

Toplotna prevodnost železovih litin

Opis aparature za merjenje toplotne prevodnosti po Schröderjevi metodi. Toplotna prevodnost sive, melirane in bele ter nodularne litine. Primerjalna tabela in odvisnost toplotne prevodnosti od kemične sestave. Podane so tudi metalografske strukture posameznih vzorcev.

UVOD

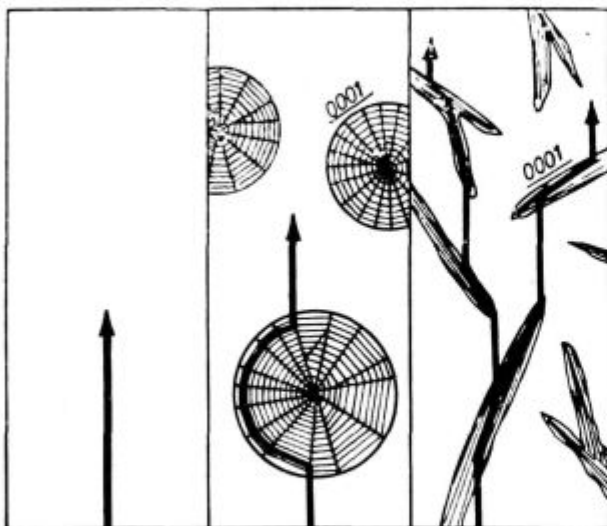
Toplotna prevodnost je fizikalna količina, ki določa, kako se material ogreje v notranjosti, se izenačijo temperaturne razlike in s tem zmanjšajo termične napetosti. Praksa je pokazala, da so termične napetosti posebno problematične pri jeklar-skih in valjčnih kokilah in pri valjih.

Za določevanje toplotne prevodnosti smo izbrali Schröderjevo metodo in v ta namen dali izdelati posebno aparaturo. Merili smo tudi specifično toploto in gostoto zaradi določevanja temperaturne prevodnosti, ki je pomembna pri študiju termičnih napetosti.

Namen naloge je bil, da določimo toplotno in temperaturno prevodnost kokilne litine, valjčne in nodularne litine, da bi lahko za posamezne primere sklepali na velikost termičnih napetosti.

Literatura navaja za posamezne komponente v litinah naslednje vrednosti za toplotno prevodnost¹:

ferit $\lambda = 0,18$ cal/cm sek °C = 64,8 Kcal/m h st
perlit $\lambda = 0,12$ cal/cm sek °C = 43,2 Kcal/m h st
cementit $\lambda = 0,02$ cal/cm sek °C = 7,2 Kcal/m h st



Slika 1
Prenos toplote v litini z nodularnim in lamelarnim grafitom

Čisti grafit (anizotropen) ima toplotno prevodnost v podolžni smeri $\lambda = 0,42$ cal/cm sek °C in v prečni smeri $\lambda = 0,27$ cal/cm sek °C.

Zelo dobra prevodnost grafita je vzrok temu, da ima litina z lamelarnim grafitom boljšo toplotno prevodnost kot nodularna litina.

Približne vrednosti toplotne prevodnosti za posamezne tipe litine so:

litina z lamelarnim grafitom

feritna $\lambda = 0,10$ do $0,15$ cal/cm sek °C

perlitna $\lambda = 0,09$ do $0,12$ cal/cm sek °C

litina z nodularnim grafitom

feritna $\lambda = 0,08$ do $0,10$ cal/cm sek °C

perlitna $\lambda = 0,05$ do $0,08$ cal/cm sek °C

Nekateri kemični elementi imajo velik vpliv na toplotno prevodnost litine. Naslednja tabela prikazuje vpliv količine silicija na toplotno prevodnost nodularne litine.

% Si	λ (cal/cm. sek. °C)
0,65	0,126
1,1	0,117
1,65	0,093
2,0	0,085
2,3	0,071
4,8	0,049
običajna nodularna litina	0,06 — 0,07
običajna litina	
z lamelarnim grafitom	0,12 — 0,13
nelegirana jeklena litina	0,05 — 0,06

Zmotno bi bilo sklepati na sposobnost prevajanja toplote samo z ozirom na en faktor. Podamo lahko samo grobo oceno, da bi na primer imela nodularna litina najboljšo toplotno prevodnost, če bi dosegli naslednje pogoje:

1. feritno osnovo
2. količina silicija naj bo nizka (1,0 do 1,7%) in količina ogljika naj bo od 3,8 do 4%
3. v litini naj ne bo perlita in nobenih karbidov.

Kot primer vpliva metalografske strukture na toplotno prevodnost za posamezne tipe litine navajamo še podatke po M. Jacobu²:

litina z 2,5% C pri 100° C

$\lambda = 54,7$ Kcal/m, h, st, če vsebuje 82% ferita

$\lambda = 40,0$ Kcal/m, h, st, če vsebuje 91% perlita

litina s 3% C pri 100° C

$\lambda = 54,7$ Kcal/m, h, st, če vsebuje 2,3% C kot grafit

$\lambda = 40,0 \text{ Kcal/m, h, st}$, če ni grafita
 toplotno neobdelana litina s 4,5 % C brez grafita
 $\lambda = 11,8 \text{ Kcal/m, h, st}$
 Če pa jo grejemo dve uri na 1000°C , naraste:
 $\lambda = 47,3 \text{ Kcal/m, h, st}$
 Če dodamo litini s 3,5 % C (2,4 % kot grafit)
 1 % Ni in 1 % Si, pade toplotna prevodnost od
 $52,1 \text{ Kcal/m, h, }^\circ\text{C}$ na $40,9 \text{ Kcal/m, h, }^\circ\text{C}$; dodatek
 2...4 % Ni pa zniža toplotno prevodnost na $35,7$
 $\text{Kcal/m, h, }^\circ\text{C}$.

IZBOR METODE IN OPIS APARATURE ZA MERJENJE TOPLOTNE PREVODNOSTI

Pri izbiri metode za merjenje toplotne prevodnosti smo se odločili za Schröderjevo metodo. Ta metoda je absolutna in toplotno prevodnost merimo pri stacionarnem toplotnem toku.

