

COLECTIA RADIO SI TELEVIZIUNE

P. APOSTOL * E. IONESCU



DIFUZIOARE

EDITURA TEHNICA

Ing. PAUL APOSTOL ★ Ing. EMILIAN IONESCU

DIFUZOARE



EDITURA TEHNICĂ
BUCUREȘTI - 1964

CAPITOLUL I

INTRODUCERE

1. LANȚUL ELECTROACUSTIC

Transmiterea informațiilor de audiofrecvență se face cu ajutorul unui lanț electroacustic. În forma lui cea mai generală, lanțul electroacustic se compune dintr-o sursă de semnal *S* de audiofrecvență, un preamplificator *PA*, care amplifică și face corecțiile necesare în funcție de tipul sursei de program, un amplificator de putere *AP* și un ansamblu de difuzoare care radiază într-un spațiu deschis sau închis (fig. I.1).

Sursa de semnal poate fi detectorul unui radioreceptor, un dispozitiv de memorizare (picup sau magnetofon) sau un microfon care captează direct sunetele.

Într-o sală unde vorbitorii sau instrumentele muzicale pot fi ascultate direct, dar în condiții nesatisfăcătoare, este necesară, o instalație electroacustică pentru ameliorarea, completarea sau amplificarea sunetului primar (instalație producătoare de sunet auxiliar electroacustic).

Dacă între locul de unde se transmite informația și locul recepției acesteia există distanțe relativ mari, atunci este



Fig. I.1. Lanț electroacustic:

necesar ca mai întâi semnalul de audiofrecvență să fie „transplantat” pe o purtătoare de înaltă frecvență, aceasta să fie radiată în spațiu cu ajutorul unei antene de emisie recep-

ționată cu ajutorul unei antene de recepție, amplificată, și apoi detectată. În acest fel este posibil să se refacă semnalul inițial de audiofrecvență (fig. 1.2).

În ultimii ani, pe plan mondial, prin noile perfecționări tehnice ce s-au adus elementelor care formează lanțul elec-

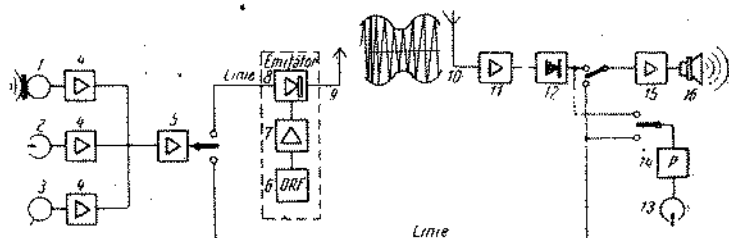


Fig. 1.2. Transmiterea informațiilor la distanță:

- 1 — microfon; 2 — cap de magnetofon pentru redare; 3 — doză picup;
- 4 — preamplificatoarele surselor de program; 5 — amplificator de linie;
- 6 — oscilator de radiofrecvență; 7, 11 — amplificatoare de radiofrecvență;
- 8 — modulator; 9 — atenuator de emisie; 10 — antenă de recepție;
- 12 — detector; 13 — cap de magnetofon pentru înregistrare-redare;
- 14 — amplificator-magnetofon pentru redare-înregistrare; 15 — amplificator de putere de audiofrecvență; 16 — difuzor sau sistem de difuzoare.

troacustic, s-a obținut o înaltă fidelitate la transmiterea informațiilor de audiofrecvență. De asemenea s-a realizat transmiterea stereofonică a sunetului, care dă o impresie foarte apropiată de auditiia normală directă a unui concert sau a unui program oarecare. Urechea poate aprecia în ce parte a orchestrei se află unul sau altul dintre instrumente, poziția solistilor.

Într-un lanț de transmisie sonoră, elementele cele mai dificile, din punctul de vedere al fidelității, sînt transductoarele, adică dispozitivele cu ajutorul cărora se realizează transformarea energiei acustice (sau mecanice) în energie electrică, sau invers. Din categoria transductoarelor fac parte: microfoanele, difuzoarele, dozele de picup etc. Obiectul acestei lucrări îl constituie difuzoarele, deci transductoarele electro-acustice care transformă energia electrică de audiofrecvență în energie acustică.

Calitatea redării unui difuzor depinde atât de caracteristicile lui cît și de semnalul electric ce i se aplică, de ecranul acustic în care este amplasat, de camera în care radiază, de locul unde este amplasat în cameră și, în fine, de urechea auditorului.

2. UNDE SONORE

Pentru examinarea procesului de apariție și de propagare a oscilațiilor în aer, în fig. 1.3 se prezintă un piston care vibrează într-un perete infinit. Presupunem că pistonul se mișcă spre dreapta, împingând particulele de aer din fața lui, deci comprimând aerul. Această compresie se va propaga cu o anumită viteză, din particulă în particulă. Să presupunem acum că pistonul se deplasează spre stînga. În fața lui se va forma o regiune rarefiată a aerului, către care se vor îndrepta

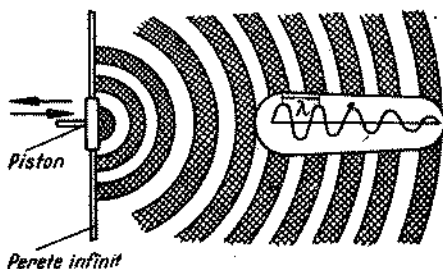


Fig. 1.3. Piston vibrînd într-un perete infinit.

particulele de aer înconjurătoare. Deci, oscilațiile pistonului provoacă în aer compresii și rarefieri succesive care, propagîndu-se din aproape în aproape în mediul înconjurător, dau naștere unei unde sonore. Dacă pistonul are o mișcare periodică, presiunea în spațiu se va modifica, astfel cum se arată în graficul din figură. Reprezentarea grafică a fost făcută considerînd numai variațiile de presiune p care se suprapun peste presiunea atmosferică P_0 . Micșorarea amplitudinii o dată cu depărtarea de sursă se datorește faptului că energia sonoră radiată de aceasta se împrășteie într-un spațiu din ce în ce mai mare.

Presiunea sonoră se măsoară în dyne/cm^2 (în sistemul CGS) sau — ceea ce este același lucru — în microbari (μb). În general, presiunile sonore uzuale pot să varieze de la o zecime de microbar pînă la zeci de microbari.

Energia cîmpului acustic poate fi caracterizată prin intensitatea sonoră, care este cantitatea de energie ce trece printr-o unitate de suprafață, așezată în cîmp, perpendicular pe direcția de propagare a sunetului. Intensitatea sonoră se poate măsura, fie în erg/s cm^2 (în sistemul CGS), fie — mai uzual — în W/cm^2 ($1 \text{ W/cm}^2 = 10^7 \text{ erg/s cm}^2$).

Între presiunea sonoră efectivă p și intensitatea sonoră I , există relația:

$$I = \frac{p^2}{\rho_0 c_0} \quad (1.1)$$

în care: ρ_0 este densitatea aerului ($1,23 \cdot 10^3 \text{ g/cm}^3$);

c_0 — viteza de propagare a sunetului în aer.

Produsul $\rho_0 c_0$ se mai numește și impedanța specifică a aerului și, în acest caz, relația (1.1) este similară cu relația din electrotehnică: $P = U^2/Z$. De altfel, mărimile și unitățile folosite în acustică au corespondență cu cele folosite în electrotehnică. Astfel, presiunea sonoră este analogă cu tensiunea electromotoare, impedanța acustică — cu impedanța electrică, viteza — cu curentul etc. Analogia este de cele mai multe ori formală, însă sînt și cazuri cînd aceasta se bazează pe fenomene fizice identice.

Distanța dintre două maxime sau două minime succesive ale unei sonore se numește lungime de undă și se notează cu λ . Ea reprezintă distanța parcursă de undă într-o perioadă T .

Se poate scrie deci relația:

$$\lambda = c_0 T \quad (1.2)$$

Deoarece perioada T este invers proporțională cu frecvența oscilațiilor f , relația (1.2) devine:

$$\lambda = \frac{c_0}{f} \quad (1.3)$$

sau

$$\lambda f = c_0 \quad (1.4)$$

Din relația (1.4) se vede că produsul între lungimea de undă și frecvența oscilațiilor este constant și egal cu viteza sunetului.

Viteza sunetului variază în funcție de temperatură și de mediul în care se propagă oscilația. Astfel, în fier este de 5 000 m/s, în lemn de 3 300 m/s, în apă, de aproximativ 1450 m/s, în aer, de aproximativ 340 m/s.

Ca și în cazul propagării undelor electromagnetice, și în cazul propagării undelor acustice se întîlnesc fenomene de absorbție, reflexie, difracție etc. Astfel, dacă o undă acustică întîlnește în calea ei un obstacol de dimensiuni mai mari decît lungimea ei de undă, ea suferă o reflexie, o parte din energia incidentă înapoindu-se în primul mediu, și o trans-

misie, o parte din energia acustică incidentă, transmitându-se în cel de-al doilea mediu (fig. 1.4).

Unda reflectată se suprapune peste unda incidentă și prin interferența lor se formează undele staționare.

Este interesant de remarcat, că suma energiilor unei transmise și a celei reflectate nu este egală cu energia unei incidente, ci ceva mai mică. Aceasta, deoarece o parte din energia unei incidente se pierde datorită frecării straturilor de gaz de peretele solid.

Dacă unda acustică întâlnește în calea ei un obstacol, ale cărui dimensiuni sînt de același ordin de mărime sau mai mici decît lungimea de undă a sunetului, ea va ocoli acest obstacol. Fenomenul de schimbare a direcției de propagare a sunetului, ca urmare a trecerii acestuia în jurul unui obstacol, se numește *difracție*.

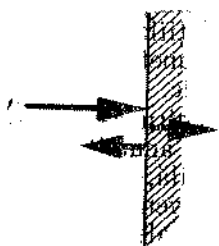


Fig. 1.4. Transmisia și reflexia undelor acustice:
1 — undă incidentă; 2 — undă reflectată; 3 — undă transmisă.

3. PERCEPEREA SUNETULUI

Caracteristicile fizice principale ale sunetului sînt: frecvența, intensitatea și timbrul.

Frecvența unui sunet determină aproximativ înălțimea lui.

Intensitatea unui sunet determină taria cu care este perceput acest sunet. Urechea ordonează sunetul pe o scară de la „slabe” la „puternice”. Nivelul de tărîe al unui sunet este nivelul de intensitate sonoră a unei vibrații acustice de 1000 Hz, apreciat de un ascultător otologic normal²⁾ ca avînd aceeași tărîe ca a sunetului considerat. Unitatea de măsură a nivelului de tărîe este fonul.

Timbrul unui sunet este determinat de numărul, ordinul și amplitudinea armonicilor sunetului fundamental. El face ca urechea să poată distinge de la ce instrumente provin două sunete de aceeași înălțime și tărîe, avînd însă altă proporție de armonici.

²⁾ Un ascultător otologic normal este o persoană între 18 și 25 ani care are auzul normal și care nu a suferit vreo afecțiune a organului auditiv.

O ureche omenească normală nu poate percepe ca sunet decât oscilațiile acustice cuprinse între 16 și 20 000 Hz, adică aproximativ 10 octave¹⁾. Oscilațiile cu frecvența mai mică decât 16 Hz se numesc infrasunete și se pot percepe cu ajutorul simțului tactil sau cu ajutorul unor captoare de vibrații. Oscilațiile cu frecvența mai mare de 20 000 Hz se numesc ultrasunete și pot fi puse în evidență cu ajutorul unor aparate speciale.

Pentru ca sunetul să poată fi perceput este necesar să aibă o anumită intensitate. Această intensitate minimă perceptibilă, variază cu frecvența, urechea fiind mai sensibilă la frecvențe medii și mai puțin sensibilă la frecvențe înalte și mai ales joase.

Limita inferioară a auzului se numește *prag de audibilitate*. La frecvența de 1 000 Hz, intensitatea sonoră minimă care poate fi percepută este de 10^{-16} W/cm², ceea ce corespunde unei presiuni de $2 \cdot 10^{-4}$ dyne/cm².

Sunetele foarte puternice pot produce o senzație de durere, dacă depășesc o intensitate de 10^{-3} W/cm², adică o presiune sonoră de aproximativ 630 μ b. Limita superioară a audibilității constituie *pragul senzației dureroase*.

Deoarece senzația crește cu logaritmul excitației (legea Weber și Fechner), și datorită faptului că în acustică — ca și în radioelectronică — se întâlnesc mărimi ale căror valori pot varia în limite foarte mari, se folosesc, în mod curent, unități logaritmice. Astfel, considerând două puteri P_1 și P_2 , prin definiție, logaritmul zecimal al raportului celor două puteri exprimă numărul de beli corespunzător :

$$N = \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ [B]}. \quad (1.5)$$

Dacă $P_1 > P_2$, raportul fiind supraunitar, N va fi pozitiv, iar dacă $P_1 < P_2$, N va fi negativ.

Deoarece belul este o unitate de măsură prea mare, în practică se întrebuințează decibelul, care este o unitate de zece ori mai mică, adică :

$$N = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ [dB]}. \quad (1.6)$$

¹⁾ Octava este intervalul dintre două sunete, al căror raport de frecvențe este egal cu 2. De exemplu, între 500 Hz și 1 000 Hz este un interval de 1 octavă.

Nivelul de intensitate sonoră NI al unui sunet se poate scrie :

$$NI = 10 \lg \frac{I}{I_0} [\text{dB}], \quad (1.7)$$

unde s-a ales ca nivel de referință pragul de audibilitate la 1 000 Hz ($I_0 = 10^{-16}$ W/cm²).

În cazul a două presiuni (respectiv tensiuni) se poate scrie :

$$N = 20 \lg \frac{p_1}{p_2} [\text{dB}]. \quad (1.8)$$

Ca nivel de referință, în cazul presiunilor, se alege tot pragul de audibilitate, adică $p_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ μB.

În telefonie se utilizează o altă unitate de măsură denumită neper (Np), care este egală cu logaritmul neperian (în baza $e \approx 2,72$) al raportului puterilor.

Pragul de audibilitate diferă de la individ la individ. De asemenea, persoanele în vîrstă nu mai aud frecvențele înalte. Dintre persoanele avînd vîrsta între 40 și 49 ani numai 40% aud frecvența de 14 000 Hz.

Urechea, ca și ochiul, este un organ cu o oarecare inerție. Astfel, o senzație auditivă persistă și după dispariția excitației acustice. Această persistență este egală cu a douăzecea parte dintr-o secundă (50 ms). Deci, orice excitație a timpanului în acest interval de timp de către o sursă sonoră secundară, identică cu sursa primară care a produs senzația auditivă, nu dă naștere unui sunet distinct, ci unei prelungiri a sunetului primar. Acest fenomen de prelungire a sunetului primar se petrece în încăperi datorită reflexiilor sunetului de pereții acestuia și se numește reverberație. Cu cît pereții sînt mai reflectanți, cu atît sunetul va fi mai prelungit și intensitatea lui va fi mai mare. Dacă pereții sînt foarte absorbânți, atunci senzația auditivă se apropie de aceea din aer liber unde nu există reflexii.

În cazul cînd excitarea se produce după un timp mai mare de 50 ms, acest ultim sunet se percepe distinct și, fiind o repetare a sunetului primar, se numește *eco*.

O altă însușire a organului auditiv constă în posibilitatea localizării în spațiu a sursei sonore, determinînd atît direcția de unde vine sunetul cît și distanța pînă la sursă. Această însușire este o consecință a auditei binaurale și se bazează pe capacitatea de a distinge intervalul de timp dintre sosirea

oscilațiilor acustice cu aceleași faze la ambele urechi, care se manifestă în deosebi la frecvențe cuprinse între 300 și 1 000 Hz. La frecvențe mai mici decât 300 Hz, nu se poate localiza direcția sursei sonore. La frecvențe mai mari decât 1 000 Hz, efectul de directivitate este determinat mai ales de diferențele dintre volumul și timbrul sunetului care sosit la ambele urechi, diferențe ce apar datorită acțiunii de ecranare a capului.

4. CARACTERISTICILE VOCII, MUZICII ȘI ZGOMOTULUI

Domeniul sunetelor percepute de urechea omenească este foarte întins, atât în ceea ce privește domeniul de intensități cit și cel de frecvențe. Suprafața cuprinsă între pragul de audibilitate și pragul senzației dureroase reprezintă suprafața de audibilitate (fig. 1.5).

În interiorul suprafeței de audibilitate se află domeniul sunetelor muzicale, date de instrumentele unei orchestre. Muzica orchestrală cuprinde un domeniu de frecvențe aproximativ de la 40 la 14 000 Hz și o dinamică (raportul între valorile maximă și minimă ale intensității sunetelor) de 70 dB. În interiorul domeniului muzicii se află domeniul vorbei care, atât ca frecvențe (100—8 000 Hz) cit și ca dinamică (40 dB), este mult mai restrâns.

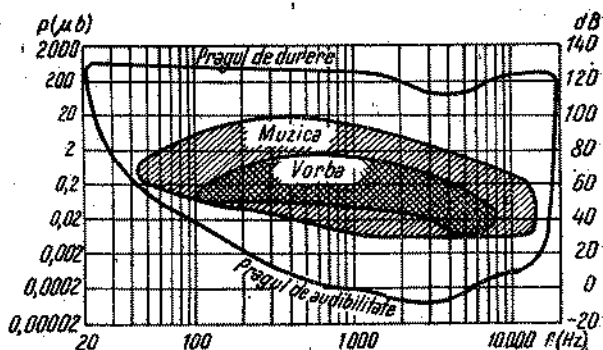


Fig. 1.5. Suprafața medie de audibilitate a urechii omenești.

Diferitele surse sonore se deosebesc între ele, pe lângă altele, prin energia acustică radiată în unitatea de timp (puterea acustică) și prin spectrul de frecvențe conținut. Astfel, în

tabela I.1 sînt indicate puterea acustică și banda de frecvență a cîtorva surse sonore întîlnite mai des în practică. Este interesant de remarcat că, în general, energia cea mai mare o au componentele de frecvență joasă (sub 500 Hz). De asemenea, dacă se consideră sunetele vorbirii, se constată că vocalele au o componentă spectrală (100—5 000 Hz) mult mai redusă decît consoanele, care pot depăși chiar limita medie indicată în tabela I.1 pentru domeniul vorbirii.

Tabela I.1

Puterea acustică și banda de frecvență a cîtorva surse sonore

Sursa sonoră	Puterea acustică W	Banda de frecvență Hz
Voce normală	$(25 \dots 50) \times 10^{-6}$	100 — 8 000
Voce puternică	10^{-5}	100 — 8 000
Clarinet	0,05	140 — 10 000
Flaut	0,06	250 — 9 000
Violoncel	0,16	70 — 8 000
Trompetă	0,30	160 — 9 500
Pian	0,3—0,4	70 — 6 500
Orgă	13	14 — 10 000
Orchestra mare (75 persoane)	50—70	35 — 14 000

Pentru o redare fidelă a sunetului, lanțul electroacustic folosit trebuie să asigure benzile de frecvență și dinamica respective. În mod practic, în funcție de exigențe și de prețul de cost, performanțele lanțului vor fi mai reduse.

Îngustarea benzii de frecvențe influențează asupra calității redării muzicii, așa după cum se vede în fig. 1.6. În cazul

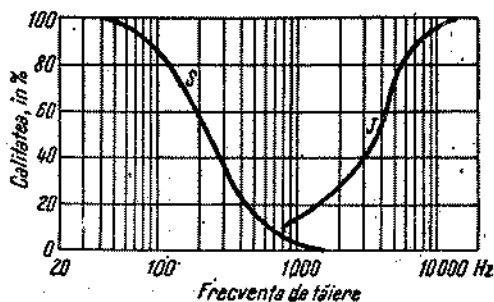


Fig. 1.6. Influența benzii de trecere asupra calității unei transmisii (curba S reprezintă frecvențele de tăiere ale unui filtru „trece sus”, iar curba J — ale unui filtru „trece jos”).

unui domeniu de frecvențe limitat la 60—10 000 Hz, pierderile de calitate sînt de numai 4%. Deci, o eventuală extindere a benzii peste aceste limite, nu este justificată totdeauna din punct de vedere economic.

În cazul în care, dintr-un motiv oarecare, se suprimă, de exemplu, o parte din frecvențele înalte, sunetul perceput va fi infundat. Pentru a păstra un echilibru al tonalității, este necesar în acest caz, să se suprimă și o parte din frecvențele joase.

Produsul între frecvența superioară și frecvența inferioară trebuie să fie mereu constant și egal cu pătratul unei frecvențe centrale:

$$f_s f_i = f_c^2 \quad (1.9)$$

În mod normal, se consideră că acest produs trebuie să fie egal cu aproximativ 500 000 — 600 000, însă această valoare variază în funcție de sistemele de transmisie aflate în exploatare.

În tabela 1.2 se indică frecvențele superioară și inferioară pe care trebuie să le aibă un sistem de transmisie electroacustică, în funcție de numărul de octave care se cere a fi transmis.

Tabela 1.2

Limitele spectrului ce trebuie transmis, considerind frecvența centrală 800 Hz, în funcție de numărul de octave

Numărul de octave care trebuie să fie transmise	Frecvența inferioară f_i Hz	Frecvența superioară f_s Hz
2	400	1 600
4	200	3 200
6	100	6 400
8	50	13 000
10	25	26 000

CAPITOLUL II

CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA DIFUZOARELOR

1. UTILIZAREA DIFUZOARELOR

Difuzorul este un transductor electroacustic care transformă energia electrică de audiofrecvență în energie acustică, pe care o radiază în spațiu. Randamentul transformării este foarte scăzut. Dintre toate transductoarele, el pune problemele cele mai dificile, atât din punctul de vedere al fidelității de transmisie, cât și din punctul de vedere al gabaritului și al prețului de cost. Astfel, microfoanele se pot realiza cu diametrul de 10—20 mm cu o fidelitate foarte bună, pe cînd difuzoarele chiar cu un diametru de 40—50 mm au un randament și o fidelitate foarte slabe. De asemenea, microfoanele nu sînt necesare decît într-un număr relativ mic de exemplare, ceea ce face ca prețul lor de cost să nu aibă o importanță esențială. În schimb, fiecare echipament de reproducere a sunetului necesită cel puțin un difuzor, și considerațiile economice devin foarte importante.

Difuzoarele se folosesc ca elemente finale în sistemele de redare a sunetului, începînd de la cele mai simple (magnetofoanele, electrofoanele, radioreceptoarele) și pînă la instalațiile complexe de sonorizare a marilor săli.

Cu toate progresele făcute în tehnică, în general, principiile esențiale ale difuzoarelor nu s-au modificat. Pentru fiecare element component există o multitudine de soluții, ceea ce arată lipsa unei soluții ideale și necesitatea alegerii unei soluții de compromis, adaptabilă cel mai bine la mijloacele și procedeele tehnologice de care se dispune la momentul respectiv într-o anumită uzină.

Construcția unui difuzor necesită numeroase cunoștințe tehnice și, deoarece nu toate elementele lui pot fi calculate, de multe ori este necesară o îndelungată experiență pentru a se obține elemente optime.

2. CLASIFICAREA DIFUZOARELOR

Clasificarea difuzoarelor se poate face din mai multe puncte de vedere. Astfel, din punctul de vedere al cuplajului electromecanic, o clasificare a difuzoarelor trebuie să țină seama de faptul că forțele mecanice pot fi produse de acțiunea cîmpurilor electrice asupra sarcinilor electrice, sau de interacțiunea cîmpurilor magnetice cu curenții electrici. Din prima categorie fac parte difuzoarele piezoelectrice, electrostatice și electrostrictive. Din cea de a doua categorie fac parte difuzoarele electrodinamice, electromagnetice și magnetostrictive. Difuzoarele magnetostrictive și, în oarecare măsură, cele piezoelectrice sînt întrebuițate numai pentru producerea ultrasunetelor.

Forțele mecanice de acționare pot fi proporționale, fie cu tensiunea electrică care alimentează difuzorul, fie cu curentul electric, fie cu cantitatea de electricitate, fie — în fine — cu fluxul magnetic.

În tabela II.1 se arată clasificarea difuzoarelor din punctul de vedere al cuplajului electromecanic.

Tabela II.1

Clasificarea difuzoarelor din punctul de vedere al cuplajului electromecanic

Tipul difuzorului	Mărimea cu care este proporțională forța mecanică	Cauza care produce forța mecanică
Piezoelectric	Tensiunea electrică	Acțiunea cîmpurilor electrice asupra sarcinilor electrice
Electrostrictiv	Cantitatea de electricitate	
Electrostatic	Cantitatea de electricitate	
Electrodinamic Electromagnetic Magnetostrictiv	Curentul Curentul Fluxul magnetic	Interacțiunea cîmpurilor magnetice cu curenții electrici

Din punctul de vedere al transformării mecano-acustice, (al radiatorului), difuzoarele pot fi împărțite în mai multe clase:

- difuzoare cu radiație directă, la care membrana radiază direct în aer;
- difuzoare cu pîlnie;
- difuzoare fără radiator (ionofonul și difuzorul cu efect Corona).

În principiu, la oricare tip de difuzor se poate atașa o pîlnie. Eficacitatea acestuia depinde de raportul secțiunilor gîtului și gurii pîlniei, de lungimea pîlniei etc.

3. TIPURI DE DIFUZOARE

Difuzorul electromagnetic. Acest tip de difuzor a fost utilizat pe scară foarte largă. Mecanismul unui difuzor electromagnetic cu armătură vibrantă simplă se compune dintr-un magnet permanent, de care are fixată o armătură din fier moale, elastică (fig. II.1):

Între unul din polii magnetului, de exemplu între polul nord și armătura elastică, datorită acțiunii pe care o exercită un cîmp magnetic asupra unui material feromagnetic, se naște o forță de atracție. Dacă în bobina montată pe magnet circulă un curent alternativ de audiofrecvență, în funcție de sensul acestui curent, fluxul dat de bobină se va aduna sau se va scădea din fluxul magnetic total. Deci, și forța de atracție va fi mai mare sau mai mică, iar armătura elastică va începe să vibreze și, fiind legată de o membrană, o va pune pe aceasta în mișcare. Se produc în acest mod unde acustice.

O perfecționare adusă acestui tip de difuzor se poate vedea în fig. II.2. În lipsa unui curent alternativ, armătura mobilă de fier este în echilibru, deoarece forțele de atracție dintre armă-

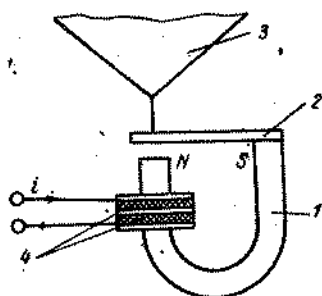


Fig. II.1. Difuzor electromagnetic cu armătură vibrantă simplă:

1 — magnet; 2 — armătură mobilă; 3 — membrană; 4 — bobină.

tură și piesele polare sînt egale și de semn contrar. Dacă în bobine circulă un curent, fluxul suplimentar produs de acesta va face ca forțele de atracție să devină neegale și deci armătura se va înclina într-un sens. Dacă se inversează

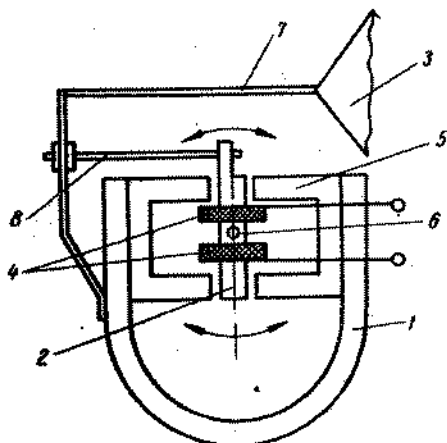


Fig. 11.2. Difuzor electromagnetic cu armătură echilibrată:

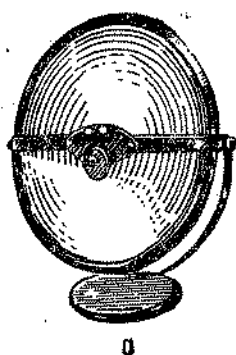
1 — magnet; 2 — armătură; 3 — membrană;
4 — bobine; 5 — piese polare; 6 — pivot;
7 — tijă de conectare; 8 — pîrghie de mișcare.

sensul curentului, fluxul își va schimba și el semnul, și armătura se va înclina în sens invers. Dacă în bobine circulă un curent de audiofrecvență, armătura va începe să vibreze în același ritm ca și acesta și va acționa în același timp membrana care va radia unde acustice.

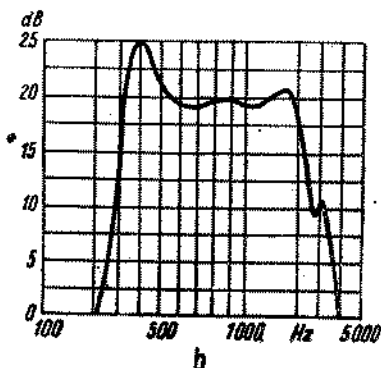
În fig. 11.3 se prezintă aspectul unui difuzor electromagnetic cu radiație directă, precum și caracteristica lui de frecvență.

Difuzorul electromagnetic are un randament destul de bun

și un preț de cost destul de redus. Din această cauză el a fost utilizat aproape în exclusivitate la echiparea primelor



a



b

Fig. 11.3. Difuzor electromagnetic, tip Record:

a — vedere; b — caracteristica de frecvență.

radioreceptoare. Astăzi, datorită faptului că acest difuzor nu poate reproduce o bandă prea largă de frecvențe (în special frecvențele joase mai mici decât 200 Hz) și deoarece prezintă rezonanțe parazite datorită armăturii mobile și distorsiunii relativ mari, se utilizează foarte puțin.

