

colecția • radio și televiziune • 102

C. Luca
L. Zonescu

Montaje acustice pentru difuzoare

ing. Cornel Luca
ing. Liviu Zănescu

MONTAJE ACUSTICE PENTRU DIFUZOARE



Editura tehnică
București - 1972

Lucrarea prezintă funcționarea difuzoarelor ca elemente singulare, cât și montate în panouri sau incinte acustice.

Se prezintă soluții de realizare a incintelor și panourilor acustice. Sunt descrise rețelele de reparație utilizate în ansamblurile care cuprind mai multe difuzoare.

Capitolele o serie de tabele cu performanțele electrice și acustice ale difuzoarelor fabricate în țară și străinătate, și cu dimensiunile incintelor acustice în funcție de diametrul difuzorului utilizat.

„Montaje acustice pentru difuzoare” completează ciclul lucrărilor apărute în colecția „Radio și Televiziune” adresate celor care doresc să realizeze cu mijloace proprii o instalație pentru reproducere sonoră de înaltă fidelitate.

INTRODUCERE

Reproducerea pe cale electroacustică a sunetului impune prezența la ieșirea lanțului de transmisie a unui transductor capabil să transforme oscilațiile electrice în oscilații mecanice și să asigure, în acest fel, controlul auditiv al calității și conținutului programului sonor. Transductorul, la care ne referim, este cunoscut sub denumirea de difuzor.

Cu structuri, posibilități și caracteristici situate în limite dintre cele mai largi, în funcție de principiul de funcționare, de soluțiile constructive și de calitatea materialelor din care sunt confecționate, difuzoarele rămân, chiar și astăzi, componentele cele mai „dificile” ale lanțului electroacustic. Se întâmplă adeseori ca un difuzor cu valori neconvenabile ale factorului de distorsiuni armonice, ale factorului de distorsiuni de intermodulație, ale randamentului și cu o curbă de răspuns caracterizată prin pronunțate denivelări, să anuleze bunele performanțe tehnice ale celorlalte componente ale lanțului de transmisie.

Dar, cu cât sînt mai controversate părerile privind calitățile tehnice ale difuzoarelor, cu atât mai mare este atenția ce li se acordă de către constructori și de către amatorii de reproducere sonore de bună calitate. Firmele constructoare se străduiesc să obțină, pentru majoritatea parametrilor tehnici, valori apropiate de cele optime, în condițiile unor prețuri acceptabile.

O preocupare asemănătoare există și pentru montajul acustic al difuzorului, în sensul de a-i adapta acestuia panoul sau incinta acustică cea mai potrivită.

Deoarece, practic, este dificil de construit un difuzor care să satisfacă cerințele de calitate impuse într-o repro-

lucru, poate (ca de exemplu realizarea unei curbe de răspuns cu densități minime, într-un interval de 10-20 kHz), de foarte multe ori, se adoptă soluția utilizării unui ansamblu de două, trei sau chiar mai multe difuzoare. Faptul dintre aceste difuzoare asigură, în domeniul de frecvențe pentru care a fost prevăzut, performanțele tehnice cele mai bune. Este evident că, majorarea numărului de difuzoare creștea pentru constructori dificultățile legate atât de stabilirea amplasamentului celui mai potrivit pe un ecran sau pe o frontieră, cât și de separarea benzilor de frecvențe corespunzătoare fiecărui difuzor. În plus, a încetă sau un panou acustic trebuie să satisfacă și cerințele acelor persoane care consideră mai important aspectul interior al încăperii de audiere, față de înalta fidelitate secundară. În acest sens, trebuie amintit că, datorită depunerii de constructori în scopul miniaturizării acestor încăperi și asigurării unor înfățișări care să se poată adapta diferitelor stiluri de mobilier ce se folosesc în locuințe.

Toturiu acestor probleme se caută a se da un răspuns în lucrarea de față, accentuându-se partea de descriere a funcționării difuzoarelor, cu și fără montaj acustic, de prezentare a posibilităților de a le realiza, cu mijloacele specifice amatorilor de reproducere de înaltă fidelitate. De asemenea, vor fi descrise succint și rețelele de separare utilizate în ansamblurile care cuprind mai multe difuzoare. Tabele cu performanțele electrice și acustice, cu dimensiunile difuzoarelor și încintelor, fabricate în țară și în străinătate, completează această lucrare.

Capitolul 1

DIFUZORUL ELECTRODINAMIC

1.1. CLASIFICARI, DEFINIȚII

Înainte de a prezenta modul de funcționare a difuzoarelor electrodinamice, sînt necesare unele precizări privind clasificarea lor, arătîndu-se totodată criteriile grupării pe diferite categorii. Astfel, difuzoarele se pot împărți în două mari clase: prima, în care sînt cuprinse cea numite *difuzoare cu radiație directă* și, cea de a doua, din care face parte *difuzoarele cu pilnie*. În cazul difuzoarelor cu radiație directă, elementul radiant, membrana, acționează direct asupra mediului ambiant, fără a exista o adaptare de impedanță acustică. Difuzoarele cu pilnie, dimpotrivă, permit cuplarea membranei la mediul înconjurător, prin intermediul unei pilni adaptatoare de impedanță.

Dintre aceste două categorii de difuzoare, cele cu radiație directă cunosc răspîndirea cea mai largă, deoarece au dimensiuni relativ mici, fabricarea lor nu este deosebit de complicată, costul este relativ scăzut, iar parametri tehnici satisfac, de multe ori, chiar și pe auzul celor mai exigenți.

Tipurile de difuzoare cu radiație directă pot fi tot atât de numeroase ca și transducătorii din care derivă, electrodinamice, electromagnetice, electrostatice, piezoelectrice. Dintre acestea, s-au impus prin calitățile lor tehnice două categorii: cele electrodinamice și cele electrostatice.

Caracteristic pentru un difuzor electrodinamic este conductorul mobil, care are forma unei bobine. Acesta este purtat de un curent electric de audifrecvență și se deplasează într-un câmp magnetic constant.

Difuzorul electrostatic își bazează principiul de funcționare pe acțiunea mecanică a unor forțe electrostatice asupra armaturilor unui condensator.

În funcție de datele constructive și de cele electrice, difuzoarele electrodinamice se pot grupa, la rândul lor, în mai multe categorii după cum urmează:

— după forma constructivă: difuzor simplu, difuzor multipol, difuzor coaxial;

— după forma membraneli, difuzor cu membrană circulară și difuzor cu membrană eliptică;

— după domeniul de frecvențe redat: difuzor de bandă largă, difuzor pentru frecvențe joase, difuzor pentru frecvențe medii, difuzor pentru frecvențe înalte.

Deoarece în încălțările acustice sunt montate în exclusivitate difuzoare electrodinamice, în cele ce urmează se va face la descrierea lor, precizându-se modul de funcționare, arătându-se influența fiecărui element component asupra ansamblului și indicându-se principalele date tehnice și constructive ale difuzoarelor de fabricație indigenă și străină.

1.1. DESCRIEREA DIFUZORULUI ELECTRODINAMIC

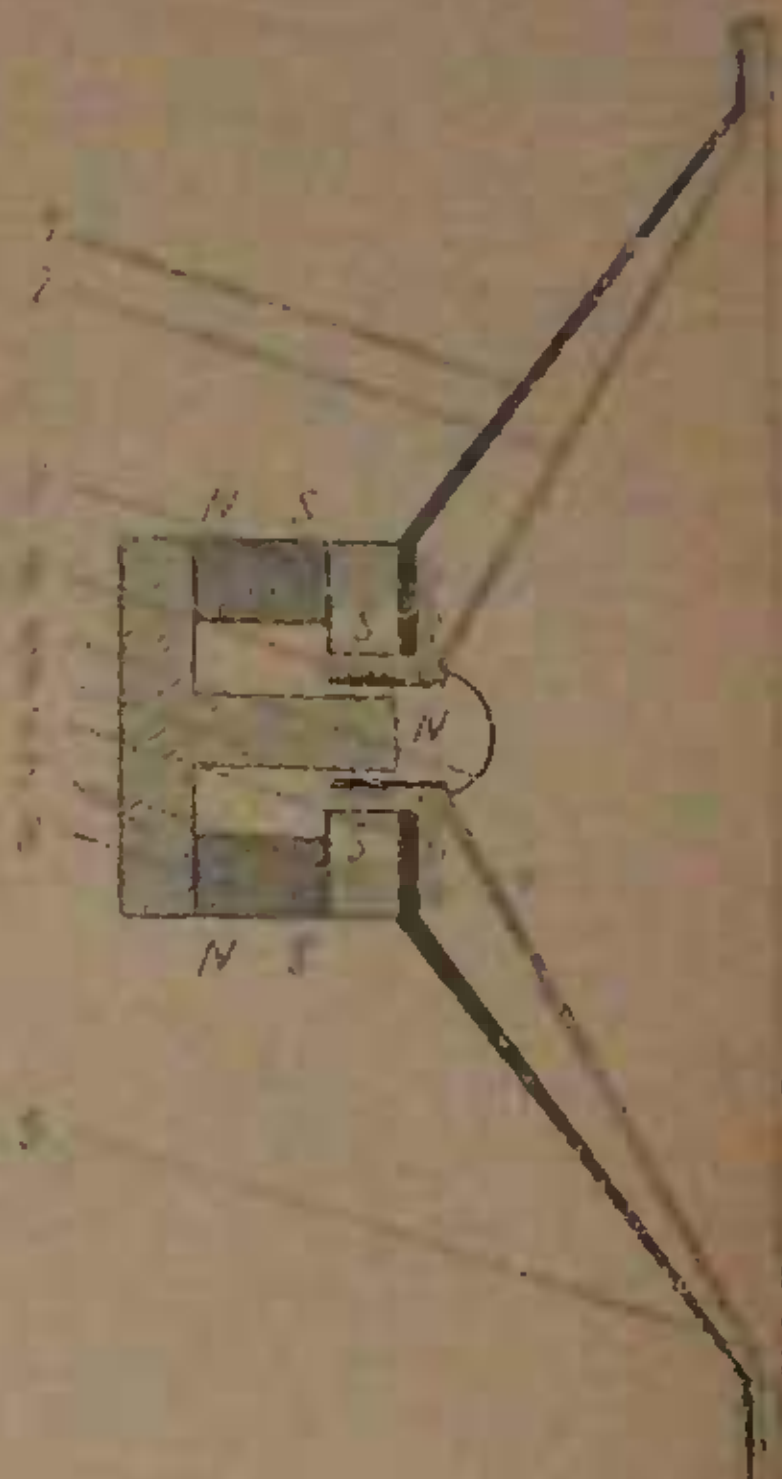
Difuzorul electrodinamic este utilizat de peste patruzeci de ani. În tot acest interval de timp, performanțele sale au fost îmbunătățite încontinuu, existând permanent preocuparea de a găsi materialele care să asigure funcționarea optimă a fiecărui subansamblu: magnet, membrana, suspensie, șasiu etc.

Un difuzor electrodinamic este alcătuit dintr-un șasiu, o membrană solidară cu conductorul mobil, un magnet permanent și din elementele de suspensie și de centrare (fig. 1.1). Conductorul mobil este plasat în câmpul de inducție magnetică existent în întregul inelar al magne-

tului permanent. Pentru fixarea elastică de șasiu a ansamblului mobil (format din membrană și bobină) și pentru imprimarea unei deplasări axiale ansamblului, se folosesc elementele de suspensie, cunoscutele sub den-

Fig. 1.1. Difuzorul electrodinamic.

1 — șasiu; 2 — membrană; 3 — magnet permanent (ancler); 4 — piesă de centrare; 5 — suspensie circulară; 6 — bobină mobilă; 7 — flanșe din fier sigide; 8 — capse de protecție contra prafului; 9 — bolt (inter central cilindric din fier model).



tului permanent. Pentru fixarea elastică de șasiu a ansamblului mobil (format din membrană și bobină) și pentru imprimarea unei deplasări axiale ansamblului, se folosesc elementele de suspensie, cunoscutele sub den-

Cele două extremități ale bobinei sunt conectate la două capse fixate pe membrană. Două conductoare electrice, din cupru, flexibile, asigură legătura dintre aceste capse și alte două borne, izolate, aflate pe șasiul difuzorului. În

acel fel, se pot aplica tensiuni electrice de audiofrecvență, în vederea excitării difuzorului, fără a se perturba deplasările diaframei. În ultimul timp, cele două capse de pe membrana au fost eliminate, legătura dintre terminala bobinei mobile și firele flexibile făcându-se prin suduri electrice sau lipire cu esilor.

Funcționarea difuzorului electrodinamic se bazează pe un cunoscut fenomen fizic, anume, că o bobină ușoară parcursă de un curent electric i de audiofrecvență, situată într-un câmp de inducție magnetic B , este supusă unei forțe care tinde s-o deplaseze într-o direcție perpendiculară pe planul format de direcțiile curentului și câmpului magnetic. Forța produsă este proporțională cu curentul i , expresia matematică fiind:

$$F = Bli, \quad (1.1)$$

în care F este forța exprimată, în N;

B — inducția în întregul, în T;

l — lungimea conductorului bobinei mobile, în m;

i — curentul în bobină, în A.

Dacă s-ar reprezenta, într-o primă aproximație, circuitul electric al difuzorului electrodinamic, s-ar constata că este alcătuit din elementele R_c și L_c (rezistența și inductivitatea conductorului), la care s-ar adăuga și impedanța internă R_i a generatorului, reprezentată de impedanța de ieșire a amplificatorului de putere. Pentru completarea acestui circuit electric mai trebuie inseriată așa numita impedanță de mișcare Z_m , care rezultă ca o reacție în circuitul electric, a mișcării sistemului mecanic. Când impedanța mecanică a sistemului are o valoare foarte mare (cazul blocării sistemului mobil), impedanța de mișcare devine nulă, iar impedanța totală a circuitului electric este egală cu cea a conductorului mobil. Dacă, însă, sistemul mobil se deplasează liber, impedanța totală a circuitului electric al difuzorului poate fi exprimată prin relația:

$$Z_t = Z_c + Z_m, \quad (1.2)$$

în care Z_c este impedanța conductorului ($Z_c = \sqrt{R_c^2 + X_c^2}$),
 Z_m — impedanța de mișcare.

Circuitul electric complet este arătat în figura 1.2.

Pentru a trece la celălalt circuit al difuzorului, electrodinamic, și anume, la cel mecanic, este necesară precizarea anumitor noțiuni. Astfel, fiecare din mărimile care

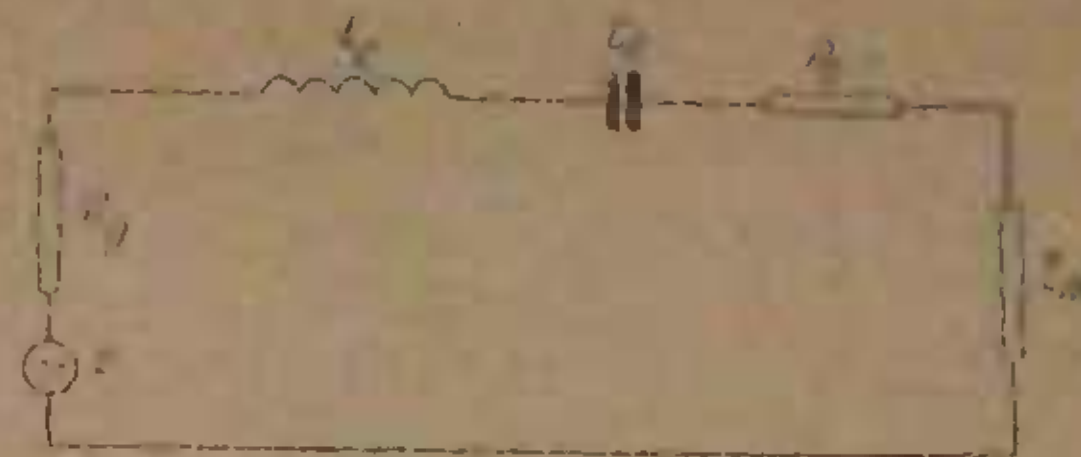


Fig. 1.2. Circuitul electric al difuzorului electrodinamic

caracterizează sistemele mecanice și acustice pot fi reprezentate într-un mod similar cu cel al elementelor care intra în alcătuirea circuitelor electrice. Se poate stabili în acest fel o analogie electro-mecano-acustică, care facilitează înțelegerea funcționării sistemelor respective.

Pentru precizarea noțiunilor, sînt prezentate în figura 1.3, mărimile fundamentale ale circuitelor electrice și echivalentele lor mecanice. Se constată astfel (fig. 1.3, c) că inductanței L (în henri) îi corespunde masa M (în kilograme); tensiunea e (în volți) are ca mărime echivalentă forța F (în newtoni), iar curentul i (în amperi) își găsește echivalența în viteza v exprimată în metri/secundă. Astfel, se poate afirma că după cum într-un circuit electric o tensiune variabilă e , aplicată la bornele unei inductanțe L , face să circule un curent i , tot așa, în circuitul mecanic echivalent, o forță F aplicată unei mase M îi provoacă o deplasare cu viteza v . Relațiile matematice corespunzătoare sînt:

$$\left. \begin{aligned} e &= L \frac{di}{dt} \text{ și, respectiv,} \\ F &= M \frac{dv}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (1.3)$$

Capacitatea electrică C (în farzi) are ca mărime echivalentă elasticitatea C_m (în metri newton) iar sarcina electrică Q (în coulombi) își are corespondența în alungirea x (în metri) a resortului (fig. 1.3, b). Și în acest

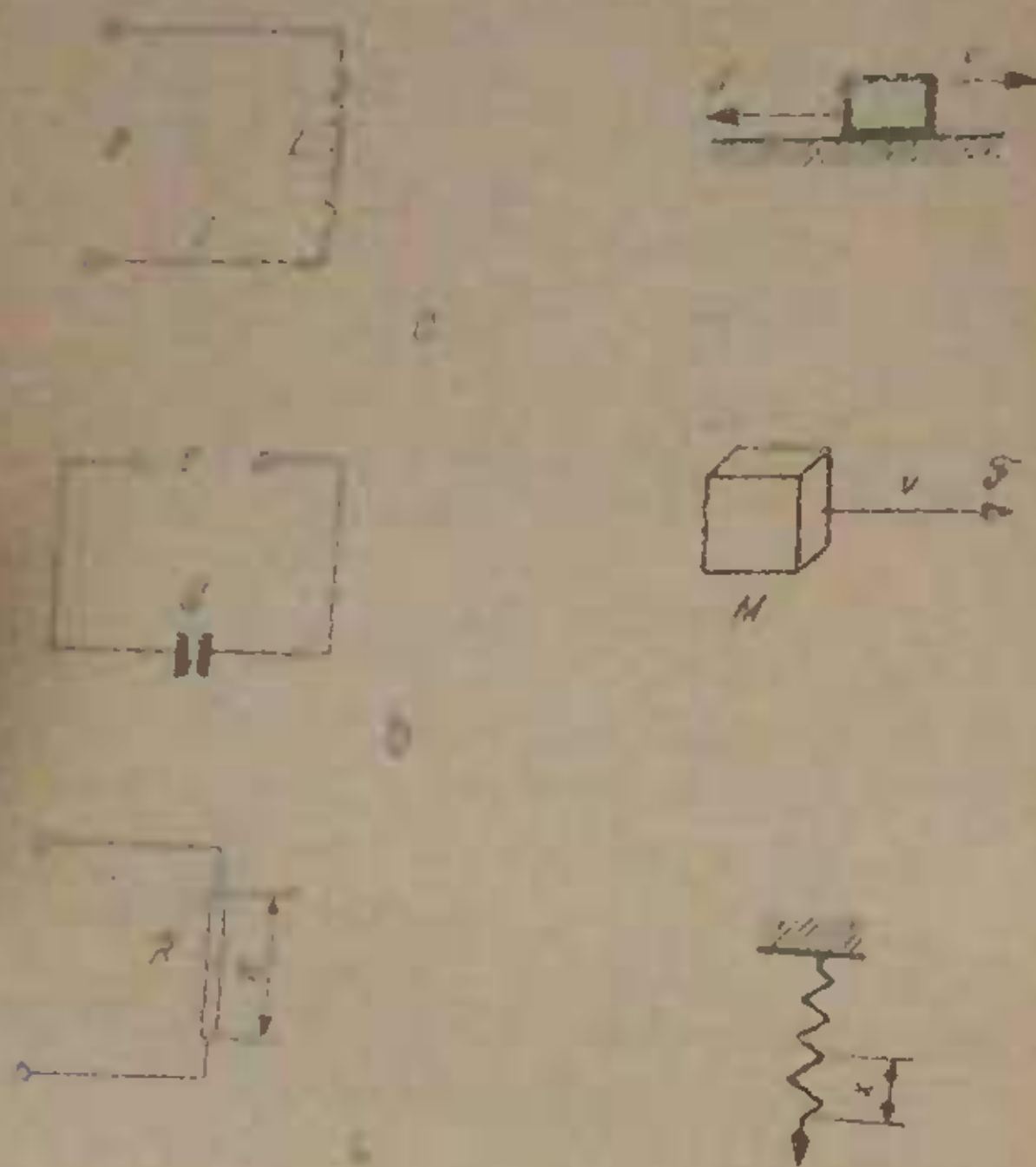


Fig. 1.3. Circuite electrice și mecanice echivalente

caz se poate arăta că dacă se aplică tensiunea e la bornele unui condensator C se produce o sarcină Q , fenomenul fiind asemănător cu aplicarea unei forțe F asupra unui resort de elasticitate C_m , care produce o alungire x .

În aceste două cazuri se stabilesc egalitățile:

$$e = \frac{Q}{C} \text{ și } F = \frac{x}{C_m} \quad (1.4)$$

În fine, rezistența electrică R (în ohmi) își găsește echivalentul în circuitul mecanic în rezistența mecanică R_m

(în newtoni secundă/metrul) (fig. 1.3, c). Dacă o rezistență R , traversată de un curent i provoacă o cădere de tensiune e , tot așa, un corp, căruia îi este opusă o rezistență mecanică R_m , imprimându-i-se o viteză v , opune o forță antagonistă F , astfel încât sără valabile relațiile:

$$e = Ri \text{ și } F = R_m v \quad (1.5)$$

De remarcat că rezistența mecanică R_m , cuprinsă, în circuitele mecanice, pierderile de energie care se datorază fie unor frecări, fie radiației (crearea de unde acustice).

Dacă la un difuzor electrodinamic, sistemul mecanic în vibrație are o anumită viteză, aerului antrenat de acest sistem i se imprimă o aceeași viteză. Radiația energiei în mediul înconjurător se realizează prin deplasarea particulelor de aer care vin în contact cu membrana difuzorului aflată în stare de vibrație. Aceasta, la rîndul ei, întâmpină în deplasarea sa, o rezistență din partea particulelor de aer. Este pusă, astfel, în evidență o altă mărime, denumită *impedanță de radiație*, notată cu Z_r . Ea are un caracter reactiv, de inerție, datorită masei aerului și un alt caracter rezistiv, imprimat de frecările provocate de viscozitatea mediului în care are loc radiația. Notînd cu M_b și M_c masele bobinei mobile și a conului membranei (toate ex-



Fig. 1.4. Circuitul electric "analog" al sistemului mecanic al difuzorului electrodinamic.

primate în kilograme), cu C_s și C_c elasticitățile suspensiilor circulare și piesei de centrare (în m/N), se poate reprezenta circuitul electric echivalent al sistemului mecanic (așa cum rezultă și din figura 1.4).

În ceea ce privește valoarea puterii acustice radiate de difuzor, aceasta depinde de mărimea rezistenței de radiație și anume:

$$P_a = R_r v^2, \quad (1.6)$$

în care: P_a este puterea acustică, în W;

R_r — rezistența de radiație, în Ω M MKS;

v — viteza de deplasare a diafragmei, în m/s.

Analizând relația 1.6, se observă că, pentru obținerea unor puteri acustice de valori ridicate, este necesar să se realizeze rezistențe de radiație cât mai mari. Acest deziderat trebuie tradus în realitate, pentru un domeniu lărgit de frecvențe. De pildă, la frecvențe joase, la care lungimea de undă este mult mai mare decât diametrul difuzorului, valoarea rezistenței de radiație se exprimă prin relația:

$$R_r = \frac{\rho_0}{2\pi c_0} S^2 \omega^2 = \frac{\rho_0}{2\pi c_0} (\pi a^2)^2 \omega^2, \quad (1.7)$$

în care:

ρ_0 este densitatea aerului, în kg/m^3 ; la temperatura de 20°C are valoarea de $\rho_0 = 1,18 \text{ kg/m}^3$;

c_0 — viteza sunetului în aer în m/s; ($c_0 = 344 \text{ m/s}$);

S — suprafața activă a difuzorului, în m^2 ;

ω — pulsația, în $\frac{1}{s}$;

a — raza membranei difuzorului, în m.

În celelalte domenii de frecvențe, rezistența de radiație este proporțională cu suprafața membranei, după cum se poate constata și din expresia matematică 1.8:

$$R_r = \rho_0 c_0 \pi a^2. \quad (1.8)$$

Se observă că, pentru cea mai mare parte a spectrului de audiofrecvență, valoarea ridicată a rezistenței de radiație presupune utilizarea unor membrane de dimensiuni mari.

Dar, așa cum s-a mai arătat, impedanța de radiație are nu numai o componentă rezistivă ci și una reactivă, reprezentată de reactanța de radiație. Această reactanță este proporțională cu masa de radiație care capătă, la rîndul ei, valori deosebite în funcție de domeniul de frecvențe în care se situează sunetul transmis prin intermediul di-

fuzorului. În gama frecvențelor joase, masa de radiație depinde numai de raza suprafeței active a difuzorului (relația 1.9):

$$M_r = \frac{8}{3} \rho_0 a^3 \quad (1.9)$$

În domeniul frecvențelor înalte, valoarea ei este funcție de raza a și de o mărime notată cu k (care este invers proporțională cu lungimea de undă λ a sunetului transmis):

$$M_r = \frac{2\rho_0 a^3}{k}, \quad (1.10)$$

în care $k = \frac{2\pi}{\lambda}$.

● Părțile componente ale difuzorului electrodinamic.

Membrana este elementul care radiază energia acustică în mediul înconjurător iar materialele din care se confecționează condiționează atât calitatea cât și costul întregului difuzor. Dintre cele mai frecvent întâlnite pot fi amintite: pasta de celuloză cu numeroase variante de textură a fibrelor, metalele ușoare ca aluminiul și titanul, combinațiile între aluminiu și materialele plastice expandate în soluții constructive de tip „sandviș”, unele materiale plastice ca, de exemplu, polistirenul etc.

Forma membranei este de cele mai multe ori conică cu bază circulară, dar poate fi și eliptică sau, chiar, evasidreptunghiulară (fig. 1.5). Pe lângă membranele cu profil conic, mai pot fi întâlnite și altele, cu profil exponențial avînd parametri calitativi superiori primelor. Unghiul de deschidere α (marcat și în figura 1.5), se încadrează între valorile de 90° și 145° , el putînd influența caracteristicile de directivitate ale difuzorului (fig. 1.6).

Dacă profilul conic prezintă avantajul unei rigidități mai mari în cazul reproducerii frecvențelor joase, în schimb el favorizează apariția unor subarmonice, deci a unor distorsiuni. Acestea sînt puse în evidență ori de cîte ori gradul de excitație a difuzorului a depășit un anumit prag, iar frecvența sunetului excitator se află sub 500 Hz (fig. 1.7). În vederea eliminării acestui inconvenient, constructorii au adoptat pe lângă profilul conic, cla-

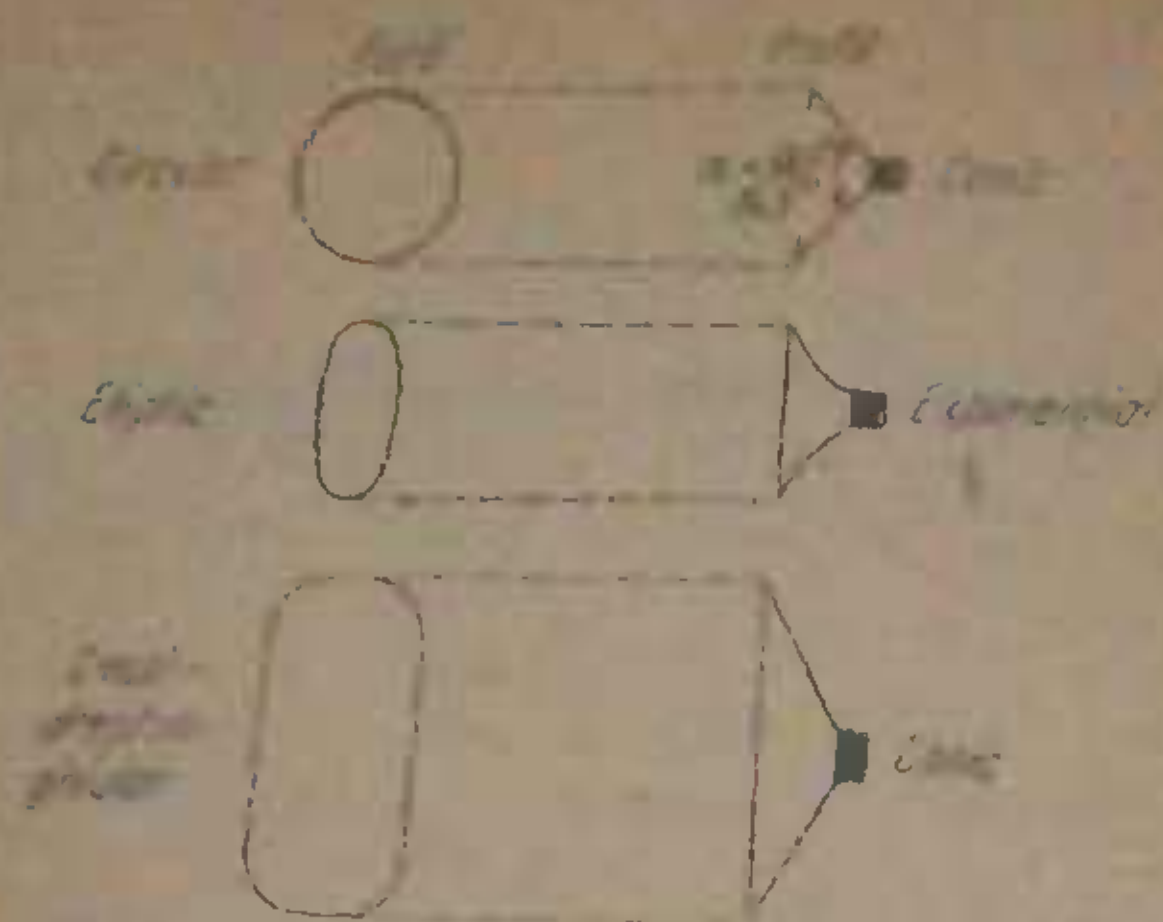


Fig. 15. Formele membranelor difuzoarelor electrodinamice.

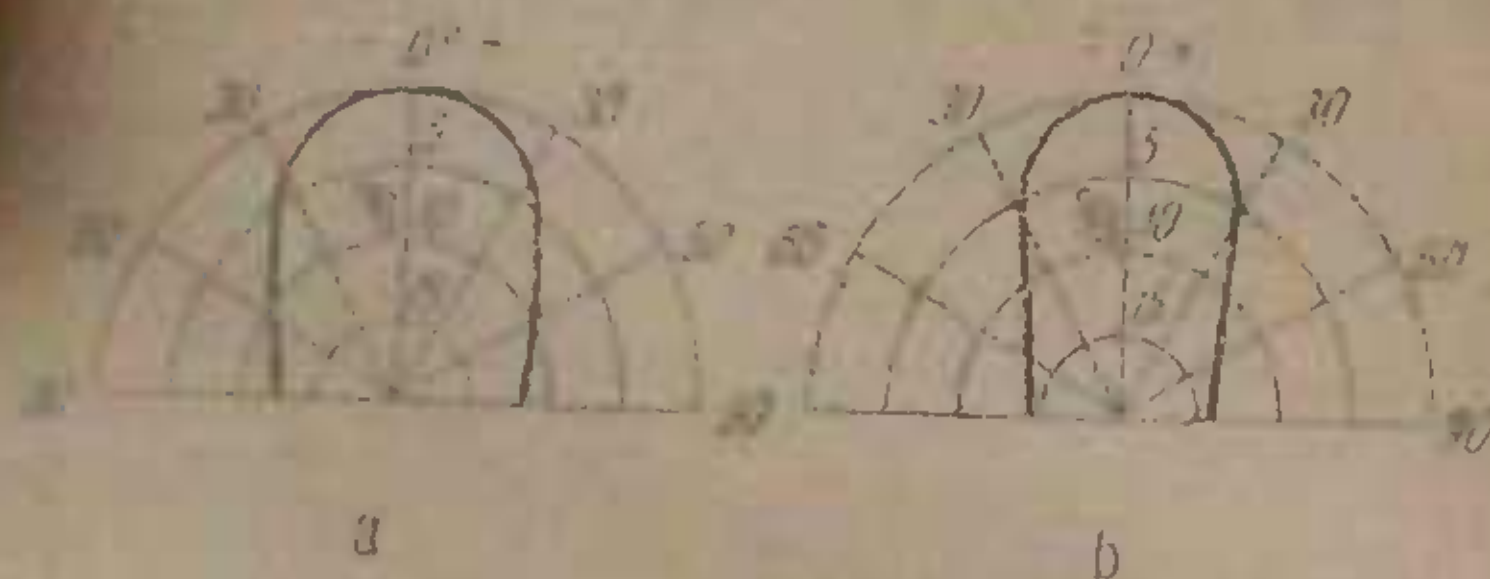


Fig. 16. Influența unghiului de deschidere α al membranei asupra directivității sale.
a — $\alpha = 130^\circ$; b — $\alpha = 190^\circ$.

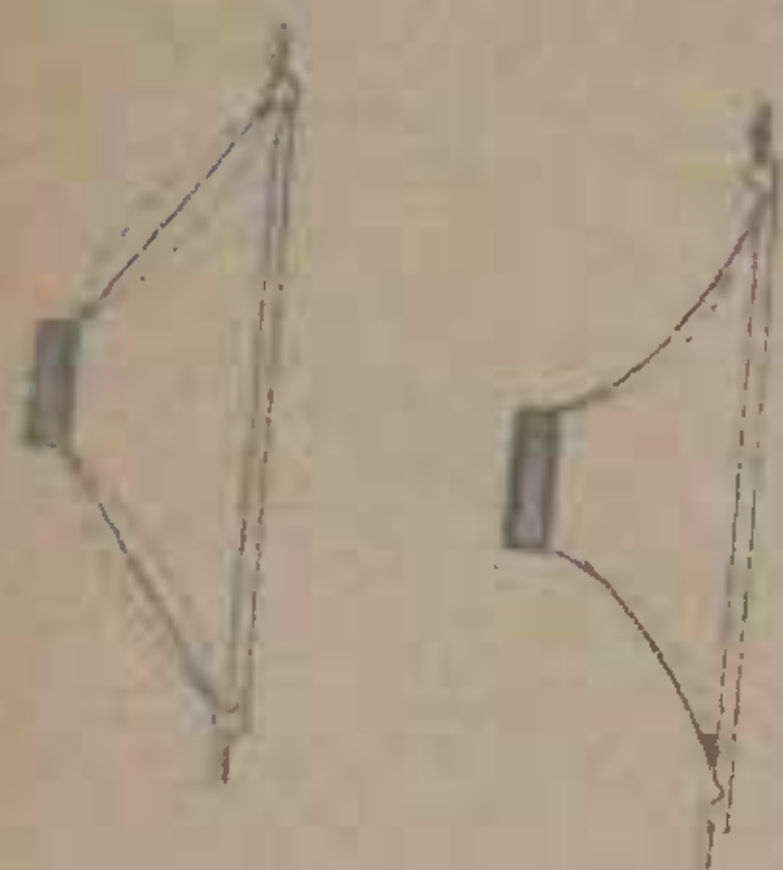


Fig. 17. Reducerea distorsiunilor subarmonice prin utilizarea unor membrane cu profil exponențial.

le, și pe cel exponențial, care permite, — așa cum se poate observa și din schița 17 — ca membrana să se bazeze numai într-un singur arm.

Parametrii constructivi ai membranei influențează și valoarea randamentului difuzorului. În figura 18 este reprezentat variația randamentului η în funcție de raportul $\frac{M_b}{M_c + M_r}$. Cercetînd caracteristica respectivă se constată că randamentul este maxim cînd raportul $\frac{M_b}{M_c + M_r}$ este egal cu unitatea, adică în cazul în care se stabilește următoarea egalitate:

$$M_b = M_c + M_r.$$

Prin această relație matematică se arată că valoarea optimă a randamentului se obține cînd masa bobinei mobile M_b este egală cu suma maselor diafragmei M_c și de radiație M_r . Masa membranei, însă, are o valoare mai mare decît cea a bobinei. Rezultă, de aici, că pentru obli-

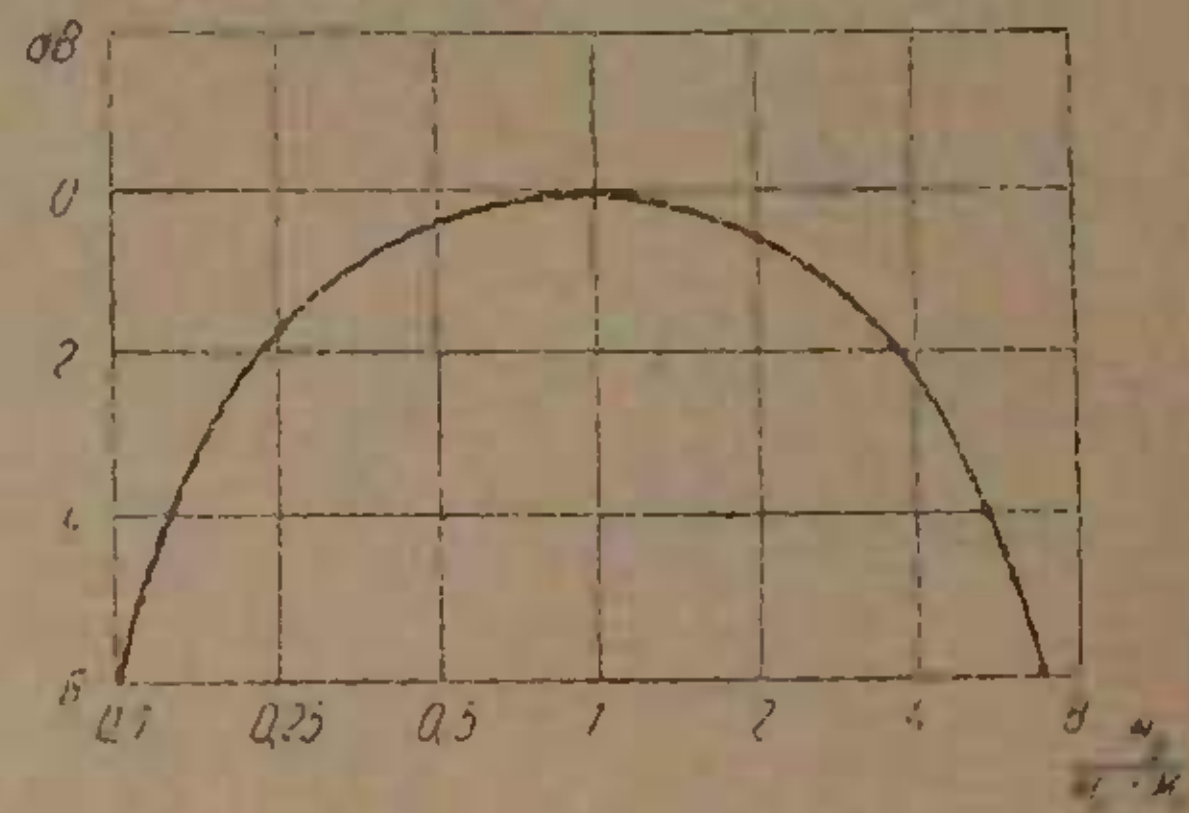


Fig. 18. Reprezentarea randamentului unui difuzor electrodinamic în funcție de raportul $\frac{M_b}{M_c + M_r}$.

nera unui bun randament se impune realizarea unor membrane cît mai ușoare. Această concluzie este însă în contradicție cu cele arătate anterior, cînd s-a precizat că pentru a mări puterea acoustică radiată este necesară o

membrana cu diametru cel mai mare, ceea ce implică și aspecte de greutate. Realizând, totuși, membrane cu diametri mari și cu greutate redusă, fragilitatea acestora devine deosebit de pronunțată, favorizând apariția unor distorsiuni mari. Se constată, în acest fel, că randamentul ridicat și distorsiunile reduse sînt la difuzorul electrodinamic două mărimi incompatibile una față de cealaltă. Rezultate multumitoare sînt posibile numai în condițiile stabilirii unui compromis între valorile lor.

În tot acest capitol s-a considerat că membrana este un sistem ideal. Această presupunere este valabilă, în practică, numai în domeniul frecvențelor joase. La frecvențe medii și înalte, zonele de vibrație se reduc pe măsură ce sunetul reprodus crește în înălțime. Apare evident că, în aceste condiții de reducere a diametrului efectiv, rezistența de radiație va fi și ea din ce în ce mai mică. Ca o compensare însă, se produce și o scădere a masei efective a membranei.

La unele difuzoare, membrana prezintă anumite ondulații, ca cele din figura 1.9, cu rolul de a asigura legături

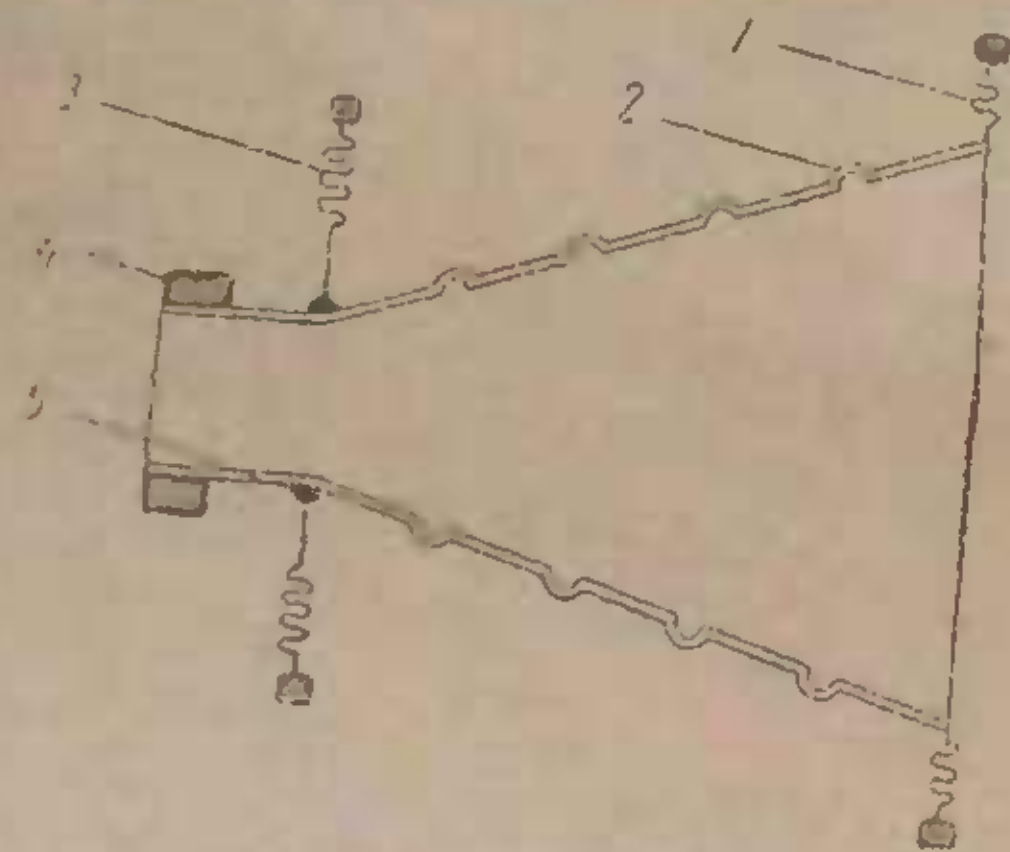


Fig. 1.9. Reprezentarea schematică a unei membrane cu ondulații.

1 — cadru; 2 — ondulații; 3 — piese de centrare; 4 — bobină mobilă; 5 — membrană.

elastice între zonele cu mase aproximativ egale. Aceste ondulații, sau șanțuri, realizează și discontinuitățile necesare evitării apariției undelor staționare în masa membra-

nei. În ultimare a existenței unor adaptări între sistemul de suspensie a difuzorului și conținutul membranei.

Magnetul. Circuitul magnetic al difuzorului electrodinamic este alcătuit dintr-un magnet permanent, de formă melară sau cilindrică și din piesele polare corespunzătoare. În figura 1.10 s-au reprezentat ambele categorii de magnet. Se observă că în cazul unui circuit magnetic realizat dintr-un magnet cilindric central, se obține o reducere sensibilă a fluxului de scăpări. Dacă la un magnet inelar fluxul util reprezintă aproximativ 50% din fluxul total, la magnetul cilindric central, fluxul de scăpări este redus aproape în totalitate, asigurând în acest fel, utilizarea în întregime a fluxului magnetic. Reducerea fluxului de scăpări are repercusiuni nu numai asupra volumului magnetului, în condiții normale de funcționare, ci și asupra extinderii domeniului de utilizare a difuzorului cu magnet cilindric central. Aceste difuzoare nepermițând funcționarea tuburilor cinescop și nici antenele cu ferită, pot fi folosite în receptoarele de radiodifuziune și televiziune. Utilizarea lor este de asemenea recomandată

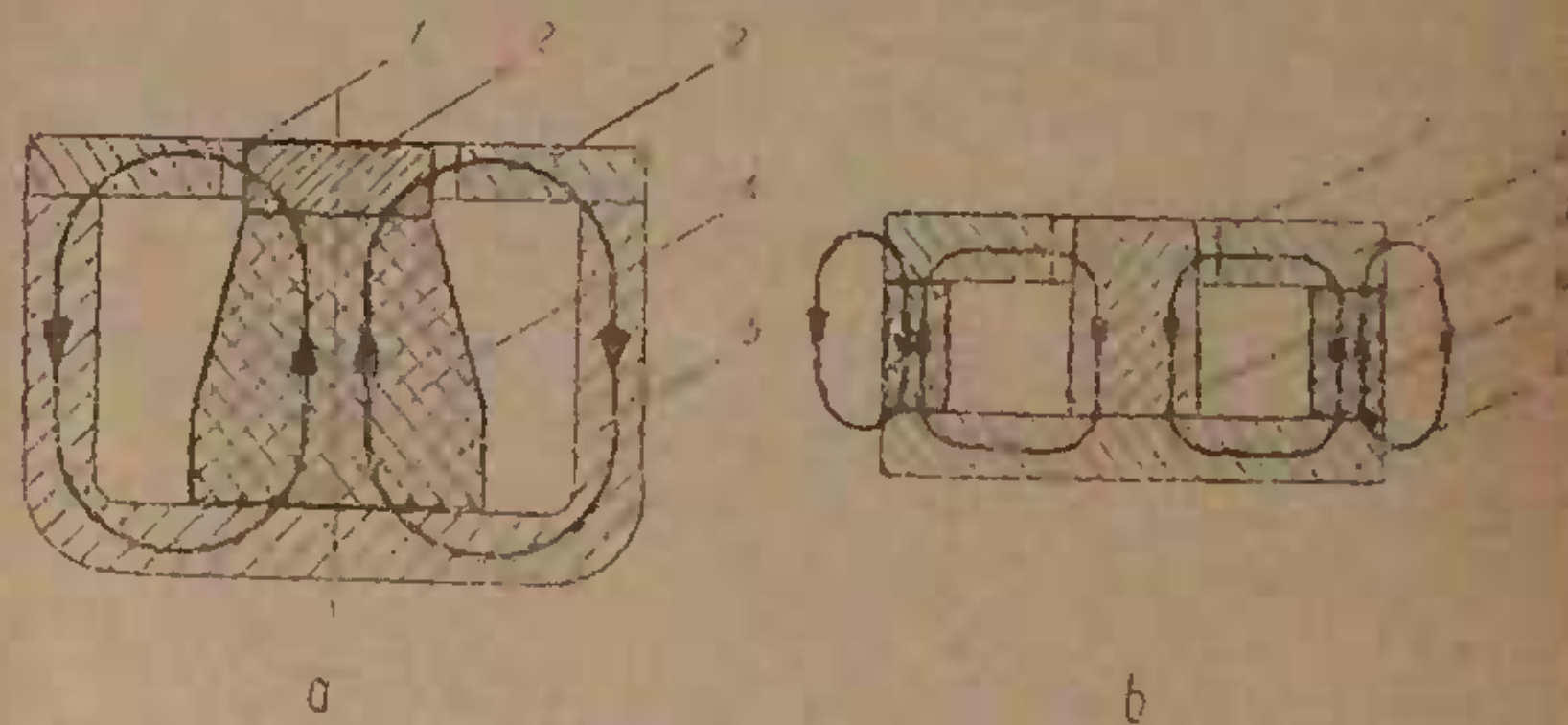


Fig. 1.10. Circuite magnetice:

a — magnet cilindric central; b — magnet inelar.
1 — întregitor; 2 — piese polare; 3 — bobine (magnet central din fier moale); 4 — magnet; 5 — juget.

pentru studiourile de televiziune, unde instalațiile de audiofrecvență trebuie să funcționeze în comun cu cele de videofrecvență.

În ceea ce privește părțile polare, acestora li se măsoară amplitudinea profilului înălțimii de limitare a undelor, astfel încât să permită delimitarea unei întinderi convenabilă ca dimensiuni, în interiorul căreia forțele de forță să fie orientate radial. În acest întreg este amplasată bobina mobilă.

Pentru obținerea unor mameți de calitate superioară s-a trecut la confecționarea acestora din aliaje speciale (argint, nichel, cobalt, cupru, otel), aliaje magnico (alumină, nichel, cobalt, cupru, otel), aliaje ferici (otel, alumină, nichel), aliaji (otel, alumină, nichel și fier) etc. În ultimii zece ani au început să fie utilizate și mameți realizate din oțel metalic presat (forjat), rezultându-se că se mărește într-o măsură mai mare forța coercitivă.

Calitatea magnetului poate influența, ca și în cazul celorlalte subansambluri, parametri tehnici ai întregului difuzor. Așa, de pildă, un flux magnetic neuniform în bobina mobilă, în condițiile unor deplasări importante ale bobinei mobile, poate provoca apariția unor importante distorsiuni. Acestea rezultă din neproporționalitatea dintre valoarea tensiunii electrice de excitație și cea a inducției magnetice. Faptul apare evident dacă se cercetează relația 1.1. Dacă curentul electric i este constant, iar produsul $B \cdot l$ este variabil, atunci și forța \bar{F} este variabilă. Soluția de remediere a acestui neajuns constă în dimensionarea întregului de o așa manieră, încât acesta să poată cuprinde bobina mobilă chiar în cazul unor amplitudini mari.

Suspensia circulară (rilele) reprezintă partea cu onduiați concentrice situată la baza conului membranei. La difuzoarele de mare serie rilele se obțin o dată cu sedi-mentarea membranei, din același material. În zona ocupată de aceste onduiați, spre deosebire de restul suprafeței conului, materialul este mai subțire.

În vederea îmbunătățirii calității difuzorului, la tipurile moderne, se folosesc suspensii circulare realizate din piele, cauciuc, sau materiale plastice.

Cealaltă componentă a sistemului de suspensie, piesa de centrare, are drept scop ghidarea axială a bobinei mobile în întregul melar. Ea are forma unui disc ondulat care se aplică în zona de îmbinare a conului membranei cu bobina mobilă. Piesa, confecționată în majoritatea ca-

zurilor din plastic impregnat, are marginile interioare onduate cu bobina mobilă. În timp ce periferia sa este fixată pe un inel metalic. Prin intermediul acestui inel se realizează prinderea discului de la suprafața a magnetului difuzorului (v. fig. 1.1).

O suspensie necorespunzătoare poate constitui o cauză a alterării calității difuzorului. Dacă, în amplitudini mici, între forța aplicată și deplasarea membranei se stabilesc, în general, funcții de legătură liniare, la amplitudini mari, apar limitări ale deplasărilor membranei, cauzate de însuși sistemul constructiv al difuzorului. Funcția de legătură între forța \bar{F} și amplitudinea x este o ecuație de gradul trei, de forma:

$$\bar{F} = ax + bx^3 \quad (1.11)$$

în care a și b sunt două constante pozitive care depind de caracteristicile sistemului de suspensie. Grafic, această funcție a fost reprezentată în figura 1.11. Pornind de la relația 1.11, se poate demonstra că în cazul unor suspensii mai puțin reușite din punct de vedere calitativ, propor-

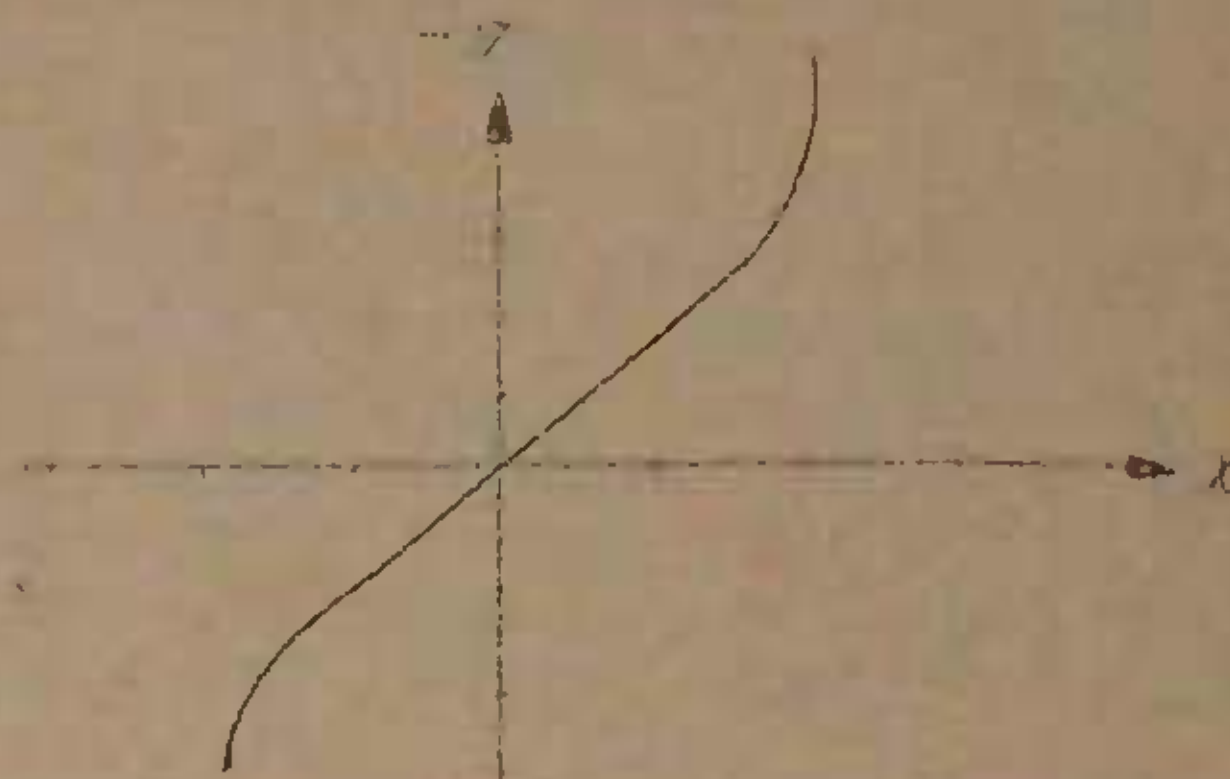


Fig. 1.11. Reprezentarea forței \bar{F} în funcție de deplasarea x a membranei difuzorului.

derentă în stabilirea factorului de distorsiuni devine armonică a treia. Distorsiunile, astfel create, sînt cu atât mai importante cu cît frecvența sunetului transmis este mai coborîtă.

Interesant sub aspectul conservării calității difuzorului este și modul în care variază viteza sistemului de suspensie în funcție de frecvență. Pe caracteristica trasată în figura 1.12 se poate distinge o anumită regiune de instabilitate.

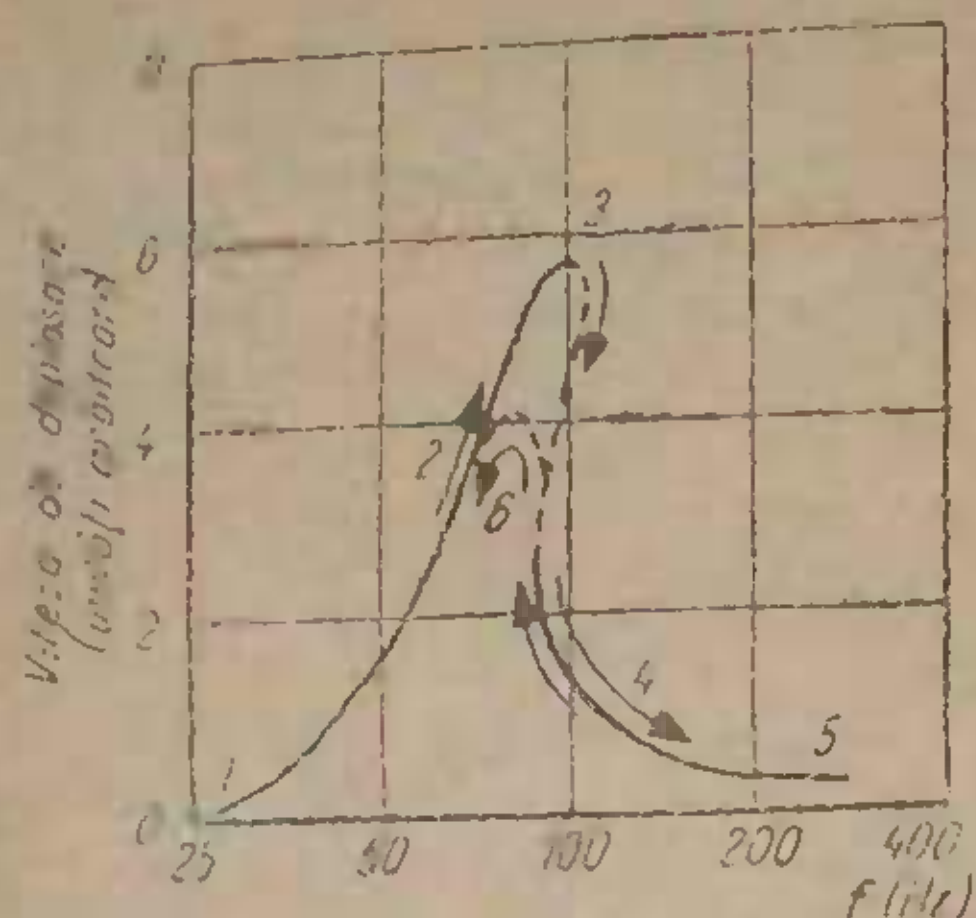


Fig. 1.12. Reprezentarea vitezei de deplasare a sistemului mobil a unui difuzor electrodinamic în funcție de frecvență.

bilitate. Când frecvența ia valori crescătoare, curba trece prin punctele 1, 2, 3 și 4, în timp ce la descreșterea frecvenței, punctele de trecere sînt 5, 4, 6, 2 și 1.

Șasiul reprezintă elementul rigid care susține toate piesele componente ale difuzorului. Principala condiție pe care trebuie s-o îndeplinească este aceea de a nu se deforma ușor. Rigiditatea sa prezintă, de asemenea, o condiție absolut necesară, pentru a-l feri de intrarea în vibrație.

Șasiul prezintă mai multe decupări, cu scopul de a permite și spatelui membranei să intre în contact cu mediul ambiant.

Difuzoarele de mare serie, cu cost redus, au șasiul confecționat din tablă ambutisată. Celorlalte difuzoare, de calitate superioară, li se realizează șasiul din aluminiu turnat și apoi prelucrat prin frezare și strunjire. Un ast-

fel de șasiu este deosebit de robust și rezistent, printre altele, avantajul că, în cazul unei prinderi necorespunzătoare pe panou, nu se deformează cu ușurință.

1.3. CARACTERISTICILE TEHNICE ALE DIFUZOARELOR

Pentru ca un difuzor să corespundă din punctul de vedere al calității trebuie să satisfacă următoarele condiții: — să aibă un randament de valoare ridicată; — să permită reproducerea sunetelor într-o gamă de frecvențe cât mai largă; — să nu producă distorsiuni mari.

Așa cum s-a mai arătat, în practică, îndeplinirea tuturor acestor cerințe este dificil de realizat. De cele mai multe ori se stabilesc relații de compromis între valorile diferiților parametri. Alte ori, se acceptă valori scăzute pentru unii, în schimbul asigurării unor valori optime, celorlalți parametri. Se poate, totuși, preciza că difuzoarele cu membrane de diametru mare favorizează reproducerea sunetelor de frecvență joasă, au un randament ridicat (cu valori în jur de 7—8%), și pot radia o putere acustică mare. Spre deosebire de acestea, difuzoarele de dimensiuni mici reproduc cu prioritate sunetele de frecvență înaltă, au randamente de valori mult mai scăzute și pot fi încărcate cu puteri electrice mai mici.

În legătură cu randamentul difuzoarelor, mai trebuie să se precizeze că, valoarea scăzută a acestuia implică existența unei importante disipări de căldură. Mișcarea bobinei mobile creează, însă, bune condiții pentru radiația de căldură astfel încît densitatea de curent poate ajunge la valori de ordinul 30—40 A/mm².

Utilizarea unui difuzor poate fi făcută în mod judicios numai dacă sînt cunoscuți principalii parametri tehnici și anume:

— puterea nominală (în VA) reprezentînd puterea electrică aparentă ce poate fi aplicată unui difuzor în anumite condiții de respectare a unor limite de temperatură (60°—65°C) și distorsiuni (4—5%);

— rezistența electrică a conductorului mobil (în Ω);

Tipul difuzorului	Tipul difuzorului	Dimensiuni	Cantitate, kg	Frecvență de lucru, Hz	Frecvență nominală de lucru, Hz	Indicarea produsului	Indicarea produsului	Alte date
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Electro-voice	P 21438	155×103 h=52,8	0,440	124	90—15 000	3	75	formă eliptică
	P 21465	153×103 h=78,3	0,470	90	68—12 000	4	76,5	formă eliptică
	P 21480	233×160 h=72,8	0,525	77	60—12 000	4	78	formă eliptică
	P 21460	Ø 105 h=50	0,160	163	123—9 000	3	71,5	formă circulară
	P 32628	Ø 155 h=46,9	0,250	95	71—15 000	750	75	magnetul montat în fața membranei
	P 21483	Ø 216,5 h=111,6	1,860	50	40—16 000	6	81	Recomandat de furnizor pentru reproducerea Hi-Fi
Altec Lansing	601 C	Ø 300 h=200	6,795	39	30—22 000	5 1/2	—	
"	755 C	Ø 200 h=200	1,698	50	40—15 000	2 1/2	—	
Electro-Voice	12 TRXB	Ø 300 h=100	6,342	50	35—20 000	7		Sistem coaxial
"	80 W	Ø 750 h=400	15,402	18	15—300	13 13/16	—	Difuzor excelent pentru reproducerea frecvențelor joase
Jensen	G--610 B	Ø 375 h=100	20,838	50	25—20 000	10 3/4	—	Sistem coaxial
	SC -- 300	Ø 300 h=200	6,795	25	20—20 000	8 1/2	—	Sistem coaxial
	DL -- 220	Ø 300 h=200	4,530	25	25—17 000	5 1/2	—	Sistem coaxial

					Tabela 1 (continuare)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
University Sound	315 C	\varnothing 375 $h=200$	15,628	50	32	25—20 000	12	—	sistem central
	M 12 T	\varnothing 300 $h=200$	4,077	20	45	35—40 000	3—4	—	sistem central
ECB — Leningrad	L 112 M	\varnothing 65 $h=30$	0,072	0,5	—	250—14 000	8	—	—
	LP 553 BBS	155×105 $h=57$	0,420	1,5	—	80—16 000	4	—	formă eliptică
	LP 561 BB	180×115 $h=65$	0,500	2	—	80—16 000	5	—	formă eliptică
	L 2659 PBO	180×260 $h=91$	1,060	8	—	60—12 000	7	—	formă eliptică
	R—VECH 3	225×156 $h=92$	1,200	3	85	80—11 000	4	—	formă eliptică
Electroimpex- Bulgaria	R—VEE 8	295×200 $h=123$	1,600	8	85	70—9 000	3,2—4,2	—	formă eliptică
	R—VE 1	165×115 $h=80$	0,700	1,5	130	100—11 000	6,7	—	formă eliptică
	EAS 20PL23S	\varnothing 200 $h=84,5$	1,000	10	50±15	25—8 000	8	—	—
Matsushita Electronic	EAS 12PL35S	\varnothing 120 $h=61,4$	0,570	25	60±15	50—10 000	8	—	—
	T 19 PA 15	\varnothing 192 $h=90$	1,240	5	70	80—15 500	4—5	—	—
AUDAX	T 21 PA 15	212×322 $h=130$	1,450	10	45	40—14 000	4—5	—	—
	WFR 24	\varnothing 261 $h=134$	2,350	12	25	20—12 000	4—5	—	—
	OMNIEX 21	\varnothing 240	2,780	25	30—35	35—17 000	8	—	membrană exponențială
VEGA	Triaxiom 1220 c	\varnothing 320	8,450	50	35	30—20 000	15—16	—	sistem coaxial
	Triaxiom 212 c	\varnothing 320	7,700	15	35	30—20 000	15—16	—	sistem coaxial
	Triaxiom 208	\varnothing 200	2,880	10	45	40—20 000	15—16	—	sistem coaxial
GOODMANS									

- frecvența de rezonanță a sistemului mobil (în Hz);
- inducția în întregul (în T);
- eficiența absolută la o distanță precizată, de exemplu un metru (în $N \cdot m^2 \cdot VA$);
- presiunea acustică standard definită ca presiunea obținută la distanța de un metru, cînd difuzorului i se aplică o putere de 0,1 VA;
- dimensiunile difuzorului (șasiu, găuri de fixare, etc.).

De la caz la caz, de la furnizor la furnizor, acești parametri pot fi precizați în totalitate sau numai parțial.

Cu titlu informativ sînt prezentate în tabelul 1.1, principalele date tehnice ale difuzoarelor de fabricație indiană și străină.

Capitolul 2

PANOURI ȘI INCINTE ACUSTICE PENTRU DIFUZOARE

2.1. DEFINIȚII. CLASIFICĂRI

Panourile și incintele acustice în care se montează difuzoarele electrodinamice cu radiație directă, pot fi definite ca sisteme acustice destinate cuplajului dintre membrană și mediul ambiant, în scopul îmbunătățirii calității reproducerii sunetului. Ele constituie de asemenea și suporturile pe care se fixează mecanic difuzoarele.

Utilizarea judicioasă a fiecărui sistem de montaj acustic presupune cunoașterea destinației fiecărui ansamblu panou-difuzor, respectiv incintă-difuzor.

Din multitudinea de realizări constructive ale unor astfel de sisteme pot fi amintite: incintele (casetele) pentru receptoarele de radiodifuziune și televiziune, incintele folosite pentru controlul auditiv al programelor în studiourile de radiodifuziune, de televiziune și în cele ale caselor de discuri, incintele din sălile de teatru și din cele de cinematograf, panourile acustice întrebuintate atât pentru măsurări în laboratoare cît și pentru sonorizarea spațiilor închise și a celor situate în aer liber.

Din această enumerare rezultă care sînt principalele moduri de montare a difuzoarelor (fig. 2.1). Pot fi astfel deosebite două mari grupe: panourile acustice și incintele acustice.

La rândul lor, aceste două mari categorii pot fi împărțite în mai multe subgrupe. Așa, de exemplu, panourile acustice pot fi clasificate, în funcție de dimensiunile lor, în panouri acustice infinite și panouri acustice finite. Cel

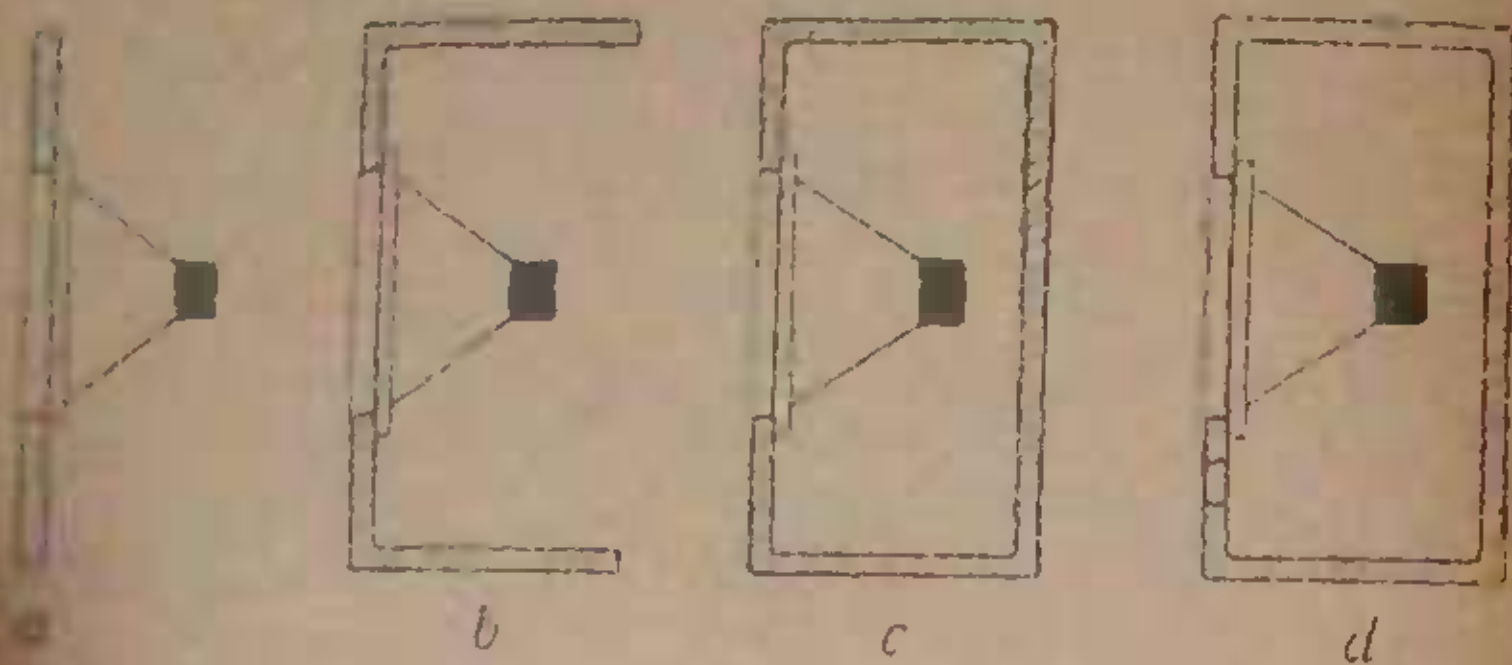


Fig. 2.1. Sisteme de montaj acustic al difuzoarelor:

a -- panou acustic; b -- incintă acustică deschisă; c -- incintă acustică închisă; d -- incintă bassreflex.

luate diferă și ele după formă și după poziția pe care o ocupă difuzorul pe panou. Din acest punct de vedere se deosebesc: panourile dreptunghiulare și panourile circulare în variante simetrice și asimetrice.

În ceea ce privește incintele acustice, acestea pot fi clasificate în următoarele principale categorii: deschise, închise, bassreflex (antirezonante) și labirinturi acustice.

Difuzorul, împreună cu sistemul acustic în care este montat, formează un ansamblu funcțional. Stabilirea caracteristicilor tehnice ale unui asemenea ansamblu este condiționată de nedisocierea componentelor sale.

2.2. PANOURILE ACUSTICE

Panourile acustice reprezintă suprafețe plane, reflectante din punct de vedere acustic și realizate din materiale suficient de groase, de rigide și de dense.

Utilizarea lor are drept scop să mărească traseul acustic efectiv al undelor acustice radiate de spatele membranei.

