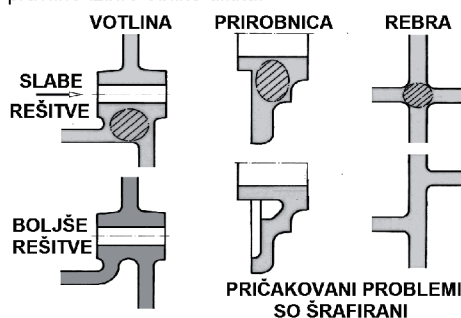
- * z izbiro ustreznega načina litja
- * s povečano hitrostjo litja
- * z nižjo temperaturo litine
- * z uporabo hladilnih teles

Lunker **Votlina**, ki nastane zaradi krčenja taline od stene forme proti sredini.

Talina se najprej strdi ob stenah livne votline in se nato strjuje proti notranjosti. Kjer se talina strdi najkasneje (nekje sredi ulitka), prav tako prihaja do krčenja, zato nastane votlina (lunker) ali celo razpoka, oboje je nezaželeno. Preprečevanje nastajanja lunkerjev - glej livnost. Prim. litje.



Določene napake pri litju lahko odpravimo s pravilno izbiro oblike ulitka:



Maketa Vzorec, osnutek. Predmet, izdelan le za prikaz obravnavanega objekta ali naprave, v naravni velikosti ali v merilu. Prim. model.

Model

a) Pomanjššan ali povečan **posnetek realnosti**.

Lahko je narejen v določenem razmerju, ki nam pove dejanske mere predmeta. Npr.: ~ avtomobila (pomanjššan), kemijski ~ molekule (povečan posnetek), ~ atoma. Prim. maketa.

Volumski model je trodimenzionalno telo, ki ga kreiramo s pomočjo računalniških programov

b) **Livarsko orodje**, ki je tako oblikovano, da po njegovi obliki nastane ulitek (natančneje: zunanja oblika ulitka). Model je lahko **lesen**, **kovinski** ali iz **umetnih mas**. Leseni modeli so izdelani iz več delov. Prim. pramodel.

Model je **od ulitka** nekoliko **VEČJI**, ker se ulitki pri hlajenju **krčijo**. Razlika med mero na modelu in mero ona ulitku imenujemo **krčna mera**. Za lažje in hitrejše delo uporabljajo **modelni mizarji** posebno merilo - **meter v krčni meri** (enote običajnega metra so povečane za krčno mero). Krčna mera se podaja **v odstotkih**: za ulitke iz sive litine je ~ 1%, za jekleno litino ~ 2%, za bron pa ~ 1,5%.

Votline v ulitku pa ne oblikujemo s pomočjo modela, temveč nastanejo tako, da se v formo pred vlivanjem vložijo **jedra**. Prim. Litje.

c) Model je lahko tudi **posoda**, ki oblikuje končni izdelek, npr. ~ za patico, kruh itd.

Platina

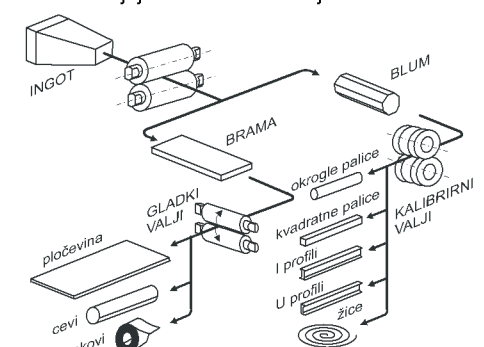
1. **Platina**: prekinjalnik, mehanska vžigalna naprava pri bencinskih motorjih z notranjim zgore-

vanjem. Izraz izhaja iz nem. Platine, kar pomeni ploščica za vzpostavljanje vezja (ang. circuit board). Glej geslo Prekinjalnik.

- Platina**: kem. element, redka žlahtna in težka kovina srebrne barve. Simbol Pt, lat. *Platinum*. Tališče 1.774°C, gostota 21,45 kg/dm³. Je izredno duktilna (vlečna v tanke žice, lističe) in se da dobro kovati. Raztaplja se le v zlatotopki, s Cl, Br in J se spaja pri normalni temp., pri višji temp. pa tvori legure z mnogimi kovinami. Up.: za kemijske, fizikalne in medicinske instrumente ter posode, za dele merilnih instrumentov, za elektrode in termične elemente, za nakit, v zobozdravstvu. Pogosto rabi kot **katalizator**. Ker lahko absorbira O₂, lahko sodeluje v oksidativnih procesih. Črna platina (sivi prašek) lahko absorbira stokrat več vodika kot je njen lastni volumen.
- Platina: polizdelek za nadaljnjo predelavo**, za valjanje tanke valjane pločevine. Tudi **neokrogli surovec** pri vlečenju pločevine v votla telesa. Prim. Rondéla. **Platirati**: oblagati kovino, snov s tanko plastjo druge kovine, snovi.

Polizdelek

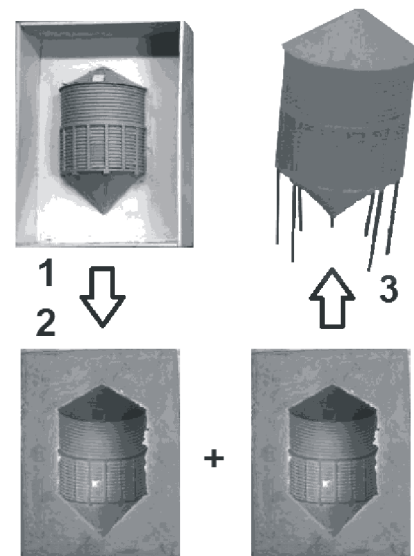
- Vmesna stopnja** pri predelavi surovin in obdelavi predmetov v proizvode, ki **nima praktične uporabe**. Npr. **ingot**, **brama**, **blum**, **cagelj**, **platina**, **rondela**, **palice**, **ploščato jeklo**, **hlebčki** itd.
- Sestavni del večjega izdelka**, npr. noge za pohištvo, predali za mize itd.. Tovrstni predmeti se lahko štejejo tudi kot samostojni izdelki.



Sin. polproizvod. Slika: valjanje.

Pramodel Model, iz katerega lahko **naredimo eno ali več form**. Tako narejene forme nato uporabimo za izdelovanje končnih izdelkov.

Spodnja slika prikazuje primer pramodela (1), ki je narejen le za polovico nekega simetričnega predmeta. Iz pramodela nato izdelamo dve polovici v formi (2), ki ju nato sestavimo v celovito formo. V tako pripravljeno formo nato vlijemo tekočo snov, ki se strdi v izdelek (3):



Iz pramodelov lahko izdelujemo **forme za litje kovin**, za vlivanje **betonskih izdelkov**, forme za briganje **plastike / gume** ali **forme za sintranje**.

V mnogih primerih lahko tudi konkurenčni izdelek uporabimo kot pramodel za svojo proizvodnjo - to je **najcenejši** možen **način** za izdelavo forme. Za-

Ferdinand Humski

vedati pa se moramo, da je pri tem potrebno **upoštevati dvojne skrčevalne mere**:

1. Skrčenje pri izdelavi forme iz pramodela.

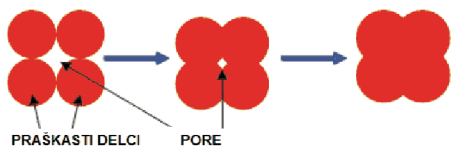
2. Skrčenje, ko iz forme izdelamo odlitek.

Nekatera podjetja uporabljajo to metodo za množično izdelavo form (kalupov), ki jih nato ponujajo na trgu.

Prim. Laminiranje s poliestrsko smolo.

Rondéla Krožno izdelana plošča, npr. surovec v tehniki štancanja. Tudi okrogli surovec pri vlečenju ploščevine v votla telesa. Prim. platina.

Sintranje **Sprijevanje** delcev **zaradi segrevanja**. Na ta način **združujemo** praškaste ali zrnate materiale **nazaj v trdo telo**. Za ta postopek je potrebna **višja temperatura** (približno 2/3 tališča v °C), vsekakor pa pod tališno temperaturo glavnih materialov, ki jih sintramo. Delci se **natalijo** (delno stalijo) in **sprimejo** (aglomerirajo):



Tehnologijo sintranja (suho mešanje) **sestavlja**:

1. **Pridobivanje prahu**: DROBLJENJE, MLETJE, razprševanje curka raztaljene kovine.

2. **Priprava prahu** za stiskanje:

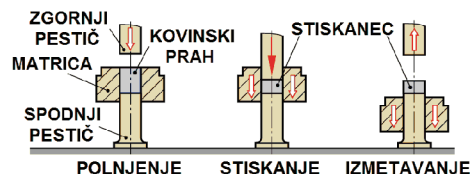
• **MEŠANJE kovinskega prahu z dodatki** - tudi z **vezalci**, ki med kasnejšo toplotno obdelavo **IZPARIJO** (tako dobimo poroznost).

Različne prašne materiale moramo dobro premešati. Pri suhem postopku zmešamo prah v posebnih mešalnikih, pri mokrem pa uporabljamo še tekočino.

• **ŽARJENJE** za odpravo napetosti.

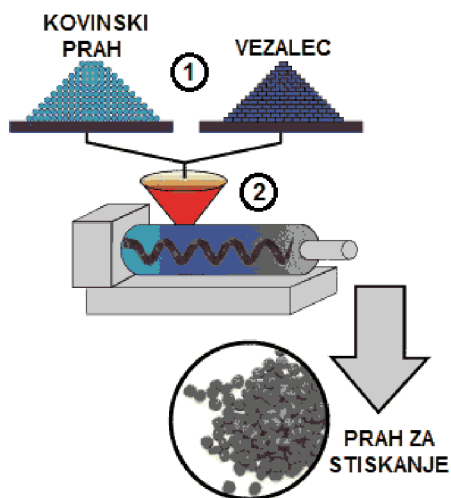
3. **Stiskanje** mešanice prahu in dodatkov. Tlaki znašajo 100 do 1.000 MPa.

Na ta način izdelamo **zelenec**:

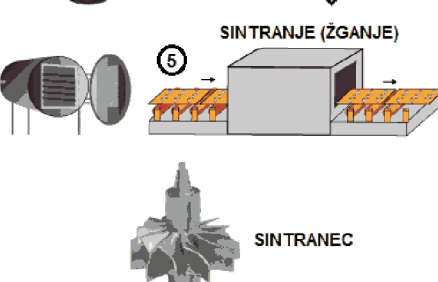
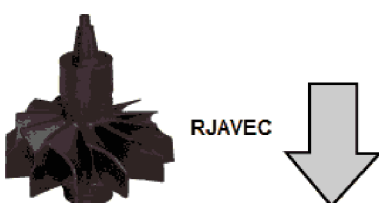
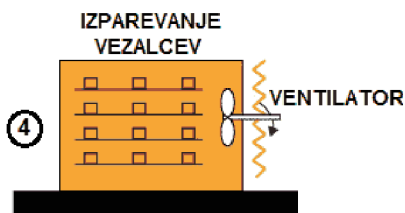
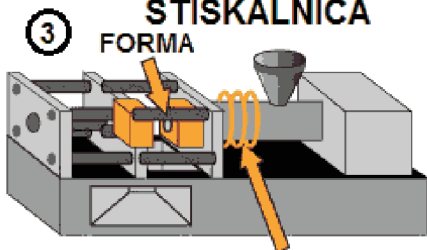


4. **Izparevanje vezalcev** (ang. debind) v posebnih pečeh. Vezalce lahko odstranimo tudi s topli. Na ta način dobimo **rjavec**.

5. **Žganje** oz. sintranje: toplotna obdelava stisnjencev, podobna difuzijskemu žarjenju. Tako dobimo končni izdelek - **sintranec**.



STISKALNICA



Postopka 3 in 4 (stiskanje in žganje) lahko združimo v enega samega: **TLAČNO SINTRANJE**.

Prvi sintrani izdelki so bile **opeke** (glej glina), ki se izdelujejo z mokrim postopkom mešanja.

Značilni sintrani izdelki so:

a) **Filtri** za čiščenje tekočin in plinov. Njihova poroznost je 50-60%. Izdelujemo jih iz prahu nerjavnega jekla, monela, bronov in niklja.

b) **Drсни ležaji**: največkrat ležaji iz železa in grafitu ter iz bakra, grafitu in kositra.

c) **Torni materiali**, npr. zavorne ploščice, obloge za sklopke (v industriji transportnih sredstev). Osn. material sta baker in železo. Kremenčev prah in azbest dodajajo za povečanje koef. trenja, svinec, sulfide in grafit pa za mazalni učinek.

d) **Magneti** na osnovi železa (feriti) in silicija ter dodatkov za izolacijo in vezavo.

e) Električni **kontakti**: drsni (baker, srebro in grafit), mirujoči (Cu, paladij, platina, volfram, Mo).

f) Rezalni materiali: **brusne plošče**, sintrane **karbidne trdine** z veliko trdoto, CBN, kermeti, tudi keramični rezalni materiali si sintrani.

g) Razni **strojni deli** (zobniki z dolgo življ. dobo, ohišja ipd.), **deli orodij** (votlice, matrice, brusi itd.) in tudi **končni izdelki** (posoda).

Sintranje je gospodarno šele pri serijah nad 10.000 kosov, saj pomeni vrednost orodja velik del stroškov.

Pri procesu pridobivanja surovega železa sintramo rudni prah (ker ga sicer v plavžu ne moremo taliti) skupaj s koksom (gorivo) in apnencem (ki se v plavžu spremeni v žlindro).

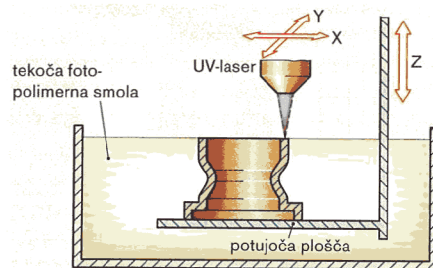
Prim. Zaščita s prevlekami iz umetnih snovi, Vrtnično sintranje, Lasersko sintranje. Sin. zgoščevanje. Nem. der Sinter: prevleka, nastala s

krystalizacijo raztopljenih rudnih.

Stereolitografija Postopek, s pomočjo katerega je možno **izdelati realni model** brez ulivanja ali kateregakoli drugega orodja. Potrebujemo:

- CAD podatke o modelu
- posodo s tekočo fotopolimerno smolo
- številsko krmiljeni laserski žarek, katerega delovanje je usklajeno s ploščo, ki potuje v tekoči fotopolimerni smoli

CAD geometrijski podatki se v Z-smeri razstavijo v 0,05 mm do 0,15 mm debele plasti. Potujoča plošča se nastavi na posamezno plast, krmiljeni laserski žarek pa v vsaki plasti prepotuje obliko iz CAD modela. Tekoča fotopolimerna **smola se strdi** povsod, kjer jo je **zadel laserski žarek**. Na ta način nastane tridimenzionalni izdelek, ki se ponavlja uporabi kot prototip, namenjen za nadaljnje optimiranje. Prim. laser.

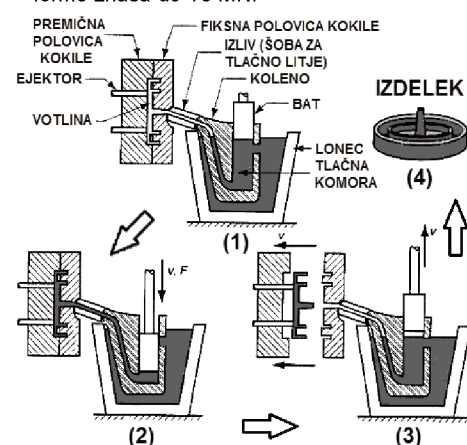


Stereolitografija

Talina Raztaljena snov ali zmes. Razl. litina. **Tlačno litje** Način litja, pri katerem raztaljeno litino lijemo s tlakom v dvo- ali večdelne forme, ki morajo biti odporne proti visoki temperaturi. Tako lijemo predvsem ulitke iz **aluminijevih, cinkovih, bakrovih in magnezijevih** zlitin.

Tlačno litje delimo na:

1. **Nizkotlačno**, do 1 bar nadtlaka
2. **Visokotlačno**, klasični nadtlaki so 600 bar, 900 - 1200 bar in celo do 3.000 bar. Sila zapiranja forme znaša do 10 MN.



Prednosti tlačnega litja:

- zelo hitro lahko lijemo tudi zahtevne predmete v množinski proizvodnji, hitrost je ~1 kos/min
- struktura tlačno litih predmetov je boljše kot pri ostalih vrstah litja
- ulitki so lahko lažji (ker lahko lijemo tanjše stene)
- mere so natančne na ±0,02 mm, površina je kakovostna, lijemo lahko **tudi navoje, gravure** itd
- v ulitek lahko zalijemo tudi druge dele (čepi, navojne puše itd)
- odlitkov skoraj ni treba več obdelovati (odrežejo se le livni jeziki in odvečni robovi)

Po podobnem principu se tlačno lijejo **tudi** termoplastične **umetne mase** kot so polistirol, trdi polietilen, poliamidne in akrilne smole.

Ulitek Izdelek, narejen z ulivanjem staljene snovi v forme.

VRSTE UMETNIH MAS

ABS - umetne mase Kratica za akrilnitril-butadien-stirol, umetna masa.

LASTNOSTI ABS:

Fizikalne lastnosti **splošne:** gostota 1,03-1,07 kg/dm³, **toplotne:** uporaben med -45 in 85°C; **mehanske:** natezna trdnost 35 - 52 N/mm², tog in žilav material, dobra odpornost proti praskam, visoka udarna in zarezna žilavost, dobro duši zvok.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **brizganje, ekstrudiranje** (vlečenje) v cevi, palice, profile, trakove, **ekstrudirno pihanje** itd.. **Popravila:** lahko ga lepimo s topli, lepimo ga tudi z drugimi materiali ob uporabi dvokomponentnih lepil; varimo ga z vročimi plini, ultrazvočno in visokofrekvenčno; deli, ki se varijo, morajo biti suhi; ABS je varljiv tudi s PMMA; možno je privijanje s samoreznimi vijaki in odzemanje;

Kemične lastnosti: gori, tvorba napetostnih razpok na zraku je majhna; **obstojen** proti olju, alkoholu, bencinu in lugom, **neobstojen** pa je na estre in ketone, **fiziološko pa ni nevaren**.

RAZVRSTITEV ABS:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, **kemično** je kopolimer, **način prepoznavanja:** gori s sajastim plamenom.

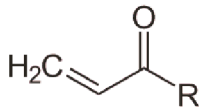
PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA ABS: kopolimer stirena, butadiena in akrilonitrila.

UPORABA ABS je široka, zaradi nizke gostote in možnosti brizganja v forme: cevni sistemi, glasbeni inštrumenti (flavta, klarinet, piano), kovčki, avtomobilski odbijači, armaturne plošče, ročaji za hladilnike, robni trakovi pri pohištvu (ki so enostransko prevlečeni s talilnimi lepili: EVA, PO, PUR), medicinski pripomočki, podloge za kovinske dele, tudi LEGO kocke so izdelane iz ABS.



Acetal Umetna masa, glej POM.

Akril Skupni izraz za snovi, ki vsebujejo akrilno funkcionalno skupino H₂C=CH-C(=O)- in tudi za polimere iz teh snovi (poliakrilati - akrilne smole). Spojine so ime dobile po ostrem vonju (grščina).



Akrilne smole nastajajo iz akrilatnih monomerov - **akrilatov**. Osnovna sestavina akrilatov je akrilna kislina, metilmetakrilat MMA ali akrilonitril.

Akrilne smole so **termoplasti, duroplasti** ali **elastomeri**: ABS, ASA, NBR, PAN, PMMA, znano lastniško ime je Kerrock, Corian itd.. Lahko so eno- ali dvokomponentni, mono- ali kopolimeri.

1K akrilne smole so polimeri, ki se **strjujejo**:

- ob **izhlapevanju**, če so raztopljeni v topilih (nekateri akrilne smole so tudi vodotopne)
- ob prisotnosti **kisika**
- ob **dodajanju energije**: toplota, UV žarki ipd.

Pri **2K** akrilnih smolah se po mešanju komponent sproži **kemična reakcija** polimerizacije. Trdilci so lahko tudi epoksidne smole, aminoplasti itd.

Estri akrilnih kislin so **poliakrilati** in se uporabljajo kot veziva za barve, lake, tesnila, mase za izdelavo livarskih modelov in jedrovnikov, lepila, materiale v zobotehniko in za proteze.

Ker se hitro strjujejo in so barvno obstojni, se disperzije akrilnih polimerov s pigmenti in vodo uporabljajo kot akrilne barve.

Akrilne barve za domačo rabo vsebujejo nasičene poliakrilate, ki se raztapljajo v organskih topilih ali pa se nabavijo kot vodne disperzije (kar je bolj okoljevarstveno).

Nenasičeni akrilati so glavne komponente barvnih materialov, lakov in lepil, ki se strjujejo **pod vplivom sevanja** (žarkov, npr. UV).

Kemična zamrežitev (polimerizacija) je značilnost skupine **akrilnih kislin**.

Akrilnitril-butadien-stirol Umetna masa → ABS. **Alkalije** Hidroksidi alkalijskih kovin, predvsem natrija in kalija: NaOH, KOH. Njihove vodne raztopine reagirajo močno alkalno. Močno razjedajo kožo in sluznice ter cepijo maščobe na glicerol in ustrezne soli maščobnih kislin. Prim. Baze, Lugji.

Alkeni Splošna formula C_nH_{2n}, nenasičeni alifatski ogljikovodiki z **1 dvojno vezjo**. V prisotnosti ustreznih (elektrofilnih) reagentov so že pri sobni temperaturi reaktivne spojine. Najpomembnejši predstavniki so eten (etilen), propen in buten. Prvi štirje predstavniki so plini, naslednji so tekočine, ki se z vodo ne mešajo, najvišji alkeni so trdni. Vsi gorijo s sajastim plamenom. Ker vsebujejo dvojno vez, potekajo z njimi reakcije **adicije** in **polimerizacije**. V majhnih količinah se nahajajo v nafti. Poimenujemo jih s sistematično končnico -en. Uporaba: surovine, npr. za izdelavo polietilena, polipropilena, poliolefinov. Sin. olefini.

Alkid Poliester, ki nastane z adicijo med karboksilnimi skupinami in polioli. Snov, ki se že od leta 1927 naprej uporablja tudi za avtolake in predlake.

Aminoplasti Plastične mase - duroplasti. Nastajajo pri kondenzaciji metanala (HCHO - formaldehid) s sečnino, tiosečnio ali z drugimi spojinami, ki vsebujejo amino (-NH₂) skupine. Primeri aminoplastov po kraticah: **UF** in **MF**.

Aminoplasti so brez barve, vonja in ne gorijo. **Uporaba:** lepila, toplotne izolacije, laki, premazi, za gospodinjske predmete, za spajanje s preoblikovanjem.

Amorfen Brez kristalne strukture, neurejen, brezličen. Amorfnе snovi so npr. plastika, keramika, steklo, les itd. Gr. amorphos - neoblikovan, neurejeno stanje. Sin. nekristaliničen*, ant. kristaliničen.

Araldit Trgovsko ime za umetno maso na osnovi epoksi smol ter akrilnih in poliuretanskih adhezivov.

Aramid Glej PA (Kevlar).

ASA Udarno odporna akrilnitril-stiren umetna masa, ang. Acrylester-Styrol-Acrylnitril. Trgovska imena: Luran, Centrex itd..

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti ni prozorna, pač pa kristalno bela in prekrivna v vseh barvah, ima visok površinski sijaj, **splošne:** gostota 1,07 kg/dm³, **toplotne:** zmehča se pri 93-101°C, temperatura uporabe -45 do 95°C; **mehanske:** natezna trdnost 47-66 N/mm², dobra odpornost proti praskam.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **brizganje** s predsušenjem, ekstrudiranje, termoformiranje, globoki vlek, **popravila:** **lepljenje** s topli (npr. metiletilketon, dikloretilen itd.), z dvokomponentnimi lepili, možno tudi spajanje z drugimi materiali, **varjenje** s toplotnimi elementi, s trenjem in ultrazvočno, možno je **odzemanje**.

Kemične lastnosti: majhno navzemanje vlage **obstojen** proti svetlobi in kisiku, v nasičenih ogljikovodikih, mineralnih oljih in maščobah, vodnih raztopinah soli, razredčenih kislinah in bazah; **neobstojen** v organskih topilih, aromatskih kloriranih ogljikovodikih, koncentriranih kislinah, **fiziološko je nenevaren**.

RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je

amorfen termoplast, **kemično** je zmes polimerov (polizilitina), udarno odporna modifikacija akrilnitril-stirena z akrilestrom kot disperzno fazo, **UPORABA:** podobno kot ABS, vendar z večjim poudarkom na svetlobni in vremenski obstojnosti:

- **finomehanika:** ohišja za električne aparate, pismarniške naprave, **gospodinjstvo:** ohišja vseh vrst, **pohištvena industrija:** sedežno in ležalno pohištvo, deli miz, vrtno garniture, korita za cvetlice
- **avtomobilska industrija:** zasteklitve, zunanja ogledala, ohišja kosilnic, lupine čolnov, armaturne plošče



Bakelit Blagovno ime za umetne smole (duroplast) glej PF, EP. Gostota 1,27 kg/dm³.

Bandaža Kolesni obroč, npr. pri tirnih vozilih. Prim. platišče. Tudi obeza, preveza, vrsta pasu.

Bandažirati: obvezati (npr. roko), pokriti. Ang. bandage (bae' midž): ovoj, obeza.

Baze Sodobna je Brønstedova definicija baz: snovi, ki vodikov ion (proton) sprejmejo od kisline. Pomembni sta še definiciji pod gesloma Arrheniusova baza in Lewisova baza.

Vodne raztopine baz reagirajo alkalno (pomodrijo rdeč lakmusov papir). To so:

a) **Kovinski hidroksidi**, npr. natrijev NaOH. Raztopine kovinskih hidroksidov so lugji.

b) **Kovinski oksidi** npr. kalcijev.

c) **Amoniak**, ki je v vodni raztopini baza.

d) **Organske baze** - amini.

Moč baze je podana z njeno stopnjo disociacije, od katere je odvisna koncentracija hidroksidnih ionov v raztopini.

Raztopine soli močnih baz in šibkih kislin tudi reagirajo alkalno zaradi hidrolize, npr. cianidi.

Prim. alkalije, lugji, akceptor, Brønstedova baza, Lewisova baza, ant. kisline.

Bitumen Temen termoplast, zmes naravnih in/ali industrijsko pridobljenih ogljikovodikovih spojin. Običajno se pripravlja iz končnega ostanka pri destilaciji nafte. Razlikuj: katran (ter).

Bitumen je elastično - viskozen, lastnosti pa so v veliki meri odvisne od temperature: je lepljiv, dobro tesni, ne hlapi, delno ali popolnoma se topi v nepolarnih topilih.

Uporaba:

v gradbeništvu kot hiroizolacija, tudi kot zaščita proti koroziji. Bitumen se prodaja pod različnimi trgovskimi imeni, npr.:

- **Ibitol** - visoko vnetljiva bitumnova raztopina v organskem topilu, ki ima lastnost, da se hitro posuši; ta tekočina prodre v pore betona in jih zapolni, ta način je podlaga pripravljena za nadaljnjo obdelavo; ibitol ne sme priti v stik s kožo, ker jo suši in razpoka; ibitol tudi ne sme biti v stiku z ekspaniranim polistirenom (stiroporjem), ker ga razjeda

- Izotek - bitumenski trak, ki je namenjen za hidroizolacijo

Blufixx Lastniško ime za umetno maso - duroplast, ki se strdi pod vplivom svetlobe. Uporablja se predvsem pri manjših popravilih: kot učinkovito lepilo ali kot masa za dopolnjevanje odtrganih delov raznih predmetov.

Proces polimerizacije (strjevanja) sproži svetloba z določeno valovno dolžino (morda UV).

Sestavine po varnostnem listu, brez deleža:

Tripropyenglycoldiacrylat, 1,6-Hexandioldiacrylat, 2-Propensäure, 2-Methyl-, 2-Hydroxyethyl-ester, Phosphat und 2-Hydroxyethylmethacrylat.

BPA Bisfenol A, brezbarvna trdna snov, ki se topi v organskih topilih, surovina za izdelavo epoksi

smole EP in polikarbonatne plastike PC. Substanco je iznašel Rus Aleksander Dianin leta 1891. Podjetje General Electric je začelo BPA uporabljati leta 1950 za utrjevanje PC in EP, kar je povzročilo široko uporabo ~ 4 milijone ton letno. BPA se uporablja predvsem za [prozorno, žilavo in elastično](#) plastiko, ki je ni moč razbiti: steklenice za vodo (ne plastenke, ki so običajno iz PET ali PE), otroške stekleničke, športna oprema, zobne plombe, leče, CD-ji, DVD-ji ipd..

Lastnosti: gostota 1,2 kg/dm³, tališče 156°C, vrelišče 360°C; topi se v etanolu in v alkalijah, zelo težko je topen v vodi 120-300 ppm pri 21,5°C.

BPA je xenestrogen, kar pomeni, da oponaša hormon estrogen in zato negativno vpliva na življenjske procese: slabša spominske funkcije, povečuje hiperaktivnost, pomanjkanje pozornosti, povečuje občutljivost bronhijev in nevarnost nastanka astme. Pri ženskah spreminja razvoj dojki in zato povečuje tveganje za raka na dojki, pri moških vpliva na upad spolne funkcije. Posebej občutljive skupine so nosečnice, novorojenčki in mali otroci. Na osnovi rezultatov študij je:

- ameriška Uprava za živila in zdravila. (FDA Food and Drug Administration) že leta 2008 prenehala avtorizirati uporabo BPA v otroških steklenicah in embalaži

- Evropska unija in Kanada prepovedala uporabo BPA za otroške steklenice

Francija je februarja 2016 objavila, da namerava BPA predlagati za substanco, ki jo je treba regulirati v okviru REACH.

BPA lahko vsebujejo (ni pa nujno) predvsem izdelki, ki so označeni s kodo za recikliranje številka 7. Kode s številkami 1,2,4,5 in 6 praviloma ne vsebujejo BPA. Koda 3 (PVC) lahko vsebuje BPA kot antioksidant.

Celcon Komercialno ime za POM.

Celuloid Najstarejši termoplast (1856), ki se izdelava iz nitroceluloze in kafe. Je prozoren kot steklo in se z lahko to uliva ter oblikuje. Uporaba: najprej se je na široko uporabljal kot nadomestek za slonovo kost, kasneje za folije, okrasne predmete, filmske trakove. Slabost je lahka vnetljivost.

Celuloza Poglavitni polisaharid v naravi. Nerazvejan polimer, ki vsebuje 3000-5000 med seboj povezanih molekul glukoze in je glavna sestavina rastlinskih celičnih sten ter opornih struktur. Splošna formula (C₆H₁₀O₅)_n, gostota 1,5 g/cm³.

V vodi in organskih topilih je netopna, ker so molekule v vlaknu tako blizu skupaj, da se lahko medsebojno povezujejo (intermolekularno povezovanje).

CFK Nem. Carbonfaserverstärkter Kunststoff, glej Karbonsko vlakno. Sin. CF.

CFRP Ang. Carbon-Fiber-Reinforced Plastic, glej Karbonsko vlakno.

Cianoakrilat Družina močnih in hitrih [lepil](#), ki se uporabljajo v industriji, medicini in gospodinjstvu. Imajo kratko življenjsko dobo, pri pravilnem skladiščenju (npr. v hladilniku, pri temperaturi do 13°C) so uporabna od 1 leta do 15 mesecev. Dražijo oči, nos in grlo, zato so nekoliko toksična lepila.

Način doseganja vezalnih sposobnosti: etil-2-cianoakrilat spada med kemijsko vezalna lepila, kemijsko [reagira z vlago in z alkalijami](#) (pH>7).

Za sprožanje reakcije polimerizacije zadoščajo že [samo sledovi vlage](#) zaradi kondenzacije na lepilnih površinah. Dvojna vez razpade zaradi vezave na OH skupino in nato verižno razpadajo dvojne vezi, ogljikovi atomi pa se medsebojno vežejo z enojno vezjo.

Do polimerizacije lahko pride tudi brez prisotnosti vlage, [pri povišani temperaturi](#). Zato je potrebno sekundna lepila shranjevati v hladnih prostorih. Reakcija je eksotermna (snov se nekoliko segreje). Pri tem se sprošča CO₂, CO, NO_x in saje.