Difuzorul electrodinamic. Deși acest tip de difuzor a fost realizat pentru prima dată în anul 1889, el nu s-a impus decât în ultimii 30—40 ani. În momentul de față difuzorul electrodinamic este universal acceptat și echipează practic toate receptoarele de radio și televiziune. Calitățile care au făcut ca acest difuzor să fie atât de răspândit sînt: ușurința de adaptare la tuburile electronice, deoarece impedanța variază destul de puțin cu frecvența, în comparație cu celelalte tipuri de difuzoare; posibilitatea de a fi realizat ușor în serie și la un preț de cost relativ scăzut; performanțe bune.

Principiul de funcționare se bazează pe acțiunea forțelor dinamice asupra unui conductor parcurs de curent, cînd acesta se află într-un cîmp magnetic. Astfel, dacă printr-o bobină care se poate mișca liber într-un cîmp magnetic radial constant trece un curent, paralel cu axa bobinei ia naștere o forță care acționează asupra acesteia (fig. II.4).

Dacă prin bobină circulă un curent alternativ, forța este în orice moment proporțională cu valoarea instantanee a intensității curentului și își schimbă sensul la fiecare semialternanță. Bobina se va mișca deci în întrefier paralel cu axa ei, cu aceeași frecvență ca și a curentului care o traversează.

Bobina mobilă constituie motorul difuzorului, adică dispozitivul care asigură transformarea energiei electrice în energie mecanică. Energia mecanică este transformată în energie

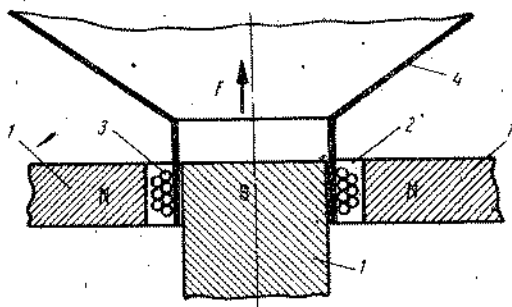


Fig. II.4. Principiul de funcționare al difuzorului cu bobină mobilă:

1 — piese polare; 2 — întrefier; 3 — bobina mobilă; 4 — membrană.

acustică, cu ajutorul unei membrane conice, legată solidar cu bobina mobilă și care produce unde acustice. Acest tip de difuzor este cu radiație directă, deoarece membrana radiază direct în aer. Datorită diferenței mari de densitate dintre membrană și aer, membrana va fi încărcată foarte puțin din punct de vedere acustic. Transferul de putere fiind mic, difuzoarele cu radiație directă vor avea un randament foarte scăzut (de ordinul a 0,5% până la 8%). Deci, un difuzor avînd o putere electrică, de exemplu, de 4 W și un randament de 1%, va radia o putere acustică de 0,04 W (40 mW).

Pentru producerea puterilor acustice de ordinul zecilor de wați necesare la sonorizarea unor spații mari (de exemplu, stadioane), utilizarea difuzoarelor cu radiație directă nu este economică, deoarece în acest caz puterea electrică a instalațiilor ar trebui să fie foarte mare. Dacă la puteri mici randamentul trece pe planul al doilea față de liniaritatea în bandă, la puteri mari, realizarea unui randament ridicat este o necesitate tehnică-economică. În acest caz se vor utiliza difuzoare cu pîlnie, care se deosebesc de difuzoarele cu radiație directă prin modul de cuplaj cu aerul, cuplaj care se realizează prin intermediul pîlniei.

O pîlnie acustică este constituită dintr-un tub cu secțiune continuu variabilă. În funcție de modul cum variază această secțiune, pîlniile pot avea diferite forme: exponențială, parabolică, conică, hiperbolică (fig. II.5). Dintre acestea pîlniile parabolice se utilizează mai rar.

Capătul pîlniei cu secțiunea cea mai mică se numește gîtul pîlniei, iar capătul cu secțiunea cea mai mare — gura pîlniei. Pîlniile cu deschidere bruscă nu redau bine frecvențele joase. Din această cauză, pentru redarea frecvențelor joase sînt necesare pîlnii cu deschidere lentă; lungimile pîlniilor pot ajunge astfel foarte mari. Pentru ca difuzorul să nu ocupe un spațiu prea mare, se poate utiliza o construcție concentrică,

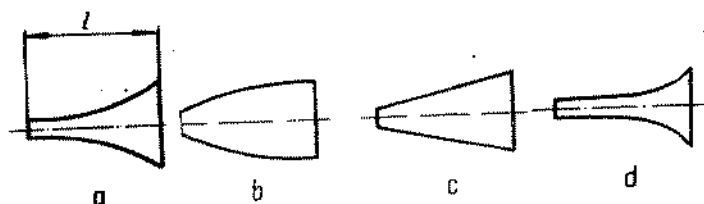


Fig. II.5. Pîlnii:

a — exponențială; b — parabolică; c — conică; d — hiperbolică.

aşa cum se vede în fig. II.6. Din gîtul pîlniei, unde acţionează membrana, mişcarea se transmite progresiv către gura ei, punîndu-se astfel în vibraţie mase din ce în ce mai mari de aer, pe măsură ce diametrul creşte. În acest caz se realizează o lungime efectivă a pîlniei, de aproximativ trei ori mai mare decît lungimea exterioară a întregului difuzor cu pîlnie.

Deci, cu ajutorul pîlniei se produce o transformare şi o adaptare de impedanţă acustică şi randamentul poate creşte pînă la valori de ordinul a 50% sau chiar mai mult. Puterea electrică de audio-frecvenţă poate fi de 50 ori mai mică decît în cazul difuzoarelor cu radiaţie directă.

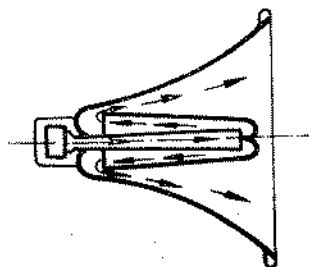


Fig. II.6. Difuzor cu pîlnie concentrică.

Difuzoarele de diverse tipuri pot fi utilizate cu pîlnie pentru creşterea randamentului. Trebuie să remarcăm că difuzoarele cu pîlnie nu pot da o reproducere de bună calitate, ca cele cu radiaţie directă; pentru redarea frecvenţelor joase de ordinul a 50 Hz ar fi necesare lungimi ale pîlنيilor foarte mari (4—6 m), ceea ce este neeconomic şi greu de realizat practic.

S-a arătat, că la difuzoarele uzuale forţa motoare se aplică vîrfului membranei, prin intermediul bobinei mobile. Membrana, acţionată în acest fel, se deplasează ca un piston înainte şi înapoi. Acest mod de lucru, valabil pentru frecvenţe joase, nu mai este valabil la frecvenţe înalte, unde datorită faptului că membrana are diverse moduri de vibraţii, caracteristica de frecvenţă capătă o alură foarte neregulată.

Există diverse sisteme care remediază acest defect principal al difuzorului electrodinamic cu bobină mobilă, de a aplica forţa într-un singur punct al membranei. Astfel, la difuzorul cu bandă (fig. II.7) forţa se aplică uniform asupra tuturor punctelor benzii care radiază. Acest difuzor se compune dintr-o bandă ondulată de aluminiu plasată într-un cîmp magnetic. Atunci cînd prin bandă circulă un curent, sub acţiunea cîmpului magnetic, ea se poate mişca liber.

Dimensiunile mici ale benzii şi amplitudinile mici permise (din cauza fragilităţii ei, a dificultăţii de a obţine un cîmp magnetic omogen într-un întrefier suficient de mare) limitează aplicaţiile acestui difuzor numai la frecvenţele

inalte (mai mari decât 3 000 Hz). Chiar și în acest caz, pentru a mări randamentul difuzorului, trebuie să utilizeze o pîlnie exponențială sau hiperbolică.

Un alt tip de difuzor electrodinamic care s-a realizat în ultimul timp, și la care forța se aplică uniform asupra tutu-

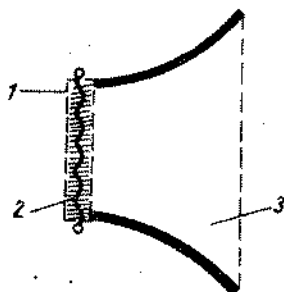


Fig. II.7. Difuzor electro-dinamic cu bandă:

1 — piese polare; 2 — bandă mobilă; 3 — pîlnie.

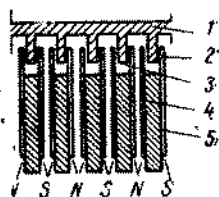


Fig. II.8. Difuzor ortofazic:

1 — membrană; 2 — între-feruri; 3 — bandă con-ductoare; 4 — magneti; 5 — armături.

ror punctelor diafragmei, este difuzorul ortofazic (fig. II.8). Deocamdată, însă, și acest tip de difuzor—ca și cel cu bandă—este în fază experimentală, nefiind realizat pe scară industrială.

Difuzorul electrostatic. În ultimul timp, difuzorul electrostatic a început să fie folosit pe scară largă, obținându-se performanțe foarte bune.

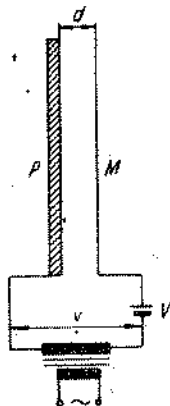


Fig. II.9. Principiul de funcționare al difuzorului electrostatic.

Principiul de funcționare a difuzorului electrostatic se bazează pe atracția sarcinilor electrice de semn contrar, respectiv respingerea sarcinilor de același semn. În fig. II.9 se prezintă, schematic, cel mai simplu difuzor electrostatic. El este compus dintr-o membrană subțire și conductoare *M*, așezată față în față cu o placă de metal rigidă *P*. Membrana și placa formează cele două armături ale unui condensator. Dacă între aceste armături (electrozi) se conectează o baterie, membrana și placa se vor încărca cu electricitate de sens contrar. Între ele ia

naștere o forță statică de atracție, deci membrana se va apropia de placă și va fi tensionată mecanic.

Semnalul de audiofrecvență este aplicat difuzorului electrostatic prin intermediul unui transformator. Tensiunea alternativă se va suprapune peste cea continuă. La o creștere a tensiunii aplicate electrozilor, corespunde o micșorare a distanței dintre aceștia. În semiperioada următoare se va produce o micșorare a tensiunii și deci electrozii se vor îndepărta. Prin urmare, membrana va vibra în ritmul tensiunii de audiofrecvență.

Trebuie să precizăm, că la acest tip de difuzor se produc distorsiuni destul de importante, care pot fi micșorate dacă tensiunea alternativă aplicată este mult mai mică decât tensiunea continuă. De asemenea, deoarece forța variază invers proporțional cu pătratul distanței dintre membrană și placă, când acestea două se vor apropia, forța va crește foarte mult, periclitând stabilitatea sistemului (membrana se poate lipi de placă). Pentru ca stabilitatea sistemului să fie asigurată, membrana trebuie tensionată mult și, în acest fel frecvența ei proprie de rezonanță va crește. Din acest din urmă motiv, și din cauza distorsiunilor, difuzoarele electrostatice se utilizează numai pentru partea superioară a spectrului sonor, astfel încât armonicele să cadă peste limita frecvențelor audibile.

O îmbunătățire considerabilă a difuzorului electrostatic a constituit-o apariția difuzorului electrostatic în contra-timp (fig. II.10). El se compune din două plăci metalice perforate, fixe, între care poate vibra o membrană foarte subțire și foarte ușoară; dintr-un material plastic (de ex. polietilenă), metalizată pe ambele fețe. Aerul împins de membrană la dreapta și la stînga trebuie să poată circula prin găurile plăcilor laterale, deci, din punct de vedere acustic, acestea trebuie să fie „transparente“. Pentru aceasta, suprafața găurilor trebuie să reprezinte cel puțin 30% din întreaga suprafață a plăcii.

Între plăcile laterale și membrana centrală se aplică o tensiune continuă E (fig. II.10, *a*) prin intermediul unei rezistențe R de foarte mare valoare (zeci de megohmi). Din această cauză, membrana se va încărca, de exemplu, pozitiv, iar plăcile laterale, negativ. În acest fel iau naștere forțe de atracție între membrană și plăci. Dacă membrana este așezată la mijlocul distanței dintre plăci, cele două forțe statice F_1 și F_2 care au luat naștere, fiind egale și de sens opus, nu vor avea nici un efect asupra membranei, care va rămîne nemișcată.

Dacă peste tensiunea continuă se aplică o tensiune alternativă (fig. II.10, b), sarcinile electrice se vor redistribui, și cele două forțe nu vor mai fi egale. În cazul polarității arătate pe figură, forța F_2 va fi mai mare decât F_1 , deci membrana

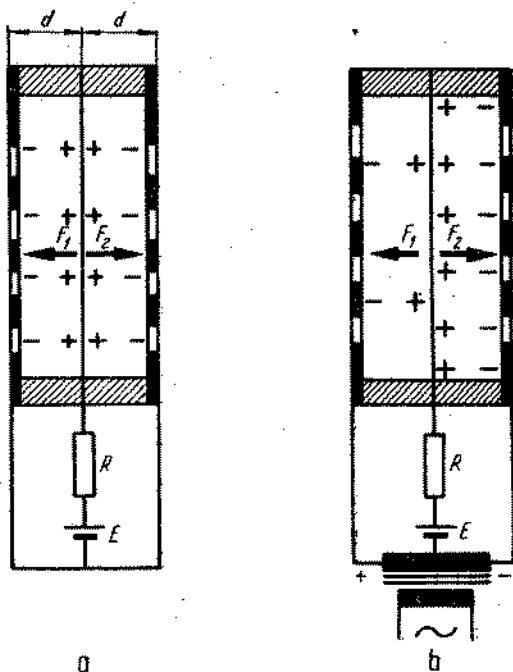


Fig. II.10. Principiul de funcționare al difuzorului electrostatic în contratimp:

a — alimentare cu tensiune continuă; b — alimentare cu tensiune continuă și alternativă.

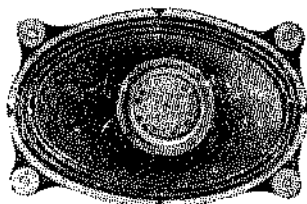
se va deplasa spre dreapta. În perioada imediat următoare, când tensiunea alternativă își schimbă semnul, adică va fi — (minus) la stînga și + (plus) la dreapta, membrana se va deplasa spre stînga. În acest fel ea va urmări semnalul electric alternativ.

Difuzorul electrostatic prezintă cîteva avantaje: forța de acționare se aplică întregii suprafețe a membranei; masa membranei este foarte mică și, din această cauză aceasta nu va avea inerție la frecvențele înalte, pe care le poate repro-

duce în condiții foarte bune; caracteristica de frecvență nu are vîrfuri și adîncituri ca la celelalte tipuri de difuzoare și este foarte netedă; distorsiunile de neliniaritate sînt foarte mici.

Dezavantajele acestui tip de difuzor constau în încărcarea acustică a membranei la frecvențele joase și în dificultatea adaptării la amplificator a sarcinii capacitive prezentate de difuzor. Datorită acestor cauze, realizarea unui difuzor care să reproducă și frecvențele joase, în stadiul actual, este destul de dificilă; rezultă dimensiuni foarte mari pentru difuzor, iar amplificatorul de putere trebuie să fie de foarte bună calitate și destul de mare.

Deoarece difuzorul electrostatic reproduce foarte bine frecvențele înalte (mai mari decît 1 000 Hz), el se folosește frecvent pentru reproducerea părții superioare a spectrului sonor, împreună cu un difuzor de alt tip (de ex. electrodinamic), care reproduce frecvențele joase (fig. II.11).



a

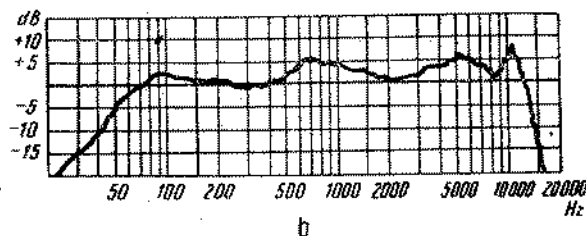


Fig. II.11. Difuzor electrodinamic combinat cu un difuzor electrostatic:

a -- vedere; b -- caracteristica de frecvență.

Difuzorul piezoelectric este folosit în special pentru reproducerea frecvențelor înalte. El constă dintr-un cristal legat rigid cu o membrană. Tensiunea de audiofrecvență se aplică cristalului; datorită efectului piezoelectric, cristalul, sub

acțiunea cîmpului electric alternativ, va vibra și va pune în mișcare membrana care, la rîndul ei, va radia unde acustice în aer.

Deoarece acest tip de difuzor are o impedanță foarte mare (de ordinul a $100\text{ k}\Omega$) și, deoarece oscilațiile cristalelor nu pot avea amplitudini prea mari, puterile acustice care se pot radia sînt relativ mici.

Difuzorul magnetostrictiv se folosește numai în domeniul frecvențelor mai mari decît $20\,000\text{ Hz}$ (ultrasunete). Principiul lui de funcționare se bazează pe efectul magnetostrictiv, adică pe proprietatea materialelor feromagnetice de a suferi deformații sub acțiunea unui cîmp magnetic.

Difuzorul cu efect Corona. Între două conductoare aflate la o mare diferență de potențial pot apărea descărcări electrice, caracterizate printr-o peliculă luminescentă la suprafața conductorului. Particulele de aer sînt puse în mișcare cu ajutorul acestei descărcări. În fig. II.12, *a* se arată schematic cele două conductoare (în cazul de față un vîrf și o suprafață) între care se aplică o tensiune continuă.

În jurul conductorului ascuțit se montează un conductor inelar care are un rol similar cu grila unui tub electronic. Între aceste ultime două conductoare se aplică o tensiune alternativă, care face să se producă o descărcare electrică între vîrf și suprafață. Pentru a face ca descărcarea să se producă în decursul ambelor alternanțe ale tensiunii alternative și în ambele direcții, se înlocuiește suprafața cu un al doilea vîrf (fig. II.12, *b*). În acest caz, particulele de aer se vor mișca în ritmul tensiunii alternative și dacă aceasta are o frecvență audio, se va auzi un sunet. În fig. II.12, *c* se poate vedea un

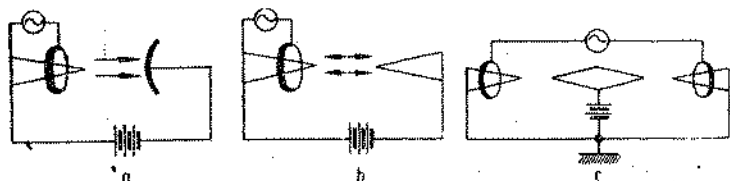


Fig. II.12. Difuzor cu efect Corona:

a — descărcare între un vîrf și o suprafață; *b* — descărcare vîrf-vîrf;
c — sistem de contratimp.

sistem de funcționare mai perfecționat al difuzorului cu efect Corona (sistem în contratimp), cu două inele. Difuzorul prezintă însă mai mult un interes științific decît practic, dato-

rită greutatea de realizare a tensiunilor mari care se cer pentru producerea efectului Corona.

Ionofonul. Un ultim tip de difuzor care, ca și cel anterior, nu are membrană care să radieze undele acustice, forțele de acționare aplicându-se direct particulelor de aer, este ionofonul. Principiul de funcționare a acestui tip de difuzor se bazează pe deplasarea ionilor sub acțiunea unui câmp electric. Dacă acesta este alternativ, mișcarea oscilatorie a aerului va produce sunete. Acest sistem nu poate funcționa însă în bune condiții la frecvențe joase mai mici decât 500 Hz.

CAPITOLUL III

DIFUZORUL ELECTRODINAMIC CU RADIAȚIE DIRECTĂ

I. PARAMETRII DIFUZORULUI

La difuzorul electrodinamic cu radiație directă, transformarea energiei electrice în energie acustică se face în următoarele două etape:

- transformarea energiei electrice în energie mecanică cu ajutorul bobinei mobile care constituie motorul electric;
- transformarea energiei mecanice în energie acustică cu ajutorul membranei care este acționată de bobina mobilă.

În cele ce urmează, se prezintă câteva caracteristici de bază ale difuzorului.

Puterea electrică nominală este puterea electrică consumată la bornele de intrare, la frecvența de 1 000 Hz, pentru care distorsiunile nu depășesc 5%. Puterea electrică se poate da în volți-amperi sau, în cazul difuzoarelor electrodinamice, în wați.

Puterea electrică instantanee este mereu variabilă. Indicația puterii fixează valoarea de vîrf a puterii admisibile. O suprasarcină de scurtă durată poate să nu aibă consecințe supărătoare. O suprasarcină permanentă, în afară de distorsionarea semnalului, poate avea însă consecințe grave, ca: încălzirea părților componente ale difuzorului și distrugerea bobinei mobile, amplitudini excesive ale membranei și deci deformări ale acesteia. De aceea, puterea nominală a difuzorului mai poate fi definită și ca puterea electrică medie pe care acesta o poate absorbi fără să se încălzească sau să aibă deformări mecanice.

Impedanța difuzorului este valoarea complexă a impedenței electrice măsurată la bornele de intrare ale difuzorului. Ea este compusă din suma impedenței electrice a trans-

ductorului, cînd sistemul mecano-acustic (radiatorul) este blocat, și a impedanței de mișcare care se reflectă din sistemul mecano-acustic în sistemul electric. La difuzorul electrodinamic, impedanța va avea un maxim la frecvența de rezonanță¹⁾ a echipajului mobil, deoarece la această frecvență cuplajul electromecanic este maxim, va fi aproximativ constantă într-o regiune destul de întinsă de frecvențe și apoi va începe să crească la frecvențe mai înalte, datorită inductanței bobinei mobile (fig. III.1). Cu cît bobina mobilă este mai mare, cu atît partea inductivă va fi mai pronunțată.

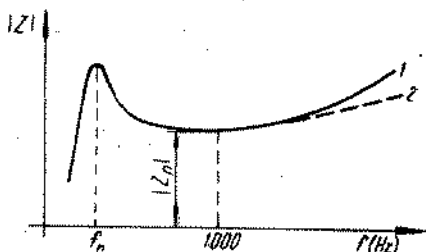


Fig. III.1. Variația impedanței unui difuzor electrodinamic în funcție de frecvență:

1 — fără inel de cupru; 2 — cu inel de cupru.

Impedanța nominală Z_n este valoarea minimă a modulului impedanței electrice măsurată la bornele de intrare ale difuzorului, la o frecvență mai mare decît frecvența de rezonanță a echipajului mobil. În general, impedanța nominală se măsoară la 1 000 Hz și poate fi cu aproximativ 10—20% mai mare decît rezistența în curent continuu.

Caracteristica de răspuns sau caracteristica de frecvență a difuzorului este dată de variația presiunii acustice a difu-

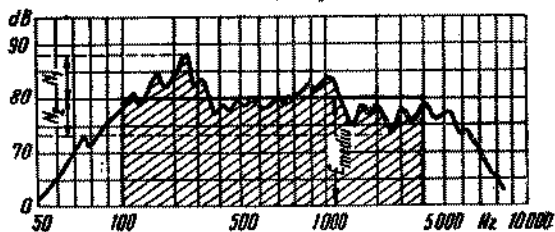


Fig. III.2. Caracteristica de răspuns a unui difuzor.

rilor în funcție de frecvență (fig. III.2). Această caracteristică se măsoară de obicei aplicînd la bornele difuzorului un

¹⁾ Frecvența de rezonanță f_r a difuzorului este frecvența la care sistemul mobil are amplitudinea cea mai mare. La această frecvență reacțanța mecanică a sistemului mobil este nulă.

semnal constant cu frecvența și măsurînd cu ajutorul unui microfon, plasat la o distanță de 0,5—1 m de axul difuzorului, variațiile de presiune care rezultă cînd frecvența se modifică.

Cu cît această caracteristică este mai uniformă într-o bandă de frecvențe cît mai largă, cu atît difuzorul este considerat mai bun. De obicei, variațiile de presiune sînt date în decibel¹⁾ într-o anumită bandă de frecvență. Din fig. III.2 rezultă, că difuzorul reproduce banda de 85—6 000 Hz cu o neuniformitate de 15 dB.

Precizăm că, în general, caracteristica de frecvență a difuzorului se măsoară sub tensiune constantă și este foarte neregulată, putînd atinge, obișnuit, la difuzoarele normale, neuniformități de 16—18 dB (un amplificator are neuniformități ale caracteristicii de frecvență de numai 3—6 dB). De asemenea, deoarece la frecvențe mai mici decît frecvența de rezonanță presiunea acustică dată de difuzor scade foarte repede, această se consideră de obicei limita inferioară a benzii de frecvență pe care o poate reproduce difuzorul.

În exploatare este bine ca difuzorul să fie alimentat la tensiune constantă, pentru a evita o supraîncărcare la frecvența de rezonanță, care ar putea duce, în afară de distorsiuni, la deteriorarea sistemului mobil al difuzorului. De aceea, un amplificator de bună calitate trebuie realizat cu o reacție negativă de tensiune suficient de puternică, pentru ca să aibă rezistență internă mică și deci să dea o tensiune constantă, indiferent de variațiile impedanței de sarcină.

Randamentul difuzorului se definește ca fiind raportul dintre puterea acustică radiată și puterea reală electrică absorbită. Această mărime variază cu frecvența (fig. III.3).

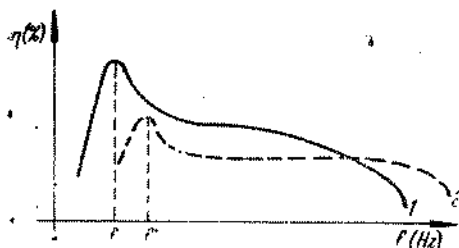


Fig. III.3. Variația randamentului în funcție de frecvență:

1 — difuzor cu diametru mare; 2 — difuzor cu diametru mic.

Astfel, la frecvențe mai mici decît frecvența de rezonanță, randamentul scade rapid, ceea ce face ca răspunsul difuzorului să se limiteze în jos la această frecvență. La frecvența de rezo-

¹⁾ Nivelul de referință este $p_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ μb.

nanță randamentul are un maxim, deoarece suma reac-
tanței de masă și elastică a sistemului mobil este nulă. La
frecvențe mai mari decât frecvența de rezonanță randamentul
se păstrează oarecum constant într-o regiune destul de întinsă,
care depinde de diametrul membranei. Cu cât acesta este mai
mic, cu atât această regiune se va întinde spre frecvențele mai
înalte. În același timp însă valoarea randamentului va fi mai
scăzută.

La frecvențele înalte, randamentul începe să scadă destul
de repede. În același timp, însă, și directivitatea difuzorului
crește, ceea ce face ca presiunea pe ax să nu scadă, deoarece
energia se concentrează într-un unghi mai mic.

Randamentul difuzorului este direct proporțional cu supra-
fața membranei și cu volumul magnetului (bineînțeles va fi
mai mare la o calitate mai bună a acestuia) și invers propor-
țional cu pătratul masei sistemului mobil.

Intrucât măsurarea randamentului este foarte dificilă, în
general acest parametru nu se precizează în cataloage. Ran-
damentul este proporțional cu pătratul inducției din întrefier.
Din această cauză, în cataloage se indică acest ultim
parametru sau fluxul total din întrefier (în Maxwell). Mări-
rea care ne dă însă imaginea cea mai clară asupra valorii
randamentului este energia magnetică din întrefier (expri-
măată uzual în mws).

Eficiența difuzorului este raportul dintre presiunea
acustică dată de difuzor pe axa sa la o distanță de 1 m și ră-
dăcina pătrată a puterii electrice absorbite. Această caracte-
ristică, cu toate că nu este identică cu randamentul difuzo-
rului, totuși valoarea ei ne dă o indicație în ceea ce privește
mărimea acestuia.

Eficiența difuzorului se exprimă în $\text{dB} \cdot \text{m} / \sqrt{W}$.

Caracteristica de directivitate a difuzorului ne arată repa-
rțiția în spațiu a energiei acustice radiate. Directivitatea
depinde de frecvență, de diametrul difuzorului și de unghiul
de deschidere al conului membranei. Directivitatea crește o-
dată cu frecvența (fig. III.4). La o frecvență dată, un difuzor
cu un diametru mai mare va fi mai directiv decât un difuzor
cu un diametru mai mic. De asemenea, directivitatea va fi
mai mare atunci când unghiul de deschidere al membranei
va fi mai mic.

Distorsiunile neliniare ale unui difuzor se datoresc în pri-
ncipal neliniarității suspensiei, neomogenității fluxului în
întrefier, iar la difuzoarele cu pilnie și neliniarității aerului.

Ele sînt mai mari cînd amplitudinea de oscilație crește, deci la frecvențe joase și la puteri acustice radiate mari.

Răspunsul difuzorului în regim tranzitoriu este influențat de impedanța internă a generatorului, care trebuie să

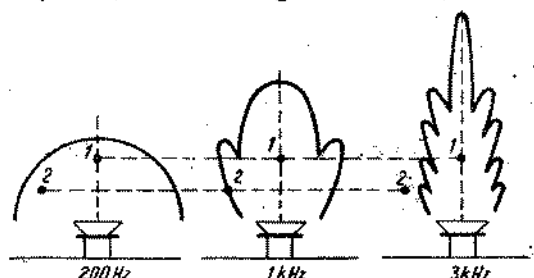


Fig. III.4. Caracteristicile de directivitate ale unui difuzor la diferite frecvențe.

fie cît mai mică față de impedanța difuzorului. De asemenea, o mare rezistență mecanică (membrană de suprafață mare) și o inducție puternică îmbunătățește răspunsul în regim tranzitoriu.

Pentru aprecierea calității unui difuzor trebuie luate în considerare foarte caracteristicile lui.

