

Površinske greške čeličanskog izvora na bešavnim cijevima

Surface Defects on Seamless Tubes Due to Raw Materials

J. Krajcar, V. Ferketić, *Metalurški fakultet Sisak, Sveučilište u Zagrebu*
in

D. Vuković, A. Ivančan, J. Butorac, A. Iharoš, *SP Željezara Sisak, IRI*

Kvaliteta vanjske i unutarnje površine bešavnih cijevi u Željezari Sisak ne zadovoljava. Cijevi se proizvode iz ingota, kontinuirano lijevanih blumova i valjanih gredica.

Najviše grešaka čeličanskog izvora imaju cijevi izvaljane iz ingota zbog loše površine i nepovoljnog oblika glave. Od površinskih grešaka najviše su zastupljeni uključci uzrokovani pretežno lošim vatrostalnim materijalom. Duboki lunker je uvjetovan lijevanjem u kokile proširene na peti bez kape. Površina cijevi iz kontinuirano lijevanih blumova nije mnogo bolja zbog velike učestalosti površinskih uključaka i unutarnjih pukotina na blumovima.

Površinski su uključci posljedica naglih promjena nivoa čelika u razdjelniku i u kokili, a unutarnje pukotine neravnomjernog hladjenja.

Cijevi iz gredica imaju mnogo grešaka na vanjskoj površini koje smetaju pri hladnom vučenju cijevi. Greške se prenose sa ingota i blumova iz kojih se gredice valjaju.

Za poboljšanje stanja treba poboljšati kvalitetu kontinuirano lijevanog uloška i smanjiti udio ingota i gredica u proizvodnji bešavnih cijevi, koliko to postojeća oprema dozvoljava.

Nakon modernizacije pogona sve će se cijevi valjati iz kontinuirano lijevanih poluproizvoda.

The external and internal quality of seamless tubes in the Sisak Steelwork is unsatisfying. The tubes are manufactured from ingots, continuous cast blooms and rolled billets.

The defects coming from raw materials (semis) are more frequent on tubes rolled from ingots, due to the poor surface and inadequate top form. The major share of surface defects originates from inclusions caused mostly by worse pit refractories. A deep shrinkage cavity is caused by casting in big-end-dawn moulds without hot tops.

The surface of tubes from, continuous cast blooms is not much better because of the large frequency of surface inclusions and internal cracks. The surface inclusions are caused by large changes of the steel level in the tundish and in the mould, and the internal cracks by non uniform secondary cooling.

The tubes from billets have many defects on the external surface, which affects the cold drawing. The defects are carried over from ingots and blooms used in the rolling of billets.

To improve the surface quality of tubes, the quality of continuous cast blooms has to be improved and the share of ingots and billets lowered, as much as the present equipment enables.

After the modernization of the plants all seamless tubes will be rolled from continuous cast semiproducts.

1 Uvod

Kvaliteta površine cijevi svih dimenzija u Željezari Sisak ne zadovoljava, učestalost grešaka čeličanskog i valjaoničkog izvora je velika sa trendom daljnjeg povećanja. Cilj ovog rada je kratki prikaz dosadašnjeg rada na određivanju uzroka "čistih" čeličanskih grešaka, tj. grešaka, koje se na cijevi prenose sa uloškom zbog teškoća i propusta u radu čeličane posebno pri lijevanju.

Kao polazni materijal (uložak) za bešavne cijevi koriste se ingoti za cijevi velikih promjera, kontinuirano lijevani blumovi za cijevi srednjih promjera i predvaljanje gredice za cijevi malih promjera. Greške na vanjskoj površini cijevi, koje se prenose sa površine uloška, mogu se, bar

djelomično, očistiti, ali to stvara dodatne troškove i teškoće u organizaciji završnih operacija kontrole i otpreme. Greške na unutarnjoj površini cijevi, uzrokovane nehomogenošću aksialne zone uloška, praktički se ne mogu odstraniti pa zahtjevaju odrezivanje dijela cijevi ili odbacivanje čitave cijevi, što smanjuje izvadak i otežava dobivanje cijevi u propisanom rasponu duljina.

Kvaliteta uloška za bešavne cijevi je bila tema stručnih i znanstvenih skupova^{1,2,3}.

