

LUCRAREA A3
REGIMUL TERMIC AL UNUI CONDUCTOR ELECTRIC
CU SECȚIUNE VARIABILĂ

PARTEA I

1. Tematica lucrării

1. Calculul preliminar al constantelor de timp termice și estimarea timpului de stabilizare al regimului termic.
2. Determinarea încălzirii θ în regim tranzitoriu și determinarea grafică a constantei de timp termice.
3. Ridicarea grafică a curbelor $\theta = f(t)$, în punctele de măsură repartizate de-a lungul barei.
4. Calculul valorilor θ_{\max} și θ^* , trasarea caracteristicilor $\theta = f(x)$ teoretic și experimental în punctele corespunzătoare termocuplelor.

2. Schema electrică

Se va realiza montajul din **figura 1**, în care:

A - ampermetru de 5A;

T1 - transformatorul de curent intens (trusă de curent 1200 A);

T2 - transformator de măsură 500/5A;

B1, B2 - sistem de bare cu secțiune variabilă, prevăzute cu câte 6 termocuple;

Tc - termocuple fier-constantan.

E36 (A) - aparat înregistrator de măsurare a temperaturii;

P - pupitru de alimentare.

3. Modul de lucru

Se folosește un sistem de două bare cu zonă îngustată, având transmisivitatea căldurii α diferită, parcurse de același curent I . Se stabilește în circuitul barelor un curent $I = 250$ A care se menține constant tot timpul lucrării. Încălzirea se determină cu aparatul E36(A), prevăzut cu 12 canale care măsoară temperatura Θ în diferite puncte ale barelor, realizând compensarea variației temperaturii în funcție de mediul ambiant. Temperatura mediului ambiant θ_{ma} se măsoară cu un termometru. Supratemperatura se obține cu relația:

$$\theta = \Theta - \theta_{ma} \quad (1)$$

Schema de conexiuni a aparatului E36(A) este prezentată în **figura 4**.

Pentru determinarea supratemperaturii ca funcție de timp se citesc indicațiile termo-cuplelor nr. : 1, 6, 7, 12 din 5 în 5 minute. Rezultatele se vor trece în **tabelul 1**. Dimensiunile barelor sunt cele din **figura 2**.

Constantele se vor calcula cu relațiile:

$$T = \frac{T_1 \cdot T_0}{T_1 - T_0} \quad T_0 = \frac{c_1 \cdot A}{\alpha \cdot l_p} \quad T_1 = \frac{c_1}{\rho_{20} \cdot \alpha_R \cdot J^2} \quad (2)$$

Barele sunt confecționate din cupru, având următoarele caracteristici :

$$\rho_{20} = 1,75 \cdot 10^{-8} \Omega m$$

$$\lambda = 386 \text{ W/m grad}$$

$$c_1 = 3,76 \cdot 10^6 \text{ W s / m}^3 \text{ grad}$$

$$\alpha_R = 4,39 \cdot 10^{-3} \text{ 1/grad}$$

Transmisivitatea globală a căldurii α , pentru cele două bare, va fi apreciată din diagramele $\alpha = f(\Delta T)$, în funcție de emisivitatea termică e_t care depinde de starea suprafețelor acestora. Se consideră pentru bara lustruită $e_t = 0,2$ iar pentru bara vopsită $e_t = 0,85$. Diagramele $\alpha = f(\Delta T)$ sunt prezentate în **figurile 5 și 6**.

Se va considera că pentru atingerea regimului stabilizat este necesar un timp de încălzire egal cu 5 - 6 constante de timp. Pentru determinarea repartiției supratemperaturii în lungul barelor se vor citi cele 12 termocuple după ce barele au atins încălzirea în regim stabilizat. Rezultatele se vor trece în **tabelul 2**.

