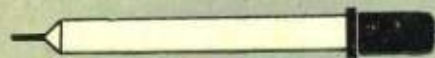


APARATE

radioelectronice

CONSTRUITE DE RADIOAMATORI ȘI FOLOSITE ÎN INDUSTRIE

EDITURA TEHNICĂ



Modeni

APARATE RADIOELECTRONICE

CONSTRUITE DE RADIOAMATORI ȘI FOLOSITE
ÎN INDUSTRIE

TRADUCERE DIN LIMBA RUSĂ

Ediția în limba rusă a apărut sub îngrijirea lui I. P. Jerebțov



EDITURA TEHNICA
București — 1961

Autorii articolelor ce alcătuiesc prezenta culegere sînt constructorii aparatelor descrise și activează în cadrul Clubului Radio din Leningrad (Secția de introducere a radioelectronicii în economia națională).

Toate aparatele prezentate în broșură se utilizează în practică, în procesele tehnologice de uscare a lemnului, la măsurarea deformărilor mecanice în construcții și construcții de mașini, în laboratoare la diferite analize spectrale etc.

Lucrarea prezintă interes atît pentru radioamatori cît și pentru toți cei ce se ocupă de introducerea radioelectronicii în diferitele domenii ale științei și tehnicii.

Радиоэлектронные приборы в народном хозяйстве

Москва
Госэнергоиздат
1959
Ленинград

PREFAȚĂ

În toamna anului 1952, consiliul de conducere al Clubului Radio din Leningrad a organizat o nouă secție de radioamatori, care să ajute întreprinderilor și instituțiilor din oraș la construirea diferitelor aparate radioelectronice și dispozitive automate, atît în vederea perfecționării și dezvoltării continue a producției cît și în vederea creării unor condiții de muncă cît mai bune.

Noua secție numără aproape 50 de radioamatori din Leningrad, care colaborează creator cu specialiștii din diferitele instituții științifice și întreprinderi industriale. În prezent, radioamatori inovatori există și în multe alte orașe.

Datorită inițiativei și perseverenței lor, în întreprinderile și instituțiile din U.R.S.S. se utilizează peste 200 de astfel de aparate și dispozitive construite de ei. Cîteva dintre acestea sînt folosite și peste hotare, de exemplu în Republica Populară Bulgaria, la uzina de hîrtie și celuloză „Ștefan Kiradjev”.

În prezent, ca urmare a istoricelor hotărîri ale Congresului al XXI-lea al P.C.U.S., hotărîri care prevăd introducerea tehnicii noi în industrie, în fața acestei secții se pun sarcini mai importante și se deschid perspective și mai largi.

Prezenta culegere reprezintă prima încercare de a populariza realizările radioamatorilor care lucrează pentru introducerea radioelectronicii în economia națională.

I. MANOEY

Șeful Secției de introducere a radioelectronicii
în economia națională de pe lingă
Clubul Radio din Leningrad

TABLA DE MATERII

<i>Prefață</i>	3
1. Aparat pentru telemăsurarea umidității lemnului, de <i>I. D. Manoev</i>	5
2. Electroumidometru de control de buzunar, de tip ЛТАIII-58, de <i>E. A. Șornikov</i>	15
3. Aparat universal automat pentru reglare și control, echipat cu semiconductoare, de <i>E. A. Șornikov</i>	18
4. Spectrometru cu tub catodic (spectrovizor), de <i>V. V. Kolișov</i>	26
5. Tensometre cu fir, fără amplificator, de <i>N. E. Gorevoi</i>	49
6. Aparat pentru determinarea defectelor firelor toarse, de <i>E. E. Berkul</i>	52
7. Stație tensometrică de dimensiuni mici, de <i>N. E. Gorevoi</i>	63

I. APARAT PENTRU TELEMĂSURAREA UMIDITĂȚII LEMNULUI

I. D. Manoev

În procesul de uscare a lemnului este foarte important controlul umidității sale, căci aceasta trebuie adusă la o anumită valoare necesară. Determinarea cantitativă a umidității lemnului se poate face fie direct, fie gravimetric, fie printr-o metodă electrică.

În cazul determinării directe, proba de lemn mărunțită se introduce într-un flacon cu benzină de calitate inferioară și se supune încălzirii. Produsul distilării se colectează printr-un refrigerent într-un cilindru gradat, cantitatea de apă determinându-se prin citire directă. Această metodă, deși necesită pentru analiză relativ puțin timp (0,5—1 h), este totuși puțin utilizată datorită complexității sale.

În cazul determinării gravimetrice, proba de lemn, în prealabil cîntărită, se introduce într-un exicator și se usucă la temperatura de $100 \pm 5^\circ \text{C}$, pînă cînd greutatea ei devine constantă, ceea ce se stabilește printr-o cîntărire repetată. Această greutate constantă se consideră greutatea probei absolut uscate. Diferența dintre greutatea inițială și cea finală reprezintă greutatea apei evaporate (de obicei, se neglijează conținutul în apă al uleiurilor eterice și al acizilor : formic, acetic etc., aflați într-o cantitate redusă). Pînă în prezent, această metodă este cea mai răspîndită, datorită simplității sale, cu toate că pentru uscarea probei sînt necesare pînă la zece ore, iar uneori chiar mai mult.

Metoda electrică se bazează pe influența umidității asupra rezistenței electrice sau a constantei dielectrice a lemnului. Ca urmare, pentru determinarea umidității se deosebesc două tipuri de aparate electrice, și anume: umidometre electrice rezistive și umidometre electrice capacitive.

Cu toată imprecizia relativă a acestei metode, imprecizie determinată de neuniformitatea repartiției umidității în lemn și de inconstanța parametrilor electrice ai diferitelor esențe de lemn, ea prezintă un mare interes practic, deoarece permite măsurări foarte rapide, fără decuparea probelor.

În cele ce urmează este descris un umidometru capacitiv, care permite un control direct și permanent al procesului de uscarea a lemnului.

Schema de principiu a aparatului este reprezentată în fig. 1.1 *). În principiu, ea se compune dintr-un amplificator de curent continuu și un sistem de urmărire electronic. Amplificatorul de curent continuu conține trioda T_1 . Circuitului format din rezistența R_5 , lemnul controlat și rezistențele R_1 și R_2 i se aplică o tensiune continuă. Tensiunea obținută pe rezistența R_2 se aplică, cu plusul, pe grila de comandă a tubului T_1 . Rezistența limitatoare R_1 este conectată în circuit pentru a proteja tubul împotriva tensiunilor mari care ar putea apărea în cazul scurtcircuitării accidentale a liniei de control sau a vîrfurilor de contact.

Atît tensiunea anodică a tubului T_1 , cît și tensiunea aplicată liniei de control se obțin de la un redresor cu seleniu Red_1 , care redresează o singură alternanță. Această tensiune redresată se stabilizează cu ajutorul tuburilor stabilizatoare T_3 și T_4 . Pentru netezirea pulsațiilor tensiunii obținute este folosit condensatorul electrolitic C_5 și rezistența R_{12} , care reprezintă o rezistență limitatoare ce preia surplusul de tensiune, netezind suplimentar pulsațiile.

*) În toate schemele, puterea rezistențelor s-a indicat convențional după cum urmează:

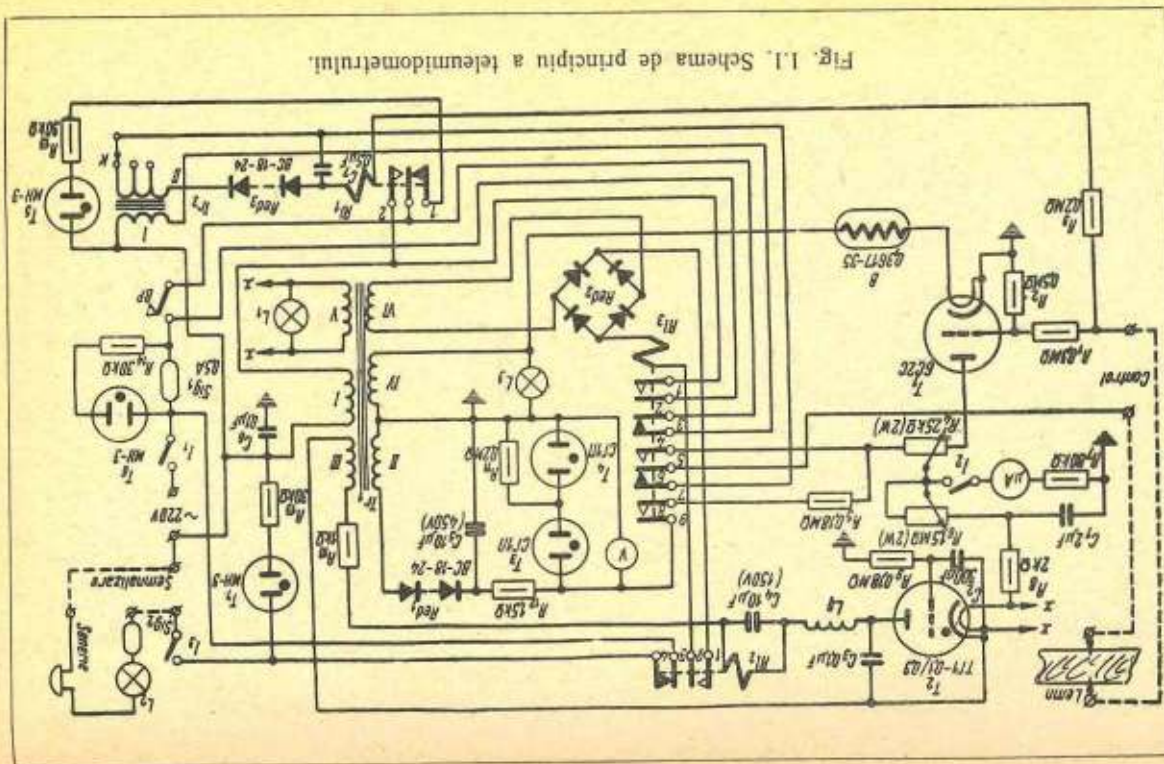
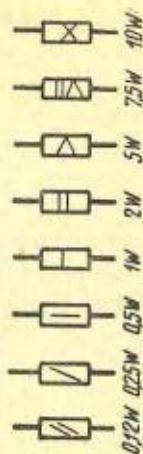


Fig. 1.1. Schema de principiu a telemidometrelui.

Curentul de filament al tubului T_1 se stabilizează cu ajutorul barelor lui B .

Ca indicator de umiditate se folosește microampermetrul magnetoelectric (μA) de 200 μA . Conectat ca voltmetru cu rezistență adițională R_7 , acesta măsoară tensiunea între cursorul rezistenței anodice variabile R_4 și pământ (minusul comun). Necesitatea acestui aparat de măsurat sensibil, montat cu o rezistență adițională mare, a fost determinată de tendința de a reduce la minimum influența lui asupra regimului de funcționare a amplificatorului.

În acest caz, principiul de măsurare a umidității se bazează pe creșterea rezistenței lemnului în cursul uscării sale, tensiunea pozitivă aplicată grilei tubului T_1 scăzând și respectiv scăzând și curentul din circuitul anodic al acestui tub. Ca urmare, tensiunea anodică, respectiv tensiunea măsurată cu microampermetrul, crește, microampermetrul putând fi etalonat direct în procente de umiditate a lemnului. Conectarea aparatului de măsurat (μA) ca voltmetru exclude eventualitatea supraîncălzirii sale.

Folosind un sistem de urmărire special cu tiratron T_2 , se poate controla uscarea lemnului pînă la o anumită limită prescrisă, existînd posibilitatea de a conecta indicatorul de umiditate cu ajutorul întrerupătorului I_2 , doar în caz de necesitate.

Sistemul de urmărire cu tiratron este conectat tot timpul cît durează procesul de uscare a lemnului, controlîndu-se în acest fel dacă procesul decurge corespunzător diferitelor valori prescrise ale umidității.

În circuitul anodic al tiratronului, alimentat cu tensiunea alternativă de 70 V, este conectat releul RL_2 de tip PCM-2, care comandă conectarea și deconectarea alimentării amplificatorului de curent continuu (RL_3), precum și o semnalizare specială luminoasă (lampa L_2) și acustică (soneria).

Pentru a evita vibrațiile contactelor releului datorită alimentării lui în curent alternativ, bobinajul releului este șuntat printr-un condensator C_4 de capacitate relativ mare. Pentru limitarea curentului din circuitul anodic al tiratronului este introdusă o rezistență adițională R_{10} .

Filtrul format din bobina de șoc de înaltă frecvență L_5 și condensatorul C_3 servește la suprimarea paraziților de

înaltă frecvență induși în circuitele anodice ale tiratronului de către cîmpurile electrice exterioare.

Rezistența de limitare R_9 din circuitul de grilă al tiratronului și condensatorul C_2 protejează tiratronul împotriva impulsurilor provenite din afară (pornirea și oprirea motoarelor electrice puternice, funcționarea unor emițătoare de radio situate în apropiere etc.). Tot condensatorul C_2 protejează tiratronul împotriva blocării, în momentul punerii sistemului în funcțiune, cînd tubul amplificatorului nu este încă suficient încălzit și căderea de tensiune pe rezistența de sarcină R_4 este mică.

Pentru a extinde limitele la care se poate fixa pragul de acționare a „sistemului de urmărire”, este prevăzută potențiometrul R_6 , care determină tensiunea de blocare la grila tiratronului.

Celălalt element de acord, anume potențiometrul R_4 , permite să se introducă corecții care să țină seama de variația caracteristicilor electrice ale diferitelor esențe de lemn.

Tensiunea alternativă aplicată la anodul tiratronului trebuie să fie în fază cu tensiunea alternativă aplicată, prin rezistența R_8 , din circuitul de filament în circuitul de grilă al tiratronului.

Ținînd seama de distanța mare dintre aparat și tiraductor, amplasat în camerele de uscare, trebuie controlată atît linia în ceea ce privește eventualele întreruperi cît și deconectarea vîrfurilor de contact de la proba de lemn studiată. Acest control se efectuează automat, cu rele care semnalizează deranjamentul și permit conectarea alimentării întregului sistem numai în cazul integrității liniei și numai atunci cînd vîrfurile de contact sînt fixate în lemn.

Integritatea liniei se controlează prin intermediul releului polarizat RL_1 de tip PT-7, alimentat de la transformatorul Tr_2 printr-un redresor cu seleniu Red_3 , care redresează o singură alternanță. Prizele bobinajului secundar (II) al acestui transformator permit să se varieze tensiunea, în funcție de umiditatea inițială a lemnului supus uscării. Rezistența R_3 protejează bobinajul releului polarizat RL_1 împotriva supraîncălzirii care ar putea apărea în cazul eventualelor scurtcircuite ale liniei.

Contactele 5, 6 și 7 ale releului RL_3 comută circuitul de control al integrității liniei și circuitul de control al umidi-

tății lemnului. În cazul când linia se prezintă în bune condiții și virfurile de contact sînt fixate în proba de lemn, la apăsarea butonului de pornire BP releul polarizat RL_1 acționează, conectînd bobinajul primar (I) al transformatorului de rețea Tr_1 . Acest releu se reglează, în prealabil, astfel încît în lipsa curentului prin bobinaj, armătura sa să închidă contactul 1, iar dacă prin bobinajul releului trece curent armătura să închidă contactul 2. Astfel, dacă circuitul de control este în bună stare, bobinajul primar al transformatorului de rețea Tr_1 este alimentat, iar dacă el este defect se aprinde tubul de semnalizare T_8 .

Dacă transformatorul Tr_1 este conectat, filamentele tuburilor T_1 și T_2 sînt alimentate, ceea ce este semnalizat de lămpile L_3 și L_1 . Simultan, voltmetrul V din circuitul anodic al tubului T_1 trebuie să indice prezența unei tensiuni și tubul de semnalizare T_7 trebuie să se aprindă, deoarece punctele 3 și 4 ale releului RL_2 sînt în contact.

După încălzirea tiratronului acționează releul RL_3 , ale cărui contacte 1 și 2 conectează bobinajul releului RL_3 . În acest caz, deconectarea tubului de semnalizare T_7 , arată că tiratronul funcționează în bune condiții. După aceasta, butonul de pornire BP poate fi eliberat și indicațiile de pe cadranul microampermetrului reprezintă valoarea relativă a umidității lemnului.

În procesul de uscare a lemnului, tensiunea grilei tiratronului crește, ceea ce duce la blocarea lui, respectiv la deconectarea alimentării dispozitivului și la conectarea semnalizării acustice și luminoase care indică terminarea procesului de uscare. Circuitul acestei semnalizări trebuie să fie conectat din timp cu ajutorul întrerupătorului I_3 .

Tubul de semnalizare T_6 se aprinde dacă se arde siguranța Sig_1 .

Pentru reglarea limitelor de umiditate prescrise, precum și pentru verificarea preciziei dispozitivului, la bornele „Control” se conectează o cutie cu rezistențe etalon, a cărei schemă de principiu este reprezentată în fig. 1.2.

Construcția și montajul. Vederea de ansamblu a aparatului și montajul pe șasiu sînt reprezentate în fig. 1.3 și 1.4. Șasiul este din tablă de aluminiu de 2,5 mm, în formă de L. Panoul frontal este vopsit cu nitroemail cenușiu.

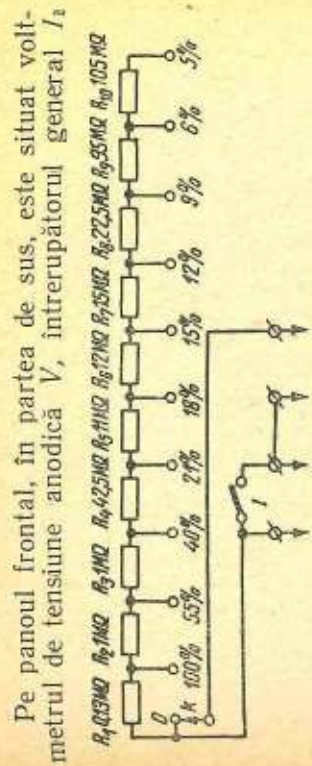


Fig. 1.2. Schema de principiu a cutiei cu rezistențe etalon.

