

Vpliv silicija in analiznih odstopanj na tehnologijo valjanja dinamo trakov

The Influence of Silicon Content and Analyse Deviations on the Hot Rolling Technology of the Silicon Steel Strips

R. Robič¹, ACRONI d.o.o., Jesenice
R. Turk, V. Nardin, NTF - OMM, Ljubljana

Prejem rokopisa - received: 1995-10-04; sprejem za objavo - accepted for publication: 1995-12-22

S pomočjo tlačnih cilindričnih preizkusov smo raziskovali preoblikovalnost nekaterih jekel za izdelavo elektroplöčevin v temperaturnem območju med 750 in 1200°C. V neposredni proizvodnji smo preučevali vpliv preoblikovalnosti omenjenih jekel na ravnost in geometrijo toplo valjanih trakov, na porazdelitev sil valjanja med prevleki in na obrabo delovnih valjev.

Ključne besede: jekla za elektroplöčevine, napetost tečenja, preoblikovalnost, toplo valjanje, obraba delovnih valjev

Axisymmetric compression tests were made for silicon steels deformability studies. Influence of specific deformability characteristics to shape and flatness of hot rolled strips, work rolls wear profile and rolling load distribution were examined during hot rolling.

Key words: silicon steels, yield stress, deformability, hot rolling, work rolls wear

1 Uvod

Z laboratorijskim eksperimentalnim delom in meritvami v neposredni proizvodnji smo preučevali preoblikovalnost nekaterih elektro jekel v toplem v temperaturnem območju med 750 in 1200°C. Za uspešno hladno predelavo dinamo trakov je pomembno, da geometrija toplo valjanih trakov (v nadaljevanju TVT), ki predstavljajo vložek za nadaljno hladno predelavo, ustreza. Neravnost in neustrezen prečni profil vzdolž TVT, ki poleg debeline in širine opisujeta geometrijo TVT, sta najpogostejša vzroka za težave pri hladnem valjanju. Geometrijo TVT pri toplem valjanju v celoti definira oblika aktivne valjčne reže zadnjega in predzadnjega prevleka, oba pa sta močno odvisna tudi od preoblikovalnih lastnosti valjanca.

Pri jeklih, iz katerih je izdelana dinamo pločevina, se preoblikovalne lastnosti v toplem močno spreminjajo že pri majhnih spremembah kemične sestave.

2 Eksperimentalno delo in pregled rezultatov

S pomočjo enostopenjskih cilindričnih stiskalnih preizkusov smo nekaterim jeklom različnih sestav izmerili napetosti tečenja v toplem. V tabeli 1 so navedene kemične sestave preiskovanih elektro jekel.

Na sliki 1 so prikazane napetosti tečenja v odvisnosti od deformacijske temperature. Preoblikovalnost preiskovanih jekel smo ovrednotili pri 25% deformaciji, preizkuse smo izvedli s hitrostjo deformacije 0,1 s⁻¹.

Na osnovi analize krivulj tečenja lahko zapišemo:

1. Med legirnimi elementi ima na preoblikovalnost jekel za elektroplöčevine v toplem največji vpliv silicij.
2. Najizrazitejši vpliv količine silicija se kaže pri jeklih EV15. Preoblikovalnost teh jekel se s spreminjanjem sestave v območju predpisane analize močno spreminja (slika 1, krivulji za šarži 215682 in 214974). V tehnološkem predpisu izdelave jekla EV15 je količina silicija omejena na 1,3 do 1,69%.
3. Pri jeklih EV15 sta izraziti dve obliki krivulj, ki prikazujejo temperaturno odvisnost napetosti tečenja. Pri jeklih z vsebnostjo silicija večjo od 1,64% z zniževanjem deformacijske temperature napetosti tečenja zvezno naraščajo. Pri jeklih z manj kot 1,38% Si z zniževanjem temperature napetosti zvezno naraščajo do temperature blizu 950°C, nato do temperature 900°C močno padajo in pod to temperaturo ponovno zvezno naraščajo.
4. Pri elektro jeklih z več silicija (nad 1,7%) napetosti tečenja z zniževanjem temperature vedno znova zvezno naraščajo, vendar je vpliv silicija tudi pri teh jeklih velik. Z zniževanjem temperature se z večanjem silicija do temperature 950°C napetosti tečenja znižujejo, pri temperaturah nižjih od 900°C pa je ravno obratno.

3 Vpliv preoblikovalnosti jekel za elektroplöčevine na toplo valjanje

Preoblikovalnost jekla se pri toplem valjanju neposredno izraža v porazdelitvi in višini napetosti v valjčni reži. Napetostni profil določa (glede na velikost odvzema med prevlekom) silo valjanja, elastično deformacijo in obrabo delovnih valjev. Ti parametri pa skupaj s termično bombiranostjo delovnih valjev določajo obliko

¹ Roman ROBIČ, dipl.inž.
ACRONI d.o.o., Jesenice
4270 Jesenice, C. Štefcarjev 8

Tabela 1: Kemična sestava
Table 1: Chemical composition

Oznaka jekla	Štev. šarže	Kemična sestava (%)								
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Al
EV15	214974	0,015	1,64	0,18	0,01	0,007	0,16	0,44	0,24	0,393
EV15	215682	0,015	1,38	0,26	0,01	0,003	0,15	0,5	0,24	0,238
EV18Al	215630	0,02	1,82	0,21	0,01	0,005	0,14	0,62	0,18	0,551
EV21Al1000	215200	0,024	2,08	0,22	0,01	0,003	0,19	0,34	0,23	0,99

aktivne valjčne reže in s tem obliko prečnega profila valjanca.

