

Vpliv toplotne obdelave na odpornost izvijačev proti upogibu in zvoju

F. Uranc¹

UDK: 620.17:621.785:669.14.018.29
ASM/SLA: Q1, Q5, AY, T6p, 2—64

UVOD

Izvijači morajo imeti zadosti veliko zvojno trdnost, da se jim med uporabo ne odlomi vgreznjeni del. Obstajajo predpisi, ki terjajo od izvijačev, določene debeline stebra, določeno odpornost proti navoru. Tako naj bi izvijači, debeline 6 mm, vzdržali navor več od 12 Nm. Zgodilo se je že, da so izvijači vzdržali manjši navor, kot je predpisan. Ker so bili toplotno obdelani, kot je treba, je možen vzrok slabe kakovosti izvijačev le nezadostna kakovost jekla. Treba bi bilo primerjati ustreznost posameznih jekel, pa tudi poskušati z drugačnimi toplotnimi obdelavami do sedaj uporabljenega jekla. Medtem ko lahko vpliv toplotne obdelave na lastnosti že uporabljenega jekla ugotovljamo kar z zvojnim preizkušanjem izvijačev, je preizkušanje lastnosti drugih jekel nekoliko težje, saj nimamo izvijačev iz takih jekel. Jekla, ki so toplotno obdelana na tako visoko trdoto, kot jo imajo izvijači, moremo z zanesljivo natančnostjo preizkušati le zvojno ali upogibno, in seveda določati trdoto. Ker imamo od jekel, ki jih šele mislimo vpeljati v proizvodnjo izvijačev, na voljo le paličasto ali žičasto jeklo, ki ga je lažje preizkušati upogibno kot zvojno, smo poskušali najti odvisnost med zvojnimi in upogibnimi lastnostmi izvijačev. Na takšni osnovi bi potem mogli primerjati med seboj kar upogibne lastnosti različnih jekel, da bi ugotovili, katero jeklo in kako toplotno obdelano je najboljšo za izvijače.

Upogibali smo žice, debelin do 3 mm, na podporah, ki sta druga od druge oddaljeni 30 mm. Izvijače (debelin 5 ali 6 mm) smo upogibali na podporah, razmaknjenih za 75 mm.

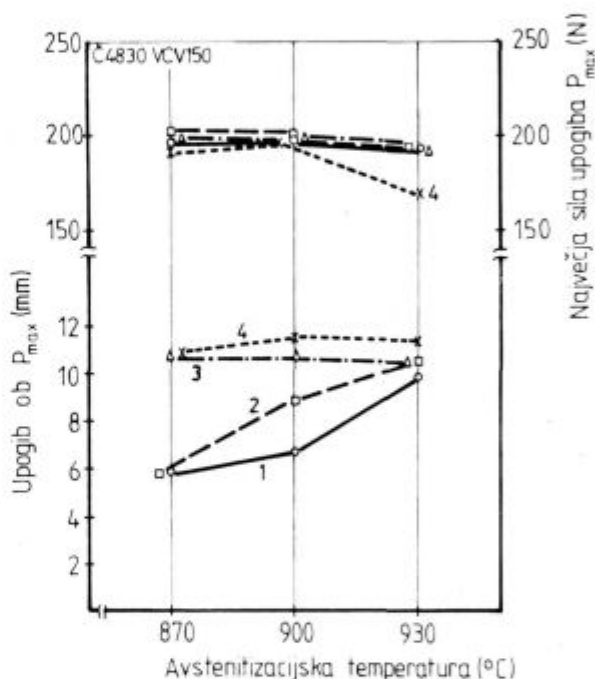
Pomični trn je pritiskal na preizkušane v sredini med mirujočima podporama.

1. VPLIV AVSTENITIZACIJSKE TEMPERATURE NA ODPORNOST JEKLA Č4830 — VCV150 PROTI UPOGIBANJU IN IZVIJANJU

a) Največja upogibna sila

Ta je pri tankih žicah (debeline do 2 mm) enaka po avstenitizaciji pri 870° C ali 900° C, pa tudi po avstenitizaciji pri 930° C, če ji ne sledi popuščanje na previsoko ali prenizko temperaturo (sl. 1, 2).

