

## Jekla za pnevmatska orodja — osnovne lastnosti in zagotavljanje kakovosti

J. Rodič, M. Lečnik, A. Zalesnik, I. Gros,  
ASM/SLA: T28j, T28m, TSg, S12, J5c

J. Rodič, M. Lečnik, A. Zalesnik, I. Gros,  
S. Hrnčič

*Pnevmatska orodja predstavljajo specifičen del proizvodnega programa, ki zahteva dokaj raznolik asortiment kovanega in valjanega jekla ter jeklotitine.*

*Za nekatere posebno zahtevne dele je treba zagotoviti specialne lastnosti. V kontroli te lastnosti kontroliramo, rezultate dokumentiramo in s pomočjo banke podatkov ter statističnih analiz lahko napovedujemo lastnosti za izbiro primernih šarž in za kriterije v fazni kontroli.*

### UVOD

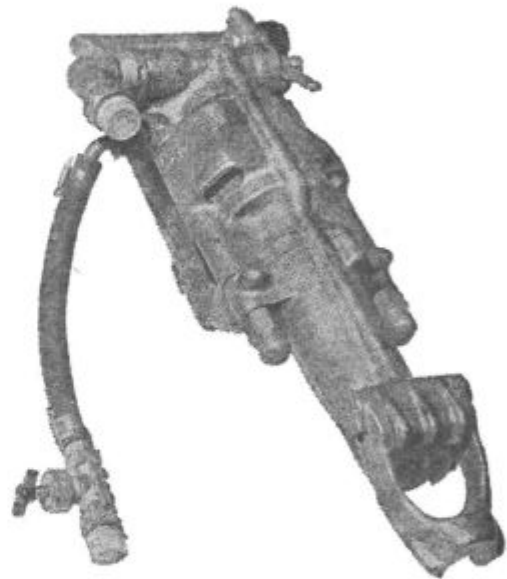
Značilnost proizvodnje pnevmatskih orodij je potreba po širokem in kompletnem asortimentu proizvodnega programa. Vsak stroj zase pa je sestavljen iz veliko komponent, kar zahteva zopet izredno širok asortiment materialov in dimenzij ob zelo različnih zahtevah kakovostnih karakteristik.

Razumljivo je, da je proizvodnja pnevmatskih orodij in strojev neposredno povezana s proizvodnjo plemenitih jekel in zato so tovarne pnevmatskih orodij v večini primerov na tak ali drugačen način v sklopu firm — proizvajalcev specialnih jekel.

Referat na posvetovanju: STANJE IN SMERI RAZVOJA RUDARSKIH VRTALNIH METOD IN OPREME V SVETU IN PRI NAS

Ravne na Koroškem 24.—26. junija 1981

Dr. Jože Rodič, dipl. ing. met. je vodja službe, Marjan Lečnik, Adrijan Zalesnik in Irena Gros so metalurški tehniki in strokovni delavci, Sonja Hrnčič, dipl. ing. met. pa raziskovalna delavka, vsi v službi za razvoj tehnologije, izdelkov in metalurške raziskave v železarni Ravne



Slika 1

Pnevmatsko vrtalno kladivo

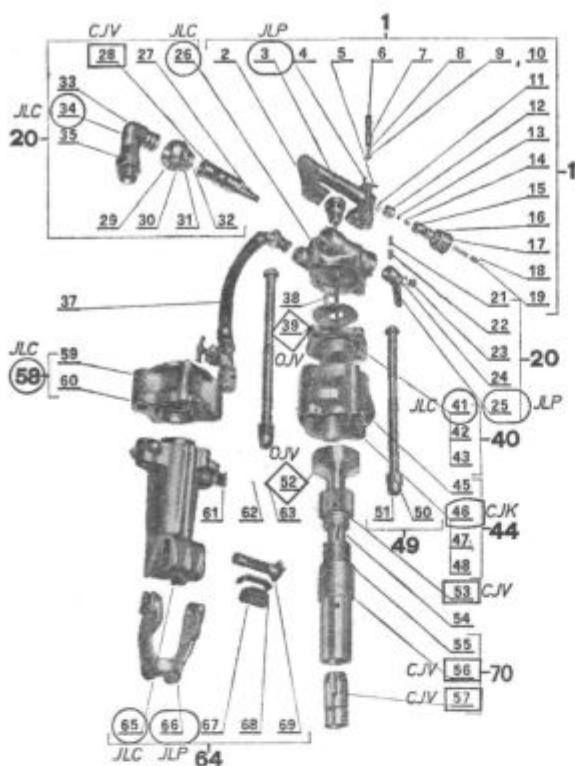
Fig. 1

Pneumatic drilling tool

Poglejmo le en primer vrtalnega kladiva na sliki 1. Če ga razstavimo in pogledamo le glavne sestavne dele (slika 2), vidimo, da so zanj potrebni ulitki, odkovki in valjano jeklo v takem asortimentu, da si ga lahko zagotovi le proizvajalec jekla. To še posebno velja zato, ker so zahteve posameznih delov zelo različne, tudi če so ti deli izdelani iz istega materiala. Zahtevajo zelo različne toplotne obdelave in specialne postopke v izdelavi, za nekatere komponente pa je potrebno začeti že pri izbiri šarž v jeklarni, ker je zahtevane



PO 1959/86



Legenda:

- (CJV) - cementacijsko jeklo - kovano
- (JLC) - jeklolitina za cementacijo
- (JLP) - jeklolitina za poboljšanje
- (CJK) - cementacijsko jeklo - valjano
- (OJV) - orodno jeklo - valjano

Slika 2

Uporabljene vrste jekel in jeklolitine za posamezne dele kladiva

Fig. 2

Applied steel and cast steel for various parts of tool

lastnosti vnaprej nemogoče zanesljivo zagotoviti, kar bomo pozneje posebej obravnavali na enem od primerov.

