

Hladno preoblikovanje kovin v industriji avtoelektrike

UDK: 669-124.3
ASM/SLA: F, 1—67

B. Brezigar, I. Kenda, I. Kodrič, Z. Repič

Uvedba tehnologije hladnega preoblikovanja v industrijo avtoelektričnih izdelkov je zahtevala intenzivno delo na treh področjih: materiali in toplotna obdelava, orodja in faze izdelave ter površinska priprava. Članek nam poleg opisa tehnologije podaja predvsem nekaj praktičnih izkušenj s tega področja.

Pojavlja se potreba po organiziranem sodelovanju proizvajalcev surovin, izdelovalcev orodij in predelovalcev, ker bi lahko na ta način najlažje premostili začetne težave.

Industrija avtoelektrike je zasledovala izdelavo sestavnih delov drugod po svetu že od vsega začetka proizvodnje. Tako so se v začetku šestdesetih let začeli pojavljati v avtoelektričnih agregatih nekateri sestavni deli, ki so bili izdelani s hladnim stiskanjem. Uvedba takih delov je pomenila ponovnostavitev in izboljšanje konstrukcije. Zato smo tudi pri nas polagoma začeli razmišljati o tem. Vendar pa pogoji v šestdesetih letih za uvedbo te tehnologije pri nas niso bili dovolj zreli. Naša proizvodnja je razmeroma majhna, saj je pač rasla skupaj z domačo motorno industrijo. Serije posameznih izdelkov so bile majhne, izdelki so se med sabo močno razlikovali. Prav tako pa tudi nizka akumulativnost ni dovoljevala večjih vlaganj v raziskavo in preizkušanje novih tehnologij. Za uvedbo hladnega kovanja pa je bilo treba izpolniti nekaj pogojev, od katerih je rentabilnost eden najvažnejših.

S projektom izgradnje obrata za proizvodnjo zaganjalnikov za osebna vozila, ki ima kapaciteto pol milijona izdelkov na leto, je bila izpolnjena večina teh pogojev. Poenotena konstrukcija izdelkov z enakimi sestavnimi deli je dala rentabilno letno količino hladno kovanih delov. O plasmanu odkovkov izven naše delovne organizacije takrat nismo razmišljali, saj nismo vedeli, koliko časa bodo trajale »otroške bolezni« nove tehnologije. Obenem pa sorodne industrije niso kazale preveč zanimanja za hladne odkovke. Obseg nove investicije je tudi omogočil nakup potrebne opreme in orodij, saj so pri tej tehnologiji že na začetku potrebna velika kapitalna vlaganja.

Da smo se tako odločili, je mnogo prispeval tudi pokojni dipl. ing. Marjan Lavrenčič, dolgoletni vodja tehnološkega razvoja kranjske Iskre in predavatelj na Fakulteti za strojništvo. Prenesel nam je svoje izkušnje in pomagal navezati stike z nosilci te tehnologije v tujini.

Ko je bila sprejeta odločitev za novo tehnologijo, smo začeli intenzivno delati na treh bistvenih področjih:

1. materiali in toplotna obdelava
2. orodja in faze izdelave
3. površinska obdelava

Kar se tiče izbire stiskalnic in stroja za sekanje surovcev, smo se naslonili na izkušnje in sugestije izbranega dobavitelja, saj sami na tem področju nismo mogli dobiti podatkov pri uporabnikih.

Pričujoči prispevek smo zato tematsko razdelili na omenjena področja, pri čemer je vsak član našega tima obdelal svoje področje. Poudariti velja, da nimamo namena ukvarjati se splošno s hladnim stiskanjem jekla in teoretskimi osnovami, saj je o tem že napisano mnogo knjig in člankov, zlasti v tuji literaturi. Naš namen je opisati probleme in rešitve pri izdelavi hladno kovanih delov za naše izdelke ter opozoriti na nujnost tesnejše povezave vseh, ki sodelujejo v tem procesu: železarji, proizvajalci opreme, orodjarji, proizvajalci kemikalij in predelovalci.

