

**MINISTERUL TRANSPORTURILOR  
REGISTRUL NAVAL ROMÂN**

*Norme tehnice pentru construcții navale*

**METODA DE ÎNCERCARE A  
MATERIALELOR PENTRU  
CONSTRUCȚII NAVALE LA  
PROPAGAREA FLĂCĂRII PE  
SUPRAFAȚĂ**

---

Elaborator:	REGISTRUL NAVAL ROMÂN
⇒Cod:	MT.RNR - NT 3/4 - 99
⇒Aprobat prin:	Ordinul Ministrului Transporturilor nr.288 din 04.06.1999
⇒Data intrării în vigoare:	02 iulie 1999
⇒Reglementări de bază:	IMO : Rezoluția A.653(16)
⇒Înlocuiește publicația:	RNR 22-91 (2.05)

AUTORITATEA NAVALĂ ROMÂNĂ  
BIBLIOTECA TEHNICĂ  
ÎNREGISTRAT SUB NR. ....921.....

Reproducerea acestei publicații, prin orice metodă, este permisă numai cu acordul scris al Registrului Naval Român.

© RNR, 1999

---

Ministerul Transporturilor  
Registrul Naval Român  
-Sediul central-  
Bd. Dinicu Golescu, nr. 38  
sector 1, cod 77113, București  
Tel: (01) 2223768  
Fax: (01) 2231972

## CUPRINS

1	Destinație. . . . .	5
2	Epruvete pentru încercări . . . . .	5
3	Aparatul pentru încercări. . . . .	5
4	Efectuarea încercărilor. . . . .	6
5	Stabilirea rezultatelor. . . . .	7



## METODA DE INCERCARE A MATERIALELOR PENTRU CONSTRUCȚII NAVALE LA PROPAGAREA FLĂCĂRII PE SUPRAFAȚĂ \*

### 1 DESTINAȚIE

Metoda este destinată efectuării încercărilor pentru determinarea proprietății materialelor de a propaga flacăra pe suprafață.

Se supun încercărilor materialele de finisare sau acoperire a pereților, plafoanelor și punților.

În cazul unor rezultate satisfăcătoare ale încercărilor, materialele se consideră cu propagarea lentă a flăcării, conform Regulilor R.N.R., partea a VI-a, cap. 1.6.

### 2 EPRUVETE PENTRU INCERCĂRI

Epruvetele pentru încercări se execută din materialele omogene sau compozite, cu următoarele dimensiuni:

- lungimea  $800^{+0}_{-5}$  mm;
- lățimea  $155^{+0}_{-5}$  mm;
- grosimea efectivă, dar maximum 50 mm.

Numărul de epruvete — 3 —.

Materialele omogene și compozite cu grosime mai mică de 50 mm se încercă pe aceeași bază constructivă pe care se utilizează în practică.

În cazul unei grosimi mai mari de 50 mm, prelevarea epruvetelor se efectuează îndepărtând materialul de pe partea neexpusă pînă se ajunge la grosimea de  $50^{+3}_{-0}$  mm.

Înainte de încercare epruvetele se condiționează pînă la un conținut constant de umiditate la temperatura de  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  și umiditatea relativă de  $(50 \pm 10)\%$ . Conținutul constant de umiditate se consideră atins dacă, după două cîntăriri succesive efectuate la interval de 24 ore, masele măsurate diferă cu cel mult 0,1% din masa epruvetei.

Epruvetele cu făture metalică lucioasă, înainte de condiționare, se vopsesc cu un strat subțire de vopsea mată neagră.

Pe suprafața expusă a fiecărei epruvete, pe axa ei longitudinală, se trasează o linie cu un material incombustibil.

Înainte de încercare, dosul și marginile epruvetei condiționate se înfășoară într-o folie de aluminiu dintr-un singur strat, cu lungimea  $(820 + 2a)$  mm, lățimea  $(175 + 2a)$  mm, grosimea 0,02 mm, unde „a” este grosimea materialului.