întrerupătorul indicatorului de umiditate I_2 și microampermetrul μA (indicatorul de umiditate). Mai jos, sub volt-

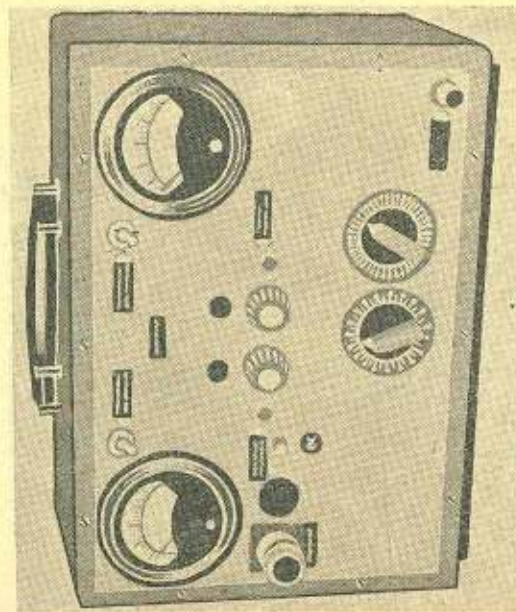


Fig. 1.3. Aspectul exterior al telemicroampermetrului.

metru, se află fișa de alimentare și locașul siguranței. Pe același rând urmează butonul de pornire, tubul T_6 , lămpile de semnalizare L_1 și L_3 (filamentul tubului T_1 și al tira-

tronului T_2) și tubul de semnalizare T_7 (filamentul tiratronului). Deducând, în partea de jos a panoului, este amplasat butonul potențiometrului R_4 pentru introducerea corecțiilor în funcție de esența lemnului și butonul potențiometrului R_6 pentru fixarea limitei de umiditate prescise, iar în colțul din dreapta se găsește lampa de semnalizare T_5 , care indică defectul de pe linie.

Întregul dispozitiv este asamblat în trei blocuri separate, fixate de panoul frontal. Primul bloc conține amplif-

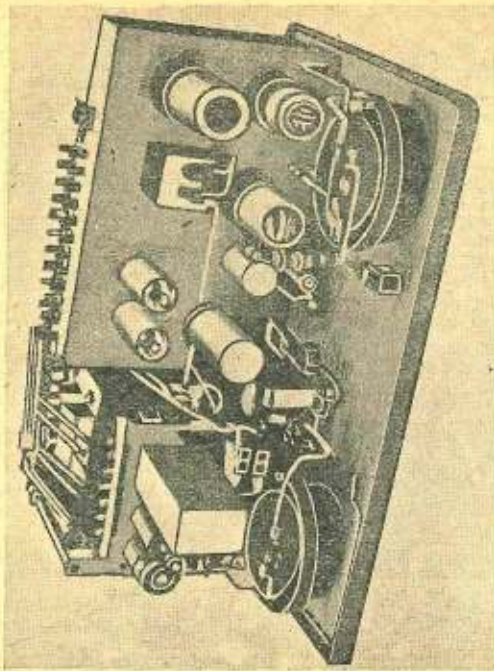


Fig. 1.4. Amplasarea pieselor pe șasiul telemidometrului.

ficatorul de curent continuu, tuburile stabilizatoare, baretorul și sistemul de urmărire împreună cu releul de comandă, al doilea bloc conține dispozitivul de automatizare prin relee, iar al treilea — sistemul de alimentare.

Transformatorul Tr_1 este realizat cu un miez din tole III-30 grosimea pachetului fiind de 60 mm. Bobina I constă din 770 de spire din sîrmă de cupru-email*) de 0,25 mm, bobina II — din 1320 de spire din sîrmă de

*) Este vorba de conductorul ПЭЛ, izolat cu lac-email, rezistent la acțiunea apei, a solvenților și a substanțelor de impregnare, echivalent cu conductorul pentru bobinaj marca E, fabricat în R.P.R.

cupru-email cu mătase*) de 0,08 mm, bobina III — din 245 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,12 mm, bobina IV — din 128 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,35 mm, bobina V — din 22 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,6 mm, iar bobina VI — din 91 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,25 mm.

Transformatorul Tr_2 este realizat cu un miez din tole III-18, grosimea pachetului fiind de 25 mm. Bobina I este constituită din 2200 de spire din sîrmă de cupru-email cu mătase, de 0,06 mm, iar bobina II — din 2300 + 220 + 220 de spire din sîrmă de cupru-email cu mătase, de 0,06 mm.

Aspectul exterior al cutiei de rezistențe etalon și al traductorului este reprezentat în fig. 1.5. Astfel, rezisten-

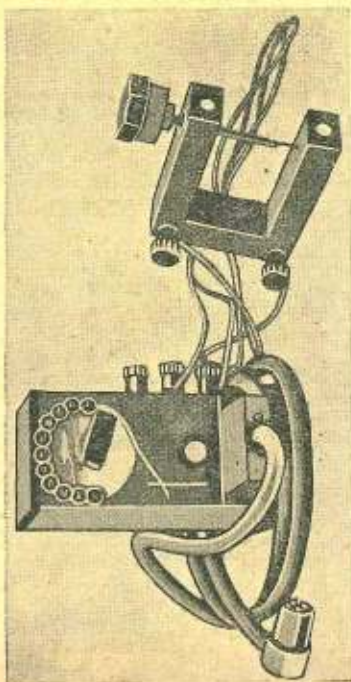


Fig. 1.5. Cutia de rezistențe etalon și traductorul.

tele etalon sînt montate într-o cutie din plăci de plexiglas groase de 3 mm. Pe partea frontală a cutiei sînt amplasate: butonul comutatorului de gamă, care fixează limitele de umiditate a lemnului, și întrerupătorul care permite să se imite procesele de uscare sau să se conecteze linia de control prin virfurile de contact.

Cu ajutorul cutiei de rezistențe se fixează valorile relative ale limitelor de umiditate, anume: 21, 18, 15, 12, 9 și 6%. Valorile 100, 55 și 40%, corespunzătoare umidității relative a lemnului verde, sînt introduse pentru con-

*) Este vorba de conductorul ПЭШО, izolat cu lac-email și cu un singur strat de mătase.

trolul acționării automate a liniei și pentru punerea în funcțiune a dispozitivului fără proba de lemn. Valoarea de 5% reprezintă limita de sensibilitate a dispozitivului.

Traductorul (fig. 1.6) este format dintr-un cadru 1, cu șurub prevăzut cu un electrod fix și unul mobil, ambii electrozi fiind executați sub formă de vîrfuri ascuțite.

Proba se prinde în traductor prin introducerea electrodului mobil 2 în lemn, fapt pentru care el este filetat și prevăzut cu butonul 3, ceea ce asigură pătrunderea electrozilor în lemn, precum și un contact sigur.

Cadrul se execută din pertinax sau textolit cu grosimea de 20 mm. Vîrfurile 4 se fixează cu ajutorul șurubului de contact 6 și contrapiulița 7. Vîrfurile 5, filetate și prevăzute cu butonul 3, se rotește liber în buca 5.

Aceasta din urmă este fixată în cadru cu ajutorul șurubului de contact 6, care se blochează cu o piuliță în mod analog cu modul de fixare al vîrfurilor inferioare. Șaiba oprirea 9 limitează pătrunderea acului în lemn. De șuruburile de contact 6 se fixează papucii 8, prin piulițele 10.

Această construcție a traductorului permite să se măsoare umiditatea unor probe de lemn cu grosimea de 15—40 mm, adîncimea de pătrundere a fiecărui electrod fiind egală cu 2,5 mm. Măsurări de acest fel se fac mai ales asupra produselor de parchetare. Pentru măsurarea umidității lemnului industrial cu grosimea de 50—85 mm este necesar un cadru special de dimensiuni mai mari, iar fiecare electrod trebuie să pătrundă în lemn la o adîncime de 5 mm.

Aparatul descris a fost expus la cea de-a XIII-a Expoziție unională a radioamatorilor constructori.

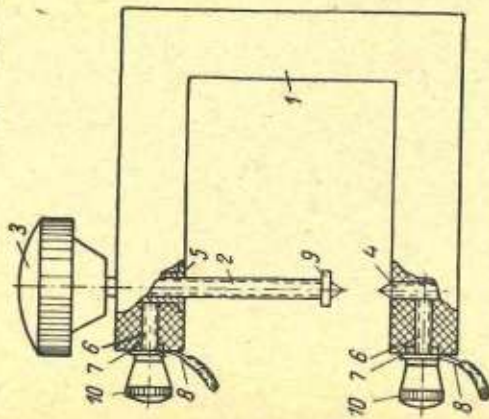


Fig. 1.6. Schema traductorului.

2. ELECTROUMIDOMETRU DE CONTROL DE BUZUNAR, TIP JTAM-58

E. A. Șornikov

Electroumidometrul JTAM-58 este destinat pentru măsurarea umidității materialelor lemnoase supuse uscării și poate fi folosit în industria de prelucrare a lemnului, în construcții și în alte ramuri ale economiei naționale. Funcționarea aparatului se bazează pe variația rezistenței electrice a lemnului, în funcție de umiditate. Scara galvanometrului cu care este echipat aparatul este etalonată, pentru lemn de pin, de la 8 la 30% umiditate; umiditatea altor esențe de lemn se calculează cu ajutorul unei table de corecție, fixată chiar de corpul electroumidometrului. Aparatul se alimentează de la surse proprii, de forma unor baterii uscate. Electroumidometrul este în fond un megohmmetru electronic și de aceea poate fi folosit și în alte cazuri de măsurare a rezistențelor mari.

Schema, construcția și alimentarea aparatului. Aparatul este un amplificator de curent continuu (fig. 2.1), echipat cu tubul electronic 06Π2Б, conectat ca triodă.

În circuitul anodic al acestui tub este conectat microampermetrul μA pentru 100 μA , care indică valoarea măsurată a umidității. Rezistența R_2 asigură negativarea tubului, negativare necesară pentru blocarea tubului (acul indicator al microampermetrului aflându-se la limita din stînga a scării) atunci cînd traductorul este scurtcircuitat. Reostatul R_3 servește pentru a regla poziția acului indicator al microampermetrului la limita din dreapta a scării aparatului (zero), atunci cînd traductorul este în gol, ceea ce corespunde unei umidități mai mici de 8%, adică unei rezistențe infinite de mari la intrare. Rezistența R_1 împreună cu rezistența materia-

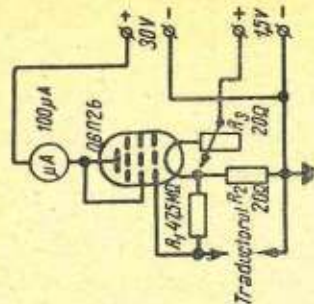


Fig. 2.1. Schema de principiu a electroumidometrului de control, de buzunar.

lului lemnos măsurat formează un divizor, datorită căruia pe grila tubului electronic, în funcție de umiditatea materialului lemnos, se obține o tensiune de negativare diferită, care determină curentul electric al tubului.

Aparatul este montat într-o cutie metalică de lanternă, cu dimensiunile de $110 \times 65 \times 30$ mm (fig. 2.2). De capacul cutiei este fixat microampermetrul cu diametrul de 40 mm. Înăuntru se introduc sursele de alimentare: un element de baterie al unei lanterne, pentru alimentarea filamentului tubului electronic, și o baterie de 30 V, pentru alimentarea anodică. Pila pentru alimentarea filamentului

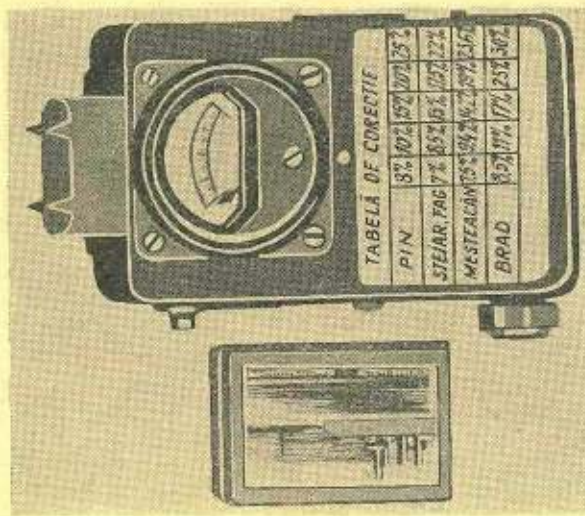


Fig. 2.2. Aspectul exterior al electromidometruului.

trebuie schimbată după fiecare 10 ore de funcționare a aparatului. Deoarece aparatul funcționează, propriu-zis, doar în intervale de timp scurte, o astfel de pilă poate fi folosită aproximativ timp de o lună; bateria anodică poate să funcționeze 120 ore și trebuie înlocuită o dată pe an.

Alimentarea filamentului se conectează cu ajutorul unui buton. Pentru reglarea poziției de zero, reostatul R_3 se utilizează rar, pe măsura consumării bateriilor. Axul reostatului este scos în afară. Bateriile de alimentare se introduc în contacte speciale și sunt presate cu ajutorul unor lame arcuitoare. Traductorul este constituit dintr-o fișă de bachelită, fixată pe corpul electromidometruului, în care sunt înșurubați doi electrozi de oțel, de formă conică, cu lungimea de 5 mm. Această construcție elimină în exploatare influența pe care o au mîmlele operatorului asupra indicațiilor aparatului.

Reglarea și etalonarea aparatului. Limitele și forma scării electromidometruului depind de valorile rezistențelor R_1 și R_2 , care se aleg în funcție de condițiile necesare. Astfel, rezistența R_1 este de 47.5 M Ω , iar rezistența R_2 (aproximativ de 20 Ω) se alege în modul următor: dacă scurtcircuităm traductorul (valoarea zero a rezistenței), acul indicator al microampermetrului trebuie să se găsească pe cît posibil mai aproape de limita stîngă a scării; la conectarea unei rezistențe de 5—6 M Ω , acul indicator trebuie să devieze de la prima poziție cu aproximativ $1/4$ din lungimea scării, iar cînd traductorul este deconectat, acul trebuie să devieze pe întreaga scară a microampermetrului.

Aparatul se etalonează cu ajutorul unor rezistențe etalon corespunzătoare unei anumite umidități a lemnului de pin, conform tabelului 2.1.

Tabela 2.1.

Rezistență, M Ω	Umiditatea lemnului de pin, %	Rezistență, M Ω	Umiditatea lemnului de pin, %	Rezistență, M Ω	Umiditatea lemnului de pin, %	Rezistență, M Ω	Umiditatea lemnului de pin, %
4000	10	100	15	4	21	2	25
900	12	16	18	3	23	0	30

Această tabelă a fost întocmită pentru un traductor cu virfuri de contact de 5 mm, distanța dintre ele fiind de 19 mm; pentru alte tipuri de traductoare (sonde), rezistențele vor avea alte valori.

În cazul când rezistențele etalon lipsesc, etalonarea precisă a aparatului se poate face cu ajutorul unor probe din lemn de pin a căror umiditate a fost determinată gravimetric.

Scara aparatului nu este uniformă, fiind comprimată către începutul și sfârșitul ei. Schimbând valorile rezistențelor R_1 și R_2 se poate acționa asupra limitelor de măsurare într-o parte sau în alta, porțiunea cea mai uzuală a scării aparatului putând fi extinsă.

Înainte de folosirea propriu-zisă a electromidometrului, este necesar să i se conecteze alimentarea și, cu traductorul în gol, să se regleze cu ajutorul potențometrului R_3 poziția acului indicator al aparatului către diviziunea terminală a scării (umiditate zero).

La asamblarea aparatului descris trebuie să se urmărească o bună izolare a circuitului grilei tubului electronic; din această cauză, circuitul se execută din conexiuni cât mai scurte, izolate cu policleorură de vinil.

În construcția aparatului de buzunar se utilizează un microampermetru de format mic și un reostat R_3 , de asemenea cu gabarit redus. Dacă dimensiunile cutiei aparatului sînt mai mari, poate fi utilizat și microampermetrul M-598, la care diametrul corpului este de 60 mm, precum și un alt reostat, iar în locul bateriei anodice ГВ4-CA-30 poate fi folosit un element al bateriei radioreceptorului „Dorojni” sau o baterie tip ГВ-CA-50.

Acest electromidometru a fost expus la cea de-a XV-a Expoziție unională a radioamatorilor constructori.

3. APARAT UNIVERSAL AUTOMAT PENTRU REGLARE ȘI CONTROL, ECHIPAT CU SEMICONDUCTOARE

E. A. Șornikov

Destinația aparatului. Automatizarea unui mare număr de procese tehnologice din diferite ramuri ale industriei impune folosirea unor aparate electronice de reglare

automată, care mențin automat valorile prescrise pentru temperatură, umiditate și alți parametri neelectrici.

Aparatele de reglare automată cu tuburi electronice, care se găsesc în comerț, sînt complicate și prezintă greutăți în exploatare, iar în unele cazuri sînt neeconomice. În afară de aceasta, ele sînt prevăzute cu traductoare termorezistive din cupru, foarte incommode în exploatare, în comparație cu termorezistențele din semiconductoare (termistoarele).

În cele ce urmează este descris un aparat automat de reglare și control, simplu, comod în exploatare și economic, echipat cu termistoare, diode semiconductoare și transistoare.

Aparatul servește pentru menținerea automată a temperaturii și umidității prescrise a mediului gazos din camerele de uscarea a materialului lemnos. Aparatul poate menține (regla) orice temperatură cuprinsă între 40 și 120 °C, iar sensibilitatea sa de acționare este de aproximativ 1 °C.

Aparatul poate fi construit și pentru alte limite ale gamei temperaturilor reglate, utilizînd drept traductoare atît diferite termistoare cît și termorezistențe metalice. În afară de acestea, la ieșirea aparatului pot fi folosite și fotorezistențe pentru reglarea automată sau pentru semnalizarea unor mărimi neelectrice.

Acest aparat poate măsura, de asemenea, temperatura sau umiditatea mediului, adică poate funcționa ca teletermometru sau telepsihrometru.

Construcția și funcționarea aparatului. Aparatul de reglare automată descris reprezintă o instalație de telecomandă care cuprinde următoarele elemente principale:

1. Traductorul — un termistor de tipul MMT-4 de 1,2 k Ω — care se introduce în camera al cărei parametru trebuie reglat și se conectează la aparat printr-o linie bifilară lungă de aproape 500 m.

2. Elementul care indică valoarea prescrisă a mărimii reglate, conectat într-o punte de rezistențe echilibrată în anumite condiții. În diagonală acestei punți este conectat un amplificator de curent continuu, echipat cu transistoare. Scara rezistenței variabile a elementului indicator este gradată de la 40 la 120 °C.

3. Un relee electromagnetice de tipul PCM-3, conectat la ieșirea amplificatorului. Releul asigură conectarea și deconectarea servomecanismelor sistemului de reglare, precum și a circuitelor de semnalizare. Elementul care indică valoarea prescristă a mărimii reglate, amplificatorul și releul sunt asamblate împreună în aceeași cutie.