Vpliv preoblikovalnosti na silo valjanja

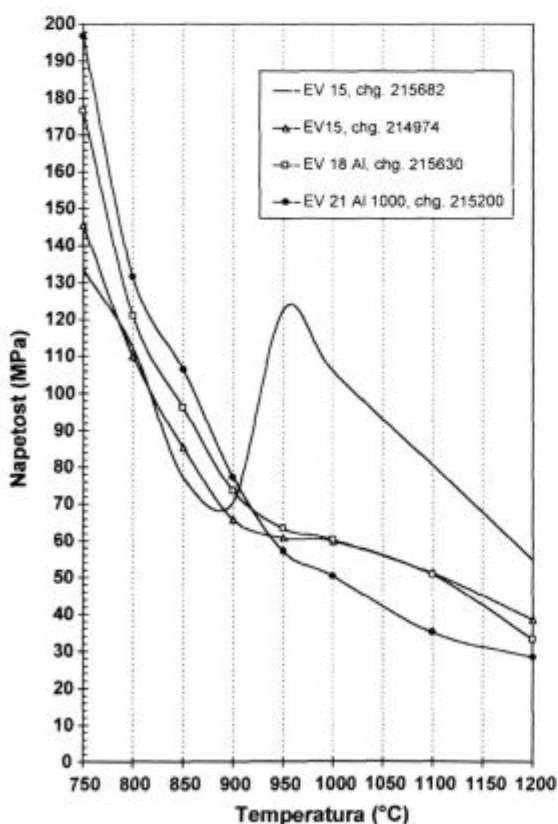
Pri jeklih EV15 z vsebnostjo silicija manjšo od 1,4% se zmanjšanje napetosti tečenja z zmanjšanjem temperature od 950 do 900°C kaže tudi v zmanjšanju sile valjanja (slika 2, označeno s puščicama). Tako hitro zmanjšanje sile valjanja ima za posledico rahlo valovitost traku, ki jo lahko pojasnimo s spremembo elastične deformacije delovnih valjev kar povzroči spremembo profila traku. Pri jeklih za elektropločevine z nad 1,7% Si se sila valjanja s padajočo temperaturo valjanja povečuje v celotnem temperaturnem območju valjanja (slika 3). To potrjuje, da napetosti tečenja z zniževanjem

deformacijske temperature zvezno naraščajo v celotnem temperaturnem območju toplega valjanja.

Vpliv preoblikovalnosti na obrabo delovnih valjev

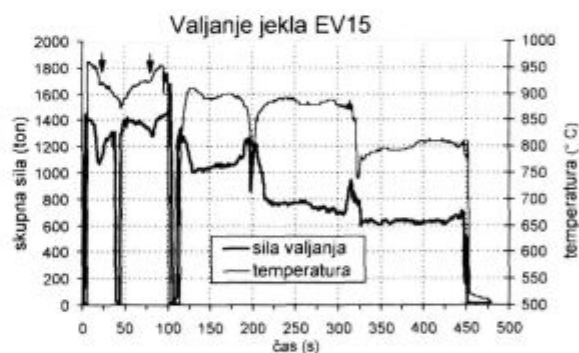
Vpliv preoblikovalnosti jekel za elektropločevine na obrabo delovnih valjev smo preučevali na valjalnem ogrodju tipa Steckel. Na slikah 4 in 5 so prikazane oblike površine delovnih valjev, izmerjene v osni smeri valjev. Valje smo izmerili takoj po demontaži - tople, in pred ponovnim brušenjem - hladne. Izhodna oblika valjev je bila v obeh programih valjanja (EV15 in EV18Al) enaka - konkavna (-0,08 mm).

Pri toplen valjanju se robovi trakov v primerjavi s sredino intenzivneje ohlajajo in so zaradi tega hladnejši.



