

Napake na valjih za hladno valjanje Defects on Rolls for Cold Rolling

Kaker Henrik, Metal Ravne, Ravne na Koroškem

Opisane so osnovne napake, ki se pojavljajo na valjih za hladno valjanje: mehka struktura, navarjanje materiala, razpoke na valjih, brusilne razpoke, luščenje površine, lasaste razpoke, drobljenje površine, razpoke na čelni strani, nalomljeni robovi, vtisnjeni delci ali površina, zlom valja, zlom čepa, korozijske izjede, drsenje traku, robovi na trakih, nestrokovno ležajenje in nezadostno hlajenje.

Ključne besede: valji, hladno valjanje, napake na valjih

Basic defects on rolls for cold rolling are described: retempered structure, welding, cracks on rolls, grinding cracks, spalling, hair cracks, crushing of roll surface, fracture, failure of top-neck, corrosion pits, sliding, edges on strips and bad cooling.

Key words: rolls, cold rolling, defects on rolls

1. Uvod

Hladno valjanje pločevine železnih in barvnih kovin predstavlja velik del proizvodnje in predelave kovin. Uporaba hladno valjanih pločevin se širi, izdelujejo jih iz navadnih in legiranih jekel ter posebnih zlitin. Tako se večajo tudi zahteve po lastnostih valjev in razvoju tehnologije valjanja. S tehnologijo valjanja so tesno povezani valji. Valji sodijo med najvažnejša orodja za hladno preoblikovanje kovin in zlitin. Od vseh orodij iz kaljenega jekla so valji za hladno valjanje izpostavljeni največjim obremenitvam. To so torej orodja, s katerimi plastično preoblikujemo kovine oziroma zlitine pod rekristalizacijsko temperaturo, praviloma pri sobni temperaturi. Pri tej temperaturi imajo kovine veliko odpornost proti preoblikovanju in pri njem se že dodatno utrdijo. Odpornost materiala proti preoblikovanju se večja z vsakim posameznim vtikom in hitro naraste do stanja, da so valji izpostavljeni velikim obremenitvam. Za valjanje uporabljamo različne vrste valjev: delovne in podporne. Delovni valji pridejo neposredno v stik z valjanim materialom, podporni valji pa služijo za podporo delovnim valjem, obenem pa preprečujejo, da bi

se le-ti upognili pod velikimi pritiski. Podporni valji imajo večji premer kot delovni valji. Glede na njihovo delovno funkcijo se razlikuje njihova izdelava. Delovni valji morajo imeti zelo veliko površinsko trdoto, veliko globino kaljene plasti in žilavo jedro. Za podporne valje pa je najpomembnejša srednja trdota pri zelo dobri trdnosti jedra. Osnovna značilnost vseh valjev je, da so odporni proti obrabi, luščenju, toplotnim šokom in velikim deformacijam. Med obratovanjem se na valjih pogosto pojavljajo različne napake, ki so lahko vzrok za njihove poškodbe. Glavne napake, ki se pojavljajo na valjih, so: mehka struktura, navarjanje materiala, razpoke na valjih, luščenje površine, lasaste razpoke, drobljenje površine, razpoke na čelni strani, nalomljeni robovi, vtisnjeni delci ali vtisnjena površina, zlom valja, zlom čepa in korozijske poškodbe površine valja. Največ poškodb na valjih nastane zaradi poškodb v valjarni ali zaradi napačne toplotne obdelave. Poškodbe v valjarni so običajno posledica preobremenitve valjev, neustreznega rokovanja, nepravilnega brušenja in hlajenja valjev. V članku so opisane osnovne napake, ki se pojavljajo na valjih za hladno valjanje.