Pri jeklolitini za cementacijo in pri kovanih ali valjanih jeklih za cementacijo se uporabljajo nelegirane in krom-molibdenove vrste jekel, pri katerih se za posamezne dele zahteva različna globina cementacije od 0,5 do 1,0 mm. Tudi zahtevana trdota površine je pri posameznih sestavnih delih različna od 55 do 63 HRC. S temi zahtevami reguliramo odpornost proti obrabi in žilavost delov, na posebne karakteristike pa vplivamo z različnimi postopki toplotne obdelave.

Jeklolitino za poboljšanje uporabljamo za tiste dele, ki niso neposredno izpostavljeni obrabi. Tudi ta jeklolitina je v večini primerov krom-molibdenova in pri poboljšanju se zahteva trdnost 1000 do 1400 N/mm<sup>2</sup> po posebnih specifikacijah tehnoloških normativov. V to skupino vključujemo tudi posebna jekla za nitiranje, ki se po poboljšanju še nitirajo ali nikotrirajo.

Ob tem kratkem opisu naj omenimo, da imajo tuji proizvajalci nekatere dele pnevmatskih strojev večinoma izdelane iz utopnih odkovkov, žele-

zarna Ravne pa uporablja ulitke. V preteklem obdobju je imela železarna Ravne v sklopu kovačnice tudi oddelek za utopno kovanje, v katerem je bil glavni del proizvodnega programa prav asortiment za pnevmatska kladiva. Ko je prišlo do zahtev po učinkoviti modernizaciji tega dela kovačnice, smo se lotili sistematičnih raziskav za ugotovitev možnosti zamenjave utopnih odkovkov z ulitki. Specializacija v proizvodnjo plemenite jeklolitine, ki je že dolgoletna tradicija železarne Ravne, je omogočila doseganje vseh zahtevanih lastnosti za te dele. Ugotovili smo zelo pomemben prihranek materiala in prihranek mehanske obdelave ob zagotovljenih zahtevanih lastnostih (konstrukcija, kvaliteta, jeklolitine in toplotna obdelava). Na osnovi teh ugotovitev je razumljivo, da se je tako intenzivno razvijala uporaba ulitkov, da smo po nekaj letih utopno kovačnico povsem opustili.

**PROBLEMATIKA IN RAZISKAVE**

Znano je, da so trije ključni do zadovoljstva in zagotavljanja kakovosti izdelkov:

- konstrukcija,
- izbira jekla ali jeklolitine,
- tehnološka izdelava.

O konstrukciji in izbiri jekla ni potrebno posebej govoriti, zavedati pa se moramo, da iz slabe konstrukcije in nepravilne izbire jekel ni mogoče napraviti dobrih izdelkov, še bolj res pa je, da iz dobre konstrukcijske izvedbe in kvalitetnega pravilno izbranega jekla lahko nastane slab izdelek, če ga tehnološko pravilno ne obvladamo. Poseben pomen pri tem ima toplotna obdelava in zato ji posvečamo pri razvoju in raziskavah posebno pozornost. Ta raziskovalna dejavnost je usmerjena v sistematične raziskave za spoznavanje lastnosti pod vplivom toplotne obdelave, drugič pa na reševanje kvalitetne problematike in na razvoj nove tehnologije ter novih izdelkov. Postopki toplotne obdelave, ki se redno uporabljajo, so poboljšanje, pri orodnih jeklih kaljenje in nizko temperaturno popuščanje, veliko pa je delov, ki se cementirajo, nitirajo, nikotrirajo itd.

Problematika poboljšanja je tako poznana, da je ne bi posebej obravnavali. Pri kaljenju in popuščanju orodnih jekel gre prav tako za standardne postopke in poznano problematiko. Posebna specialnost je pri nekaterih izdelkih globina kaljenja in prekaljivost. V zvezi s cementacijo so številna področja raziskav, ki so že dolgo in še bodo dolgo aktualna. Pri tem gre za določanje vsebnosti ogljika in ogljikovega gradienta v cementiranem sloju, za določanje in zagotavljanje vsebnosti ostalega avstenita, za potek trdot po preseku in za obsežne metalografske raziskave ker mikrostruktura bistveno vpliva na uporabne lastnosti. Pri cementiranih izdelkih so raziskave usmerjene tudi v ugotavljanje obrabne obstojnosti, kar pa je še prav poseben namen raziskav pri postopkih nitri-

ranja. Več let smo za naše izdelke, pri katerih se zahteva nitriranje, morali uporabljati zunanje storitve nitriranja po Tenifer postopku. Z začetkom obratovanja nove moderne IPSEN peči pa smo se s to vrsto toplotne obdelave osamosvojili.

Na posamezne sestavne dele pnevmatskih strojev so vezane zelo obsežne raziskave, ki pa so bolj internega značaja glede reševanja tehnološke in kakovostne problematike za napredek in osvajanje nove proizvodnje in s tega stališča na tem mestu niso toliko interesantne.