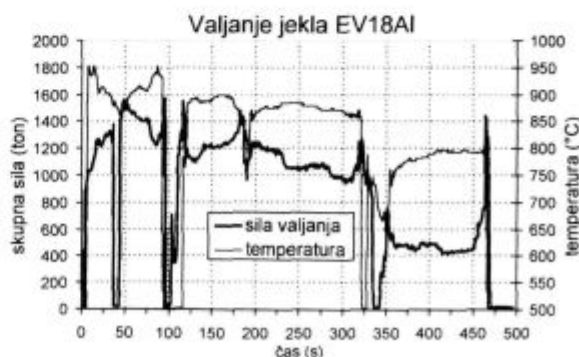
Slika 1: Odvisnost tečenja pri 25% deformaciji in hitrosti deformacije $0,1 \text{ s}^{-1}$ od temperature deformacije

Figure 1: The influence of flow stress by 25% of deformation and strain rate of $0,1 \text{ s}^{-1}$ on temperature deformation



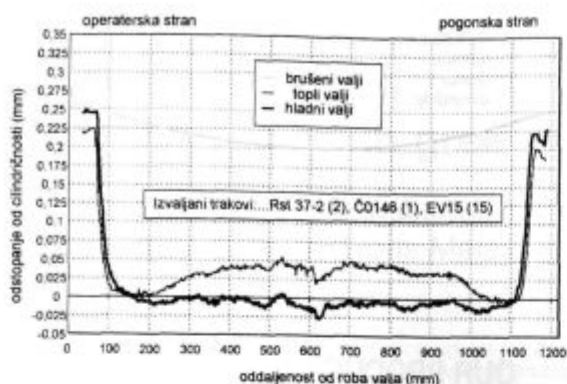
Slika 2: Krivulji temperature in sile valjanja, izmerjeni pri valjanju jekla EV15 z vsebnostjo Si 1,32%

Figure 2: Rolling load and temperature curve, measured during hot rolling of silicon steel EV15, with 1,32% of silicon

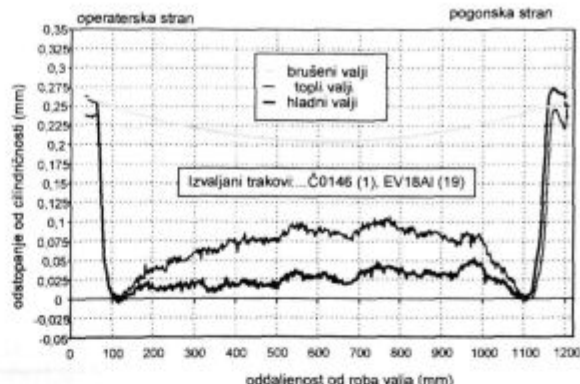


Slika 3: Krivulji temperature in sile valjanja, izmerjeni pri valjanju jekla EV18Al z vsebnostjo Si 1,94%

Figure 3: Rolling load and temperature curve, measured during hot rolling of silicon steel EV18Al, with 1,94% of silicon



Slika 4: Oblika profila spodnjega delovnega valja, na katerem so bili izvaljani trakovi jekla za elektro pločevine EV15
Figure 4: Steckel mill bottom work roll profiles measured before (initial profile) and after hot rolling of silicon steel EV15 strips



Slika 5: Oblika profila spodnjega delovnega valja, na katerem so bili izvaljani trakovi jekla za elektro pločevine EV18A1
Figure 5: Steckel mill bottom work roll profiles measured before (initial profile) and after hot rolling of silicon steel EV18A1 strips

Valjanje jekel za elektro pločevine na ogrodju Steckel poteka v temperaturnem intervalu od 980 do 780°C.

Po valjanju jekel EV18A1 (slika 5) je obrabni žleb na mestih, kjer se valjajo robovi trakov, na delovnih valjih precej globlji kot v sredini valjev. S številom izvaljanih trakov se razlika med globino roba in sredino obrabnega žleba povečuje. Rezultat omenjene obrabe delovnih valjev je neugodna oblika aktivne valjčne reže, zaradi katere na toplem valjanju nastajajo robne odebelitve, ki povzročajo precejšnje težave in zmanjšanje izplena pri nadaljnji hladni predelavi. Pri jeklih EV18A1 so med valjanjem hladnejši robovi trakov trši od sredine (slika 1) in tu je potrebno iskati vzroke za izrazitejšo obrabo robov obrabnega žleba. S povečevanjem vsebnosti silicija postaja obraba robov obrabnega žleba izrazitejša, ker se razlike med trdotami robov in sredine trakov s povečano vsebnostjo silicija povečujejo.

Pri jeklih za elektro pločevine z vsebnostmi silicija nižjimi od 1,4% so med valjanjem hladnejši robovi trakov večinoma mehkejši v primerjavi s toplejšo sredino

(slika 1), zaradi česar je obraba delovnih valjev na mestih dotika hladnih robov manjša kot v sredini (slika 4).

4 Zaključek

Z opisanim delom smo potrdili velik vpliv silicija na preoblikovalnost jekel za elektro pločevine. Ugotovili smo, da do največjih sprememb v preoblikovalnosti omenjenih jekel prihaja pri vsebnostih silicija med 1,3 in 1,7%. V praksi smo omenjene ugotovitve izkoristili za dodatno razumevanje pojavov pri toplem valjanju, obenem pa smo spremenili tehnologijo valjanja posameznih jekel za elektro pločevine. Temperature valjanja jekel z višjimi vsebnostmi silicija smo zvišali, temperature valjanja jekel z nižjimi vsebnostmi silicija pa znižali. Spremenili smo plane valjanja, kar se je odrazilo v znatnem zmanjšanju robnih odebelitev na hladno valjanih kolobarjih, ki so v preteklosti predstavljale največjo težavo pri izdelavi dinamo pločevine.