2. PĂRȚILE COMPONENTE

În fig. III.5 se prezintă o secțiune printr-un difuzor electrodinamic cu radiație directă.

Părțile importante ale difuzorului sînt:

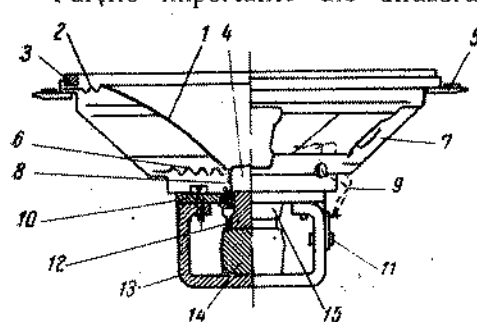


Fig. III.5. Secțiunea printr-un difuzor dinamic cu radiație directă.

1 — membrană; 2 — suspensie; 3 — sector; 4 — căpăcel; 5 — găuri de fixare; 6 — centraj; 7 — șasiu; 8 — bobina mobilă; 9 — terminale; 10 — flanșe superioară; 11 — placă de racord; 12 — bolti; 13 — jug; 14 — magnet; 15 — capșulă de protecție.

— sistemul mobil, format din membrană, centraj și bobină mobilă;

— circuitul magnetic format din magnet și piese polare;

— corpul propriu-zis al difuzorului (șasiul).

Concepția și realizarea membranei influențează randamentul difuzorului, banda reprodusă și puterea admisibilă.

• Randamentul depinde de dimensiunile membranei, de forma și de greutatea ei, de materialul utilizat la confecționarea ei etc.

Membrana difuzorului trebuie să fie ușoară, pentru a realiza un bun randament și pentru a permite redarea frecvențelor înalte. În același timp ea trebuie să fie și rigidă pentru a putea funcționa corect la frecvențe joase (ca piston oscilant). Aceste două condiții sînt contradictorii și nu se pot realiza decît pe cale de compromis.

Membrana poate fi de formă circulară sau eliptică. Aceasta din urmă permite obținerea unei suprafețe utile de radiație mai importantă atunci cînd înălțimea avută la dispoziție pentru difuzor este limitată, așa cum se întîmplă în cazul casetelor receptoarelor de radio și televiziune.

O altă proprietate a membranei eliptice constă în faptul că, pe de o parte permite obținerea unei directivități mai mari (caracteristică de directivitate mai ascuțită) în planul care conține axa mare a elipsei și axa membranei și, pe de altă parte, o directivitate mai puțin pronunțată în planul care conține axa mică a elipsei și axa membranei decît aceea dată de o membrană circulară de aceeași suprafață. Deci, un punct aflat pe axa conului, aflîndu-se în ambele planuri, se bucură de proprietăți oarecum contradictorii. Aceasta face ca reproducerea frecvențelor să fie mai uniformă, diametrul mare permițînd radierea puterii acustice la frecvențe joase, iar diametrul mic permițînd radierea puterii acustice la frecvențe înalte.

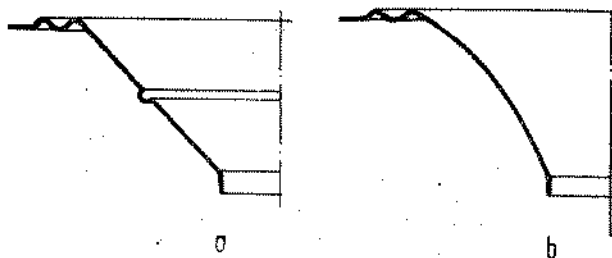


Fig. III.6. Forma membranelor în secțiune:

a — conică; b — exponențială.

În secțiune, membrana poate fi conică sau exponențială (fig. III.6). Forma conică nu se întrebunează la puteri mai mari, din cauză că favorizează apariția subarmonicilor.

În general, putem afirma că o membrană pentru un nivel sonor mare are caracteristici acustice mai slabe decât o membrană pentru un nivel sonor mai scăzut.

Pentru micșorarea directivității la frecvențe înalte, în mijlocul membranei se poate prevedea un con fixat rigid de bolt, confecționat din metal sau material plastic (fig. III.7).

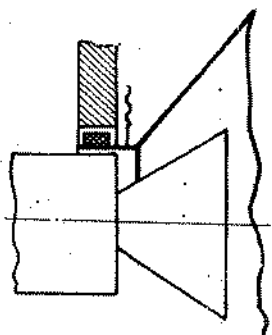


Fig. III.7. Con pentru dispersarea frecvențelor înalte.

Caracteristica de frecvență a difuzorului este determinată de particularitățile membranei. Neregularitățile caracteristicii de frecvență se datoresc diverselor moduri de vibrație a unor porțiuni ale membranei, unele în fază, altele în antifază, care depind în mare măsură de compoziția materialului din care este confecționată membrana. Acest material este, în mod obișnuit, celuloză cu diverse adaosuri (celofibră, negru de fum etc.). De asemenea, membrana poate fi confecționată din material plastic, iar în ultimul timp s-au confecționat membrane extrem de rigide dintr-o foaie foarte subțire de aluminiu pe care s-a lipit, printr-un procedeu oarecare, o masă plastică spongioasă ușoară. S-ar părea că rezultatele obținute sînt foarte bune.

În partea periferică a membranei există undulații, care fac ca legătura ei cu șasiul să fie elastică. Datorită faptului

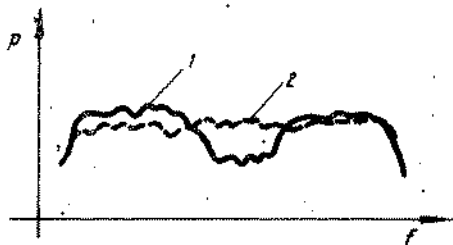


Fig. III.8. Caracteristica de frecvență a unui difuzor:

1 - fără plastifiant pe undulații; 2 - cu plastifiant pe undulații.

că într-un anumit domeniu de frecvențe undulațiile periferice vibrează în antifază cu restul membranei, caracteristica de frecvență va avea unele neregularități foarte pronunțate (fig. III.8). Pentru a remedia această deficiență, la unele tipuri de difuzoare, undulațiile se

ung cît un plastifiant care mărește rezistența de frecări și amortizează vibrațiile undulațiilor.

Ondulațiile de la periferia conului determină frecvența de rezonanță fundamentală, care trebuie să fie cît mai coborîtă. Deci, undulațiile vor fi destul de subțiri pentru a fi elastice, dar suficient de rezistente pentru a nu periclita funcționarea difuzorului.

Ondulațiile pot fi din hirtie, ca și membrana, și formînd corp comun cu aceasta, sau din piele moale, țesătură etc., lipită printr-un mijloc oarecare de marginea membranei. Acest ultim procedeu, deși conduce la o calitate mult mai bună, este foarte scump. Numărul de undulații este de obicei de 2—3, în funcție de frecvența de rezonanță pe care vrem să o obținem și de amplitudinea de vibrație pe care trebuie să o aibă membrana.

Bobina mobilă se realizează din conductor de cupru sau aluminiu cu secțiunea circulară, și mai rar pătrată sau dreptunghiulară. Înfășurarea se efectuează pe o carcasă de hirtie sau aluminiu.

Bobina mobilă trebuie să fie cît mai ușoară și să ocupe un spațiu cît mai mic pentru a se putea mișca liber în întregul circuitului magnetic. Dacă prima condiție nu este îndeplinită, restituirea frecvențelor înalte va avea de suferit datorită inerției mari a sistemului mobil. Bobina realizată cu sîrmă de aluminiu prezintă din acest punct de vedere avantajul de a fi mai ușoară. Ținînd seama însă că rezistivitatea cuprului este mai mică și că sudarea sîrmei de aluminiu prezintă încă dificultăți practice, mai adesea se preferă utilizarea cuprului. Aluminiul se utilizează numai la o parte din difuzoarele speciale realizate pentru redarea frecvențelor înalte.

Impedanța mică a bobinei mobile ($3 - 5 \Omega$ pentru radio-receptoare și $10 - 15 \Omega$ pentru aparate de puteri mai mari) a impus utilizarea unui transformator care să adapteze această impedanță la impedanța optimă mare a tubului final al amplificatorului. Calitatea transformatorului are un rol important asupra calității de redare a difuzorului și asupra stabilității amplificatorului, atunci cînd acesta are o reacție negativă puternică (cazul amplificatoarelor de calitate). În aceste cazuri, transformatorul devine o piesă grea, scumpă și totuși imperfectă. De aici a rezultat necesitatea eliminării transformatorului de ieșire. S-au făcut studii, s-au utilizat tuburi finale noi cu impedanța de sarcină mai redusă (EL86),

s-a elaborat un montaj special pentru o impedanță de sarcină de numai 800 Ω în loc de 7 000—10 000 Ω la vechile montaje. În aceste condiții se revine încetul cu încetul la montaje fără transformator de ieșire. Acest lucru este favorizat și de faptul că apariția tranzistoarelor a permis realizarea unor etaje finale care au nevoie de impedanțe de sarcină relativ mici (10—30 Ω). Realizarea unor astfel de difuzoare nu mai este astăzi o problemă prea complicată.

Bobina mobilă — atunci când este corect construită — nu influențează prea mult asupra performanțelor difuzorului. Este de dorit ca impedanța ei să prezinte o mică variație cu frecvența. Pentru aceasta, uneori se utilizează un inel de cupru, exterior sau interior bobinei mobile, care funcționând ca o înfășurare în scurtcircuit, reduce inductanța bobinei mobile, astfel încât impedanța nu mai crește prea mult la frecvențe înalte (curba 2, fig. III. 1). De asemenea, o carcasă de aluminiu are același efect.

Bobina mobilă și membrana formează sistemul mobil. Întrucât bobina mobilă acționează membrana, legătura dintre ele trebuie să fie făcută rigid. Aceasta se realizează prin lipirea cu un lac special a carcasei bobinei mobile cu membrana. La punctul de unire al bobinei cu membrana se găsește și *centrajul* care servește la ghidarea corectă a bobinei mobile în întrefier și permite acesteia să vibreze axial. De asemenea, centrajul protejează întrefierul de praf, de pilitură de fier etc.

Orice abatere de la axialitate poate face ca bobina mobilă să se frece de piesele polare, ceea ce conduce la distorsiuni inadmisibile.

În fig. III.9 se prezintă câteva forme de centraje uzuale. Centrajul de tip exterior se confecționează din hârtie sau pânză bachelizată. Interiorul lui se leagă la bobina mobilă, iar exteriorul se lipește cu ajutorul unui lac de corpul difuzorului.

Anumiți constructori folosesc un nou tip de centraj exterior, confecționat din nailon. Nailonul este suplu, imputrescibil, nehigroscopic. Mai mult, el nu prinde mușgai, nu este atacat de diverse microorganisme și este insensibil la schimbări de temperatură. De asemenea, nailonul prezintă o mare rezistență la îndoiri repetate și la uzura prin frecare. El permite o siguranță în funcționare în orice condiții și face practic imposibil un descentraj.

Centrajul de tip interior se confecționează din textolit. Interiorul lui se fixează, prin intermediul unui șurub, de bolțul sistemului magnetic.

Ondulațiile, în cazul centrajului exterior, sau decupările, în cazul centrajului interior, se fac cu scopul de a micșora

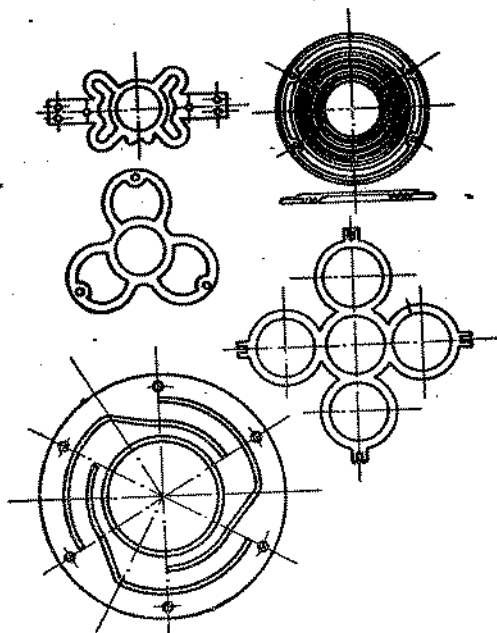


Fig. III.9. Centraje uzuale.

rigiditatea centrajului pe axa lui, rigiditatea în sens radial rămânând aceeași. Elasticitatea centrajului și a ondulațiilor periferice a membranei, împreună cu masa sistemului mobil, determină frecvența de rezonanță a difuzorului, deci frecvența inferioară, care poate fi reprodusă de difuzor. Din această cauză se caută ca ondulațiile periferice și centrajul să fie cât mai elastice (cât mai puțin rigide), pentru ca să se obțină o frecvență de rezonanță a sistemului mobil cât mai mică. Același lucru s-ar putea obține și dacă s-ar mări masa sistemului mobil (masa bobinei sau a membranei), însă în acest caz ar scădea randamentul difuzorului și posibilitatea lui de a reproduce frecvențele înalte.

Circuitul magnetic este format dintr-un magnet permanent, din piesele polare realizate dintr-un oțel moale (cu remanență foarte mică) și un întrefier. Asamblarea tuturor acestor piese se poate face în trei moduri: cu șuruburi și piulițe, prin în-

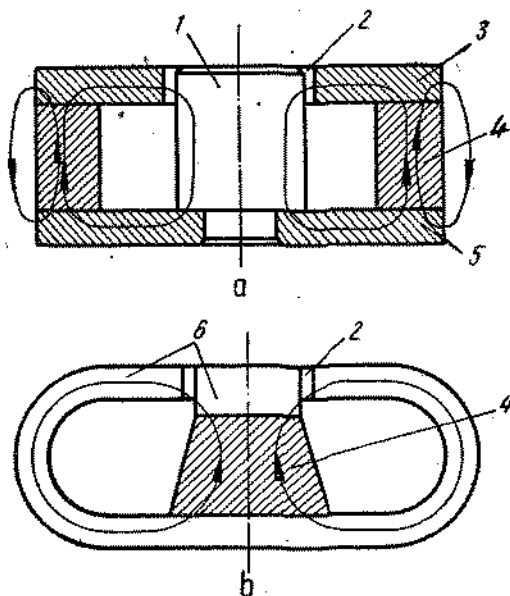


Fig. III.10. Circuite magnetice:

- a — cu magnet inelar; b — cu magnet cilindric; 1 — bolt;
2 — întrefier; 3 — flanșă superioară; 4 — magnet;
5 — flanșă inferioară; 6 — piese polare.

globarea întregului sistem în masa plastică sau cu ajutorul unor lacuri de lipire.

Magnetul este confecționat prin turnare dintr-un aliaj magnetic sau prin presarea unor oxizi de fier. Suprafețele paralele ale magnetului trebuie bine șlefuite, pentru ca suprafața de contact cu piesele polare să fie cât mai mare, în vederea micșorării reluctanței circuitului magnetic. Magnetul poate să fie inelar sau cilindric, în acest din urmă caz el montându-se ca piesă centrală (fig. III.10).

Piesele polare sînt flanșă superioară și flanșă inferioară cu bolt. Precizia de prelucrare a bolțului trebuie să fie foarte mare (de ordinul a $3/100$ mm), deoarece pe el este centrată bobina mobilă. În cazul cînd magnetul constituie piesa cen-

trală, deoarece el se prelucurează greu din punct de vedere mecanic, se adoptă o construcție cu un bolt din oțel moale, în prelungirea magnetului.

În general, se obișnuiește ca pe bolt să se monteze un inel (fig. III.11). Acest inel are drept scop protejarea întrefierului de praf, pilitură de fier etc. De asemenea, dacă el este confecționat din alamă, cupru sau aluminiu, reprezintă o spirală în scurt-circuit, în care se induc curenți, atunci când difuzorul funcționează. Fluxul dat de curenții din această spirală este de sens contrar cu fluxul principal, ceea ce face să scadă inductanța bobinei mobile și deci impedanța nu mai crește pronunțat la frecvențe înalte (fig. III.1, curba 2).

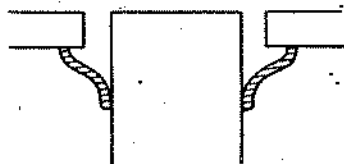


Fig. III.11. Inel de protecție a întrefierului

La primele difuzoare electrodinamice, câmpul magnetic era produs de o înfășurare de cupru alimentată cu curent continuu. Costul mare al cuprului și necesitatea curentului de excitație conduc la un preț de cost relativ ridicat. Astăzi, la marea majoritate a difuzoarelor câmpul magnetic este produs de un magnet permanent. Dacă acest magnet posedă o energie mai mare, se poate realiza o aceeași inducție în întrefier cu un magnet mai mic. Construcția cu magnet cilindric central, care se poate realiza numai cu un magnet cu o mare energie magnetică (de exemplu ticonal), prezintă avantajul unui flux de dispersie redus. Aceasta conduce atât la o utilizare mai rațională a fluxului magnetic cât la posibilitatea utilizării acestor difuzoare în apropiere de tuburi cinescoape, antene de ferită etc. Celălalt tip de circuit magnetic nu poate fi utilizat în apropierea unor elemente care ar putea fi perturbate de fluxul magnetic de dispersie.

Fluxul de dispersie este cu atât mai mare, cu cât magnetul este mai plat (cei doi poli mai apropiați) și cu cât secțiunea acestuia este mai mare; acesta este mare deci în cazul magnetelor din ferită.

S-au propus diverse soluții pentru micșorarea acestui flux de dispersie. Una din acestea constă în utilizarea unui al doilea magnet cu polaritate inversă față de magnetul principal și care produce în exterior un flux de sens contrar. Deci fluxul total se va compune din diferența celor două fluxuri parțiale.

Pentru realizarea unui randament cât mai mare, și pentru îmbunătățirea regimului tranzitoriu, inducția în întrefier trebuie să fie cât mai ridicată. Din considerente economice, magnetul trebuie situat în punctul optim de funcționare. Pentru aceasta, raportul între secțiunea, și lungimea magnetului trebuie să aibă o valoare bine determinată, care depinde de dimensiunile întrefierului și de caracteristicile materialului magnetic folosit. Inducția variază de la 8 000 la 10 000 Gs, în cazul difuzoarelor uzuale, iar cu precauții speciale se pot obține inducții de 14—15 000 Gs, la difuzoarele de bună calitate.

Corpul difuzorului (șasiul) trebuie să prezinte două plăni paralele, pe care se montează centrul și marginile ondulațiilor periferice. El trebuie să fie rigid și fără rezonanțe proprii. Corpul se poate turna din alumininiu sau ștanța din tablă de oțel sau aluminiu. În primul caz, prețul de cost este mai ridicat, însă șasiul fiind foarte rigid, difuzorul este mai bun. Această soluție este adaptată în cazul difuzoarelor de putere relativ mare (peste 6—8 W). La difuzoarele mici soluția adoptată este cea a ștanțării din tablă, ceea ce conduce la un preț de cost mai scăzut.

Se mai pot confecționa șasiuri de difuzor din bachelită, însă în acest caz sînt necesare prese mari, debitul acestora fiind destul de redus, iar precizia de realizare a dimensiunilor propuse destul de mică.

Lipirea ondulațiilor periferice ale membranei de marginea șasiului se face cu ajutorul unui lac. Pentru a evita orice fel de vibrații parazite, peste marginea ondulațiilor periferice se lipesc niște sectoare care pot fi din pîslă, carton sau plută.

CAPITOLUL IV

PROCESUL TEHNOLOGIC DE FABRICAȚIE A PIESELOR COMPONENTE ȘI A ANSAMBLULUI DIFUZOR CU RADIAȚIE DIRECTĂ

Procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului-difuzor cuprinde:

— procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului-șasiu;

— procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului-magnet;

— procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului-mobil;

— procesul tehnologic de fabricație a ansamblului difuzor.

2. PROCESUL TEHNOLOGIC DE FABRICAȚIE A PIESELOR COMPONENTE ȘI A ANSAMBLULUI-ȘASIU

Ansamblul șasiu se compune din șasiul difuzorului și sistemul de conectare.

a. Șasiul

În prezent, șasiul difuzoarelor de gabarite mici și mijlocii se execută aproape în exclusivitate din tablă de oțel dublu decapată pentru ambutisări adânci. Șasiurile difuzoarelor mari se toarnă în special din aliaje de aluminiu.

Soluțiile tehnice adoptate pentru realizarea șasiului din tablă sînt foarte variate. *

Șasiul ambutisat. Șasiul obținut prin ambutisare din tablă de oțel se execută, în majoritatea fabricilor, prin unul din sistemele:

— șasiul ambutisat, decupat și găurit;

— șasiul decupat, ambutisat și găurit.

Șasiul ambutisat, decupat și găurit. Operațiile tehnologice pentru realizarea șasiului încep prin debitarea la ghilolină a fișiiilor de tablă, din care, cu ajutorul unei scule de decupat, montată pe o presă cu excentric, sînt tăiate bucăți rotunde, pătate, dreptunghiulare sau sub altă formă, în funcție de dimensiunile finale ale șasiului. După operația de decupare se ambutisează bucățile de tablă pe o presă cu dublu efect cu o putere care depinde de mărimea șasiului. Această operație se poate executa și pe o presă cu excentric, cu condiția ca aceasta să fie dotată cu un aruncător puternic și reglabil.

Este necesar a se lucra pe o presă cu dublu efect, pentru ca primul poanson să țină foarte puternic marginile bucății de material, iar al doilea să execute operația de ambutisare. În cazul cînd marginile nu sînt ținute bine în momentul ambutisirii, ele se vor ondula și piesa va fi rebutată.

Prima ambutisare executată nu poate, în acest caz, să dea forma definitivă a piesei, fapt pentru care se execută o a doua ambutisare, denumită de calibrare, și care va definitiva cotele principale ale șasiului. Această operație va face ca suprafețele de asamblare ale membranei, centrajului și ansamblului-magnet să fie paralele. În timpul efectuării calibrării, suprafețele respective se pot plana dințat sau drept.

După ce piesa a fost calibrată, se încep operațiile de decupare a ferestrelor laterale, de găurire a părților inferioare ale șasiului și a găurilor laterale pentru prinderea regletei cu contacte sau a capselor. Ele se execută cu scule separate de găurit, montate pe prese cu excentric.

Găurile de prindere ale difuzorului sînt executate după aceste operații o dată cu operația de tuns a marginii șasiului. Găurirea și tunderea se execută pe o sculă de găurit și decupat montată pe o presă cu excentric.

După efectuarea tuturor operațiilor amintite șasiul este gata pentru a se executa ultima operație: îndoirea marginii și calibrarea finală. Aceasta se execută pe o sculă de îndoit montată pe o presă cu excentric.

În cazul șasiurilor eliptice se mai execută o operație de tundere pe strung, după ce piesa a fost executată, deoarece la colțuri rămîne un plus de material.

Șasiul fiind gata, se poate controla în final cu ajutorul unui șubler și a șablonului de formă.

Este necesar ca după fiecare operație să se execute controlul de calitate prin sondaj în timpul lucrului, ca și la sfârșitul fiecărei operații, pentru a se putea descoperi la timp dacă sculele s-au dereglat și pentru a se putea lua din timp măsurile necesare de înlăturare a defectului.

Pentru ca șasiurile să fie bine ambutisate și calibrate, este necesar ca operațiile să se facă după ce piesele au fost în prealabil unse cu ulei mineral. După executarea operației respective, șasiul trebuie să fie degresat și spălat.

Operațiile de ambutisare, tragere sau îndoire pentru orice piesă se execută după ce aceasta a fost curățată anterior. Curățirea fereste sculele de degradare din cauza corpurilor străine și nu produce zgîrieturi sau urme de gripaj pe piesă.

Un șasiu greșit ambutisat sau calibrat nu mai poate fi remediat, iar un șasiu care nu respectă forma și cotele nu se poate utiliza.

Șasiurile difuzoarelor se protejează contra corozîunilor prin acoperire galvanică cu zinc, nichel, cadmiu sau prin vopsire. Acoperirea trebuie să fie compatibilă cu lacul adeziv folosit la asamblarea membranei și a centrului.

Acest procedeu tehnologic de realizare a șasiului cere un lot de scule foarte greu de executat, deoarece toate operațiile de găurire și de decupare se execută pe suprafețe curbe. De asemenea, la operațiile de ambutisare și de calibrare sînt necesare prese mari și puternice deoarece se lucrează cu piesa nedecupată. Pentru înlăturarea acestor dificultăți, în unele întreprinderi s-a început prelucrarea șasiului după o ordine inversată a operațiilor.

Șasiul decupat, ambutisat și găurit. La fel ca și în cazul precedent, acesta se obține din bucăți de tablă, care sînt supuse unei operații de decupare a ferestrelor laterale și de găurire a găurilor de prindere ale difuzorului și ale găurii centrale. În acest caz, operația se execută pe o singură sculă normală de decupat și găurit montată pe o presă cu excentric.

Ambutisarea nu se mai face în toată masa de material, fapt pentru care se poate lucra în bune condiții pe o presă cu excentric cu aruncător pneumatic. Această ambutisare, în condițiile arătate, se poate executa la cotele finale, nemaifiind necesare operații ulterioare de calibrare. Pentru acest lucru este necesar ca scula de ambutisat să nu fie pusă

pe o pernă de cauciuc, ci direct pe masa presei, ceea ce impune însă un reglaj precis pentru a nu se accidenta scula.

După operația de ambutisare se dau găurile de prindere a ansamblului-magnet și se regăurește gaura centrală. Apoi, se poate tunde exterior și să se îndoaie marginea șasiului.

Șasiul turnat în cochilă din aliaje de aluminiu. Turnarea în cochilă se face după regulile obișnuite de turnarea aliajelor de aluminiu. După turnare se taie maselota și se prelucurează pe strung sau freză suprafețele de așezare a membranei, centrajelor și ansamblului-magnet. Cu ajutorul unui dispozitiv se realizează apoi toate găurile necesare.

Înainte de a fi dat controlului de calitate șasiul, fiind realizat în cochilă, mai necesită o scurtă operație de ajustare, pentru a se curăța eventualele bavuri provenite din turnare.

b. Ansamblul-șasiu

Ansamblul-șasiu se realizează prin prinderea cu șuruburi a regletei cu contacte pe șasiu sau prin prinderea directă a unei cose-capse pe șasiu, prin intermediul unor șaibe de prespan, care trebuie să asigure izolarea coselor de șasiu.

După realizarea capsării, utilizând o sursă electrică de tensiune mică, se verifică, cu ajutorul unui bec sau cu sonerie montată în serie, dacă cosele-capsă sînt bine izolate de șasiu.

Ansamblul-șasiu realizat este pus pentru stocare pe niște dispozitive compuse dintr-un ax montat vertical pe un suport.

2. PROCESUL TEHNOLOGIC DE FABRICAȚIE A PIESELOR COMPONENTE ȘI A ANSAMBLULUI-MAGNET

Ansamblul-magnet se compune din magnet, piese polare și piese de protejare-întrefier.

a. Magnetul

Magneții folosiți pentru fabricarea difuzoarelor sînt ceramici din ferită de bariu sau metalici.

b. Piese polare

În funcție de forma magnetilor utilizați, se construiesc piesele polare necesare ansamblului magnet. În practică pentru cele două forme de prezentare a magnetilor (inelară și cilindrică) se utilizează diferite variante de piese polare, dintre care amintim:

— varianta 1: piese polare compuse din flanșe superioară și flanșe cu bolt;

— varianta 2: piese polare compuse din capac superior, capac inferior și pastilă;

— varianta 3: piese polare compuse din jug și pastilă;

— varianta 4: piese polare compuse din flanșe superioară, jug și pastilă;

— varianta 5: piese polare compuse din flanșe superioară, flanșe cu bolt și capac.

a) *Varianta 1 de piese polare.* Flanșa superioară. Tabla din care se confecționează flanșele superioare se debitează la ghilotină în fișii, a căror lățime depinde de mărimea piesei.

După operația de debitare se decupează și se găuresc piesele cu ajutorul unei scule de găurit și decupat în pași, montată pe o presă cu excentric.

Elementele sculei de găurit și decupat se calculează în funcție de mărimea flanșelor, respectiv de forța de tăiere necesară. Acest calcul determină și mărimea preseii cu excentric care va fi utilizată.

După operația de găurit-decupat se execută operația de găurit sau tras pe o sculă cu ghidaj fix al poansoanelor. În cadrul acestei operații se dau găurile de prindere a ansamblului-magnet pe șasiu.

Piese obținute după aceste operații sînt planate pentru a se putea obține ambele fețe paralele.

În cadrul diferitelor uzine se utilizează mai multe metode pentru a se obține acest paralelism. O metodă este aceea a planării pe o presă cu excentric cu o sculă de planat cu fețele active striate. Această operație se poate face în bune condiții și pe o presă cu fricțiune. În cazul utilizării acestei metode, este necesar ca după planare să se șlefuiască flanșele pe ambele fețe, pe un disc placat cu hîrtie abrazivă, pentru a se înlătura eventualele virfuri rămase de la plăcile striate ale matriței. Această operație se face manual pe un disc rotativ.

A doua metodă constă în planarea pe o presă cu fricțiune cu o sculă care are fețele active drepte, după care se rectifică ambele fețe ale flanșei pe o mașină de rectificat cu masă magnetică. Această metodă necesită însă utilizarea unui material mai gros, care astfel este subțiat la cota respectivă.

A treia metodă constă în utilizarea la operația de găurit decupat a unei scule bloc, care asigură și planarea piesei o dată cu operația de decupare. Pentru aceasta este necesar însă a se folosi prese cu excentric puternice (peste 250 tone), prevăzute cu aruncătoare cu aer comprimat.