Pri debelejših (debeline 3 mm) je upogibna sila enaka le po avstenitizaciji pri 870° C in 900° C (sl. 3), toda tudi še po popuščanju na 350° C.



Slika 1

Največja upogibna sila in upogib ob tej sili v odvisnosti od avstenitizacijske temperature. Žica debeline 1,6 mm, jeklo Č4830 — VCV150. Razdalja podpor 30 mm. Trije enaki preizkušanci.

Popuščanje:

1 ... 180° C, 2 ... 200° C, 3 ... 230° C, 4 ... 250° C.

Fig. 1

Maximal bending force and flexure at this force depending on the austenitization temperature. Wire 1.6 mm thick, of Č4830 — VCV 150 steel. Span length between supports 30 mm. Three equal test specimens.

Tempering:

1—180° C, 2—200° C, 3—230° C, 4—250° C

Še debelejši preizkušanci (izvijači, debeline 5 mm) so pokazali enako silo (sl. 4) odpornosti po kaljenju z 900° C kot po kaljenju z 870° C in preizkušanci, debeline 6 mm, so vzdržali malo večjo silo po kaljenju z 870° C kot z 900° C.

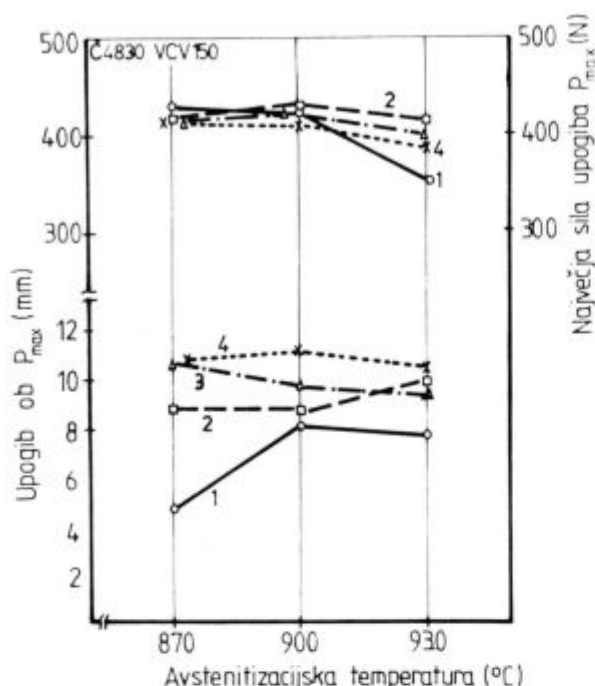
b) Upogib ob največji upogibni sili

Upogib tankih žic (1,6 mm) je tem večji, kolikor večja je avstenitizacijska temperatura v območju 860—930° C, če ne popuščamo nad 200° C. Po višjem popuščanju se ne pozna več vpliv avstenitizacijske temperature (sl. 1).

¹ Franc Uranc, mag. dipl. ing. met., SŽ — Železarna Ravne, 62390 Ravne na Koroškem

² Originalno objavljeno: ŽEZB 23, 1989, 3

³ Rokopis prejet: 1989—05—05



Slika 2

Največja upogibna sila in upogib ob tej sili v odvisnosti od avstenitizacijske temperature. Žica debeline 2 mm je iz jekla Č4830 — VCV150. Razdalja podpor 30 mm, po tri žice so enako obdelane.

Popuščanje:

1... 180°C, 2... 200°C, 3... 230°C, 4... 250°C.

Fig. 2

Maximal bending force and flexure at this force depending on the austenitization temperature. Wire 2 mm thick, of Č4830 — VCV 150 steel. Span length between supports 30 mm, by three wires equally treated.

Tempering:

1—180°C, 2—200°C, 3—230°C, 4—250°C

Žice, debeline 2 mm, kažejo (sl. 2) ugoden vpliv zvišanja avstenitizacijske temperature na 900°C, le če so po kaljenju popuščene pri 200°C. Če jih popustimo pri višjih temperaturah, se upognejo enako tiste, ki so kaljene z 870°C ali z 930°C (popuščene pri 250°C) ali pa se višje avstenitizirane celo manj upognejo (popuščene pri 230°C).