Materiali

Materiale za hladno oblikovanje delimo v tri glavne skupine:

a) jekla, primerna za sestavne dele, ki naj imajo minimalno preoblikovalno trdnost k_f , z malo ali nič poudarka na mehanski trdnosti. Sem štejejo najmehkejša jekla z največ 0,1 % C in minimalno vsebnostjo drugih elementov;

b) jekla, kjer je potrebno s hladno deformacijo doseči večjo mehansko trdnost. To so jekla z okoli 0,1 % C in 0,5 % Mn, ki lahko po stiskanju dosežejo natezno trdnost do 625 N/mm²;

c) jekla za sestavne dele, ki morajo vzdržati velike obremenitve. Ta jekla morajo poleg zadovoljive preoblikovalnosti imeti tudi zadostno vsebnost ogljika in legirnih elementov. Te sestavine omogočajo doseganje zadovoljive trdnosti, žilavosti in odpornosti proti obrabi, seveda s primerno toplotno obdelavo po hladnem stiskanju.

Brezigar Boris, met. teh. — tehnolog termične obdelave in hladnega preoblikovanja. ISKRA Nova Gorica

Kenda Ivan, dipl. inž. — tehnolog hladnega preoblikovanja.

Kodrič Ivan, inž. — projektant, vodja skupine.

Repič Zvonko, dipl. inž. — direktor TOZD MZ.

Naši hladno stiskani deli spadajo v prvo in tretjo skupino. Za dele, kjer mehanske lastnosti niso bistvene, uporabljamo jeklo JMP 10. Za dele, kjer zahtevamo določeno trdnost in odpornost proti obrabi, uporabljamo jeklo Č 4320.

Jeklo JMP 10 je za naše potrebe razvila Železarna Jesenice iz standardnega jekla Č 1121. Omenjeno jeklo ima nižjo vsebnost ogljika C, Si, P in tudi ostalih spremljajočih elementov ter nekovinskih vključkov. Je posebej pomirjeno in odporno proti staranju. Dobavno stanje je normalizirano in hladno vlečeno v toleranci h 11. Valjan material zaenkrat ne pride v poštev, ker bi se surovci preveč razlikovali v teži. V dobavnih pogojih so definirane tudi mehanske lastnosti in preoblikovalna sposobnost. Dobavljeno jeklo trenutno zadovoljuje glede kvalitete, doseči pa bo treba še nižjo preoblikovalno trdnost. Specializirani proizvajalci takih jekel v tujini so že razvili posebna jekla z veliko preoblikovalno sposobnostjo (v Nemčiji Ma 6, v Italiji Ca 10). Posebne zahteve pri teh jeklih se postavljajo za oksidne in sulfidne vključke ter vsebnost Cr in Cu. Dalje se zahteva dobra kvaliteta površine, da pri velikih deformacijah ne pride do razpok. (Manjša globina risov kot po JUS, brez uvaljane škaje).

Za trdnostno in površinsko obremenjene dele uporabljamo jeklo Č 4320. Te dele smo prej izdelovali na stružnih avtomatih iz paličnega jekla kvalitete Č 4721 z dodatkom žvepla. To jeklo pa za hladno stiskanje naših delov ni posebno primerno, ker ima previsoko deformacijsko trdnost. Zato smo preizkusili ter ugotovili, da ustreza jeklo Č 4320.

Ravnokar potekajo nadaljnji preizkusi, da bi jeklo Č 4320 zamenjali z jeklom Č 4120, ki ima boljšo preoblikovalnost. Razliko v mehanskih lastnostih pa bi nadoknadili z boljšo toplotno obdelavo po stiskanju.



Slika 1

Retortne peči za toplotno obdelavo odkovkov

Fig. 1

Retort furnaces for heat treatment of cold formed parts

Toplotna obdelava

Opremo za toplotno obdelavo stiskancev (slika 1) nam je dobavila firma Aichelin in sestoji iz dveh vertikalnih retortnih peči, ohlajevalne naprave, naprave za vakuumiranje in razvijalca zaščitnega plina. Peči in razvijalec so kurjene s plinom. Retorte so opremljene z ventilatorji za mešanje atmosfere, da je izenačevanje temperature hitrejše. Peči krmili programski regulator, ki omogoča poljubno hitro ohlajanje šarže. Maksimalna teža šarže je 1200 kg.