### 3 APARATUL PENTRU INCERCĂRI

Pentru încercări se utilizează un aparat a cărui schemă este dată în fig. 1.

Aparatul este alcătuit dintr-un panou de radiație 1, suportul epruvetei 2, arzătorul de aprindere 3, hota de tiraj 4, dotată cu un sistem de termocuple 5 și suportul de montaj 6.

Metoda a fost elaborată pe baza Rezoluției IMO A 653 (16) din 19.10.1989.

Date suplimentare despre aparatul pentru încercări cit și cerințe privind aparatele de măsură și înregistrare și calibrarea acestora se găsesc în documente în posesia RNR.

Panoul de radiație cu dimensiunile secției de ceramică ( $280 \times 483$ ) mm se încălzește prin arderea gazului sau cu ajutorul rezistențelor electrice. Panoul de radiație poate fi alcătuit din câteva secții și rezistențe electrice.

Pentru creșterea intensității de radiație și diminuarea influenței fluxurilor de aer, în fața ceramicii se instalează o rețea (plasă) din oțel rezistent la foc.

Panoul de radiație și suportul cu epruveta se află în poziție verticală. Poziționarea lor relativă este arătată în figura 2.

În fața epruvetei ce se încearcă se amplasează arzătorul de aprindere sub forma unui tub de ceramică cu diametrul de 8 mm și lungimea de 200 mm. În arzător se debitează amestecul de aer-acetilenă (în locul acetilenei se admite utilizarea de gaz natural sau lichefiat).

Deasupra suportului epruvetei se instalează hota de tiraj de dimensiunile ( $900 \times 150 \times 736$ ) mm. Amplasarea relativă a epruvetei în suport față de hota de tiraj este arătată în figura 3. În hota de tiraj sînt amplasate șicane pentru amestecarea produselor de ardere și sistemul termocuplelor de tip CrAl cu diametrul 0,5 mm. Termocuplul de compensare este fixat în centrul peretelui lateral al hotei mai depărtat de panoul de radiație. Amplasarea termocuplelor în hotă este dată în figura 4, iar schema conectării lor în figura 5.

Pe suportul epruvetei se fixează un set de bare de diametru 2 mm și lungime 50 mm. Pasul dintre bare — 50 mm. Sub suport se instalează oglinda.

Toate ansamblele aparatului se montează pe suportul de montaj.

#### 4 EFECTUAREA INCERCĂRILOR

În timpul încercărilor panoul de radiație lucrează în regim staționar și asigură valori ale densității fluxurilor termice în punctele de control în conformitate cu tabelul 1.

Tabelul 1

Distanța de la capătul cald al epruvetei [mm]	Densitatea fluxului termic [ $\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ]	Densitatea fluxului termic în punctele de control [ $\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$ ]
0	49,5	—
50	50,5	50,5
100	49,5	
150	47,1	X
200	43,1	
250	37,8	X
300	30,9	
350	23,9	23,9
400	18,2	
450	13,2	X
500	9,2	
550	6,2	X
600	4,3	
650	3,1	X
700	2,2	
750	1,5	X

În punctele de control aflate la 50 și 350 mm față de capătul cald al epruvetei densitatea fluxului termic trebuie să coincidă cu cea din tabel. În alte puncte ce se controlează se admite o deosebire de valori față de cele din tabel de pînă la 10%.

Măsurătorile densităților fluxurilor termice se efectuează cu o epruvetă incombustibilă specială, pe axa ei, în condițiile decuplării arzătorului de aprindere. Densitatea epruvetei incombustibile ( $800 \pm 100$ )  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , grosimea 20 mm.

Flacăra arzătorului de aprindere în timpul încercărilor trebuie să aibă o lungime de 230 mm. Amplasarea flăcării de aprindere față de suprafața epruvetei se indică în fig. 6. Controlul corectitudinii amplasării flăcării de aprindere se efectuează cu ajutorul unor stinghii din lemn moale de grosime 3 mm, lățime 10 și 12 mm, în condițiile funcționării în regim staționar a panoului de radiație.