Železarna Ravne je tudi proizvajalec orodij, ki se uporabljajo s pnevmatskimi stroji: dleti, sekači, odkopne lopate, konice, krone, monoblok svrdri (pri katerih je zelo pomembna tudi vhodna kontrola votlega svedrnega jekla). Na tem področju je zelo pomemben za reševanje problematike in splošen napredek tesen stik proizvajalca z uporabniki. Zelo dobrodošle so vse informacije s tržišča, ker z raziskavami značilnih lomov, defektov, obrab in podobnih problemov dobimo potrebne informacije za izboljšanje kakovosti in zanesljivosti, kar je v interesu proizvajalca in uporabnika. Naj omenimo ob tej priliki, da se včasih kar masovno pojavljajo pri uporabi orodij napake, ki izvirajo iz prvotne ali naknadne toplotne obdelave, brušenja, nepravilnosti konstrukcije, montaže in uporabe. Zanimivo je, da lahko tudi nekatere malenkosti, kot npr. signiranje ali lokalne oslavitve na prehodih povzročijo kar precej težav. Če spoštujemo načelo, da se na napakah učimo, ne smemo pa jih ponavljati, potem lahko ocenimo, kakšen je pomen sistematičnega zbiranja dokumentacije in analiz z rezultati raziskav vseh napak. Naš raziskovalni oddelek razpolaga z obsežno dokumentacijo zelo zanimivih primerov.

### SISTEM ZAGOTAVLJANJA KAKOVOSTI V ŽELEZARNI RAVNE

Že pred petnajstimi leti je bil v železarni Ravne zastavljen koncept razvoja integralnega krmiljenja kakovosti,<sup>1</sup> katerega smo v letu 1971 uveljavili že kot računalniško podprt informacijski sistem na področju kontrole kakovosti in raziskav.<sup>2, 3, 4, 5</sup>

S posebno metodologijo železarne Ravne za reševanje tehnoloških problemov<sup>1</sup> in za osvajanje nove proizvodnje ter sistematično usmerjeno raziskovanje<sup>6</sup> smo opredelili mesto in uporabnost metod matematične statistike, ki smo jih že prej osvojili<sup>7, 8</sup> in uvedli v rutinsko uporabo računalniških obdelav iz posebej zbrane dokumentacije ali iz računalniške banke podatkov.<sup>9, 10</sup>

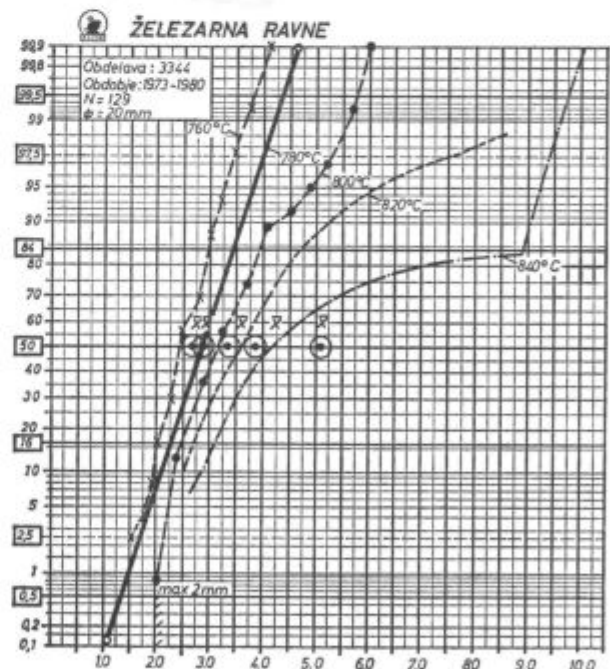
Prav organiziran in računalniško podprt informacijski sistem povezovanja proizvodnje, kontrole, razskav in celotnega poslovnega dogajanja v tesni povezavi s povratnimi informacijami s tržišča je osnova za nadaljnji razvoj. Posebno vlogo pri tem ima banka podatkov iz proizvodnje, tehnologije, kontrole in raziskav. To je najsolidnejša

baza za razvoj procesnega računalništva v proizvodnji, ki se je v železarni Ravne začel 1976 s procesnim računalnikom v jeklarni. S tem sistemom je železarna Ravne dosegla vidne uspehe in uspešno uveljavila svoje znanje na področju krmiljenja proizvodnje in kakovosti doma<sup>11, 12, 13</sup> in v tujini<sup>14, 15, 16, 17, 18</sup>.

Nimamo namena in ne možnosti, da bi se spuščali ob tej priliki v podrobnosti, vendar izkoristimo to priliko, da le z enim primerom prikažemo, kako ta sistem deluje na področju raziskav in razvoja kakovosti za eno od vrst uporabljenih jekel za najbolj zahtevne komponente pnevmatskih strojev.

### Analiza problematike kaljivosti jekla Č. 1942 — OC 100 ekstra special

V tem primeru se omejimo le na najpomembnejšo zahtevo, to je omejitev debeline kaljene plasti na največ 2 mm. Vsakomur je znano, da te zahteve ni mogoče zagotoviti v redni proizvodnji. Potrebna je sistematična izbira žarž, ki ustrezajo tem zahtevam, za vsako šaržo pa je treba v fazni kontroli ugotoviti optimalne pogoje kaljenja. S tem namenom je za to vrsto jekla uvedena redna kontrola kaljenja s petih različnih temperatur kaljenja z meritvami trdot in kalilne globine preizkušancev kv. 20 mm poleg drugih zahtev v postopku kontrole kakovosti. Na sliki 3 so prikazane statistične porazdelitve za meritve kalilnih globin,



Slika 3

Analize porazdelitev globine kaljene plasti pri kaljenju v vodi za jeklo Č. 1942 — OC 100 ekstra special

