



POROČILO

iz vaj pri predmetu Gradiva

4 – MEHANSKI PREIZKUSI

Poročilo zajema naslednja področja:

- natezni preizkus
- različne metode merjenja trdote
- test žilavosti materiala ter tehnološki preizkusi žice in pločevine

Študent: Boštjan Kreutz, *skupina c*

Predavatelj: Janez Grum

Ljubljana, 12.05.2002

KAZALO VSEBINE

1. NATEZNI PREIZKUS.....	1
2. RAZLIČNE METODE MERJENJA TRDOTE.....	4
3. TEST ŽILAVOSTI MATERIALA TER TEHNOLOŠKI PREIZKUSI ŽICE IN PLOČEVINE	6
4. LITERATURA	8

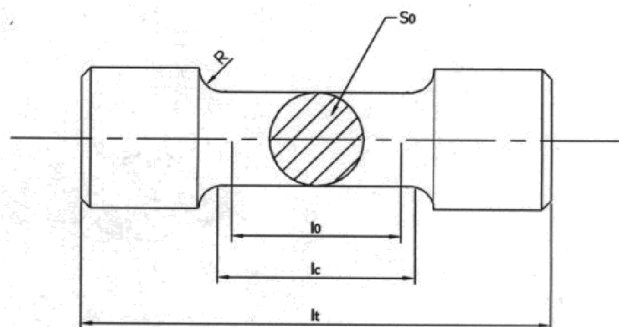
KAZALO SLIK

<i>Slika 1.1 : Preizkušanelec na natezni preizkus.....</i>	<i>1</i>
<i>Slika 1.2 : σ-ϵ diagram.....</i>	<i>1</i>
<i>Slika 1.3 : Določevanje $R_{p0,2}$.....</i>	<i>2</i>
<i>Slika 1.4 : Značilne krivulje.....</i>	<i>2</i>
<i>Slika 2.1 : Sistematika merjenja trdote zakaljenega sloja.....</i>	<i>4</i>
<i>Slika 2.2 : Osnovna nastavitve.....</i>	<i>5</i>
<i>Slika 2.3 : Vtis naravnani na 0.....</i>	<i>5</i>
<i>Slika 2.4 : Merilni rezultat.....</i>	<i>5</i>
<i>Slika 3.2</i>	<i>6</i>
<i>Slika 3.1 : Charpyjev preizkus</i>	<i>6</i>
<i>Slika 3.3</i>	<i>7</i>
<i>Slika 3.4</i>	<i>7</i>

1. NATEZNI PREIZKUS

Standard – EN 10.002

(i) Preizkušanci



l_0 = začetna merilna dolžina

$$l_0 = 5 \cdot d_0 \quad (10)$$

$$l_0 = 5,65 \cdot \sqrt{S_0} \quad (11,3)$$

$$\text{– žica: } d \leq 4, l_0 = 100 \quad (200)$$

$$\text{– pločločev: } \tau = 0,1 \div 3,$$

$$b_0 = 12,5 \quad (20)$$

$$l_0 = 50 \quad (80)$$

Slika 1.1 : Preizkušanec na natezni preizkus

(ii) Izmere

$l_0, d_0 (S_0)$

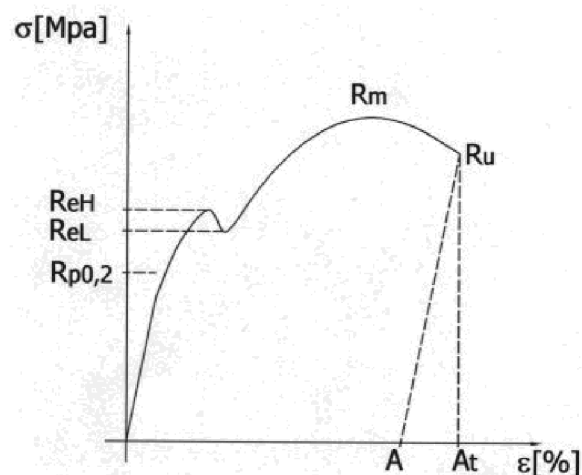
$$\text{raztezek: } \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\text{zožitev: } \psi = \frac{\Delta S}{S_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\text{razteznost: } A = \varepsilon_u = \frac{\Delta l_u}{l_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\text{zoženost: } Z = \frac{\Delta S_u}{S_0} \cdot 100 \quad [\%]$$