Debelejši preizkušanci (3 mm) kažejo že po popuščanju na 200°C ali 260°C (sl. 3) škodljivost zvišanja avstenitizacijske temperature, saj upogib pade že zavoljo zvišanja te temperature od 870°C na 900°C.

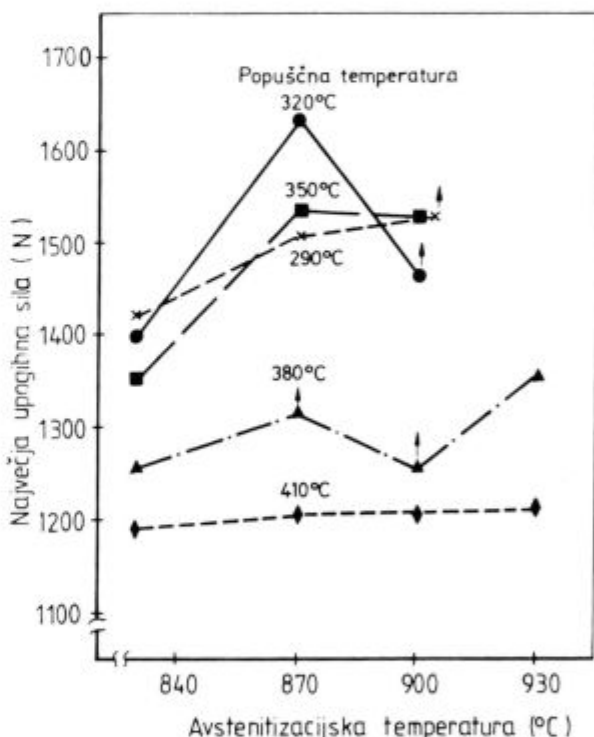
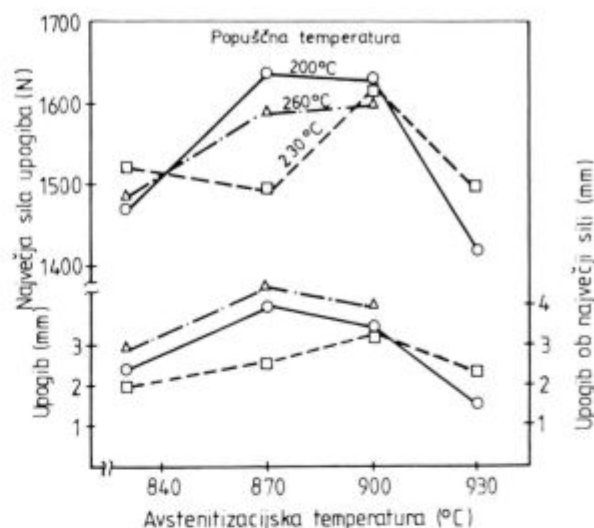
Še debelejši preizkušanci (izvijači, debeline 5 mm) niso pokazali (sl. 4) vpliva avstenitizacijske temperature na upogib, toda izvijači, debeline 6 mm, so se veliko manj upogibali, če so bili avstenitizirani pri višji temperaturi, kot pri nižji (n. pr. 870°C).

c) Največja sila elastičnosti

Sila do elastičnega upogiba kaže podobno odvisnost od avstenitizacijske temperature kot največja upogibna sila. To vidimo iz podatkov upogibanja izvijačev (sl. 4).

d) Elastična deformacija

je seveda sorazmerna elastični sili pri nateznem obremenjevanju, pa tudi pri upogibanju lahko pričakujemo takšno sorazmernost, vendar jo opažamo le pri pre-



Slika 3 (a, b)

Največja upogibna sila in upogib ob tej sili v odvisnosti od avstenitizacijske temperature. Žica debeline 3 mm je iz jekla Č4830 — VCV150. Razdalja podpor 30 mm.