Valoarea lui θ^* este dată de termocuplul nr.1, respectiv 7, plasat la locul de stricțiune. Calculul valorilor lui θ_{\max} și θ^* se face cu relațiile:

$$\theta_{\max} = \frac{\theta_{0\max}}{1 - \alpha_R \cdot \theta_{0\max}} \quad \theta_{0\max} = \frac{\rho_{20} \cdot J^2 \cdot A}{\alpha \cdot l_p} \quad (3)$$

Calculul lui θ^* se face cu relația (vezi cursul de aparate electrice):

$$\theta^* = \frac{\rho_{20} \cdot J_1^2 \cdot A_1 \cdot l_1 + 2 \cdot \lambda \cdot \beta \cdot A \cdot \theta_{\max}}{2 \cdot \lambda \cdot \beta \cdot A + \alpha \cdot l_1 \cdot l_{p1} - \alpha_R \cdot \rho_{20} \cdot l_1 \cdot J_1^2 \cdot A_1} \quad (4)$$

Caracteristica $\theta = f(x)$ teoretică, se trasează după relația:

$$\theta = \theta_{\max} + (\theta^* - \theta_{\max}) \cdot e^{-\beta \cdot x} \quad (5)$$

unde :

$$\beta = \sqrt{\frac{\alpha \cdot l_p - \rho_{20} \cdot \alpha_R \cdot J^2 \cdot A}{\lambda \cdot A}} \quad (6)$$

Punctele caracteristicilor se vor calcula conform dispunerii termocuplelor pe bare.

Observație

Este necesar ca pe tot timpul lucrării curentul să fie menținut constant la valoarea prescrisă.

Tabelul 1

Bara	Termocuplul	t[min]	5	10	15
		θ [C]				
Vopsită	T - 1	θ_1 [C]				
	T - 6	θ_6 [C]				
Lustruită	T - 7	θ_7 [C]				
	T - 12	θ_{12} [C]				

Tabelul 2

	Bara vopsită						Bara lustruită					
Termocuplul	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
x[cm]	0	8	16	24	32	60	0	8	16	24	32	60
$\theta_{\text{calculat}}[C]$												
$\theta_{\text{măsurat}}[C]$												

PARTEA II

În partea a doua a lucrării, sistemul de măsură a evoluției temperaturilor bazat pe un înregistrator cu hârtie, este înlocuit cu un sistem bazat pe achiziția și prelucrarea datelor cu ajutorul unui calculator de tip IBM-PC, dotat cu o interfață specializată.

Varianta modernizată a lucrării de laborator a fost dotată cu un sistem de achiziție de date cuplat la un calculator compatibil IBM-PC.

1. Tematica lucrării

1. Studiul sistemului de măsurare bazat pe achiziția automată a datelor referitoare la procesul de încălzire.
2. Studiul evoluției termice (funcție de timp) în punctelor de măsurare de pe bara cu secțiune variabilă.
3. Studiul distribuției termice (funcție de poziție) de-a lungul barei cu secțiune variabilă.

2. Schema electrică

Schema de principiu a instalației pentru studiul încălzirii barelor este prezentată în **figura 1**.

S-au făcut următoarele notații:

- Pupitrul (întrerupătorul de rețea K, autotransformatorul AT);

- T₁ - transformatorul de curent intens (trusă de curent de 1200A);
- T₂- transformatorul de măsură de curent 500/5A;
- 0-13 - senzori de temperatură (termocuple).