Fig. 3

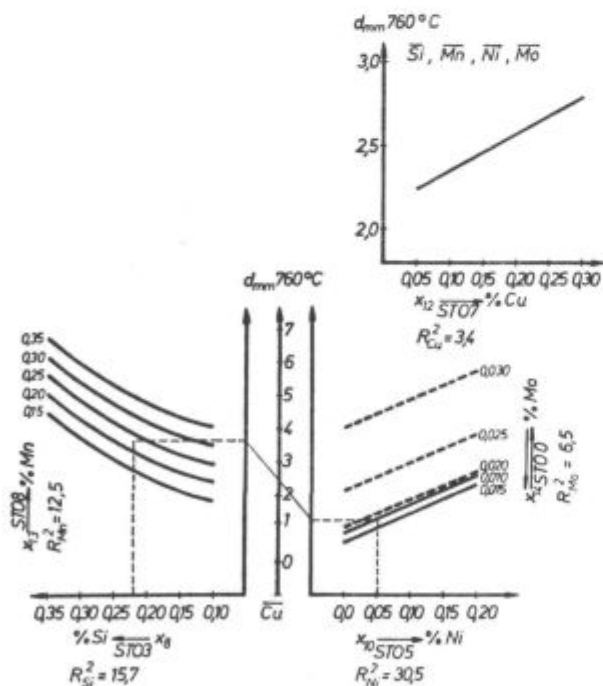
Analysis of the distribution of hardening depth in quenching Č. 1942 — OC 100 extra special steel in water

pripadajoče petim različnim temperaturam kaljenja za 129 izdelanih šarž v obdobju 1973 do 1980. Zaradi ukrepov medfazne kontrole glede na posebne zahteve kakovosti je razumljivo, da porazdelitve niso slučajnostne, ampak so nenormalne predvsem za višje temperature kaljenja. To nas na tem mestu niti ne zanima posebej. Bolj zanimiva je ugotovitev, da v normalni proizvodnji le največ 10 % izdelanih šarž omogoča izpolnitev take ekstremne zahteve, in še to le pri najnižjih temperaturah kaljenja, med katerimi je priporočljiva temperatura 780 °C.

S tako informacijo si ne moremo veliko pomagati in se ob njej lahko samo bolj ali manj vdamo v usodo, s tem da kontroliramo odločujoče lastnosti jekla in čakamo na primerno šaržo, ki bo izpolnila zahteve. V moderni proizvodnji je tak postopek z mnogih poznanih razlogov nesprejemljiv.

Prej omenjene metode avtomatske obdelave in statistične analize iz računalniške banke podatkov v okviru know-how metodike železarne Ravne za integralno krmiljene kakovosti nam omogočajo drugačen pristop k reševanju problemov in ponujajo vsestransko objektivno utemeljene ukrepe. S statistično analizo regresije iz banke podatkov

OBDELAVA 3344 enačba 1 korak 6  
 $x_1$  globina kaljene plasti pri temperaturi 760 °C  
 $N=123$   $P>99,9\%$   $R^2=0,687$   $R=0,829$   $1,96S_{yx}=0,55$



Slika 4

Vpliv kemijske sestave na globino kaljene plasti po kaljenju preizkušanca kv. 20 mm s temperature 760 °C v vodi

Fig. 4

Influence of chemical composition on the hardening depth after quenching 20 mm square sample from 760 °C in water

pretekle proizvodnje, kontrole in raziskav lahko ugotovimo kvantitativne vplive in določimo potrebne omejitve, katere je treba za izpolnjevanje zahtev glede kakovosti v proizvodnji izpolniti. Če nam objektivna presoja pokaže, da omejitve in zahtev ni mogoče zpolniti, moramo iskati drugačno tehnološko pot ali pa drugo, primernejše jeklo, da bomo zanesljiveje zagotavljali potrebno kakovost.

Na slikah 4 do 8 so prikazane ugotovljene regresije v obliki nomogramov za nelegirano ogljikovo orodno jeklo Č. 1942 — OC 100 ekstra special.

Spodnji del slike 4 prikazuje z nomogramom vpliv silicija, mangana, niklja in molibdena na globino kaljene plasti ob konstantni srednji vsebnosti bakra. Zgornji del pa prikazuje vpliv bakra ob konstantnih srednjih vrednostih ostalih elementov. Iz te slike vidimo, kako silicij, mangan, nikelj in baker povečujejo globino kaljenja. Molibden vpliva tako, da je globina kaljenja najmanjša pri vsebnosti 0,015 % Mo, nad 0,020 % pa se globina zelo poveča. Iz take ugotovitve takoj lahko praktično zaključimo, da moramo za zagotavljanje čim manjše globine kaljenja omejiti vsebnost molibdena na največ 0,02 %. Omejitve ostalih elementov lahko iz nomograma iščemo grafično z različnimi kombinacijami, s katerimi ne presežemo globine 2 mm na ordinati nomograma. Pri tem moramo seveda upoštevati pomembnost in jakost posameznih vplivov, ki jih izražajo statistični parametri in tudi možnosti za izpolnjevanje posameznih omejitvev v praksi.