Fizikalne lastnosti splošne: gostota ~1,1 kg/dm³, **toplotne:** temperatura skladiščenja 5 do 25°C, za dalj časa se naj skladišči pri 0°C, plamenišče cianokola je 87°C, vrelišče 200°C.

Kemične lastnosti: etil-2-cianoakrilat je topen v acetonu, ima značilen oster vonj.

Cianokol Trgovsko ime (blagovna znamka) podjetja Mitol, tovarna lepil d.d., Sežana. Kemijsko je to cianoakrilatno lepilo (etil-2-cianoakrilat), glej geslo Cianoakrilat.

CR Umetna masa - elastomer, kloropren kavčuk, klor-butdien kavčuk, sintetični kavčuk. Uporablja se za športna oblačila in v avtomobilski industriji. Trgovsko ime: neopren.

Diolen Trgovsko ime za umetno maso. Nasičen poliestere, glej PET.

Depolimerizacija Razcep polimera na monomere. Prim. Polimeri.

Derivat Spojina, pridobljena iz neke snovi. Primer: bencin je derivat iz nafte.

Duroplasti Umetne mase, ki jih ne moremo več preoblikovati, ko so enkrat strjene. Duroplasti se strdijo zaradi:

1. Dodane [energije](#): toplota (npr. povišana temperatura, IR žarilniki), svetloba (npr. UV - glej Blufixx), tlak ...
2. [Kemične reakcije](#) s trdilcem, s kisikom v zraku, z vlago v zraku, z alkalijami ipd..
3. [Izhlapenja](#) topila

Strjevanje lahko poteka tudi kot kombinacija vseh zgoraj naštetih faktorjev.

Postopek nastajanja duroplastov:

a) Najprej nabavimo [predpolimerizirane produkte](#):

- proizvajalci običajno ponujajo dehidrirane predpolimerizate [v obliki praškov](#) zato, da so dalj časa obstojni v skladišču

- pogosto pa je možno predpolimerizate nabaviti tudi [v tekoči obliki](#) - pravimo jim tudi zalivne mase, glej posebno geslo

Pred začetkom pridobivanja duroplastov je potrebno predpolimerizate ustrezno pripraviti (natančno preberemo navodila) - praviloma jih spremenimo v tekočo ali testasto obliko tako, da jim dodamo samo vodo.

b) Postopamo [po navodilih proizvajalca](#): zmešamo surovine, primešamo ustrezno količino trdilca, pospeševalca, dvignemo temperaturo, posvetimo z UV svetlobo, povečamo tlak itd..

b) Po določenem času se predpolimerizirani produkti nepovratno (ireverzibilno) [zamrežijo](#) in na ta način [strdijo](#) (polimerizirajo).

Nekateri primeri toplega in hladnega utrjevanja:

1. **Toplo utrjevanje:** pripravljene predpolimerizirane produkte zmešamo [s trdilcem](#) (PF, UP) [ali](#) pa se pripravijo [brez dodatnega trdilca](#) (UF, MF). Tako pripravljeno maso enakomerno [segrevamo](#) na 140-220°C, odvisno od materiala. Nekateri duroplasti se strjujejo [samo zaradi dovedene toplote](#) - [toplotno utrjevalni duroplasti](#), npr. talilna lepila za robno lepljenje ABS trakov na furnirane iverne plošče (EVA, PO, PUR).

Drugim duroplastom moramo ob povečanju temperature povečati tudi tlak, ker polimerizirajo le [pri povečanem tlaku](#), npr. na ~ 4 MPa (PF tlačne smole, UF, MF). To so [tlačno utrjevalni duroplasti](#).

Tretja vrsta duroplastov pa polimerizira ob dodatni [kemični reakciji](#) med predpolimeriziranimi produkti in trdilci - [reakcijski duroplasti](#) (UP, PF smole za litje).

2. **Hladno utrjevanje** poteka pri sobni temperaturi 15-20°C. Masa se strdi, ne da bi jo segrevali. Strjevanje lahko poteka [brez kemijske reakcije](#): nitrocelulozni lak (nitro lak) se npr. strdi samo [zaradi izhlapevanja](#) topila.

Tudi pri hladnem utrjevanju imamo [reakcijske duroplaste](#): predpolimeriziranim produktom dodamo [trdilec](#) in [pospeševalec](#), ki sprožita [kemično reakcijo](#) (npr. EP). Konkreten primer reakcijskih duroplastov [brez trdilcev](#) ali pospeševalcev pa je lepilo Cianookol (sestavina je cianoakrilat), ki kemijsko reagira z vlago in z alkalijami.

Kemijska reakcija se lahko sproži tudi [s katalizatorji](#), [s sevanjem](#) (npr. UV), [z oksidacijskimi sredstvi](#) itd..

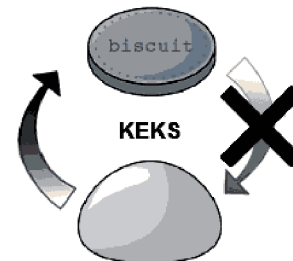
Za razliko od termoplastov, ki jih sestavljajo nepovezane nitke, so duroplasti [gosto zamreženi polimeri](#). Strjenih duroplastov [ne moremo več po-](#)

[novno zmeščati](#) s toploto, ker molekularne verige [ustvarijo močno trodimenzionalno mrežo](#):



Ko jih pregrejemo, se duroplasti torej ne stalijo kot termoplasti, temveč se [razkrojijo](#).

Na podoben način nastanejo kekci: ko testo spečemo, nastanejo trdne oblike. Pečenih keksov ne moremo več staliti ali jih spraviti v mehko obliko. Z dviganjem temperature jih lahko samo prežgemo:

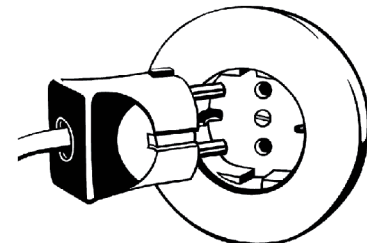


Duroplasti imajo visoko trdnost in so odporni na visoke temperature (do ~320°C). Z višanjem [temperature se trdota zelo malo spreminja](#) - vse do kemijskega razpada. [Regeneracija in varjenje nista možna](#).

Večina duroplastov [ni topnih v topilih](#), kvečjemu nabreknejo. Izjema so npr. laki za nohte, ki so topni v acetonu.

NAJPOMEMBNEJŠI DUROPLASTI: epoksidne smole [EP](#), aminoplasti [MF](#) in [UF](#), fenolne smole [PF](#), zamreženi poliuretani [PUR](#), nenasičene poliestrske smole [UP](#) in silikonske smole [SI](#). Nekateri sicer pomembni duroplasti še nimajo svojih kod za recikliranje, npr. [cianoakrilati](#) (lepila) ipd.

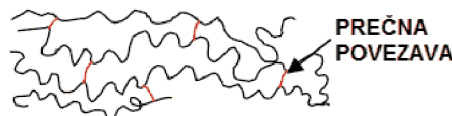
Predmeti iz duroplastov, uporaba: stikala, šuko vtičnice, razdelilne kape (pri avtomobilih), zobniki, luči itd. Pred prvim in edinim strjevanjem so skoraj vsi duroplasti topni v različnih topilih, razen v vodi. Zato jih pogosto uporabljamo [kot osnovo za lake iz umetnih smol](#).



Pred termoplasti imajo duroplasti tudi nekatere prednosti:

- [obdržijo](#) svojo [trdnost](#) tudi, ko jih segrevamo
 - primerni so za izdelavo [velikih predmetov](#)
 - primerni so za gradnjo [trajnih izdelkov](#)
- Prim. Umetne mase - delitev. Sin. duromer, umetne smole, strdljive umetne mase. Lat. *durus*: trd, tog, vzdržljiv.

Elastomeri Gumi podobne umetne mase, ki imajo [podobne elastično-plastične lastnosti kot naravni kavčuk](#). Praviloma nastanejo z [vulkanizacijo](#). Sestavljajo jih linearne prečno vezane molekularne verige:

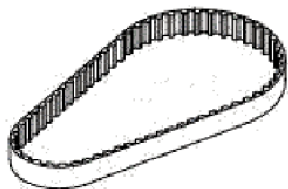


Ker so šibko zamrežene, se že pri manjših obremenitvah [raztegnejo](#) in se pri razbremenitvi spet [vrnejo v prvotni položaj](#).

Poznamo termoplastične in duroplastične elastomere.

Tehnično pomembni elastomeri so neopren, poliakrilati, guma na osnovi naravnega kavčuka, umetne gume, NBR silikonski kavčuk, poliuretanski kavčuk, stiren butadienski kavčuk (SBR) itd. **Predmeti iz elastomerov:** jermeni, tesnila, pnev-

matike, mehke cevi, membrane, zračnice, transportni trakovi, gumirani valji itd. Sestavljeni izdelki iz gume in kovine združujejo elastične lastnosti gume in togost kovine, npr. blažilniki treslajev.



EP Kratica za epoksidne smole, umetne mase. Trgovska imena: Araldit, Epoxin, Bakelite.

LASTNOSTI so odvisne od strukture epoksidnih smol, stopnje zamreženja, tipa in vsebnosti sredstev za ojačanje itd..

Fizikalne lastnosti splošne: neobarvane, možno rahlo obarvanje, so dobro vezivo in se zato pogosto uporabljajo skupaj z različnimi vlakni, imajo visoko električno upornost, občutljive na svetlobo, gostota ~1,2 kg/dm³, polnjena 1,7-2,1 kg/dm³, **toplotne:** temperatura uporabe do 130°C; **mehanske:** žilav material, dobra trdota in visoka trdnost, natezna trdnost 40-60 N/mm², udarno skoraj neobčutljiv, **odporni proti obrabi**, UP pa so lahko tudi mehke in elastične.

Tehnološke lastnosti: pri predelavi nosimo zaščitne rokavice in očala, ker lahko EP povzroča vnetje in izpuščaje, predelujejo se **kot vlivne smole** (reakcijske smole - dobra livnost), **oblikovalne mase** (mase iz reakcijskih smol), **hladno in toplo utrjevanje**, prešanje, brizganje, prepreg s stekleno tkanino (EP imajo dobro oprijemljivost), **popravila:** lepljenje, odzemanje.

Kemične lastnosti: težko vnetljive, gorijo dlje, navzemajo manj vlage kot UP, **obstoje** v razredčenih kislinah in bazah, toluolu, alkoholih, bencinu, mineralnih oljih, maščobah, UV obstojen; **neobstoje** v koncentriranih kislinah in bazah, amoniaku, estrih, ketonih, acetonu, **fiziološko:** v zamreženem so epoksidne smole praviloma deklarirane kot nenevarne. Tekoči epoksidi dražijo oči in kožo, nekatere spojine so lahko potencialno kancerogene ter so toksični za vodne organizme. Zato z epoksidi delamo **z rokavicami!**

RAZVRSTITEV:

komerčno je plastična masa, **tehnološko** je duroplast

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

EP so reakcijski produkt epoksidov s trdilci, zato so **praviloma dvokomponentni**. Razen tekočin obstajajo tudi dvokomponentne mase, ki jih je potrebno **gnesti**, da obe komponenti medsebojno reagirata. Prim. Epoksidi (kemijska formula).

VRSTE: na lastnosti lahko vplivamo s sredstvi za ojačanje (steklena, ogljikova in aramidna vlakna) in z njihovo vsebnostjo.

UPORABA:

- **elektrotehnika:** izolatorji, kondenzatorji, ohišja tranzistorjev,
- **gradbeništvo, strojništvo:** laki za površinsko zaščito vozil ipd., antikorozijske prevlečke, oslojevanja, kemijsko obstojne obloge z visoko trdnostjo, lepila za betonske elemente, ladijske lupine
- **lepila** za kovine, plastiko, tudi v zračni in vesoljski tehniki; mase **za kite**, livna smola - npr. **tekoča kovina**, glej istoimensko geslo
- **orodjarstvo:** kontrolne šablone, orodja za laminiranje, vodila za sekalna orodja, livarski modeli, orodja za pene
- **laminati in s steklenimi vlakni ojačane** umetne mase: kardanske in krmilne osi, visokoodporne cevi, gornje plasti miz in kuhinjskih pultov, rezervoarji, smuči, hokejske palice, loparji za tenis, ribiške palice, jambori, palice za skok v višino, preobleke uporov, kontaktorjev, stikalnih spojev, črpalke za agresivne medije
- **popravila**, npr. popravilo obrabljene kopalne kadi



EPDM Kratica za ethylene propylene diene monomer (M-class) rubber, umetna masa, elastomer. Trgovska imena: Buna.

LASTNOSTI EPDM:

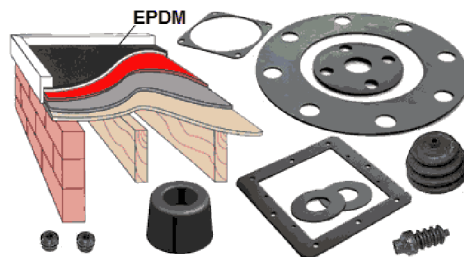
Fizikalne lastnosti splošne: gostota od 0,9 do 2,0 kg/dm³; temperatura uporabe -50 do +150°C; **mehanske:** natezna trdnost ~25 MPa N/mm², trdota po Shoreu 40-90, raztegljivost >300%

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): ekstrudiranje, **popravila:**, **Kemične lastnosti:** elastomerni material, ki je **obstojen** proti ognjeodpornim hidravličnim tekočinam, ketonom, topli in hladni vodi, pari; odporen na vročino, ozon in različne vremenske pogoje, **neobstojen** pa z večino olj, bencinu, koncentriranim kislinam itd..

VRSTE: zelo uporaben je kompozit umetnih mas PP-EPDM, glej istoimensko geslo.

UPORABA EPDM:

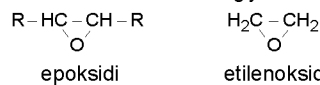
- idealen za tesnenje: vrat, oken, kovčkov, tudi za strehe, npr. za gumijaste strehe in povsod, kjer se je treba izogibati silikonu
- gumijaste cevi, razne membrane
- dodatek betonu, asfaltu



EPE Kratica za ekspandiran polietilen (pena), ang. expanded polyethylene foam. Glej PE.

EPO Ekspandiran poliolefin, ang. expanded polyolefin. Podrobnosti - glej geslo PO.

Epoksidi Heterociklične oksospojine z značilnim tričlenskimi obročem (epoksidni most) iz enega atoma kisika in dveh atomov ogljika:



epoksidi

etilenoksid

Zelo reaktivne in **potencialno kancerogene** spojine. Najpreprostejši epoksid je etilenoksid, ki se uporablja za sterilizacijo s plini.

Z adicijsko ali kondenzacijsko polimerizacijo jih lahko polimeriziramo v **epoksidne smole** (duroplaste). Sin. oksirani.

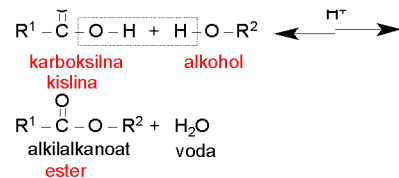
Podrobneje o lastnostih in uporabi epoksidnih smol glej EP.

Epoksidne smole Glej pojasnila pod gesli Epoksidi, EP.

EPP Kratica za varjenje pod praškom, tudi kratica za ekspandiran polipropilen, ang. expanded polypropylene foam.

EPS - umetne mase Ekspandirani (spenjani) polistiren, npr. stiropor, glej PS - umetne mase. Način pridobivanja ekspandiranega polistirena EPS pojasnjuje geslo Stiropor.

Estri Organske spojine, ki formalno nastanejo iz kislin (npr. karboksilnih) in alkoholov ob odcepcitvi vode:



Kot katalizator up. koncentrirano žveplovo (VI) kislino (ki nase veže tudi odvečno vodo). Namesto karboksilne kisline lahko up. aktivirani derivat (npr. kislini klorid ali anhidrid). Nižji estri so tekoči in prijetno dišijo (sadne esence), višji so mastni na otip (maščobe = estri glicerola z višjimi maščobnimi kislinami) ali voskasti (voski = estri višjih alkoholov z višjimi maščobnimi kislinami).

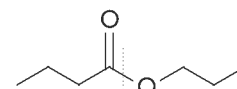
Pri vsaki spojnini se estrska skupina **vedno obravnava kot celota** - ločeno obravnavanje karbonylne skupine in etrske skupine vezi je napačno!

Estri hidrolizirajo na kisline in alkohole, pri tem je potreben katalizator (vodna raztopina kisline ali baze): kislina in bazična hidroliza estra. Obratna reakcija od estrenja je **umiljenje**.

Estri so pogoste strukture aktivnih oblik ZU. Primeri: acetylsalicilna kislina (Aspirin®), lokalni anestetiki, estri v sadju, cvetju, lipidi, acetylholin (pomemben živčni prenašalec v parasimpatičnem živčnem sistemu), številna predzdravila so estri. Z estri lahko vplivamo na fizikalnokemijske lastnosti ZU:

- če želimo zmanjšati topnost molekule v vodi, jo zaestriramo
- pri nekaterih učinkovinah lahko grenak okus prekrijemo tako, da jih zaestriramo

Poimenovanje estrov karboksilnih kislin (primer):



kislinski del alkoholni del

1. Prepoznamo kislinski del estra (vsebuje karbonylno skupino) in alkoholni del estra (vsebuje -O- skupino in radikal).

2. Kislinskemu delu izpustimo končnico -ojska in dodamo končnico -at oz. -oat. V našem primeru dobimo butanoat.

3. Pri alkoholnem delu estra poimenujemo samo radikal, v našem primeru propil.

4. Ime spojine tvorimo tako, da začnemo z alkoholnim delom, v našem primeru: **propilbutanoat**.

Za estre metanojske in etanojske kisline še vedno pogosto uporabljamo trivialna imena: formiat in acetat, npr. metil formiat, etil acetat (kemijsko IUPAC poimenovanje) in metilformiat, etilacetat (farmakopejsko INN ime).

Eten Glej Etilen.

Etilen Nenasičen ogljikovodik C₂H₄ z eno dvojno vezjo. Pri normalnih pogojih je prezbarven vnetljiv plin s sladkobnim vonjem. Proizvaja se s krekingsom iz nafte, etana, propana in utekočinjenega naftnega plina. Je najbolj poznana organska spojina, ki je osnova za sintezo umetnih mas, npr. polietilena, stirena itd. Sin. eten.

EVA Umetna masa, elastomer, ang. ethylene-vinyl acetate, poznana tudi kot PEVA (polyethylene-vinyl acetate).

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: odlično sprijemanje v vročem (oprijemljivost, adhezivnost) z drugimi materiali, obenem odlična nepredušnost, gostota 0,93 - 0,97 kg/dm³, odpornost na UV sevanje; **toplotne:** tališče 96°C, uporaben material tudi pri nizkih temperaturah; **električne:** električna upornost, **mehanske:**, natezna trdnost, dobra elastičnost (raztezek do 750%), odlična žilavost tudi pri nizkih temperaturah, dobro tesni tudi pri nizkih temperaturah, odlična prozornost, 3 x bolj upogljiv material kot LDPE

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): EVA se lahko sintra v porozne (penaste) materiale, podobne radirki

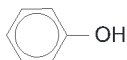
Kemične lastnosti: zaviralec gorenja

UPORABA:

EVA je poznan predvsem kot **taliino lepilo**, zato se iz EVA izdelujejo lepilne palice (glej geslo Ekstrudersko varjenje, vroče lepljenje). Iz EVA se izdelujejo tudi penaste blazine, plastične folije za zavijanje živil, penaste stenske nalepke, umetne rože, zimski dodatki za izboljšanje tekočnosti dizelskega goriva.



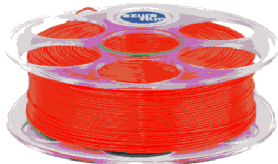
Fenol Aromatski alkohol, derivat benzena z lastnostmi šibke kisline, izhodiščna spojina za številne organske sinteze. V 5-odstotni raztopini se je uporabljal kot razkužilo. Je zelo toksičen. Sin. karbol, karbolna kislina.



Fenolne smole Umetne mase (druropласти), kratica PF. Sin. fenoplasti, fenoplasti.

Fenoplasti Glej fenolne smole.

Filament Nitka, žica. Lat. *filamentum*. Filamenti za 3D tiskalnice so običajno iz PLA.



Folija Zelo tanek list iz kovine ali umetne snovi. Prim. Ekstruder, Ekstrudiranje.

Forex Trgovsko ime za penjene PVC plošče.

Fotopolimer Plastične mase (smole) v tekočem agregatnem stanju, ki se strdijo (polimerizirajo) pod vplivom svetlobe. To so oligomeri (epoksidi, uretani, polietri, poliestri) ali monomeri (stiren, akrilati itd.).

Fotopolimeri se veliko uporabljajo tudi v grafični industriji, npr. za izdelavo štamplik: po predpisanim času obojestranskega osvetljevanja (z ene strani direktna osvetlitev, z druge strani pa skozi pripravljeno negativno sliko) je potrebno strjeno gumo samo še oprati - da odstranimo neosvetljene dele, ki so ostali tekoči.

FR2 Glej Pertinaks.

FR4 Glej Vitroplast.

FRP Umetne mase, ojačane s steklenimi vlakni, ang. Fibre Reinforced Polymer (Plastics). Imajo viško natezno trdnost od jekla pri le 30% masi. Postopek izdelave se imenuje pultruzija. Prim. SMC, GFK (GF), GRP, Karbonsko vlakno.

Furnir V tanke plasti zrezan les za oblogo pohištva. Prim. Laminatna plošča.

Gel Poltrdna ali trdna zmes, ki jo sestavlja vsaj dve snovi. Prva snov (koloid) tvori trodimenzionalno **ogrodje**, v katero se ujamejo molekule druge snovi, ki je ponavadi **tekočina**.

Najbolj prepoznaven gel je **želatina**, ki se uporablja za sladke ali slane jedi.

Izraz **gelirati** pa ima lahko dva pomena:

- spreminjati neko snov v gel
- preveči neko površino z gelom, npr. ~ nohtov Prim. tikstropija, sluz, sol, sinereza.

GFK Glasfaserverstärkter Kunststoff, glej SMC.

Gore-Tex Trgovska znamka umetne mase PTFE.

GRP Glass-fibre reinforced plastic, glej SMC.

Guma Elastična snov, dobljena z vulkanizacijo kavčuka. Tudi izdelek iz te snovi. Gostota 1,1 - 2,0 kg/dm³. Prim. NR, SBR, Elastomeri.

HDF High Density Fiberboard, je v bistvu močnejši MDF (mediapan). Gostota 0,8 - 1,05 kg/dm³, upogibna trdnost ~ 50 N/mm², strižna trdnost ~ 1,0 N/mm². Uporablja se npr. za talne laminatne.

HDPE High Density PE, glej PE - umetne mase.

Homopolimer Polimer iz ene same vrste monomerov. Razl. kopolimer.

Hostaform Komercialno ime za POM.

HPL Ang. High Pressure Laminate, glej Laminatna plošča.

HT cevi Nemška okrajšava za Hochtemperaturrohr, kar pomeni cev za visoke temperature. Te cevi so običajno sive barve, so iz PP, obstojne so do 95°C in so odporne tudi na soli, kisline ter luge.

Ingeo Trgovsko ime za PLA.

IUPAC Mednarodna zveza za čisto in uporabno kemijo, ang. The International Union of Pure and Applied Chemistry, vsebuje nomenklaturu (predpis) za poimenovanje anorganskih (pnv.), organskih (pnv.) in biokemijskih spojin. Prim. kemijsko ime, imena ZU, nomenklatura. Pnv. NAS, osnove; NOS, osnovne spojine.

Iverna plošča Plošča, ki je narejena iz koščkov lesa (žagovine, iver), ki se enakomerno pomešajo z lepilom, nato pa se pri povišani temperaturi stisnejo. Nekoliko podrobnejši opis proizvodnje:

- sušenje, sejanje, odstranjevanje tujkov in neprimernih primesi
- enakomerno mešanje z lepilom (~8% sečninske smole UF, lesno lepilo, ~5% PVA lepila za troslojne iverne plošče, ~8% PF lepila za vezane plošče, ~12% UF lepila za MDF plošče, cementno mleko za posebne vrste ivernih plošč), s hidrofobnimi materiali (parafin), s protipožarnimi sredstvi, s sredstvi za zaščito lesa (kalijev hidrofluorid)
- hladno kontinuirano predstiskanje,
- dvig temperature na 240°C, stiskanje s posebnim profilom, rezanje, brušenje, sortiranje.

Iverne plošče lahko še impregniramo z melaminsko smolo MF (za uporabo v vlažnih pogojih), oplaščimo s PVC ali MF (npr. urea-formaldehidno lepilo UF, ki se nabavlja v prahu in se meša z vodo) in zarobimo z ABS, ki ga prilepimo s talinimi lepili, npr. EVA, PO, PUR. Natezna trdnost iverne plošče znaša do 10 N/mm². Prim. OSB plošče, MDF, HDF.

Izotekt Glej Bitumen.

Izotiazolinon Kompozit heterocikličnih spojin:

- metilizotiazolinon, kratica MIT, MI
- kloro metilizotiazolinon, kratica CMIT (CIT), CMI, MCI
- benzisotiazolinon BIT
- oktilisotiazolinon OIT, OI
- diklorookilizotiazolinon DCOIT, DCOI
- butilbenzisotiazolinon BBIT

Med umetnimi masami se različne mešanice izotiazolinona uporabljajo kot učinkovita **lepila**.

Juvidur Trgovsko ime za PVC plošče, palice, cevi, folije itd..

Kafra Dišča bela kristalna snov, dobljena z destilacijo lubja in lesa drevesa kafrovca. V vodi ni topna, dobro pa se raztaplja v etanolu. Pri sobni temp. sublimira. Kemijsko je keton, C₁₀H₁₆O.

Karbonsko vlakno **Kompozit**, narejen iz:

- **veziva** (matice), ki je iz organskih snovi (vsebujejo ogljik, to je v bistvu karbonsko vlakno) in
- **polnila** (armature - polimerne, epoksi smole idr.)

Kratice, ki se uporabljajo za označevanje karbonskih vlaken: KFK, CFK, CFRP, Carbon ali Karbon. Glede na vrsto veziva (baze) poznamo več vrst karbonskih vlaken. Najbolj razširjena so karbonska vlakna, ki bazirajo na osnovi **PAN**-a in se izdelujejo tako:

1. Oksidacija PAN (glej istoimensko geslo) pri temperaturah do 300° C. Bela barva se spremeni v črno, nastane oksidiran PAN.
2. Karbonizacija (grafitiranje): segrevanje v zaprti okolici do 3000° C, PAN se spremeni v ogljik
3. Obdelava površin - površina mora biti dovolj groba, da zagotovi povezavo s smolo.
4. Oblikovanje in prevečenje s smolami.

Mehanske lastnosti karbonskih vlaken močno presegajo mehanske lastnosti kovin, saj znaša tipična natezna trdnost ~ 3500 N/mm². Njihova prednost je tudi majhna gostota 1,8 g/cm².

Toplotna prevodnost: 17 W/(m·K)

Specifična električna upornost: 16 Ω·mm²/m

Negativna temperaturna razteznost -0,1·10-6/K

Temperaturna obstojnost je dobra (opazne spremembe mehanskih lastnosti se pojavijo šele pri 1000° C), pri segrevanju se vlakna krčijo in odebelijo. Zelo pomembno je tudi, da so **popolnoma odporna proti koroziji**.

Navkljub visoki ceni se uporaba karbonskih vlaken povečuje. Iz njih se izdelujejo kolesarske čelade, okvirji dirkalnih koles, tkanine itd..

Sin. ogljikovo vlakno. Prim. PAN, FRP, SMC, GFK (GF), GRP, Karbonsko vlakno.

Kavčuk Elastična snov, ki jo pridobivajo iz mlečnih sokov različnih vrst kavčukovca, glavna naravna surovina za izdelovanje gume. Gostota 0,9 kg/dm³. Prim. NR, Vulkanizacija.

Kemijsko ime Glej Umetne mase - imena.

Kerrock Lastniško ime za umetno maso, katere osnovni sestavini sta aluminijev hidroksid in akrilno polimerno vezivo. Možno ga je poljubno oblikovati, lahko ga lepimo, brusimo in termično krivimo. Kerrock je gladek in na dotik topel, daje izgled naravnega kamna, na voljo je v različnih barvah. Material je trpežen, odporen, enostaven za čiščenje in vzdrževanje. Zato je primeren za vse vrste delovnih površin, za kuhinjske/kopalniške pulte, umivalnike, za dekorativne dodatke.

Kevlar Registrirana znamka podjetja DuPont za polimerno vlakno. Je plastična masa (termoplast, poliamid) z zelo visoko natezno trdnostjo: 3,6 - 4,1 GPa, **tlačna trdnost pa je slaba** in zato je slaba tudi upogibna trdnost! Kevlar je pri enaki masi kar 5 x močnejši od jekla! Ostale fizik. lastnosti: gostota 1,44 kg/dm³, modul elastičnosti 83 GPa, razteznost 2-4%. Kevlar se tali, temveč se razkroji (naogljjiči) pri okoli 500°C.

Kevlar se oblikuje v različna vlakna, ki jih označujemo s številkami. Najmočnejše vlakno je Kevlar 149, najšibkejše pa Kevlar 29.

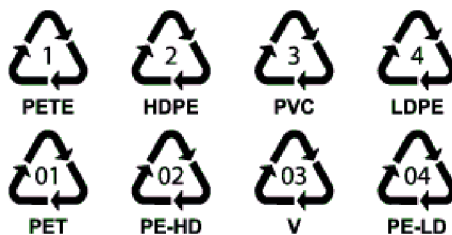
Izdelki iz kevlarja: vrvi, tkanine, neprebojni jopiči, vojaške čelade, oklep na vojaških vozilih, jadra za jadralnice, zaščitne motoristične rokavice, palice za hokey itd. Kemično je kevlar poliaromatski amid (aramid). Prim. PA, poliamidi, plastične mase.

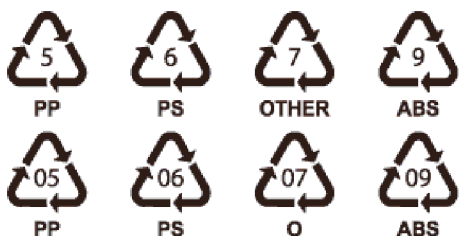
KFK Nem. Kohlenstoffaserverstärkter Kunststoff, glej Karbonsko vlakno.

Kode za recikliranje Oznake, ki identificirajo material na ta način, da se olajša recikliranje (pre-delava za ponovno uporabo).

Najpogosteje se uporabljajo:

- **kitajska koda** (chinese code) za izdelke iz umetnih mas, ki so črkovne **kratice z velikimi črkami**: AB ABAK ABS ACS AEPDS AMPA ASA CA CAB CAP CEF CF CMC CN COC CP CTA E/P EAA EBAK EC EEAK EMA EP EPS E/TFE EVA EVOH FEP FF HDPE HIPS LCP LDPE LLDPE MABS MBS MC MDPE MF MP MSAN PA PAA PAEK PAI PAK PAN PAR PAR PB PBAK PBAT PBD PBN PBS PBT PC PCCE PCL PCT PCTFE PDAP PDCPD PEC PEC PE-C PEEK PEEST PEI PEK PEN PEOX PES PESTUR PESU PET PEUR PF PFA PMA PHA PHB PHBV PI PIB PIR PK PLA PMI PMMA PMP PMS POM PP5 PPC PPD0 PPE PP-E PP-HI PPOX PPS PPSU PS 6 PSU PTFE PTMAT PTT PUR PVA PVC 3 PVOH PVB PVC-C PVC-U PVDC PVDF PVF PVFM PVK PVP SAN SB SI SMAH SMS UF UHMWPE UP VCE VCEMAK VCEVAC VCMKA VCMMA VCOAK VCVAC VCVUD VE VLDPE
- preglednica **RIC** (Resin Identification Codes - kode za identifikacijo smol), ki je številčna oznaka znotraj trikotnika s puščicami





Namen zapisovanja kod je pravilna identifikacija polimerov zaradi lažjega recikliranja. Ob kratki RIC se lahko pojavlja tudi kratica SPI, ki pomeni [Society of the Plastics Industry](#).

