

Tehnologija vlečenja orodnih jekel pri povišanih temperaturah

Tool Steel Wire Drawing Technology at Elevated Temperatures

B. Arzenšek, B. Šuštaršič, *Inštitut za kovinske materiale in tehnologije v Ljubljani*,
I. Kos, K. Zalesnik, *Železarna Ravne*

Orodna jekla prenesejo pri hladnem vlečenju majhne deformacije, zato smo razvili tehnologijo vlečenja jekel pri povišanih temperaturah. Omenjeno tehnologijo smo v delu podrobno opisali.

Ključne besede: orodna jekla, preoblikovanje, vlečenje pri povišanih temperaturah

Tool steels have very poor cold workability, therefore drawing technology at elevated temperatures was developed at our Institute. This technology was particularly described in the paper.

Key words: tool steels, formability, drawing at elevated temperatures

1 Uvod

Za orodna jekla je značilno, da so v hladnem stanju zelo slabo preoblikovalna, zato jih lahko izdelujemo v tankih dimenzijah, premerih pod 8 mm, s hladnim vlečenjem tako, da jih po vsakem vleku rekristalizacijsko žarimo. Tako bi morali npr. žico iz jekla BRM2 med vlečenjem iz premera 8 do 2 mm več kot desetkrat (pri 15% redukciji celo sedemnajstkrat) vmesno rekristalizacijsko žariti. Taka proizvodnja žice je precej draga in dolgotrajna. Žico iz jekla OCR12 bi na tak način lahko vlekli le do premera 5.5 mm. Podobni problemi se pojavijo tudi pri vlečenju ventilskih jekel in ostalih orodnih jekel, pa tudi pri zelo dragih superzlitinah na osnovi niklja in kroma.

Vlečne sposobnosti orodnih jekel se precej izboljšajo pri povišanih temperaturah, pri katerih lahko žico brez vmesnih rekristalizacijskih žarjenj vlečemo tudi do tankih premerov. Iz preizkusov vlečenja kratkih vzorcev žice smo ugotovili, da lahko žico iz jekla BRM2 v hladnem stanju vlečemo iz premera 8 največ do premera 5.5 mm, pri temperaturi 500°C do 4.5 mm, pri 700°C pa celo do premera 2.8 mm. Podobno smo ugotovili tudi pri preizkusih vlečenja žice iz jekla OCR12, ki jo v hladnem stanju brez vmesnega rekristalizacijskega žarjenja lahko vlečemo največ iz premera 8 do 7 mm. Na osnovi opisanih rezultatov preizkusov vlečenja orodnih jekel smo v sodelovanju s sodelavci iz Železarne Ravne razvili tehnologijo za vlečenje žice pri povišanih temperaturah (toplega vlečenja) iz kolobarja v kolobar, ki že stoji in obratuje na našem inštitutu.

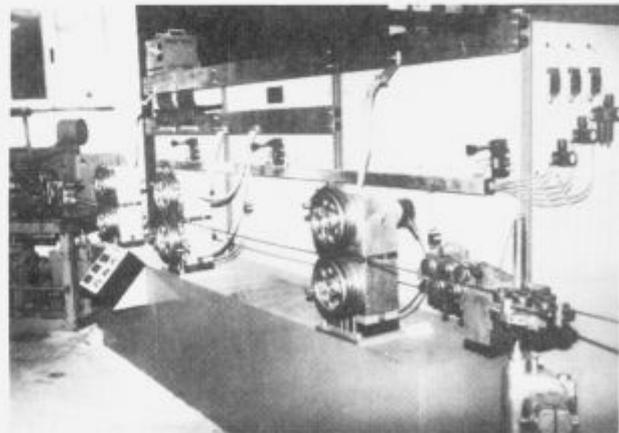
2 Tehnologija toplega vlečenja žice

Osnovno vodilo pri razvoju tehnologije toplega vlečenja žic je bilo uporabiti čim več že obstoječih naprav, ki jih uporabljajo pri hladnem vlečenju žice. To po eni strani zmanjšuje ceno razvoja tehnologije, po drugi pa omogoča cenejši in preprostejši prenos tehnologije v industrijo. Shemo omenjene linije smo prikazali na **sliki 1**, na **sliki 2** pa tudi njen naravni izgled. Linija je sestavljena iz treh osnovnih sklopov: iz naprave za konduktivno ogrevanje žice, sistema za merjenje temperature žice pred vlečenjem in vlečnega stroja. Pred ogrevno napravo smo



Slika 1. Shema linije za toplo vlečenje žice.

Figure 1. Scheme of the wire-drawing line for drawing at elevated temperatures.



Slika 2. Izgled linije za toplo vlečenje žice, ki je postavljena na Inštitutu za kovinske materiale in tehnologije v Ljubljani.