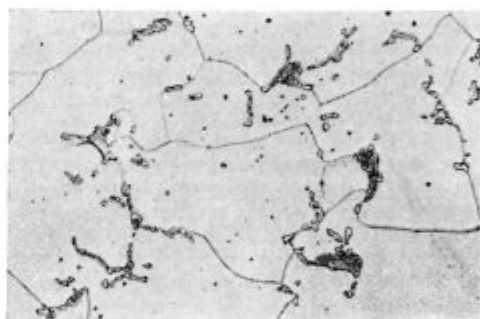
Šaržo pred segrevanjem vakuumiramo in nato uvajamo zaščitni plin. V pečeh se izvaja segrevanje, zadrževanje na temperaturi in kontrolirano ohlajanje, v hladilni napravi pa se nadaljuje nekontrolirano ohlajanje.

Izvajamo tele postopke:

mehko žarjenje, vmesno žarjenje in normalizacijo.

Mehko žarjenje je sorazmerno draga operacija, zato običajno ne žarimo jekla do popolne sferoidizacije, razen v primerih, ko je preoblikovalna trdnost materiala na meji vzdržljivosti orodja.

Sferoidizacijo izvajamo s segrevanjem na 690° C, zadrževanjem 4 ure na tej temperaturi in ohlajanjem. Č 4320 ohlajamo kontrolirano na

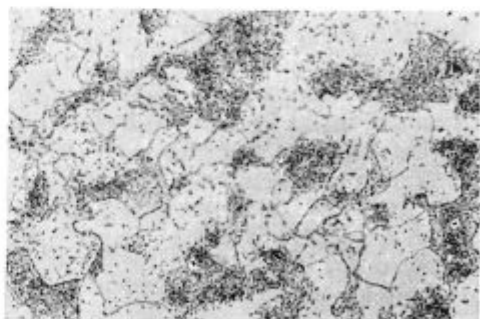


Slika 2

Struktura jekla JMP 10 po sferoidizaciji povečava 500 × 500 ×

Fig. 2

Structure of JMP 10 steel after spheroidisation. Magnification.



Slika 3

Struktura jekla Č 4320 po sferoidizaciji povečava 500 × 500 ×

Fig. 3

Structure of Č 4320 steel after spheroidisation. Magnification.

550° C s hitrostjo 15° C/h, naprej pa ohlajamo nekontrolirano. Jeklo JMP 10 ohlajamo nekontrolirano direktno z žarilne temperature.

Medfazno žarjenje, oziroma rekristalizacijo izvajamo na temperaturi 670–690° C.

Naj omenimo še, da zadnjo fazo dela, lonček pred reduciranim vlekrom, žarimo na boljšo obdelovalnost in ne na najboljšo preoblikovalnost.

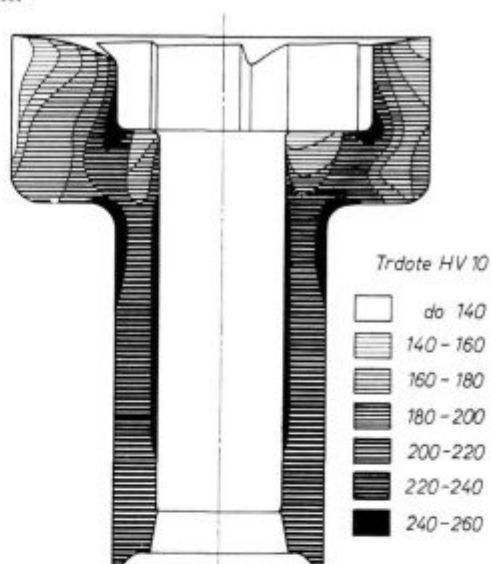
Vzdržljivost orodja je kljub temu zadovoljiva, odrezovanje pa tudi ne dela težav.

Orodja in faze izdelave

Vhodni material za odkovek ima razumljivo najvažnejšo vlogo na začetku procesa projektiranja orodja — to je pri določevanju načina preoblikovanja, števila preoblikovanih stopenj ter potrebne števila medfaznih žarjenj. Osnovne podatke dobimo iz krivulje deformacijske trdnosti materiala. Te vrednosti nato vskladimo s predhodnimi praktičnimi izkušnjami o vedenju materiala in silami, ki se pojavljajo pri različnih postopkih preoblikovanja.

Zaradi zahtevnega in razvejanega raziskovalnega dela, ki je potrebno v tej fazi dela, predvsem, ker si pri nas tehnologija hladnega preoblikovanja šele utira pot v industrijsko proizvodnjo, smo se že zgodaj povezali z nosilci ustreznih smeri na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani, z Metalurškim inštitutom ter Slovenskimi železarnami. Že od

vsega začetka smo naleteli na veliko razumevanje in podporo. Eden prvih rezultatov takega načina dela so poleg razvoja domačih jekel za preoblikovanje tudi raziskave, ki jih je za našo tovarno opravil Dr. Kveder z Metalurškega inštituta v Ljubljani.