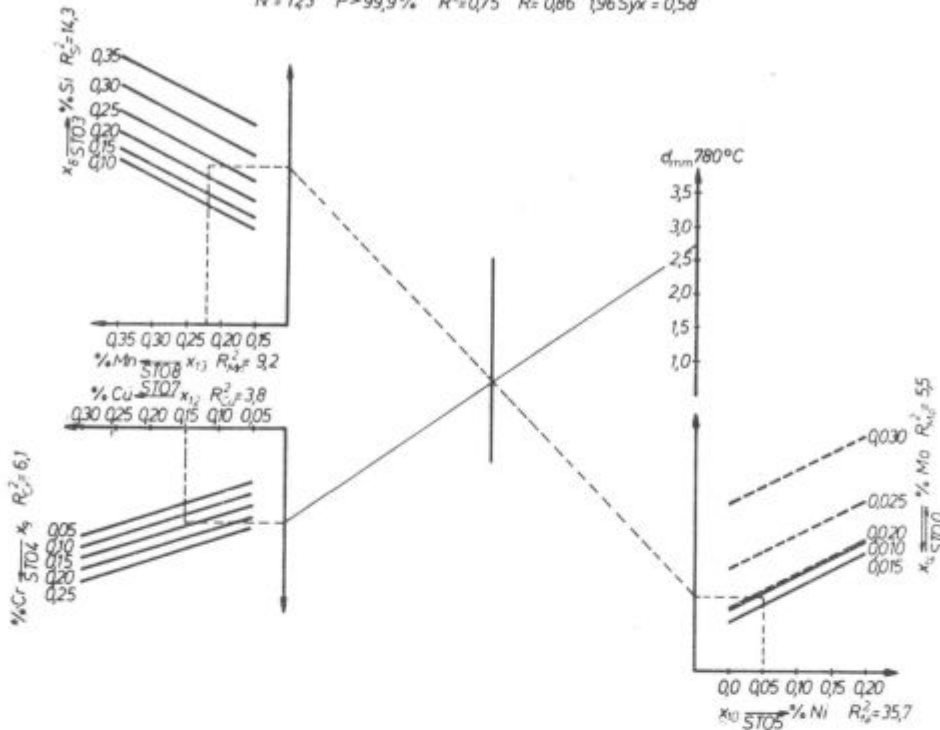
Na sliki 5 je prikazan vpliv šestih elementov v kemični sestavi jekla, ki statistično pomembno ( $P > 99,9\%$ ) vplivajo na kalilno globino. To lahko določimo iz nomograma s toleranco  $\pm 0,58$  mm ob 95-odstotni statistični zanesljivosti. Koefficient korelacije  $R = 0,86$  kaže z visoko vrednostjo veliko zanesljivost regresije. Za prakso je še bolj neposredno uporaben koeficient določljivosti  $R^2 = 0,75$ , kar pomeni, da je 75 odstotkov vseh variacij globine kaljenja pojasnjenih z vplivom šestih elementov, preostalih 25 odstotkov pa predstavlja nepojasnen delež variacij. Pri posameznih elementih so navedeni še parcialni deleži določljivosti, s pomočjo katerih lahko upoštevamo jakosti vplivov posameznih elementov pri iskanju najučinkovitejših ukrepov, oziroma omejitev za zagotavljanje predpisane globine kaljene plasti. Vplivi elementov so v glavnem enaki kot na sliki 4, dodatno pa je na tej sliki prikazan vpliv kroma, ki v tem primeru kot nezaželen oligoelement povečuje globino kaljenja.

Pri temperaturi 800 °C (slika 6) so vplivi v glavnem enaki kot pri 780 °C, menjajo se le deleži določljivosti in pomembnosti.

Pri temperaturi 820 °C (slika 7) se med pomembni vplivi na globino kaljenja pojavi ogljik, medtem ko molibden v obravnavanem območju vsebnosti ni več zadovoljeval pogojev statistične pomembnosti.



OBDELAVA 3344 enačba 2 korak 7  
 $x_2$  globina kaljene plasti pri temperaturi 780°C  
 $N=123$   $P>99,9\%$   $R^2=0,75$   $R=0,86$   $\{96\text{Syx}=0,58$



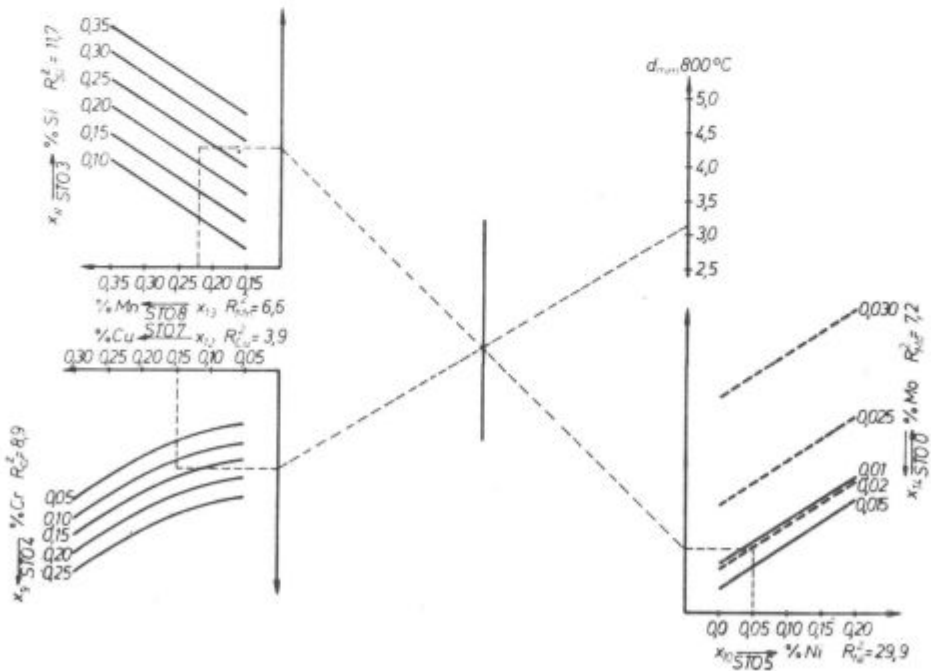
Slika 5

Vpliv kemijske sestave na globino kaljene plasti po kaljenju preizkušanca kv. 20 mm s temperature 780°C v vodi

Fig. 5

Influence of chemical composition on the hardening depth after quenching 20 mm square probe from 780°C in water

OBDELAVA 3344 enačba 3 korak 7  
 $x_1$  globina kaljene plasti pri 800°C  
 $N=123$   $P>99,9\%$   $R^2=0,68$   $R=0,83$   $\{96\text{Syx}=0,91$



