

Nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih

Nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih so sestavni del velike družine nerjavečih jekel in v precejšnji meri razširjajo območje uporabnosti le-teh. V Železarni Jesenice so bile osvojene vse tri osnovne vrste teh jekel: avstenitno, feritno in martenzitno.

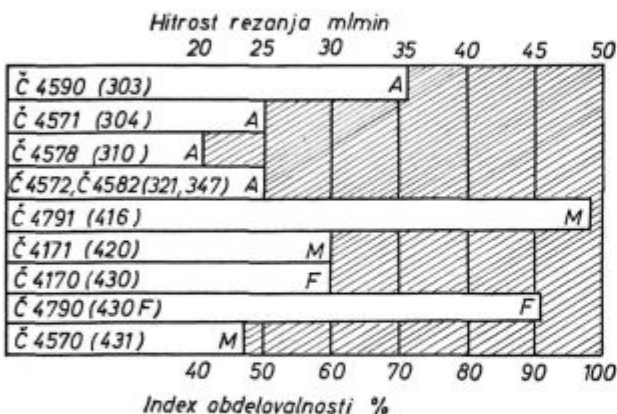
Domača industrija troši zaenkrat relativno male količine nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih, kar menimo, da je predvsem posledica slabega poznavanja uporabnosti in prednosti teh jekel v določenih pogojih preoblikovanja z odrezovanjem.

Namen tega sestavka je opozoriti na zelo zanimivo problematiko osvajanja teh jekel ter obenem s tem prikazati njihove glavne fizikalno-kemične lastnosti.

UVOD

Uporabnost nerjavečih jekel je pogojena z njihovo korozijsko obstojnostjo, mehanskimi lastnostmi, sposobnostjo utrjevanja ter plastičnostjo jekla. V slučaju, ko se jeklo obdeluje na obdelovalnih strojih z odrezovanjem, pa nastopi kot odločujoči faktor tudi sposobnost jekla za obdelavo.

Z odrezovanjem je mogoče obdelovati vse vrste nerjavečih jekel, vendar pa je večina le-teh slabo obdelovalna in se nerjaveča jekla lahko obdelujejo pri ekonomskih hitrostih rezanja, ki so manjše od 30 m/min. (sl. 1)



Slika 1

Primerjava obdelovalnosti standardnih nerjavečih jekel (etalon avtomatsko jeklo B 1112 = 100 %)

(Članek je predelan avtorjev referat na IV. Savjetovanju proizvodnog mašinstva, Sarajevo, 1968)

Avstenitna jekla se relativno težje obdelujejo kot feritna in martenzitna, ker so v gašenem stanju lepljiva in tvorijo pri rezanju trakaste ostružke.

Smisel razvoja avtomatskih nerjavečih jekel je torej v tem, da se s poboljšanjem obdelovalnosti sicer slabo obdelovalnih nerjavečih jekel poceni obdelava strojnih delov, ki morajo biti zaradi zahtev po dobri korozijski obstojnosti iz nerjavečega jekla.

Obdelovalnost nerjavečih jekel poboljšamo z dodatkom t.i. avtomatskih dodatkov, predvsem žvepla in selena. Ti elementi poboljšajo obdelovalnost jekla s tem, da tvorijo nemetalne vključke — sulfide in selenide — ki zmanjšujejo trenje pri rezanju in povzročajo tvorbo krhkih lahko lomljivih ostružkov.

Na splošno velja, da se zaradi avtomatskih dodatkov poslabša korozijska obstojnost, mehanske lastnosti v prečni smeri valjanja ter sposobnost jekla za preoblikovanje.

Žveplo je najbolj uporaben avtomatski dodatek, ker ni strupeno in je poceni. V zadnjem času pa se kljub visoki ceni vedno bolj uveljavlja kot avtomatski dodatek selen. Prednosti selena pred žveplom se kažejo predvsem v boljši korozijski obstojnosti ter sposobnosti jekel za vročo in hladno predelavo. To pa so prednosti, zaradi katerih se zelo razširja območje uporabnosti nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih tudi za najzahtevnejše namene.

Žveplo in selen imata podoben vpliv na obdelovalnost jekel, pri tem pa kažejo jekla z žveplom večjo vzdržnost rezalnih nožev, jekla s selenom pa dajejo boljše površine obdelovancev.

Avtomatske modifikacije so bile razvite v vsaki grupi nerjavečih jekel, zato tudi v tem primeru klasifikacija jekel temelji na obliki mikrostrukture in kemični sestavi. Poznamo torej: **Cr-Ni avstenitna** in **Cr feritna in martenzitna jekla za obdelavo na avtomatih.**

2. NEMETALNI VKLJUČKI

Obdelovalnost nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih določa:

1. količina ter kemične in fizikalne lastnosti nemetalnih vključkov.
2. način izdelave in predelave jekla.