Stinghia în poziție verticală se introduce timp de 2s între flacăra de aprindere și epruveta incombustibilă. Stinghia de lățime 10 mm nu trebuie să se carbonizeze, iar stinghia de 12 mm trebuie să aibă urme de carbonizare pe lungimea de 40 mm de la partea superioară a epruvetei.

Pentru calcularea criteriilor de propagare a flăcării se face calibrarea aparatului cu ajutorul arzătorului linear, alcătuit dintr-un tub infundat la un capăt cu diametrul interior de 9,1 mm și lungimea de 2 m cu 15 orificii executate în rând de diametru 3 mm cu pasul de 16 mm. Arzătorul linear, orientat cu găurile în sus, se fixează pe epruveta incombustibilă de-a lungul axei sale longitudinale și se prinde în suportul epruvetei în fața panoului de radiație cuplat și a arzătorului de aprindere decuplat.

În cazul unor debite diferite de gaz combustibil, care pătrunde în arzătorul linear, se fixează indicațiile sistemului de termocuple instalate în hota de tiraj. Pentru fiecare debit fixat de gaz combustibil se calculează intensitatea degajării de căldură  $W$  (kW) a arzătorului linear cu formula:

$$W = q \cdot L$$

unde  $q$  — puterea calorică a gazului,  $KJ \cdot m^{-3}$ ;

$L$  — debitul de gaz combustibil,  $m^3 \cdot s^{-1}$ .

Conform datelor obținute se construiesc graficele de calibrare cu coordonatele: intensitatea degajării de căldură ( $W$ ) — semnalul termocuplelor pentru poziția orificiilor arzătorului linear la capetele „cald” și „rece” ale epruvetei. Diferențele dintre valorile semnalelor pentru același debit de gaz la diferitele capete ale epruvetei nu trebuie să depășească 15%.

Încercările epruvetelor și calibrarea aparatului se efectuează în condițiile unei ventilații în funcțiune. Viteza curentului de aer măsurată într-un punct de pe perpendiculara pe suprafața epruvetei la mijlocul muchiei sale interioare la 100 mm față de epruvetă înspre panoul de radiație, nu trebuie să depășească  $0.2 m \cdot s^{-1}$  în orice direcție.

În timpul efectuării încercărilor, după ajungerea panoului de radiație la regimul staționar, se cuplează arzătorul de aprindere. Epruveta incombustibilă, ce se află în suportul epruvetei, se îndepărtează și în locul ei se introduce epruveta ce se încearcă într-un interval de timp ce nu depășește 10 s.

Epruveta ce se încearcă se fixează în suport având în spate o placă din material incombustibil de densitate  $(800 \pm 100) kg \cdot m^{-3}$  cu dimensiunile: lungimea  $(800 \pm 0) mm$ , lățimea  $(155 \pm 0) mm$  și grosimea  $(10 \pm 2) mm$ .

În timpul încercării se notează:

- timpul de la începutul încercării până în momentul trecerii frontului flăcării peste punctele de control, amplasate pe axa epruvetei cu un pas de 50 mm, începând de la 150 mm;
- distanța maximă pe axa epruvetei, la care ajunge frontul flăcării în timpul încercării;
- modificarea în timp a semnalului termocuplelor hotei de tiraj.

Încercarea epruvetei se termină, dacă după 10 minute de expunere nu are loc aprinderea sau dacă au trecut 3 minute de la încetarea completă a arderii cu flacăra.

În cazul neaprinderii primelor două epruvete timp de 10 minute a treia epruvetă trebuie să se încerce în condițiile modificării înclinării arzătorului de aprindere, asigurând atingerea de către flacăra a jumătății superioare a epruvetei. În cazul aprinderii acestei epruvete se efectuează două încercări suplimentare în aceleași condiții.