Aparatul funcționează în modul următor. Dacă temperatura camerei scade sub temperatura prescristă, adică fixată pe scara elementului indicator, în diagonală punții (unul din brațele acestuia conținând traductorul), precum și la intrarea amplificatorului, apare o tensiune pozitivă, care face ca releul de la ieșirea amplificatorului să acționeze. În aceste condiții, releul conectează servomecanismul de admisie a agentului încălzitor, ridicând astfel temperatura camerei. Lampa de semnalizare este stinsă.

În cazul invers, dacă temperatura din cameră depășește valoarea prescristă, în diagonală punții și la intrarea amplificatorului apare o tensiune negativă. În aceste condiții, releul deconectează servomecanismul, astfel că admisia agentului încălzitor se întrerupe și temperatura camerei scade. Lampa de semnalizare se aprinde și arde până când temperatura camerei scade la valoarea prescristă.

Temperatura prescristă se fixează cu ajutorul cursorului elementului indicator. Diviziunea scării sale, în dreptul căreia ajunge acul în momentul în care se aprinde sau se stinge lampa de semnalizare (adică se trece dintr-o stare în alta), indică temperatura mediului.

Schema, piesele și construcția aparatului. Schema de principiu a aparatului este reprezentată în fig. 3.1. Elementul indicator al aparatului (potentiometrul R_1) este conectat într-o punte de rezistențe, două brațe ale punții fiind constituite din rezistențele fixe R_3 și R_4 , al treilea braț conținând traductorul (termistorul), iar al patrulea braț conținând rezistența fixă R_8 și rezistența variabilă R_2 . Valorile acestor rezistențe sînt alese astfel încît puntea este echilibrată atunci cînd temperatura traductorului este egală cu temperatura indicată de R_1 .

Puntea este alimentată de la un redresor cu diode germaniu de tip ДГ-118, prevăzut la ieșire cu condensatorul C_1 ; redresorul este alimentat la rîndul său de la bobinajul III de 6,3 V al transformatorului Tr .

În diagonală punții este conectat un amplificator de curent continuu în trei etaje, realizat cu transistoarele П1А, П2Б și П3А. Rezistența R_5 , din circuitul emitorului, servește pentru limitarea curentului de intrare al am-

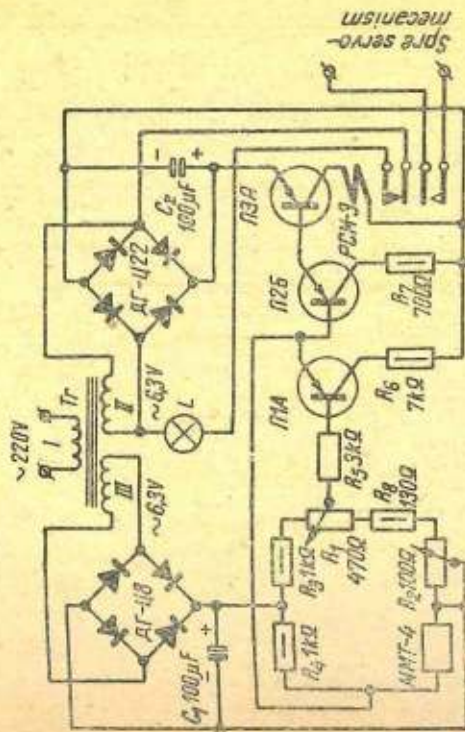


Fig. 3.1. Schema de principiu a aparatului automat de reglare și control.

plificatorului, în cazul unui puternic dezechilibru al punții, ceea ce se poate produce la scurtcircuitarea sau ruperea liniei care conectează traductorul la aparat. Rezistențele R_6 și R_7 din circuitele de colector ale transistoarelor П1А și П2Б împiedică de asemenea creșterea curenților, în aceste circuite, peste valoarea admisibilă. Releul electromagnetic PCM-3 este conectat în circuitul colectorului transistorului final П3А.

Amplificatorul este alimentat de la bobinajul II de 6,3 V al transformatorului, prin redresorul cu diode semiconductoare de tip ДГ-1122 și condensatorul C_2 .

Dacă la intrarea amplificatorului se aplică o tensiune negativă sau nulă, prin releu trece un curent mic și el se găsește în poziție normală. La dezechilibrarea punții, la intrarea amplificatorului se aplică o tensiune pozitivă și curentul de emitor al transistorului П1А atinge valoarea

de 15 μ A, iar curentul din circuitul colectorului, adică din bobinajul releului, ajunge la 65 mA, astfel încît releul acționează.

Valorile rezistențelor și condensatoarelor sînt indicate pe schemă. Elementul care indică valoarea mării reglate este un potențiometrul de tip CII-1. De cursorul acestei rezistențe este fixat un ac indicator. Toate rezistențele fixe sînt de 0,5 W, iar condensatoarele electrolitice sînt prevăzute pentru tensiuni de 10 V.

Aparatul este alimentat de la rețeaua de curent alternativ cu tensiunea de 220 V. Miezul transformatorului *T_r* este confecționat din tole III-12, grosimea pachetului fiind de 17 mm. Bobinajul de rețea *I* conține 5500 spire din sîrmă de cupru-email de 0,13 mm, bobinajul *II* — 170 spire din sîrmă de cupru-email de 0,5 mm, iar bobinajul *III* — 170 spire din sîrmă de cupru-email de 0,1 mm. Acest transformator poate fi înlocuit cu transformatoarele de rețea ale radioreceptoarelor mici („Moskvici” sau altele).

Rezistența bobinajului releului PCM-3 este de 120 Ω . Pot fi folosite și alte relee, avînd curentul de acționare pînă la 60 mA, la o tensiune de cel mult 6V. Lampa de semnalizare *L* este de 6,3 V și 0,28 A.

Întregul aparat este montat pe un șasiu cu dimensiunile de 80×140×100 mm (fig. 3.2 și 3.3). Pe panoul frontal este montat potențiometrul *R₁*, prevăzută cu o scară gradată de la 40 la 120 °C, și lampa de semnalizare. Celelalte piese sînt fixate pe șasiu. Transistoarele și alte piese de montaj sînt fixate pe plăcuțe de textolit.

Pentru conectarea la rețeaua de alimentare, aparatul este prevăzută cu un cordon. Conductoarele care merg spre traductor și spre servomecanism sînt fixate la un soclu obișnuit de tub electronic, montat pe peretele din spate al cutiei aparatului.

Reglarea și etalonarea aparatului. Reglarea aparatului este simplă, efectuîndu-se separat pentru amplificator și separat pentru punte. Un amplificator executat corect, fără semnal la intrare, trebuie să prezinte un curent de colector al transistorului *П1А* de cel mult 20 μ A, al transistorului *П2Б* de cel mult 0,5 mA și al transistorului *П3А* de cel mult 5 mA. Măsurările trebuie efectuate începînd

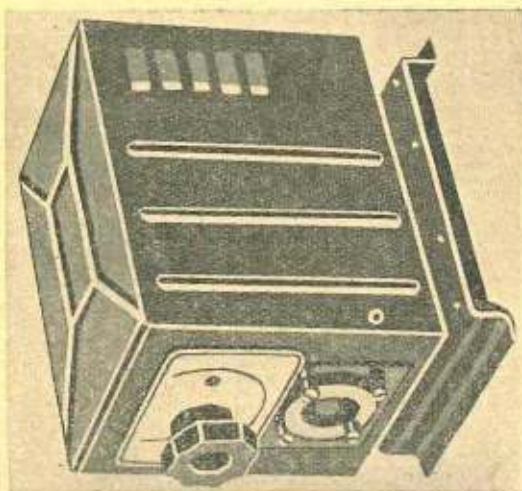


Fig. 3.2. Aspectul exterior al aparatului automat de reglare și control.

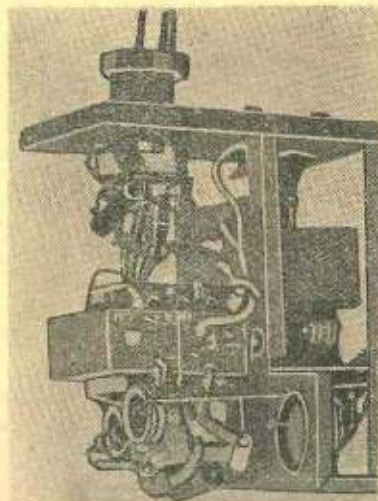


Fig. 3.3. Amplasarea pieselor pe șasiul aparatului automat de reglare și control.

cu primul etaj de amplificare. Dacă la unul din transistoare curentul depășește valoarea indicată, transistorul respectiv trebuie înlocuit.

După ce amplificatorul a fost verificat în condițiile arătate, între emitor și baza transistorului II1A trebuie conectată, printr-o rezistență de $0,1 \text{ M}\Omega$, o pilă uscată de $1,5 \text{ V}$; plusul pilei uscate se conectează la emitor. În acest circuit va circula un curent de $15 \mu\text{A}$. În aceste condiții, la un curent de $15 \mu\text{A}$ la intrarea amplificatorului, trebuie să acționeze releul conectat la ieșirea amplificatorului. În caz contrar, trebuie verificate circuitele colectoare ale transistoarelor, începând cu primul. Curentul de colector al transistorului II1A trebuie să fie de aproximativ $300 \mu\text{A}$, al transistorului II2B trebuie să fie de aproximativ 6 mA , iar al transistorului II3A trebuie să fie de aproximativ 65 mA . Dacă curentul unuia din transistoare este mai mic decât cel scris, acesta trebuie înlocuit.

După reglarea amplificatorului se trece la reglarea punții. La temperaturile limită de 40 și 120°C , traductorul (termistorul MMT-4 de $1,2 \text{ k}\Omega$) are o rezistență de 700Ω , respectiv 130Ω . De aceea, conectând în locul traductorului o rezistență de 130Ω , pentru poziția limită inferioară a cursorului potențiometrului R_1 se caută o poziție a rezistenței variabile R_2 pentru care releul să acționeze. Dacă o astfel de poziție nu poate fi găsită variind rezistența R_2 și releul acționează numai pentru o altă poziție a cursorului potențiometrului R_1 , se înlocuiește rezistența fixă R_3 .

După aceea, se ajustează porțiunea inferioară a scării. Conectând o rezistență de 700Ω în locul traductorului, releul trebuie să acționeze în zona celei de-a doua poziții marginale a cursorului rezistenței variabile R_1 . În caz contrar, trebuie modificată puțin valoarea rezistențelor fixe R_3 și R_4 și reglarea capătului scării trebuie repetată. După reglarea preliminară a punții, se trece la etalonarea precisă a scării indicatoare a potențiometrului R_1 . Etalonarea se face folosind chiar traductorul cu care aparatul va fi utilizat în exploatare.

Pentru etalonarea precisă, traductorul se introduce într-un termostaț sau, în lipsa acestuia, se poate utiliza un dulap de uscarea de laborator, prevăzut cu un regula-

tor de temperatură bimetalic. Temperatura se citește cu ajutorul unui termometru cu mercur. Înainte de etalonare, timp de o oră, aparatul se conectează la rețea pentru încălzire. Apoi, după ce și temperatura din termostaț a atins o valoare egală cu cea a temperaturii superioare a gamei, rotind butonul potențiometrului R_1 se găsește poziția pentru care releul aparatului acționează, iar pe scară, în dreptul acului indicator, se trasează o liniuță și se pune cifra care indică numărul de grade Celsius. După aceea, temperatura termostațului se coboară cu 1°C și etalonarea continuă pînă cînd este parcursă întreaga gamă a temperaturilor necesare. Utilizînd în locul termostațului un dulap de uscarea, etalonarea se face din 5 în 5°C , iar aceste intervale sînt împărțite în cîte cinci părți egale.

Precizia aparatului depinde de precizia etalonării și de aceea se impune o deosebită atenție la executarea acesteia. În cazul cînd, în cursul exploatarei, devine necesară înlocuirea traductorului printr-un alt traductor de același tip, trebuie avut grijă ca la 20°C rezistența lor să fie aproximativ egală (se admite o abatere de 3%). În aceste condiții, după reglarea — cu ajutorul rezistenței variabile R_2 — a poziției limită superioare a acului indicator pentru temperatura superioară a gamei, restul scării corespunde indicațiilor noului traductor. Dacă însă rezistența traductorilor la 20°C diferă mai mult, în cursul reglării trebuie să se modifice întrucîtva valoarea rezistenței fixe din bratul punții alăturat traductorului.

În încheiere, se menționează faptul că variațiile tensiunii de rețea de $\pm 10\%$ nu influențează precizia de funcționare a regulatorului automat, ceea ce reprezintă un avantaj important.

Alte utilizări ale aparatului. Drept traductoare pentru acest aparat, în cazul reglării automate a temperaturii, pot fi folosite diferite cupluri termoelectrice conectate con-

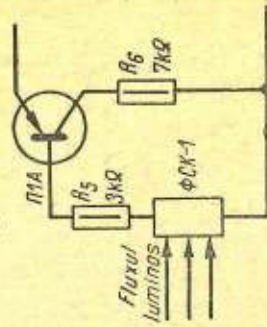


Fig. 3.4. Schema de conectare a fotorezistenței la aparatul automat de reglare și control.

form schemelor tip, precum și diferite fotorezistențe. Schema de conectare a unei fotorezistențe semiconductoră de tip ФСК-1 este reprezentată în fig. 3.4. În acest caz, rețeaua acționează numai atunci când fotorezistența ФСК-1 este luminată puternic de lumina zilei.

Dacă în locul rețelei se conectează un selector pas cu pas III-1/24 având rezistența bobinei de 130 Ω și dacă la discul acestuia se conectează un contor, el va înregistra numărul de întreruperi ale iluminării fotorezistenței. Acest montaj poate fi folosit la numărarea diferitelor piese de pe banda rulantă, precum și în alte cazuri de control și automatizare a procesului de producție industrial.

4. SPECTROMETRU CU TUB CATODIC (SPECTROVIZOR)

V. V. Kolțov

În prezent, în industrie, agricultură, medicină și în multe alte ramuri ale științei și tehnicii se folosesc pe scară largă analiza spectrală. În acest scop, se folosesc diferite tipuri de aparate, în funcție de cerințele spectrale respective. Cel mai simplu aparat de acest fel este spectrofotometrul vizual, în care porțiunea necesară a spectrului se separă cu ajutorul unor filtre optice, iar evaluarea cantitativă se face de către ochiul observatorului. În aparatele de precizie mai mare, pentru descompunerea în spectru a fluxului luminos studiat sînt folosite prisme sau rețele de difracție, iar pentru măsurarea sa cantitativă este folosită o placă fotografică sau chiar un receptor fotoelectric de energie radiantă, prevăzut cu un ac indicator. Măsurările spectrale cu ajutorul aparatelor electronice durează, în mod obișnuit, mult mai puțin decît cele la care sînt folosite aparatele cu placă fotografică drept receptor de energie radiantă.

Relativ recent au fost realizate aparate spectrale la care drept indicator este folosit un tub cu fascicul electronic (tubul catodic). Aceste aparate permit să se observe

direct pe ecran curbele spectrale ale obiectului studiat, ceea ce adeseori reduce mult durata analizei și o simplifică, determinînd în același timp introducerea ei mult mai largă în economia națională. În spectrometrul descris, pe ecranul tubului catodic se obține imaginea stabilă a curbei care reprezintă corelația dintre fluxul luminos și lungimea de undă a radiației. De aceea, acest spectrometru a căpătat și denumirea de spectrovizor.

Principiul de funcționare a spectrometrului constă în următoarele: fasciculul luminos care pătrunde prin fanta de intrare a aparatului este descompus, cu ajutorul unei prisme, într-un spectru, care apoi, cu o oglindă basculantă, este deplasat spre fanta de ieșire, în dreptul căreia se găsește multiplicatorul fotoelectric. Tensiunea de alimentare a electromagnetului care pune în mișcare oglinda oscilantă de explorare a spectrului este amplificată și apoi aplicată la plăcile de deflecție orizontale ale tubului catodic, iar tensiunea de rezistență de sarcină a multiplicatorului fotoelectric este aplicată, după amplificare, la plăcile de deflecție verticală. Prin urmare, fasciculul electronic de pe ecranul tubului catodic este comandat concomitent de tensiunea care pune în mișcare oglinda de explorare a spectrului și de tensiunea proporțională cu fluxul luminos, care cade pe multiplicatorul fotoelectric prin fanta de ieșire. De aceea, pe ecranul tubului catodic se obține o curbă care, în sistemul de coordonate rectangulare, reprezintă variația fluxului luminos în funcție de lungimile de undă respective ale spectrului.

Imaginea curbei spectrale se repetă pe ecran cu o frecvență care depinde de frecvența tensiunii alternative ce alimentează electrovibratorul de care este fixată oglinda de explorare a spectrului. În acest aparat, care reprezintă o variantă perfecționată a spectrometrului descris în revista „Radio” nr. 6 din 1958, această frecvență este de 50 Hz și de aceea ochiul sesizează, pe ecran, o imagine continuă. În cazul cînd drept receptor de energie radiantă este folosit multiplicatorul fotoelectric ФЭУ-22 cu fotocod din oxid de cesiu, aparatul acoperă spectrul cu lungimile de undă de 400—1 000 m μ . Aspectul general al acestui spectrometru este reprezentat în fig. 4.1.

Schema. Schema aparatului poate fi împărțită în două părți: una optică și una electronică.

Schema părții optice este prezentată în fig. 4.2. În principal, partea optică descompune fluxul luminos pe lungimi de undă și explorează apoi spectrul obținut.

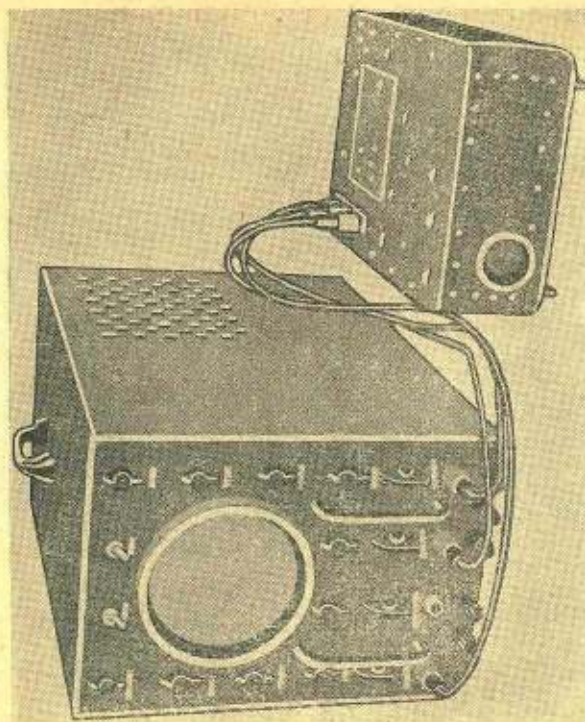


Fig. 4.1. Aspectul exterior al spectrometrului cu tub catodic.