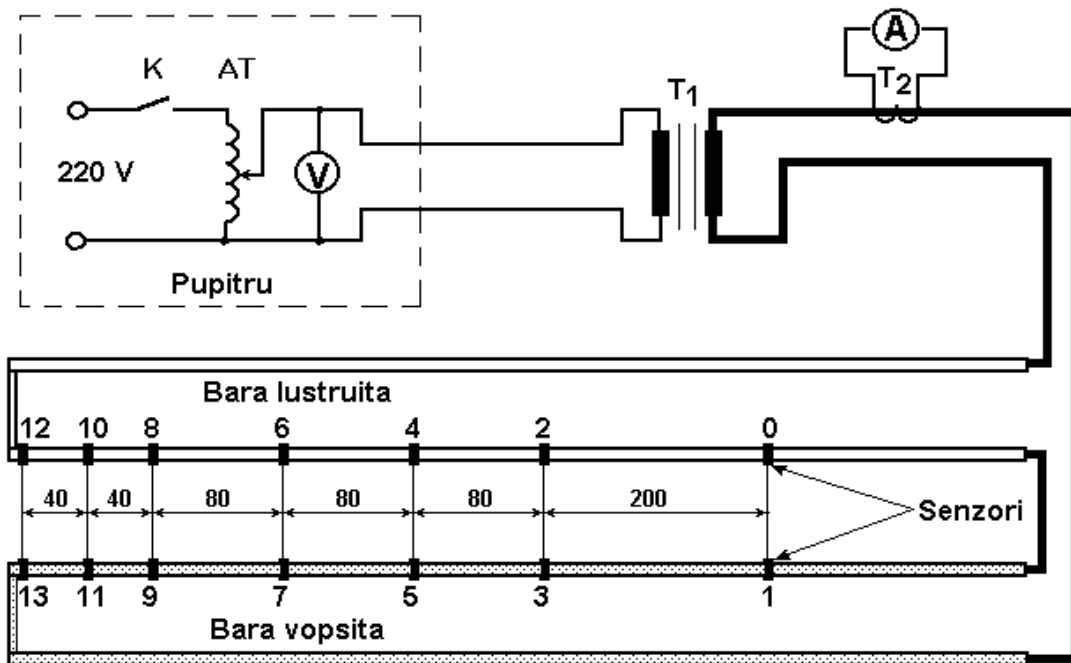


Fig. 1. Schema de principiu instalației de forță

Schema bloc a sistemului de achiziție al temperaturilor este prezentată în fig. 2 și conține:

- multiplexor analogic (MUX) pentru selecționarea senzorilor de intrare;
- amplificator de instrumentație (AI);
- convertor analog-digital (CAD);
- interfață pentru cuplajul cu calculatorul tip IBM-PC pe portul paralel (tip Centronics) al acestuia.

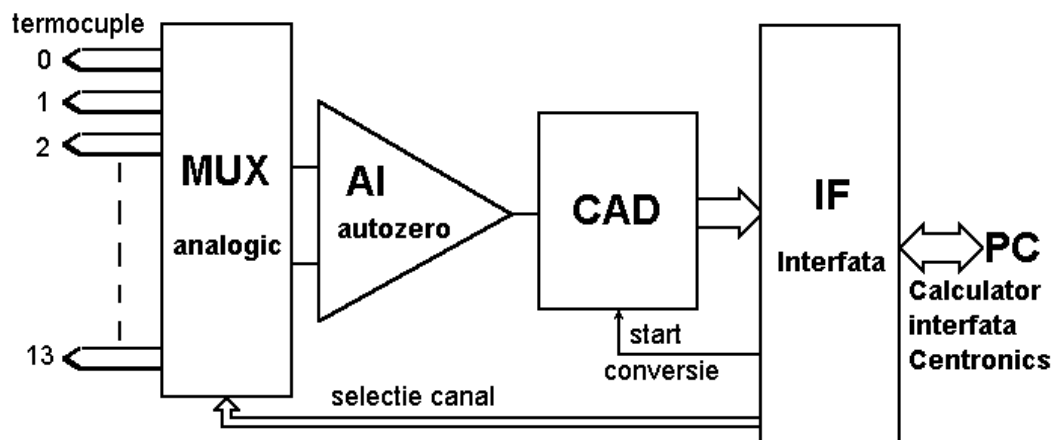


Fig. 2. Schema de principiu a sistemului de achiziție

Schema bloc reprezentând principiul de funcționare a sistemului de măsurare este ilustrată în fig. 3. Achiziția datelor de la procesul de încălzire este complet controlată de calculator prin intermediul interfeței Centronics astfel: multiplexorul selecționează senzorii pe rând de la 0 la 13, semnalul fiind apoi amplificat și convertit analog-digital pentru a fi trimis la calculator.