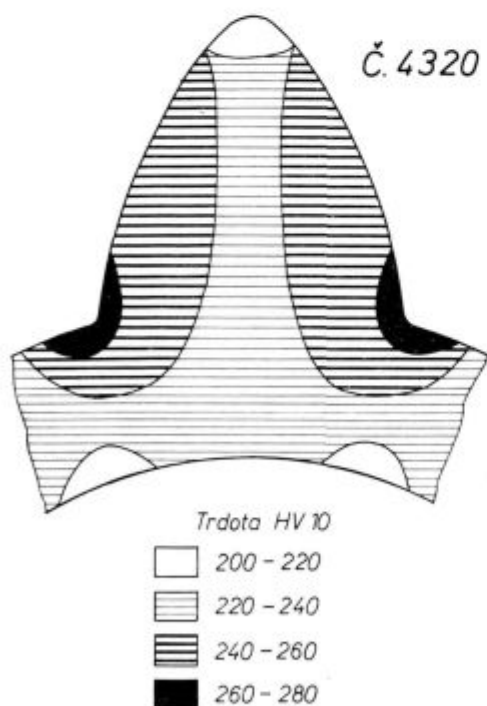


Slika 5

Utrditve materiala na prerezu pesta sklopke

Fig. 5

Work hardening of material on the cross section of the barrel



Slika 4

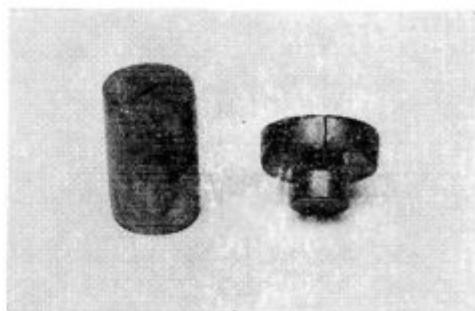
Prikaz utrditve materiala na zobu pastorka po predhodnem preoblikovanju

Fig. 4

Presentation of the work hardening of material on the pinion tooth after preliminary forming

Raziskave vzrokov pogostih lomov orodja, prikazanega na sliki 8, metalografskih posnetkov, ki so vključeni v ta prispevek, posebej pa še grafično zelo dognan prikaz porazdelitve trdot po stiskanju na naših zahtevnejših odkovkih (sliki 4 in 5) nam predstavljajo trdno osnovo za razjasnitev številnih, čisto praktičnih težav v proizvodnji.

Preoblikovalne lastnosti materiala, ki nam ga dobavlja Železarna Jesenice, so dokaj dobre, predvsem pa je kvaliteta glede na preoblikovalnost večji del na enaki višini. Tega pa ne moremo trditi za kvaliteto obdelave vlečenih palic. Napaki v materialu (slika 6), predvsem zavaljanost, povzročata



Slika 6

Napaki v materialu: zavaljenost in ostanek lukerja

Fig. 6

Faults in material: overlapping, sink hole remnant

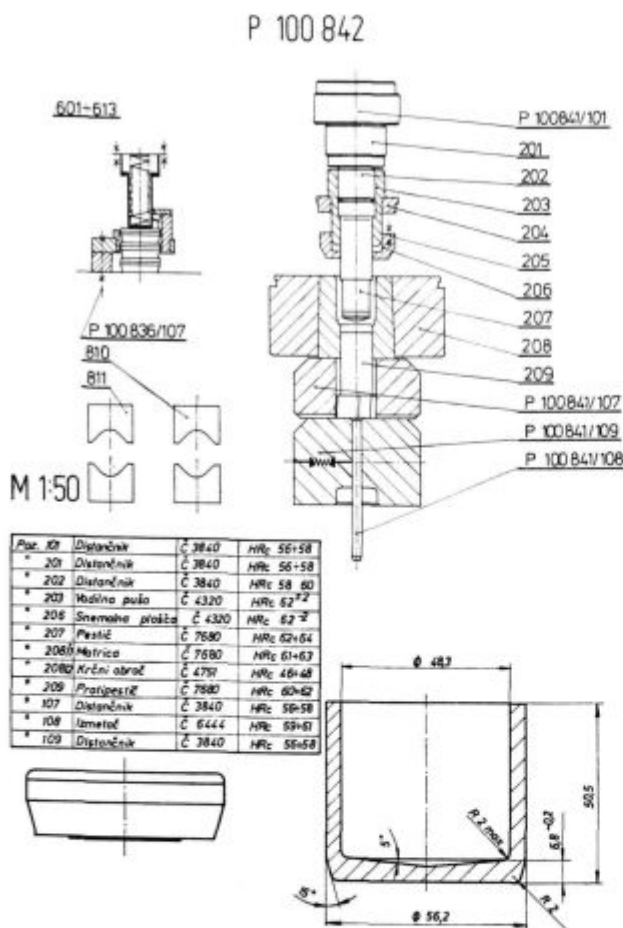
resne težave pri preoblikovanju. Surovec je seveda izmeten, poleg tega pa pretrgana fosfatna in mazalna plast na razpoki povzročita takojšnje lepljenje materiala na matrico.