Înțelegerea modului de funcționare a unui difuzor montat pe un panou, implică cunoașterea comportamentului său când radiază liber. Astfel, un difuzor lăsat să funcționeze fără montaj acustic, poate fi asimilat cu un dipol, cele două fețe ale sale putând fi asimilate cu două surse sonore. Când membrana se deplasează spre față crează înaintea ei o suprapresiune, iar în spatele său o depresiune; se produce, în acest fel, un defazaj între undele acustice radiate de cele două fețe. Diferența de fază poate fi pusă în evidență cu atât mai mult, cu cât undele sînt mai apropiate unele de altele și cu cât frecvența sunetului transmis este mai coborîtă. Din punct de vedere al caracteristicii de frecvență, se poate preciza că, în condițiile unei viteze de deplasare constante a membranei, difuzorul funcționînd ca dipol acustic, generează o presiune al cărui nivel variază cu frecvența cu 12 dB/octavă. Sub frecvența de rezonanță, viteza este proporțională cu frecvența, așa că nivelul de presiune acustică prezintă scădere mai importantă de 18 dB/octavă (12 dB + 6 dB). Deasupra frecvenței de rezonanță, se păstrează variația nivelului presiunii de 12 dB/octavă, specifică dipolului acustic, însă viteza de deplasare a membranei fiind invers proporțională cu frecvența, se va stabili o descreștere a nivelului de presiune acustică cu numai 6 dB/octavă (12 dB - 6 dB).

Ca urmare a apariției acestor importante neregularități în răspunsul cu frecvența al difuzorului funcționînd ca dipol acustic, ascultătorul percepe un sunet metalic, strident. Fenomenul acesta neplăcut dispare, în bună măsură, cînd sunetele reproduse sînt de frecvență înaltă, datorită concentrării energiei acustice în direcția axei de radiație a membranei difuzorului.

Soluția de îmbunătățire a calității reproducerii, echivalentă cu încetarea funcționării, ca dipol, a difuzorului, constă în impunerea unui anumit traseu pentru undele acustice radiate de spatele membranei. Este necesar, ca cel mai scurt parcurs să depășească de cîteva ori lungimea de undă cea mai mare a sunetului reprodus. Dispozitivul capabil să îndeplinească aceste cerințe este panoul acustic.

● **Panoul plan.** Cînd se fac referiri la panourile acustice, este normal, ca în primul rînd, să ne gîndim la cele mai simple dintre ele și, anume, la panourile plane cu

forme și dimensiuni diferite. Din această categorie fac parte atât panourile cu dimensiuni foarte mari în raport cu lungimea de undă a sunetului transmis — așa numite *panouri infinite* — cât și panourile cu dimensiuni mici în raport cu lungimea de undă. Aceste ultime panouri pot fi denumite *panouri finite*.

Panoul plan infinit. Un panou, de acest tip, poate fi reprezentat de un perete rigid, cu dimensiuni mult mai mari decât lungimea de undă, maxime, ale sunetelor reproduse. Într-un astfel de perete, se montează difuzorul. Condițiile de funcționare a difuzorului, caracteristicile sale de radiație sînt într-un astfel de caz identice cu cele ale pistunului radiant, amplasat într-un mediu infinit. În ceea ce privește răspunsul în domeniul frecvențelor joase, acesta depinde numai de proprietățile transductorului, panoul neavînd, în acest sens, nici o contribuție.

Panourile plane finite constituie cea mai răspîndită categorie de panouri acustice. Construcția lor este simplă, iar costul redus. Mult timp ele au reprezentat singurele dispozitive utilizate pentru montarea difuzoarelor.

Este de la sine înțeles că orice panou finit se comportă pentru un anumit domeniu de frecvențe, situat deasupra așa numitei *frecvențe de tăiere*, ca un panou infinit (prin *frecvență de tăiere* se înțelege frecvența corespunzătoare unei lungimi de undă egale cu dublul celei mai mici dimensiuni a panoului acustic).

Panourile plane finite sînt la rîndul lor de două feluri: unele pe care le-am denumit *simetrice* și altele *asimetrice*.

Panourile plane simetrice pot avea forme pătrate, dreptunghiulare sau circulare, în centrul lor aflîndu-se întotdeauna, fixat difuzorul. Dimensiunile panourilor influențează răspunsul, la frecvențe joase, al ansamblului panou-difuzor, așa cum se poate observa din caracteristicile prezentate în figura 2.2.

Este interesant de remarcat că, în curba de răspuns a unui difuzor montat în centrul unui panou cu dimensiuni „finite”, există pronunțate neregularități. Ele apar ori de cîte ori traseul dintre fețele posterioară și anterioară ale membranei (făcîndu-se bineînțeles ocolul panoului),

este egal cu lungimea de undă. În astfel de cazuri, între undele acustice radiate de cele două fețe ale membranei se stabilesc pronunțate defazaje, care conduc la importante diferențe de nivel în raportul cu frecvența.

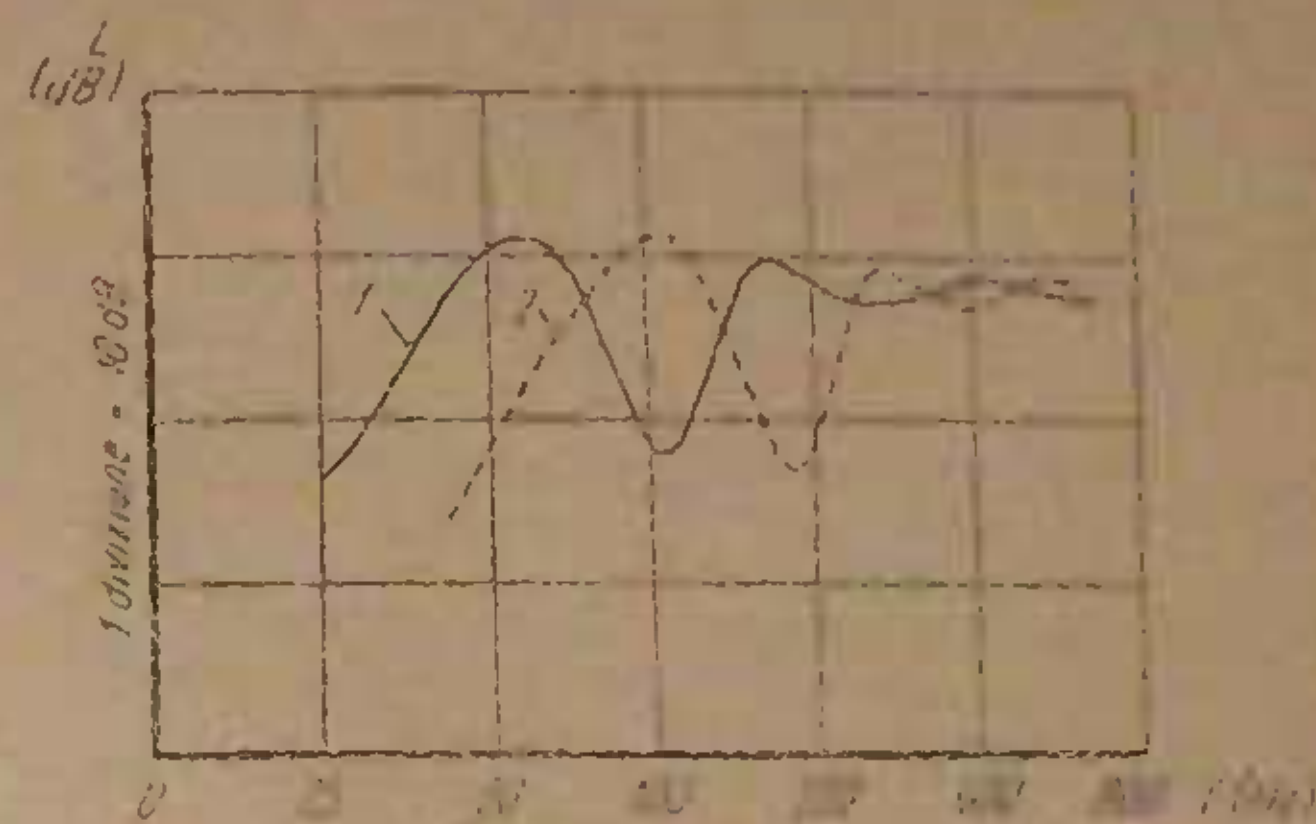


Fig. 2.2. Influența dimensiunilor panoului acustic plan asupra curbei de răspuns.

1 — panou pătrat cu latura de 2,2 m; 2 — panou pătrat cu latura de 1,2 m.

Panourile plane asimetrice au rezultat din dorința constructorilor de a evita inconvenientele arătate mai înainte. La un panou asimetric difuzorul este montat excentric față de axele sale de simetrie. Se reușește în acest fel, să se îmbunătățească răspunsul în domeniul frecvențelor joase, așa cum de altfel se poate observa din caracteristicile trasate în figura 2.3. Fenomenul este explicabil prin aceea că, traseele cu lungimi diferite ale undelor acustice, datorate montării excentrice a difuzorului, împiedică apariția defazaajelor între undele emise de cele două fețe ale membranei, intervenind, în acest caz, un fel de „repartizare” a interferențelor, într-un domeniu larg de frecvențe.

În vederea uniformizării metodelor de măsurare a difuzoarelor, s-a procedat la normalizarea panourilor asimetrice, adoptîndu-se dimensiunile indicate în figura 2.4.

● **Dimensionarea panourilor plane finite.** Pentru dimensionarea unor astfel de panouri este necesar să fie lăuată în considerare atât puterea acoustică P_{ac} radiată de difuzorul montat în panou finit cât și puterea acoustică P_{a1}

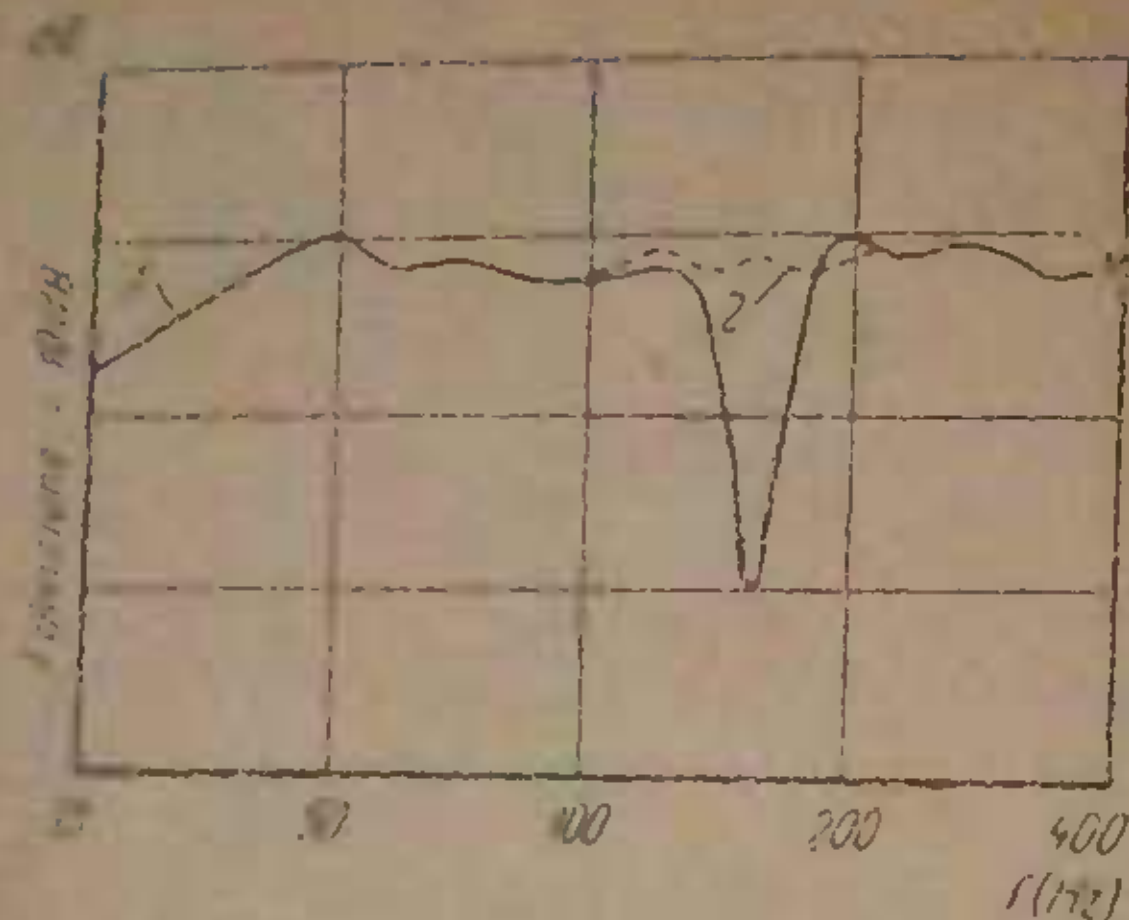


Fig. 2.3. Îmbunătățirea răspunsului cu frecvența în cazul folosirii unui panou asimetric:

1 — difuzor montat în centrul panoului; 2 — difuzor montat excentric.



Fig. 2.4. Panou acustic normalizat (prevederi STAS E 7061-61).

corespunzătoare difuzorului montat în panou infinit. Raportul lor poate fi exprimat astfel:

$$\frac{P_a}{P_{ap}} = 2 \left(1 - \frac{\sin kd}{kd} \right), \quad (2.1)$$

în care s-au notat:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ și}$$

d — distanța parcursă de unda acustică radiată de spațiile membranei (în metri).

Reprezentarea grafică a expresiei matematice $2 \left(1 - \frac{\sin kd}{kd} \right)$ în funcție de produsul kd este arătată în figura 2.5.

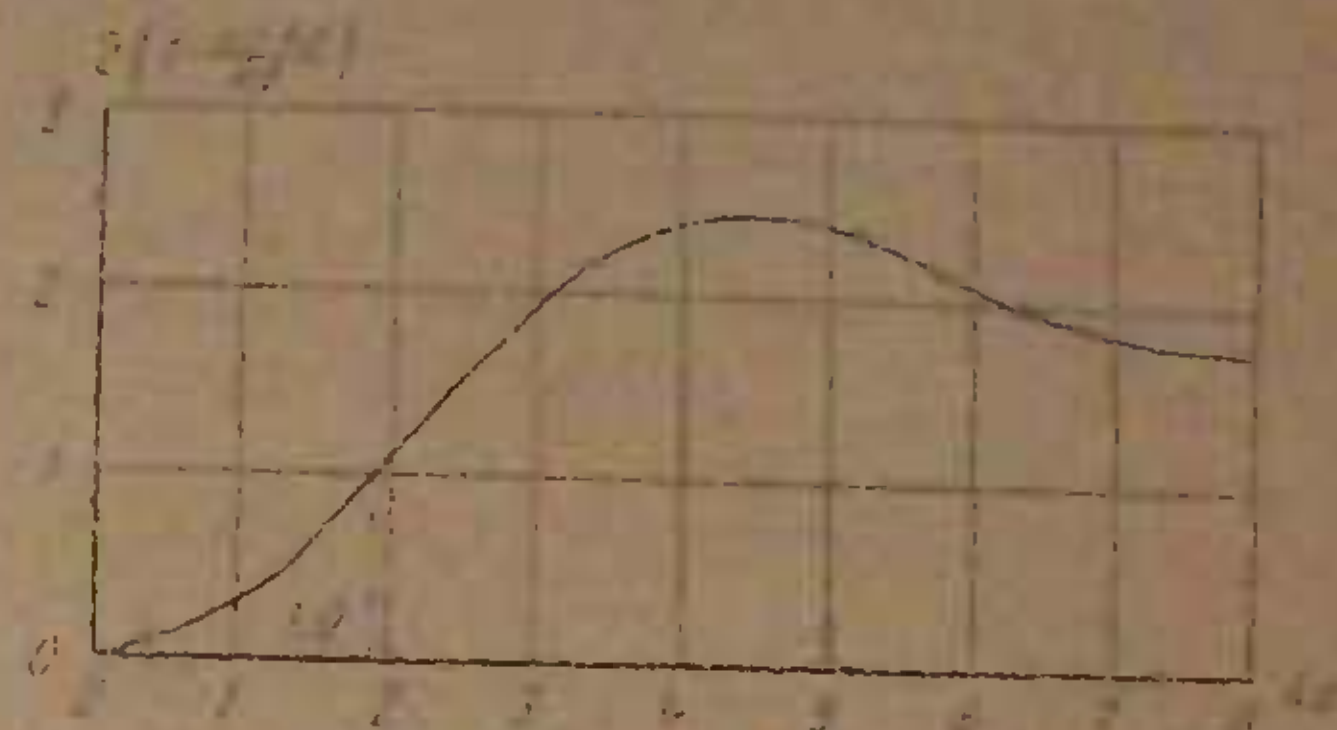


Fig. 2.5. Reprezentarea funcției $\frac{P_a}{P_{ap}}$ (variabilă în kd).

Împunind condiția cea mai avantajoasă pentru funcționarea difuzorului în panou finit, reprezentată prin alegerea unui raport $\frac{P_a}{P_{ap}}$ egal cu unitatea (egalitatea celor două puteri acustice), se constată că o astfel de situație corespunde unei valori $kd = 1.9$.

$$kd = \frac{2\pi}{\lambda} d = 1.9. \quad (2.2)$$

Știind că lungimea de undă λ poate fi exprimată în funcție de viteza sunetului c_0 și de frecvența f :

$$\lambda = \frac{c_0}{f} \quad (2.3)$$

se introduce valoarea lui λ din relația (2.3) în (2.2), obținându-se:

$$\frac{2\pi}{c_0} f d = 1.9. \quad (2.4)$$

Egalitatea 2.4 permite determinarea frecvenței de tăiere f_t :

$$f_t = \frac{1,9c_0}{2-d} \approx \frac{100}{d}, \quad (2)$$

în care:

f_t este frecvența de tăiere, în Hz;
 d — traseul undei acustice, în m.

Pentru a constata ordinul de mărime a lui d , se presupune că se dorește dimensionarea unui panou fixat pe o suprafață, care să permită reproducerea în bune condiții a sunetelor având frecvențe superioare valorii $f_t = 100$ Hz. Introducând această valoare a lui f_t în relația matematică 2.5, obținem pentru d valoarea de un metru.

Reșultă, în construcția unui panou acustic, este necesară și de respectarea anumitor cerințe referitoare la modul de fixare a difuzorului: prinderea acestuia va fi astfel realizată încât fața sa să fie cât mai apropiată de suprafața panoului. Pentru evitarea formării unor cavități rezonante, în fața sau în spatele membranei, este recomandată montarea difuzorului pe o placă auxiliară (a se vedea figura 2.6), având o grosime egală cu o zecime din dia-



Fig. 2.6. Montarea difuzorului electro-dinamic pe un panou acustic (prevederi STAS E 7061-64).

metrul nominal (la difuzorul circular), sau din lungimea axei mici (la difuzorul eliptic). Este de asemenea indicat ca marginea șasiului difuzorului să adere cât mai bine de fața panoului.

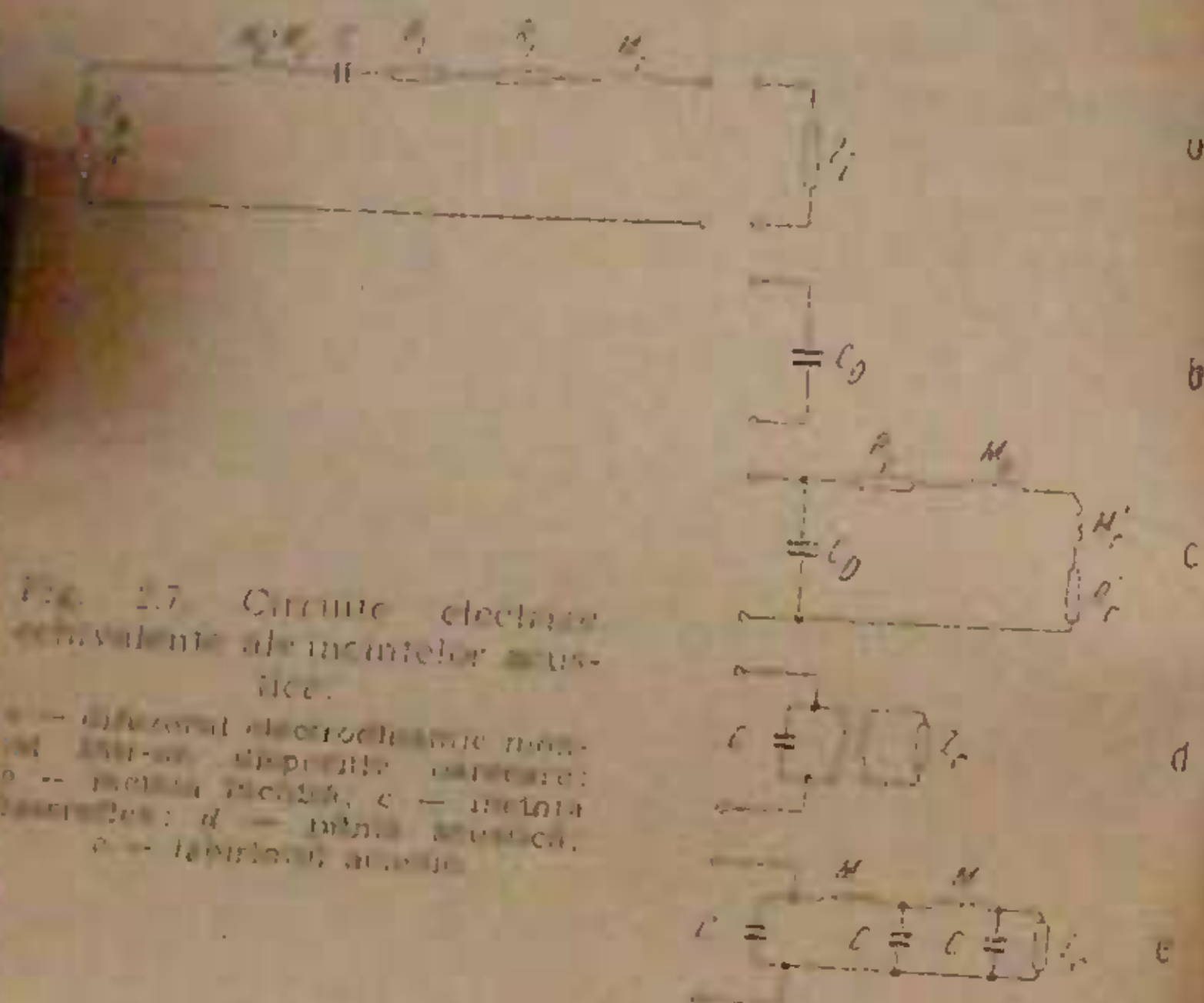
2.2. INCINTE ACUSTICE

O incintă acustică reprezintă un volum închis sau deschis, în interiorul cărui sunt fixate unul sau mai multe difuzoare și care are drept scop îmbunătățirea calitatilor funcționale ale acestor difuzoare. Când incinta este închisă, cele două fețe ale membranei sunt complet separate și în funcționarea ansamblului conține numai fața anterioară. Din contră, la o casetă care prezintă deschideri cu forme și dimensiuni diferite, ambele fețe ale membranei sunt active, iar comportarea ansamblului incintă-difuzor este total diferită față de cazul precedent.

Deși, în prezent, incintele acustice sunt realizate într-o mare varietate de tipuri și forme constructive, ele au, în majoritate la origine panoul acustic plan cărui succed s-au adus modificări. Astfel, prin rabaterca marginilor panoului s-a obținut *incinta acustică deschisă*. Închiderea completă a peretelui din spate, a determinat apariția unui alt tip de casetă, cunoscut sub denumirea de *incintă acustică închisă*. O altă categorie de incinte, care permite ca o parte a radiației acustice (corespunzătoare spatelui membranei), să fie readusă spre față, după introducerea unui defazaj convenabil, în vederea creșterii radiației totale, într-un anumit domeniu de frecvențe, se numește *bas-reflex sau antirezonantă*. Dacă la o incintă deschisă se reduc simultan dimensiunile feței pe care este fixat difuzorul, simultan cu lungirea pereților laterali, se obține o formă tubulară. Diversitatea soluțiilor constructive ale unor astfel de tuburi rezultă din varietatea mare a formelor pereților laterali și din mărimile diferite ale spatelui incintei. Din categoria tuburilor face parte și *labirintul acustic*.

Din cele prezentate, a reieșit că se pot deosebi două mari categorii de incinte acustice: unele în care radiația produsă de spatele membranei este complet anulată, exemplul tipic fiind incinta acustică închisă și, altele, în care fața sa posterioară devine activă prin practicarea într-unul din pereții incintei a unor deschideri. Din această ultimă categorie fac parte incintele deschise, *bas-reflex*, *labirintul acustic*.

Delimitarea cîntorului unei casele în cazul cuplării ei cu un difuzor, rezultă din cercetarea circuitelor echivalente electro-mecano-acustice. Se poate afirma, în acest sens, că toate dispozitivele de montaj acustic al difuzorilor, de tip incintă, pot fi reprezentate, într-un astfel de circuit, printr-o impedanță Z , care se inseriază cu circuitul echivalent al difuzorului (fig. 2.7, a). În figura 2.7, b este prezentat un astfel de circuit care înglobează atât elementele specifice difuzorului cît și componenta introdusă de incinta acustică închisă. Aceasta din urmă este reprezentată, pentru domeniul de frecvențe care ne interesează, prin elasticitatea C_p a volumului de aer din incintă.



În următoarea figură (2.7, c) este arătat circuitul echivalent, corespunzător incintei bassreflex. În acest ultim caz, mai intervin în afară de elementele precizate în figura 2.7, b încă două mărimi: masa și rezistența de răzidare ale „membranei fictive”. Aceste elemente au fost notate cu M' și, respectiv cu R' . Celelalte două mărimi M și C sînt determinate de deschiderea cutiei, ele repre-

zentînd masa aerului aflat în gîtul rezonatorului, respectiv rezistența frecărilor care se produc în acest gît.

Circuitul echivalent al unui difuzor montat într-un tub cu pereții paraleli (fig. 2.7, e) cuprinde componentele următoare repartizate M și C (masă și elasticitate), specific unui astfel de dispozitiv de montaj acustic. Pentru obținerea unei imagini cît mai complete asupra unor astfel de circuite echivalente, s-a prezentat în figura 2.7, d circuitul caracteristic unui difuzor cu punte.

2.3.1. INCINTE ACUSTICE DESCHISE

Incintele acustice deschise pot fi întîlnite frecvent în industria producătoare de receptoare de radiodifuziune și de televiziune. În marea lor majoritate casele unor astfel de receptoare sînt, de fapt, niste incinte deschise. Pereții din spatele incintei, perforat într-o proporție de cel puțin 30% și realizat dintr-un material ușor cum este, de pildă, cartonul, nu poate asigura completa separare a celor două fețe ale membranei difuzorului.

Într-o primă aproximație o incintă deschisă poate fi asimilată cu un panou plan avînd dimensiunile:

$$d = h + 2a. \quad (2.6)$$

În figura 2.8 a fost indicat traseul d pe care ar trebui să-l urmeze undă acustică generată de spațiile membranei, pentru a interfera cu cealaltă undă radiată de fața difuzorului.

Analizînd mai în amănunt, se constată că funcționarea unei incinte deschise depinde nu numai de dimensiunile sale ci și de impedanța acustică pe care o prezintă tubul de înălțime a , delimitat de pereții săi. Modificarea acestei înălțimi poate provoca apariția unor pronunțate neuniformități în caracteristica de frecvență a ansamblului incintă-difuzor. Pentru demonstrarea celor afirmate, sînt arătate în figura 2.9 trei casele deschise în care s-au montat difuzoare de același tip. Prima incintă are o înălțime: $a = 20$ cm, a doua: $a = 40$ cm, iar a treia: $a = 60$ cm. Analizîndu-se curbele de răspuns ale celor trei incinte (determinările aparțin lui H. Olson) se observă că prin

măritarea treptată a lui a se stabilesc creșteri din ce în ce mai pronunțate ale nivelului de presiune acustică (la aceeași frecvență). Așa, de pildă, dacă dimensiunea a

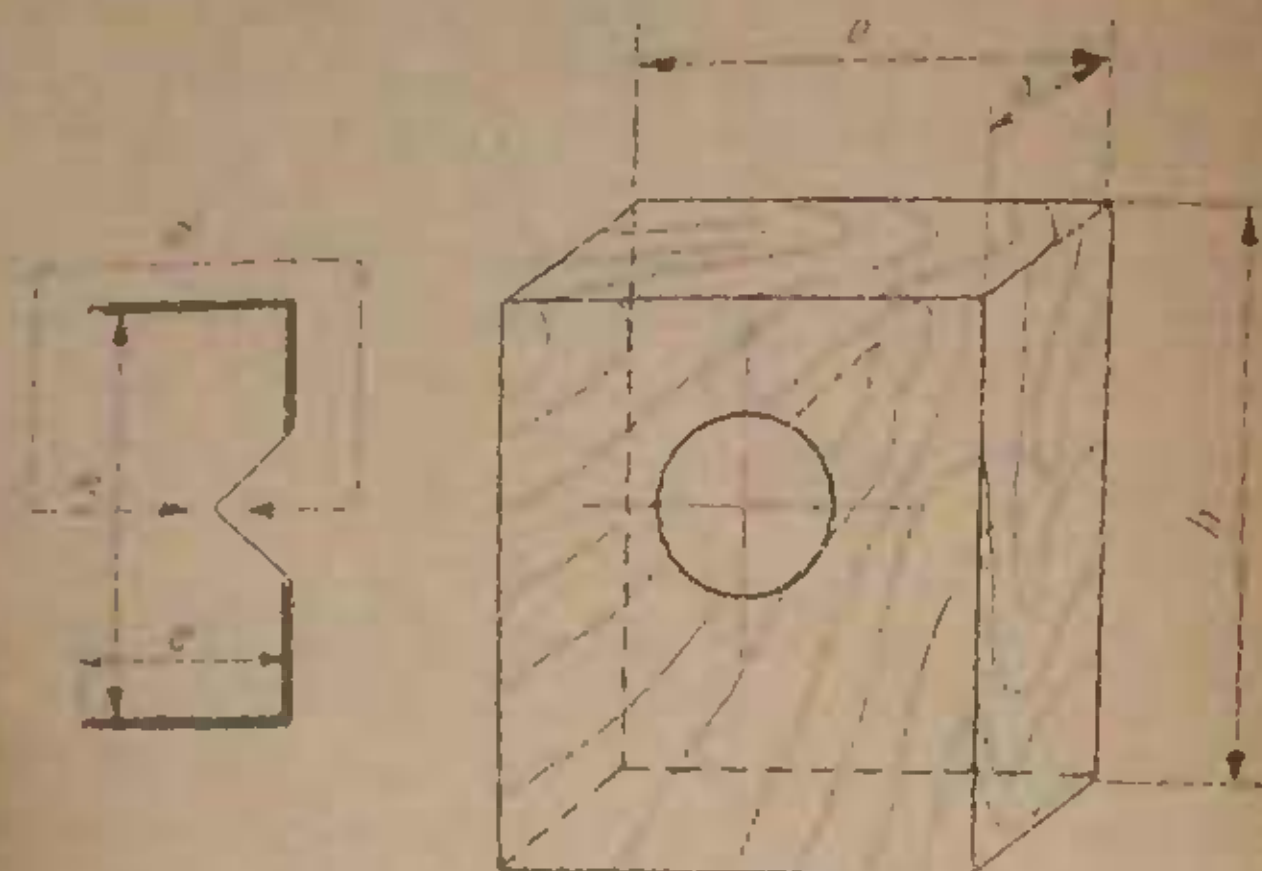


Fig. 28. Incinta acustică deschisă.

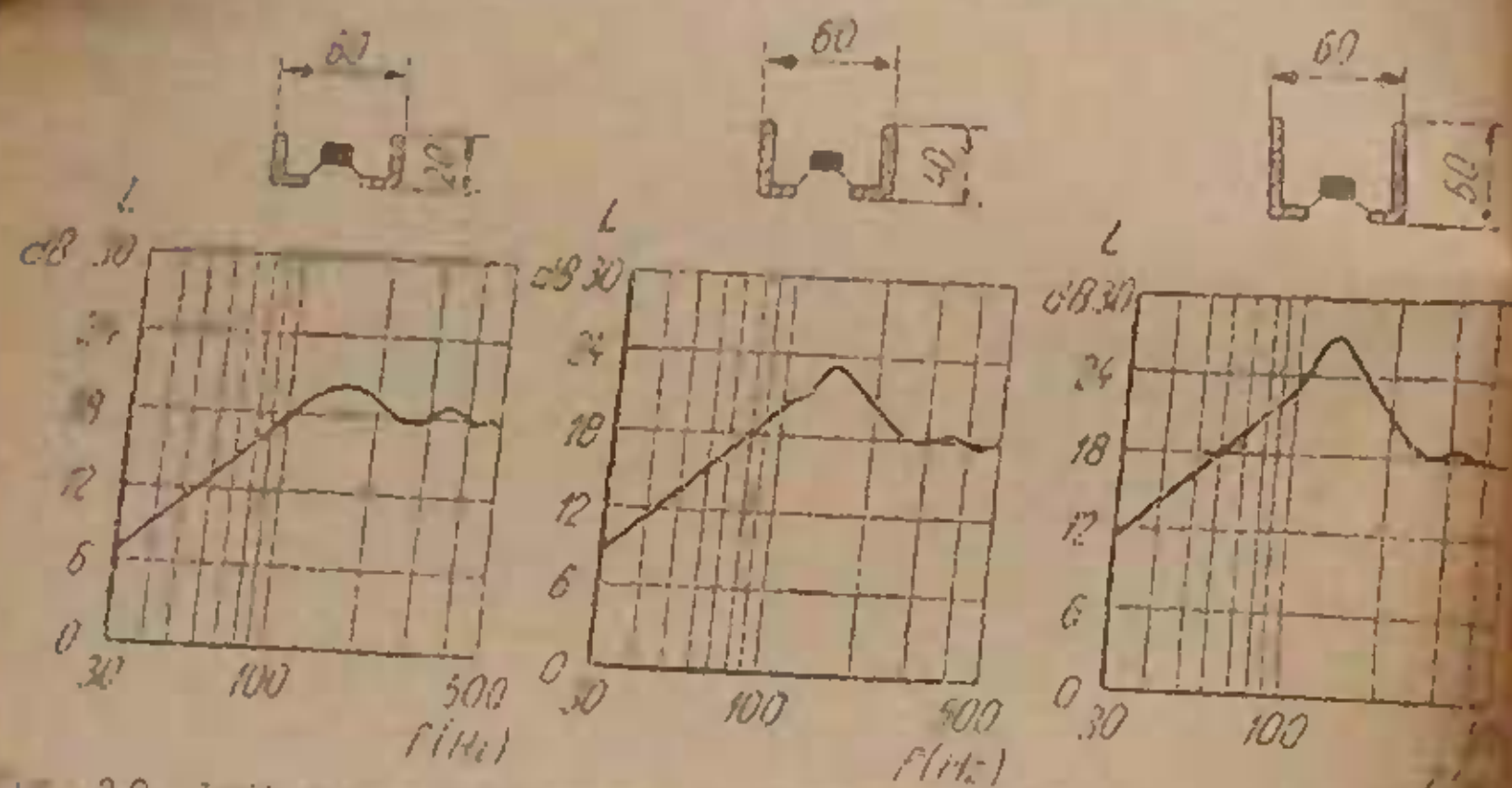


Fig. 29. Influența înălțimii pereților laterali ai incintei asupra curbei de răspuns.

egală cu 20 cm, denivelarea de presiune acustică este de ordinul a 2 dB; lungind tubul de la 20 cm la 60 cm, neregularitățile caracteristicii de frecvență ating valoarea de 8 dB. Este important să se sublinieze faptul că mărirea

micșorarea lui a provoacă alăturarea răspunsului la o frecvență.

Din cele prezentate rezultă că incintele acustice deschise pot fi dimensionate potrivit indicațiilor de la paragraful „panouri acustice”, impunându-se totodată condiția $h > 2a$.

Calculul pentru dimensionarea incintelor deschise are la bază relația matematică 2.5, utilizată și în cazul panourilor acustice. În situația de față, însă, intervine o lungime medie a traseului pe care-l parcurge unda acustică generată de spatele membranei, mărime care intervine în calcul fiind cele indicate în figura 2.8, b.

Precizind că: $b = K_1 a$ și $h = K_2 a$ și că parcursul mediu reprezintă semisuma traseelor corespunzătoare laturilor $a \rightarrow b$, respectiv $a \rightarrow h$, se poate scrie:

$$d_{med} = \frac{1}{2} [(a + K_1 a) + (a + K_2 a)] = a \left(1 + \frac{K_1 + K_2}{2} \right).$$

Cunoscând că volumul casetei rezultă din expresia:

$$V = K_1 K_2 a^3,$$

se obține cu ajutorul relației 2.5 egalitatea:

$$f_1 = \frac{100 \sqrt[3]{K_1 K_2}}{\left(1 + \frac{K_1 + K_2}{2} \right) \sqrt[3]{V}} = \frac{100}{a \left(1 + \frac{K_1 + K_2}{2} \right)}$$

Pentru a aprecia ordinul de mărime a frecvenței de rezonanță, se consideră radioreceptorul de fabricație „Electronica”, tip S 692A — Eforie, a cărui casetă are următoarele dimensiuni: 680 mm \times 225 mm \times 215 mm. Coeficienții K_1 și K_2 au în acest caz valorile: $K_1 = 3,15$ și $K_2 = 1,05$. În situația arătată se ajunge la o formă simplificată a formulei precedente și anume:

$$f_1 \cong \frac{45}{\sqrt[3]{V}}$$

Volumul casetei fiind de aproximativ 0,033 m³, se obține $f_1 = 150$ Hz.

S-a mai arătat în cuprinsul acestui capitol că, folosind o incintă închisă, se asigură separarea acustică funcțiilor între cele două fețe ale membranei. Din acest punct de vedere, se obțin aceleași avantaje ca și la panourile poroase. Acesta este de altfel și motivul pentru care sunt denumite desori și *incinte închise*. O precizare necesară: deși numite *închise*, ele sînt totuși prevăzute cu mică deschidere (fig. 2.10) care are drept scop să elibereze presiunile statice ce se aplică pe fețele membranei. Se evită, în acest fel, schimbarea poziției de repaus a bînelor mobile, ce ar putea apare ca urmare a variației presiunii atmosferice. Dimensiunile acestui orificiu fiind mici nu modifică, bineînțeles, condițiile de funcționare specifice difuzorului montat într-un astfel de dispozitiv.

În situația utilizării unei incinte închise, energia acustică este radiată numai de fața membranei, spatele fiind complet închis. Unda acustică „de spate” este total ab-

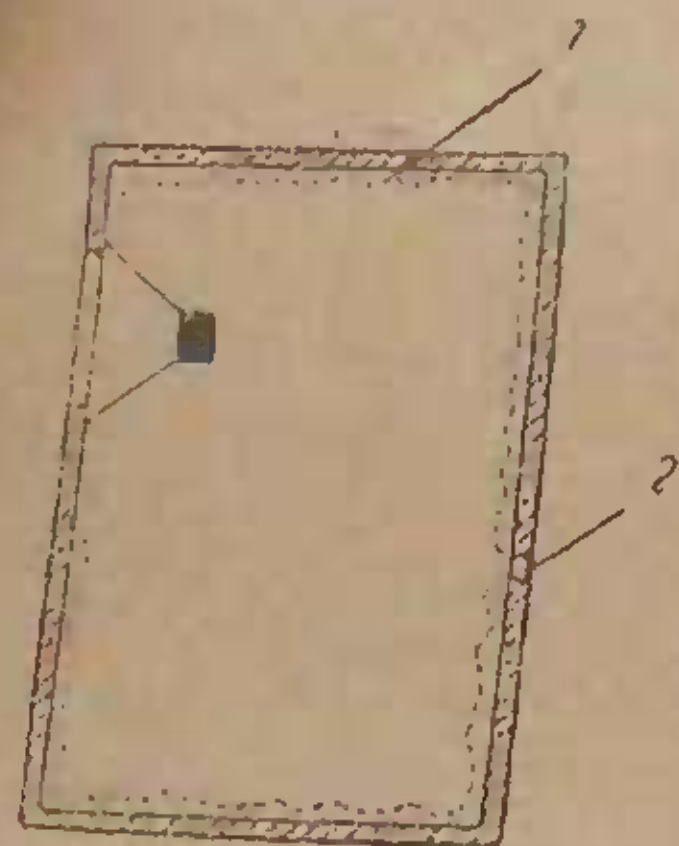


Fig. 2.10. Incinta acustică închisă:
1 — căptușala a pereților realizată din material poros; 2 — orificiu de decompresie.

bită, înlăturându-se astfel, apariția tuturor neajunurilor caracteristice funcționării ca dipol acustic. Rezultă, deci, ca una din principalele însușiri ale unui ansamblu incintă închisă — difuzor, o constituie anularea radiației produse de spatele membranei și păstrarea, ca element activ, a fa-

ței sale. O altă trăsătură specifică funcționării unui difuzor montat într-o asemenea cavitate constă în modificarea frecvenței de rezonanță a ansamblului, în sensul creșterii valorii acestei frecvențe. Într-adevăr, volumul de aer cuprins în incintă, acționează ca un resort, elasticitatea sa depinzându-se cu elasticitatea sistemului oscilant al difuzorului electrodinamic și provocând în acest fel creșterea frecvenței de rezonanță.

Pentru a aprecia cantitativ modificarea frecvenței de rezonanță a difuzorului, s-au prezentat în figura 2.11 rezultatele unor experimentări efectuate de H. Olson. Comparându-le, se constată că prin montarea unui difuzor cu frecvență de rezonanță $f_0 = 150$ Hz într-o incintă închisă se produce o creștere a lui f_0 de la 150 Hz la 200 Hz.

Este, deci, important de observat că montajul difuzorului în incintă închisă nu este de natură să contrie-

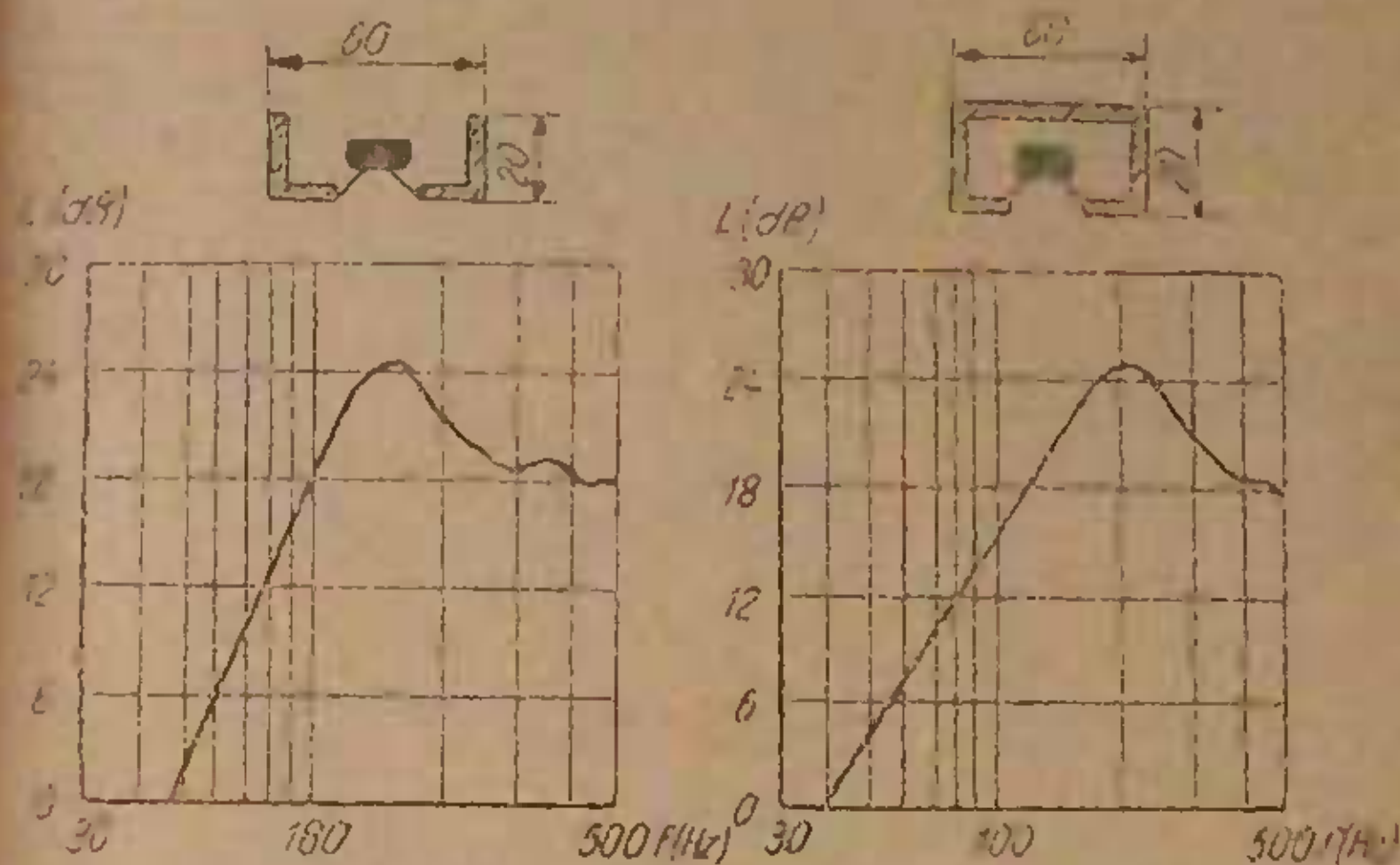


Fig. 2.11. Modificarea frecvenței de rezonanță ca urmare a montării difuzorului într-o incintă închisă.

la ameliorarea răspunsului la frecvențe joase (compararea făcându-se cu difuzorul montat pe un panou infinit) ci, dimpotrivă, să-l înrăutățească. Acest neajuns se poate, totuși, evita dacă se iau măsuri ca, de pildă:

— mărirea volumului incintei în așa fel, încît, elasticitatea pe care o prezintă aerul din interiorul ei să nu mai

pută modifica frecvența de rezonanță a difuzorului. Trebuie menționat că o asemenea condiție nu poate fi îndeplinită în mod ușor, deoarece dimensiunile incintei nu pot crește oricât de mult, ele trebuind să se adapteze spațiului din locuință rezervat audierii.

— ridicarea unui difuzor cu o frecvență de rezonanță mai mică decât frecvența limită inferioară impusă spectrului ce urmează să fi reprodus și a unei casele judicioasă dimensiunilor, care să ridice valoarea frecvenței de rezonanță propriu a difuzorului până la această limită.

Pentru determinarea frecvenței de rezonanță a unui ansamblu difuzor electrodinamic-incintă închisă este necesar să se impună, pentru circuitul electric echivalent cunoscuta condiție de anulare a reactanței mecanice, respectiv a celei acustice. În cazul de față, în componenta reactanței intră atât elementele corespunzătoare difuzorului cât și cele datorate incintei. Mărimile care aparțin difuzorului sînt: elasticitatea totală a sistemului de suspensie C (în m^2/N), masa totală M a ansamblului membrană plus conductor mobil, ($M = M_b + M_c$, în kg) și reactanța de radiație X , considerată pe fiecare față a membranei (determinată de masa de radiație M_r). În aceste condiții valoarea frecvenței de rezonanță a difuzorului rezultă din relația:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{C \sqrt{M + M_r}} \quad (2.7)$$

Valoarea lui M_r , așa cum se va vedea în paragrafele următoare, depinde de raportul dintre dimensiunile casei și cele ale membranei.

Pentru calculul frecvenței de rezonanță a ansamblului va fi luată în considerare și capacitatea acustică a incintei închise, notată cu C_D . Se poate deci scrie relația:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\sqrt{(M + M_r) \frac{CC_D}{C + C_D}}} = \frac{1}{2\pi} \frac{\sqrt{C + C_D}}{\sqrt{CC_D} (M + M_r)} \quad (2.8)$$

Influența capacității acustice C_D asupra frecvenței de rezonanță a difuzorului poate fi ușor pusă în evidență

dacă se exprimă raportul $\frac{f_0}{f_0'}$ în funcție de $\frac{C}{C_D}$. În acest caz se obține:

$$\frac{f_0}{f_0'} = \sqrt{1 + \frac{C}{C_D}} \quad (2.9)$$

Acastă formulă, ca de altfel și reprezentarea sa grafică din figura 2.12, dovedește că frecvența f_0 a ansamblului este întotdeauna mai mare decât f_0' , frecvența de rezonanță a difuzorului ($\frac{f_0}{f_0'}$ este raportul). Raportul $\frac{f_0}{f_0'}$ tinde să crească odată cu creșterea raportului $\frac{C}{C_D}$, adică pe măsură ce capacitatea acustică C_D a incintei se micșorează. Se justifică astfel, și matematic, concluzia enunțată anterior și anume, că pentru evitarea modificării într-o măsură mai mare a frecvenței de rezonanță a difuzorului

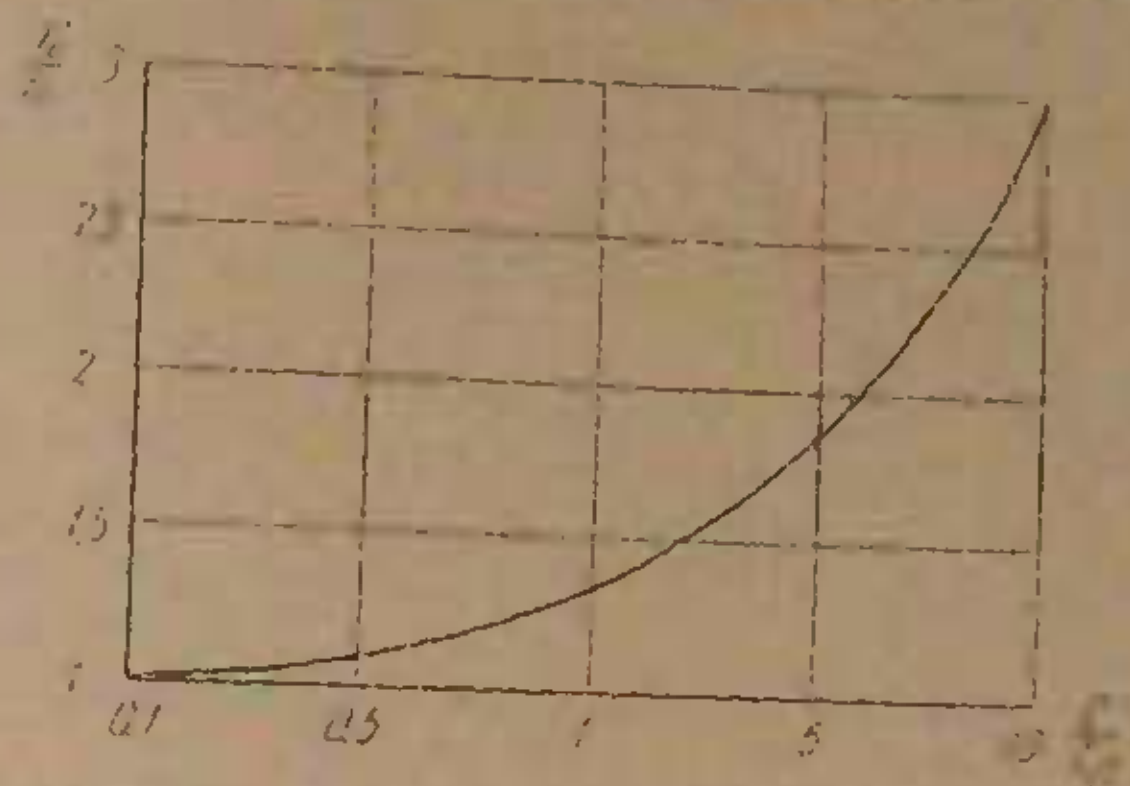


Fig. 2.12. Reprezentarea grafică a raportului $\frac{f_0}{f_0'}$ în funcție de $\frac{C}{C_D}$.

montat în incintă închisă, este necesară o capacitate C_D redusă și deci a unui volum interior cât mai mare. Într-adevăr cunoscînd că valoarea lui C_D rezultă în relația:

$$C_D = \frac{V}{f_0^2 c^2 S_c^2} \quad (2.10)$$

în care:

- V — este volumul incintei, în m^3 ;
- ρ_a — densitatea aerului, în kg/m^3 ;
- c_a — viteza sunetului în aer, în m/s ;
- S_a — suprafața activă a difuzorului, în m^2 .

se observă că valoarea raportului $\frac{f_0}{f_n}$ este invers proporțională cu cea a volumului.

Rezumând cele prezentate, se poate spune că incinta acustică închisă intervine în circuitul electric echivalent al unui ansamblu casetă — difuzor sub forma unei impedanțe, care se interiază cu componentele specifice difuzorului. La frecvențe joase, această impedanță este reprezentată printr-o reacțanță capacitivă, determinată de existența aerului cuprins în incintă, care provoacă micșorarea frecvenței de rezonanță a ansamblului (circuitul echivalent este prezentat în figura 2.7, b). La frecvențe înalte pot apărea în interiorul incintei unde staționare, care limitază răspunsul cu frecvență. Pentru a le înlătura se adoptă soluția captușiri pereților cu materiale fonoabsorbante ca: vată de bumbac, vată de sticlă, vată de zgură etc. Un asemenea procedeu este avantajos numai în măsura în care ajungem să înlăturăm aceste efecte, dar constituie un mijloc de a mari, în mod fictiv, volumul interior al casetei. Faptul este explicabil, deoarece, compresia aerului care este adiabatică (transformări fără schimburi de căldură cu mediul înconjurător), tinde să devină izotermă (variațiile de temperatură se răpidesc în mediul ambiant), ceea ce implică modificări valorice ale vitezei sunetului. Făcând raportul vitezelor în cele două situații se găsește că:

$$\frac{c_a}{c_0} = \sqrt{\gamma}$$

în care:

- c_a este viteza sunetului în cazul unor transformări adiabactice, în m/s ;
- c_0 — viteza sunetului pentru transformări izoterme, în m/s ;
- γ — raportul căldurilor specifice, cu valoarea de 1,41.

Viteza sunetului, măsurându-se cu 2,41, are drept consecință o creștere a valorii capacității acustice cu aproximativ 49% (v. relația 2.10).

Deși avantajul din multe puncte de vedere, captușirea pereților cu material absorbant trebuie să se execute cu deosebită îngrijire pentru a nu deterioreza difuzorul. În acest scop se recomandă acoperirea sa cu o placă „transparentă pentru sunet”, care să-l protejeze împotriva particulelor ce se formează prin fărâmișarea, în timp, a fibrelor de vată de sticlă, de vată, odată pătrunse în sistemul mobil al difuzorului, pot să-l împiedice deplasările normale, provocând până la unele defecțiuni dificil de înțeles.

Funcționarea ansamblului mai poate fi perturbată, în afară de undele staționare din interiorul incintei, și de intrarea în vibrație a pereților casetei. Pentru obținerea unor bune rezultate, se impune confecționarea tuturor pereților incintei din materiale groase și rigide cum ar fi de exemplu betonul. Este indicată, de asemenea, executarea unor pereți dubli, spațiul din interior umplându-se cu nisip.

O importanță deosebită, în buna funcționare a ansamblului, o prezintă și modul în care se fixează difuzorul de panoul frontal al casetei. Deși aceste considerații au fost prezentate la panourile acustice, se stabilise încă odată, că în cazul utilizării pentru incintă, a unor pereți cu grosimi relativ mari, se pot forma fie în fața, fie în spatele membranei, tuburi acustice a căror impedanță de intrare intervine în mod cu totul nedorât în circuitul echivalent al ansamblului. Din aceste motive este indicat ca decuparea circulară sau eliptică de pe panoul pe care se fixează difuzorul să aibă un profil evazat, așa cum se arată în figura 2.13, c.

Mai este de adăugat că obținerea unei calități bune, respectiv realizarea unui răspuns cu frecvență cât mai uniform, este condiționată și de anumiți parametri ai amplificatorului de putere, mai precis, de valoarea impedanței sale de ieșire. Cînd aceasta impedanță are o valoare scăzută se produce o amortizare a rezonanțelor care se stabilesc în interiorul incintei și, ca urmare, o uniformizare a curbei de răspuns.

Determinarea valorilor elementelor care alcătuiesc circuitul echivalent al ansamblului difuzor electrodinamic — incintă acustică închisă. Toate elementele care intră în alcătuirea unei incinte închise și care sînt reprezentate în circuitul electric echivalent prin mărimi corespunzătoare

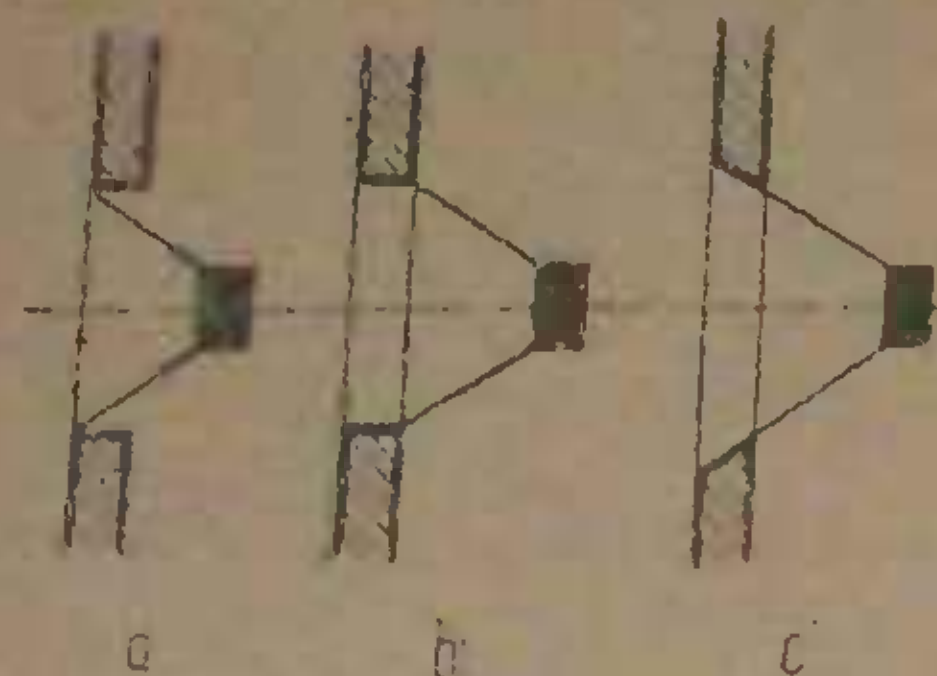


Fig. 2.13. Decupări ale panoului frontal al incintei acustice: a, b — incorecte, c — corectă.

(rezistențe, inductanțe, capacități), pot fi determinate valorile fie prin măsurări, fie prin calcul. Valorile rezistenței și inductanței bobinei mobile rezultă în urma efectuării unor măsurări. Ceilalți parametri, relativi la sistemul oscilant al difuzorului, pot fi calculați pornind de la masele membranei și a bobinei mobile, precum și de la suprafața activă a conului difuzorului.

În ceea ce privește calculul impedanței de radiație, acesta se efectuează diferențiat, după cum dimensiunile incintei sînt mai mari sau mai mici față de suprafața membranei. Considerînd că lucrăm cu impedanțe acustice (valorile acestora rezultă din divizarea impedanțelor mecanice cu pătratul suprafeței active a membranei) și că ne interesează numai domeniul frecvențelor joase, cele două mărimi care definesc impedanța de radiație, rezistența R_r și masa de radiație M_r , sînt calculabile cu relațiile:

$$\left. \begin{aligned} R_r &= 0.0215 f^2 \\ M_r &= \frac{0.318}{a} \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

în care:

f — este frecvența, în Hz;

a — raza membranei active a difuzorului, în m.

Aceste relații sînt valabile numai în cazul în care dimensiunile incintei sînt mari în raport cu suprafața activă a membranei (de exemplu mai mari decît 0.5 m), și pentru demonstrarea lor se ia ca bază expresiile matematice 1.7 și 1.9.

În cel de al doilea caz, al incintei de dimensiuni reduse, echivalența cu un piston fixat la capătul unui tub cilindric, rezultă pentru mărimile în cauză, formulele:

$$\begin{aligned} R_r &= 0.0107 f^2; \\ M_r &= \frac{0.25}{a}. \end{aligned} \quad (2.12)$$

Capacitatea acustică a incintei se calculează cu relația 2.10. Și celelalte elemente ale circuitului electric echivalent, ca de pildă, masa diafragmei, masa și impedanța bobinei mobile pot fi calculate, mai ales în situația în care nu sînt precizate de firma furnizoare.

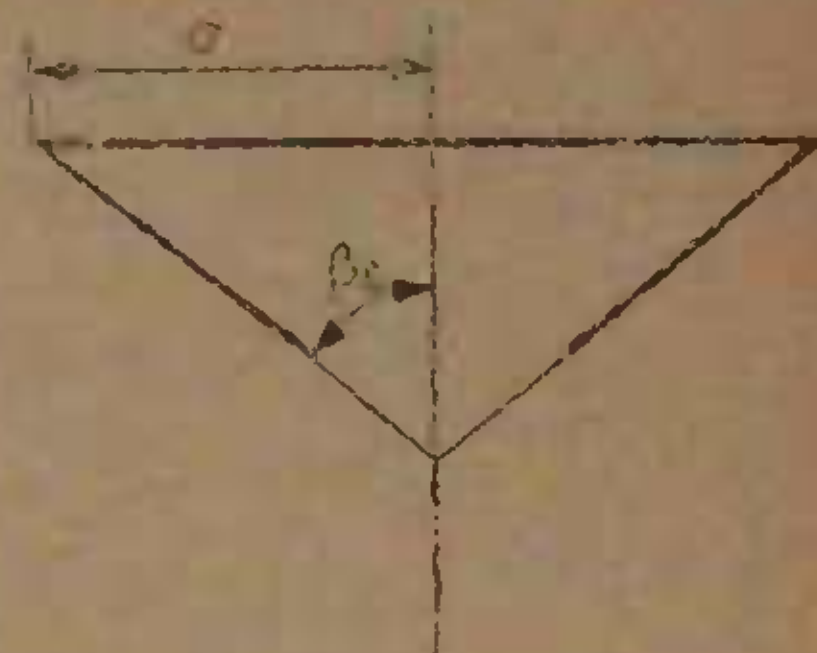


Fig. 2.14. Elementele geometrice necesare determinării masei membranei

În cele ce urmează sînt prezentate formulele de calcul pentru toate aceste mărimi:

Masa conului membranei M_c , se determină în funcție de raza și unghiul deschiderii sale (a și β_c), de grosimea materialului din care este confecționată (Δ_c) și de greutatea specifică a acestui material (δ_c). Unele din aceste

milimetri sunt indicate și în schema din figura 2.14. Din considerații geometrice rezultă că:

$$M_b = \frac{\pi a^2}{\sin \beta} \Delta \cdot \delta \quad (2.13)$$

toate elementele fiind exprimate în unități MKS.

Masa conductorului mobil M_f se calculează cu formula:

$$M_f = \pi^2 \delta_s D_m n \frac{d^2}{4} \quad (2.14)$$

în care s-au făcut notațiile:

δ_s — greutatea specifică a materialului din care este executat conductorul mobil (în kg/m^3). Pentru aluminiu valoarea sa este de $\delta_{\text{Al}} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$, iar pentru cupru $\delta_{\text{Cu}} = 8,89 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$;

D_m — diametrul mediu al bobinei, în m;

n — numărul de spire;

d — diametrul conductorului, în m.

Rezistența electrică a conductorului mobil se calculează cu formula:

$$R_b = \rho_b \frac{l}{S} = 4 \rho_b \frac{n D_m}{d^2} \quad (2.15)$$

în care s-au făcut notațiile:

ρ_b — rezistivitatea conductorului mobil, în $\frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$;

S — secțiunea, în mm^2 .

Valoarea rezistivității depinde, de asemenea, de materialul din care este confecționat conductorul mobil: $\rho_{\text{Al}} =$

$$0,0282 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \text{ și } \rho_{\text{Cu}} = 0,0172 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}.$$

Cunoscută fiind relația care leagă rezistența R_b de parametrii ρ_b , n , D_m și d și ținând seama de egalitatea 2.14 se poate scrie:

$$\frac{M_b}{R_b} = \frac{\pi^2 \delta_b d^4}{16 \rho_b} \quad (2.16)$$

$$M_f = \frac{\pi^2 \delta_s d^4 R_b}{16 \rho_b} \quad (2.17)$$

Ca o aplicație numerică a tuturor relațiilor matematice prezentate, se propune determinarea frecvenței de rezonanță a unui ansamblu difuzor-încintă acustică închisă, pornindu-se de la următoarele date:

— frecvența de rezonanță a difuzorului rădând liber $f_0 = 60 \text{ Hz}$;

— diametrul difuzorului: $2a = 0,2 \text{ m}$;

— suma maselor sistemului oscilant și de radiație ($M + M_r$) = $0,0123 \text{ kg}$;

— volumul incintei acustice: $V = 0,0133 \text{ m}^3$.

Avind aceste date, se consideră relația 2.8, care mai poate fi exprimată și sub forma:

$$f'_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{C_D (M + M_r)} + \frac{1}{C (M + M_r)}} \quad (2.18)$$

în care capacitatea acustică C_D se calculează cu relația 2.10. Partea a doua a expresiei de sub radical reprezintă frecvența de rezonanță a difuzorului (a se vedea expresia 2.7). În acești condiții egalitatea 2.8 se poate scrie:

$$f'_0 = \sqrt{\frac{\epsilon_c \epsilon_v}{4\pi^2} \frac{S_c^2}{(M + M_r)V}} + f_0^2 \quad (2.19)$$

Introducind în formulă valorile cunoscute pentru fiecare parametru în parte, se găsește:

$$f'_0 = \sqrt{\frac{1,18 \cdot 10^{-4} \cdot 3,1 \cdot 10^6}{4 \cdot 3,14^2} + \frac{3,14^2 \cdot 20^2}{16 \cdot 12,3 \cdot 13500}} + 60^2 = 156 \text{ Hz}.$$

Se observă din rezultatul acestui exemplu de calcul că, prin montarea difuzorului în incintă închisă, frecvența de rezonanță a crescut de la 60 Hz la 156 Hz .

Pentru dimensionarea casetelor închise au fost elaborate și o serie de metode grafice. Una dintre ele, o nomogramă întocmită de specialiștii firmei Lorenz, este prezentată în figura 2.15. Ea se referă la difuzoare cu diametre cuprinse între $4,5 \text{ cm}$ și 30 cm . Nomograma permite determinarea frecvenței de rezonanță a ansamblului, pornind de la diametrul activ al difuzorului și cunoscând volumul V al incintei. Se poate proceda și în sens invers.

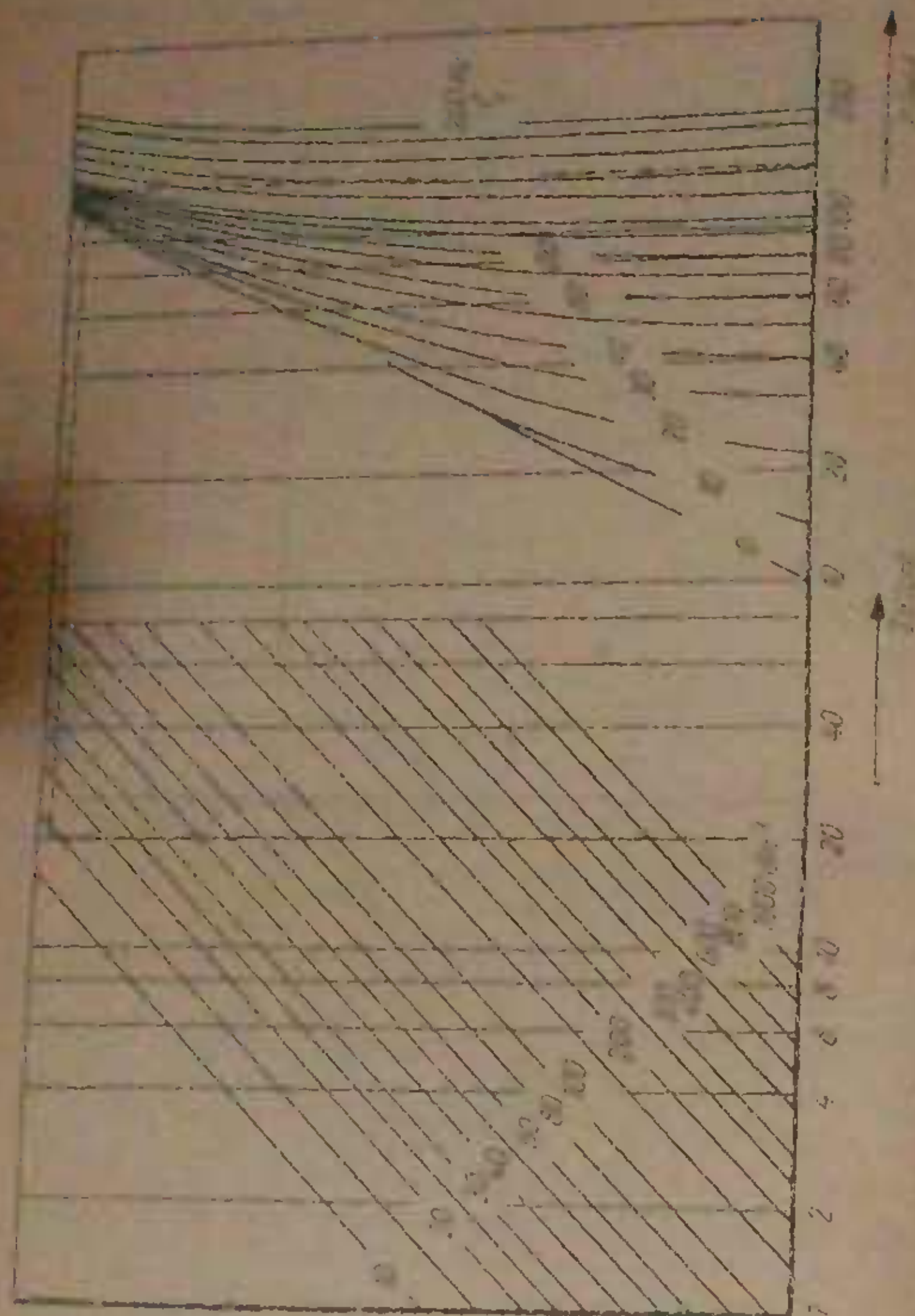


Fig. 2.15. Nomogram pentru determinarea incintelor inchise.

adecă să se impună valoarea frecvenței de rezonanță a ansamblului și să se determine volumul incintei.

Presupunind că este dat același difuzor din exemplul precedent, se propune aflarea, cu ajutorul acestei nomogramme, a frecvenței de rezonanță la care volumul este de 0.0135 m^3 .

Acetia fiind datele problemei, procedem așa următorul: se începe pe prima parte a abscisei (20), valoarea de 20 cm. Se trasează o verticală până la intersecția cu caracteristica $V = 13.5 \text{ dm}^3$. Din acest punct, se duce o dreaptă orizontală până la întâlnirea cu diagonala $f = 60 \text{ Hz}$. De aici, o altă verticală va tăia într-un alt punct cu partea a doua a abscisei, în care sunt marcate valorile lui f_0 . În felul acesta s-a determinat frecvența de rezonanță a ansamblului. Așa cum s-a mai arătat, dacă se cunoaște f_0 , se poate parcurge în sens invers traseul marcat pe nomogramă, determinându-se la intersecția verticală corespunzătoare diametrului difuzorului cu orizontală ce-și are originea pe una din diagramele f_0 , volumul V al incintei acustice închise. După cum se observă rezultatele sînt asemănătoare cu cele obținute prin calcul numeric.