Način, kako doseči optimalno obdelovalnost, je za posamezne vrste nerjavečih jekel različen. Skupne vsem tipom jekel pa so zahteve, ki jih postavljamo nemetalnim vključkom. Te zahteve pa so:

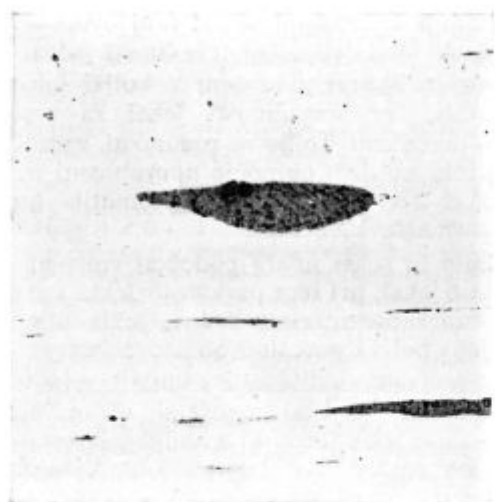
1. Pravilna sestava sulfidnih vključkov.
2. Enakomerna porazdelitev le-teh po preseku.
3. Nizka vsebnost oksidnih nemetalnih vključkov.

Obravnavane vrste nerjavečih jekel vsebujejo tri glavne elemente, ki tvorijo sulfide: železo, mangan, krom.

Tip sulfida, ki se razvije, je odvisen od kompleksnega odnosa med temi elementi v jeklu ter njihove sulfidotvornosti. Za razumevanje teh kompleksnih vplivov so bile potrebne obširne preiskave fizikalnih in kemičnih lastnosti nastalih sulfidov.

Ugotovljeno je bilo, da ima na tip rezultirajočih sulfidov primarni vpliv vsebnost Mn v jeklu, oziroma razmerje Mn : S.

Sulfidni vključki v jeklih z nizko vsebnostjo Mn in razmerjem Mn : S < 3 so bogati na Cr in večfazni. Osnovna faza je kubični MnS, bogat s Cr, izločena faza pa je heksagonalni CrS. Karakteristične večfazne sulfidne vključke smo našli v feritnem jeklu za obdelavo na avtomatih (eksperimentalna talina) z vsebnostjo 0.40 % Mn, 17.5 % Cr, 0.250 % S — Mn : S = 1.6.



Slika 2 — $\times 500$

Sulfidni nemetalni vključki v feritnem jeklu za obdelavo na avtomatih z nizkim razmerjem Mn:S

Sulfidni vključki v jeklih z višjo vsebnostjo Mn in razmerjem Mn : S > 4 so enofazni in imajo sestavo in kristalografsko strukturo MnS. Primer takšnih sulfidnih vključkov v feritnem jeklu za obdelavo na avtomatih Č 4790 (1.20 % Mn, 0.250 S, 16.6 % Cr — Mn:S = 4) je prikazan na sliki 3.



Slika 3 — $\times 500$

Sulfidni nemetalni vključki v feritnem jeklu za obdelavo na avtomatih z visokim razmerjem Mn:S

Karakteristike sulfidnih nemetalnih vključkov, ki nastopajo v nerjavečih jeklih za obdelavo na avtomatih z različno vsebnostjo Mn, ilustriramo s podatki za martenzitno jeklo za obdelavo na avtomatih v tabeli 1.

Tabela 1 — Karakteristike sulfidnih nemetalnih vključkov v martenzitnem jeklu za obdelavo na avtomatih

Faza	Analiza jekla						Trdota vklj.	
	% Mn	% S	Mn:S	Mn	Cr	Fe	S	HB kp/mm ²
Cr S	0.30	0.30	1.0	5	54	2	37	300—450
(Mn, Cr) S	0.55	0.30	1.8	32	28	4	36	280
Mn S	2.00	0.30	6.7	56	4	4	36	150

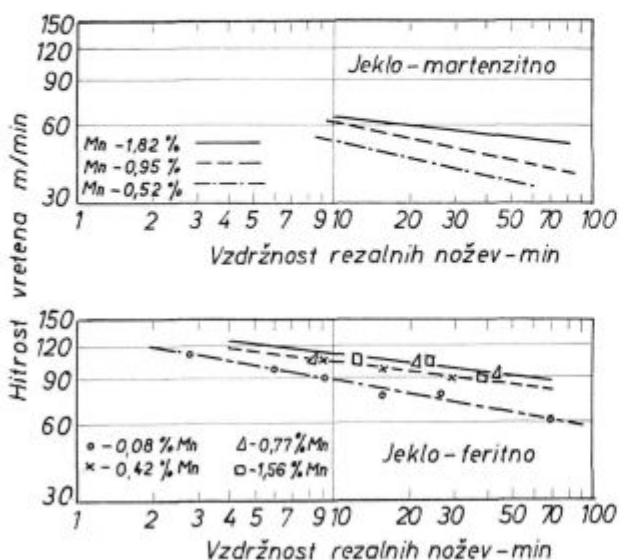
Zveplo, ki je vezano kot kromov sulfid, na obdelovalnost nima ugodnega vpliva, kajti kromov sulfid je trd (trdota HB 300 — 400 kp/mm²) in deluje pri rezanju abrazivno, podobno kot oksidi. Odločujoča za dobro obdelovalnost je torej prisotnost čistega manganovega sulfida.