Deoarece și în acest caz scula trebuie să aibă fețele active striate, este necesar ca după deculare să se facă operația manuală de șlefuire, ca la prima metodă.

După ce piesa a fost planată, se efectuează operația de calibrare a găurii centrale. Această operație se poate efectua prin două metode care se prezintă în cele ce urmează.

Alezarea pe o mașină de găurit verticală. Această operație se face pe un dispozitiv care ține flanșa în poziție de lucru și cu un alezor normal, calibrat la cota respectivă. După alezare este necesar a se zencui ambele părți ale găurii. Operația în general este dificil de executat, deoarece alezorul se uzează repede, iar alezarea unei găuri de diametru mare și grosime mică nu este cea mai indicată.

Deficiențele acestei metode se datoresc faptului că alezorul nu se poate autocentra pe gaură, deoarece piesa este subțire. De asemenea, jocul de la axul mașinii și neperpendicularitatea alezorului cu piesa face ca să apară foarte des abateri de la toleranțele admisibile sau ovalități ale găurii.

Trecerea prin gaura gata zencuită a unei bile de rulment cu ajutorul unei prese manuale sau pneumatice. Operația asigură o cotă precisă, iar găurile se obțin în toleranțele cerute.

Bila de rulment utilizată trebuie să fie mai mare decât cota nominală a găurii, deoarece prin trecerea ei pereții găurii nu se deformează plastic decât pe o mică adâncime, restul deformându-se elastic. Pentru aceasta este necesar să existe o gamă de bile de rulment și prin încercări succesive să se stabilească cea necesară. Diametrul bilei variază în funcție de diametrul anterior al găurii și de calitatea lotului de material din care se execută flanșa.

În general, se recomandă ca gaura flanșei înainte de calibrare să aibă un diametru mai mic cu maximum 0,1 mm decât cel necesar. Dacă diametrul este mai mare, există pericolul ca marginile găurii să se deformeze.

Flanşa superioară se protejează contra coroziunilor prin acoperire galvanică cu zinc, nichel sau cadmiu. Această operaţie se face înainte sau după operaţia de calibrare a găurii centrale. Dacă acoperirea galvanică este executată după operaţia de calibrare există riscul de a se modifica cota găurii peste limitele admise datorită depunerilor galvanice. În schimb, operaţia inversă face ca gaura să rămână neprotejată, ceea ce în cazul unor piese necesare pentru lucru în condiţii de climat umed nu este recomandat.

Controlul tehnic al piesei se execută cu şublerul pentru cotele de gabarit şi distanţe între găuri, cu calibru tampon filet T-NT¹⁾, pentru găurile filetate şi cu calibru tampon T-NT pentru gaura centrală.

Flanşa inferioară. Aceasta se execută, în general, după aceeaşi tehnologie ca şi flanşa superioară, până la operaţia de planare.

Operaţia de planare se face, fie în mod individual, ca la flanşa superioară, sau după ce se assemblează cu bolţul. Executarea operaţiei de planare a flanşei inferioare individuale este mai economică, deoarece se evită operaţia de strunjire.

La asamblarea cu bolţul sînt necesare măsuri speciale, astfel cum se va arăta în cele ce urmează.

Controlul tuturor dimensiunilor se face cu şublerul.

Bolţul. Bolţul se prelucrează pe strunguri automate. El se obţine din bară, iar strunjirea trebuie să fie foarte atent executată, pentru a se putea obţine o suprafaţă curată şi lipsită de asperităţi.

Bolţul ca şi gaura centrală a flanşei superioare, trebuie prelucrate la cote precise, deoarece acestea sînt elementele care dau dimensiunile întrefierului.

Diametrul exterior al bolţului se obţine printr-o operaţie de rectificare pe o maşină de rectificat fără centru, în cazul în care flanşa inferioară este planată individual, sau după asamblarea cu aceasta, sub formă de flanşe cu bolţ, se strunjeşte.

Controlul se face cu şublerul pentru toate cotele, în afară de diametrul exterior care se verifică cu micrometrul.

Flanşa cu bolţ. Flanşa inferioară şi bolţul-după prelucrările arătate-sînt asambleate prin nituirea bolţului.

¹⁾ trece-nu trece.

pe flanșe. Această operație se execută cu o sculă de nituit pe o presă cu excentric sau pe o presă cu fricțiune.

La scula de nituit se impune o condiție foarte importantă, și anume: suprafața de susținere a flanșei inferioare și planul axului găurii de ghidare a bolțului și fie perpendiculare. Această condiție trebuie controlată cel puțin o dată pe lună, dacă se lucrează în producție de serie, sau ori de câte ori scula este predată la magazia de SDV-uri.

În cazul în care se asigură condiția de perpendicularitate cerută, se utilizează flanșe inferioare planate individual și bolțuri rectificate la cota nominală. Dacă nu se poate obține perpendicularitatea, după asamblarea flanșei neplanate cu bolțul — care are un diametru exterior mai mare — se execută o operație de strunjire a bolțului și a feței interioare a flanșei inferioare. Această strunjire trebuie astfel executată, încât suprafețele prelucrate să fie aproape la fel cu cele rectificate.

După operația de asamblare sau de strunjire (dacă aceasta se execută), flanșa cu bolț este protejată contra corozionilor prin acoperire galvanică cu zinc, nichel sau cadmiu.

Controlul calitativ al piesei se execută cu șublerul — pentru cotele de gabarit și cu un calibru înel T-NT sau cu micrometrul — pentru diametrul exterior al bolțului. Perpendicularitatea bolțului pe flanșe se verifică cu un echer calibrat.

b) *Varianta 2 de piese polare.* Capacul superior. Tabla din care se execută capacul superior se debitează la ghilotină în fișii.

După operația de debitare din fișii sînt decupate pastile, cu ajutorul unei scule de decupat. După sablare și spălare pastilele sînt ambutisate pe o presă cu excentric cu aruncător cu aer comprimat.

După ambutisare, piesele sînt supuse unei operații de calibrare a fundului pe o presă cu excentric, cu ajutorul unei matrițe de calibrat. Scopul acestei operații este acela de a da fundului capacului o formă dreaptă și nu curbă, așa cum rezultă din operația de ambutisare.

După operația de calibrare, piesele sînt strunjite — pentru a se obține lungimea necesară. Operația de strunjire se execută pe strunguri-revolver.

După strunjire se execută operația de găurire și tras trei mărci pe o presă cu excentric cu o sculă de găurit-decupat. Mărcile servesc pentru montarea pe șasiu a ansamblului-magnet.

Gaura centrală se calibrează cu una din cele două metode arătate la flanșa superioară.

Capacul superior se protejază contra coroziunilor prin acoperire galvanică cu zinc, nichel sau cadmiu. Controlul tehnic se face la fel ca la flanșa superioară.

Capacul inferior. Acesta se execută după aceeași tehnologie ca și capacul superior, cu singura deosebire că nu se găurește.

Pastila. Datorită faptului că magnetul metalic nu se poate prelucra ușor după turnare, din cauza durității mari pe care o are, se utilizează o pastilă care se montează pe magnet și care împreună cu capacul superior formează spațiul de lucru al bobinei mobile. Această pastilă este executată pe strunguri automate și apoi este rectificată pe o mașină de rectificat cu masă magnetică.

Se impun condiții riguroase diametrului exterior, înălțimii, precum și paralelismului celor două fețe, cote ce se verifică în special de către controlul calitativ.

c) Varietatea 3 de piese polare. Jugul. Tabla din care se confecționează se debitează în fișii la ghiolină, cu lățimea mai mare decât cea a jugului.

După debitare fișiile sînt găurite și decupate într-o sculă de găurit și decupat, obținîndu-se piesa desfășurată.

Operația de găurire constă în executarea găurii centrale și a celor 3 mărci pentru montare pe șasiul difuzorului.

După găurire și decupare, piesa rezultată este polizată la capetele unde urmează să fie sudată. Această operație se face, în general, manual la un polizor obișnuit.

Piesa astfel obținută este apoi îndoită în formă finală după o tehnologie normală;

Sudarea jugului se face autogen sau electric. Pentru aceasta, piesa va fi montată pe un suport special, urmărindu-se să se obțină cotele piesei finale.

După sudare piesa va rămîne montată pe suport pînă se răcește complet, pentru a nu se deforma. În unele cazuri, acolo unde se constată că este necesar, piesa montată tot pe suport se detensionează la cald.

Gaura centrală este apoi calibrată după una din metodele arătate la flanșa superioară.

După ce piesa este gata confecționată, ea se protejează contra coroziunilor prin acoperire galvanică cu zinc, nichel sau cadmiu. Controlul tehnic se face cu șublerul pentru cotele de gabarit și cu calibru tampon *T-NT* pentru gaura centrală.

Pastila este identică cu cea de la varianta 1.

Căpăcelele. Acestea sînt două piese din tablă, decupate pe o sculă obișnuită de decupat din fișii debitate la ghilotină. Cotele de gabarit ale piesei se controlează prin sondaj, cu șublerul. Căpăcelele se acoperă contra coroziunilor cu zinc, nichel sau cadmiu.

c. Piesele de protejare a întrefierului

Pentru a se proteja întrefierul de impurități, în locul respectiv se montează piese executate atît din metale neferoase cît și din mase plastice. Tehnologia de fabricație a acestora depinde de la o formă constructivă la alta, în general fiind normală și corespunzătoare materialului din care se lucrează piesa.

Garnitura de pîslă. Aceasta se montează între flanșa superioară și șasiu, în cazul asamblării cu șuruburi. Ea se decupează și se găurește pe o sculă normală de decupat și găurit, după care este depozitată în cutii pentru stocare.

Controlul se execută asupra cotelor principale cu șublerul.

Este important de reținut, că scula trebuie să fie mereu bine ascuțită pentru a nu rupe materialul.

d. Ansamblul-magnet

Piesele polare, fabricate separat, împreună cu magnetul se assemblează realizîndu-se ansamblul-magnet al difuzorului. În practică asamblarea se face în trei moduri de prindere a pieselor între ele, și anume:

— asamblare prin șuruburi din alamă a tuturor pieselor inclusiv șasiul;

— asamblare prin înglobare în masă plastică a tuturor pieselor și prinderea de șasiu cu șuruburi;

— asamblare prin lipire cu lac adeziv a tuturor pieselor și prinderea de șasiu prin nituire sau șuruburi.

Asamblare prin șuruburi. Ambele piese polare, flanșa superioară și flanșa cu bolt, precum și magnetul ceramic, au practicate în ele găuri de trecere pentru șuruburi. Asamblarea se face pe banda de montaj a difuzorului fazele de lucru fiind prezentate în cele ce urmează.

Toate piesele sînt curățate cu ajutorul unei perii, după care sînt șterse cu o pînză curată înainte de a fi introduse în banda de montaj. În bandă piesele sînt din nou curățate cu ajutorul aerului comprimat. Operația se execută într-un locaș prevăzut cu magneți permanenți pe margine, care vor reține particulele asvîrlite de către aerul comprimat.

Toate aceste măsuri de curățire a pieselor sînt necesare, deoarece un ansamblu-magnet ce conține particule cît de mici duce la defectarea difuzorului. Ele trebuie respectate cu strictețe, deoarece necurățirea pieselor este în general aproape singura cauză a rebuturilor de montaj în banda de asamblare difuzoare. După ultima curățire, piesele se așează pe un dispozitiv în ordinea următoare: șasiul, flanșa superioară, magnetul, flanșa cu bolt.

Uneori între șasiu și flanșa superioară se introduce o garnitură textilă sau cotton sau se etanșează cu o peliculă de lac.

În dispozitiv se montează inițial șasiul, prin ale cărui găuri sînt trecute cele trei șuruburi de prindere. După montarea șasiului și verificarea dacă acesta și șuruburile de prindere sînt bine așezate, se trece la punerea în ordine a celorlalte piese care se montează în funcție de bușca centrală de ghidare.

În final se pun trei șaibe și se prind cele trei piulițe care se strîng cu o șurubelniță pneumatică. După strîngerea cu șurubelnița pneumatică, se verifică înșurubarea cu ajutorul unei chei tubulare.

După terminarea fazelor de lucru, șasiul cu ansamblul-magnet montat se scoate din dispozitiv și se verifică vizual dacă operația a fost bine executată, iar după ce se curăță întregul cu aer comprimat se pune o bușcă de protecție pentru a împiedica intrarea corpurilor străine în timpul cînd circulă pe banda transportoare spre celelalte locuri de montaj. Important în cadrul acestei operații este ca lunar să se verifice dispozitivul de asamblare și în special bușca de ghidaj. Dereglarea bușcii de ghidaj va duce la lipsă de centricitate între flanșa superioară și bolt, dînd un spațiu pentru întregul necorespunzător.

Asamblare prin înglobare în masă plastică. Această soluție tehnologică împarte procesul tehnologic de asamblare în două faze distincte, și anume:

— înglobarea ansamblului-magnet în masa plastică într-un atelier separat;

— prinderea ansamblului magnet pe șasiu pe banda de asamblare difuzoare.

Prima fază se execută cu o sculă de injecție pentru mase plastice, montată pe o mașină de injecție normală. Înainte de injecție piesele se curăță, după care sînt introduse în scula de injecție. Aceasta este prevăzută cu un știft de ghi-

dare a flanșei superioare față de bolt, știft ce trebuie controlat cel puțin de două ori pe lună sau de câte ori scula este introdusă în magazia de SDV-uri. După injecție ansamblul-magnet este scos din sculă și se execută o operație de curățire a întrefierului cu aer comprimat, pentru a se înlătura eventualele corpuri străine care au survenit în timpul injecției.

După această curățire, întrefierul se acoperă cu hîrtie aderentă și se așează ansamblul-magnet în cutii speciale de stocare. Înainte de a acoperi întrefierul cu hîrtie aderentă este necesar să se efectueze un control de calitate cu un calibru-tampon, pentru a se verifica dacă întrefierul este corect realizat. De asemenea, se va controla, vizual, dacă nu există lipsuri de masă plastică sau dacă aceasta nu este fisurată.

A doua fază a operației care se execută în banda de asamblare difuzoare începe cu desfacerea hîrtiei aderente după ansamblul-magnet și curățirea întrefierului din nou cu aer comprimat, pentru a se înlătura eventualele resturi de hîrtie sau alte corpuri străine. După curățire, peste ansamblul-magnet se așază o garnitură și ansamblul-șasiu al difuzorului, iar cu ajutorul șuruburilor se strînge de flanșa superioară folosind șurubelnițe pneumatice, și apoi se verifică strîngerea cu o cheie tubulară. Înainte de strîngerea șuruburilor, în întrefier se montează o bucsă de ghidare a ansamblului șasiu față de ansamblul-magnet. După strîngerea șuruburilor se scoate bucsa de ghidare și se verifică de către muncitor calitatea operației executate, se curăță din nou întrefierul cu aer comprimat și se pune bucsa de protecție.

Ansamblul-șasiu cu ansamblul-magnet montat se așază pe banda transportoare, pentru a fi deplasat la alte locuri de muncă.

Asamblare prin lipire. Această operație este singura modalitate pentru asamblarea ansamblului-magnet cu magneți metalici sub formă cilindrică, dar se poate utiliza și pentru magneți inelari.

Toate fazele operației de asamblare se execută pe banda de montaj, după ce s-au executat operațiile de curățire prezentate la asamblarea prin șuruburi.

În continuare se prezintă fazele de lucru în cazul magneților inelari.

Șasiul și flanșa superioară se așază pe o sculă de nituit, montată pe o presă cu excentric. Se nituiesc cele trei mărci de pe flanșa superioară în găurile existente în ansamblul-șasiu:

Scula de nituit este prevăzută cu o bucsă de ghidare a flanșei superioare față de ansamblul-șasiu, pentru a se asigura centricitatea celor două piese. Sub această formă, ansamblul-șasiu asamblat cu flanșa superioară se așează într-un dispozitiv, unde, în prealabil, au fost introduse flanșa cu bolț și magnetul care, pe ambele fețe ale sale, are depus lacul adeziv folosit pentru lipire.

După montarea șasiului se pune în întrefier bucsa de ghidare a bolțului față de flanșa superioară. Dispozitivul fiind montat pe o presă manuală sau pneumatică, se apasă interiorul șasiului cu un poanson timp de aproape un minut, pentru a se apropia perfect piesele între ele și pentru ca adezivul să poată face priza inițială. După presare se ridică poansonul, și cu aceeași bucsă de ghidare se pune pe banda transportoare pentru a trece la operația următoare. Muncitorul, și de data aceasta, trebuie să verifice vizual calitatea operației efectuate.

Trebuie remarcat că, următoarea operație ce trebuie executată, și care se va explica ulterior, este aceea de magnetizare a magnetului, pentru ca prin aceasta să se asigure fixarea pieselor între ele rigid și deci pînă la uscarea definitivă a lacului adeziv acestea să nu se deplaseze unele față de celelalte.

Pentru magnetii metalici sub formă cilindrică, care se assemblează cu piese polare în formă de jug sau capace, curățirea pieselor componente se efectuează în aceleași condiții ca cele arătate la asamblarea prin șuruburi. De asemenea, jugul sau capacul superior se assemblează pe ansamblul-șasiu ca și în cazul magnetilor inelari. După aceasta, ansamblul-șasiu, montat cu jugul pe el, se introduce într-un dispozitiv fixat pe o presă manuală sau pneumatică. După așezarea pe dispozitiv, se așază în interiorul jugului magnetul metalic și pastila, iar pe ambele fețe ale magnetului metalic lacul adeziv, pentru ca acesta să se lipească de jug și pe el pastila.

După montarea pieselor se așază bucsa de ghidare a pastilei față de jug și se apasă pe aceasta cu poansonul preseii timp de un minut, pentru ca lacul adeziv să facă priza inițială. După ridicarea poansonului și controlul operației se așază pe banda transportoare cu aceeași bucsă de ghidaj și se trece la următoarea operație — magnetizarea. Căpăcelele de ecranare se pot monta tot cu această ocazie sau după ce difuzorul a fost gata executat.

Montarea ansamblului-șasiu, care are fixat pe el capacul superior, se face în aceleași condiții, cu deosebirea că se pune lac adeziv și pe marginea capacului-inferior, iar înainte de a se presa pe bucă de centrare și deci pe pastilă se presează cu un adaos la poanson pe șasiu-pentru a se apropia capacul inferior de cel superior. După lipire, în toate cazurile arătate mai înainte, porțiunile exterioare lipite vor fi șterse cu o pensulă înmuiată în solventul lacului adeziv.

Este foarte important a se avea în vedere ca între pastilă și magnet sau între magnet și flanșa superioară să nu se pună lac adeziv mai mult decât este necesar, deoarece va fi scos în afara pieselor și nu se mai poate curăța, împiedicînd astfel mișcarea bobinei mobile.

3. PROCESUL TEHNOLOGIC DE FABRICAȚIE A PIESELOR COMPONENTE ȘI A ANSAMBLULUI-MOBIL

Ansamblul-mobil se compune din membrană, centraj și bobină mobilă, aceste fiind cele mai importante piese ale difuzorului.

a. Membrana

Procesul tehnologic pentru executarea membranei este foarte complex, fapt pentru care se cere o specializare ridicată a personalului desemnat pentru executarea lui. Acest proces tehnologic, care începe de la materia primă, celuloza, și se termină cu membrana gata confecționată și controlată, necesită o serie de utilaje specializate pentru prelucrarea celulozei și a derivatelor acesteia.

Metodele de prelucrare a celulozei, pentru a se obține pasta de celuloză necesară confecționării membranei, sînt foarte deosebite din punctul de vedere al utilajelor utilizate, principiul de lucru rămînînd însă același.

De asemenea, metodele de prelucrare a pastei de celuloză pentru a se obține membrana sînt deosebite ca utilaje, modul de lucru rămînînd în general aceeași, și anume: sedimentarea celulozei pe sită-după care se execută călcarea în matrițe speciale. Pentru a se putea arăta cîteva metode de obținere a membranei, vom împărți procesul tehnologic în două, și anume:

— metodele de lucru folosite de la materia primă și pînă la bazinul de stocare a pastei de celuloză;

— metodele de lucru folosite pentru obținerea membrane-
de la bazinul de stocare a pastei de celuloză și pînă la controlul
membranei.

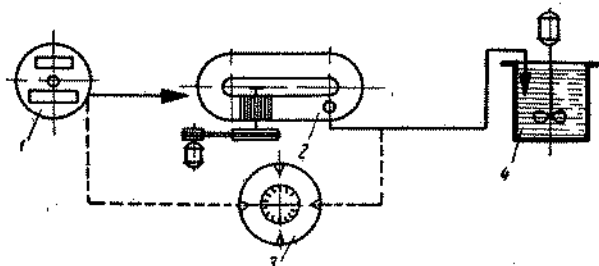


Fig. IV.1. Schema unei instalații pentru fabricarea
pastei de celuloză:

1 — kolergang; 2 — holendru; 3 — hidrapulper; 4 — bazin
de stocare.

Fabricarea pastei de celuloză. Schema uneia dintre instala-
țiile care se utilizează pentru fabricarea pastei de celuloză se
prezintă în fig. IV.1.

Materia primă, celuloza sulfat, calitatea I, se introduce
într-un kolergang, unde se execută o primă defibrare gros-
lană. Kolergangul este un bazin în care se învîrtesc două
roți grele, construite dintr-un ciment special sau piatră.
În el, peste foile de celuloză se toarnă apă, astfel încît acestea
să fie umezite pentru a se putea face defibrarea. Această
primă operație de defibrare durează aproximativ 4—5 ore,
timp în care foile de celuloză uscată sînt transformate într-un
aglomerat de celuloză umedă și este necesară pentru a se
scurta și îmbunătăți operația ulterioară și finală de defibrare
din holendru sau hidrapulper.

Transportul aglomeratului de celuloză din kolergang în
holendru sau hidrapulper se face manual, cu vagonete, sau
lăzi, dacă utilajele sînt amplasate pe orizontală, sau prin
jgheaburi, dacă utilajele sînt amplasate pe verticală.

În holendru sau hidrapulper se execută cea de-a doua
defibrare a celulozei, ajungîndu-se în final la pasta de celu-
loză necesară sedimentării membranei. Holendru fiind
utilaj de defibrat și măcinat pasta de celuloză se utilizează
numai ca utilaj de defibrat și mai puțin de măcinat. Pentru
acest lucru, cuțitele de pe tamburul mobil sînt îndepărtate de
cuțitele fixe prin ridicarea tamburului mobil. Hidrapulperul

neavînd cuîte nu duce la micșorarea lungimii fibrelor în mod excesiv.

O dată cu introducerea aglomeratului de celuloză în holendru sau hidrapulper se introduce și apă.

La începutul operației de defibrare se adaugă diferite vopsele sau substanțe chimice.

Operația de defibrare în holendru sau hidrapulper durează în general 24 ore, timp în care, periodic, se verifică gradul de măcinare cu ajutorul aparatului Schopper-Riegler (S. R.) sau vizual, într-un vas cu apă în care se pune o cantitate mică de pastă, iar după agitare se observă defibrarea celulozei.

Celuloza se consideră măcinată și defibrată atunci cînd s-a obținut numărul de grade necesar. În practică se utilizează pasta de celuloză, la care numărul de grade este cuprins între 18 și 24.

După defibrare pasta de celuloză obținută se poate goli în bazinul de stocare cu ajutorul unei pompe, atunci cînd instalația este montată pe orizontală, sau prin cădere liberă pe conducte atunci cînd este montată pe verticală.

În cadrul acestei faze tehnologice trebuie să se verifice cu foarte multă atenție dacă utilajele și, în general, întreaga instalație sînt bine curățate la începutul lucrului, iar apa utilizată este de categoria apei potabile, nefiind permis a se utiliza apa industrială. Toate aceste măsuri sînt necesare pentru ca pasta de celuloză să nu conțină impurități, deoarece din cauza acestora membranele vor prezenta defecte.

Trebuie avut în vedere, de asemenea, ca vopselele sau substanțele chimice introduse să fie bine dizolvate în apă caldă și apoi strecurate printr-o sită fină înainte de a se utiliza, pentru a nu se impurifica pasta de celuloză.

Ultimul agregat al acestei instalații este bazinul de stocare, care poate fi un rezervor din tablă de oțel inoxidabil sau beton placat cu faianță. În acest bazin pasta de celuloză trebuie agitată permanent, pentru a nu se permite sedimentarea celulozei ce ar duce la aglomerarea acesteia și deci la o înrăutățire a defibrării. Agitarea se poate face cu un sistem de palete acționate de un motor sau cu ajutorul aerului comprimat.

Avantajele unei asemenea instalații sînt acelea, că se utilizează utilaje comune fabricilor de hîrtie, utilaje care se pot întreține ușor, fiind deosebit de simple din punct de vedere constructiv.

Dezavantajul constă în faptul că utilajele pot duce însă și la scurtarea fibrelor de celuloză. Aceasta se poate produce atât în kolergang, unde cele două roți pot strivi fibrele, cât și în holendru, unde acționarea pastei se face de către tamburul

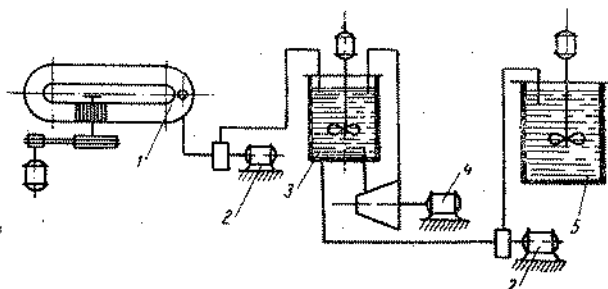


Fig. IV.2. Schema unei instalații pentru fabricarea unui amestec de paste:

1 — holendru; 2 — pompă; 3 — bazin intermediar; 4 — moară conică; 5 — bazin de stocare.

mașinii pe care sînt montate cuțite și care pot duce la tăiere transversală a fibrelor.

Un alt tip de instalație care se folosește în general pentru cazurile cînd la fabricarea membranelor se utilizează o pastă de celuloză complexă, adică un amestec de paste, se prezintă în fig. IV.2. Există fabrici care nu folosesc numai celuloză sulfat pentru pregătirea pastei de celuloză, ci mai adaugă pe lângă aceasta celuloză sulfit, sau alte materiale fibroase. De asemenea, în cazurile unor asemenea amestecuri, gradul de măcinare a fiecărui component în parte poate fi diferit și pentru a se ajunge la același grad de măcinare a tuturor componentelor sînt necesari timpi de măcinare diferiți.

O asemenea instalație se mai folosește și pentru prepararea unei paste de celuloză formată dintr-o singură materie primă, dar pregătirea ei se face în flux continuu, în ritmul întregului proces tehnologic de fabricație a membranelor.

În cazul pregătirii unei paste de celuloză complexe, defibrarea și măcinarea fiecărui component se face în holendru pînă la gradul de defibrare și măcinare necesar. După ce operația s-a terminat, holendrul se golește cu ajutorul unei pompe într-un bazin intermediar, unde se amestecă componentele, sau în rezervoare separate.

După cum s-a arătat la instalația anterioară, golirea se poate face și prin căderea liberă pe conducte, în cazul când instalația este montată pe verticală.

Bazinul intermediar este construit la fel ca bazinul de stocare și trebuie, de asemenea, prevăzut cu un sistem de agitare continuă a pastei.

Din bazinul intermediar pasta este trecută în circuit închis printr-o moară conică. Moara conică este un alt utilaj din industria hârtiei care execută defibrarea și măcinarea pastei de celuloză; este un utilaj sub formă de trunchi de con cu un rotor de aceeași formă. Atît pe pereții carcasi cît și pe rotor sînt montate cuîte; cu moara conică se lucrează cu cuîtele depărtate. Trecerea pastei de celuloză prin moara conică continuă procesul de defibrare și măcinare pînă la valoarea finală necesară fabricării membranelor, uniformizînd totodată amestecul de paste.

După terminarea defibrării și ajungîndu-se la gradul de măcinare dorit, pasta este trecută în bazinul de stocare.

În cazul în care instalația este folosită pentru prelucrarea unui singur tip de materie primă și în ritmul întregului proces tehnologic, moara conică, pe lîngă defibrare mai execută și transportul din bazinul intermediar în bazinul de stocare sau direct în alimentatoarele bazinelor de sedimentare a membranelor.

Pentru cazurile cînd se lucrează pastă de celuloză complexă și este necesar ca un tip de celuloză să fie măcinat la un grad mai înaintat, atunci se poate ca acest lucru să fie făcut diferențiat, deoarece sînt cuplate două utilaje care pot executa aceeași operație.

O asemenea instalație este foarte complicată atît prin numărul utilajelor componente cît și prin numărul comenzilor necesare pentru punerea în funcțieune a acestora.

În cazul cînd se utilizează celuloze avînd un grad mic de măcinare, această instalație nu este potrivită, deoarece fibra trece, succesiv, prin două utilaje cu cuîte și desigur fibra va fi scurtată sub limitele prevăzute.

Fabricarea membranei. Schema de principiu a unei instalații pentru fabricarea membranei se prezintă în fig. IV.3.

Din bazinul de stocare, cu ajutorul unei pompe, pasta de celuloză este trecută în bazinele de alimentare, care sînt prevăzute cu agitator cu palete, acționat de un motor electric sau cu serpentină de aer comprimat.

Din bazinul de alimentare, unde pasta de celuloză se găsește în consecință de 0,5—1%, cu o cană de tablă emailată se transportă pasta de celuloză în bazinul pentru sedimentat membrana, care este plin cu apă, pînă la nivelul *a*.

Cană din tablă emailată are dimensiunile precise, corespunzătoare cantității de pastă de celuloză necesară, sau unui submultiplu al acestei cantități.