2.3.3. INCINTE BASSREFLEX (ANTIREZONANTE)

O altă soluție de montaj acustic al difuzoarelor, derivă din ideea de a utiliza pentru radiația frontală, unde acustice generate de ambele fețe ale difuzorului mîncă, în același timp, sarcina acustică pe spatele membranei. Aceste cerințe sînt prevăzute să se realizeze într-un domeniu restrîns de frecvențe, corespunzător sunetelor joase și situat în imediata apropiere a frecvenței de rezonanță. Dispozitivul de montaj capabil să satisfacă condițiile menționate, funcționează pe principiul rezonatorului Helmholtz și este cunoscut sub diferite denumiri ca *incintă inversoare de fază*, sau *incintă antirezonanță* dar, mai ales, ca *incintă bassreflex*. O astfel de casetă, schițată în figura 2.16, este prevăzută cu o deschidere amplasată pe aceeași față pe care se află fixat și difuzorul. Prezentată schematic, funcționarea unui ansamblu difu-

— incinta bassreflex este următoarea: cînd se aplică o tensiune de audiofrecvență pe bornele bobinei mobile, membrana difuzorului începe să se deplaseze, aerul din interiorul incintei suferind, după caz, comprimări sau

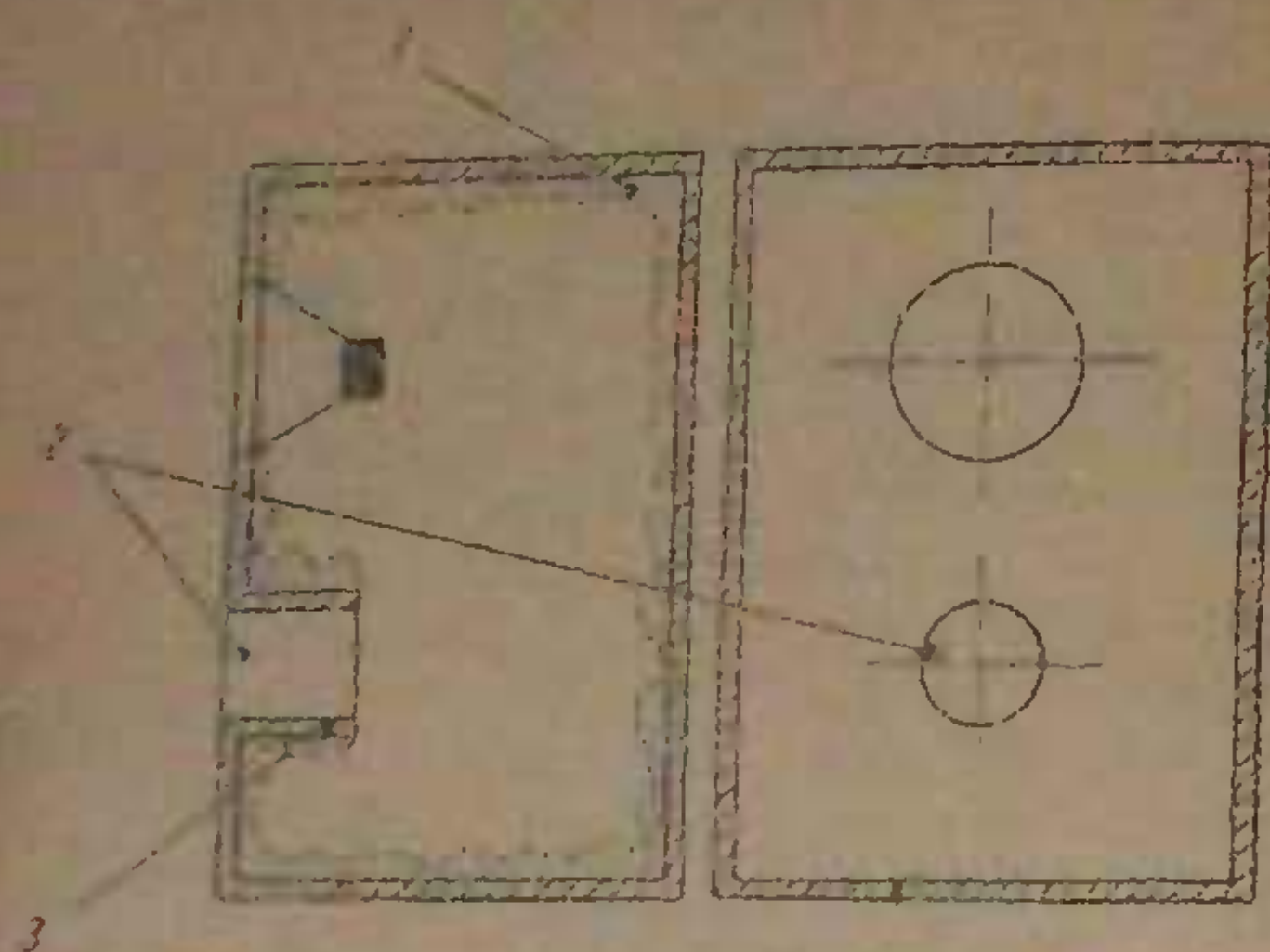


Fig. 2.18. Incinta acustică bassreflex:

1 — capotă a pistonului realizată din material poros; 2 — deschidere; 3 — cab.

dilatări. Considerînd că are loc o comprimare, se acționează, prin intermediul volumului de aer din interiorul incintei, asupra masei de aer din deschidere, aceasta avînd tendința de a se deplasa spre exterior. Masa de aer din deschidere se comportă întotdeauna ca un piston, fiind pusă în condiții de radiație acustică asemănătoare cu cele ale membranei. Din aceste motive ea este considerată ca o a doua membrană și poartă chiar denumirea de „membrană fictivă”. Prin introducerea ei se crează o substanțială mărire a rezistenței de radiație, cu consecințe sesizabile în răspunsul la frecvențe joase.

Dacă dimensiunile deschiderii sînt mici în raport cu lungimea de undă a sunetului emis, rezistența de radiație va fi mică și, în consecință, puterea acustică radiată va fi, de asemenea, redusă. Prin urmare la frecvențe joase, corespunzătoare unor lungimi de undă mari, sînt necesare deschideri de suprafețe mari. Deși aparent acest lucru nu

ar părea imposibil de realizat, există totuși contrariul, deoarece valoarea suprafeței deschiderii se află într-o strînsă interdependență cu cea a volumului. Relația matematică, prin care se concretizează aceste afirmații, este cea care permite calculul frecvenței de rezonanță al unui rezonator Helmholtz. Ea a fost demonstrată de Rayleigh și este de forma:

$$f_H = \frac{c_0}{2\pi} \sqrt{\frac{S_0}{V \left(1 + \frac{V_0 S_0}{2}\right)}} \quad (2.20)$$

în care:

f_H este frecvența de rezonanță, în Hz;

c_0 — viteza sunetului, în m/s;

S_0 — secțiunea deschiderii, în m^2 ;

l — grosimea deschiderii, în m;

V — volumul interior, util, al incintei, în m^3 .

Din aceste motive, la dimensionarea incintei se vor adopta soluții de compromis, în care sînt vor fi analizați următorii principali factori:

— domeniul de frecvențe (se are în vedere frecvențele joase) ce urmează a fi reproduse;

— dimensiunile incintei, ținînd seama de condițiile spațiului ce urmează a fi sonorizat;

— caracteristicile și dimensiunile difuzorului;

— dimensiunile deschiderii.

La o casetă tip bassreflex se urmărește obținerea unor frecvențe de rezonanță, f_0 (a difuzorului) și f_H (a incintei), cît mai apropiate ca valoare, eventual identice. Deoarece identitatea de valori este greu de obținut, în practică sînt puse în evidență trei domenii de frecvențe: primul corespunzător frecvențelor superioare lui f_H , în care difuzorul se comportă ca și cînd ar fi montat într-o incintă închisă; al doilea cuprins între f_0 și f_H și în care se produce o creștere a nivelului de presiune acustică cu 4—5 dB față de cazul difuzorului montat în incintă închisă; al treilea domeniu se află situat sub f_0 și îi corespunde o descreștere substanțială a nivelului de presiune acustică.

Din cele arătate reiese că un prim avantaj al utilizării incintelor bassreflex constă în mărirea nivelului de pre-

sune pentru domeniul de frecvențe cuprins între f_0 și f_H . Mai pot fi însă enumerate și alte avantaje ca:

- o caracteristică liniară a impedanței electrice în funcție de frecvență (față de cazul difuzorului radiind liber). Acest fenomen este explicabil prin aceea că în circuitul echivalent (figura 2.7, c) se produc rezonanțe serie și paralele care determină apariția caracteristicii respective. Pentru exemplificare, în figura 2.17 s-au trasat două curbe, reprezentând impedanța electrică atât a difuzorului radiind liber cit și a aceluiași difuzor montat într-o cavitate bassreflex. Se poate constata, în acest fel, aspectul mult mai plat al celei de a doua caracteristici;

- un factor de distorsiuni redus, ca urmare a producerii unor rezonanțe derivate, ceea ce presupune aplicarea unor sarcini de valori mari asupra spatelui membranei amplitudinile oscilațiilor, la frecvențele în cauză sunt mult atenuate.

● Dimensionarea incintelor bassreflex. Încă din anul 1932, mulți specialiști au fost preocupați atât de clarificarea modului de funcționare a incintelor bassreflex cit și de stabilirea metodelor lor de proiectare. Problema di-

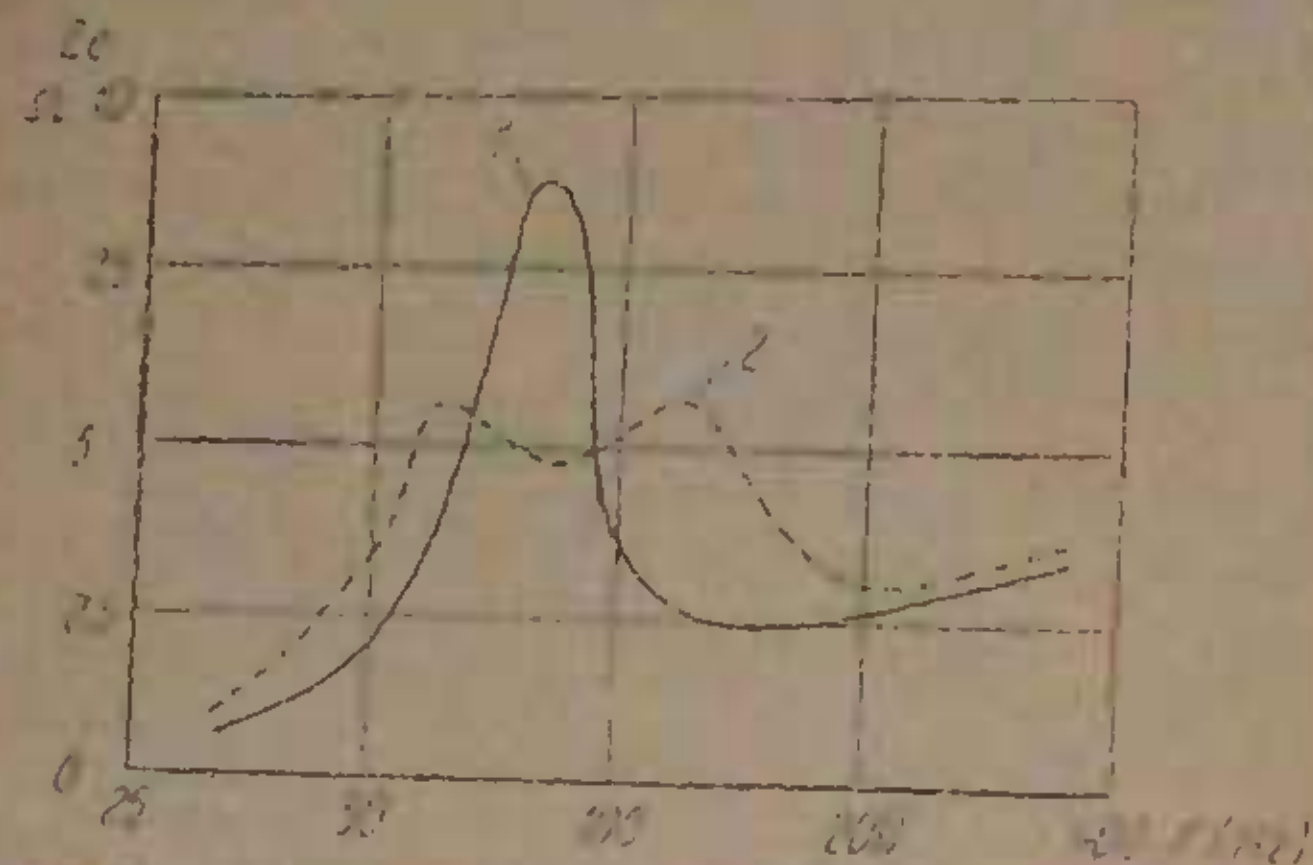


Fig. 2.17. Reprezentarea modulului impedanței electrice a difuzorului în funcție de frecvență.

dimensionării nu este de loc simplă deoarece, în majoritatea cazurilor, nu se cunosc cu precizie și în totalitate, valorile principalilor parametri. Unii autori ca, de exemplu L. Beranek, au elaborat metode de calcul bazate tocmai pe

considerarea cu mare exactitate a maselor, elasticităților și rezistențelor specifice fiecărui ansamblu difuzor — cavitate bassreflex.

În cele ce urmează se vor prezenta mai multe metode de calcul. Una dintre cele oportunități lui L. Kerba este relativ mai simplă decât cea propusă de L. Beranek; diferite, doar la număr, sunt metode practice și au fost elaborate de G. Westervelt și, respectiv, J. F. Novak.

Revenind la metoda Kerba, acesta consideră ca element de bază circuitul echivalent al ansamblului așa cum a fost el prezentat în figura 2.7, c. Din analiza lui a rezultat că elementele ce trebuie luate în considerare sunt următoarele:

- inductanța corespunzătoare masei acustice a sistemului mobil al difuzorului, $M_d + M_c$;
- capacitanța determinată de elasticitatea sistemului de susținere a membranei, C ;
- impedanța de radiație corespunzătoare membranei difuzorului (masă și rezistență), M_r și R_r ;
- capacitanța rezultată din elasticitatea aerului din interiorul incintei, C_p ;
- inductanța determinată de masa aerului din deschidere, M_0 ;
- impedanța de radiație corespunzătoare deschiderii (masă și rezistență, M'_r și R'_r).

Prin metoda citată se definesc următoarele mărimi: ω_0 , pulsația la rezonanță a difuzorului; ω_1 , pulsația la rezonanță a ansamblului difuzor incintă închisă; ω_H , pulsația la rezonanță a ansamblului difuzor — incintă bassreflex. Din relațiile matematice referitoare la impedanță și puterea acustică a unui astfel de ansamblu, s-au determinat condițiile care permit ca variațiile puterii acustice radiate să fie independente de rezonanțe, condiții ce pot fi scrise astfel:

$$\frac{\omega_H}{\omega_0} = 1; \quad \frac{\omega_H}{\omega_1} = 0.65; \quad \frac{R}{M} = 1.68, \quad \omega_1 \quad (2.21)$$

în care s-au notat:

$$\left. \begin{aligned} R &= R_d + R_l + R_r; \\ M &= M_d + M_c + M_r. \end{aligned} \right\} \quad (2.22)$$

Este important de subliniat că relațiile 2.21 sînt valabile pentru regimul permanent, în determinarea lor neîntinându-se seama de fenomenele care apar în regim tranzitoriu. Luînd în considerare o situația în care se suprimă forța electromotivă, deci cînd se trece în regim tranzitoriu, se obțin formulele necesare dimensionării incintelor bassreflex:

$$\left. \begin{aligned} \frac{S_d}{M_0} &= \frac{S_c}{M} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\delta}{\pi}\right)^2}; \\ V &= 9,85 \cdot 10^5 \cdot \frac{S_c^2}{M^2} \cdot \frac{1}{\omega_0^2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\delta}{\pi}\right)^2} = 1,42 \cdot 10^6 \cdot \frac{S_c^2}{M^2} \cdot \frac{1}{\omega_0^2} \cdot \frac{1}{\left(\frac{\delta}{\pi}\right)^2}; \\ \frac{R}{M} &= 2,4 \cdot \omega_0. \end{aligned} \right\} \quad (2.23)$$

$$\frac{R}{M} = 2,4 \cdot \omega_0.$$

unde sînt următoarele:

- S_d — suprafața deschiderii, în m^2 ;
- S_c — suprafața decupării în care se fixează difuzorul, în m^2 ;
- δ — constanta de amortizare;
- ρ_0 — densitatea aerului, în $kg\ m^{-3}$ pentru condiții normale atmosferice $\rho_0 = 1,18\ kg\ m^{-3}$;
- c_0 — viteza sunetului, în m/s ;

R și M au expresiile indicate prin relațiile matematice 2.22.

Pentru obținerea unei radiații acustice îmbunătățite, în domeniul frecvențelor joase, L. Kelbs propune un raport $\frac{\delta}{\pi} = 1,2$.

În acest caz formulele se pot scrie sub forma:

$$\left. \begin{aligned} \frac{S_d}{M_0} &= \frac{S_c}{M} \cdot \frac{1}{1,44}; \\ V &= 9,85 \cdot 10^5 \cdot \frac{S_c^2}{M^2} \cdot \frac{1}{\omega_0^2}; \\ \frac{R}{M} &= 2,4 \cdot \omega_0. \end{aligned} \right\} \quad (2.24)$$

Dacă deschiderea incintei bassreflex are formă circulară, suprafața S_d și masa M_0 se calculează cu relațiile:

$$S_d = r_0^2 \pi^2 \quad \text{și} \quad M_0 = \frac{16}{3} \rho_0 \pi r_0^2 l \quad (2.25)$$

în care r_0 este raza deschiderii.

Ținîndu-se seama de formula 2.23, raportul $\frac{S_d}{M_0}$ poate fi exprimat prin relația matematică:

$$\frac{S_d}{M_0} = \frac{3 \pi^2}{16 \rho_0} \cdot r_0 \quad (2.26)$$

Determinat fiind raportul $\frac{S_d}{M_0}$, expresiile 2.24 pot fi prezentate și astfel:

$$\left. \begin{aligned} r_0 &= \frac{S_c}{M} \cdot 4,53 \cdot 10^{-1}; \\ V &= 9,85 \cdot 10^5 \cdot \frac{S_c^2}{M^2} \cdot \frac{1}{\omega_0^2}; \\ \frac{R}{M} &= 2,4 \cdot \omega_0. \end{aligned} \right\} \quad (2.27)$$

În situația în care deschiderea incintei este prevăzută cu tub, ecuațiile 2.25 se transformă după cum urmează:

$$S_d = r_0^2 \pi^2, \quad M_0 = \rho_0 \pi r_0^2 [l + 1,7 r_0]. \quad (2.28)$$

Relația 2.28 a fost determinată de Rayleigh. Cu l s-a notat lungimea tubului care rezultă din egalitatea:

$$l = 2,61 \cdot 10^3 \cdot r_0^2 \cdot \frac{M}{S_c} = 1,7 r_0. \quad (2.29)$$

Pentru a constata modalitățile de utilizare practică a acestor formule, se prezintă, în cele ce urmează, un exemplu numeric. În acest scop, se propune dimensionarea unei incinte bassreflex, fiind cunoscute următoarele date:

- diametrul difuzorului: $2a = 0,2\ m$;
- inducția în întrefier: $B = 1\ T$;
- lungimea firului bobinei: $l_b = 3,60\ m$;
- rezistența electrică a conductorului mobil: $R_b = 5\ \Omega$;

- frecvența de rezonanță a difuzorului: $f_0 = 60$ Hz;
- masa difuzorului inclusă al difuzorului: $M_0 + M_1 = 9 \cdot 10^{-3}$ kg;
- masa de mănășcă corespunzătoare mănășcii difuzorului: $M_1 = 3,3 \cdot 10^{-3}$ kg;
- masa totală: $M = 12,3 \cdot 10^{-3}$ kg;
- rezistențele de frecare: $R_f = 2,07 \Omega$ M MKS;
- rezistența de radiație: $R_r = 0,03 \Omega$ M MKS.

Introducând valorile corespunzătoare în relațiile 2.27 se obțin următoarele valori:

$$S_0 = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} = 314 \text{ cm}^2 = 0,0314 \text{ m}^2;$$

$$r_0 = \frac{3,14 \cdot 10^2}{12,3} = 4,53 \cdot 10^{-2} = 3,63 \text{ cm} = 0,0363 \text{ m};$$

$$V = 9,85 \cdot 10^2 \cdot \frac{314^2}{12,3} \cdot \frac{1}{6,28^2 \cdot 60^2} = 56.000 \text{ cm}^3 = 0,056 \text{ m}^3.$$

De asemenea, se mai poate calcula și valoarea sumei rezistențelor de radiație și frecări:

$$R = R_f + R_r = 2,4 \cdot 60 \cdot M = 2,4 \cdot 60 \cdot 12,3 = 1,1 \cdot 10^3 \text{ g s}^{-1} = 11 \Omega \text{ M MKS}.$$

Dacă se compară valoarea lui R calculată (11 Ω M MKS), cu valoarea reală (2,15 Ω M MKS), se constată că prima, este mult mai mare decât cea de a doua. Reiese de aici necesitatea de a mări amortizarea de la valoarea 2,15 Ω M MKS la 11 Ω M MKS. Diferența de 3,85 Ω M MKS se realizează prin introducerea în interiorul cutiei a unui material poros, cu ajutorul căruia se mărește valoarea rezistențelor amintite.

În multe cazuri, apărute în practică, se impune o apreciere rapidă a dimensiunilor unei incinte bassreflex. Altfel, este necesar să existe un mijloc de a verifica rapid gabaritul unei astfel de incinte. În vederea realizării acestor deziderate se prezintă, în cuprinsul acestui paragraf, două metode de calcul grafic. Una dintre ele care aparține, așa cum s-a mai arătat, lui G. Westerveen, este relativ mai simplă decât cea de a doua, dar oferă și mai

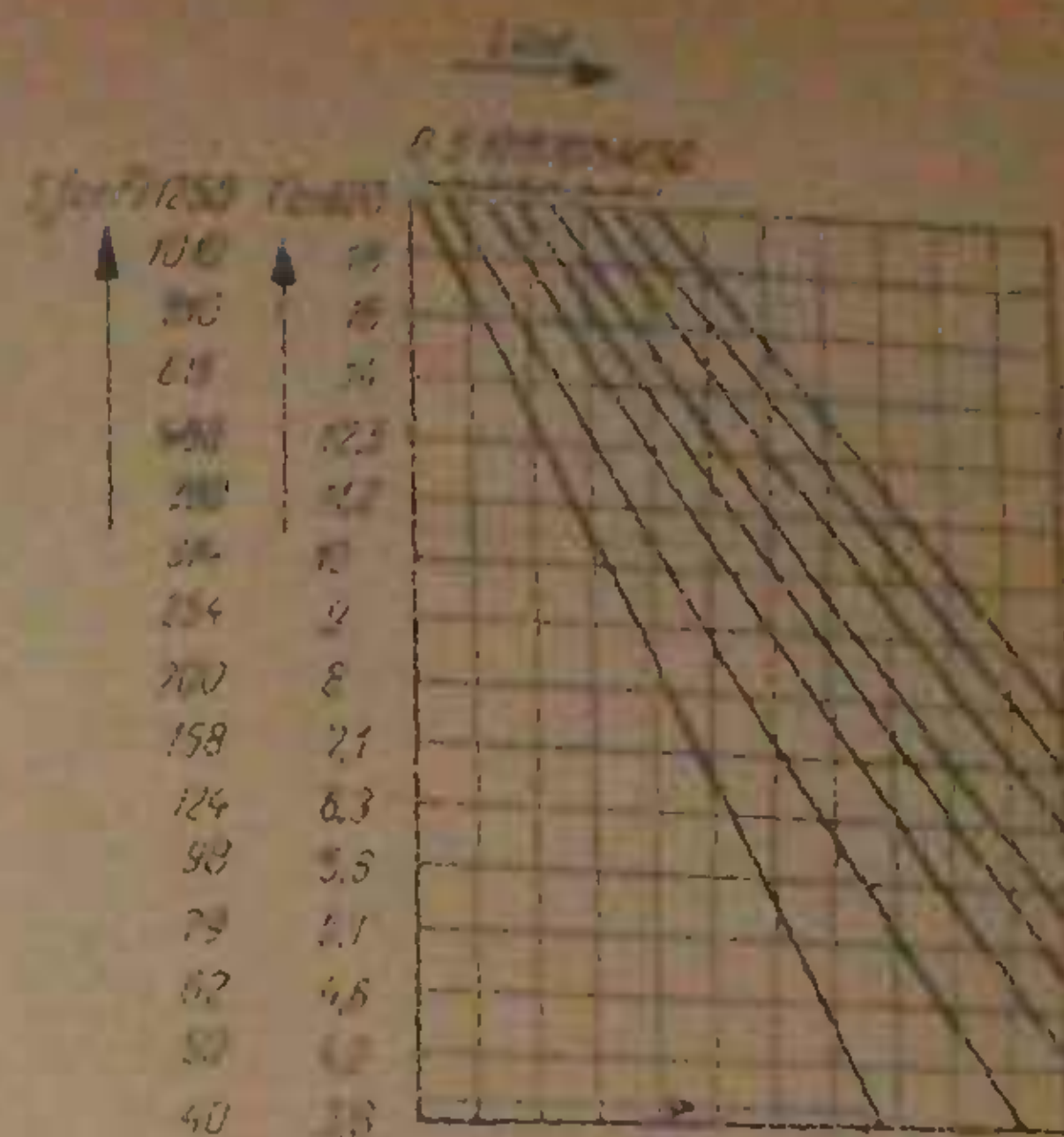
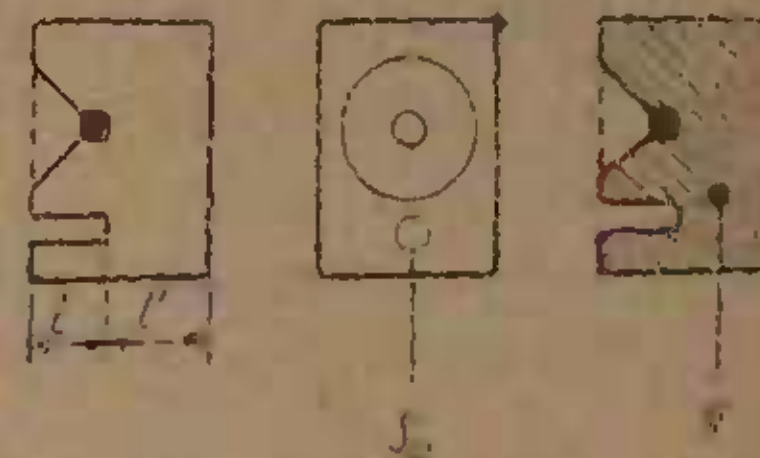
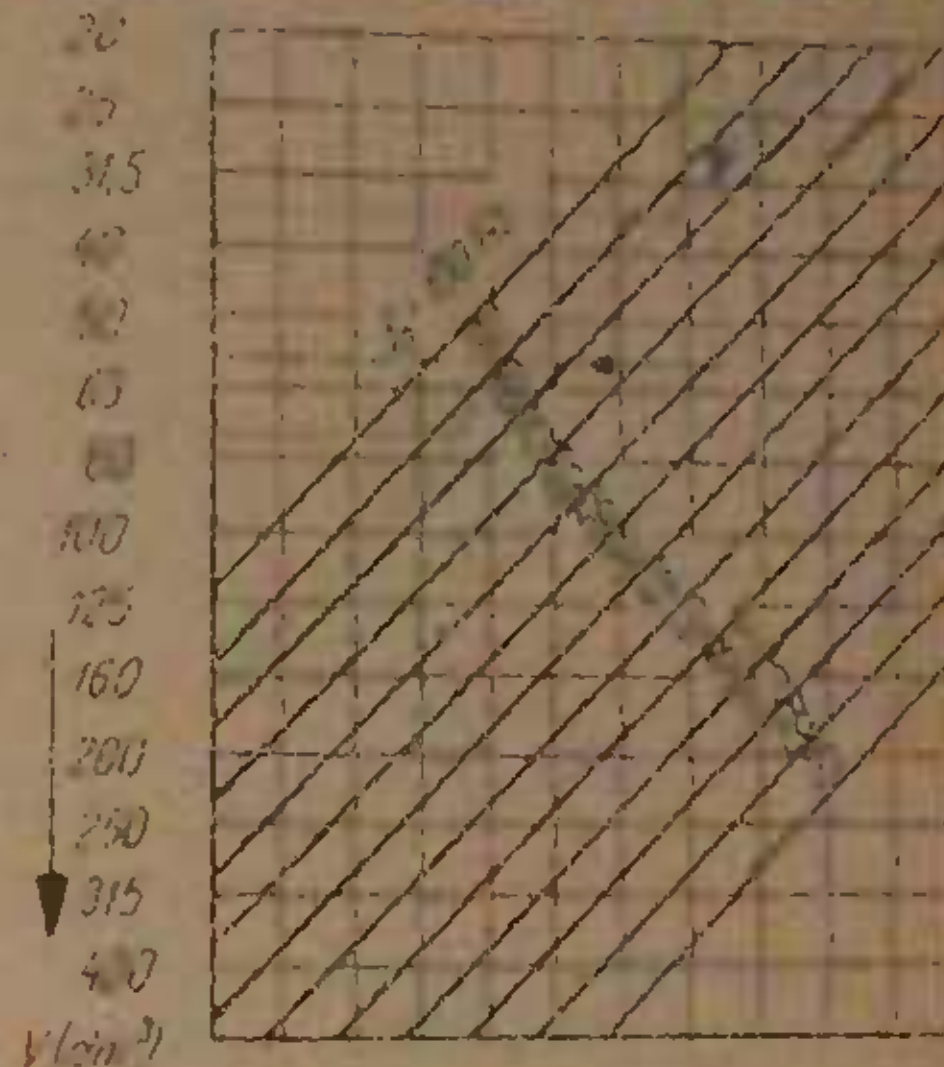


Fig. 2.18. Nomo-gramă pentru dimensionarea incintelor bassreflex.



patine date constructive. Cealaltă metodă a fost elaborată de J. F. Novak. Pentru aplicarea ei se presupun că nu cu mai mulți parametri. Metoda este mai complexă, mai exactă și, din aplicarea ei, rezultă mai multe date care servesc la dimensionarea incintei.

Prima metodă constă în utilizarea unei nomograme (fig. 2.18) care cuprinde două părți: într-una sunt înscrise, pe ordonată, suprafețele deschiderii S_0 și distanțele l' de la capatul tubului la peretele din spate al casetei. În cealaltă, sunt precizate pe ordonată valorile volumului V al incintei. Parametri variabili sunt lungimea l a tubului și, respectiv, frecvența de rezonanță f_0 a difuzorului.

Presupunind că se dorește dimensionarea incintei bassreflex pentru același difuzor ce a fost prezentat în exemplul precedent, modul de utilizare a nomogramei este următorul: se fixează pe ordonată punctul corespunzător lui $S_0 = 43 \text{ cm}^2$ (se considera pentru r_0 valoarea calculată în exemplul anterior). Din acest punct, se trasează o dreaptă orizontală pînă la intersecția cu caracteristica I-III. De aici, se duce o altă dreaptă, de data aceasta, verticală, pînă cînd întâlnește curba $f_0 = 60 \text{ Hz}$. Dacă se unește acest ultim punct de intersecție cu ordonata celei de a doua părți a nomogramei, se obține valoarea volumului incintei bassreflex. Se observă că, și în cazul calculului grafic, se obține un rezultat asemănător cu cel determinat prin calcul numeric, volumul fiind aproximativ egal cu $56 \text{ dm}^3 = 56\,000 \text{ cm}^3$.

Cea de a doua metodă grafică permite determinarea volumului optim al unei casete bassreflex în condițiile cunoașterii atât a frecvenței de rezonanță a unui difuzor care radiază liber, cit și a unui ansamblu care cuprinde același difuzor montat într-o incintă închisă. În cazul de față nu este vorba de o incintă oarecare, ci de o anumită casetă pe care autorul metodei a normalizat-o în funcție de dimensiunile difuzorului utilizat. Sint, astfel, stabilite patru categorii de incinte normalizate, așa cum rezultă și din tabelul 2.1.

Dimensionarea incintelor normalizate
Metoda Novak

Tabelul 2.1

Diametrul difuzorului cm	Lungimea tubului incintei cm	Adâncimea casetei cm	Volumul incintei normalizate V_n dm^3	Volumul incintei cm ³
20,00	25,00	21,50	10,16	10160
25,00	33,60	23,20	21,29	21290
30,00	35,60	23,20	30,20	30200
37,50	50,00	21,50	43,16	43160

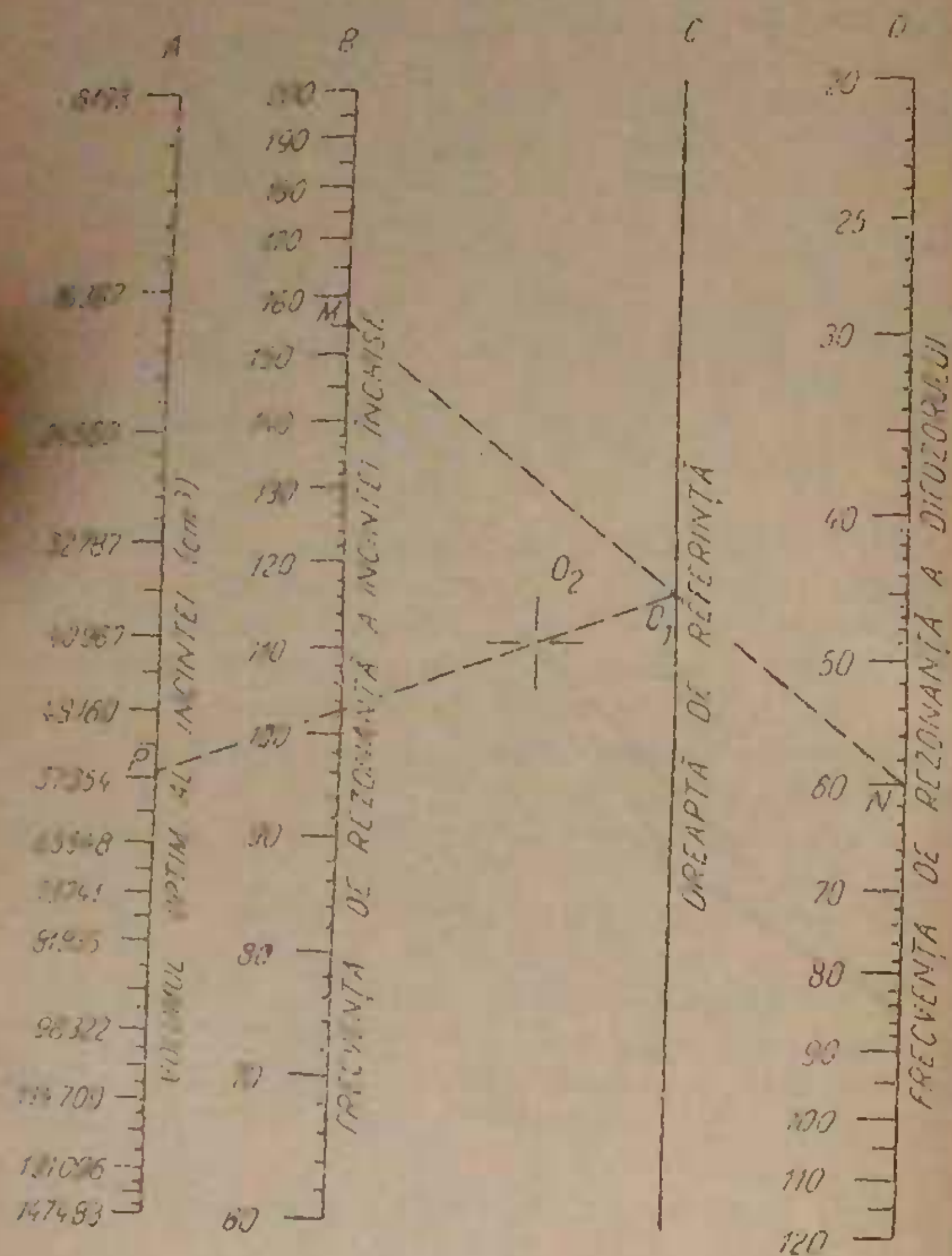
Determinarea celor două frecvențe de rezonanță la difuzorul radiind liber și a ansamblului incintă normalizată — difuzor) este posibilă fie pe cale experimentală (așa cum este de dorit), fie prin calcul. Trebuie menționat că, frecvența de rezonanță a difuzorului este, de obicei, indicată de furnizor în prospectul care însoțește produsul respectiv.

Dacă se alege, pentru a exemplifica modul de folosire a acestor nomograme, difuzorul din aplicațiile numerice precedente, frecvența de rezonanță a acestuia avea valoarea de 60 Hz . Cealaltă frecvență de rezonanță, a ansamblului, neputînd fi, în cazul de față, determinată experimental, se ia în considerație rezultatul calculului din paragraful precedent (în care se preciza că difuzorul montat într-o incintă cu volum de $13\,500 \text{ cm}^3$ are frecvența de rezonanță f' egală cu 156 Hz). Cunoscut fiind aceste date, se poate trece la prezentarea modului de utilizare a nomogramelor Novak (arătate în figura 2.19).

Prima nomogramă (fig. 2.19, a) servește la calculul volumului cînd diametrul difuzorului este de 20 cm ; a doua (fig. 2.19, b) corespunde unor diametre cuprinse între 25 cm și 30 cm , iar a treia (fig. 2.19, c) este utilizabilă în cazul diametrelor de $37,5 \text{ cm}$.

Pentru exemplul ce urmează, considerîndu-se diametrul de 20 cm , se impune folosirea nomogramei din figura 2.19, a. Pe nomogramă sint trase patru diagrame: pe diagrama A sint înscrise volumele incintelor bassreflex; B corespunde frecvențelor de rezonanță ale ansamblurilor difuzor — incintă normalizată; C este o dreaptă de referență.

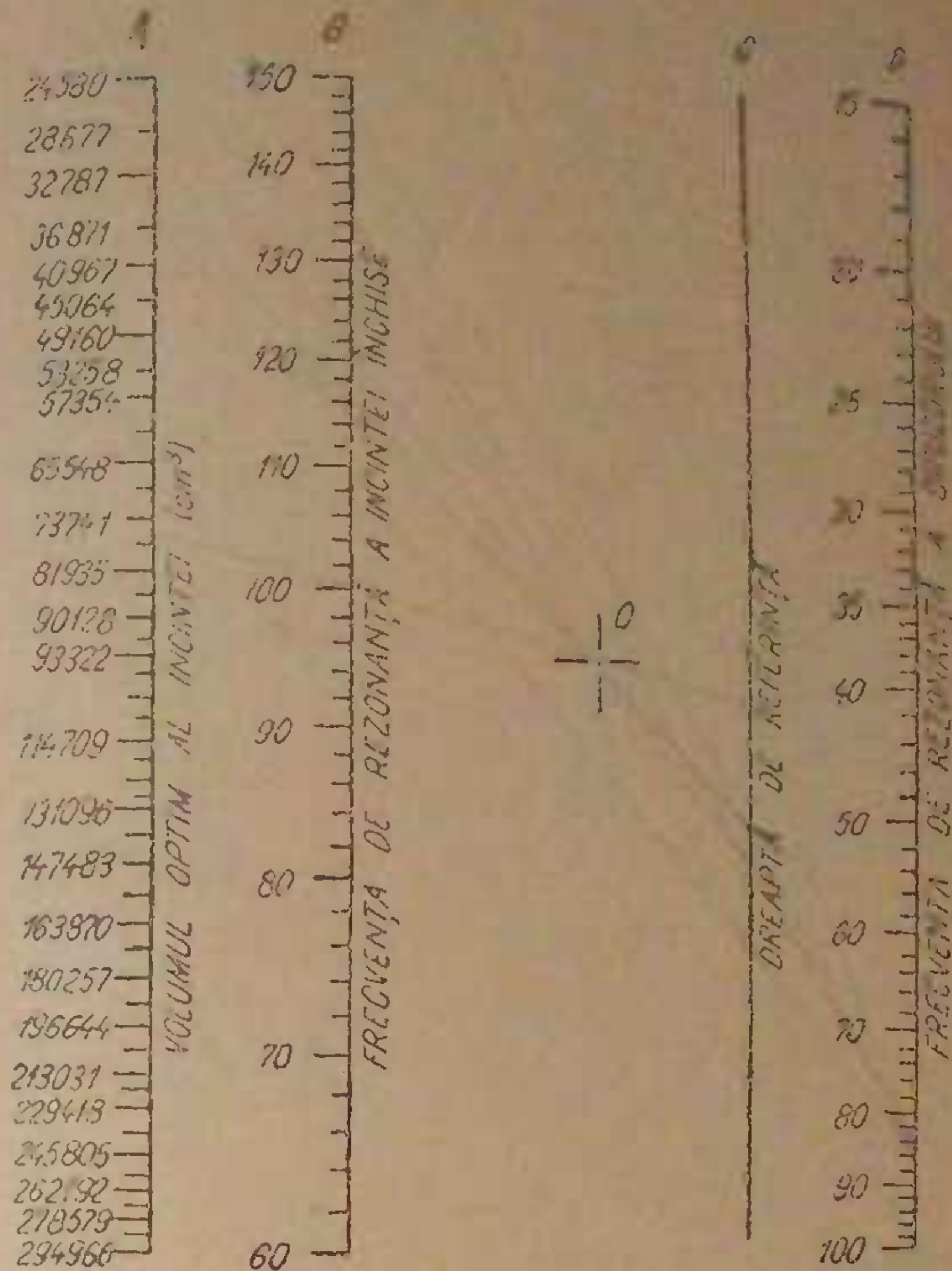
ringă; pe diagrama D sînt trasate frecvențele de rezonanță ale difuzoarelor. Se marchează, pe diagramele B și D, punctele M și N corespunzătoare lui $f_0 = 156$ Hz și $f_0 = 60$ Hz. Se unesc cu o linie dreaptă aceste două puncte. La intersecția cu dreapta C se obține punctul O_1 . Se duce



a

Fig. 2.19. Nomograme pentru determinarea volumului optim al incintelor bassreflex:
a — pentru difuzoare cu diametre de 20 cm.

o altă dreaptă care să unească O_1 cu punctul O_2 pînă la intrînerea cu dreapta A (punctul P). Se determină în acest fel volumul optim al incintei. Se găsește o valoare foarte apropiată de cea cunoscută din exemplele de calcul precedente, anume $V = 56$ 000 cm³.



Pentru stabilirea dimensiunilor cabinetelor se folosește o altă nomogramă (cea din figura 2.19). Aici sunt prezentate cinci diagrame: A și E pe care sunt înscrise volumele incintelor bass-reflex, B corespunzătoare înălțimii incintei, C pentru lățime și D pentru adâncime. Trăsând o orizontală

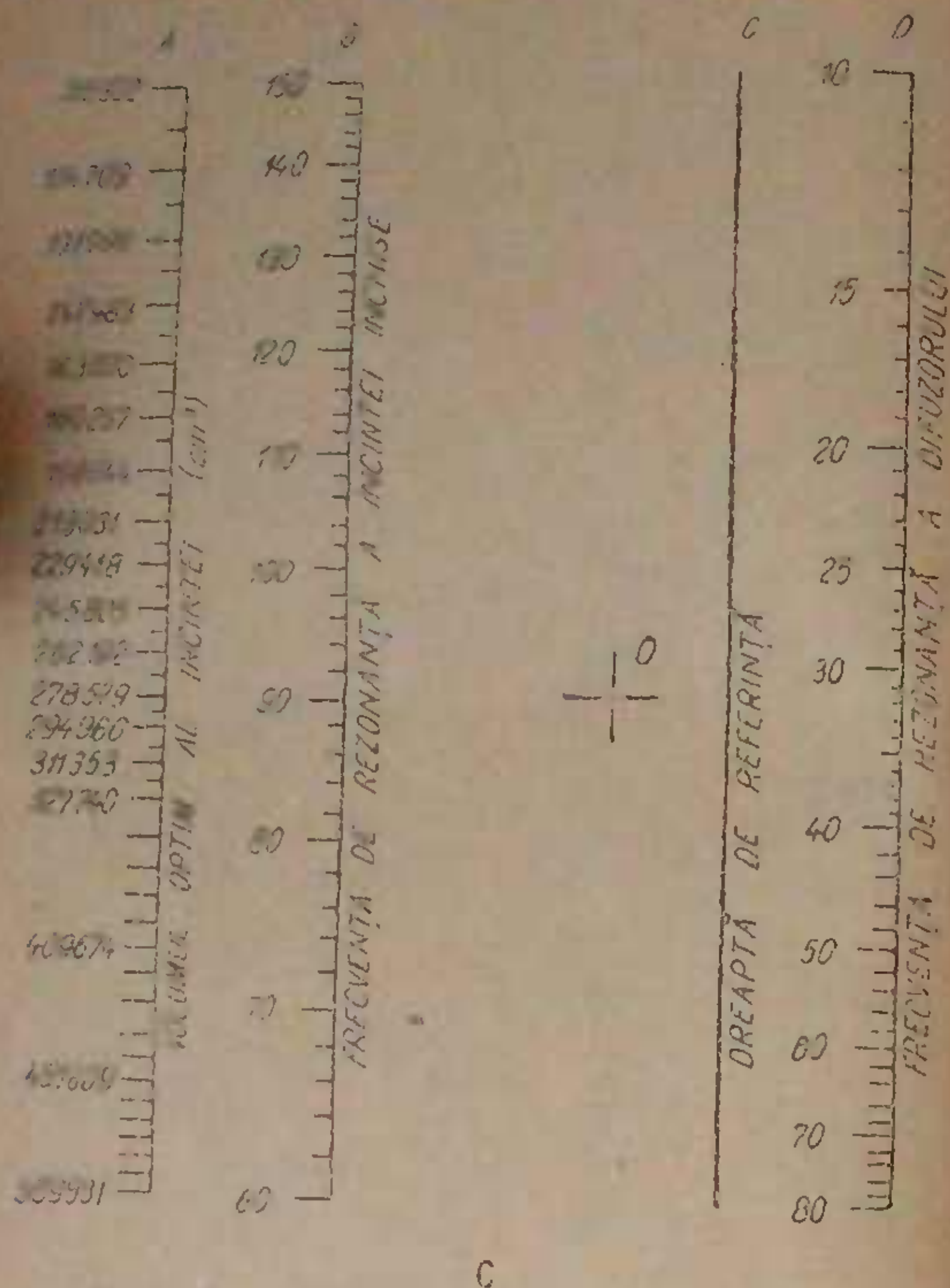


Fig. 2.19. Nomogramă pentru determinarea volumului optim al incintelor bass-reflex:
 → difuzoare cu diametre de 37,5 cm.

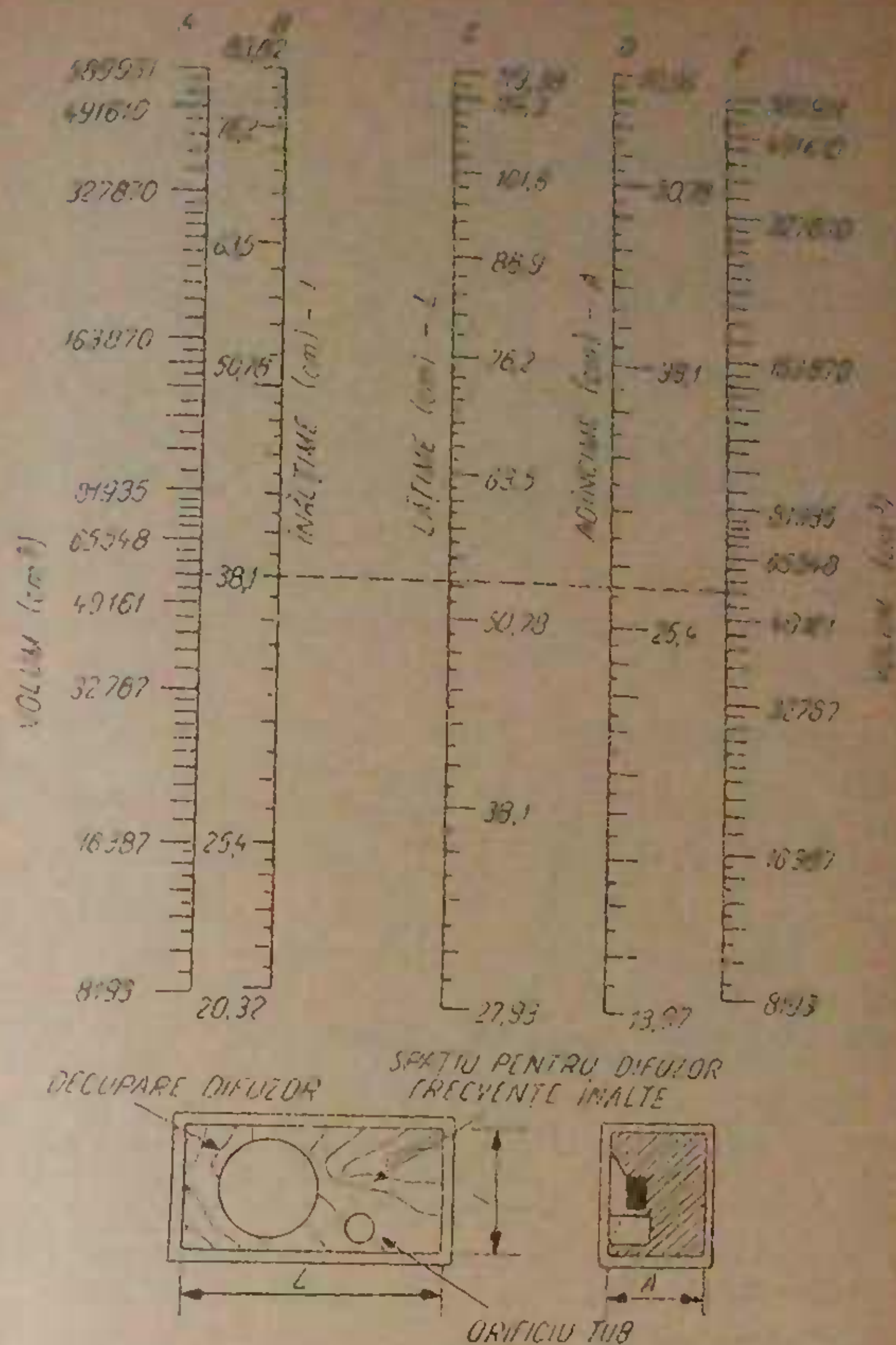
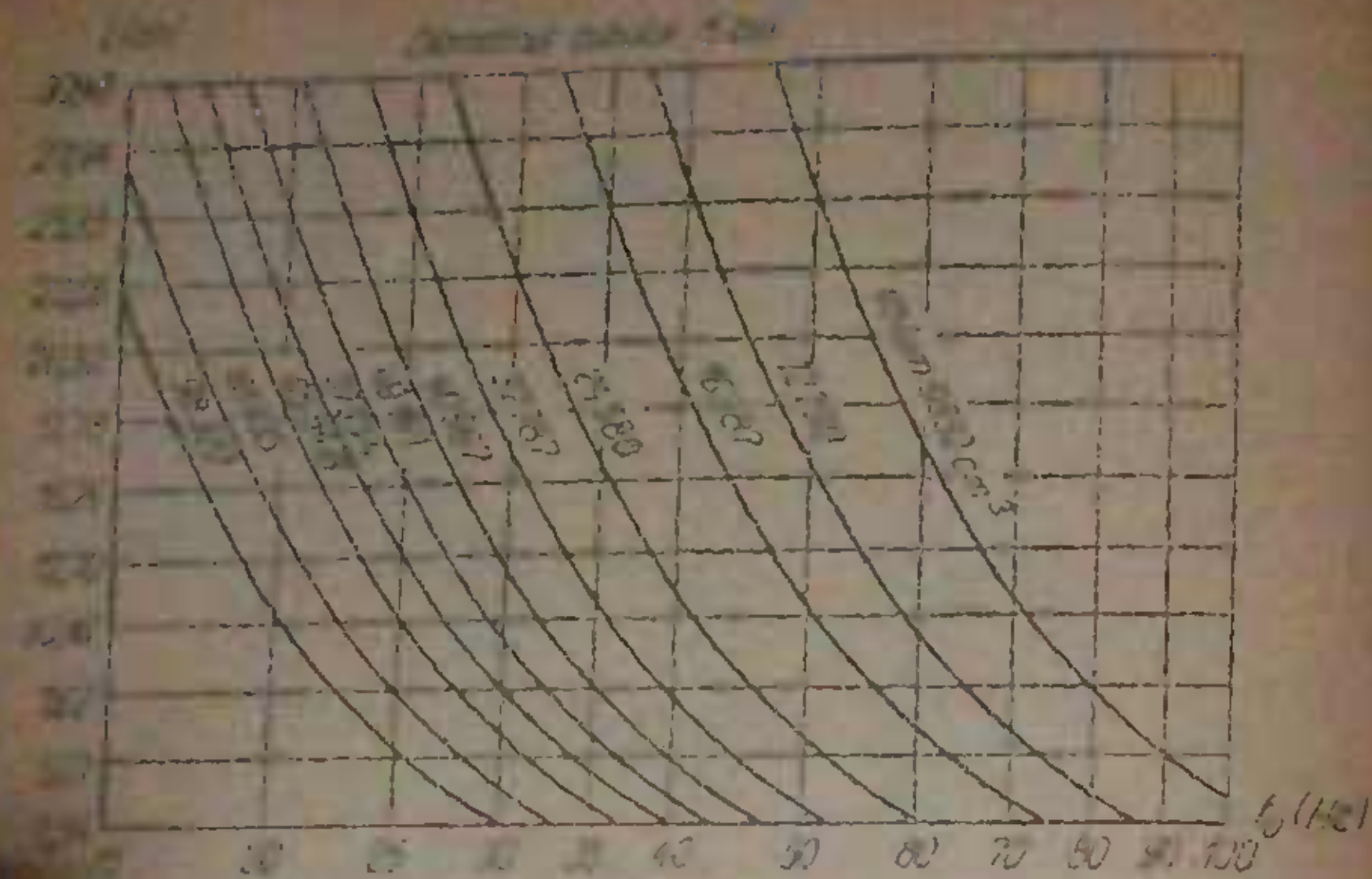
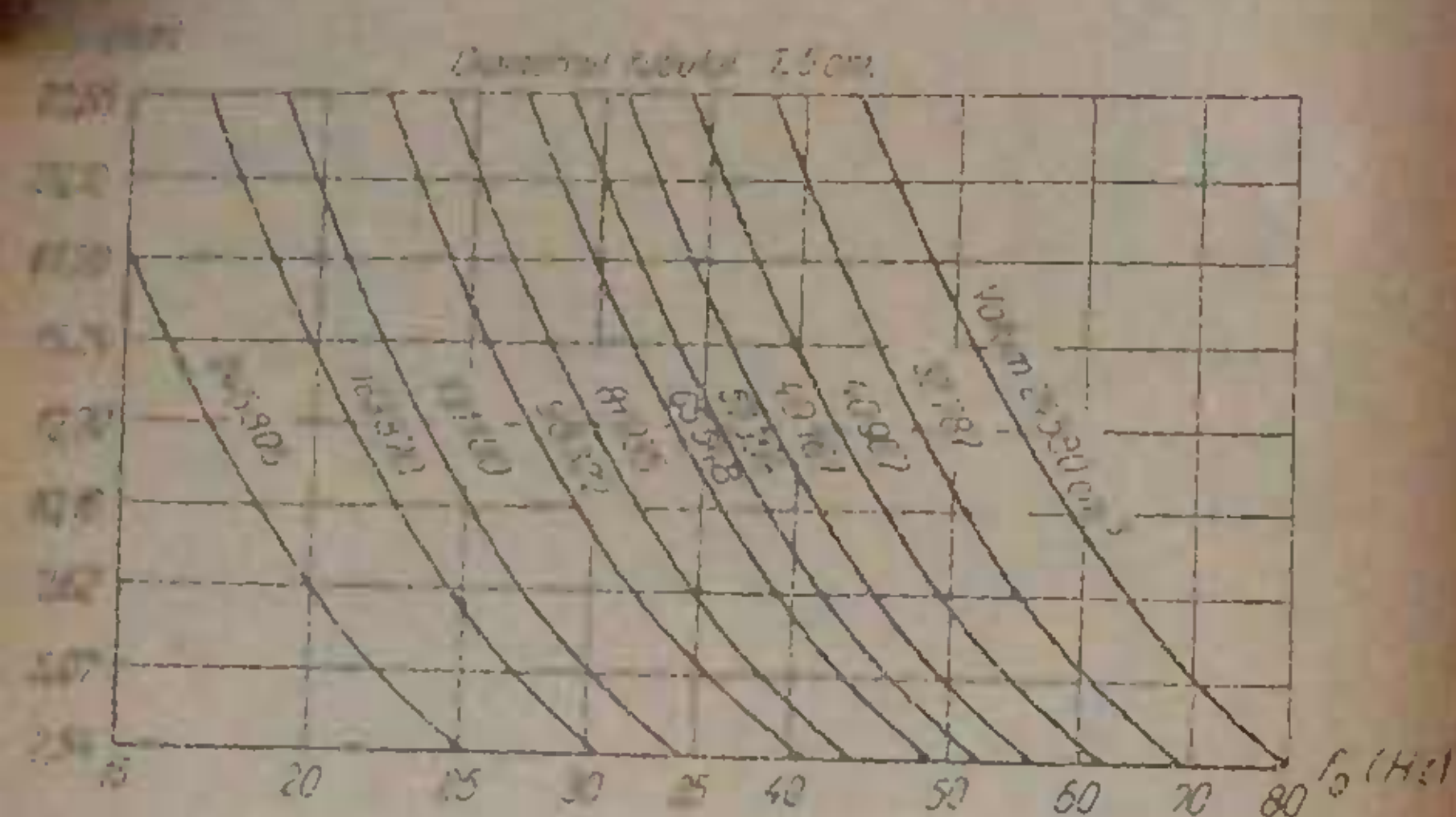


Fig. 2.20. Nomogramă pentru stabilirea dimensiunilor optime ale incintelor bass-reflex.

→ Montaje acustice 1% difuzoare



a



b

Fig. 2.21. Nomogramă pentru dimensionarea tuburilor din incintele bass-reflex.

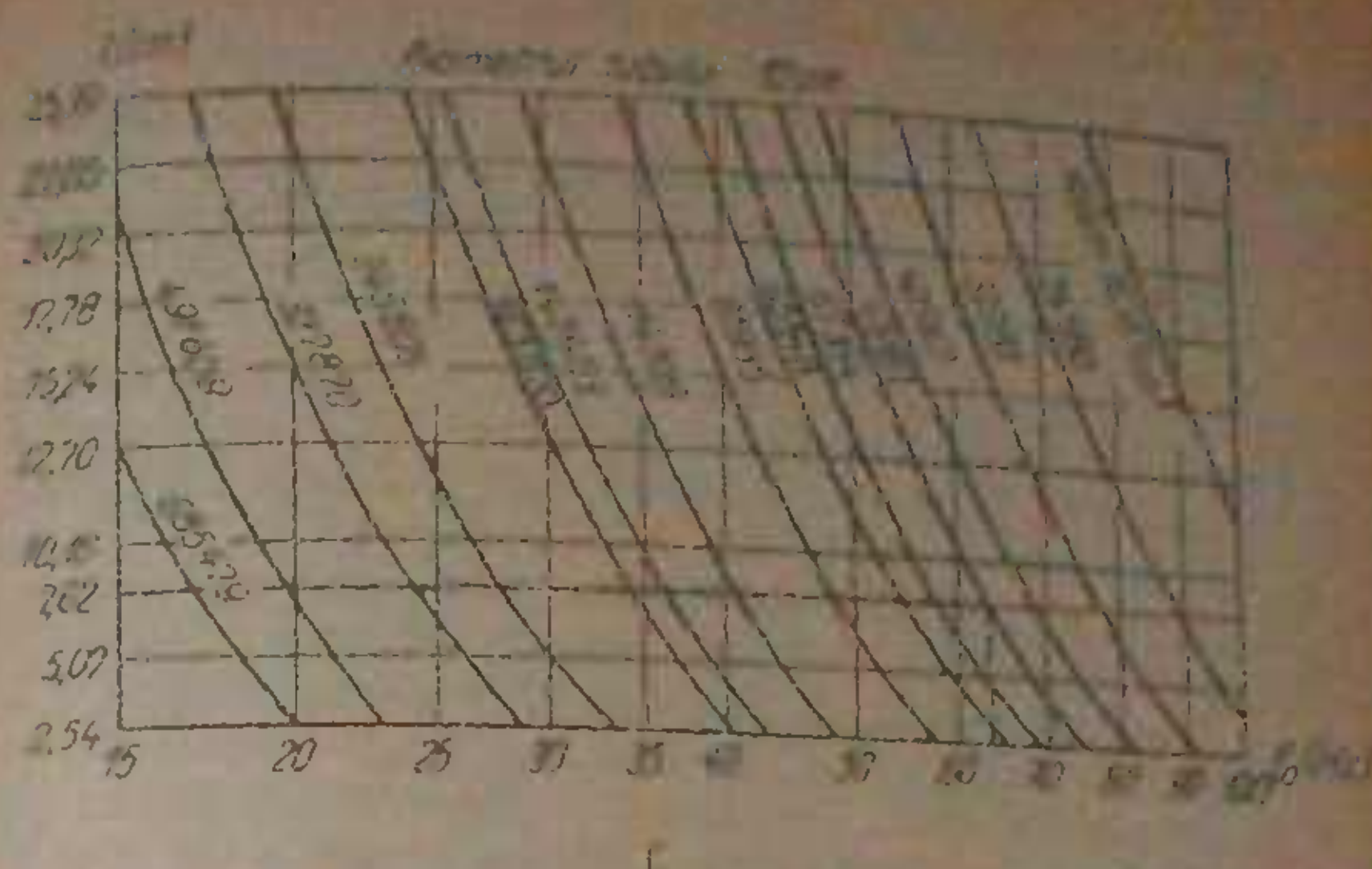


Fig. 2.21. Nomogramă pentru dimensionarea tuburilor din incintele bass-reflex.

în dreptul volumului de 56 000 cm³, se găsesc cele trei dimensiuni optime ale casetei: înălțimea 38.1 cm, lățimea 53 cm, și adâncimea 27.5 cm.

În fine, o ultimă operație constă în aflarea dimensiunilor tubului corespunzător deschiderii. Pentru aceste determinări sînt prezentate trei familii de caracteristici (fig. 2.21), potrivit celor trei categorii de diametri de tuburi, de asemenea normalizate de autorul metodei: diametrul de 5 cm (figura 2.21, a), diametrul de 7.5 cm (figura 2.21, b), și diametrul de 12 cm (figura 2.21, c). În ordonata fiecărei diagrame sînt indicate lungimile l ale tuburilor (în cm) iar, în abscisă, frecvența de rezonanță a difuzorului (în Hz), parametrul variabil fiind volumul incintei (în cm³).

● **Principii privind realizarea incintelor bass-reflex.** În construcția casetelor bass-reflex trebuie să fie respectate unele condiții asemănătoare cu cele ce se impun la realizarea incintelor închise. Trebuie subliniată și aici necesitatea ca pereții casetei să fie cit mai rigizi. În acest scop o deosebită grijă se va acorda îmbinărilor panourilor din care sînt constituiți acești pereți, astfel încît să se

altele a bună etanșeitate și o convenabilă rigiditate a întregii construcții. Nu este în nici un caz permisă ca în timpul asamblării să apară de-aferit ca urmare a vibrațiilor vibrații a pereților casetei.

La montarea difuzorului, în dreptul decupării, spre a preveni, se vor lua următoarele măsuri de precauție ca și la incinta închisă la se vede în figura 2.13).

Referitor la amortizarea frecvențelor proprii ale incintei, se recomandă alegerea uneia din variantele arătate în figura 2.22. În această figură sunt indicate mai multe soluții, cea prezentată în figura 2.22 a, se putea fi numită „clasică” și constă din captușirea cu un material poros a pereților interioare ale pereților casetei, o astfel de soluție este eficientă mai ales, în domeniul frecvențelor înalte. În celelalte figuri (2.22, b, c, și d) sunt schițate și alte modalități de amortizare a frecvențelor proprii, cu eficiențe mai joase. Sunt, astfel, arătate sisteme de amortizare care cuprind ecrane confecționate din piatră sau postav, astfel alcătuite din perne din material poros, sau din draperii, amplasate la cîteva centimetri de departare de pereți. Ca materiale poroase, pot fi utilizate: vată minerală lipită în lăcușuri sau sub formă de saltele (STAS 3320-67, NI 670-66 și NI 614-69), vată de sticlă sub formă de rogojin sau saltele (STAS 6881-63, NI 612-64). Aceste materiale sînt produse în țară la fabricile din București și Săbana — Prahova.

O etapă, care-și are importanța ei în realizarea incintelor bass-reflex, o constituie măsurările și reglajele ce se fac asupra incintei propriu-zise și asupra difuzorului radial liber. Se recomandă ca după terminarea confecționării casetei să se efectueze cîteva verificări simple din punctul de vedere a complexității procedeelelor și echipamentelor de măsură. De fapt, fiecare constructor amator și posesor al unui ansamblu difuzor-incintă bass-reflex, se trebuie să constate dacă principalii parametri tehnici ai casetei, prestabilit prin proiectare, se regăsesc valabile prin măsurări. Măsurările mai sînt necesare și în alte cazuri ca, de exemplu, cînd se schimbă difuzorul din incintă cu un altul avînd caracteristici tehnice asemănătoare sau, cînd după un timp mai îndelungat de funcționare se constată schimbări calitative (datorită pierderii, în

timp, a proprietăților materialelor din care este realizat difuzorul). Procedeele de verificare care implică utilizarea unui echipament de măsură specializat, vor fi îmbinate cu metodele de depistare, pe cale subiectivă, a eventualelor defecțiuni. Dintre verificările mai importante,

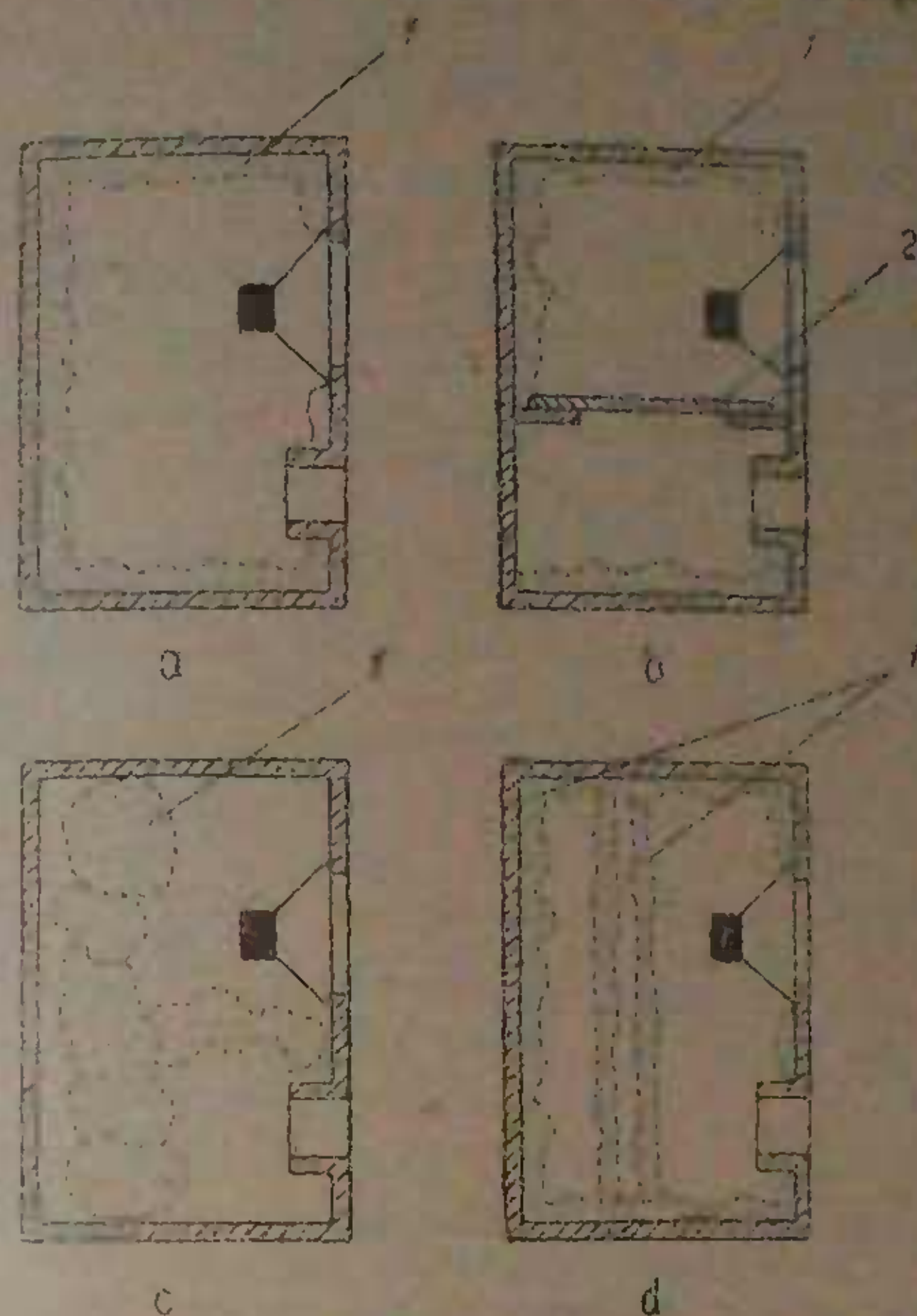


Fig. 2.22 Modalități de amortizare a frecvențelor proprii din interiorul unei incinte:

a — captușirea pereților casetei cu material fonoabsorbent; b — acelasi sistem în care s-a adăugat un ecran din piatră sau postav; c — amortizarea realizată cu perne din material fonoabsorbent; d — sistemul din fig. 2.22 a la care s-au adăugat draperii dinantive de 15 mm (propos de firma Goehmann); 1 — material fonoabsorbent; 2 — ecran din postav sau piatră.

care sînt totuși la îndemîna multor amatori de reproducere, ampre de înaltă fidelitate, pot fi amintite cele referitoare la determinarea diferitelor frecvențe de rezonanță. Ele vor fi descrise, pe scurt, în cele ce urmează.

Verificarea valorii frecvenței de rezonanță a difuzorului se realizează cu un echipament de măsurat alcătuit dintr-un generator de audiofrecvență, un amplificator de putere și un voltmetru electronic (fig. 2.23).

Rezistența R , introdusă în montaj, este de ordinul a 500 Ω și are rolul de a permite injectarea unui curent constant în circuitul electric al difuzorului. În acest fel tensiunea indicată de voltmetru electronic este proporțională cu impedanța echivalentă Z_e a difuzorului. Graficul, care rezultă din această măsurare, reprezintă variația impedanței Z_e în funcție de frecvență, maximum acestuia producându-se la frecvența de rezonanță f_0 a difuzorului (se vede și figura 2.17).

Pentru determinarea frecvenței de rezonanță a incintei bassreflex se poate utiliza o metodă relativ simplă: se excită incinta cu sunetul, pur, sinusoidal, produs de un difuzor, montat pe un panou plan, amplasat în imediata ei vecinătate. Un microfon, introdus în casetă, este conectat

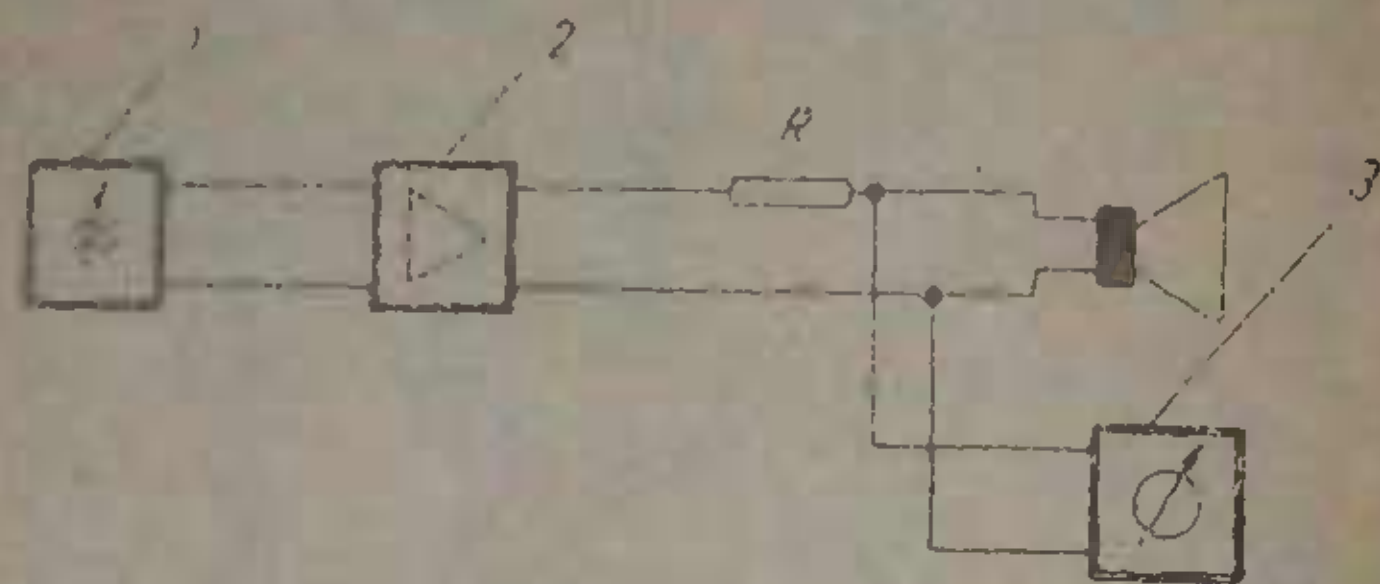


Fig. 2.23. Schemă bloc a instalației pentru măsurarea frecvenței de rezonanță a difuzorului:

1 — generator de audiofrecvență; 2 — amplificator de putere; 3 — difuzor; 4 — voltmetru electronic.

la intrarea unui lanț electroacustic terminat cu un voltmetru electronic. Variind frecvența sunetului excitator, se constată că la o anumită frecvență (cea de rezonanță a incintei), puterea electrică la ieșirea lanțului electroacustic are valoarea maximă.