Manganov sulfid je mehak (trdota cca HB 150 kp/mm²), prostorska centrirana kubična mreža, kateri pripada MnS je zelo duktilna, zato imajo vključki MnS ugoden vpliv na obdelovalnost, ker delujejo kot mazivo in s tem zmanjšujejo trenje pri rezanju.

Poizkusi so pokazali, da je možna zelo enostavna identifikacija kemičnih karakteristik sulfidnih vključkov v nerjavečih jeklih za obdelavo na avtomatih že z enostavnim Baumannovim odtisom. Jekla, ki vsebujejo sulfidne vključke, ki so bogati na kromu, pri Baumannovem preizkusu ne reagirajo. Nasprotno pa dobimo pri jeklih, ki vsebujejo sulfidne nemetalne vključke sestave MnS, zelo intenzivne odtise.

Pri poznanju kemični sestavi jekla je torej moč enostavno oceniti obdelovalnost že z Baumanovim odtisom.

Rezultati preiskave vpliva vsebnosti Mn na obdelovalnost Cr nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih so prikazani na sliki 4.

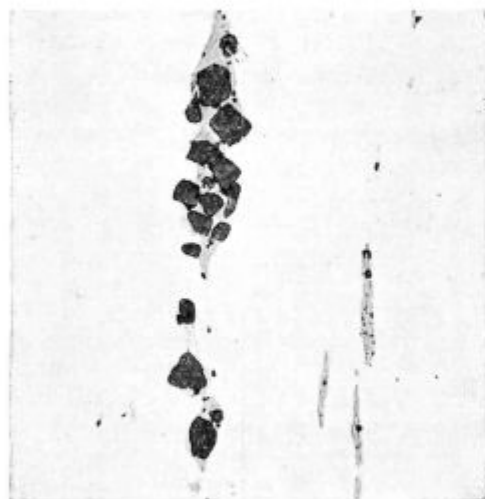


Slika 4

Vpliv vsebnosti Mn na obdelovalnost Cr nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih

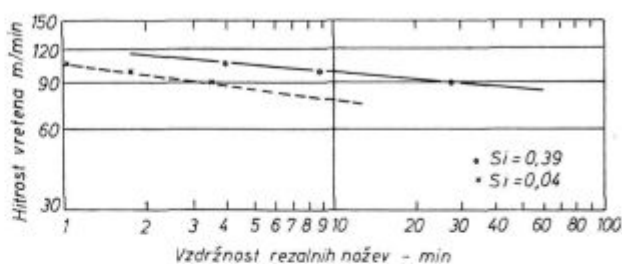
Stalni spremljevalec nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih so tudi oksidni nemetalni vključki, ki se tvorijo med taljenjem in vlivanjem jekla. Za obdelovalnost teh jekel so najbolj škodljivi oksidni nemetalni vključki aluminatne narave (sl. 5) ter vsi nemetalni vključki eksogenega izvora.

Manj škodljivi kot aluminati pa so kompleksni oksidi kroma, mangana, silicija, ki jih nahajamo



Slika 5 — x 500

Oksidni nemetalni vključki Al v nerjavečih jeklih za obdelavo na avtomatih



Slika 6

Vpliv vsebnosti Si na obdelovalnost feritnega jekla za obdelavo na avtomatih

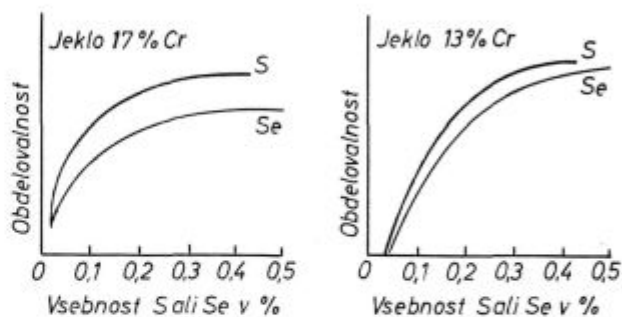
v jeklih, pri katerih Al ni bil dodan. Pri teh jeklih nizka vsebnost Si pogojuje tvorbo kromovega tipa oksidnih vključkov, kar zmanjšuje obdelovalnost jekla.