Pri materialih za orodje smo v večini vezani na materiale točneje na orodna jekla, ki so trenutno na zalogi pri trgovski mreži. Posebno na področju razvoja hitroreznih jekel, primernih za hladno preoblikovanje, je skrajni čas, da se z usklajeno akcijo pri razvoju teh jekel med železarnami in predelovalno industrijo zagotovi nemoten razvoj tehnologiji hladnega preoblikovanja. Orientacija na uvožene materiale in dele orodij ne sme postati dolgoročna rešitev.

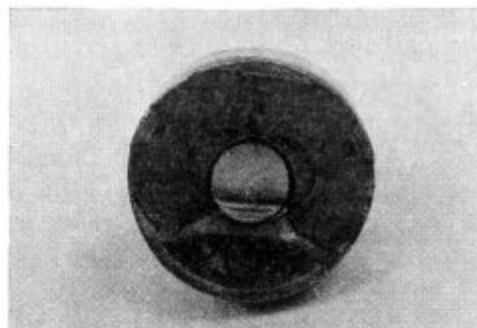
Konstrukcija, izdelava ter vzdrževanje orodja so vsekakor ključne točke pri procesu hladnega preoblikovanja. »Predimenzioniranja orodja«, za katerim se lahko skriva tudi nedodelana konstrukcijska rešitev, pri mnogih orodjih za hladno kovanje, enostavno ni mogoče uporabiti. Specifične obremenitve kritičnih delov orodja so mnogokrat tako visoke, da je le deset odstotkov razlike med delovnimi obremenitvami in obremenitvami, ki povzročajo lom orodja. Nekih splošno veljavnih pravil pri konstruiranju orodij, posebno večsto-

penjskih, ni mogoče utrditi. Edino, kar lahko z gotovostjo pričakujemo, so težave z novim orodjem pri poizkusni proizvodnji. Postopek hladnega preoblikovanja je sicer posebno v tuji literaturi zelo dobro teoretično obdelan, tudi v domači raziskovalni dejavnosti je opaziti nekaj tehtnih prispevkov, vendar nam lahko teoretične raziskave dajejo le splošne smernice. Izkušnje in praktični rezultat v proizvodnji pa dajo dokončno sodbo o novi konstrukciji. Na (sliki 7) je prikazana konstrukcija za — lahko bi rekli — klasičen način hladnega preoblikovanja, protismerno iztiskanje materiala. Na sestavnici so vneseni materiali, ki jih najpogosteje uporabljamo.

Osvajanje tehnologije izdelave orodij zahteva velika vlaganja v strojno opremo ter sposobne strokovnjake. Zasluga teamskega dela je, da nam je uspelo v razmeroma kratkem času toliko osvojiti tehnologijo izdelave orodij, da v domači orodjarni izdelujemo vse, tudi najzahtevnejše dele orodij. Priznati pa moramo, da nam je slaba kvaliteta domačih jekel nekajkrat predstavljala nerešljiv problem. Ker smo mnogokrat prisiljeni kupovati hitrorezna jekla od trgovske mreže celo brez atestov, je seveda kvaliteta teh jekel temu primerena. Slabi kvaliteti materiala se pridruži še nezanesljiva termična obdelava, ker v lastni tovarni še nimamo kalilnice za hitrorezna jekla. Napake se nato največkrat pokažejo šele v proizvodnji, ko se po nekaj udarcih na stroju orodje zlomi ali defor-