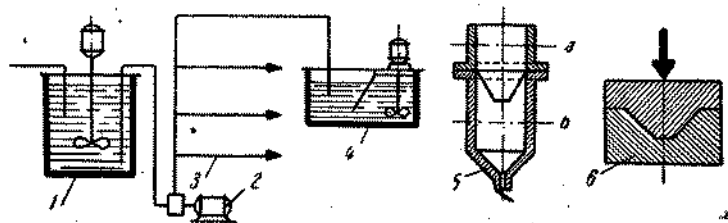


Fig. IV.3. Schema unei instalații pentru fabricarea membranei:

1 — bazin de stocare; 2 — pompă; 3 — conducte de alimentare; 4 — bazin de alimentare; 5 — bazin de sedimentare; 6 — sculă de călcat.

Cantitatea de pastă de celuloză este corectă atunci cînd cantitatea de celuloză uscată existentă în cană este egală cu greutatea membranei uscate pe care o fabricăm. Controlul acestei cantități de celuloză se face prin probe de sedimentare, călcare și după aceea, cîntărirea membranei. După introducerea cantității de pastă de celuloză în bazinul de sedimentare, se agită apa existentă în partea superioară a bazinului cu ajutorul aerului comprimat, pentru a se omogeniza amestecul respectiv. După ce s-a executat agitatea cu aer comprimat, se dă drumul apei să curgă prin partea inferioară a bazinului de sedimentare, unde se găsește un robinet de golire. Țeava de scurgere trebuie să fie destul de largă, pentru ca timpul de golire pînă la nivelul *b* să fie scurt și pentru ca apa după ce trece de sita de sedimentare să creeze un vacum destul de avansat pentru a scoate o cantitate de apă cît mai mare din celuloza sedimentată.

Bazinul de sedimentare se compune din doi cilindri suprapuși, care au între suprafețele lor de închidere un locaș unde se montează sita pentru sedimentat membrana, profilată după forma membranei și garnituri de cauciuc pentru etanșare, alît contra scourgerii apei din bazinul superior cît și pentru obținerea vacuului atunci cînd apa se scurge numai din bazinul inferior. În aceste bazine de sedimentare, în momentul cînd apa se golește din bazinul superior, se produce depu-

nera pe sita de sedimentare a fibrelor de celuloză ce se găsesc în suspensie în pasta de celuloză, formînd astfel membrana.

După ce apa s-a scurs pînă la nivelul *b*, se desface partea superioară a bazinului de sedimentare. Se scoate sita de sedimentare pe care s-a depus celuloza și se așază pe un raft suport. După aceasta, sitele de sedimentare, cu celuloza depusă, se așază într-o sculă încălzită, care are, de asemenea, forma membranei pe care vrem să o obținem atît în negativ pe matrișă cît și în pozitiv pe poanson. Scula este montată pe o presă manuală cu șurub sau o presă hidraulică.

După așezarea sitei de sedimentare se lasă poansonul sculei pînă cînd atinge suprafața celulozei depuse, și se ține în această poziție cîteva secunde, pentru a se putea încălzi masa de pastă, urmînd apoi a începe procesul de evaporare a apei. După ce cantitatea de vapori, care iese din matrișă, începe să scadă, se lasă poansonul cu forță, pentru a se călca membrana după forma matrișei și pentru a se usca. Se ridică apoi poansonul, scoțîndu-se atît membrana uscată cît și sita de sedimentare. Sita de sedimentare se reintroduce în ciclul de fabricație ce se controlează dacă ochiurile nu sînt obturate de resturi de celuloză de la membrană.

În timpul operațiilor trebuie urmărite în mod atent cîteva faze de lucru, pentru a se putea obține o membrană de bună calitate.

— Se va controla ca în bazinele de stocare și de alimentare pasta să fie permanent agitată, spre a se evita depunerile de celuloză care pot duce la aglomerări de fibre, ceea ce va forma unflături pe membrană sau opacizări ale zonelor transparente ale acesteia. De asemenea, în aceste cazuri membrana nu va mai fi uniformă în ceea ce privește depunerea pastei.

— Se va întrebuința cana de tablă emailată corespunzătoare și se va umple corect, pentru a se putea fabrica membrane de greutate normală, conform toleranțelor necesare.

— Se va agita corect apa cu pastă de celuloză din bazinul de sedimentare, pentru a se putea crea un amestec omogen, astfel ca la sedimentare să se depună uniform. Dacă nu se face acest amestec în condiții bune, celuloza se va depune neomogen, ceea ce va face ca o parte a membranei să fie mai grea decît alta, deci vor apărea nesimetrii de greutate și profil.

— Se va controla etanșeitatea garniturilor existente între partea superioară și inferioară a bazinului de sedimentare, pentru a putea asigura vacuumul necesar scoaterii unei cantități cît mai mari de apă din celuloză. Etanșarea este bună

atunci cînd fiind apă în partea superioară a bazinului de sedimentare, nu sînt scurgeri în zona de închidere cu partea inferioară. Dacă această etanșare nu este bună, pe lângă faptul că nu se reține toată apa necesară în bazinul superior, nici nu se creează vacuumul necesar, membrana rămînd deci prea umedă, operația de călcare și uscare producînd foarte multe rebuturi.

— Se va respecta perioada inițială de presare cu poansonul sculei, pînă la nivelul celulozei depuse pe sita de sedimentare, pentru a se evacua majoritatea vaporilor de apă, deoarece în caz contrar pe membrană vor apărea dislocări de material sau spărturi. De asemenea, nu este indicat ca membrana să fie ținută sub presiune mai mult timp, deoarece se poate produce arderea fibrelor de celuloză, ceea ce va micșora rezistența mecanică, sau va duce chiar la distrugerea acesteia.

Pentru a se înlătura ușor vaporii de apă, sînt create scule care au prevăzute găuri în corpul poansonului sau, atît pe matriță cît și pe poanson sînt executate canale radiale foarte subțiri.

Sculele pentru călcat membranele sînt executate din aliaje de aluminiu sau, pentru producții de serie mare, din oțel inoxidabil. În unele cazuri, pentru o mai bună operație de călcare, se utilizează site-capac, care se așază în sculă peste sita cu celuloză depusă. În aceste cazuri se poate așeza mai bine poansonul pe prima poziție, iar între celuloza depusă și poanson rămîne un spațiu mai bun pentru evacuarea vaporilor de apă.

Avantajele acestei instalații sînt, în primul rînd, evidențiate de simplitatea utilajelor folosite. Utilajele folosite sînt, în general, universale, permițînd cu mici adaptări fabricarea unei game mari de membrane.

Instalația aceasta are însă multe dezavantaje, care o face improprie, în general, pentru fabricarea de membrane în serie mare și pentru difuzoare cu performanțe ridicate.

Alimentarea bazinului de sedimentare cu cantitatea necesară de pastă de celuloză se execută cu o cană de tablă emailată, fapt ce nu permite o dozare precisă, astfel că toleranțele la greutatea membranelor fabricate sînt foarte largi, ceea ce conduce la performanțe variate ale membranelor.

Excesul de apă din pastă de celuloză sedimentată este evacuat cu ajutorul vacuumului format prin scurgerea apei din bazinul inferior de sedimentare. Aceasta însă nu asigură o scoatere corespunzătoare a apei din pasta de celuloză sedi-

mentată, ceea ce provoacă foarte multe dificultăți la operația de călcare a membranelor.

Umiditatea mare și destul de variată a celulozei sedimentate pe sită nu permite o mecanizare a operației de călcare, din care cauză este necesară mai multă experiență și o atenție mai mare a muncitorului.

Cea mai mare deficiență a unei asemenea instalații este aceea, că ea nu se poate mecaniza în nici una din fazele de lucru, productivitatea muncii rămânând scăzută și de asemenea calitatea membranelor fiind foarte variată de la un schimb de lucru la altul sau de la muncitor la muncitor.

După călcare, membranele sînt controlate, bucată, cu bucată, verificîndu-se greutatea și uniformitatea sedimentării celulozei.

Greutatea membranei. Pentru a se putea constata rapid și precis greutatea membranei, se utilizează cîntare speciale cu citire directă de la 0 la 25 g sau de la 0 la 10 g, după tipul și greutatea membranei. La aceste cîntare se marchează pe scară limitele de greutate minime și maxime stabilite.

Uniformitatea sedimentării celulozei. Modul uniform în care s-a depus celuloza pe sita de sedimentare și de călcare a membranei în sculă se verifică cu ajutorul unei lămpi-reflector opac, în fața căruia se așază membrana. În funcție de tipul membranei, ea trebuie să fie uniform transparentă sau opacă în dreptul undulațiilor și opacă pe conul membranei. Membrana nu trebuie să aibă goluri prin care lumina să se poată observa. Prin sondaj se controlează și alte caracteristici ale membranei, și anume: grosimea, frecvența de rezonanță, hidroscoplitatea și elasticitatea.

Grosimea membranei. Pentru a se putea măsura cu ajutorul unui micrometru grosimea de-a lungul generatoarei, se taie membrana cu o foarfecă pe 4 generatoare simetrice una față de alta. După tăiere se măsoară grosimea în cîte cel puțin 4—5 puncte pe fiecare generatoare. Grosimea trebuie să se încadreze în limitele tipului de membrană respectiv și trebuie să fie egală pentru fiecare punct măsurat simetric pe toate generatoarele.

Frecvența de rezonanță a membranei. Pentru această măsurare este necesară o instalație specială, compusă dintr-un suport inferior pe care se fixează membrana și un suport superior care o apasă pe margine la aproximativ 2—3 mm de undulații. Apăsarea se face cu ajutorul unor greutăți, hidraulic sau pneumatic. Sub membrana montată pe

suport se găsește un difuzor de lucru cuplat la un generator de ton. Prin schimbarea frecvenței de oscilație a difuzorului de lucru se constată auditiv și optic punctul de rezonanță al membranei. Această verificare este necesară pentru a se observa dacă membranele sînt uniforme în fabricație.

Hidroscopticitatea membranei se verifică prin turnarea pe membrană a 2—3 picături de apă, care timp de 30 s nu trebuie să fie absorbite de aceasta.

Elasticitatea membranei. Cu ajutorul dispozitivului prezentat în fig. IV.4 se poate măsura un alt parametru important al membranei — elasticitatea rilelor. Aceasta se realizează, măsurînd deplasarea gîtului membranei sub acțiunea diverselor greutăți.

Elasticitatea trebuie să fie relativ mare, pentru a obține o frecvență de rezonanță cît mai mică, însă în același timp trebuie avut în vedere să se asigure și funcționarea normală a difuzorului.

Se mai menționează că unele difuzoare folosesc un cornet montat pe ansamblul mobil. Acest cornet se execută în forma necesară după aceeași tehnologie ca și membrana.

Toate controalele arătate anterior indică cu precizie faza de fabricație care nu corespunde și deci unde trebuie acționat pentru a se înlătura deficiențele semnalate.

Schema unei instalații în care se elimină dezavantajele anterioare se prezintă în fig. IV.5, în care sînt reprezentate



Fig. IV.4. Dispozitiv pentru măsurarea elasticității membranelor:

M — membrana de măsurat; D — dispozitiv de fixare a membranei; A — ac indicator fixat pe un suport pe care se pot pune greutăți; L — lunetă servind la vizualizarea deplasărilor membranei pentru diverse greutăți.

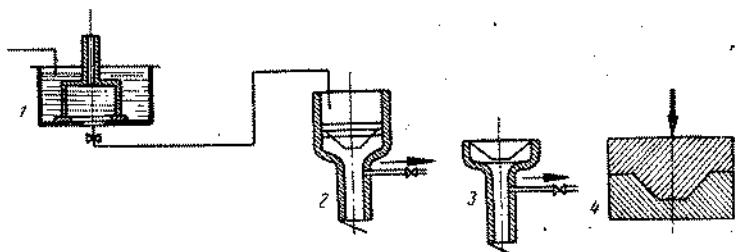


Fig. IV.5. Schema unei instalații perfecționate pentru fabricarea membranei:

1 — bazin de alimentare cu dozator; 2 — bazin de sedimentare cu vacuum; 3 — suport de scos excesul de apă; 4 — sculă de călcat.

numai elementele principale de lucru, legătura dintre acestea variind de la un montaj la altul.

Utilajele pot fi astfel montate, încît să fie comandate manual fiecare separat, avînd la fiecare loc de lucru cîte un muncitor. Unele faze ale procesului tehnologic se pot însă și mecaniza astfel, încît un muncitor să poată lucra la două utilaje simultan, ca, de exemplu: la suportul de scos excesul de apă și scula de călcat membrana. Acest tip de instalație poate să aibă și automatizate complet toate fazele procesului tehnologic, astfel încît muncitorul să supravegheze numai utilajele.

În continuare se prezintă elementele noi care compun o asemenea instalație.

Bazinul de alimentare cu dozator. Acest utilaj execută în general operația de dozare volumetrică a cantității de pastă de celuloză necesară fabricării unei membrane.

Dozatoarele volumetrice se pot executa sub mai multe variante constructive. În figură este prezentat sumar un dozator volumetric cu clopot. În mijlocul lui se găsește un clopot care are volumul egal cu al cantității de pastă de celuloză necesară pentru o membrană.

Robinetul de scurgere fiind închis, clopotul se ridică cu ajutorul unei pîrghii, ceea ce face ca acesta să se umple complet pînă la nivelul lichidului din bazin. La lăsarea clopotului, acesta apasă pe o garnitură de cauciuc care etanșează interiorul clopotului de restul bazinului. După aceasta clopotul se poate goli cu ajutorul robinetului care se găsește sub bazin, în bazinul de sedimentare.

În cazul în care bazinul de alimentare cu dozator este mare, trebuie montat în interiorul său un sistem de agitare, pentru a se împiedica sedimentarea fibrelor de celuloză.

Un alt sistem de dozator volumetric se poate construi din doi cilindri, racordați prin intermediul unui robinet direct la pompa de golire a bazinului de stocare. În momentul cînd cilindrul, care este plin, se golește în bazinul de sedimentare, celălalt cilindru se umple de către pompă. Ciclul se repetă de cîte ori este necesar. La sistemele de dozare volumetrice trebuie să existe posibilitatea schimbării elementului de dozare în concordanță cu greutatea membranei ce trebuie fabricată. Astfel, în primul caz se poate schimba clopotul, iar în al doilea — cilindrul, după necesitate.

Bazinul de sedimentare. În acest utilaj se execută, după cum s-a arătat la explicarea schemei (din fig. IV.3), sedimentarea fibrelor de celuloză din pastă de celuloză, pe o sită ce se găsește la partea inferioară a bazinului superior. De asemenea, s-au arătat și deficiențele unui astfel de utilaj. Bazinul de sedimentare din cadrul acestei instalații folosește pentru scoaterea excesului de apă din celuloză depusă și vacuumul format de o pompă specială, care absoarbe aerul din instalație prin intermediul unui sistem de filtru absorbant, care împiedică apa să ajungă la pompă.

Un asemenea utilaj mai este avantajos și pentru faptul că se micșorează în mod substanțial consumul de apă la operația de sedimentare.

Aceste tipuri de utilaje perfecționate mai au, în general, și alte îmbunătățiri față de cel arătat în cadrul schemei din fig. IV.3.

Sita de sedimentare nu este lăsată liberă în locașul ei, pentru ca sub greutatea coloanei de apă ce se scurge să nu se deformeze, ceea ce duce la fabricarea unei membrane cu încrețituri. Pentru a se înlătura aceasta, sub sita de sedimentare se așază un suport, executat din bare subțiri, și care o sprijină în mai multe puncte.

Avînd în vedere că membranele sînt confecționate astfel, încît pe generatoare grosimea să varieze de la valori mai mari la vîrfurile conului, pînă la valori foarte mici, în dreptul undulațiilor de la baza conului, în spatele sitei de sedimentare se poate realiza un suport confecționat din tablă în scară, după forma membranei, ce are practicat pe fiecare treaptă a scării găuri în număr și de diametru în funcție de grosimea pe care dorim să o obținem.

Cantitatea de fibre de celuloză care se depune pe o anumită secțiune transversală a membranei depinde de cantitatea de amestec apă cu fibre de celuloză ce trece prin aceea secțiune. Greutatea acestei cantități de amestec de apă cu fibre de celuloză este:

$$G = \gamma Q t,$$

în care: G este greutatea cantității de amestec;

γ — greutatea specifică a amestecului

t — timpul de golire;

Q — debitul $= 0,6\alpha\sqrt{2gh} = 0,6 V$,

unde: 0,6 este un coeficient datorat contractării vinei de lichid;

σ — suma suprafețelor găurilor de scurgere după o treaptă;

g — accelerația gravitațională;

h — înălțimea coloanei de lichid;

$V = \sqrt{2gh}$ — viteza de scurgere a lichidului.

După cum se observă, din această formulă cantitatea de lichid care se scurge este direct proporțională cu suma suprafețelor găurilor de scurgere și cu radicalul înălțimii coloanei de lichid. Înălțimea coloanei de lichid nu influențează prea mult, datorită faptului că la o înălțime medie a coloanei de lichid, în jur de 300 mm, diferența între două coloane poate să fie de aproximativ 30 mm sau chiar mai mică în cazul membranelor plate.

Totuși, nu se poate neglija complet acest parametru și trebuie ținut seamă de el în cazul proiectării bazinului superior.

O influență importantă are însă suma suprafețelor găurilor de scurgere. Pentru acest lucru, în partea dinspre vârful conului această sumă va fi mai mare decât cea din dreptul undulațiilor membranei, unde grosimea trebuie să fie mică.

La acest tip de utilaj, ca și la cel arătat în cadrul schemei din fig. IV.3 se folosesc site de sedimentare executate atît din plasă de material neferos cît și din tablă perforată. Avantajele și dezavantajele fiecărui sistem sînt, în general, de natură de a explica subiectiv de ce se folosește un tip și nu altul, rezultatele fiind în general aceleași. Sitele de sedimentare se execută din materialele arătate pe scule identice cu cele pentru călcat membranele. Ele au un blindaj pe margine executat din tablă, pentru a le rigidiza.

Supportul de scos excesul de apă. Cu toate că vacuumul format de pompă face ca fibrele de celuloză sedimentate să fie mai sărace în apă decît în cazul vacuumului format de scurgerea apei, se utilizează totuși și un suport de scos excesul de apă cu ajutorul vacuumului format din pompa de vacuum. Acest utilaj este un suport care în partea superioară are un locaș de forma sitei de sedimentare. Locașul este prevăzut cu foarte multe găuri, prin care apa este trasă din fibrele de celuloză depuse.

Sistemele de lucru cu suporturi de scos excesul de apă sînt, de asemenea, diferite—și vom arăta cîteva din acestea.

Se pune sita, după cunî s-a arătat, pe suport, iar pe deasupra se aşază 6 folie de cauciuc. Marginile cauciucului şi ale sitei sînt presate cu o presă de mîină sau hidraulică — pentru a se asigura etanşeitătea.

După presare se scoate aerul din instalaţie cu ajutorul pompei de vacuum. O dată cu scoaterea aerului se extrage şi excesul de apă, iar folia de cauciuc se mulează peste fibrele de celuloză depuse, executînd cu această ocazie o presare iniţială la rece înaintea operaţiei de călcare pe scula încălzită.

Prin presare, fibrele de celuloză sînt mai bine aşezate, astfel încît operaţia de călcare nu are rolul decît de a usca, sub presiune, membrana.

Operaţia se poate executa şi fără folia de cauciuc, în acest caz făcîndu-se numai o simplă scoatere a excesului de apă din fibrele de celuloză. În forma aceasta simplă, ea se asociază cu o trecere a fibrelor de celuloză depuse pe sita de sedimentare în bazinul de sedimentare pe o altă sită-suport. Trecerea se execută sub acţiunea vidului, iar scula de călcat membrana va fi inversată faţă de sistemul arătat şi în ea se va monta noua sită-suport cu fibrele de celuloză trecute pe ea.

Această operaţie o execută unele întreprinderi în care membranele se calcă cu sita în interiorul conului. Această inversare la operaţia de călcare nu prezintă nici un avantaj faţă de cea arătată anterior. Ea este totuşi utilizată, aceasta datorită în special numai unei particularităţi a fabricii respective.

Sistemul necesită o foarte mare îndemînare a muncitorului şi nu suportă mecanizare sau includere într-o linie automatizată.

În întreprinderile unde nu se poate executa o instalaţie centralizată pe întreg atelierul de vacuum se utilizează un al treilea sistem de scoatere a excesului de apă, şi anume cu ajutorul aerului comprimat. În acest caz, suportul pentru scos excesul de apă are un cilindru cu capac deasupra locaşului pentru sita de sedimentare. În capacul cilindrului se găseşte un racord de aer comprimat.

După introducerea sitei de sedimentare, pe care sînt depuse fibrele de celuloză, se aşază cilindrul, care se strînge mecanic, hidraulic sau pneumatic pe garnituri de cauciuc. Se introduce apoi aer comprimat în cilindru, care trecînd prin fibrele de celuloză preia excesul de apă.

Acest utilaj este mai simplu, deoarece nu mai necesită pompe suplimentare de vacuum cu instalaţie specială de us-

care a aerului, utilizînd instalația de aer comprimat a fabricii, iar excesul de apă se va scurge în mod normal în instalația de canalizare. Un asemenea utilaj se poate executa prin mijloacele fabricii și este cel mai indicat pentru a fi racordat la un bazin de sedimentare cu vacuum, format de scurgerea apei care, de asemenea, nu folosește vacuumul format de o pompă, ci numai aerul comprimat pentru amestecarea pastei de celuloză în bazinul de sedimentare.

Presă pe care se montează scula de călcat membrana. S-a arătat că fazele de lucru, pentru a se călca și presa în bune condiții o membrană, sînt următoarele:

- se lasă poansonul pînă la nivelul fibrelor de celuloză sedimentate pe sita de sedimentare;

- după ce s-au evacuat majoritatea vaporilor de apă se continuă presarea;

- după trecerea timpului necesar poansonul se ridică.

Aceste faze sînt foarte importante, fapt pentru care se cere muncitorului o experiență și o îndemînare mare.

Pentru a se înlătura eventualele nereguli, în practica multor fabrici se utilizează prese hidraulice, care au toate aceste comenzi automatizate pe bază de program, fapt în urma căruia toți parametrii de presare și, legat de aceasta, și temperatura sculei sînt riguros respectați, ceea ce contribuie la obținerea unei membrane de bună calitate.

Operația de finisare a membranei. După executarea și controlul membranei, aceasta este supusă unei operații suplimentare pentru finisare, ale cărei faze se prezintă în cele ce urmează.

Tăierea conturului membranei. Această fază de lucru se execută în cazurile cînd din sedimentare membrana are un contur neuniform. În practică, prin așezarea garniturilor de etanșare a bazinului superior de sedimentare, față de cel inferior, pe marginea sitei de sedimentare conturul membranei este corect realizat, neavînd nevoie de nici o ajustare ulterioară. La bazinele de sedimentare care au garnituri de etanșare dispuse exterior sitei de sedimentare, conturul membranei ieșind neuniform se retușează cu ajutorul unor foarfece, deci printr-o operație manuală neprecisă, executată de către un muncitor, sau se ștanțează pe o presă hidraulică, membrana avînd în acest caz un aspect mai corespunzător.

La bazinele de sedimentare în care se execută membrana cu conturul exterior corect, se pot lua măsuri pentru a se realiza pe membrană și locașurile pentru găurile de prindere ale difuzorului prin executarea sitei de sedimentare și a garniturilor după profilul necesar.

Controlul acestei faze de lucru se execută vizual.

Tăierea vârfului conului membranei. Această fază a operației de finisare a membranei se execută pentru a se crea locașul necesar pentru fixarea bobinei mobile.

Este necesar să se respecte cu strictețe lungimea gulerului conului membranei, deoarece acesta este locașul de fixare al bobinei mobile și al centrului.

Tăierea se execută, sau pe o sculă de decupat montată pe o presă cu excentric, sau pe un dispozitiv rotit cu un motor, decuparea în acest caz făcându-se cu o lamă montată pe un suport fix.

Oricare ar fi metoda de lucru, trebuie să se lucreze cu scule sau lame bine ascuțite, pentru ca tăierea să fie corect executată, deoarece o tăiere necorespunzătoare poate provoca ruperea membranei.

Găurirea membranei pentru prinderea capsei de fixare a firului leonic. Găurirea membranei se face pe o sculă de găurit montată pe o presă manuală. Scula trebuie să aibă o posibilitate de poziționare a membranei. După găurire se capsează cosele cu o sculă de capsat montată pe o presă manuală.

Această fază de lucru se execută cu atenție, deoarece capsă nu trebuie să aibă joc pe membrană, ceea ce ar provoca sfărâmturi în timpul funcționării difuzorului și, de asemenea, nu este permis a fi prea strânsă, deoarece ar duce la ruperea porțiunii din membrană, deci la căderea capsei. Acestea fiind condițiile, este necesar a se acorda o atenție mare la reglarea presei pe care este montată scula de capsat.

Pentru a se evita ruperea membranei, peste capsă se pune înainte de ștanțare o șaibă de preșpan.

Unele difuzoare nu au însă capse tubulare, ci capse speciale cu ghiare care se înfig în membrană și care prind firul leonic, fără a mai fi necesară lipirea cu cositor. În aceste cazuri se înfig în membrană colții capselor, iar la asamblarea difuzorului se trece firul leonic printre aceștia și se strâng.

Alte tipuri de difuzoare au numai două găuri pe membrană, firul leonic fiind trecut prin ele, după care este lipit cu ajutorul unui adeziv.

Soluția cea mai bună este aceea care nu îngreunează ansamblul mobil peste limitele maxime admise, asigurându-se însă o prindere bună.

Impregnarea conului membranei.
Unele difuzoare necesită o membrană, a cărei con să fie impregnat cu o soluție chimică specială. Compoziția acestei soluții diferă foarte mult de la o fabrică la alta sau de la un tip de difuzor la altul.

Dacă impregnarea se execută manual se pune într-un vas soluția cu care se impregnează membrana. Vasul trebuie să aibă o deschidere suficient de largă, pentru a permite introducerea membranei. Soluția de impregnat se găsește în vas pînă la un nivel egal, față de fundul acestuia, cu înălțimea de impregnat membrana, măsurată de la vârful conului membranei.

Se introduce membrana în vas pînă cînd se atinge fundul acestuia cu vârful conului membranei, după care se scoate, și în aceeași poziție se pune pe un rastel pentru scurgere și uscare. Rastelul trebuie să aibă găuri cu o astfel de mărime, încît să sprijine membrana pe conul ei mai sus decît porțiunea impregnată. Operația cere îndemînare din partea muncitorului și atenție, pentru ca nivelul soluției din vas să fie mereu același, completîndu-se cu soluție de cîte ori este necesar.

Dacă impregnarea se execută mecanizat, instalația utilizată este compusă din următoarele elemente:

- o plasă transportoare cu găuri astfel încît să susțină membrana, cu vârful conului în jos, mai sus de înălțimea la care trebuie impregnată;

- o baie cu soluția de impregnat, care, dintr-un rezervor așezat deasupra ei, este alimentată în permanență automat cînd nivelul soluției scade sub cel normal, pînă cînd se completează cantitatea necesară;

- un cuptor de uscare cu raze infraroșii unde, în prima porțiune neîncălzită, membranele trec pe banda transportoare deasupra unor tăvi, pentru a se scurge surplusul de soluție, după care sînt încălzite pentru a se usca.

Alimentarea aceste instalații, ca și descărcarea ei, se fac manual.

b. Centrajul

Operațiile necesare pentru confecționarea centrajului și a căpăcelului sînt împărțite în două grupe principale, și anume:

- impregnarea materialului textil;
- confecționarea centrajului și a căpăcelului.

Impregnarea materialului textil. Materialul textil din care se fabrică centrul ansamblului mobil al difuzorului se impregnează într-o soluție care are la bază lacul de bachelită.

Impregnarea manuală a materialului textil. Într-un vas se pune soluția preparată și la care s-a verificat viscozitatea. Bucățile de pânză tăiate sînt introduse, pe rînd, în acest vas și lăsate un timp, pentru ca țesătura să se impregneze uniform și cu cantitatea necesară de soluție.

După impregnare, bucățile de material textil sînt întinse pentru uscare. Locul de uscare va fi ferit de soare, prin acoperire, și deschis lateral în toate părțile, pentru a exista un curent de aer necesar uscării (evaporării solventului).

Fazele acestei operații se stabilesc experimental, iar dacă este cazul, după uscare, bucățile de material textil necorespunzătoare sînt introduse de două sau de mai multe ori în soluție și apoi uscate pînă cînd cantitatea de soluție depusă este cea necesară.

Impregnarea mecanizată a materialului textil. Pentru impregnarea materialului textil se pot crea instalații simple, care reproduc în general operațiile efectuate manual. Acestea au însă avantajul că depun mai uniform pe materialul textil, soluția de impregnare fiind uscată în cuptor închis, deci ferită de praf.

Instalația reprezentată în fig. IV.6 este compusă dintr-un tambur de derulare, de unde materialul textil mergînd pe o

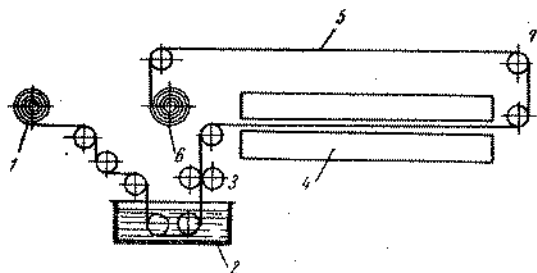


Fig. IV.6. Schema unei instalații pentru impregnarea materialului textil:

- 1 — tambur de derulare; 2 — baie de impregnare; 3 — role de presiune; 4 — cuptor de uscare; 5 — spațiu de răcire; 6 — tambur de rulare; 7 — role de ghidare.

serie de role ajunge într-o baie, unde se găsește soluția de impregnat, care, de asemenea, este controlată periodic—pentru a se menține viscozitatea necesară.