(iii) Napetosti



R_m – natezna trdnost

R_u – zlomna trdnost

R_{eH} – zgornja meja naravnega tečenja

R_{eL} – spodnja meja naravnega tečenja

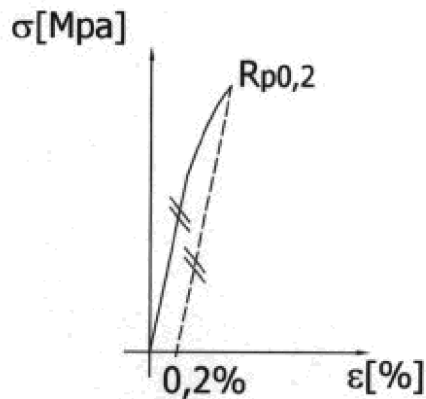
$R_{p0,2}$ – meja dogovorjenega tečenja

A – razteznost

A_t – skupna deformacija

Slika 1.2 : σ - ε diagram

Določevanje meje dogovorjenega tečenja :

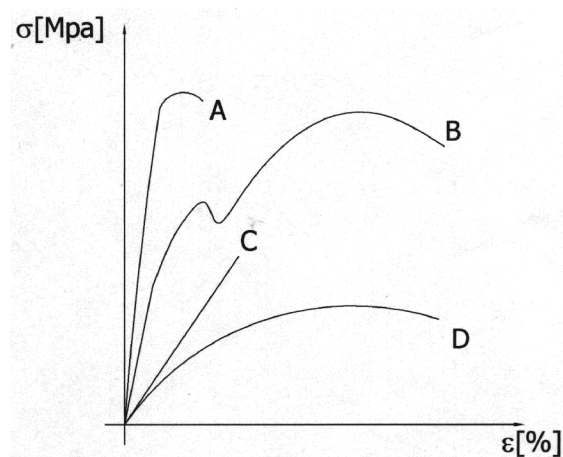


Slika 1.3 : Določevanje $R_{p0,2}$

Na x osi odčitamo deformacijo 0,2% in od tam vzporedno s linearnim področjem na diagramu vlečemo premico, dokler ne presekamo linije diagrama.

Na presečišču je meja dogovorjenega tečenja $R_{p0,2}$.

(iv) Značilne krivulje



C – zlitine na osnovi železa

A – trdo jeklo

B – mehko jeklo

D – drugi materiali

Slika 1.4 : Značilne krivulje

(v) Hookov zakon

Hookov zakon velja, če je raztezanje linearno sorazmerno z napetostmi (do meje linearne sorazmernosti) za jeklo, praktično pa tudi za baker, aluminij in les.

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$

E...modul elastičnosti

$$\text{Poissonovo število : } \mu = \frac{\varepsilon_q}{\varepsilon} = \frac{\frac{\Delta d}{d_0}}{\frac{\Delta l}{l_0}}$$

(vi) Preizkus : $d_0 = 4,0 \text{ mm}$, $l_0 = 20,0 \text{ mm}$ Al – zlitina (Dural D50), AlCu6BiPb

$$d_u = 3 \text{ mm}$$

$$F_{Rm} = 39,2 \cdot 125 = 4900 \text{ N}$$

$$F_{0,2} = 34 \cdot 125 = 4250 \text{ N}$$

$$F_u = 31,3 \cdot 125 = 3912,5 \text{ N}$$

$$A_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot (4,0 \text{ mm})^2}{4} = 12,57 \text{ mm}^2$$

$$\Delta l_u = 13 \text{ mm} \cdot 0,25 = 3,25 \text{ mm}$$

$$S_u = \frac{\pi \cdot d_u^2}{4} = \frac{\pi \cdot 9 \text{ mm}^2}{4} = 7,07 \text{ mm}^2$$

$$R_m = \frac{F_{Rm}}{A_0} = \frac{4900 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 389,93 \text{ MPa}$$

$$Rp_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{A_0} = \frac{4250 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 338,20 \text{ MPa}$$

$$R_u = \frac{F_u}{A_0} = \frac{3912,5 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 311,35 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{\Delta l_u}{l_0} \cdot 100\% = \frac{3,25}{20,0} \cdot 100\% = 16,25\%$$

$$Z = \frac{A_0 - S_u}{A_0} \cdot 100\% = \frac{12,57 - 7,07}{12,57} \cdot 100\% = 43,76\%$$