Slika 7
 Tipično enostopenjsko orodje za protismerno iztiskanje
 Fig. 7
 Typical one-station tool for backward extrusion



Slika 8
 Zlomljen oblikovni pestil. Vzrok je nepravilna porazdelitev karbidov v jeklu

Fig. 8
 Broken forming punch, caused by irregular distribution of carbides in steel

mira (slika 8). Vse to izredno podraži izdelavo, in kar je najtežje, povzroči zastoje v proizvodnji. V takih primerih smo prisiljeni iskati kratkoročne rešitve z naročanjem delov orodij v tujini, kjer nam lahko zagotovijo neoporečen material in termično obdelavo, prilagojeno potrebam orodij za hladno preoblikovanje.

Pri vtečenih orodjih postopoma zamenjujemo hitrorezna jekla s karbidnimi trdinami in smo ob dobrem sodelovanju domače industrije dosegli že lepe uspehe.

Površinska obdelava

Površinska obdelava stiskancev je zelo važna, saj je prav razvoj primernih mazil poleg ustreznih materialov za orodja največ pomenil za razvoj tehnologije hladnega kovanja.

Priprava površine sestoji iz fosfatiranja in nanaša mazalnega filma. Izbira maziva je po naših izkušnjah odvisna predvsem od stopnje deformacije in od oblike preoblikovanca. V proizvodnji uporabljamo za mazanje milo na stearatni bazi ter tekoče in suho mazivo na osnovi molibdenovega disulfida. Omenjeno milo se kot mazivo najbolj pogosto uporablja, pri zahtevnih delih pa je njegova uporabnost omejena z velikimi površinskimi tlaki in temperaturo, ker prihaja do trganja mazalnega filma. Druga nevsječnost pa je nabiranje odvečnega mila v zaprtih delih orodja, kar zahteva pogosto čiščenje orodja. Uporaba mila se je pokazala zelo ugodna pri reducirnem vleku in nakrčevanju z manjšo deformacijo.

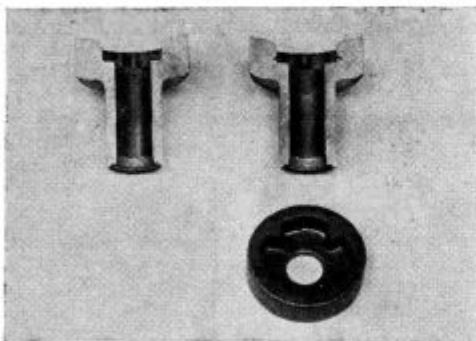
Težje probleme smo uspeli rešiti z mazivi na osnovi MoS₂. Ta maziva dobro mažejo tudi notranje površine votlih delov, prebitka maziva v orodju pa enostavno rešujemo z odpihovanjem. Na ta način smo uspeli zmanjšati eksplozije maziva, ki so se pojavljale pri protismernem stiskanju lončka in so neugodno vplivale na orodje in stroj.

Izkušnje so tudi pokazale, da kombinacija moli-kota in ustreznega olja ne pride v poštev tam, kjer so matrice deljene. Zaradi visokih tlakov pronica olje med sestavljene matrice in jih odpira.

Lep primer pravilne izbire maziva in postopka mazanja imamo pri oblikovanju pesta sklopke: (slika 9).

Z običajnim načinom mazanja je stalno prihajalo do trganja materiala pri dnu profila, s posebnim postopkom mazanja pa je problem odpadel.

Površinsko obdelavo izvajamo v bobnih na napravi domače izdelave. Dobavitelj na žalost še ni uspel usposobiti naprave za avtomatsko obratovanje, kar je pogoj za enakomerno kvaliteto. Zato delamo ročno, so pa rezultati malo slabši. Pogosto