Rezultati preiskave obdelovalnosti na sl. 6 kažejo, da je v nerjavečih jeklih za obdelavo na avtomatih zaželjena višja vsebnost Si, kar je ravno nasprotno kot pri ogljikovih jeklih za obdelavo na avtomatih.

3. KROMOVA NERJAVEČA JEKLA ZA OBDELAVO NA AVTOMATIH

Obdelovalnost kromovih nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih je odvisna od kemične sestave ter načina predelave jekla. Ugotovljeni so bili naslednji vplivi kemične sestave in predelave na obdelovalnost jekla:

a) Obdelovalnost jekla narašča z večanjem vsebnosti žvepla ali selena do vsebnosti 0,35 %. Nad to mejo povečana vsebnost avtomatskih dodatkov nima močnejšega vpliva, le oblika ostružkov je ugodnejša. Žveplo je bolj učinkovito v povečanju obdelovalnosti kot selen (slika 7).

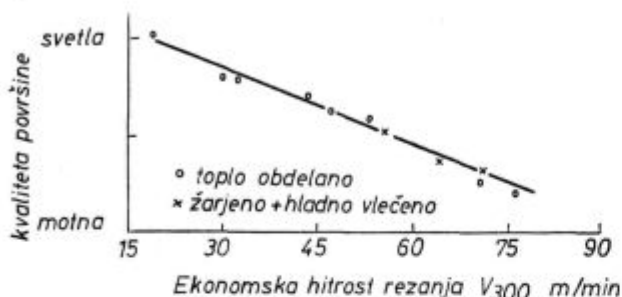


Slika 7

Vpliv avtomatskih dodatkov S in Se na obdelovalnost kromovih nerjavečih jekel

Zaradi povišane vsebnosti avtomatskih dodatkov se površina obdelovancev ne poslabša. Pokazalo se je tudi, da povišana vsebnost fosforja in svinca pri teh jeklih nima večjega vpliva na obdelovalnost.

b) Poleg vsebnosti avtomatskih dodatkov ima na obdelovalnost kromovih jekel največji vpliv trdota jekla. Na splošno velja, da dobimo pri rezanju jekla z nizko trdoto višjo vzdržnost rezalnih nožev, pri jeklih z visoko trdoto pa boljšo površino obdelovancev (slika 8).



Slika 8
Soodvisnost osnovnih kriterijev obdelovalnosti kromovih jekel za obdelavo na avtomatih

Vzdržnost rezalnih nožev in kvaliteta površine obdelovancev sta si torej pri kromovih jeklih za obdelavo na avtomatih nasprotujoči si zahtevi. V konkretnem primeru uporabe teh jekel je potreben kompromis med zaželeno kvaliteto površine ter optimalno vzdržnostjo rezalnih nožev.

Kako dosežemo zaželeno trdoto, ali s hladno predelavo ali pa s poboljšanjem, je za obdelovalnost vseeno. Navadno imajo kromova jekla za obdelavo na avtomatih trdoto HB 180... 240 kp/mm², če pa je zahteva po dobri kvaliteti površine obdelovancev prevladujoča, pa trdoto HB 220... 310 kp/mm².

Z ozirom na vsebnost ogljika in kroma v teh jeklih ločimo dva tipa kromovih jekel za obdelavo na avtomatih: feritna in martenzitna.

3.1 Feritna nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih

Ta jekla so avtomatska varianta nerjavečega jekla z vsebnostjo 16...18 % Cr. Imajo feritno strukturo z enakomerno vloženi sulfidnimi ali selenidnimi vključki. So magnetna v vseh stanjih in jih s toplotno obdelavo ni mogoče utrditi.

Od vseh standardnih vrst nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih ima ta tip jekel najboljšo obdelovalnost.

Kljub visoki vsebnosti avtomatskih dodatkov ima feritno nerjaveče jeklo za obdelavo na avtomatih dobro korozijsko obstojnost in ga lahko uporabljamo povsod tam, kjer je zaželeno odpornost jekla pred vplivom atmosferilij, predvsem pa v industriji precizne mehanike.

Železarna Jesenice ima v svojem rednem proizvodnem programu iz te grupe jeklo Č 4790 z avtomatskim dodatkom S. Značilna kemična analiza te vrste jekla je naslednja:

0.08 % C 0.56 % Si 1.02 % Mn 0.019 % P
0.326 % S 16.62 % Cr 0.32 % Ni 0.23 % Mo

Reprezentativne mehanske lastnosti za palično jeklo (Ø 25.4 mm) v žarjenem ter žarjenem + hladno vlečenem stanju so podane v tabeli 2.