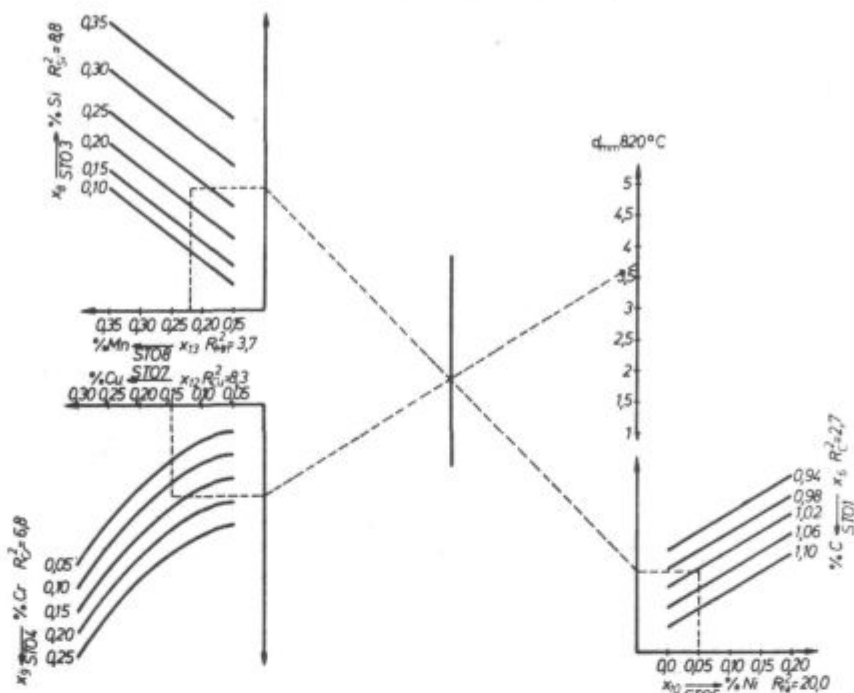
Slika 6

Vpliv kemijske sestave na globino kaljene plasti po kaljenju preizkušanca kv. 20 mm s temperature 800°C v vodi

Fig. 6

Influence of chemical composition on the hardening depth after quenching 20 mm square probe from 800°C in water

OBDELAVA 3344 enačba 4 korak 6  
 $x_4$  globina kaljene plasti pri 820°C  
 N=123 P=99,9 R<sup>2</sup>=0,50 R=0,71 1,96 Syx=1,71



Slika 7

Fig. 7

Vpliv kemijske sestave na globino kaljene plasti po kaljenju preizkušanca kv. 20 mm s temperature 820 °C v vodi

Influence of chemical composition on the hardening depth after quenching 20 mm square probe from 840 °C in water

Temperatura kaljenja 840 °C (slika 8) je za to jeklo že previsoka, še posebno, če je težnja k čimmanjši globini kaljenja. V kontroli to temperaturo kljub temu redno uporabljamo v preizkusu t. im. kalilne vrste zaradi ugotavljanja temperaturne meje nevarnega pregretja jekla.

Zaključek take analize je:

Pravilna temperatura kaljenja za ta primer je 780 °C. Za doseganje maksimalne globine kaljenja 2 mm bi bilo treba zagotoviti naslednje vsebnosti vplivnih elementov:

Si<sub>max</sub> = 0,15 %      Ni<sub>max</sub> = 0,05 %  
 Mn<sub>max</sub> = 0,20 %      Mo<sub>max</sub> = 0,02 %  
 Cr<sub>max</sub> = 0,10 %      Cu<sub>max</sub> = 0,10 %

To niso lahke zahteve. Potrebni so posebni ukrepi pri izbiri vložka in izbiri šarž za take posebne namene.

Seveda nas je zanimala zanesljivost teh regresij, preden bi odločali na osnovi izračunavanja in napovedovanja lastnosti z uporabo teh regresijskih enačb. V ta namen smo naslednje izračunane regresijske enačbe s programi prenesli na magnetne kartice računalnika HP 97/67.

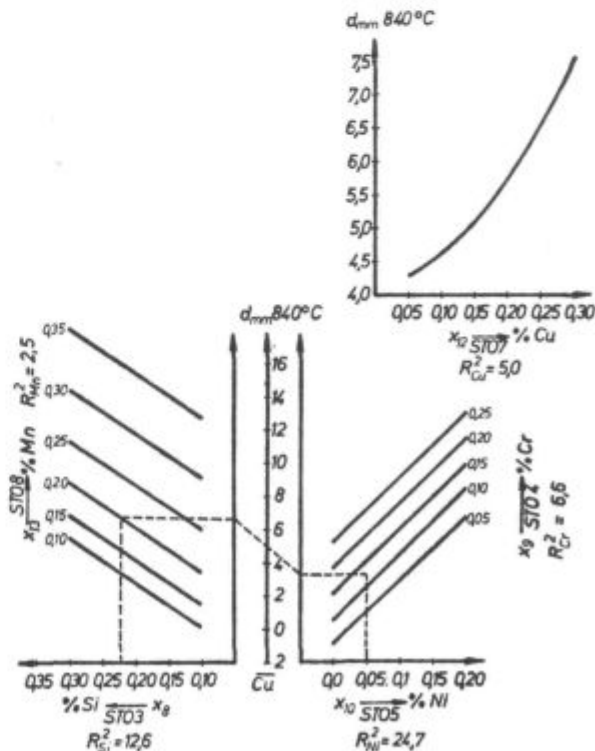
Slika 8

Vpliv kemijske sestave na globino kaljene plasti po kaljenju preizkušanca kv. 20 mm s temperature 840 °C v vodi