Aceasta amintește schemele optice ale aparatelor spectrale obișnuite, dar spre deosebire de ele, în cazul de față ea este prevăzută cu un dispozitiv suplimentar, care asigură deplasarea rapidă a spectrului față de fanta de ieșire. Utilizând un spectrograf obișnuit din comerț sau un monocromator, la construirea spectrometrului, munca radioamatorului poate fi ușurată mult. În acest caz, rămâne numai să se confecționeze și să se monteze oglinda de explorare a spectrului. Această oglindă argintată sau aluminizată exterior se fixează pe electrovibrator. Totodată este necesar să se confecționeze un dispozitiv pentru obturarea fluxului luminos în timpul cursei inverse a oglinzii.

Fluxul luminos studiat pătrunde prin fanta de intrare 1 spre obiectivul 2, care transformă fluxul luminos divergent într-un fascicul de raze paralele și îl dirijează către prisma 3. Prisma descompune fluxul luminos în funcție

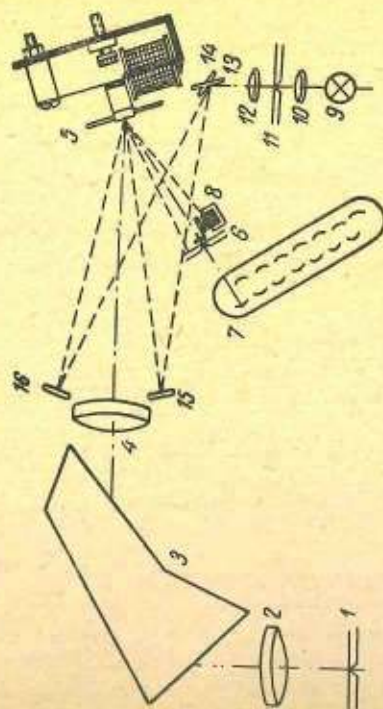


Fig. 4.2. Schema părții optice a spectrometrului cu tub catodic.

de lungimi de undă. Pentru a obține în planul fantei de ieșire 6 imaginea clară a spectrului, la ieșirea prismei este montat obiectivul 4. Oglinda de explorare a spectrului 5, pusă în mișcare de electrovibrator, este situată între obiectivul 4 și fanta de ieșire 6. După fanta de ieșire urmează multiplicatorul fotoelectronic 7.

Electrovibratorul cu oglinda de explorare a spectrului și multiplicatorul fotoelectronic constituie elementele care asigură legătura dintre partea optică și partea electronică a aparatului. În cursul fiecărei alternații a tensiunii rețelei electrice, la fanta de ieșire spectrul apare consecutiv de patru ori, deoarece oglinda de explorare efectuează o oscilație completă la fiecare alternație a curentului din circuitul bobinei electrovibratorului. Pentru a obține totuși pe ecranul tubului catodic imaginea curbei spectrale, în circuitul electrovibratorului este conectată o diodă de germaniu, care lasă să treacă numai o singură alternație a tensiunii rețelei electrice, iar fluxul luminos care ajunge la multiplicatorul fotoelectronic este obturat, în timpul cursei de întoarcere a oglinzii, cu ajutorul unui obturator

fixat pe armătura unui al doilea electrovibrator δ , conectat în paralel cu primul electrovibrator.

Pentru ca fluxul luminos să fie obținut numai în timpul cursei de întoarcere a oglinzii, între oscilațiile armăturilor celor două electrovibratoare trebuie să existe un defazaj. Acest defazaj se obține datorită faptului că inerția armăturii cu oglinda de explorare a spectrului este mai mare decât inerția armăturii pe care este fixat obturatorul de alamă. Dacă defazajul dintre oscilațiile celor două armături ale electrovibratoarelor este insuficient, în paralel cu electrovibratorul de explorare a spectrului poate fi conectat un condensator electrolitic de 50—100 μF , iar în circuitul fiecărui electrovibrator trebuie conectată câte o diodă de germaniu. La conectarea condensatorului electrolitic trebuie ținut seama de polaritatea diodei de germaniu din circuitul electrovibratorului. În acest caz, electrovibratorul acționează sincron asupra obturatorului fluxului luminos în timpul cursei de întoarcere a oglinzii.

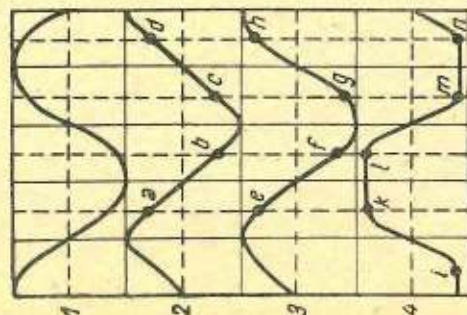


Fig. 4.3. Diagrame care explică interacțiunea dintre sistemul de explorare a spectrului și sistemul obturatorului sincron.

tare a electrovibratorului există un defazaj. De aceea, dacă pentru deflecția fascicului de electroni al tubului catodic s-ar aplica direct tensiunea ce alimentează electro-

vibratorul, porțiunii utile a mișcării oglinzii, care prin forma sa se apropie de mișcarea uniformă, i-ar corespunde pe ecran o deplasare a fascicului pentru care o parte a curbei spectrale s-ar suprapune peste cealaltă și întreaga curbă ar fi intens comprimată. În această situație, curba n-ar putea fi folosită pentru evaluarea strălucirii spectrale a obiectului.

Pentru a evita aceasta, tensiunea sinusoidală de deflecție orizontală a fascicului se aplică printr-un circuit de defazare RC (circuitul $R_{51}C_{10}$ fig. 4.6). Defazajul se reglează în așa fel, încât porțiunii utile a mișcării oglinzii de explorare a spectrului să-i corespundă porțiunea cea mai liniară a tensiunii sinusoidale a deflecției orizontale a fascicului electronic al tubului catodic (v. diagrama 3).

Din diagramele prezentate se vede că în cursul unei alternanțe a tensiunii sinusoidale care alimentează electrovibratorul de explorare a spectrului, spectrul apare la fanta de ieșire de două ori consecutiv și, dacă n-ar exista obturatorul, pe ecran s-ar obține două curbe spectrale. Pentru ca ambele curbe să coincidă, montajul electronic trebuie să prezinte caracteristici tranzitorii foarte bune; or acest lucru este greu de realizat în practică. De aceea, la spectrometrele cu tub catodic, la care pentru explorarea spectrului este folosită și mișcarea de întoarcere, se utilizează totuși numai curba spectrală corespunzătoare unui singur sens de mișcare a elementului de explorare. Acest sens de lucru se ia la alegere.

Diagrama 4 explică funcționarea obturatorului sincron. Porțiunea kl corespunde trecerii fluxului luminos, iar porțiunea mn obținării fluxului luminos. Pentru ca obturarea să fie cât mai bruscă (v. porțiunile ik și lm de pe diagrama 4), raportul dintre amplitudinea oscilațiilor obturatorului și secțiunea fascicului obținut trebuie să fie cât mai mare. De aceea, obturatorul se amplasează cât mai aproape de fanta de intrare sau cea de ieșire a monocromatorului, pe locul unde fasciculul luminos este mai îngust. Porțiunii kl a diagramei 4, în care fluxul luminos trece spre receptorul de energie radiantă, îi corespunde porțiunea ab a diagramei 2, care reprezintă porțiunea utilă a deplasării oglinzii de explorare. În timpul cursei de

întoarcere a oglinzii de explorare (porțiunea *cd*), fluxul luminos studiat este obținut (porțiunea *mn*) și de aceea pe ecran apare o linie orizontală. În aparatul descris, distanța dintre obturator și fanta de ieșire este de aproximativ 2 mm.

Folosirea obturatorului sincron în locul stingerii fasciculului în timpul cursei inverse a oglinzii de explorare a spectrului, prezintă marele avantaj că pe ecran se obține o linie orizontală corespunzătoare curentului de întinerire al multiplicatorului fotoelectric. Aceasta ușurează măsurările cantitative și mărește precizia lor. În fig. 4.4 este reprezentată curba spectrală în cazul stingerii fasciculului în timpul cursei de întoarcere a oglinzii de explorare a spectrului, iar în fig. 4.5 este reprezentată curba spectrală în cazul obturării fluxului luminos studiat în timpul cursei de întoarcere a oglinzii de explorare a spectrului.



Fig. 4.4. Curba spectrală în cazul stingerii fasciculului electronic în timpul cursei de întoarcere a oglinzii de explorare a spectrului.

Pentru a determina lungimea de undă a diferitelor puncte ale curbei spectrale reprezentate pe ecranul tubului catodic, schema optică este prevăzută cu un dispozitiv care permite să se obțină pe ecran două semne de marcă, situate în dreapta și în stânga curbei spectrale. Aceste semne sînt legate de lungimile de undă ale spectrului și permit aducerea acestuia la o anumită scară a lungimii de undă. În afară de aceasta, semnele permit să se cali-

breze scara aparatului, putîndu-se astfel determina lungimea de undă a oricărui punct al curbei spectrale.

Pentru imprimarea acestor semne (fig. 4.2) se utilizează lampa electrică cu incandescență 9 (*L*) pe schema



Fig. 4.5. Curba spectrală în cazul obturării fluxului luminos studiat în timpul cursei de întoarcere a oglinzii de explorare a spectrului.

de principiu din fig. 4.6), lentilele 10 și 12, masca cu fantă 11, precum și două oglinzi 13 și 14, așezate una deasupra celeilalte, care divizînd fasciculul luminos în două părți, îl dirijează către oglinzile 15 și 16. Fluxurile luminoase reflectate de acestea ajung la oglinda de explorare 5 a spectrului, de unde apoi ajung la fanta de ieșire 6. Masca cu fantă 11 transformă imaginea petei luminoase obținute de la lampa 9 într-o linie îngustă, pentru care semnalul electric la ieșirea multiplicatorului fotoelectric este suficient ca amplitudine și scurt ca durată. Aceasta asigură pe ecranul tubului catodic semne de marcă de forma unor vîrfuri ascuțite, a căror înălțime poate fi reglată cu ajutorul reostatului R_{e1} (fig. 4.6), care modifică tensiunea de filament a lămpii 9.

Schema electronică a spectrometrului este reprezentată în fig. 4.6. Ea conține amplificatorul tensiunii de deflecție verticală a fasciculului, amplificatorul tensiunii de deflecție orizontală a fasciculului, stabilizatorul de tensiune, tubul catodic cu divizor de tensiune și redresorul cu transformatorul de rețea. Particularitatea principală a acestei scheme, față de schema unui oscilograf obișnuit, constă în

faptul că generatorul de tensiune în dinți de ferăstrău pentru baieajul de timp lipsește, deoarece explorarea se face în funcție de tensiunea rețelei electrice cu frecvența de 50 Hz.

Amplificatorul tensiunii de deflecție verticală a fasciculului amplifică tensiunea culeasă de pe rezistența de sarcină a circuitului anodic al multiplicatorului fotoelectronic.

Pentru a elimina erorile de măsurare legate de procesele tranzitorii care au loc în amplificatoarele de curent alternativ cu cuplaj capacitiv între etaje, în spectrometrul descris, pentru deflecția verticală a fasciculului, este folosit un amplificator de curent continuu, adică un amplificator cu cuplaj direct între etaje. Acest lucru rezolvă problema „fixării” nivelului de zero al semnalului, care în schema respectivă rămâne constant, independent de amplitudinea semnalului amplificat. Pentru a micșora deriva amplificatorului, provocată de variațiile tensiunii de alimentare și îmbătrânirea tuburilor electronice, ambele etaje ale amplificatorului sînt realizate în montaj de echilibrare. Primul etaj reprezintă un montaj de echilibrare serie, iar al doilea un montaj autoinversor, adică un montaj care asigură la ieșire o tensiune simetrică față de al doilea anod al tubului catodic, în timp ce la intrarea lui se aplică un semnal asimetric.

Rezistențele de sarcină ale circuitului anodic al amplificatorului fotoelectronic pot fi variate în trepte cu ajutorul comutatorului. Valorile rezistențelor R_{15} , R_{16} și R_{17} sînt astfel alese, încît trecînd de la o gamă de măsurare la alta, sensibilitatea amplificatorului variază de cinci ori. Tensiunea culeasă de pe rezistența de sarcină se aplică la grila de comandă a primului tub electronic al amplificatorului tensiunii de deflecție verticală a fasciculului. Rezistența variabilă R_{18} , din circuitul catodic al acestui tub, permite deplasarea inițială a fasciculului pe ecranul tubului catodic și, de aceea, pentru reglare, axul acestei rezistențe se găsește pe panoul frontal. Deoarece primul etaj al amplificatorului este realizat conform montajului de echilibrare serie, stabilitatea sa de funcționare este mărită nu numai în ceea ce privește variațiile tensiunilor anodice, ci și în ceea ce privește variațiile tensiunii de filament.

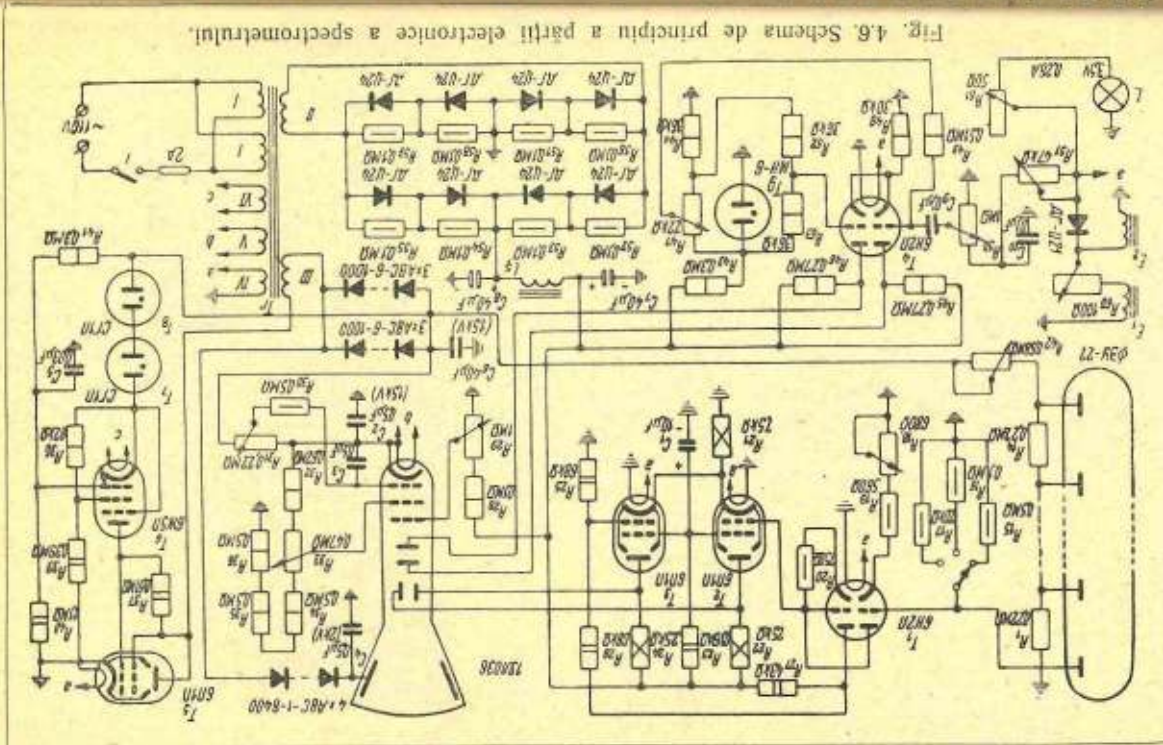


Fig. 4.6. Schema de principiu a partii electronice a spectrometrului.

Amplificatorul tensiunii de deflecție orizontală a fasciculului nu conține etaje de preamplificare, deoarece tensiunea care i se aplică este suficientă pentru a devia fasciculul cu cât este necesar. De aceea, amplificatorul conține doar tubul electronic T_4 de tipul 6H2П. Deoarece benzii de trecere a acestui amplificator nu i se pun condiții deosebite, rezistențele de sarcină R_{45} și R_{46} din circuitul anodice ale tubului pot fi mari, ceea ce reduce considerabil consumul de energie electrică, în comparație cu cazul amplificatorului tensiunii de deflecție verticală a fasciculului, a cărui bandă de trecere trebuie să fie mult mai mare. Deplasarea inițială a fasciculului în sens orizontal se realizează cu ajutorul potențiometrului R_{37} , prin intermediul căruia se variază negativarea fixă a grilei tubului. Tubul stabilizator T_9 de tip MH-6 stabilizează această tensiune de negativare.

Multiplicatorul fotoelectric este alimentat de la stabilizatorul electronic prin reostatul R_{23} , cu care, variind tensiunea aplicată multiplicatorului fotoelectric, se poate varia fotosensibilitatea lui, realizând astfel devierea lină a fasciculului în sens vertical.

Stabilizatorul de tensiune este realizat cu tuburile electronice T_5 , T_6 , T_7 și T_8 . În acest caz, drept tub regulator este folosit tubul T_5 (6П1П), iar drept tub de comandă tubul T_6 (6Ж5П). Tuburile stabilizatoare T_7 și T_8 (6П1П) servesc pentru obținerea tensiunii fixe de 300 V.

Principiul de funcționare al acestui stabilizator constă în faptul că variațiile de tensiune rezultate la ieșirea lui modifică tensiunea de grilă a tubului T_6 , aplicându-se pe aceasta prin divizorul R_{40} și R_{41} . Astfel, dacă tensiunea de grilă scade (scăzând tensiunea de ieșire), tensiunea anodică a tubului de comandă crește și totodată crește și tensiunea de grilă a tubului regulator T_5 . Ca urmare, tensiunea anodică a tubului regulator scade, realizându-se în acest mod stabilizarea. Dacă, însă, tensiunea de ieșire crește, are loc un proces invers, adică stabilizarea se produce ca urmare a creșterii tensiunii anodice a tubului regulator T_5 .

Divizorul de tensiune prin care este alimentat tubul catodic este realizat din câteva rezistențe conectate în serie

având un consum de 0,5 mA. Dintre aceste rezistențe face parte potențiometrul R_{31} , care are rolul de a regla strălucirea fasciculului electronic, și potențiometrul R_{33} , care servește pentru focalizare. În ceea ce privește utilizarea celor trei rezistențe R_{34} , R_{35} și R_{36} de cîte 0,5 MΩ fiecare, în locul unei singure rezistențe de 1,5 MΩ, aceasta se explică prin tendința evitării defectării lor ca urmare a unei căderi de înaltă tensiune.