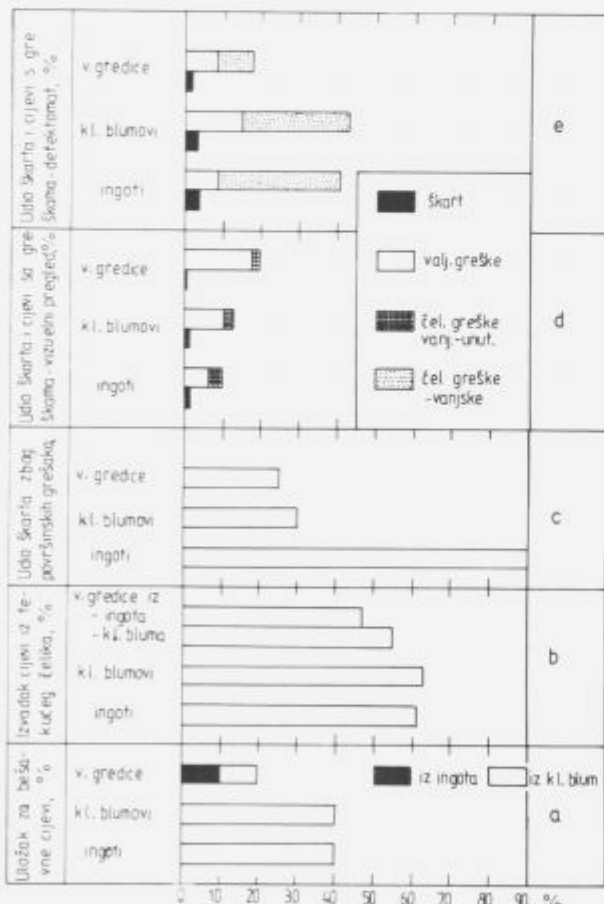
U suvremenim pogonima kao uložak za bešavne cijevi koriste se sada skoro isključivo kontinuirano lijevani poluproizvodi iz konvertora i elektrolučnih peći uz primjenu postupaka sekundarne rafinacije i vrlo efikasnih mjera za

osiguranje kvalitete (sastav, površina, unutrašnjost i dimenzije), čime se postiže vrlo visoko iskorištenje materijala⁴. U nas se zastarjelom tehnologijom (SM peći, velik udio ingota i prevlajvanje) ne mogu postići rezultati kao u takvim pogonima, ali se mora održavati razina kvalitete koja je primjerena datim okolnostima. U tu svrhu višekratno su se obradivale greške na ulošku za bešavne cijevi i to općenito^{5,6,7}, površinske^{8,9} i unutarne^{10,11}. Koristili su se: izvještaji iz pogona i tehničke kontrole, podaci dobiveni praćenjem probnih talina i metalografska analiza grešaka na ulošku i na cijevima dopunjena po potrebi drugim ispitivanjima (RA, EMA).

2 Rezultati

2.1 Osnovni podaci o kvaliteti uloška i površine bešavnih cijevi

Osnovni podaci o ulošku za bešavne cijevi i o kvaliteti površine bešavnih cijevi prikazani su na slici 1^{12,13}. Odnos ingota, kontinuirano lijevanih blumova i gredica u ulošku za bešavne cijevi u Željezari Sisak je 40 : 40 : 20 (slika 1a).



Slika 1. Podaci o ulošku za bešavne cijevi i o kvaliteti površine bešavnih cijevi: a) udio pojedinih poluproizvoda u ulošku za cijevi, b) izvadak cijevi iz tekućeg čelika, c) udio škart zbog površinskih grešaka, d) udio škart i cijevi sa greškama pri vizuelnom pregledu cijevi, e) udio škart i cijevi sa greškama pri pregledu na defektomatu.

Izvadak cijevi I klase iz tekućeg čelika prikazan je na slici 1b, iz koje se vidi, da se najveće iskorištenje materijala dobije sa izravnom preradom kontinuirano lijevanih

blumova, a najmanje sa prevlajvanjem gredica (razlika čak 16%).