La terminarea încercării epruveta se îndepărtează din suport și în locul ei se instalează o epruvetă incombustibilă. Următoarea încercare se efectuează după ajungerea instalației la regimul staționar.

## 5 STABILIREA REZULTATELOR

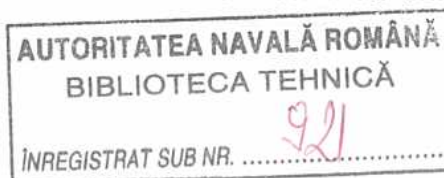
În urma rezultatelor încercărilor se determină următorii indicatori:

$CFE$  — fluxul termic critic de stingere,  $kW \cdot m^{-2}$ ;

$CFE$  — valoarea fluxului termic în punctul amplasat pe axa epruvetei la distanța maximă față de capătul cald al acesteia, până la care a ajuns frontul flăcării;

$Q_{st}$  — căldura pentru arderea stabilă,  $MJ \cdot m^{-2}$ ;

$Q_b$  — valoarea medie a produsului dintre valoarea fluxului termic în punctele de control, aflate în limitele de la 150 mm la 400 mm inclusiv, și timpul până la atingerea lor de către frontul flăcării. Dacă frontul flăcării nu atinge punc-



tul de la 400 mm, atunci în calcul se ia timpul pînă la atingerea de către frontul flăcării a punctului aflat la o distanță de minimum 30 mm față de punctul propagării ei maxime.

$Q_t$  – cantitatea totală de căldură degajată, MJ;

$Q_{ib}$  – se determină prin calcularea suprafeței curbei modificării intensității degajării de căldură a materialului în timpul efectuării încercării. Această curbă se construiește pe baza diagramei modificării indicațiilor termocuplelor în același timp cu utilizarea graficului tarat pentru cazul amplasării arzătorului linear la capătul „cald” al epruvetei;

$Q_p$  – valoarea maximă a intensității degajării de căldură, kW;

$Q_{ps}$  – se determină după curba utilizată pentru calcul.

Indicatorii ce se determină se mediază conform rezultatelor încercărilor pe trei epruvete.

Dacă valorile medii ale tuturor indicatorilor satisfac criteriile de propagare a flăcării pe suprafață, menționate în tab. 2, atunci materialul se caracterizează ca material cu propagare lentă a flăcării pe suprafață.

Tabelul 2

Criterii de propagare a flăcării pe suprafață

Acoperiri pentru pereți și plafoane				Acoperiri pentru punți			
CFE, kW·m <sup>-2</sup>	$Q_{ib}$ , MJ·m <sup>-2</sup>	$Q_t$ MJ	$Q_p$ kW	CFE, kW·m <sup>-2</sup>	$Q_{ib}$ , MJ·m <sup>-2</sup>	$Q_t$ MJ	$Q_p$ , kW
≥20,0	1,5≥	≤0,7	≤4,0	≥7,0	≥0,25	≤1,5	≤10,0

Rezultatele încercărilor se trec într-un raport în conformitate cu forma dată (tab. 3).

Raport al încercărilor materialelor pentru propagarea flăcării la suprafață

Tipul arzătorului de aprindere .....

Data .....

Laboratorul de încercări .....

Cliant .....

Furnizor .....

Tabelul 3

	Valori care se determină	Distanța față de capătul cald al epruvetei, mm														Obs.		
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700		750	
	Densitatea fluxului termic în punctele de control																	
1	Timpul în care trece frontul flăcării punctele de control																	
2																		
3																		
4																		
5	Produsul dintre densitatea fluxului termic în punctul de control și timpul în care frontul flăcării trece prin el.																	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		