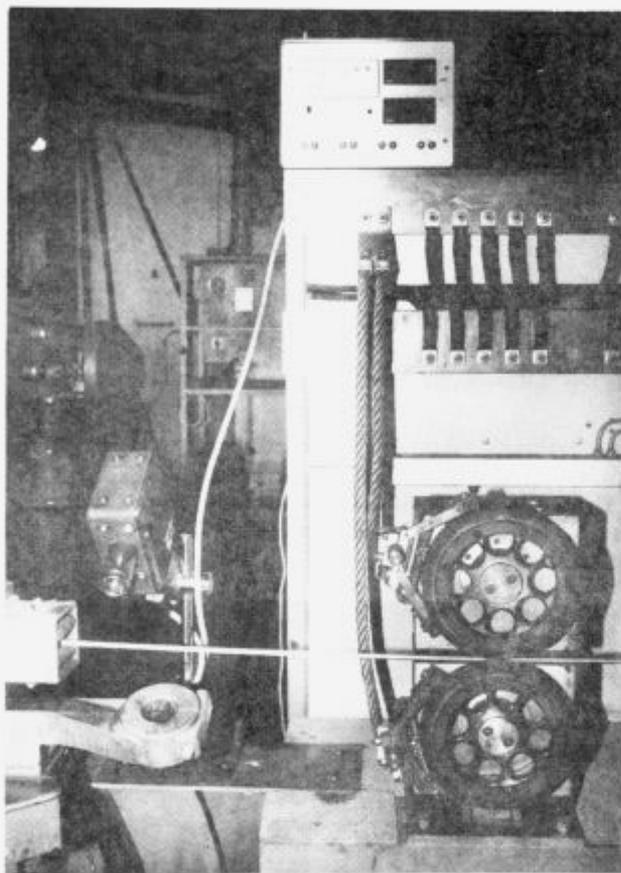
Figure 2. Picture of wire-drawing line for drawing at elevated temperatures at the Institute of Metals and Technologies in Ljubljana.

postavili tudi stojalo za odvijanje žice in ravnalne valjčke. V celotnem vlečnem sistemu je nova le naprava za konduktivno ogrevanje žice. Glavne značilnosti teh treh glavnih sklopov so naslednje:

S konduktivno ogrevno napravo ogrevamo žico preko treh parov kontaktnih valjev. Kupili smo jo pri firmi Mon-

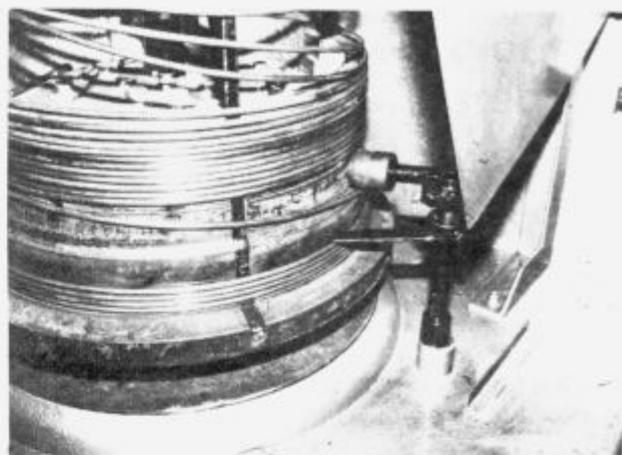
tanstahl iz Švice. Moč naprave je 90 KVA, izbrali pa smo jo glede na največji željeni premer ogrevane žice 8 mm, najvišjo željeno temperaturo ogrevanja žice 800°C in hitrost vlečenja 0.28 m/s. Ogrevanje žice poteka v dveh stopnjah. Med prvim in drugim parom valjev žico ogrejemo največ do temperature 500°C, med drugim in tretjim parom pa naprej do temperature 800°C. Moč ogrevanja nastavljamo ročno, naprava pa je opremljena tudi s t.i. driver-jem, s katerim preprečimo pregretje žice v primeru zastojev med vlečenjem.

Sistem za merjenje temperature ni povezan z ogrevnim sistemom. Prikazali smo ga na sliki 3. Temperaturo žice merimo z optičnim pirometrom, moč ogrevanja pa nastavljamo ročno, glede na odčitek izmerjene temperature.



Slika 3. Sistem za merjenje temperature žice.
Figure 3. Wire-temperature measuring system.

Vlečni stroj je namenjen za hladno vlečenje žic premerov pod 8 mm, zato je vlečni boben skonstruiran tako, da vlečena žica pri hladnem vlečenju enakomerno drsi po bobnu navzgor. Pogoji vlečenja so med hladnim vlečenjem precej nespremenljivi, pri toplem pa se močno spreminjajo v odvisnosti od temperature toplega vlečenja, premera vlečene žice in mazanja. Pri prvih preizkusih toplega vlečenja na opisani napravi je pri večjih premerih žice prišlo do spodrsavanja žice po vlečnem bobnu navzgor, pri manjših premerih pa do prekrivanja ovojev žice, kar vse je onemogočalo vlečenje. Opisane težave smo rešili z izdelavo posebnih vodil za vlečeno žico, ki smo jih pritrdili okoli vlečnega bobna (slika 4). Omenjena vodila lahko po toplem vlečenju odstranimo iz vlečnega stroja tako, da lahko isti vlečni stroj uporabljamo tudi za hladno vlečenje žice.



