

KV 35 - novo jeklo za kvalitetne vijake

Anton Razinger

1. Splošno o jeklu

Jekla za kvalitetne vijake in matice uvrščamo v perspektivni program kvalitetnih jekel Železarnice Jesenice. Proizvodnja teh jekel naj bi dosegla cca 6000 ton. Potrebe po jeklih za kvalitetne vijake in matice so na jugoslovanskem tržišču zelo velike, potrošniki jekel pa so skoraj v celoti vezani na uvoz.

Glede na zahtevane trdnosti lastnosti vijakov se za izdelavo kvalitetnih vijakov uporabljajo plemenita ogljikova in nizkolegirana jekla. Po podatkih analize tržišča se v Jugoslaviji največ jekla za kvalitetne vijake porabi za izdelavo vijakov trdnostnega razreda 8.8 (DIN 267 blatt 3—1967). Standardizirani vrsti ogljikovih nelegiranih jekel Cq 35 in Cq 45 (DIN 1654—1954) ne ustreza popolnoma zahtevam sodobne tehnologije izdelave vijakov trdnostnega razreda 8.8, in sicer zato, ker jeklo Cq 35 nima zadostne kaljivosti, jeklo Cq 45 pa ima visoko preoblikovalno trdnost.

Za izdelavo vijakov trdnostnega razreda 8.8 se v Zapadni Evropi vse bolj uveljavlja plemenito srednjeogljikovo jeklo s povišano vsebnostjo Cr, ki združuje dobro kaljivost in preoblikovalnost v hladnem. Ta vrsta jekla za kvalitetne vijake ni standardizirana, različni proizvajalci izdelujejo to jeklo s svojimi oznakami (38 Cr 1, C 35 Cr in podobno). Ker področje jekel za kvalitetne vijake tudi v JUS ni obdelano, proizvajamo takšno jeklo tudi v železarni Jesenice pod svojo oznako **KV 35** (ime jekla je zaščiteno).

2. Zahtevane lastnosti jekla¹

Da bi iz jekla KV 35 lahko izdelali vijake trdnostnega razreda 8.8, mora imeti to jeklo naslednje fizikalne in tehnološke lastnosti:

a) Jeklo mora biti izvaljano v ozkih dimenzijskih tolerancah (DIN 59115—1968). Površina žice mora biti gladka ter brez površinskih napak, ki bi kvarno vplivale na preoblikovanje vijakov in njihov estetski videz.

b) V dobavnem stanju mora biti jeklo sposobno za plastično preoblikovanje v hladnem do zahtevane stopnje deformacije. Jeklo mora biti homogeno, mikrostruktura jekla pa krogličasti cementit v feritni osnovi.

c) Jeklo mora biti kaljivo v olju [HRC 40 min. do D max. 12 mm.] Predpisane mehanske lastnosti v poboljšanem stanju [T_N 650/670 °C]

σ_m 80 do 100 kp/mm²

σ_v min. 66 kp/mm²

δ_5 min. 16 %

Ψ min 40 %

HB 235 do 300 kp/mm²

(ρ DVM min. 7 kpm/cm²)

Za žico v dobavnem stanju je predpisana tudi max. dovoljena globina razogljene plasti (mm) (DIN 1654—tab. 4. 5)

premer žice (mm)	0,09	0,10	0,11	0,12	0,15	0,18
maks. glob. razoglj.	6—7	7—8	8—9	9—10	10—12	12—14

3. Pogoji izdelave in obseg kontrole kvalitete jekla

Raziskovalno delo pri osvajanju kvalitete jekla KV 35 je potekalo v tesnem sodelovanju s tovarno vijakov UNIS—TADIV iz Konjice, kjer so bili opravljeni tudi vsi tehnološki preizkusi.

Mgr. Anton Razinger, dipl. inž., raziskovalni oddelk železarnice Jesenice

Na osnovi priporočil iz literature, preiskav tujih vzorcev jekla ter lastnega raziskovalnega dela smo za jeklo KV 35 postavili naslednjo kemično sestavo:

0.34 — 0.40 % C

0.25 — 0.40 % Si

0.60 — 0.75 % Mn

0.30 — 0.45 % Cr

Postavili smo naslednjo omejitev nečistoč in spremljajočih elementov: 0.035 % S, 0.035 % P ter 0.25 % Cu, 0.025 % Sn, 0.15 % Ni, 60 ppm N

Da bi že inherentno zagotovili pogoje za dobro preoblikovalnost, izdelujemo jeklo KV 35 samo v SM pečeh. Pred vlivanjem taline preprihamo z argonom. Homogenost preverjamo z UZ na polfabrikatih, katerih površina se v celoti očisti z brušenjem.

Da bi dosegli željene dimenzijske tolerance in kvaliteto površine žice, zahtevamo strogo kontroliran režim vročega valjanja žice. Željeno visoko stopnjo sferidizacije cementita ter odsotnost razogljenja na površini dosegamo z izvirno tehnologijo zaščite površine žice in sferoidizacijskega žarjenja v zvonastih žarilnih pečeh.⁴ Pred odpremo potrošnikom, preverimo kvaliteto površine s krčilnim preizkusom na vsakem kolobarju na obeh koncih, dosežemo stopnjo sferidizacije, globino razogljenja ter trdnostne lastnosti pa preverimo pri vsaki žaritvi na treh kolobarjih.