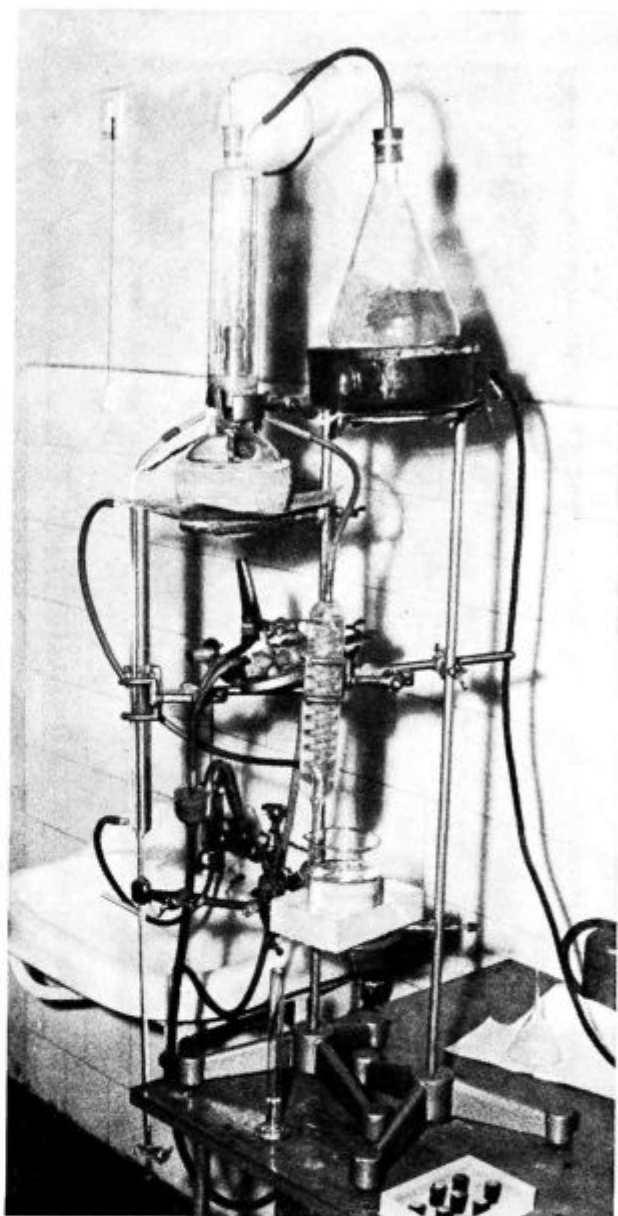
Opis metode

Specifičnost te metode je v tem, da ne merimo niti temperatur niti količine toplote. Vzorec, ki ima obliko valja in v našem primeru naslednje dimenzije: premer 15 mm, višino 20 mm, držimo na konstantni temperaturi s pomočjo dveh tekočin, ki vreta in katerih vrelišči se v našem primeru razlikujeta za $21,5^\circ \text{C}$. Zaradi te razlike v vreliščih teče skozi vzorec toplotni tok, ki ga določimo tako, da merimo, v kakšnem času izpari določena količina tekočine z nižjim vreliščem. V našem primeru smo izmerili čas, v katerem je izparelo 1 ml tekočine.

Metoda je primerna za temperaturna območja, v katerih imajo stabilne tekočine svoja vrelišča. Za eksperimentalno delo se priporočajo temperature od 20 do 200°C , torej pri relativno nizkih temperaturah.

Opis aparature

V posodi A segrevamo do vrenja destilirano vodo. Paro vodimo do spodnje stene vzorca. Tako ima vzorec na spodnji steni stalno temperaturo 100°C . Nad vzorcem je posoda B, v kateri je 96 % etilni alkohol, ki ima vrelišče pri $78,5^\circ \text{C}$. Toplota, ki gre skozi vzorec, privede etilni alkohol do vrenja in s tem je temperatura zgornje stene vzorca konstantna $78,5^\circ \text{C}$; vzorec pa ima konstantno temperaturno diferenco $21,5^\circ \text{C}$. Vzorec se nahaja v gumijasti cevki, ki je nataktnjena na podaljšek spodnje in zgornje posode, ki imata na koncih isti notranji premer, kot je premer vzorca. Na ta način dosežemo, da je vzorec samo s končnima ploskvama v dotiku s spodnjo in zgornjo tekočino. Literatura navaja, da naj se vzorec drži med dvema srebrnima ploščicama, vendar je preizkus pokazal, da para destilirane vode in etilni alkohol nista nagrizla spoliranih površin vzorca. Prednost tega, da vzorec nismo namestili med srebrne ploščice pa je v tem, da smo imeli direktne kontaktne površine.



Slika 2
 Aparatura za merjenje toplotne prevodnosti

Paro etilnega alkohola se kondenzirajo v hladilniku K_2 , kondenzat pa se nabira v graduirni posodi m.

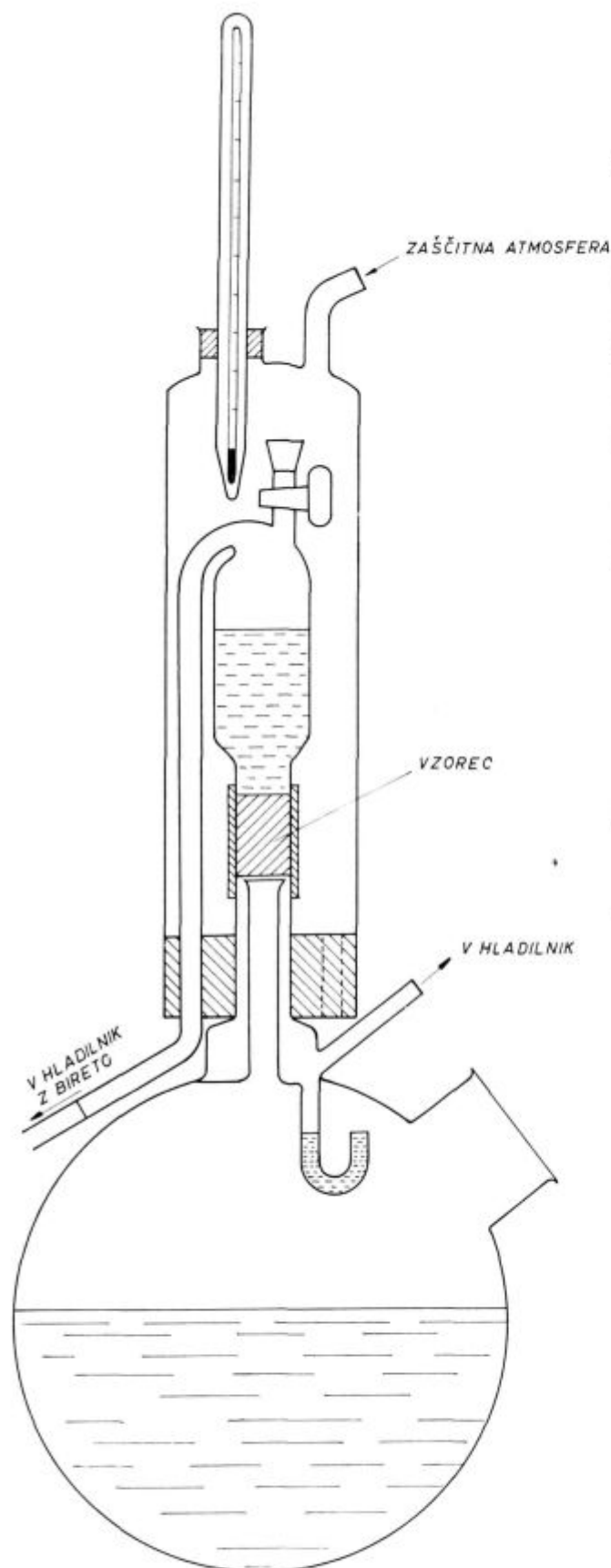
Vzorec in zgornjo posodo obdaja zaščitni plašč, skozi katerega vodimo pare etilnega alkohola. Na ta način smo dosegli naslednje:

a) Toplotne izgube v radialni smeri vzorca so minimalne;

b) Toplotne izgube lahko izračunamo in so pri vsakem poizkusu v časovni enoti enake;

c) Etilni alkohol v posodi nad vzorcem segrevamo do vrelišča in se dovedena toplota skozi vzorec porabi samo kot izparilna toplota.

Toplotne izgube skozi steno v radialni smeri izračunamo po naslednji enačbi:



Slika 3
Načrt aparature za merjenje toplotne prevodnosti

$$Q = \frac{\lambda \cdot 2\pi \cdot h}{l_n \cdot \frac{r_1}{r_2}} \cdot (\theta_1 - \theta_2)$$

Vsako uro izgubimo v radialni smeri skozi gumijasto steno 0,71 Kcal.

Vzorci in priprava vzorcev

Skupno smo izvršili meritve toplotne prevodnosti in ostalih fizikalnih količin na 27 vzorcih. Vzorce, ki so v tabeli označeni s številkami od 21 do 38, smo pripravili iz prob, ki smo jih ulili v posebne kokile v livarni sive litine. Probe smo ulili v peščeno formo in paralelno v železno kokilo. Na ta način smo dobili različne strukture pri isti kemični sestavi. Ostale vzorce pa smo dali napraviti iz gotovih ulitkov ali standardnih prob.

Pri vzorcih je važno to, da robovi niso posneti, da so površine gladke in da sta končni ploskvi planparalelni. Pred vsako meritvijo smo vzorce na obeh straneh spolirali zaradi že navedenega vzroka.

Izračun toplotne prevodnosti

Toplotno prevodnost v intervalu $T_1 - T_2$ lahko izračunamo iz naslednje enačbe:

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{A \cdot t \cdot (T_1 - T_2)}$$

pri čemer pomeni:

Q = izparilna toplota za 1 ml tekočine nad vzorcem

t = čas, da izpari 1 ml tekočine

$(T_1 - T_2)$ = razlika vrelišč obeh tekočin

d = dolžina vzorca

A = presek vzorca

Za izračun toplotne prevodnosti po zgornji enačbi smo iz literature povzeli naslednje podatke:

$$Q_{iz} = 180 \text{ kal/ml}$$

$$T_1 = 100^\circ \text{ C}$$

$$T_2 = 78,5^\circ \text{ C}$$

Pri določevanju toplotne prevodnosti moramo upoštevati, kot sem že omenil, toplotne izgube v radialni smeri vzorca, ki znašajo 0,71 Kcal na uro. Če je bil potreben čas t , da je izparil 1 ml etilnega alkohola, vidimo, da nam je v tem času ušlo 0,71 · t Kcal skozi steno v radialni smeri in to energijsko izgubo moramo v enačbi za izračun toplotne prevodnosti upoštevati.

Toplotno prevodnost lahko izračunamo tudi na drug način in sicer tako, da izmerimo toplotno prevodnost vzorca, katerega toplotno prevodnost poznamo in potem določimo konstanto aparature.

Na vsakem vzorcu smo napravili večje število meritev. Iz rezultatov smo potem izračunali standardno deviacijo in variacijski koeficient. Iz vrednosti teh dveh količin, ki so podane v tabeli rezultatov, vidimo, da je ponovljivost meritev dobra.

Temperaturna prevodnost

Temperaturna prevodnost snovi je podana z naslednjo enačbo:

$$a = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho}$$

kjer pomeni:

- c_p — specifična toplota (Kcal/kg st)
 a — temperaturna prevodnost (m^2/h)
 λ — toplotna prevodnost (Kcal/m h st)
 ρ — gostota (kg/m^3)

Za določitev temperaturne prevodnosti smo izmerili specifično toploto in gostoto po običajnih metodah; specifično toploto po mešalni metodi, gostoto pa s piknometrično metodo.

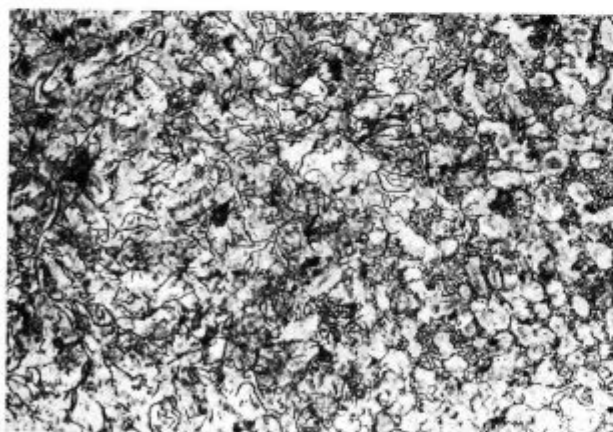
REZULTATI MERITEV

Vse vzorce smo razdelili v štiri skupine: vzorce iz sive litine, bele in melirane litine, nodularne litine in jekla in vzorce iz litine pločevinskih valjev.