Od številke 8 naprej so umetne mase razvrščene po abecednem vrstnem redu. Navajamo samo številke do 20: 8 ABAK 10 ACS 11 AEPDS 12 AMMA 13 ASA 14 CA 15 CAB 16 CAP 17 CEF 18 CF 19 CMC 20 C.

Kopolimer Polimer, ki ga sestavlja dva ali več različnih monomerov. Razl. homopolimer.

Komercialno ime Glej Umetne mase - imena.

Kompozit Gradivo, ki je sestavljeno iz dveh ali več vrst materialov. Na ta način prilagajamo lastnosti gradiva namenu uporabe, npr. povečujemo trdnost, trdoto, žilavost, elastičnost, korozijsko odpornost itd. Ang. composite: sestavljen.

Značilnosti kompozitov:

- niso naravne tvorbe, so [delo človeških rok](#)
- so homogeni v makroskopskem in heterogeni v mikroskopskem merilu
- delež, oblika in razdelitev sestavin so za določen izdelek v naprej načrtovani
- združujejo pozitivne lastnosti posameznih sestavin v enovitem kompozitnem materialu

Po vrsti večinskega materiala poznamo kompozite s [kovinsko](#), [keramično](#) in s [polimerno osnovo](#). Po nastanku ločimo:

- [kopolimere](#), ki nastanejo s povezovanjem različnih vrst monomerov
- [blends](#) (mešanice), ki nastajajo z mešanjem različnih umetnih mas
- [compounds](#) (sestavine, zloženske), ki nastajajo z dodatki polnil (stekla, kovin itd.) v različnih oblikah (vlakna, prah, tkanina itd.)

Glede na razporeditev drugega materiala pa poznamo:

- Disperzoide**, v katerih je dodajni material razpršen v obliki majhnih delcev. Izdelujemo jih s sintranjem, notranjo oksidacijo, z mehanskim legiranjem. Npr.: karbidne trdine, kermeti, [zavorne obloge](#), lamele sklopki, [brusne plošče](#), oglene ščetke, oksidno-keramični rezalni materiali, trajni magneti itd.
- Z vlakni ojačane kompozite**: s kovinsko žico ojačano steklo ali guma (pnevmatike), [železo-beton](#), prednapeti beton, polimeri s steklenimi vlakni (odtočna cev za vodo), [karbonska vlakna](#), aramidna vlakna, MDF (mediapan) itd.
- Laminat**, ki so povezani iz več plasti: papirni in tekstilni laminati, [talne obloge](#), bimetal ...
- Površinske prevleke** so namenjene predvsem kot zaščita proti koroziji: prevleke iz kositra, emajla, umetnih snovi (npr. [teflon](#)).

Uporaba kompozitov stalno narašča, saj zaradi svojih značilnosti vedno bolj nadomeščajo klasične materiale. Sin. vezano gradivo. Prim. gradivo. **Kopolierster** Spojina (umetna masa) s kemično formulo, ki jo lahko opišemo kot spremenjen (modificiran) polierster.

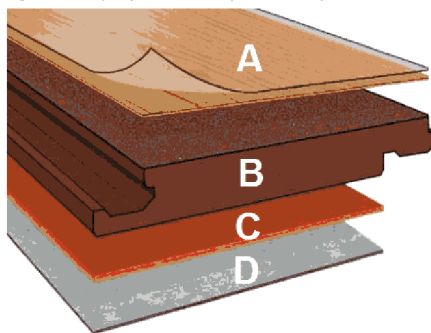
Različni novi kopolierstri (npr. tritan kopolierster) se razvijajo s ciljem, da se odpravi uporaba BPA.

Kopolimer Polimer, ki ga sestavlja dva ali več različnih monomerov. Razl. homopolimer.

Koterm Trgovsko ime za HDPE (trdi polietilen), lastnik znamke je ISOKON d.o.o. Slovenske konjice. To je t.i. tehnična plastika, ki v mnogih uporabah zamenjuje les in kovine.

Laminat Splošno: [vrsta kompozita](#) - ploskovni izdelek iz dveh ali več med seboj [zlepljenih](#) predvsem umetnih [plasti](#), npr. tekstilni ~, lesni ~, ~ iz umetnih mas itd.. Prim. Textolite (tekstolit), Stokolit, Pertinaks, Vitroplast.

Pogovorno pa je laminat pohodna plošča:



A - posebej odporen [zaščitni film](#) (UP, SMC, GFK, GRP, kvalitetnejši laminati so prevlečeni celo s kevlarjem), ki je stisnjen skupaj s smolnatim dekorjem ([folija](#): poliestrske smole UP, epoksidne smole EP, fenolne smole PF itd.) in s [papirjem](#) z narisanim vzorcem, **B** - visokkvalitetna plošča HDF (mediapan), **C** - material, ki zavira širjenje vlage (paronepropustna plast), **D** - zvočna izolacija.

Laminatna plošča Papir z okrasnim dekorjem, ki je impregniran z [melaminsko](#) in [fenolno maso](#), ki se nato v več plasteh pod visokim tlakom ter pri visoki temperaturi stiska v različno debele plošče. Laminatna plošča se najpogosteje nalepi na surovo iverno ploščo in se nato uporablja za notranje pohištvo - še posebej za tiste površine, ki so pogosto izpostavljene udarcem, čiščenju z vodo ipd. (kuhinjski pulti, mizne površine, kuhinjske omare). Sin. ultrapas, dekorativni laminat, HPL (high pressure laminate). Prim. MF - umetna smola.

Lastniško ime Glej Umetne mase - imena.

Lateks Mlečni sok kavčukovca, 28 - 30% emulzija v vodi, ki se na zraku strdi. Npr. penasti izdelki iz ~a. Prim. NR, kavčuk, guma.

LDPE Low Density PE, glej PE - umetne mase.

Lepilo Snov, izdelana na osnovi naravnih ali umetnih materialov (predvsem smol), ki ima zelo velike [adhezivne in](#) primerno velike [kohezivne sile](#). Lepila delimo glede na:

1. Način doseganja vezalnih sposobnosti:

- Fizikalno vezalna lepila** se utrjujejo tako, da:
 - [izhlapi topilo](#) oz. disperzijsko sredstvo (EVA, PA, PVA, PVC-C, izotiazolinon, trgovsko ime Neostik SK - C6 - alifati in kolofonija)
 - [jih nanesemo, nato dvignemo temperaturo \(jih raztalimo\), sledi ohlajevanje in strjevanje](#) (PVC, PMMA, PS, PVC-C)
 - [jih raztopimo npr. v vodi, masa se zgosti, nanesemo jo na površino in počakamo, da topilo izhlapi](#) (EVA, PMMA)
 - [uporabimo mase, ki se močno sprijemajo z osnovnim materialom](#) (kavčuki in poliakrilati)
 - [uporabimo mase, ki se najprej odzračijo in nato iztisnejo z visokim tlakom](#) (klorkaučuk, izotiazolinon, PUR)

Fizikalno vezana lepila so primerna za porozna gradiva, so termoplastična in pogosto [temperaturno neobstojna](#).

- Kemijsko vezalna lepila** dosežejo svoje vezalne sposobnosti [zaradi kemijske reakcije](#), ki se lahko sproži na različne načine:
 - [polimerizacija zaradi prisotnosti vlage ali kisika](#), to so enokomponentna lepila (cianoakrilat - trgovsko ime je CianoKol ali UHU super glue; metakrilne kisline)
 - [polimerizacija zaradi ultravijoličnih \(UV\) žarkov, zaradi odvzema kisika](#) (anaerobna lepila, npr. za varovanje vijajčnih vez pred odvitjem), tudi to so enokomponentna lepila
 - [polimerizacija zaradi dodanega trdilnega katalizatorja](#), to so dvokomponentna lepila (nitril-kaučuk, UP)
 - [polikondenzacija](#), to so dvokomponentna lepila (epoksidne smole EP)
 - [poliadicija](#), to so eno- ali dvokomponentna lepila (PMMA, EVA)

Posebni obliki lepljenja sta:

- [Difuzijsko](#) lepljenje: lepilo prodira v osnovni material. Ta način lepljenja je možen le pri lepljenju nekaterih vrst termoplastov.

• [Adhezivno](#) lepljenje: pri nekaterih reakcijskih in netopnih lepilih (predvsem duroplastih) se pojavijo dodatne adhezivne sile, ki močno sprijemajo lepilo in osnovni material

- Nosilnost**, pri čemer sta pomembni predvsem:
 - [strižna trdnost](#), pri čemer gre za sposobnost sprijemanja lepila s površino osnovnega materiala (adhezivne sile)
 - [vezivna trdnost](#) lepila, ki je odvisna od kemijske sestave lepila (kohezivne sile).

Glavni problem večine lepil je strižna trdnost. Pri tem ločimo:

- Lepila z [nizko nosilnostjo](#) (strižna trdnost $\tau_{zm} < 5 \text{ N/mm}^2$). Spojene dele lahko razstavimo brez težav in poškodb. **Uporaba:** finomehanika, elektrotehnika, modelna gradnja, kozmetična in pohištvena industrija itd.
- Lepila s [srednjo nosilnostjo](#) (strižna trdnost $10 \text{ N/mm}^2 \geq \tau_{zm} \geq 5 \text{ N/mm}^2$). Spojenih delov praviloma ne moremo razstaviti brez poškodovanja zlepljenih površin. **Uporaba:** strojogradnja in gradnja vozil.
- Lepila z [visoko nosilnostjo](#) (strižna trdnost $\tau_{zm} > 10 \text{ N/mm}^2$). Lepilo se po fazi trdenja spremeni v trdno snov, ki tvori nerazstavljivi spoj. **Uporaba:** gradnja vozil, plovil in rezervoarjev, letalska tehnika.

3. Temperaturo, pri kateri delujejo:

- Lepila, ki delujejo [v hladnem](#), so pogosto izdelana na osnovi epoksidnih smol, poliozocianatov in nenasičenih ogljikovodikov.
- Lepila, ki delujejo [pri povišani temperaturi](#) 100-200°C imenujemo talilna lepila, npr. EVA, PO in PUR. Ta lepila so [lahko tudi v trdnem agregatnem stanju](#) (npr. folije, granulati), običajno je potreben tudi visok tlak. Trdnost spojev, nastalih pri povišani temperaturi in tlaku, je višja kot pri lepljenju v hladnem in znaša do 60 N/mm².

4. Vrsto materiala, iz katerega so lepila izdelana. Najkvalitetnejša lepila so seveda izdelana iz umetnih mas:

- [epoksidne](#) (epoksi) [smole](#) EP sodijo med najdražja lepila na trgu, vendar so zelo zanesljiva; strjujejo se s kemijsko reakcijo, dosežejo visoko trdnost - [do 14 MPa](#) vezivne trdnosti, odporna so na obrabo, temperaturo in delovanje vode, imajo nizko viskozno, nizko stopnjo krčenja, dobro omakajo površino lepljenja, nanašajo se v hladnem in v toplem; smole se dobavljajo v pastah, v tekočem stanju, v prašku, na filmih; z njimi lahko povežemo praktično vse materiale (jeklo, beton, steklo, keramika, les ...)
- [akrilna](#) lepila se nanašajo v hladnem, debelina nanosa je zelo majhna, lepilo se s pritiskom; podskupine:
 - [anaerobna](#) so enokomponentna in se zelo dolgo trdijo
 - [cianoakrilati](#) so enokomponentni, strjujejo se samo v tankem filmu, katalizator je površinska vlaga
 - [žilava akrilna lepila](#) so dvokomponentna; smolo nanesemo na eno, katalizator pa na drugo površino
- PF lepila - [fenolne smole](#) se kombinirajo s formaldehidom; stik površin se ustvari pod pritiskom in pri povišani temperaturi, nakar se konča polimerizacija v duroplast, stranski produkt je voda H₂O; smole se dobavljajo v obliki prahu, tekočine ali tankega filma, včasih je potreben še katalizator; lepilo se abrazivni materiali (korund), v letalski industriji in v industriji laminatov
- [PUR](#) (dvokomponentna lepila, [izocianati](#)) imajo prednost, da se zelo hitro strjujejo; dobavlja se kot tekočina ali kot pasta; snov reagira z okoliškim zrakom, ki deluje kot trdilec; spaja tudi različne materiale med seboj, npr. plastiko in les; slabosti - šibkejši od epoksi smole in zelo občutljiv na vlago
- aminoplasti (MF in UF - hladna lepila)
- PVA lepila - termoplast

- poliestrska lepila UP do 3,5 MPa.
- klasična prozorna lepila, ki se iztisnejo iz tube (UHU, OHO ipd.) so tudi iz **nitroceluloze**

5. Namenu uporabe: povezovanje konstrukcijskih delov, varovanje vijakov proti odvijanju, tesnenje.

Prim. Klej, Lim, Dekstrini, Umetne mase.

LSB plošče Plošče, ki so na zunaj zelo podobne OSB ploščam, vendar so laminirane (lakirane), ang. **Laminated Strand Boards**. Sestavni del vezivnega sredstva je sečnina. Odporne so na vlago, lahko se barvajo in lepijo. Izdelujejo se tudi z utori. V primerjavi z OSB ploščami imajo LSB ~30% višjo trdnost in 30% manjši debelinski nabrek. **Uporaba:** kot samostojen gradbeni element ali v kombinaciji z drugimi elementi: za predelne stene, pri sanaciji podov, za nosilne elemente strešnih konstrukcij. Prim. OSB, MDF, HDF.

Makro

1. Velik (npr. makromolekula) bistven, **strujen**, splošen, **površen**, širok. Npr. ~ analiza, pregled, rešitev, ~ pogled na neki problem. Prim. globalen. Ant. mikro.

2. Računalniško: **niz ukazov**, ki so shranjeni pod določenim imenom in se v programu **večkrat uporabljajo**.

MDF Ang. Medium Density Fiberboard, kar pomeni srednje goste vlaknene plošče, sin. **mediapan**. To je kompozitni material iz lesnih vlaken.

MDF nastaja iz drobnih delčkov lesa (iver), ki se najprej namakajo, operejo in v boilerju suhajo s paro pod tlakom 10 bar. V razvlaknjevalniku se delčki pod visokim tlakom pretvorijo v vlakna različnih dolžin. V pihalni liniji se vlakna pomešajo z lepilom, ki je običajno UF. Nato se v sušilniku vlakna posušijo na vlažnost 10-15%, v ciklonih pa se ločijo po kvaliteti (MDF, HDF). Na neskončni tlačni liniji se vlakna pri 240°C stisnejo na 1/40 svoje debeline. Nato se odrežejo in 2-3 dni hladijo.

Gostota 0,6 - 1,05 kg/dm³, upogibna trdnost ~ 40 N/mm², strižna trdnost ~ 0,7 N/mm². MDF je dovolj kvaliteten, da ga je možno neposredno lakirati ali lepiti z laminatnimi ploščami (ultrapasom). Uporaba: pohištvo, v obdelani obliki tudi za kopalniško pohištvo. Prim. HDF.

Mediapan Glej MDF, HDF.

Mehčalec Različna sredstva za mehčanje se uporabljajo na zelo različnih področjih, npr.:

1. Zmanjšujejo trdoto **vode** - vodni mehčalci.
2. Mehčajo **tkanine** - mehčalci za perilo.
3. Zmehčajo **hrano**.
4. V fazi predelave zmehčajo **umetne mase** - zmanjšujejo gostoto, povečujejo elastičnost, izboljšujejo predelovalne lastnosti itd..
5. Zmehčajo **lake** in **barvne premaze** - z mehčali npr. povečamo elastičnost lakov za kovine in jih nato uporabimo za lakiranje umetnih mas.

Melamin C₃N₃(NH₂)₃, brezbarven kristaliničen prašek. V vroči vodi se dobro topi, pri segrevanju sublimira. Uporaba: za melaminske smole in plastične mase (duroplaste). Prim. MF - umetna smola.

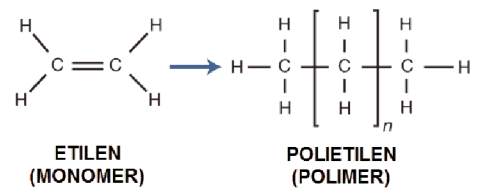
MF - umetna smola Melaminska smola, duroplast, kemijsko je aminoplast.

Uporaba: laminati za **delovne površine** (npr. za kuhinjske plošče), za impregnacijo ivernih plošč (zaščita pred vlažnimi pogoji), za oplasčenje ivernih in podobnih plošč, za bele šolske table, za električne izolacije, namizni pribor ipd.

gniti temperaturo (~150°C) in tlak (~70 bar).

Prim. Laminatna plošča (ultrapas, HPL).

Monomer Majhna molekula, spojina z manjšo molekulsko maso, gr. *mono* - eden in *meros* - del. Monomer se lahko kemijsko veže z drugo molekulo monomera - takšna kemijska reakcija se imenuje **polimerizacija**. Pri reakcijah polimerizacije (polikondenzacije, poliadicije) nastanejo iz monomerov polimeri - homopolimeri in kopolimeri.



ETILEN (MONOMER) **POLIETILEN (POLIMER)**

Najlon Glej geslo PA (poliamidi), pravilno Nylon.

NBR Akrlonitril-butadien oziroma nitrilna guma. Elastomer, podoben radirki, odporen na obrabo. Ang. Nitrile Rubber. Uporaben pri temp. -30 do 100°C: pnevmatična tesnila, hidravlična tesnila pri nizkih pritiskih, O-ringi itd.

Neopren Trgovsko ime za umetno maso, znanka podjetja DuPont. Glej CR, tudi SBR.

Neostik Blagovna znamka podjetja Kemostik (skupina Helios), ki označuje lepila, npr.:

- Neostik SK, lepilo na podlagi sintetičnega kavčuka (C-6 alifati in kolofonija, topli pa sta aceton in etil acetat)
- Neostik CN, sekundno lepilo na podlagi cianoakrilata

Nitroceluloza Nitrat celuloze, natančneje: ester celuloze in dušikove kisline. Zelo vnetljiva in hitro goreča snov. Sin. brezdimni smodnik, strelni bombaž (guncotton).

Delno nitrirana celuloza je našla uporabo kot plastična prevleka - nitrocelulozni (nitro) lak.

Nitrocelulozna osnova Besedna zveza, ki se najpogosteje uporablja za premaze (barve, lake itd.) z nitroceluloznimi vezivi. Sin. nitro osnova. Prim. Osnova.

Nitrocelulozna veziva topimo z **nitro topili**, viskoznost pa jim uravnavamo z **nitro razredčili**. Tudi **čisti** **stila sredstva** so lahko na **nitro osnovi**.

Nasprotje: raztopine na vodni osnovi. Vendar: premaze na nitro osnovi **ne smemo čistiti z nitro čistili**, ker jih bomo razmazali!!! Čistimo jih s čistili na vodni osnovi.

Nitrocelulozni lak Lak, pri katerem je osnovno vezivo nitroceluloza. Nitrocelulozni lak tvori premaz preprosto **tako, da izhlapijo topila**, ne pa zaradi oksidacije plasti, kakor je to pri drugih lakih.

Nitrocelulozni sloj ima dobre mehanske lastnosti, je voodoporen in odporen na svetlobne vplive.

Nitrocelulozo topijo le posebna, močna topila. Nitro razredčila so praviloma mešanica acetona, metil acetata, etil acetata, toluena, alkoholov in manjših dodatkov.

Nitro topila in razredčila topijo večino spodnjih plasti, tudi če so že stare. Pride lahko tudi do popolnega odstopanja spodnje plasti, sploh pri nanašanju s čopičem. Iz tega razloga se je namesto nanašanja barv s čopičem **začelo vse bolj uveljavljati brizganje**.

Nitrolaki so nastali leta 1920 in so se na veliko uporabljali med letoma 1925 in 1950.

Nitro laki imajo **velik delež hlapnih sestavin**: do 70% topil in razredčil ter ~30% nehlapnih snovi.

Zaradi visoke vsebnosti zdravju škodljivih hlapnih sestavin in obenem še nevarnosti eksplozije (požara) je **uporaba nitrolakov v večini državah prepovedana**.

NR Kratica za naravno gumo (naravni kavčuk), **Natural Rubber**, umetna masa, oblike poliizoprena. Izdeluje se iz lateksa, iz drevesa kavčukovca.

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: elastičnost popušča z naraščanjem vsebnosti žvepla, gostota kg/dm³, **toplotne:** občutljiva je na temperaturne spremembe: pri nizkih temperaturah postane krhka, pri visokih temperaturah pa izgubi trdnost, **mehanske:** dobra natezna trdnost, žilavost in odpornost

proti obrabi,

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): brizganje, ekstrudiranje.

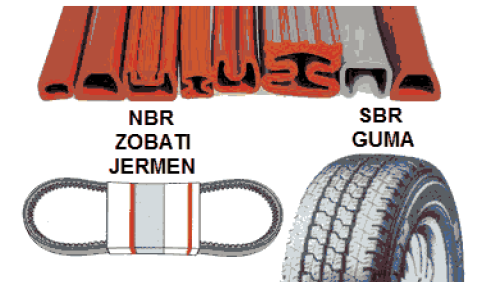
Kemične lastnosti: **obstoja** proti lugom, občutljiva je na olja, topila, svetlobo in vremenske pogoje, **neobstoja** proti mineralnim oljem, bencinu in staranju, tudi proti povišanim temperaturam, prepustna za pline, **fiziološko ni nevaren**, lahko pa povzroča alergije.

RAZVRSTITEV:

komercialno je guma, **tehnološko** je elastomer.

UPORABA:

- dodatek v avtomobilskih gumah, vodne cevi, klinasti jermeni, tesnila
- elastični trakovi, baloni, transportni trakovi, polnilo za vzmetnice, kavče in avtomobilske sedeže, rokavice, kondomi, zračnice itd..



NVF National Vulcanized Fiber, glej Vulkanfiber.

Nylon Trg. ime za PA, poliamid, umetna masa.

Oblikovna plošča Glej Gravurna plošča in Brizganje v forme.

Ogljikovo vlakno Glej Karbonsko vlakno.

Oksa- Predpona v nomenklaturi nadomeščanja, ki označuje substitucije (zamenjave) metilenskih skupin (-CH₂-) s kisikovimi atomi (-O-). Razl. okso-. Prim. Nomenklatura nadomeščanja.

Oksirani Glej Epoksidi, EP.

Okso- Predpona v IUPAC nomenklaturi, ki označuje karbonilno funkcionalno skupino C=O. Tudi oznaka za kisik vsebujoče spojine, npr. natrijev trioksofosfat (V) NaPO₃. Razl. oksa-.

Olefini Glej Alkeni.

OSB plošče Plošče, izdelane iz večslojno lepjenih iveri, ki so v zunanjih, lahko pa tudi v notranjih slojih **usmerjene** vzporedno z dolžino in širino plošče. Kratica je iz ang. **oriented strand board**. V primerjavi z običajnimi ivernimi ploščami imajo OSB plošče boljše mehanske lastnosti:

- upogibna trdnost suhih OSB plošč znaša 10 do 30 N/mm²
- strižna trdnost od 0,3 do 0,5 N/mm²

Boljša je tudi dimenzijska stabilnost, oprijem pri uporabi lepil in toplotna izolativnost (toplotna prevodnost znaša le 0,13 W/mK). Lastnosti OSB plošč lahko preberemo iz standardiziranih oznak na ploščah. Gostota znaša 0,6 - 0,7 kg/dm³.

Uporaba: za izdelavo strešnih konstrukcij, zunanjih ali notranjih sten, podov in stropov pri montažni gradnji, za opaže betonskih konstrukcij pri klasični gradnji, za postavitve sejemskih prostorov, reklamnih panojev, za embalažo itd. Prim. LSB, Iverna plošča, MDF, HDF.

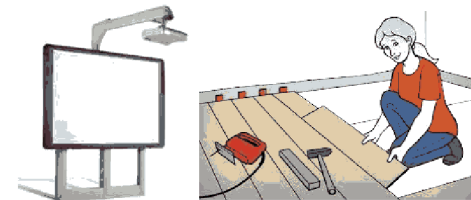
Označevanje umetnih mas Glej geslo Umetne mase - prepoznavanje.

PA Kratica za poliamid, umetna masa. Trgovska imena: Nylon, Perlon, Kevlar (aramid), Zythel, Durethan itd.

LASTNOSTI PA:

Fizikalne lastnosti splošne: kristalno bele barve (bolj je amorfen, bolj je prozoren), gostota 1,01 - 1,18 kg/dm³, kevlar 1,44 kg/dm³, **toplotne:** tališče pri 215 do 265°C, temperatura uporabe od -40 do 80(100)°C; **mehanske:** žilav v vlažnostnem razmerju 2-5% (z vlažnostjo se manjša trdota), v suhem zraku pa krhek, odporen na obrabo, ima **dobre drsne lastnosti**, trden do temperature 260°C, **natezna trdnost** 40 (PA6) - 85 N/mm² (PA12) in celo 4000 N/mm² (Kevlar - kar 5 x višja natezna trdnost od močnega jekla).

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): če granulat PA ni suh, je težaven za obdelavo, zato



Aminoplast je tudi sečninska smola UF. Razlika med obema: UF je polikondenzat, ki nastane v reakciji med sečnino in formaldehidom, MF pa v reakciji med melaminom in formaldehidom (pri povišani temperaturi). Kupi se prašek, ki ga je treba v pravilnem razmerju raztopiti v vodi, nato pa dvi-

se transportira v vakuumsko zaprtih vrečah, potrebno pa je še **predsušenje**; **brizganje** - izdelki po brizganju absorbirajo vlago, **ekstrudiranje** v žice, nitke, cevi, ojačajo se lahko **staklenimi vlakni**, lastnosti se lahko spremenijo tudi s **polnili**: ogljikova vlakna, steklene kroglice, minerali, kreda, gladi (npr. MoS₂, grafit), za proizvodnjo **korozijsko obstojnih prevlek** se uporablja tudi prašno sintiranje, plamensko brizganje ali elektrostatično oslojevanje; **popravila**: PA se dobro barva, vari in lepi, možno je privijanje s samoreznimi vijaki, tudi odzemanje, tiskanje, lakiranje in metaliziranje.

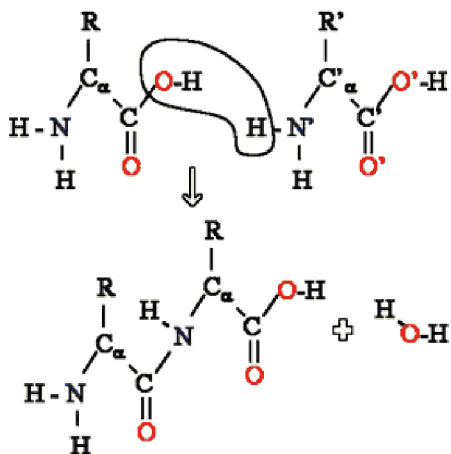
Kemične lastnosti: PA gorijo z modrikastim plamenom, ki ima rumen obrobek, so delno samougasljivi, radi nase vežejo vlago **obstojni so** proti olju, bencinu, benzolu, lugom, topilom, estru, ketonu, vodi, kloroogljikovodiku; **neobstojen** proti ozonu, solni kislini, žvepleni kislini, vodikovem superoksidu, **fiziološko je nevaren kontakt z živili**, ki vsebujejo vodo, a le pri daljšem delovanju toplote in pri tipih PA z vsebnostjo mehčal.

RAZVRSTITEV PA:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je delno kristalinični termoplast, **kemično** je kopolimer, **način prepoznavanja**: gori z majhnim ali brez plamena, kaplja mehurčasto s prasketanjem in vlečenjem nitk, plamen je modre barve z rumenim robom, ima vonj po zgoreni rogovini.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA PA:

PA so kopolimeri, ki nastanejo ob kondenzacijski polimerizaciji karboksilne kisline in amino skupine, podobno kot naravni poliamidi (proteidi, proteini):



VRSTE PA: **najlon** (1,6 diaminoheksan + heksandiojska kislina): PA6, PA6.6, PA12; **kevlar** (visoko kristaliničen polimer iz benzenovih obročev)

UPORABA PA

- **najlon** za izdelovanje ščetin zobnih ščetk (1938 - prvi množični izdelek), tkanin, padal, plezalnih vrvi, ribiških vrvic, trde cevi za pnevmatično omrežje, tudi za okvirje očal, tudi v elektroniki, za mehansko obremenjene dele
- vrečke pa niso narejene iz nylona, iz PVC so izdelane le izjemoma, praviloma so iz PE
- **kevlar**: vojaške čelade, neprebojni jopiči, oklepi na vojaških vozilih, trakovi, tkanine, vrvi, zaščitne rokavice, jadra, hokejske palice, drsni ležaji, električna stikala, ojnice v motorjih itd.
- PA v strojegradnji in finomehaniki: zobniki, jermenice, drsni ležaji, vijaki, verige, tesnila
- za vozila: ventilatorji, oljni filtri, pogonski zobniki
- za lepilne palice (vroče lepljenje), glej geslo Ekstrudersko varjenje



PA koda za recikliranje je 7

PAN Kratica za poliakrilonitril, umetna masa, termoplast. Trgovska imena: Creslan 61, Dralon, Dolan, Orlon. Povezava: karbonska vlakna.

LASTNOSTI:

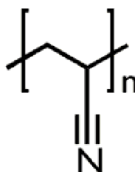
Fizikalne lastnosti splošne: gostota 1,18 kg/dm³; **toplotne**: sprememba v steklo pri 95°C; **mehanske**: zelo visoka natezna trdnost ~3000 N/mm².

RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, čeprav se ne tali pri normalnih okoliščinah: pri 230°C oksidira na zraku in tvori PAN vlakno, nato nad 1000°C karbonizira in v inertni atmosferi nastajajo karbonska vlakna, **kemično** je kopolimer

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

Nastane s polimerizacijo 1-akrilonitrila:



UPORABA: približno 60% PAN se uporabi za izdelavo karbonskih vlaken. Preostanek pa se uporabi za jadra, šotore, za oblačila, za ojačitve betonov (namesto železobetona)

PC - umetne mase Kratica za polikarbonat, umetna masa.

LASTNOSTI PC

se lahko primerjajo s PMMA: **Fizikalne lastnosti splošne**: gostota ~1,2 kg/dm³, prozoren, odporen na svetlobo; **toplotne**: dolgoročno uporaben od -40 do +135°C, tališče 155°C, T_g 147°C; **mehanske**: žilav, odporen na udarce, ne pa proti praskam, tog, trpežen material, trd, natezna trdnost ~65 N/mm².

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **ekstrudiranje** (vlečenje) v cevi, palice, profile, **kalandiranje** (lističi od 0,5 do 20 mm in filmi), **brizganje** v končne izdelke itd.

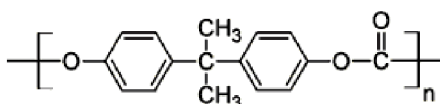
Kemične lastnosti: težko gorljiv, **obstojen** proti kislina, alkoholom, olju, bencinu in lugom; **neobstojen** na koncentrirane kisline, luge, benzol.

RAZVRSTITEV PC:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, **kemično** je homopolimer, **popravila**: lahko ga upogibamo, vrtamo, lasersko režemo; **načini prepoznavanja**: brez ognja ugasne, pri gorenju se tvori mehurji, diši po fenolu.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

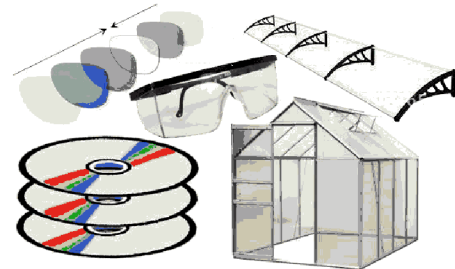
PC nastane s polimerizacijo bisfenola, v reakciji sodeluje tudi fosgen COCl₂:



Bisfenol je zdravstveno problematična spojina, ki naj bi v telesu imitirala delovanje estrogena in s

tem povzročala motnje.

UPORABA PC: očala in očne leče, prozorne strehe (plošče, npr. za tople grede), plastenke z zamaškom za pitje brez odpiranja, CD-ji, ohišja, kovčki, mobilni telefoni, nekateri LCD zasloni, vojaška in policijska industrija (čelade, ščiti) itd.



PC koda za recikliranje je 07

PE - umetne mase Kratica za polietilen oz. polieten, platične mase (termoplasti). Značilno trgovsko ime je Koterm, za penasti PE pa Termosilent.