Considerînd că, după aceste măsurări, se montează

difuzorul în casetă și că tratamentul acustic se poate face pe fețele interioare ale pereților incintei, se poate trece la verificarea amplasării între cele două elemente componente, utilizînd echipamentul de măsurat prezentat anterior. După cum se constată și din figura 2.17, dacă ansamblul este bine reglat, cele două maxime ale caracteristicii impedanței electrice în funcție de frecvență trebuie să fie egale. În situația în care maximum de la frecvența superioară are o valoare mai mare decît cel de la frecvența inferioară, este necesar să se mărească suprafața deschiderii; dacă maximum de la frecvența inferioară este superior celui alt, se impune obturarea unei porțiuni din deschiderea incintei bassreflex. Prin corecții succesive se poate ajunge ca cele două maxime să aibă valori aproximativ egale, ceea ce ar corespunde unui acord optim.

În practica de proiectare și realizare la scară industrială apar, de multe ori, cazuri cînd se impune experimentarea mai multor ansambluri difuzor-incintă bassreflex. Pentru aceste situații speciale, se recomandă realizarea unor casele cu pereți demontabili, prevăzuți fiecare cu buloane, șaibe și pudite cu miner tip „fluturi”. În acest mod, panourile frontale, pe care sînt fixate diferite difuzoare, pot fi schimbate cu ușurință. De asemenea, este indicat, ca și pentru deschidere să se adopte o soluție adecvată, astfel încît suprafața acesteia să poată fi modificată cu cît mai puține complicații constructive. În figura 2.24 este arătată o propunere făcută de G. A. Briggs.

În încheierea acestui paragraf se vor trece în revistă cîteva din defectele ce se pot produce la o incintă bassreflex, prezentîndu-se totodată modul în care se manifestă fiecare din ele, cauzele probabile și unele remedii ce pot fi aplicate:

a) *Apariția unor rezonanțe multiple.* O astfel de defecțiune se poate datora intrării în stare de vibrație a pereților caselei. Remediul constă în rigidizarea tuturor panourilor cu baghete din lemn dimensionate corespunzător cit și în verificarea în amănunt a pieselor de fixare.

b) *Variații continue ale frecvențelor de rezonanță.* Asemenea defecțiuni sînt generate de slaba etanșeitate

a pereților casetei și, ca urmare a acestui fapt, a unei scăpări ale aerului din incintă. Îndepărtarea acestor neajunsuri este posibilă fie prin verificarea și apoi per-



Fig. 2.24. Realizarea unei incinte bassreflex cu deschidere variabilă ca suprafață.

fecționarea sistemelor de prindere a panourilor, fie prin introducerea unor materiale elastice (pislă, cauciuc), pe suprafețele lor de contact.

c) Frecvența de rezonanță a incintei bassreflex este de obicei mai ridicată decât cea rezultată din calcul. Cauzele unei asemenea anomalii constă în erorile de construcție a deschiderii și a tubului. Remedierea este posibilă, dacă se micșorează suprafața deschiderii sau, după caz, dacă se utilizează un tub de lungime mai mare.

d) Frecvența de rezonanță a incintei bassreflex are o valoare scăzută față de cea reieșită din calcul. Cauzele sunt asemănătoare cu cele din cazul precedent. Îndreptarea situației este posibilă prin mărirea suprafeței deschiderii respectiv prin micșorarea lungimii tubului. Dacă frecvența de rezonanță este mult mai mică decât valoarea prestabilită atunci, se impune să se acționeze direct asupra volumului casetei, în sensul micșorării spațiului din interiorul său. În acest scop, se vor introduce în casetă fie săci mici umpluți cu nisip, fie cărămizi.

2.4. ALTE DISPOZITIVE DE MONTAJ A DIFUZORILOR LABIRINTUL ȘI PILNIA ACUSTICĂ

Cercetările întreprinse în scopul realizării unor dispozitive cât mai potrivite pentru montarea difuzorilor astfel încât ansamblurile difuzor-dispozitiv să favorizeze obținerea unor valori optime pentru majoritatea parametrilor calitativi, au condus la diversificarea categoriilor sistemelor de montaj acustic și, în cadrul unei aceleiași categorii, la multiplicarea soluțiilor constructive.

În paragrafele precedente a fost descrisă o parte din dispozitivele de montaj acustic, ce ar putea fi denumite clasice, fără a lua în considerare și alte categorii de incinte acustice, care intrunesc, pentru o aceeași unitate constructivă, caracteristicile tehnice ale mai multor tipuri, sau care conțin pe lângă elementele specifice unei anumite grupe de casete, dispozitive suplimentare, menite să contribuie la îmbunătățirea calității. Pot fi, astfel, amintite atât incintele care reprezintă combinații între casetele bassreflex și tuburile acustice, cât și acele incinte cunoscute sub denumirea de *elipson*. Acestea din urmă, foarte răspândite în Franța, sunt alcătuite, de obicei, din doi rezonatori Helmholtz: primul reprezintă incinta bassreflex, cel de al doilea, de formă inelară, și cu deschiderea amplasată în grosimea orificiului celui dintâi, contribuie la îmbunătățirea răspunsului cu frecvența (fig. 2.25).

În majoritatea cazurilor incintele elipson sunt prevăzute cu reflectoare de sunet, ale căror forme concave sau convexe, se aleg în funcție de efectul ce trebuie realizat.

Revenind la dispozitivele denumite clasice, mai este necesar să fie amintite două dintre ele și anume labirintul acustic și pilnia acustică.

2.4.1. LABIRINTUL ACUSTIC

Un astfel de dispozitiv a fost descris pentru prima dată de H.F. Olson, în urmă cu aproximativ treizeci de ani. Din secțiunea prezentată în figura 2.26, se observă că labirintul acustic reprezintă, de fapt, o incintă, separată în mai multe secțiuni care comunică între ele. Prin

desfășurarea secțiunilor se obține un tub închis la capătul în care este amplasat difuzorul și deschis la celălalt capăt. Cuplând un difuzor cu un labirint acustic, rezultatele sînt asemănătoare cu cele obținute în cazul incintei bassreflex.



Fig. 2.25. Incinta acustică „Elipson”:

1 — reflector de panet;
2 — difuzor; 3 — difuzor;
4, 5 — rezonatoare;
6 — materialul poros

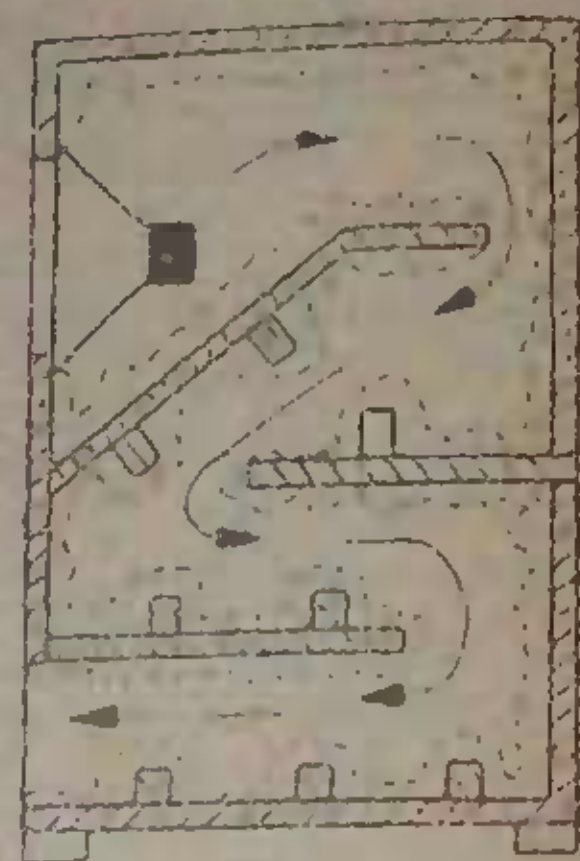


Fig. 2.26. Labirintul acustic:

1 — materialul poros cu care sînt captuși pereții.

și anume: se mărește sarcina pe spatele membranei și se asigură posibilitatea de a utiliza, pentru radiația frontală, unda acustică generată de spatele difuzorului.

Modul de funcționare a unui astfel de dispozitiv poate rezulta fie din analiza circuitului echivalent (prezentat în fig. 2.7, c), fie din studiul vibrației aerului cuprins în interiorul său.

Este cunoscut faptul că, dimensionind un tub astfel încît lungimea sa să fie egală cu sfertul lungimii de undă a sunetului transmis, cele două mărimi caracteristice, presiunea acustică și viteza sunetului au un mod de vibrație ca cel prezentat în figura 2.27. La frecvențele care satisfac această condiție, impedanța acustică are o valoare scăzută la capătul deschis și o valoare ridicată la extremitatea închisă (cea la care se află montat difuzorul). În

felul acesta, pentru un anumit domeniu de frecvențe, se asigură difuzorului sarcina dorită. Pentru schimbări valorii ale frecvențelor se produce și o înălțare în propagarea undei generate de spatele membranei, în așa fel încît

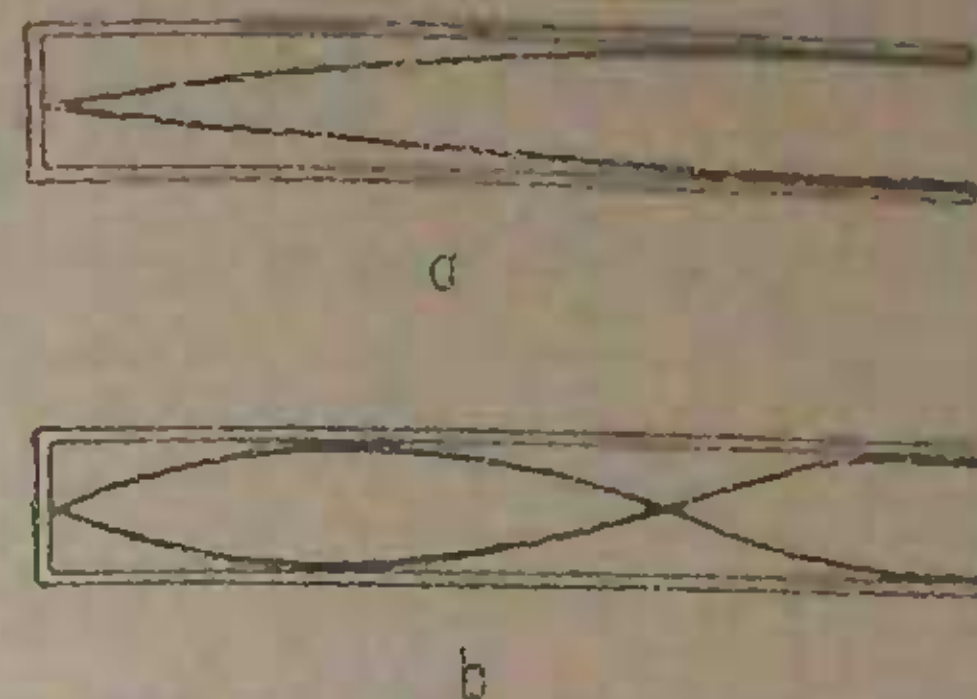


Fig. 2.27. Modul de variație a vitezei acustice, într-un tub închis la un capăt:

a — frecvența fundamentală; b — prima frecvență armonică.

undele acustice produse de ambele fețe ale acesteia să fie în fază. Deci și în această situație, întocmai ca în cazul utilizării incintelor bassreflex, se realizează îmbunătățirea răspunsului la frecvențe joase. Mișloacele sînt însă în cele două situații diferite: incinta bassreflex funcționează ca un rezonator de tip Helmholtz, pe cînd labirintul acustic are ca element de bază un tub acordat pe sfertul lungimii de undă.

Este totuși necesar să se precizeze că acest mod de vibrație a aerului, din interiorul labirintului, se produce nu numai pentru o singură frecvență, ci pentru toate frecvențele care satisfac egalitatea:

$$l = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}, \quad (2.30)$$

în care:

- l este lungimea tubului în m;
- n — un număr întreg (1, 2, 3...);
- λ — lungimea de undă a sunetului reprodus.

Producte tehnice de mare inalte calitate

Tablea nr. 1

Producător	Specificații tehnice		Amplasament distribuzie	Preț la unitate	Cantitate pe an	Cantitate pe an	Cantitate pe an	Cantitate pe an
	Industria	Tip						
CARASSE	Dacia II	B	25 24 13 5	0 700	25	4-8	10-10 000	60-20 000
	Galion III	B	20 20 12 5 6	1 500	50	8-16	15-30 000	60-20 000
GOODMANS	Magister	I	3 difuzoare	800 și 5 000	50	4-5	16-22 000	60-50 000
	Magnum KH	I	3 difuzoare	500 și 5 000	40	4-8	20-22 000	60-50 000
CELESTION	Diton 15	I	3 difuzoare	3 500	50	4-5	20-16 000	50-20 000
	Diton 25	I	5 difuzoare	2 000-8 000	50	4-8	20-10 000	50-20 000
Acoustic Research	A R 2X	I	2 difuzoare	1 000	40	S	45-20 000	34,5 61,20
	A R 5	I	3 difuzoare	600 și 5 000	50	S	40-20 000	34,5 61,20
	A R 3 A	I	3 difuzoare	600 și 5 000	50	I	30-20 000	34,5 61,20
Heco	P 2 000	I	3 difuzoare	—	50	—	—	—
	P 3 000	I	3 difuzoare	—	50	—	—	—
WARFEDALE	Davedale III	I	3 difuzoare	40 și 450	35	4-8	40-20 000	60-15 000
	Rosedale	I	3 difuzoare	35 și 450	45	1-8	55-20 000	60-15 000
Pioneer	CSE 500	I	3 difuzoare	650 și 5 000	50	S	37-20 000	60-15 000
	CSE 700	I	3 difuzoare	500 și 4 500	60	S	37-20 000	60-15 000
Sansui	SP 3 000	B	6 difuzoare	5 000	80	S	30-20 000	60-15 000
	SP 5 000	B	6 difuzoare	1 000	90	S	30-20 000	60-15 000
I.R. Lansing	Century	B	3 difuzoare	2 500 și 7 000	50	S	30-15 000	60-15 000
	Aquarius	B	2 difuzoare	2 500	40	S	40-15 000	60-15 000
Ehpson	BS 502	Du- ple	2 difuzoare	5 000	20	S	70-20 000	60-15 000

Pentru toate aceste frecvențe (care sînt de fapt armonii mai înalte ale sunetului fundamental, corespunzător lui $n=0$), se produc o serie de rezonanțe, care întregesc decorația accentuată în răspunsul cu frecvența al aerului în incinta-difuzor și, care, în cazul armonicilor superioare devin supărătoare. Evitarea acestor neajunsuri este posibilă prin căptușirea pereților labirintului cu un material poros, fonoabsorbant. O contribuție la reducerea amplitudinilor de la rezonanță o aduc și schimbările de direcție a tubului, specifice, de altfel, oricărei incinte labirint.

Determinarea lunginii labirintului se face cu ajutorul relației 2.30, în care se consideră $n=0$.

În completarea expunerii de pre labirintul acustic, se precizează că s-au considerat îndeplinite următoarele condiții: rigiditatea perfectă a pereților, fluiditatea absolută a gazului din interiorul său (el are, totuși, o viscozitate care nu se poate neglija), existența unor transformări adiabactice etc. În realitate aceste condiții nu sînt pe deplin satisfăcute, fapt ce a determinat introducerea unor corecții în calculul lunginii tubului. Rayleigh a demonstrat că, în cazul unei secțiuni cilindrice, trebuie introdusă o corecție care depinde de raza r_1 a tubului. Pentru tubul închis la un capăt și deschis la celălalt, corecția constă în mărirea lunginii l cu o cantitate egală cu $0.82 r_1$.

În prezent, după cum se observă, modelele de incinte acustice, oferite spre achiziționare amatorilor de reproducere de înaltă fidelitate, sînt foarte numeroase. Ele diferă nu numai de la un producător la altul ci, chiar în cadrul producției unei aceleiași firme constructoare, se observă o gamă foarte variată de soluții constructive.

Cîteva dintre cele mai recente și mai cunoscute modele de incinte sînt prezentate în tabelul 2.2. (în care s-a notat cu B incinta bassreflex și cu I incinta închisă).

2.4.2 PILNII ACUSTICE

Aceste dispozitive sînt constituite, de asemenea din tuburi, a căror secțiune variază de-a lungul axei de simetrie potrivit unei anumite legi matematice, în scopul re-

alizării unei adaptări de impedanță acustică și producerii unui anumit efect directiv.

Difuzoarele, asociate cu astfel de dispozitive, fac parte din acea categorie, amintită la începutul prezentei capitole și denumită „cu radiație indirectă”. Membranele difuzoarelor nu acționează, în acest caz, direct asupra mediului ambiant, ci prin intermediul acestor pilni, care reprezintă elementul de cuplu.

O caracteristică a pilnurilor acustice o constituie sporișirea valorii randamentului, teoretic în limite oricît de mari, prin încărcarea membranei cu o sarcină mică, grație introducerii unui element intermediar, denumit *camera de compresie*.

Dacă sînt luate în considerație schițele din figura 2.26, se poate observa că, oricare din pilni, prezintă la cele două capete secțiuni diferite. Capătul cu secțiune minimă se numește *gîtul pilniei*, iar cel cu secțiune maximă are denumirea de *gură a pilniei*. În funcție de ecuația matematică potrivit căreia se stabilește profilul pilnului, el pot fi împărțite în următoarele categorii:

— *pilnii conice* (ecuație: $S_2 = S_1 x$);
— *pilnii exponențiale* (ecuație: $S_2 = S_1 e^{mx}$ în care m este o constantă de expansiune);

— *pilnii hiperbolice* (ecuație: $S_2 = S_1 \left(\operatorname{ch} \frac{x}{x_0} + k \operatorname{sh} \frac{x}{x_0} \right)$ în care x_0 este distanța pe ax față de origine a secțiunii, iar k un coeficient subunitar, cuprins între 0.5 și 0.7);

— *pilnii parabolice* (ecuație $S_2 = S_1 x^2$).

În toate ecuațiile arătate s-a notat cu S_2 secțiunea gîturii pilniei și cu S_1 suprafața gîturii sale.

În practică, dintre toate profilurile enumerate, cele mai frecvent utilizate sînt cele conice și cele exponențiale (figurile 2.28, a și b).

Considerînd cazul cel mai simplu, al pilniei conice, se poate demonstra egalitatea:

$$Z_1 S_1 = Z_2 S_2, \quad (2.31)$$

în care Z_1 este impedanța acustică la intrarea pilniei și Z_2 impedanța acustică la ieșirea sa. Această relație permite să se tragă concluzia că impedanța acustică a unei pilni variază continuu și proporțional cu secțiunea sa, făcînd posibilă, în acest fel, realizarea adaptării de impedanță.

Pentru determinarea lungimii unei pîlnii conice se folosește formula

$$l_c = \frac{\lambda}{2\pi} \left[\frac{D_2}{D_1} - 1 \right] \quad (2.32)$$

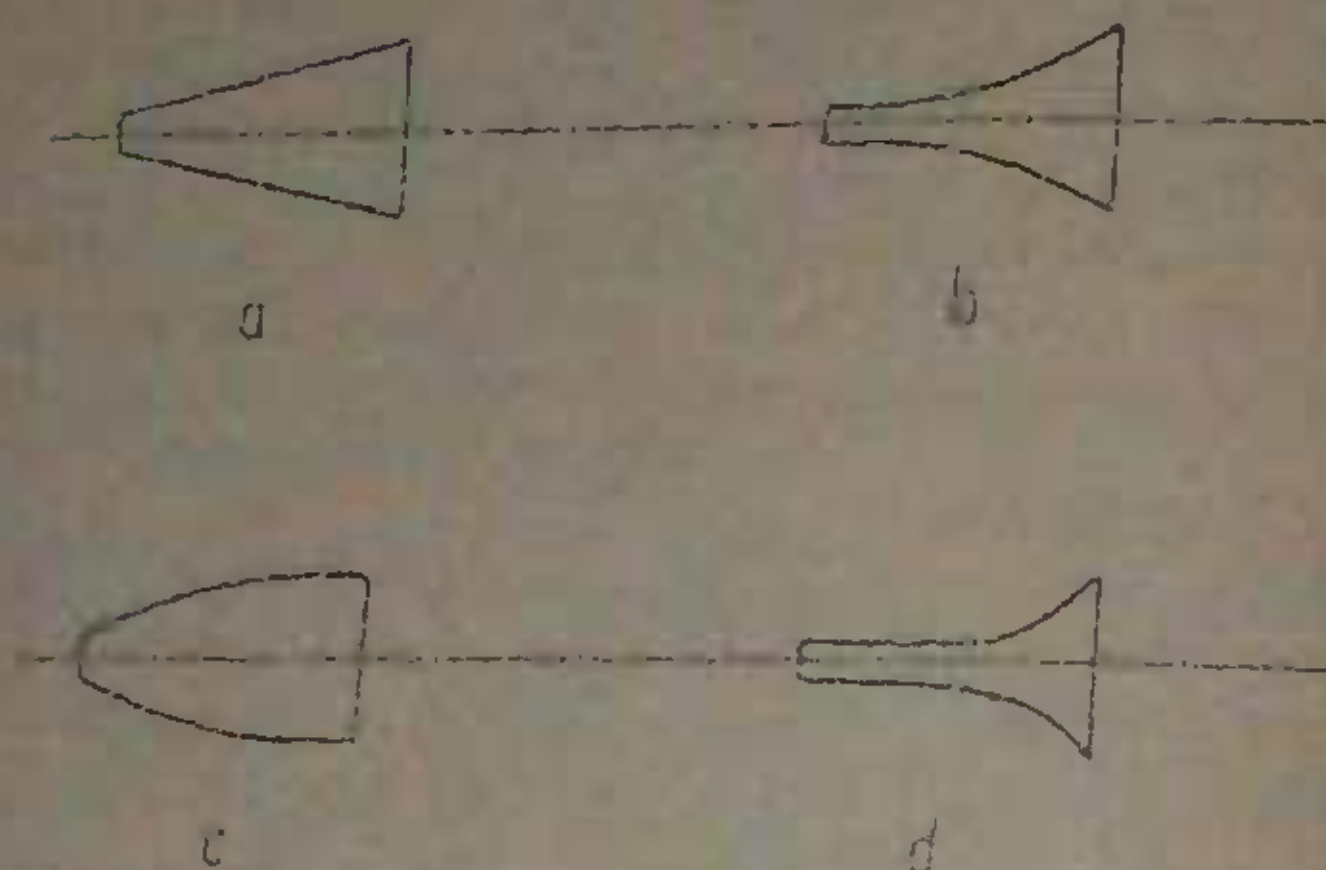


Fig. 2.28. Pîlnă acustică:

a — conică; b — cilindrică; c — parabolică; d — în formă de corn.

În care s-au făcut notațiile:

- l_c — lungimea pîlniei conice, în m;
- D_1 — diametrul gîtului pîlniei, în m;
- D_2 — diametrul gurii pîlniei, în m;
- λ — lungimea de undă corespunzătoare frecvenței minime ce urmează a fi transmisă, în m.

Această formulă se stabilește pe baza unor considerații geometrice așa cum de altfel se poate constata și din schița prezentată în figura 2.29.

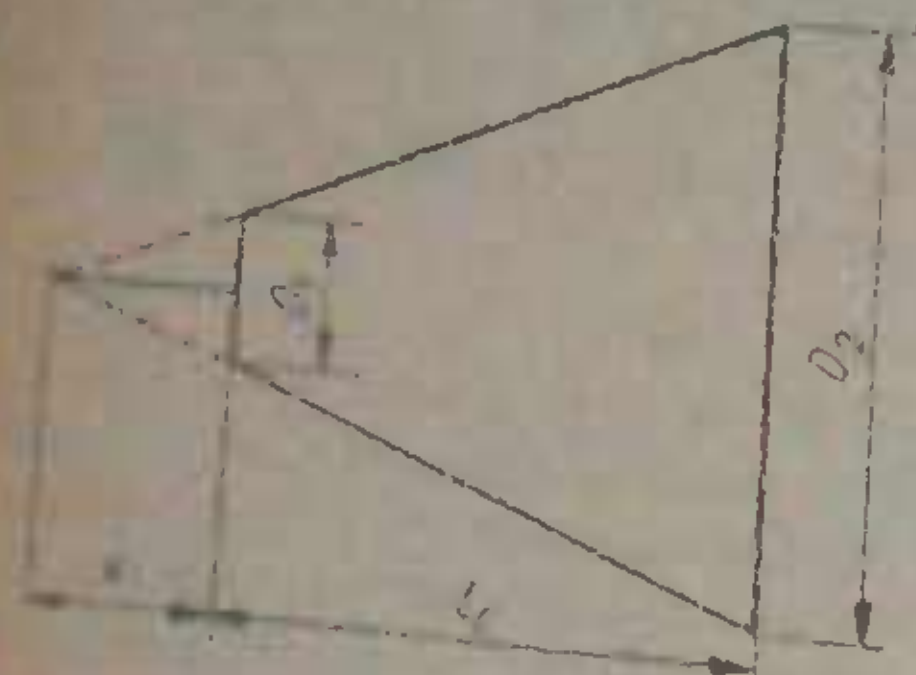


Fig. 2.29. Dimensiunile pîlniei conice.

Diametrul gurii pîlniei se determină în relația

$$D_2 \geq \frac{\lambda}{3,14} \quad (2.33)$$

Lungimea l_c , calculabilă cu formula 2.32, corespunde unei anumite frecvențe, ce poartă denumirea de frecvență de tăiere și este notată cu f_t . În domeniul de frecvențe situat sub această frecvență de tăiere, pîlnia se comportă ca un filtru acustic „trece-sus”, ea nu mai putînd fi utilizată pentru transmiterea sunetelor. Rezultatul de aici este necesar să se impună pentru f_t o valoare cât mai redusă. Realizarea unor pîlnii care să aibă o frecvență de tăiere foarte coborîtă este o problemă deosebit de dificilă deoarece, reducînd mult valoarea lui f_t , se ajunge la mărirea dimensiunilor pîlniei, într-o asemenea măsură, încît practic ar deveni inutilizabilă.

Cîteva exemple numerice vor fi, din acest punct de vedere, suficient de concludente. Presupunînd că se dorește reproducerea, cu ajutorul unei pîlnii, a sunetelor avînd frecvența limită inferioară $f_t = 30$ Hz, se cere dimensionarea pîlniei. Diametrul gurii pîlniei se calculează cu formula 2.33, obținîndu-se:

$$D_2 \geq \frac{11,3}{3,14} = 3,6 \text{ m.}$$

Cunoscînd că diametrul D_1 al gîtului pîlniei poate fi de ordinul 0,35 m se obține valoarea raportului $\frac{D_2}{D_1}$:

$$\frac{D_2}{D_1} = 10.$$

În acest caz lungimea pîlniei conice va fi:

$$l_c = \frac{11,3}{2 \cdot 3,14} (10 - 1) = 16,2 \text{ m.}$$

Este evident că, o astfel de pîlnie, cu un diametru al gurii de 3,6 m și o lungime de 16,2 m, chiar dacă ar fi excelentă pentru reproducerea frecvențelor joase, nu ar putea fi utilizată pentru sonorizarea unor încăperi sau

găsit a unor spații situate în aer liber, dimensiunile și poziția în multe cazuri limitate spațiului câmpului li este destul de mică.

În cazul pilnilor exponențiale rezultă dimensiuni mai mici. Considerând că datele problemei rămân aceleași, formula de calcul este următoarea:

$$L \geq \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \ln \frac{D_2}{D_1} \quad (2.34)$$

În care L este lungimea pilnei exponențiale. Egalând (2.34) se demonstrează pe baza relației matematice, prin care se determină valoarea frecvenței de tăiere:

$$f_t = \frac{m c_0}{4\pi} \quad (2.35)$$

și a ecuației corespunzătoare formei pilnei exponențiale ($S_2 = S_1 e^{m x}$). Ținând seama de toate aceste date, rezultă lungimea pilnei exponențiale:

$$L \geq \frac{11,3}{0,28} \cdot \ln 10 = 4,2 \text{ m.}$$

Comparând această dimensiune cu cea obținută la pilne conice, se constată că, pentru aceeași frecvență de tăiere și aceeași putere acustică, se obține, în cazul pilnilor exponențiale, o lungime de aproximativ patru ori mai mică. Din aceste motive, cit și datorită posibilității de realizare a unor distorsiuni mai mici, constructorii au adoptat în marele lor majoritate forma exponențială.

Dacă se fac anumite concesii în ceea ce privește caracteristica de frecvență, utilizarea pilnilor acustice este foarte avantajoasă și, în același timp, economică, deoarece ansamblurilor difuzor-pilne le sînt caracteristice nu numai valori ridicate ale randamentului ($\eta = 40-50\%$) ci și unghiuri de directivitate corespunzătoare unor fascicule sonore foarte înguste.

Din categoria pilnilor fac parte și pilniile multicelulare. Acestea sînt constituite din mai multe pilni de care pilni comunică între ele, gurile lor fiind situate pe o aceeași suprafață sferică. Utilizînd astfel de pilni

se pot obține, în unghiul solid determinat de suprafața sferică a gurilor lor, unde acustice egale în amplitudine, o undă care astfel încît totalitatea densităților și reflexiilor sunetului ca o sursă avînd forma unei calote sferice. În acest fel, deci caracteristica de directivitate a fascicului nu se îngustează odată cu creșterea frecvenței, unghiul de directivitate al pilnei multicelulare rămîne neschimbat.

REȚELE SEPARATOARE

3.1. GENERALITĂȚI

În decursul celor patru decenii care s-au scurs de la apariția lor, difuzoarele electrodinamice au fost, calitativ, permanent îmbunătățite, atât din punctul de vedere al materialelor utilizate, cât și al tehnologiei de fabricație și al soluțiilor constructive. Cu toate acestea sînt mai rare cazurile în care se folosește un singur difuzor pentru redarea unei game de frecvențe largi, cuprinsă, de exemplu, între 10 Hz și 15 000 Hz. Producătorii incintelor acustice au adoptat, în majoritate, sistemul de înglobare într-o singură unitate a două sau trei difuzoare. Fiecare din difuzoare este capabil să reproducă în condițiile unei bune calități, sunetele ale căror frecvențe se situează în domeniile pentru care au fost prevăzute. Cele mai multe incinte acustice sînt prevăzute cu două difuzoare, ele dispunând uneori, uneori, numărul de trei. Se pot combina astfel un difuzor de dimensiuni mari (destinat reproducerii frecvențelor joase și medii), cu unul de diametru redus (pentru redarea frecvențelor înalte), asigurîndu-se, în acest fel, lărgimea necesară a spectrului de frecvențe.

Pentru alimentarea cu tensiune de audiofrecvență se utilizează un singur amplificator, fiecare spectru de frecvențe fiind „canalizat” spre difuzorul corespunzător, prin intermediul unor rețele separatoare.

Frecvențele joase, de obicei, și frecvențele înalte, se stabilesc în funcție de structura spectrală a semnalelor sonore sau, mai precis, de graficul puterii de vîrf, pe care îl are, fig. 3.1). Măsurările efectuate în acest scop au

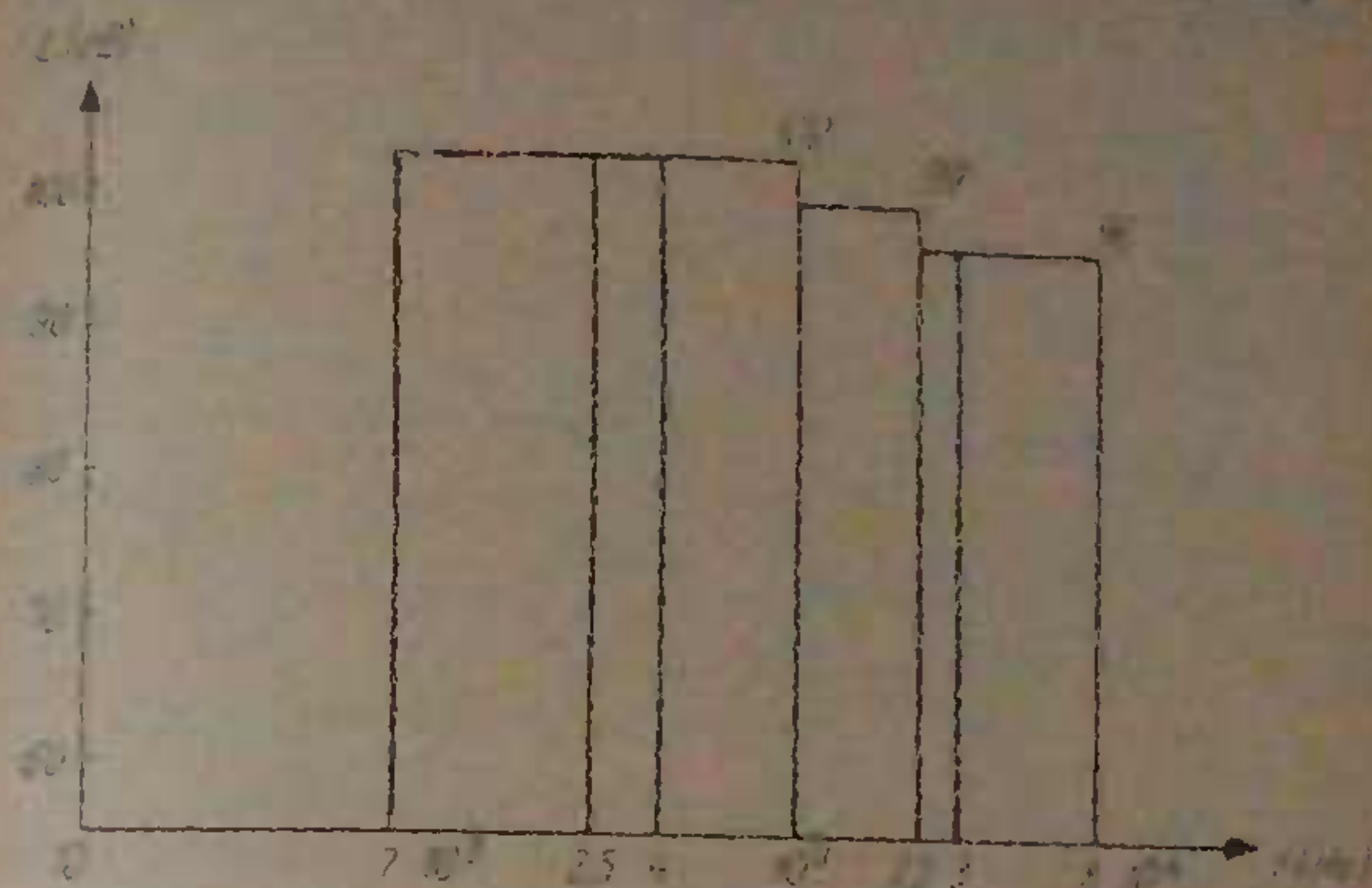


Fig. 3.1. Graficul puterii de vîrf în funcție de frecvență. Cu acest scop s-a folosit o orchestră simfonică alcătuită din 75 instrumente.

aratat că, pentru sunete complexe, de natura celor obținute cu ajutorul unei orchestre simfonice, nivelele componentelor situate sub frecvența de 1 000 Hz sînt cu 3—6 dB mai mari decît cei ai componentelor superioare acestor frecvențe.

Separînd cu ajutorul rețelilor energia de joasă frecvență de cea de înaltă frecvență, se asigură nu numai protejarea difuzoarelor de diametru mic, dar se evită îrosirea energiei de înaltă frecvență în difuzorul de dimensiuni mari.

3.2. DIMENSIONAREA REȚELILOR DE SEPARARE

Cu toate că, teoretic, domeniile în care rețelele separatoare își manifestă eficacitatea sînt bine determinate, practic însă, apar zone de interferență. Prin existența

Într-un astfel de sistem de difuzie se poate reproduce sunetul atât de către două difuzoare, a suneilor al căror spectru se află situat în jurul frecvențelor de tăiere. În figura 3.2 sînt reproduse caracteristicile de frecvență a două rețele separatoare avînd aceeași frecvență de tăiere, dar

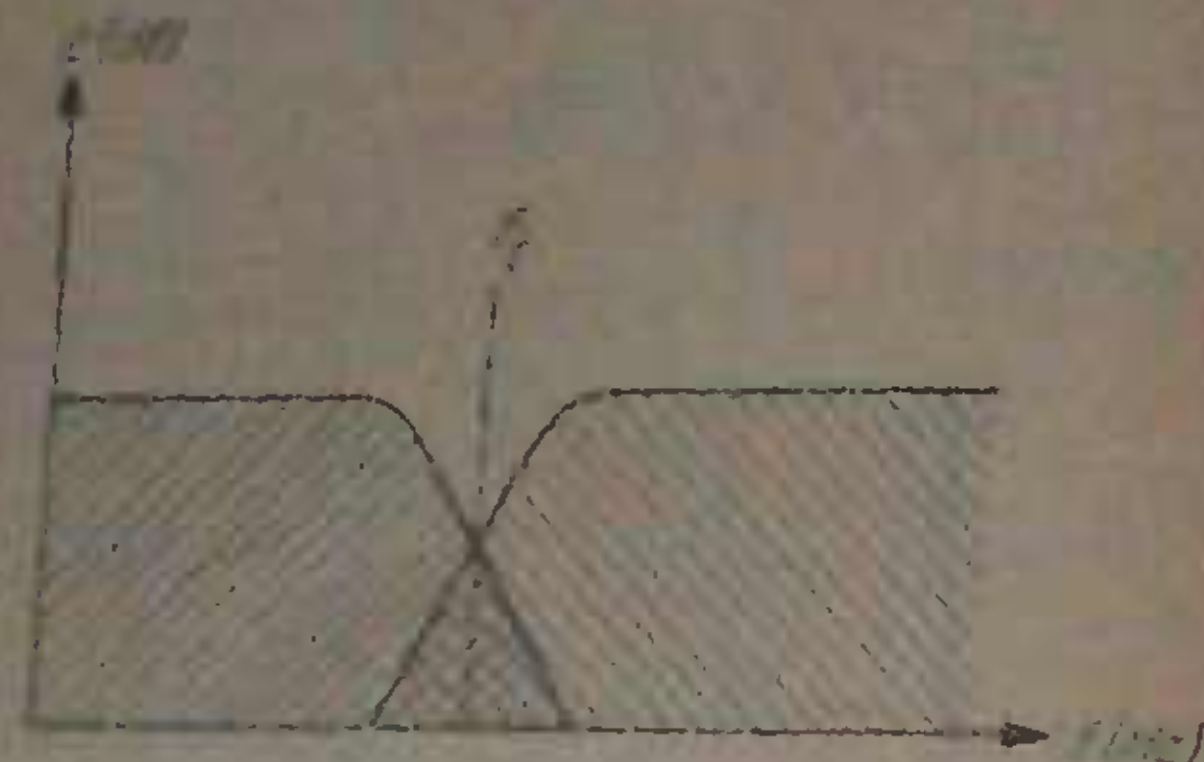


Fig. 3.2. Caracteristicile de frecvență ale rețelilor separatoare dintr-un sistem alcătuit din două difuzoare.

reponind la cerințele diferite: tot aici este marcată și zona de interferență. Pentru a îndepărta acest neajuns, care poate să conducă la deformări apreciable în reproducerea sunetului, este necesar să se dimensioneze în mod corespunzător rețelele. Prin aceasta se înțelege că atenuarea pe octavă la extremitățile spectrului de frecvențe transmis, să aibă o valoare suficient de ridicată.

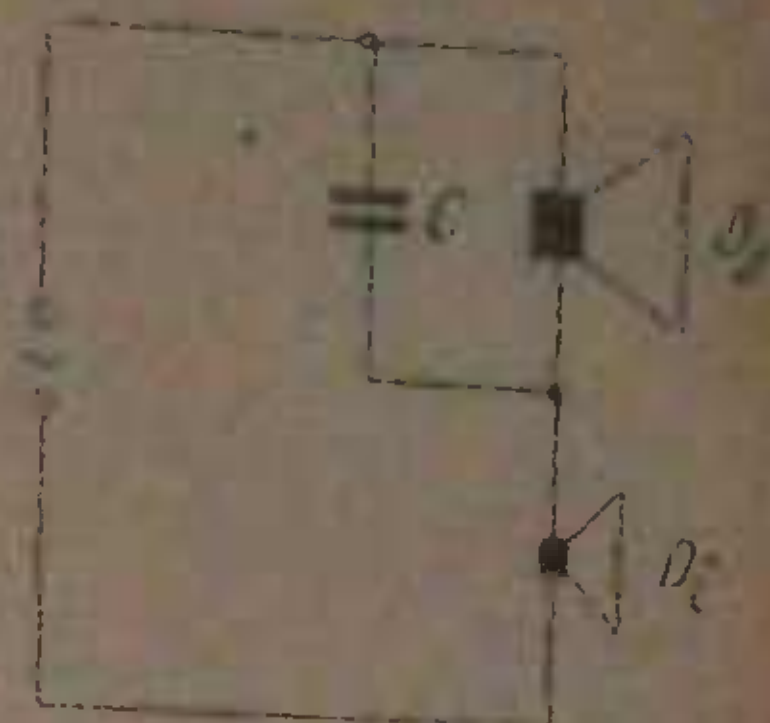
Din cele arătate rezultă că rețelele separatoare sînt, de fapt, rețele filtre. Dacă închința cuprinde două difuzoare, filtrele sînt de tipul „trece jos” și „trece sus”, iar dacă închința se compune din trei difuzoare, filtrele corespunzătoare vor fi de tipurile: „trece jos”, „trece bandă”, și „trece sus”. Rețelele separatoare se descriu bine de nu numai prin categoriile de filtre pe care le reprezintă ci și prin complexitatea schemei. Din acest punct de vedere pot fi întâlnite o diversitate mare de filtre, începînd cu cele alcătuite dintr-un simplu condensator, conectat în paralel pe bobina mobilă a difuzorului destinat reproducerii sunelelor de frecvență joasă (ca cel

de la figura 3.3) și terminînd cu rețele mult mai complexe, care cuprind un număr mare de componente și care sînt prevăzute pentru funcții diferite în parte.

Rețeaua din figura 3.3, deși foarte simplă și ușor de realizat, este puțin recomandată, deoarece prezintă im-

Fig. 3.3. Rețea separatoare alcătuită dintr-un singur condensator.

D_1 — circuit pentru reproducerea frecvențelor joase; D_2 — circuit pentru reproducerea frecvențelor înalte.



portante inconveniente. Așa, de pildă, ea nu poate asigura o separare netă a curenților electrici de frecvență joasă față de cel de înaltă frecvență, primul curent străbătînd bobinele mobile ale ambelor difuzoare. Pe de altă parte, impedanța electrică a ansamblului, fiind o funcție de frecvență, își modifică permanent valoarea, nepermițînd obținerea unei bune adaptări.

O îmbunătățire a situației este totuși posibilă, dacă în condensatorul C se adaugă o înductanță L , conectată de astă dată, în paralel cu bobina mobilă a difuzorului pentru reproducerea frecvențelor înalte (v. fig. 3.4). Cu aceste două elemente C și L se pot construi rețele de tip serie și derivație. Formulele pentru calculul lor sînt următoarele.

$$L = \frac{Z}{\omega_c} \text{ [H]}; \quad C = \frac{1}{\omega_c Z} \text{ [F]}; \quad (3.1)$$

în care s-au făcut notațiile:

Z — impedanța bobinei mobile, în Ω ;

ω_c — pulsația, în $\frac{1}{s}$.

Pe baza schemei prezentate în figura 3.4 se consideră un amplificator repetitor din figura 3.4 se consideră un amplificator format din două etape, având fiecare o impedanță de intrare $Z = 10 \text{ k}\Omega$. Frecvența de tăiere stabilită este $f_c = 2000 \text{ Hz}$.

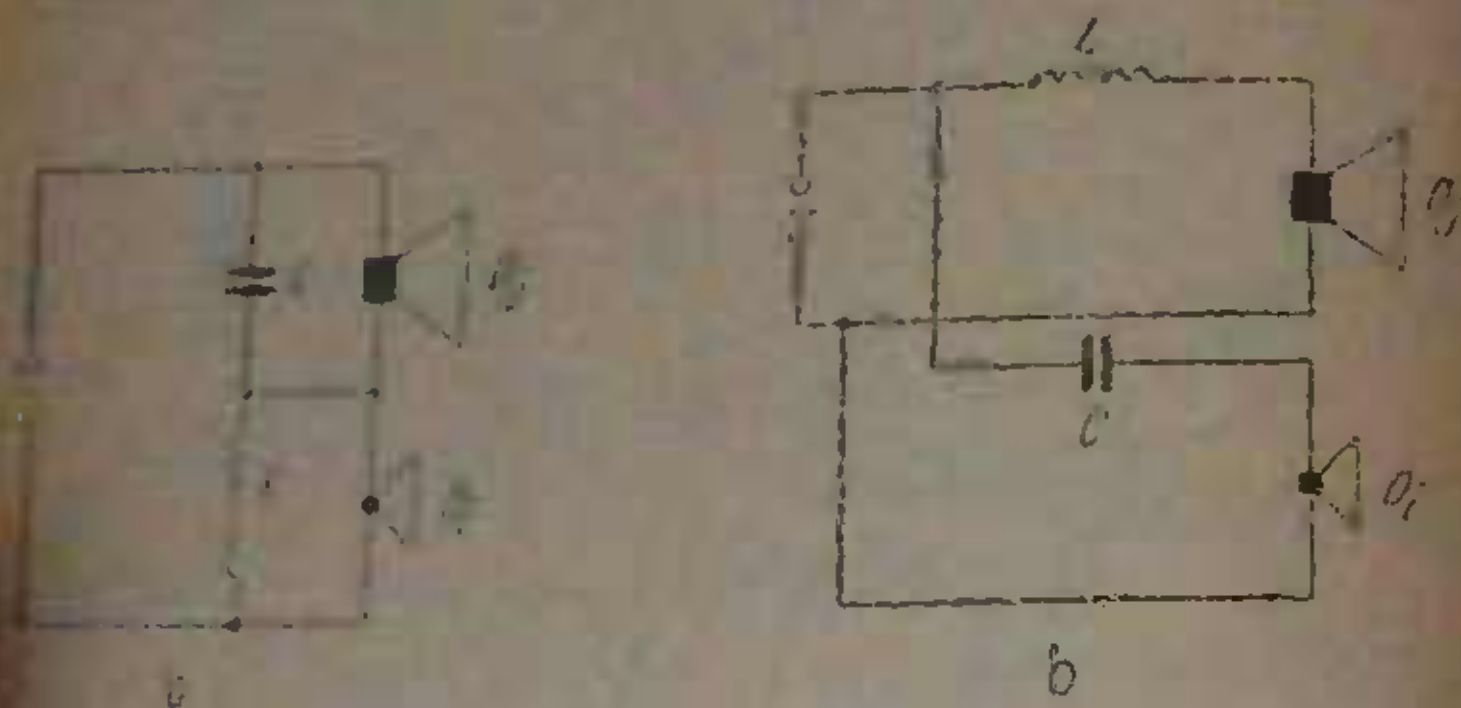


Fig. 3.4. Schemele de compensare pentru două etape de amplificator:
a — compensare în serie; b — compensare în paralel.

Pe baza datelor rezultă valorile:

$$L = \frac{10}{2 \cdot 3,14 \cdot 2000} = 1,27 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 1,27 \text{ mH};$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 10} = 4,97 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 4,97 \text{ }\mu\text{F}.$$

Deși cu o structură îmbunătățită, nici aceste rețele nu dau decât satisfacție, ele prezentând o atenuare pe octavă de ordinul a 4 dB. De altfel, în figura 3.5 s-au prezentat caracteristicile de frecvență ale ambelor rețele, marcându-se linia de tăiere și frecvența de tăiere $f_c = 2000 \text{ Hz}$. Pentru a determina, cu ajutorul caracteristicilor din figura 3.5, valoarea atenuării pe octavă, se scade din atenuarea de la o anumită frecvență (de exemplu 2 kHz) valoarea corespunzătoare unei alte frecvențe care reprezintă dublul sau jumătutul celei dintâi (în cazul de față 1 kHz sau 4 kHz). Se observă că în domeniul cuprins între cele două frecvențe se produce o atenuare de 4 dB.

În cazul ei și rețența din figura 3.4 se poate realiza, în cazul mării atenuări se realizează. Valoarea de pierdere pentru fiecare etapă, rețența este de 2 dB, iar condensator și o inducție, montate în serie sau în paralel, ca în figura 3.6, se obțin valori de atenuare de 2,5 dB/octavă.

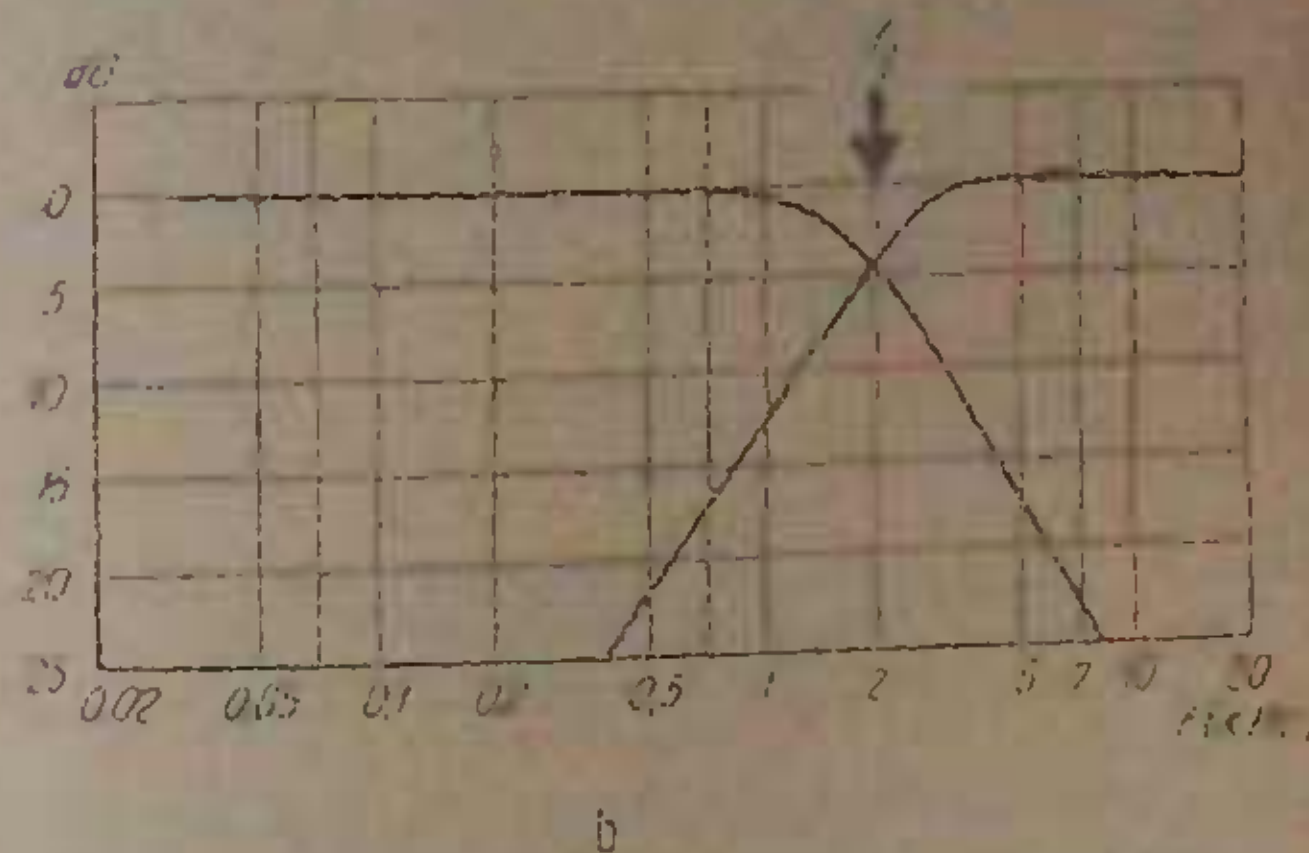
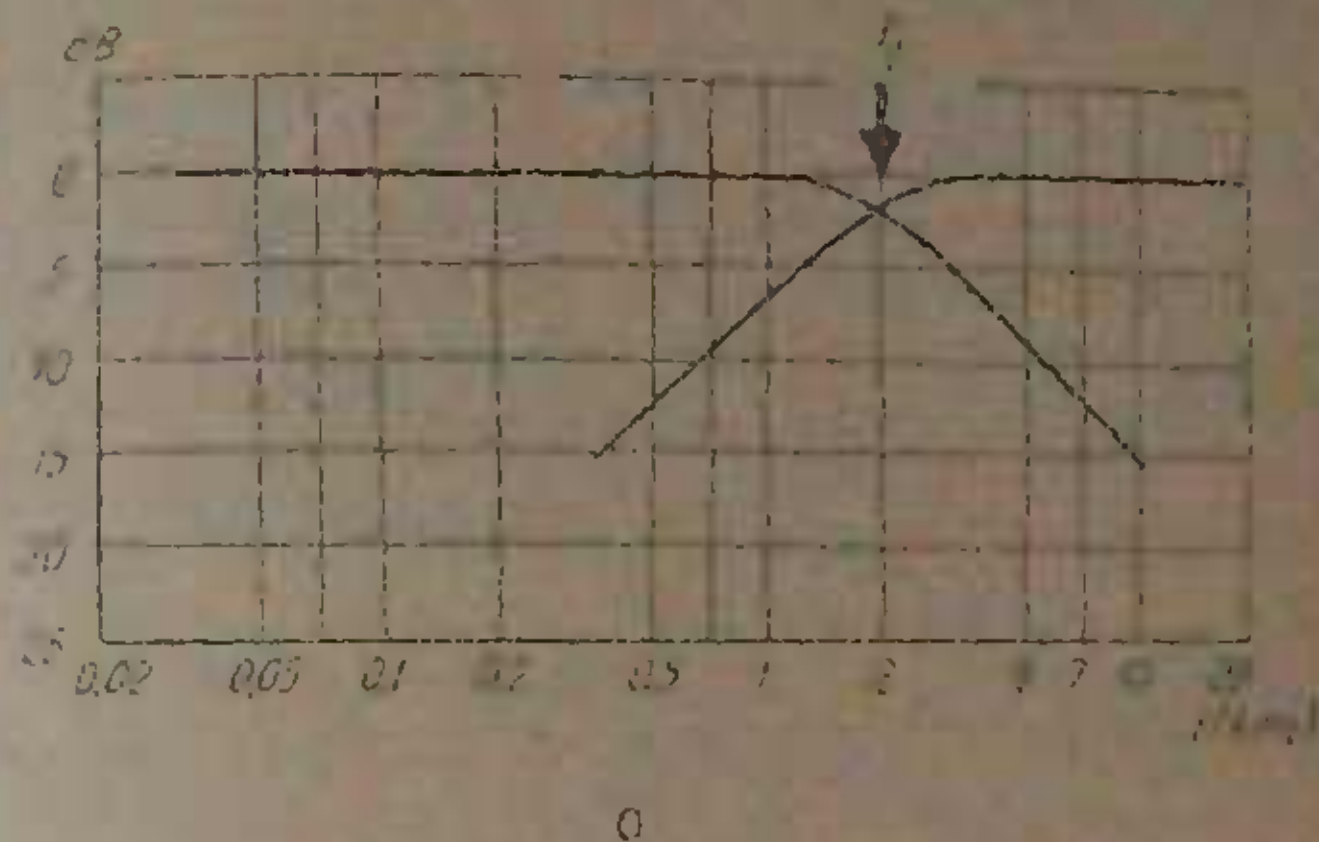


Fig. 3.5. Caracteristicile de frecvență ale rețelelor:
a — pentru rețența din figura 3.4; b — pentru rețența din figura 3.6.

Dacă se consideră $L_1 = L_2 = L$ și $C_1 = C_2 = C$, se pot calcula componentele celor două rețele cu formulele:

— pentru rețeaua din figura 3.5, a:

$$L = \frac{Z}{\sqrt{2\omega}} \text{ [H]}; \quad C = \frac{\sqrt{2}}{\omega Z} \text{ [F]}; \quad (3.2)$$

— pentru rețeaua din figura 3.5, b:

$$L = \frac{\sqrt{2}Z}{\omega}; \quad C = \frac{1}{\sqrt{2\omega}Z} \text{ [F]}; \quad (3.3)$$

Pentru exemple numerice vor rezulta ordinele de mărime ale componentelor rețelei. În acest scop, se presupune următoarele date: impedanța electrică a difuzorului 16Ω și frecvența de tăiere 2000 Hz . Se obțin valorile:

$$L = \frac{16}{2 \cdot 3,14 \cdot 2000} = 0,91 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 0,91 \text{ mH};$$

$$C = \frac{1,41}{2 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 16} = 7,03 \cdot 10^{-8} \text{ F} = 7,03 \text{ } \mu\text{F}.$$

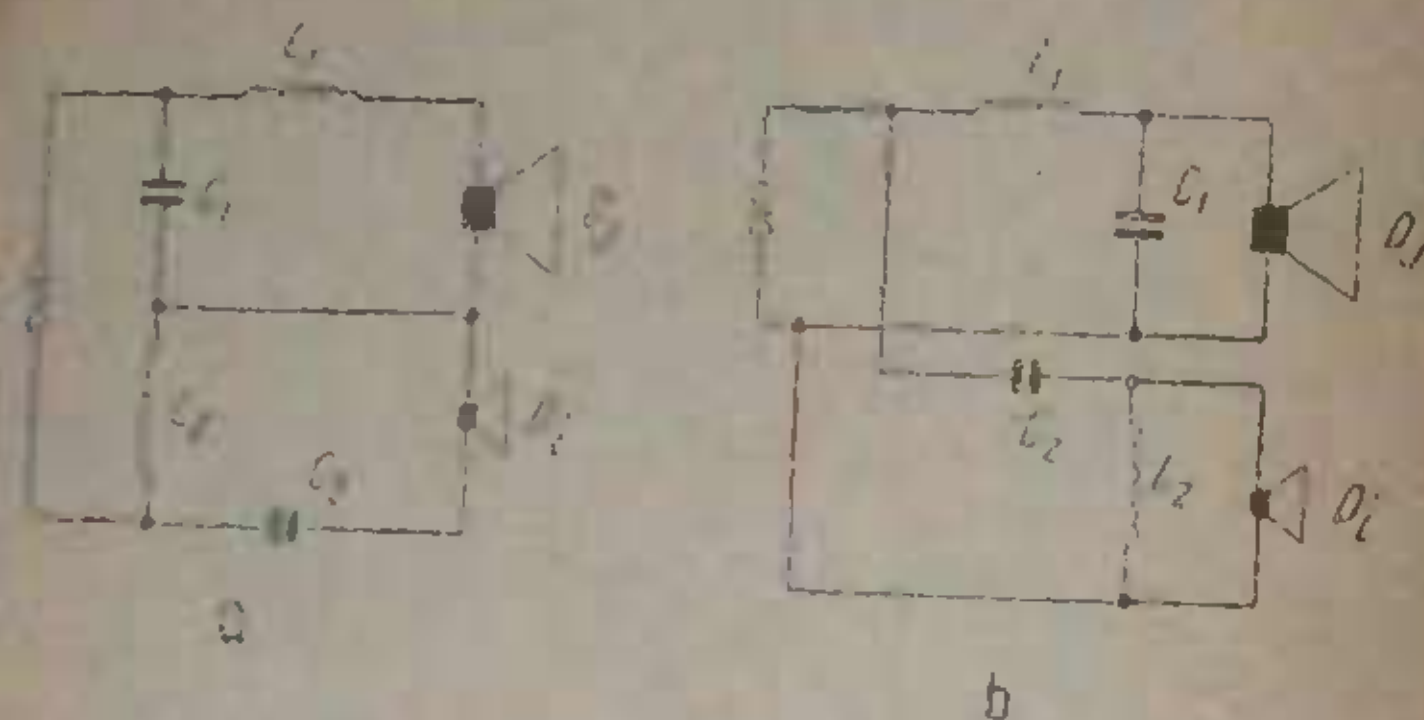


Fig. 36. Rețele separatoare corespunzătoare unor atenuări de 9,5 dB/octavă:

a — montaj serie, b — montaj derivație.

Caracteristicile de frecvență ale acestui tip de rețea separatoare sunt prezentate în figura 3.5, b.

Valoarea atenuării pe octavă poate fi mărită în continuare (la aproximativ 13 dB/octavă), dacă se folosesc re-

țele de separare în formă de T sau π , de tipul celor arătate în figurile 3.7, a și 3.7, b.

Componentele unor astfel de rețele sînt calculabile cu următoarele relații matematice:

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= \frac{Z}{\omega}; \quad L_2 = (1+m) \frac{Z}{\omega}; \quad L_3 = \frac{1}{1+m} \frac{Z}{\omega} \text{ [H]}; \\ C_1 &= \frac{1}{\omega Z}; \quad C_2 = (1+m) \frac{1}{\omega Z}; \quad C_3 = \frac{1}{1+m} \frac{1}{\omega Z} \text{ [F]}; \end{aligned} \right\} \quad (3.4)$$

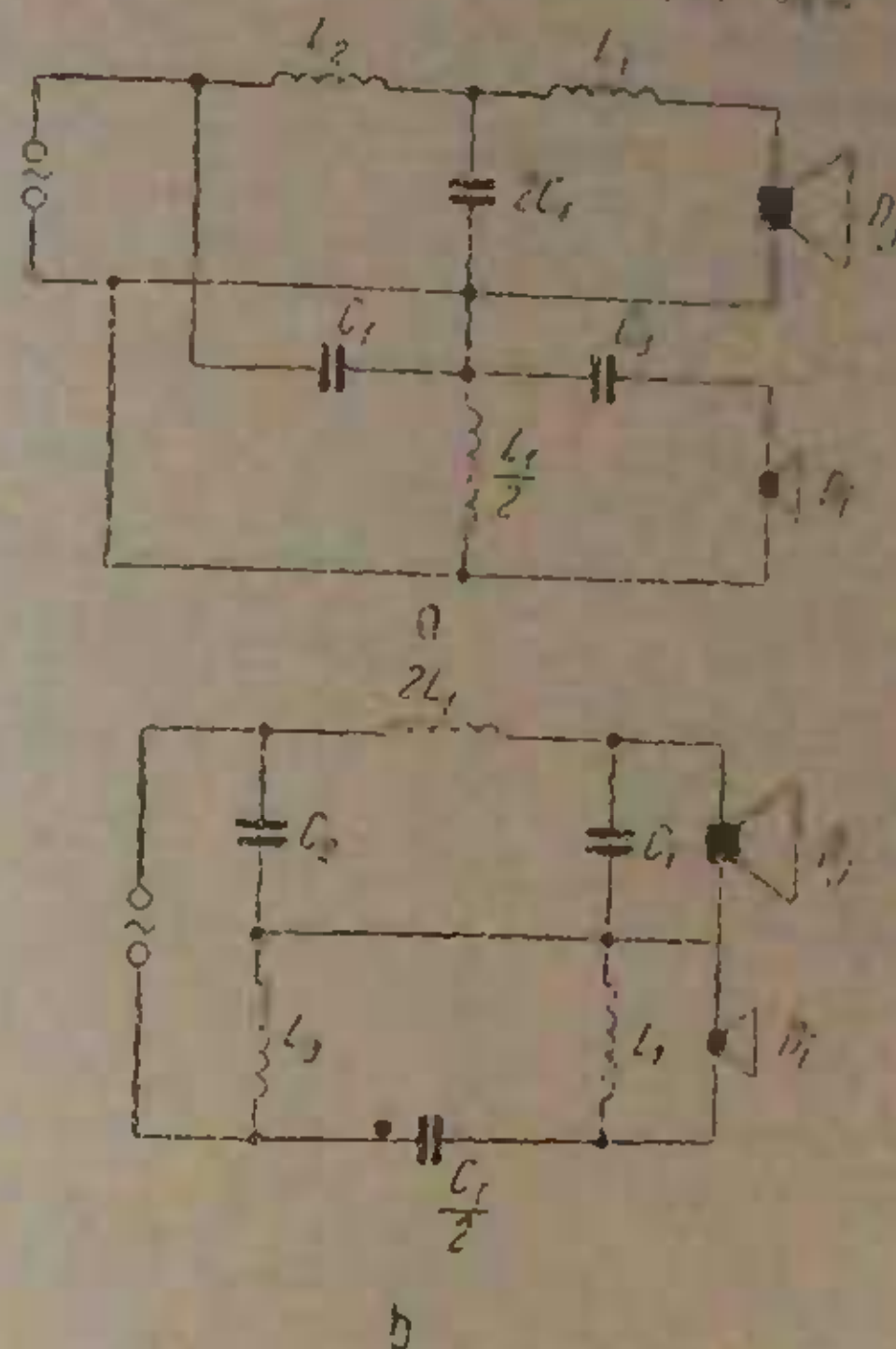


Fig. 37. Rețele separatoare corespunzătoare unor atenuări de 9,5 dB/octavă:

a — rețea în formă de T; b — rețea în formă de π .

în care s-a notat cu m un parametru variind între 0,4 și 0,6, valoarea recomandată fiind $m = 0,6$.

O rețea separatoare de acest tip, deși dă deplină satisfacție în ceea ce privește atenuarea pe octavă, prezintă neajunsul de a avea o impedanță variabilă cu frecvența.

De fapt dintre schemele prezentate până acum, doar cele din figurile 3.4 și 3.6 sînt cu impedanță de intrare constantă.

Așa cum s-a mai arătat incintele acustice pot cuprinde atât ansambluri de două difuzoare ei și grupe de trei difuzoare. Pentru acest ultim caz au fost studiate, de asemenea, rețele separatoare adecvate, calculul lor întotdeauna se în funcție de impedanța difuzoarelor și de valoarea frecvenței de tăiere. În ceea ce privește schemele electrice, acestea se prezintă într-o mare diversitate de ordine, ca urmare a gamei întinse de valori pe care ia pot lua principalii parametri ai celor trei celule de filtru: atenuarea pe octavă, impedanța celor trei difuzoare, frecvențele de tăiere (inferioară și superioară).

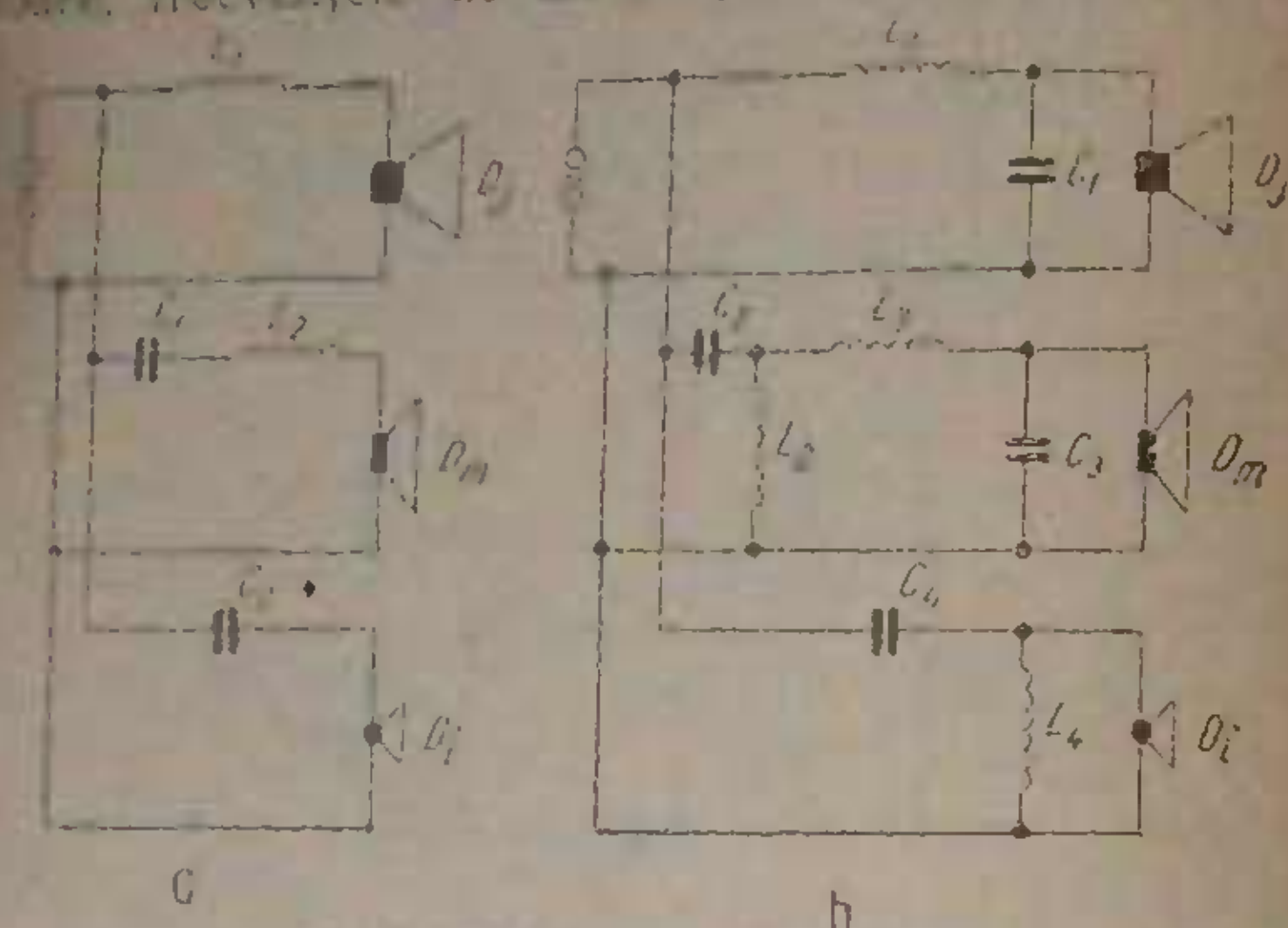


Fig. 3.8. Rețele separatoare corespunzătoare unor atenuări de 18 dB/octavă:

a — cu atenuare de 3 dB/octavă; b — cu atenuare de 2,5 dB/octavă.

În numărul mare de scheme existente, în cele ce urmează, vor fi prezentate două (cele din figura 3.8). Pentru alte variante constructive (cele din figura 3.10) sînt indicate direct valorile componentelor (v. tabelul 3.2).