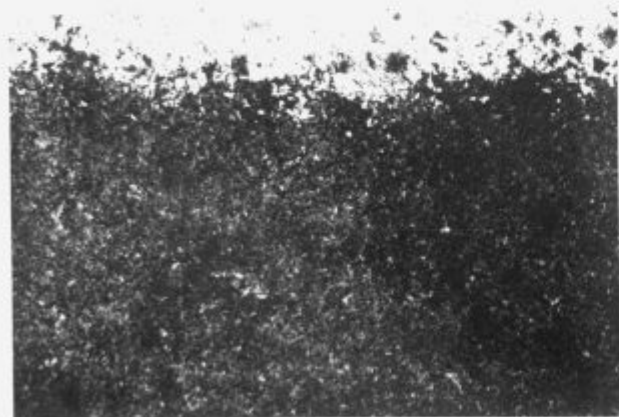
2. Napake na valjih

Mehka struktura

V primerih, ko naraste temperatura na delovni površini valja, lahko pride do spremembe mikrostrukture in s tem do nastanka napetosti na in pod površino valja, kar lahko povzroči nastanek razpok. Strukturne spremembe površine valjev odkrivamo z metodo jedkanja. Kot jedkala uporabljamo zlatotopko, razredčeno zlatotopko, nital, ... itd. Površina, kjer je prišlo do strukturnih sprememb, običajno potemni. Mehko plast odstranimo s pazljivim brušenjem, ker sicer pride do nastanka razpok. **Slika 1** prikazuje primer pregrete ali mehke mikrostrukture delovne površine valja.

Navarjanje materiala

Vzrok za navarjanje materiala ni v kvaliteti valjev, temveč v kvaliteti površine valjanca in v tehnologiji valjanja¹. Manjše navaritve lahko nastanejo zaradi luskin na površini valjancev. Večje navaritve so posledica neustreznega regulacije natega traku



Slika 1: Mehko mesto v mikrostrukturi jekla OHV 4, pov. 200x
Figure 1: Retempered area in microstructure of steel OHV 4, Mag. 200x

proti nategu valjanca med valjanjem. Če nateg traku popusti, se valjanec zguba in navari na delovna valja. Navaritve se lahko prenašajo iz delovnih valjev na prve in druge podporne valje, kot tudi na ležaje. Jeklo pod navarjenim mestom je popuščeno in tudi lahko razpokano. Razpoke so različno orientirane in globoke, zato se lahko med nadaljnjo uporabo na teh mestih ponovno pojavijo. **Slika 2** prikazuje primer navarjanja materiala na delovno površino valja.



Slika 2: Navarjanje materiala na površino valja iz jekla OHV 4.

Figure 2: Welded material on roll surface of steel OHV 4.

Razpoke na valjih

Razpoke na valjih so posledica raztrganin, drsenja, navarjanja, kovinskega stika med valji ali posledica strukturnih sprememb. Poškodovani valji se različno obarvajo in jih spoznamo po adheziji kovinskega traku. Med obratovanjem so valji močno obremenjeni na Hertzov tlak¹, zato poteka visoko napetostna obraba. Prečne razpoke nastanejo na sredini valjev, kjer je obremenitev največja. Vzdolžne razpoke (**slika 3**) niso pogosti pojav na valjih. Deformacijsko inducirana transformacija zaostalega austenita v martenit je povezana z volumskimi spremembami, zaradi katerih nastanejo precejšnje napetosti. Ko so te napetosti in napetosti zaradi Hertzovega tlaka večje od tlačne trdnosti jekla, nastanejo ob kritičnih mestih inicialne razpoke. Grobi karbidi, nizi karbidov in izceje legiranih elementov pospešujejo nastanek in širjenje mikro razpok (**slika 4**). Odvisno od pogojev širjenja se površina lušči ali pa se razpoke širijo le v globino v prečni ali vzdolžni smeri. V končni fazi vodijo do utrujenostnega zloma valja.



Slika 3: Vzdolžna razpoka na površini valja iz jekla Utrop Mo 6

Figure 3: Longitudinal crack on roll surface of steel Utrop Mo 6

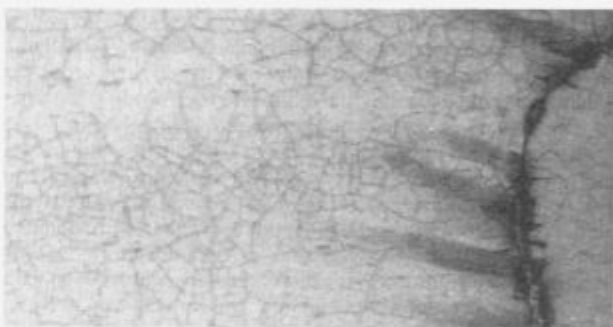


Slika 4: Mikrorazpoka v mikrostrukturi jekla BRM 2, pov. 100 x

Figure 4: Microcrack in microstructure of steel BRM 2, Mag. 100 x

Brusilne razpoke

So posledica neustreznega brušenja valjev in se med valjanjem samo povečujejo. V primerih prevelike preobremenitve valjev povzročijo, da pride do drobljenja delovne površine valja. Brusilne razpoke se prav tako širijo, če se valjanec navarja na valj in v primerih neenakomerne mikrostrukture valja. **Slika 5** prikazuje primer brusilnih razpok na delovni površini valja. Brusilne razpoke so posledica nestrokovnega brušenja valjev kot so: nezadostno dimenzioniran brusilni stroj, slabo stanje brusilnega stroja, slabo hlajenje, napačna izbira plošče, zamazana brusilna plošča, preveliko podajanje brusilne plošče, pomanjkljivo centriranje valjev.