Na slici 1c se vidi da je kod ingota (gdje je i ukupni škart najveći) udio škart zbog površinskih grešaka čak 90%. To se odražava na kvalitetu vanjske površine cijevi bez obzira na velik opseg čišćenja. Rezultati pregleda toplovaljanih cijevi iz pojedinih vrsta uloška prikazan je na slici 1d, iz koje se vidi da cijevi iz ingota imaju najviše škart i najveći udio cijevi sa greškama (vanjske i unutarne zajedno).

Dio cijevi sa višim zahtjevima (oko 10%) dodatno se kontrolira na defektomatu, koji otkriva samo vanjske greške. Rezultati su prikazani na slici 1e, gdje se također vidi da je udio cijevi sa greškama i udio škart najveći kod cijevi izvaljanih iz ingota.

2.2 Greške na ulošku i njihov prijenos na cijevi

Greške na ulošku kontroliraju se samo vizualno. Ingoti i gredice se čiste, a kontinuirano lijevani blumovi ne. Najčešće površinske i unutarne greške po nomenklaturi iz Željezare Sisak za pojedine vrste uloška (prema zastupljenosti u škartu) jesu:

ingoti: površinske: uključci (šamoti) (70%), mjehuri (10%), presjeci (5%)
ostale: luncker, dimenzije, sastav (10%)

k.l.blumovi: površinske: uključci, pukotine, mjehuri
unutarne: pukotine, centralna poroznost

gredice: površinske: pukotine, ljuske
unutarne: ostaci lunckera.

Uključci na ingotima se pojavljuju pretežito kao posljedica lošeg vatrostalnog materijala, mjehuri uglavnom zbog neodgovarajuće pripreme kokila. Pukotine su rijetke jer su ingoti male mase i visine, presjeci su relativno česti zbog lijevanja velikog broja ingota na jednoj ploči. Usvojeni postupak lijevanja (bez kape) uvjetuje prodiranje produkata izgaranja lunckerita duboko po osi ingota, što uzrokuje pojavu unutarnjih ljuski.

Na kontinuirano lijevanim blumovima potpovršinski uključci se pri redovnoj kontroli obično ne otkrivaju. Ispitivanja pokazuju da su oni česti i da potječu uglavnom od zadržavanja troske iz praha zbog velikih promjena nivoa čelika.

Od unutarnjih grešaka najčešće su unutarne pukotine od kojih su posebno opasne one u sredini radijusa žile. Na gredicama se nalaze one greške koje se prenose sa uloška iz kojeg su valjane. Površinske greške na cijevima zbog uključaka stvaraju ozbiljne teškoće pri hladnom vučenju (sastav uključaka ukazuje da oni nastaju i zbog reoksidacije mlaza). Unutarne greške na gredicama su rijetke (ostaci lunckera). Bez obzira na čišćenje neke se greške prenose sa uloškom na cijevi, gdje se manifestiraju kao pukotine i ljuske. Zbog procesa kosog izduženja sve čeličanske greške su uzdučne (izuzetak mogu biti greške zbog smanjene plastičnosti o kojima se ovdje ne raspravlja).

Uzroci grešaka na cijevi iz različitog uloška sažeti su u tablici 1.

Iz tablice 1 se vidi da se na vanjsku površinu cijevi prenose samo uključci i mjehuri. Pukotine, ako se ranije ne odstrane, uzrokuju škart u ranijim fazama prerade (nabušci, cijevnice) i malo je vjerovatno da dolaze do gotovih cijevi. Slično vrijedi i za presjke.

Tabela 1. Uzroci grešaka čeličanskog izvora na bešavnim cijevima iz različitog uloška.

Površinske greške na cijevima	Uzroci grešaka prema vrsti uloška		
	ingoti	blumovi	gredice
vanjske pukotine i ljsuke	uključci mjhuri	uključci mjhuri	uključci
unutarnje pukotine i ljsuke	lunker	unut.pukot. lunker centralna p.	ostaci lunkera

3 Diskusija rezultata

Najgora je površina cijevi izvaljanih iz ingota. Kvaliteta ingota ne može se značajno poboljšati (loš vatrostalni materijal, složena priprema pribora za lijevanje velikog broja malih formata, teško osiguranje povoljnijeg oblika glave, teški uvjeti rada). Rješenje problema treba tražiti u povećanju udjela kontinuirano lijevanog čelika. Postojeća postrojenja dozvoljavaju da se promjenom oblika poprečnog presjeka značajan dio ingota zamjeni kontinuirano lijevanim blumovima¹⁴.