Slika 4. Vodila za nastavitev števila ovojev žice na vlečnem bobnu.
Figure 4. Guides to employ the wire slings on the drawing drum.



Slika 5. Naprava za žarjenje koncev vlečene žice.
Figure 5. Equipment for conduction annealing of cold drawn wire ends.

Pri toplem vlečenju moramo začetek in konec kolarja žice vleči v hladnem stanju. Ker žica iz jekla BRM2 prenese pri hladnem vlečenju največ dva vleka, bi morali hladno vlečene konce odrezati. S tem bi zmanjšali izkoristek vlečene žice, zato smo rezanje koncev preprečili z žarjenjem. Za ta namen smo izdelali posebno konduktivno napravo za žarjenje koncev žice, s katero lahko žarimo žico dolžin do 5 m in tako izkoristek žice BRM2 pri toplem

vlečenju povečali skoraj na 100%. Omenjeno napravo za žarjenje koncev žice smo prikazali na **sliki 5**. Izdelali so jo v Železarni Ravne.

Uspešnost toplega vlečenja žice je odvisna precej od priprave površine žice pred vlečenjem in mazanja. Ugotovili smo, da je za toplo vlečenje najprimernejša peskana površina, ki jo pred vlečenjem še pobakrimo. Peskana površina je bolj hrapava kot lužena, zato se nanjo oprime več maziva, prevleka bakra pa preprečuje rjavenje žice po vlečenju. Največ težav pri toplim vlečenju je povezanih z mazanjem, ki še ni najbolje rešeno predvsem pri temperaturah nad 600°C. Iz preizkusov vlečenja smo ugotovili, da je glede na mazivne sposobnosti in ceno najprimernejše mazivo grafit, ki smo ga uporabljali v obliki paste.

Vse preizkuse vlečenja smo izvedli s trdokovinskimi votlicami, ki jih uporabljamo za hladno vlečenje žice. Ker se obrabna obstojnost trdokovinskih votlic pri temperaturah nad 450°C precej poslabša, smo preizkušali tudi keramične votlice, izdelane iz SiC. Omenjena keramika je dobro obrabno odporna do temperature 1000°C, ima pa slabšo žilavost in slabo odpornost proti temperaturnim šokom. Omenjene votlice so prenesle krajše preizkuse vlečenja v hladnem stanju in pri povišanih temperaturah, zato bomo s preizkušanjem nadaljevali.

3 Zaključek

Vlečenje žice pri povišanih temperaturah se precej razlikuje od hladnega vlečenja, zato se je pri razvoju tehnologije vlečenja pri povišanih temperaturah pojavilo precej problemov, ki smo jih bolj ali manj uspešno rešili. Na liniji že lahko vlečemo industrijske kolobarje žice teže do 130 kg, prevlekli pa smo že preko 1500 kg žice iz jekla

BRM2 iz premera 8 mm do različnih manjših premerov. Najmanjši premer vlečene žice je znašal 3,2 mm. Linija je tako izpopolnjena, da se s proizvajalcem orodnih jekel Železarno Ravne že dogovarjamo o prenosu tehnologije v proizvodnjo. Zaradi uporabe naprav, ki jih lahko uporabljamo tudi pri hladnem vlečenju žice, je razvita tehnologija precej cenejša od podobnih tehnologij za izdelavo žice pri povišanih temperaturah. Pri tej tehnologiji žice med vlečenjem ni potrebno rekristalizacijsko žariti in površinsko obdelati, zato so stroški za izdelavo žice pri omenjeni tehnologiji za več kot 30% manjši kot pri hladnem vlečenju.

4 Literatura

- ¹ B. Arzenšek, B. Šuštaršič, I. Kos, K. Zalesnik, F. Marolt, G. Velikajne: Tehnologija vlečenja jekla BRM2 pri povišanih temperaturah. Poročila inštituta za kovinske materiale in tehnologije v Ljubljani, nal. št. 91-035, Ljubljana, 1992
- ² K.D. Maraité: Ein Beitrag zur Optimierung des Halbwarmziehens, Stahl und Eisen, Umformtechnische Schriften — Band 13, 1988, Verlag Stahleisen, Düsseldorf
- ³ H. Tzscheuschler: Untersuchungen der Einsatzmöglichkeiten des Halbwarmziehens, Doktor Dissertation, Aachen, 1982
- ⁴ B. Arzenšek, I. Kos, A. Godec: Vlečenje žice iz orodnega jekla Č.7680 — II. del, Poročila Metalurškega inštituta v Ljubljani, nal. št. 85-063, Ljubljana, 1985
- ⁵ B. Arzenšek, I. Kos, A. Godec: Vlečenje jekla Č.7680 pri povišanih temperaturah, Poročila Metalurškega inštituta v Ljubljani, nal. št. 86-037, Ljubljana, 1986
- ⁶ I. Kos, B. Šuštaršič, B. Arzenšek, V. Leskovšek: Razvoj tehnologije vlečenja pri povišanih temperaturah — II. del, Ljubljana, 1990