Tabela 2 — Mehanske lastnosti jekla Č 4790

Stanje	σ_m kp/mm ²	$\sigma_{0.2}$ kp/mm ²	δ_5 %	ψ %	Trdota HB kp/mm ²
žarjeno	56	39	30	65	155
žarjeno + hl. vlečeno	63	56	15	55	190

Orientacijske, ekonomske hitrosti rezanja za posamezne vrste obdelave z odrezovanjem so podane v tabeli 3. Za primerjavo so podane vrednosti tudi za feritno nerjaveča jekla brez avtomatskih dodatkov.

Tabela 3 — Hitrosti rezanja feritnih jekel

Vrsta obdelave	podajanje mm/obr.	hitrost rezanja (m/min)	
		feritno jeklo	feritno avtomat. jeklo
struženje	0.08/0.3	27...33	37...50
frezanje	0.08/0.2	23...35	37...45
povrtavanje	0.08/0.2	5.5...20	10...40
vrtanje	0.05/0.2	12...25	23...48
rezanje navojev		3.5...6.5	3.5...8.5

Navedene vrednosti veljajo za rezalne nože iz brzoreznega jekla; če pa se uporabljajo noži iz karbidnih trdnin, je navedene hitrosti mogoče povečati min. za 15 %. Rezalni noži morajo biti nabrušeni v skladu s splošnimi zahtevami, ki veljajo za rezanje nerjavečih jekel.

3.2 Martenzitna nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih

Jekla spadajo v grupo martenzitnih nerjavečih jekel z vsebnostjo 12...14 % Cr. So magnetna v vseh stanjih in jih je mogoče s toplotno obdelavo utrditi. Uporabljajo se povsod tam, kjer je zaželeno visoka trdota, dobra obdelovalnost in nerjavost jekla. Tipična področja uporabnosti martenzitnih nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih so: matice, vijaki, zobate letve, deli črpalk, deli za ventile in podobno.

Zaradi avtomatskih dodatkov imajo ta jekla slabšo korozijsko obstojnost kot enaka martenzitna jekla brez avtomatskih dodatkov. Široko postavljene meje za kemično analizo jekla ter sposobnost jekla za poboljšanje omogočajo izde-

lavo velikega števila različnih modifikacij te vrste jekla, s čimer v praksi dosežemo optimalno obnašanje jekla v specifičnih pogojih uporabe.

Značilnosti posameznih modifikacij so naslednje:

3.21 Obdelovalno jeklo

To jeklo je osnova vseh ostalih modifikacij. Značilna kemična analiza jekla je naslednja: 0.12 % C, 0.50 % Si, 0.97 % Mn, 0.028 % P, 0.276 % S, 0.10 % Cu, 0.29 % Ni, 12.40 % Cr, 0.20 % Mo.

Reprezentativne lastosti standardne modifikacije v žarjenem stanju so naslednje:

$$\sigma_v = 53 \text{ kp/mm}^2 \quad \sigma_{02} = 28 \text{ kp/mm}^2 \quad \delta_5 = 30 \% \\ \psi = 60 \%$$

Zaradi dobre sinteze obdelovalnosti in sposobnosti jekla za poboljšanje ima ta modifikacija največjo uporabnost in lahko zadovolji povpraševanju po tej vrsti jekla. Obdelovalnost jekla je zelo dobra, saj znaša 80 % obdelovalnosti nizko ogljičnih jekel za obdelavo na avtomatih, medtem ko ima nerjaveče martenzitno jeklo z 12...14 % Cr brez avtomatskih dodatkov obdelovalnost le 60 %.

Sposobnost jekla za predelavo s hladnim preoblikovanjem je slaba. Jeklo je pri preoblikovanju nagnjeno k cepljenju, zato v ta namen ni uporabno.

Orientacijske ekonomske hitrosti rezanja so za posamezne vrste obdelave podane v tabeli 4.

Tabela 4 — Hitrosti rezanja martenzitnih jekel

Vrsta obdelave	Podajanje mm/obr.	Hitrost rezanja mart. jeklo	(m/min) mart. avtom. jeklo
struženje	0.08—0.3	24—33	30—45
frezanje	0.08—0.2	21—31	30—38
povrtavanje	0.08—0.2	6—18	9—36
vrtanje	0.05—0.2	10—22	21—33
rezanje navojev		3—6	3—8

Jeklo, poboljšano na 30—36 Rc, se obdeluje pri cca 20 % manjših hitrostih. Navedene vrednosti veljajo za nože iz brzoreznega jekla.