Pentru corectarea astigmatismului tubului catodic, al doilea anod al tubului catodic se alimentează prin potențiometrul R_{29} . În scopul ușurării confecționării transformatorului de rețea Tr , tubul catodic se alimentează de la același bobinaj al transformatorului ca și multiplicatorul fotoelectric. De aici rezultă că tensiunea de alimentare a tubului catodic este de asemenea stabilizată. Numai tensiunea de alimentare a celui de-al treilea anod al tubului catodic se aplică direct, după redresarea unei alternanțe.

Date constructive. După cum se vede din fig. 4.1, spectrometrul este format din două blocuri separate, conectate între ele prin cabluri cu ajutorul unor fișe de legătură corespunzătoare. Unul din aceste blocuri cuprinde elementele schemei optice, inclusiv multiplicatorul fotoelectric, electrovibratorul cu oglinda exploratoare E_1 și electrovibratorul obturator E_2 .

În cazul aparatului descris, elementele schemei optice se caracterizează prin următoarele date. Fanta de intrare și fanta de ieșire sînt confecționate din lame de ras, lărgimea primei fiind de 0,1 mm, iar a celei de-a doua de 0,3 mm. Drept obiective sînt folosite lentile acromatice cu diametrul de aproximativ 40 mm. Distanța focală a primului obiectiv este de 70 mm, iar a celui de-al doilea de 210 mm. Pentru obținerea spectrului este folosită o prismă specială de sticlă cu unghi de deviere fix; ea poate fi însă înlocuită printr-o prismă cu trei fațete, caracteristică descompunerii fluxului luminos într-un spectru.

În ceea ce privește valorile acestor piese ale schemei optice, pot exista abateri de la parametrii prezenți mai sus, fapt care, deși nu modifică schema de principiu a aparatului, influențează totuși asupra puterii separatoare și a intensității luminoase a acestuia.

Electrovibratorul de care este fixată oglinda de explo- rare a spectrului se confecționează dintr-un vibrator-con- vertor standardizat, de tip B-5, sau ceva similar, după cum este arătat în fig. 4.7. Oglinda 1 nu trebuie fixată

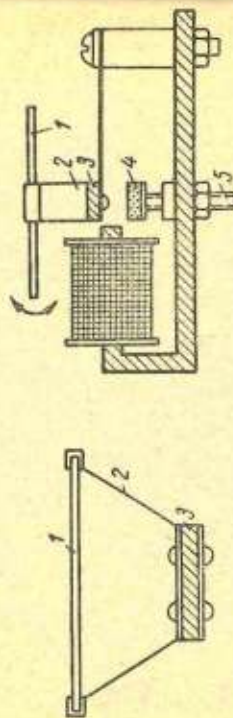


Fig. 4.7. Electrovibratorul cu oglindă:

1 - oglinda; 2 - suportul; 3 - armătura; 4 - cauciuc spongiu; 5 - șurub de reglare.

direct pe armătura 3 a vibratorului, deoarece în mișcarea sa oscilantă această armătură se deformează, ceea ce ar deforma și suprafața plană a oglinzii și ca urmare direcția razelor s-ar schimba în funcție de valoarea și sensul defor- mării. De aceea, pentru fixarea oglinzii a fost confecțio- nat un suport rigid și ușor 2, din alamă cu grosimea de circa 0,12 mm, care asigură legătura dintre armătura vibratorului electric și oglindă. Oglinda se fixează în creștăturile suportului de alamă cu clei BΦ-2 (clei tip pantocol), iar suportul de alamă se fixează pe capătul armăturii cu ajutorul unor nituri sau se lipește cu un stra- subțire de cositor.

La confecționarea spectrometrului este foarte importan- să se reducă pe cât este posibil greutatea tuturor părților mobile ale acestuia. De exemplu, în aparatul descris, a- fost folosită o oglindă cu grosimea de aproximativ 0,5 mm. Această oglindă este argintată sau aluminizată la exte- rior, iar dimensiunile sale depind de secțiunea fluxului luminos incident și în cazul de față sînt de 15×35 mm.

În serie cu bobina electrovibratorului este conectat dioda cu germaniu ДГ-1121, care asigură în acest fel obținerea unei perioade a mișcării oscilante a oglinzii în cursul unei perioade a tensiunii de baleiaj.

Electrovibratorul este adus în rezonanță mecanică cu frecvența rețelei electrice cu ajutorul șurubului de reglare 5, la capătul căruia este fixată o bucată de cauciuc spon- gios 4, avînd dimensiunile de 5×5×5 mm. După reglare, inelul șurubului 5 se fixează cu clei BΦ-2 sau cu vopsea de ulei, pentru ca ulterior, în procesul de funcționare a electrovibratorului, șurubul de reglare să nu-și modifice poziția inițială, schimbînd amplitudinea oscilațiilor oglinzii.

Electrovibratorul utilizat pentru obturarea fluxului lu- minos în timpul cursei de întoarcere a oglinzii de explo- rare este confecționat, de asemenea, dintr-un vibrator-con- vertor de tip B-5. Acesta este reprezentat în fig. 4.8, indicîndu-se și poziția lui față de fanta de ieșire. La ca- pătul armăturii sale de oțel 1 se fixează un obturator 2 din alamă subțire elastică, prin cîteva nituri mici sau prin- tr-un strat subțire de cositor.

Acest electrovibrator se montează astfel față de fanta de ieșire 3, încît, în cursul mișcării sale oscilante, obtura- torul să o acopere în întregime.

În acest scop, trebuie să se prevadă posibilitatea reglă- rii poziției sale într-un sens perpendicular față de axa optică, după cum indică săgeata din fig. 4.8. De ase- menea, mai trebuie men- ționat că bobina 4 nu tre- buie să împiedice pătrun- derea fluxului luminos către fanta de ieșire.

Dispozitivul care pro- duce semnele de marcare pe ecranul tubului catodic se compune din lampa 9 (v. fig. 4.2) pentru tensiunea de 3,5 V și curentul de 0,28 A (un bec de lanter- nă), lentila 10 cu distanța focală de 40 mm, masca cu fantă 11, executată dintr-o lamă de ras a cărei fantă are lărgimea de 0,2 mm, lentila 12 cu distanța focală de 90 mm, precum și oglinzile 13, 14, 15

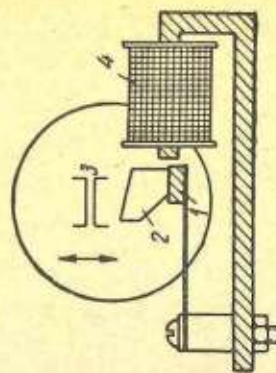


Fig. 4.8. Electrovibratorul cu obturator:
1 - armătura; 2 - obturatorul; 3 - fanta de ieșire; 4 - bobina.

și 16, cu dimensiunile de 5×10 mm, argintate sau aluminizate pe exterior. Aceste oglinzi se fixează în așa fel încât, la reglare, să poată fi rotite față de axa perpendiculară pe baza aparatului.

Rezistențele R_1 — R_{14} ale divizorului tensiunii de alimentare a multiplicatorului fotoelectronic ФЭУ-22 sînt montate direct pe regleta multiplicatorului. Valorile acestor rezistențe nu trebuie să difere între ele cu mai mult de 5%. Anodul multiplicatorului fotoelectronic se conectează la intrarea amplificatorului tensiunii de deflecție verticală a fasciculului, prin intermediul unui cablu coaxial, cu lungimea de 0,5 m. În ceea ce privește conductorul de alimentare a multiplicatorului fotoelectronic, acesta trebuie să fie izolat corespunzător tensiunii înalte respective.

Al doilea bloc al spectrometrului conține montajul electronic prezentat mai înainte. Ca tub catodic este folosit tubul 13JIO36, care are ecranul acoperit cu două straturi de luminofor. Unul dintre ele are persistentă (postluminescență) de scurtă durată și fotoactivitate mare, iar celălalt are persistentă de lungă durată (de culoare gălbui), ceea ce permite ca imaginea să se mențină pe ecran și după terminarea propriu-zisă a procesului studiat. Tubul catodic 13JIO36 poate fi înlocuit și prin tubul 13JIO37 cu luminescență verzuie a ecranului și persistentă mijlocie a imaginii pe ecran.

Transformatorul de rețea T_r este asamblat pe un miez cu secțiunea de 10 cm^2 , din tole III-32. Bobinajul I are 550+550 spire din sîrmă de cupru-email de 0,33 mm. Ambele secțiuni ale acestui bobinaj se conectează în paralel în cazul alimentării de la o tensiune de rețea de 110 V și în serie în cazul alimentării de la o tensiune de rețea de 220 V. Bobinajul II conține 2000 spire din sîrmă de cupru-email de 0,18 mm, bobinajul III — 7000 spire din sîrmă de cupru-email de 0,15 mm, bobinajul IV — 34 spire din sîrmă de cupru-email de 1,6 mm, iar bobinajele V și VI — 32 spire din sîrmă de cupru-email de 0,6 mm. Izolării bobinajelor III, V și VI i se acordă o atenție deosebită, deoarece se găsesc la o tensiune înaltă față de șasiu.

Bobina de șoc a filtrului L_s are 3000 spire din sîrmă de cupru-email de 0,25 mm și este montată pe un miez

din tole III-19. Miezul are secțiunea de 6 cm^2 și un întrefier de 0,6 mm.

Rezistența catodică R_{31} și rezistențele anodice de sarcină R_{22} și R_{24} ale ultimului etaj al amplificatorului tensiunii de deflecție orizontală a fasciculului electronic trebuie să fie prevăzute pentru puterea de 10 W fiecare.

Regleta tubului catodic, tuburile finale T_2 și T_3 ale amplificatorului tensiunii de deflecție verticală a fasciculului, precum și tuburile T_4 și T_9 ale amplificatorului tensiunii de deflecție orizontală a fasciculului electronic se montează pe un șasiu vertical de 240×180 mm din dur-aluminiiu, cu grosimea de 2 mm. Pe același șasiu se fixează rezistențele variabile R_{18} și R_{47} pentru reglarea inițială pe verticală și orizontală a poziției spotului pe ecran, precum și potențiometrele R_{33} și R_{31} , cu ajutorul cărora se reglează focalizarea și strălucirea fasciculului electronic. Potențiometrele R_{33} și R_{31} trebuie izolate bine față de corpul aparatului, la fel ca și rezistența variabilă R_{42} , deoarece acestora li se aplică tensiune înaltă. Axele potențiometrelor R_{31} , R_{33} , precum și ale rezistențelor variabile R_{18} și R_{47} , se prelungesc, iar butoanele de comandă sînt scoase, ca de obicei, pe panoul frontal al aparatului. Transformatorul de rețea și bobina de șoc a filtrului, precum și redresoarele, sînt montate sub tubul catodic. Pentru a evita inducerea cîmpurilor electromagnetice, atît tubul catodic cît și transformatorul de rețea sînt bine ecranate, cu plăci din oțel moale, avînd grosimea de 2 mm. În fig. 4.9 este reprezentată poziția principalelor piese ale părții electronice a aparatului.

Reglarea. La reglarea spectrometrului se acordă o atenție deosebită explorării spectrului.

Electrovibratorul și oglinda trebuie plasate astfel încît, în poziția mijlocie a oglinzii, prin fanta de ieșire să treacă lumina verde, corespunzătoare mijlocului gamei spectrale. După montarea electrovibratorului cu oglindă și după alinierea acestuia, cu ajutorul șurubului de reglare se obține amplitudinea maximă a oscilației oglinzii. Această amplitudine devine maximă atunci cînd frecvența rețelei corespunde frecvenței mecanice proprii a părții mobile a electrovibratorului, adică atunci cînd se produce rezonanța mecanică. Amplitudinea oscilației oglinzii poate fi reglată

și cu ajutorul rezistenței variabile R_{eo} . În timpul mișcării oscilante a oglinzii, spectrul luminos trebuie să fie parțial acoperit de fanta de ieșire, ceea ce se realizează prin modificarea amplitudinilor de oscilație ale oglinzii. Aceasta este

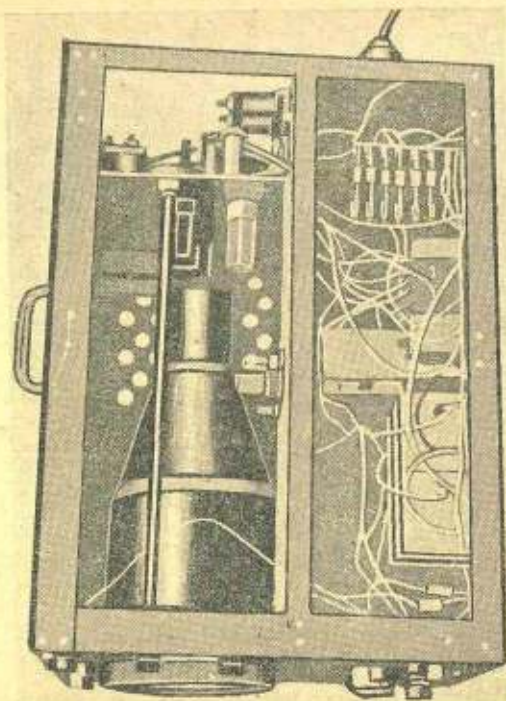


Fig. 4.9. Poziția pe șasiu a principalelor piese ale părții electronice a spectrometrului.

necesar pentru ca mișcarea oglinzii în intervalul util să fie cât mai apropiată de cea uniformă (v. fig. 4.3).

După ce explorarea spectrului a fost reglată, se montează electrovibratorul cu obturator. Apoi, partea optică a aparatului se închide cu un capac etanș la lumină și multiplicatorului fotoelectronic i se aplică tensiunea înaltă de alimentare. În continuare, în fața fantei de intrare a aparatului se așază o mică lampă electrică cu incandescență (de exemplu, un bec de lanternă) și pe ecran se obține imaginea curbelor sale spectrale. Poziția electrovibratorului se consideră corectă atunci când fluxul luminos este obturat în timpul cursei de întoarcere a oglinzii, adică atunci când pe ecran, în locul curbei spectrale corespunzătoare

toare cursei de întoarcere apare o linie orizontală, cea de a doua curbă spectrală rămânând nemodificată.

În cursul acestei reglări trebuie să se aibă în vedere faptul că înainte de a deschide cutia etanșă a părții optice a aparatului, pentru modificarea poziției electrovibratorului cu obturator sau a oricărei alte piese, tensiunea de alimentare a multiplicatorului fotoelectronic trebuie deconectată, pentru a evita pătrunderea la acesta a unui flux luminos prea intens.

Pentru focalizarea părții optice a spectrovizorului și pentru determinarea defazajului tensiunii de baleiaj, defazaj realizat cu ajutorul rezistenței R_{51} , se recomandă folosirea unei lămpi cu vapori de mercur. Dacă nu există o astfel de lampă, se poate folosi și o lampă cu luminescență în spectrul căreia sînt conținute liniile mercurului. Focalizarea aparatului începe cu așezarea corectă a obiectivului 2 față de fanta de intrare 1 (v. fig. 4.2). În acest scop, în fața fantei de intrare se așază lampă cu vapori de mercur. Determinarea poziției corecte a obiectivului 2, adică a poziției pentru care fanta de intrare 1 se găsește în focarul acestuia, se efectuează cu ajutorul unei oglinzi plane așezate perpendicular pe axa optică, între obiectivul 2 și prisma 3. În acest caz, fluxul luminos care a trecut prin fanta de intrare și prin obiectiv este reflectat de oglindă și trece din nou prin obiectiv spre fanta de intrare. Deplasînd obiectivul 2 în lungul axei optice, se caută imaginea cea mai clară a fantei de intrare 1 în planul său. După aceasta, obiectivul 2 se fixează, iar oglinda ajutoare se scoate.

Prisma 3 se montează în așa fel, încît întregul flux luminos ce trece prin prismă și prin obiectivul 4 să cadă pe oglinda de explorare a spectrului 5. Obiectivul 4 se montează astfel încît în planul fantei de ieșire să existe o imagine cât mai clară a liniilor spectrului vaporilor de mercur.

Spectrul vaporilor de mercur poate fi folosit de asemenea pentru etalonarea aparatului, în ceea ce privește lungimile de undă. În acest scop, se fotografiază linia spectrală a arcului cu vapori de mercur, obținută pe ecranul tubului catodic. Pentru fotografiere se recomandă aparatul fotografic „Zenit” cu inele auxiliare, care permite

simultan reglarea clarității imaginii pe sticlă mată și observarea imaginii încadrate.

Negativul obținut se introduce în aparatul de mărit și imaginea curbei spectrale se proiectează pe o foaie de hîrtie albă. Este de dorit ca negativul să fie introdus în aparatul de mărit în așa fel încît în stînga să fie reprezentată porțiunea de albastru a spectrului, iar în dreapta porțiunea de infraroșu, adică astfel încît lungimile de undă să fie în ordine crescătoare de la stînga spre dreapta. După aceea, imaginea curbei spectrale se trasează pe hîrtie, cu ajutorul unui creion bine ascuțit, iar cu ajutorul echerului, din vîrfurile curbei spectrale a vaporilor de mercur se duc perpendiculare pe orizontala corespunzătoare curentului de întineric.

În funcție de aceste distanțe dintre semnul de marcare din stînga și punctele de intersecție ale dreptei curentului de întineric cu perpendicularele trasate din vîrfurile curbei spectrale a vaporilor de mercur se construiește curba de etalonare a aparatului (fig. 4.10).

În această diagramă, pe axa absciselor sînt reprezentate lungimile de undă ale liniilor vaporilor de mercur, iar pe axa ordonatelor, distanțele față de semnul de marcare din stînga, corespunzătoare acestora. Punctele obținute se unesc între ele, rezultînd astfel curba de etalonare a aparatului pe lungimi de undă.

După cum se vede din diagramă, ea nu este o linie dreaptă; neliniaritatea se explică prin faptul că dispersia prismei diferă în funcție de lungimile de undă. Aceasta prezintă inconveniente, însă deoarece înlăturarea acestui defect ar complica mult schema aparatului, în cazul de față s-a adoptat curba neliniară. Pentru a obține o scară liniară a lungimilor de undă, prisma se poate înlocui printr-o rețea

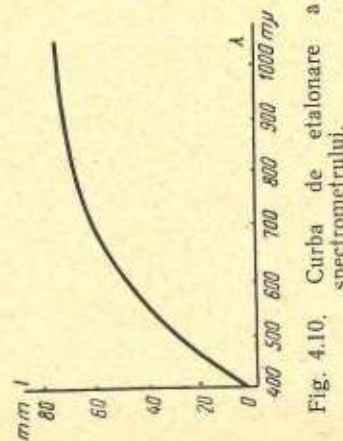


Fig. 4.10. Curba de etalonare a spectrometrului.

de difracție care să prezinte o dispersie identică pentru toate lungimile de undă.