Slika 9

Izbira pravilnega načina mazanja je odpravila razpoke na dnu profila

Fig. 9

Correct lubrication eliminated cracks in the section base

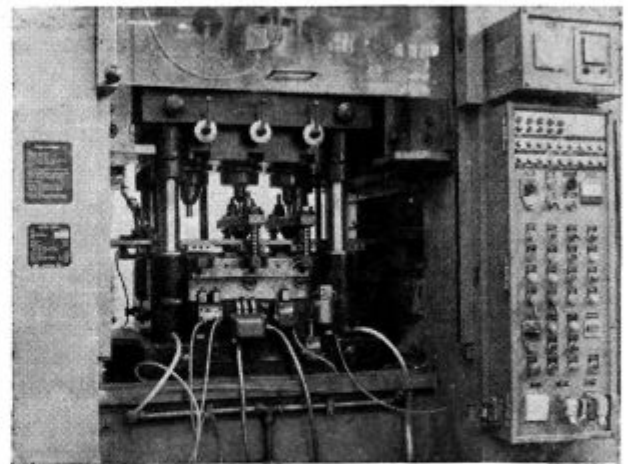
pa kontroliramo izrabljenost posameznih kopeli in temperaturo. Uporabljamo kemikalije domačih proizvajalcev za fosfatiranje, pri mazivih pa smo vezani na uvoz.

Strojna oprema

Za sekanje surovcev imamo posebne avtomatske škarje firme Komatsu Maypres. Škarje imajo priključen šaržer za palice in sortirno napravo za izločanje koncev palic. Hitrost odrezavanja je večja kot pri mehanskih stiskalnicah, zato je odrez bolj paralelen in točnejši. K boljšemu odrezu pripomore tudi pravilno izbran vhodni material: vlečena in normalizirana palična jekla. Na škarjah dosegamo precejšnjo točnost pri teži surovcev. Tako znaša toleranca pri 325 g težkem surovcu le + 0,5 g. Taka točnost je pri zaprtem preoblikovalnem orodju neobhodno potrebna. Vzdržljivost odreznih orodij je primerna, dosegamo okoli 40.000 kosov na eno brušenje.

Za stiskanje uporabljamo dve 630-tonski transferni stiskalnici. Stiskalnici sta izvedeni iz Mayevo kinematiko, ki omogoča manjšo hitrost paha v delovnem hodu, medtem ko je hitrost paha v praznem hodu pospešena. Na ta način so precej optimalno združeni velika produktivnost stroja in dobri pogoji za tečenja materiala.

Stiskalnice so opremljene z izmetači v mizi in v pahu. Postopek stiskanja je avtomatski, transport obdelovancev, gibanje paha in izmetačev so enotno krmiljeni. V krmilni krog so vključena varovala na vseh postajah, ki preprečujejo lom orodij zaradi nepravilnega transporta ali drugih motenj. Stiskalnice so opremljene z indikatorjem obremenitve, ki je v praksi zelo koristen pokazatelj spremenjenih pogojev stiskanja. Proti preobremenitvi so stiskalnice zavarovane s hidravlično



Slika 10

Orodni prostor stiskalnice OKN 630 z vgrajenim trostopenskim orodjem

Fig. 10

Tool seat in OKN 630 extrusion press with built-in three-station tool

varovalno napravo. Trenutno delamo na stiskalnicah z eno-dvo in trostopenjskimi orodji, možno pa je vgraditi tudi petstopenjsko orodje (slika 10). S povečanjem stopenj postane urejanje stroja izredno zahtevno in občutljivo, zanesljivost obratovanja pa pade.

Zaključek

Naš oddelek hladnega stiskanja danes kljub številnim težavam redno dobavlja odkovke za našo proizvodnjo avtoelektričnih agregatov. Težišče dela je sicer na jeklenih odkovkih, izdelujemo pa tudi stiskance iz aluminija in bakra (slika 11). Vendar problematika pri neželeznih delih še daleč ni tako obsežna kot pri jeklu. Trenutni obseg proizvodnje v oddelku hladnega oblikovanja znaša cca. 150 ton jeklenih odkovkov in cca. 30 ton Al in Cu delov na leto.

Za konec bi radi omenili še: potrebno je v državnem okviru ustanoviti telo, ki bo skrbelo za povezavo vseh udeležencev, katerih prispevek je pomemben za uspeh hladnega kovanja.

Povezati bo treba univerze, proizvajalce surovin, proizvajalce orodij, proizvajalce opreme in predelovalce. Večina industrijsko razvitih držav ima taka telesa, ki so včlanjena v mednarodni grupi za hladno kovanje s sedežem v Parizu.



Slika 11
Izbor hladnih stiskancev
Fig. 11
Selection of cold formed parts

V okviru te grupe si izmenjujejo izkušnje in izdajajo posebni standardi, ki olajšujejo reševanje problemov.