3.22 Super-obdelovalno jeklo

Osnovna zahteva pri tej modifikaciji martenzitnih nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih je čimboljša obdelovalnost jekla. Ukrepi, ki so prispevali k povišanju obdelovalnosti, so naslednji:

— povišana vsebnost S (nekateri dodajajo tudi Pb)

— povišana vsebnost Mn

— znižana vsebnost C

— ostra kontrola proizvodnega procesa izdelave in predelave jekla.

S temi ukrepi so bile dosežene zaželene kemične in fizikalne karakteristike nemetalnih vključkov ter povišana vsebnost ferita v mikrostrukturi jekla.

Značilna kemična analiza te vrste jekla je naslednja:

$$0.09 \% \text{ C}, 0.48 \% \text{ Si}, 1.68 \% \text{ Mn}, 0.012 \% \text{ P} \\ 0.427 \% \text{ S}, 14.1 \% \text{ Cr}, 0.13 \% \text{ Ni}, 0.44 \% \text{ Mo}.$$

Jekla ni mogoče poboljšati, preoblikovalnost jekla je slaba, ker je jeklo močno nagnjeno k cepljenju.

Najboljšo obdelovalnost ima jeklo v območju HB 180...220 kp/mm² (cca 25 % boljšo obdelovalnost od standardne modifikacije). Jeklo je obstojno na zraku, v sveži vodi, jamski vodi, pari, ogljikovi kislini, bencinu, nafti, krvi, alkoholu, milu, znoju, raztopini sladkorja in v večini sadnih sokov. Pri tem je zaželena sijajna površina. Priporoča se pasivizacija. Jeklo se lahko uporablja do temp. max. 650° C.

3.23 Kovno jeklo

V primerih, kjer se strojni deli oblikujejo najprej z grobim kovanjem, potem pa z obdelavo z odrezovanjem, je potrebno uporabiti t. z. kovno jeklo, ki združuje v sebi dobre sposobnosti za kovanje in odrezovanje. Zaželene lastnosti dobi jeklo z urejeno kemično sestavo, kar daje manjšo vsebnost sulfidnih vključkov in manjšo vsebnost ferita, in zelo čisto prvišno.

Na račun nekaj slabše obdelovalnosti se zelo zmanjša cepljenje pri kovanju.

S poboljšanjem je mogoče utrditi tako jeklo na 39 Rc min.

3.24 Jeklo z dobro prekaljivostjo

Mnogi potrošniki zahtevajo večjo sposobnost nerjavečega jekla za obdelavo na avtomatih za utrjevanje s poboljšanjem. V ta namen je bila razvita posebna modifikacija martenzitnega jekla za obdelavo na avtomatih z višjo vsebnostjo C. Jeklo ima relativno dobro obdelovalnost ter slabo sposobnost za preoblikovanje.

S poboljšanjem se doseže trdota 39 Rc min. Tipična uporaba te vrste jekla so zobate letve.

3.25 Jeklo za hladno preoblikovanje

V zadnjem času so razvili tudi martenzitno nerjaveče jeklo za obdelavo na avtomatih, ki ga odlikuje dobra sposobnost za preoblikovanje v hladnem ob zadovoljivi obdelovalnosti. Kot avtomatski dodatek se v tem primeru uporablja Se.

Značilnosti glavnih modifikacij martenzitnega nerjavečega jekla za obdelavo na avtomatih so zbrane na sl. 9

	Obdelav. jeklo	Super obdelavno jeklo	Kovno jeklo	Dobro prekalj. jeklo	Jeklo za hladno preoblik.
Avtomatski dodatek	max. 0,300% S	max. 0,350% S	max. 0,200% S	max. 0,250% S	min. 0,150% Se
Obdeloval.	zelo dobra	odlična	nizka	dobra	nizka
Prekaljivost	35 Rc min	relat. slaba	39 Rc min	39 Rc min.	35 Rc min.
Kovnost	slaba	zelo slaba	dobra	slaba	dobra
Preoblikov. v hladnem	slaba	zelo slaba	slabša	slaba	dobra

Slika 9

Značilnosti glavnih modifikacij martenzitnega nerjavečega jekla za obdelavo na avtomatih.

4. KROM-NIKLJEVA NERJAVEČA JEKLA ZA OBDELAVO NA AVTOMATIH

Krom-nikljeva nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih so izvedena iz standardnega ksilinoodpornega jekla tipa 18/8 (Č 4571). V gašenem stanju imajo avstenitno strukturo in so magnetna. Običajno se za povišanje obdelavnosti dodaja žveplo, v nekaterih primerih pa tudi Se in celo Pb.

Preiskave obdelovalnosti so pokazale, da dosežemo zaželeni nivo obdelovalnosti že pri 0.150 % S ter da ob vsebnosti 0.250 % S obdelovalnost jekla bistveno ne narašča. Tak potek krivulje je izrednega pomena za dobro korozijsko obstojnost jekla, saj vemo, da se le-ta slabša z naraščanjem vsebnosti žvepla v jeklu. V tem območju dosežemo (sl. 10) tudi enakomerno obdelovalnost različnih talin te vrste jekla.