LASTNOSTI PE:

Fizikalne lastnosti splošne: 0,91 - 0,94 kg/dm³ (mehak oziroma LDPE), 0,94 - 0,98 kg/dm³ (trd HDPE); neobarvan je mlečno bel, pri zelo tankih folijah je skoraj prozoren; z naraščanjem gostote PE naraščajo natezna in upogibna trdnost, togost, trdota, temperaturna obstojnost, odpornost proti kemikalijam in topilom, pada pa transparentnost (prosojnost, prozornost); **toplotne**: lomljivost nastopi pri -50°C, LDPE uporaben do +60°C, HDPE do +95°C, tališče 120 - 180°C; **mehanske**: natezna trdnost LDPE 4-16 N/mm², HDPE 21 - 28 N/mm²; **električne**: odlične elektroizolacijske lastnosti; pogosto ima močan elektrostatičen naboj.

Tehnološke lastnosti, predelovalni postopki: **ekstrudiranje** (vlečenje) v cevi, palice, profile, **kalandiranje**, **brizganje**, **napihovanje v kalup** itd.; lahko je prozoren, primeren pa je tudi za **obarvanje**; **popravila**: zelo **dobro se vari** (z vročim zrakom, z vročim orodjem), zelo **slabo se lepi** zaradi nepolarnosti (pomembna je pravilna predobdelava in uporaba ustreznih adhezivnih kontaktnih dvokomponentnih lepil), enako slabo je z **lakiranjem**.

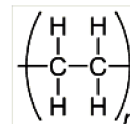
Kemične lastnosti: počasi gori z modrikastim plamenom; **odlično kemično obstojen** proti mnogim kemikalijam (kisline, baze, raztopine soli, voda, alkoholi, estri, olja, bencin ...); neobstojen v močnih oksidacijskih sredstvih, **fiziološko je neoporečen**, je brez vonja in okusa.

RAZVRSTITEV PE:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, **kemično** je homopolimer, **način prepoznavanja**: počasi gori z modrim plamenom ter ob tem izloča vonj po parafinu.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

PE nastane z adicijsko polimerizacijo plina etilena:



Imajo molekularno maso med 10.000 in 40.000.

VRSTE PE:

Trd in tog PE z višjo gostoto je **HDPE**, **LDPE** pa je mehak PE z nižjo gostoto, lažji od vode. Zelo visoko gostoto imajo UHMWPE, srednjo gostoto označimo z MDPE, potem so še linearni LLDPE, XLPE itd. Obstajajo tudi kopolimeri PE.

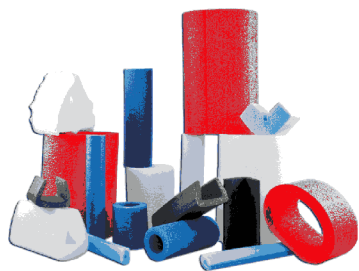
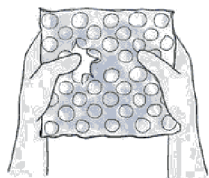
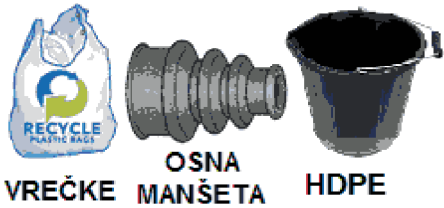
UPORABA PE: med vsemi plastičnimi masami so **PE na prvem mestu** glede na količinsko proizvodnjo - predvsem **zaradi nizke cene** in **vsestranske uporabnosti**.

Gospodinjstvo: glavna uporaba so plastične vreč-

ke in vreče (tudi mehurčaste), folije (npr. za shranjevanje živil), plastenke, kozarčki in gospodinjska oprema (vedra, korita za pomivanje), igrače ...
Vozila: doze (za motorno olje itd.), filmi, osne manšete, rezervoarji ...

Gradbeništvo: izolacije za električne kable itd..

PE izdelujemo tudi v obliki pen (kakor PS, PUR ali EVA), kratica je **EPE foam**, ang. expanded polyethylene foam, uporaba: kot podloga za pohodne plošče iz laminata. Sin. polieten.



EPE



PE kode za recikliranje

PEN - umetne mase Polietilen naftalat, umetna masa iz družine poliestrov, termoplast. Dobro tesni pline, obstojen tudi pri povišanih temperaturah, proti raznim kemikalijam in UV sevanju. Je alternativna embalaža za PET, predvsem za višje temperature (tudi do 85° C).

Perlon Trg. ime za PA, poliamid, umetna masa.
Pertinaks Slovenski naziv za trgovsko znamko Pertinax - laminat iz stisnjenih plasti papirja, impregniranih s fenolno smolo. Pogosto se uporablja tudi kratica FR2 (Flame Resistant 2) ali Hp2061. Je rumene barve, neprozoren, natezna trdnost 130 MPa, temperaturno obstojen na daljše obdobje do 120°C. Ker je izolacijski material, se uporablja tudi kot **podlaga** (plošče) **za tiskana vezja**: standardna debelina je 1,5 mm, pa tudi 1 in 0,5 mm. Gostota $\rho = 1,3 - 1,4 \text{ g/cm}^3$. Temp. uporabe: do 122 °C. Namesto pertinaksa se uporablja tudi vitroplast.

PES Kratica za poliester. Glej PET.

PET Kratica za polietilen tereftalat, družina **nasičenih poliestrov**, umetna masa. Trgovska imena: Impet, Rynite, Celliant, Diolen, Trevira, Tergal itd.. Sin. PETE, PES.

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: gostota 1,38 kg/dm³; **toplotne:** dobro temperaturno obstojen, tališče pri 250°C, temperatura uporabe od -30 do +110°C; **mehanske:** visoka trdota in togost, odporen na udarce, žilavost, natezna trdnost 55-75 N/mm².
Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): lahko jih pripravimo **kot vlakna** ali **kot trdno plastiko** (trdna struktura nastane skupaj z različnimi vlakni), **predsušenje** je potrebno, **brizganje** je možno, **ekstrudiranje** v folije in polizdelke, **termoformiranje** manjših plošč in folij, **popravila:** lepljenje, varjenje, odzemanje, tudi poliranje je možno.

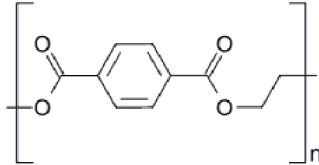
Kemične lastnosti: odlični material za zadrževanje vlage, higroskopičen, **obstojen** v acikličnih in aromatskih ogljikovodikih, oljih, maščobah, penilih, vodnih raztopinah soli, baz in kislin; **neobstojen** v vroči vodi in pari, acetonu in halogeniranih ogljikovodikih (kloroform, diklorometan), koncentriranih kislinah in bazah, **fiziološko ni nevaren**.

RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je amorfn ali polkristalen termoplast **kemično** je kopolimer, **način prepoznavanja:** gori z močnim sajastim plamenom, pri gorenju kaplja

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

Homo ali kopolimer, ki nastane s kondenzacijsko polimerizacijo monomerov diola in dikarboksilne kisline. Nastane s polimerizacijo etilen tereftalata:



VRSTE: Zelo podobne lastnosti ima polibutilentereftalat PBT. Obstajajo tudi polizilitine s PC in PET - elastomeri.

UPORABA:

- plastenke za pijače, folije so primerna embalaža za pakiranje hrane
- vlakna se uporabljajo kot tekstil za **oblačila**, **jadra**, **cerade**, **vrvi**, samolepilni trakovi za elektroizolacijo, **mehki penasti materiali** (t.i. poliesterne pene) za vzmetnice, za tapcirano pohištvo
- za avtomobilске karoserijske dele, dele letal, ladijske lupine, gradbene elemente, drsne elemente, zobnike, kolute, stikala, ohišja zapestnih ur, grla luči, držaje likalnikov, posode za mikrovalovne pečice, tečaje, kolesa itd.
- uporablja se tudi kot sušilno sredstvo

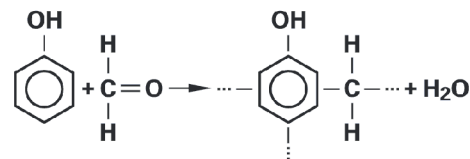


PETE

PET koda za recikliranje je 1

PEVA Glej EVA.

PF Kratica za fenoplast (fenolne smole), umetna masa, duroplast. Nastanejo pri polikondenzaciji med fenoli in aldehidi:



FENOL + FORMALDEHID → FENOL-FORMALDEHID + VODA

Trgovska imena: Bakelite.

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: temne barve, gostota 1,5 - 1,8 kg/dm³; **toplotne:** stiskanci iz fenolnih smol so dobri toplotni in električni izolatorji, temperatura uporabe do 110°C; **mehanske:** trd, krhek lepljiv in obstojen na svetlobo, tlačna trdnost 120 N/mm², natezna trdnost 25 N/mm².
Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): prešanje, brizgalno prešanje, brizganje, večslojno

prešanje, **popravila:** lepljenje, odzemanje.

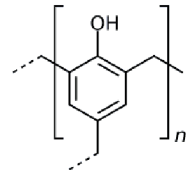
Kemične lastnosti: navzemanje vode je močno odvisno od polnila, **obstojen** proti alkoholu, bencinu, oljem, ozonu, morski vodi; **neobstojen** v kislinah, **fiziološko:** PF ne sme priti v stik z živil.

RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je prostorsko ozko zamrežena masa za oblikovanje, duroplast, **način prepoznavanja:** vonj po fenolu.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

Splošna formula:



VRSTE: pogosto PF dodajajo tudi trdila ali polnilce - da pocenimo izdelke, izboljšamo udarno žilavost, odpornost proti ognju in električno upornost. Lahko se uporabljajo tudi raztopljeni v organskih topilih. Obstajajo pa tudi zlitine z UF, MF, EP itd.

UPORABA: ker so poceni, so najpomembnejši duroplasti, npr. bakelit.

Vozila: zavorne obloge, kolektorji, ohišja vžigalnih tuljav, zavorni bati, tesnila.

Gospodinjstvo: držaji loncev, toasterjev, likalnikov, lepila in tesnila (večkomponentna)

Gradbeništvo: fasadne obloge, obloge vrat, zidov, miz in stolov, vtične doze, ohišja stikal, vtikači, izolirni pokrovi, za premaze (laki, oljnati premazi), **Strojogradnja:** zobniki, ionski izmenjevalci, za litje v maske, pepelniki, kljuke na vratih, ohišja ležajev in manjših elektromotorjev, deli telefonov, radijskih sprejemnikov itd..



PLA Biopolimer oziroma biorazgradljiva plastika. Izdelke iz PLA lahko industrijsko kompostiramo pri temperaturi nad 70°C. Kemijsko je polilaktična kislina in jo sestavlja sladkor (dekstroza), vendar PLA v vodi ni topen.

PLA lahko ekstrudiramo, napihujemo v kalup, termično oblikujemo, nekatere vrste PLA se lahko tudi brizgajo. PLA lahko primerjamo s PET-A in je lahko nadomestek za PS.

Uporaba: filament za 3D tiskalnike, čajne vrečke in filtri za kavo, oblačila, pladnji za piškote, skodelice itd.

Lastniška imena: Ingeo.

Plastične mase Glej Umetne mase.

Plastika Glej Umetne mase.

Plastisol Glej termoplasti.

Plastomeri Glej termoplasti.

Pleksi steklo Trgovsko ime za PMMA, akrilno steklo.

PMMA Kratica za polimetilmetakrilat, umetna masa. Trgovska imena: akrilni, **pleksi steklo**, akrilno steklo - akrilni, aglas, parasteklo.

LASTNOSTI PMMA:

Fizikalne lastnosti splošne: prozorni material (do 92% prepustnosti svetlobe, lomni količnik ~1,5), gostota 1,11 - 1,19 kg/dm³; **toplotne:** zmehča se pri 140-160°C, maksimalna temperatura uporabe 70-100°C; **mehanske:** trd in tog, odporen proti praskam, toda krhek, **trdota je bistveno manjša od stekla**, natezna trdnost ~80 N/mm².

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): lahko se **brizga v forme**, polira, ima majhno sposobnost preoblikovanja, **ekstrudira** (iztiskava) v plošče, profile, **termoformiranje**, **tlačno litje**; primeren je tudi za obarvanje, **popravila:** lahko ga lepimo in varimo, enostavna obdelava z odzemanjem -

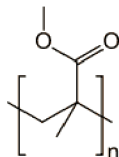
odvzemalni kot 80° (podobno kot les),

Kemične lastnosti: **obstojen** obstojni proti koroziji, preperevanju in kemičnim sredstvom (bencinu, olju in kislinam), majhno navzemanje vode in vlage; **neobstojen** pa je v polarnih topilih, **fiziološko je nenevaren**.

RAZVRSTITEV PMMA: **komercialno** je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, **kemično** je homopolimer in v nekaterih izvedenkah kopolimer.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

PMMA nastane z adicijsko polimerizacijo metilmetakrilata:



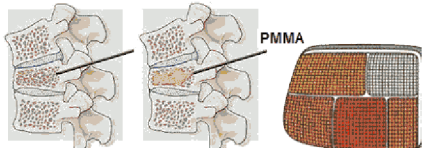
PMMA je cenejša alternativa za PC, še posebej v primerih, kjer se ne zahteva visoka trdnost.

VRSTE PMMA:

PMMA delimo na visokomolekularen PPMMA (vlti PMMA, ki se polimerizira v kalupu), nizkomolekularen PMMA (za ekstrudiranje), obstajajo še MMA (kopolimeri z najmanj 80% metilmetakrilata) in AMMA (kopolimeri z do 50% metilmetakrilata, višja kemijska obstojnost in žilavost).

UPORABA PMMA:

- kot nadomestek za steklo: pleksi steklo, tudi zaščitna stekla, zaščitna očala, lite akrilne plošče - za preusmerjanje in spreminjanje barve svetlobe, tudi za akvarije, za smerne in zadnje luči pri avtomobilih),
- medicina: trde kontaktne leče, tudi intraokularne leče (zamenjava očesnih leč), jačanje kosti s **kostnim cementom**, ščit pred beta sevanjem
- v vsakdanjem življenju: akrilne barve, okvirji za slike, CD-ji in DVD-ji uporabljajo tako PC kot tudi PMMA za boljšo odpornost na udarce, plastična optična vlakna za krajše razdalje, instrumenti (npr. električne kitare), brizgani izdelki - čevlji itd.



PO Kratica za poliolefine, ang. polyolefin. Delno kristalizirani termoplasti, ena najpomembnejših skupin plastičnih materialov, ki se pridobivajo iz naravnih plinov in olj. Je termoplast.

PO ni oznaka za kemično natančno določeno umetno maso, temveč je kompozit, ki jo sestavljajo: PE polietileni (tako LDPE kot tudi HDPE), PP polipropileni, PB polibuteni in PMP polimetilpenteni.

LASTNOSTI:

PO je nepolarna spojina, brez vonja. Lahko je tekočina ali trdna snov, kar je odvisno od molekulske mase in deleža kristalizacije (približno od 0-20% so tekočine, 20-50% so raztegljivi materiali, 50-do 60% pa so trde in celo krhke plastike). **Tehnološke lastnosti:** zlahka se predelujejo, tako v folije (z ekstruzijo in pihanjem), z brizganjem v forme itd.. PO so dobro odporni na topila. Lahko jih lepimo, če dobro pripravimo površino. Termično varjenje je priporočljiv način spajanja.

UPORABA:

Uporabnost PO je vsestranska, zato je tudi ena od najpogosteje uporabljenih umetnih mas.

Tanke in močne folije, nakupovalne vrečke, embalaža za živila, otroške igrače, tenis loparji, lepilne palice (podrobneje glej geslo Ekstrudersko varjenje). Ekspandiran poliolefin EPO se uporablja kot izolacijski material in za gradnjo modelov.



Poliadicija Glej Polimeri.

Poliakrili Polimerizirani akrilonitrili, surovina za poliakrilna vlakna. Sin. poliakrilonitril. Prim. plastične mase.

Poliamidi Umetne mase, glej PA.

Poliestri Umetne mase - polimeri, ki vsebujejo estre v glavni verigi.

Poznamo **nasičene** in **nenasičene** poliestre.

Tipičen primer nasičenih poliestrov je **PET** (termoplast), ki je sinonim za besedo poliester. Naslednji poznan poliester pa je **PEN**.

Nenasičeni poliestri pa so duroplasti, najbolj ekonomične in najbolj široko uporabljane umetne smole, kratica - **UP** (unsaturated polyester). Nekateri ogljikovi atomi v verigi so povezani z dvojnimi vezmi in iščejo majhne molekule, na katere bi se vezali. Če jim dodamo katalizatorje (trdilce), postanejo vznemirjeni in se vežejo na soseda ... na ta način se zmes strdi. Nenasičenim poliestrom pravimo tudi poliestrske smole, beseda poliester pa **ni pravičen naziv** za te spojine.

Poliestrške smole Umetne mase, pravičen izraz: nenasičene poliestrske smole, **duroplasti**, glej **UP**. Ne zamenjaj s poliestri PET in PEN (termoplasti)!

Poliestri Umetne mase, glej PE - umetne mase.

Polietileni Umetne mase, glej PE - umetne mase.

Polikarbonati Glej PC - plastične mase.

Polikondenzacija Glej Polimeri.

Polimeri Makromolekule, tudi **več milijonov g/mol**. Nastanejo s spajanjem večjega števila ponavljajočih se enot (majhnih molekul - monomerov) - reakcijo imenujemo **ADICIJSKA** ali **KONDENZACIJSKA POLIMERIZACIJA** (poliadicija, polikondenzacija). Del:

a) Glede na način nastanka:

- **naravni** polimeri oz. **biopolimeri** (npr. beljakovine, kavčuk, rastlinske in mineralne smole, celuloza, škrob, bombaž itd.)
- **sintetični** polimeri (glej **Umetne mase**)

b) Glede na zgradbo:

- **homopolimeri** (iz ene vrste monomerov)
- **kopolimeri** (iz različnih monomerov)

Beseda **polimerizacija** običajno pomeni tudi strjevanje mehkejših (predpolimeriziranih) produktov. Prim. depolimerizacija.

Poliolefini PO Delno kristalizirani termoplasti, ena najpomembnejših skupin plastičnih materialov, ki se pridobivajo iz naravnih plinov in olj. Zlahka se predelujejo, tako v folije (z ekstruzijo in pihanjem), z brizganjem v forme itd..

PO ni oznaka za kemično natančno določeno umetno maso, temveč je zmes, ki jo sestavljajo: PE polietileni, PP polipropileni, PB polibuteni in PMP polimetilpenteni.

Uporabnost PO je vsestranska, zato je tudi ena od najpogosteje uporabljenih umetnih mas.

Polipropilen Umetna masa, glej PP.

Polistireni Umetna masa, glej PS.

Poliuretani Glej PUR.

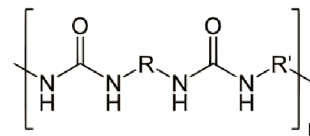
Poliuretanska pena Fleksibilna PUR pena je izdelana iz polialkoholov in diizocianatov, dodatki so stabilizatorji, katalizatorji, barvila itd.. Je odličen izolator, $\lambda \sim 0.039$ W/mK in zvočni absorbent Nizka tlačna trdnost 3,4 kPa in gostota ~ 25 kg/m³. Uporaba: vzglavniki, blazine, podloge za kempiranje, sedenje, telovadnice in terapije, embalaža, čevljarstva, tekstilna in zdravstvena industrija, dekorativni elementi, igrače, gradbeništvo: termo in zvočna izolacija. Poznamo dve glavni skupini:

a) **Polietsrska pena:** visoko odporna na kisline in alkalijske, optično rumenenje pri staranju.

b) **Poliestrska poliuretanska pena:** manj vpojna.

Polivinilklorid Umetna masa - termoplast, kratica PVC, glej istoimensko geslo.

Polyurea Umetna masa, elastomer. Nastane pri kemijski reakciji med izocianati in sintetičnimi smolami. Kemijska formula:



Najpogosteje se nanaša z brizganjem, pri čemer se obe komponenti mešata tik pred nanosom. Sestavine so razmeroma poceni. Material ima izjemno **natezno trdnost 40MPa**, raztezek preko 500%, dobro se **oprjema** na beton in tudi na jeklo. Največ se uporablja **za prevleke** velikih površin (npr. za bazene, tunele ipd.) in uspešno nadomešča prevleke iz bitumna - predvsem zato, ker prevleke iz polyuree trajajo 25 do 30 let v primerjavi z bitumnom, ki ga je treba ponovno nanašati na 3 do 4 leta. Prevleka iz polyureje zelo dobro **zaščiti** in obenem tudi **ojača razne predmete**, ki se sicer porušijo že pri majhnih obremenitvah: jajce, lubenica, kozarec za jogurt, opeka.

POM Kratica za polioksimetilen (poliacetal), umetna masa. Komercialna imena: Hostaform®, Celcon® itd..

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: dobra dimenzijska stabilnost, neprozoren in bele barve (sicer je na razpolago v vseh barvah), ima visok površinski sijaj, gostota $\sim 1,4$ kg/dm³; **toplotne:** zmehta se pri 173°C, oblikovna obstojnost do 124°C, temperatura uporabe od -40 do +100°C; **mehanske:** visoka trdnost, trdota in togost do -40°C, natezna trdnost ~ 80 N/mm².

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): ekstrudiranje, termoformiranje in **brizganje**, **popravila:** lepljenje, varjenje, kovičenje, privijanje, zaskočni spoji, odvzemanje z običajnimi orodji, tiskanje površine, lakiranje, metaliziranje, galvaniziranje, vroče kovanje.

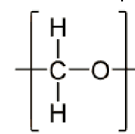
Kemične lastnosti: vnetljiv, praktično se ne navzema vode, **obstojen** v veliko organskih medijih (alkoholih, aldehidih, estrih, etrih, bencinu, mineralnih oljih, šibkih bazah, šibkih kislinah), tudi na morsko vodo; **neobstojen** v oksidacijskih medijih in močnih kislinah (pH<4), ni priporočljiv daljši stik z vodo nad 65°C, poškoduje ga UV sevanje; **fiziološko ni nevaren**.

RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je visokokristaliničen termoplast, **kemično** je homopolimer ali kopolimer, **način prepoznavanja:** gori z modrikastim plamenom, kaplja in gori dalje ter ima pri tem oster vonj po formaldehidu

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

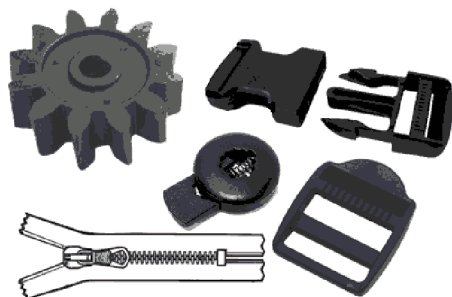
POM nastane s homo- ali kopolimerizacijo:



VRSTE:

Razen POM se pogosto uporabljajo tudi legure (polizlitine), npr. POM + PUR, POM - HI (na udarce odporen poliacetal) itd.

UPORABA: pogosto je zamenjava za razne kovine (cink, baker), majhni in precizni deli z ozkimi tolerancami, ter dobri drsnimi in obrabnimi lastnostmi: zobniki, števcji, okvirji za očala, vzmetni elementi, tipke, vodila, sklopke, ležaji, ohišja črpalke, ventilatorji, vijaki, spojni elementi, deli pnevmatike, sistemi za dovod goriva, valjčki, deli črpalke, pralnih in pomivalnih strojev, tečajji, okovje, fittingi, ventili, rezervoarji vžigalnikov, zadrgje, ročice v avtomobilski industriji itd..



PP Kratica za polipropilen, umetna masa. Sin. PPN.

LASTNOSTI PP:

Podoben je PE, vendar je redkejši (PP je najredkejša plastična masa), trši, bolj tog in temperaturno bolj obstojen (začne se mehčati pri 140°C), **vendar**: nižja zarezna udarna žilavost, na nizke temperature, na svetlobo in na kisik je bolj občutljiv kot PE.

Fizikalne lastnosti splošne: gostota 0,9 kg/dm³; **toplotne**: trajno uporaben od 0 (temperatura lomljivosti) do +100°C; pri temperaturi nad 40°C se omehča; **mehanske**: dobro prenaša trajne obremenitve, natezna trdnost 28-38 N/mm², pod 0°C postane krhek.

Tehnološke lastnosti predelovalni postopki: **ekstrudiranje** (vlečenje) v cevi, palice, profile, **ekstrudivno pihanje** in **brizganje**; lahko ga ojačamo s steklenimi vlakni; **popravila**: PP ni primeren **za lepljenje** (slaba sposobnost lepljenja), **termoformiranje** (raztezanje, upogibanje, obrezovanje), **varjenje** z vročimi plini, s trenjem, s toplotnimi elementi; **odvzemanje** je možno s specialnimi orodji in postopki; tudi tiskanje in lakiranje sta možna

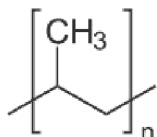
Kemične lastnosti: delno kristaliničen, nepolaren termoplast, lahko vnetljiv; **obstojen** je proti polarnim topilom pod 50°C, proti kislinam, lugom, raztopinam soli, olju, alkoholu in sadnim sokovom. **neobstojen** je proti kloriranim ogljikovodikom, nabrekne npr. v bencinu in benzolu (sploh pri višjih temperaturah), izogibati se je treba kontakta z bakrom; nagnjen je k tvorbi napetostnih razpok; **fiziološko neoporečen**, ne škodi koži in zato se široko uporablja v prehrabeni in farmacevtski industriji.

RAZVRSTITEV PP:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, **kemično** je homopolimer, **način prepoznavanja**: je lahko vnetljiv, kaplja in gori dalje, s svetlim plamenom in modrim jedrom, širi se vonj po parafinu (ugasnjeni sveči).

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA PP:

PP nastane s polimerizacijo propena v prisotnosti katalizatorjev:



VRSTE: zelo uporaben je kompozit umetnih mas PP-EPDM, glej istoimensko geslo.

UPORABA PP:

Ohišja radijskih in TV sprejemnikov, tiskalnikov, armature v avtomobilih, avtomobilski odbijači, embalaža, plošče, cevi (tudi odtočne cevi - npr. sive HT cevi), vedra, stoli, plašči za kable, obleke, laboratorijski pripomočki, vozni pedali, ventilatorji, okrasni kolesni pokrovi itd.. PP se izdeluje tudi v obliki **pen** (kakor PS ali PUR), kratica je **EPP** foam, ang. expanded polypropylene foam.



ZAMAŠKI



PP koda za recikliranje je 5

PPE Kratica za polyphenylenether, umetna masa. Trgovska imena: Europlex, Ytherm, Vestoran.

LASTNOSTI PPE:

Fizikalne lastnosti splošne: ni prozoren, osnovna barva je kristalno bela ali beš, v vseh barvah je pokrovno sposoben, specialne zlitine pa so lahko tudi prozorne, gostota 1,04 - 1,1 kg/dm³, polnjen do 1,36 kg/dm³; **toplotne**: dimenzijsko stabilen, zelo majhen temperaturni raztezek, temperatura uporabe od -40 do +120°C (odvisno tudi od tipa); **mehanske**: trd in tog, udarno odporen (tudi pri nižjih temperaturah), zelo odporen proti obrabi in praskam, natezna trdnost ~500 N/mm², mehanske lastnosti izboljšamo tudi z dodatki steklenih vlaken, pletenin ali celo ogljikovih vlaken.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): predušenje in brizganje, ekstrudiranje, termoformiranje, težko se predeluje, lažje se predelujejo zlitine s PS, SB in PA, **popravila**: varjenje, privijanje, odvzemanje.

Kemične lastnosti: samougasljiv, pri gorenju ne kaplja, odporen proti hidrolizi tako v hladni kot tudi vroči vodi, **obstojen** v razredčenih mineralnih kislinah, bazah, alkoholih, v nekaterih maščobah in oljih, dobro vremensko odporen in odporen proti staranju; **neobstojen** v aromatskih in klor vsebujočih ogljikovodikih, bencinu, olju, **fiziološko ni nevaren**, paziti pa je potrebno pri uporabi nekaterih pigmentov.

RAZVRSTITEV PPE:

Komercialno je plastična masa, **tehnološko** je amorfen termoplast, **kemično** je modificiran aromatski polieter, nekoč se je označeval kot modificiran polifenilen oksid PPO.

VRSTE PPE: pogosto se uporabljajo zlitine s PS, SB in PA, ki se tudi lažje predelujejo.

UPORABA PPE: kot nadomestek kovin, predvsem pri zahtevah po temperaturni stabilnosti in samougasljivosti, zlitine so primerne tudi za zunanje dele avtomobilov. Primeri:

- **finomehanika**: deli in ohišja za radio, TV, računalniška in pisarniška oprema
- **vozila**: deli klimatskih naprav, armature, ohišja, luči, maske koles, spojlerji, deli ogledal, odbijači, ohišja zvočnikov, preobleke volana, blatniki
- **gospodinjstvo**: vrečke na zadrgo, posode, armature, pogonski deli pralnih in pomivalnih strojev, brizgalne letve, ohišja avtomatov za kavo, sesalnikov, prezračevalcev, črpalk, ventilatorjev, loparji za tenis, kartuše tiskalnikov itd.
- **elektrotehnika**: tuljave, stikalni spoji, nosilci kontaktov, ohišja varovalk



PP-EPDM Kompozit iz umetnih mas PP in EPDM. Njegove prednosti so: je zelo lahek, zaradi vsebnosti elastomera EPDM je tudi žilav, možno ga je dobro lakirati, dobra vremenska obstojnost in obstojnost proti ozonu, možno ga je reciklirati. Uporaba: vrhna (zaščitna) plast odbijačev.

PP-GF Kompozit iz umetnih mas, PP je ojačan s steklenimi vlakni (GF - Glasfaserverstärkt). Njegove prednosti so: visoka mehanska trdnost in toplotna obstojnost, možno ga je tudi reciklirati. Uporablja se za odbijače.

PPN Druga kratica za polipropilen, glej PP.

PPO Glej PPE.

Preprega Gradivo, ki je mrežasto (kot pajčevina) razporejeno po površini. Pogosto se uporablja za prepreganje duroplastov. Npr.: naloga bandažirne mrežice je dati oporo - nanjo se oprime tekoči duroplast in zato obdrži obliko, dokler se ne strdi.

PS-E Ekspandirani (spenjeni) polistiren, npr. stiropor, glej PS - umetne mase. Način pridobivanja ekspandiranega polistirena EPS pojasnjuje geslo Stiropor.

PS - umetne mase Kratica za polistiren, umetna masa, termoplast. Trgovska imena: Stiropor, Styrofoam.

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: zelo dobro ohranja dimenzije, visok površinski sijaj, lahko je prosojen v vseh barvah, gostota 1,05 kg/dm³; **toplotne**: zmehča se pri 130 do 150°C, temperatura uporabe 0 do 70°C; **mehanske**: trd, tog, lomljiv (krhek), udarno in zarezno občutljiv, natezna trdnost 34-85 N/mm², zelo je odporen na staranje.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): enostaven za barvanje, za ojačanje se uporabljajo tudi steklena vlakna, **brizganje** pri 180 - 250°C, **brizgalno pihanje** manjših produktov za embalažo - ker dobro izpolnjuje kalupe, se lahko iz njega izdelujejo predmeti različnih oblik, **ekstrudiranje**, termoformiranje, **popravila**: lepljenje, varjenje, odvzemanje, prekrivno sposoben, možno tiskanje in vroče vtiskanje.

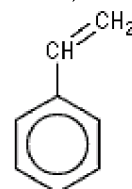
Kemične lastnosti: lahko vnetljiv in dobro gorljiv, z močnim sajastim plamenom, majhna sposobnost navzemanja vode, **obstojen** proti alkoholu, etrih, očetni kislini, solnim raztopinam; **neobstojen** v organskih topilih: bencin, benzol, mnoga razredčila (acetone ga topi), občutljiv na zrezne napetosti in na UV sevanje, **fiziološko ni nevaren**.

RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je amorfen termoplast, **kemično** je homopolimer, **način prepoznavanja**: lahko vnetljiv, svetleči plamen, močne saje, ne kaplja pri gorenju, diši tipično sladko (stirol). Pri žganju gori z rumenim plamenom in daje močno kosmičaste saje.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

Homopolimeri, nastanejo z adicijsko polimerizacijo stirena (feniletilena):



Način pridobivanja ekspandiranega polistirena EPS pojasnjuje geslo Stiropor.