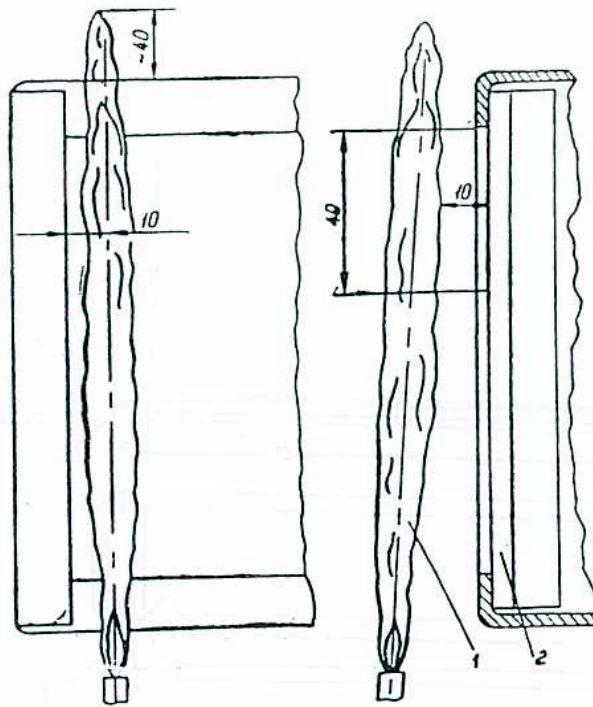
Date privind materialul

Nr. experiment	Lungimea zonei arse, mm	CFE, kW·m <sup>-2</sup>	$Q_{ib}$ , MJ·m <sup>-2</sup>	$Q_t$ MJ	$Q_p$ kW
2					
3					
4					
5					

Valori rezultate: CFE=...kW·m<sup>-2</sup>  $Q_{ib}$ =...MJ·m<sup>-2</sup>  $Q_t$ =...MJ  $Q_p$ =...kW

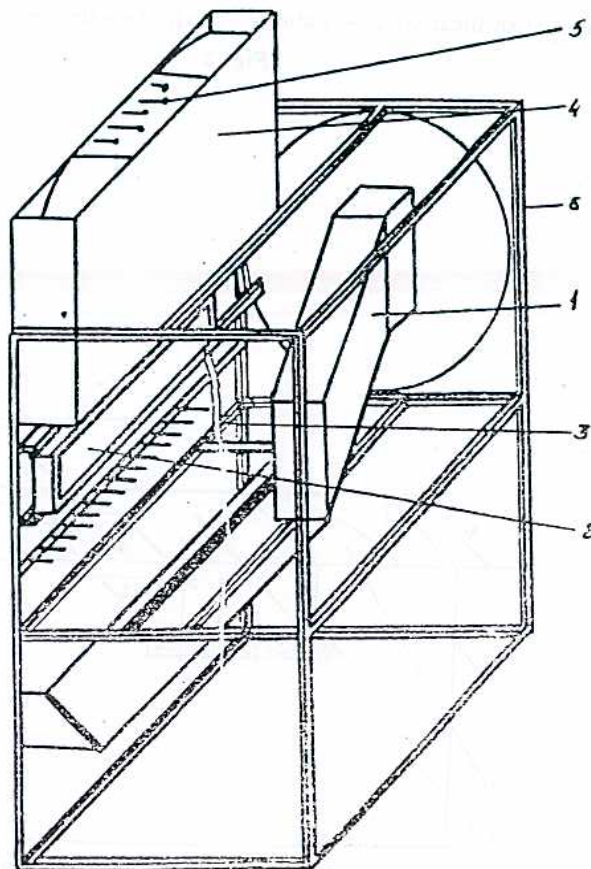
Concluzii:





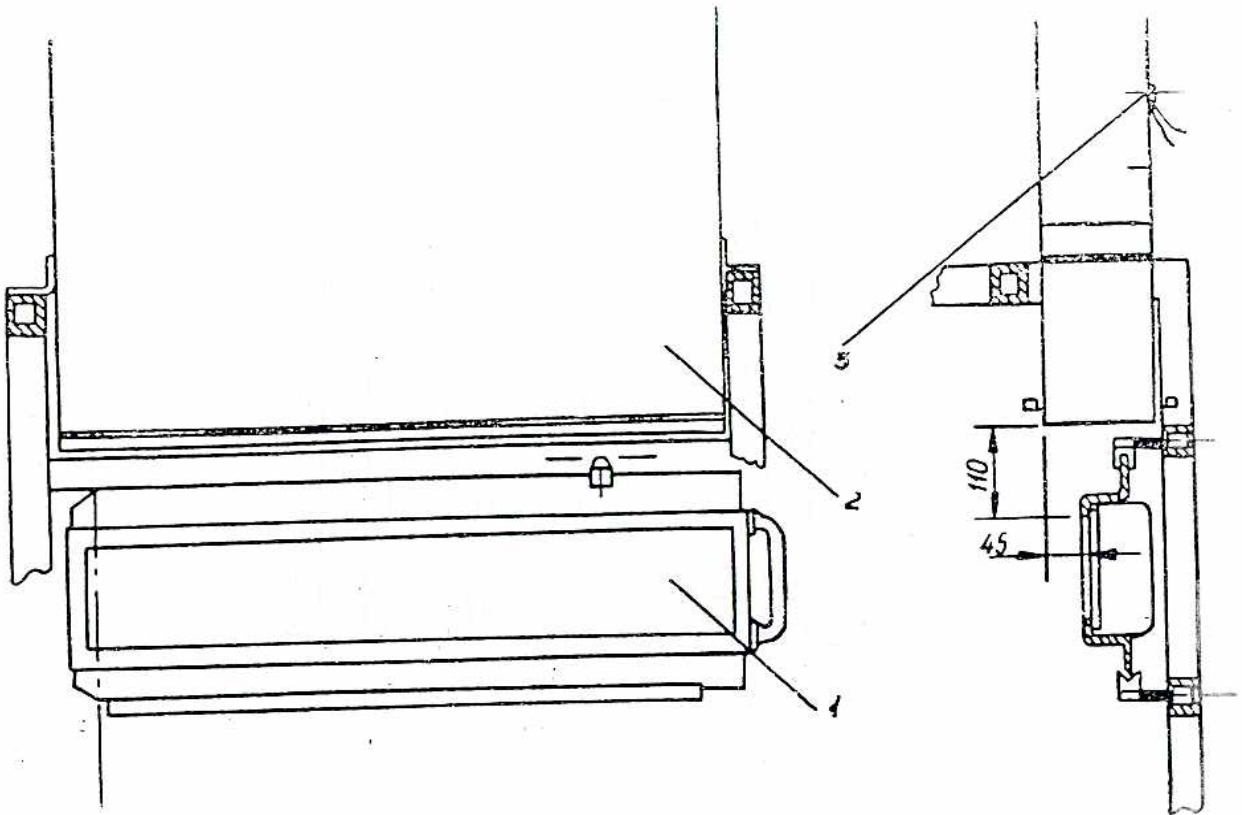
1 — flacără de aprindere; 2 — epruvetă

Fig. 1



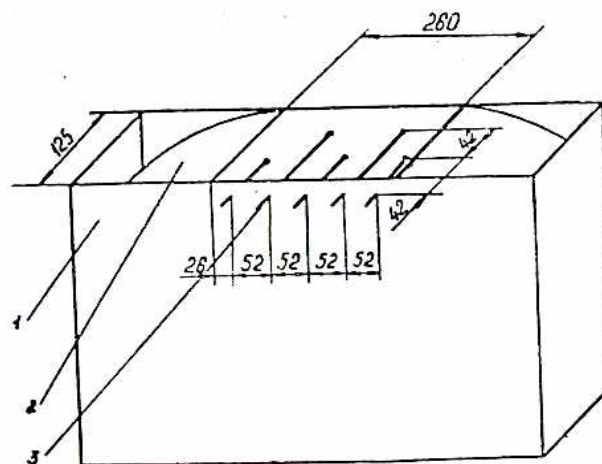
1 — panou de radiație; 2 — suportul epruvetei; 3 — arzător de aprindere; 4 — hota de tiraj; 5 — sistem de termocuple; 6 — suport de montaj