Slika 5: Brusilne razpoke na površini valja iz jekla OHV 4.

Figure 5: Grinding cracks on roll surface of steel OHV 4.

Luščenje površine

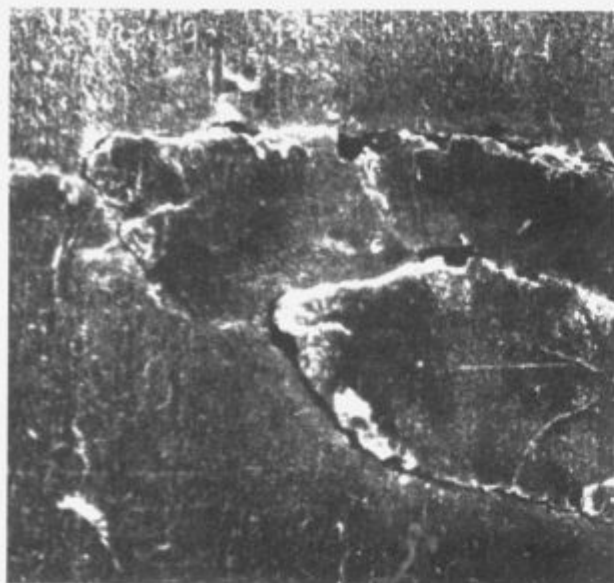
Luščenje delovne površine valjev je posledica razpok in njihovega širjenja. Preprečimo ga s pravočasnim in pravilnim brušenjem valjev. Valji se luščijo, čeprav jih uporabljamo v časovnih intervalih. **Sliki 6** in **7** prikazujeta primer luščenja delovne površine valjev. **Slika 8** prikazuje mikrostrukturo na mestu luščenja delovne površine valja.

Lasaste razpoke

Nastanejo ob neugodnih pogojih valjanja, to je pri pogojih visoke preobremenitve. Te vrste razpok se pojavijo tudi kadar je valj premalo odbrušen ali pa ima neprimerno mikrostrukturo. V primeru nadaljevanja valjanja se razpoke širijo in povzročijo, da pride do drobljenja delovne površine valja. **Slika 9** prikazuje primer lasastih razpok na delovni površini valja.

Drobljenje površine

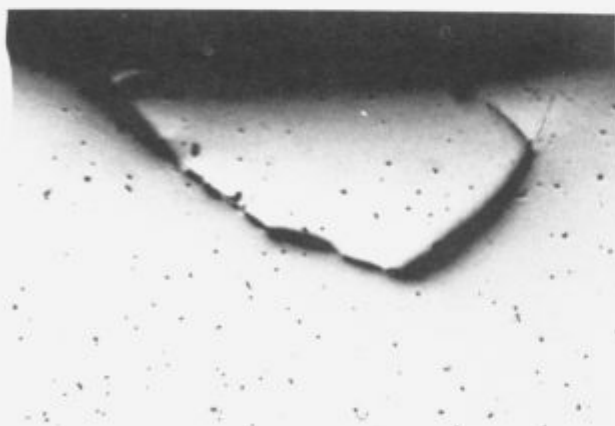
Drobljenje valjev je posledica razpok na valjih in njihovega brušenja ali slabega brušenja (na površini so ostale prisotne



Slika 6: Začetna faza luščenja površine valja iz jekla Utop Mo 6
Figure 6: Initial step of spalling roll surface of steel Utop Mo 6