Fig. 8

Influence of chemical composition on the hardening depth after quenching 20 mm square probe from 820 °C in water

OBDELAVA 3344 enačba 5 korak 5  
 $x_5$  globina kaljene plasti pri temperaturi 840°C  
 N=123 P=99,9% R<sup>2</sup>=0,51 R=0,72 1,96 Syx=3,5



Temperatura kaljenja 760 °C... slika 4:

$$d_{\text{mm}} = 1,52 + 4,29 \cdot \% \text{Ni} + 11,6 \cdot \% \text{Si}^2 + 5,5 \cdot \% \text{Mn} + 7232,3 \cdot \% \text{Mo}^2 - 211,6 \cdot \% \text{Mo} + 2,2 \cdot \% \text{Cu}$$

Temperatura kaljenja 780 °C... slika 5:

$$d_{\text{mm}} = 1,37 + 4,99 \cdot \% \text{Ni} + 13,58 \cdot \% \text{Si}^2 + 5,08 \cdot \% \text{Mn} + 3,11 \cdot \% \text{Cr} + 3,1 \cdot \% \text{Cu} + 7526,7 \cdot \% \text{Mo}^2 - 224,2 \cdot \% \text{Mo}$$

Temperatura kaljenja 800 °C... slika 6:

$$d_{\text{mm}} = 1,42 + 6,45 \cdot \% \text{Ni} + 7,94 \cdot \% \text{Si} + 5,27 \cdot \% \text{Cr} + 6,46 \cdot \% \text{Mn} + 12,66 \cdot \% \text{Cu}^2 + 13015,4 \cdot \% \text{Mo}^2 - 399,5 \cdot \% \text{Mo}$$

Temperatura kaljenja 820 °C... slika 7:

$$d_{\text{mm}} = 6,8 + 5,93 \cdot \% \text{Ni} + 23,79 \cdot \% \text{Si}^2 + 24,39 \cdot \% \text{Cu}^2 + 7,48 \cdot \% \text{Cr} + 7,77 \cdot \% \text{Mn} - 7,64 \cdot \% \text{C}$$

Temperatura kaljenja 840 °C... slika 8:

$$d_{\text{mm}} = -4,57 + 19,65 \cdot \% \text{Ni} + 55,76 \cdot \% \text{Si}^2 + 15,33 \cdot \% \text{Cr} + 36,82 \cdot \% \text{Cu}^2 + 13,41 \cdot \% \text{Mn}$$

Te enačbe veljajo v naslednjih območjih kemične sestave:

C = 0,95—1,10 %	Ni = max 0,20 %
Si = 0,10—0,35 %	Mo = max 0,03 %
Mn = 0,15—0,35 %	V = 0,05—0,15 %
Cr = max 0,25 %	Cu = 0,05—0,30 %

Za vseh 129 šarž smo primerjali dejansko izmerjeno globino kaljenja z izračunano po teh regresijskih enačbah in ugotavljali razlike:

$$D_{\text{mm}} = d_{\text{mm}} \text{ merjena} - d_{\text{mm}} \text{ izračunana}$$

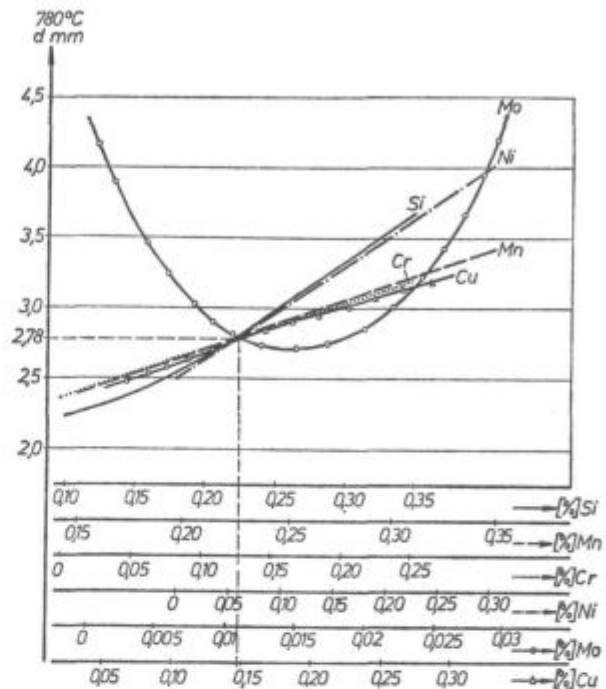
Območja razlik in povprečne razlike po posameznih temperaturah kaljenja kaže naslednji pregled:

Temperatura kaljenja	Območje razlik 95 %		Srednja vrednost razlik
	D <sub>minimum</sub>	D <sub>maksimum</sub>	D
760 °C	-0,63 mm	+0,53 mm	-0,02 mm
780 °C	-0,40 mm	+0,63 mm	-0,008 mm
800 °C	-0,74 mm	+1,36 mm	+0,005 mm
820 °C	-1,88 mm	+1,75 mm	-0,097 mm
840 °C	-3,06 mm	+3,71 mm	-0,056 mm

Iz srednjih vrednosti razlik merjenih in izračunanih vrednosti vidimo, da so regresije zelo zanesljive in da so ekstremne razlike bolj posledice napak merjenja in kemičnih analiz kakor regresijske odvisnosti, izražene z enačbami. Te programirane regresijske enačbe lahko torej uporabljamo za napovedovanje globine kaljenja iz kemijske analize, kar ima pri izbiri šarž in v fazni kontroli prav poseben pomen.