Verjamemo, da bi z organiziranim sodelovanjem lažje prebrodili začetne težave, saj skupaj z nekaterimi drugimi podjetji orjemo ledino na področju masivnega stiskanja jekla v Jugoslaviji, če izznamemo proizvodnjo vijačnega materiala, ki je specifična.

ZUSAMMENFASSUNG

Grosse Serien ähnlicher Erzeugnisse haben die Einführung der Kaltverformungstechnologie in unserer Produktion ermöglicht.

Für Teile wo mechanische Eigenschaften nicht von wesentlicher Bedeutung sind, wird der Stahl JMP 10 angewendet, Teile wo eine höhere Festigkeit und Abriebfestigkeit verlangt wird, werden aus einem CrMn Einsatzstahl C 4320 geformt, beide Stahlsorten sind kaltgezogen.

Die Wärmebehandlung der Presslinge wird in einer Schutzgasatmosphäre in einem senkrechten Retortenofen durchgeführt.

Das Weichglühen wird bei einer Temperatur von 690° C und langsamer Abkühlung bis 550° C, und die Zwischenglühung auf einer Temperatur von 670° C bis 690° C durchgeführt.

Die Verformungseigenschaften des Materials sind zufriedenstellend. Schwierigkeiten verursacht eine unste-

tige Oberflächenbeschaffenheit der gezogenen Stäbe. Die Werkzeuge sind aus einheimischen Werkzeugstählen gefertigt, und die Gesamtwerkzeugfertigung ist in der eigenen Werkstatt eingenommen worden.

Ein qualitätsmässiges Schmiermittel ist für ein erfolgreiches Verformen von entscheidender Bedeutung. In der Produktion wird Seife auf Stearatbasis und ein fließendes und ein trockenes Schmiermittel auf Grund des Molybdändisulfides angewendet. Die Anwendung der Seife ist durch die hohen Oberflächenspannungen und hohe Temperatur begrenzt.

Um die Anfangsschwierigkeiten leichter zu überbrücken, wäre es nötig, die Hersteller der Rohstoffe und der Werkzeuge, die Verarbeiter und die Universitäten enger zu verbinden, um die Probleme zusammenstimmend zu lösen.

SUMMARY

Great series of similar products enable to introduce cold forming also in this industrial branch. For parts where mechanical properties are not essential JMP 10 steel is used while parts with higher demands for strength and wear resistance are made of C 4320 steel. Both steel qualities are cold drawn. Heat treatment of extruded parts takes place in vertical retort furnaces in controlled atmosphere. Spheroidation is achieved at 690° C with consequent slow cooling to 550° C and intermediate annealing between 670 and 690° C.

Workability of material is satisfactory, difficulties

occur because of inconsistent quality of treated drawn bars. Tools are made of domestic tool steel, and they are completely manufactured in our own tool plant.

Correct lubrication is essential for successful working. Stearate soap, and liquid and solid lubricants of molybdenum bisulphide are used. Application of soap is limited with high surface pressures and temperature. In order to overcome initial difficulties more successfully, coordinate cooperation between the university institutions, raw material producers, tool makers, and steel consumers is demanded.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большинство серий подобных изделий нам дали возможность ввести в наше производство технологию холодной деформации.

Детали, при которых механические свойства не представляют существенное значение изготавливаются из стали марки JMR 10, между тем для деталей повышенной вязкости и износостойкости служит сталь марки S 4320. Обе марки стали подвергаются холодному волочению.

Термическая обработка прессованных продуктов выполняется в защитной атмосфере в вертикальных ретортных печах. Сфероидизация выполнялась при t -ре 690° , медленное охлаждение до 550° , а отжиг при дальнейшей обработке при t -рах 670 — 690° С.

Способность материала к деформации удовлетворительна; затруднение представляет только непостоянность качества обра-

ботки волочильных прутков. Инструменты изготовлены из домашней инструментальной стали, также приготовление инструментов усвоено в домашнем цехе.

Существенное значение для достижения хорошей деформации представляет качество выполнения смазки. В производстве употребляли стеариновое мыло и жидкие и сухие смазки на базе дисульфида молибдена. Употребление мыла ограничено вследствие высокого поверхностного давления и вследствие высокой температуры.

Для успешного преодоления начальных затруднений было бы необходимо более тесная связь между университетом, производителями сырья и инструментов, также и с исполнителями переработки и, таким образом совместным сотрудничеством выполнять возникшие вопросы.