În funcție de această curbă de etalonare, pe ecranul tubului catodic se trasează cu tuș o linie orizontală, cu diviziuni corespunzătoare lungimilor de undă; aceste diviziuni servesc la determinarea directă a lungimilor de undă corespunzătoare diferitelor curbe spectrale. În afară de aceasta, cele două semne de marcare de pe curba spectrală trebuie să coincidă cu diviziunile corespunzătoare lor trasate cu tuș pe ecran, adică scara lungimilor de undă ale curbei spectrale trebuie să fie identică cu scara etalonată. Aceasta se obține reglînd, cu ajutorul potențiometrului R_{60} , amplificarea aparatului pe orizontală, și cu ajutorul rezistențelor variabile R_{18} și R_{47} , deplasarea orizontală și verticală a curbei spectrale pe ecran.

Etalonarea se poate verifica cu ajutorul aceluiași spectru al vaporilor de mercur. În cazul unei etalonări corecte, liniile spectrului vaporilor de mercur trebuie să coincidă cu lungimile de undă care le corespund pe scara trasată cu tuș.

Cu ajutorul spectrovizorului se pot face măsurări atît calitative cît și cantitative. În ceea ce privește măsurările cantitative trebuie ținut seama de faptul că deviațiile fasciculului electronic pe direcție verticală sînt direct proporționale cu fluxul luminos studiat, însă sensibilitatea spectrală a multiplicatorului fotoelectric nu este aceeași pentru toate lungimile de undă. De aceea, la măsurările cantitative se introduc coeficienți de strălucire spectrală, care se determină după următorul procedeu.

Fluxul luminos al sursei de lumină la care se efectuează măsurările se menține constant cu ajutorul unui voltmetru și al unui reostat montat în circuitul său de alimen-tare. În acest caz se poate considera că nu numai valoarea fluxului luminos, ci și distribuția energiei în spectru rămîne constantă. Cu ajutorul rezistențelor R_{15} , R_{16} , R_{17} , R_{18} , R_{42} și R_{47} , amplificarea aparatului se reglează astfel încît semnele de marcare să coincidă cu diviziunile care le corespund pe ecran și înălțimea curbei spectrale să reprezinte aproximativ $\frac{3}{4}$ din diametrul ecranului.

Curba astfel obținută pe ecran se fotografiază, ea fiind considerată drept curbă de comparație corespunzătoare

strălucirii de 100% sau curbă etalon corespunzătoare unei străluciri (reflectări) de 100%, în cazul când în fața fantei de intrare se găsește un etalon de strălucire (reflexie). După aceasta, în fața fantei de intrare se așază obiectul studiat și se fotografiază curba spectrală care îi corespunde.

După negativele obținute și mărite cu ajutorul aparatului de mărit, aceste curbe se trasează pe hirtie, astfel încât semnele de marcare ale curbei etalon să coincidă cu semnele de marcare de pe curbele obiectelor studiate. Apoi, în funcție de condițiile măsurării, se face raportul dintre ordonata curbei spectrale a obiectului pentru o anumită lungime de undă și ordonata corespunzătoare a curbei etalon, mărimea obținută reprezentând coeficientul de trecere spectrală (absorbție, reflexie) căutat. Pentru ca măsurările să fie mai rapide, pe ecranul tubului catodic se trasează cu tuș linia spectrală corespunzătoare etalonului cu strălucirea de 100% și liniile verticale în conformitate cu curba de etalonare pe lungimi de undă.

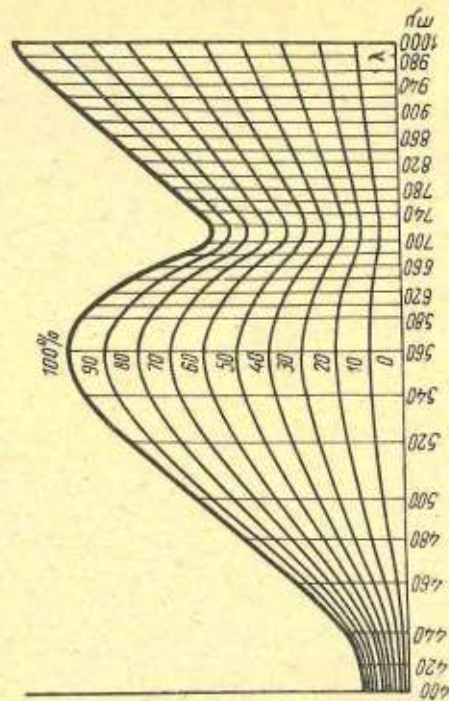


Fig. 4.11. Curbele spectrale ale spectrometrului.

Segmentele verticale dintre linia curentului de întuneric și curba etalon se împart în câte 10 părți egale și punctele respective se unesc între ele (fig. 4.11). Dacă curba spectrală de comparație coincide cu curba etalon trasată

pe ecran, caracteristicile spectrale ale obiectului studiat pot fi determinate, în procente față de etalon, direct în funcție de punctele de intersecție a curbei acestuia cu curbele trasate pe ecran.

În multe cazuri, aceeași rețea de calibrare se poate trasa pe calc și poate fi suprapusă peste curba spectrală studiată prin fixare pe ecranul tubului catodic.

Etalonarea spectrovizorului se verifică cu ajutorul unor filtre de sticlă neutre, fabricate special pentru verificarea aparatelor optice și însoțite de fișe tehnice cu date complete. În fig. 4.12 este prezentată corelația dintre caracteristicile de trecere a filtrelor (T_2), caracteristici indicate în fișele tehnice și reprezentate pe axa absciselor, și rezultatele măsurării coeficientului de trecere cu ajutorul spectrovizorului (T_1), rezultate reprezentate pe axa ordonatelor.

Din diagramă rezultă că liniaritatea curbei obținute este pe deplin satisfăcătoare, precizia măsurărilor efectuate cu spectrovizorul fiind de aproximativ 2% pe întreaga scară.

Câteva aplicații ale spectrovizorului. După cum s-a mai arătat, spectrovizorul poate fi folosit într-o serie de lucrări spectrofotometrice. În fig. 4.13 sînt prezentate rezultatele măsurării coeficientului de trecere al filtrelor optice din sticlă de tip KC-17 (curba 1) și KC-14 (curba 2) și coeficientul de trecere al unei plăci de ebonită (curba 3). Aceste măsurări s-au desfășurat în modul următor.

În fața fantei de intrare a aparatului a fost așezată o lampă electrică cu incandescență de 6 V și 0,28 A, alimentată de la un acumulator. Amplificarea spectrovizorului a fost reglată astfel încît curba spectrală a sursei de lumină să ocupe aproximativ $3/4$ din întregul ecran. După

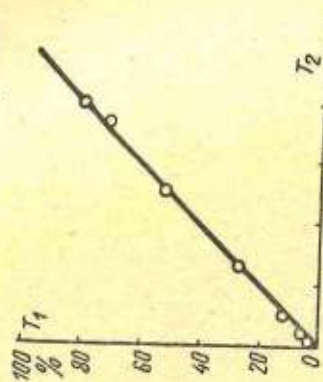


Fig. 4.12. Diagrama de control a spectrometrului.

aceea, fără a modifica amplificarea spectrovizorului, între sursa de lumină (lampa electrică cu incandescență) și fanta de intrare au fost așezate pe rând filtre optice și placa de ebonită. Curbele au fost fotografiate de pe ecranul tubului catodic, cu ajutorul aparatului fotografic „Zenit” cu o expunere de 1/25 s la o diafragmă 4.

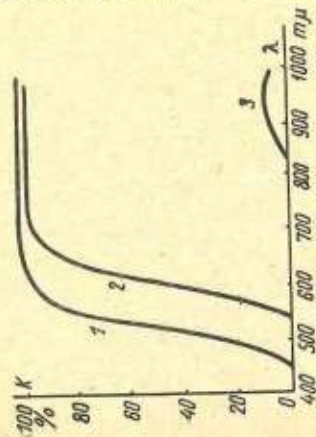


Fig. 4.13. Curbele de trecere ale filtrelor optice din sticlă, precum și a plăcii de ebonită.

țesături din satin alb (curba 1), din satin roșu (curba 2) și din satin verde (curba 3), măsurate cu ajutorul spectrovizorului. Aceste țesături au fost iluminate cu ajutorul a două lămpi electrice cu incandescență de 127 V și 300 W, așezate la 30 cm față de ele. Lămpile au fost alimentate printr-un stabilizator de tensiune ferorezonant. Drept etalon al strălucirii spectrale a fost folosită hîrtia albă baritată, față de care au fost calculate strălucirile materialelor.

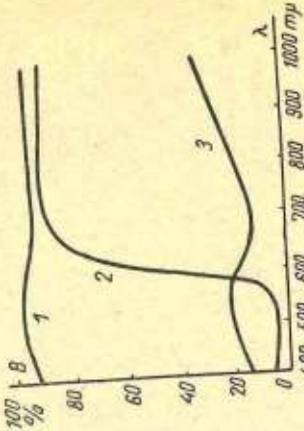


Fig. 4.14. Curbele strălucirii spectrale ale unor țesături din satin alb, roșu și verde.

În cazul măsurărilor pe teren, în locuri unde nu există rețea de curent alternativ, pentru alimentarea electrovibraatoarelor și pentru deflecția orizontală a fasciculului electro-

nic al tubului catodic poate fi folosit un generator de ton obișnuit de tip 3Γ-10. Celelalte elemente ale schemei electronice se alimentează de la un acumulator, printr-un vibrator-convertizor care transformă curentul continuu în curent alternativ.

Utilizarea aparatului descris, evident, nu se limitează la cele trei exemple prezentate. Aparatul poate fi folosit pentru controlul desfășurării reacțiilor în industria chimică, pentru studiul a numeroase procese care se desfășoară rapid, pentru controlul continuu al proceselor industriale etc.

5. TENSOMETRE CU FIR, FĂRĂ AMPLIFICATOR

N. E. Gorevol

Pentru măsurarea deformațiilor dinamice se utilizează cîteodată tensometrele cu fir (traductoarele tensometrice), capabile să debiteze o putere electrică suficientă pentru a putea fi măsurată. Cu ajutorul acestor tensometre se pot măsura și oscilografia deformațiile ce se desfășoară rapid, fără a folosi amplificatoare (despre tensometrie se vorbește mai detaliat în articolul „Stație tensometrică de dimensiuni mici”).

În cazul de față, semnalul este reprezentat prin creșterea curentului în firul traductorului tensometric. Deoarece densitatea curentului în fir este limitată de încălzirea lui, iar secțiunea firului este limitată de adeziunea suprafeței sale, curentul de semnal poate fi mărit numai prin conectarea în paralel a mai multor ramuri, care împreună să alcătuiască o rețea tensosensibilă.

Pentru înregistrarea deformațiilor dinamice se folosesc, de cele mai multe ori, oscilografele cu buclă cu înregistrarea pe materiale fotosensibile. Drept element înregistrator al oscilografului servește bucla (vibratorul), care în timpul funcționării consumă o putere electrică de aproximativ 0,1—0,2 W.

Tensometrul descris reprezintă un traductor parametric rezistiv cu fir, având baza (lungimea) mărită. Acest tensometru este format din mai multe fire paralele (fig. 5.1).

Tensometrul cu baza de 100 mm, format din nouă fire paralele din sîrmă de constantan cu diametrul de 0,05 mm, prezintă o rezistență de aproximativ 10 Ω . Aceste tensometre pot funcționa în montajele în punte, folosind bucle cu rezistență de aproximativ 10 Ω ; de exemplu bucla din grupa VIII a oscilografelor de tip MPO-2 sau „Siemens”.

Curentul tensometrului este limitat de încălzirea lui, care, la rîndul său, depinde de schimbul de căldură dintre tensometru și mediul ambiant. În condiții favorabile de răcire a tensometrului aplicat prin lipire, adică în cazul funcționării acestuia în condițiile unei temperaturi ambiante scăzute, cum ar fi în lichide de răcire sau la efectuarea măsurărilor pe materiale cu conductivitate termică mare și căldură specifică mare, curentul din tensometrele descrise poate ajunge pînă la 0,6 A. În acest caz, încălzirea în raport cu mediul ambiant nu depășește de obicei 8—10 °C. Temperatura de lucru a tensometrelor depinde de proprietățile termoplastice ale cleiului cu care este lipit firul.

Modul de bobinare a tensometrelor este reprezentat în fig. 5.2. Bobinarea se efectuează pe o placă metalică demontabilă 1, cu grosimea de 8—10 mm și lungimea de 700—800 mm. Pe aceasta se bobinează pînă la 30—35 tensometre. Înainte de a o prinde în bacul de bobinare (se poate folosi și un strung), pe placă se înfășoară o hîrtie izolanță 3 (de obicei de tipul pergaminului), cu grosimea de circa 40 μ . Marginile hîrtiei se lipesc pe fața care reprezintă grosimea plăcii, iar cu ajutorul șuruburilor 2 i se imprimă apoi hîrtiei întinderea necesară. Pe muchiile plăcii, peste hîrtie, se întinde sîrma 4 din cupru alămit,

cu diametrul de 0,2—0,3 mm. Pasul înfășurării, egal cu aproximativ 0,4 mm, este fixat prin transmisia 5, care comandă șurubul fără sfîrșit 6. În timpul funcționării, prin rotirea plăcii 1, sîrma de constantan se debobinează

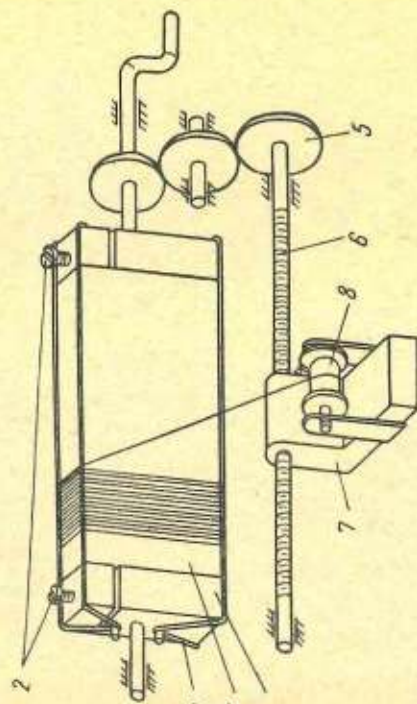


Fig. 5.2. Bobinarea tensometrului.

de pe mosorul 8 și se aranjează în rînduri cu ajutorul căruciorului mobil 7.

După terminarea bobinării, locurile în care sîrma de constantan trece peste sîrmele de cupru se lipesc cu cositor, folosind ca decapant JTH-120. Este posibilă și folosirea colofoniului, însă în acest caz nu este asigurat întotdeauna contactul dintre cositor și constantan. Apoi suportul de hîrtie, împreună cu sîrma bobinată pe el, se acoperă cu un strat de clei БФ-4, БФ-2, de celuloză sau orice alt clei folosit la confecționarea și lipirea tensometrelor cu fir.

După aceasta se dă drumul sîrmelor de cupru și hîrtia cu fir bobinat se taie în lungul feței care reprezintă grosimea plăcii 1. Banda obținută se taie în fișii separate conținând câte 40—45 fire de constantan legate în paralel.

Aceste grupuri de fire de constantan, conectate în paralel prin sîrme de cupru, se leagă în serie (fig. 5.1). La capetele exterioare ale tensometrului se fixează conductoare de ieșire din liță.

În locul plăcii metalice demontabile 1 se poate folosi și un cilindru. Aceasta simplifică bobinarea, însă în același timp reduce întrucâtva calitatea tensometrelor. Tensometrele bobinate și încheiate pe cilindru păstrează forma de arc. La lipirea lor pe piese ele se îndreaptă, iar aceasta duce adeseori la dezlipirea sau la ruperea firelor, precum și la formarea cutelor și a crăpăturilor în stratul de clei sau în suportul de hirtie.

În mod analog se bobinează și tensometrele pe peliculă de clei, cu deosebirea că placa nu se acoperă cu hirtie, ci cu o peliculă de triacetat, pe care se aplică în prealabil 1—2 straturi de clei urmate fiecare de câte o uscare. În rest, confecționarea este analogă cu cea descrisă.

Toate tensometrele confecționate conform acestor procedee sînt insensibile la deformări transversale, deoarece rețeaua sensibilă nu are racordări.

6. APARAT PENTRU DETERMINAREA DEFECTELOR FIRELOR TOARSE

E. E. Berkul

În filaturi, la controlul general al firelor toarse, un loc important îl ocupă determinarea defectelor exterioare (noduri, locuri netoarse etc.). Numărul de defecte ce revine unei anumite lungimi constituie unul din indicii principali care determină calitatea. Concomitent, un număr mare de defecte semnalizează existența unor deranjamente în procesul tehnologic de filare și descoperirea acestor deranjamente la timp poate evita calitatea scăzută a unei producții de masă.

De aceea, determinarea defectelor trebuie să fie suficient de rapidă și obiectivă.

Metoda larg utilizată în prezent, conform căreia firele toarse se înfășoară pe o scîndură neagră și defectele se apreciază după ochi, nu satisface nici pe departe aceste cerințe. În acest caz, numărul de defecte apreciate pentru aceeași porțiune a firului tors depinde în mod esențial

de particularitățile, de deprinderea și de interesul persoanei care efectuează operația respectivă. Deoarece viteza acestei operații este redusă, aprecierea (numărarea) defectelor se face de obicei pe porțiuni mici de fir, iar apoi rezultatul se extrapolează pentru lungimi de 1000 m. Numărul de defecte astfel obținut nu poate reflecta corect calitatea firului, deoarece defectele sînt răspîndite neuniform pe toată lungimea sa. Un alt neajuns al acestei metode constă și în faptul că la numărarea defectelor pe scîndura neagră, vederea persoanei care efectuează această operație obosește foarte mult. Ca urmare, ea trebuie să facă întreruperi dese, ceea ce reduce și mai mult productivitatea muncii.

Cerințele actuale nu pot fi satisfăcute integral nici de aparatele care, la numărare, folosesc principiul acțiunii mecanice a firului tors asupra unui sistem mobil ce comandă dispozitivul de numărare. În principiu, viteza de numărare a acestor aparate nu poate fi mărită, datorită inerției sistemului mobil, iar scăpări în ceea ce privește sesizarea defectelor firului insuficient răscut există chiar și la viteze mici de deplasare a firului.