Taka uporaba regresijskih enačb nam omogoča tudi prikaz vplivov posameznih elementov na globino kaljenja. V ta namen tabeliramo enačbe tako, da variramo vsebnost enega elementa, druge pa v enačbi upoštevamo s konstantnimi srednjimi vsebnostmi.

Slika 9 prikazuje na tak način vplive elementov kot primer za kaljenje s temperature 780 °C v vodi.



Slika 9

Statistično pomembni vplivi elementov na globino kaljene plasti, po kaljenju prob kv. 20 mm s temperature 780 °C v vodi

Fig. 9

Statistically important influences of elements on the hardening after quenching 20 mm square probe from 780 °C in water

**POVZETEK:**

Ob priliki posvetovanja o rudarski opremi je železarna Ravne kot proizvajalec kompletnega programa pnevmatskih orodij prikazala svojo dejavnost v kontroli kakovosti in raziskavah za zagotavljanje kakovosti na tem področju proizvodnega programa. Kratko je prikazan računalniško podprti sistem integralnega krmiljenja kakovosti. Na praktičnem primeru je prikazano delovanje tega sistema s posebno metodiko reševanja kakovosti in napovedovanja določenih lastnosti jekla za posebne namene.

**Literatura**

1. Rodič J.: Sistemi kontrole in metodika reševanja tehnoloških problemov, *Železarski zbornik* 2 — 1968 — 3 str. 153—163.
2. Rodič J.: Arbeitsplanung und Datenverarbeitung in metallurgischen Labors des Edelstahlwerkes. *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte* 116. Jhg. — 1971 — 5 — str. 255—261.

3. Segel J.: Vloga računalniške obdelave podatkov v službi TKR. 15. strokovno posvetovanje, Portorož 1971.
4. Segel J.: Avtomatska obdelava podatkov tehnične kontrole in raziskav. *Železarski zbornik* 9 — 1975 — str. 35—43.
5. Rodič J.: Die automatische Datenverarbeitung der technischen Kontrolle und Forschungen. Fachtagung 1976 Freital, DDR.
6. Rodič J.: Metodologija Železarne Ravne pri reševanju tehnoloških problemov in osvajanju nove proizvodnje. Strokovno posvetovanje, Portorož 1978.
7. Rodič J.: Matematična statistika — Metode 1, 2 — Upute 1, 2, 3. Izdaja Železarna Ravne 1964.
8. Rodič J.: Metode matematične statistike. *Železarski zbornik* 1 — 1967 — 2 — str. 137—154.
9. Integralno krmiljenje kakovosti — Know-how paket Železarne Ravne — interni razvojni projekt P 67 (Informacije po posebnem dogovoru).
10. Računalniško podprti sistemi vodenja proizvodnje in procesov — Prodajni katalog računalniških programskih paketov Železarne Ravne 501/81.
11. Segel J.: Uporaba procesnega računalnika v elektrojeklarni. *Železarski zbornik* 12 — 1978 — 2 — str. 37—47.
12. Bratina J.: Računalniško upravljanje električne moči obločnih peči. *Železarski zbornik* 12 — 1978 — 4 — str. 137—142.
13. Segel J.: Učinek uporabe procesnega računalnika v procesu legiranja jekla. *Železarski zbornik* 13 — 1979 — str. 7—18.
14. Segel J.: Approaches to computer control in meltshop steelmaking. Third international iron and steel congress 1978, Chicago, ZDA.
15. Rodič J., J. Segel: Application of a meltshop process computer system for quality control functions. Sixth International vacuum conference — International conference on special melting, April 23—27, 1979 San Diego, California, ZDA.
16. Rodič J.: Die Anwendung des Stahlwerksrechnersystems zur Qualitätssteuerung ETH — Metallurgische Kolloquium, 25. Januar 1980, Zürich.
17. Rodič J.: Experiences of Železarna Ravne with the application of meltshop computer for quality control functions. Posvetovanje o avtomatizaciji v jeklarski proizvodnji, marec 1980, Katowice, Poljska.
18. Rodič J., J. Segel: Process control and quality assurance — a presentation of know how developed in Železarna Ravne 1980.

## ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Tagung über die Bergbauausrüstung in Ravne hat das Hüttenwerk Ravne als Erzeuger eines kompletten Programmes pneumatischer Werkzeuge sein Tätigkeit in der Qualitätskontrolle und der Forschung für die Zusage der Qualität auf diesem Gebiet des Erzeugungsprogrammes gezeigt. Im Artikel wird im kurzen durch den

Rechner unterstützte System der integralen Steuerung der Qualität gezeigt. An einem praktischen Beispiel wird die Wirkungsweise dieses Systemes gezeigt. Das System macht durch eine Sondermethodik die Qualitätslösung und die Ansage bestimmter Stahleigenschaften für Sonderzwecke möglich.

## SUMMARY

At the Conference on mining equipment the Ravne Ironworks as the manufacturer of complete program of pneumatic tools presented its activity in controlling the quality, and in investigations for ensuring the quality in this field of the manufacturing program. The system of

integral control of quality by computer is shortly presented. Operation of this system with a special methodics of solving the quality and forecasting certain steel properties for special purposes is shown on a practical example.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По случаю обсуждения о горнопромышленном оборудовании в Metallургическом заводе Железарна Равне как производителя комплектной программы пневматического инструмента выставил свою деятельность в этой области производства, выделив особое значение контроле качества и исследованиям, которые выполняются для обеспечения качества в этой отрасли производства.

При учете вычислительных данных, кратко рассмотрена система интегрального управления качества. На примере из опыта приведено воздействие этой системы, взяв во внимание специальный метод что касается решения качества и показания определенных свойств стали для этого специального назначения.