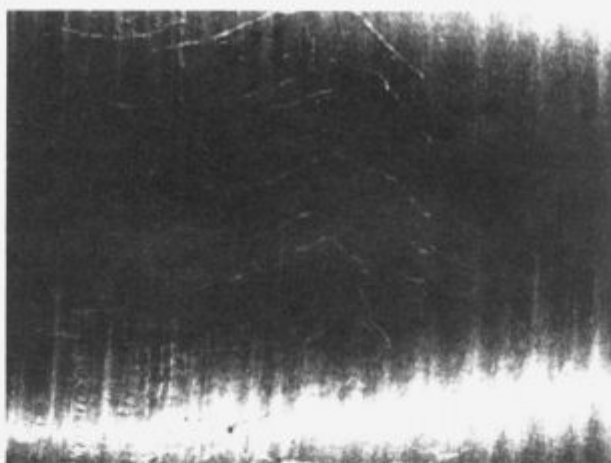


Slika 7: Luščenje površine valja iz jekla Utop Mo 6
Figure 7: Spalling of roll surface of steel Utop Mo 6



Slika 8: Luščenje površine valja iz jekla OHV 4
Figure 8: Spalling of roll surface of steel OHV 4

razpoke). Delovni valji se redko drobijo, zelo pogosto pa vmesni valji. Drobljenju se izognemo s pravočasnim brušenjem valjev. **Slika 10** prikazuje primer drobljenja površine I podpomočnega sendzimir valja.



Slika 9: Lasaste razpoke na površini valja iz jekla OHV 4
Figure 9: Hair cracks on roll surface of steel OHV 4



Slika 10: Drobljenje površine valja iz jekla BRM 2
Figure 10: Crushing of roll surface of steel BRM 2

Razpoke na čelni strani

Zaradi neenakomernega vrtenja valja nastanejo kot posledica trenja med zadnjim delom valja in ležajem toplotne razpoke. **Slika 11** prikazuje primer čelnih razpok na koncu valja.

Nalomljeni robovi

So posledica nepravilnega rokovanja z valji (transport, obdelava valjev) in tudi valjanja tik ob robu delovne površine valja. **Slika 12** prikazuje primer odtrganega materiala ob robu valja, kot posledica valjanja tik ob robu delovne površine.

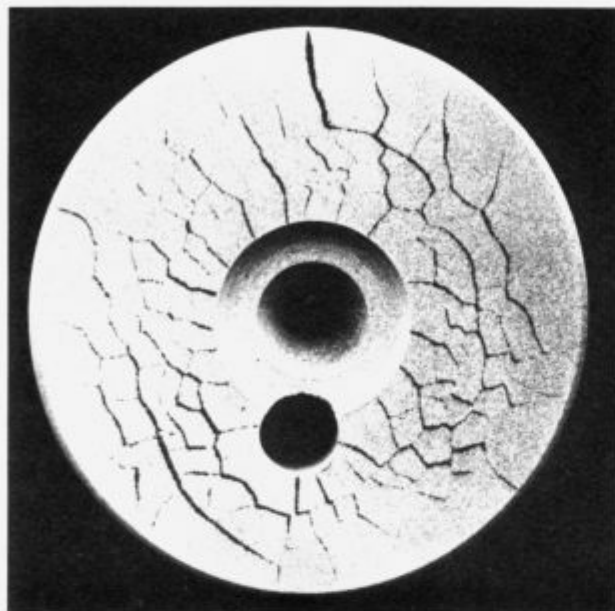
Vtisnjeni delci ali vtisnjena površina

Vtisnjeni delci ali vtisnjena površina se zelo redko pojavljajo na valjih. **Slika 13** prikazuje primer vtisnjenega delca v delovno površino valja.

Zlom valja

Zlom valja je posledica nastanka inicialnih mikro razpok ob koncentracijah napetosti na ali pod površino, rasti teh razpok do kritične velikosti nato sledi trenutni zlom valja. Običajno so prelomi valjev utrujenostne narave. Večina zlomov poteka pra-

vokotno na os valja. Le redki so primeri, kjer prelom poteka v vzdolžni smeri. Vzroki za lomljenje valjev so v napakah, ki so nastale na površini valjev. Preprečimo jih s temeljitim vzdržev-



Slika 11: Razpoke na čelni strani valja iz jekla Utop Mo 6
Figure 11: Cracks on radial side of roll of steel Utop Mo 6



Slika 12: Valjanje tik ob robu valja iz jekla OHV 4
Figure 12: Rolling at the end of working roll surface of steel OHV 4



Slika 13: Vtisnjeni delec na valju iz jekla OHV 4
Figure 13: Foreign particle in surface of roll of steel OHV 4

vanjem valjev (brušenje, pravilno rokovanje in uporaba). Slika 14 prikazuje primer utrujenostnega zloma valja.