Pod metalografsko strukturo vzorcev so navedene naslednje fizikalne količine:

- H — trdota po Brinellu v HB
 λ — toplotna prevodnost v Kcal/m. h. st
 c_p — specifična toplota v Kcal/kg. st
 ρ — gostota v g/cm^3
 a — temperaturna prevodnost v m^2/h
 σ — upogibna trdnost v kg/mm^2
 FE — količina fosfidnega eutektika določena po internih tabelah Železarne Štore

Vzorci sive in kokilne litine



Slika 4

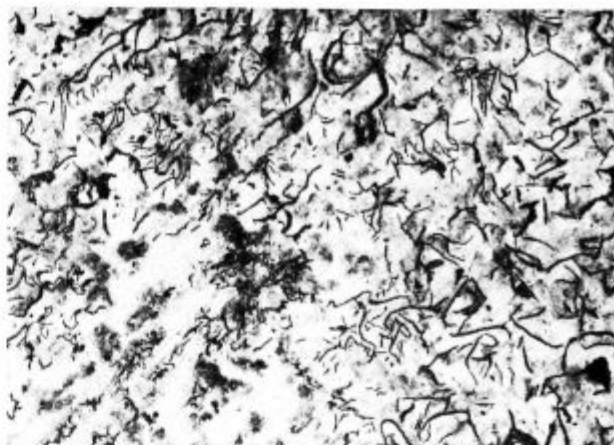
Povečava 40 \times , nital

Vzorec št. 30; litina za valjčno kokilo, ulito v peščeno formo

$H = 249$, $\lambda = 37,6$, $c_p = 0,102$, $\rho = 7,000$, $a = 0,054$

Kemična analiza: C — 3,54 %; Si — 1,73 %;

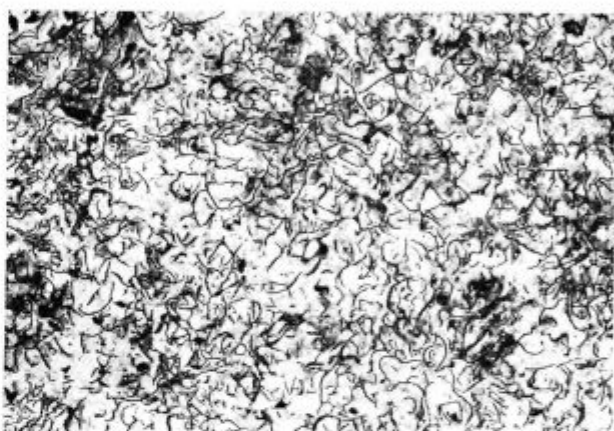
Mn — 1,12 %; P — 0,102 %; S — 0,102 %



Slika 5

Povečava 40 \times , nital

Vzorec št. 8; siva litina, vzorec iz Y probe
 $H = 215$, $\lambda = 29,7$, $c_p = 0,108$



Slika 6

Povečava 40 \times , nital

Vzorec št. 35; B-8, št. 15, ulito v peščeno formo

$H = 211$, $\lambda = 45,6$, $\rho = 7,115$

Kemična analiza: C — 3,82 %; Si — 1,68 %;

Mn — 0,63 %; P — 0,096 %; S — 0,084 %



Slika 7

Povečava 40 \times , nital

Vzorec iz valjčne kokile št. 980, sredina

$H = 168$, $\lambda = 47,8$

Kemična analiza: C — 3,61 %; Si — 1,47 %;

Mn — 1,37 %; P — 0,118 %; S — 0,097 %

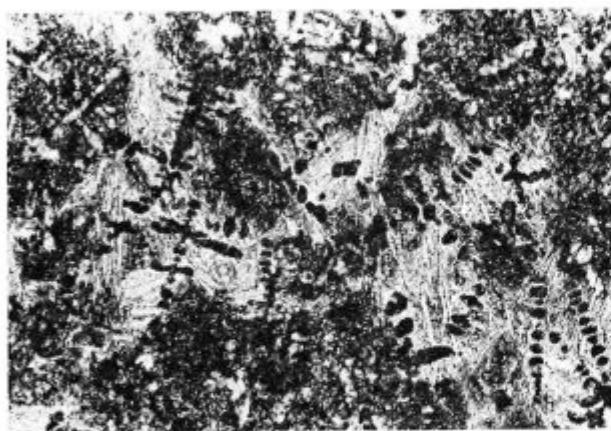
Vzorci bele in melirane litine



Slika 8
Povečava 40 \times , nital
Vzorec št. 22; SL-18, ulito v kokilo
H = 522, $\lambda = 16,7$, $c_p = 0,123$, $\rho = 7,563$, $a = 0,019$

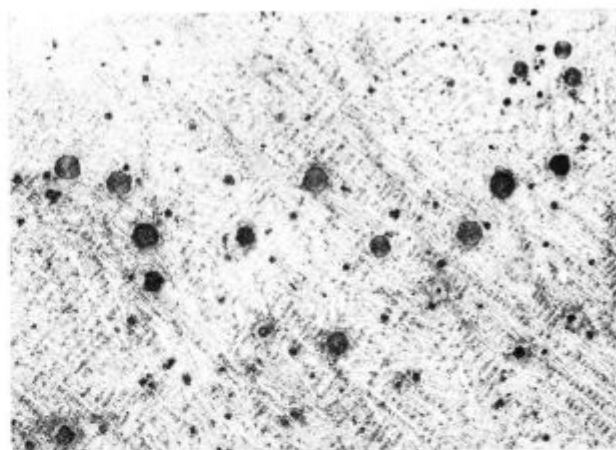


Slika 9
Povečava 40 \times , nital
Vzorec št. 29; litina valjčne kokile ulita v kokilo
H = 492, $\lambda = 16,6$, $c_p = 0,119$, $\rho = 7,652$, $a = 0,019$
Kemična analiza: C — 3,54 %; Si — 1,73 %;
Mn — 1,12 %; P — 0,102 %; S — 0,102 %

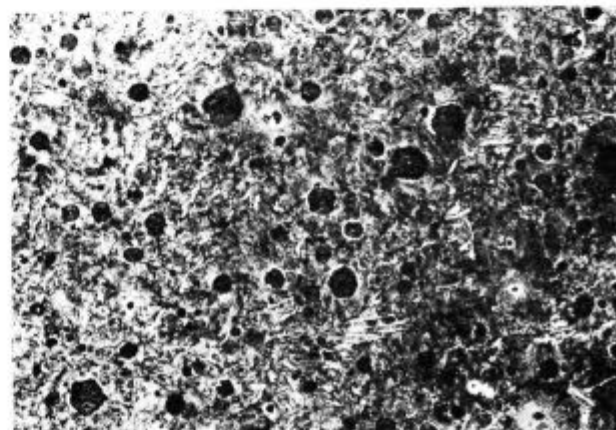


Slika 10
Povečava 40 \times , nital
Vzorec št. 27; B-8, št. 13, ulito v kokilo
H = 383, $\lambda = 19,8$, $c_p = 0,113$, $\rho = 7,585$, $a = 0,024$
Kemična analiza: C — 3,64 %; Si — 1,50 %;
Mn — 0,61 %; P — 0,112 %; S — 0,085 %