Dacă se consideră o primă rețea separatoare, valabilă pentru un ansamblu de trei difuzoare (figura 3.8. a) valo-

riile componentelor se calculează cu următoarele relații matematice:

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= \frac{Z}{\omega_{i \text{ inf}}}; L_2 = \frac{Z}{\omega_{i \text{ sup}}} \quad [\text{H}] \\ C_1 &= \frac{1}{\omega_{i \text{ inf}} Z}; C_2 = \frac{1}{\omega_{i \text{ sup}} Z} \quad [\text{F}] \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

Un exemplu de calcul numeric va permite aprecia ordinul de mărime a fiecărei inductanțe și capacități care intră în alcătuirea rețelei. Astfel, cînd difuzoarele au impedanța egală cu 8 Ω , iar frecvențele de tăiere au valorile $f_{i \text{ inf}} = 500 \text{ Hz}$ și $f_{i \text{ sup}} = 5000 \text{ Hz}$, se obțin, cu ajutorul formulelor 3.5, valorile:

$$L_1 = \frac{8}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} = 2,54 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 2,54 \text{ mH};$$

$$L_2 = \frac{8}{2 \cdot 3,14 \cdot 5000} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 0,25 \text{ mH};$$

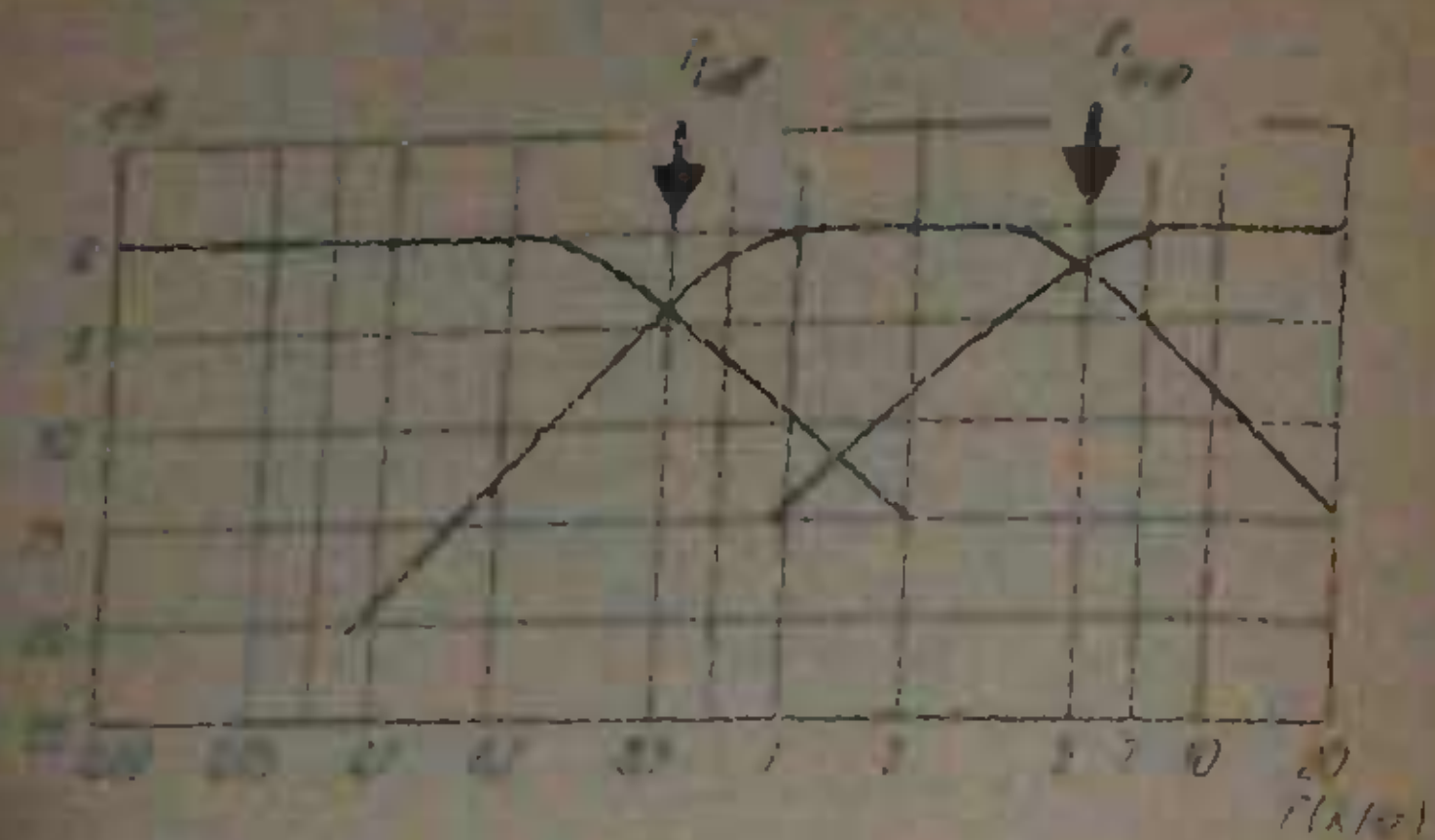
$$C_1 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 8} = 39,8 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 39,8 \text{ nF};$$

$$C_2 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 5000 \cdot 8} = 3,98 \cdot 10^{-9} \text{ F} = 3,98 \text{ nF}.$$

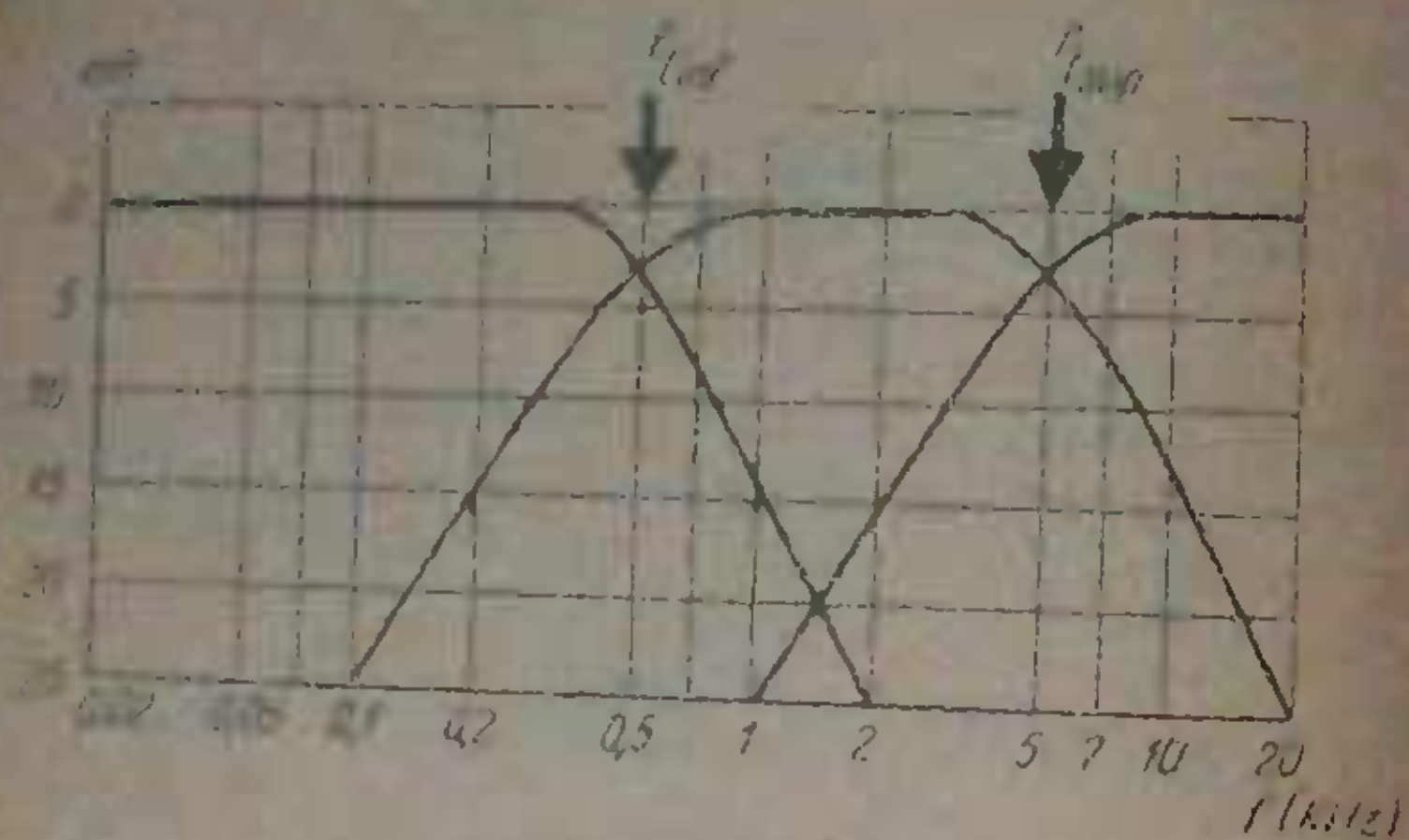
Trasînd caracteristicile atenuării în funcție de frecvență, corespunzătoare celor trei filtre, se constată că atenuarea pe octavă este destul de redusă, de ordinul a 4 dB/octavă (figura 3.9, a).

Cealaltă rețea separatoare, prezentată în figura 3.8. b este, de asemenea, destinată unor incinte cu trei difuzoare. Calculul elementelor componente se efectuează cu formulele:

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= L_2 = \frac{\sqrt{2} Z}{\omega_{i \text{ inf}}} [\text{H}]; \\ L_3 &= L_4 = \frac{\sqrt{2} Z}{\omega_{i \text{ sup}}} [\text{H}]; \\ C_1 &= C_2 = \frac{1}{\omega_{i \text{ inf}} Z \sqrt{2}} [\text{F}]; \\ C_3 &= C_4 = \frac{1}{\omega_{i \text{ sup}} Z \sqrt{2}} [\text{F}]. \end{aligned} \right\} \quad (3.5)$$



a



b

Fig. 3.9. Caracteristicile de frecvență pentru rețelele din figura 3.8.
a — pentru rețeaua din figura 3.8. a, b — pentru rețeaua din figura 3.8. b.

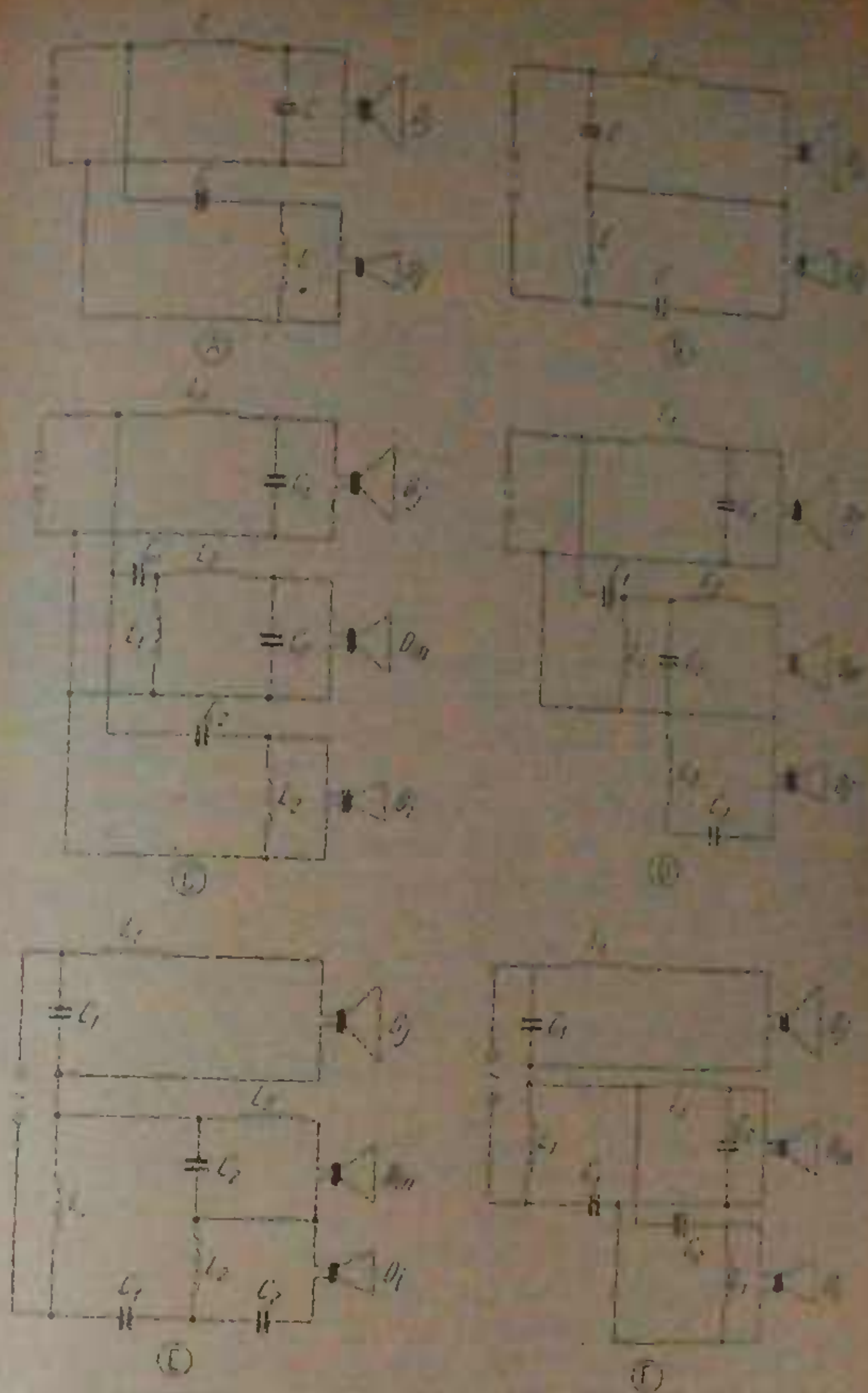


Fig. 3.10. Schemele rețelelor separate ale căror valori sînt indicate în tabelele 3.1 și 3.2.

Într-un exemplu numeric în care impedanța bobinei este de 3,6 mH la frecvența de tăiere în păstrând valorile din exemplul precedent se obțin rezultatele:

$$L_1 = L_2 = \frac{1,41 \cdot 8}{2 \cdot 3,14 \cdot 500} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 3,6 \text{ mH};$$

$$L_3 = L_4 = \frac{1,41 \cdot 8}{2 \cdot 3,14 \cdot 5000} = 0,36 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 0,36 \text{ mH};$$

$$C_1 = C_2 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 500 \cdot 8 \cdot 1,41} = 28,1 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 28,1 \text{ }\mu\text{F};$$

$$C_3 = C_4 = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 5000 \cdot 8 \cdot 1,41} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 2,8 \text{ }\mu\text{F}.$$

Caracteristica de frecvență a acestei rețele este mult îmbunătățită față de cea arătată în figura 3.9, a, atenuarea fiind de 9,5 dB/octavă.

În practica proiectării și construcției de incinte aparutați dintre cele mai diferite, în care valorile componentelor rețelor separatoare se încadrează în limite foarte largi. În scopul facilitării dimensionării fiecărei piese vom alătuia tabelele 3.1 și 3.2 în care sunt cuprinse valorile capacităților și inductanțelor care alcătuiesc rețelele separatoare destinate unor ansambluri cu două și trei difuzoare. În aceste tabele se presupun cunoscute impedanțele difuzoarelor și frecvențele de tăiere. Cu A, B, ... I s-au notat schemele din figura 3.10 ale căror valori de componente fac obiectul acestor două tabele.

Pentru dimensionarea inductanțelor care intră în alcătuirea rețelor separatoare, se poate utiliza relația:

$$L = 0,315 \frac{R_m^2 \cdot n^2}{6 R_m + 9a + 10b} \text{ [}\mu\text{H]} \quad (3.7)$$

în care s-a notat cu:

R_m — raza medie a bobinei, în cm;

a — înălțimea bobinei, în cm;

b — grosimea bobinei, în cm.

Aceste dimensiuni sunt indicate și în figura 3.11. De remarcat că formula (3.7) dă rezultate suficient de precise dacă se aleg pentru cele trei mărimi: R_m , a și b valori de același ordin de mărime. Deoarece asemenea situații sînt

Tabelul 3.1

Valorile elementelor componente ale rețelor de separare ale ansamblurilor cu două difuzoare

Impedanța difuzoarelor		Frecvența de tăiere Hz	Schema rețelei	Valori nominale	
Difuzor înalt (1)	Difuzor bas (2)			L (mH)	C (μF)
4	4	85	A	10,2	20
4	4	175	A	5,1	10
4	4	275	B	1,6	20
4	4	350	A	1,6	30
4	4	1100	B	0,8	20
8	8	85	B	10,2	20
8	8	175	A	10,2	30
8	8	350	A	5,1	40
8	8	550	A	1,6	30
8	8	1100	A	1,6	12
8	8	2200	B	0,8	6
16	16	175	B	10,2	30
16	16	350	B	5,1	40
16	16	700	A	5,1	10
16	16	1100	B	1,6	12
16	16	2200	A	1,6	3

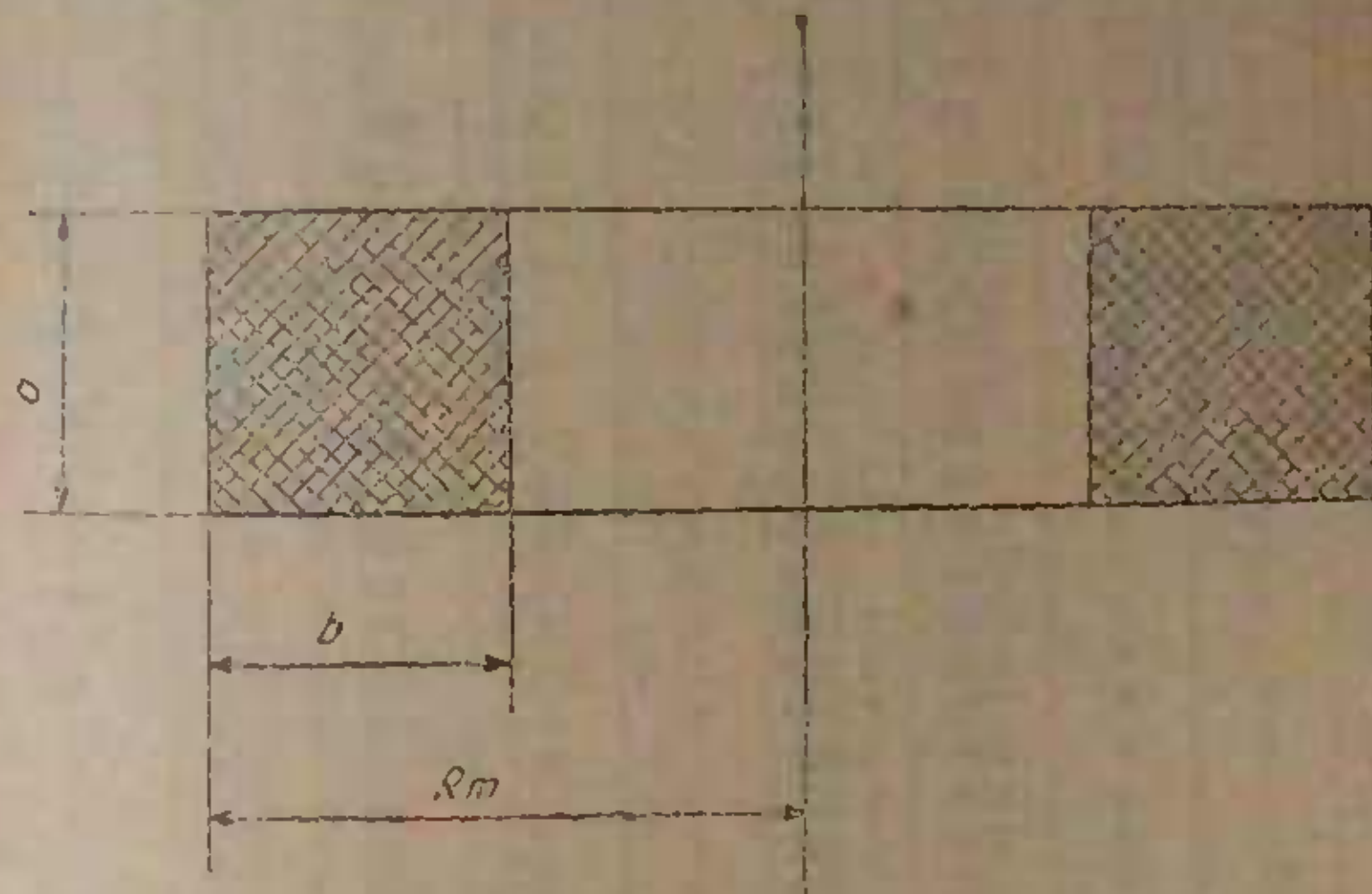


Fig. 3.11. Principalele dimensiuni ale bobinei.

Valori elementelor componente ale rețelelor de separare ale ansamblurilor de trei distribuare

Impedanțe de intrare			Presi. de la c.a.		Schemă utilizată	Valori componentelor			
Z ₁ (Ω)	Z ₂ (Ω)	Z ₃ (Ω)	Inf. Hz	Sup. Hz		L ₁ mH	C ₂ μF	L ₂ mH	C ₃ μF
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	4	4	85	520	C	10,2	320	1,6	50
4	4	4	85	1100	C	10,2	320	0,8	24
4	4	4	175	550	C	5,1	180	1,6	50
4	4	4	275	1100	C	5,1	160	0,8	24
4	4	4	275	550	F	1,6	200	1,6	50
4	4	4	175	1100	F	1,6	200	0,8	24
4	4	4	550		C	1,6	50	0,8	24
4	8	8	85	550	D	10,2	320	1,6	50
4	8	8	85	1100	C	10,2	320	1,6	12
4	8	8	85	2200	C	10,2	320	0,8	6
4	8	8	175	550	D	5,1	160	1,6	50
4	8	8	175	1100	C	5,1	160	1,6	12
4	8	8	175	2200	C	5,1	160	0,8	6
4	8	8	275	550	E	1,6	200	1,6	50
4	8	8	275	1100	F	1,6	200	1,6	12
4	8	8	275	2200	F	1,6	200	0,8	6
4	8	8	550	1100	C	1,6	50	1,6	12
4	8	8	550	2200	C	1,6	50	0,8	6
8	4	4	85	550	F	10,2	320	1,6	50
8	4	4	85	1100	F	10,2	320	0,8	24
8	4	4	175	550	C	10,2	80	1,6	50
8	4	4	175	1100	C	10,2	80	0,8	24
8	4	4	350	550	C	5,1	40	1,6	50
8	4	4	350	1100	C	5,1	40	0,8	24
8	4	4	350	1100	F	1,6	50	0,8	24
8	8	8	85	550	E	10,2	320	1,6	50
8	8	8	85	1100	F	10,2	320	1,6	12
8	8	8	85	2200	F	10,2	320	0,8	6
8	8	8	175	550	D	10,2	80	1,6	50
8	8	8	175	1100	C	10,2	80	1,6	12
8	8	8	175	2200	C	10,2	80	0,8	6
8	8	8	350	1100	C	5,1	40	1,6	12
8	8	8	350	2200	C	5,1	40	0,8	6
8	8	8	350	1100	F	1,6	50	1,6	12
8	16	16	350	2200	F	1,6	50	0,8	6
8	16	16	85	700	F	10,2	320	5,1	10
8	16	16	85	1100	E	10,2	320	5,1	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	16	16	85	2200	F	10,2	320	1,6	50
8	16	16	85	4400	F	10,2	320	0,8	24
8	16	16	175	700	C	10,2	80	1,6	10
8	16	16	175	1100	D	10,2	80	1,6	12
8	16	16	175	2200	C	10,2	80	1,6	6
8	16	16	175	4400	C	10,2	80	0,8	1,5
8	16	16	350	1100	D	5,1	40	1,6	12
8	16	16	350	2200	C	5,1	40	1,6	6
8	16	16	350	4400	C	5,1	40	0,8	1,5
8	16	16	550	1100	E	1,6	50	1,6	12
8	16	16	550	2200	F	1,6	50	1,6	6
8	16	16	550	4400	F	1,6	50	0,8	1,5
16	8	8	175	550	E	10,2	80	1,6	50
16	8	8	175	1100	F	10,2	80	1,6	12
16	8	8	175	2200	F	10,2	80	0,8	24
16	8	8	350	1100	F	5,1	40	1,0	12
16	8	8	350	2200	F	5,1	40	0,8	24
16	16	16	175	700	F	10,2	80	5,1	10
16	16	16	175	1100	E	10,2	80	1,6	12
16	16	16	175	2200	F	10,2	80	1,6	6
16	16	16	175	4400	F	10,2	80	0,8	1,5
16	16	16	350	700	F	5,1	40	5,1	10
16	16	16	350	1100	E	5,1	40	1,6	12
16	16	16	350	2200	F	5,1	40	1,6	6
16	16	16	550	4400	F	5,1	40	0,8	51

întilnite destul de des în practica construcțiilor de rețele separatoare, rezultă că relația 3.7 are o largă aplicabilitate.

Dintre mărimile care intră în componența formulei 3.7, singura cunoscută este cea a inductanței L . Ceea ce tre-

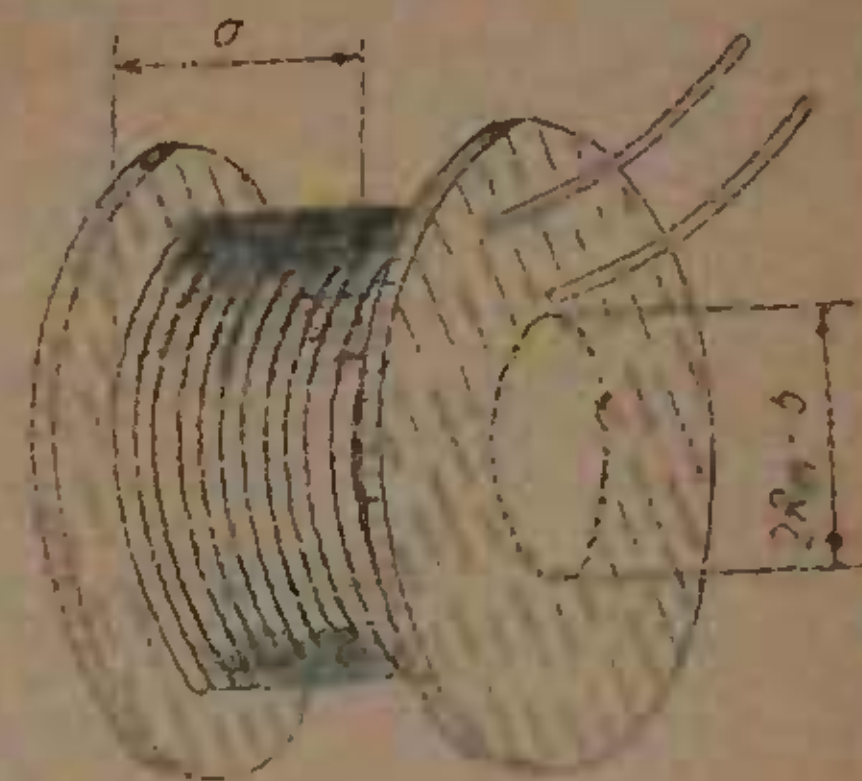


Fig. 3.12. Bobină realizată pe suport din lemn.

boia determinată este valoarea lui n . Pentru efectuarea calculului se impune o anumită lungime a a bobinei și aproximata rezistență medie R_m și grosimea b . Se obține astfel o primă valoare a lui n . Cunoscând diametrul conductorului (inclusiv izolajul), admitând un anumit factor de umplere (de obicei cuprins între 0,5—0,8) și știind numărul de spire n se determină grosimea b . Se confruntă valoarea b cea aproxiată și cea calculată. Dacă apar diferențe, se reia calculul cu noile valori ale lui R_m și b . După câteva încercări se poate ajunge la un rezultat definitiv.

Bobinele se realizează din conductor de cupru înmăntat cu izolație de bumbac. Ele se execută fără miez de fier, pe cilindri din lemn sau preșpan. La capetele conductorului se fixează două flanse cu grosimi de aproximativ 0,3 mm (fig. 3.12).

Capitolul 4

SOLUȚII CONSTRUCTIVE ALE UNOR PANOURI ȘI INCINTE ACUSTICE

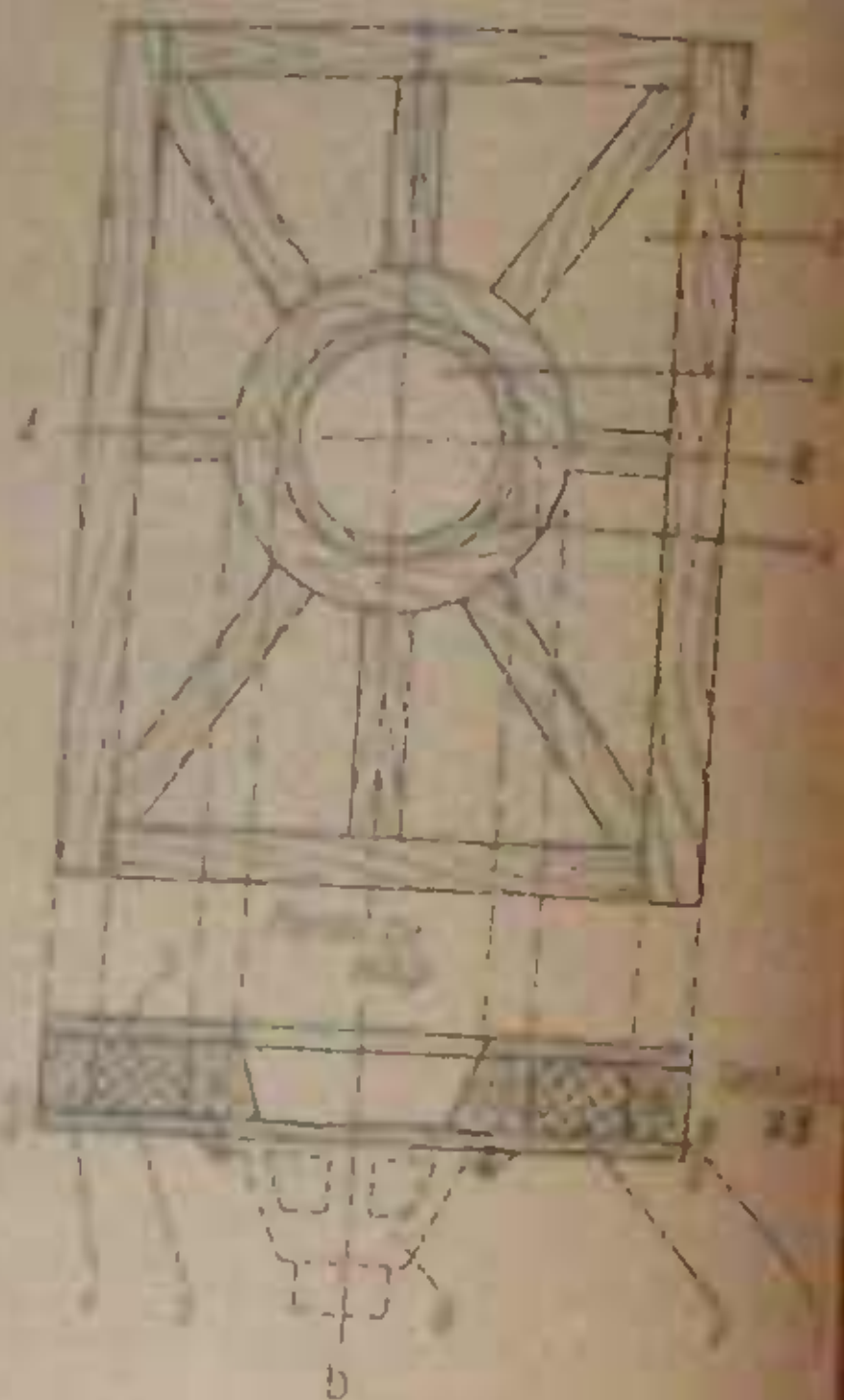
Diversitatea mare, existentă în prezent, de tipuri și soluții constructive ale panourilor și incintelor acustice a creat autorilor unele dificultăți în selectarea acelor exemplare care, prin calitățile lor tehnice și posibilitățile de realizare cu mijloacele specifice constructorilor amatori, ar putea fi considerate reprezentative.

S-a încercat totuși ca în cuprinsul acestui capitol să se prezinte câteva exemple de soluții constructive, considerate semnificative, — pentru fiecare din principalele tipuri de panouri și incinte acustice.

În ceea ce privește datele tehnice expuse, dimensiunile și detaliile constructive arătate, ele nu trebuie să fie preluate întocmai de constructorii amatori, ci vor fi adaptate la presele, materialele și condițiile de realizare specifice fiecărui caz în parte.

4.1 PANOURILE ACUSTICE PLANE

● Panoul Wharfedale SFB-3, prezentat în figura 4.1, a, este de formă dreptunghiulară, cu fața frontală ușor înclinată spre spate. Dimensiunile sînt 930 mm \times 780 mm \times 300 mm. În grosimea de 300 mm este cuprinsă și lățimea aripilor laterale care-i asigură înclinația optimă și sprijinirea de pardoseală. Panoul este alcătuit dintr-o struc-



— change formula; 1 — design constructive; 2 — tunnel; 3 — drainage;
— same as above; 4 — drainage; 5 — shaft; 6 — shaft; 7 — shaft;
— same as above; 8 — shaft; 9 — shaft; 10 — shaft; 11 — shaft;

Patrol Wharfedale SFB-3 este echipat cu trei difuzori — doi un diametru de 300 mm, cel de al doilea, de 250 mm, difuzor mediu are diametrul de 250 mm și al treilea, de 150 mm, difuzor mic are diametrul de 150 mm.

Detaliile de construcție ale ecranului Wheatstone, SFT-2 este arătate în figura 4.1.6. El este alcătuit din două fețe ce pot fi confecționate fie din foi de plastic de 3 mm grosime, fie din plăci de pânză cu grosimea de 10 mm. Cele două fețe sunt distanțate prin intermediul unor cuneuri de rigidizare, cu secțiunea pătrată și cu lățura de 20—30 mm, fixate la intervale de 40—60 mm.

Construcția pereților se poate face în două moduri: pe una din fețe, de exemplu pe cea rotundă cu ab, sistemul de cusaci de rigidizare (înțesare se execută cu ajutorul ceruburilor pentru lemn sau a cunei), după care întregul ansamblu este plasat pe un plan orizontal. Se montează apoi celele cu susip fin, foarte ușor, arându-se gura de a nu-l ține prea mult. Apoi, se înșurubează sau se lipește la cune cealaltă foaie de placaj sau de panou. Se obține astfel un panou suficient de gros și se aplică dintr-o dată (de exemplu, o lovitură de ciocan) generând un sunet infundat. Acestui sunet îi corespunde o frecvență de vibrație situată în afara spectrului auzibil.

Pentru constructorii anilor, sistemul acesta de piloni umplut cu nisip, deși presupune o muncă mai îndelungată, are avantajul economiei, asigurând în același timp obținerea de bune rezultate.

Ca finisaj exterior, metalul poate fi furnizat si lustrat sau vopsit.

● **Panoul Siemens.** prezentat în figura 4.2, a, este de formă dreptunghiulară și este alcătuit dintr-o placă de sticlă fixată pe un stativ metalic mobil. Dimensiunile sale sînt $1000 \times 500 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$. Înălțimea stativului ridicată de la nivelul pardoselii și pînă la partea inferioară a plăcii este de 1100 mm . El este confecționat dintr-o placă de panou cu grosimea de 20 mm , înălțată pe ambele fețe (cu 2 foi de furnir de $0,5 \text{ mm}$ grosime) și finisată cu niroboc sau solac.

*) Nisipuri in parts great as before pointed out, several of
the islands and small rocks in the bay to be seen.



--- 2500
 --- 3150
 --- 4000
 --- 5000
 --- 6300
 --- 8000

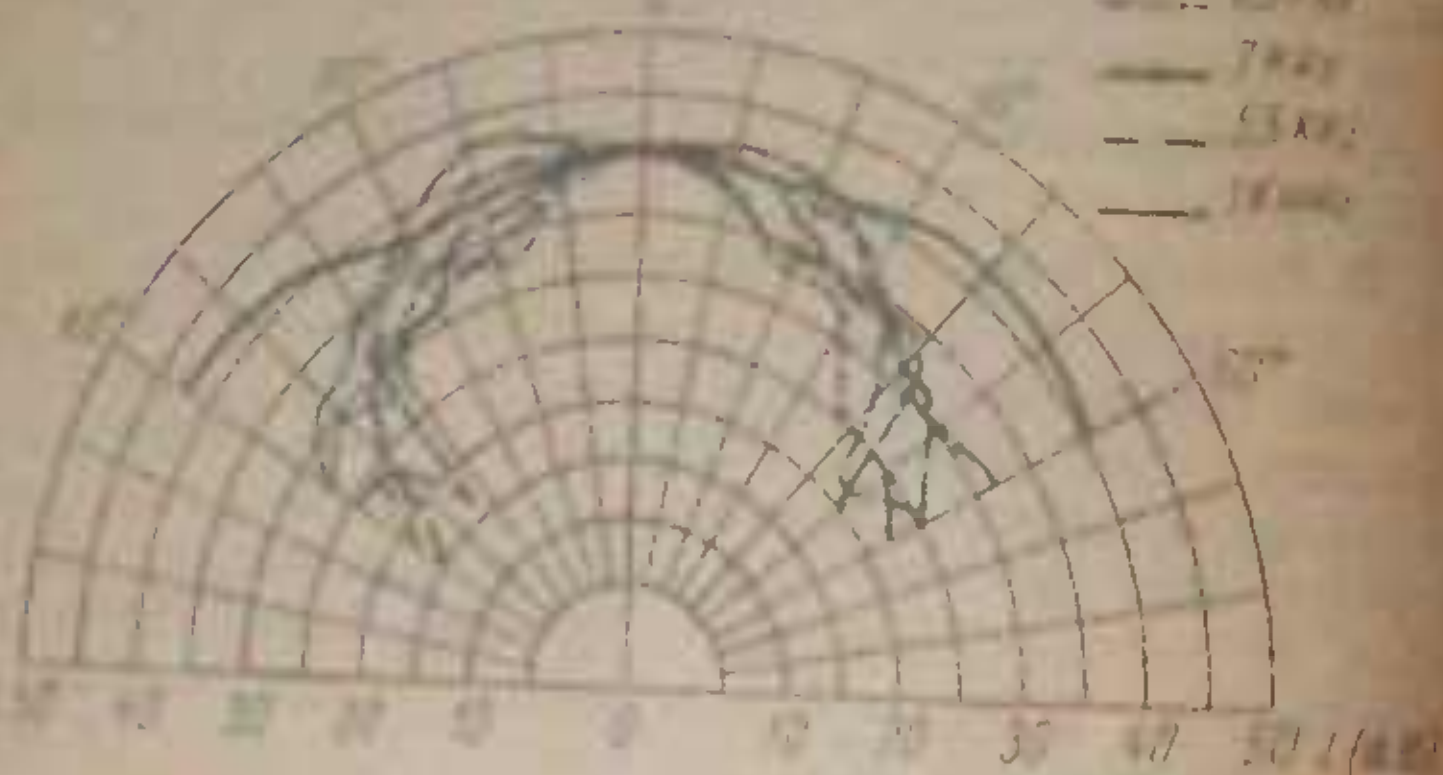


Fig. 4.2. Panoul plan montat pe stativ mobil cu role:
 1 - carcasa metalică; 2 - difuzor; 3 - panou acustic plan; 4 - panou
 de protecție; 5 - caracteristicile de directivitate.

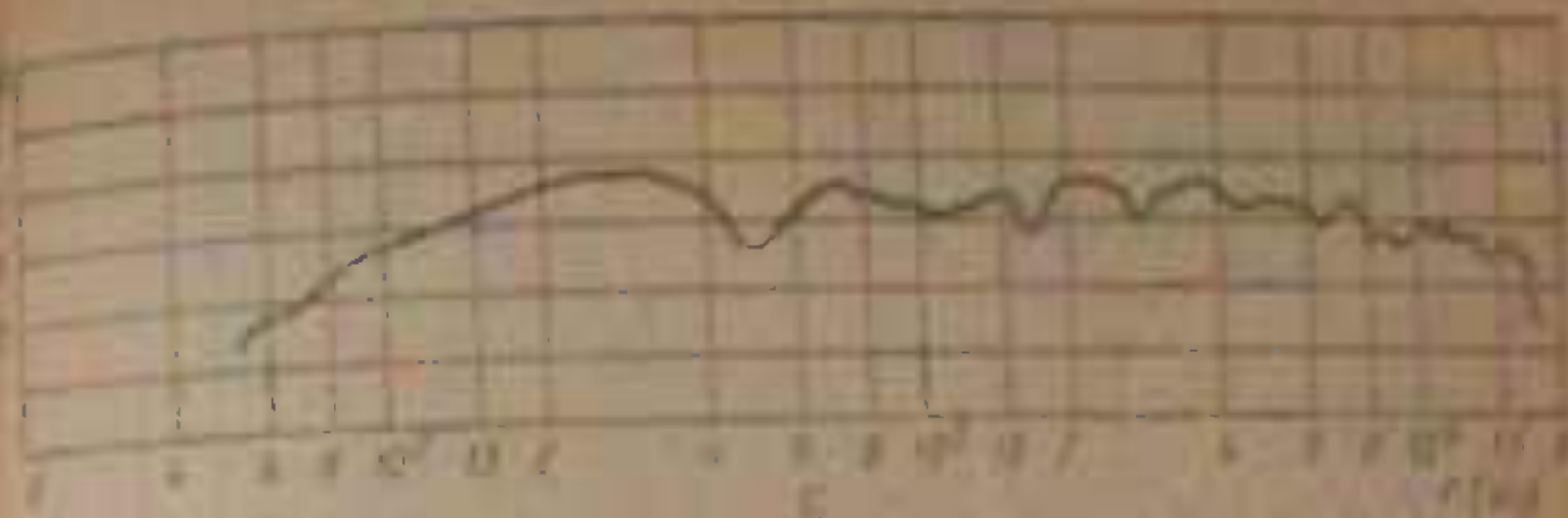


Fig. 4.2. Panoul plan montat pe stativ mobil cu role:
 1 - carcasa metalică.

Panoul Sierens este echipat cu un difuzor coaxial,
 cu GSE la 3837, montat asimetric față de centrul său.

Difuzorul coaxial are o frecvență de rezonanță de
 65 Hz, caracteristica de frecvență având o limită superioară
 de 16 000 Hz. Puterea nominală a difuzorului este de
 10 VA, inductivitatea în intrare de 1,2 T, iar impedanța re-
 zinei mobile de 15 Ω .

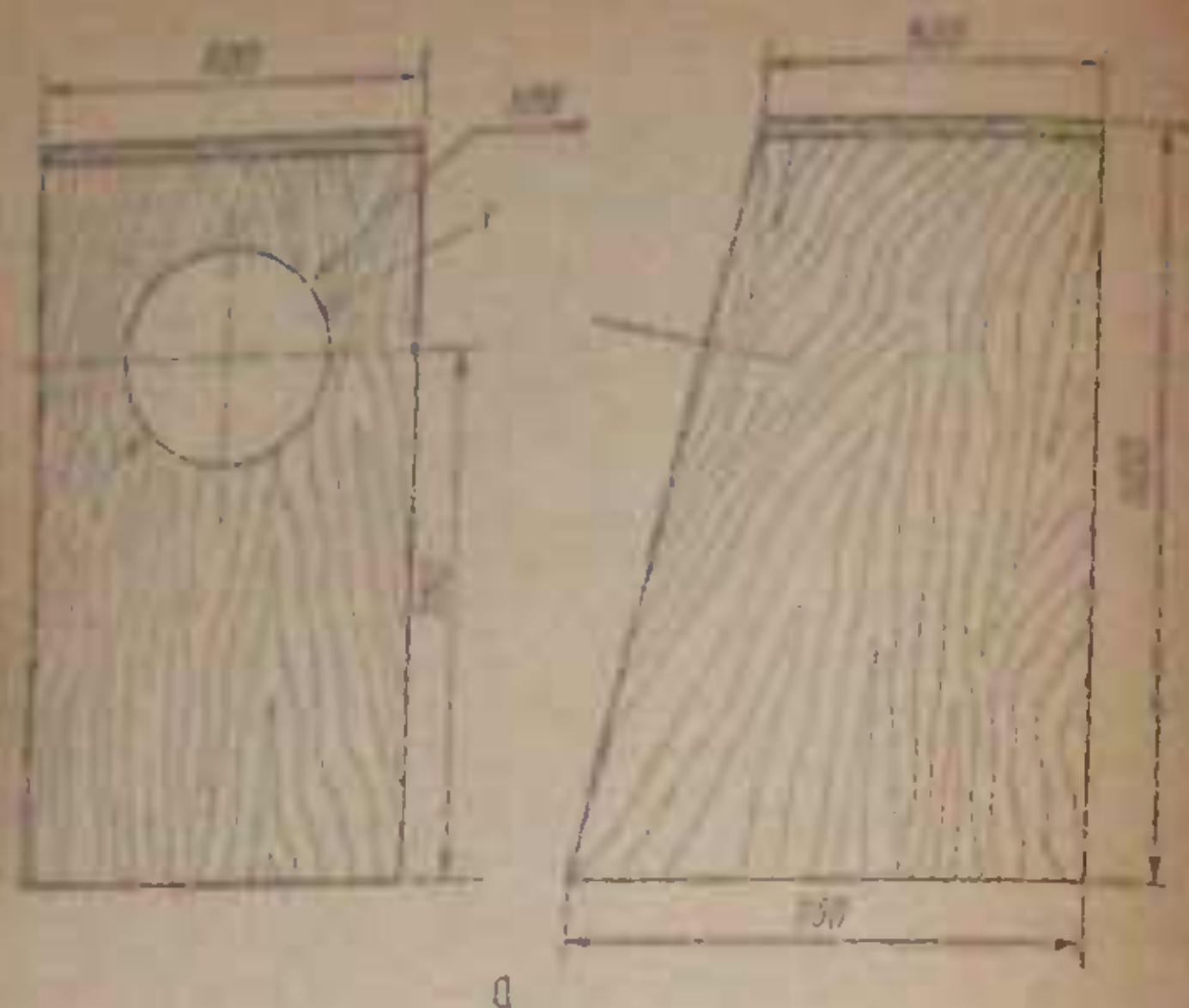
Dimensiunile difuzorului sunt: diametrul gării
 245 mm, înălțimea difuzorului (între scară și fața posterioară)
 146 mm, iar diametrul gării din panoul plan este
 de 210 mm.

În figura 4.2 b se indică diagramele de directivitate
 obținute prin măsurarea ansamblului difuzor-panou, iar
 în figura 4.2 c este arată caracteristica de frecvență.

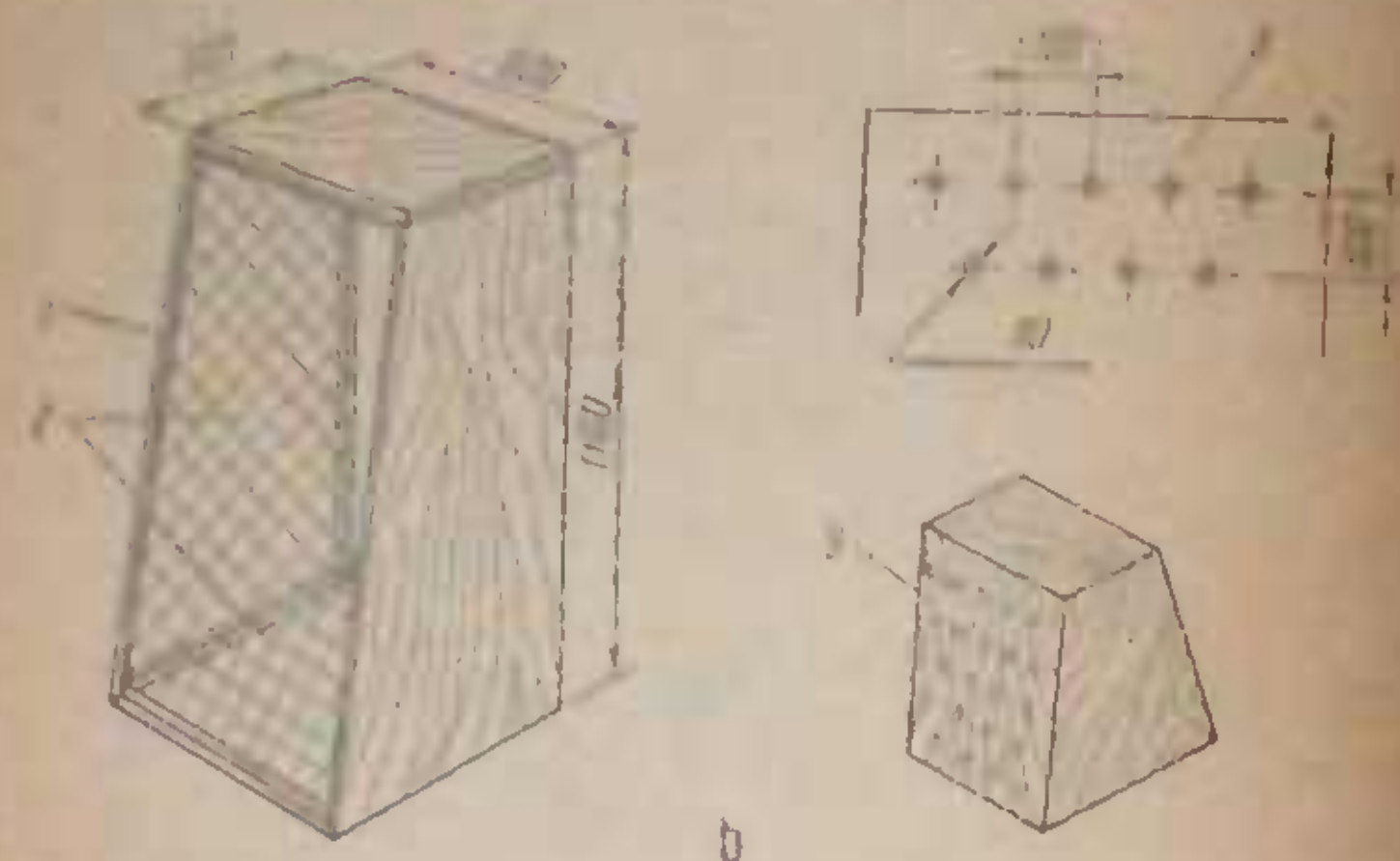
4.2. INCINTA ACUSTICĂ DESCHISĂ

● Incinta acustică SA-Vega, prezentată în figura 4.3
 are forma de prismă, cu panoul frontal înclinat spre spate,
 cu aproximativ 12° .

Dimensiunile exterioare ale incintei deschise reies din
 figura 4.3 a. Volumul unei cuburi este de 370 dm³ (370 l)
 figura 4.3 a. Volumul unei cuburi este de 370 dm³ (370 l)
 Incinta cuprinde un panou frontal cu lungimea de
 1 100 mm și lățimea de 600 mm. Panourile laterale, de



a



b

Fig. 4.3. Incintă acustică deschisă, tip Vega:
a — vedere frontală și laterală; 1 — deschidere care permite ca al-
tădată să poată fi închisă și din față; b — detaliu construcție:
1 — rețea de rășină, 2 — tratament acustic în spațiile dintre
capete, 3 — panou de spate.

formă trapezoidală, având: lățime mare 750 mm, lățime mică 500 mm și înălțimea 1000 mm, sunt fixate etanș de pereții superiori și inferiori. Aceste ultime panouri au forma dreptunghiulară cu dimensiunile de: 600 mm x 900 mm, respectiv 550 mm x 750 mm.

Este recomandabil ca spatele incintei să se închidă cu un capace perforat, confecționat dintr-un material ușor ca de exemplu cartonul sau P.F.L.-ul perforat.

Incinta acustică este echipată cu un difuzor fabricat Vega, tip HP 340 ACTI-B, având un diametru exterior de 320 mm. Se menționează că pereții incintei sunt izolați acustic prin înscribarea cu și prin încălzire, cu un cher colagenic (căr. de oase) sau sintetic (urechi sau amonit).

În scopul rigidizării construcției se vor utiliza capace de lemn cu secțiunea de 20 mm x 25 mm amplasate la extremitățile panourilor (v. fig. 4.3. b).

Panoul frontal, pe care este montat difuzorul, se fixează de asemenea prin șuruburi pentru lemn, 4 x 40 mm, distanțate la 60 mm unul de celălalt.

Pereții incintei sunt confecționați din plăci de PAL* cu grosimea de 20 mm. Ei mai pot fi realizați și din structuri tip „sandviș” alcătuite din câte 2 plăci de plăci de 10 mm, separate printr-un spațiu de 10 mm, umplut fie cu nisip fin, uscat, fie cu ipsos amestecat cu amonit, căr. sau ipsos cu adăos de ciment și spumogen.

Tratamentul acustic al incintei constă din capitarea tuturor pereților cu plăci fonoabsorbante, de 25 ... 40 mm grosime, similare cu cele de fabricație românească (tip FA 140-SV sau P**). În scopul reducerii costului construcției, tratamentul acustic se mai poate executa din saltele din vată minerală tip SCO sau SPS***).

Capacul de protecție din spatele cutiei este realizat, așa cum s-a mai aratat, dintr-o placă de carton, groasă de

* Plăcile de PAL sunt compuse din desene de lemn aglomerat și presat după un anumit procedeu tehnologic.

** și *** Aceste produse se fabrică la Întreprinderile de Materiale Izolatoare Perenni — Ploiești.

2 mm, perforată, cu rețea având un diametru de 5 mm și o distanță interax de 10 mm.

Suprafața exterioară a casei este acoperită cu turne de rug. Ca variante mai puțin costisitoare de finisaj exterior, se pot folosi plăci de melamină sau chiar vopsele de bună calitate sau rășini sintetice.

● **Încălezi acustică, tip IA 86-1 MAESTRO**, de construcție românească, este destinată echipării radioreceptoarelor MAESTRO STEREO din programul de fabricație al Unicolor Electronic.

Încălezi, de formă paralelipipedică (fig. 4.4), are următoarele dimensiuni: înălțimea 275 mm, lățimea 220 mm și adâncimea 220 mm.

Volumul interior este de 5 dm³.

Casea conține un singur difuzor, de tip P 21480, ale cărei dimensiuni sunt arătate în figura 4.5, parametrii tehnici având următoarele valori: putere maximă 6 VA, impedanță nominală 4 Ω , frecvența de rezonanță 100 Hz, caracteristica de frecvență ca în figura 4.5, a.

Nivelul presiunii acustice, generată de difuzorul montat în incintă, este de minimum 95 dB (0,356 N/m²), la răspunsul la frecvență al ansamblului difuzor-incintă este prezentat în figura 4.5, b.

La ceea ce privește soluția constructivă a cutiei, aceasta are formă clasică, paralelipipedică, materialul din care este confecționată fiind PAL-ul. Grosimea materialului este de 25 mm pentru pereții laterali și de 10 mm pentru pereții frontali. Rigidizarea ansamblului s-a obținut cu ajutorul unor baghete de lemn, cu secțiunea de 20 x 20 mm și a unor piese de formă prismatică cu suprafațe baze triunghiulare.

Spatele casei este acoperit cu o placă perforată, realizată din PFL, având o grosime de 5 mm. Detaliul de perforare, ca și secțiunea prin interiorul ansamblului, sunt prezentate în figura 4.7. Finisajul exterior al cutiei se poate realiza din turne lateral de păr african sau de molid.

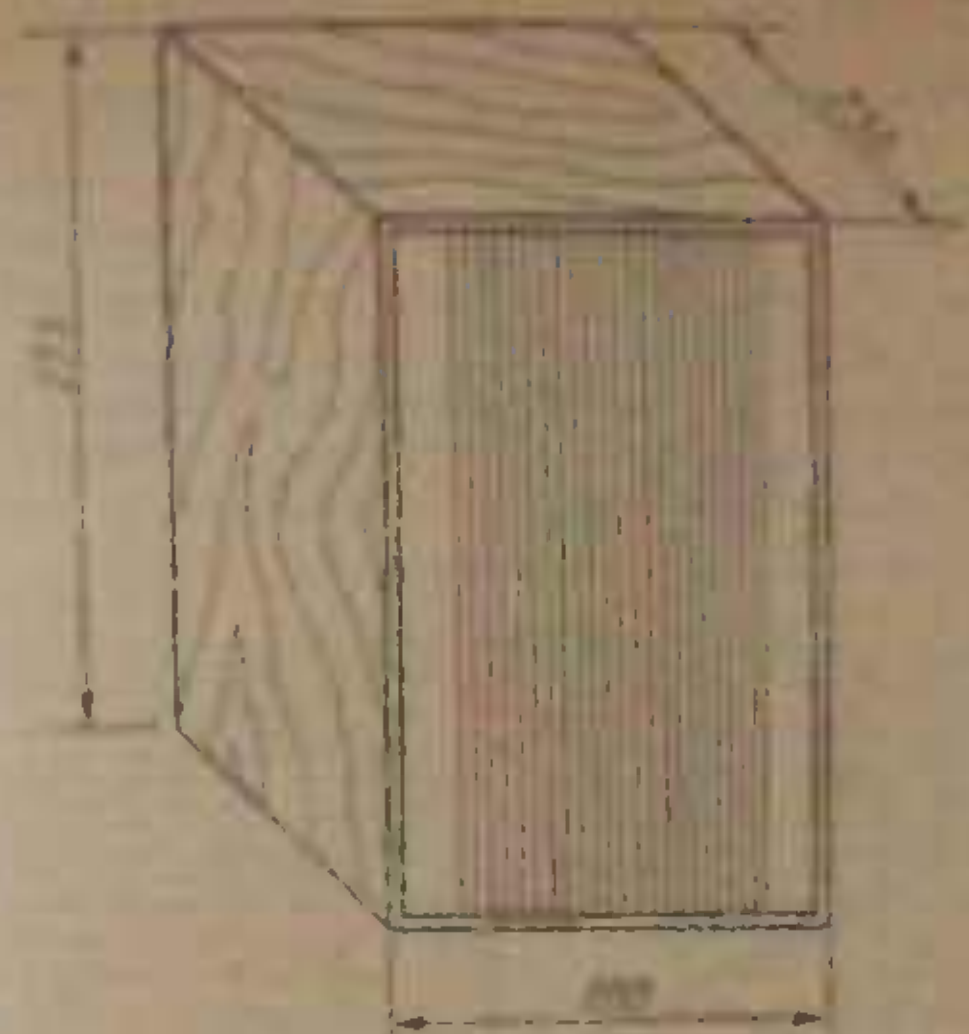


Fig. 4.4. Încălezi acustică tip IA 86-1 MAESTRO

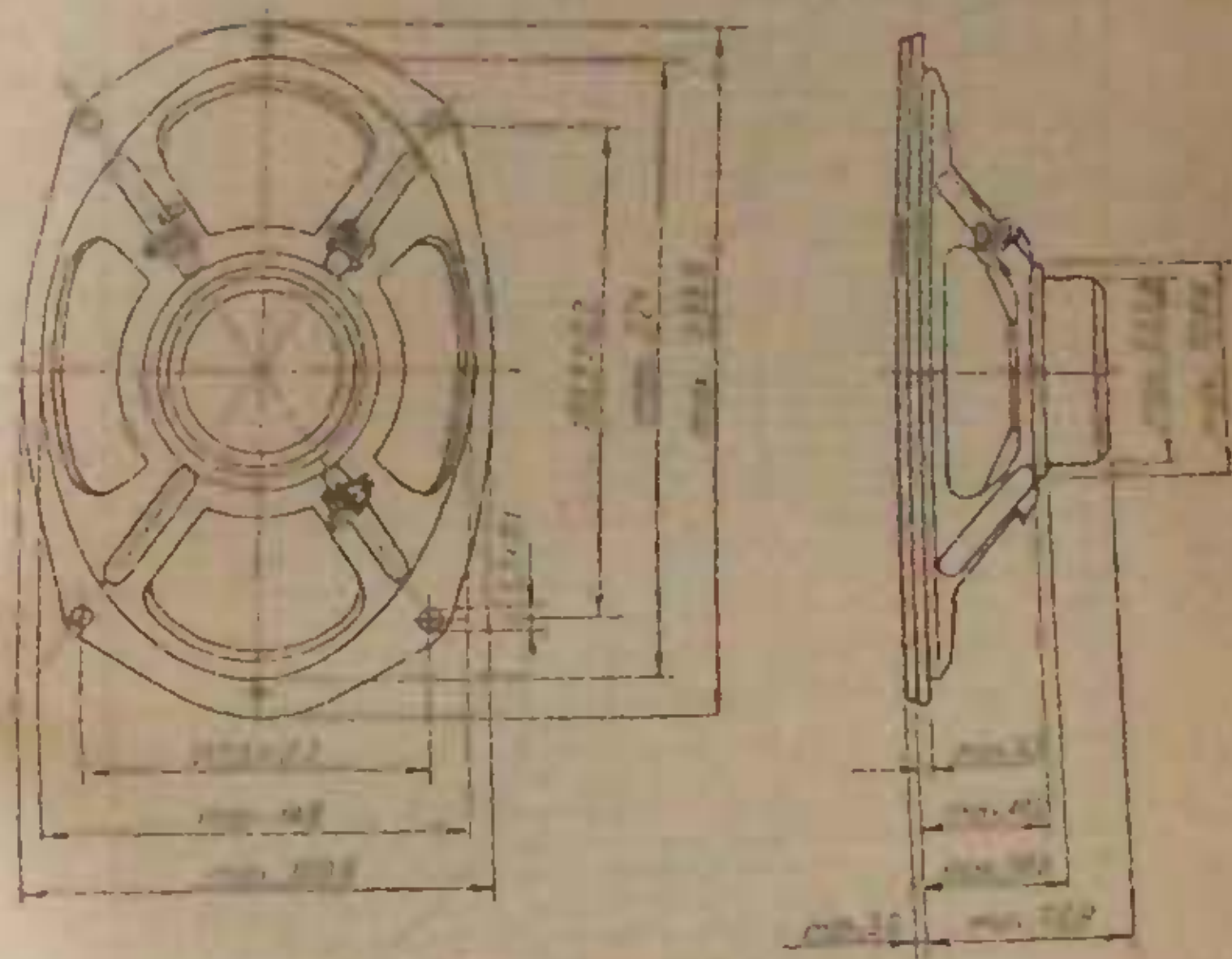


Fig. 4.5. Datele constructive ale difuzorului fabricat Electronic tip P-21480

În vederea protejării difuzorului, panoul frontal este acoperit cu un gratar din lemn sau din material plastic (fig. 4.4 și 4.7).

Greutatea totală a incintei este de aproximativ 2,5 kg.

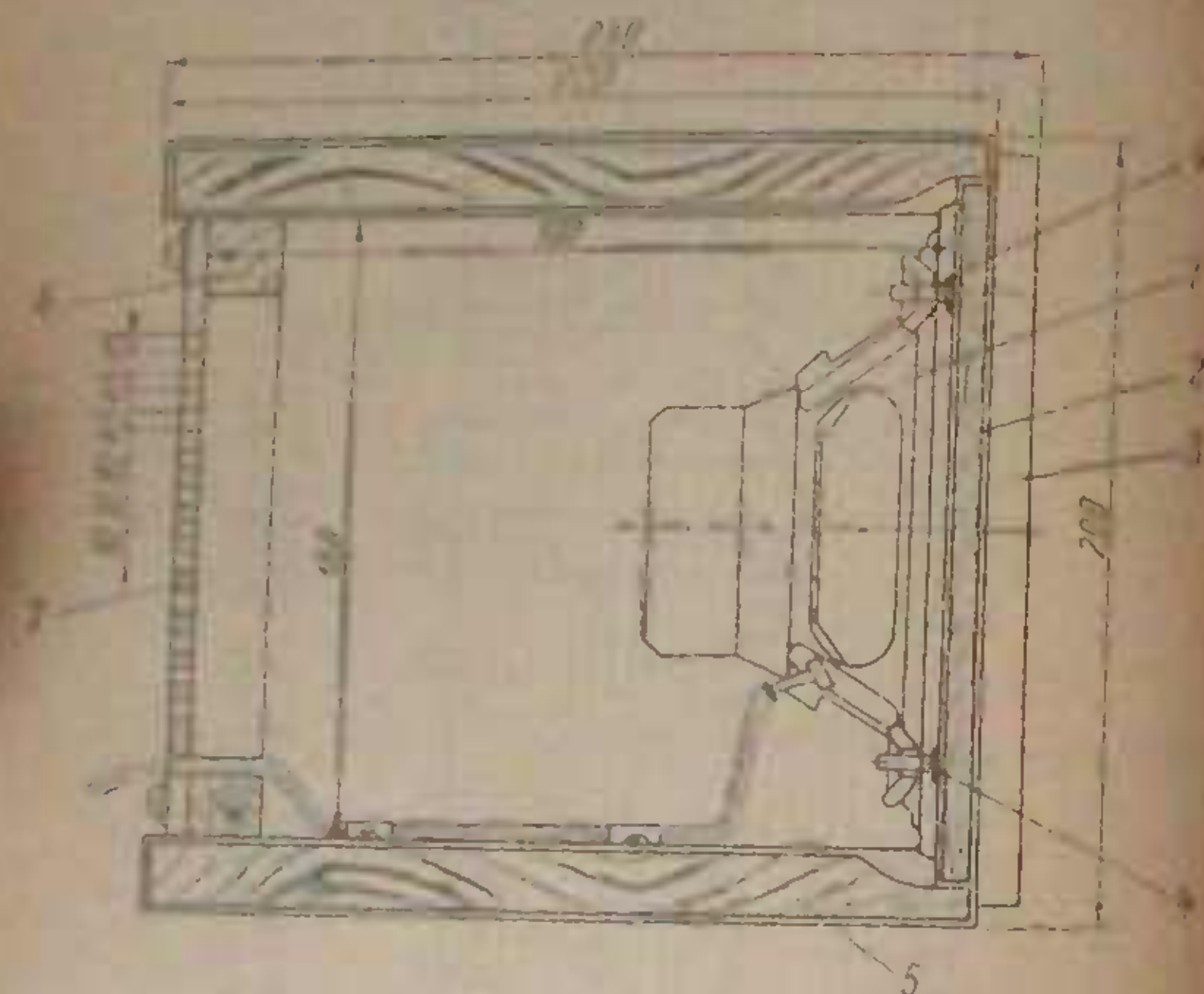


Fig. 4.7. Desen constructiv pentru incinta acustică tip 1A MAISTRO:

1 — difuzor Philips; 2 — panou frontal; 3 — marmă atârșată panoului frontal; 4 — mecanism de închidere; 5 — panoul din PAL de 5 mm grosime; 6 — vâștură; 7 — placă PAL perforată de 5 mm grosime.

4.3. INCINTE ACUSTICE ÎNCHISE

Incintele închise sînt în prezent frecvent utilizate pentru reproducerea muzicală de înaltă fidelitate. Ele sînt realizate de către constructori într-o mare varietate de tipuri, scopul urmînt fiind acela de a oferi amatorilor de reproducere sonoră instalații care să ocupe un volum mic, dar să se armonizeze cit mai bine cu mobilierul

încăperilor de locuit. Tendința actuală este aceea de a le miniaturiza în limita posibilităților existente.

În cadrul acestui paragraf vor fi descrise citiva modele de fabricație inteligentă și strălucită, indicîndu-se pentru unele dintre ele, și modul în care se succed fazele de concepție, montare ale pieselor componente, precum și asamblarea lor.

● Incinta acustică cu volum de 7 dm³ (7 l), de fabricație Philips. Aceasta are o formă paralelipipedică, cu dimensiunile exterioare: înălțime 340 mm, lățime 200 mm, adîncime 160 mm.

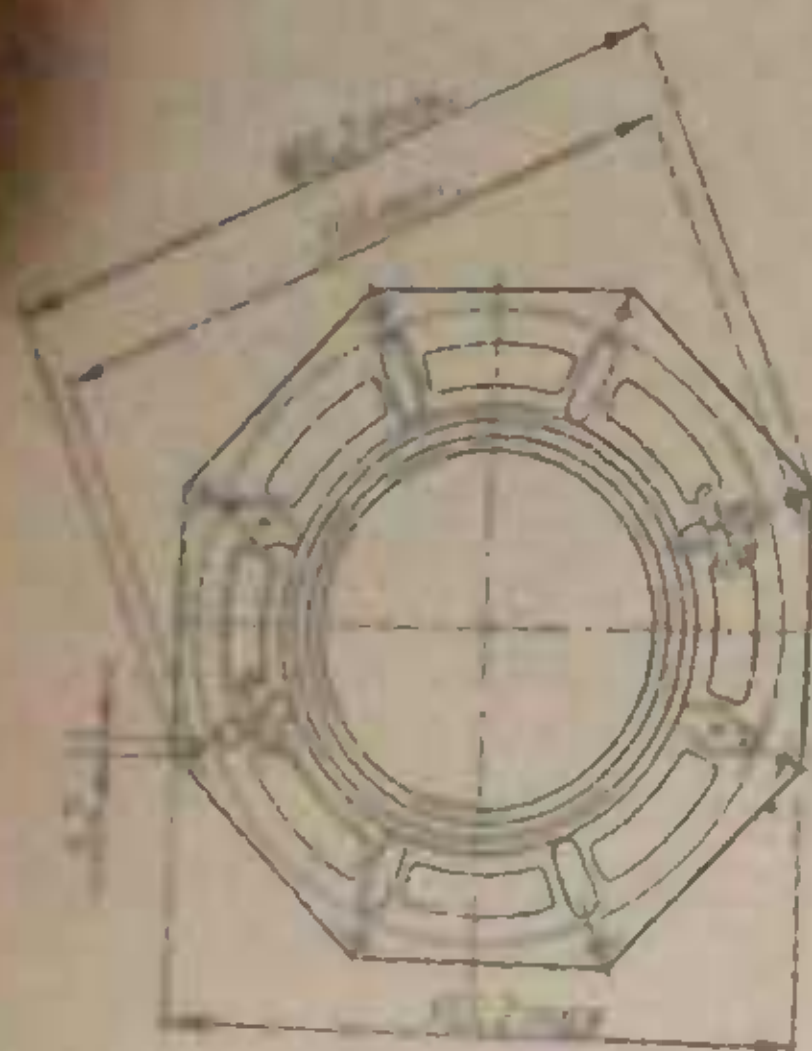
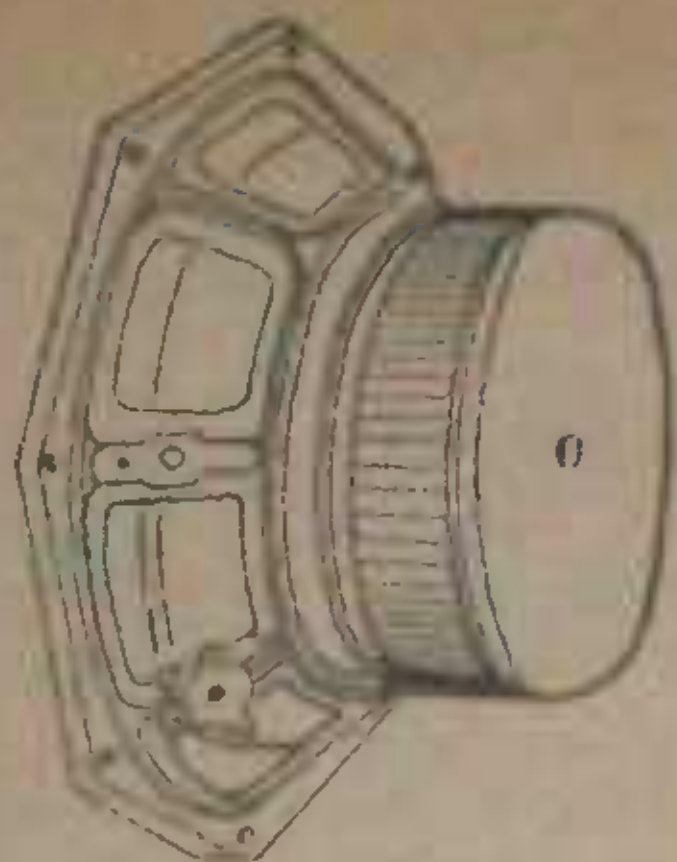
Ea este echipată cu un difuzor tip AD 7065-W 8 cu diametrul de 7" (17,78 cm) ale cărui date constructive sînt prezentate în figura 4.8. Valorile parametrilor tehnici ai difuzorului sînt următoarele: puterea nominală 20 VA, impedanța 8 Ω, frecvența de rezonanță 25 Hz.

Asa cum se va observa din descrierea ce urmează, panoul frontal al acestei casei este prevăzut cu o decupare circulară suplimentară în dreptul căreia se poate fixa un al doilea difuzor, pentru reproducerea frecvențelor înalte. Pentru acest ultim caz, al ansamblului de două difuzoare, este prezentată în figura 4.9 curba de răspuns a incintei.

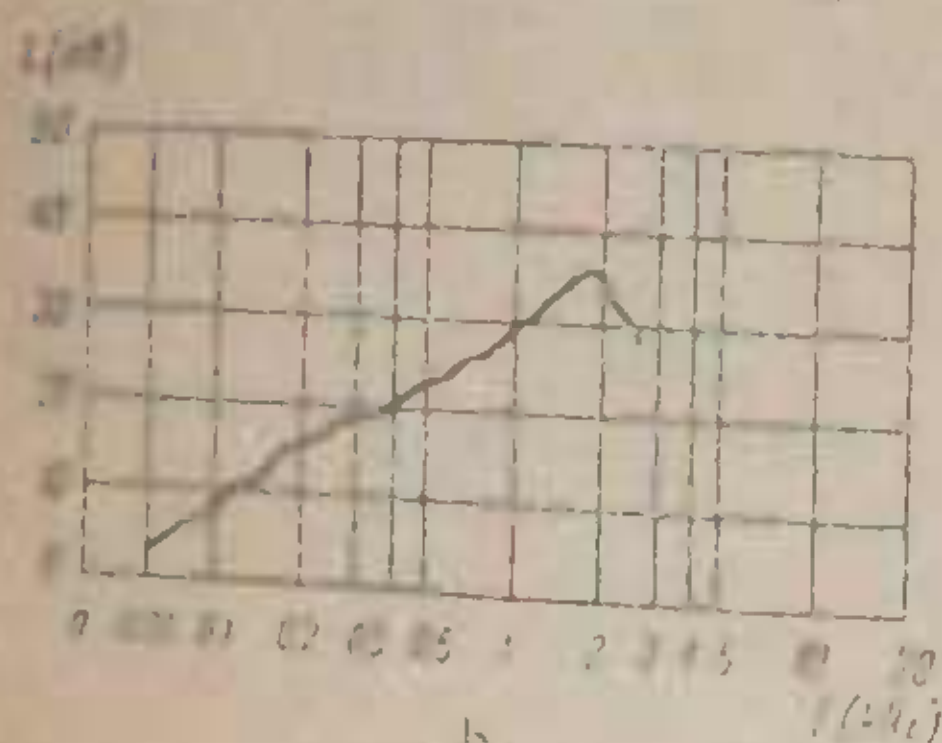
Modul de realizare a incintei acustice închise, de fabricație Philips. Pentru reușita constructivă a casei cit și pentru reducerea duratei de execuție, se descriu în cele ce urmează principalele etape de construcție, așa cum au rezultat din experiența constructorilor firmei Philips.

a) Determinarea elementelor componente ale incintei. Principalele piese pentru construcția casei de fabricație Philips sînt următoarele:

- 2 bucăți — panouri, din panel, placaj sau PAL, cu dimensiunile de 310 mm × 240 mm și cu grosimea de 15 mm (pentru panourile frontală și de spate);
- 2 bucăți — panouri, din panel, placaj sau PAL, cu dimensiunile de 340 mm × 160 mm și cu grosimea de 15 mm (pentru panourile laterale);
- 2 bucăți — panouri, din panel, placaj sau PAL, cu dimensiunile de 200 mm × 160 mm și cu grosimea de 15 mm (pentru panourile superioară și inferioară);



a



b

Fig. 4.8 Difuzorul de fabricație Philips, tip AD 7065/W 8:

a — date constructive;
b — curba de răspuns determinată fără panou acustic.