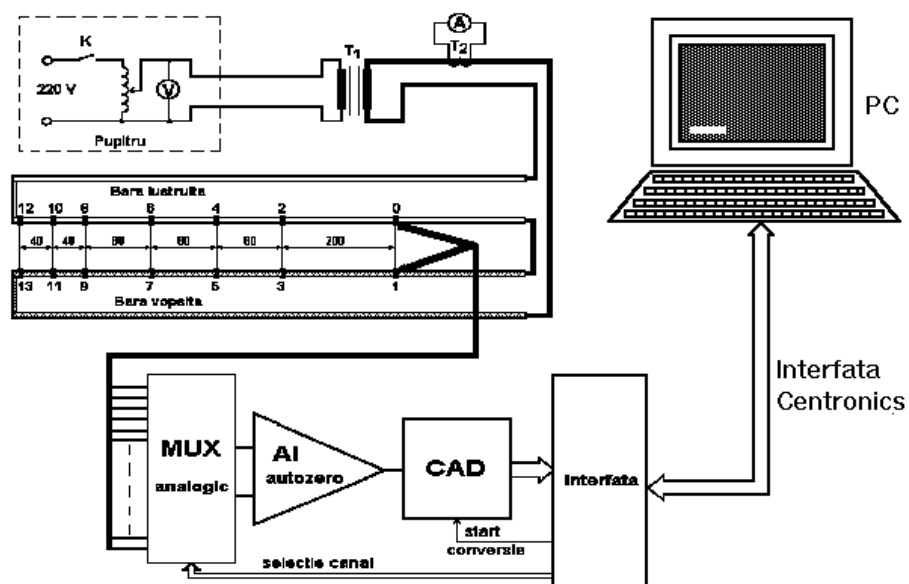


Fig. 3. Schema de principiu a sistemului de măsurare

3. Modul de lucru și descrierea programelor

* Toate programele pentru achiziția temperaturilor și prelucrarea acestora se găsesc în directorul **C:\APARATE** la fel ca și fișierele de date care rezultă din măsurători.

Programul de achiziție al temperaturilor

Numele programului - BARE.EXE

Descriere - Ecranul de prezentare al programului are aspectul din fig.1

și este completat cu :

- legendă color pentru domeniile de supratemperatură (dreapta sus);
- indicarea pe fiecare bară în parte (conform legendei) și în cifre a temperaturii curente a fiecărui senzor;
- indicarea timpului scurs (în minute) de la începutul măsurătorilor (dreapta jos);
- indicarea sonoră și vizuală (stânga jos) a momentelor de salvare a datelor.

Funcționare

* Achiziția semnalului de la senzori se face la fiecare minut.

* Oprirea programului de achiziție se face apăsând tasta ESCAPE . Este posibil ca ieșirea din ecranul de prezentare să dureze câteva secunde.

* Salvarea datelor - După ieșirea din ecranul de prezentare apare un mesaj pentru specificarea (fără extensie) a numelui fișierului unde se vor salva datele. Se vor respecta eventualele instrucțiuni de pe ecran.

* Formatul fișierelor de date - ASCII, prezentare matricială :

- prima coloană - momentul (indicat în minute) curent de achiziție raportat la începutul măsurărilor;
- prima linie - numărul de ordine al senzorului;
- conținut - valoare măsurată (în grade Celsius).

Programul de prelucrare a datelor

Numele programului - BARE2

Descriere:

- se lansează programul sub MATLAB;
- se indică numele fișierului de date ce urmează a fi prelucrat;
- se apasă o tastă de câte ori se dorește schimbarea unei figuri sau completarea acesteia (programul folosește cinci figuri).