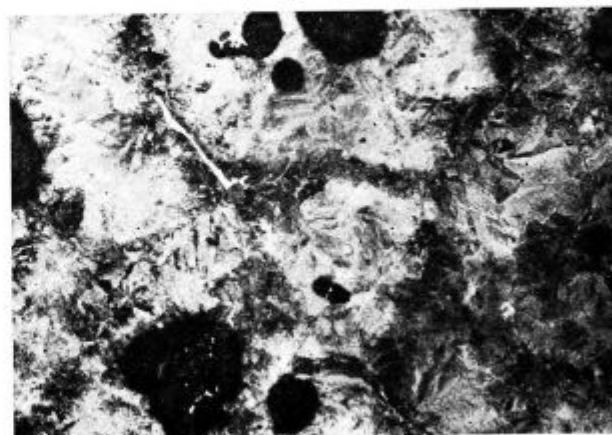
Vzorci nodularne litine in jekla



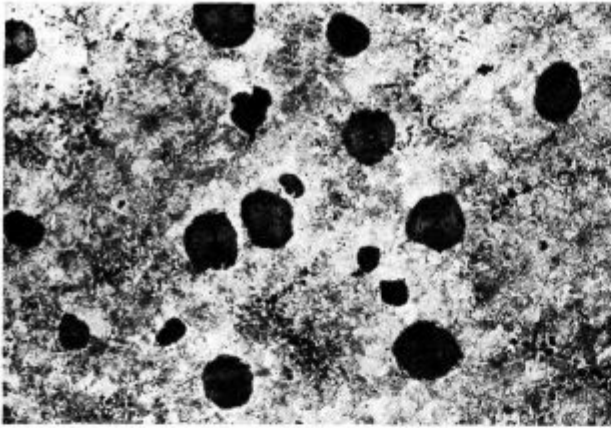
Slika 11
Povečava 40 \times , nital
Vzorec št. 38; nodularna litina ulita v kokilo
H = 555, $\lambda = 13,4$, $\rho = 7,412$
Kemična analiza: C — 3,89 %; Si — 2,78 %;
Mn — 0,92 %; S — 0,009 %; Mg — 0,046 %



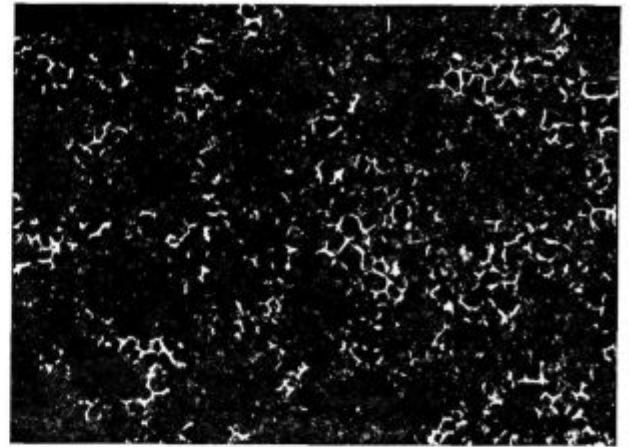
Slika 12
Povečava 40 \times , nital
Vzorec št. 37; nodularna litina ulita v peščeno
formo
H = 345, $\lambda = 24,7$
Kemična analiza: C — 3,89 %; Si — 2,78 %;
Mn — 0,92 %; S — 0,009 %; Mg — 0,046 %



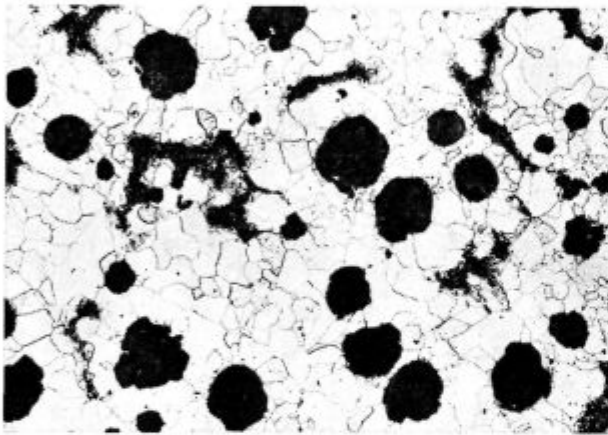
Slika 13
Povečava 100 \times , nital
Vzorec C, nodularni valj
H = 329, $\lambda = 26,5$, $c_p = 0,121$



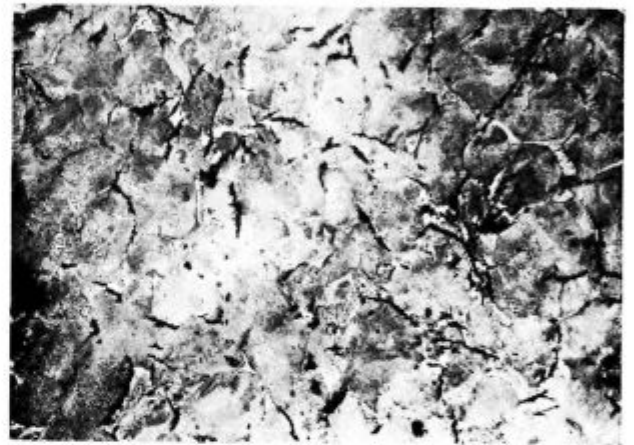
Slika 14
Povečava 100×, nital
Vzorec N, normalizirana nodularna litina
 $H = 313, \lambda = 23,6, c_p = 0,115$



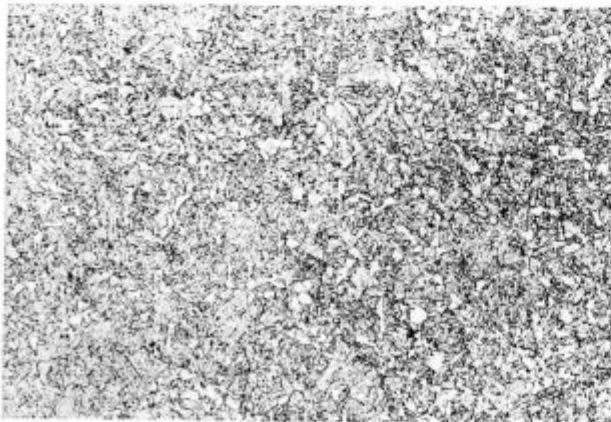
Slika 17
Povečava 13×, nital
Vzorec št. 7, valj št. 16778
Fosfidni evtektik III.