4 bucăți — baghete din lemn de brad, de secțiune pătrată, cu latura de 20 mm, de lungime 310 mm (pentru interiorul cadrului);

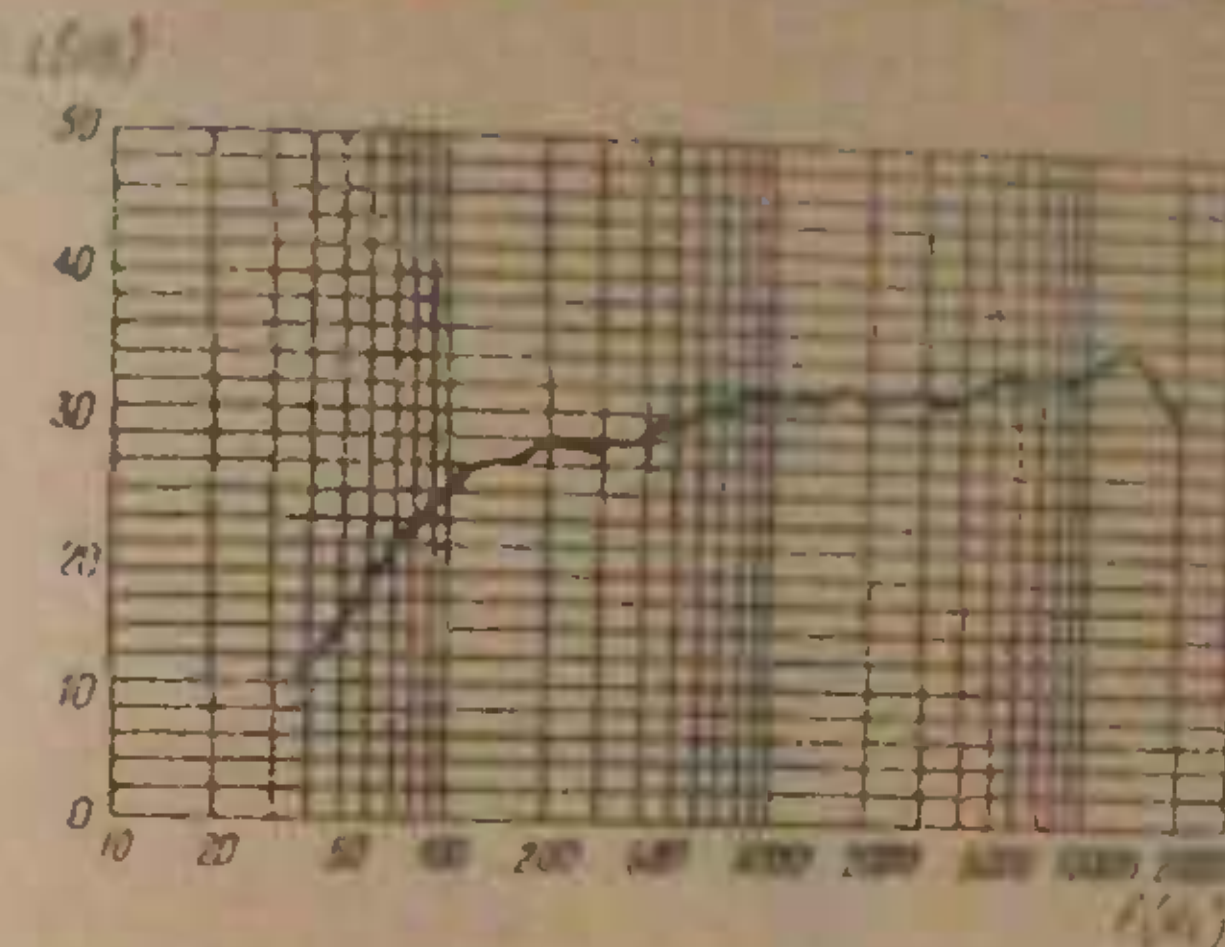


Fig. 4.9 Curba de răspuns a sistemului de difuzare, montat la înălțimea acustică

4 bucăți — baghete din lemn de brad, de secțiune pătrată cu latura de 20 mm, de lungime 160 mm (pentru interiorul cadrului);

2 bucăți — baghete din lemn de brad, de secțiune pătrată cu latura de 10 mm, de lungime 310 mm (pentru rama protectoare din fața panoului frontal);

3 bucăți — baghete din lemn de brad, de secțiune pătrată cu latura de 10 mm, de lungime 180 mm (pentru rama protectoare din fața panoului frontal);

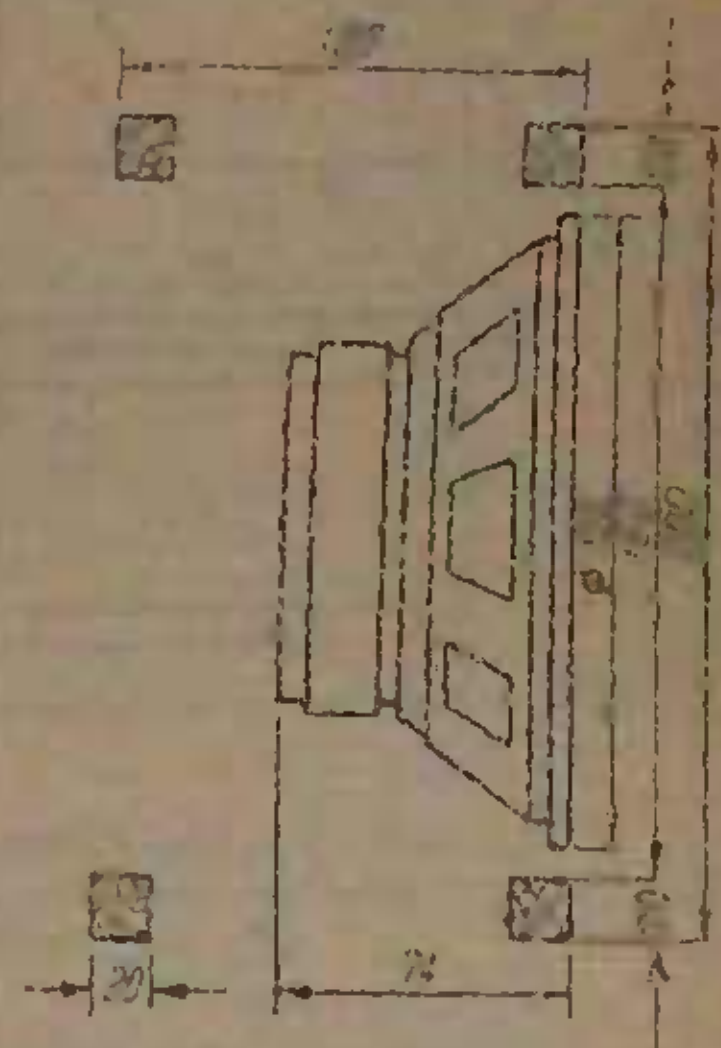
Componentele enumerate, care sînt indicate în figura 4.10, delimitează așa cum s-a mai arătat un volum util de aproximativ 7 dm³ (7 l) dimensiunile cutiei fiind: înălțimea de 340 mm; lățimea 200 mm și adîncimea 160 mm. În afară de materialul lemnos amintit constructorul trebuie să-și mai procure țesătura „transparentă pentru sunet” ce se aplică pe rama panoului frontal, ma-

terialul foratabil cu care se acoperă pereții incintei pentru a se evita murdăria și surăburile pentru lemn și alte accesorii (șuruburi, fire, șuruburi etc.).

3) Amplasarea difuzoarelor și al altor piese în interiorul casei. La așezarea difu-

terentii, accesul la piesele din interior să se facă prin demontarea a cel mai puțin element component. Acesta este motivul pentru care, s-a adoptat soluția 2. Pentru a fixa difuzor, de o așa manieră, încât maximum de la xare vor străbate în acest fel gaurile situate pe marginea sasiului și numai după aceea materialul lenies al panoului. În acest caz diametrul decupării pentru difuzor este de 142 mm, centrul său situându-se la 100 mm distanță în raport cu fețele interioare ale pereților laterali (fig. 4.11). Gaurile de fixare ale difuzorului se găsesc amplasate pe o circumferință cu diametrul de 156 mm (fig. 4.8. a). Difuzorul pentru redarea frecvențelor joase i s-a rezervat un spațiu în partea superioară a panoului difuzor așa cum rezultă din figura 4.12. Și în acest caz este de dorit să se adopte o soluție de fixare asemănătoare

Fig. 4.11. Amplasamentul difuzorului în interiorul casei (secțiune orizontală prin incintă).



toare cu cea din cazul precedent (a se vedea figura 4.13). Distanța interax a celor două decupări, pe verticală, este de 140 mm iar, pe orizontală, este de 30 mm. Adoptând un asemenea amplasament, se creează un spațiu suficient de mare pentru fixarea rețelei de separare.

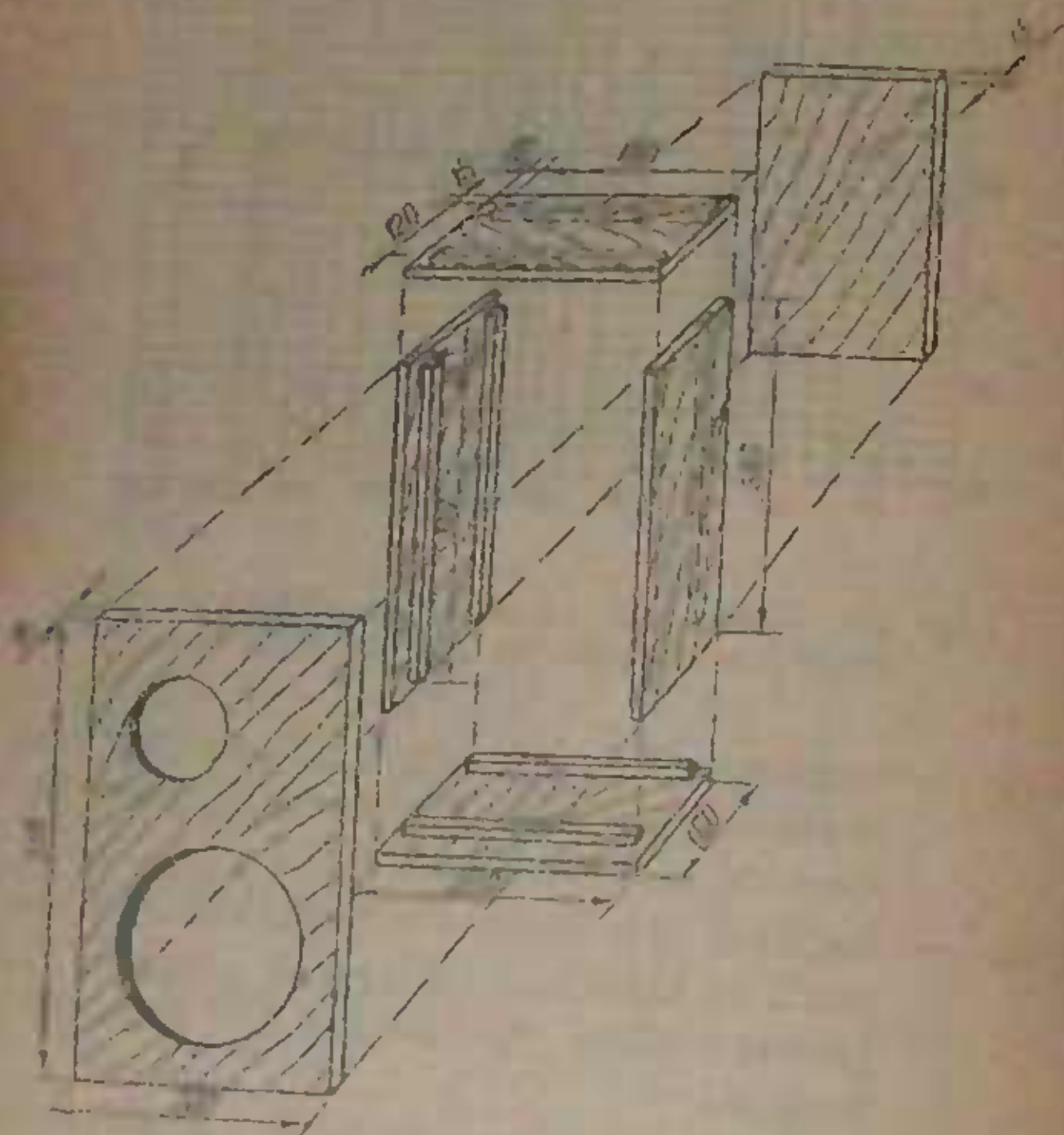


Fig. 4.10. Partile componente ale incintei de 7 dm³

oarelor în interiorul incintei acustice trebuie să se aibă în primul rând în vedere posibilitatea de a le verifica și eventual repara, după un anumit timp de funcționare. Este cunoscut faptul că în cazul aplicării unor puteri electrice superioare celor indicate de fabricant sau în situația depozitării în spații cu condiții climatice necorespunzătoare, difuzoarele se deteriorează, parametrii calitativi reducându-se din punct de vedere valoric. De aceea este de dorit ca în cazul unor asemenea in-

c) Fixarea baghetelor din lemn pe fețele interioare ale incintei. Pentru exemplificare se consideră pereții superior și inferior ale căror dimensiuni sînt de 200 mm x 160 mm. Procedul de montare a baghetelor este următorul:

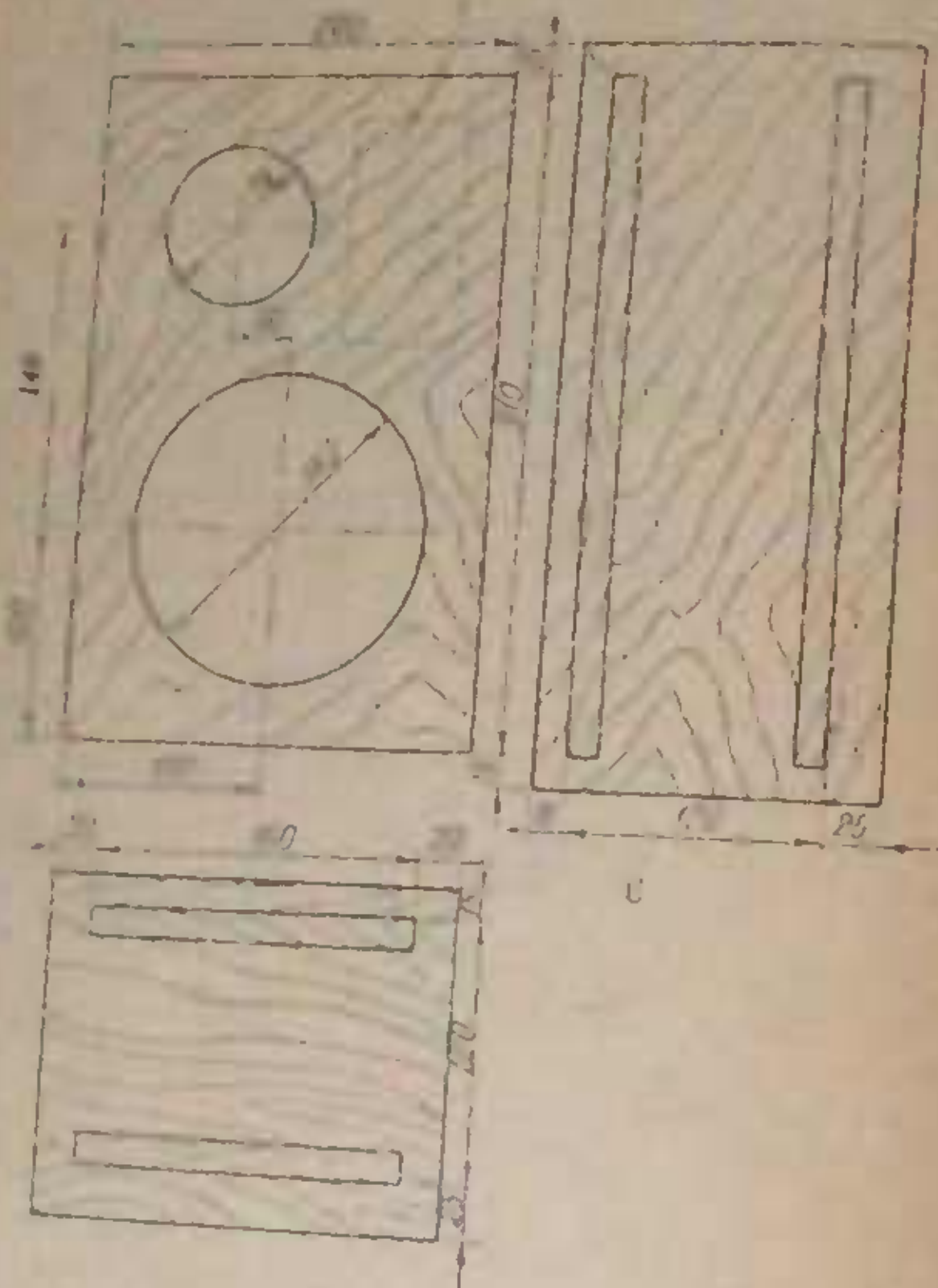


Fig. 4.12. Poziția difuzoarelor și a șasiului rețelei de separație pe panoul frontal
1 — locul rețelei de separație

Se așază acești doi pereți pe un plan orizontal. Baghetele în lungime de 160 mm se fixează astfel încît să rămîna o distanță de 15 mm față de latura corespunzătoare spatelui casetei și de 25 mm față de latura opusă acesteia.

Cota de 15 mm rezultă din grosimea materialului utilizat pentru pereți, iar cea de 25 mm din grosimea

aceluiași material la care se adaugă grosimea ramei pe care este înălîmă țesătura ce acoperă pereții din față ai casetei (a se vedea figura 4.14). Este recomandabil ca pentru fixarea corectă a acestor baghete să se folosească distanțiere calibrate corespunzător. După cum s-a mai

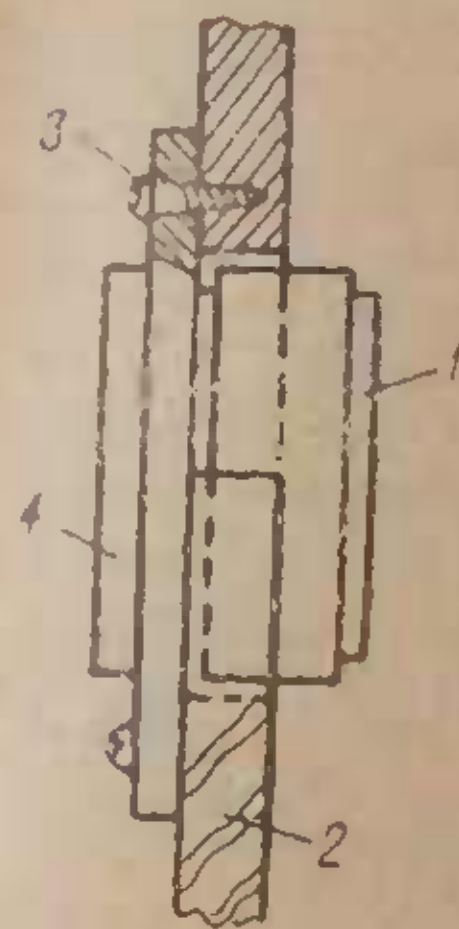


Fig. 4.13. Montarea difuzorului pentru reproducerea frecvențelor înalte:

1 — magnetul difuzorului; 2 — panoul frontal; 3 — șurub de fixare; 4 — planul frontal al difuzorului.

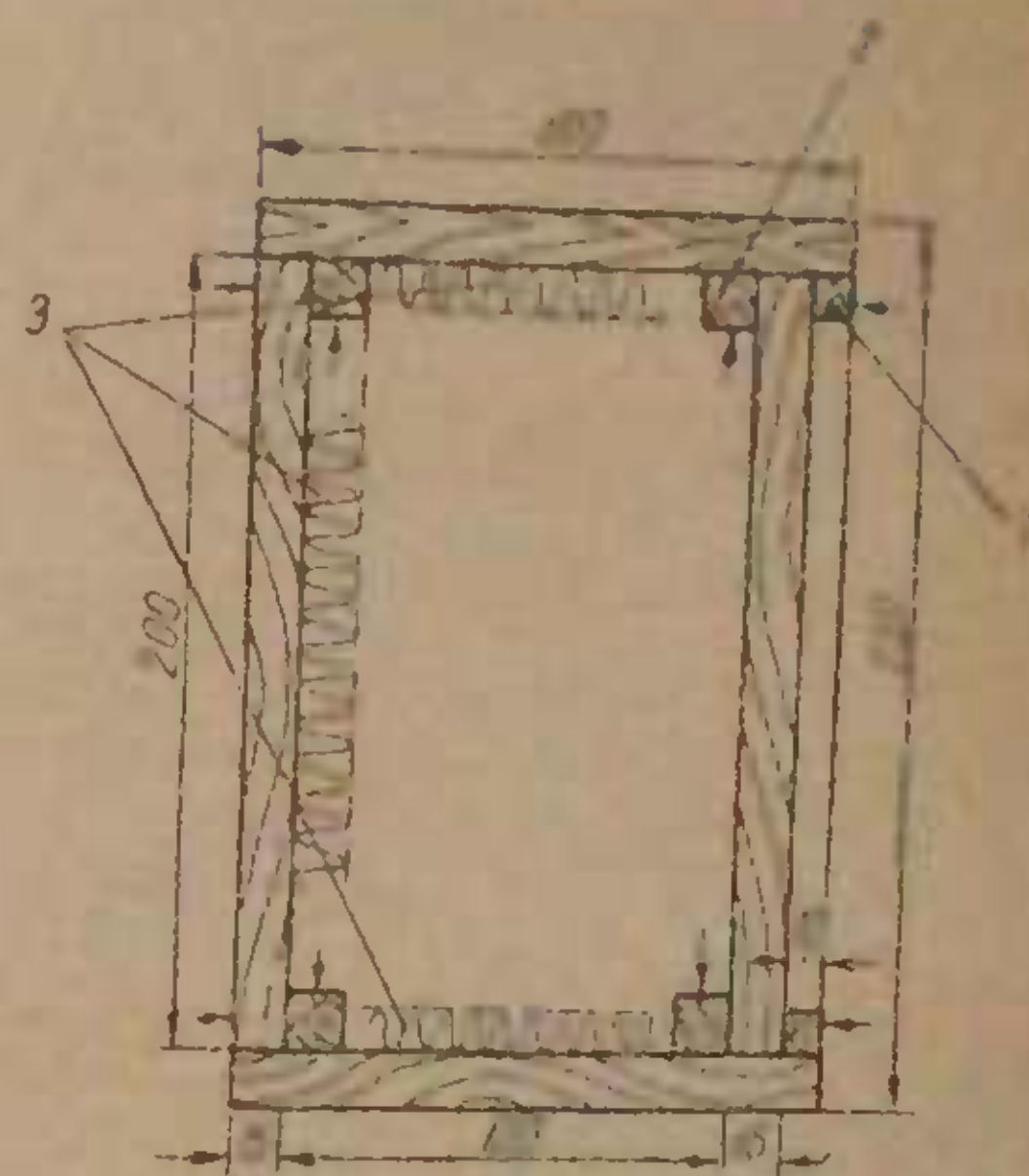


Fig. 4.14. Secțiune verticală prin incintă acustică
1 — rama frontală; 2 — baghete de rigidizare; 3 — material fonicabsorbant. (Săgețile marcate indică locul în care se fixează șuruburile pentru lemn.)

arătat în lista de materiale, lungimea acestor șipei a fost stabilită la 160 mm, lăsîndu-se în acest fel spațiul necesar (de 20 mm) pentru îmbinarea cu baghetele fixate pe pereții verticali (figurile 4.10, 4.12 și 4.14). Într-un mod asemănător se procedează și pentru pereții laterali ai incintei.

d) Rețeaua de separare. Pentru grupul de difuzoare cu care este echipată incinta de 7 dm³ de fa-

Se realizează planșele cu ajutorul perșilor pentru reproducerea circuitelor. Se folosește un AD 0150 W și se difuzează pentru fiecare tip AD 0150 T65. Construcția a adoptat o rețea de separare a circuitelor care este arată în figura 4.13.

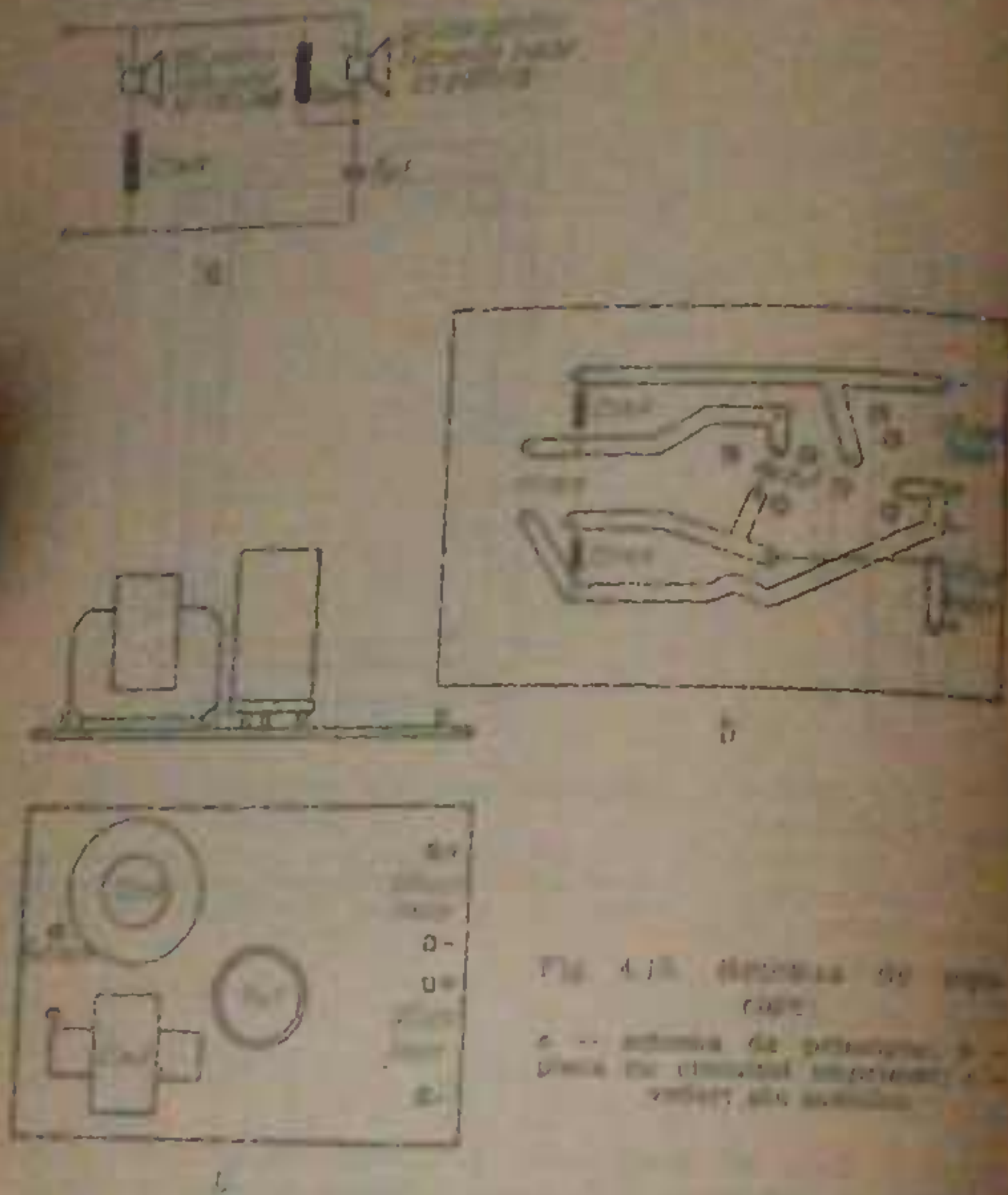


Fig. 4.13. Construcția de față a panoului frontal.

Tot aici sunt prevăzute și celelalte plăci cu circuite imprimate (fig. 4.15, b) și vederea din spate a acestor plăci (fig. 4.15, c).

a) Pregătirea panoului frontal și a plăcilor. După efectuarea decupărilor pentru cele două

plăci, se procedează la montarea materialelor active și pasive pe plăcile pentru față și a circuitelor de față. Se va acționa în vederea realizării panoului frontal de față care va putea funcționa în sistemul de alimentare cu energie electrică în mod independent. După aceea, se planșează difuzorul în rețea și se înlocuiește pozițiile lui pentru a fi în poziția de față. Se scoate din rețea difuzorul și se așază în poziția de față sau în poziția de față care va putea funcționa în sistemul de alimentare cu energie electrică în mod independent. După aceea, se planșează difuzorul în rețea și se înlocuiește pozițiile lui pentru a fi în poziția de față.

Tot în această fază a construcției se va realiza și panoul de față care va putea funcționa în sistemul de alimentare cu energie electrică în mod independent. După aceea, se planșează difuzorul în rețea și se înlocuiește pozițiile lui pentru a fi în poziția de față.

Următoarea operație a construcției va fi realizarea panoului de față care va putea funcționa în sistemul de alimentare cu energie electrică în mod independent. După aceea, se planșează difuzorul în rețea și se înlocuiește pozițiile lui pentru a fi în poziția de față.

b) Montajul pieselor componente pe panoul frontal. Principala grijă pe care trebuie să o aibă constructorul unui astfel de sistem, este în fața de montare a difuzorului pe panoul frontal, care are de a face cu difuzorul panoul difuzorului. Este recomandabil să se acționeze asupra difuzorului de față care va putea funcționa în sistemul de alimentare cu energie electrică în mod independent. După aceea, se planșează difuzorul în rețea și se înlocuiește pozițiile lui pentru a fi în poziția de față.

Operația următoare constă în efectuarea montajului de alimentare cu energie electrică în mod independent. După aceea, se planșează difuzorul în rețea și se înlocuiește pozițiile lui pentru a fi în poziția de față.

La finalizarea operației se va verifica dacă difuzorul este conectat corect, adică dacă undele din el se propagă cu două sau mai multe difuzoare din casetă, în funcție de numărul de difuzoare, aplicându-li-se simultan un potențial electric, membranțele lor se deplasează în direcții opuse.

g) **Asamblarea incintei acustice.** Acum se poate începe cu asamblarea celor patru pereți laterale ale casei. Pentru prindere se vor folosi atât șuruburile, cât și substanțele adezive. Este de dorit ca înainte de a pune panoul, prin care vor trece șuruburile, să se verifice înainte de operația de incleiere. După aceea se va verifica dacă panourile frontale și cel de spate se prind bine în locul rămas disponibil, în caz contrar se vor face modificările necesare. Înainte de fixarea acestor panouri, se practică în peretele de spate un orificiu cu diametrul de circa 1 cm care are un dublu scop: să permită egalizarea presiunilor pe cele două fețe ale membranei difuzorului și să constituie orificiul de trecere, spre exterior, a conductoarelor electrice. Capetele acestor conductoare vor fi conectate la bornele unei reglete fixate în interiorul casei, pe panoul din spate.

Pentru prinderea panoului frontal se ține seama de indicațiile de la pct. b.

În urma realizării a executiei unei astfel de casei depinde așa cum s-a arătat în capitolul 2, § 2.3.3, de materialul și felul în care se execută tratamentul acustic. Se pot utiliza mai multe categorii de materiale fonoabsorbente: ca plăci FA 140 P, sau V de 20 mm grosime, plăci suportante armate AP'S sau AP,V de 50 mm grosime, plăci elastice din vată minerală P 40 sau P 60, de 60 mm grosime.

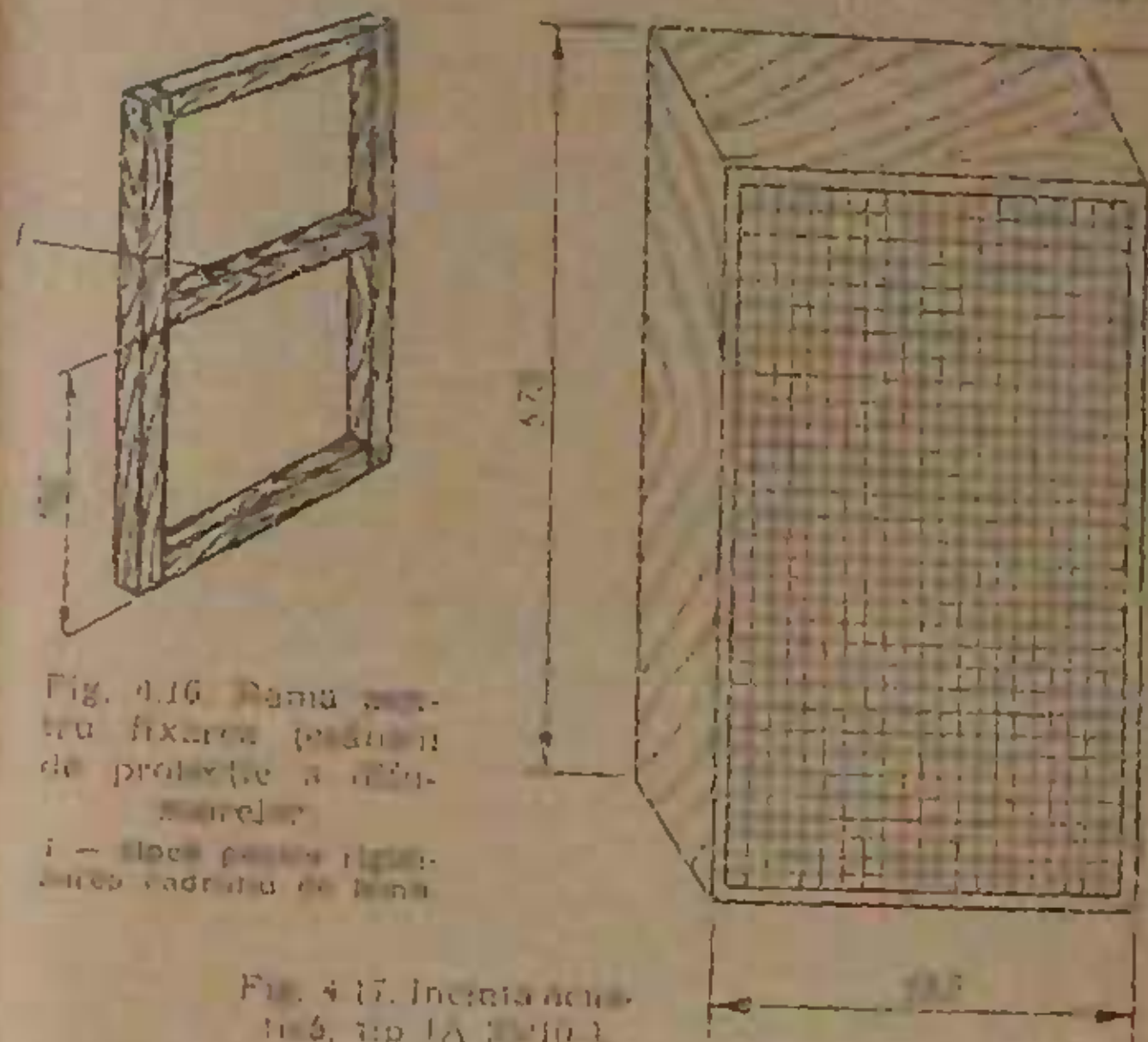
Pentru fixarea acestor materiale absorbente în interiorul incintei se alege una din soluțiile prezentate în figura 2.22.

Dacă totuși se constată, la verificările incintei, că nu s-a realizat obținerea unei bune etanșezări se vor lua următoarele măsuri:

1) În general, la fiecare difuzor, una din casele situate pe suprafața sa (bornă de +) este înșurubată cu vopsea roșie pentru a indica conectarea corectă la rețeaua de alimentare.

deschiderile în cazul difuzorului. Dacă difuzorul este conectat corect, undele din el se propagă cu două sau mai multe difuzoare din casetă, în funcție de numărul de difuzoare, aplicându-li-se simultan un potențial electric, membranțele lor se deplasează în direcții opuse.

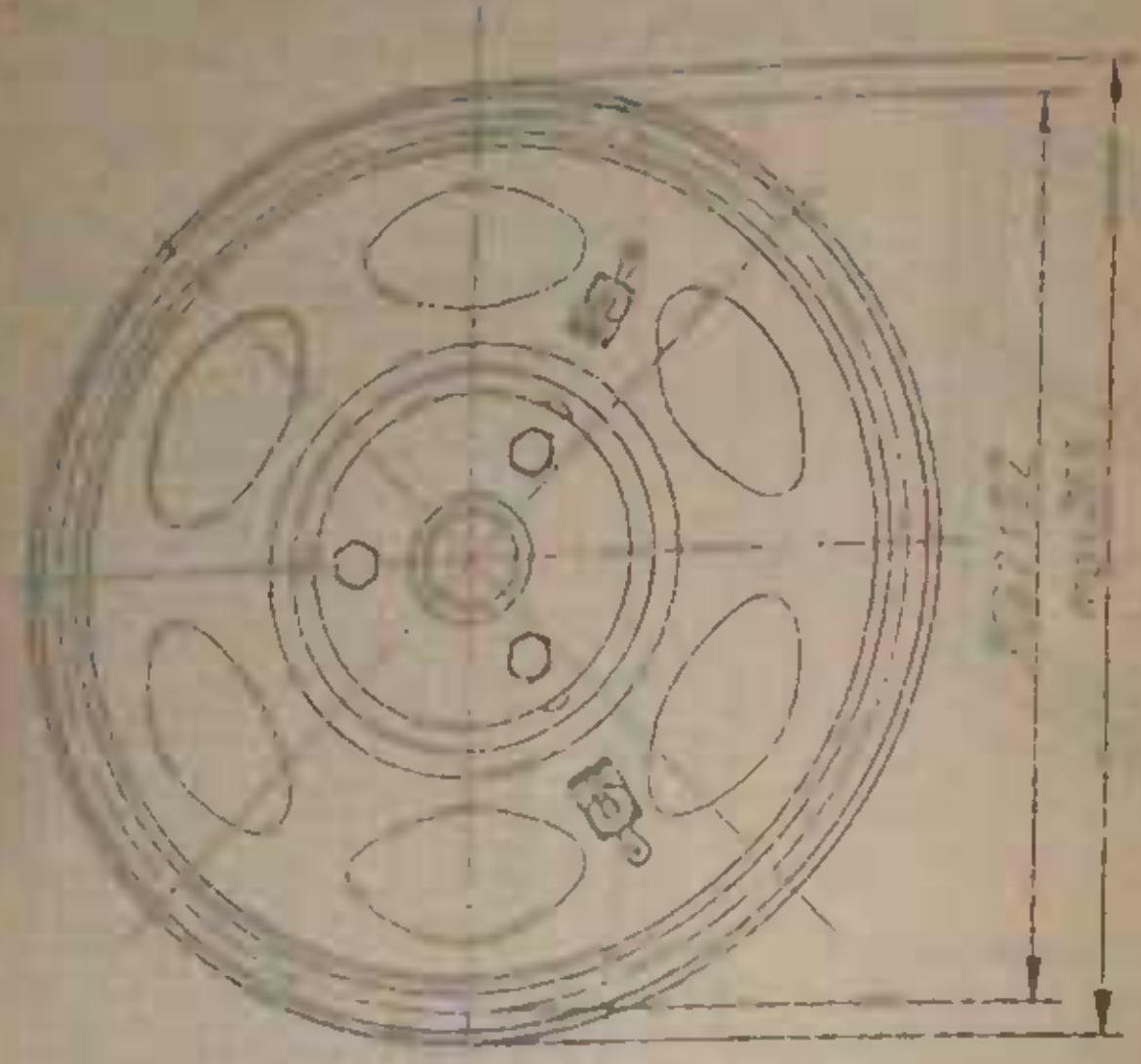
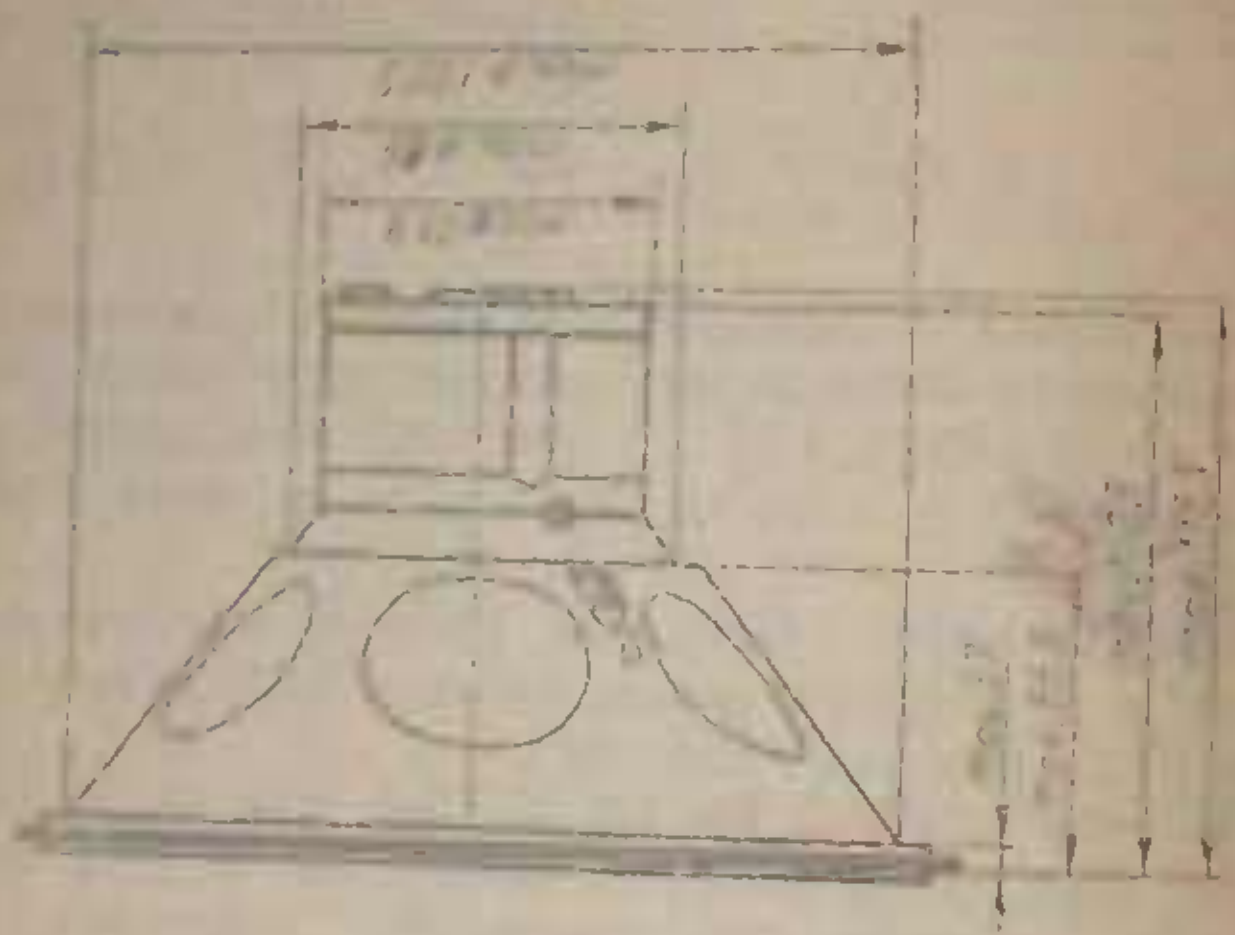
După asamblarea tuturor pereților casei, se trece la confecționarea ramei destinate sistemului de difuziune.



constituie masca incintei. Această ramă este executată din cinci baghete de lemn de secțiune pătrată (10 mm x 10 mm) montate ca în figura 4.16. Pe fața baghetelor se aplică un strat de substanță adezivă pe care se așază țesătura bine întinsă.

Pentru finisajul exterior al incintei acustice se poate folosi, ca și în celelalte cazuri, furnul lustruit sau măt, vopseaua sau plăcile de melacart.

● **Incinta acustică tip IA 35/10-1** este un produs al Uzinelor Electronice aflat de asemenea în fază de experimentare. Casetă are dimensiunile exterioare: înălțimea 575 mm, lățimea 350 mm și adâncimea 250 mm.



a

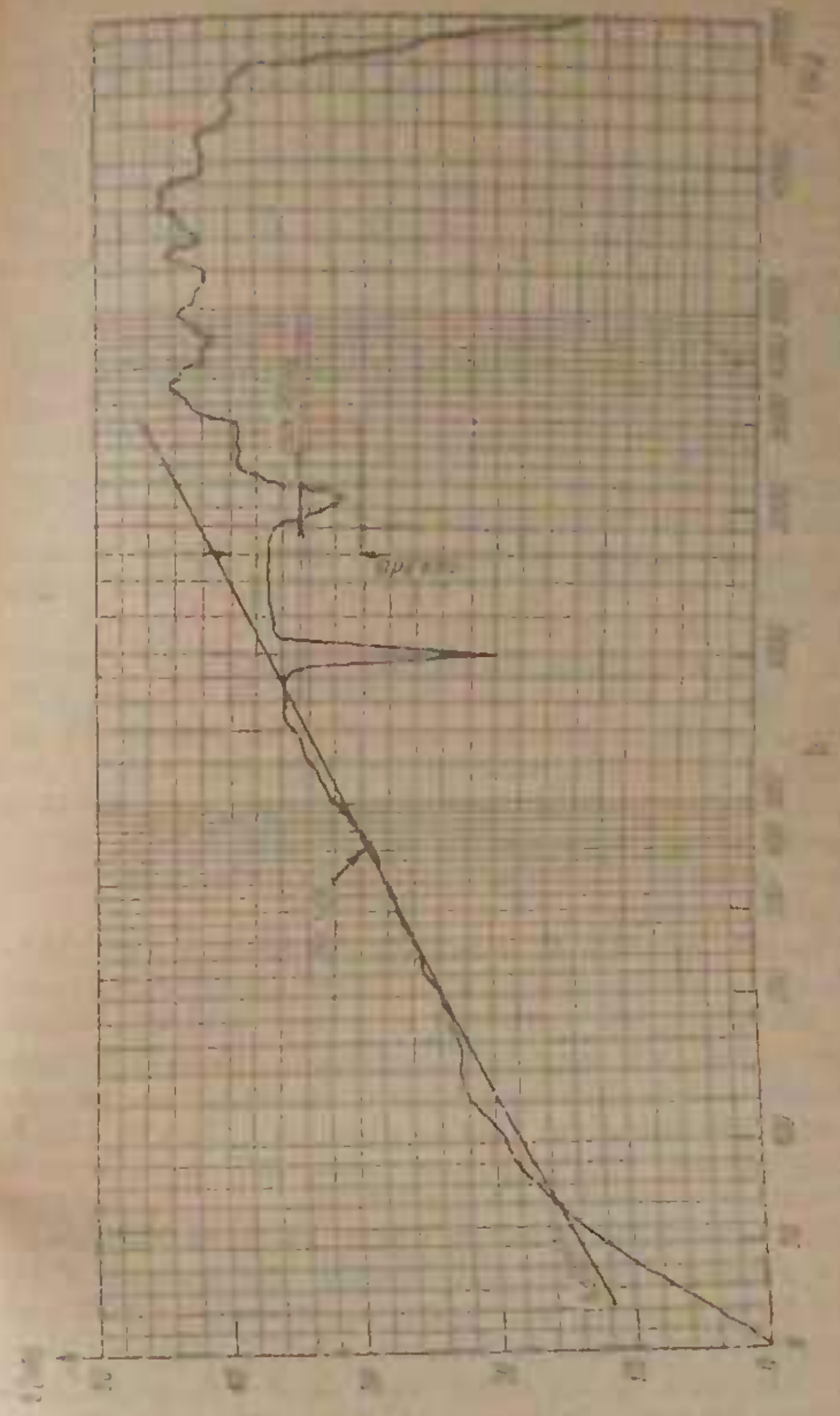


FIG. 4.10. Diagram of gas discharge characteristics. The pressure P is measured in mm Hg, and the time t is measured in seconds.

(fig. 4.17). Acesta dimensiuni le corespunde un volum interior de 35 dm^3 (35 l).

Incinta este echipată cu un difuzor de fabricație Elco, modela, de tipul P-21423 ale cărei dimensiuni sunt indicate în figura 4.18, a.

Valerile parametrilor tehnici ai acestui difuzor sunt următoarele: puterea nominală 10 VA, impedanța nominală $7,5 \Omega$, frecvența de rezonanță 85 Hz; răspunsul la frecvență ca în figura 4.18, b. Nivelul de presiune acustică: 10 dB (0,9 N/m²).

Incinta a cărei secțiune este arătată în figura 4.19, a este realizată din plăci de PAL, cu grosimea de 20 mm. Arul orizontal al membranei difuzorului, se află la o distanță de 164 mm față de marginea inferioară a cutiei.

Sistemul difuzorului, se fixează de panoul frontal prin intermediul unor șuruburi cu piuliță.

Tratamentul acustic al incintei se poate aplica în spațiul delimitat de pereți și de baghetele de rigidizare, așa cum rezultă din figura 4.19, b.

Curba de răspuns a difuzorului montat în incinta acustică tip IA 3510-1 este prezentată în figura 4.20. Greutatea casei cu difuzorul montat în ea este de 11 kg.

Finisajul exterior al incintei acustice este realizat de formă de mason lustruit oglindă, iar pliza care acoperă difuzorul (transparentă pentru sunet) este întinsă direct pe placa frontală. Un ornament metalic maschează îmbinarea plăcii frontale.

● Incinta acustică de fabricație Goodmans, tip „MAXIM” este un model miniaturizat, dimensiunile exterioare fiind: 267 mm x 140 mm x 184 mm (fig. 4.21, a). Acesta găzduiește reduse interne ale amplasamentului casetelor în spațiul încăperii de locuit, ele putând fi așezate chiar pe rafturile unei biblioteci, așa cum se observă în figura 4.21, b. Volumul interior, unit al acestei case este de asemenea foarte mic, de ordinul a $3,3 \text{ dm}^3$ (3,3 l).

Incinta „MAXIM” este echipată cu două difuzoare: unul cu diametrul de 112 mm pentru reproducerea frecvențelor joase și unul cu celălalt cu diametru de 43 mm pentru redarea sunetelor de frecvență înaltă. Puterea electrică a sistemului de difuzare este de 3 VA, impedanța nominală a frecvență dintre ele fiind de $15 \dots 16 \Omega$.

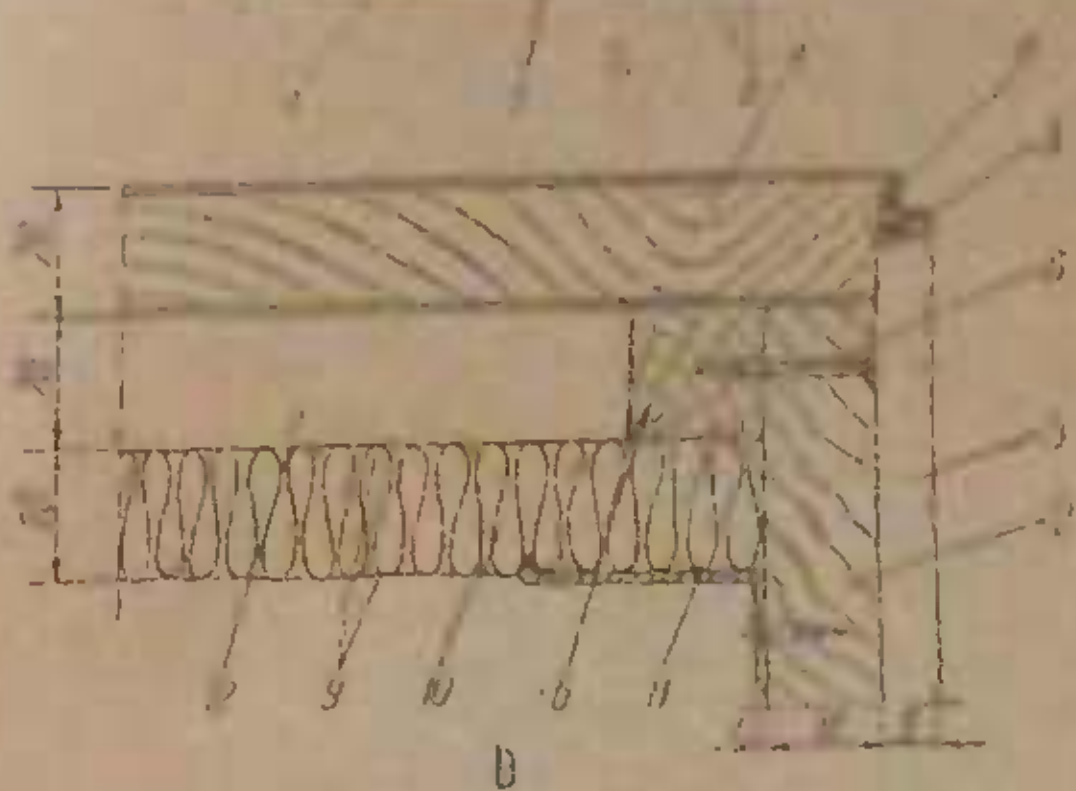
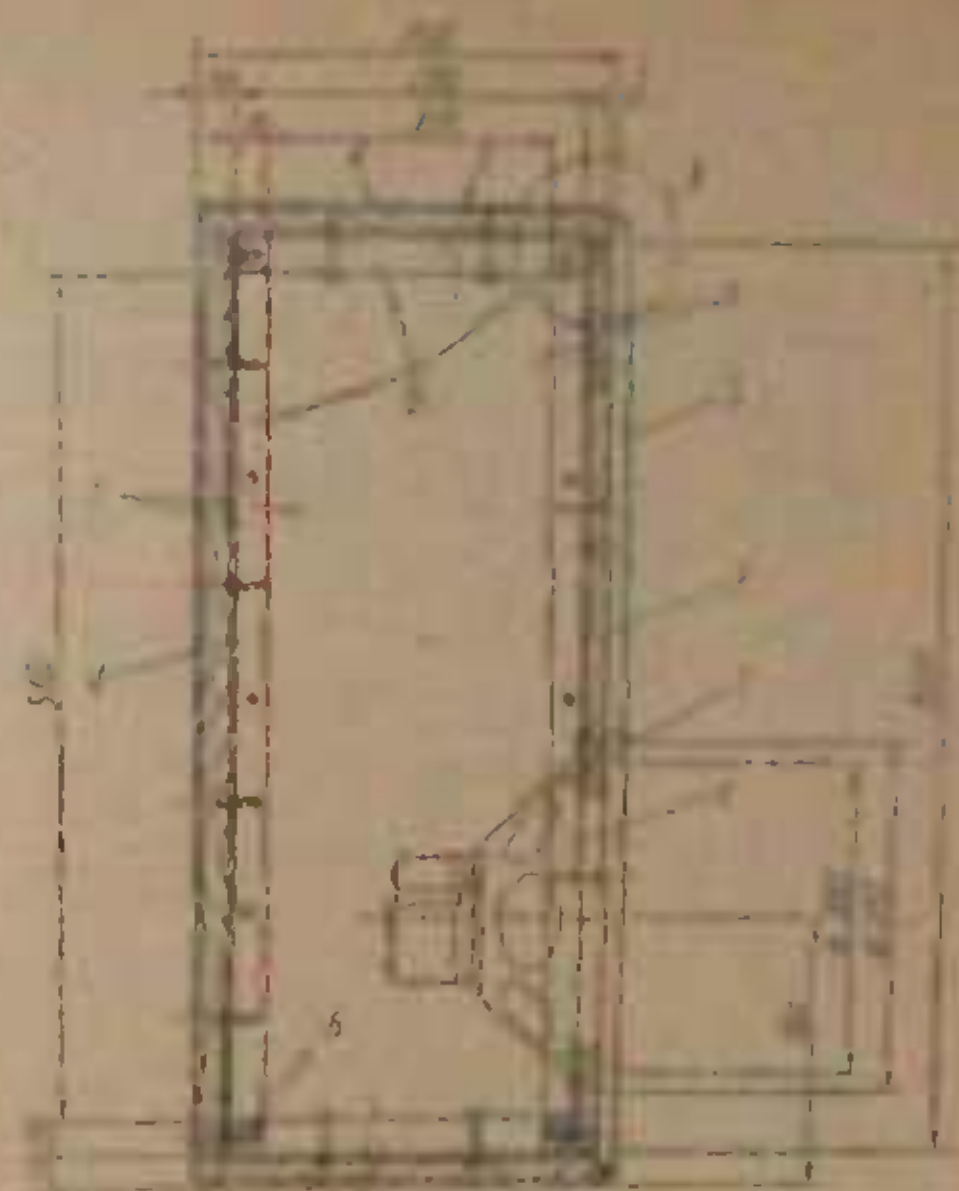


Fig. 4.18. Detalii constructive ale incintei acustice tip IA 3510-1

- a — Secțiune verticală; b — diagramă A; 1 — difuzor; 2 — panou frontal; 3 — ornament metalic; 4 — piuliță; 5 — șurub pentru fixarea difuzorului; 6 — baghetă de rigidizare; 7 — panou lateral; 8 — cutie cu cap plat; 9 — placă acustică; 10 — material fonoabsorbant; 11 — placă de mason; 12 — spațiu de aer.

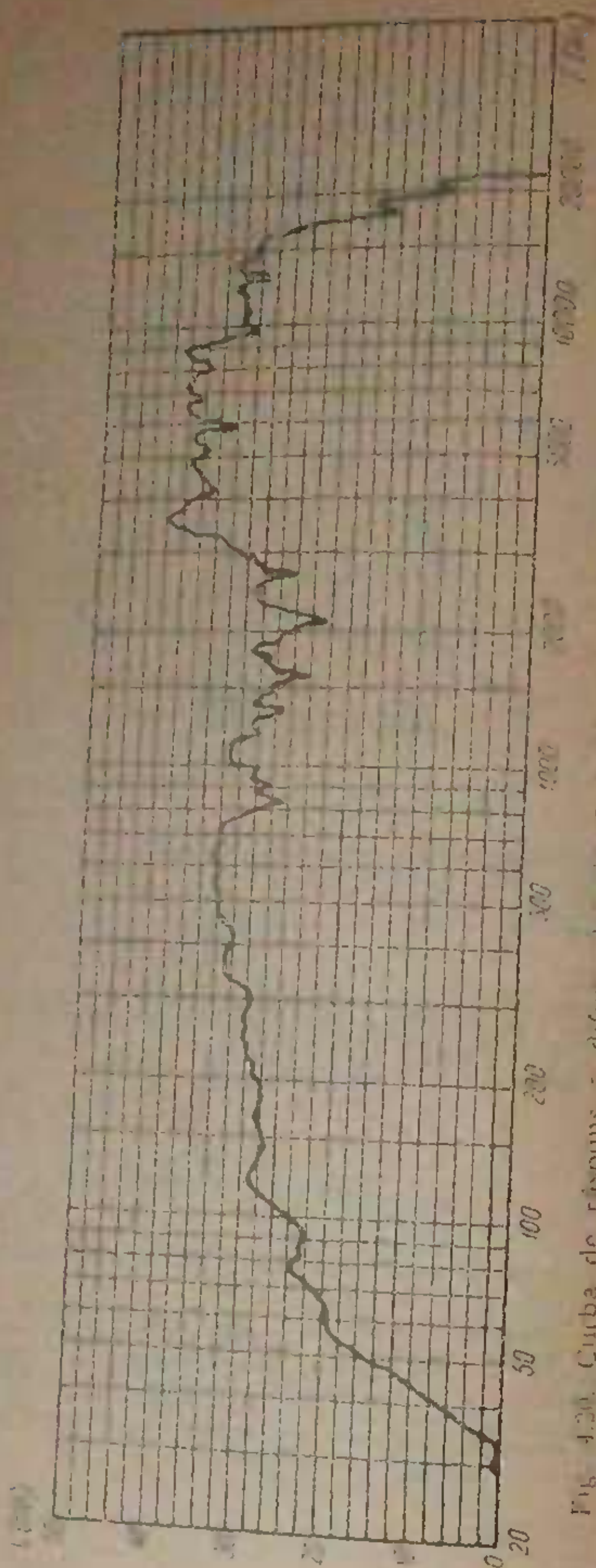


Fig. 4.20. Curba de răspuns a difuzorului tip P-2148: montat în încălă acustică tip TA 13.10.1.

9 — Montaje acustice pt. difuzoare

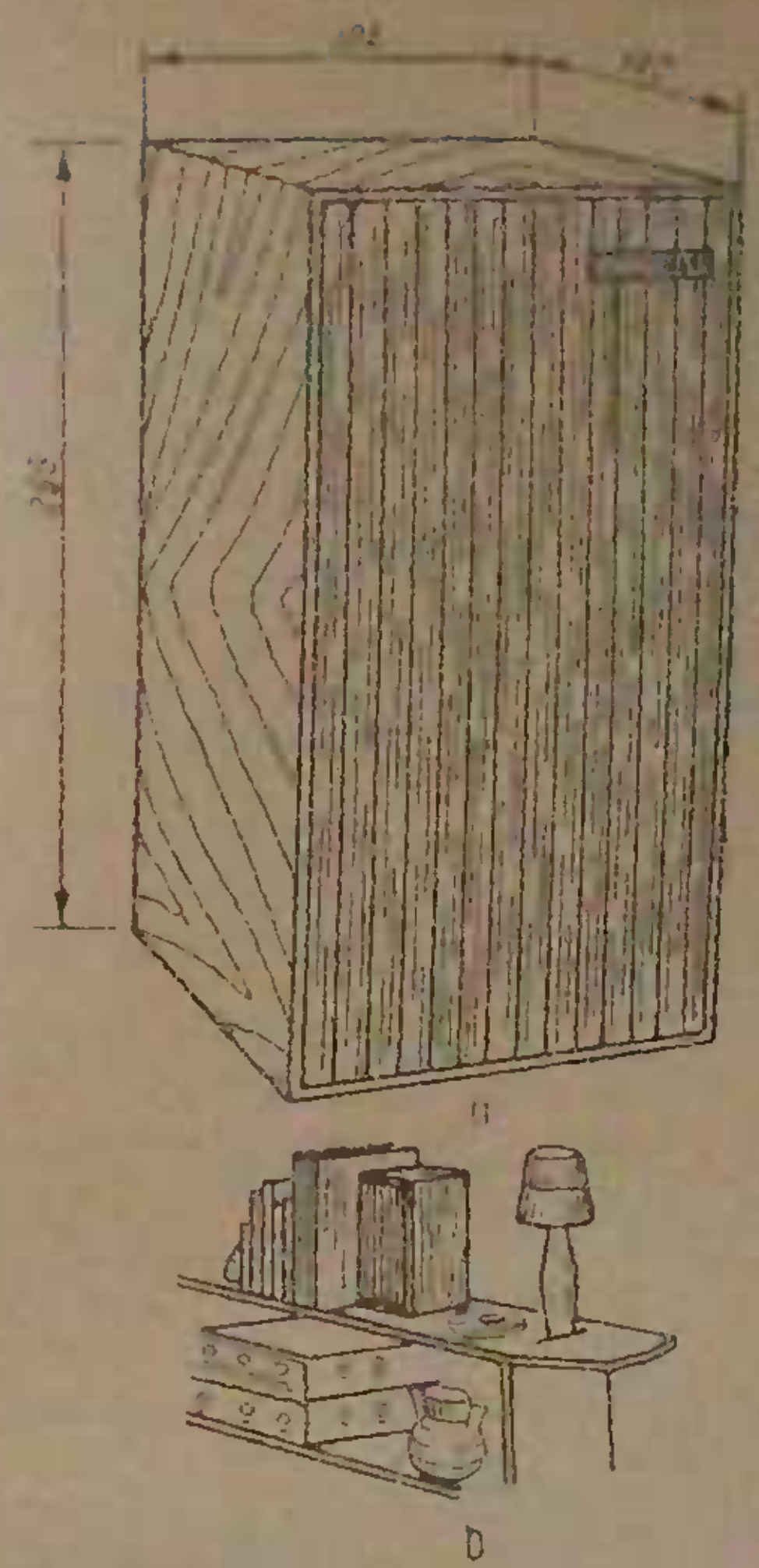


Fig. 4.21. Încălă acustică de fabrica-
ție Goodman tip „MAXIM”
a — vedere frontală, b — sacul acustic în
neolătarul în spate de lemn.

Peretele casei sunt realizați din material lemnos, de câmp tare, asamblat ca în figura 4.22. De asemenea și firma constructivă a prevăzută în interiorul incintei, în formă de sectoare dreptunghiulară, cu scopul de a facilita

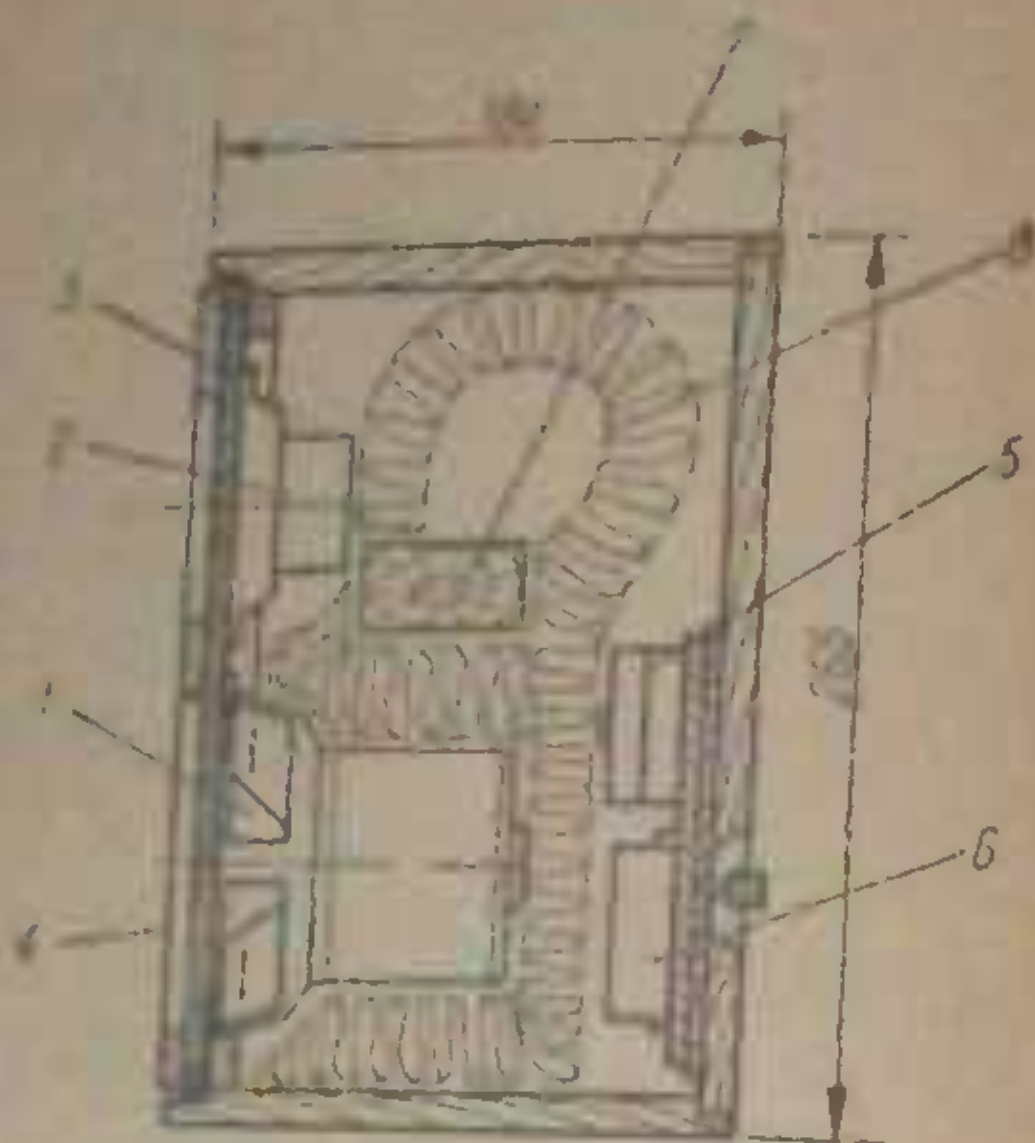


Fig. 4.22. Secțiune prin incinta acustică de tip „MAXIM”.

- 1 — difuzorul pentru redare frecvențe joase;
- 2 — difuzorul pentru redare frecvențe înalte;
- 3 — pânză (4) — pânză de protecție difuzorilor;
- 5 — rețea de separare;
- 6 — difuzor; 7 — material fonoabsorbant; 8 — material fonoabsorbant.

prinderea materialului fonoabsorbant. Pe fața interioară a peretelui de spate s-a fixat sasiul rețelei de separare și un difuzor.

Cu o astfel de incintă acustică se obține o caracteristică de frecvență corespunzătoare, asemenea celei din figura 4.23.

● Incinta acustică cu volum interior de 11 dm³ (11 l), arată în figura 4.24 are dimensiunile exterioare de 335 mm × 230 mm × 230 mm.