VRSTE:

Posebne vrste polistirena so odporne proti udarcem, tak se uporablja za **notranjosti hladilnikov**, za ohišja pralnih strojev ipd.. Če na tako plastiko trkamo ali jo vržemo, slišimo zvok jeklene pločevinke.

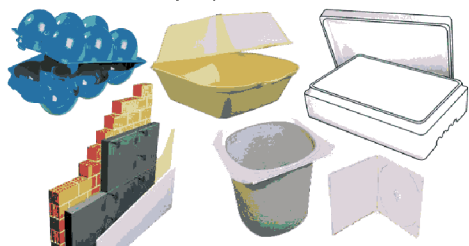
Posebna vrsta PS so tudi spenjeni polistireni.

UPORABA:

- v medicini, v prehrabeni industriji, igrače, elektronika (deli relejev)
- embalaža: za kozmetične izdelke, pisala, embalaža živil, škatle za CD plošče in kasete, pokrovi za torte, posode za jajca, jedilni pribor za enkratno uporabo, **gospodinjjski izdelki** (lončki za jogurt, plastični kozarci), folije z zračnimi mehurčki za pakiranje,
- **zolacijski material** je spenjeni PS (oznaka EPS ali PS-E), pri tem razlikuj:
 - **ekspandiran PS** - glavna surovina so granule PS z utekočinjenim pentanom, glej Stiropor; oblikuje se lahko v bloke (ki se nato režejo) ali v posebne oblike (za okrasne izdelke, za litje v formo s polistirenskim modelom itd.)
 - **ekstrudiran PS** - pod visokim tlakom in temperaturo ~ 200°C premešamo v tekoči PS uteko-

činjeni CO₂; oba materiala se dobro vežeta; nato mešanico ekstrudiramo; ko pride ta masa iz ekstruderja na okoliški tlak, se CO₂ razširi in zato nastane pena - dobimo penasti material, npr. komercialno ime Styrofoam

- svetila za notranjo uporabo



PS koda za recikliranje je 6

Sin. polifenilenilen, polistirol.

PTFE Kratica za politetrafluoretilen, umetna masa. Trgovska imena: Teflon, Gore-Tex.

LASTNOSTI PTFE:

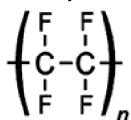
Fizikalne lastnosti splošne: kristalinično bel, gostota ~2,2 kg/dm³; **toplotne:** odporen proti visokim temperaturam, **mehanske:** žilav material z nizkim koeficientom trenja in nižjo trdoto ter trdnostjo, slabša odpornost proti obrabi, natezna trdnost ~20 N/mm².

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **sintrano in udarno prešanje, udarno kovanje, gnetilno ekstrudiranje, proizvodnja folij** iz vodnih disperzij, **oslojevanje** na kovino, steklo in keramiko (prekrivno sposoben material), **popravila:** lepljenje, varjenje, odzemanje

Kemične lastnosti: negorljiv, kemično najobstojejša umetna snov, ki ne navzema vode, parafinast, močno se nagiba k plazenju (zato zveza s kovinami); **obstojen** proti kislinam, odlično svetlobno in vremensko obstojen; **neobstojen** v stajenih alkalijah kovinah (npr. natrij), nabrekne v fluoriranih oglikovodikih; **fiziološko ni nevaren** do +260°C, uporablja se lahko tudi v kontaktu z živili in v medicini - vendar: v plamenu ali na žareči cigareti se PTFE-prah razgradi na atomarni fluor, kar pa je zdravju zelo škodljivo.

RAZVRSTITEV PTFE: **komercialno** je plastična masa, **tehnološko** je delno kristaliničen in neprolaren termoplast, **kemično** je homo- ali kopolimer.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA PTFE: nastane polimerizacijo:



VRSTE: čisti PTFE in fluor vsebujoči PTFE, ki pa ne dosežejo tako dobrih lastnosti kakor PTFE.

UPORABA PTFE:

- kemijska industrija: cevi (mehke in trde), tesnila, tesnilni trakovi, ovoji, manšete, preobleke, prevleke, laboratorijska oprema,
- strojna industrija: drsni ležaji, tesnila, batni obročki, suha maziva, navojni tesnilni trakovi
- gospodinjstvo in živilstvo: obloge kuhinjskih posod, dna likalnikov, valjarji za testo



PU Glej PUR.

PUR Kratica za poliuretano oz. poliuretanska smola, umetna masa. Sin. PU. Trgovska imena: Lycra, spandex, elastan itd..

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

PUR nastanejo z adicijsko polimerizacijo med polioli in diizocianati (lahko tudi s polimernimi izocianati) v prisotnosti katalizatorjev in aditivov. Ker imamo na razpolago široko izbiro diizocianatov in polioli, je tudi veliko različnih poliuretanov. Med seboj se toliko **razlikujejo** po stopnji zamreženosti, da so lahko **duroplasti, termoplasti** ali **elastomeri**.

LASTNOSTI PUR so najbolj odvisne od recepture. **Fizikalne lastnosti splošne:** gumielastičen prozoren, različno obarvan material, gostote so zelo različne; v primerjavi z ostalimi umetnimi masami imajo večjo natezno trdnost od ostalih elastomerov in dobro odpornost proti staranju; **toplotne:** temperatura uporabe -40 do 80°C; **mehanske:** trda, žilava, mehka ali gumijasto elastična, dobro oprijemljiva masa, natezna trdnost PUR-elastomerov je lahko zelo visoka, pri PUR penah se začne pri 3 N/mm², območje trdot 98 do 75 Shore A, dobra odpornost proti obrabi, dobra povratno elastičnost, dobra sposobnost dušenja.

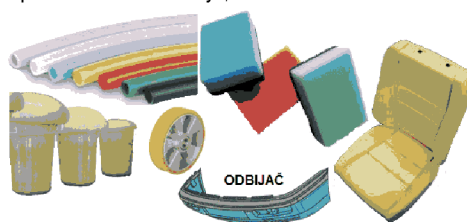
Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **predsušenje, brizganje, ekstrudiranje, prešanje, vlivanje, se da speniti, popravila:** lepljenje, varjenje z vročimi plini, zaskočni spoji, odzemanje. **Kemične lastnosti:** PUR gorijo s tvorbo kapljic, gorijo dlje, nekateri so samougasljivi, **obstojni** v brezalkoholnem bencinu, v hladni vodi, kisiku; **neobstojni** v vroči vodi, nasičeni pari, vročem in vlažnem zraku, tehničnih oljih in maščobah, koncentriranih kislinah in bazah, v aromatski toplih nabreknejo, pod vplivom UV sevanja porumenijo in se lomijo, **fiziološko je/ni nevaren**

RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** so duroplasti, lahko pa so tudi elastomeri in termoplasti, **kemično** je kopolimer, ki vsebuje poliizocianate, poliestre (tudi uretan je ester) in polietre

UPORABA:

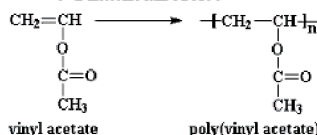
- **trda in srednje trda PUR:** ležaji (tudi za vozila), zobniki, odbijalci, cevi (tudi pnevmatične, hidravlične), puše, lepila, valjni transporterji, orodja (glave kladiv, brusilni diski itd.), smučarski čevlji, rolke, kotalke, pete za športne čevlje, podplati, obloge športnih stez, laki (npr. za parket)
- zaščitne, vodotesne, toplotno izolacijske in elastične PUR **prevleke**, tudi za nanašanje z brizgalo pištolo
- PUR **pena:** blazine in obloge za vozilo, kuhinjske gobice za pomivanje posode
- PUR **elastomeri** so vedno brez mehčal: manšete, zobati jermeni, tesnila, tesnilno-lepilne mase za avtomobilске karoserije, gibljive cevi za pnevmatično omrežje, umetne ščetke itd.



Največ poliuretanov se proizvaja kot trda in mehka pena (PUR pena), sledi proizvodnja tekstilnih vlaken in podlog za tkanine.

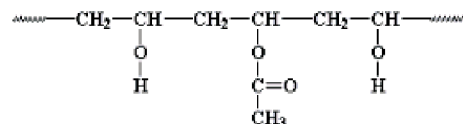
PVA Kratica, ki se uporablja za dve različni snovi: za polyvinyl alcohol in tudi za polyvinyl acetate. Obe spojini sta umetni masi, termoplasta. Nastanek polyvinyl acetata:

POLIMERIZACIJA



Polivinilacetatna lepila so disperzije PVA v nekem topilu, npr. UHU je 40% raztopina PVA v acetonu in metilacetatu. PVA lepila se utrjujejo tako, da izhlapi disperzijsko sredstvo.

Pri polimerizaciji se lahko molekule vinil alkohola in vinil acetata med seboj kombinirajo:



poly(vinyl alcohol-co-vinyl acetate)

Nekateri PVA so vodotopni. Dobra lastnost PVA je, da nima **nobenih zdravstvenih tveganj** in zato se vse več uporablja.

Primeri uporabe: lesno lepilo, vrečke za ribarjenje v globokih vodah, za detergente, za gnojila, pesticide, gradbene materiale (npr. cement in dodatki), podloge za vezenje in šivanje.

PVC Kratica za polivinilklorid, umetna masa. Trgovska imena: Juvidur, Trovidur, Vinidur itd.

LASTNOSTI PVC:

Fizikalne lastnosti splošne: lahko je prozoren, gostota 1,39 kg/dm³ (trdi PVC) 1,2-1,35 kg/dm³ (mehki PVC); **toplotne:** **trdi PVC** je uporaben od -30 do +60°C; trd je od -50 do +60°C, od 60°C do 95°C je zmečkan, od 95 do 170°C je elastičen. pri segrevanju nad 200° C razpade (pri tem izhaja HCl, nastajajo konjugirane dvojne vezi, termično stabilnost mu povečamo z dodatki stabilizatorjev); **mehki PVC** je uporaben od -50 do +50°C; trd je od -50 do -15°C, od -15°C do -10°C je zmečkan, od -10 do 140°C je elastičen; **mehanske:** vzdržljiv, trpežen, natezna trdnost ~50 N/mm² in zato splošno uporaben.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **ekstrudiranje** (vlečenje) v cevi, palice, profile, **kalandiranje, brizganje** itd. **popravila:** lahko ga lepimo s posebnim lepilom in varimo z vročim zrakom, primeren pa je tudi za obarvanje.

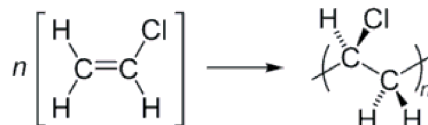
Kemične lastnosti: je slabo gorljiv (samogasljiv); pri gorenju PVC nastaja klor, ki ima strupene vplive na okolje, še posebej na tanjšanje ozonske luknje; **obstojen** je proti olju, alkoholu, bencinu in lugom, **neobstojen** pa je na aceton, benzen, **pogojno obstojen** na vročo vodo.

RAZVRSTITEV PVC:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, **kemično** je homopolimer, **način prepoznavanja:** gori z zelenkastim plamenom, nekoliko pršeče, diši po solni kislini.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA PVC:

Najprej se pridobiva vinilklorid, običajno iz etina ali etena in klorovodikove kisline. PVC nato nastane z adicijsko polimerizacijo strupenega, vnetljivega in rakotvornega plina vinilklorida CH₂=CHCl:



V mnogih državah je prepovedan zaradi klora, ki se v fazi predelave ali pri gorenju veže s kisikom in pada nazaj na zemljo v obliki solne kisline. Uspešno ga zamenja PP.

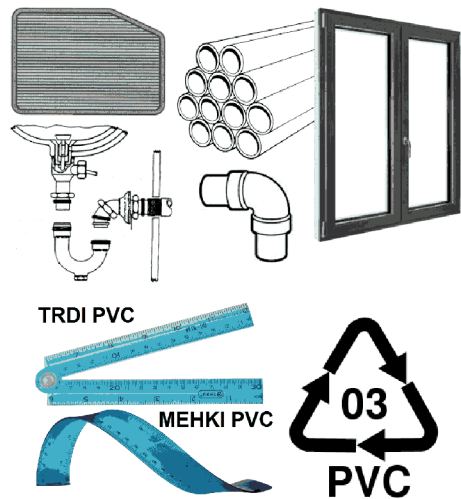
VRSTE PVC:

Trdi PVC je trd, krhek in prosojen. Težko ga je predelovati.

Mehki PVC vsebuje 20-30% mehčal, ki močno znižajo temperaturo steklastega prehoda T_g in s tem bistveno spremenijo tako predelovalne (tehnološke) kakor tudi fizikalne lastnosti PVC. Močno mehčani in že tekoči PVC pa je **plastisol**.

UPORABA - PVC je za polietilenom PE in polipropilenom PP **tretja najpogosteje uporabljena umetna masa**. Največji porabnik je **gradbeništvo**: konstrukcije (odtočne in druge cevi, plošče, okenski okvirji, rolete, žlebovi, premazi, profili), električne izolacije, talne obloge, prevleke kablov; **izdelki za dom in oblačila**: umetno usnje, napihljive igrače, folije (za oplasčenje ivernih in podobnih plošč, robni trakovi, folije za shranjevanje živil itd.); tehnološki postopek je kalandiranje), tirne karnise za zavese (ekstrudiranje), sponke / kaveljčk / tekači za karnise (brizganje), platenke za čistila, vrečke (le izjemoma - običajno so vrečke iz PE), cevi za zalivanje vrtov, trda in mehka ravnila,

cevke v medicini itd.. Tudi gramofonske plošče so bile iz PVC.



PVC koda za recikliranje je 03

REACH Organizacija, ustanovljena leta 2006 v EU, ki določa:

- proizvodnja in uporabo kemičnih substanc
- vpliv kemičnih substanc na človekovo življenje in okolico

Ang. Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, kar pomeni Registracija, Ovrrednotenje, Avtorizacija in Omejitve kemičnih substanc.

RIC Ang. kratica za Resin identification code, koda za identifikacijo umetnih smol. Podrobnejše informacije so zbrane pod geslom Kode za recikliranje.

SB Kratica za stiroil butadien, umetna masa.

LASTNOSTI SB:

Fizikalne lastnosti splošne: gostota 1,04 kg/dm³, zaradi butadiena ni več prozoren, ampak je moten, se močno elektrostatično naelektri in se zato dodajajo antistatiki; **toplotne:** uporaben od -40 do +60°C; **mehanske:** natezna trdnost 25-40 N/mm², odporen proti udarcem, žilav, slabo zarezno občutljiv in zato zelo uporaben kot podloga za kovinske dele.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **ekstrudiranje** (vlečenje) v folije, plašče, profile in cevi, **brizganje** je možno, a s slabšimi lastnostmi tečenja. Lahko ga prekrivamo v vseh barvah.

Kemične lastnosti: je dobro gorljiv in ima povečano navzemenje vlage v primerjavi s PS; **delno obstojen** v kislinah in bazah, **občutljiv** pa je na UV sevanje, **fiziološko ni nevaren**.

RAZVRSTITEV SB:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je amorfen termoplast, **kemično** je kopolimer, **popravila:** lahko ga lepimo in varimo, možno je odzvanjanje, **način prepoznavanja:** gori z močnim sajastim plamenom in ne kaplja pri gorenju.

UPORABA:

SB se veliko uporablja v industriji kot aditiv za kavčuk, kot elastifikator in kot vezivo. Pri končnih izdelkih se uporablja za notranjo opremo, ker ni nagnjen k tvorbi napetostnih razpok na zraku, se uporablja za hladilnike, škatle akumulatorjev itd.

SB
OHIŠJE
BATERIJE



SBR Butadienstiren (stiren butadienski kavčuk), ang. Styrol-Butadien-Rubber, umetna masa.

LASTNOSTI: je cenejši od naravne gume, zato jo pogosto nadomešča. Nekatere lastnosti ima lahko celo boljše od naravne gume (odpornost proti obrabi, nizkim in visokim temperaturam, vremenskim vplivom itd.).

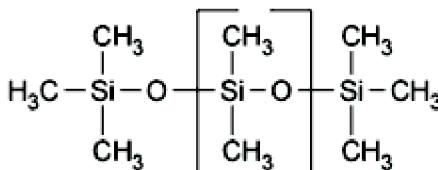
RAZVRSTITEV:

komercialno je guma, **tehnološko** je elastomer

UPORABA: avtomobilske gume, avtomobilska tesnila (npr. na vratih), transportni trakovi, vezivo pri nekaterih vrstah brusov, tesnila, izolacija podvodnih kablov itd. Prim. NR.

SF Sintetična vlakna, nem. Synthesefaser. To so aramidna vlakna, glej Kevlar in PA.

SI - umetne mase Kratica za silikon - sintetično spojino, v kateri so **silicijevi atomi** povezani s **kisikovimi v verige** (-Si-O-)_n, preostali dve silicijevi valenci pa sta zasedeni z **organskimi skupinami**, npr. z metilno skupino -CH₃:



Polidimetilsiloksan PDMS

Silikone lahko razdelimo v:

1. **Silikonska olja in masti**,
2. **Silikonski kavčuk** (elastomeri) in
3. **Silikonske smole** (duroplasti).

Silikoni Glej SI - umetne mase.

SMC Ang. Sheet Molding Compounds, kompozit iz umetnih mas, druge oznake: GFK (GF) in GRP. To je UP, dodatno ojačan s steklenimi vlakni.

Odkljuje se po visoki trdnosti. Pogosto se uporablja za izdelavo različnih karoserijskih delov, npr.: zadnji spojler (usmernik zraka), blatnik, pokrov motorja, tudi za pohodni sloj laminatov itd. Prim. FRP, GFK (GF), GRP, Karbonsko vlakno.

Smola

1. **Sintetična snov**, ki se strdi po polimerizaciji.
2. **Rastlinski izloček**. Nastane spontano ali po mehanski poškodbi skorje nekaterih dreves. So trdne, amorfne snovi, brez vonja, navadno prosojne in brezbarvne, sčasoma potemnjijo. V vodi niso topne, so pa topne v etanolu, maščobah, acetonu in polarnih topilih. Pri segrevanju se zmehčajo, gorijo s sajastim plamenom, ki prijetno diši. Del. terpenoidne (npr. kolofonij, jantar) in fenilpropidne smole. Gostota 1,3 kg/dm³.
3. **Gost, lepiljiv izcedek** nekaterih **telesnih žlez**: ušesna ~ - cerumen.

Smola za zalivanje Glej Zalivna masa.

Spandex Glej PUR. Prim. Elastan.

Steklo Gradivo, ki se iz taline strdi v amorfno, krhko in prozorno snov. Steklo je **tekočina**, ki je zaradi svoje visoke viskoznosti **videti trdna**. To dokazujejo daljša stekla, ki že stoletja stojijo na istem mestu, npr. pri starih cerkvah: zgornji del stekla je tanjši kakor spodnji (zato, ker steklo teče).

Steklo je **odporno proti koroziji**, ima nizko električno prevodnost ter visoko trdoto in trdnost. Topl. prevodnost znaša ~0,76 W/mK (pribl. kot opeka). Gostota: ~2,5 kg/dm³, le svinčeno steklo je znatno težje.

Glavna surovina za izdelavo stekla je **kremenčev pesek** SiO₂, ki že sam zadošča. Npr.: poskusna atomska bomba I. 1945 v Novi Mehiki je peščeno površino spremenila v ogromno stekleno ploščo.

Druge sestavine: **natrijev karbonat** Na₂CO₃ (soda), **kalcijev karbonat** CaCO₃ (apnec), kalijev karbonat K₂CO₃ (pepelika), natrij. sulfat Na₂SO₄, minij Pb₃O₄, boksit Al₂O₃, boraks Na₂B₄O₇ itd.

Pomožne sestavine: sredstva za barvanje - razbarvanje stekla, sredstva za motnitev in bistrenje.

PROIZVODNJA STEKLOVINE: skrbno izbrane sestavine **talimo** pri temp. 1.400-1.550°C. Med taljenjem potekajo kem. reakcije. Mehurčke odstranimo s sredstvi za bistrenje.

Sledi **oblikovanje** v izdelke: **s pihanjem** (strojno, ročno: steklenice, kozarci, umetniški izdelki), **z ulivanjem ali stiskanjem v kalupe** (za polne in nekatere votle izdelke: optične leče, stekleni mozaik, stekleni zidaki itd.), **z vlečenjem** (navadno okenško steklo in steklenice), **z valjanjem** (ravno okenško steklo, debelejša stekla, npr. izložbena, tudi steklo z žično mrežo). Nato steklo **počasi ohladi-**

mo do sobne temp., sicer bi hitro popokalo.

Zadnji postopek je **plemenjenje** stekla: **glajenje** površin, **obrušenje**, kemično **jedkanje**, mehansko **peskanje**, **barvanje**, **žganje** itd.

VRSTE STEKLA po **sestavi** in **vrsti izdelave:**

Kaljeno steklo je zaradi toplotne obdelave **prednapeto** steklo. Ima **povečano odpornost na temp. spremembe**, **večjo udarno in upogibno trdnost**. Izdelava: steklo po rezanju in mehanski obdelavi **najprej enakomerno segrejemo** nad 600°C. **Nato ga ohlajamo s curkom hladnega zraka**. Površina se hitro ohladi, medtem ko se sredina hladi počasi. Zato pride tik pod površino do tlačnih napetosti, srednja cona pa je pod natezno napetostjo. Kaljeno steklo up. v skoraj vseh oknih, saj je obstojnejše, varnejše in trdnije.

Natrijevo steklo se izdeluje iz krem. peska, apnenca in sode. Je navadno steklo modrikaste in zelenkaste barve, up.: kozarci, steklenice in šipe.

Kalijevo ali **trdo steklo** je tudi vrsta navadnega stekla, ki v sestavi vsebuje tudi kalijev oksid.

Kristalno steklo ali **kalij-svinčeno steklo** dobimo z dodatkom svinčevega oksida, namesto apnenca pa se dodaja pepelika ali minij. Ima **višjo gostoto**, poseben **lesk** in **bistrot**. Navadno ga še brusimo. Up.: optično steklo za leče (očala, povečevalna stekla, mikroskopi, fotoaparati, daljnogledij) in prizme. Neprimerno je za shranjevanje živil. Posebna oblika so **fotropna stekla**, ki adsorbirajo sončne žarke in pri tem potemnjijo.

Brezbarvno steklo se izdeluje iz zelo čistih sestavin. Že majhne primesi železa dajejo odtenke.

Barvno steklo izdelujemo z dodajanjem kovinskih oksidov: kromov oksid obarva zeleno, bakrov modro, manganov vijolično, oglje obarva rjavo, zlato in selen pa rdeče.

Mlečno, motno ali **opalno steklo** dobimo z dodajanjem sredstev, ki vsebujejo fluor ali fosfate.

Zrcala: steklene plošče iz svinčevega stekla, obdelane s tanko plastjo srebrovega nitrata. To plast premažemo z zaščitnim lakom, da se ne obdrgne.

VRSTE STEKLA po lastnostih in uporabi:

Gradbeno steklo: armirano steklo, steklena opeka, strešniki, ploščice, steklo za zimske vrtove itd. Biti mora trdno, ščititi mora pred hrupom, pred premočnimi sončnimi žarki, preprečevati mora prevelike toplotne izgube v zimskem času.

Izolacijsko steklo je sestavljeno iz več plasti ravnega stekla, med katerimi je razmak nekaj mm. Vmesni zrak je izolator. Takšna stekla se **ne rosijo** in **ne zameglijo**. Razen toplotne nudijo tudi zvočno izolacijo. Trg. imena: Izopan, Termopan.

Varnostna stekla so večplastna. Plasti so med seboj **zlepljene s sintetičnimi smolami**. Zato je steklo žilavo, ob udarcu le počni in se ne razbije. Up.: za vozila, za očala, za posebne varnostne zahteve. Trg. ime: Triplex.

Toplotno zaščitna stekla deloma ne prepuščajo toplotnih žarkov. So obarvana ali vsebujejo filter.

Laboratorijska steklovina mora biti odporna proti kemikalijam, visokim temp. in naglim temp. spremembam. Dodatni sestavini stekla: aluminij in bor (boratno steklo). Trg. imena: Jena, Pyrex.

Steklena vlakna so tanke niti, ki jih vlečemo iz steklene taline. Zaradi dobre obstojnosti jih uporabljamo kot izolacijski material (**steklena volna**), za izdelavo filtrov, za armiranje plastičnih mas, za izdelavo tkanin za zaščito proti ognju, za kable iz optičnih vlaken v telekomunikaciji.

Vitraz je umetniški steklen izdelek. Različno obarvane in razrezane steklene koščke spojimo s svinčeniimi trakovi in vstavimo v okensko ali drugo odprtino. Vitraži pogosto krasijo cerkvena okna. Če delčke stekla oblepimo s kovinskimi folijami in jih o robovih zalotamo, dobimo Tifani (za steklene slike, zasteklitev oken, vrat, senčniki za lučke itd.).

Posteklenina je način slikanja z zdrobljenimi, kašasto zmetlimi delci stekla, ki jih z žganjem zatalimo na keramično, stekleno ali kovinsko podlogo.

Steklo z vgrajenimi grelnimi nitmi za ogrevanje (npr. za zadnje vetrobransko steklo) ali **antenni**.

Pleksi steklo je trgovsko ime za plastično maso, glej geslo Akрил.

Steklolit Glej Textolite, Vitroplast.

Stiren Etilen benzen oz. etenilbenzen, feniletan, vinilbenzen, $C_6H_5-CH=CH_2$. Aromat, brezbarvna, benzenu podobna dišeča tekočina, ki rada polimerizira. Prim. PS, Stiropor, UP.

Stirol-butadien Umetna masa, glej SB.

Stiropor Umetna masa - termoplast, glej PS - umetne mase. **Posebnosti:** lahka penasta snov, primerna za zvočno in toplotno izolacijo. Kemijsko je ekspanziran polistiren oz. EPS. Leta 1954 ga je z zaščitnim imenom "Styropor®" proizvedel nemški konzern BASF. Izumil ga je dr. Fritz Stastny. Pozabil je na poizkus s polistirenom, ko pa se je nanj spet spomnil, je poiskal posodo in opazil, da jo je razneslo.

Surovina za Stiropor so **granule polistirena PS** premera ~ 1 mm, **ki vsebuje ca. 5% utekočinjena pentana**. Pentan ima vrelišče pri 38° C, PS pa se zmehta pri 130 do 150°C.

Stiropor se **PROIZVAJA** v treh stopnjah:

1. Granule polistirena s 5% pentana se v predekspanderju **izpostavijo vodni pari**, saj se PS in voda ne topita eden v drugemu - kot npr. olje in voda. V parni komori povišamo temperaturo tem surovinskim granulam na ~ 200°C. Pri tem se pentan uplni ali razpade na CO_2 in vodo, PS pa se zmehta, zato se volumen granul približno 40 krat poveča. Gostota se zmanjša od 600 kg/m^3 na 15 do 30 kg/m^3 .

2. Odležavanje: pnevmatski transport predekspandiranih granul v paropropustne silose, kjer 8 - 24 ur dozorevajo. Temperatura pade na temperaturo okolice, v tem času pa poteka tudi **difuzija viška pentana** iz predekspandiranih granul. Za oblikovanje v naslednji stopnji ne sme v granulah ostati preveč pentana.

3. Dozorele granule nato stresemo v kovinske kalupe, kjer s pomočjo **zasičene vodne pare** pride do končne ekspanzije granul EPS-a. Proces traja nekaj do 20 minut.

V kalupu je preostalo malo prostora, granule pa se zaradi povišane temperature še povečujejo, zato nimajo več druge možnosti, kot da se med seboj **zlepijo**. Nastane monolitna oblika, sestavljena iz zaprtih celic.

Stiropor ima izredno toplotno - izolacijske lastnosti (topl. prestopnost $\lambda = 0.041$ do 0.035 W/mK), nizko ceno in enostavno vgradnjo.

Prim. Umetne mase, PS, polistiren, EPS, PS-E.

Styrofoam Ekstrudiran polistiren ob hkratnem vpihovanju zraka, oznaka XPS, glej PS.

Teflon Umetna masa (termoplast), politetrafluoretilen, kratica PTFE, registrirana znamka podjetja DuPont.

Tekoča kovina Disperzija kovinskega prahu v dvokomponentni epoksidni smoli EP. Zaradi kovinskega prahu ima takšen material dobro **električno** in tudi **toplotno prevodnost**. Na trgu so **tudi** materiali brez kovinskega prahu, torej električno **neprevodni**.

Pri sobni temperaturi je material v **tekočem** ali v **testastem stanju**. Po mešanju obeh komponent se masa **strdi**, obenem pa se zelo **dobro oprime površine** raznih predmetov iz kovine, stekla, lesa, keramike, opeke, betona, umetnih mas ipd.. Zato lahko špranje zakitamo in predmete med seboj spojimo. Prim. EP.

Tekstolit Glej Textolite.

Termoplasti Umetne mase, ki se **pri določenih povišanih temperaturi zmehta** in se dajo **plastično preoblikovati**. Ob ponovnem ohlajanju se spet strdijo in ohranijo novo obliko. Postopek lahko večkrat ponovimo.

Termoplasti imajo veliko molsko maso. To so dolge (nitaste), a prilagodljive molekularne verige:



Niti med seboj niso povezane, **pri povišanih temperaturi** (80-180°C) se **raztegnejo** in lahko **med-**

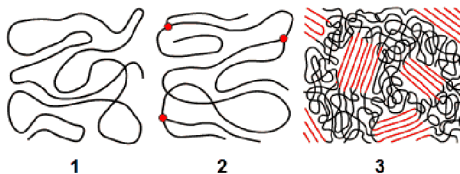
sebojno drsijo. Zato se termoplasti pri povišani temperaturi **zmehta** in **stajajo**:



Nekaj podobnega se dogaja s čokolado. Z zagrevanjem jo lahko stalimo, z ohlajevanjem pa se ponovno strdi:



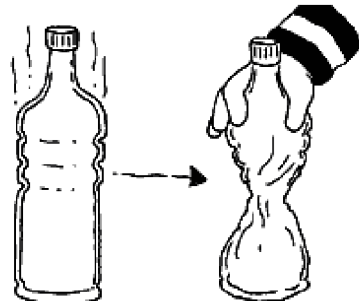
Razen linearnih molekul (1) lahko termoplaste sestavljajo tudi razvejane molekule (2) ali delno kristalne molekule (3, npr. poliamid PA):



Pri termoplastih lahko predelovalni **odpad regeneriramo**, izdelke **lahko varimo**. Mase so **topne v nekaterih razredčilih**.

Pomembni termoplasti: polietilen PE, polivinilklorid PVC, polipropilen PP, polistirol PS, poliamidi PA (naylor, perlon, kevlar), akrilno (pleksi) steklo PMMA, linearni poliuretani, politetrafluoretilen PTFE, celulozoid, A.B.S., EPMD.

Predmeti iz termoplastov: odbijači vozil (mečkalne cone), tlačne cevi, cevi za gorivo, drsni ležaji, umetno usnje, obloge avtomobilskih vrat, izolacija (stiropor), nadomestek stekla, tesnila itd..



Predmete **oblikujemo** z brizganjem v forme ali z iztiskavanjem (ekstrudiranjem), nato pa se **strdijo zaradi ohlajanja**. Dokler so mehki, lahko termoplaste tudi valjamo.

Sin. plastomeri. Prim. Duroplasti.

Textolite Trgovska znamka podjetja General Electric za laminirano plastiko, katere sestavine so tanka vlakna in polimerno lepilo, npr. fenolne ali epoksi smole. Vlakna so lahko tekstilna (npr. bombaž, slovensko **tekstolit**) ali celo steklena (Glass Textolite, vitroplast, slovensko trivialno ime je **steklolit**). Material ima nizko gostoto, dobro toplotno odpornost (105-180°C), električno upornost (100 - 1011 Ohm/m), dobro mehansko trdnost (natezna trdnost ~80 MPa, steklolit še več) in obrabno odpornost, dobro se mehansko obdeluje (primeren za odrezavanje), ima nizek koeficient trenje in je primeren za lepljenje. Odporen je na številne kemijske snovi. Primer oznake: Hgw2082 za tekstolit in Hgw2372, Hgw2372.4, Hgw2372.1, Hgw237.2 za steklolit. Steklolit se uporablja npr. za preizkusne CNC obdelave. Steklolit se uporablja tudi pri orodjarstvu - za vmesne plošče med orodjem in strojem za brizganje. Prim. CNC - materiali za preizkusno obdelavo.