Observație

Programul de prelucrare a datelor necesită pachetul de programe MATLAB sub WINDOWS .

4. Întrebări

1. Care sunt ipotezele fizice în care se studiază regimul termic al barei cu secțiune variabilă?
2. Indicați cazuri practice în care se întâlnesc situații similare problemei studiate.
3. Cum depinde valoarea θ^* de lungimea secțiunii l_1 , considerând ceilalți parametri constanți?
4. Cum se definește constanta lineică $1/\beta$ și care sunt valorile sale în cazuri practice?
5. Arătați deosebirea dintre constantele de timp la încălzire și răcire și influența acestora asupra proceselor termice.
6. Ce reprezintă θ_{\max} și $\theta_{0\max}$ și cum depind acestea de natura materialului?
7. Ce este un termocuplu și cum se măsoară temperatura cu ajutorul său?

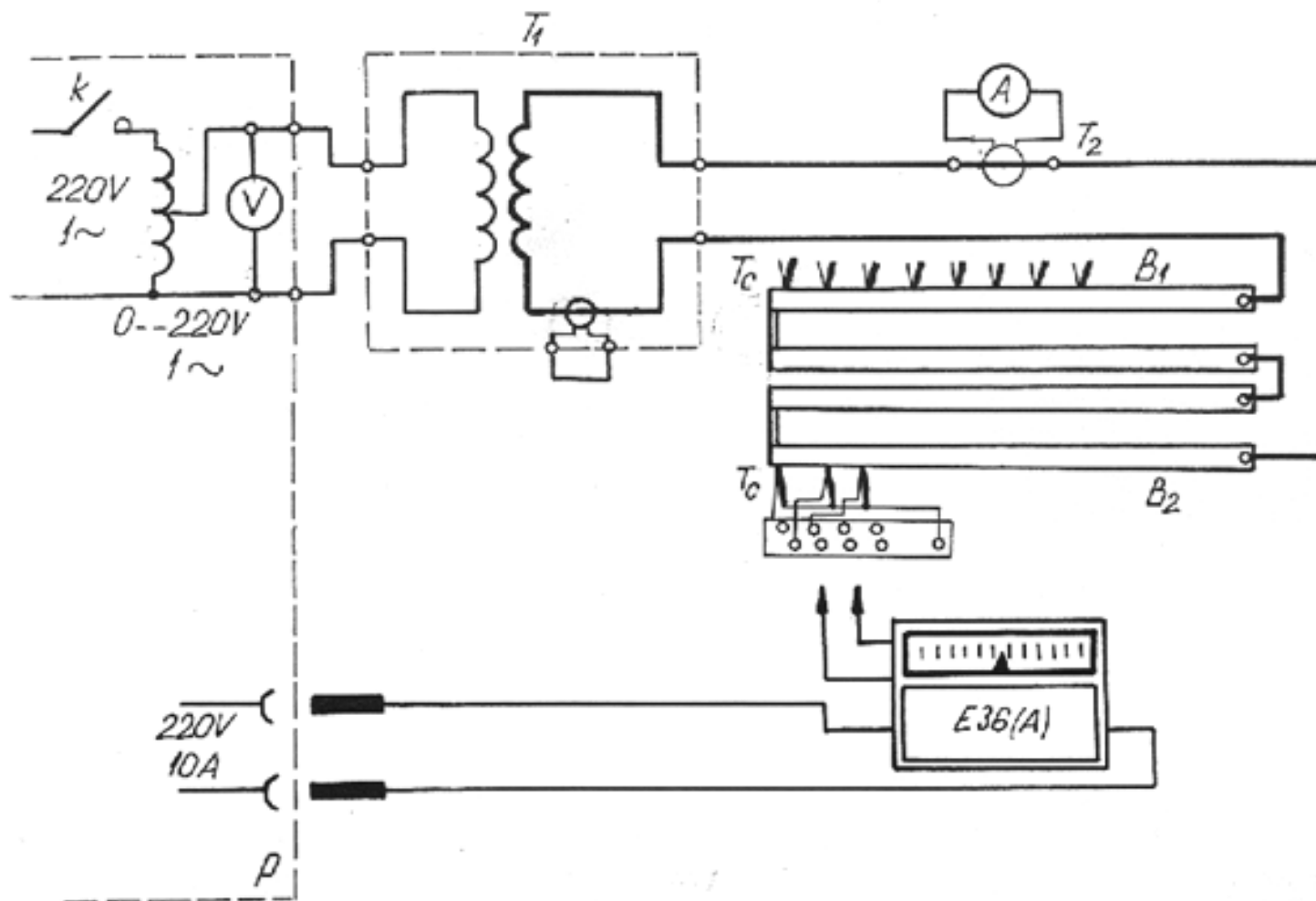


Fig. 1. Schema electrică a circuitului de încercare

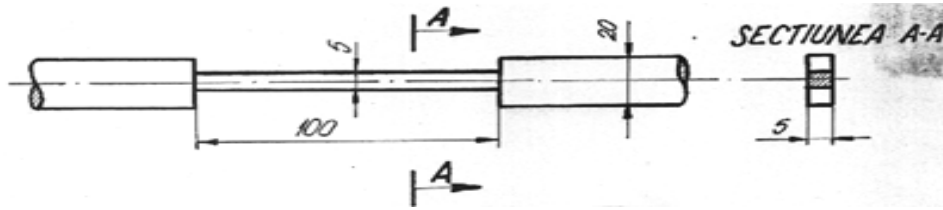


Fig. 2. Relativ la bara cu secțiune variabilă

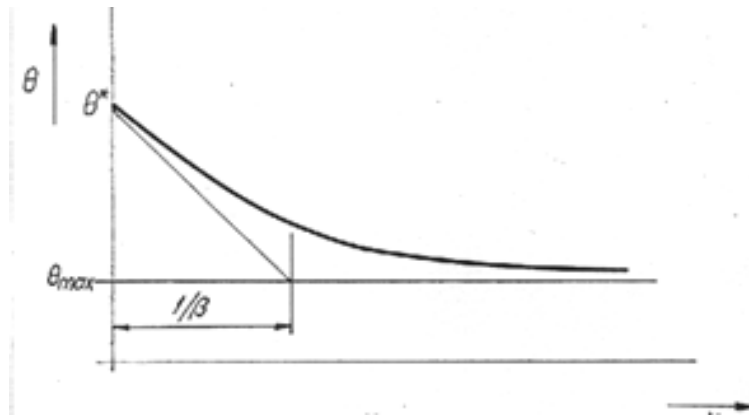


Fig. 3. Repartiția câmpului de temperatură în lungul barei