Fig. 3 (a, b)

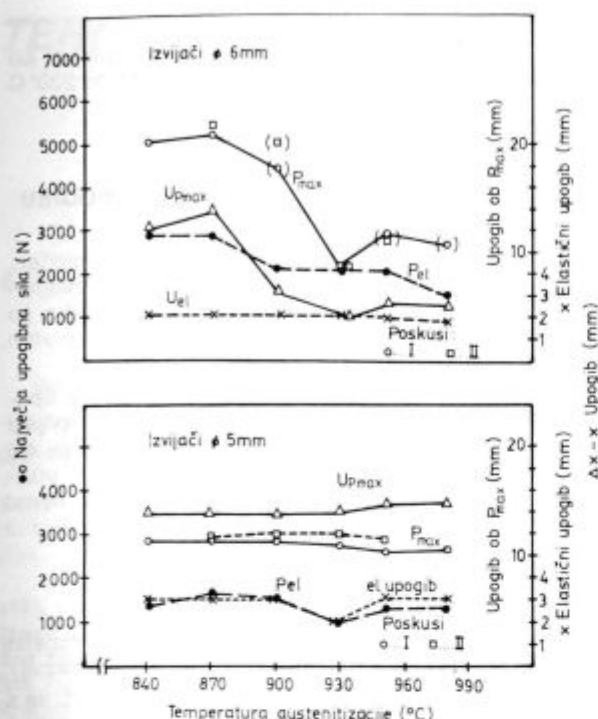
Maximal bending force and flexure at this force depending on the austenitization temperature. Wire 3 mm thick of Č4830 — VCV 150 steel. Span length between supports 30 mm.

izkušanju tanjših izvijačev (sl. 4), ne pa pri tistih, debeline 6 mm.

Celotni upogib bo večji po višjem popuščanju.

e) Zvojne lastnosti

Vpliv avstenitizacije na zvojne lastnosti je težje meriti, ker sta pri zvojnem preizkušanju zelo pomembna poleg premera tudi dolžina preizkušanca in lastnosti po vsej prostornini in površini preizkušanca. Izsledki so po-



Slika 4

Upogibne lastnosti izvijačev debelin 5 in 6 mm. Razdalja med mirujočima podporama je 75 mm. Jeklo Č4830 — VCV150. Kaljeno v olju in popuščeno pri 200°C. Trdota 54,5—55,5 HRC.

Fig. 4

Bending properties of screwdrivers, 5 and 6 mm thick. Span length between fixed supports 75 mm. Č4830 — VCV150 steel, quenched in oil and tempered at 200°C. Hardness 54.5—55.5 HRC.

dobni kot pri upogibnem preizkušanju, le da so manj natančni, ker je bil preizkus na navor zelo preprost:

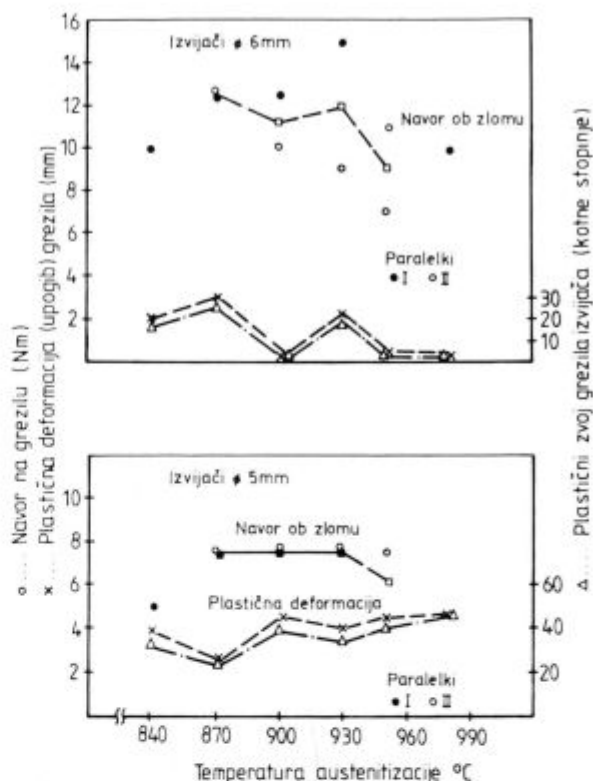
Rezilo izvijača smo vtaknili v DVM zarezo žilavostnega preizkušanca, na splošeni (normalno v ročaju) del izvijača pa smo pritrdili z vijakoma matico, katero smo nato obremenjevali z momentnim ključem.