Medenina, CuZn40

$$d_u = 3,3 \text{ mm}$$

$$F_{Rm} = 54 \cdot 125 = 6750 \text{ N}$$

$$F_{0,2} = 40 \cdot 125 = 5000 \text{ N}$$

$$F_u = 42,5 \cdot 125 = 5312,5 \text{ N}$$

$$A_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot (4,0 \text{ mm})^2}{4} = 12,57 \text{ mm}^2$$

$$\Delta l_u = 11,5 \text{ mm} \cdot 0,25 = 2,88 \text{ mm}$$

$$S_u = \frac{\pi \cdot d_u^2}{4} = \frac{\pi \cdot 10,89 \text{ mm}^2}{4} = 8,55 \text{ mm}^2$$

$$R_m = \frac{F_{Rm}}{A_0} = \frac{6750 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 536,99 \text{ MPa}$$

$$Rp_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{A_0} = \frac{5000 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 397,77 \text{ MPa}$$

$$R_u = \frac{F_u}{A_0} = \frac{5312,5 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 422,63 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{\Delta l_u}{l_0} \cdot 100\% = \frac{2,88}{20,0} \cdot 100\% = 14,4\%$$

$$Z = \frac{A_0 - S_u}{A_0} \cdot 100\% = \frac{12,57 - 8,55}{12,57} \cdot 100\% = 31,98\%$$

Jeklo, C15E4

$$d_u = 2,5 \text{ mm}$$

$$F_{Rm} = 63,5 \cdot 125 = 7937,5 \text{ N}$$

$$F_{0,2} = 60 \cdot 125 = 7500 \text{ N}$$

$$F_u = 40 \cdot 125 = 5000 \text{ N}$$

$$A_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot (4,0 \text{ mm})^2}{4} = 12,57 \text{ mm}^2$$

$$\Delta l_u = 10 \text{ mm} \cdot 0,25 = 2,50 \text{ mm}$$

$$S_u = \frac{\pi \cdot d_u^2}{4} = \frac{\pi \cdot 6,25 \text{ mm}^2}{4} = 4,91 \text{ mm}^2$$

$$R_m = \frac{F_{Rm}}{A_0} = \frac{7937,5 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 631,46 \text{ MPa}$$

$$Rp_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{A_0} = \frac{7500 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 596,66 \text{ MPa}$$

$$R_u = \frac{F_u}{A_0} = \frac{5000 \text{ N}}{12,57 \text{ mm}^2} = 397,77 \text{ MPa}$$

$$A = \frac{\Delta l_u}{l_0} \cdot 100\% = \frac{2,50}{20,0} \cdot 100\% = 12,5\%$$

$$Z = \frac{A_0 - S_u}{A_0} \cdot 100\% = \frac{12,57 - 4,91}{12,57} \cdot 100\% = 60,94\%$$

2. RAZLIČNE METODE MERJENJA TRDOTE

(i) Teorija:

Trdota je odpornost materiala proti vdiranju drugega telesa v njegovo površino. Telo, ki prodira v površino, mora biti trše in primerno oblikovano, da pride do zadovoljivega ločevanja rezultatov meritev. Poznamo Mohsovo skalo trdote, ki temelji na rezanju materialov, ki jih je Mohs razvrstil od najmehkejšega do najtršega. V nadaljevanju je Martens razil material z obteženo konico. Na osnovi dobljene geometrije raze je nato odčital trdoto iz ustreznih diagramov. Za tem so bile razvite različne standardne metode merjenja trdote, kot so:

- Brinell
- Vickers
- Rockwell
- Knoop

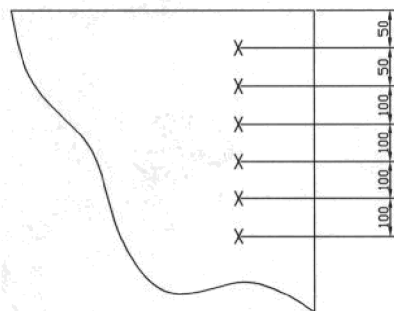
Te metode se uporabljajo za merjenje tako mehkejših kot trših materialov in so zelo natančne. Za delo na terenu in delo na konstrukcijah pa so bile razvite bolj dinamične metode oz. postopki merjenja:

- Behlerjevo kladio
- Poldijevo kladio
- Shore
- L trdota

Te metode so nekoliko manj natančne od že prej naštetih.

(ii) Praktični del vaje:

- predstavitev posameznih merilnikov trdote, ki jih imamo v laboratoriju,
- tehnika merjenja odtiskov,
- na merilniku trdote po Vickersu je potrebno izmeriti trdoto površinsko zakaljenega sloja na ogljikovem jeklu za poboljšanje. Jeklo smo induktivno kalili tako, da smo na dveh vzorcih uporabili dve različni hitrosti pomika vzorca skozi induktor. Prva hitrost v_1 je bila 3 mm/s, druga hitrost v_2 pa 5 mm/s. Razdalja med induktorjem in vzorcem je bila konstantna in je znašala 3 mm. Merjenje trdote zakaljenega sloja naj poteka po sistematiki, ki jo prikazuje spodnja slika.