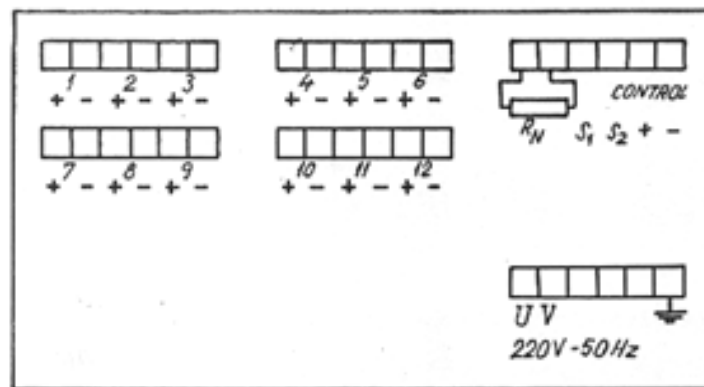


Fig. 4. Relativ la sistemul de conexiuni al aparatului E 36 A

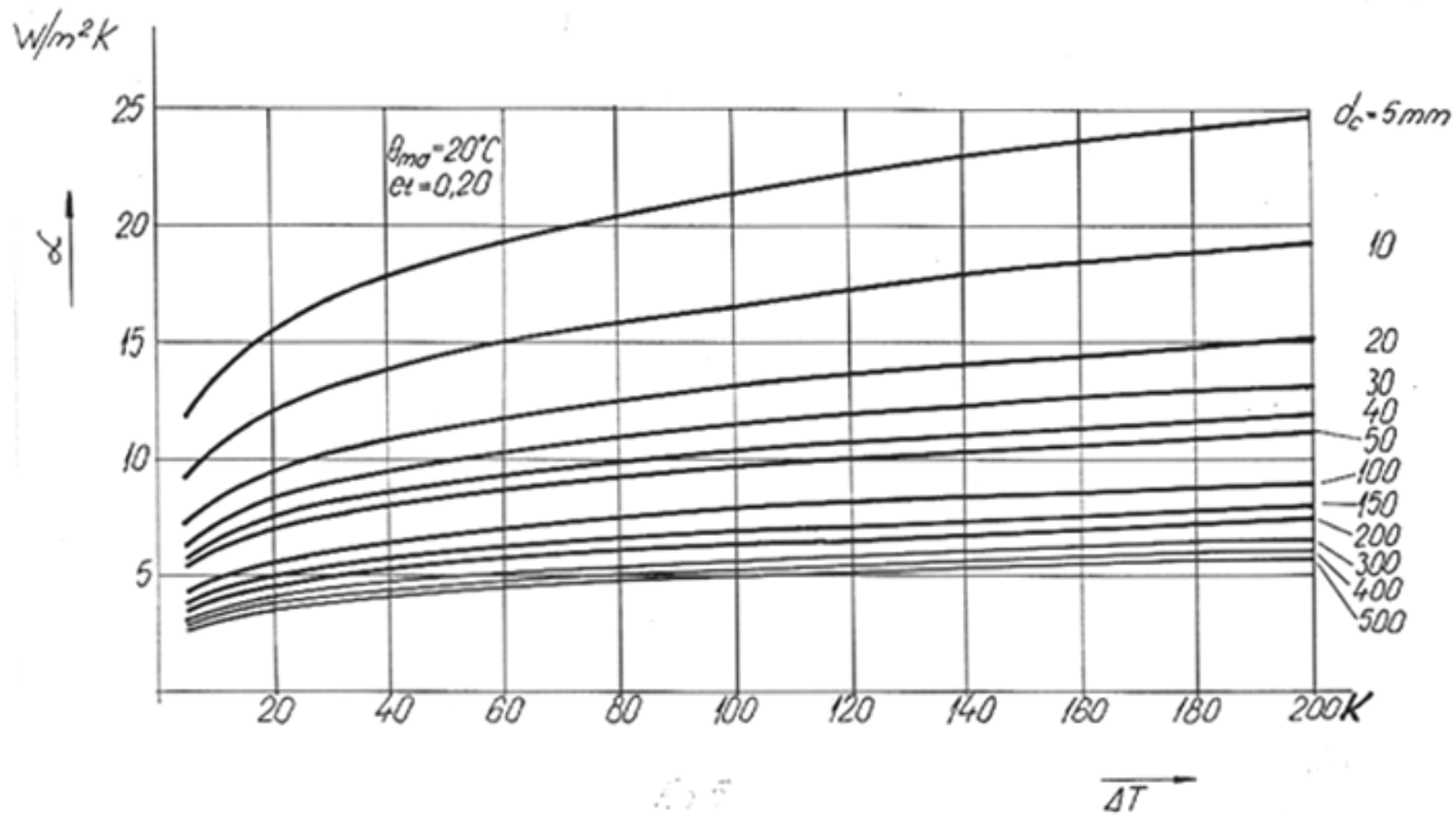


Fig. 5. Diagrama coeficientului de cedare a căldurii pentru $\epsilon_t = 0,20$

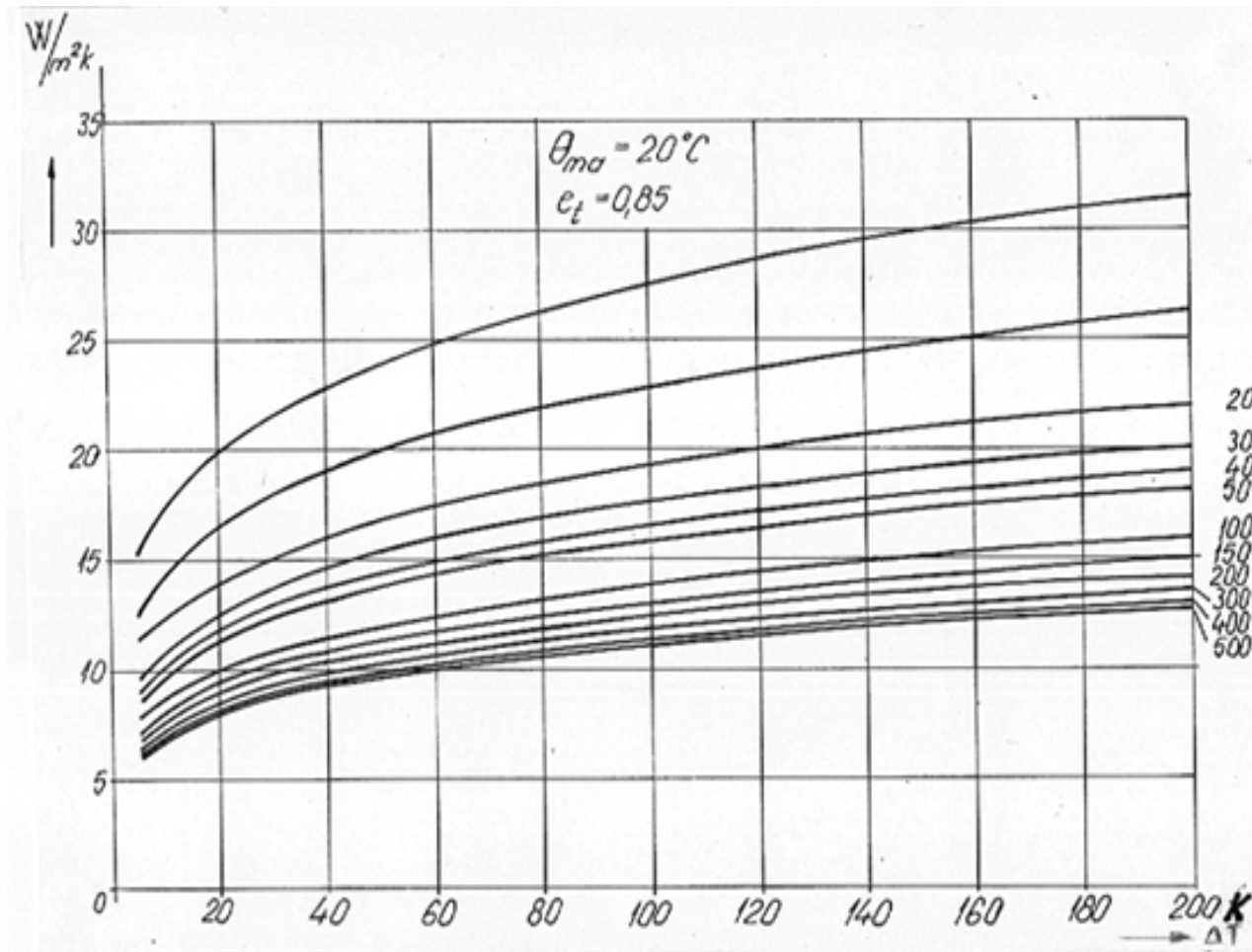


Fig. 6. Diagrama coeficientului de cedare a căldurii pentru $e_t = 0,85$.