Navor, potreben za odkrušitev rezila izvijača (sl. 5), se nad določeno avstenitizacijsko temperaturo začne zmanjševati in ta temperatura je nižja pri debelejših (870°C pri debelini 6 mm) kot pri tanjših izvijačih (930°C pri debelini 5 mm).

2. VPLIV POPUŠČNE TEMPERATURE NA UPOGIBNE LASTNOSTI

a) Upogibna sila

Poglejmo si najprej vpliv avstenitizacije in popuščanja. Žice, debelin 1,5 ali 2 mm (jeklo Č4830 — VCV150), so vzdržale največjo silo upogiba po kaljenju z 870°C tedaj, kadar so bile popuščene na 180°C (sl. 6). Kot vidimo, velja to predvsem za žice, debeline 2 mm, medtem ko so tanjše manj občutljive ter jih lahko popuščamo tudi na 230°C. Podobno se obnašajo tanke žice, če jih kalimo z 900 ali 930°C. Žice, debeline 2 mm, pa je po takem kaljenju najboljše popuščati pri 200°C. Ker je popuščanje na 200°C najugodnejše tudi na žice, debeline 3 mm, kaljene z 870 ali 900°C (sl. 3 a), lahko to popuščno temperaturo vzamemo kot najprimernejšo za doseganje velike trdnosti.

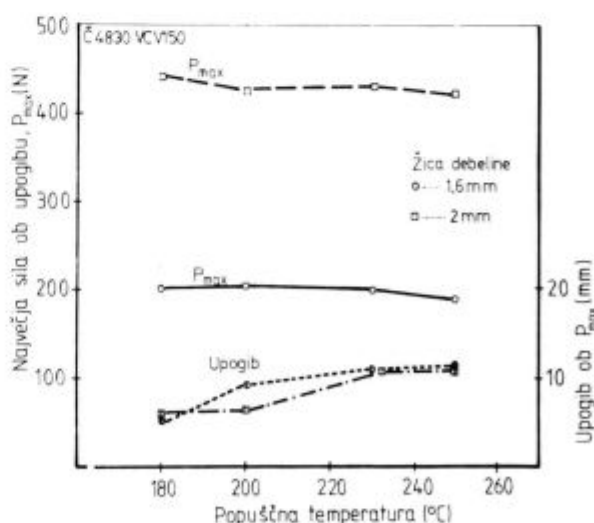


Slika 5

Zvojne lastnosti izvijačev debelin 6 in 5 mm. Jeklo Č4830 — VCV150. Kaljeno v olju in popuščeno pri 200°C. Trdota 54,5—55,5 HRC.

Fig. 5

Twisting properties of screwdrivers, 6 and 5 mm thick. Č4830 — VCV150 steel. Quenched in oil and tempered at 200°C. Hardness 54.5—55.5 HRC.

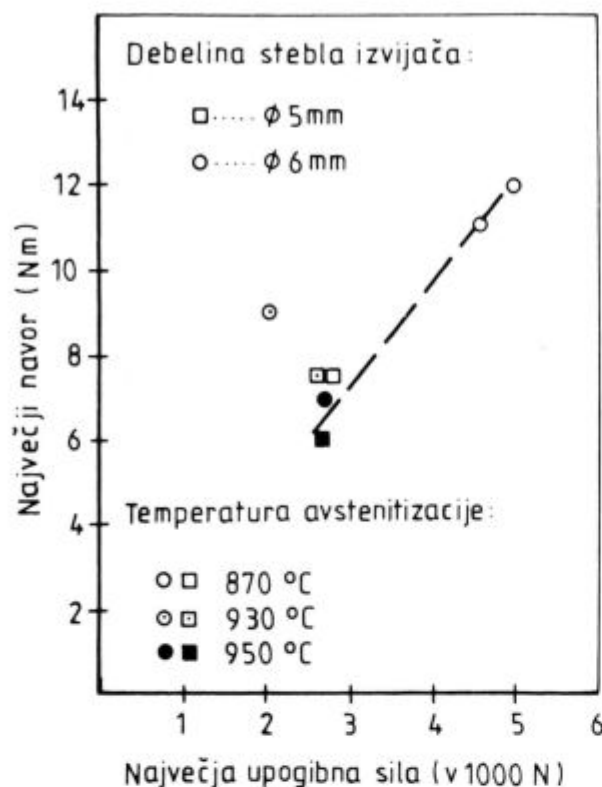


Slika 6

Največja upogibna sila in upogib ob tej sili v odvisnosti od popuščne temperature. Razdalja podpor je 30 mm. Jeklo Č4830 — VCV150. Avstenitizacijska temperatura je 870°C.