Trevira Trgovsko ime za umetno maso. Nasičen poliester, glej PET.

Trgovsko ime Glej Umetne mase - imena.

Tritan kopoliester Glej Kopoliester.

UF Kratica za umetno maso - duroplast. Kemijsko je UF sečninska smola - aminoplast, aminoplast pa je tudi MF (melaminska smola).

UF je polikondenzat, ki nastane v reakciji med sečnino in formaldehidom, MF pa nastane v reakciji med melaminom in formaldehidom.

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: prozorna, odporna proti svetlobi, brez vonja, gostota 1,5 - 2,0 kg/dm^3 ; **toplotne:** v utrjenem stanju so netaljivi, temperatura uporabe do 80°C; **mehanske:** toga, trda in krhka smola.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): prešanje, brizgalno prešanje, brizganje, večslojno prešanje, **popravila:** lepljenje, odzemanje, se da obarvati.

Kemične lastnosti: navzemanje vode je odvisno od polnila **obstoje**n v vodi, proti slabim kislinam in lugom, organskih topilih, oljih, maščobah, bencinu, alkoholih; v utrjenem stanju je UF netopna, **fiziološko:** ne sme priti v stik z živili.

RAZVRSTITEV:

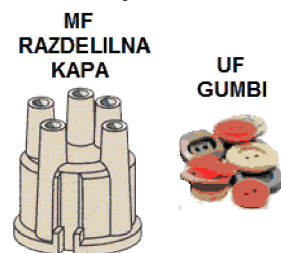
komercialno je plastična masa, **tehnološko** je duroplast - prostorsko ozko zamrežena masa za oblikovanje.

VRSTE: uporabljajo se tudi zlitine različnih smol.

UPORABA:

• UF: predvsem topla in hladna lepila (tudi za vezanje ivernih, MDF in HDF plošč), tudi laki na osnovi umetnih mas, gumbi itd.

• MF: vtikači, stikala, grla svetilk, razdelilne kape



Ultras Glej Laminatna plošča.

Umetna svila Glej Viskoza.

Umetne mase Umetno pridobljene snovi organskega izvora. V pogovornem jeziku jih pogosto imenujemo tudi **plastične mase** (plastika):

- zaradi tujih izrazov: nem. Plastik, ang. plastic
 - zato, ker se večina umetnih mas ob obremenitvi plastično deformira (ostane v svoji novi obliki)
- Plastične mase so torej tista podmnožica umetnih mas, ki jo lahko plastično preoblikujemo.

Glavne surovine za proizvodnjo umetnih mas so nafta, zemeljski plin in premog. Postopek:

- Nafta, plin ali premog se najprej rafinirajo (prečistijo), da iz njih pridobimo uporabne **derivate**. Primer: v rafinerijah pridobimo iz surove nafte petroleje (derivat).

- Iz derivatov izločimo ogljikovodike (**monomere**).
- Tako pridobljenim monomerom dodajamo različne kemikalije, sproži se kemična reakcija (**polimerizacija**) in dobimo umetne mase z različnimi lastnostmi.

Polizdelki iz umetnih mas so: **prah**, **zrnca** (granule), **folije**, **bloki**, **profil**, **vlakna** in **smole**.

Umetne mase so kemično gledano zelo dolge molekule (makromolekule) - sintetični polimeri. Praviloma niso biološko razgradljive, pri gorenju pa nastajajo strupeni plini.

Največ umetnih mas se porabi za embalažo ~40%, sledi gradbena industrija ~20%, avtomobilska industrija ~10%, električne naprave ~6%, gospodinjstvo ~4%, kmetijstvo ~3%, za ostale namene pa porabimo ~17% umetnih mas.

Prim. Polimeri, Homopolimeri, Kopolimeri, Monomeri. Sin. polimerni materiali.

Zaradi obsežnosti je tematika umetnih mas razdeljena po naslednjih geslih:

- Kode za recikliranje
- Umetne mase - delitev
- Umetne mase - imena

Ferdinand Humski

- Umetne mase - mehanske zveze
- Umetne mase - obdelave
- Umetne mase - oblikovanje
- Umetne mase - popravila
- Umetne mase - prednosti in slabosti
- Umetne mase - prekrivanje
- Umetne mase - prepoznavanje
- Umetne mase v avtomobilizmu

Podatke o posameznih umetnih materialih najdemo po kraticah - kitajskih kodah. LPM vsebuje tudi gesla s kemijskimi, z lastniškimi in s trivialnimi imeni, vendar ta gesla samo preusmerjajo na kratice po kitajskih kodah.

Umetne mase - delitev

DELITEV UMETNIH MAS:

a) **KOMERCIJALNA delitev**, pri kateri je pomembno, kako se umetne mase **uporabijo**:

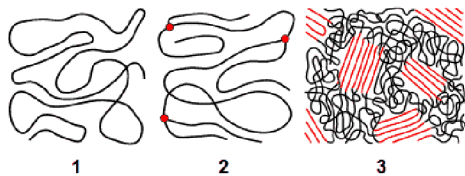
- **plastične mase** so polimerne surovine, ki so namenjene za oblikovanje; v to skupino spadajo tudi reakcijske smole
- **kemijska vlakna** so zelo tanka vlakna, dobljena s pređenjem iz taline
- **gume** so z vulkaniziranjem zamreženi elastični materiali
- **umetne smole** so polimeri, ki se uporabljajo kot veziva, lepila, surovine za lake itd.

Vse pomembnejše postajajo tudi umetne mase za vozila, glej [Umetne mase v avtomobilizmu](#).

b) **TEHNOLOŠKA delitev**, pri kateri je pomemben način **predelave**:

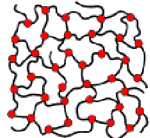
PLASTI

termoplasti, ki jih lahko regeneriramo:



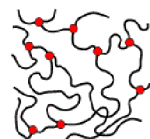
linearne (1), razvejane (2) ali delno kristalne molekule (3)

duroplasti, ki jih ne regeneriramo



duroplasti so **gosto zamreženi** polimeri

• **ELASTOMERI**, ki so raztegljivi in se izdelujejo iz naravnih in sintetičnih kavčukov



elastomeri so **ohlapno zamreženi** polimeri

• **SILIKONI**, ki zajemajo tudi olja in masti, podrobneje glej geslo SI - umetne mase

Seveda pa so umetne mase lahko tudi **kompoziti** - gradivo, sestavljeno iz dveh ali več vrst različnih umetnih mas.

c) **KEMIČNA delitev** - mednarodni standardi določajo **kratice** na osnovi poimenovanja umetnih mas po IUPAC nomenklaturi:

- EN ISO 1043-1
- ISO 1629 za kavčuk
- ISO 2076 za vlakna

Preglednica najpomembnejših umetnih mas, najprej po tehnološki delitvi in nato po abecednem redu kratic, s slovenskim nazivom, s komercialnim nazivom v oklepaju in z načinom oblikovanja (p - oblikovanje plastike z vlivanjem in hlajenjem, v - izdelava vlaken):

Termoplasti:

- **ABS** (p) akrilnitril-butadien-stirol (Cyclocac, Ugikral, Editer, Lastiflex, Lustran, Novodur, Ronfalin, Saxerol, Terluran, Urtal, Okisan)
- **ASA** (p) akrilester-stirol-akrilnitril
- **bitumen** (p)
- **HDPE** (p) High Density PE
- **LDPE** (p) Low Density PE

Stran 156

- **PA** (pv) poliamidi (Nylon, Perlon, Kevlar)
- **PAN** (v) poliakrili oz. poliakrilonitrili (tudi nekatera karbonska vlakna)
- **PC** (p) polikarbonati (Lexan, Makrolon)
- **PE** (p) polieten oziroma polietilen (Hostalen, Lupolen, Vestolen)
- **PEN** Polietilen naftalat (družina poliestrov)
- **PET** oz. **PES** (pv) polietilen tereftalat (nasičeni poliestri)
- **PMMA** (p) polimetilmetakrilat (pleksi steklo, akriolo steklo - akrili, parasteklo)
- **PO** poliolefini
- **POM** polioksimetilen (poliacetal, Delrin, Hostaform)
- **PP** oz. **PPN** (pv) polipropileni (Vestolen)
- **PPE** oziroma **PPO** (p) modificiran polieter (Europlex, Vestoran)
- **PS** (p) polistireni
- **PTFE** politetrafluoretilen (Teflon, Turcon, Gore-Tex)
- **PVA** polivinil alkohol / acetat
- **PVC** (p) polivinilkloridi (Vestolit, Vinnolit)
- **SB** (p) stirol-butadien
- **SF** sintetična vlakna (Aramid, Kevlar)
- **VF, NVF** vulkanfiber

Duroplasti:

- **cianoakrilati** (sekundna lepila)
- **EP** epoksidna smola
- **MF** melaminska smola, aminoplast
- **PF** fenolna smola (bakelit)
- **PUR** (v) oziroma **PU** zamreženi poliuretani
- **UF** sečniška smola, aminoplast
- **UP** nenasičena poliestrska smola

Elastomeri:

- **CR** (Neopren)
- **EPDM** guma (Buna)
- **EVA** oz. **PEVA**
- **NBR** nitrilna guma
- **NR** naravni kavčuk
- **polyurea**
- **SBR** butadienstiren
- **SI** silikoni
- **TPE** (TPR) termoplastični elastomeri

Kompoziti iz umetnih mas: označujemo jih tako, da navedemo vsaj kratice osnovnih sestavin (npr. PP-EPDM, PPE/PS itd.), lahko pa tudi še delež posameznih sestavin in obliko povezave, glej v nadaljevanju PP-GM-20.

Nekatere vrste kompozitov iz umetnih mas imajo **posebne kratice**: **GFK** (nem.: Glasfaserverstärker Kunststoff), **GRP** (ang.: glass-fibre reinforced plastic), **SMC** (ang. Sheet Molding Compounds), **MDF**, **HDF** (mediapan) ipd..

Karbonska vlakna so tudi kompoziti iz umetnih mas in se s kraticami označujejo kot **CFK**, **CFRP**, **KFK**, **Carbon** ali **Karbon**.

d) Razvrstitev po **KOLIČINSKI PROIZVODNJI**:

- **PE** (p) polieten je po količinski proizvodnji na prvem mestu - predvsem **zaradi nizke cene, fiziološke neoporečnosti** in **vsestranske uporabnosti**. ~30% od vseh umetnih mas se izdelava iz PE, od tega ~18% iz LDPE in ~12% iz HDPE.
- **PP** se predvsem zaradi **fiziološke neoporečnosti** na široko uporablja v prehrabi in farmacevtski industriji, skoraj **20%** vseh izdelkov iz umetnih mas.
- **PVC** se široko uporablja v **gradbeništvu** ter pri izdelkih za **dom** in za **oblačila** ~10% vseh izdelkov iz umetnih mas.
- **PUR** se veliko uporablja v gradbeništvu in avtomobilski industriji, ~7,5%
- **PET** so predvsem plastenke, ~7,4%
- **PS** je zelo primeren za plastične kozarce, jedilni pribor, izolacijo stavb ipd., ~6,7%
- sledijo **ABS, PA, PC, PMMA**, itd.

e) Razvrstitev po **kodah za recikliranje**, glej Kode za recikliranje.

Umetne mase - imena Načini poimenovanja umetnih mas:

1. **Lastniška** oz. **komercialna** ali **trgovska** imena: obstaja lastnik, ki je zaščitil intelektualno lastnino (praviloma z znamko). To ime je obenem tudi zaščitni znak proizvajalca za določeno

umetno maso. Pišemo ga z veliko začetnico in z znakom ® ob imenu. Npr. **Styropor**®.

2. **Nelastniška** imena: ni lastnika, ki bi imel pravico drugim omejevati proizvodnjo ali prodajo umetnih mas s takim imenom.

Nelastniška imena so lahko:

- **Kemijska** imena, ki omogočajo popolno kemijsko prepoznavo umetne mase. Običajno so kemijska imena zahtevna, pa tudi proizvajalci jih neradi navajajo (samo, če jih v to prisilijo predpisi) - zato jih uporabljamo le redko, če gre npr. za enostavna in krajša imena.
- Poimenovanje **po standardih**, npr. ISO 11469, glej geslo Umetne mase - prepoznavanje
- Črkovne **kratice z velikimi črkami** (kitajska koda za recikliranje, ki je v bistvu kratica kemijskega imena, npr. PP, PVC itd.) se **najbolj pogosto uporabljajo**, podrobneje glej geslo Kode za recikliranje
- **Trivialna** (vsebinsko prazna) imena so imena, ki so se udomačila brez intelektualne zaščite ali pa je intelektualna zaščita potekla. Npr.: **pleksi steklo** (slovenski prevod lastniškega imena Plexiglas), **steklolit** (slovenski "prevod" iz ang. Glass Textolite) itd.

Umetne mase - označevanje Glej Umetne mase - prepoznavanje.

Umetne mase - prepoznavanje Natančno razpoznavanje umetnih mas je pogosto zelo težko ali celo nemogoče, saj je na trgu **vse več kompozitov** (mešanic umetnih mas).

Zakaj je identifikacija umetnih mas sploh **potrebna**? Običajno zato, ker preverjamo možnosti:

- a) **Popravil** predmetov iz umetnih mas. Za te namene pogosto zadostuje že dodelitev k termoplastom, duroplastom ali elastomerom.
- b) **Izdelovanja** predmetov iz umetnih mas. V tem primeru je že potrebno umetno maso določiti dokaj natančno.
- c) **Recikliranja** umetnih mas. Največji problem je **sortiranje** odpadnih umetnih mas, pri tem nam pomagajo kode za recikliranje.

NAČINI PREPOZNAVANJA umetnih mas:

A Izkustveno:

- glede na **uporabo** (za kakšen namen oz. predmet je bila umetna masa uporabljena)
- **organoleptično** (vid, otip, vonj, okus, sluh); predvsem opazujemo izgled, barvo, stopnjo prozornosti, gladkost itd.
- **s približnim preizkušanjem** (težkanje, prepogibanje, stiskanje, odbijanje od tal, subjektivna ocena toplotne prevodnosti itd.)

B Z identifikacijo **oznaka** izdelkov iz umetnih mas. Za označevanje umetnih mas se najpogosteje uporablja standard ISO 11469, oznaka pa je vtisnjena na vgradnem delu. Primer:

PP-GM-20

PP ... kratica za bazični polimer: polipropilen

G ... polnilo: steklo (Glas)

M ... oblika polnila: pletenina (Matte)

20 ... delež polnila: 20%

Umetne mase lahko identificiramo tudi po kodah za recikliranje.

C S pomočjo različnih **metod preizkušanja**:

- določanje **gostote** (DIN 53479)
 - obnašanje **pri gorenju**, glej Zažigalni preizkus
 - varilni preizkus, glej istoimensko geslo
 - preizkus **mehanskih lastnosti** (predvsem trdote po Shore A), pri tem je pomembna **temperatura steklastega prehoda T_g** (prehod iz trdega v elastično trdno stanje)
 - preizkus **termičnih lastnosti** (predvsem zmehčiče po Vicat-u)
 - ocena **kemične obstojnosti** (obnašanje v organskih topilih)
 - poskus **z varjenjem**: neznan termoplast varimo z več varilnimi žicami iz znanih materialov, iščemo žico z najboljšim oprijemom
 - poskus **s plamenom in vonjem**: zažgemo majhen košček umetne mase, analizira se plamen in vonj pri gorenju, v pomoč so tabele
- Prim. Polimeri, Predelava plastičnih mas, Prevlake iz umetnih snovi, Tesnilo.

Umetne mase v avtomobilizmu V gradnji karoserij so najpogostejše umetne mase naslednje: ABS, ASA, EPDM, PP-EPDM, PP-GF, PUR in SMC (GFK).

Umetne smole Glej Duroplasti.

UP Nenasičena poliestrska smola, duroplast, ang. Unsaturated Polyester. Trgovska imena: Alpolit, Polylyte.

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti UP je se veliko uporablja zaradi odlične kombinacije dobrih izolirnih, mehanskih in termičnih lastnosti **splošne**: neobarvan je skoraj prozoren, gostota 1,17-1,26 kg/dm³; s steklenimi vlakni 1,6-2,1 kg/dm³; **toplotne**: gornja temperatura uporabe 100-180°C; **mehanske**: natezna trdnost ~30 N/mm².

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): **hladno utrjevanje** (pri sobni temperaturi, dodajanje trdilca in ravnih prepreg), **toplo utrjevanje** pri 80 do 120°C, **vlivanje**, **brizganje**, **nabrizgavanje vlaken**, **hladno in toplo prešanje**, **centrifugalni postopek** za proizvodnjo rotacijskih teles, **vlečenje profilov** (poltruzija), **popravila**: lepljenje, privijanje, odvzemanje, spajanje.

Kemične lastnosti: običajno niso samougasljivi, majhno navzemanje vode, **obstojen** v vodi, v vodnih raztopinah soli, razredčenih kislinah (razen v žvepleni kislini), delno v razredčenih bazah, kurilnem olju, bencinu, alkoholnih pijačah; **neobstojen** v koncentriranih kislinah in bazah, kloriranih ogljikovodikih, alkoholih, organskih topilih, benzolu, toluolu, acetonu, vroči vodi, **fiziološko**: samo nekateri tipi so fiziološko nenevarni.

RAZVRSTITEV:

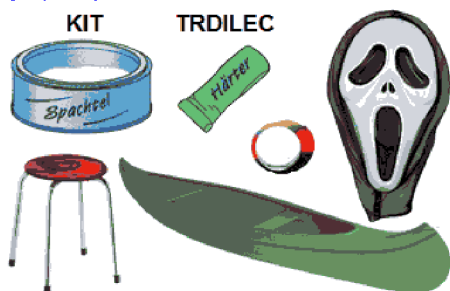
komercialno je plastična masa, **tehnološko** je zamreženi duroplast, **kemično** je nenasičena poliestrska smola.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA: UP je rezultat kondenzacijske polimerizacije med alkoholi in dikarbonskimi kislinami. Rri tem nastajajo nenasičeni poliestri, ki jih lahko še dodatno zamrežimo, npr. s stirenom.

VRSTE: različne vrste UP se med seboj razlikujejo po strukturi poliestra, stopnji zamreženja, tipu in količini sredstva za ojačanje (običajno so to steklena vlakna) ter postopku predelave.

UPORABA:

- **poliestrski UP kit** (→ Poliestrski kit) je najbolj pogosto uporabljan kit v avtoličarstvu;
- **reakcijski laki**, ki se strjujejo zaradi kemične reakcije
- **lepila**
- **preobleke** kovinskih delov (avtomobili, letala)
- **preobleke** kovinskih delov (avtomobili, letala)
- zaščitni površinski film **laminatov** (še posebej kot kompozit SMC, GFK, GRP) za gospodinjstva, za popravila avtokaroserij (→ Laminiranje s poliestrsko smolo, → Kltanje vboklin), odbijače avtomobilov, kontejnerje, čelade, dele kamionov, spalnih prikolic, rezervoarji, jadrnice, tapete
- **elektrotehnika**: zalivanje električnih in elektronskih elementov, tuljave, stikala, grla svetilk, deli za vžig pri avtomobilu, parabole antene
- **gradbeništvo**: valovite plošče, **kalupi** za serijsko proizvodnjo (vlivanje betonskih izdelkov - cvetličnih korit ipd. → Laminiranje s poliestrsko smolo), profili za balkone, fasadne plošče, plavalne bazene, strešne konstrukcije
- **gospodinjstvo**: okrasni izdelki, maske



Varilni preizkus Preizkus, s katerim poskušamo

prepoznati vrsto umetne mase. Samo termoplasti se dajo variti. Na manj vidnem mestu naredimo z različnimi varilnimi žicami preizkus primernosti umetne mase za varjenje. Varilna žica z najboljšim oprijemom je najboljši približek umetne mase in jo nato uporabimo za popravljalno varjenje.

Varnostni list Dokument, ki vsebuje varnostne podatke o določeni snovi oziroma kemikaliji. Predstavlja pomembne informacije za osebe, ki prihajajo v stik z dotično snovjo, npr. o nevarnih lastnostih, o ukrepih ob požaru, o nevarnostih za zdravje, o skladiščenju in ravnanju s snovjo ... Varnostni list je predpisan po Zakonu o kemikalijah in ga mora predložiti vsaka pravna ali fizična oseba, ki **proizvaja** nevarno snov. To je javna listina, zato je praviloma dostopna tudi na spletu. Umetne mase so materiali, pri katerih so varnostni listi še posebej pomembni. Pri nekaterih poklicih (npr. avtoličarji) so delavci bolj izpostavljeni nevarnim snovem. Zanje so varnostni listi še posebej pomembni.

Vešana plošča Plošča, izdelana iz več slojev med seboj lepljenih furnirjev različnih debelin in različnih drevesnih vrst, lepljenih z različnimi lepili (PF fenolna, MF melaminska in UF sečninsko-formaldehidna lepila) pri temperaturi 140°C in tlaku ~20 bar. Različna sestava po drevesni vrsti oz. njihova kombinacija pomeni različno uporabo posamezne vezane plošče – različne mehanske lastnosti, različne barvne strukture.

VF Glej Vulkanfiber.

Viskoza Regenerirano celulozno vlakno, umetna svila. Izdeluje se iz vrste različnih rastlin (soja, bambus, sladkorni trs itd.), ki se jim dodajajo kemikalije (NaOH, CS₂, H₂SO₄).

Vitroplast Izolacijski material, narejen iz steklenih nitk in epoksidne smole, kratica FR4. Je zelene barve, bolj ali manj prozoren. Uporablja se kot podlaga (plošče) za tiskana vezja. Ima odlične mehanske karakteristike in je odporen na povišano temperaturo. Sin. steklolit. Prim. Pertinaks.

Vnetišče Temperatura, pri kateri se določena snov vneme, prične zgorevati s plamenom. Razl. Plamenišče.

Vlaknena plošča Glej MDF, HDF.

Vrečka Glede izdelave vrečk iz umetnih mas glej gesli Ekstruder, Ekstrudiranje.

Vulcanex Glej Vulkanfiber.

Vulkanfiber Material, ki se izdeluje iz naravne celuloze ali iz celuloznega papirja z visoko vsebnostjo celuloze. Kratice: VF, NVF. Trgovska imena: Vulcanex®.

LASTNOSTI:

Fizikalne lastnosti splošne: vpijanje vode do 50%, gostota 1,25 - 1,5 kg/dm³; **toplotne**: temperatura uporabe do 180°C; **električne**: električna upornost ~200 MΩ, **mehanske**: zelo tog material, žilav podobno kot umetno usnje, roževinast, natezna trdnost ~40-80 N/mm², dobra elastičnost.

Tehnološke lastnosti (predelovalni postopki): upogibanje, stiskanje, štancanje, rezanje, vlečenje vrtanje, freziranje, brušenje, skobljanje, lepljenje, **popravila**: temperatura pri obdelavi naj ne presega 180°C.

Kemične lastnosti: težko gori, **obstojen** proti olju, maščobam, razredčenim kislinam in lugom; **občutljiv** na vlago, **fiziološko je nenevaren**.

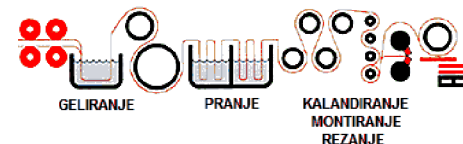
RAZVRSTITEV:

komercialno je plastična masa, **tehnološko** je termoplast, **kemično** je 99% celuloza (skoraj ves vulkanfiber je izdelan iz papirja), **način prepoznavanja**: vulkanfiber običajno hitro in z veliko gotovostjo prepoznamo že izkustveno (glede na uporabo, organoleptično, s subjektivnim preizkušanjem) ali z osnovnimi preizkusi.

PRIDOBIVANJE IN KEMIJSKA SESTAVA:

Vulkanfiber je ena od najstarejših umetnih mas (1859 - Thomas Taylor). Osnovni princip pridobivanja je podoben postopku pridobivanja papirja: celulozo impregniramo s cinkovim kloridom ZnCl₂, ki naredi papir gumijast in lepljiv. Tako pripravljena gumijasta in lepljiva vlakna se nato stisnejo in

posušijo. Moderni postopki omogočajo hitro serijsko proizvodnjo:



UPORABA:

- nosilni material za **brusne papirje**
- kot elektroizolacijski material, pokrivne plošče
- za tesnila
- kot osnova za kompozite iz umetnih mas, npr. za poliestrske laminatne, za melaminske smole itd.
- podpora za furnire iz pravega lesa, za površine, ki se izdelujejo z globokim vlekom in osnova za lepilne zaščitne trakove
- osmotske membrane
- čevlji za suho vreme, trdi kovčki, taške, ročaji nožev in nožnice



Vulkollan Komericalno ime za poliuretan.

XPS Kratica za ekstrudiran polistiren ob hkratnem vpihovanju zraka, Trgovska znamka je Styrofoam, glej PS.

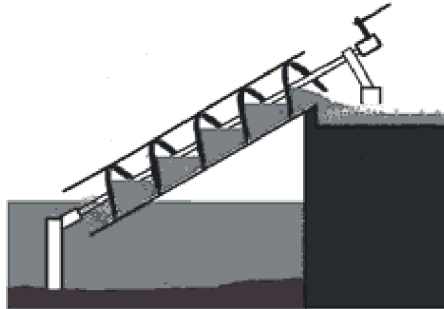
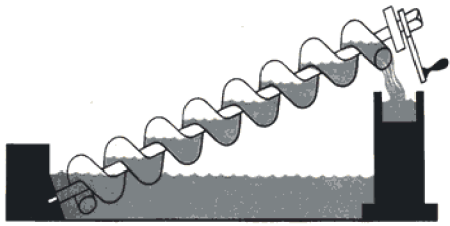
Zalivna masa Surovina za duroplaste, ki je pripravljena v tekoči obliki. Možno jo je nabaviti v specializiranih prodajalnah. Praviloma jo je potrebno samo premešati s trdilcem in počakati, da se masa strdi. Sin. smola za zalivanje.

Zažigalni preizkus Metoda identifikacije umetne mase. Z vžigalico prižgemo majhen košček umetne mase, nato pa analiziramo plamen in vonj, ki se razvija pri gorenju. Nato s pomočjo tekstov iz posebne tabele identificiramo posamezne umetne mase.

Opisan postopek pogosto vodi **do napačnih ocen**, uporablja pa se lahko **le pri čistih umetnih masah**.

PREDELAVA IN POPRAVILA UMETNIH MAS

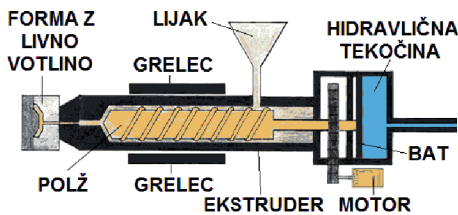
Arhimedov vijak Naprava, ki se lahko uporablja kot črpalka, pa tudi kot turbina, za mletje mesa, žitaric, grozdja, stiskanje plastike skozi šobo (**ekstruder**) in podobno. Celo v polžastem gonilu se nahaja Arhimedov vijak. Sin. polžna črpalka.



Armiranje poliestrskih smol Glej Laminiranje s poliestrsko smolo.

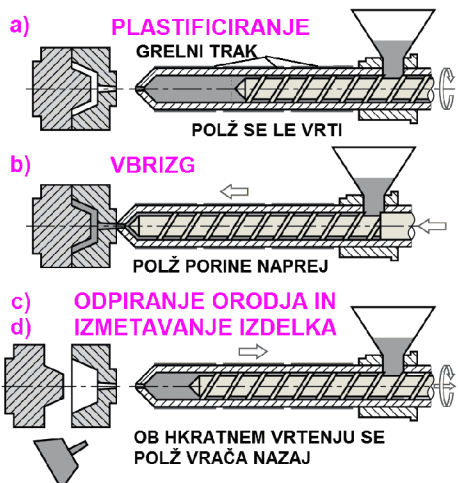
Brizganje v forme Tehnološki postopek predelave plastičnih mas s taljenjem in brizganjem. Brizgamo lahko **termoplaste**, pa tudi nekatere **duroplaste** in **elastomere**.

Glavni sestavni deli stroja za brizganje plastike so:



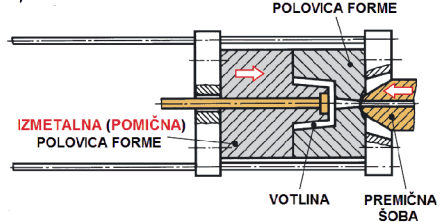
Potek postopka brizganja v forme (glej risbo):

- Granule vložimo v segreti valj stroja, ki se skupaj s polžem imenuje **ekstruder** (polžasta stiskalnica, prim. Arhimedov vijak). Umetna masa se zagreje in postane plastična (tekoča). Zaradi vrtenja polža se tekoča umetna masa potisne naprej (v prazen del valja). Formo zapremo.
- Zoženo ustje valja (šobo) nastavimo na formo. Nato stroj potisne polž v osni smeri naprej (običajno s **hidravliko**) in s tem tekočo maso pod pritiskom vbrizga skozi šobo v formo.
- Počakamo, da se masa ohladi (strdi) in odpremo formo. **d)** Izvržemo nastali izdelek.

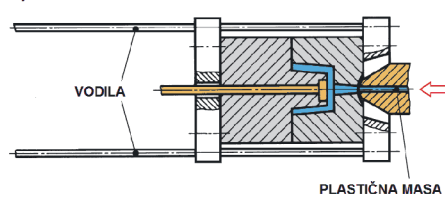


Sedaj pa še nekoliko podrobneje pogledjmo, kako pri posameznih fazah deluje orodje:

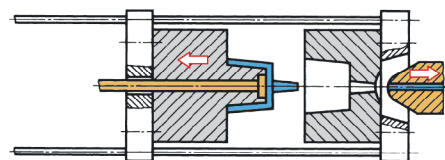
a) ZAPIRANJE FORME BRIZGALNA (FIKSNA) POLOVICA FORME



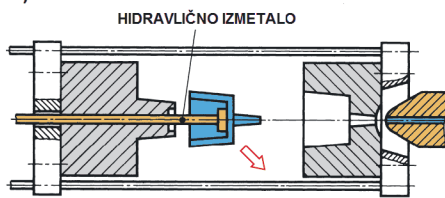
b) VBRIZGAVANJE PLASTIČNE MASE



c) ODPIRANJE FORME



d) IZMETAVANJE IZDELKA HIDRAVLIČNO IZMETALO



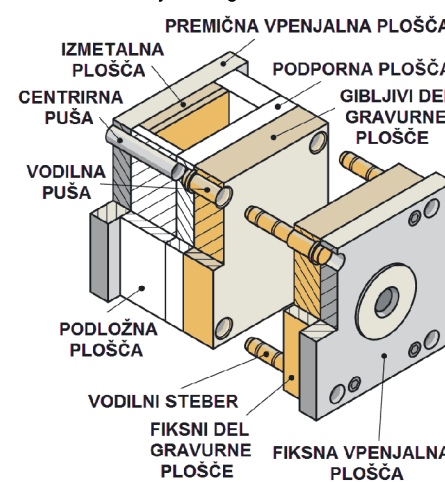
Ugotovimo, da je pri izdelavi orodja potrebno posebno pozornost posvetiti:

- Puši** za vstop tekoče plastike
- Obliki izdelka (**formi**)
- Sistemu za hlajenje** forme
- Mehanizmu za natančno zapiranje / odpiranje** orodja
- Izmetalnemu mehanizmu**

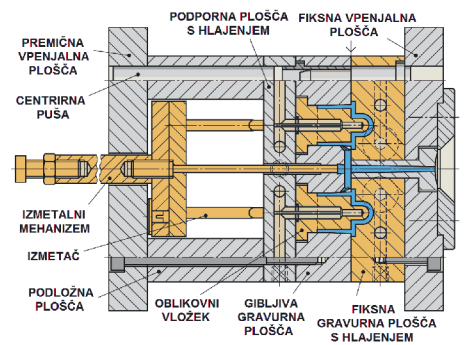
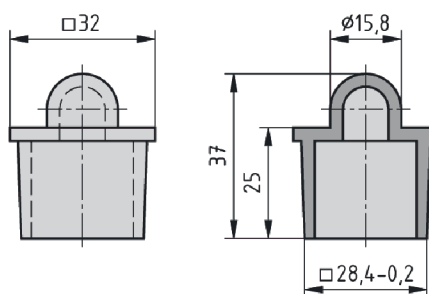
Najpogosteje se izdelave orodja lotimo tako, da:

- **najprej kupimo standardno ohišje**, ki vsebuje vse elemente, razen oblike izdelka
- **nato izdelamo gravuro** (obliko končnega izdelka), zato vsako ploščo forme imenujemo tudi gravurna plošča

Standardno ohišje za izgleda tako:



Primer izdelave orodja za brizganje za naslednji izdelek:



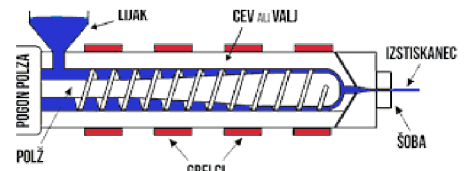
Izdelki iz termoplastov, ki se brizgajo v forme: vedra, glavniki, igrače (npr. LEGO kocke) itd.. Razen termoplastov se lahko v forme brizgajo tudi nekateri duroplasti in elastomeri.