Autorul, împreună cu inginerul N. N. Iurkov, a elaborat și a introdus la filatura-țesătorie „Okteabr” din Leningrad un nou aparat pentru determinarea defectelor firelor toarse. Acest aparat permite să se aprecieze obiectiv numărul de defecte ale unui fir de orice lungime. El poate să înregistreze defecte care depășesc orice nivel prescris. Viteza sa de numărare poate să ajungă pînă la 200 de defecte pe secundă, repartizate uniform. Aceasta înseamnă că la o viteză de deplasare a firului de 0,5 m/s, distanța minimă dintre două defecte înregistrate separat este de 0,25 cm. Pentru fire cu puține defecte, viteza lor de trecere prin aparat poate fi și mai mare. Aparatul conține o vîrtelniță obișnuită de laborator, antrenată de un motor electric și prevăzută cu un dispozitiv pentru oprirea automată după trecerea unui fir de o anumită lungime prescrisă. Comanda aparatului este relativ simplă și accesibilă unei muncitoare fără pregătire specială.

Principiul de funcționare. Funcționarea aparatului se bazează pe variația fluxului luminos prin care se deplasează firul cercetat. Această variație este transformată în

semnale electrice, care comandă funcționarea unui dispozitiv de numărare. Transformarea se realizează cu ajutorul unei celule fotoelectrice. Schema optică a aparatului este reprezentată în fig. 6.1, iar schema lui electrică este dată în fig. 6.2.

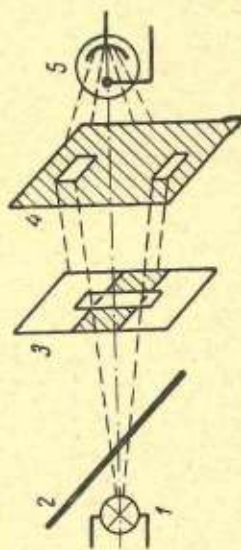


Fig. 6.1. Schema părții optice a aparatului pentru determinarea defectelor firelor toarse:

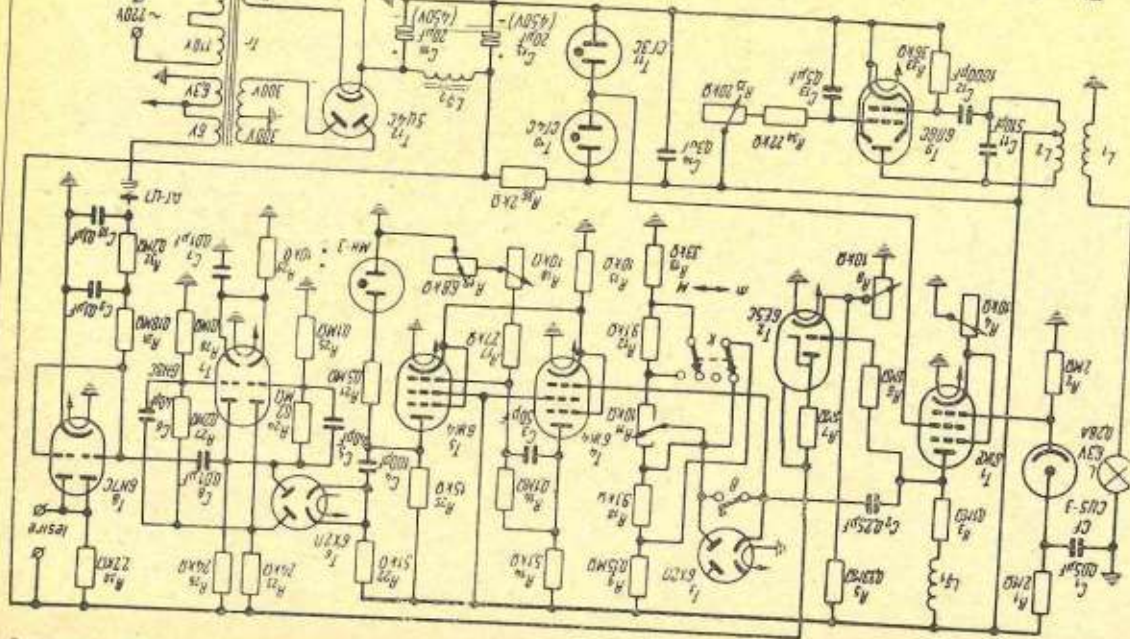
1 - lampă de iluminare; 2 - firul cercetat; 3 - diafragmă; 4 - geam mat dispersant; 5 - celulă fotoelectrică.

O lampă electrică cu incandescență L produce un flux luminos constant. O parte din acest flux, limitat de o diafragmă cu fantă, pătrunde printr-un geam mat dispersant la celula fotoelectrică CF . Cantitatea de lumină care ajunge la celula fotoelectrică depinde de diametrul mediu al porțiunii de fir aflată în dreptul fantei. Lungimea acestei porțiuni este determinată de lățimea fantei, care se alege în funcție de dimensiunea minimă a defectului în lungime. De exemplu, pe cale experimentală s-a stabilit că pentru firele toarse nr. 40-120 este necesară o lățime a fantei de aproximativ 0,8 mm.

La iluminarea celei fotoelectrice, tensiunea pe rezistența sa de sarcină R_2 este proporțională cu valoarea fluxului luminos incident. De aceea, dacă în dreptul fantei trece o porțiune îngroșată a firului imediat după o porțiune cu diametru nominal propriu numărului respectiv, pe rezistența R_2 apare un impuls de tensiune proporțional cu diferența dintre cele două diametre. Datorită puterii sale extrem de mici, acest impuls nu poate fi folosit pentru acționarea directă a contorului și în prealabil el trebuie amplificat.

Amplificatorul este realizat cu un singur etaj. Pentru îmbunătățirea caracteristicii sale de amplitudine se utili-

Fig. 6.2. Schema de principiu a aparatului pentru determinarea defectelor firelor toarse.



zează reacția negativă de curent. Pentru aceasta, în circuitul anodic al tubului T_1 este introdusă o bobină de soc de corecție L_8 , care extinde banda frecvențelor transmise până la 20 kHz. Această extindere este necesară pentru amplificarea nedistorsionată a impulsurilor de scurtă durată, provocate de defectele scurte la viteze mari de deplasare a firului.

Tubul T_1 se mai folosește și ca amplificator de tensiune continuă pentru indicatorul electronic (ochiul magic) T_2 , care controlează tensiunea de filament a lămpii electrice cu incandescență utilizată pentru iluminare. Regimul indicatorului se reglează cu ajutorul rezistenței variabile R_8 , astfel încât pentru o tensiune de filament normală sectorul umbrit de pe ecran să dispară complet.

Impulsul de semnal amplificat și răsturnat ca fază se aplică la intrarea selectorului de amplitudine cu prag de acționare reglabil; acesta, în funcție de amplitudinea impulsului, determină dacă îngroșarea respectivă reprezintă un defect, adică dacă diametrul îngroșării depășește un anumit nivel. În selector se folosesc tuburile T_4 și T_5 .

Înainte de sosirea impulsului, tubul T_4 este blocat de curentul tubului T_5 , care circulă prin rezistența R_{15} . Dacă amplitudinea impulsului de intrare depășește pragul de acționare, tubul T_4 se deblochează și tensiunea anodului său scade. Deoarece anodul tubului T_4 este cuplat cu grila tubului T_5 , scade și tensiunea de grilă a acestuia. Totodată, curentul anodic al tubului T_5 scade de asemenea, iar curentul anodic al tubului T_4 crește.

Acest proces se desfășoară în avalanșă, având ca rezultat blocarea completă a tubului T_5 . În această situație, tensiunea sa anodică crește prin salt, ceea ce duce la aprinderea tubului de semnalizare cu neon MH-3, montat pe panoul frontal al aparatului; acesta este denumit convențional „Indicator de nivel”. Schema rămâne în această situație atât timp cât durează impulsul de intrare, după care toate procesele se desfășoară în succesiune inversă și tensiunea de la anodul tubului T_5 scade din nou până la valoarea inițială. Dacă însă amplitudinea impulsului de intrare se găsește sub pragul de acționare, tubul T_4 rămâne în continuare blocat.

Pragul de acționare poate fi reglat variind potențialul continuu al grilei tubului T_4 . Acest potențial se fixează cu ajutorul divizorului de tensiune alcătuit din rezistențele R_9 , R_{10} , R_{12} , R_{13} și potențiometrul R_{11} și poate fi variat în limitele corespunzătoare diametrelor maxim admisibile îngroșărilor. Butonul potențiometrului R_{11} , cu ajutorul căruia se reglează continuu acest potențial („Fixarea nivelului”) se găsește pe panoul frontal și este prevăzut cu o scară gradată.

Pentru mărirea preciziei de fixare a valorii prescise, aparatul este prevăzut cu două scări: una pentru valori mari M și alta pentru valori mici m . Comutarea se realizează cu ajutorul comutatorului K , plasat pe panoul frontal al aparatului.

Pe panoul frontal al aparatului este plasat de asemenea și butonul rezistenței variabile R_{19} („Aducere la zero”), cu care se corectează poziția inițială a scării „Fixarea nivelului”.

Dioda T_3 fixează potențialul continuu al grilei tubului T_4 la valoarea comandată de potențiometrul R_{11} . Acest potențial se fixează rapid prin apăsarea de scurtă durată a butonului B .

Impulsurile dreptunghiulare pozitive obținute la anodul tubului T_5 se aplică la un etaj de numărare. Conform schemei acestui etaj, curentul anodic circulă numai printr-o jumătate a tubului T_7 , cealaltă jumătate fiind blocată în acest timp. Impulsul ascuțit negativ, rezultat în urma trecerii frontului posterior al impulsului dreptunghiular prin circuitul de diferențiere cu constantă de timp mică (condensatorul C_4 și rezistența R_{22}), prin dubla diodă T_6 , se aplică la anodul jumătății blocate a tubului T_7 . În acest moment, schema trece prin salt într-o stare nouă, în care partea de tub care înainte conducea se blochează, iar partea care înainte era blocată începe să conducă. Această stare se menține până la sosirea impulsului următor, care reduce schema în stare inițială.

Astfel, dacă se examinează oricare dintre cele două jumătăți de tub (de exemplu, cea din dreapta), se constată că starea sa inițială nu se reînnoiește la fiecare impuls incident, ci la fiecare al doilea impuls, adică numărul de impulsuri obținute la ieșire este egal cu jumătate din

numărul de impulsuri aplicate la intrare. Aceasta permite să se dubleze numărul de impulsuri înregistrate într-o secundă și, prin urmare, fără a prejudicia precizia numărării, se poate mări viteza de deplasare a firului prin aparat. Pentru a obține însă numărul real de defecte, indicațiile dispozitivului de numărare trebuie înmulțite cu 2.

Impulsurile de ieșire de la anodul jumătății din dreapta a tubului T_7 se aplică la grila tubului final T_8 , în al cărui circuit anodic (ieșire) se conectează bobina-
jul dispozitivului electromecanic de numărare impulsuri CB-1 m/100. Parametrii și regimul de funcționare a tubului etajului final sînt determinați de forma necesară impulsurilor pentru funcționarea normală a dispozitivului de numărare, conform datelor lui tehnice. Tensiunea de negativare a tubului T_8 se obține redresînd tensiunea bobinajului de încălzire a tuburilor și a bobinajului suplimentar de 6 V, prin redresorul ДГ-117.

În fig. 6.3 sînt reprezentate diagramele de timp, idealizate, care explică detaliat funcționarea aparatului.

Pentru funcționarea corectă a întregului aparat este foarte importantă stabilitatea tensiunilor de alimentare, în special stabilitatea tensiunii de filament a lămpii electrice cu incandescență pentru iluminat L . De aceea, pentru alimentarea acesteia se folosește tensiunea de înaltă frecvență debitată de un generator special, realizat cu tubul T_9 , a cărui tensiune anodică este stabilizată cu ajutorul tuburilor stabilizatoare T_{10} și T_{11} . Alimentarea lămpii electrice cu incandescență direct în curent alternativ de la un transformator este inadmisibilă, deoarece fluxul luminos, datorită inerției insuficiente a filamentului, ar pulsa cu frecvența de 100 Hz, ceea ce ar introduce distorsiuni în funcționarea aparatului. În cazul prezentului montaj, tensiunea de filament a lămpii electrice cu incandescență se reglează variînd tensiunea grilei ecran a tubului T_9 , cu ajutorul rezistenței variabile R_{35} , al cărui buton („Incandescența lămpii”) este plasat pe panoul frontal al aparatului.

În afară de generatorul de înaltă frecvență, sînt alimentate cu tensiune stabilizată și circuitele anodice și de ecran ale amplificatorului și selectorului de amplitudine,

precum și celula fotoelectrică, celelalte etaje ale aparatului fiind alimentate cu tensiune nestabilizată.

Redresorul are o schemă obișnuită de redresare a ambelor alternanțe. Datorită faptului că în condițiile de

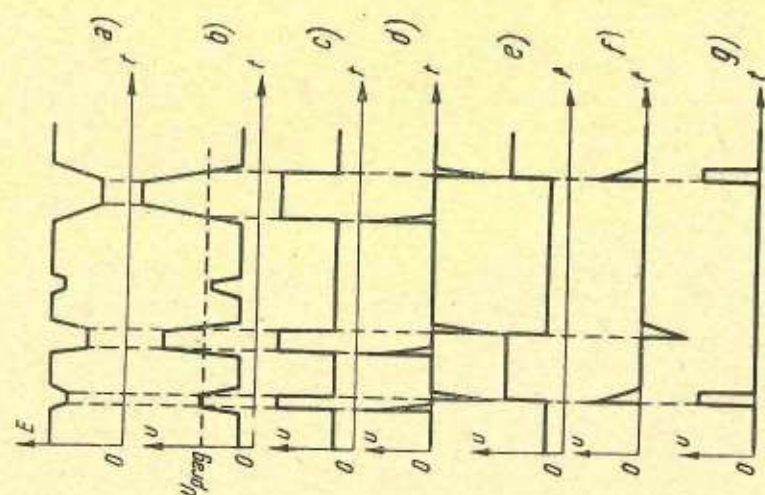


Fig. 6.3. Diagramele de timp ale funcționării aparatului :
a - iluminarea cetei fotoelectrice ; b - tensiunea la grila de comandă a tubului T_1 și tensiunea de prag a selectorului ; c - tensiunea la anodul tubului T_2 ; d - tensiunea la catodul tubului T_3 ; e - tensiunea la anodul din dreapta al tubului T_7 ; f - tensiunea la grila tubului T_8 ; g - tensiunea la ieșire (la bobinajul numărătorului).

fabrică tensiunea rețelei electrice este supusă unor oscilații importante, aparatul se conectează, suplimentar, printr-un stabilizator de tensiune ferorezonant industrial

de tip CT-250. Puterea totală consumată de aparat este de aproximativ 100 W.

Construcția aparatului. Aparatul este montat pe un șasiu orizontal și pe un panou frontal vertical, confecționate din aluminiu. Șasiul se introduce în carcasă și se fixează de aceasta prin patru șuruburi care servesc concomitent și pentru prinderea amortizoarelor de cauciuc. De panoul frontal se fixează dispozitivul prin care trece firul cercetat, dispozitiv montat pe o placă separată. Acest dispozitiv conține șase role de ghidare, diafragma și dulia lampii electrice cu incandescență, fixată astfel încât să fie posibilă deplasarea ei în orice direcție. Tot pe panoul frontal mai sînt plasate și butoanele de comandă ale aparatului, precum și indicatoarele de control, prevăzute cu inscripții corespunzătoare destinației lor.

Pe șasiul orizontal (deasupra) sînt amplasate tuburile, transformatorul de rețea T_r , condensatoarele filtrului C_{15} și C_{16} , rezistența bobinată R_{36} și celula fotoelectrică închisă într-un blindaj metalic care o protejează împotriva luminii și a acțiunii cîmpurilor electrice exterioare. Rolul geamului mat dispersant îl are suprafața balonului celei fotoelectrice, prelucrată cu șmirghel fin. Tot deasupra, pe șasiu, sînt plasate butoanele rezistențelor variabile R_4 , R_8 și R_{10} , care servesc pentru reglarea aparatului la înlocuirea tuburilor.

Conexiunile aparatului sînt situate pe partea inferioară a șasiului.

Dispozitivul de numărat impulsuri se conectează la aparat printr-un cordon flexibil cu izolație de cauciuc, lung de circa 1 m. Bornele pentru conectarea sa sînt situate pe capacul din spate al aparatului.

Aparatul are dimensiunile de $380 \times 290 \times 210$ mm, iar greutatea sa este de 10,5 kg. Aspectul său exterior este reprezentat în fig. 6.4, iar amplasarea pieselor pe șasiu în fig. 6.5.

Etalonarea și funcționarea aparatului. Pentru a avea posibilitatea de a regla aparatul corespunzător dimensiunii minime a defectului, scara potențiometrului R_{11} („Fixarea nivelului”) se etalonează în milimetri. Pentru aceasta se folosește o garnitură de sîrme cu diametre diferite (de peste 0,1 mm), fixate în armături speciale.

Diametrul acestor sîrme se măsoară, în prealabil, cu precizie, cu ajutorul unui micrometru. Apoi, etalonarea se efectuează în următoarea succesiune.

1. Cu ajutorul potențiometrului R_{15} („Incandescența lampii”) se reglează incandescența normală a lampii electrice pentru iluminat. În această situație, sectoarele luminoase ale ecranului ochiului magic trebuie să acopere toată suprafața, însă nu trebuie să se suprapună dacă incandescența a fost reglată corect.

2. Se corectează poziția de zero a reglării nivelului. Pentru aceasta, indicatorul se aduce la zero, iar comutatorul K se așază în poziția M , scurtcircuitîndu-se rezistența divizorului R_{12} . În acest caz, potențialul grilei tubului T_4 devine maxim. Mai departe, cu ajutorul rezistenței variabile R_{19} („Aducere la zero”), selectorul de amplitudine este adus în stare de acționare,

ceea ce este marcat prin aprinderea tubului de semnalizare MH-3 („Indicator de nivel”). Rotirea butonului „Aducere la zero” începe din poziția în care lampa de semnalizare nu arde și încetează la aprinderea acesteia.

3. Potențiometrul R_{11} se aduce la diviziunea maximă, iar comutatorul K se așază în poziția m , adică în poziția în care selectorul acționează numai în cazul unor amplitudini maxime a impulsurilor de intrare. După o apăsare de scurtă durată a butonului B , în fluxul luminos se introduce de cîteva ori sîrma cu diametrul maxim. Concomitent, indicatorul se rotește în sensul diviziunilor mici, pînă cînd, la introducerea sîrmei în fluxul luminos, se aprinde tubul de semnalizare MH-3, notîndu-se diviziunea respectivă.

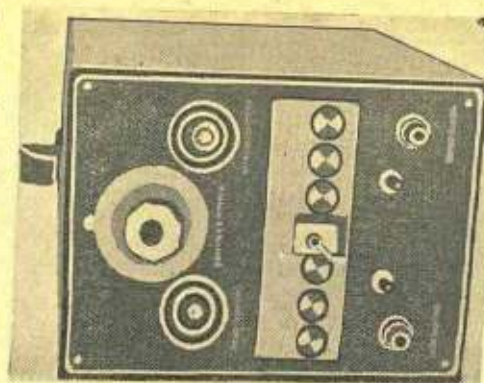


Fig. 6.4. Aspectul exterior al aparatului pentru determinarea defectelor firelor toarse.