Obtežitev konice je 300CN.

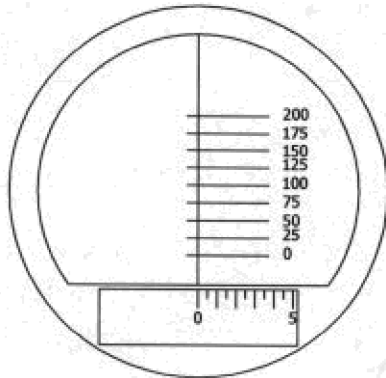
Trdota osnovnega materiala v žarjenem stanju je 200 HVm.

Slika 2.1 : Sistematika merjenja trdote zakaljenega sloja

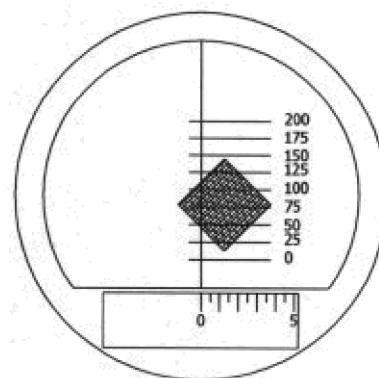
Oddaljenost od površine [μm]	$v_1 = 3 \text{ mm/s}$	$v_2 = 5 \text{ mm/s}$
50	671	530
100	602	504
200	586	444
300	594	537
400	579	493
500	586	465
600	537	366
700	523	334
800	511	344
900	449	325
1000	434	298
1100	424	223
1200	411	219
1300	390	184
1400	350	187
1500	331	181

(iii) Tehnika merjenja odtiskov na merilniku Leitz-Durimet

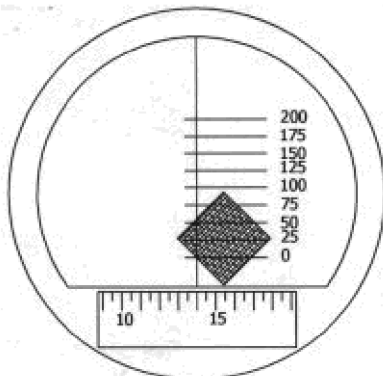
Slika 2.2 : Osnovna nastavitvev



Slika 2.3 : Vtis naravnana na 0



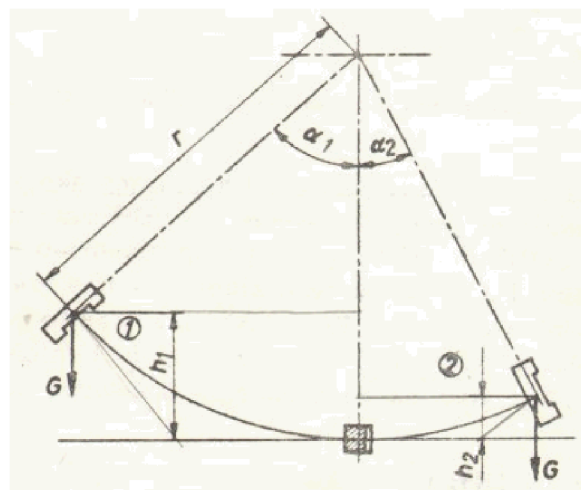
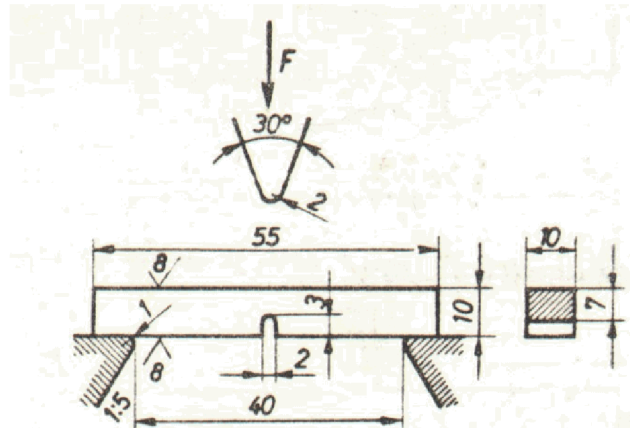
Slika 2.4 : Merilni rezultat