Preiskave korozijske obstojnosti so pokazale, da je korozijska obstojnost avstenitnega nerjavečega jekla za obdelavo na avtomatih z vsebnostjo

žvepla v območju 0.150...0.200 % le rahlo nižja, v večini korozijskih medijev pa enaka kot pri jeklih z normalno vsebnostjo žvepla.

Škodljivi vpliv žvepla na korozijsko obstojnost smo opazili predvsem v medijih, kjer je prisoten Cl ion, ter pri luženju v oksalni in žvepleni kislini.

Jekla se navadno dobavljajo v gašenem stanju, luščenem ali brušenem, kajti pokazalo se je, da hladna predelava z vlečenjem nima vpliva na obdelovalnost te vrste jekla.

Značilna kemična sestava avstenitnega nerjavečega jekla za obdelavo na avtomatih — oznaka Č 4590 — je naslednja:

0.10 % C, 0.42 % Si, 1.20 % Mn, 0.030 % P, 0.233 % S, 17.6 % Cr, 9.3 % Ni, 0.31 % Mn.

Reprezentativne mehanske lastnosti jekla v gašenem stanju so naslednje:

$\sigma_m = 63 \text{ kp/mm}^2$, $\sigma_{02} = 25 \text{ kp/mm}^2$, $\delta_5 = 50 \%$, $\psi = 55 \%$.

Orientacijske ekonomske hitrosti rezanja za posamezne vrste obdelave jekla (z brzoreznimi noži) so podane v tabeli 5, za primerjavo so podane tudi vrednosti za avstenitno nerjaveče jeklo brez avtomatskih dodatkov.

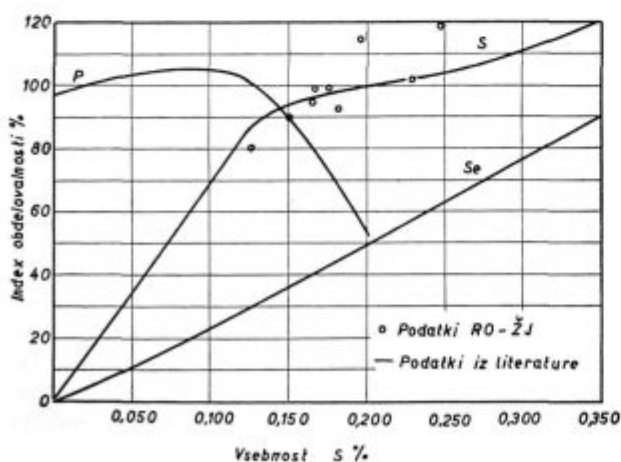
Tabela 5 — Hitrosti rezanja avstenitnih jekel

Vrsta obdelave	Podajanje mm/obr.	Hitrost rezanja m/min	
		avsten. jeklo	avsten. avt. jeklo
struženje	0.08/0.3	18...27	27...39
frezanje	0.08/0.2	10...20	23...33
povrtanje	0.08/0.2	6...18	9...30
vrtanje	0.05/0.2	4.5...12	11...26
rez. navojev		3...6	3...8

Če zamenjamo žveplo s selenom, dobimo modifikacijo jekla s selenom, ki ima rahlo nižjo obdelovalnost kot jeklo z žveplom, zato pa enako korozijsko obstojnost in preoblikovalnost kot Cr-Ni nerjaveče jeklo brez avtomatskih dodatkov. Kljub drugačnemu poteku krivulje za Se, se vsebnost Se v teh jeklih giblje v istih mejah kot vsebnost S.

Nadaljnje povečanje obdelovalnosti avstenitnih nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih gre na račun občutnega poslabšanja korozijske obstojnosti ter plastičnosti jekla. Povečanje obdelovalnosti dosežemo s povečanjem vsebnosti žvepla in fosforja ter z dodatkom svinca. Izdelava ter predelava te superobdelovalne modifikacije jekla je povezana z velikimi težavami, zato je cena teh jekel zelo visoka.

Modifikacije avstenitnih nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih s Se ter visokim S in Pb pri nas niso osvojene. Izvršeni so bili le laboratorijski preizkusi.



Slika 10

Vpliv S, Se in P na obdelovalnost avstenitnega jekla za obdelavo na avtomatih.

ZAKLJUČEK

Smisel razvoja avtomatskih nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih je v tem, da se s poboljšanjem obdelovalnosti sicer slabo obdelovalnih nerjavečih jekel poceni obdelava strojnih delov, ki morajo biti zaradi zahtev po dobri korozijski obstojnosti iz nerjavečega jekla.