Tehnološki postopek za **DUROPLASTI** se razlikuje od postopka s termoplasti v tem, da se duroplasti **vbrizgavajo pri nižjih temperaturah**: od 30 do 110°C, odvisno od vrste duroplasta. **V formi se nato temperatura dvigne** na 130 do 250°C, spet odvisno od vrste duroplasta. Pri povišani temperaturi se nato duroplasti zamrežijo in strdijo. Najbolj tipičen primer takega izdelka so **reflektorji za avtomobilске luči**, ki morajo imeti dobro dimenzijsko in temperaturno stabilnost.

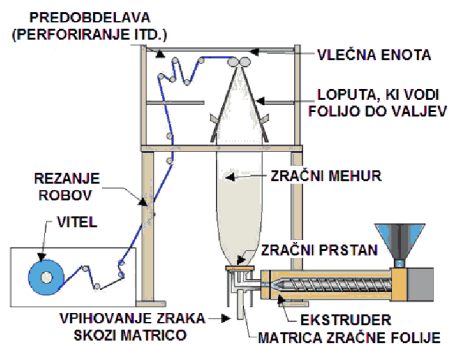
Tudi tehnološki postopek za **ELASTOMERI** je drugačen od klasičnega postopka s termoplasti. Elastomeri v formi **vulkanizirajo**, zato mora biti tudi v tem primeru **temperatura orodja višja od temperature tekoče mase**. Tekoča masa v cilindru ne presega 80°C, da ne pride do prehite vulkanizacije. Pri pretoku viskozne tekoče mase skozi šobo v formo pa **pride do trenja**, zaradi česar **nastaja toplota in temperatura se dvigne**. Zato se skrajša čas vulkaniziranja in takšen postopek je še posebej gospodaren. Tipični primeri izdelkov so gumijasta tesnila in manšete.

Ejektor Izmetač - mehanizem za izmet, **izpraznitev** (ang. eject: ven vreči), npr. pri puški - za izpraznitev praznih tulcev, pri litju v maske, pri brizganju v forme. Tudi črpalka za **odstranjevanje** plinov in tekočin s sesanjem. Prim. injektor.

Ekstruder Naprava za iztiskovanje umetnih mas. Praviloma je to **polžasta stiskalnica**, ki deluje podobno kot mlinček za mletje mesa. Drugačen izraz: izrivalni oblikovalnik.



Ekstruder za folije pa ima še dodatek za izdelavo folij, vrečk ipd:

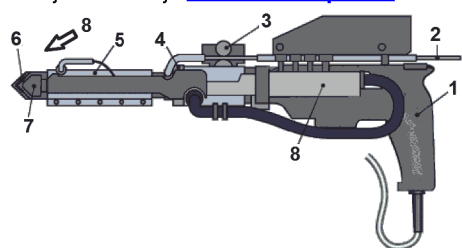


Ang. extrude: izriniti, iztisniti. Prim. Brizganje v forme (risba in delovanje podobnega postopka: brizganje je iztiskanje skozi šobo), Arhimedov vijak.

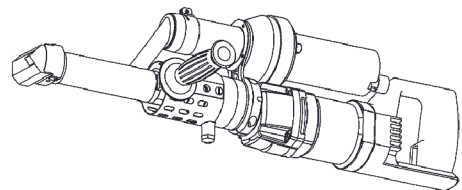
- Ekstrudersko varjenje** Postopek varjenja, ki se uporablja za spajanje umetnih mas. Postopek:
- Raztaljena plastična masa se nanese na eden ali oba varjenca.
 - Če je potrebno, oba varjenca stisnemo.
 - Počakamo, da se plastična masa ohladi.

Za pripravljanje in nanašanje raztaljene plastične mase uporabljamo grelnike s stiskalnico (ekstruderjem) in od tod ime za ta postopek varjenja.

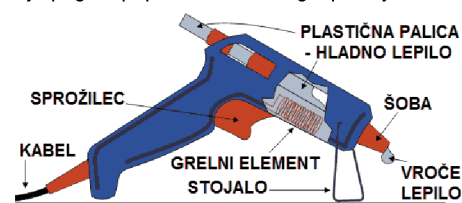
Orodje se imenuje **ekstruderska pištola**:



1 - elektromotor, 2 - varilna žica, 3 - vstopna točka, 4 - ekstruder, 5 - grelnik plastike, 6 - priključek, ki določa izstopno obliko tekoče plastike, 7 - grelna šoba, 8 - integrirani ali poseben grelnik zraka
Ekstruderska pištola z zunanji grelnikom zraka:



V to skupino spada tudi pištola za vroče lepljenje, ki je pogost pripomoček tudi v gospodinjstvu:



Material lepilnih palic (vložkov) je lahko:

- **EVA** - za lepljenje dekoracij, igrač, rokodelstvo, za lepljenje EPE pene, za lepljenje lesa, uporaben tudi za tesnenje, za elektroniko (ker je zaviralec gorenja) in kot polnilo
- **PO poliolefin** - je brez vonja, dobra temperaturna stabilnost, dobra vezna trdnost predvsem za PE/PP materiale, primeren tudi za hitro lepljenje kartonov
- **PA poliamid** - lepilo, odporno na vročino, odlični električni izolator, zelo primerno za uporabo v elektriki in elektroniki (npr. za tiskana vezja, navitja, kondenzatorje ipd.)

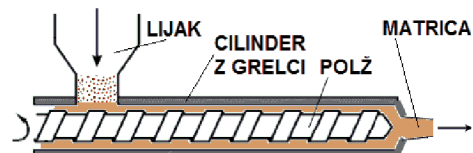
Ostali adhezivni materiali iz umetnih mas, ki so primerni za vroče lepljenje v nerazstavljive zveze: **PVC**, **PE** (HDPE) in **PET**.

Ekstrudiranje Iztiskovanje, stiskanje, pretlačevanje, izrivanje skozi matrico. Vrste ekstrudiranja:

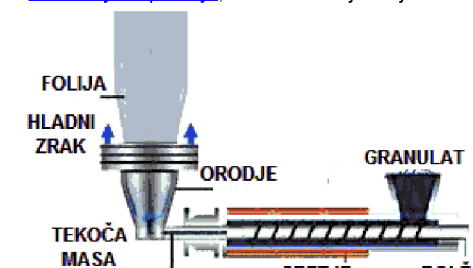
- ekstrudiranje s polžem se največ uporablja za **predelavo umetnih mas**,
- s tem izrazom se označuje tudi **iztiskovanje kovin**; kovine praviloma ne stiskamo s polžem, temveč z batom (pestičem), glej geslo Stiskanje Ang. extrusion: iztiskanje, izrivanje.

V glavnem poznamo **dva načina** ekstrudiranja umetnih mas:

1. **Iztiskanje profilov** je proces, ki je pri predelovanju kovin podoben iztiskovalnemu stiskanju:



2. **Ekstruzijsko pihanje**, za izdelovanje folij:



Elektrostatično brizganje Glej Preveleke iz umetnih mas.

Granula Zrno, zrnce. Granulacija: zrnavost.

Gravurna plošča Ena od obeh plošč forme - **premična** (izmetalna) ali **fiksna** (brizgalna) polovica kokile, glej Brizganje v forme, Tlačno litje. Besedo Gravura uporabljamo tudi pri utopih - glej geslo Kovanje.

Sin. oblikovna plošča. Namesto gravurne plošče iz enega kosa imamo lahko tudi dva sestavna dela: oblikovna plošča + oblikovni vložek. Orodna plošča pa je lahko katerakoli plošča, ki je namenjena za orodje, npr.: fiksna vpenjalna, podporna, izmetalna, premična vpenjalna itd.

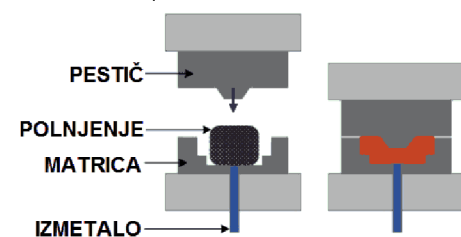
Gravurna plošča ima več gnezd.

Gumarstvo Proizvodnja gumijastih izdelkov, ki zajema predvsem dve tehnologiji:

- stiskanje s polimerizacijo
- brizganje v forme

Gumarsko **stiskanje s polimerizacijo** zajema:

1. **Priprava materiala**, ki ga običajno opravljajo specializirana podjetja:
 - mešanje žvepla in izbranega osnovnega materiala za izdelavo gume
 - valjanje zmesi v trakove ali plošče
2. **Gumarji** nato odkupijo ali sami zmešajo tako pripravljene trakove ali plošče. Sledi:
 - a Razrez traku na velikost orodja in
 - b Vulkanizacija materiala v stiskalnici z orodjem (pri visokem tlaku in temperaturi). Orodje (pestič in matrica) se električno predgreje na 170 - 200°C. Proces vulkanizacije ima svoj čas trajanja, zato ostane orodje nekaj časa zaprto - odvisno od vrste gume in od dimenzij izdelka od 10 s pa celo do ure in več.



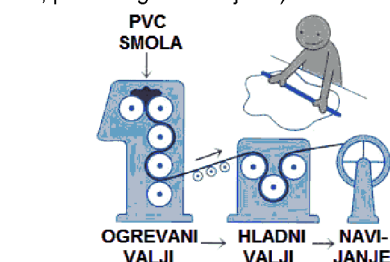
Na podoben način se proizvajajo tudi izdelki iz silikonske gume. Prim. Stiskanje s polimerizacijo.

Posebnosti gumarskega **brizganja v forme** so opisane pod geslom Brizganje v forme.

Impregimirati **Prepojiti**, **najpoiti** (ne: natopiti) z raztopinami, emulzijami ali z impregnacijskim oljem, da se doseže **zaščita** (npr. protikorozijska), **odpornost proti vlagi** (proti vpijanju vode, ustvarjanje nepremočljivosti), proti **ognju**, **plesnobi** ali proti **živalim** (moljem, črvom). Impregiramo tudi za **povečanje trajnosti** ali **tesnenja**.

Primeri: impregirani les, papir (npr. za pokrivalna ličarska dela), tkanina, železniški pragovi, sod za vino itd.. Impregiramo tudi porozno ali razpokano snov (odlitek, kamnino), celo hitrorežno jeklo - za **povečanje trdote**: nanos 2,5 do 8 mm plasti WC (volframov karbid), ki prodre 8 do 13 mm globoko. **Iztiskanje** Glej Ekstrudiranje, Stiskanje.

Kalander Stroj za glajenje (likanje) ob dodajanju gume, papirja, tkanin, umetnih mas ipd., s katerim izdelamo plošče želenih debelin - podobno kot da bi valjali testo. **Kalandiran**: mehanično obdelan (za povečanje gladkosti, leska, zmanjšanja debeline, plastičnega vtiskanja itd).



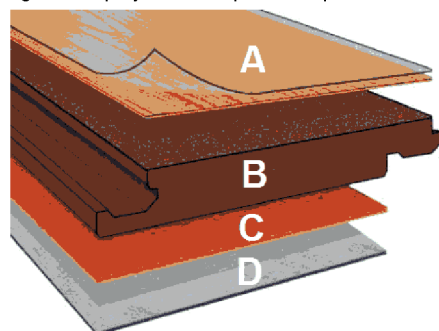
Kaširanje Zlepljanje enakih ali različnih ploskovnih materialov (npr. folij) s pomočjo sredstev za kaširanje - **lak**, **lepilo**, **vosek**. Kaširanje je namenjeno predvsem za dekoracijo (napisi, risbe, slike) ali za zaščito nekega materiala, **ne pa za ustvarjanje kompozitov**. Kaširajo se npr. škatlice,

knjige, zvezki, mehurčaste folije. Poznamo mokro, suho in termokaširanje.

V praksi se izraza kaširanje in laminiranje pogosto zamenjujeta.

Laminat Splošno: **vrsta kompozita** - ploskovni izdelek iz dveh ali več med seboj **zlepljenih** predvsem umetnih **plastí**, npr. tekstilni ~, lesni ~, ~ iz umetnih mas itd.. Prim. Textolite (tekstoliti), Stokolit, Pertinaks, Vitroplast.

Pogovorno pa je laminat **pohodna plošča**:



A - posebej odporen **zaščitni film** (UP, SMC, GFK, GRP, kvalitetnejši laminati so prevlečeni celo s kevlarjem), ki je stisnjen skupaj s smolnatim dekorjem (**folija**: poliestrske smole UP, epoksidne smole EP, fenolne smole PF itd.) in s **papirjem** z naravnim vzorcem, **B** - visokokvalitetna plošča HDF (mediapan), **C** - material, ki zavira širjenje vlage (paronepropustna plast), **D** - zvočna izolacija.

Laminatna plošča Papir z okrasnim dekorjem, ki je impregirani z **melaminsko** in **fenolno maso**, ki se nato v več plasteh pod visokim tlakom ter pri visoki temperaturi stiska v različno debele plošče. Laminatna plošča se najpogosteje nalepi na surovo iverno ploščo in se nato uporablja za notranje pohištvo - še posebej za tiste površine, ki so pogosto izpostavljene udarcem, čiščenju z vodo ipd. (kuhinski pulti, mizne površine, kuhinjske omarice). Sin. ultrapas, dekorativni laminat, HPL (high pressure laminate). Prim. MF - umetna smola.

Laminiranje Zlepljanje ploskovnih materialov v tekstilne, lesne ipd. izdelke **brez pomožnih snovi**. Primer:

Za laminiranje se lahko uporablja folija, ki je ob nabavi že prevlečena z lepilom. Če pa nabavimo posebej folijo in posebej lepilo, je to kaširanje. V praksi se izraza kaširanje in laminiranje pogosto zamenjujeta.

Vrste laminiranja:

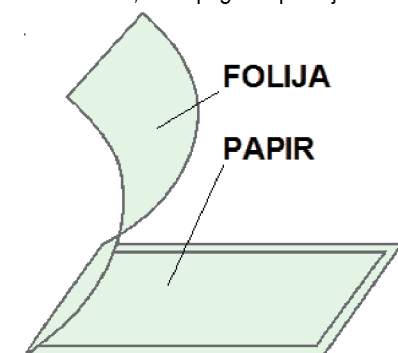
1. **Laminiranje v hladnem**

Uporabimo lahko folijo, ki je že prevlečena z lepilom, ki deluje brez zagrevanja.

Hladno laminiranje je tudi postopek za popravilo izdelkov iz umetnih mas, glej Ročno laminiranje, Laminiranje s poliestrsko smolo.

2. **Vroče laminiranje**

Pred laminiranjem je potrebno laminat zagreti na 80 - 120°C. Ko plasti stisnemo skupaj, nastane nerazstavljiva zveza. Takšen primer je vroče laminiranje papirja, ki se na ta način zaščiti pred nečistočami, vodo, pred gubanjem, staranjem ali razbarvanjem: jedilni listi, vizitke in dokumenti, ki se pogosto primejo v roke.



3. **Laminiranje s stiskanjem**

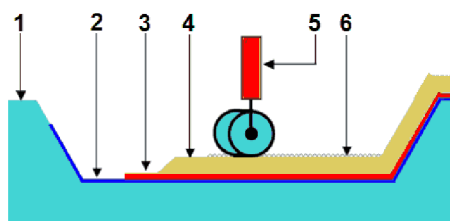
Potrebujemo vročo in hladno prešo. V vroči preši se umetne mase pri visoki temperaturi stisnejo, pri tem se folije povežejo. S stiskanjem v

hladni preši dosežemo popolno nerazstavljivost laminata in obenem pravilno obliko (brez nezaželenih zviti oblik). Postopek s uporablja npr. za izdelavo osebnih dokumentov, RFID čipov itd.

Laminiranje s poliestrsko smolo Popravljamo lahko zarjavele avtomobilске ali strešne pločevine, dotrajano plastiko, čolne, surfe, kmetijske stroje, zapolnitev lukenj ipd..

Potrebujemo poliestrsko smolo, trdilca, stekleno tkanino, lonček, čopič, valjček, ločilno sredstvo, po potrebi še zunanjo prevleko, delovno obleko, delovne rokavice, nitro razredčilo ali aceton za čiščenje orodja.

Podlago moramo predhodno očistiti in razmastiti. Ukrojimo stekleno tkanino tako, da je nekaj centimetrov večja od poškodovanega dela. Nato pripravimo mešanico poliestrske smole.



1 Negativna forma 2 Ločilno sredstvo 3 Prevleka, ki daje zunanji vidni sloj laminatu 4 Tekstil, npr. steklena vlakna, mreža ali tkanina 5 Valjček za nanašanje 6 Dvokomponentna smola

Pomembno je, da si pripravimo toliko mešanice kot jo bomo porabili v približno 10 do 15 minutah, saj se smola po tem času začne strjevati.

Poliestrsko smolo pripravimo tako, da jo potrebno količino natočimo v lonček in smoli dodamo približno 2 % trdilca. Pri pripravi mešanice moramo biti pozorni tudi na temperaturo: pri nižji temperaturi dodamo več trdilca, pri višji temperaturi pa manj. Trdilca vmešavamo približno 2 minuti, tako da se popolnoma razpusti in umeša.

Če izdelujemo formo, moramo najprej nanesti ločilno sredstvo in zunanjo prevleko. Pri popravilih pa poškodbo direktno premažemo s smolo.

Na tako pripravljeno podlago postavimo stekleno tkanino, nato pa vse skupaj premažemo z smolo. Ta postopek lahko ponovimo večkrat. Z več sloji dobimo večjo trdnost.

Po tako opravljenem delu počakamo, da se izdelek posuši - to je približno 2 uri. Nato formo izvlečemo, popravilo pa lahko še naprej obdelujemo: brusimo, kitamo, pobarvamo.

Nizka delovna temperatura pod 15 stopinj počasni strjevanje smole. Smolo lahko prej ogrejemo na delovno temperaturo od 20 do 25 stopinj. Pri delu se je dobro zaščititi s [primerno obleko](#) in [rokavicami](#), prav tako pa je treba uporabiti [zaščitno masko](#).

Orodje, ki smo ga uporabili, očistimo z nitro razredčilom ali z acetonom. Pozor: orodje se zelo hitro posuši in se ga naknadno ne da očistiti.

Sin. Armiranje poliestrskih smol.

Laser Izvor monokromatskega (samo ena valovna dolžina) paralelnega elektromagnetnega valovanja, ang. **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation.

Nastanek laserskega žarka temelji na principu vzbujanja elektronov v atomski lupini na višje energijsko stanje. Ko elektroni iz svojih nestabilnih tirnic prehajajo nazaj na stabilne, se sprosti svetloba z določeno frekvenco. Ta svetloba se razlikuje od običajnih virov svetlobe po tem, da je kljub veliki jakosti vzporedna. Z dodatno optiko se lahko svetlobni žarek usmerja in zbira.

Tipična področja uporabe so: lasersko varjenje, graviranje, rezanje, vrtnanje, stereolitografija itd. Prim. [Varjenje in rezanje z laserjem](#).

Lepilna pištola Glej podrobnosti pod geslom Ekstrudersko varjenje.

Lepljenje umetnih mas Če želimo zagotoviti zadostno trdnost zlepnega spoja, je pri lepljenju umetnih mas potrebno posebno pozornost posvetiti:

- pravilnemu določanju zlepnega spoja
 - izbiri optimalnega lepila
 - izvajanju pravih pripravilnih del (čiščenje, ustvarjanje hrapave površine, spreminjanje površine obdelovancev iz umetnih mas)
 - varnosti pri delu pri lepljenju
 - pravilnemu postopku lepljenja
- Membranska stiskalnica** → Termično oblikovanje.
- Nanotehnologija** Tehnologija z uporabo nanomaterialov - snovi, ki imajo nanostrukturo razsežnosti med 1 nm in 100 nm in se s tem bistveno razlikujejo od značilnosti masivnih materialov.

Primeri uporabnih nanomaterialov:

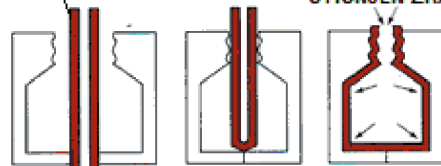
- cevaste nanostrukture imajo približno 6 krat [nižjo gostoto](#) od jekla, obenem pa večkrat [višjo natezno trdnost](#)
- nano površinski premazi imajo zaradi [vodoodbojnosti](#) samočistilne lastnosti
- nano mazalna olja prodrejo v najmanjše pore in zato [bolje mažejo](#)

Prim. Impregnacija.

Napihovanje v kalup Poleg brizganja v forme je napihovanje v kalup najpogostejši način predelave umetnih mas. S tem postopkom se izdelujejo plastenke vseh vrst (od majhnih medicinskih do posod za čistila in gorivo), igračke ipd..

Votla telesa se po tem postopku izdelujejo iz cevi:

UMETNA MASA **STISNEN ZRAK**



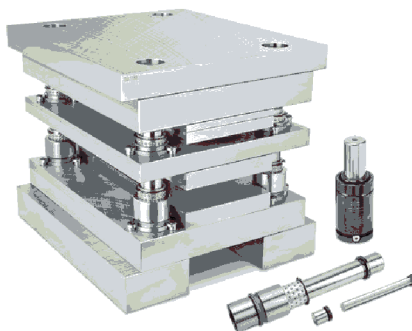
Orodje se zapre, nato pa pritisk plina (zraka) od znotraj pritiska umetno maso ob steno oblikovalnega orodja. Sin Pihanje.

Normalije Pri orodjarstvu je to [sistem standardnih sestavnih delov orodij](#). Njihove mere so enotene in se zato [serijsko proizvajajo](#).

Uporaba normalij nudi naslednje prednosti:

1. Sestavni deli so med seboj [uskajeni](#).
2. [Prihranimo si delo](#) s konstruiranjem orodij.
3. [Prihranek proizvodnih stroškov](#) za izdelavo forme, seveda pa tudi izdatkov, ki vplivajo na kalkulacijo in ponudbo.

Proizvajalci normalij ponujajo tudi programsko opremo, ki pomaga konstruirati orodje in pripravljati kalkulacije.



V splošnem jeziku pa so normalije [zbirka uradnih predpisov](#) in [odločb](#) za poslovanje [na nekem področju](#), npr. normalije za srednje šole.

Orodna plošča Katerakoli plošča, ki je namenjena za orodje, npr. glej risbo pod geslom Brizganje v forme: fiksna vpenjalna, podporna, izmetalna, premična vpenjalna itd.

Pihanje Glej Napihovanje v kalup.

Plamensko varjenje plastike Glej Plamensko varjenje termoplastov.

Plamensko varjenje s propan butanom Tehnologija, ki je primerna za [lotanje](#) in [varjenje plastike](#), tudi za [segrevanje](#), za varjenje kovin pa ni primerna → glej pojasnilo pod geslom Plamensko varjenje z gorljivimi plini. Lahko pa propan uporabljamo [za plamensko lehanje](#).

Plamensko varjenje termoplastov V tem primeru ne varimo direktno s plamenom, ker bomo umetno maso (plastiko) prežgali. Temperature tališča umetnih mas praviloma ne presegajo 400°C,

zato [zadošča že segrevanje z vročimi dimnimi plini](#), ki so produkti zgorevanja.

Primerjava z varjenjem z vročim zrakom:

1. **Prednosti:**

- pri plamenskem varjenju je orodje in s tem tudi delo bistveno [lažje](#), bolj smo prilagodljivi
- nastavimo lahko [manjše pretoke](#) vročih dimnih plinov - večina fenov za varjenje z vročim zrakom ima samo eno nastavitev pretoka vročega zraka
- zgoraj našteje prednosti omogočajo [bolj natančno delo](#) pri plamenskem varjenju, kar se pozna predvsem [pri tankem materialu](#): plamensko ga lažje varimo, z vročim zrakom pa samo malo nepazljivosti povzroči - [luknje](#)

2. **Slabosti:**

- pri plamenskem varjenju [ne moremo natančno nastaviti temperature](#) vročih dimnih plinov
- obstaja večja [nevarnost](#), da umetne mase zagorijo, da se pri delu opečemo ipd.

Praškasto barvanje → Prevleke iz umetnih mas.

Prešanje v formah → Stiskanje s polimerizacijo.

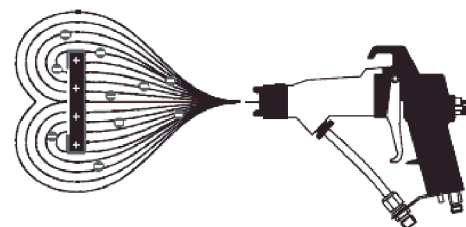
Prevleke iz umetnih mas Prevleke, ki so primerne so tudi za obdelovance, ki se transportirajo po morju. Sin. plastificiranje. Prim. Metalizacija.

Lahko jih naredimo iz poliamida, polietilena, polivinilklorida ipd. **V PRAŠKASTEM ALI GRANULIRANEM STANJU**

Prašek vrtničimo s pomočjo ventilatorja, v komori, ki je ogreta na 250-300°C. Hrapav in ogret predmet postavimo v peč s temperaturo ~350°C. Ko se predmet segreje, ga vodimo v pripravljeno vrtnično komoro. Granule ali prašek bomo naključno zadenejo ob predmet, se na njem raztalijo in se zlijejo po predmetu. Predmet nato še izpihamo in ga vodimo v naslednjo vročo komoro, kjer se oprjeji prašek popolnoma raztali in lepo razlije po površini. Na ta način pripravljena površina je kvalitetna in tudi estetska.

Obstaja tudi **PLAMENSKO NABRIZGAVANJE** z gorilnikom, v katerem je umetna snov. Ta se zaradi plamena plina in zraka ob zgorevanju zmečka in raztali na čisti in hrapavi površini predmeta. Debelina nanosenega sloja je med 0,5 in 1 mm.

PRAŠKASTO BARVANJE je elektrostatično nanašanje barve na kovino. Pred nanosom barve [površino](#) obdelovancev [najprej razmastimo](#). Sledi [kemijska obdelava](#) (običajno je to [fosfatiranje](#)), s katero izboljšamo prijemljivost barve in korozijsko odpornost površine. Čas in vrsto obdelave izberemo glede na material, ki ga obdelujemo. Očiščene izdelke se transportira v kabino za nanos barve. Ta se nanaša v prahu na obdelovance z brizgalnimi avtomati in ročnimi pištolami po principu elektrostatike. [Barva](#) v prahu [se](#) v pištoli [nabije](#) z [negativnim nabojem](#), [obdelovanec](#) pa s [pozitivnim](#). Drobni praškasti delci se zaradi naboja še bolj enakomerno razpršijo po zraku in tudi nanos je enakomeren. Zaradi naboja se obdelovanca oprime tudi tista barva, ki bi sicer škropila mimo obdelovanca. Temu pravijo Angleži elektrostatični "wrap around effect":



Po nanosu barve gre obdelovanec v peč, kjer barva polimerizira pri 180-200°C. Sledi ohlajanje pri temp. okolice. Po sestavi ločimo prašne barve:

- na osnovi [epoksidnih smol](#),
 - na osnovi [poliestrskih smol](#),
 - na osnovi [zmesi epoksidnih in poliestrskih smol](#).
- Debelina nanosa je 60-120 µm. Površina po nanosu je gladka ali strukturirana, [sijajna](#) - [polsijajna](#) ali [mat](#) površina.

S prašnim barvanjem barvamo različne kovinske materiale: aluminij in Al litine, jeklo, cinkano jeklo, železove in magnezijeve litine.... Polimerni materiali dajejo uspešno protikorzijsko zaščito, ki dob-

ro deluje v kislih, alkalnih in abrazivnih medijih. Praškasto barvani predmeti **nas** pravzaprav **obkrožajo**: luknjači za papir, kovinski deli stolov, pločevinasti deli gospodinjskih in drugih naprav (kuhinske peči, PC-ji, tiskalniki itd.).

Pultruzija Tehnološki postopek, ki omogoča izdelavo polimerov, ojačanih s steklenimi vlakni. Prim. FRP.

Radialen Ker radij pomeni polmer, beseda radialen omeni v smeri polmera:

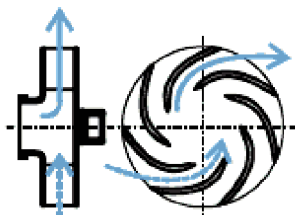
1. Pravokoten na os vrtenja: ~ smer, ~ obremenitev, sila. Glej risbo ob geslu Ležaj.

Radialni ležaj: ležaj za prestrezanje radialnih sil.

Radialna pnevmatika ima vlakna karkase usmerjene v radialni smeri - glej Karkasa.

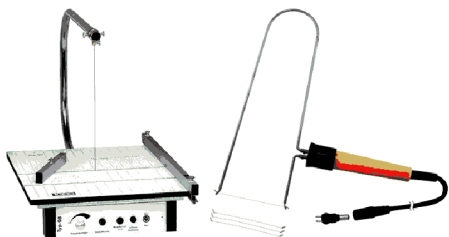
Prim. aksialen.

2. Središčen: ki gre **iz središča, proti središču ali skozi središče** v smeri polmera: ~e razpoke v lesu, ~ni prerez, pospešek (centripetalni, centrifugalni). Spodnja risba prikazuje **možni smeri toka** delovne snovi pri radialnih ventilatorjih, črpalkah, turbinah, kompresorjih:



Recikliranje Predelava za **ponovno uporabo**, izdelava novih izdelkov iz že uporabljane surovine. Prim. Kode za recikliranje.

Rezanje z vročo žico Tehnika rezanja izdelkov iz umetnih mas, npr. iz EPS. Obdelovanec režemo s tanko žico, ki jo z električnim tokom zagrejejo do 200°C:



Ročno laminiranje Delovni postopek, ki se uporablja za **popravljanje predmetov iz umetnih mas**, predvsem termoplastov, tudi pri avtomobilu: odbijači, spojlerji itd..

Popravilo je mogoče samo, če je dostopna zadnja stran in mesto popravila ni večje od 150 x 150 mm. Pri večjih poškodbah pa se morajo deli zamenjati.

Delovni postopek:

- Najprej je treba poškodovano mesto z obeh strani **očistiti** umazanije (z običajnimi čistili), olja in maščob (npr. z acetonom)
- Zaobljimo ostre konce na poškodbi**, da preprečimo nadaljnje širjenje razpoke. Najbolj preprosto je izravnati luknjo na koncu razpoke.
- Oblikovanje poškodovanega mesta.** Reže naj bodo široke vsaj 5 mm. S čelnim brusilnikom zbrusimo nagibe po celotnem robu poškodbe, da bodo stične ploskve z laminatom kolikor mogoče velike.