Pe ea este echipată de asemenea cu două difuzoare: unul pentru reproducerea sunetelor de frecvență joasă și medie, cu diametrul de 170 mm, iar celălalt pentru reproducerea frecvențelor înalte cu diametrul de 110 mm. Puterea elec-

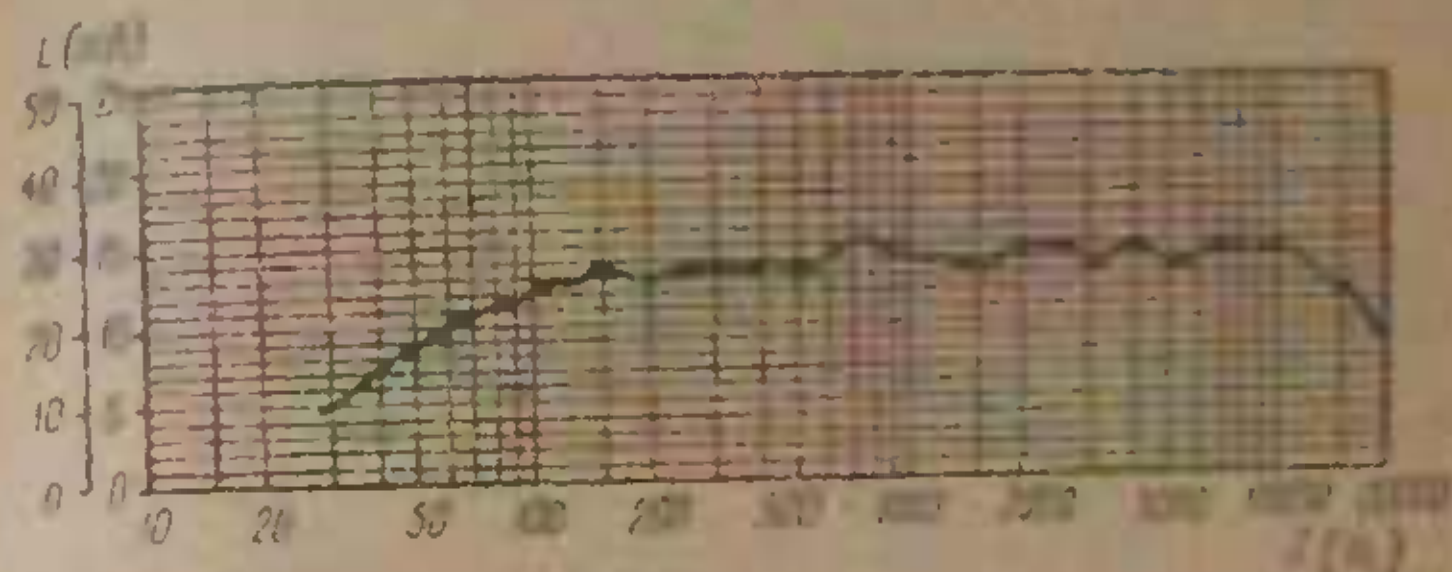


Fig. 4.23. Curba de răspuns pentru sistemul de difuzare Goodman montat în incinta acustică „MAXIM”.

trică nominală a primului difuzor este de 16 VA, frecvența lui de rezonanță fiind de ordinul a 40 Hz. Impedanța fiecărui difuzor este de 4...5 Ω. Curba de răspuns

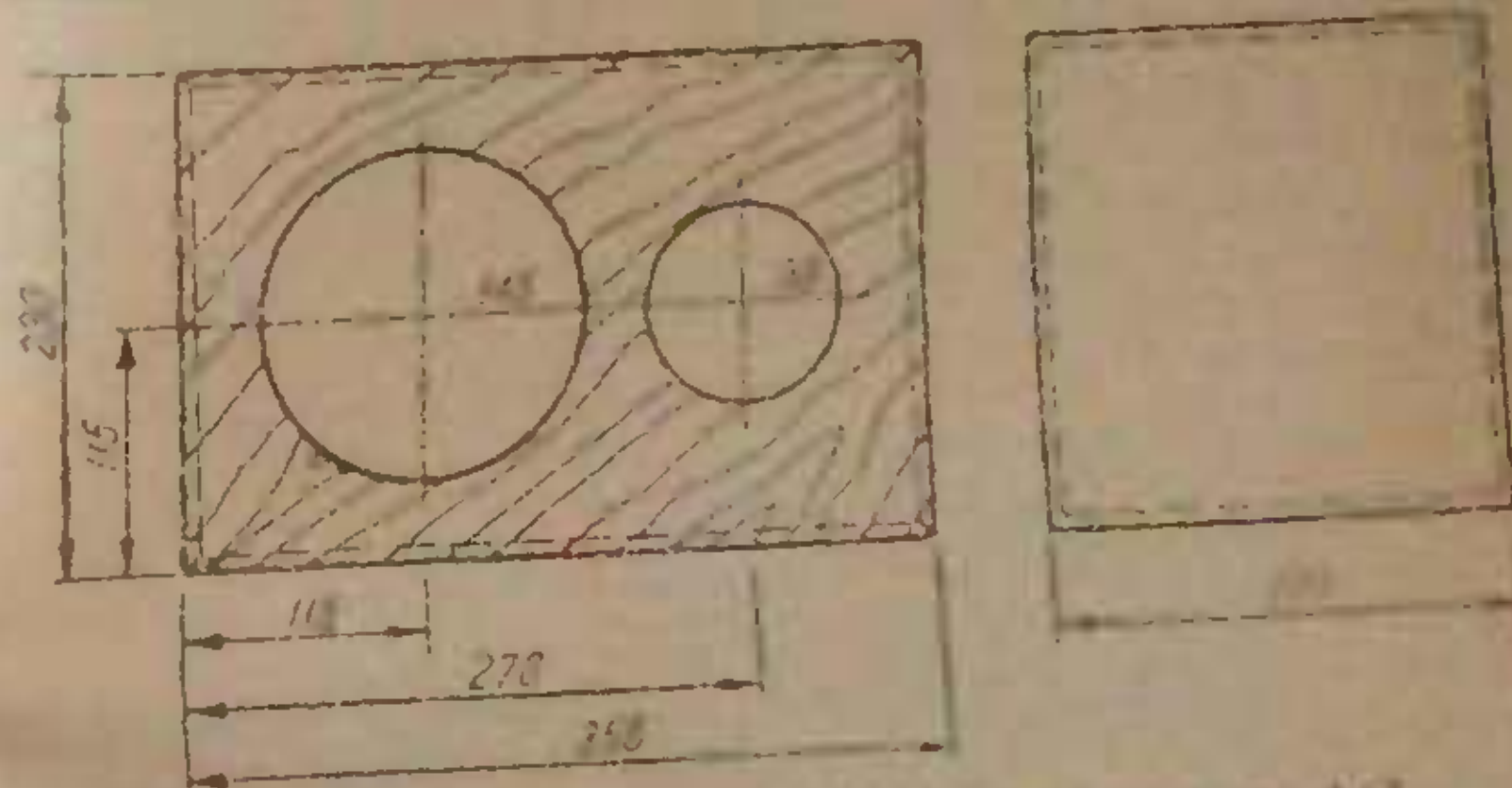


Fig. 4.24. Incintă acustică închisă cu volum de 11 dm³.

a asamblului de difuzoare montate în casetă se încadrează în limitele de ±5 dB, într-un domeniu cuprins între 75 Hz și 12 000 Hz.

Armata incinta acustică este confecționată din plăci de lemn aglomerat (PAL) cu grosimea de 20 mm. Peretele frontal este prevăzut suplimentar cu o masă reală realizată dintr-o ramă din material lemnos în interiorul căreia se fixează o reșea metalică cu ochiuri pătrate și o pânză „trase-părească pentru sunet”. Detaliul constructiv pentru acustizarea frontului este arătat în figura 4.25.

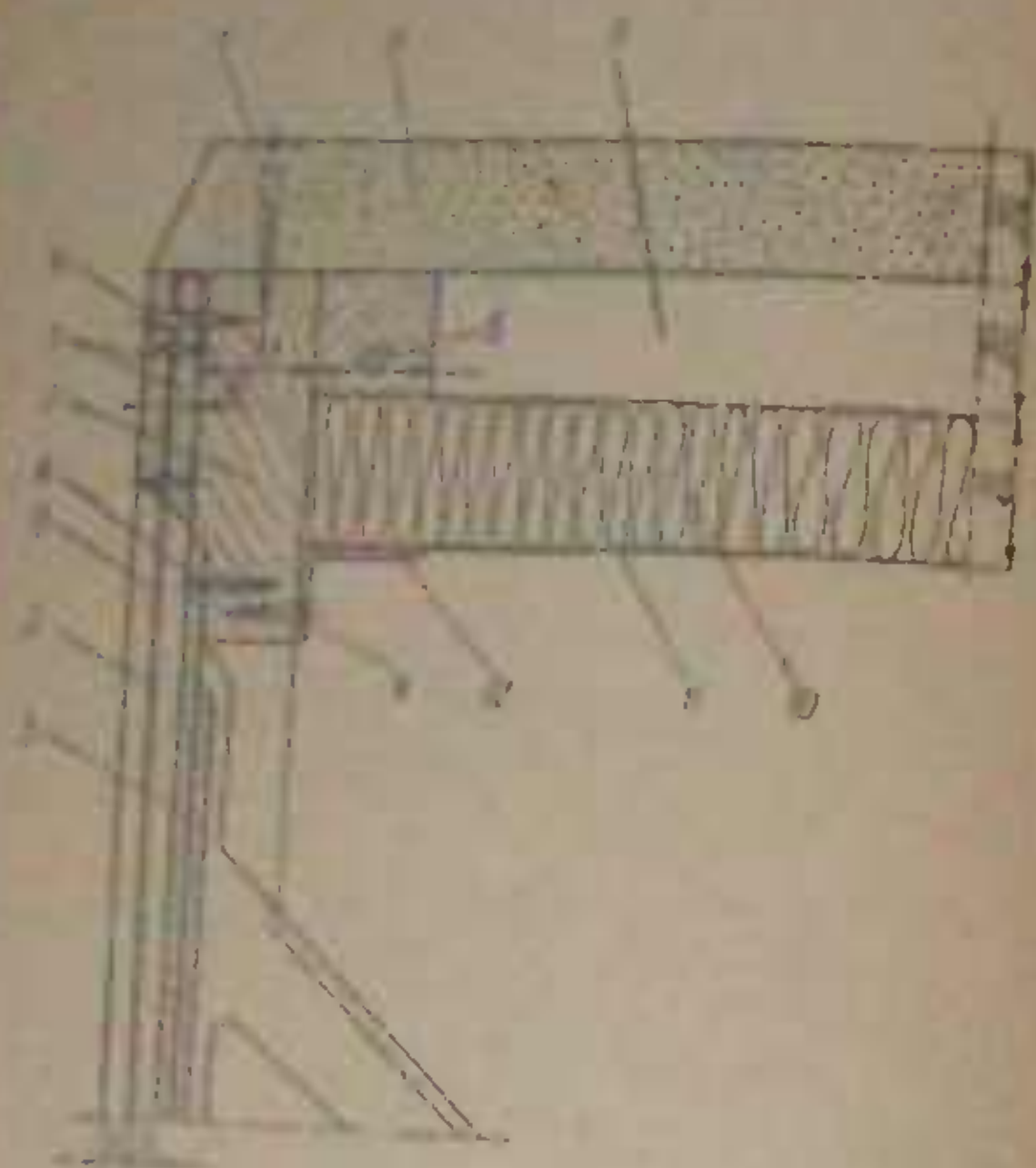


Fig. 4.25. Detaliu constructiv pentru incinta acustică de 11 dm.

1 — ramă din PAL cu 2 plăci de PAL, fiecare de 2 mm grosime; 2 — reșea metalică; 3 — pânză trase-părească; 4 — pânză din material lemnos; 5 — suport; 6 — șuruburi; 7 — pânză din material lemnos; 8 — pânză din material lemnos; 9 — pânză din material lemnos; 10 — pânză din material lemnos; 11 — pânză din material lemnos.

Pentru intervenție, în cazul apariției unor defecțiuni ale difuzoarelor, constructorul a prevăzut ca perețele din spate să fie demontabil, realizarea construcției asigurându-se printr-un număr mai mare de șuruburi (la distanță

de 2...3 cm), pentru a se evita intrarea în vibrație. De remarcat că celelalte panouri sunt fixate atât cu șuruburi pentru lemn cât și cu material aderenț (acrezet, unalt sau de de onel).

Ca tratament acustic al interiorului incintei s-au folosit materiale fonoabsorbante de tipul plăcilor de vată minerală tip FA/140 V, S sau P sau FI-90, FI-100 sau FI-120 (vezi 4.26).

Fundația exterior al casetei poate fi realizată și în cazurile precedente cu furnir lustruit, cu vopsea sau mojarat. Peretele exterior al casetei mai pot fi acoperit cu benzi de tapet semidurabil pe suport de hirtie, de tip TS, TP sau TC.

4.1. INCINTE ACUSTICE BASSREFLEX (ANTI-REZONANT)

Asemenia casetelor închise, incintele acustice bassreflex sunt realizate într-o mare varietate de forme și soluții constructive, explicabilă tot și prin gama largă de valori ale raporturilor dintre volumul cutiei și suprafața de deschidere. Selecționarea și prezentarea incintelor bassreflex, care fac obiectul acestui paragraf, s-au făcut atât în funcție de valorile parametrilor tehnici cât și de simplitatea relativă a soluției constructive, ținându-se seama de mijloacele de care dispun amatori reproducătorilor sonore de înaltă fidelitate.

● Incinta acustică bassreflex cu volum de 250 dm³.

Dimensiunile exterioare ale acestei casete (prezentată în fig. 4.26, a) sunt următoarele: înălțimea 1 000 mm; lățimea medie ora 1 000 mm; adâncimea 500 mm. O caracteristică a acestei incinte este forma — de exagon nec regulat — care permite amplasarea ei în colțurile încăperii de audiere. Data fiind greutatea relativ ridicată (85 kg) s-a prevăzut montarea pe roțile pivotante cu garnitură de cauciuc, pentru a-i facilita deplasarea în perimetrul de profunde de audiere. Fixarea casetei pe suportul cu roțile nu modifică decât cu 55 mm înălțimea construcției (1 055 mm față de 1 000 mm).

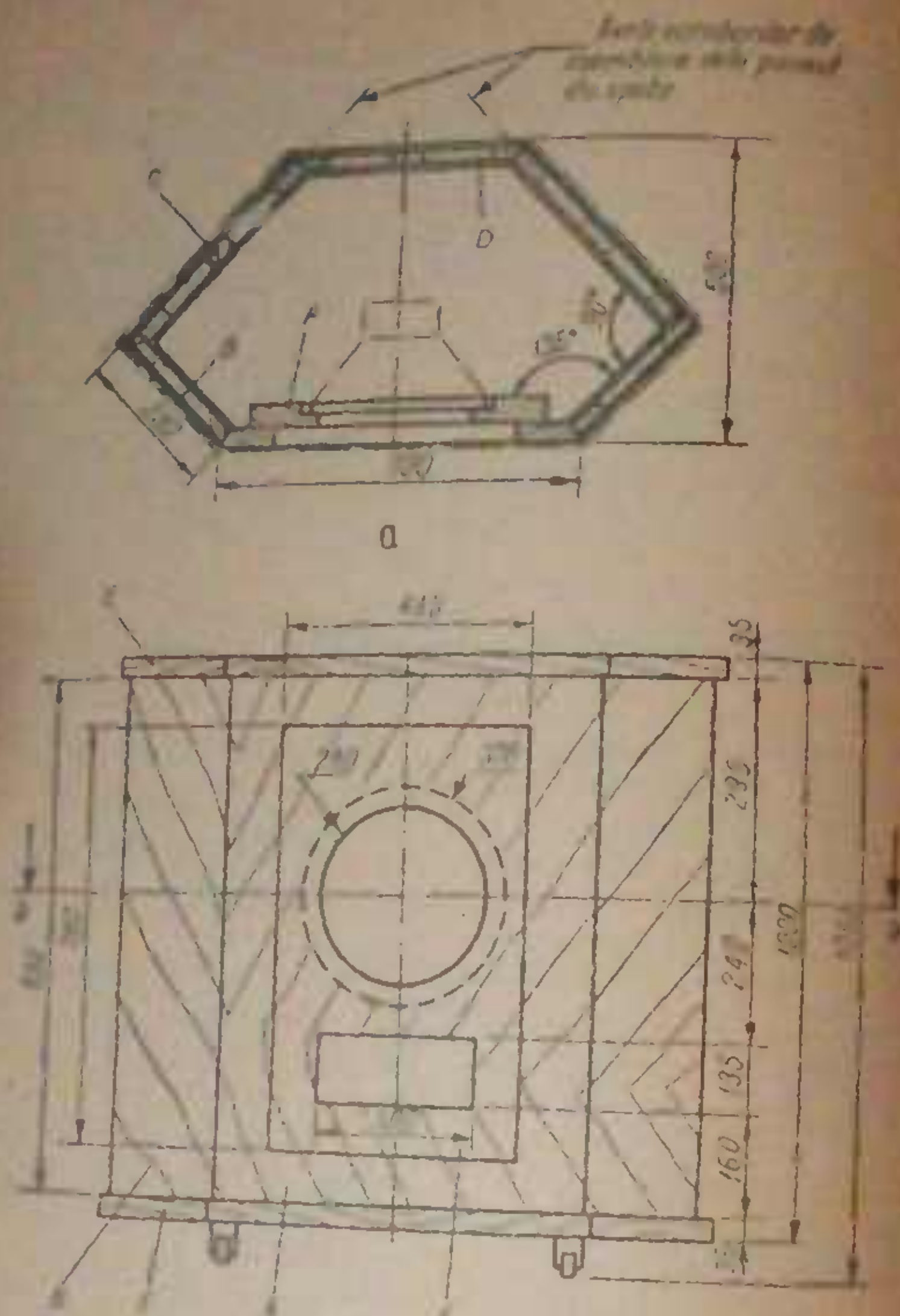


Fig. 4.26. Incintă acustică bassreflex cu volum de 250 dm³.
a — vedere din față și din spate.

Incinta acustică bassreflex este echipată cu un difuzor cu diametru de 240 mm de putere 15 VA și impedanță nominală 15,14 Ω, a cărui frecvență de rezonanță este de ordinul a 25...30 Hz.

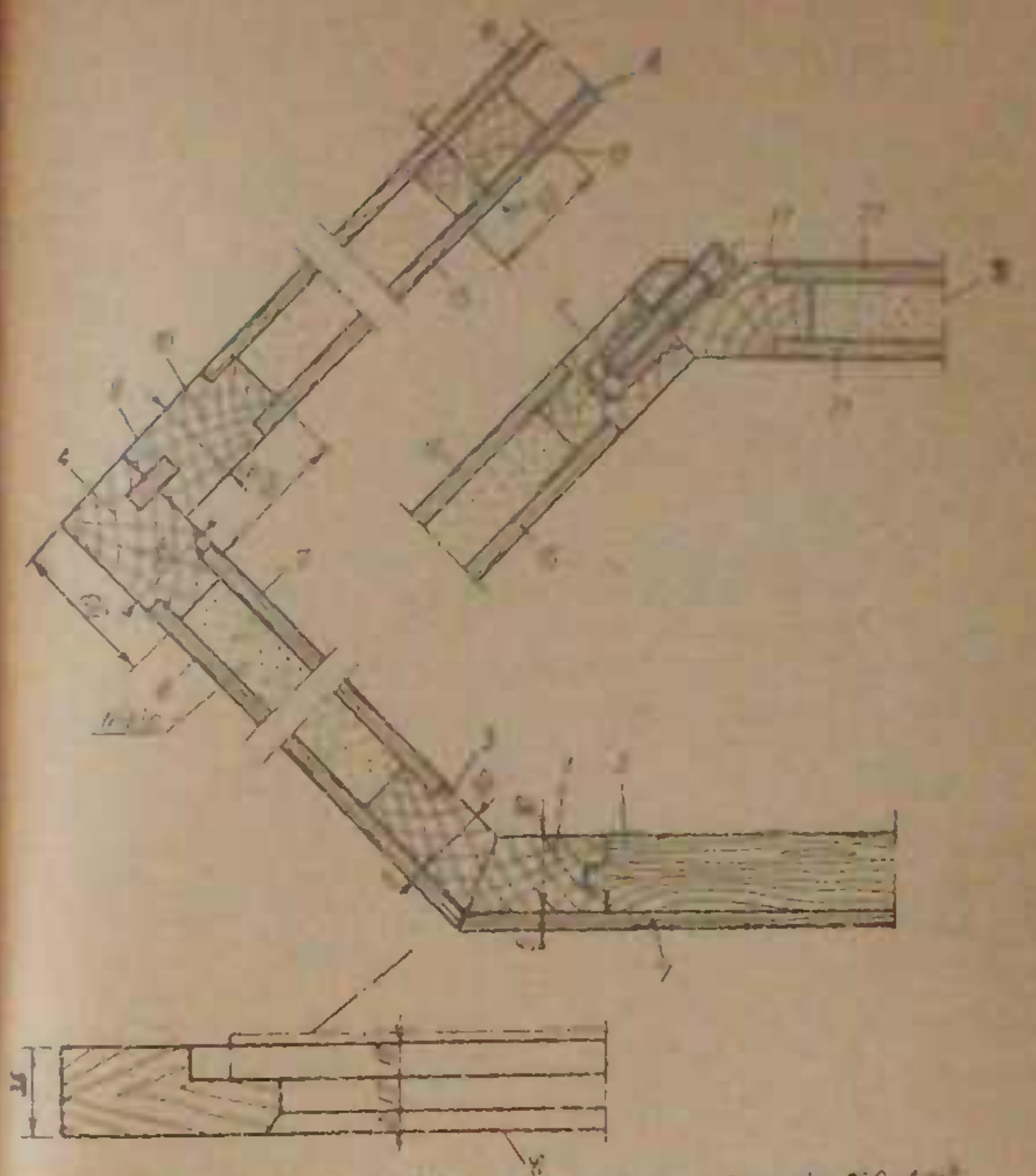


Fig. 4.26. Incintă acustică bassreflex cu volum de 250 dm³.
b — amplasarea peretilor.

a — asamblarea pereților laterali și a panoului frontal; b — asamblarea unui perete lateral cu peretele de spate; c — desprinderea panoului frontal.

Ea poate fi confecționată atât din material lemnos cit și din plăci piene, din ipsos de construcție (STAS 545-59), cu adăos de ciment și spumogen (rumegu sau zgură*). În cazul întrebuintării lemnului ca

* La aceste plăci se poate adăuga până la 2% din masă, illel provenite de la desintegruarea panzilor de acvelope sau diferite de zouri de fibre libere.

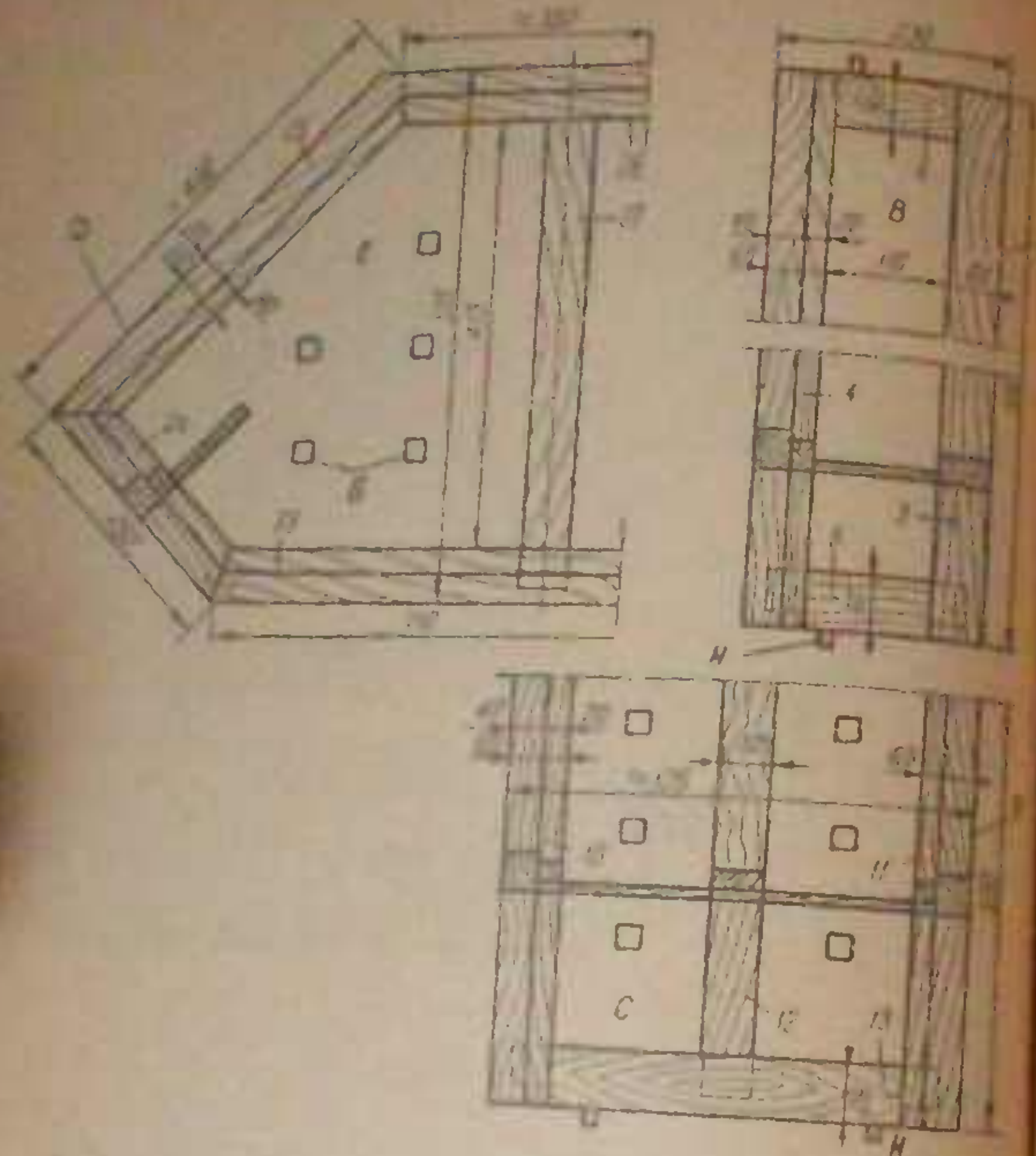


Fig. 4.26. Încălzire aerului încălzitor cu volum de 250 dm³

D — perete superior,

F — perete lateral mare, F — perete lateral mic.

material de construcție se pot adopta mai multe soluții de realizare. Astfel, pot fi utilizate fie panourile din PPI, stratificat sau din PAL, cu grosimi de 35 mm de structură alcătuite din două panouri de placaj cu grosimea de 5 mm, separate prin intermediul unor baghete cu secțiune de 25 mm x 30 mm, așezate la distanțe de 15

25 cm (fig. 4.26, b). Spațiul de 25 mm rămas depinde de înălțimea foilor de placaj se umple cu nisip fin curat.

Pentru ultima variantă de soluție constructivă, pereții alveolari umpluți cu nisip s-au prezintă în tabelul 4.1 materialele necesare și dimensiunile fiecărui subansamblu. Piesele specificate aici sunt indicate și în figura 4.26.

Ca indicație generală de confecționare a panourilor, se precizează că acestea se vor realiza din cadre de lemn fixate la capete cu „corp și scobitură”, pe care se montează prin încleiere plăcile de placaj. Nu se va trece la montarea traversei superioare la perete vertical, respectiv a traversei din spate la perete inferior și superior, decât după ce s-a procedat la umplerea lor cu nisip. Nisipul destinat umplerii alveolelor peretilor va avea o granulație cât mai fină și un procent de umiditate cât mai scăzut. Tasarea se va face pe cale naturală, depunând, timp de câteva zile, panourile umplute cu nisip, în poziție verticală.

În ceea ce privește confecționarea panourilor laterale, se menționează că cele de dimensiuni mici, notate cu F în figura 3.26, b, vor conține doar doi montanți și două traverse, spre deosebire de pereții laterali, mari (notați cu F), la care se adaugă un montant intermediar, cu rolul de a mări rigiditatea și a menține paralelismul foilor de placaj. Nerespectarea acestor recomandări poate conduce la deformarea peretilor ca urmare a continuării, în timp, a fenomenului de tasare. Din aceleași motive este indicat să se introducă între foile de placaj mai multe distanțiere de formă cubulară, cu latura de 25 mm.

După ce s-a terminat operația de umplere cu nisip a peretilor și după ce s-au montat traversele superioare, respectiv cea de spate, se poate trece la prinderea panourilor unele de altele. În acest sens se precizează că planurile peretilor laterali F și F (figura 4.26, b) determină între ele unghiuri de 90°. Asamblarea lor se face atât cu substanță adezivă cât și cu șuruburi pentru lemn.

Panoul lateral de dimensiuni mari notat cu F (fig. 4.26, b) face un unghi de 135° cu panoul de spate. Deoarece acest ultim perete este demontabil s-a prevăzut o prindere cu șuruburi mecanice ale căror buche filetate

Nomenclatorul piştelor de timplărie

Tabula 41

1	2	3	4	5
A	Panou frontal	1	—	930x700x35
1	Montant	2	Stojar	930x60x30
2	Panou din spate	1	Placi de lei furnizate cu mahan, nuc, palin sau stejar	930x600x35
B	Panou lateral	2	—	930x230x35
3	Montant de faţă	2	Stojar	930x60x30
4	Montant de spate	2	Stojar	930x60x35
5	Traversă de jos	2	Brad	190x60x25
6	Traversă de sus	2	Brad	110x60x25
7	Perete interior	2	Placi de lei sau fag	930x190x5
8	Perete exterior	2	Placi de lei furnizate cu mahan, nuc, palin sau stejar	930x190x5
9	Supra (bucătă)	2	Placi de stojar	930x30x8
C	Panou lateral mare	2	—	930x125x35
10	Montant de faţă	2	Stojar	930x60x35
11	Montant de spate	2	Stojar	930x60x35
12	Montant intermediar	2	Brad	850x50x25
13	Traversă de jos	2	Brad	385x60x25
14	Traversă de sus	2	Brad	305x60x25
15	Perete interior	2	Placi de lei sau fag	930x345x5

Tabula 42 (Continuare)

1	2	3	4	5
16	Perete exterior	2	Placi de lei furnizate cu mahan, nuc, palin sau stejar	930x140x5
D	Panou de spate	1	—	930x300x35
17	Montant de colt	2	Stojar	930x60x35
18	Montant intermediar	1	Brad	350x50x25
19	Traversă de jos	1	Brad	340x60x25
20	Traversă de sus	1	Stojar	300x60x25
21	Perete interior	1	Placi de lei sau fag	930x300x5
22	Perete exterior	1	Placi de lei furnizate cu mahan, nuc, palin sau stejar	930x300x5
E	Peretele superior şi inferior	2	—	1000x500x35
23	Traversă de faţă	2	Stojar	710x30x35
24	Traversă mică (de colt)	4	Stojar	232x50x35
25	Traversă mare (de colt)	4	Stojar	190x50x35
26	Traversă de spate	2	Stojar	350x50x35
27	Traversă mediană	2	Stojar	445x435x5
28	Perete interior	2	Placi de lei sau fag	955x435x5
29	Perete exterior	2	Placi de lei furnizate cu mahan, nuc, palin sau stejar	955x435x5
F	Panoul de difuzor	1	Supra şi placi de lei	925x360x35
G	Distanţieri din lemn	23	Fag uscat	23x25x35
H	Ceşuri de lemn	10	Fag uscat	14

se glisea amplasata in grosimea panourilor (Fig. 4.26, detalii 3).

Peretele amovibil, frontal, determinat de necesitatea cu pereții laterali 5, unghiuri de 135° (detaliile 4 și 5 din fig. 4.26, b). In acest panou, s-au practicat două decupări circulare, una cu diametrul de 370 mm și adâncimea de 10 mm pe spatele său și alta cu diametrul de 290 mm și adâncimea de 6 mm pe fața sa, difuzorul montându-se așa cum se arată în figura 4.27. Tot aici se mai practică



Fig. 4.27. Detaliu de montare a difuzorului.
1 — decupare cu rezecție conică; 2 — difuzor pentru mărimea acustică.

o a treia decupare, de data aceasta dreptunghiulară, cu dimensiunile de 300 mm x 135 mm. Distanța dintre marginea superioară a acestei decupări și axul orizontal al secundarilor circulare este de 240 mm, așa cum rezultă și din figura 4.26, a.

Este necesar să se remarce că decuparea cu diametrul de 290 mm are marginile evazate.

Panoul frontal este prevăzut și cu o mască alcătuită dintr-un cadru de lemn pe care se fixează o țesătură transparentă acustică.

Ca finisaj exterior se poate alege una din soluțiile propuse la incizile acustice închise.

Dacă la verificările ce se fac după montarea difuzorului se constată că nu s-a reușit obținerea unei bune etanșetăți, se vor acoperi eventualele interstii cu un câmp

rezaltat din amestecul unui cîmp sintetic (urechit tip R sau Bostik cu eunegus fin mătănat).

Tratamentul acustic din interiorul inciziei se poate realiza conform indicațiilor din figurile 2.22, c și d, materialul fonoabsorbant fiind alcătuit din cauzele de vată minerală de tip SCO sau SPS, de producție românească.

O construcție de formă asemănătoare cu cea arată în fig. 3.26, a a fost realizată G.A. Briggs. Din dorința de a obține o rigiditate maximă a pereților s-a ales ca ma-

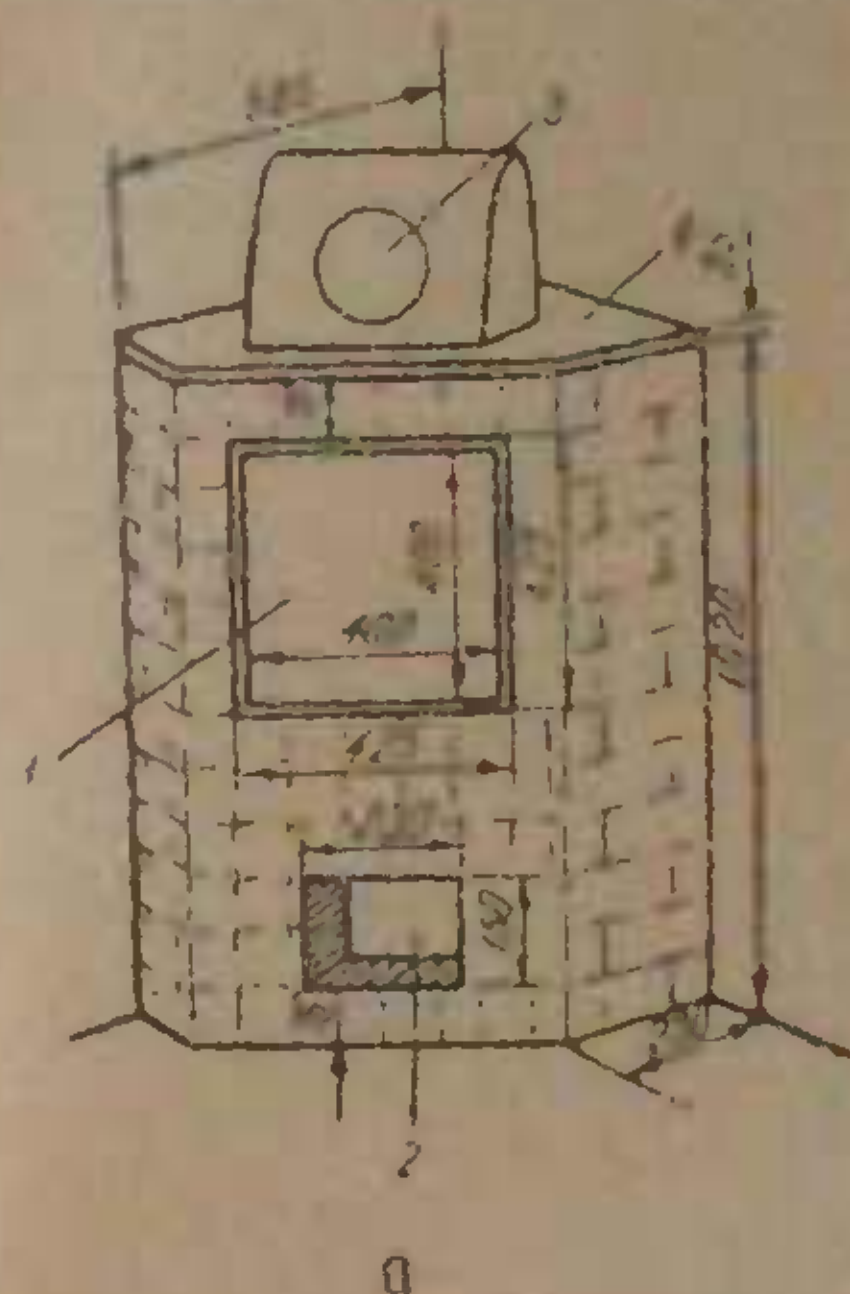


Fig. 4.28. Incintă acustică baffleflex realizată din cărămidă.

a — vedere frontală;
1 — decupare pentru panoul pe care este fixat difuzorul; 2 — decupare rezonantă; 3 — difuzor pentru fonoabsorbent; 4 — panou din lemn cu evazare la mijloc;
b — secțiune verticală studiul de izolare a panoului cu difuzor la partea de cărămidă;
1 — panou din cărămidă; 2 — câmp absorbent din PAL; 3 — țesătură de acustică 10 mm x 0,3 mm; 4 — panou din PAL; 5 — câmp.

terial de execuție, cărămida plină presată (aproximativ 50 bucăți) fixată cu mortar de ciment (fig. 4.28, a). Volumul interior este de aproximativ 240 dm^3 . Deoarece o at-

fel de incintă este dificil de modificat, s-a prevăzut pe panoul frontal o decupare de formă pătrată cu dimensiunile $400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$ în dreptul căreia se poate fixa o placă din panou sau din PAL, (fig. 4.28, b) de care se prinde difuzorul cu diametrul de 300 mm , putere nominală de 20 VA și impedanță $15 \dots 16 \Omega$.

Dacă după un anumit timp de funcționare, se dorește înlocuirea respectivului transductor cu un altul având dimensiuni diferite, nu mai este necesară desfacerea și darea la drum a incintei, ci numai înlocuirea panoului din panou. Deschiderea mecanismului Heimboltz are formă unui dreptunghi cu dimensiunile $230 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$.

Pentru reproducerea sunetelor de frecvență înaltă s-a mai prevăzut o a doua incintă, închisă, în care s-a montat un difuzor corespunzător.

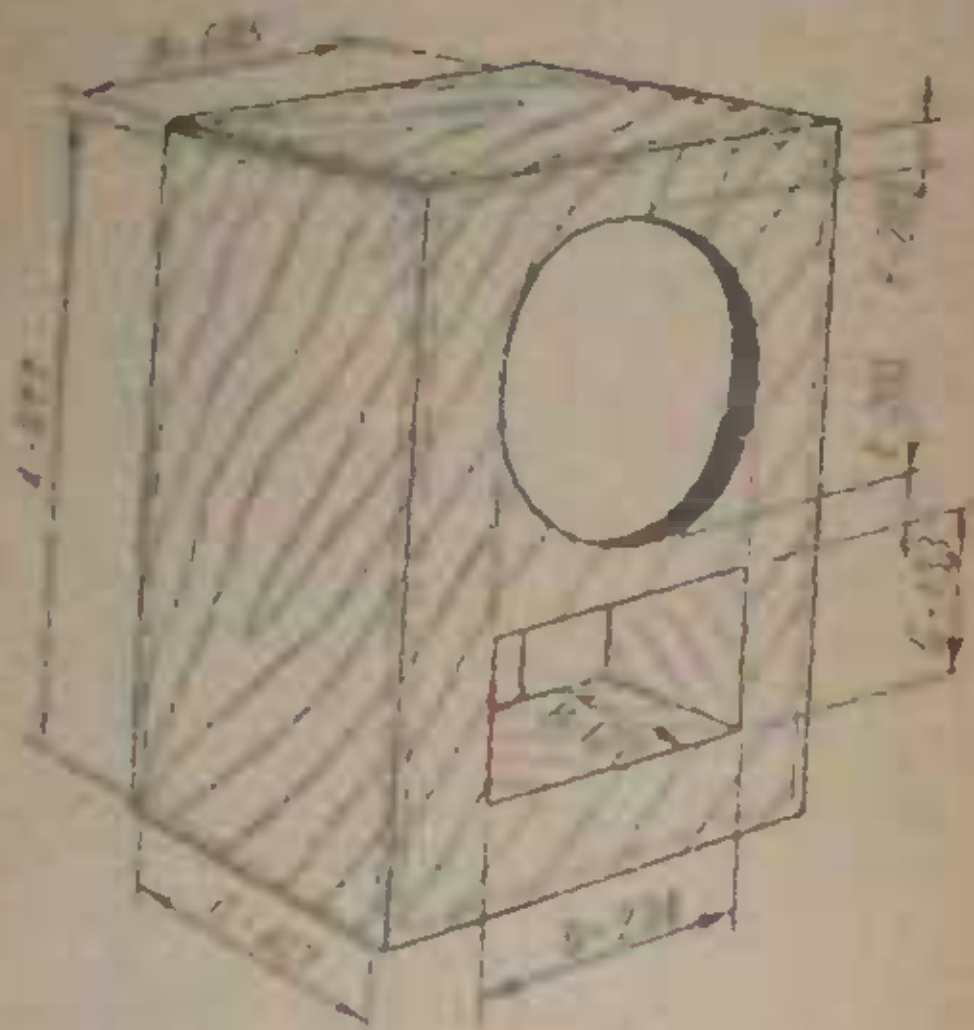


Fig. 4.28. Incintă acustică basreflex cu volum de 300 dm^3 .

● Incintă acustică basreflex cu volum de 360 dm^3 .

Această incintă, prezentată în figura 4.29, este de formă paralelipipedică, având dimensiunile exterioare de $1031 \text{ mm} \times 729 \text{ mm} \times 501 \text{ mm}$.

Cașeta este dimensionată pentru un difuzor cu diametrul de 250 mm și cu frecvența de rezonanță de 35 Hz .

Peretele frontal al incintei poate fi confecționat din panou sau din plăci aglomerate din lemn (PAL) groase de 22 mm . De asemenea mai pot fi utilizate și plăci de PFL stratificat. Pe acest perete se practică o decupare de formă circulară cu diametrul de 254 mm în dreptul căreia se montează difuzorul. Cașeta decupare este conținută deschiderii incintei basreflex are forma dreptunghiulară și dimensiunile de $234 \text{ mm} \times 133 \text{ mm}$. În spațiul ei se montează un tub de secțiune dreptunghiulară cu altă lățime de 127 mm , dimensiunile interioare fiind identice cu cele ale decupării. Acest tub se poate confecționa de asemenea din panou sau PAL, cu grosimea de 22 mm . Prinderea de panou frontal se execută prin lipire și încheiere. Distanța dintre această ultimă decupare și gura circulară este de 203 mm .

Dimensiunile peretilor cașetei sunt următoarele: cel frontal și cel de spate: $977 \text{ mm} \times 685 \text{ mm}$; cei laterali $977 \text{ mm} \times 457 \text{ mm}$, cei inferior și superior: $685 \text{ mm} \times 457 \text{ mm}$.

Pentru prinderea panourilor unde de altfel se folosesc atât șuruburile pentru lemn cit și substanțele adeziv. Singurul perete demontabil este cel de spate, pentru care se iau măsuri speciale de fixare (număr sporit de șuruburi și mărirea greutateii sale — așa cum rezultă din fig. 4.30), astfel încât să se îndepărteze periodicul de a intra în vibrație.

În scopul evitării formării undelor staționare în interiorul cașetei s-a prevăzut căptușirea fețelor interioare ale peretilor cu material fonoabsorbant, de tipul plăcilor de vată minerală tip FA 140 S, V sau P. Prinderea acestor plăci de materialul lemnos se execută conform indicațiilor din figura 4.30.

Fețele exterioare ale peretilor incintei din acoperite cu furnic de mahon, iustrat, ceea ce li oferă un aspect plăcut. În dreptul decupării circulare, pe latura interioară a panoului frontal este lipită o țesătură rară, care maschează difuzorul.

Cu variante constructive ale acestei incinte, s-au aplicat în tabelul 4.3 încă 4 modele ale căror dimensiuni au rezultat din utilizarea unor difuzoare cu diametri de 180 mm, 210 mm, 230 mm și 240 mm.

● Incinta acustică de fabricație Vega, prezentată în figura 4.31, are de asemenea o formă paralelipipedică, în

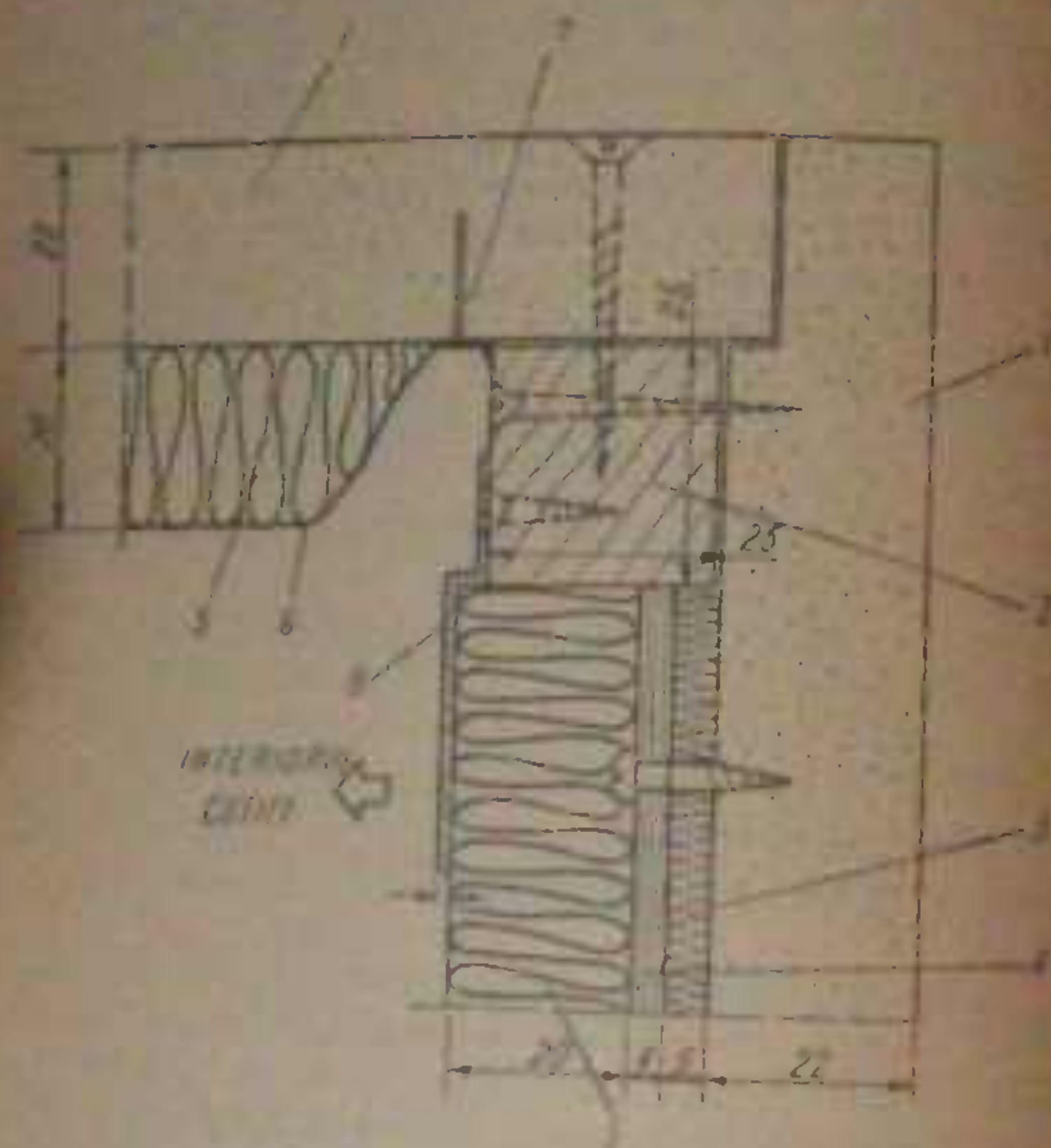


Fig. 4.30. Detaliu de asamblare al pereților:

1 - zidărie din cărămidă; 2 - tencuială de rigidizare; 3 - zidărie din cărămidă; 4 - izolație fonică; 5 - izolație termică; 6 - tencuială de finisare.

dimensionele exterioare fiind înălțimea 860 mm, lățimea 430 mm și adâncimea 430 mm. Volumul interior al incintei este de 220 dm³.

Difuzorul montat în camera mică, de asemenea, de fabricație Vega, tip HP 340 ACYL-P, cu diametrul de 240 mm.

Tabel 4.3

Dimensiunile camerei la lungime și diametri difuzorilor

Diametrul difuzorului, mm	Lungimea camerei, mm	Diametri difuzorilor, mm							
		1	2	3	4	5	6	7	8
180	70	334	336	334	140	101	101	81	100
210	65	338	406	279	174	78	101	101	100
230	48	362	371	361	209	152	152	146	112
240	50	369	425	407	219	152	177	209	112

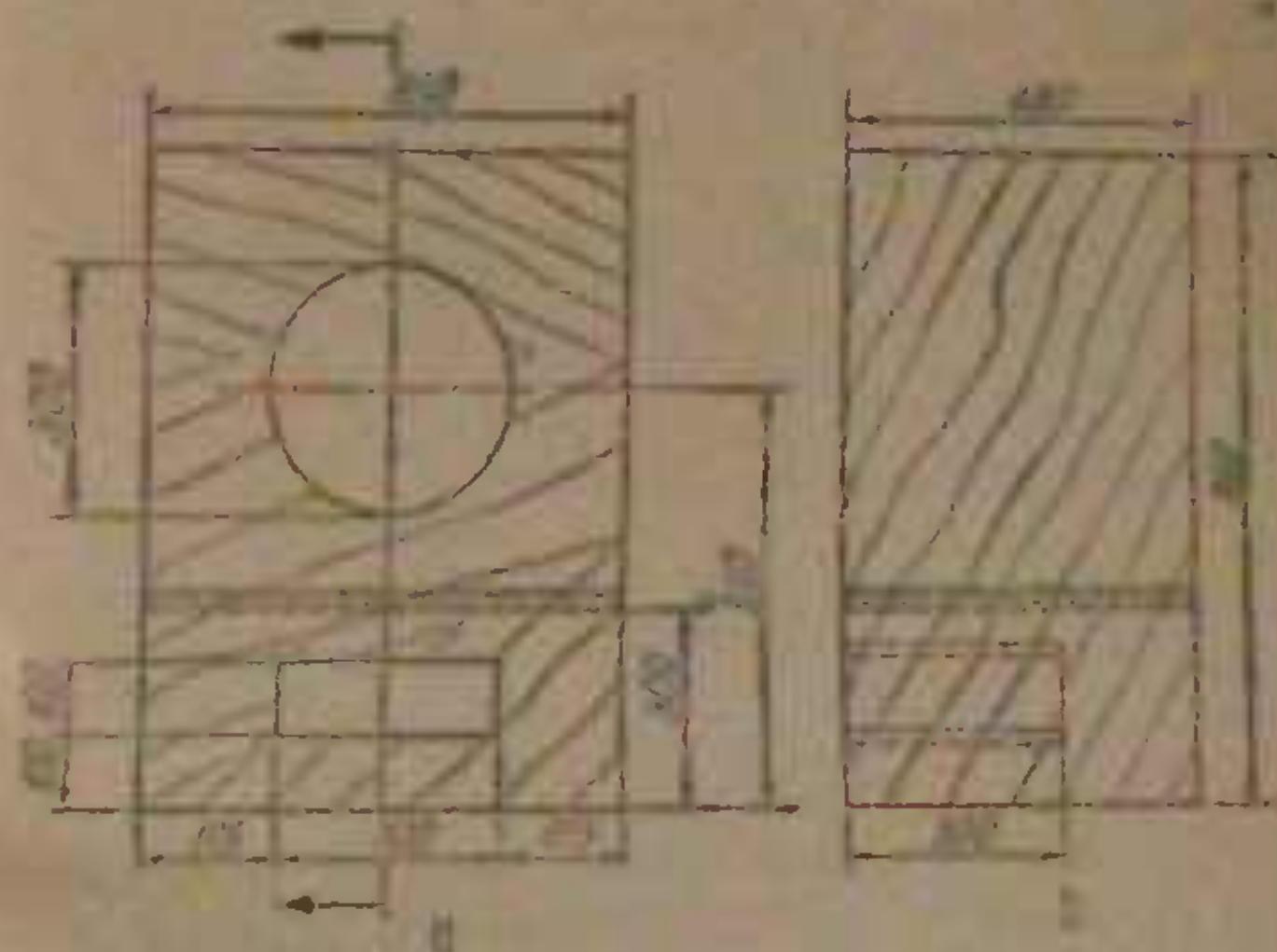


Fig. 4.31. Incintă acustică basireflex cu volum de 220 dm³:
a - vedere frontală; b - vedere laterală.

Încinta acustică este acoperită pe frecvența de 30 Hz. Peretele este confecționat din panou cu grosimea de 20 mm cu următoarele dimensiuni:

- panou frontal și de spate: 600 mm × 600 mm;
- panou lateral: 600 mm × 400 mm;
- panou superior și inferior: 600 mm × 400 mm.

Pe panoul frontal se găsește decupat o gaură circulară cu diametrul de 330 mm (în cazul în care difuzorul are astfel aranjat pe fața exterioară a peretelui) sau de 300 mm (dacă astfel se aranjază pe fața interioară) și o altă dreptunghiulară cu dimensiunile de 300 mm × 100 mm. În dreptul acestei decupări se găsește montat un tub de secțiune dreptunghiulară, identică cu mărime cu cea a deschiderii, și cu o înălțime de 100 mm. Amplasamentul deschiderii încintei acustice bass-reflex față de marginea peretelui, este arătat în figura 4.31, a. În ceea ce privește modul de fixare a difuzorului față de panoul frontal, sunt date indicații de montaj în figura 4.32 pentru cele două variante amintite.

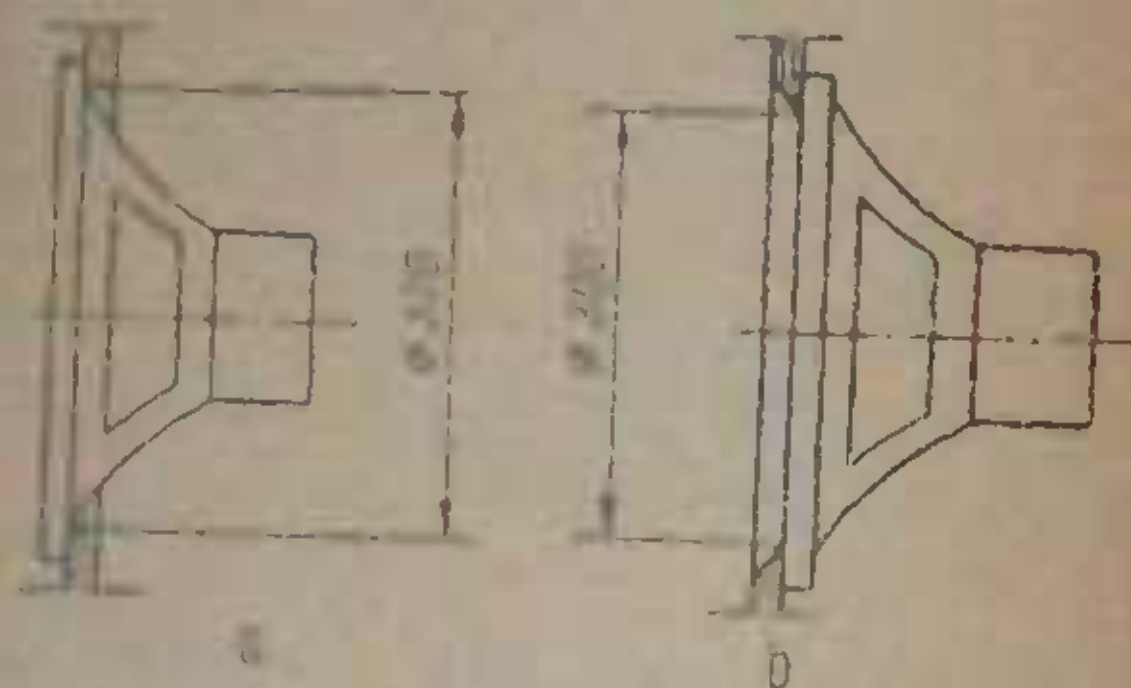


Fig. 4.32. Fixarea difuzorului pe panoul frontal:
a — pe capul panoului frontal; b — pe spatele panoului frontal.

În interiorul încintei bass-reflex de fabricație Vega se montează, în afară de tratamentul acustic realizat într-o formă acustică, cele utilizate la construcțiile precedente, un panou confecționat din două plăci de muciavă,

panoul exterior așa cum se arată în figura 4.33. Modul acestui panou constă în reducerea amplitudinii oscilațiilor membranei difuzorului, într-un domeniu de frecvențe situat în apropierea rezonanței, cu consecințe favorabile în ceea ce privește valoarea distorsiunilor armonice și de modulație. Panoul este amplasat la o distanță de 300 mm față de marginea interioară a cabinetului și are o suprafață de 606 mm × 430 mm. Plăcile de muciavă groase de 5 mm și depărtate de 10 mm una de cealaltă din per-

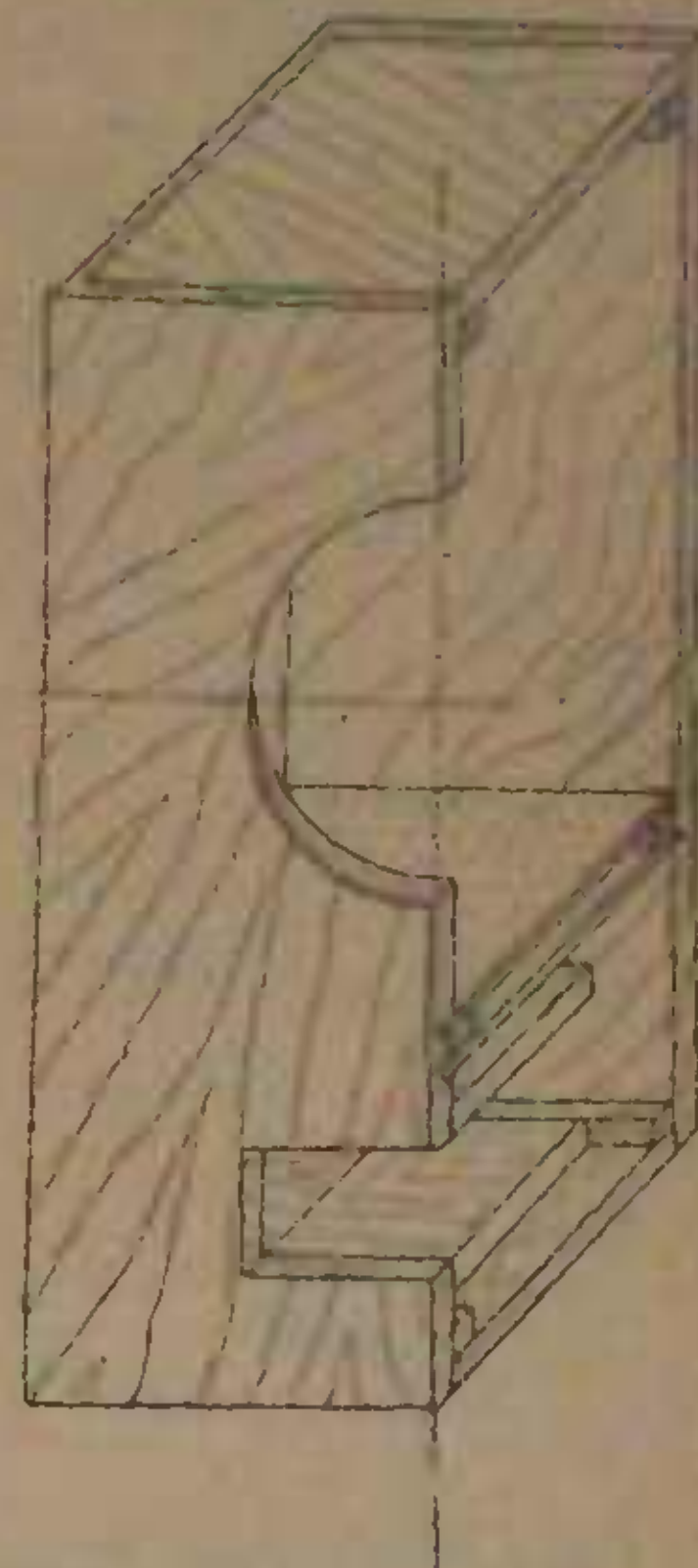


Fig. 4.33. Vedere interioară a încintei.
1 — panou format din două plăci de muciavă.

forate cu găuri cu diametrul de 4 mm, distanțate la 12,7 mm.

Acest panou este fixat în mod etanș de peretele cabinetului bass-reflex.

Incinta Vega este finisată în exterior cu furnat de mătase. Incinta acustică bazoflex, de tip Ellipse. Această incintă de formă originală, este utilizată frecvent în Franța. În principiu, se compune (v. Fig. 4.25) din camera propriu-zisă și dintr-un reflector. Reflectorul, fix sau detașabil, reprezintă de fapt o porțiune din suprafața unei sfere de rază mare, și în consecință el comportă

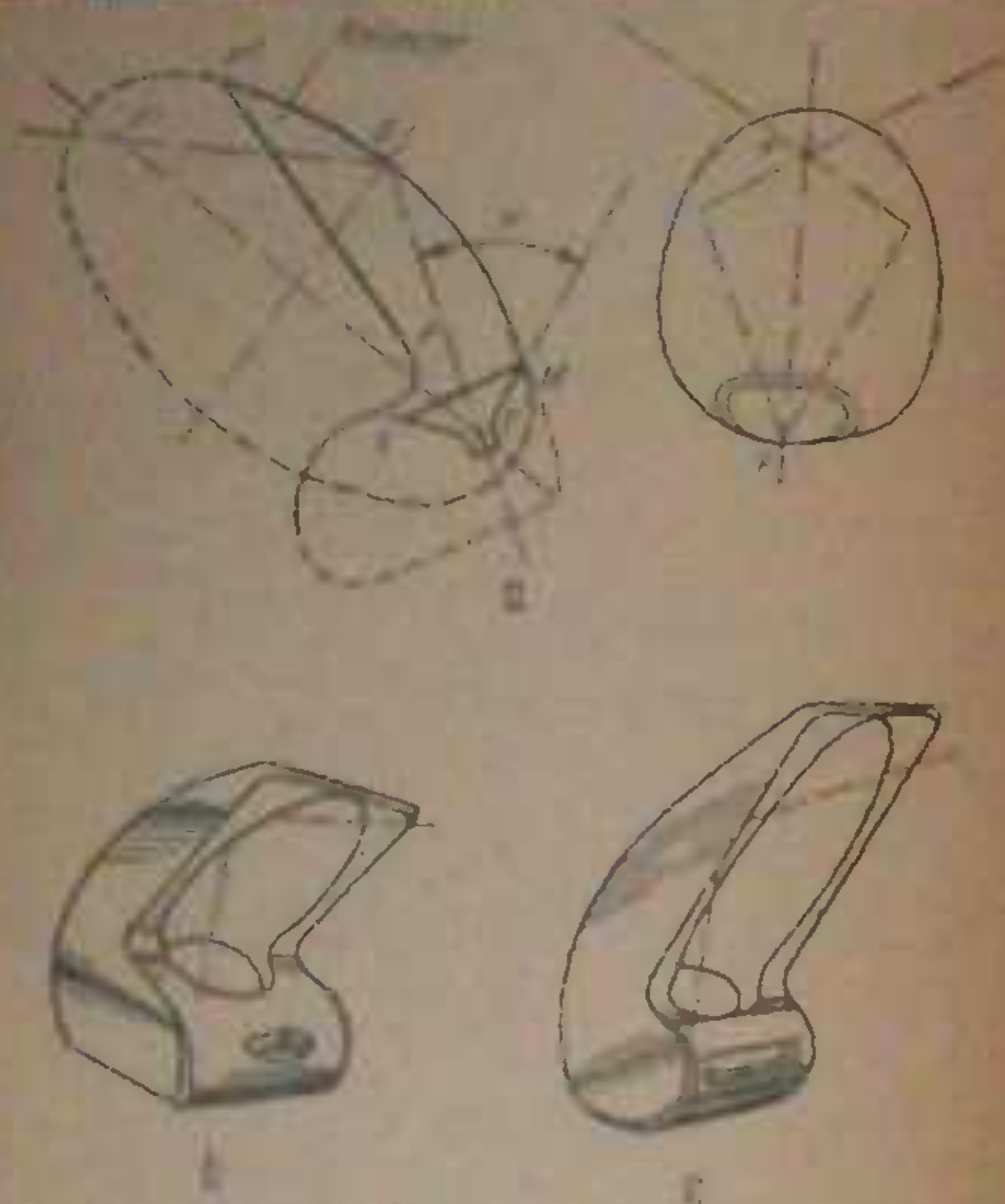


Fig. 4.24. Modulul reflectorului la o incintă Ellipse: a - secțiune și vedere din reflector; b - reflector detașabil și fixat pe incintă; c - reflector detașabil în poziție.

doi focare (v. Fig. 4.34). Într-unul din aceste focare, notate în figura 4.34 cu litera F, se amplasează sursa sonoră (difuzorul). Undele sonore emise de difuzor se concentrează

la celălalt focar notat cu F' după care se dispersază în toate unghiuri solide de valoare mare (70° în jur de 20° de abatere în acest fel a caracteristicile undelor a sporit de intensitate acustică pe suprafața de audire. De remarcat că unghiulul θ (Fig. 4.34), care reprezintă la determinarea proprietăților directive ale ansamblului acustic-reflector, trebuie să aibă valori de ordinul a 40°, dar lungimea de oscilație are dimensiuni mai mici de 40° în cazul unor suprafețe mari de audire.

Este de asemenea recomandabil ca planul care determină lipsa reflectorului să aibă o axă de simetrie în axele PP și FF și să rămână paralele sau, în orice caz să formeze un unghi est mai puțin.

Incinta bazoflex de tip Ellipse este realizată din ipsos special armat cu fibre vegetale (canari).

În cazul unei camere cu diametru de 500 mm, prevăzută cu un reflector axial o lungime de 625 mm și o lățime de 450 mm (înălțimea totală a ansamblului incintă-reflector fiind de 1100 mm) se obține un câmp în frecvență ca cel din figura 4.25 (se utilizează un difuzor cu caracteristicile următoare: diametru 210 mm, puterea

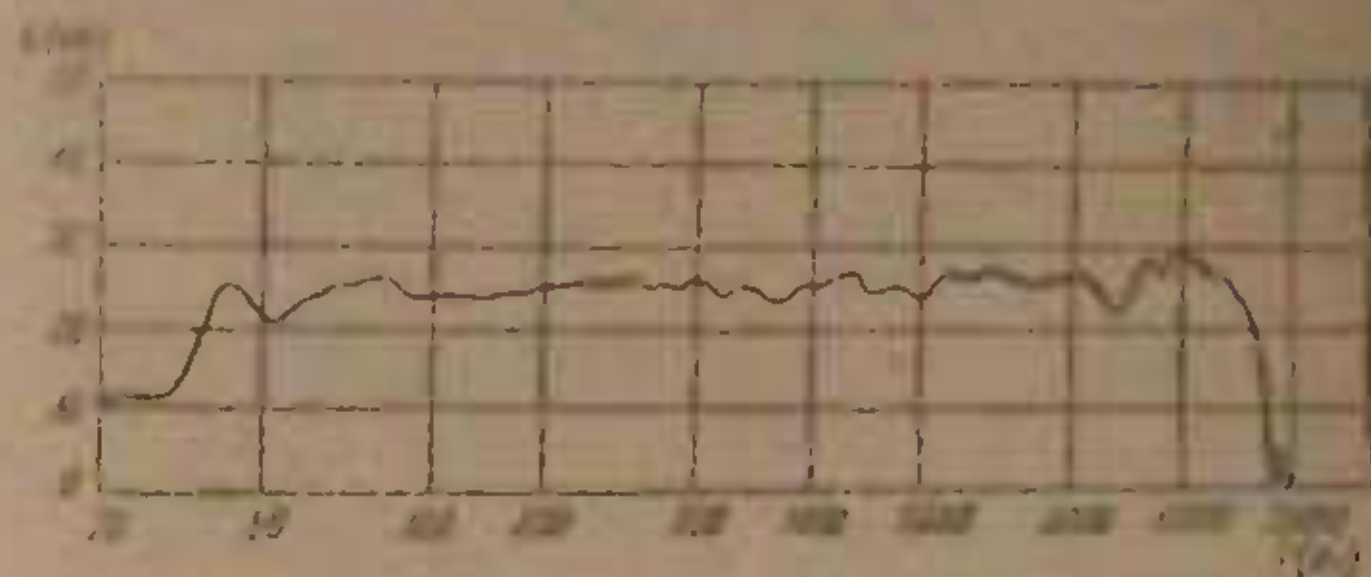


Fig. 4.25. Curba de răspuns a incintei Ellipse cu diametru de 500 mm, echipată cu un difuzor axial ϕ 210 mm.

electrică nominală 6 VA, impedanță 2,5 Ω , frecvență de rezonanță 60 Hz).

Modul de confecționare al unei incinte acustice bazoflex de tip Ellipse. Pentru amatori de reproducere sonoră care ar dori să utilizeze în instalațiile de sonorizare din locuințe și săli de muncă, realizate cu mijloc

peștii, se prezintă în cele ce urmează principalele etape de construcție. Presupunând că se urmărește confecționarea unei cantele Elipson cu diametrul de 200 mm și cu o deschidere pentru difuzor axial \varnothing 100 mm, se poate folosi următorul procedeu se prezintă materialul de construcție, la vanul de falc (specii de modelat) într-o cantitate de 7...8 kg. Ca element ajutător pentru creșterea formei sferei se poate utiliza un suport realizat din cauciuc, cu diametrul de 200 mm (de ex. un balon sau o minge). La falc urmărirea se realizează astfel: suport cu un strat de tencuială din gips amestecat, care este lăsat să se usuce (figura 4.30). Operația se repetă de 3...4 ori.

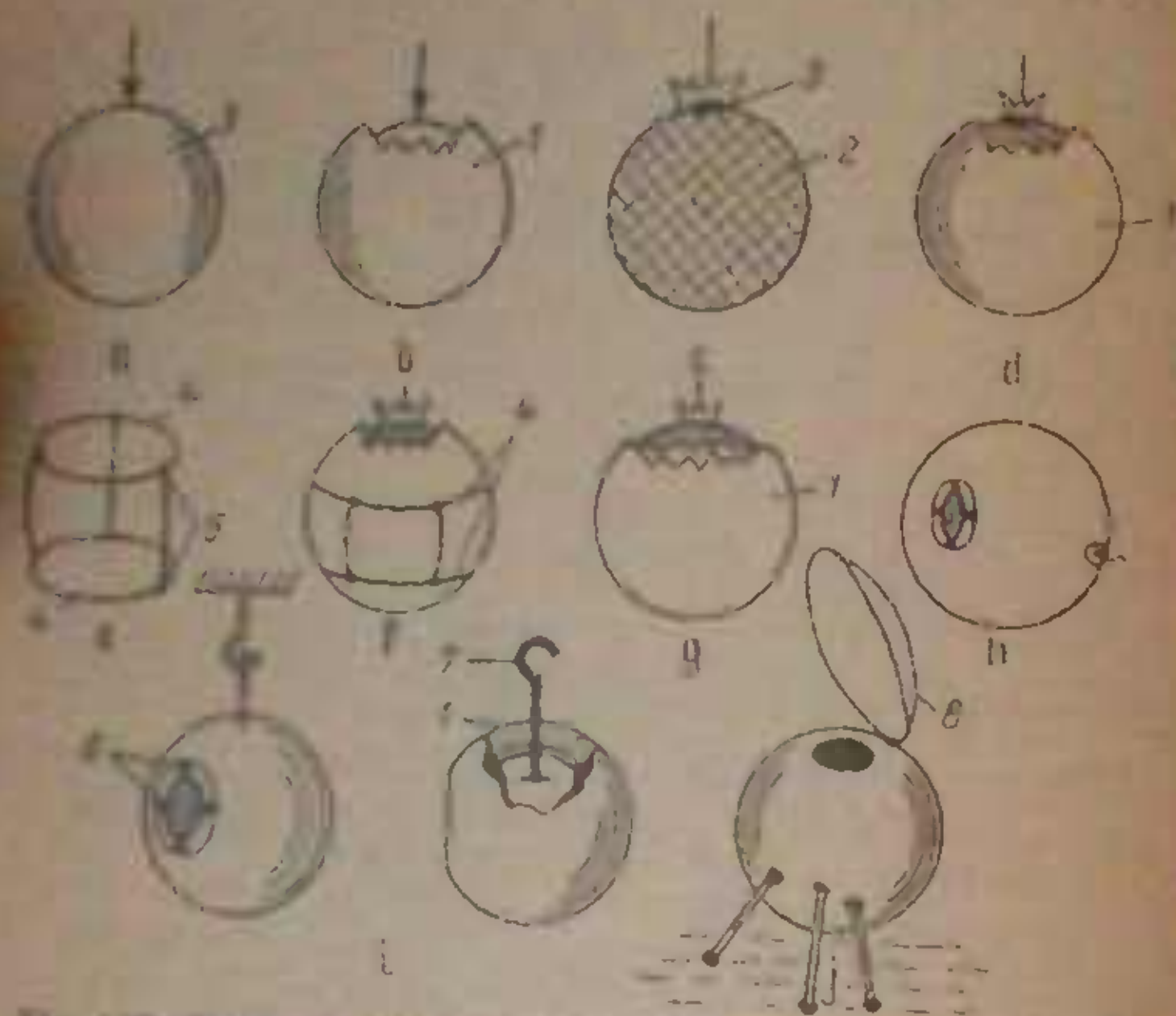


Fig. 4.30. Pași de execuție ai unei întinse de tip Elipson:
1 - modelarea din gips; 2 - strat de tencuială; 3 - usucire; 4 - modelarea din gips; 5 - strat de tencuială; 6 - usucire; 7 - modelarea din gips; 8 - strat de tencuială; 9 - usucire; 10 - modelarea din gips; 11 - strat de tencuială; 12 - difuzor.

* Tipul de modelat (ITAS 545-59), se folosește la confecționarea de tipuri și forme decorative, la turnarea directelor obiecte și modele și pentru suporturi decorative.

După depunerea ultimului strat de tencuială, sfera astfel obținută se usucă în cu o perioadă de timp, dar cum se vede în figura 4.30, c. Pește cantele finală se aplică un alt strat de tencuială ca fiind să se realizeze o depunere cu un strat de tencuială (fig. 4.30, d). Se procedează la armarea cantelei, în care scop se pregătește o structură metalică asemănătoare două încheieturi cu ajutorul unei sime de oțel inoxidabil (fig. 4.30, e). Rolul acestei armături este dublu: pe de o parte să asigure rigiditatea construcției, iar pe de altă parte să constituie grinzile din care se realizează suportul de fixare a difuzorului difuzorului. Întreg ansamblul, astfel obținut, se acoperă cu două sau trei straturi de gips, după ce se netezește cu atenție, sînd lăsat să se usuce 2...3 zile.