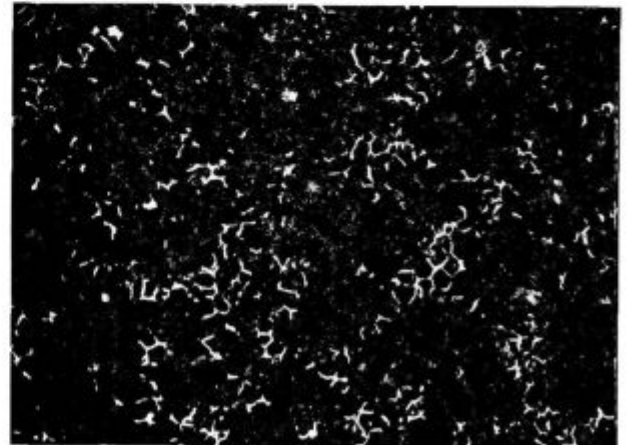
Slika 15
Povečava 100×, nital
Vzorec F, feritizirana nodularna litina
 $H = 187, \lambda = 26,7, c_p = 0,124$



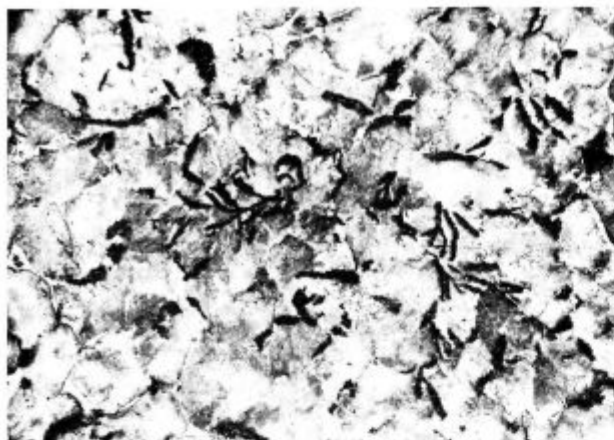
Slika 18
Povečava 40×, nital
Vzorec št. 7, valj št. 16778
 $H = 211, \lambda = 39,7, c_p = 0,122, \rho = 7,433, a = 0,044,$
 $\sigma = 49,8-57,6$
Kemična analiza: C — 3,18 ‰; Si — 0,57 ‰;
Mn — 0,34 ‰; P — 0,480 ‰; S — 0,037 ‰;
Mo — 0,33 ‰



Slika 16
Povečava 100×, nital
Vzorec št. 9, jeklo
 $H = 274, \lambda = 37,5, c_p = 0,114$



Slika 19
Povečava 13×, nital
Vzorec št. 2, valj št. 15770
Fosfidni evtektik III. — IV.



Slika 20

Povečava 100 \times , nital

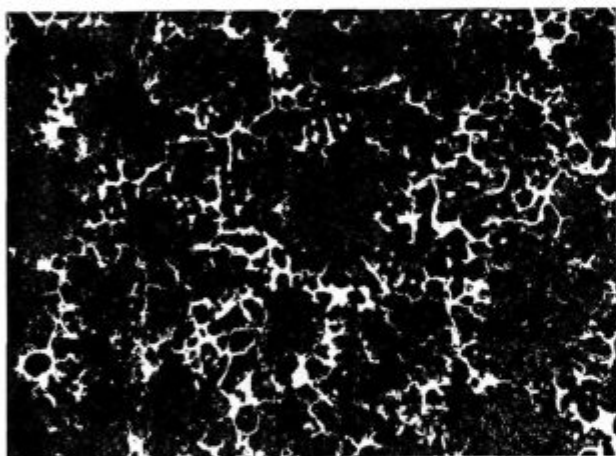
Vzorec št. 2, valj št. 15770

$H = 219$, $\lambda = 36,3$, $c_p = 0,107$, $\rho = 7,559$, $a = 0,048$,
 $\sigma = 48,8-50,7$

Kemična analiza: C — 3,06 ‰; Si — 0,55 ‰;

Mn — 0,24 ‰; P — 0,422 ‰; S — 0,045 ‰;

Mo — 0,27 ‰

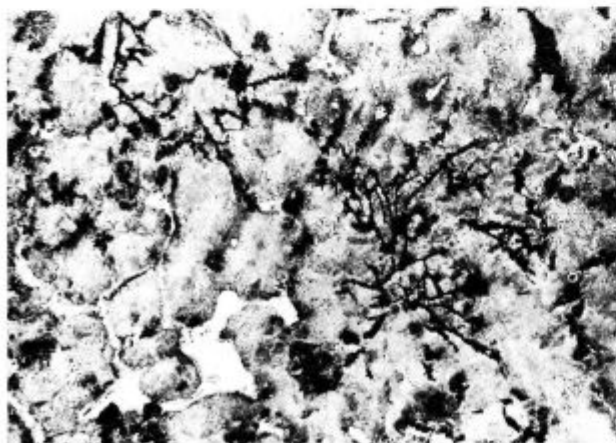


Slika 21

Povečava 13 \times , nital

Vzorec št. 5, valj št. 16320

Fosfidni eutektik V. — VI.



Slika 22

Povečava 100 \times , nital

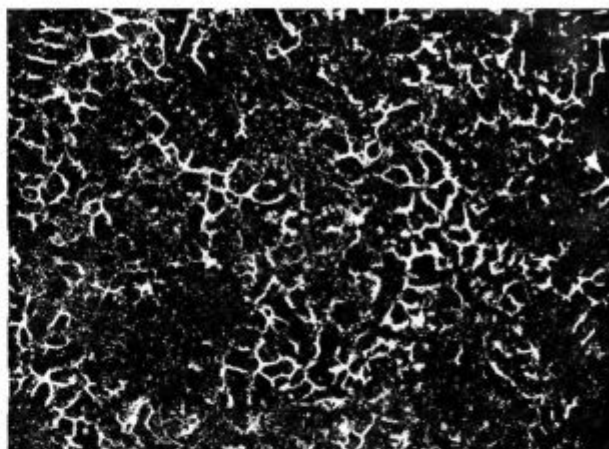
Vzorec št. 5, valj št. 16320

$H = 239$, $\lambda = 28,7$, $c_p = 0,113$, $\rho = 7,302$, $a = 0,036$,
 $\sigma = 35,6-33,8$