Razlika u kvaliteti površine cijevi iz ingota i kontinuirano lijevanih blumova je manja od očekivane, pogotovo u pogledu vanjskih grešaka.

Smanjenje uključaka na blumovima može se postići boljom regulacijom nivoa u razdjelniku i u kokili, a smanjenje unutarnjih pukotina boljom pripremom postrojenja. Za značajnija poboljšanja potrebne su značajnije rekonstrukcije postrojenja.

U pogledu smanjenja unutarnjih grešaka treba razmotriti i uvjete bušenja na preši, jer oni mogu utjecati na smanjivanje ili potenciranje greške.

4 Zaključak

Zastarjela tehnologija ograničava nivo kvalitete površine. Izvjesna poboljšanja kvalitete uloška i cijevi moguća su i sa postojećom opremom.

Kvaliteta ingota ne može se značajnije popraviti pa je potrebno zamijeniti što veći udio ingota sa kontinuirano lijevanim blumovima i, do modernizacije pogona, zadržati ingote samo za cijevi najvećih promjera. Kvaliteta kontinuirano lijevanih blumova je ispod očekivane i treba je poboljšati koliko to stanje postrojenja dozvoljava, kako u pogledu površine (bolja regulacija nivoa) tako i u pogledu unutrašnjosti (bolja priprema i održavanje postrojenja).

Proizvodnja cijevi iz valjanih gredica (pogotovo iz ingota) predstavlja anahronizam. Dok se to ipak treba obustaviti prevalljivanje ingota.

Za cijevi za hladnu preradu treba osigurati i zaštitu mlaza pri lijevanju.

5 Literatura

- ¹ Radovi 1. međunarodnog kolokvija "Uložak za bešavne cijevi" Sisak, 7.–10. svibanj 1970, Metalurgija 9 (1970)4 (na hrvatskom i njemačkom jeziku).
- ² "Uložak za bešavne cijevi", Zbornik radova sa II. međunarodnog kolokvija, Sisak, 22.–24. svibanj 1979, MK Željezara Sisak (na engleskom jeziku).
- ³ Seminar on steel tubes and their raw-material quality requirements, UN, EEC, Steel Committee, Helsinki, 13.–17.05.1985.
- ⁴ J. Plepelić, Razvoj proizvodnje bešavnih cijevi, Metalurgija 27(1988)1/2, 17–29.
- ⁵ J. Plepelić i sur.: Atlas grešaka (interni), Institut za metalurgiju Sisak, 1971.
- ⁶ M. Golja, I. Mamuzić, Atlas grešaka bešavnih cijevi, Institut za metalurgiju Sisak, I. dio 1979, II. dio 1981.
- ⁷ J. Krajcar, D. Vuković, A. Ivančan, I. Kovačić, V. Ferketić, J. Butorac, A. Iharoš, Z. Belošević, V. Babić, Površinske greške čeličanskog izvora na bešavnim cijevima, rad za objaviti u Metalurgiji.
- ⁸ J. Krajcar, A. Ivančan, Sistematizacija površinskih grešaka na ingotima i njihov odraz na greške na cijevima (Konačni izvještaj), Institut za metalurgiju Sisak, 1990.
- ⁹ J. Krajcar, R. Dmitrović, A. Iharoš, Vj. Novosel-Radović, A. Ivančan, V. Đuričić, Površinski uključci na ingotima i na cijevima, Metalurgija 30(1991)1–2, 39–46.
- ¹⁰ J. Krajcar, Metalurgija 13(1974)1, 3.
- ¹¹ J. Krajcar, Kvalitet blokova za bešavne cijevi s posebnim obzirom na glavu bloka, Metalurgija 21(1982)3–4, 67–73.
- ¹² Analiza rada Čeličane MK "Željezare Sisak" za 1990 g.
- ¹³ Godišnji izvještaj Tehničke kontrole MK "Željezara Sisak" za 1990 g.
- ¹⁴ J. Krajcar, V. Ferketić, D. Vuković, Problemi kontinuirano lijevanog čelika nakon prestrukturiranja i modernizacije pogona u MK "Željezari Sisak", rad pripremljen za tisak u Metalurgiji.