Operația următoare se execută cu mătă gră, fiind vorba de decuparea (pînă la nivelul primului nivel metalic al armăturii, fig. 4.30, f) a unei calne sfere. Se extrage apoi suportul elastic, interiorul cantelei rămînînd cu o suprafață relativ netedă. Greutatea unei astfel de întinse poate depăși 10 kg sau că la alegerea sistemului de fixare (prin calne metalice în cazul suspendării de plafon, sau pe tripod în cazul aşezării pe pardoseala încăperii, figura 4.30, g și h) piesele componente vor fi dimensionate în consecință.

Ultima fază de construcție constă în practicarea a două orificii, cu diametrul de 10 mm, pe zona superioară a cantelei, pentru decuparea difuzorului. Aceste găuri constituie deschiderea incintei hidrofonice. Tot acum se execută și o altă perforare cu diametrul mai mic sau cel puțin egal cu 10 mm, prin care se trag conductoarele electrice de conexiune ale difuzorului.

Difuzorul odată montat se trece la acoperirea cu lapte de ipsos (sau o pastă calcinată) a eventualelor interstii aflate în jurul suportului sau cantelei din metalul al armăturii. În acest fel se asigură etanșetatea construcției.

Ca material pentru finisajul exterior se poate utiliza vopsele, în reținute care să se armonizeze cât mai bine cu mediul din încăpere.

Incinta astfel realizată se adăugă un reflector confecționat tot din ipsos de modelat, armat cu fibre vegetale.

Suprafața se polimerizează se polimerizează cu lăgrare și apoi se acoperă cu un strat de vopsea de culoare pentru a-i conferi proprietățile reflectante de sunet. La montarea reflectorului se va avea în vedere indicațiile prezentate anterior.

● **Încălzița acustică basareflex cu deschideri multiple.** Un tip de casă basareflex cu deschideri „distribuite” este de mai multă vreme utilizată pentru reproducerea sonoră de înaltă fidelitate. Dintre avantajele unei astfel de încălzițe a cărei vedere frontală este arătată în figura 4.27, a, pot fi enumerate: o caracteristică de frecvență cu dezvoltări reduse și o atenuare sporită a rezonanțelor parazite, ca urmare a reducerii rezistenței de frecare produse prin înlocuirea unei decupări simple cu mai multe orificii circulare.

Încălzița de formă paralelipipedică, cu dimensiuni exterioare de: 210 mm x 910 mm x 390 mm are un volum util de 165 dm³. Ea poate fi confecționată din panel sau P.A.L. cu grosimea de 16 mm.

Panelul frontal este prevăzut cu o decupare circulară cu diametrul de 200 mm în dreptul căreia se fixează un difuzor Mustang M 12 T University, având Ø 300 mm.

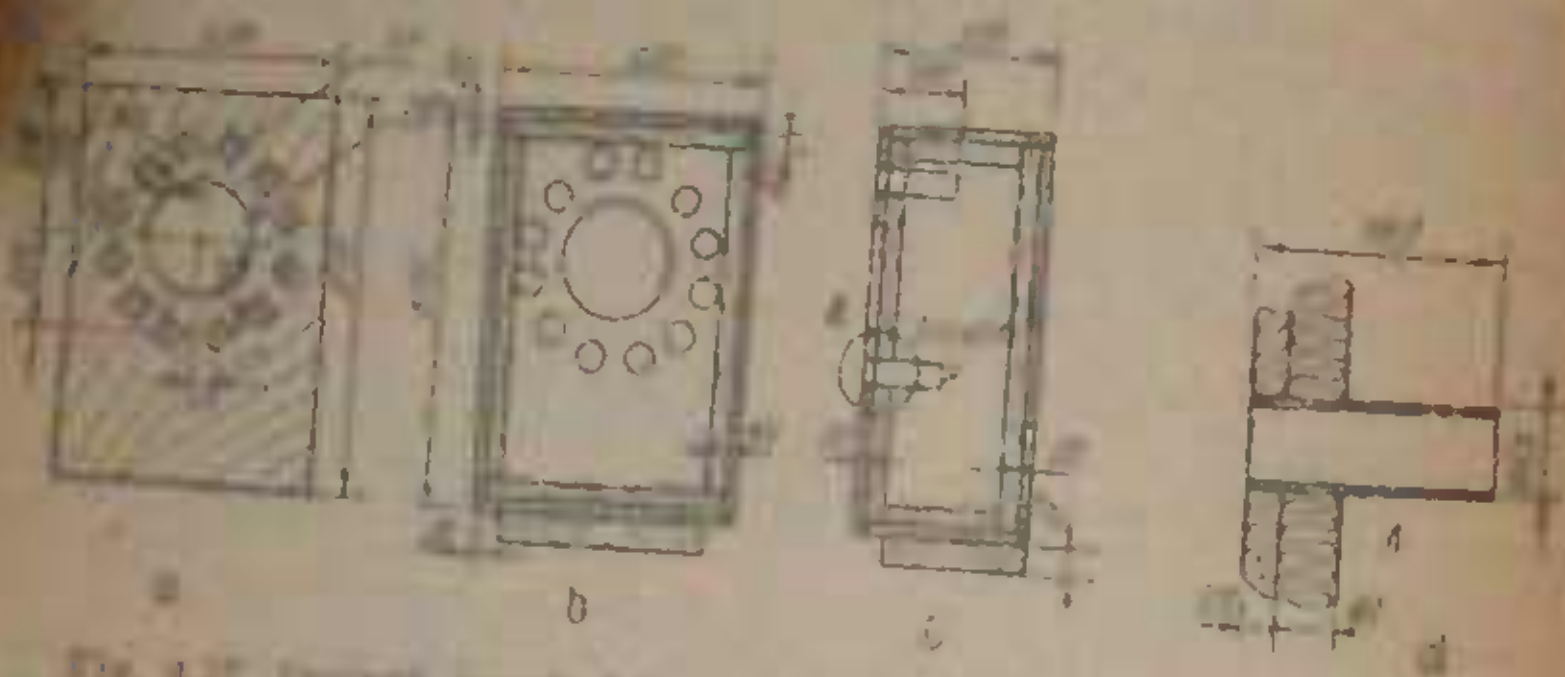


Fig. 4.27. Încălziță acustică basareflex cu deschideri multiple.
a - vedere frontală; b - vedere din spate (trăie capac); c - secțiune longitudinală; d - detaliu de fixare a tubului.

Difuzorul are o putere nominală de 15 VA, impedanță nominală 8 Ω și o frecvență de rezonanță de 40 Hz. Tot pe acest panou se găsește și orificiile circulare cu diametre de 57 mm, distanțate față de axele de simetrie ale decupării difuzorului la 57 mm, 150 mm și respectiv 210 mm

la se vedea figura 4.27, d. În dreptul fiecărei găuri circulare se găsește un tub cu lungimea de 110 mm și diametrul exterior de 64 mm. Fixarea acestor tuburi de față interioară a peretelui frontal va fi executată astfel încât să se asigure o deplină etanșeitate (fig. 4.27, c, detaliul A).

Ca și în celelalte exemple, se prevede un tratament acustic realizat din plăci de vată minerală cu grosimea de 40 mm repartizate pe suprafața interioară a pereților.

În exterior, casa este acoperită cu plăci de melamin.

Variantă constructivă ale încălzițelor acustice basareflex cu deschideri distribuite. Ca o variantă constructivă a caselor basareflex cu deschideri distribuite poate fi menționată și încălzița din figura 4.28, de formă paralelipipedică și cu dimensiuni exterioare de: 250 mm x 910 mm x 250 mm. Volumul său interior este de aproximativ 40 dm³.

Casa este echipată cu 2 difuzoare de diametrul 150 mm. Puterea nominală a unui difuzor este de 5 VA, impedanța este de 15 Ω iar frecvența de rezonanță este de 65 Hz.

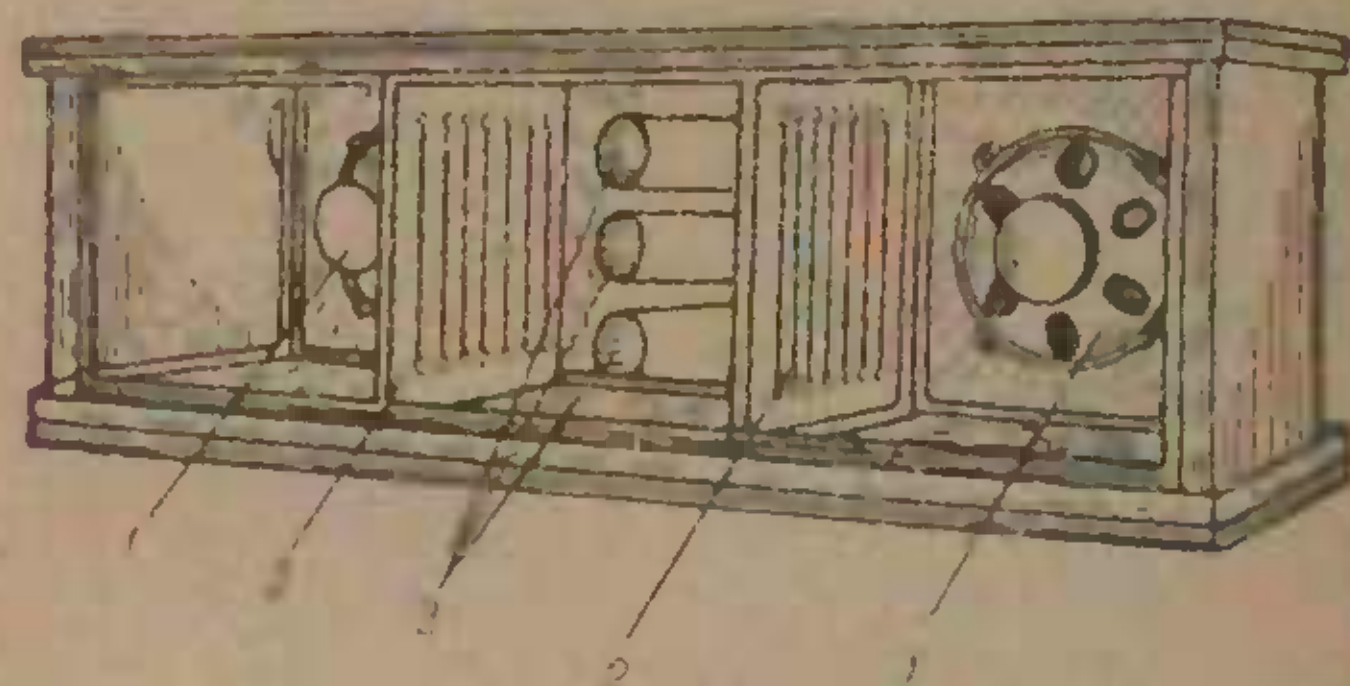


Fig. 4.28. Variantă constructivă a încălzițelor basareflex cu deschideri distribuite.
1 - difuzor; 2 - panou de fațadă; 3 - difuzor din spate.

Ea este realizată, de asemenea, din panel cu grosimea de 20 mm.

Panelul frontal prezintă două decupări circulare cu diametrul de 140 mm în dreptul căreia se fixează difu-

marie (fig. 4.39, c). La mijlocul distanței dintre cele două decupări se găsește amplasate trei orificii circulare cu diametrul de 30 mm și cu o distanță interax de 60 mm. În dreptul lor sînt fixate etanș trei taburi din carton hachurat care au de asemenea diametrul de 30 mm și lungimea de 150 mm.

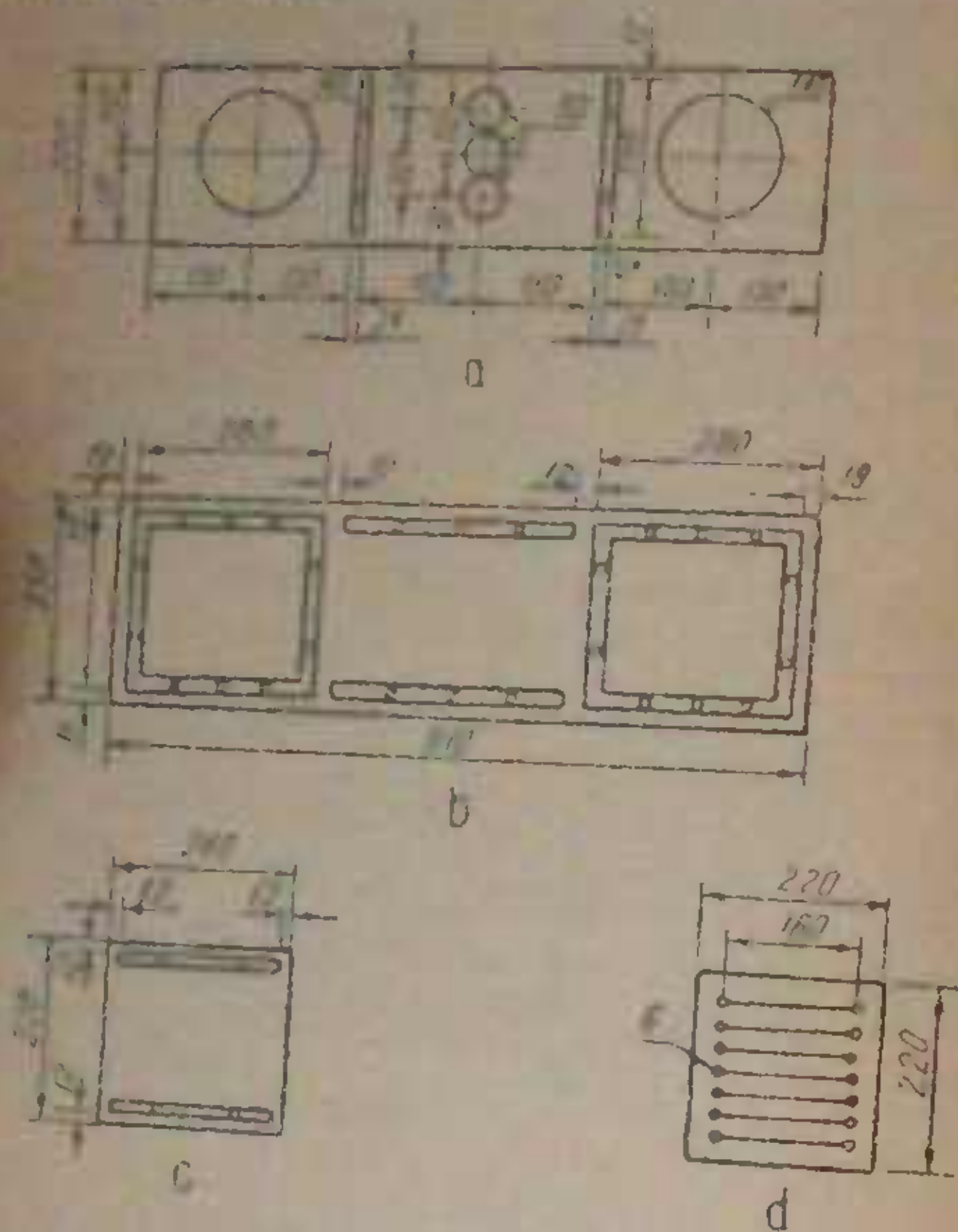


Fig. 4.38. Detaliu constructiv

a - panoul superior pentru panoul frontal; b - panoul lateral; c - panoul lateral; d - panoul lateral cu fante din interiorul interior.

În interiorul casei s-au montat două panouri din PFL pe care s-au prevăzut cu fante de lungime 160 mm terminate cu orificii avînd diametrul de 6 mm (fig. 4.39, d).

Spațiile în care sînt amplasate difuzoarele sînt delimitate de fețele interioare ale pereților superior și inferior, de cele ale pereților laterali și de peretele din spate; acesta din urmă se captușește cu material fonoabsorbant, cu grosimea de 15 mm.

Panoul frontal și pereții laterali pot fi acoperiți în exterior cu o țesătură rară sau cu o grilă. În orice caz, ca și în exemplele precedente, se va avea grijă ca lăța panoului frontal să fie vopsită în culoarea neagră mat, pentru a nu putea fi observate prin plină sau prin masă decupările circulare.

Pereții superior și inferior se vor acoperi cu lei de farnie a căror culoare să se armonizeze cu cea a plăcii sau a mătii.

O altă variantă constructivă a acestui tip de incintă este cea cunoscută sub denumirea de „incintă R.J.” care se caracterizează prin aceea că în panoul frontal se practică o singură decupare altă pentru difuzor cîi și pentru deschiderea rezonatorului Heinrich. Denumirea de R.J. a fost preluată de la numele celor care au construit-o pentru prima dată, F. Roberts și W. Joseph.

Deschiderea, sau mai corect spus fanta care se găsește de-a lungul circumferinței difuzorului, se realizează prin montarea transductorului respectiv pe un panou auxiliar, (notat cu 1 în figurile 4.40, a și b).

După cum se observă în aceste figuri, panoul auxiliar se poate așeza fie în spatele peretelui frontal (fig. 4.40, a), fie în fața acestuia (fig. 4.40, b).

Casa are forma paralelipipedică, cu dimensiunile exterioare de 560 mm x 520 mm x 350 mm, casa ce reprezintă un volum interior de 35 dm³.

Difuzorul din incintă are un diametru de 210 mm, o putere nominală de 6 VA, o impedanță de 15...16 Ω și o frecvență de rezonanță de 65 Hz.

Materialul din care este confecționată incinta R.J. este, ca și în celelalte cazuri, panoul sau plăcile de PAL, groase de 20...22 mm. Panoul auxiliar care este realizat și el din același material, are prevăzută o decupare de diametru 130 mm și este fixat cu buzoane și piulițe de panoul frontal al casei. Prinderea se face astfel încît prin inter-

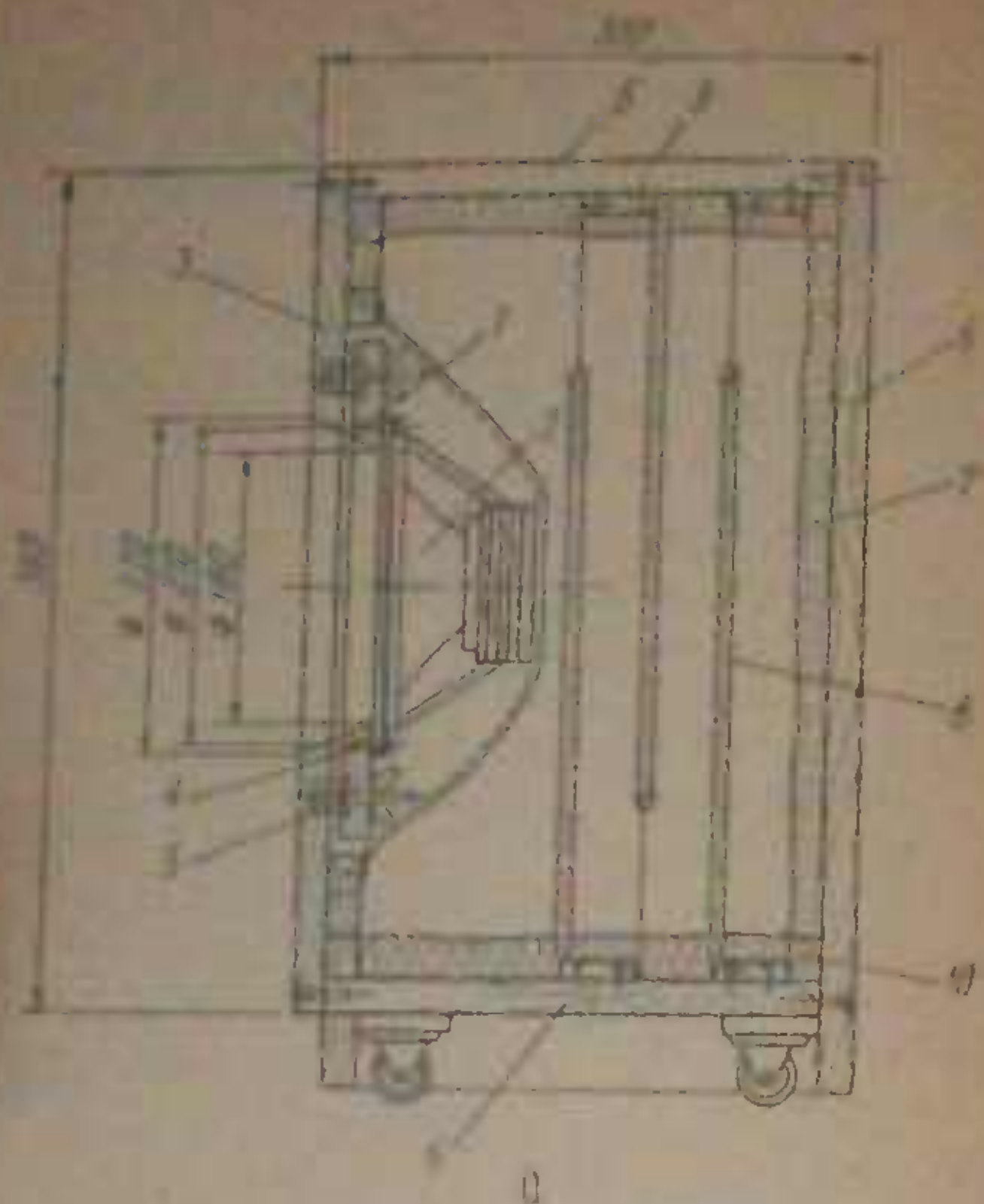


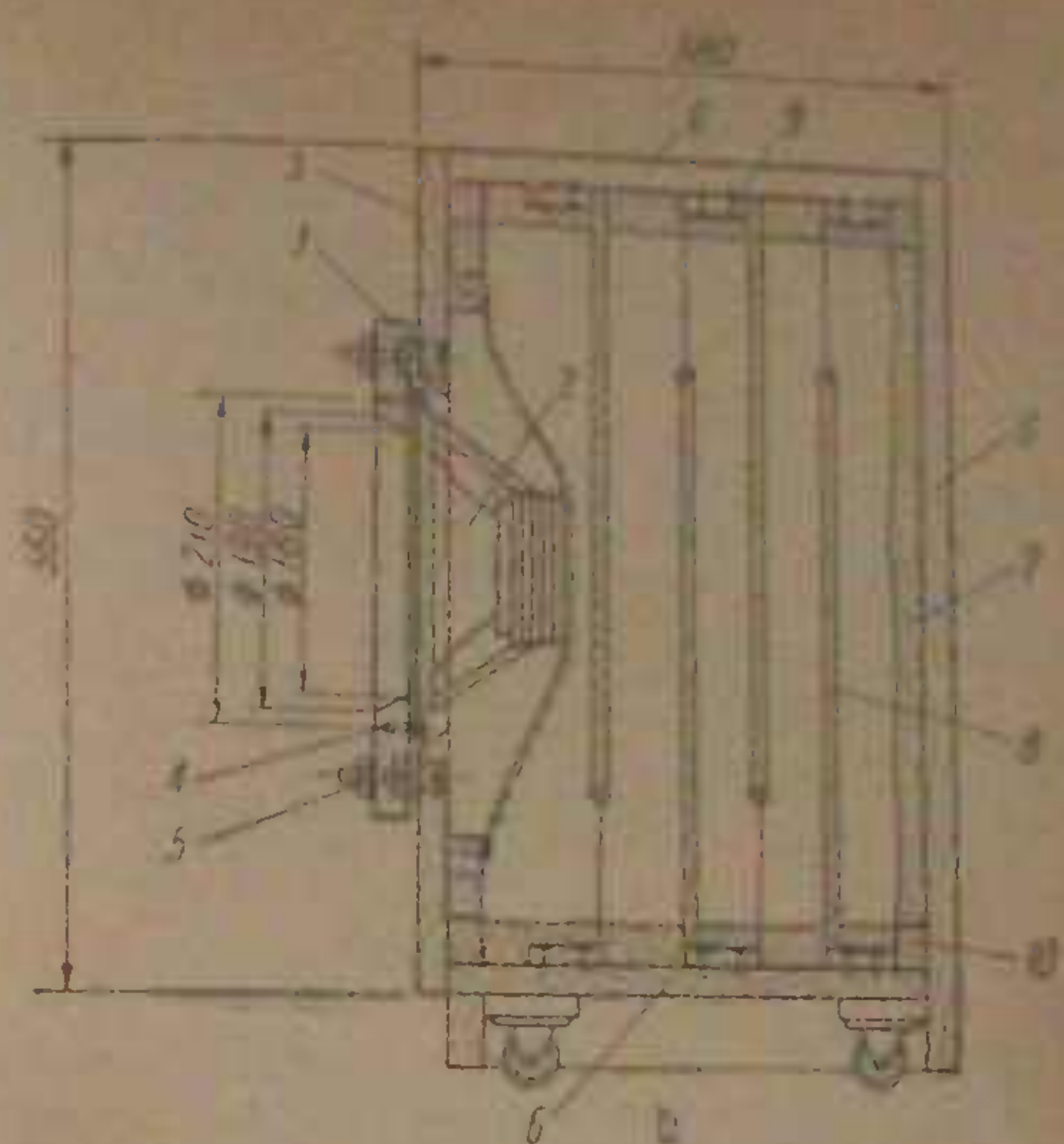
Fig. 4.40. Incintă acustică bassreflex tip II-1.
1 — panou auxiliar montat în spatele panoului frontal;

mediul unor piulițe și contrapiulițe să se poată regla după necesități spațiul dintre panoul frontal și cel auxiliar.

Tratamentul acustic din interiorul incintei este realizat de data aceasta atât din plăci de vată minerală așezate pe fața interioară a pereților ei și din draperii confecționate din material poros, cum ar fi de exemplu moltonul. Ele sunt fixate prin intermediul unor fire din ață părăsindu-și de pereții casei.

Acastă incintă este prevăzută și cu roți pivotante care facilitează transportul sau orientarea ei în interiorul încăperii de audiție.

Finisajul exterior este realizat cu furnic de mahon.



1 — panou auxiliar montat în față;
2 — panou auxiliar; 3 — difuzor; 4 — panou frontal;
5 — șurub cu piuliță pentru fixarea difuzorului; 6 — detașabil pentru realizarea distanței dintre panoul auxiliar și cel frontal; 7 — șurub de vată minerală;
8 — det. de închidere absorbantă în interior cu apă; 9 — det. de închidere pentru difuzor; 10 — det.

● Incintă acustică bassreflex cu „membrană pasivă”.

Cu titlu informativ, se prezintă în cele ce urmează o casetă de tip bassreflex imaginată de H. Olson.

Elementul specific al acestei incinte îl constituie membrana „pasivă”, montată în dreptul deschiderii rezonatorului Helmholtz. Diametrul ei este egal cu cel al membranei active, materialul din care este confecționată trebuie să fie suficient de rigid, iar frecvența proprie de rezonanță să se situeze în jurul valorii de 15 Hz. Cu o astfel de incintă se obțin rezultate foarte bune în gama frecvențelor joase, contribuind la ridicarea calității audi-

ției. Aceste încuiări au determinat ca mulți producători de aparataj electroacustic ca de ex. J.B. Lansing. Celentian și STARK să adopte o ardeă de soluție constructivă.

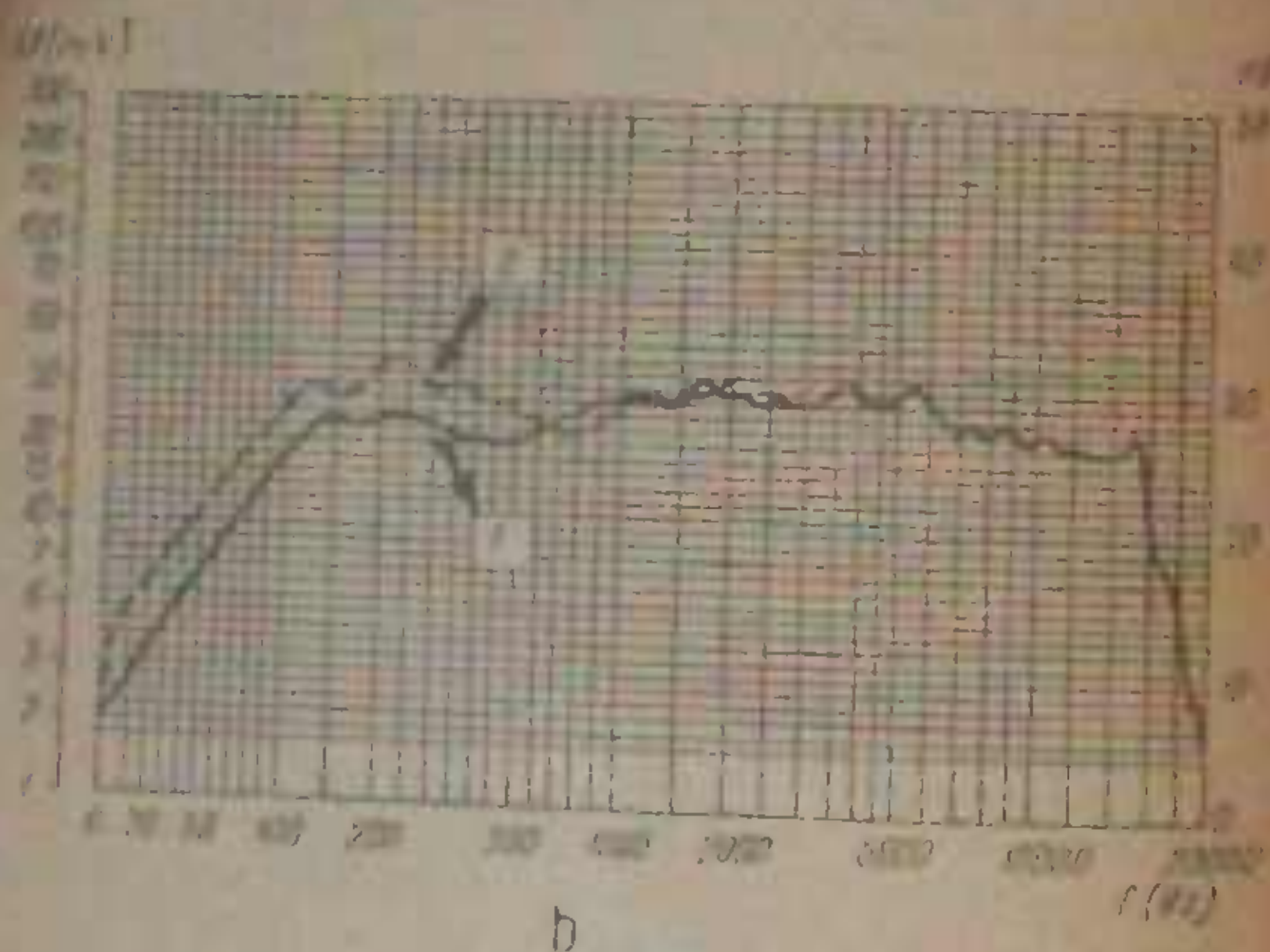
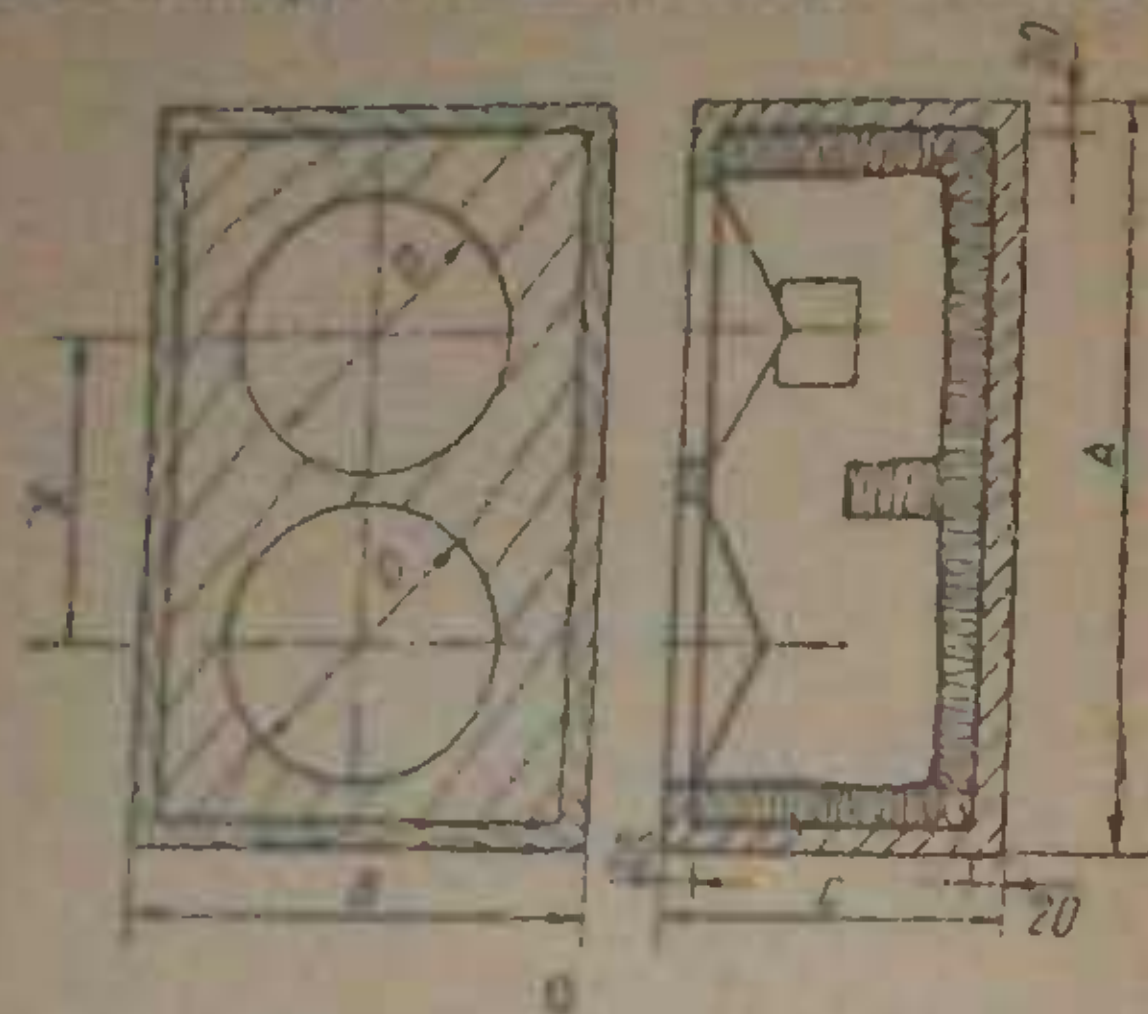


Fig. 4.41. Incintă acustică Lantreflex cu „membrană pasivă”
a — vedere frontală și secțiune transversală, b — curba de răspuns.

Schematic se indică în figura 4.41, a o vedere frontală și o secțiune ai unor ardeă de incintă realizată de firma STARK, iar în figura 4.41, b curba de răspuns a cabinet Lantreflex fără membrană pasivă (curba 1) și cu membrană pasivă (curba 2).

Tabelul 4.3 conține principalele dimensiuni ale cabinetelor în cazul utilizării unor difuzoare de diametru (140 mm, 170 mm și 220 mm).

Tabelul 4.3

Dimensiunile cabinetelor în funcție de diametrul difuzorului

Diametrul difuzorului mm	1	2	3	4	5
220	320	330	340	350	360
170	260	240	230	150	120
140	240	220	180	110	100

4.5 INCINTA ACUSTICĂ CU LABIRINT

Incinta acustică cu labirint, al cărei principiu de funcționare a fost descris (la § 2.4.1), reprezintă o categorie deosebită de case, așa cum se poate constata și din schița prezentată în figura 4.42. Forma exterioară a incintei arătată în această figură este paralelipipedică, iar dimensiunile exterioare sînt următoarele: înălțimea 700 mm, lățimea 500 mm și adîncimea 400 mm. Volumul interior util, rezultat este de aproximativ 100 dm³.

În interiorul cutiei se găsește montat un difuzor de fabricație Supravox, tip RTF-54 al cărui diametru este de 220 mm.

Materialul de execuție este PAL-ul cu grosime de 25 mm pentru panoul frontal și pereții laterali și de 22 mm pentru pereții de spate. Panourile din interior care delimitează pereții labirintului sînt de asemenea confecționate din panou cu grosimea de 25 mm.

Panoul frontal este prevăzut cu două decupări: una circulară cu diametrul de 190 mm în dreptul căreia se montează difuzorul și una de a doua de formă dreptun-

ștărilor, având lungimea egală cu 430 mm (cola interioară a casetelor) și lățimea de 10 mm.

Labirintul are o secțiune de 102 mm x 430 mm. Ca tratament acustic s-a folosit vată minerală, în vrac, cu-

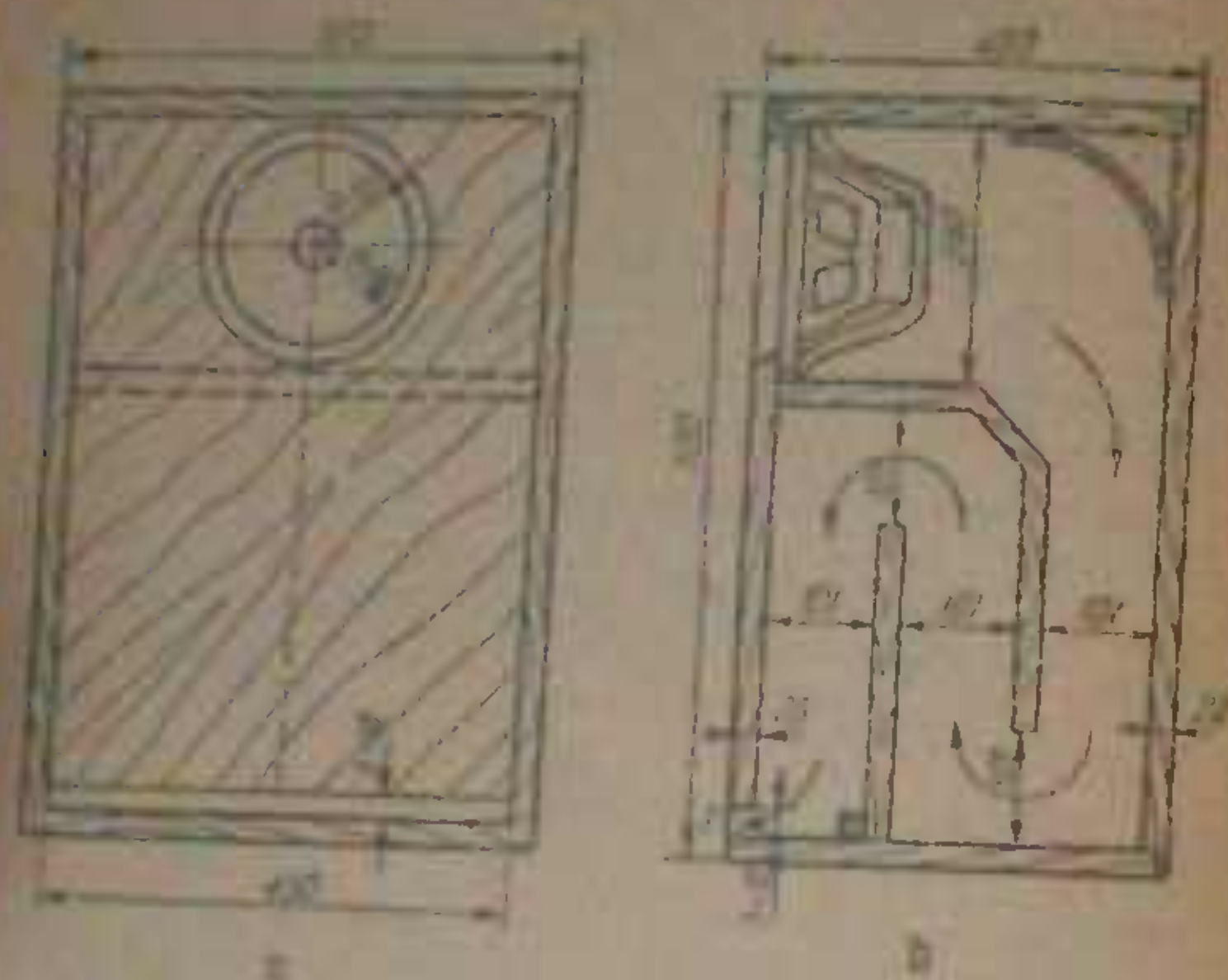


Fig. 4.42. Incintă acustică cu labirint.
a — vedere frontală; b — secțiune transversală.

plăci sub formă de perne din plină cu care s-au umplut cufourile labirintului. După cum se observă în figura 4.43, s-a mai utilizat și un strat de material plastic cu grosime de 10 mm cu care s-a acoperit scatele deluzorului.

O grijă deosebită s-a acordat obținerii unei bune etanșități față de care nu se pot pune în evidență calitățile tehnice ale labirintului. În acest scop s-a folosit un amestec din cauciuc și cel de cauciuc cu care s-au acoperit toate intersticiile.

Pentru a verifica după o anumită durată de funcționare starea acustică din interiorul incintei s-a prevăzut ca panoul frontal să fie demontabil. O astfel de soluție este convenabilă și pentru repartizarea materialului absorbant în timpul confecționării labirintului.

Ca și în celelalte exemple de construcții de camere, izolate cu alegerea materialului de finisaj și amenajarea acustică a unei rampe ornamentale la panoul frontal să fie

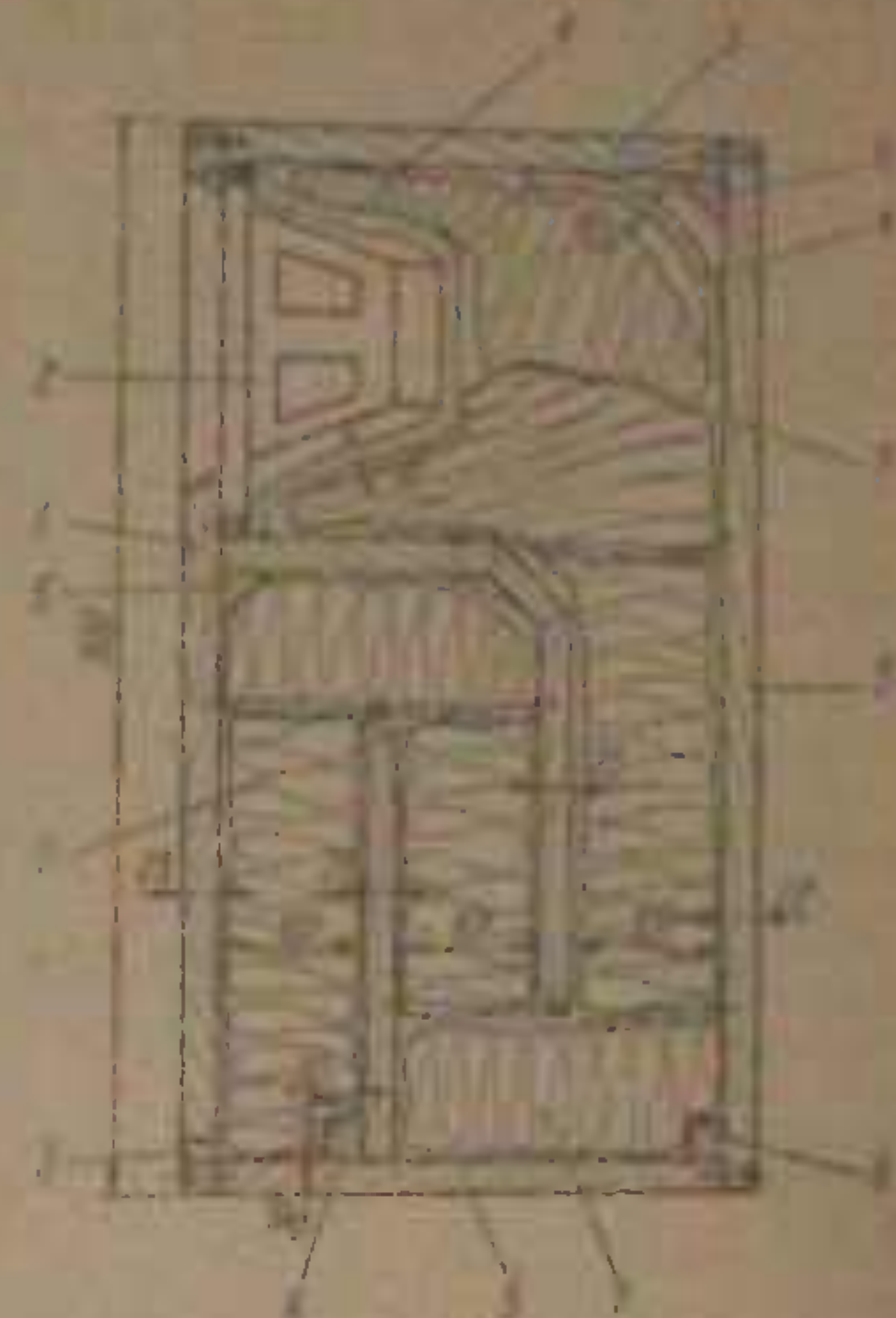


Fig. 4.43. Detaliu constructiv al incintei acustice cu labirint.
1 — panou frontal;
2 — cauciuc; 3 — vată
4 — strat de polimer;
5 — panou;
6 — vată
de minerală; 7 — perne
de vată minerală.

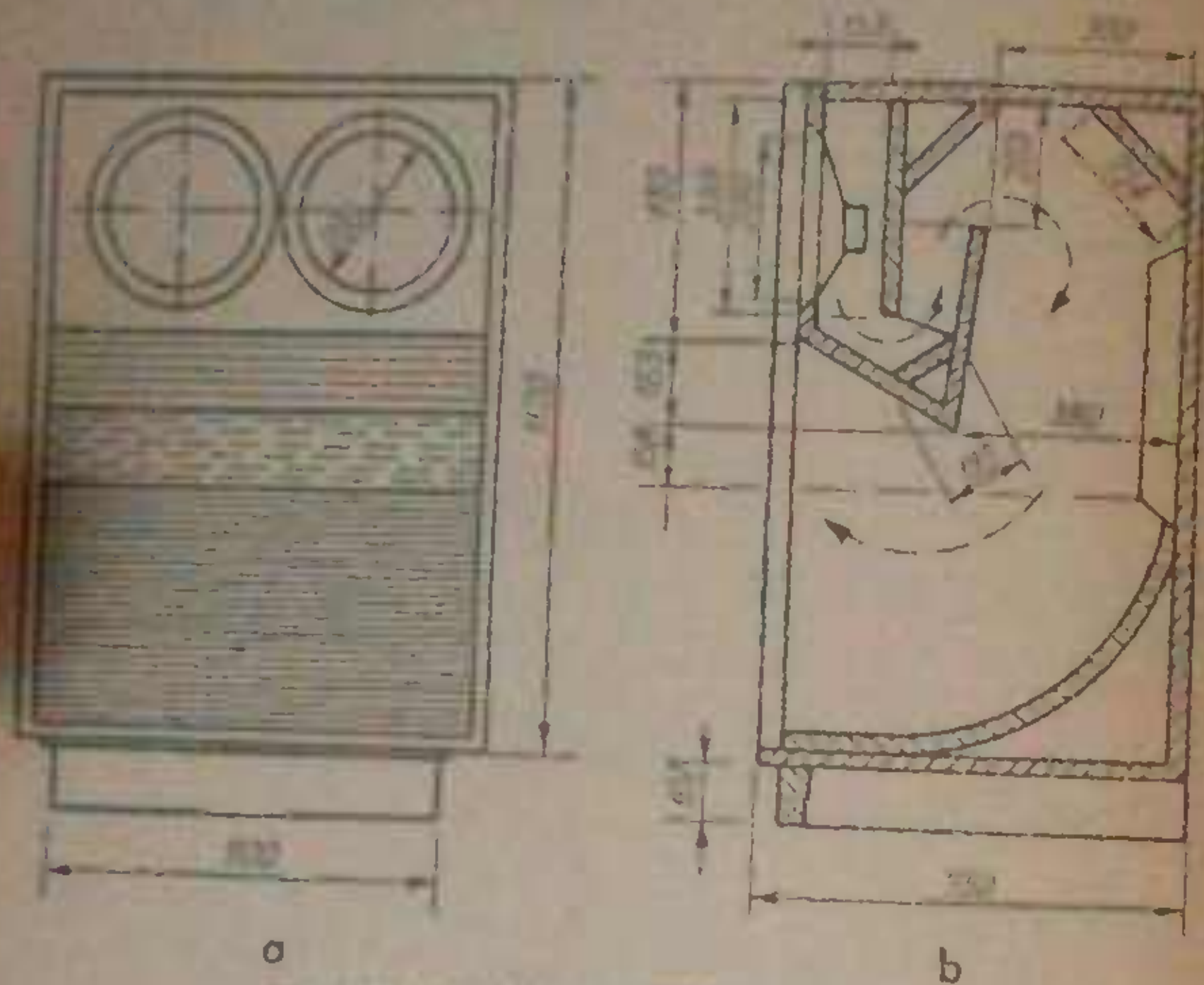
realizată de constructorul acustic, astfel încât aspectul exterior să fie conform dorințelor sale și să se poată armoniza cu mobilierul încăperilor de locuit.

4.5. INCINTA ACUSTICĂ CU PILNII.

Realizarea practică a unei astfel de incinte implică depășirea unor dificultăți constructive, așa că ea este mai puțin recomandată pentru amatorii reproducătorilor de înaltă fidelitate. Totuși pentru a exemplifica și modul de realizare practică al incintei cu pilni se prezintă în figura 4.44 a vedere frontală și o secțiune transversală printr-o cutie având dimensiunile exterioare de 1 120 mm x 1 060 mm x 750 mm.

Această incintă este echipată cu 2 difuzoare Good-
man Audion 51 Bass, având puterea nominală 15 VA,
impedanță nominală 15...16 Ω , și frecvența de rezonanță 35 Hz.

Așa cum s-a arătat în 2.42 și cum se poate constata
în figura 4.44 există o asemănare de principiu între in-
cinta acustică cu labirint și cea cu pînle. Ambele conțin
în interiorul lor un tub la ale cărui capete se găsesc di-



a

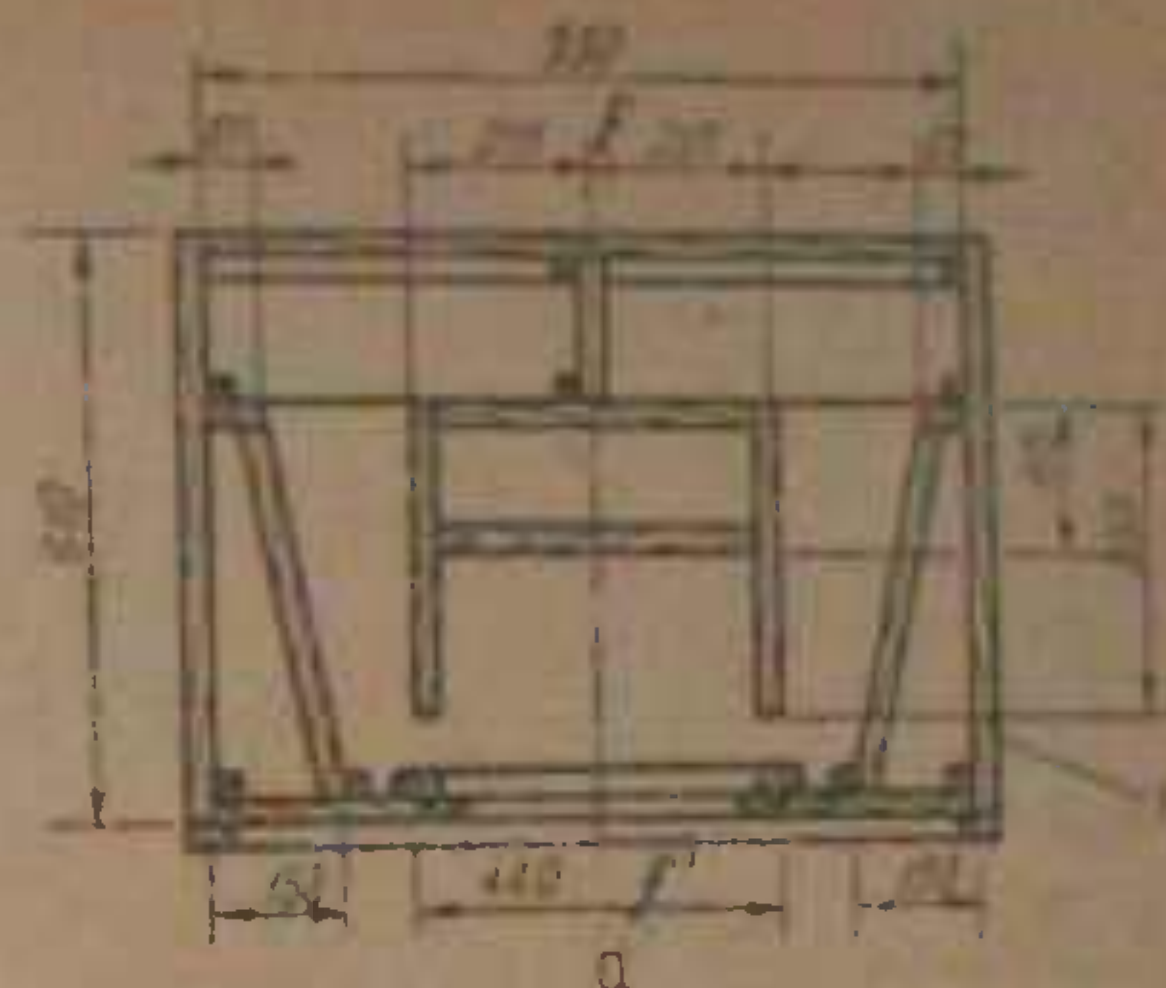
b

Fig. 4.44. Incintă acustică cu pînle:

a — vedere frontală; b — secțiune transversală.

fuzorilor și respectiv o deschidere. Ceea ce le deosebește
este secțiunea tubului care în primul caz este de mărime
constantă pe cînd în cel de al doilea crește progresiv de
la difuzor spre deschidere.

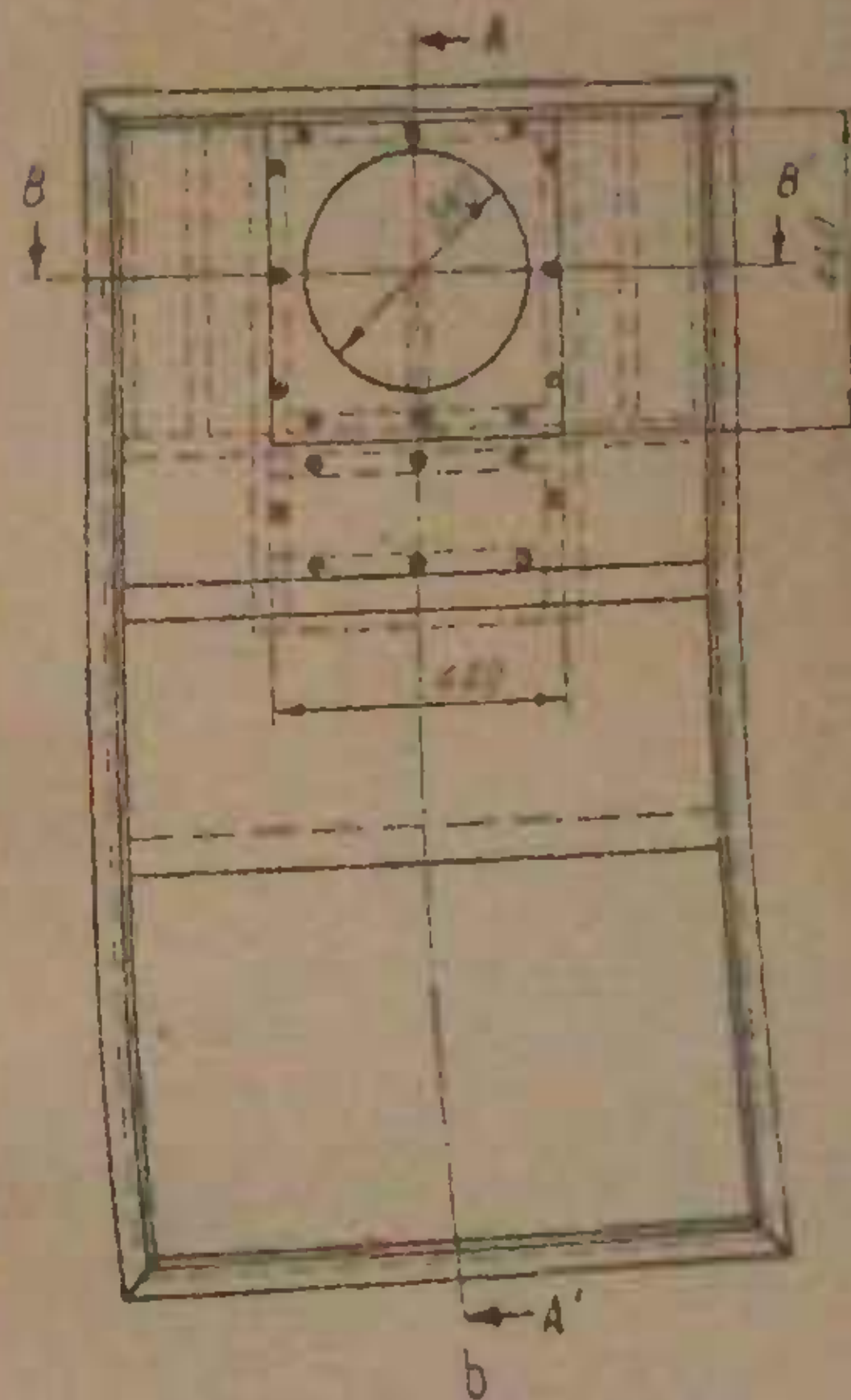
Trebuie remarcat că pentru pereții exteriori cit și
pentru cei plani din interior s-a folosit ca material de
construcție pansul. Mai dificil de confecționat este pere-
tele convex situat în partea inferioară a casei. Execuția
sa este posibilă prin realizarea unei structuri din mai



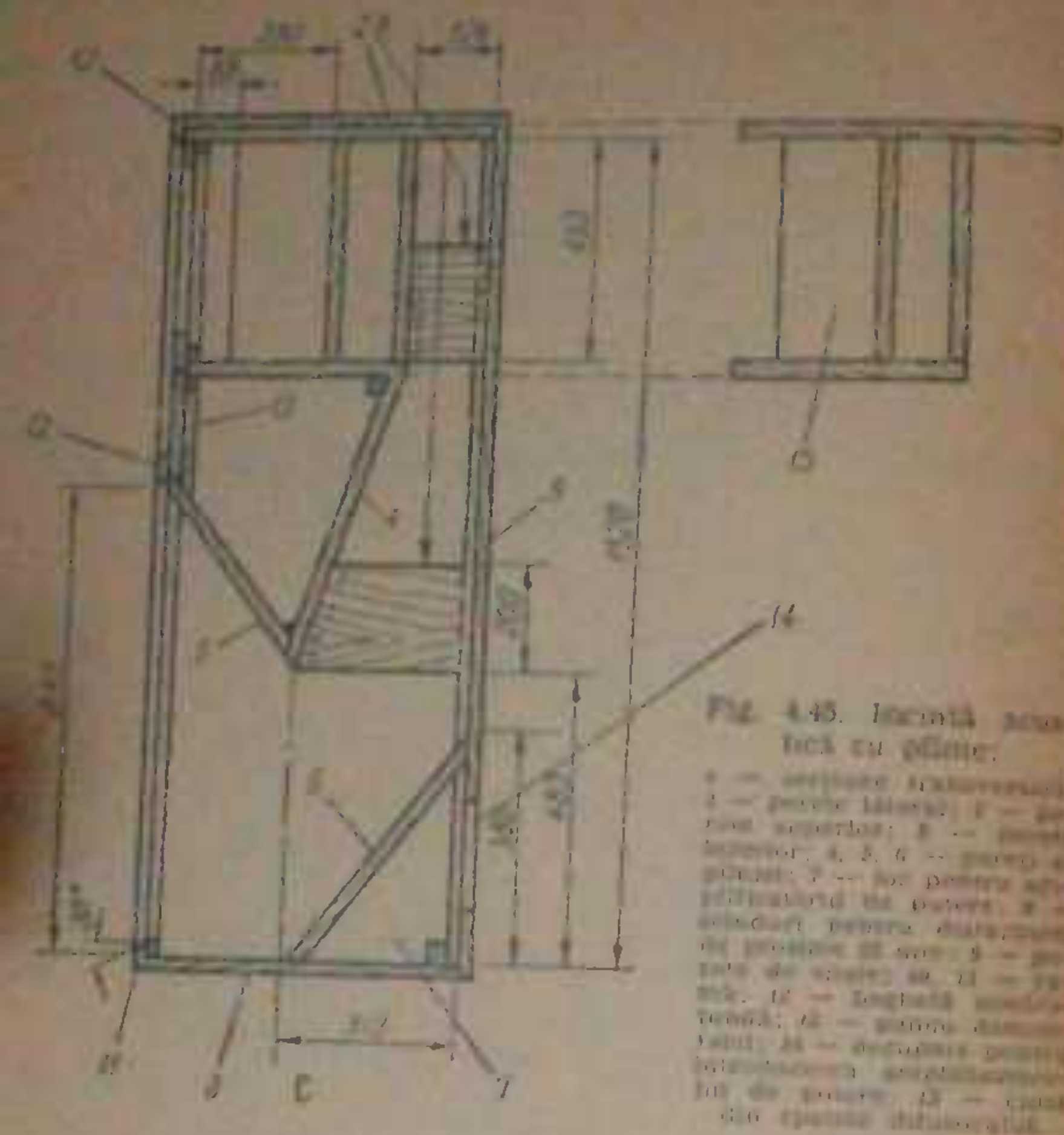
a

Fig. 4.45. Incintă
acustică cu
pînle:

a — secțiune lon-
gitudinală; b —
vedere frontală.



b

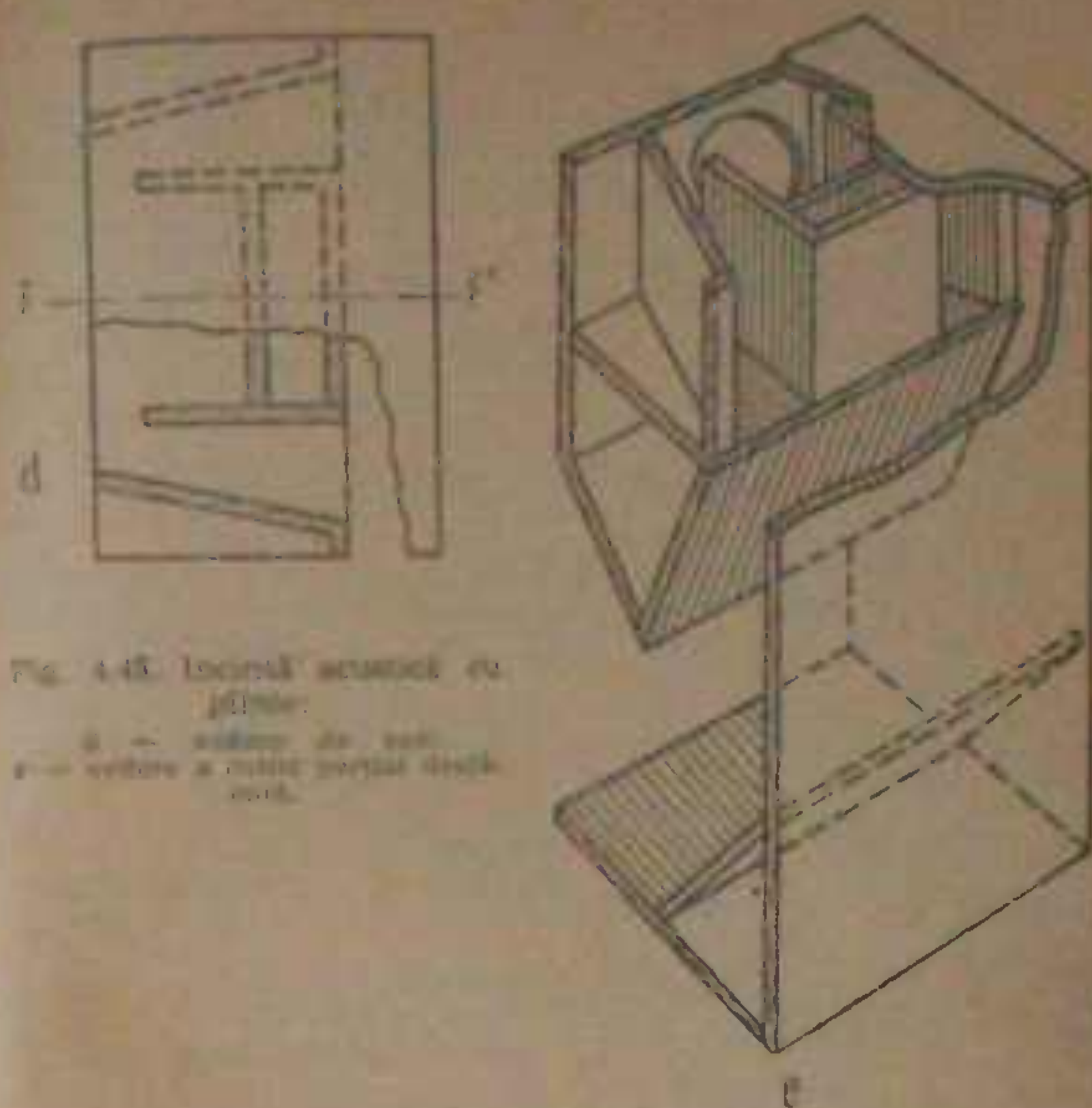


multe foi de placi curbate la abur cald si apoi incalzate
cu oala de celandita, sub presuina.

O altă înveliș acustică cu pilnă, în construcția căreia s-a evitat unghiurile suprafețelor curbe, este cea indicată în figura 4-15, realizată de firma Jensen.

Dimensiunile exterioare ale casei sunt: 1.560 mm x 1.000 mm x 6.00 mm, volumul interior fiind de 8.00 m³.

Incinta este echipată cu un difuzor tot de fabricație
Jensen cu diametrul de 382 mm. Difuzorul are o putere
nominală de 25 VA, o impedanță nominală de



15...16 2 și o frecvență de rezonanță de 30 Hz. Pentru a reda întreaga bandă de frecvențe 30 – 20 000 Hz se utilizează în afara acestor încercări, două incalze speciale pentru difuzoare cu diametrii de 154 mm și 127 mm și o rețea separatoare cu frecvențele de tăiere cu valori de 800 Hz și 5 000 Hz.

Pentru construcția acestei casei sunt necesare în total 4 panouri din oțel sau PAI, de dimensiunile 2 400 mm x 1 200 mm x 20 mm din care se confecționează toate cele două componente arătate în figura 4.45.

Construcţiunile a mai prezintă în interiorul incintei şi spaţiile necesare atât pentru amplificatori de putere 1 (în spaţiile panoului nr. 61, cât şi pentru reţeaua de separare (în spaţiile panoului nr. 12).

BIBLIOGRAFIE

- AXAYIAN, A. J. Etude comparative de quelques caractéristiques de haut-parleurs. In *Revue du son*, Nr. 203, Mars 1970, pag. 121—125.
- Ashley, R. J. Sapsford, T. H. A. Wisdom and witchcraft of old minstrels about woofer baffles. In *Journal of the audio engineering society* Nr. 5, Oct. 1957, pag. 524—529.
- BARNARD, L. L. *Acoustics*. Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1964.
- BRUNET, E. Comment construire baffles et enceintes acoustiques. *Librairie de la Radio*, Paris.
- BRIGGS, G. A. *Sound Reproduction*. Warfieldale Wireless Works, Londra, 1964.
- CATTIEN, K. Noua serie de difuzoare cu performanțe ridicate realizate de Uzinele Electronice. In *Telecomunicații*, Nr. 2, 1966, pag. 92—93.
- DEWEERT, J. Le haut-parleur musical. In *Revue du son*, Nr. 166, 167, Feb-Mars, 1967, pag. 91—93 și 130—131.
- GILFEE, R. A la recherche du baffle idéal. In *Toute la Radio*, mai 1967, pag. 177—181.
- HALL, M. D. și VRIES, K. R. *Building Hi-Fi Speaker Systems*. Jordan, E. J. Loudspeakers, Focal Press, Londra, 1963.
- KELBE, L. Die physikalischen Bedingungen für optimale Baumreflexgehäuse. In *Technische Mitteilungen*, Nr. 1, 1957, pag. 11—19.
- LELUSAN, R. Les transducteurs électro et mécanique — acoustiques. Editions Chertin, Paris, 1962.
- LEMBURG, R. G. Low cost, easy to build stereo speaker enclosures. In *Radioelectronics*, mai 1965, pag. 40—41.
- LUTER, J. P. Le haut-parleur Mustang M-12 T University. In *Revue du son*, Nr. 171, Oct. 1967, pag. 409.
- LUTER, C. și MILICA, P. *Stereofonia și aplicațiile ei*. Ed. Tehnică, București, 1962.
- LUTER, C. și ZĂNESCU, L. *Sonorizare*. Ed. Tehnică, București, 1966.
- MARINESCU, M. Apostol, P. *Difuzoare electrodinamice*. Ed. Academiei R.P.R., București, 1957.

- NECHULEA, A. *Electroacustica în sonorizare*. Ed. Tehnică, București, 1967.
- NOVAK, F. J. Designing a ducted port baffles enclosure. In *Electronics World*, 1968, pag. 25—28.
- OLSON, F. H. *Acoustical engineering*. D. Van Nostrand Company, New York, 1957.
- REICHARD, W. *Grundlagen der technischen Akustik*. Leipzig, 1965.
- RIEDMILLER, J. Les baffles. In *Toute la Radio*, Nr. 204, Mars-April 1970, pag. 122—124.
- STANOMIR, D. *Electroacustică*. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1968.
- WEBER, J. *Tonstudientechnik*. Franke — Verlag, München, 1968.
- WESTERMAN, G. Berechnung von Baumreflexgehäusen. In *Funk-Technik* Nr. 5, März 1958, pag. 149.
- ZABARIS, S. și WEGENER, N. *Elemente de acustică și electroacustică*. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1967.
- * * * Speaker system buying guide. In *Audio*, Mars 1968, pag. 42—51.
 - * * * Electronic components catalog. Matsushita Electronic, 1970.
 - * * * Audax — France, prospect.
 - * * * Haut-parleurs Vega, prospect.
 - * * * Enceintes acoustiques pour HP 240 ACTI-B, prospect Vega.
 - * * * Goodmans high-fidelity manual. Goodmans Industries Asian Works, 1966/1967.
 - * * * 3 way, 4 speaker system KL 445, prospect Kennward.

CUPRINS

Introducere	3
Capitolul 1. Difuziuni electrostatice	5
1.1. Conceptul de difuzie	5
1.2. Ecuația diferențială electrostatică	6
1.3. Caracteristicile electrice ale difuziunilor	7
Capitolul 2. Panouri și metode practice pentru difuziuni	27
2.1. Definiții, clasificări	27
2.2. Panouri acustice	28
2.3. Metode practice	30
2.4. Alte dispozitive de acustică a difuziunilor: tablouri acustice și plăci acustice	33
Capitolul 3. Metode de separare	41
3.1. Generalități	41
3.2. Diferențierea metodelor de separare	42
Capitolul 4. Soluții constructive ale unor panouri și încălzi acustice	101
4.1. Panouri acustice plane	101
4.2. Incalzi acustice cilindrice	105
4.3. Incalzi acustici sferici	112
4.4. Incalzi acustici baziniformi (concentrici)	113
4.5. Incalzi acustici cu tuburi	118
4.6. Incalzi acustici cu plăci	121

Diagrama

COLECȚIA „RADIO ȘI TELEVIZIUNE”

Pentru informarea cititorilor, reproducem în continuare lista cărților apărute în cadrul colecției „Radio și Televiziune”, din 1956 până la sfârșitul anului 1973, cum și planul de apărare pe 1972.

1956

1. G. M. Daidion, V. V. Siga
Cum să citim schemele de radio
(trad. din r. rusă)
2. M. D. Gornburg
Cum se verifică și cum se reglează un
radioacceptor (trad. din r. rusă)
3. K. A. Bulgakov
Construcția receptorilor de unde
scurte pentru radioamatori
(trad. din r. rusă)

1957

4. I. G. Gaidarov, V. L. Koshchik
Impedanțe neliniare
(trad. din r. rusă)
5. I. G. Gaidarov
Reacții în circuite cu tuburi electronice
(trad. din r. rusă)

1958

6. E. V. Gherasim, I. P. Nikolayev
Utilizarea tranzistoarelor în radio și
televiziune (trad. din r. rusă)
7. E. Lashch
Transformare unei de rețea și ho-
biu de ser (trad. din r. rusă)
8. G. A. Shteyn
Nomograme pentru transformarea
de ieșire (trad. din r. rusă)
9. L. Maronov
Aparate de recepție și emisie de unde
scurte și ultracurte