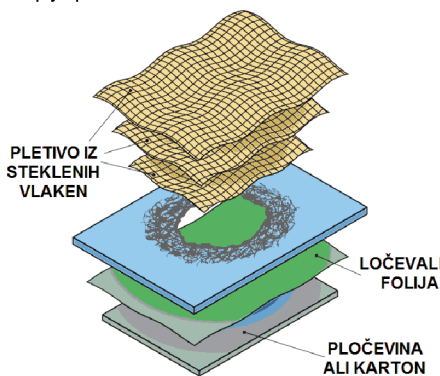
POŠKODBA (RAZPOKA)

REŽA, VSAJ 5 mm

NAGIB

- Predpriprava poškodovanega mesta.** Površino **popravisimo** z brusnim papirjem P24. Uporabimo brusni papir z gobico. Temeljito **očistimo** umazanijo, olja in maščobe, npr.: z acetonom ipd., pri

tem uporabljamo **čistila na vodni osnovi**, ki ne topijo plastike



Izdelava podloge. Za stabilizacijo poškodovanega mesta izdelamo **podlogo**, ki je **večja od poškodovanega mesta**. Izdelana je lahko:

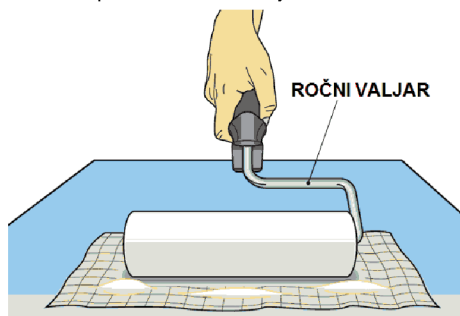
- iz **lepenke**
- iz **pločevine** - če jo bomo po popravilu odstranili, potrebujemo tudi ločevalno folijo
- iz posebne smolepilne **gumijaste plošče**
- pri manjših poškodbah pa zadošča tudi **pletjenjača** (mrežica, pletivo), lahko več pletjenjač - pri tem naj bo vsaka naslednja pletjenjača nekoliko večja od spodnje

Na sprednjo stran **nanesemo aktivator površine** - plastic primer. Nitro aktivator ne pride v poštev, ker plastiko raztopi.

Pripravljena **podloga se** s pomočjo lepilnih trakov **prilepi** z zadnje strani, pod poškodovanim mestom.

Če bomo uporabili pletjenjačo, tedaj nanesemo aktivator površine tudi na zadno stran poškodovanega mesta.

Pletjenjačo se nanesa na zadnjo stran poškodovanega dela in nato jo laminiramo. Obstajajo različni duroplasti, najpogosteje se uporabljajo elastične **EP smole** ali **UP smole**. Smola in trdilec se pomešata v pravilnem mešalnem razmerju in nato imamo ~ 15 minut časa za nanašanje. Najprej položimo najmanjšo mrežico na mesto popravila. Maso običajno nanašamo na mesto popravila s posebno plastično lopatico - rahlo pritismo na robove mrežice, da se prepoji s smolo. Pri tem nastale mehurčke iztisnemo od sredine proti robovom z valjčkom.



Položimo še drugo (nekoliko večjo) pletjenjačo in jo prav tako napojimo s smolo. Nanesemo toliko pletjenjač, da je na poškodovanem mestu opazno majhno povišanje gradiva. Pri tem iz površine ne smejo štrleti steklena vlakna. Tako dobimo gladko površino, v katero ne more vdirati vlaga.

- Ko je mrežica pritrjena, **zapolnimo režo** s sprednje strani **s smolo**. Pri navpičnih površinah se lahko zgodi, da smola po nanašanju s čopičem teče navzdol. Takrat smoli primešamo kratke koščke steklenih vlaken in smola postane manj tekoča. Takoj po nanosu smole moramo prilepiti še ločevalno folijo ali zaščitni trak. Na trak ne pritiskamo s prsti, da ne spremenimo oblike smole.
- Sušenje.** Utrjevanje je kemična reakcija smole s trdilcem. Postopek utrjevanja je odvisen od temperature, smola se pod temperaturo 5°C sploh ne bo strdila - v tem primeru dovajamo toploto, npr. s sevalnikom toplote z max. 60°C in tako pospešimo proces utrjevanja.
- Končna dela.** Po utrjevanju smole se odstrani podloga in zaščitni trak. Če smo uporabili

mrežico, je neodstranimo, saj je trdno zalepljena. Sledi kitanje mesta popravila: dobro premešan dvokomponentni kit se lahko nanese v debelini največ 2 mm, sicer lahko pride do **napetostnih razpok**.

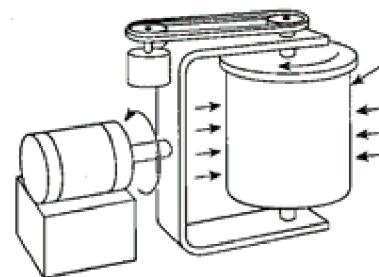
Če eden sloj kita ne zadošča, je potrebno počakati, da se prvi sloj utrdi in potem nanese naslednji sloj. Končno se popravljeno mesto pobrusi. Pri tem je potrebno paziti, da se ne odkrijejo steklena vlakna.

Rotacijsko ulivanje votlih izdelkov Postopek, ki se največkrat uporablja za izdelavo **velikih votlih izdelkov**, kot so rezervoarji za gorivo, rezervoarji za vodo, cisterne itd..

Odmerjeno količino termoplastičnega granulata ali prahu naložimo v kovinski kalup in kalup zapremo. Nato kalup vstopi v napravo, kjer se izvaja rotacija kalupa v dveh smereh (dvoosna rotacija). Obenem se kalup segreva. Zaradi povišane temperature se začne granulata taliti in se razlije po obliki kalupa.

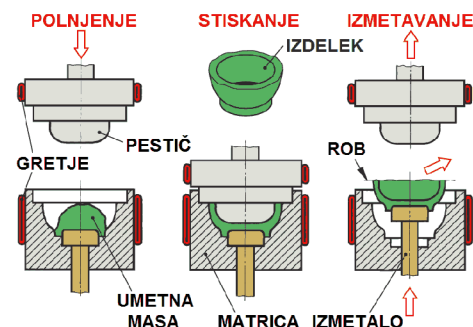
Ko je faza gretja zaključena, se začne faza hlajenja, ki se izvaja s pomočjo hladnega zraka ali vodnih kapljic. Termoplast se strdi.

Nazadnje je potrebno končni izdelek odstraniti iz kalupa. Pomembna prednost tega postopka je, da so stroški izdelave kalupov nižji kot pri brizganju v forme.



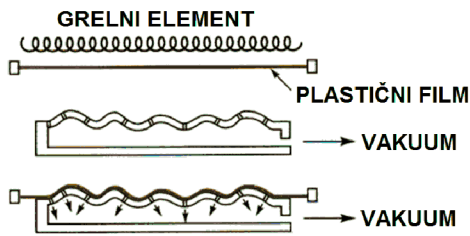
Stiskanje s polimerizacijo Tehnologija oblikovanja tlačno utrjenih **duroplastov** in tudi nekaterih **elastomerov**. Primerna je za oblikovanje ploščatih ali rahlo obokanih predmetov. Postopek:

- Pravilno pripravljena zmes predpolimerizirane umetne mase (v tekoči ali testasti obliki) se vložijo v **predgreto** orodje. Tipične umetne mase so smole PF, MF, UF, EP itd..
- Oba dela orodja sta električno predgreta in se sestavita ter stisneta. V umetni masi se ustvari zelo visoki tlak, saj se uporabljajo celo 300 - 400 t preše. Povišan tlak še dodatno poviša temperaturo umetne mase, tudi do 350°C.
- Umetna masa se **plastično preoblikuje** tako, da izpolni ves prazen prostor v orodju. Zaradi visoke temperature in visokega tlaka pride pri zaprtju orodja tudi do strjevanja (**zamreženja**) umetne mase. Proces zamreženja ima svoj čas trajanja, zato ostane orodje nekaj časa zaprto.
- Nazadnje se oba dela orodja razstavita. Končni izdelek vzamemo iz orodja s pomočjo izmetala ali ročno.



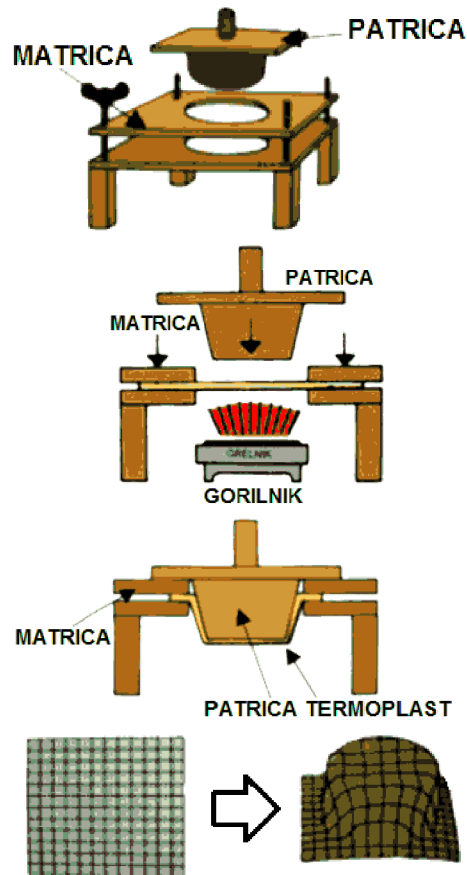
Izdelek se lahko strdi tudi zaradi postopka vulkanizacije, na podoben način se izdelujejo tudi gumijasti izdelki - glej geslo Gumarstvo..

Termično oblikovanje Tehnologija obdelave umetnih mas (termoplastov) pod visokim tlakom in pri povišani temperaturi. Visok tlak dosežemo **s stiskanjem** ali **z vakuumom**:



Zgornja risba prikazuje membransko (vakuumsko) stiskalnico, lahko pa bi uporabili tudi hidravlično stiskalnico, ki ustvarja nadtlak. Vakuumsko termično oblikovanje se pogosto uporablja tudi za serijsko delo, iz neskončne folije (iz PS folije nastajajo plastični lončki za jogurt, pokrovi za lončke s skuto, banjice za sladoled ipd.).

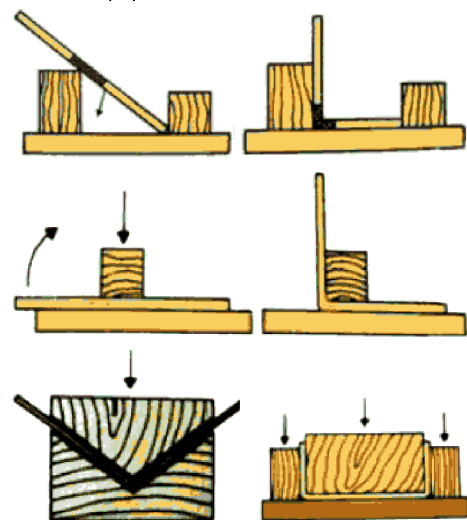
Termoplaste lahko termično oblikujemo tudi z globokim vlekom:



Termično preoblikovanje termoplastov Termoplast je treba najprej segreti na pravilno temperaturo, nato pa preoblikovati. Načini segrevanja:

1. Segrevanje z vročim zrakom (s fenom).
2. Segrevanje z grelno ploščo, nekatere termoplaste dovolj zagrejemo z vročo vodo, višje temperature od vode pa omogoča vroče olje.
3. Segrevanje z žarilno nitko.

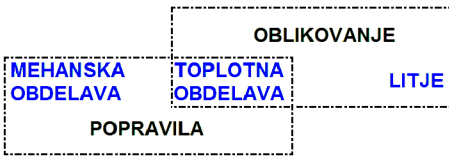
Ko se termoplast zmečka, ga lahko preoblikujemo ročno ali s pripomočki:



Umetne mase - mehanske zveze Umetne mase med seboj mehansko povezujejo predvsem preko zaskočnih, navojnih, kovičnih, vskočnih zvez in spenjalnih zvez s stiskanjem.

Umetne mase - obdelave Postopke obdelave umetnih mas delimo na mehansko obdelavo, toplotno obdelavo in litje.

UMETNE MASE - OBDELAVE



Mehanske obdelave umetnih mas: žaganje, vrtnanje, brušenje, poliranje, upogibanje, večenje, spanjanje, vijachenje, metoda kopiranja z rezkanjem itd..

Toplotna obdelava in litje umetnih mas v proizvodnji sta združena v geslo Umetne mase - oblikovanje.

Popravila umetnih mas pa so opisana pod geslom Umetne mase - popravila.

Umetne mase - oblikovanje Umetne mase praviloma oblikujemo brez odrezovanja. Končne izdelke dobimo iz:

- tekočih surovin
- plastično predelanih snovi (prah, zrnje - granulati, smole)
- polizdelkov (folije, palice, profili, plošče itd)

Najpomembnejši **OBlikovalni postopki**, gesla s podrobnostmi so modra:

1. Stiskanje s polimerizacijo (prešanje ali vulkanizacija v formah, glej tudi geslo Gumarstvo)
2. Termično oblikovanje (stiskanje, vakuum, globoki vlek, varjenje z ultrazvokom, blistering)
3. Iztiskavanje (ekstrudiranje)
4. Napihovanje v kalup
5. Plastično preoblikovanje, npr. valjanje, vlečenje
6. Ulivanje (litje):
 - tlačno litje
 - Brizganje v forme
 - Rotacijsko ulivanje votlih izdelkov
7. Sintranje
8. Zaščita s prevlekami iz umetnih snovi
9. Laminiranje s poliestrsko smolo

Umetne mase - popravila Postopki **POPRAVIL UMETNIH MAS** so naslednji:

1. Termično preoblikovanje termoplastov (upogibanje) je uporabno tudi pri serijskem delu.
2. Kitanje, velja za praske do 1 mm globine, glej geslo Kitanje umetnih mas. Prevelike debeline kitanja vodijo do **napetostnih razpok**.
3. Varjenje, glej geslo Varjenje umetnih mas.
4. Lepljenje, glej geslo Lepljenje umetnih mas.
5. Laminiranje, glej geslo Ročno laminiranje in Laminiranje s poliestrsko smolo (uporabno tako za popravila kot tudi za proizvodno delo).
6. Prekrivanje in tesnenje, glej geslo Umetne mase - prekrivanje in tesnenje.

Nekateri od zgoraj navedenih postopkov se seveda lahko uporabljajo tudi za tehnologijo predelave umetnih mas, npr. varjenje, lepljenje itd..

Vakuum Teoretično: prazen prostor, kjer ni nikakršne snovi. V tehniki pa je vakuum omejen prostor, kjer je tlak nižji od atmosferskega, običajno je tlak zelo znižan. Mnogi pomembni tehnološki postopki potekajo v vakuumu. Prim. Tlak.

Vakuumska stiskalnica → Termično oblikovanje. **Varjenje plastičnih mas** → Varjenje umetnih mas. **Varjenje umetnih mas** Varimo lahko samo termoplaste. Postopki:

- ekstrudersko varjenje,
- plamensko varjenje termoplastov,
- varjenje s trenjem,
- varjenje umetnih mas s kovinskimi sponkami,

- varjenje z laserjem,
- varjenje z ultrazvokom,
- varjenje z vročim orodjem,
- varjenje z vročim zrakom,
- visokofrekvenčno varjenje itd.

Varjenje umetnih mas s kovinskimi sponkami Zvito žico natakemo v električni spajkalnik in jo zagrejemo:

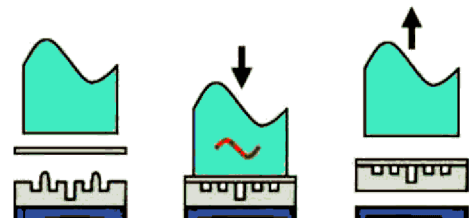


Ko je žica dovolj vroča, z njo raztalimo termoplast in jo pustimo na neki globini. Nato spajkalnik odklopimo od žice. Ko se umetna masa ohladi, je tako nastali spoj običajno dovolj močen, da vzdrži obremenitve. Po potrebi lahko z vročim orodjem še dodatno zatesnimo zvarni spoj.

Varjenje z ultrazvokom Visokofrekventno mehansko nihanje osnovnega materiala se spreminja v toplotno energijo, ki zadostuje za taljenje tanjših varjencev. Amplituda nihanja znaša 20 - 40 µm, frekvenca pa 20 - 35 kHz.

Fizikalno pojasnilo: visokofrekventno mehansko nihanje povzroči trganje vezi med molekulami oziroma med atomi, po prenehanju vibracij pa se vzpostavijo nove vezi.

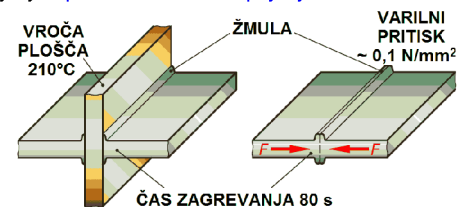
Postopek: oba varjenca stisnemo močno skupaj, da dosežemo dober spoj in porušimo oksidno kožico na obeh ploskvah. Pritisk dosežemo hidravlično, pnevmatično ali z elektromagnetom. Varjenec leži na togi podlagi, nanj pa pritiska elektroda, ki je prosto vezana z izvorom mehanskega nihanja. Tako pripravljenemu varjencu dovedemo preko elektrode energijo v obliki ultrazvoka na mesto varjenja, nihanje pa se prenaša na oba varjenca.

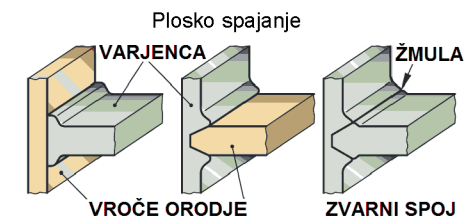


Uporaba: po opisanem postopku lahko varimo jeklo, Cu, Co-Zn, Al, Ag in zlitine, Ti, Mg, Au, W in njihove zlitine. Varimo lahko tudi nekovine: plastične mase, keramiko, steklo, tudi v kombinaciji s kovino. Ta postopek varjenja se pogosto uporablja za serijsko varjenje plastične embalaže, tudi pri pakiranju izdelkov z visokimi zahtevami (medicinski pripomočki, farmacevtska industrija - npr. tablete v mehurčastih ovojih oz. blisterjih). Razl. visokofrekvenčno varjenje.

Varjenje z vročim orodjem Postopek varjenja nekaterih umetnih snovi: mehki PVC (~250°C), polietilen PE (200-250°C), polimetakrilat PMMA (350-400°C), poliamid PA (240-280°C). Sin. vročeelementno varjenje.

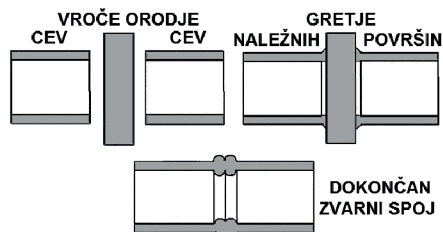
Varjenca je treba najprej dobro očistiti - tudi površino je treba postrgati, da očistimo škodljivo oksidno plast. Nato zagrejemo vroče orodje (kladivasti ali koničasti lotalnik, vročo ploščo ipd.). Očiščena varjenca iz umetne mase pritisnemo na vročo ploščo. Ko se na obeh varjencih naredi žmula, sta dovolj zmeščana. Takrat je treba vroče površine obeh varjencev hitro odmakniti in stisniti skupaj. V glavnem obstajata dve tehniki tvorstnega spajanja - plosko in klinasto spajanje:



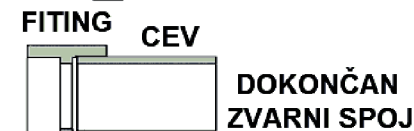
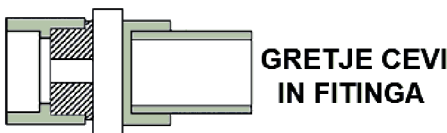
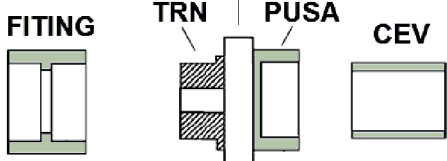


Klinasto spajanje

Opisana postopka se pogosto uporabljata za varjenje plastičnih cevi in plošč:



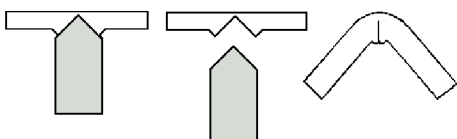
VROČE ORODJE



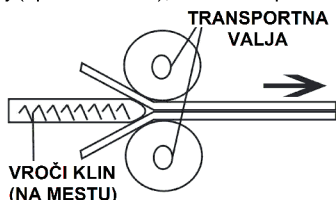
Razpoke pa varimo z vročim orodjem tako:

- najprej raztalimo plastiko okrog razpoke in vanjo potopimo kovinsko (Al) mrežico
- z vročim orodjem poravnamo površino in nato pustimo, da se poškodovani del ohladi
- če plastiko še barvamo, tedaj bo Al mrežica nasproti pobarvane površine, da barva ne bo pokala, je potrebno razpoko na strani barvanja še zavariti, najbolje z vročim zarkom

Upogibno varjenje z vročim orodjem pa je že podobno preoblikovanju:



Varjenje z vročim klinom pa se uporablja za varjenje folij (npr. za ribnike), strešnih lepenk in trakov:



Varjenje z vročim zrakom Postopek varjenja nekaterih umetnih snovi. Zrak ogrevamo **električno** ali **s plinskim gorilnikom**. Puhalca (fen, toplotna pištola) mora omogočati nastavev temperature izhajajočega vročega zraka vsaj do 700°C in pretok zraka 250 l/min in več. Moč take naprave znaša od 1600 do celo 3000 W.

Varimo **samo termoplaste**: trdi in mehki PVC (250-350°C), polietilen PE (190-250°C), polimetilmetakrilat PMMA (pleksi steklo, akrilno steklo - akrili, 350-400°C in vroč zrak z 0,2 - 0,8 bar nadtlaka), poliamid PA (varjenje z N₂, 250-350°C).

Električno varjenje z vročim zrakom:

1. Najprej dobro **preščetkamo** (z žičnato krtačo) in

pobrusimo mesto, ki ga bomo varili. Odstraniti moramo ves stari nalič. Robove je potrebno za varjenje pripraviti: obrezati, piliti, poskobljati. Tik pred varjenjem ostrgamo oksidno plast z nožem, ker površine ne smemo razmaščevati s kemičnimi sredstvi

2. Poznati moramo **osnovni material**, da bomo dodajali enak material in da bomo nastavili pravo temperaturo vročega zraka.

Material se mora raztaliti in ne prežgati. Previsoko temperaturo prepoznamo tudi po vonju: plastika smrdi, če jo zažgemo.

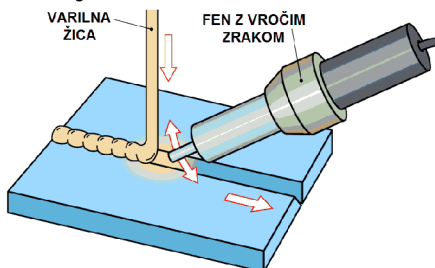
Vedno varimo **s tiste strani**, na kateri bomo **našali nalič** - torej z zunanje, z vidne strani. Če bomo varili nasprotno (nevidno) stran, bo nalič na vidni strani morda pokal ali pa bo vidna črta.

3. S fenom grejemo **varilno žico** in **pot pred varilno žico** tako, da s fenom **krožimo** okrog mesta varjenja. Na ta način oba dela (obdelovanec in varilno žico) grejemo hkrati do varilne temperature. Materiala se bosta povezala samo, če bosta imela vsaj **približno enako temperaturo**.

Varilno žico med varjenjem rahlo **vrtimo sem in tja z roko**, da preverjamo, če se je žica zmeščala. Ko je varilna žica testasta, jo s konstantno silo in pod kotom 90° potiskamo v režo oziroma v zvarni žleb. **Varilno žico**, ki se raztali, **ne vlečemo**, temveč jo **samo** segrevamo in narahlo **pritiskamo** na razpoko.

4. Hlajenje plastike lahko pospešimo s pihanjem. Ko se plastika strdi, jo **dodelamo** s strgalom, z vibracijskim brusilnikom ali z ličarsko pilo, dokler ne dobimo dovolj gladke površine.

5. Varjenje umetnih mas zahteva precej ročnih spretnosti. **Ko smo končali**, varilni aparat ohladimo: temperaturo nastavimo na stopnjo 0, **stikala za pretok zraka** pa **ne izklopimo**. Pustimo, da aparat **nekaj minut deluje** - da ne bi prežgali žičk v grelniku zraka.

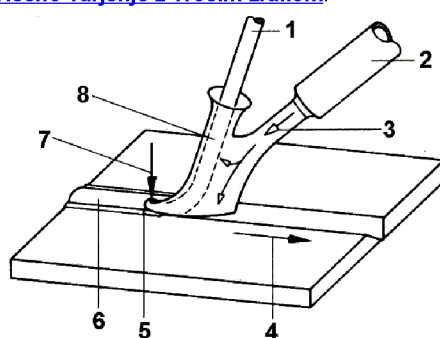


Trde termoplaste varimo z eno ali z več potezami, kot kovine. Tako varimo cevi, cevne priključke, kadi za kisline in luge itd. Varjenje je **primerno za debelejšje materiale**. Hitrost tega načina varjenja znaša 3-18 m/h. Trdnost zvara mora biti večja od 60% trdnosti osnovnega materiala, možno pa je doseči celo 90%.

Mehke termoplaste varimo z enim samim varkom, zato je največja debelina osnovnega materiala 5 mm. Dodajna žica je premeška, da bi jo vtiskovali v zvarni žleb, zato jo v žleb polagamo in nato vtisnemo **z valjčkom**. Tako varimo obloge za pode v stanovanjih in vozilih.

Zaradi velikih stroškov se umetne mase vse manj varijo in vse več lepijo. Nekatere termoplaste (npr. PTFE) je možno variti le teoretično, v praksi pa se jih vari le redko. Sploh pa se ne morejo med seboj zvariti različni termoplasti, če je eden del amorfen, drugi pa vsaj delno kristaliničen.

Vlečno varjenje z vročim zrakom:

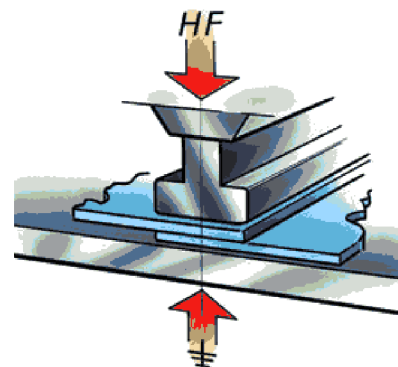


1 varilna žica 2 izvor vročega zraka (varilna pištola) 3 vroči zrak 4 smer varjenja 5 gladina konica 6 zvar 7 pritiska sila 8 nastavek za hitro varjenje

Naprava za varjenje z vročim zrakom se lahko uporabi tudi za **odstranjevanje nalepk**.

Prim. Plamensko varjenje umetnih mas.

Visokofrekvenčno varjenje Nastavev za varjenje lahko primerjamo s kondenzatorjem, v katerega je vložen dielektrik, npr. varjenec iz plastične mase. Zaradi **visokofrekvenčnega električnega polja** pride do nihajna dipolov. To nihanje se spreminja v toploto. Več toplote se razvije pri višji frekvenci.



Običajno varimo s frekvenco 27,12 MHz in z valovno dolžino 11 m. Varimo le termoplaste (PVC in PA), ki kažejo dielektrične izgube $\tan \delta > 0,01$. PE, PP in PS ne moremo variti zaradi prenizkih vrednosti za $\tan \delta$ (pod 0,01).

Vročje lepljenje Postopek, ki omogoča spajanje in tesnenje različnih materialov. Najpogostejša uporaba te tehnologije je na področju pakiranja oziroma spajanja kartonske embalaže.

Naprava za vroče lepljenje je sestavljena iz:

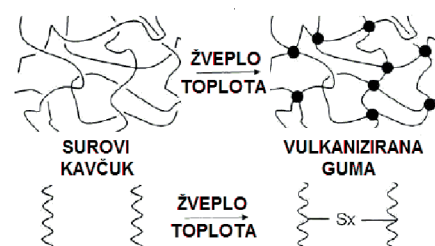
- talilne enote, v kateri se lepilo v obliki granulata ali lepilnih palic stali v tekoče stanje
- aplikacijske glave, s pomočjo katere nanašamo lepilo na izdelek

Material za vroče lepilo je lahko **EVA**, **PO poliolefin**, **PA poliamid**, **PVC**, **PE** (HDPE) in **PET**. Podrobneje glej Ekstrudersko varjenje.

Vulkanizacija Postopek, v katerem kavčuk obdelajo tako, da postane **odporen proti atmosferskim** in **kemičnim vplivom** ter **mehansko vzdržljiv**. Proces je odkril in patentiral Charles Goodyear leta 1844. Večina elastomerov se izdeluje z vulkanizacijo, le nekaj tipov termoplastičnih elastomerov se izdeluje brez vulkanizacije.

Vulkanizacija je praviloma nepovratna reakcija. Surovi ali sintetični kavčuk **segrevajo z žveplom** ali z dižveplovim dikloridom S₂Cl₂ in s polnilni. Temperatura je odvisna od vrste gume in znaša do 160°C. Pri tem pride do zamreženja dolgih molekul kavčuka, ki izgubi plastične lastnosti. Kemična sprememba ne nastane v trenutku, temveč zahteva svoj čas. Nastane **guma**, ki se odlikuje po prožnosti, trpežnosti in se težko trga.

Žveplo in vročina sta povezana z Vulkanom, rimskim bogom ognja in od tod ime vulkanizacija.



Prim. NR, Brizganje v forme.

Zaščita s prevlekami iz umetnih snovi Glej Prevleke iz umetnih mas.

SEZNAM UPORABLJENE LITERATURE

1. Richar Fischer **Motorno vozilo**. Ponatis. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije d.d., 2014. ISBN 978-961-251-252-1
2. Fischer, R.; Gscheidle, R.; Gscheidle, T.; Heider, U.; Hohmann, B.; Huet, A.; Keil, W.; Lohuis, R.; Mann, J.; Schlögl, B.; Wimmer, A.; Wormer, G. **Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik**. 30. natis. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2013. ISBN 978-3-8085-2240-0
3. Fischer, R.; Gscheidle, R.; Heider, U.; Hohmann, B.; Keil, W.; Mann, J.; Schlögl, B.; Steidle, B.; Wimmer, A.; Wormer, G. **Fachkunde Karosserie-und Lackiertechnik**. 1. natis. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2006. ISBN 987-3-8085-2151-9
4. Fritsche, C.; Fritsche, H.; Kolbinger, J.; Küspert, K.; Lindenblatt, G.; Morgner, D.; Paus, T.; Schmidt, A.; Schwarze, F. **Kunststofftechnik: Lernfelder 1 bis 14**. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2010. ISBN 978-3-8085-1383-5
5. Bergner, O.; Dambacher, M.; Frömmer, G.; Gresens, T.; Lohr, J.; Kretzschmar, R.; Morgner, D.; Wieneke, F. **Metalltechnik**. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2009. ISBN 978-3-8085-1495-5
6. Dillinger, J.; Escherich, W.; Güntner, W.; Heinzler, M.; Ignatowitz E.; Oesterle, S.; Reißler, L.; Stephan, A.; Wetter, R. **Fachkunde Metall**. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2010. ISBN 978-3-8085-1156-5
7. Bovard A. **Karoserija in avtoličarstvo**: Praktični tečaj za poklicne avtomobilske mehanike. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1980. Ni podatka o ISBN
8. Vučko, I. **Popravila karoserij: tehnologija za poklic avtoklepar**. Ljubljana: Center za poklicno izobraževanje, 2002. ISBN 978-9-6190-1268-0
9. Zupančič D. **Označevanje materialov: jekla in železove litine**. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1998. ISBN 961-6238-10-8
10. Kostajnshek A. **Snovanje in konstruiranje 2: Učbenik za 2. letnik predmeta Snovanje in konstruiranje v programu Strojni tehnik**. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije d.d., 2005. ISBN 86-365-0467-8
11. Kostajnshek A. **Snovanje in konstruiranje 3: Učbenik za 3. letnik predmeta Snovanje in konstruiranje v programu Strojni tehnik**. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije d.d., 2005. ISBN 86-365-0567-3
12. Kosmač, J. **Odrezavanje: Učbenik za modul Obdelava gradiv v programu Strojni tehnik**. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije d.d., 2010. ISBN 978-961-251-186-9
13. Begeš, J. **Tehnologija spajanja in rezanja**. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1985. Ni podatka o ISBN

Avtor Ferdinand Humski

TEHNOLOGIJE POPRAVIL

Imena nosilcev avtorskih pravic: Ferdinand Humski

Elektronska izdaja, avgust 2019

Samozaložba Ferdinand Humski, Volkmerjeva cesta 22, 2250 Ptuj

Publikacija je brezplačna in prosto dostopna vsem uporabnikom

Spletna lokacija publikacije: <http://strojna.scptuj.si>

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
COBISS.SI-ID=301521920
ISBN 978-961-290-427-2 (pdf)