Fig. 6

Maximal bending force and flexure at this force depending on the tempering temperature. Span length of supports 30 mm. Č4830 — VCV150 steel. Austenitization temperature 870°C.



Slika 7

Največja sila pri upogibu in največji navor pri zvoju izvijačev iz jekla Č4830 — VCV150. Trdota 54,5—55,5 HRC. Razdalja podpor pri upogibu je 75 mm.

Fig. 7

Maximal bending force and maximal torque in twisting screwdrivers made of Č4830 — VCV150 steel. Hardness 54.5—55.5 HRC. Span length between supports 75 mm.

b) Upogib

Kot kaže **slika 6**, je upogib ob največji upogibni sili sorazmeren popuščni temperaturi vse od 180 do 230 °C (jeklo Č4830 — VCV150).

3. SOODVISNOST ODPORNOSTI PROTI UPOGIBU IN ODPORNOSTI PRI ZVOJU

Upogibni preizkus je razmeroma natančno določen, zato so tudi izsledki primerljivejši, kot so izsledki zvojnega preizkušanja. Zaradi tega moramo vedeti, koliko so uporabni rezultati upogibnega preizkušanja za toplotno obdelavo pozneje zvojno obremenjenih izvijačev.

Slika 7 kaže premočrtno soodvisnost največje upogibne sile z največjim navorom, ki so ga vzdržali izvijači iz jekla Č4830 — VCV150. Le pri majhni upogibni sili 2000 N se pojavi odstopanje od premice, vendar v pozitivno smer. To neskladje morda lahko pripišemo ravno nenatančnosti zvojnega preizkušanja.

4. SKLEPI

Upogibni in zvojni preizkusi žic in izvijačev, debelin od 1,6 do 6 mm, iz jekla Č4830 — VCV150 so pokazali:

Največja upogibna sila in sila za elastični upogib se s spreminjanjem avstenitizacijske temperature podobno spreminjata.

Največja upogibna sila je sorazmerna največjemu navoru, zato lahko za ugotavljanje učinkov toplotne obdelave uporabimo upogibni preizkus.

Za dosego največje upogibne sile in upogiba ob tej sili je izvijače iz jekla Č4830 — VCV150 najboljše kaliti s temperaturo med 870 in 900 °C. Pri tem je dobro kaliti tanjše izvijače z 900 °C in debelejšje z 870 °C. Popuščanje pri 200 °C je najboljše.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Stahl mit 0,5 % C, 1 % Cr, 0,8 % Mn und 0,15 % V der auch zur Erzeugung von Schraubenziehern angewendet wird ist nach verschiedener Wärmebehandlung im Biege und Verdrehversuch untersucht worden.

Die grösste Biegebelastung ist bei allen Proben verhältnismässig gleich der Elastizitätsgrenze und dem grössten Moment die ein Schraubenzieher ertragen kann.

Geeignete Austenitisierungstemperatur beträgt 870—900 °C und die Anlasstemperatur ist 200 °C.

SUMMARY

Steel with 0.5 % C, 1 % Cr, 0.8 % Mn, and 0.15 % V which is also used for screwdrivers was tested on bending and twisting after various heat treatment processes.

The biggest bending force was for all the test pieces pro-

portional to the yield strength and the greatest torque which the screwdriver must stay.

The suitable temperature of austenitization is 870 to 900 °C, and tempering temperature 200 °C.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сталь с содержанием 0,5 % C, 1 % Cr, 0,8 % Mn и 0,15 % V, которая употребляется для изготовления отвёрток была испытана, после различных способов термической обработки, на изгиб и скручивание.

Самая высокая прочность на изгиб при всех испытанных образцах соответствует эластичности и самой большой винтовой нарезке, которых выдерживает отвёртка.

Соответствующая температура аустенизации лежит в интервале 870—900 °C, а снятия напряжения при 200 °C.