Fig. 2



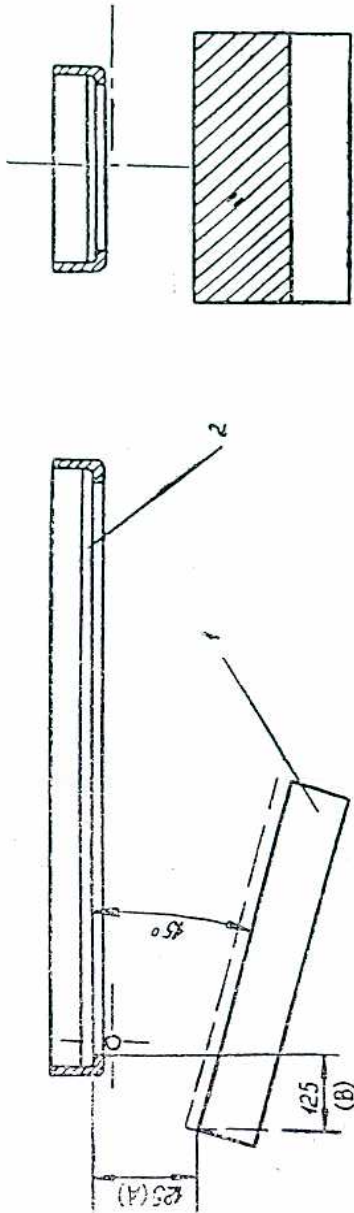
1 — epruveta ce se încarcă; 2 — bota de tiraj; 3 — termocuplul de compensație

Fig. 3



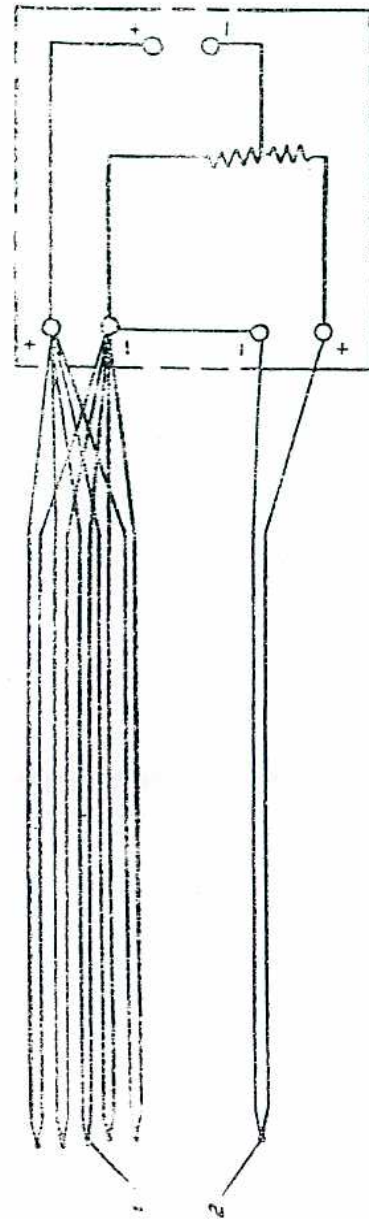
1 — hota de tiraj; 2 — șicane; 3 — sistem de termocuple

Fig. 4



1 — panou de radiație; 2 — suportul epruvetei

Fig. 5



1 — sistem de termocuple; 2 — termocuple de compensare

Fig. 6

AUTORITATEA NAVALĂ ROMÂNĂ  
 BIBLIOTECA TEHNICĂ  
 ÎNREGISTRAT SUB NR. 921