Din baie materialul textil impregnat trece printre două role de presiune, care înlătură surplusul de soluție de impregnare. După curățirea de acest surplus de soluție de impregnare, materialul textil trece tot pe role de ghidare într-un cuptor-tunel, încălzit cu raze infraroșii, astfel încât materialul să se usuce, iar soluția de impregnare să nu se polimerizeze.

Uscarea se face în general la temperaturi de 55—60°C. După uscare, materialul textil impregnat circulă pe o serie de role în aer liber, pentru a se putea răci, după care este înfășurat pe un tambur de rulare. Dacă materialul nu este bine uscat, la înfășurare straturile se vor lipi între ele. De asemenea, trebuie avut în vedere ca înfășurarea să se facă cu materialul textil impregnat bine întins—pentru a nu se crea cute sau încrețituri.

Instalația se poate construi pe orizontală cît și pe verticală, după spațiul care stă la dispoziția fabricii respective.

Această operație se poate executa la o fabrică specializată în materiale impregnate electroizolante, care are instalațiile necesare.

Controlul impregnării se face prin sondaj tăind pătrate din materialul textil impregnat. Jumătate din cantitate de pătrate de probă se pune într-un vas cu alcool etilic de 90%. În acest vas probele sînt agitate 30 min, după care sînt scoase. Pătratele de material textil impregnat după această probă trebuie să fie curate, fără a mai avea pe ele soluție de impregnare. Cu metodele obișnuite se constată apoi cantitatea de soluție de impregnare care a fost depusă pe aceste probe.

Cealaltă jumătate de probe sînt supuse procesului tehnologic de execuție a centrajului. Centrajele rezultate trebuie să corespundă cerințelor tehnice impuse. Aceste centraje se introduc după probă într-un vas cu alcool etilic de 90%, unde în condițiile arătate trebuie ca la scoatere să nu fi suportat nici o modificare, respectiv alcoolul etilic să rămînă curat, fără urme de soluție de impregnare.

Controlul materialului textil impregnat se mai execută și vizual, pentru a se observa să nu aibă aglomerări sau lipsuri de soluție de impregnare. Se va controla, de asemenea, de mai multe ori pe zi viscozitatea soluției de impregnare din vas și se va reface prin diluare.

Confecționarea centrajelor și a căpăcelelor. Materialul textil impregnat este tăiat la o ghilotină în pătrate sau cercuri de dimensiuni mai mari decît piesa pe care dorim

să o obținem. După debitare, bucățile de material textil sînt călcate într-o sculă profilată după forma piesei. Scula este încălzită cu ajutorul unor rezistențe electrice.

Presarea se execută pe o sculă montată pe o presă manuală sau pe o presă semiautomată.

P r e s a r e a m a n u a l ă a c e n t r a j u l u i ș i c ă p ă c e l u l u i . Se introduc bucățile de material textil impregnat între plăcile profilate ale sculei de călcare și presare. În timpul acestei presări se ridică poansonul de 4—5 ori, pentru a se putea evacua gazele rotindu-se centrajul, pentru a se evita lipirea de plăci. Timpul de presare se măsoară cu un ceas cu sonerie, iar temperatura — cu ajutorul unui sistem de termoregulate.

După presare, materialul textil impregnat este scos din presă și pus între alte două plăci profilate, pentru a se răci sub presiune, deoarece lăsat să se răcească liber el ar rămîne deformat.

Este necesar ca plăcile de presare să fie curățate periodic.

În timpul lucrului, plăcile profilate se ung, pentru a se evita lipirea materialului textil impregnat de acestea.

După răcirea materialului textil impregnat, format în sculă, se decupează conturul exterior — gaura centrală — într-o sculă de decupat, obținîndu-se astfel centrajul.

Scula de decupat trebuie să fie în permanență bine ascuțită, pentru ca tăierea să se facă corect fără a se produce ruperea piesei sau destrămarea conturului.

Aceleași operații tehnologice de fabricație se execută și pentru căpăcel atunci cînd se execută în mod special. Sînt foarte multe cazuri însă cînd căpăcelul utilizat este executat din materialul care cade în urma decupării găurii centrale a centrajului.

P r e s a r e a s e m i a u t o m a t ă a c e n t r a j u l u i . Pentru ca centrajul să fie de calitate superioară, este necesar pe lîngă urmărirea atentă a întregului proces tehnologic, ca operația de presare să se facă în limitele stricte ale parametrilor indicați, atît pentru tipul de material textil impregnat folosit cît și pentru forma și mărirea acestuia.

Utilizarea presării manuale dă rezultate mulțumitoare în limitele specializării muncitorilor. Mărirea timpului de presare poate duce la arderea materialului textil, iar micșorarea acestuia — la nepolimerizarea completă a soluției cu care s-a impregnat.

Pentru înlăturarea acestor deficiențe, în practică se utilizează prese-carusel cu 8—12 capete de presare. Presarea se face pe o camă foarte precis determinată, iar temperaturile sînt reglate automat. Aceste prese-carusel lucrează, în general, cu scule care au plăcile profilate detașabile, astfel încît după presare ele se scot cu materialul textil în interior și se pun pe un disc care se rotește sub un ventilator.

Acest sistem de lucru semiautomatizat (alimentarea și evacuarea se fac manual) face posibil obținerea unor parametri uniformi ai centrajelor, controlul nemaifiind necesar a se face bucată cu bucată. În acest caz se poate folosi cu destulă siguranță controlul prin sondaj.

Centrajele controlate sînt așezate pe suporturi de stocare, compuse dintr-o bară fixată vertical pe un suport.

Controlul centrajului. După decupare, centrajul fiind gata confecționat, se controlează bucată cu bucată.

Controlul dimensiunilor și al formei se face vizual, cu micrometrul și șublerul.

Controlul aspectului se face vizual, urmărindu-se în special ca materialul textil să nu fie ars, să nu prezinte încrețituri sau, în regiunea undulațiilor, să nu existe găuri sau subțieri ale materialului textil.

Controlul elasticității se execută cu un dispozitiv special unde se reproduce — cu aproximație — modul de lucru al acestuia pe difuzor. Elasticitatea trebuie să se încadreze între anumite limite, precis stabilite anterior prin calcul.

Centrajele se mai verifică și dacă au soluția de impregnare a materialului textil bine polimerizată.

Verificarea se execută prin sondaj, identic cu modul de a se verifica materialul textil după impregnare.

c. Bobina mobilă

Bobina mobilă este confecționată dintr-un bobinaj făcut pe o carcasă de hîrtie. Caracteristic acestei piese este faptul că bobinajul trebuie executat foarte corect, adică spiră lângă spiră, iar stratul superior al bobinajului trebuie să aibă spirele corect așezate pe stratul inferior.

Carcasa de hîrtie trebuie să fie destul de rigidă pentru a-și păstra forma cilindrică, deoarece spațiul de mișcare al acestei piese în întrefier fiind foarte mic, orice deformare

va provoca frecări, atât pe flanșa superioară care se găsește în exteriorul bobinei mobile cât și pe bolțul care este în interiorul acesteia.

Operațiile de lucru necesare pentru confecționarea bobinei mobile sînt împărțite în două, și anume:

— confecționarea carcasei;

— bobinarea.

Confecționarea carcăsei. Carcasele pot fi construite în mai multe variante și din materiale foarte diferite. În general, în practică se utilizează două tipuri principale, și anume: carcase formate anterior bobinajului, din benzi lipite în diagonală, și carcase formate o dată cu bobinajul, din benzi drepte.

Carcase formate anterior bobinajului. Pentru realizarea acestor carcase, în formă cilindrică, se folosește hîrtie cu lățimea de 10—12 mm. Această bandă se înfășoară în spirală pe un dorn, în două straturi. În timpul înfășurării, hîrtia este acoperită în permanență cu un lac adeziv. După înfășurarea benzii pe dorn, aceasta este lăsată să se usuce în condițiile cerute de către lacul adeziv folosit.

După uscare, dornul este montat pe o altă mașină unde cu ajutorul unor discuri tăietoare, se taie carcasele la lungimea necesară, după care sînt scoase și depozitate în cutii speciale. Atît operația de bobinare cât și cea de acoperire cu lac adeziv se fac manual, ceea ce necesită îndemînarea muncitorului.

Carcase formate o dată cu bobinajul.

În această fază de lucru carcasele se prezintă sub forma unor dreptunghiuri de hîrtie tălate la dimensiunile necesare cu ajutorul unei scule de decupat.

Hîrtia din care se execută carcasele este impregnată inițial cu un lac special, prin stropire cu pistolul de vopsit, pentru a căpăta rezistența necesară.

După uscare, în urma stropirii, sînt decupate dreptunghiurile respective — care sînt puse în cutii de carton pentru depozitare.

În unele cazuri se folosește ca material hîrtia de calc, care nu mai trebuie impregnată, ea avînd o rezistență mecanică destul de mare.

Bobinarea. Bobinarea conductorului pe carcasă se poate face manual, mecanizat pe mașini de bobinat obișnuite sau mecanizat pe mașini de bobinat speciale cu carusel.

Operația de bobinare este simplă, deoarece numărul de spire este mic.

Orice sistem folosit poate duce la rezultate calitative bune, productivitatea muncii însă fiind diferită de la un sistem de lucru la altul. Operația de bobinare manuală este executată pe o mașină care rotește numai dornul de bobinat, sârma fiind condusă manual. Acest mod de lucru cere îndemnare și atenție din partea muncitorului, pentru a aranja spirele corect atât cele din primul strat cât și cele din al doilea.

Se pot utiliza însă și mașini obișnuite de bobinat care conduc firul mecanic. În general se folosește fir de cupru izolat cu email. Este necesar ca în timpul bobinării bobinajul să se ungă în permanență cu un lac adeziv.

După bobinare, dornul, împreună cu carcasa bobină dispusă pe el sînt puse la uscat sau polimerizare, în funcție de lacul adeziv folosit în timpul bobinării.

Trebuie remarcat faptul, că după bobinare terminalele bobinajului sînt prinse de carcasă cu un dreptunghi din aceeași hîrtie, lipit peste acestea.

Pentru a se înlătura inconvenientele folosirii unui adeziv pentru lipirea bobinajului, atât între spire cât și de carcasă, se poate folosi, în cazul bobinării pe mașini de bobinat cu carusel, fir de cupru izolat cu material termoplastic.

După bobinare terminalele sînt conectate la o sursă electrică, care depinde de grosimea și lungimea firului, un timp determinat, în care se produce o încălzire a acestuia și a izolației. În timpul încălzirii izolația se înmoaie, producîndu-se astfel lipirea între fire sau straturi și între bobinaj și carcasă.

Acest sistem este mult mai bun, deoarece prin acest mod de lipire bobinele mobile rămîn la o formă perfect cilindrică, rezistența lor mecanică este foarte bună, iar spirele sînt bine blocate între ele și carcasa.

Este necesar a se avea în vedere ca dornurile de bobinat să fie perfect curate și unse, pentru a nu se produce lipirea carcasei de dorn și deci deformarea acesteia la scoatere.

Pentru a se realiza o rigidizare mai mare a bobinei mobile și pentru a se crea o izolație mai bună între cele două straturi ale bobinajului, unele fabrici utilizează o metodă specială de bobinare, și anume: se bobinează pe dornul mașinii primul strat de fir izolat, după care se pune carcasa.

executată dintr-un dreptunghi de hirtie impregnată, peste care se bobinează cel de-al doilea strat.

Această formă de lucru este însă mai dificilă, fapt pentru care nu este prea mult răspîndită.

După executarea bobinei mobile, se face operația de curățire a terminalelor bobinajului. Această operație se poate executa mecanic sau chimic.

Operația se execută mecanic, prin frecarea firelor cu o coală de hirtie abrazivă pînă la rămînerea capătului firului fără izolație. Operația este foarte grea, deoarece firul fiind subțire se rupe ușor. Ea se poate executa însă chimic, prin introducerea capetelor terminalelor într-o soluție care dizolvă stratul izolator. Această operație executată chimic nu mai provoacă ruperea firelor, dar trebuie executată cu foarte multă atenție, deoarece dacă soluția atinge bobinajul, distruge izolația dintre firele acestuia. Important este de reținut, că această defecțiune a bobinajului adică scurtcircuitarea lui, nu se produce imediat, ci în timp, difuzorul defecțindu-se după un timp destul de lung de la asamblare.

Curățirea chimică a terminalelor se preferă totuși, deoarece reduce foarte mult rebuturile; ea necesită însă multă atenție din partea muncitorilor.

Bobinele mobile gata sînt supuse controlului calitativ, bucată cu bucată.

Controlul dimensiunilor și a formei se face cu ajutorul unor calibre speciale.

Controlul aspectului se execută vizual. Bobinarea trebuie să fie corectă, fără fire suprapuse; carcasa-bobină și hîrtia de fixare a terminalelor să nu fie deformate, lacul adeziv al bobinajului să fie depus uniform, firele bobinajului să nu fie desizolate și terminalele să fie curățate bine, începînd de la 20 mm de carcasă.

Controlul rezistenței electrice a bobinajului se verifică cu un ohmmetru, prevăzut cu contacte de mercur, pentru a se executa rapid.

Prin sondaj se controlează aderența dintre spirele bobinajului și dintre acesta și carcasă.

d. Ansamblul-mobil

Ansamblul-mobil al difuzorului — fiind compus, după cum s-a arătat, din membrană, centraj, bobină mobilă și firul leonic care face legătura cu ansamblul-șasiu, este nece-

sar a fi executat cu foarte multă atenție — deoarece în cea mai mare parte de aceasta depinde, în final, calitatea difuzorului fabricat.

Operațiile principale necesare pentru a se executa an samblul-mobil, al difuzorului sînt:

- asamblarea membranei cu bobina mobilă;
- asamblarea membranei-bobină mobilă cu centrajul;
- prinderea pe membrană a terminalelor bobinei mobile și a firului leonic.

Asamblarea membranei cu bobina mobilă. Această asamblare se poate face atât la cald cît și la temperatura mediului înconjurător, aceasta depinzînd de lacul adeziv folosit în procesul de producție.

Lipirea la cald. Pentru lipirea la cald se utilizează un dispozitiv montat pe o presă manuală sau pneumatică. Dispozitivul are montat pe tija de apăsare a presei o pensetă, care este încălzită cu o rezistență prin intermediul unui termoregulator. Se ung marginile pentru asamblare ale bobinei mobile cu lacul adeziv și împreună cu membrana, se montează pe dispozitiv. Această montare se face după ce în prealabil terminalele bobinei mobile au fost trecute prin cosele existente pe membrană.

După montarea pe dispozitiv se verifică dacă membrana este bine așezată și bobina mobilă este lăsată pînă nivelul respectiv, după care se lasă penseta, ținîndu-se sub presiune. După trecerea timpului necesar se ridică penseta și se scoate de pe dispozitiv membrana pe care este lipită bobina mobilă.

Se verifică de către muncitor, vizual, modul în care s-a făcut asamblarea, după care membrana cu bobina mobilă se așază pe o tavă de transport între operații.

Lipirea la rece. Această operație se execută tot pe un dispozitiv, nemaifiind necesară însă presarea cu o pensetă încălzită. Se verifică așezarea pieselor pe dispozitiv, la fel ca în cazul lipirii la cald.

În cadrul acestei operații, după lipirea bobinei mobile, membrana cu bobina mobilă nu se scoate după dispozitiv, deoarece tot pe același dispozitiv se execută întregul ansamblu mobil.

Asamblarea membranei-bobină mobilă cu centrajul. Această operație se poate executa la fel ca asamblarea membranei

cu bobina mobilă, la cald sau la temperatura mediului înconjurător, după felul lacului adeziv folosit.

Prinderea pe membrană a terminalelor bobinei mobile și a firului leonic. Această operație se face în funcție de tipul de prindere adaptat pentru difuzorul respectiv. Ea se face diferit pentru ansamblurile mobile lipite la cald față de cele lipite la rece.

La ansamblurile mobile lipite la cald ansamblul respectiv se montează pe un dispozitiv special pentru această operație. După montare, pe dispozitiv se întinde bine un terminal al bobinei mobile și se lipește cu ajutorul unui ciocan de lipit electric. Lipirea se face simultan cu prinderea în același loc a firului leonic. Cantitatea de cositor pusă la această lipitură trebuie să umple capsă, iar în ambele părți să apară un capac mic rotund și lucios de cositor.

După lipire se taie cu o foarfecă restul de terminal care a rămas în afara lipiturii. După ce operația a fost executată, se scoate ansamblul-mobil de pe dispozitiv și se aplică peste terminalele bobinei mobile, care sînt acum întinse în interiorul conului membranei, un strat de lac adeziv, pentru ca aceasta să se lipească de membrană.

Se va controla vizual calitatea lucrului efectuat, după care ansamblul se așază pe o tavă de transport cu care va fi dus la control.

Lipirea terminalelor bobinei mobile și a firului leonic la ansamblurile mobile lipite la rece se face pe același dispozitiv inițial de montare al pieselor componente. Aceasta este necesar, deoarece în timpul acestor operații lacul adeziv are posibilitatea de a se usca într-o oarecare măsură operațiile fiind aceleași ca la ansamblurile mobile lipite la cald.

În momentul în care ansamblul trebuie scos de pe dispozitiv, dornul este lăsat să cadă liber, ghidat de pereții locașului, eliberînd astfel bobina mobilă și, deci, nepermițînd o deformare a acesteia.

Ansamblurile-mobile scoase de pe dispozitiv sînt așezate pe un singur rînd, pe tăvi de transport, iar după 1—2 ore sînt controlate. După control ele sînt așezate pe dispozitive de stocare, care sînt de fapt niște tije montate vertical pe suporturi. Între două ansambluri mobile se pune o șaiță sau un cilindru de carton, care are rolul de distanțier între două piese.

Controlul calitativ al ansamblului-membrană se execută bucată cu bucată.

Controlul dimensiunilor și al formei se verifică vizual și cu șublerul, pentru cotele principale de asamblare.

Controlul asupra aspectului se face vizual, urmărindu-se să nu existe deformări ale pieselor componente, firele terminale să fie acoperite complet cu lac adeziv, să nu existe excese de lac adeziv în locurile de lipire, lipiturile de la capse să fie bine făcute și fără excese de cositor.

Controlul continuității circuitului electric al ansamblului mobil se verifică cu o sursă de tensiune de 6 V și cu'un bec semnalizator, montat în serie.

Prin sondaj se execută și un control asupra aderenței pieselor componente între ele, datorită lacului adeziv. Acest control se face după 24 ore de la lipire, timp necesar pentru uscarea completă a lacului adeziv atât pentru lipire la cald cât și pentru lipirea la rece. Pentru a se verifica această aderență, se încearcă dezlipirea pieselor componente; una din ele trebuie să se rupă, nefiind permisă dezlipirea.

4. PROCESUL TEHNOLOGIC DE FABRICAȚIE A ANSAMBLULUI DIFUZOR

Ansamblul-difuzor se realizează în general pe benzi de montaj, transportorul fiind un covor de cauciuc sau plăci de lemn care se deplasează într-un anumit ritm.

Oricare ar fi modul de realizare a benzii de montaj, numărul locurilor de muncă rămâne în general același.

Trebuie arătat de la început că o condiție principală este aceea ca încăperea în care este montată banda de lucru să fie foarte curată și bine în aerisită. De asemenea, transportorul trebuie să fie în permanentă curățat.

Este necesar ca toate locurile de muncă, unde se lucrează cu lacuri adezive să fie ventilate prin absorbție locală, pentru ca elementele volatile sau nocive să fie evacuate din camera respectivă.

Toate locurile de muncă, unde este necesar, trebuie să fie alimentate cu aer comprimat, care a fost în prealabil curățat de parf, apă sau ulei. Pentru a se realiza ansamblul-difuzor, banda de montaj trebuie alimentată cu ansamblul-magnet, ansamblul-mobil, ansamblul-șasiu și garniturile amortizor care se execută prin ștanțare din carton, pîslă sau aglomerat de plută, după forma șasiului.

Alimentarea cu aceste ansambluri, piese sau materiale care mai sînt necesare, este bine să se facă pe conveiere suspendate, care pot avea și rolul de magazii de stocaj.

Prima operație executată este asamblarea ansamblului-magnet cu ansamblul-șasiu. După această operație, la următorul loc de muncă se efectuează magnetizarea.

Înainte de a se executa această operație, se mai face o dată după scoaterea capacului de protecție o curățire a întrefierului cu aer comprimat, după care se introduce la magnetizor. După ce se scoate din magnetizor se pune la loc capacul de protecție, transportîndu-se pe banda rulantă, la următorul loc de muncă. Există fabrici care execută magnetizarea după ce difuzorul a fost gata asamblat. Aceste două sisteme de lucru au avantaje și dezavantaje, fapt pentru care fiecare fabrică își alege modul de lucru preferat.

Magnetizarea înainte de montarea ansamblului-mobil permite curățirea întrefierului imediat înainte de efectuarea operației.

Magnetizarea după montarea ansamblului-mobil permite efectuarea tuturor operațiilor cu magnetul inert, deci micșorează oarecum pericolul de a atrage particule metalice în întrefier, nepermițînd însă o curățire cu aer comprimat înainte de magnetizare.

După magnetizare se execută controlul acestei operații cu ajutorul unui fluxmetru cu bobină sondă. Atît bobina sondă cît și etalonarea fluxmetrului depind de tipul de difuzor cu care se lucrează.

În cazul ansamblului-magnet, montat pe ansamblul-șasiu cu șuruburi, se verifică tot la acest loc de muncă și strîngerea șuruburilor cu ajutorul unei chei tubulare.

Datorită faptului că în timpul controlului efectuat s-a scos capacul de protecție, acesta se montează la loc și ansamblul se pune pe banda transportoare, pentru a fi dus la următorul loc de muncă-unde se efectuează cea mai dificilă operație, și anume montarea ansamblului-mobil. Această operație este necesar să se execute de muncitori cu experiență, deoarece de ea depinde într-o mare măsură calitatea produsului finit.

Operația începe prin suflarea din nou cu aer comprimat a întrefierului după ce a fost scos capacul de protecție. Această operație, ca și celelalte de curățire cu aer comprimat, se face în fața unui panou pe care sînt montați magnetii permanenți.

După curățire se depune lacul adeziv pe suprafața de asamblare a membranei și a centrăjului. În momentul cînd se depune lacul adeziv pe suprafața de asamblare a centrăjului, întrefierul este din nou protejat de capacul de protecție, pentru ca lacul adeziv să nu pătrundă în acest locaș.

După îndepărtarea capacului de protecție, se montează ansamblul-mobil, cu ajutorul unei bucle de ghidare care va centra ansamblul mobil față de bolț sau pastilă. Înainte de această montare se trec firele leonice prin capsele de pe șasiu.

După montare se presează ușor cu mîna centrăjul și membrana, pentru a adera mai bine față de șasiu, și se pune întreg ansamblul pe banda transportoare.

Depunerea lacului adeziv pe șasiu se poate face în mai multe moduri, aceasta depinzînd de mărimea producției și de gradul de înzestrare a fabricii. Vom arăta cîteva moduri de depunere a lacului adeziv.

a) *Lacul adeziv se depune cu ajutorul unei seringi.* Seringa este umplută dintr-un vas, de cîte ori este necesar. În acest caz șasiul se învîrtește cu mîna, pentru a se putea depune un strat uniform de lac adeziv.

Această operație comportă precizie și îndemînare din partea muncitorului, deoarece el trebuie să sincronizeze mișcarea ambelor mîini, o mînă apăsînd pe pistonul seringii iar cealaltă învîrtind șasiul. Pe lîngă faptul că necesită îndemînare mare din partea muncitorului, această operație mai prezintă și dezavantajul că lacul adeziv trebuie să stea într-un vas deschis și deci îi crește viscozitatea foarte repede, fiind necesar din timp în timp să fie diluat. Operația de diluare pe bandă de montaj se face însă necorespunzător, fapt pentru care se lucrează în general cu lacul adeziv ori prea fluid, ori prea vîscos.

b) *Lacul adeziv se depune cu ajutorul unui pistol.* Pistolul este alimentat dintr-un rezervor sub presiune. Acest sistem îmbunătățește condițiile de muncă, în primul rînd pentru faptul că muncitorul nu mai trebuie să sincronizeze mișcarea ambelor mîini, cu una ținînd fix pistolul, iar cu cealaltă învîrtind șasiul.

Depunerea lacului în această situație este mult mai uniformă, iar operația se poate realiza și mecanizat, prin cuplarea la discul pe care stă șasiul a unui motor electric,

ceea ce va produce o învîrtire uniformă a acestuia. Acest mod de lucru este avantajos și pentru faptul că lacul adeziv, stînd într-un recipient sub presiune, nu se îngroașe, deoarece substanțele volatile nu se pot evapora.

c) *Lacul adeziv se depune cu ajutorul unei instalații semiautomate.* Această instalație depune lacul adeziv în mod automat; pe ea trebuie montat șasiul înainte de depunerea și scos după efectuarea operației. Nu mai este necesar să arătăm avantajele acestui sistem, deoarece acestea sînt concludente.

După efectuarea acestei operații se execută asamblarea garniturii-amortizor, pentru care pe membrană, în locul stabilit, se așterne lac adeziv cu una din metodele arătate mai înainte. După depunerea lacului se așază garnitura sau garniturile-amortizor și se presează ușor cu mina pentru a adera mai bine de membrană. Tot la acest loc de muncă, la unele difuzoare, peste undulațiile membranei se depune un lac de impregnare.

Difuzorul astfel asamblat se așază cu baza conului în jos, pe niște tăvi de lemn care sînt așezate pe banda transportoare.

La așezarea pe tăvile de lemn, se apasă puțin cu mina, pentru a se presa garnitura-amortizor și membrana de șasiu. La această apăsare se va avea în vedere să nu se deplaseze difuzorul longitudinal, pentru a nu se schimba poziția pieselor lipite.

Este necesar să se arate din nou, că pe banda de montaj-după fiecare operație de lipire — muncitorul trebuie să verifice vizual calitatea lucrului efectuat.

De asemenea, se va avea în vedere ca lacul adeziv care se depune să nu fie în cantitatea mai mare decît este necesar, deoarece excesul poate bloca undulațiile membranei, undulațiile centrajului sau poate pătrunde în întrefier.

Difuzoarele așezate, după cum s-a arătat, pe banda transportoare, trec printr-un tunel de uscare încălzit cu rezistențe sau becuri înfraroșii timp de 20—30 min, după care se stochează 24 ore pentru uscarea definitivă.

Cuptorul este astfel construit, încît la intrarea dispune de o sursă mare de căldură, pentru a se putea încălzi toată masa difuzorului, iar la ieșire este montată o baterie de ventilatoare pentru răcirea acestuia.

Cuptorul-tunel pentru uscare trebuie să aibă posibilitatea reglării temperaturii prin intermediul unor termo-

regulatoare în limitele 40—100°C, deoarece regimul termic variază funcție de lacul adeziv folosit. În cazul în care lacul adeziv are în compoziția sa solvenți inflamabili, cuptorul trebuie ventilat forțat.

Uscarea timp de 24 ore se execută pe rafturi speciale, într-o cameră curată, fiind de preferat ca difuzoarele să fie puse pe un singur rând sau pe cel mult două rânduri suprapuse. După uscarea definitivă, difuzoarele li se lipește firul leonic, lăsându-se acesta puțin mai larg, pentru ca ansamblul-mobil să se poată mișca. Se scoate bușca de centraj și se lipește în locul acestela căpăcelul care va închide definitiv locașul întrefierului. După aceasta se pot monta prin lipire căpăcelele de ecranare de la ansamblul-magnet cu jug.

După efectuarea tuturor acestor operații, difuzorul este gata asamblat și trecut, cu ajutorul benzii transportoare, la cabina de control final. Cabina trebuie să fie izolată fonic față de încăperea în care se găsește banda de montaj.

În cabina de control final se execută o serie de verificări, care se prezintă în cele ce urmează.

Controlul formei și aspectului se execută vizual, urmărindu-se ca piesele să nu fie deformate, să nu existe exces de lac adeziv pe membrană, iar piesele să fie bine lipite.

Controlul vibrațiilor supărătoare se execută prin cuplarea difuzorului la un generator de ton, la tensiunea nominală a acestuia. De asemenea, la bornele difuzorului se aplică 30% din tensiunea nominală de la un generator de ton, variind lin frecvența, în special în regiunea obișnuită a frecvenței de rezonanță.

În timpul acestei probe nu trebuie să se audă distinct vibrații supărătoare.

Controlul frecvenței de rezonanță mecanică se verifică cu un generator de ton de audiofrecvență. Se aplică la bornele difuzorului un semnal de frecvență audio. Valoarea lui este egală cu 30% din valoarea tensiunii nominale măsurată la un voltmetru electronic montat în paralel cu difuzorul. Se variază încet frecvența dată de generatorul de ton audio, pînă cînd se obține tensiunea maximă citită la voltmetrul electronic. În acest moment se citește frecvența care este frecvența de rezonanță mecanică a difuzorului.

Controlul fazei se execută la difuzoare prin marcarea, cu un punct roșu sau cu semnul plus, a uneia din borne. Dacă

această bornă marcată se leagă cu borna pozitivă a unei surse de curent continuu, iar borna nemarcată a difuzorului cu cealaltă bornă a sursei de curent, ansamblul mobil trebuie să se deplaseze în sensul de radiație al difuzorului.

Controlul la scurtcircuit se execută în același condiții ca cel executat la ansamblul-șasiu.

Controlul redării programului de muzică și vorbă se execută la cerere, prin compararea unui difuzor-etalon în funcțiune cu difuzorul de măsurat, de asemenea pus în funcțiune de aceeași sursă. La această probă nu se va depăși tensiunea nominală de lucru a difuzorului.