3. TEST ŽILAVOSTI MATERIALA TER TEHNOLOŠKI PREIZKUSI ŽICE IN PLOČEVINE

(i) Charpyev preizkus:

Standard – SiS EN 10045



Slika 3.1 : Charpyjev preizkus

Udarno delo : $W = m \cdot g \cdot (h_1 - h_2)$
 $W = m \cdot g \cdot r (\cos \beta - \cos \alpha)$

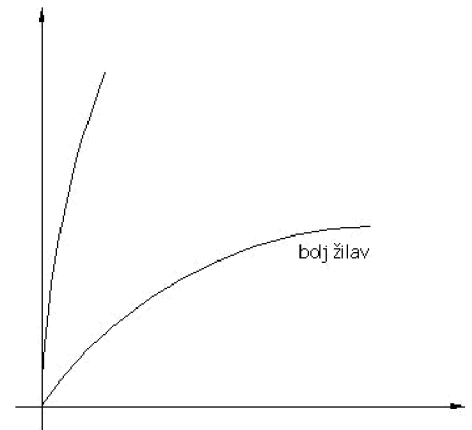
Žilavost : $\rho = \frac{E}{A_0}$

3 epruvete, C45E (0,45% ogljika)
 velikost 6x6 mm, z zarezo 1mm

----- Rezultati:

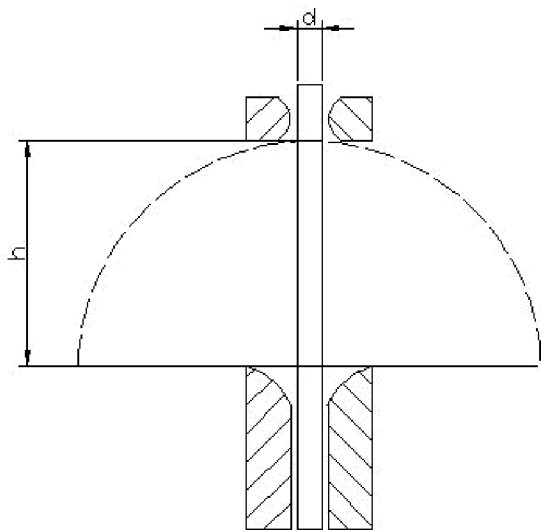
1. epruveta : 12HRC → W = 16 J
2. epruveta : kaljena, seg. na 860°C, gašena v vodi, 60HRC → W = 1,2 J
3. epruveta : poboljšana, kaljena in visoko tempe. popu. pri 550°C, 22HRC → W = 12,2 J

Slika 3.2



Tudi iz nateznega lahko sklepamo o žilavosti materiala.

(ii) Testiranje pregibne žice (ISO 7801):



Slika 3.3

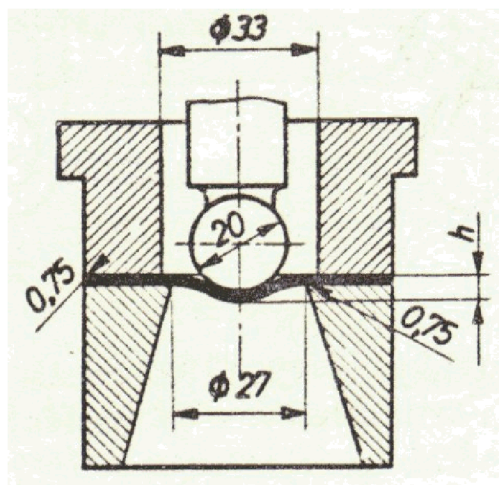
VP40 : $R_m = 390 - 440 \text{ N/mm}^2$
 $A > 20\%$

TIG 19/12/3 : $R_m = 550 - 650 \text{ N/mm}^2$
 $A > 30\%$

debelina žice : 2,5 mm
 hitrost : $v = 0,1 \text{ mm/s}$
 $h = 25 \text{ mm}$
 $R = 7,5 \text{ mm}$

Rezultati :		
	enostransko	obojestransko
VP40	19	18
TIG 19/12/3	42	24

(iii) Testiranje sposobnosti pločevine za globoki vlek (ISO 8490)



Slika 3.4

4. LITERATURA

Pri sestavljanju poročila sem uporabljal naslednje gradivo:

- Krautov strojniški priročnik
- Navodila podana na laboratorijskih vajah
- Zapiske iz laboratorijskih vaj
- Polde Leskovar, Gradiva 2.del

5. PRILOGE

Poročilu so priložene naslednje priloge :

- Natezni preizkus, vaje gradiva 1.1, 2001/2002 (iz vaj)