Kemična analiza: C — 3,12 ‰; Si — 0,66 ‰;

Mn — 0,19 ‰; P — 0,466 ‰; S — 0,074 ‰;

Mo — 0,29 ‰

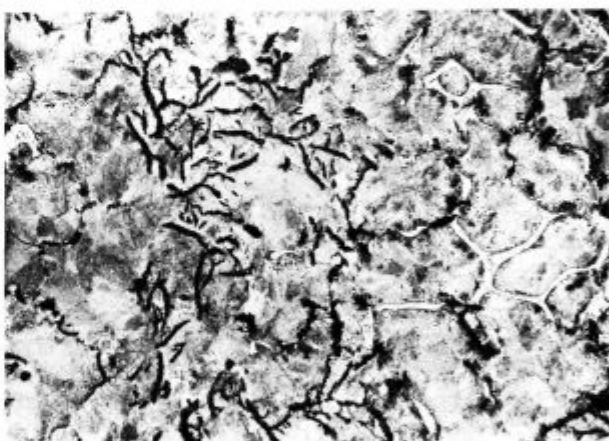


Slika 23

Povečava 13 \times , nital

Vzorec št. 1, valj št. 14211

Fosfidni eutektik VI.



Slika 24

Povečava 100 \times , nital

Vzorec št. 1, valj št. 14211

$H = 215$, $\lambda = 33,9$, $c_p = 0,113$, $\rho = 7,545$, $a = 0,040$

Kemična analiza: C — 3,03 ‰; Si — 0,58 ‰;

Mn — 0,17 ‰; P — 0,455 ‰; S — 0,042 ‰;

Mo — 0,31 ‰

ZAKLJUČEK

Pregled toplotne prevodnosti izbranih litin in jekla nam kaže jasno razporeditev na naslednje skupine:

A) Najslabšo toplotno prevodnost ima bela in melirana litina (40—100 ‰ bele strukture), in sicer 13—19 Kcal/m, h, °C

B) Sledi nodularna litina s toplotno prevodnostjo od 23 do 28 Kcal/m, h, °C

C) Litina pločevinskih valjev ima toplotno prevodnost od 29—38 Kcal/m, h, °C

Tabela rezultatov

Oznaka vzorca	Kvaliteta vzorca	Trdota HB	Kemična analiza						Upogibna trdnost
			% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Mo	
1	Valj št. 14211	215	3,03	0,58	0,17	0,455	0,042	0,31	—
2	Valj št. 15770	219	3,06	0,55	0,24	0,422	0,045	0,27	48,8—50,7
3	Valj št. 15771	215	3,06	0,55	0,24	0,422	0,045	0,27	52,5—54,3
4	Valj št. 15872	215	3,11	0,52	0,20	0,466	0,048	0,27	33,7—37,4
5	Valj št. 16320	239	3,12	0,66	0,19	0,466	0,074	0,29	35,6—33,8
6	Valj št. 16756	219	2,86	0,82	0,31	0,460	0,051	0,37	45,0—46,8
7	Valj št. 16778	211	3,18	0,57	0,34	0,480	0,037	0,33	49,8—57,6
8	Siva litina	215							
9	Jeklo	274							
21	SL — 18; v peščeno formo	244							
22	SL — 18; v kokilo	522							
23	SL — 22; v peščeno formo	272							
24	SL — 22; v kokilo	492							
27	B — 8; št. 13 — v kokilo	383	3,64	1,50	0,61	0,112	0,085		
28	B — 8; št. 13 — v peščeno formo	211	3,64	1,50	0,61	0,112	0,085		
29	Valjčna kokila — v kokilo	492	3,54	1,73	1,12	0,102	0,102		
30	Valjčna kokila — v peščeno formo	249	3,54	1,73	1,12	0,102	0,102		
35	B — 8; št. 15 — v peščeno formo	211	3,82	1,68	0,63	0,096	0,084		
36	B — 8; št. 15 — v kokilo	554	3,82	1,68	0,63	0,096	0,084	% Mg	
37	Nodul. litina ulita v peščeno formo	345	3,89	2,78	0,92	—	0,009	0,046	
38	Nodularna litina ulita v kokilo	555	3,89	2,78	0,92	—	0,009	0,046	
N	Nodularna litina — normalizirana	313							
F	Nodularna litina — feritizirana	187							
C	Nodularni valj	329							
980 — S	Kokila št. 980 — sredina	168	3,61	1,47	1,37	0,118	0,097		
980 — Z	Kokila št. 980 — zunanja površina	134	3,61	1,47	1,37	0,118	0,097		

D) Najboljšo toplotno prevodnost ima siva litina, od 28 Kcal/m, h, °C (siva litina s 15 % cementita) do 51 Kcal/m, h, °C (kokilna litina)

Pri prvi skupini pripisujemo razlike v toplotni prevodnosti količini sive, oziroma bele strukture. Nodularna bela litina ima sicer nekaj kroglic grafita v strukturi, vendar ima najvišji % C in tako najvišjo količino cementita. Podobno je pri merilani sivi litini; male razlike v toplotni prevodnosti se dajo razložiti z različno količino grafita in cementita v strukturi.

Nodularna litina ima zelo majhne razlike v toplotni prevodnosti, čeprav sta osnovna struktura in velikost grafita različna. V primerjavi s pločevinskimi valji, jeklom in sivo litino ima nizko toplotno prevodnost.

Pri pločevinskih valjih se toplotna prevodnost dokaj spreminja, posebno, če upoštevamo soraz-

merno podobno kemično analizo in metalografsko strukturo.

Opozorimo lahko na vpliv C, Si in fosfidnega evtektika na toplotno prevodnost pločevinskih valjev, ki je prikazana na diagramu II.

Siva litina ima največje razlike v toplotni prevodnosti. Najboljšo toplotno prevodnost ima kokilna litina, ki ima tudi zelo velik grafit. Po strukturi sodimo, da ima pri sivi litini na toplotno prevodnost vpliv predvsem količina, velikost in razporeditev grafita. Ze majhne količine cementita v strukturi močno zmanjšajo toplotno prevodnost.

Rezultati meritev so pokazali, da na vrednost toplotne prevodnosti ne moremo sklepati na podlagi kemične analize, kot na primer pri jeklu. Grobo oceno za velikost toplotne prevodnosti lahko podamo le na podlagi metalografske strukture in nekaterih fizikalnih in mehanskih lastnosti litine.