După terminarea controlului, difuzoarele sînt marcate prin aplicarea de ștampile, abțibilduri sau etichete, pentru ca apoi să fie introduse cu cutii speciale și depozitate în magazine corespunzătoare.

Difuzoarele care nu corespund la control trebuie separate de cele bune, după ce s-a spart membrana cu un obiect ascuțit. Operații de remaniere a difuzoarelor gata asamblate nu sînt indicate a se efectua, deoarece acestea, practic, sînt imposibile. Chiar în cazul cînd se va obține o remediere bună aceasta nu este satisfăcătoare, deoarece nu se va menține în timp.

În afara măsurărilor expuse, care se execută în producția de serie, asupra difuzorului ca tip se execută o serie de alte încercări, ca de exemplu:

- variația presiunii acustice în funcție de frecvență;
- variația impedanței în funcție de frecvență;
- diagramele de directivitate, care dau presiunea acustică în diverse direcții pentru o frecvență constantă;
- coeficientul de distorsiuni neliniare;
- distorsiunile parametrice;
- fenomenele tranzitorii care se produc la apariția sau dispariția bruscă a unui semnal aplicat difuzorului;
- variația randamentului în funcție de frecvență.

Aceste încercări se pot efectua în spațiu liber (fără reflexii) sau în cameră surdă (o încăpere specială, cu un tratament acustic adecvat pentru realizarea unui cîmp acustic liber).

Prima metodă nu poate da totala satisfacție, măsurile depinzînd de anotimp (temperatura și umiditate) și de nivelul mare de zgomot al mediului înconjurător. A doua metodă prezintă avantajul unei izolații mai bune față de zgomotele mediului ambiant și nu depinde de condițiile meteorologice.

Pentru o serie de încercări subiective se poate folosi și o cameră normală de locuit.

Difuzorul supus măsurărilor poate fi fixat excentric pe un ecran acustic normalizat sau chiar în caseta în care el va fi

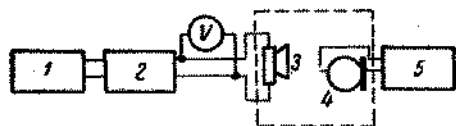


Fig. IV.7. Lanț electroacustic pentru determinarea presiunii acustice standard:

1 — generator de ton; 2 — amplificator de putere; 3 — difuzor; 4 — microfon; 5 — aparat pentru măsurarea presiunii sonore.

utilizat. Panoul este tratat acustic cu un strat de vată de sticlă, gros de 15—20 mm, presată și acoperită cu pânză flanelată.

Variația presiunii în funcție de frecvență se măsoară cu ajutorul montajului din fig. IV.7. Genera-

torul de ton are o scară de frecvențe logaritmă. El poate fi cuplat mecanic cu hipsograful (înregistratorul) pentru ridicarea automată a caracteristicii de frecvență a difuzorului.

Amplificatorul de putere trebuie să permită adaptarea la diversele impedanțe ale difuzoarelor.

Difuzorul este amplasat, împreună cu microfonul, în camera surdă, la o distanță de 0,5 sau 1 m.

Presiunea sonoră dată de difuzor este captată de microfon, transformată în semnale electrice, care sînt amplificate de amplificatorul de măsură de tensiune, și apoi cu ajutorul hipsografului înregistrate pe o hîrtie cerată.

Din caracteristica de frecvență a difuzorului se poate determina banda reprodusă ($f_{min} - f_{max}$), neuniformitatea și presiunea sonoră medie.

Variația impedanței în funcție de frecvență se poate trasa, grafic, cu ajutorul montajului din fig. IV.8.

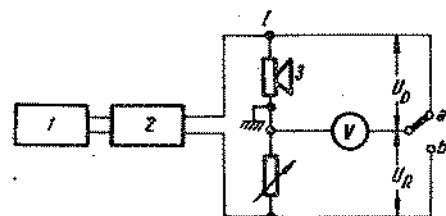


Fig. IV.8. Schema montajului pentru determinarea impedanței electrice a difuzorului:

1 — generator de ton; 2 — amplificator de putere; 3 — difuzor.

Difuzorul este alimentat cu curent constant. De asemenea, din montaj nu apar microfonul și amplificatorul de microfon, nefiind necesari. Pe hîrtia cerată a hipsografului se înregistrează tensiunea la bornele difuzorului, care este

proporțională cu impedanța lui cînd curenul este constant.

Din caracteristica impedanței se poate determina frecvența de rezonanță (cînd impedanța este maximă), impedanța nominală și variația modulului impedanței cu frecvența.

Diagramele de directivitate se ridică cu ajutorul unui montaj similar cu cel din fig. IV.7, însă generatorul de ton nu mai este cuplat mecanic cu hipsograful. La o frecvență fixă, se rotește difuzorul și se măsoară presiunea dată de el la diverse unghiuri.

Coeficientul de distorsiuni neliniare se măsoară tot la anumite frecvențe fixe. Semnalul de excitație nu este distorsionat, și după ce sunetul este captat de microfon și amplificat se face o analiză armonică a semnalului astfel obținut. Proporția de armonici găsite definește coeficientul de distorsiuni neliniare.

Măsurînd distorsiunile neliniare, putem determina și puterea nominală a difuzorului.

Trebuie menționat, că pentru determinarea calității unui difuzor trebuie avute în vedere, de asemenea, distorsiunile de intermodulație care produc combinații de tonuri între două frecvențe ($nf_1 - mf_2$).

Distorsiunile parametrice, care conduc la apariția subarmonicilor, sînt frecvente între 500 și 3 000 Hz, în special la membranele conice. Măsurarea lor se determină cu montajul din fig. IV.9. Cunoașterea distorsiunilor parametrice este importantă pentru determinarea regiunii de stabilitate a membranei, adică a regiunii în care, nu apar sunete subarmonice în sunetul reprodus.

Vizualitatea și interpretarea fenomenelor tranzitorii care se produc la un difuzor sînt de foarte mare importanță, însă greu de realizat. De asemenea, măsurarea randamentului este dificilă și se realizează numai cu erori mari.

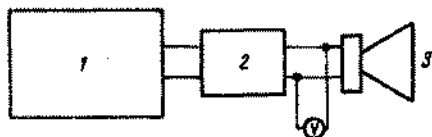


Fig. IV.9. Schema montajului pentru determinarea distorsiunilor parametrice:

1 — generator de ton; 2 — amplificator de putere; 3 — difuzor.

Pe lângă măsurările obiective enumerate, pentru determinarea calității unui difuzor, trebuie executate asupra lui și o serie de măsurări subiective, comparative cu alt difuzor ales ca referință.

De asemenea, difuzoarele sînt supuse unei serii de încercări de rezistență mecanică (vibrații), și la încercări climatice (temperatură și umiditate excesivă), la care ele trebuie să se comporte conform cu necesitățile practice.

CAPITOLUL V

LEGĂTURA DINTRE DIMENSIUNILE ECRANULUI ACUSTIC ȘI CARACTERISTICILE DIFUZORULUI

Pentru mărirea puterii acustice radiate la frecvențe joase, difuzorul se poate monta într-unul din următoarele moduri: panou plan, cutie deschisă, cutie închisă, inversor de fază.

Prima și a doua montare se folosesc foarte des, deoarece rezultă o construcție simplă și economică.

Cutia închisă la spate printr-un carton sau un placaj perforat se folosește la receptoarele de radio și televiziune și se poate asimila cu o cutie deschisă dacă suprafața perforată reprezintă mai mult de 30% din suprafața totală a plăcii-spate. Remarcăm că, folosind placaj sau carton pentru închiderea cutiei, calitățile acustice sînt mai slabe decît ale difuzorului în cutie deschisă.

Alegerea unuia sau a altuia dintre tipurile de montare exterioară determină condițiile de radiație a energiei acustice la frecvențe joase, unde lungimea de undă este mare în raport cu dimensiunile membranei. Într-adevăr, rolul ecranului constă în aceea, că elimină posibilitatea difracției undelor sonore, care ar putea duce la echilibrarea presiunii sonore creată de partea din față a membranei cu cea creată de partea din spate a acesteia. Pentru a elimina această posibilitate, dimensiunile ecranului ar trebui să fie de același ordin de mărime ca și lungimea de undă la frecvențele cele mai joase ce trebuie reprodusă de difuzor. Deoarece la 30 Hz lungimea de undă este de aproximativ 11m, s-ar ajunge la dimensiuni ale ecranului care cu greu s-ar putea realiza practic. De aceea, în regiunea frecvențelor joase difuzorul nu mai poate fi considerat ca vibrînd într-un ecran infinit și dimensiunile acestuia trebuie luate în considerare.

Montarea exterioară a difuzorului trebuie să fie rigidă, pentru a nu produce vibrații parazite. În general, panoul sau cutia se confecționează din lemn dens, gros de 6—20 mm,

însă se pot utiliza și alte materiale ca, de exemplu, materiale plastice.

Montarea difuzorului are un rol foarte important în ceea ce privește calitatea de reproducere a acestuia.

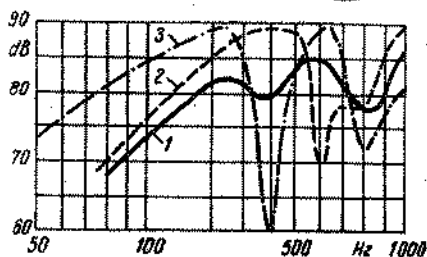
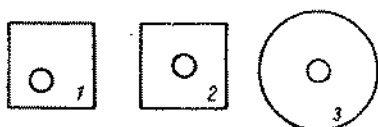


Fig. V.1. Caracteristica de frecvență a unui difuzor montat în panou dreptunghiular și circular, așezat simetric și asimetric:

1 — panou pătrat cu difuzorul montat asimetric; 2 — panou pătrat cu difuzorul montat simetric; 3 — panou circular cu difuzorul montat simetric.

curba 3). În cazul ecranului neregulat, deoarece distanța dintre partea anterioară și cea posterioară a membranei este diferită pentru diversele direcții de ocolire a ecranului, anularea presiunii nu se mai face la o frecvență bine determinată. Interferența este împrăștiată în câteva domenii de frecvență și

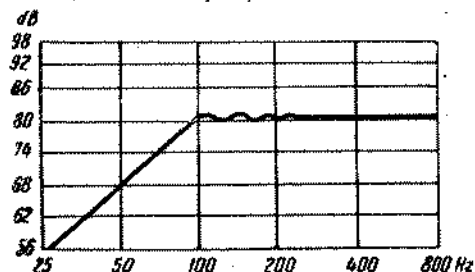


Fig. V.2. Caracteristica de frecvență a unui difuzor cu frecvență de rezonanță de 100 Hz, montat într-un panou infinit.

La anumite frecvențe, presiunea sonoră radiată de difuzor va fi nulă, deoarece radițiile date de fața și de spatele membranei sînt în antifază. Pentru ca acest efect neplăcut să fie eliminat, ecranul trebuie să aibă o formă dreptunghiulară sau, mai bine, neregulată. În nici un caz nu va fi de formă circulară, iar difuzorul nu va fi plasat la mijlocul lui, deoarece în acest caz, la o anumită frecvență, unda directă va fi în antifază cu unda indirectă, anulîndu-se reciproc (fig. V.1,

caracteristica de frecvență a presiunii dată de difuzor pe ax devine mai uniformă (fig. V.1, curbele 1, 2).

Panoul plan. Un difuzor montat într-un ecran infinit are o caracteristică de frecvență care scade datorită elasticității

sistemului mecanic — sub frecvența de rezonanță f_r a difuzorului, cu 12 dB/octavă (fig. V.2).

Să presupunem un difuzor cu o frecvență de rezonanță foarte mică (de ex. 20 Hz). Datorită dimensiunilor finite ale ecranului acustic, sub o anumită frecvență limită (dată de relația $f \approx \frac{250}{d}$, unde d este diametrul echivalent al panoului exprimat în metri), răspunsul acestui difuzor începe să scadă cu 6 dB/octavă. În fig. V.3 sînt date caracteristicile aceluiași difuzor cu frecvența de rezonanță foarte joasă, montat în trei panouri diferite. După cum se vede din aceste curbe, este inutil să construim difuzoare cu frecvența de rezonanță prea mică (sînt scumpe), dacă nu putem folosi un ecran de dimensiuni corespunzătoare.

Rezultă că, pentru a avea o construcție economică, între frecvența de rezonanță a difuzorului și dimensiunile ecranului trebuie să existe o corespondență. Relația care trebuie satisfăcută în acest caz este.

$$f_r = \frac{100}{d}$$

În cazul cînd se dimensionează panoul (sau frecvența de rezonanță a difuzorului) după această relație, rezultă soluția optimă din punctele de vedere tehnic și economic. În acest caz, caracteristica de frecvență a sistemului difuzor-panou va scădea sub frecvența de rezonanță cu $12 + 6 = 18$ dB/

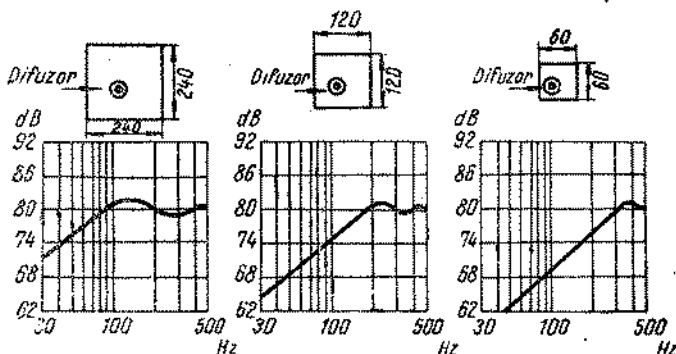


Fig. V.3. Caracteristicile de frecvență ale unui difuzor cu frecvență de rezonanță foarte joasă (20 Hz), montat în ecrane de diferite mărimi (dimensiunile ecranelor sînt date în centimetri).

octavă. În fig. V. 4 sînt date caracteristicile de frecvență a trei difuzoare, avînd frecvențele de rezonanță de 50 Hz, 100 Hz și 200 Hz, montate în panouri de dimensiuni corespunzătoare.

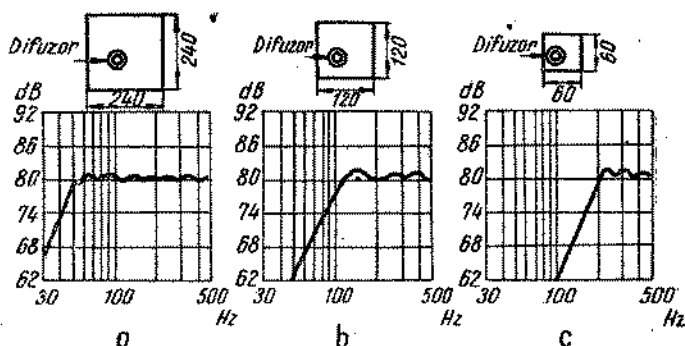


Fig. V.4. Caracteristicile de frecvență a trei difuzoare montate în ecrane (în centimetri) corespunzătoare frecvenței lor de rezonanță:

a - $f_r = 50$ Hz; b - $f_r = 100$ Hz; c - $f_r = 200$ Hz.

Cutia deschisă poate fi asimilată cu un panou de dimensiuni $d = b + 2h$ (fig. V.5). Asupra dimensiunilor cutiei, în funcție de frecvența de rezonanță a difuzorului, se pot face aceleași observații ca la panou.

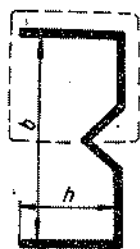


Fig. V.5. Montarea difuzorului în cutie deschisă și drumul parcurs de unda sonoră radiată de partea din spate a membranei pentru a interfera cu cea radiată de partea din față a acesteia.

Astfel, un difuzor cu o frecvență de rezonanță foarte scăzută (20 Hz), montat în cutii de dimensiuni relativ, reduse, în comparație cu frecvența lui de rezonanță, va avea o cădere a caracteristicii de frecvență de 6 dB/octavă, sub frecvența limită a cutiei (fig. V.6). Remarcăm că această frecvență este ceva mai joasă decât la panou. Rezultă o construcție mai economică în cazul cutiei față de panou.

În cazul unei juste dimensionări, pentru aceste cutii se vor alege difuzoare cu frecvențe de rezonanță de 50, 100, respectiv 200 Hz. În acest caz, caracteristica de frecvență va avea o cădere sub frecvența de rezonanță de 18 dB/octavă (fig. V.7).

La alegerea dimensiunilor cutiilor, trebuie să mai remar-
căm, că o adâncime exagerată a cutiei accentuează virful
de la frecvența de rezonanță.

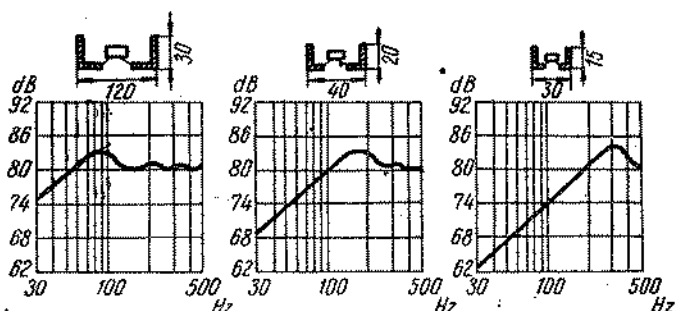


Fig. V.6. Caracteristicile de frecvență ale unui difuzor cu frec-
vența de rezonanță foarte joasă (20 Hz), montat în trei cutii de
diferite mărimi (dimensiunile sînt date în centimetri).

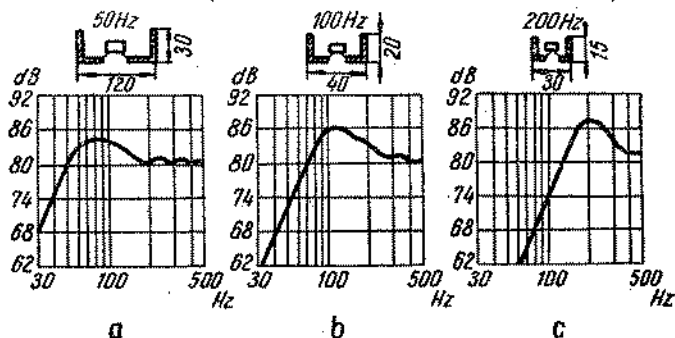


Fig. V.7. Caracteristicile de frecvență a trei difuzoare, montate
în cutii cu dimensiuni (în centimetri) corespunzătoare frecvenței
lor de rezonanță:

a — $f_r = 50$ Hz; b — $f_r = 100$ Hz; c — $f_r = 200$ Hz.

Cutia închisă. În anumite cazuri este mai avantajos a se
folosi o cutie închisă pentru montarea difuzorului. Cutia
închisă prezintă avantajul că, în acest caz dispăre unda din
spatele difuzorului și deci aici nu mai există o interferență
și o anulare a presiunii. Ea prezintă însă și dezavantaje, prin-
tre care menționăm:

- volumul de aer închis în cutie conduce la creșterea frec-
venței de rezonanță a sistemului;
- în cutii pot lua naștere unde staționare care conduc la
o audiere necorespunzătoare.

Primul dezavantaj poate fi înlăturat alegînd difuzoare cu frecvența de rezonanță foarte joasă (și deci relativ scumpe). Al doilea dezavantaj are drept consecință faptul că sistemele cu cutie închisă trebuie puternic amortizate prin folosirea unor materiale absorbante plasate în interiorul cutiei.

La alegerea între o cutie închisă și una deschisă trebuie să ne ghidăm după frecvența de rezonanță pe care o are difuzorul pe care trebuie să-l montăm. Astfel, dacă frecvența de rezonanță este mare, este avantajos să se folosească o cutie deschisă, deoarece, pentru aceleași dimensiuni ale cutiei, răspunsul este mai bun. Dacă însă frecvența de rezonanță a difuzorului este mică, este avantajos să se folosească o cutie închisă, deoarece puterea radiată în acest montaj este mai mare, presupunînd aceleași dimensiuni.

Volumul cutiei trebuie să se aleagă cît mai mare, pentru a nu ridica prea mult frecvența de rezonanță. Diagrama din fig. V.8 permite determinarea frecvenței de rezonanță f'_r rezultantă a sistemului, cînd se cunoaște volumul V al cutiei închise, diametrul D al deschiderii și frecvența de rezonanță a difuzorului f_r măsurată pe panou. Astfel, dacă $D = 20$ cm, $f_r = 50$ Hz și $V = 100$ dm³, rezultă o frecvență de rezonanță a sistemului $f'_r = 68$ Hz. Pentru o frecvență de rezonanță f_r maximă dată se poate determina, pe cale inversă, volumul necesar pentru cutie.

Inversorul de fază este unul dintre cele mai interesante moduri de montaj ale difuzorului. El este format dintr-o cu-

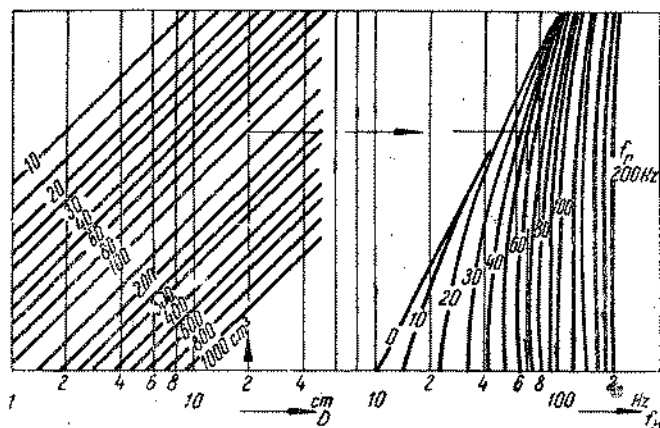


Fig. V.8 Abacă pentru determinarea dimensiunilor unei cutii închise.

tie închisă la spate, care are o deschidere în față, de obicei sub difuzor (fig. V.9). Undele acustice radiate prin această deschidere, sînt în fază cu cele produse direct de membrana difuzorului.

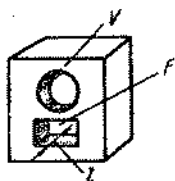


Fig. V.9. Inversor de fază.

Pentru a asigura ca frecvența de rezonanță a unei cutii cu inversor de fază să corespundă aproximativ frecvenței de rezonanță f_r a difuzorului care urmează a fi montat în cutia cu un anumit volum V , suprafața F a unei ferestre cu adîncimea l trebuie să fie suficient de mare. Ea se determină pe baza graficului din fig. V.10. Astfel, dacă $f_r = 80$ Hz, $V = 45$ dm³ și $l = 1$ cm, se obține $F = 97$ cm².

Îmbunătățirile pe care le aduce un inversor de fază sînt următoarele: frecvențele joase sînt amplificate și se evită supraîncărcarea membranei la rezonanță, ceea ce duce la micșorarea distorsiunilor și mărirea puterii electrice admisibile. De asemenea, sub frecvența de rezonanță a sistemului răspunsul cade brusc, deoarece radiația prin deschidere este în antifază cu radiația dată de membrană.

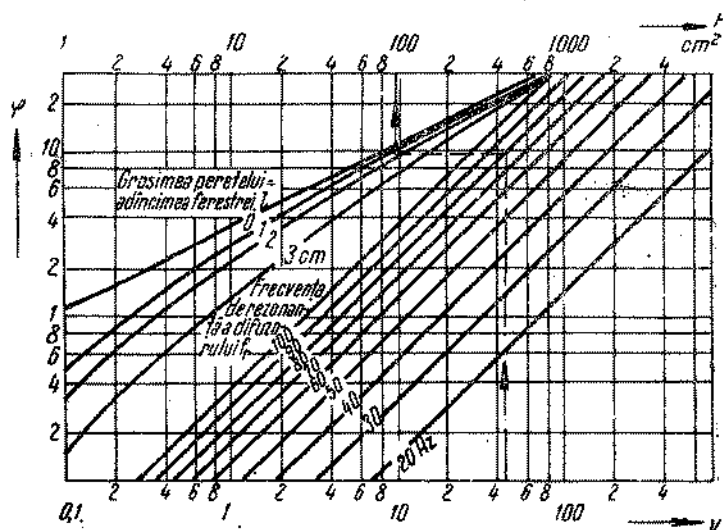


Fig. V.10. Abacă pentru determinarea dimensiunilor inversorului de fază. (volumul V este în decimetri cubi).

CAPITOLUL VI

VERIFICAREA ȘI REPARAREA DIFUZOARELOR ÎN ATELIERELE DE DEPANARE ȘI DE CĂTRE RADIOAMATORI

Aparatele care stau la dispoziția atelierelor de depanare și a radioamatorilor, în scopul verificării difuzoarelor, sînt des-
tul de puține. De cele mai multe ori, verificarea se face în mod
subiectiv (cu urechea) și cu ajutorul unui generator de putere
de semnale de audiofrecvență sinusoidale sau a unui ampli-
ficator de putere excitat de o sursă de program muzical (picup,
magnetofon, radio etc.) Bineînțeles, că în aceste condiții se
va putea aprecia numai aproximativ calitatea unui difuzor.

În cele ce urmează se prezintă cîteva din defectele ce apar
mai des, cauzele lor, precum și modul de înlăturare a acestor
defecte.

a) *Difuzorul produce un „glîit”, în special cînd bobina mobilă are am-
plitudini mari (la frecvențe joase). Acest defect
se poate manifesta intermitent. El se datorește existenței*

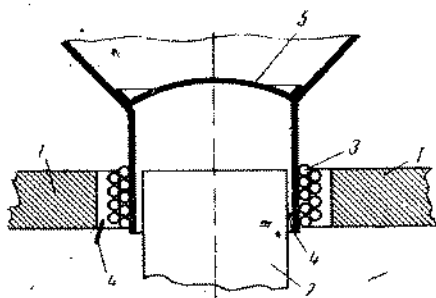


Fig. VI.1. Acțiunea șpanului asupra
mișcării bobinei mobile:

1 — flanșă superioară; 2 — bolt; 3 — bobina
mobilă; 4 — șpan; 5 — capăcel.

în întrefierul circuitului
magnetic a unor parti-
cule metalice extrem de
fine (șpan) care, din cînd
în cînd pătrundînd între
bobina mobilă și flanșa
superioară sau între car-
casa bobinei mobile și
bolt (fig. VI.1), împie-
dică mișcarea corectă a
bobinei mobile.

Repararea difuzorului
în acest caz se poate face
în modul următor: se

îndepărtează căpăcelul din gîtul membranei și se introduce între bobina mobilă și bolț o bucată de celuloid (film), cu ajutorul căruia se caută să se deplaseze șpanul dintre carcasa și bolț. În cazul în care prin această metodă nu se îndepărtează defectul, rezultă că șpanul se află între bobina mobilă și flanșa superioară. Se încearcă să se îndepărteze acest șpan, introducînd un semnal de audiofrecvență în difuzor, concomitent cu deplasarea din întrefier a bobinei mobile, deplasare care se face cu ajutorul ambelor mîini. Dacă, după cîteva încercări, nu se reușește să se îndepărteze șpanul din întrefier, trebuie să demontăm difuzorul prin scoaterea sistemului mobil. Această demontare se poate face, în anumite cazuri, fără ca sistemul mobil să fie deteriorat, însă cel mai adesea, în timpul demontării, acesta se distruge. După demontare se curăță întrefierul de șpan, cu ajutorul unei pensete de alamă, cu vată și spirt. După îndepărtarea completă a șpanului se montează la loc sistemul mobil vechi sau un alt sistem mobil de același tip.

Dacă gîjiitul se produce în permanență, înseamnă că între bobina mobilă și piesele polare nu există spațiul necesar (2—3/10 mm) pentru ca aceasta să se poată deplasa liber, că între ele există o puternică frecare mecanică. Acest defect se poate datora, fie descentrării bobinei mobile față de bolt, fie descentrării bolțului față de flanșa superioară. În primul caz, dacă descentrarea nu este prea puternică, cu ajutorul unei bucăți de celuloid, care se introduce între bobina mobilă și bolț, aceasta poate fi centrată. În cazul al doilea este necesar ca mai întîi să se scoată sistemul mobil, să se centreze bolțul față de flanșa superioară și apoi să se monteze din nou difuzorul. Centrarea bolțului se poate face cu ajutorul unui ciocan din bronz sau lemn cu care se lovește în flanșa inferioară (în cazul în care circuitul magnetic este asamblat cu ajutorul șuruburilor). În cazul circuitelor magnetice asamblate prin lipire sau în masă plastică, trebuie să se demonteze tot difuzorul și să se facă o reasamblare.

b) *Difuzorul produce vibrații la frecvențe joase.* Această defecțiune se poate datora vibrației firelor leonice care fac legătura dintre bobina mobilă și bornele fixe de alimentare ale difuzorului. În acest caz este posibil ca, printr-o modificare a poziției acestor fire, prin scurtarea sau lungirea lor, să se elimine defectul.

Defecțiunea se mai poate datora lipirii incorecte a centrului sau a marginii undulațiilor de șasiu. Astfel, dacă o

anumită porțiune nu este lipită, ea produce vibrații supărătoare. De asemenea, dacă la lipire s-a utilizat prea mult lac, care s-a scurs între membrană și șasiu (fig. VI.2), se pot produce vibrații supărătoare, în special la amplitudini mari.

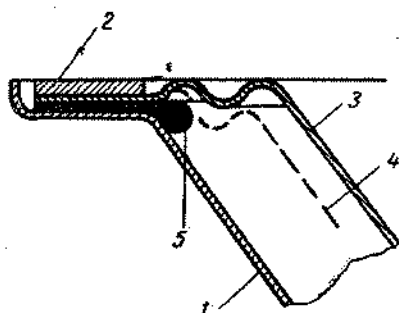


Fig. VI.2. Producerea vibrațiilor supărătoare datorite abundenței lacului de lipire a membranei cu șasiul:

1 — șasiu; 2 — sector; 3 — membrană în poziție de repaus; 4 — membrana în poziție extremă; 5 — lac solidificat.