Avtomatske variante so bile razvite v vsaki grupi nerjavečih jekel in imamo tako Cr-Ni avstenitna ter Cr feritna in martenzitna nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih.

Pri osvajanju proizvodnje in kvalitete nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih v Železarni Jesenice smo se naslanjali predvsem na dosegljive podatke iz ameriške literature.

V industrijskem merilu so osvojeni vsi osnovni tipi nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih.

Domača industrija troši zaenkrat relativno male količine teh jekel, kar je predvsem posledica slabo obdelanega marketinga.

Nerjaveča jekla za obdelavo na avtomatih so sestavni del velike družine nerjavečih jekel in v precejšnji meri razširjajo območje uporabnosti le-teh.

Osvajanje vseh treh osnovnih vrst nerjavečih jekel za obdelavo na avtomatih je bilo torej utemeljeno in potrebno.

Literatura

1. W. C. Clark: Which free machining Stainless? Metalworking Production, May 27, September 9, 1964.
2. S. E. Tyson: Improved processing with free-machining Stainless, Metal Progress, november 1964.
3. D. M. Blott: Machining of Stainless Steel, Metal Progress, august 1967.
4. H. W. Garwin: Metallurgical factors affecting the machining of a free-machining Stainless Steel.
5. Machining Estimating Manual for Stainless Steels — Joslyn Stainless Steels.
6. Notebook on machining Stainless Steels — The Carpenter Steel Company.

ZUSAMMENFASSUNG

Der allgemeine Fortschritt in der Maschinenindustrie fördert, auf dem Gebiet rostbeständigen, schlechtbearbeitbaren Stähle die Entwicklung solcher Sorten dieser Stähle, welche die Produktionskapazitäten der Werkzeugmaschinen befriedigen können. In der letzten Zeit wurde auf diesem Gebiet ein grosser Fortschritt gemacht. Von den üblichen Sorten der rostbeständigen Stähle wurden rostbeständige Automatenstähle entwickelt, die auch den anspruchsvollen Verbraucher befriedigen können.

Durch gewisse Legierungszusätze wie Schwefel, Selen und andere werden ganz besondere chemische und physikalische Eigenschaften der nichtmetallischen Einschlüsse erzielt.

Einen starken Einfluss auf die Bearbeitbarkeit des Enderzeugnisses hat auch das Herstellungsverfahren welches abhängig von der Stahlsorte die beste Bearbeitbarkeit bestimmt.

Die Korrosionsbeständigkeit der rostbeständigen Automatenstähle ist von der üblichen Sorten wegen der Automatenzusätze etwas geringer.

Es ist ein Überblick über das gesamte Gebiet der rostbeständigen Stähle mit der Betonung der Entwicklung im Hüttenwerk Jesenice gegeben. Diese Arbeit soll der Erkenntnis dieser Stähle dienen damit sie durch die richtige Auswahl der rostbeständigen Automatenstähle auch die beste Ökonomie der Zerspanbarkeit erreichen.

SUMMARY

General progress in mechanical engineering demands in the field of badly machinable stainless steels development of such steels which will satisfy output capacities of machine tools.

In the recent time a great progress was achieved in this field. From ordinary stainless steels stainless machine-steels were developed, which satisfy even the most exacting customers.

By certain alloying elements as sulphur, selenium, and others special chemical and physical properties of non-metallic inclusions are achieved.

Also way of steel manufacturing what depending on the steel type determines the best machinability has thus a great influence on the machinability of the final product.

Corrosion resistance of stainless machine-steels is somewhat smaller than that of ordinary types due to additions for achieving good machinability.

Review of the total region of stainless steels is given, stressing the development in Jesenice Ironworks. This work should help the knowledge of steels so that the correct choice of stainless machine-steels will give also the best economy of machining.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общий прогресс в машиностроительной промышленности требует в области нержавеющей тяжело обрабатываемой стали развитие таких сортов стали которые удовлетворяют возможностям металлообрабатывающих машин. В настоящее время в этой области сделан большой шаг вперед. Из обыкновенных сортов нержавеющей стали выработаны сорта автоматической нержавеющей стали которые удовлетворяют самым высоким требованиям потребителя. Легированием с серой, селеном и некоторыми другими средствами удалось резко изменить физические и химические свойства немаetalлических включений. Большое влияние на

обрабатываемость конечного изделия имеет также способ выработки стали. Но коррозионная устойчивость нержавеющей автоматической стали вследствие добавок несколько ниже в сравнении с обыкновенными сортами.

В статье приведен обзор через всю область сортов нержавеющей стали в особенности развития этих сортов в металлургическом заводе Jesenice (Югославия). Цель статьи осведомить о этих сортах стали с правильным выбором которых можно почути также наиболее лучшую экономичность при обработке.