Zlom čepa

Čepi se lomijo v glavnem zaradi sunkovite obremenitve npr. pri nasilni ustavitvi valja. Primeri lomljenja čepov so v praksi zelo redki.

Korozijske izjede

So zelo redek pojav pri valjih in nastanejo zaradi slabo inhibirane emulzije. Iniciali za korozijo so grobi karbidi ali nizi karbidov, izločenih po mejah zrn. Korozija na močno deformirani površini zelo hitro napreduje in vodi do nastanka mikro razpok in v končni fazi do porušitve valja.

Drsenje traku

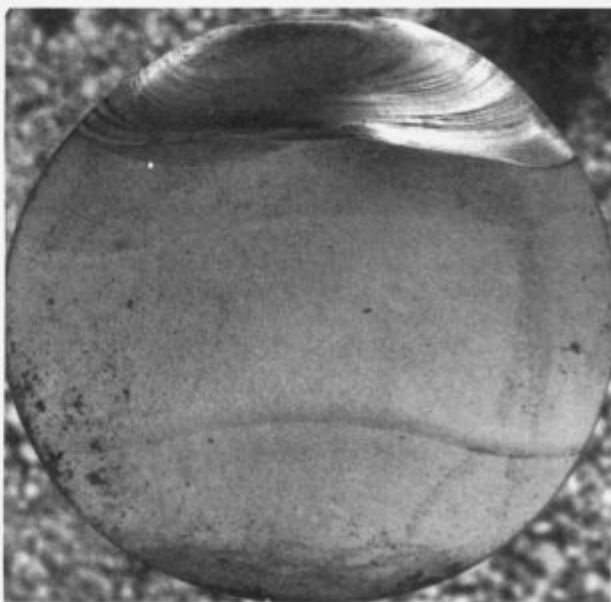
Pri visokih tlakih, ki se pojavljajo predvsem pri vtiku valjanca ali pri izpadu tračnega vleka, se lahko zgodi, da traku valj ne potegne za sabo, temveč drsi na valju. Valji se zaradi močnega trenja segrevajo, na njih nastanejo razpoke analogne brusilnim razpokam. Pri tem se lahko na obodu valja pojavijo pupuščne proge.

Robovi na trakovih

Pri vročem valjanju se konci in robovi trakov zelo hitro ohladijo, zato imajo večjo trdnost kot sredina traku. Zaradi tega pred hladnim valjanjem priporočamo žarjenje. Velikokrat je valjan trak vzdolžno razdeljen, takrat ima material za hladno valjanje naravni in rezni rob. Greben, ki nastane zaradi rezanja, moramo pred hladnim valjanjem odstraniti, sicer nastanejo na robovih trakov trajnostne razpoke zaradi močne obremenitve valjev.

Nestrokovno ležajenje

Nestrokovno ležajenje in predgretje lahko zaradi temperaturnih razlik, ki se pojavijo na delovni površini valja, povzroči napetostne razpoke.



Slika 14: Utrujenostni zlom valja iz jekla OCR 12 VMS
Figure 14: Fatigue fracture of roll from steel OCR 12 VMS

Nezadostno hlajenje

Če valje nezadostno hladimo, temperatura valjev naraste, da lahko pride do popuščnih pojavov na površini valja. Zaradi tega se kaljeni plasti zmanjša trdota, nastanejo pa lahko tudi napetostne razpoke. Pri neenakomernem hlajenju lahko pride po širini valja zaradi temperaturnih razlik tudi do pojava napetostnih razpok. Zaradi nezadostnega mazanja pride do močnega trenja med valjem in valjancem, kar lahko povzroči napetostne razpoke. Vzrok nezadostnega mazanja je lahko premajhna mastnost emulzije, nekontinuiran dovod emulzije ali pa slabo dovajanje emulzije na spodnje valje.

3. Sklepi

Opisane so osnovne napake, ki se pojavljajo na valjih za hladno valjanje. Te napake so predvsem posledica napak v tehnologiji izdelave valja (izdelava jekla, kovanje, toplotna in mehanska obdelava) kot tudi posledica neustreznega valjanja (preobremenitve, slabo brušenje delovne površine valja, itd.) in rokovanja z valji.

4. Literatura

¹ Interna dokumentacija Metal d.o.o., neobjavljeno poročilo, januar 1992, s. 1-16.