Găsirea porțiunii nelipite se face tatonând cu mîna porțiunii din marginea centrajului și a membranei. Prin lipire, defectul este eliminat.

În cazul abundenței lacului, regiunea respectivă poate fi determinată vizual sau tot prin tatonări. Îndepărtarea lacului se face cu ajutorul unui diluant.

c) *Bobina mobilă este întreruptă.*

Acest defect se poate produce în cazul în care în difuzor s-a introdus o putere electrică mult mai mare decît puterea nominală și bobina s-a distrus. În acest caz difuzorul se repară, demontînd sistemul mobil și înlocuindu-l cu un altul nou. În cazul în care nu avem un sistem mobil de schimb, bobina mobilă se poate rebobina cu aceeași sîrmă și cu același număr de spire ca și mai înainte.

Pentru cazul în care reconstituirea datelor bobinei mobile nu mai este posibilă decît în parte, se pot lua în considerare cifrele date în tabela VI.1.

De exemplu, să presupunem că bobina mobilă a unui difuzor a fost distrusă și nu se poate determina decît diametrul conductorului de cupru (0,15 mm) și lungimea lui (2 m). Se cere să se construiască o nouă bobină mobilă și să se determine rezistența în curent continuu, impedanța difuzorului și masa bobinei mobile.

Diametrul bolțului se poate măsura. Presupunem că aceasta este de 1,9 cm.

Diametrul noii bobine mobile D va fi cu aproximativ 3/10 mm mai mare decît diametrul bolțului. Lungimea totală a conductorului este dată de relația:

$$l = \pi Dn.$$

Tabela VI.1

Secțiunea, rezistența și greutatea conductoarelor de cupru de diverse diametre la temperatura de 20°C

Diametrul mm	Secțiunea mm ²	Rezistența pe kilometru Ω	Lungimea pentru 1 Ω m	Greutatea fără izolație, pe kilometru, kg
0,05	0,002	8 913	0,112	0,0175
0,06	0,0028	6 189	0,162	0,0252
0,07	0,0039	4 547	0,220	0,0343
0,08	0,0050	3 482	0,287	0,0448
0,09	0,0064	2 751	0,364	0,0567
0,10	0,0079	2 228	0,449	0,0700
0,12	0,0113	1 547,3	0,646	0,1008
0,14	0,0154	1 136,8	0,880	0,1372
0,15	0,0177	990,3	1,010	0,1575
0,16	0,0201	870,4	1,149	0,1792
0,18	0,0254	687,7	1,454	0,2268
0,20	0,0314	557,0	1,795	0,2800
0,25	0,0491	356,5	2,805	0,4375
0,30	0,0707	247,6	4,039	0,6300
0,35	0,0962	181,89	5,498	0,8575
0,40	0,1257	139,26	7,181	1,1200
0,45	0,1590	110,04	9,088	1,4175
0,50	0,1963	89,13	11,220	1,7500
0,55	0,2376	73,66	13,576	2,118
0,60	0,2827	61,89	16,157	2,520
0,65	0,3318	52,74	18,96	2,957
0,70	0,3848	45,47	21,99	3,430
0,75	0,4418	39,61	25,25	3,937
0,80	0,5027	34,82	28,72	4,480
0,85	0,5673	31,15	32,5	5,070
0,90	0,6362	27,51	36,35	5,670
0,95	0,7088	24,69	40,50	6,317
1,00	0,7854	22,28	44,88	7,000
1,10	0,950	17,13	54,43	8,470
1,40	1,543	18,82	88,24	13,700
1,50	1,767	9,90	100,98	15,750
2,00	3,142	0,557	179,52	28,000

Rezultă numărul de spire:

$$n = \frac{l}{\pi D}$$

și, în cazul exemplului nostru:

$$n = \frac{200}{\pi \cdot 1,93} = 33 \text{ spire.}$$

Bobina va avea două straturi cu $17 + 16$ spire. Lungimea bobinei, considerînd grosimea izolației de 0,02 mm, va fi de $17 \times 0,17 = 2,9$ mm ≈ 3 mm.

Din tabela VI.1 rezultă că, rezistența pentru 1 km de sîrmă, de 0,15 mm, este de 990,3 Ω . Deci, 1 metru de sîrmă va avea 0,9903 Ω , iar bobina noastră 1,9806 Ω , deci aproximativ 2 Ω . Impedanța la 1 000 Hz se ia cu aproximativ 10% mai mare ca rezistența în curent continuu, deci va fi 2,2 Ω .

Greutatea sîrmei de 0,15 mm este de 0,1575 kg/km, deci de 0,1575 g/m. Bobina mobilă va avea deci o masă de 0,3150 g.

Este posibil ca distrugerea bobinei mobile să se facă fără să afecteze continuitatea ei. În acest caz difuzorul funcționează, însă apar sunete străine provocate de lovirea spirelor care au căzut de pe carcasă cu piesele polare.

Trebuie să menționăm, că în cazul în care se constată o întrerupere a circuitului difuzorului, înainte de a-l demonta trebuie verificat cu atenție dacă întreruperea nu este în afara bobinei mobile (firele leonice, joncțiunea firelor leonice cu capetele bobinei etc.).

d) *Membrana a suferit deteriorări.* Acest defect este provocat, fie din cauza unei manipulări neglijente a difuzorului (de exemplu, la montare șurubelnița a intrat în membrană), fie din cauză că în el s-a introdus o putere electrică prea mare, care a condus la deformarea membranei.

Defecțiunea se înlătură prin lipirea cu lac, și eventual cu o foiță, în cazul în care porțiunile deteriorate sînt reduse, fie prin înlocuirea totală a membranei. Înlocuirea se face demontînd sistemul mobil, și introducînd altul nou sau confecționînd o nouă membrană.

Lipirea membranei cu undulațiile periferice se poate

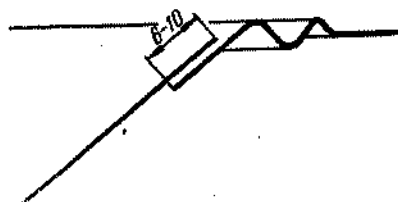


Fig. VI.3. Lipirea membranei de undulațiile periferice.

face pe o lungime de 6—10 mm (fig. VI.3). Calitatea acestei membrane va fi, bineînțeles, inferioară calității membranei originale, depinzînd mult de cartoul din care este confecționată.

Montarea sistemului mobil trebuie să se facă cu grijă, asigurînd centrarea bobinei mobile în întrefier cu ajutorul unor bucăți de carton sau celuloid. Trebuie avut în vedere, de asemenea, că de poziția bobinei mobile în întrefier depind foarte mult randamentul și distorsiunile difuzorului. Deci, poziționarea acesteia față de membrană trebuie să se facă cu deosebită atenție, astfel încît, în final, mijlocul bobinei mobile să coincidă cu mijlocul flanșei superioare.

CAPITOLUL VII

TIPURI DE DIFUZOARE ȘI SISTEME ACUSTICE REALIZATE PE PLAN MONDIAL

1. DIFUZOARE STANDARD

Membrana difuzorului este analogă unei antene de emisie și prezintă o impedanță mecanică complexă. Partea rezistivă a acesteia corespunde energiei radiate și pierderilor datorite frecărilor. Partea reactivă corespunde energiei înmagazinate în sistemul oscilant. Partea rezistivă este necesar să fie cât mai mare, însă aceasta nu este posibil, întrucât impedanța aerului este mică și deci nu se poate face o adaptare corectă între radiator și mediul înconjurător în care vibrează.

Banda necesară a fi transmisă de radiator este foarte mare (de ex. de la 30 la 15 000 Hz). Raportul frecvențelor extreme este de ordinul a 500. Nici o antenă nu va putea funcționa corect, cu același randament, pe o asemenea bandă largă. De aici rezultă că, un singur difuzor obișnuit, cu o membrană de diametru mare sau mijlociu, nu este suficient pentru a asigura o audiție de calitate pe toată gama audibilă.

Pentru simplificare, în teorie membrana difuzorului se asimilează cu un piston oscilant. Ori, în realitate, chiar dacă conul difuzorului este rigid, forța de acționare fiind aplicată numai într-un singur punct (centrul membranei), trebuie să se țină seama și de transmiterea vibrațiilor în interiorul materiei din care este constituit conul. Se vor forma unde staționare, însoțite de linii nodale, circulare sau radiale. Membrana nu mai funcționează ca un piston oscilant, ci, prin fracțiuni în opoziție de fază, creînd la o oarecare distanță de difuzor un câmp acustic foarte complex. De aici rezultă aspectul foarte neregulat al curbei de răspuns a difuzorului.

În linii mari, se poate afirma că, pentru a putea reproduce notele grave, este nevoie de un difuzor cu un diametru mare (aproximativ 30 cm) și cu o membrană rigidă, avînd o frecvență de rezonanță mică (aproximativ 40 Hz). Aceste condiții pot fi satisfăcute numai cu un sistem mobil destul de greu, și din această cauză difuzorul respectiv va fi impropriu pentru reproducerea frecvențelor înalte, atît din punct de vedere electric (creșterea impedanței și deci scăderea puterii absorbite) cît și mecanic (inerție mare).

Pentru a reproduce frecvențele înalte, este nevoie de un difuzor de dimensiuni reduse, care să aibă un magnet puternic și o bobină mobilă ușoară din aluminiu. Acest difuzor, la rîndul lui, nu poate reproduce frecvențele joase din cauza suprafeței mici de radiație.

Pentru sistemele ieftine se preferă atunci o soluție de compromis, și anume: un difuzor de gabarit mediu care reproduce un spectru nu prea larg de frecvențe (aproximativ 80—8 000 Hz).

Difuzoarele standard sînt difuzoarele produse în serie mare, fără precauții speciale și la un preț redus. Ele echi-pează radioreceptoarele, televizoarele, electrofoanele și magnetofonele obișnuite, sau de dimensiuni reduse. În cele ce urmează, vom considera difuzoarele standard.

Difuzoarele standard pot fi clasificate din mai multe puncte de vedere. Astfel, după formă, difuzoarele pot fi eliptice sau circulare. După dimensiuni, difuzoarele se pot clasifica în: difuzoare-miniatură, normale și extraplate (inversate sau construcție obișnuită). În ceea ce privește redarea unor domenii de frecvențe, difuzoarele se pot clasifica în: difuzoare de bandă largă, difuzoare pentru tonuri înalte și difuzoare pentru tonuri joase.

Toate aceste difuzoare sînt de tipul electrodinamic, cu excepția celor specializate pentru frecvențele înalte, care pot fi și electrostatice.

Difuzoarele miniatură. Acestea sînt folosite pentru echiparea radioreceptoarelor portabile sau de buzunar. Ele sînt de obicei circulare, avînd diametrul cuprins între 46 și 92 mm și puterea între 0,1 și 0,5 W. Frecvența de rezonanță a acestor difuzoare este relativ ridicată (200—400 Hz). De asemenea, frecvența limită superioară este relativ scăzută (4 000—8 000 Hz) pentru a păstra echilibrul tonalității.

Toate difuzoarele miniatură sînt echipate cu magnet central, pentru a avea un flux de scăpări cît mai mic, deoarece

În caz contrar, în condițiile de miniaturizare impuse de tehnica actuală, acest flux de scăpări ar perturba celelalte circuite magnetice (antena de ferită, bobina oscilatorului, mediile frecvențe etc.)

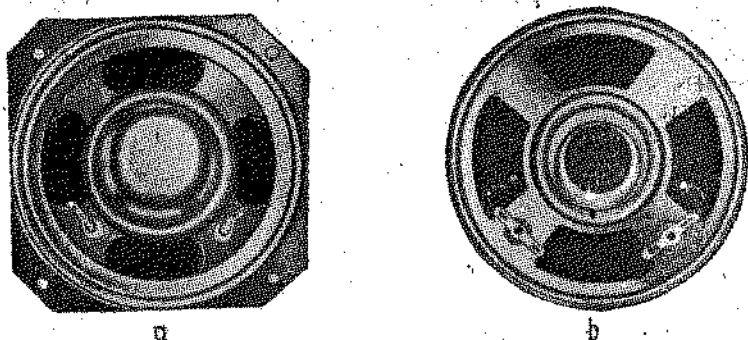


Fig. VII.1. Difuzoare miniatură:
a — tip ME-3 501; b — tip ME-3 001.

În fig. VII.1 se prezintă două difuzoare care diferă prin modul de prindere în casetă.

Difuzoare eliptice. În această categorie intră o serie de difuzoare avînd dimensiunile cuprinse între 64×100 și 180×250 mm și puterile, între 0,5 și 8 W. Banda de frecvențe este cuprinsă între 50 și 200 Hz (limita inferioară) și 5 000—9 000 Hz (limita superioară). Remarcăm, că difuzorul cu frecvența de rezonanță de 200 Hz este construit pentru a reda frecvențele înalte numai pînă la 5 000 Hz spre a păstra echilibrul tonalităților.

În unele construcții de difuzoare eliptice (în special pentru utilizarea la televizoarele care au sistemul acustic în față) există tendința de a mări mult raportul între axa mare și axa mică a difuzorului. În fig. VII.2 se prezintă aspectul unui asemenea difuzor, cu dimensiunile 90×350 mm.

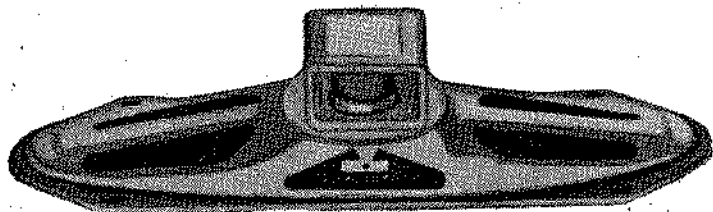


Fig. VII.2. Difuzor eliptic foarte alungit, tip 14P3-53.

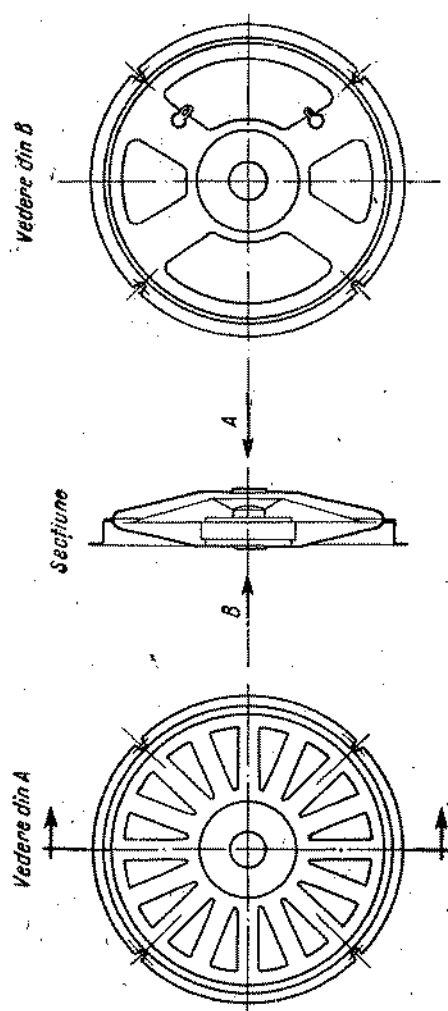


Fig. VII.3. Difuzor extraplat.

Caracteristicile citorva

Firma construc- toare și țara	Vega — Franța			
Tipul difu- zorului	50 Tr P	127 DGIF	104 Inv	T4PB7
Performanța				
Dimensiunile exterioare, mm	30,8	127	104	43
Înălțimea, mm	19,5	30	28	25
Greutatea, kg	0,041		0,160	0,05
Puterea, W	0,15		1	0,2
Impedanța, Ω	3,5		3,5	4,5
Frecvența de rezonanță, Hz	350		160	350
Banda de frec- vență, Hz	—		—	275—5000
Inducția în întrefier, Gs	6 500		6 500	7 000
Energia mag- netică, ergi	—		—	100 000
Observații	Miniatură cu magnet ticonal	Invers, plat cu magnet din ferită	Invers, cu conexiuni pe o plăchetă în inte- riorul corului, cu mag- net ticonal	Miniatură cu magnet ticonal

Tabela VII.1

tipuri de difuzoare

Audax — Franța				Isophon — R.F.G.			
T12PV8	T725PB9	T21PA12	5X	P 5.7 A ₁	P 58	P 1726	FL 1018
107	70×254	212	200×52	57	49×75	170×260	105×180
35	66	90	45	8,7	14	61	32
0,220	0,400	0,880	0,130	0,020	0,05	0,360	0,140
2	2	5	—	0,4	0,4	4	3
2,5	2,5	4—5	—	10	10	4,5	4
130	135	60	—	—	—	—	—
110—9000	130—6000	50—13000	5000—20000	420—7000	480—20000	80—10000	140—8000
8 000	9 000	11 000	—	—	7 000 9 000	7 000 8 000 9 000	8 500
500 000	800 000	2 000 000	—	—	—	—	—
Invers, plat, fără scă- pări magnetice	Elipctic alungit, cu magnet ticonal	Inaltă fidelitate dublu, con cu rile plastificate; impedanta de 600 Ω; cu magnet ticonal	Electrostatic; tensiune continua 250 V; tensiune alternativă 140 V; C = 25 000 F. Directivi- tate în plan orizontal la 7000 Hz—135° (6 dB)				

Tabela VII.1 (continuare)

Firma construc- toare și țara	National — Japonia			Slarre — Italia	
Tipul difu- zorului	ME 1701	10P7-53	14P3-53	18 26 125	70A
Performanța					
Dimensiunile exterioare, mm	46	250 170	360 88	180 260	71
Înălțimea, mm	16,5	107	76,5	88	32
Greutatea, kg	0,035	0,76	0,68	0,720	0,100
Puterea, W	0,1	8	3	4,5	0,25
Impedanța, Ω	8	3,5	3	7	12
Frecvența de rezonanță, Hz	—	—	—	70	350
Banda de frec- vență, Hz	400-4000	50-9000	90-8000	—	—
Inducția în intrefier, Gs	6 000	10 000	9 500	11 000	8 000
Energia mag- netică, ergi	—	—	—	—	—
Observații	Cu magnet ticonal	Cu magnet ticonal	Oval alungit cu mag- net ticonal	Cu magnet din ferită	Cu magnet ticonal

Difuzoare circulare. Acestea cuprind o varietate mai mare de tipuri de difuzoare, începînd de la un diametru de 100 mm și pînă la 250 mm. Puterile pot fi de la 1,5 pînă la 12 W. Frecvența de rezonanță poate fi de la 35 Hz (la difuzorul cu diametrul cel mai mare) pînă la 100 Hz (la difuzorul cu cel mai mic diametru). Frecvența limită superioară variază între 8 000 și 10 000 Hz.

Se pot realiza și construcții speciale, ca, de exemplu, difuzoare extraplate pentru echiparea electrofoanelor (fig. VII.3), al căror motor se află în interiorul membranei.

În tabela VII.1 se prezintă caracteristicile celor mai noi tipuri de difuzoare de diverse fabricații.

2. SISTEME DE REPRODUCERE DE BUNĂ CALITATE A SUNETULUI

S-a arătat anterior, că un domeniu de frecvențe mai larg nu poate fi reproduse cu un singur difuzor. De aceea, la reproducerea de calitate (cazul modulației de frecvențe sau reproducerea directă a unei înregistrări) este necesar să folosim combinații de difuzoare sau difuzoare de construcție specială. S-au realizat astfel sistemele cu două canale, care pot fi compuse din *difuzoare coaxiale*, într-un ansamblu compact și pus la punct de constructor, sau din *difuzoare separate*, provenind adesea de la fabricanți diverși. Alegerea unuia sau a celuilalt dintre cele două sisteme prezintă avantaje și dezavantaje, și de aceea, pînă la urmă totul se reduce la o chestiune de gust sau de obișnuință.

Un difuzor perfect trebuie să reproducă fidel timbrul sunetelor. Deoarece un astfel de difuzor ideal nu există încă, este bine, ca într-un sistem de două sau mai multe difuzoare culoarea sunetului acestora să fie aceeași pentru a se păstra iluzia de realitate. Aceasta vine în sprijinul susținătorilor difuzoarelor coaxiale, cu toate că se poate elabora foarte bine un sistem de difuzoare separate, construite de același fabricant și deci care pot avea același timbru.

Difuzorul coaxial produce impresia că sunetele joase și cele înalte sosesc din același punct și nu vor da loc la fenomenul de disociație sonoră. Dacă, în cazul reproducerii vorbei sau a muzicii soliste, acesta este un avantaj, în cazul reproducerii unei bucăți muzicale de mare amploare sînt preferate difuzoarele separate pentru reproducerea frecvențelor joase și înalte. Audiția cea mai bună se obține utilizînd un difuzor coaxial pentru vorbă sau solist și un sistem de

difuzoare separate pentru orchestră, ceea ce ar fi însă prea costisitor.

Folosind anumite artificii de construcție, cu difuzoarele electrodinamice moderne se tinde să se obțină aceleași rezultate ca și la difuzoarele coaxiale, însă în acest caz avînd un singur motor. Astfel, întărind conul în partea lui centrală (de exemplu printr-un lac de bachelită) se urmărește fracționarea membranei la frecvențele înalte, și prin această izolare mecanică micșorarea greutății ansamblului mobil. Funcționarea la frecvențe joase rămîne normală, pe cînd frecvențele înalte sînt mai bine reproduse.

Pentru îmbunătățirea reproducerii difuzorului, se tinde către o separare mai completă a funcțiunilor (la frecvențe joase și înalte) și se realizează difuzoare quasicoaxiale. Acestea se pot împărți în trei clase mari:

- difuzoare cu o bobină mobilă și două membrane;
- difuzoare cu două bobine mobile și o membrană;
- difuzoare cu două bobine mobile și două membrane.

Difuzoarele coaxiale propriu-zise se pot compune, fie din două difuzoare, ambele cu radiație directă, fie din două difuzoare, dintre care cel pentru frecvențe joase este cu radiație directă, iar cel pentru frecvențe înalte este cu cameră de compresie și pîlnie. Ca difuzor pentru frecvențele înalte mai poate fi folosit un transductor electrostatic sau piezoelectric.

Un sistem coaxial cu un preț de cost nu prea mare se compune dintr-un difuzor de 30—40 cm pentru reproducerea frecvențelor joase, și un difuzor de 10—12 cm, fixat cu o armătură cruciformă, sau în alt mod, în interiorul celui mare (fig. VII.4). Filtrul de separare electrică este compus dintr-un simplu condensator în serie cu difuzorul de frecvențe înalte.

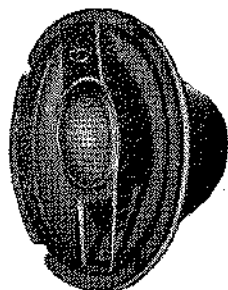


Fig. VII.4. Sistem coaxial.

Astfel, la acest sistem difuzorul pentru frecvențele înalte este direct supus la radieră difuzorului de frecvențe joase și va distorsiona mai ales în jurul frecvenței lui de rezonanță. Pentru a se înlătura acest fenomen neplăcut, se închide complet șasiul difuzorului mic în partea din spate. De asemenea, se produc fenomene de interferență la frecvențele pentru care distanța între vîrfurile conului de mare diametru și șasiul difuzorului pentru frecvențele

înaltă este de ordinul a unui sfert de lungime de undă. Pentru a evita aceasta, trebuie ca separația să se producă la frecvențe mai mici decât cele de interferență, deci la aproximativ 1 000 Hz. De la această frecvență deci, difuzorul mic va trebui să înceapă să reproducă, însă pentru aceasta ar avea nevoie de un ecran de aproximativ 18 cm diametru, ceea ce ar prezenta un obstacol în calea emisiei difuzorului mare. Dacă se crește frecvența de separare, se poate renunța la panou, dar interferențele semnalate vor avea un efect neplăcut asupra curbei de răspuns a sistemului, mai ales că difuzorul mare nu va putea funcționa ca un piston oscilant pînă la aceste frecvențe.

O realizare interesantă se poate vedea în fig. VII.5, unde cu ajutorul filtrului acustic montat în fața difuzorului de frecvențe joase (panoul găurit) — se elimină efectul de interferență. De asemenea, prin găurile din filtru, frecvențele joase

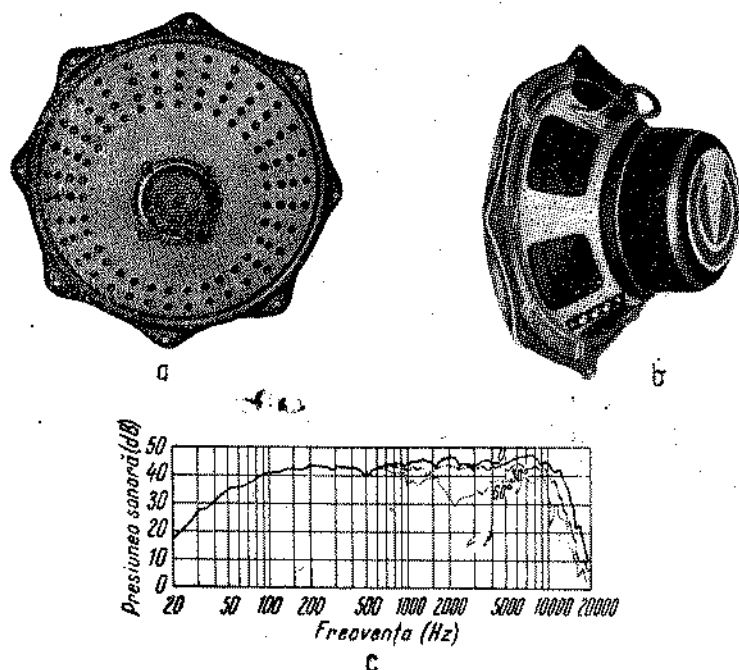


Fig. VII.5. Sistem acustic cu filtru pentru frecvențele joase.
a — vedere din față; b — vedere din spate; c — caracteristica de frecvență.

pot trece nestingherite. Caracteristicile de frecvență și de directivitate realizate sînt foarte bune.

În concluzie, este posibil să se realizeze difuzoare coaxiale de foarte bună calitate, dar construcția lor este delicată și prețul de cost destul de ridicat. Actualmente este posibil a egala orice sistem coaxial, utilizînd elemente separate și adesea mai puțin scumpe. Se realizează astfel, în afara lărgirii curbei de răspuns, și o repartiție uniformă în spațiu, deci sisteme nedirective.

Sistemele acustice care se pot realiza cu elemente separate sînt foarte variate, deoarece fiecare constructor realizează în alt mod instalația de înaltă fidelitate.

BIBLIOGRAFIE

- Apostol V., Difuzorul electrostatic. În: Telecomunicații nr. 4, 1958, p. 162—168.
- Bădărău, E. și Grumăzescu M., Bazele acusticii moderne Editura Academiei R.P.R., București, 1961.
- Bolotnikov, I. M., Gromkogovoriteli dlia zvukovogo kino, Goskinoizdat, Moscova, 1952.
- Briggs, G. A., Reproduction sonore à haute fidélité édition a 2-a, Paris, Société des Éditions Radio, 1958.
- Constantinescu, Șt. și Apostol, P., Teoria, construcția și tehnologia aparatelor de radio și televiziune, București, Editura de stat didactică și pedagogică, 1961.
- Dolnic, A. G., Gromkogovoriteli, Ediția a 2-a, Moscova—Leningrad, Gosenergoizdat, 1958.
- Iofe, V. K., Elektroakustika, Sviazizdat, Moscova, 1954.
- Marinescu, M. și Apostol, P., Difuzoare electrodinamice, Editura Academiei R.P.R., București, 1957.
- Necșulea, A., Electroacustica, Editura tehnică, 1963.
- Olson H. F., Elements of Acoustical Engineering. Van Nostrand, Londra, 1957.
- Riethmüller, J., Pratique de la haute-fidélité, Paris, 1961.

TABLA DE MATERIE

Cap. I. Introducere	3
1. Lanțul electroacustic	3
2. Unde sonore	5
3. Perceperea sunetului	7
4. Caracteristicile vocii, muzicii și zgomotului	10
Cap. II. Considerații generale asupra difuzoarelor	13
1. Utilizarea difuzoarelor	13
2. Clasificarea difuzoarelor	14
3. Tipuri de difuzoare	15
Cap. III. Difuzorul electrodinamic cu radiație directă	26
1. Parametrii difuzorului	26
2. Părțile componente	30
Cap. IV. Procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului difuzor cu radiație directă	39
1. Procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului șasiu	39
a. Șasiul	39
b. Ansamblul șasiu	42
2. Procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului magnet	42
a. Magnetul	42
b. Piesețe polare	43
c. Piesețe de protejare a întrefierului	48
d. Ansamblul magnet	48
3. Procesul tehnologic de fabricație a pieselor componente și a ansamblului mobil	52
a. Membrana	52
b. Centrajul	68
c. Baza mobilă	72
d. Ansamblul mobil	75
4. Procesul tehnologic de fabricație a ansamblului difuzor	78
Cap. V. Legătura dintre dimensiunile ecranului acustic și caracteristicile difuzorului	87
Cap. VI. Verificarea și repararea difuzoarelor în atelierul de depanare și de către radioamatori	94
Cap. VII. Tipuri de difuzoare și sisteme acustice realizate pe plan mondial	100
1. Difuzoare standard	100
2. Sisteme de reproducere de bună calitate a sunetului	107
Bibliografie	111