Fosfidni evtektik	L (mm)	A (mm ²)	t (sek)	σ (sek)	V (%)	Toplotna prevodnost Kcal/m. h. st.	Specifična toplota Kcal/kg st	Gostota g/cm ³	a = (m ² /h)
VI	19,9	179,5	110,9	0,3	0,2	33,9	0,113	7,547	0,040
III—IV	20,0	179,5	103,5	1,3	1,3	36,3	0,107	7,559	0,048
IV	20,1	176,5	105,2	0,6	0,6	36,5	0,106	7,558	0,048
IV—V	19,95	176,5	104,0	0,8	0,7	36,5	0,122	7,367	0,041
V—VI	20,0	179,5	123,4	0,3	0,3	30,9	0,119	7,302	0,036
V	20,0	181,3	132,7	1,2	0,9	28,7	0,113	7,577	0,034
III	20,0	176,5	95,0	0,8	0,8	39,7	0,122	7,433	0,044
	19,9	179,5	128,1	0,3	0,2	29,7	0,108		
	20,0	176,5	101,7	0,8	0,8	37,5	0,114		
	19,95	169,6	88,4	1,36	1,5	44,2	0,105	7,314	0,059
	20,0	179,5	257,0	3,8	1,5	16,7	0,123	7,563	0,019
	20,0	175,5	96,1	2,2	2,3	39,4	0,104	7,327	0,053
	20,0	179,5	232,7	1,9	0,8	18,2	0,118	7,617	0,021
	19,9	176,5	212,9	2,3	1,1	19,8	0,113	7,585	0,024
	20,0	179,5	93,2	2,3	2,4	39,6	0,106	7,194	0,053
	19,9	179,5	260,4	0,3	0,1	16,6	0,119	7,652	0,019
	19,95	176,5	101,3	0,8	0,8	37,6	0,102	7,000	0,054
	19,9	174,4	82,9	0,12	0,3	45,6		7,115	
	19,6	176,5	244,1	0,4	0,2	17,9		7,565	
	19,85	174,4	166,5	0,2	0,1	24,7			
	19,85	176,5	337,2	2,9	0,9	13,4		7,412	
	19,9	179,5	170,0	2,8	1,6	23,6	0,115		
	19,85	186,2	135,0	0,9	0,7	27,3	0,124		
	19,8	176,5	148,4	0,4	0,3	26,5	0,121		
	20,0	174,4	78,2	0	0	47,8			
	19,8	165,0	73,6	0	0	53,2			

Literatura

1. E. Spetzler, A. Vincent: II. Verhalten der Stahlwerkskokilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit im Stahlwerksbetrieb
Stahl und Eisen 85 (1965) N. 16 (982—996)
2. D. Pavko: Pomen toplotne prevodnosti jekel; Metode za določanje toplotne prevodnosti jekel
3. H. G. Braun: Über Messungen der Wärmeleitfähigkeit fester Stoffe bei hohen Temperaturen
Gaswärme Band 15, Nr. 5, Mai 1966 (142—155)

4. W. Fiedler, F. Fechter: Entwicklungswege im Walzwerks-
ofenbau
Radex-Rundschau 1954 Heft 3 (63—65)
5. Pavko, Seničič, Souvent: Toplotna prevodnost domačih
vatrostalnih materijala
(Poročilo Metalurškega inštituta v Ljubljani, 1966)
6. F. Ro: Handbuch der Giesserei-Technik (1960)
Giesserei-Technik (1960)
7. E. Siebel: Handbuch der Werkstoffprüfung (1958)
8. Kaye and Laby: Physical and chemical constants (1959)
9. »Hütte«, Inženjerijski priručnik

ZUSAMMENFASSUNG

Es ist die Apparatur zur Messung der Wärmeleitfähigkeit beschrieben, die nach der Schröder-Methode aufgebaut ist.

Es wurde die Wärmeleitfähigkeit auf ausgesuchten Mustern aus Grauguss, meliertem Guss, Stahlrohren und Kugelgraphitguss gemessen. Die Muster aus Stahlrohren und meliertem Guss hatten eine Wärmeleitfähigkeit von 13 bis 19 Kcal/m h°C, die Muster aus Kugelgraphitguss von

23 bis 28 Kcal/m h°C und die Muster aus Grauguss 28 bis 51 Kcal/m h°C.

Gesondert wurden noch Messungen von Wärmeleitfähigkeit an Proben aus Blechwalzenguss mit verschiedener Menge von Fosfidentektikum durchgeführt. Die Wärmeleitfähigkeit bewegte sich von 21 bis 38 Kcal/mh°C. Es wurde die Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von der chemischen Analyse und der Menge an Fosfidentektikum aufgezeigt.



Diagram I

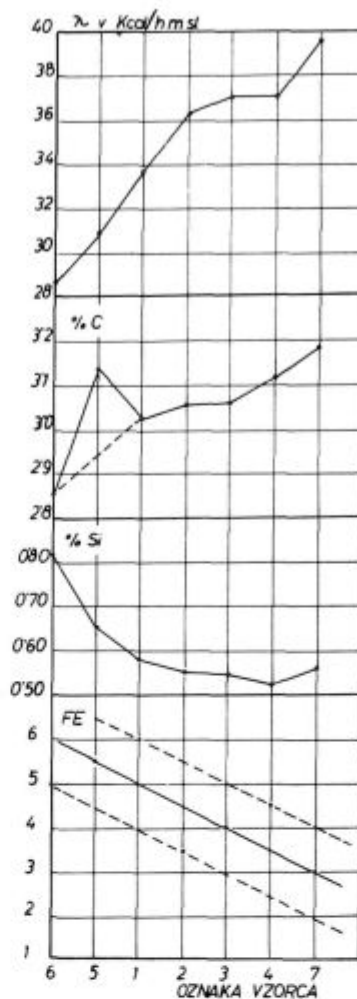


Diagram II.!

SUMMARY

Apparatus for measuring of heat conductivity built on the basis of Schröder's method is described. Heat conductivity of grey iron, white iron, malleable iron and modular cast iron samples was measured. Heat conductivity of white iron and malleable iron samples have been determined from 13 to 19 kcal/m, h, °C, heat conductivity of modular cast iron from 23 to 28 kcal/m, h, °C and heat conductivity of grey iron from 28 to 51 kcal/m, h, °C.

Heat conductivity of material for rolls for plate mills with different quantities of phosphide eutectic was measured separately. Heat conductivity have been in a range between 29 to 38 kcal/m, h, °C. Dependence between heat conductivity and chemical analysis and quantity of phosphide eutectic is shown.