Pri vsaki šarži kontroliramo še kaljivost v olju ter trdnost in žilavost jekla v poboljšanem stanju do premera žice 14 mm. Sposobnost jekla za plastično preoblikovanje občasno preverimo s tlačnim preizkusom v laboratoriju za plastično preoblikovanje na strojni fakulteti v Ljubljani.

4. Doseženi nivo kvalitete

Z raziskovalnim delom osvajanja kvalitete in proizvodnje jekla za kvalitetne vijake KV 35 smo pričeli leta 1973. Industrijska proizvodnja je stekla v letu 1975, v letu 1976 smo odpremili 1040 ton jekla (1 žarilna peč), v letu 1977 pa planiramo odpremo 2500 ton (3 žarilne peči).

Dosežena kvaliteta jekla KV 35, oz. zanesljivost kvalitete je razvidna iz statistične analize rezultatov preiskav jekla, izdelanega v letih 1975 in 1976.

Tabela 1 — Vsebnost elementov v šaržni analizi

Leto	1976 (n = 33)		1975 (n = 15)	
	$\bar{X}$ (%)	s (%)	$\bar{X}$ (%)	s (%)
C	0.37	0.02	0.36	0.02
Si	0.30	0.06	0.32	0.03
Mn	0.67	0.06	0.67	0.04
Cr	0.38	0.04	0.39	0.04
P	0.015	0.003	0.014	0.004
S	0.028	0.004	0.025	0.005
Cu	0.15	0.02	0.17	0.02
Sn	0.013	0.003	0.015	0.004
N			0.0056	0.0010

Tabela 2— Mikrostruktura in čistoča jekla

Vrsta preiskav	n	$\bar{X}$	s
st. sferoidizacije (%)	182	92.6	5.4
gl. razogljichenja (mm)	182	0.05	0.02
čistoča po JK ¹ A + C	59	1.75	0.34
B + D		1.65	0.21

Op 1: vzorci za preiskavo, odrezani iz gredic kv. 135 mm

Tabela 3— Trdnost jekla v dobavnem stanju

Debelina žice	n	σ_m (kp/mm ²)		$\bar{X}\sigma_m$ (kp/mm ²)	
		X	s	+ 1 s	- 1 s
8 do 9	147	54.7	1.6	56.3	53.1
9.5 do 10.5	151	53.6	1.6	55.2	51.2
12 do 14	68	54.9	1.4	56.4	53.6

Kaljivost jekla:

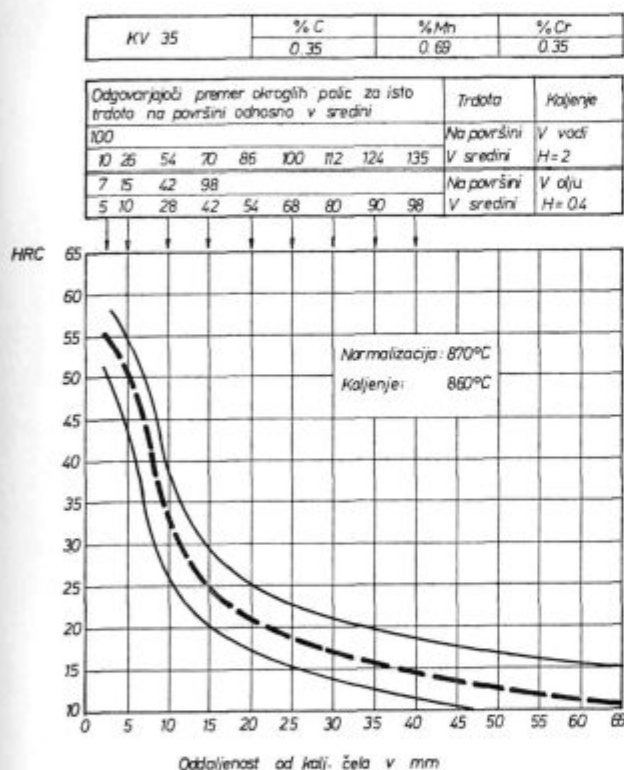
Območje garantirane kaljivosti, ki je prikazano na sliki 1, je ugotovljeno na osnovi normalne statistične porazdelitve rezultatov preiskav kaljivosti vzorcev 38 šarž po metodi Jominy.² (95 % statistična zanesljivost)

Tabela 4— Mehanske lastnosti jekla v poboljšanem stanju (n = 48)

vrsta preisk. ¹	$\bar{X}$	s
σ_v (kp/mm ²)	79.9	3.8
σ_m (kp/mm ²)	88.6	3.3
δ_5 (%)	17.6	1.1
Ψ (%)	63.4	2.2
žilavost povm	15.4	2.4

op¹ Trdnost se nanaša na žico, debeline 10 mm

Vzorci za preiskavo žilavosti, odrezani iz blumov kv. 135 milimetrov

Slika 1
Pas garantirane kaljivosti za jeklo KV 35

Sposobnost jekla za preoblikovanje v hladnem:

Karakteristična krivulja tečenja za jeklo KV 35,¹ dobljena s pomočjo diskontinuirnega tlačnega preizkusa, je prikazana v sliki 1

6. Zaključek

Za izdelavo vijakov trdnostnega razreda 8.8 smo osvojili plemenito ogljikovo jeklo KV 35. Na osnovi statistične analize rezultatov laboratorijskih preiskav vzorcev jekla iz redne proizvodnje lahko zagotovimo s 95 % statistično zanesljivostjo zahtevane lastnosti jekla:

- odstotnost napak na površini žice
- globina razogljichenja pod dovoljeno mejo
- zahtevana kaljivost jekla v olju $D \leq 12$ mm
- zahtevane mehanske lastnosti v poboljšanem stanju do premera žice 16 mm
- krivulja tečenja $k_t = C \phi_n^2$ za tlačni preizkus z naslednjimi karakteristikami:

C max. = 950 N/mm²

n min. = 0.220

 ϕ_n max. = 1.6

LITERATURA

- Billigmann, Feldmann: Stauchen und Pressen Carl Hanser Verlag München 1973
- Termička obrada čelika — ing. Jože Rodič, Metalbiro Zagreb 1969
- K. Kuzman: Železarski Zbornik 1973, št. 4
- A. Razinger: Železarski zbornik 1969, št. 4

Železarna Jesenice
Raziskovalni oddelek

Krivulja tečenja za jeklo KV 35

Jeklo za kvalitetne vijake

Značilna kemična analiza

0.35% C	0.35% Cr	0.039% Al
0.38% Si	0.18% Cu	
0.69% Mn	0.021% Sn	

Mehanske lastnosti

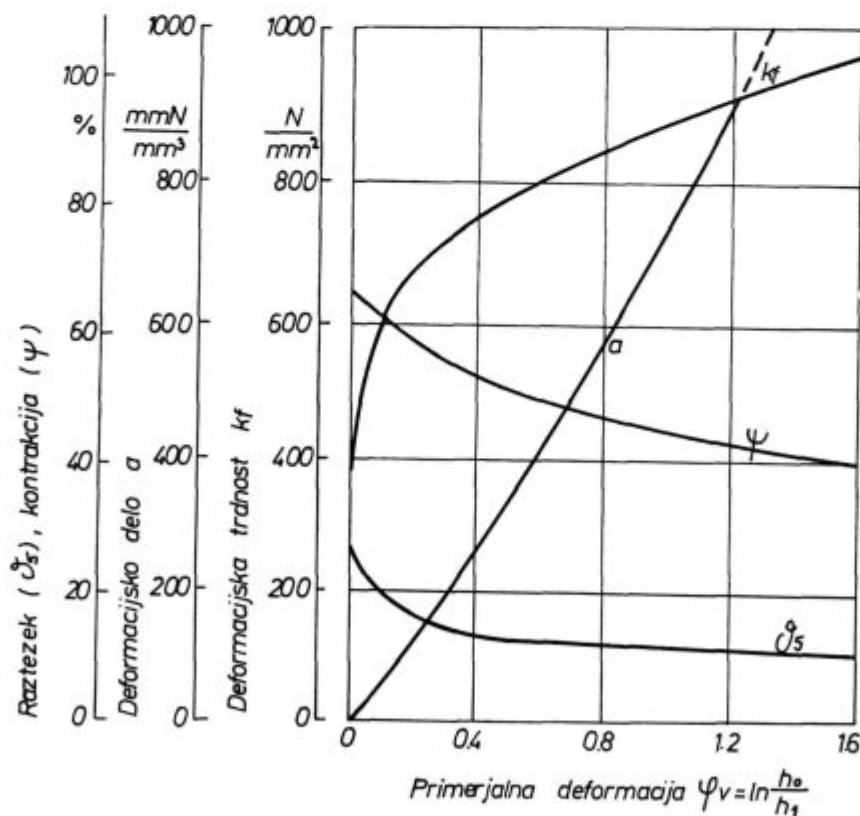
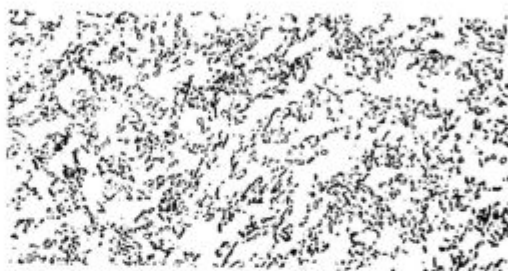
meja raztezanja
trdnost
raztezek
kontrakcija

Sferoidizacijsko žarjeno

$\sigma_v =$	36.2	kp/mm ²
$\sigma_m =$	55.9	kp/mm ²
$\delta_5 =$	29.2	%
$\psi =$	68.5	%

Mikrostruktura

pov. 500x



Krivulja izdelana z diskontinuirnim tlačnim preiskusom v laboratoriju za plastično preoblikovanje na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani leta 1975

Slika 2