În continuare, în fluxul luminos se introduc succesiv toate sîrmele, în ordinea descrescătoare a valorilor diametrului lor, și pentru fiecare se notează diviziunea corespunzătoare poziției pentru care se aprinde lampa de semnalizare. După ce toată scara a fost etalonată, indicatorul se

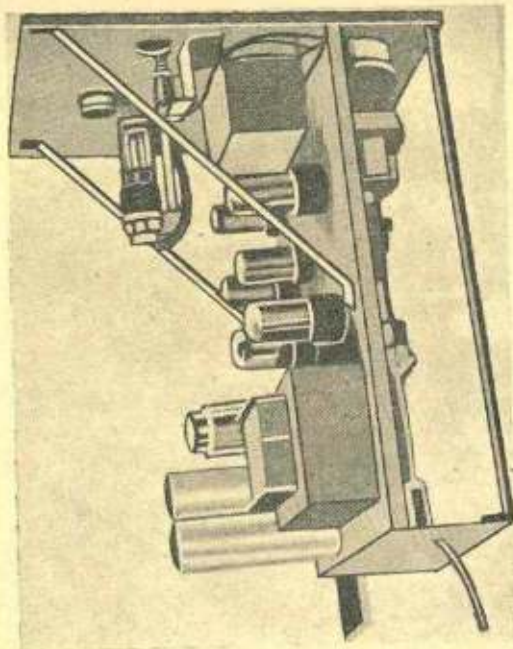


Fig. 6.5. Amplasarea pieselor pe șasiul aparatului.

trece din nou pe diviziunea maximă, iar comutatorul K se așază în poziția M , etalonarea continuînd.

4. Conform datelor obținute se construiește o curbă de etalonare, reprezentînd pe o axă valorile diametrelor, iar pe cealaltă diviziunile corespunzătoare.

Aparatul se etalonează de obicei o singură dată, după ce a fost construit, sau dacă i se înlocuiesc tuburile T_1 , T_2 , T_4 , T_5 , celula fotoelectrică CF sau lampa electrică cu incandescență L .

Cînd aparatul este pus în funcțiune, în primul rînd se reglează incandescența normală a lămpii de iluminat și se corectează zeroul, în ordinea descrisă mai înainte. În continuare, cunoscînd diametrul nominal corespunzător numărului de fir tors și admițînd un diametru minim al defec-

telor, din curba aparatului se stabilește poziția necesară a butonului „Fixarea nivelului” și a comutatorului K . După aceea, firul se introduce între role și după apăsarea butonului B și aducerea la zero a dispozitivului de numărare, vîrtejnița se pune în mișcare. Trecînd lungimea de fir necesară, se determină numărul real de defecte, înmulțind cu 2 indicațiile dispozitivului de numărare. Pentru a controla alt număr de fir tors, „Indicatorul de nivel” trebuie să fie mutat la altă diviziune corespunzătoare.

Acest aparat a fost expus la cea de-a XIII-a Expoziție unională a radioamatorilor constructori.

7. STAȚIE TENSOMETRICĂ DE DIMENSIUNI MICI

N. E. Gorevoi

În studiul mărimilor mecanice, un loc important îl ocupă măsurarea proceselor de deformare rapidă înfîlînită în construcții, în piesele de mașini și diverse materiale. Rezultatul acestor măsurări se utilizează atît în proiectare cît și la aprecierea calității diferitelor construcții sau mașini. Aceste măsurări se fac transformînd deformațiile în semnal electric, în care scop, în majoritatea cazurilor, se folosesc tensometre cu fir.

Tensometrul cu fir reprezintă o serie de bucle din sîrmă subțire de mare rezistență așezată în zigzag și lipită între două fișii de hîrtie. La capetele ei se lipesc cu cositor sau se sudează electric conductoare de ieșire din cupru. Tensometrul se aplică pe construcția, pe piesa sau pe modelul încercat. La deformarea acestora datorită sarcinilor mecanice, firul de mare rezistență a tensometrului se deformează împreună cu materialul care percepe sarcina. Aceasta modifică dimensiunile geometrice și proprietățile fizice ale firului și, prin urmare, rezistența tensometrului. Măsurarea deformației se reduce, deci, la măsurarea variației acestei rezistențe. Mai mult decît atît, între variația rezistenței firului și deformația studiată (în limitele deformației relative de 2—3%) există o dependență liniară, ceea

ce determină o legătură directă între solicitările mecanice și indicațiile aparatului.

De obicei, tensometrele se conectează în punte. Aceasta se alimentează în curent continuu sau alternativ. Puntea are patru brațe, într-o diagonală aplicându-se tensiunea de alimentare, iar din cealaltă culegându-se tensiunea de semnal care apare la dezechilibrare, datorită variației rezistenței tensometrului.

Marea precizie și stabilitate a transformării deformăției în semnal electric, pe lângă dimensiunile mici și greutatea redusă, au determinat o largă utilizare a tensometrelor cu fir în tehnica măsurării celor mai variate mărimi mecanice.

Pe lângă toate aceste calități, tensometrele au un neajuns esențial, și anume sensibilitatea redusă. Tensiunea de semnal a traductorului reprezintă milimi de volt. Pentru amplificarea acestui semnal până la valoarea necesară pentru a fi înregistrată cu ajutorul oscilografului, se folosesc amplificatoare tensometrice.

Măsurarea simultană a deformățiilor apărute în mai multe puncte, în condițiile unor obiecte mobile, este legată de necesitatea unei amplificări separate pe mai multe canale și a unui aparataj special rezistent la trepidății. Un astfel de aparat este stația tensometrică de dimensiuni mici (pentru tensometrele cu fir), descrisă în cele ce urmează (fig 7.1).

Stația tensometrică are trei canale de amplificare separate și interschimbabile și un oscilator pilot de frecvență purtătoare, toate aceste etaje fiind amplasate în același corp de oțel. La acest bloc cu trei canale al stației tensometrice se mai poate conecta un adaptor cu patru canale analoge. Astfel, aparatul descris permite să se măsoare până la șapte procese simultane.

Datorită nestabilității amplificatoarelor electronice de curent continuu, în stația tensometrică descrisă, punțile cu tensometre se alimentează în curent alternativ de frecvență purtătoare. Acest curent, după ce este modulat prin variația rezistenței tensometrelor, se aplică amplificatoarelor de curent alternativ. Pentru demodulație sînt utilizate detectoare sensibile la fază, inelare, al căror curent de ieșire este înregistrat de vibratoarele oscilografului.

În cazul aparatului descris, frecvența purtătoare s-a ales de 2 000 Hz, ceea ce asigură funcționarea în cazul frecvențelor de deformare cuprinse între zero și 200—250 Hz. Curentul de ieșire reprezintă 25 mA.

Stația tensometrică este prevăzută să funcționeze cu vibratoare din grupele IV și V ale oscilografului de

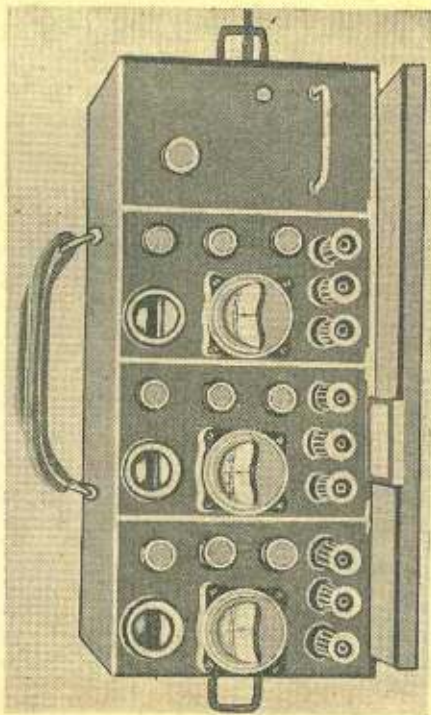


Fig. 7.1. Vederea exterioră a stației tensometrice de dimensiuni mici.

tip MJO-2, însă este posibilă și folosirea altor oscilografe, avînd vibratoare cu rezistența de aproximativ 6 Ω .

Intrarea canalelor de amplificare este dimensionată pentru tensometre cu fir avînd rezistența de 50—400 Ω . Deoarece tensometrele și conductoarele de legătură reprezintă o jumătate din puntea echilibrată în curent alternativ, pentru compensarea componentei active și a componentei reactive ale impedanței conductoarelor, fiecare canal este prevăzută cu regulatoare (compensarea în ceea ce privește rezistența nu depășește 0,5 Ω , iar în ceea ce privește capacitatea 500 pF).

Stația tensometrică poate fi alimentată de la orice redresor stabilizat sau de la baterii.

Schema de principiu. Schema unui canal al acestui amplificator și a oscilatorului pilot sînt reprezentate în

fig. 7.2. Fiecare canal reprezintă un amplificator de tensiune cu trei etaje, realizat cu două triode ale tubului T_1 de tip 6H2Π și o triodă a tubului T_2 de tip 6H1Π. Primele două etaje sînt executate conform unei scheme cu cuplaj RC, iar al treilea etaj, conform schemei unui amplificator de putere.

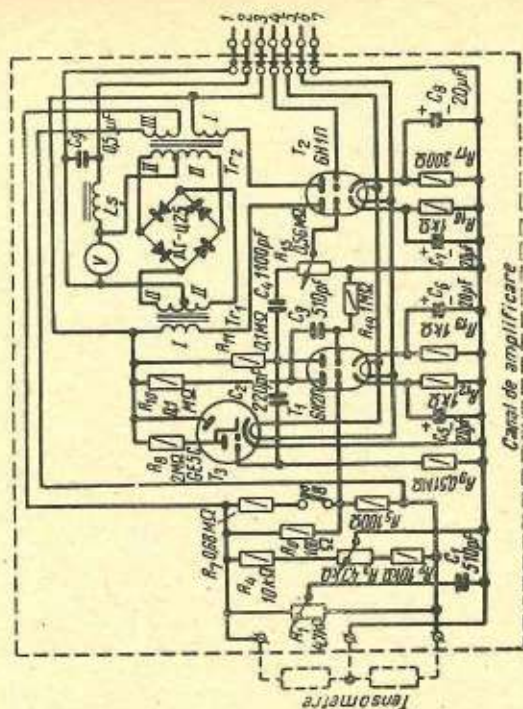


Fig. 7.2. Schema de principiu

După cum s-a arătat, intrarea canalului este formată dintr-o punte cu patru brațe, care conține două tensometre de măsurare care se lipsesc pe piesa studiată, și rezistențele R_5 și R_6 .

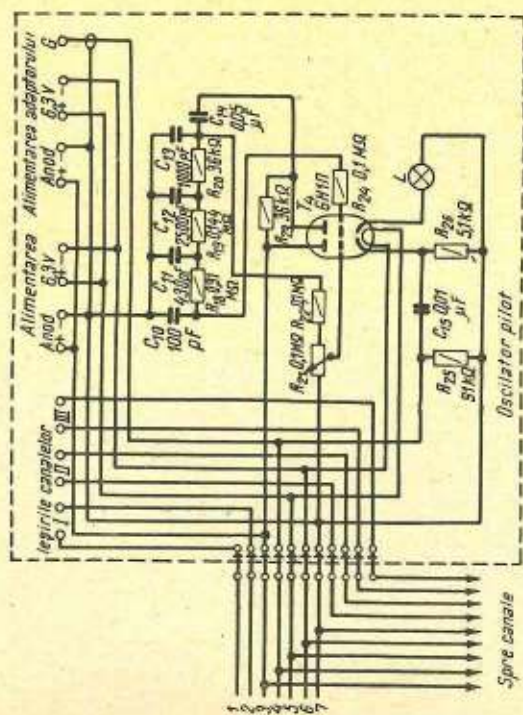
Componenta activă a impedanței conductoarelor se echilibrează cu ajutorul potențiometrului R_3 , iar componenta reactivă — cu ajutorul potențiometrului R_1 și a condensatorului C_1 .

Puntea de măsurare se alimentează de la transformatorul Tr_2 , bornele de alimentare fiind scoase pe panoul frontal al canalului.

La o modificare corespunzătoare a pieselor circuitelor de echilibrare, adică R_3 , R_4 , C_1 , și la schimbarea regimu-

lui de alimentare a circuitului de măsurare, se pot folosi atât tensometre cu altă rezistență cît și traductoare principal diferite, de exemplu capacitive, inductive etc.

Rezistența de etalonare electrică R_7 , conectată la schema de intrare prin butonul B aflat pe panoul frontal, servește pentru determinarea factorului de amplificarea al canalului.



a stației tensometrice.

Conectarea acestei rezistențe creează o dezechilibrare a punții de intrare și pe grila tubului primului etaj de amplificare apare un semnal de etalonare de o anumită valoare. Acest semnal este echivalent cu semnalul unui tensometru care măsoară o deformare de 0,0083%.

Valoarea semnalului de etalonare electrică se poate determina prin compararea lui cu semnalul cunoscut al tensometrului lipit pe o plăcuță de etalonare. Cunoșcînd deformarea plăcuței se obține scara de dezechilibrare, în unități de deformare a materialului studiat sau în unități de tensiune.

Pentru comoditatea controlului funcționării și acordării, fiecare canal este prevăzut cu un dispozitiv propriu

de echilibrare și control. Echilibrul punții de măsurare se verifică cu indicatorul electronic de acord (tubul T_3 de tip 6E5C) și aparatul indicator cu ac (voltmetrul V de tip M-63) având diviziunea zero la mijlocul scării; ambele indicatoare sînt situate pe panoul frontal. Voltmetrul indică valoarea și polaritatea componentelor continue a tensiunii de ieșire; la compensarea componentelor activă și reactivă ale impedanței conductoarelor, sectorul indicatorului de acord T_3 este complet deschis, iar acul voltmetrului se găsește la zero.

Ca detectoare se folosesc diodele cu germaniu ДГ-1125, însă este posibilă și folosirea redresoarelor cu seleniu.

Bobina de șoc L_5 este executată pe un miez din tole III-12, grosimea pachetului fiind de 14 mm. Ea conține 140 spire din sîrmă de cupru-email de 0,51 mm. Miezul transformatorului Tr_1 este identic cu cel al bobinei de șoc L_5 , iar bobina I constă din 2100 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,12 mm și bobina II — din 2×30 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,33 mm. Transformatorul Tr_2 este executat pe un miez din tole III-16, grosimea pachetului fiind de 16 mm; bobina I al acestui transformator constă din 1800 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,12 mm, bobina II — din 2×22 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,33 mm și bobina III — din 30 de spire din sîrmă de cupru-email de 0,5 mm.

Toate rezistențele fixe ale aparatului sînt de tipul BC pentru o putere disipată de 0,25 W, iar rezistențele variabile sînt de tipul CFI-1 pentru o putere disipată de 1 W.

Filtrul de joasă frecvență, plasat la ieșirea amplificatorului, este prevăzut să oprească toate oscilațiile de frecvență înaltă care apar la detecție. Capacitatea condensatorului C_9 și inductanța bobinei de șoc L_5 sînt astfel alese încît caracteristica de frecvență a filtrului să cadă începînd de la frecvența de aproximativ 200 Hz.

Oscilatorul pilot RC al frecvenței purtătoare este realizat cu trioda din dreapta a tubului T_4 . Pentru reglarea amplitudinii tensiunii de ieșire servește rezistența variabilă R_{31} . Amplitudinea tensiunii generate este stabilizată automat prin rezistența neliniară din circuitul catodic al tubului. Drept rezistență neliniară se utilizează lampa electrică cu incandescență L de tip CM-31.

Etajul care conține trioda a doua (din stînga) a tubului T_4 reprezintă un repetor catodic; acesta asigură o sarcină constantă oscilatorului. Tensiunea de frecvență purtătoare de la repetorul catodic se aplică, prin condensatorul C_{15} și prin cablurile de legătură, la grila triodei din dreapta a tubului T_2 , care funcționează ca amplificator de putere.

Construcția stației tensometrice. Blocul care conține canalele de amplificare și oscilatorul pilot este executat din oțel sudat, fiind prevăzut cu dispozitive care în timpul încercărilor să-i asigure suspendarea sau fixarea pe obiectele respective. Gabaritul blocului cu trei canale și cu oscilator pilot sau al adaptorului cu patru canale este de $320 \times 150 \times 140$ mm, iar greutatea sa este de aproximativ 9 kg.

Toate conductoarele care merg spre aparat sau conexiunile din interiorul acestuia sînt executate din liță izolată în policlorură de vinil; aceste conductoare sînt prevăzute cu fișe la capete și împletite între ele. Pentru mărirea rezistenței la vibrații, conexiunile sînt legate în fascicule și înclieate.

Siguranța de funcționare a aparatelor care lucrează pe obiecte mobile supuse unor trepidații puternice este determinată de calitatea fixării tuturor pieselor, precum și de calitatea executării montajului electric.

Stația tensometrică de dimensiuni mici descrisă a fost folosită la încercări în ceea ce privește rezistența la vibrații într-un regim de trepidații de 12,5 g (acelerația gravitației 981 cm/s^2), cu frecvența de 25 Hz. De asemenea, ea a fost folosită la încercarea unor obiecte mobile în condiții de șocuri, accelerațiile ajungînd pînă la 9 g și nu a introdus distorsiuni la înregistrarea procesului măsurat.

Redactor - responsabil de carte : Ing. M. Varia
Tehnoredactor : I. Logan

Det la cules : 15.11.60. Bun de tipar : 13.12.60. Hîrnie
semivestindă de 65 g/m², 54x84/16. Coli editoriale 3,65.
Coli de tipar 4,5. Comanda T 5163 A 06131. Indicele de
clasificare pentru bibliotecile mari 621.389. Indicele de
clasificare pentru bibliotecile mici 621.

Tiparul executat sub comanda nr. 6372 la Întreprinderea
Poligrafică Timișoara, str. Popa Șapcă 8. - R.P.R.
E. 23 557.

Cărți apărute

Bazele teoretice ale radiocomunicațiilor
de *A. Harkevici*
traducere din limba rusă, nivel superior

Fenomene nelineare și parametrice în radiotehnică
de *A. Harkevici*
traducere din limba rusă, nivel superior

Radioul ? ... Nimic mai simplu !
de *E. Alsberg*
traducere din limba franceză, nivel mediu

Televiziunea ? ... Nimic mai simplu !
de *E. Alsberg*
traducere din limba franceză, nivel mediu

Lei 2,35