

ASPECTE TEHNOLOGICE DE CONFEȚIONAREA CONSTRUCȚIEI BOXELOR ACUSTICE CU CARACTERISTICI PERFORMANTE

Sergiu TINCOVAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Construcția boxei acustice influențează considerabil asupra caracteristicilor, unde un rol important joacă modalitatea de implementare, forma și tehnologia de confecționare a cutiei boxei. Alt factor important este structura tractului electric al complexului de amplificare, caracteristicile căruia influențează asupra criteriilor psiho-acustici de percepere a sunetului.

1. Introducere

Majoritatea boxelor acustice de uz profesionist și casnic satisfac cerințelor Hi-Fi după caracteristicile electro-acustice, însă o parte din aceste caracteristici se obțin pe contul unor cheltuieli suplimentare. Ca exemplu poate servi extinderea intervalului de frecvențe joase de la 31,5Hz până la 20Hz este necesar de mărit volumul cutiei boxei de la 80-85 litri până la 150-200 litri, de utilizat tipuri speciale a cutiei (cutie cu fazoinvertor-tunel, cu fazoinvertor-labirint și etc.), de aplicat forme speciale a cutiei (sferă, trunchi de piramidă, rupor și etc.) sau forme tradiționale cu proporții optimizate, de exemplu forma de paralelipiped ce raportul laturilor 1:0,55:0,41. În afară de factorii susnumiți în este necesar de atras atenție modurilor și tehnologiilor de confecționare a cutiei boxelor, inclusiv și factorul economic. Pentru o apreciere mai complexă a sistemelor acustice este necesar de ținut cont de structura și caracteristicile tractului electric al complexului de amplificare.

2. Declarația sarcinii

În lucrarea dată sunt analizate soluțiile cunoscute de realizare a boxelor, aprecierea caracteristicilor lor, de analizat modurile și căile diminuării neajunsurilor lor. În calitate parametrilor de intrare au fost acceptate:

1) Uniformitatea presiunii sonore funcție de frecvență în dependență de forma, mărime și proporții cutiei boxei

2) Randamentul boxei acustice în dependență de structura electrică tractului de amplificare

3) Influența procedeele tehnologice de confecționare a boxelor și materialelor utilizate

În calitate parametrului de ieșire vor servi forma, mărimea și proporțiile cutiei boxei, modalitatea de confecționare, cerințele față de amplificator.

3. Formularea sarcinii

Pentru elaborarea concepției și construcției boxei acustice este necesar de soluționat următoarele sarcini:

1) De ales numărul de benzi și intervalele de frecvență pentru fiecare bandă;

2) De ales forma, mărimea, și proporțiile cutiei boxei pentru fiecare bandă de frecvențe;

3) De ales materiale pentru confecționare și metoda de confecționare a cutiilor;

4) De stabilit structura și cerințele pentru tractul electric al amplificatorului.

În proces de soluționare a sarcinilor este necesar de utilizat în calitate a parametrilor de referință caracteristicile tehnice a boxelor acustice de tipul „Electronica 25AC-027” și caracteristicile electrice ale amplificatoarelor „Амфитон 50УП-003С” și „Амфитон 50УМ-003С”.

4. Descrierea și efectuarea elaborării

Difuzorul electrodinamic constituie elementul principal a boxei acustice și în dependență de sarcina soluționată el poate fi prevăzut pentru bandă largă de audiofrecvențe (valorile tipice 63...18000Hz) sau pentru 2 sau 3 intervale a frecvențelor audio, valorile tipice a intervalelor de frecvențe constituie 20...500Hz, 500...5000Hz și 5000...20000Hz pentru varianta de 3 intervale frecvențe. Pentru aparataj profesionist și uz casnic de clasa „0” (clasa superioară) boxele se execută exclusiv cu 3 benzi, pentru cazuri speciale intervalul 20...500Hz se divizează în 2 benzi aparte: 20...150Hz și 150...500Hz. Oformarea difuzorului în incintă

specială (boxă) are scopul de a exclude efectul scurt circuitului acustic. Fenomenul de scurt circuit acustic se manifestă prin scăderea presiunii sonore până la zero pentru frecvențele mai mici de 200...300Hz și pentru neutralizarea lui sunt cunoscute următoarele soluții de bază:

- 1) Ecran acustic;
- 2) Boxă cu cutie închisă (fig. 1a);
- 3) Boxă cu cutie de tip fazoinvertor (tunel și labirint, fig. 1b și 1c);
- 4) Boxă cu reflector pasiv (fig. 1d)

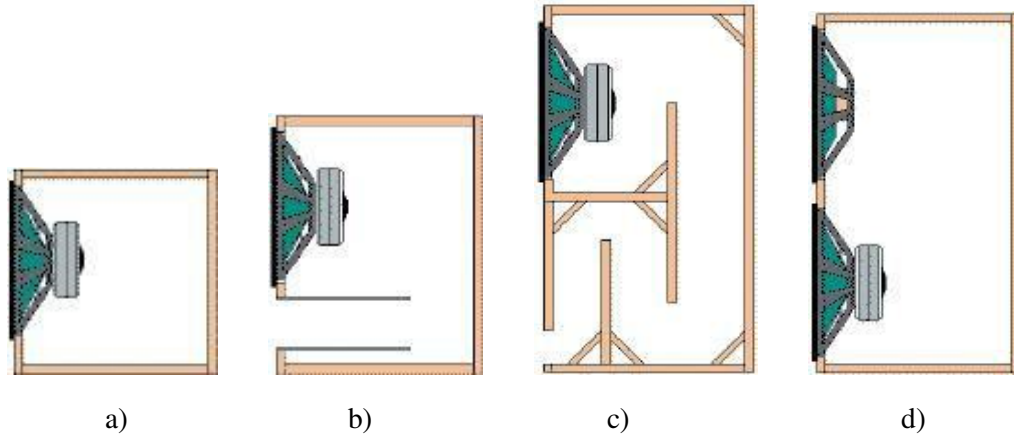


Figura 1 Tipurile cutiilor pentru boxă.

Ultima soluție se bazează pe reținere în timp, care asigură o deplasare a fazei presiunii sonore cu 180 grade, unde se sumează cu presiunea frontală și asigură o valoare dublă a presiunii sonore pentru frecvența de rezonanță a fazoinvertorului, care coincide cu frecvența de jos a intervalului de frecvență audio. Pentru extinderea frecvenței de jos a intervalului audio cutia-fazoinvertor este cea mai solicitată în practică și are mai multe variante de implementare (fig. 2a și 2b), în cazuri speciale se recurge la utilizarea a două tuneluri sau labirinturi, ce sunt acordate pe două frecvențe apropiate (fig. 2c și 2d).

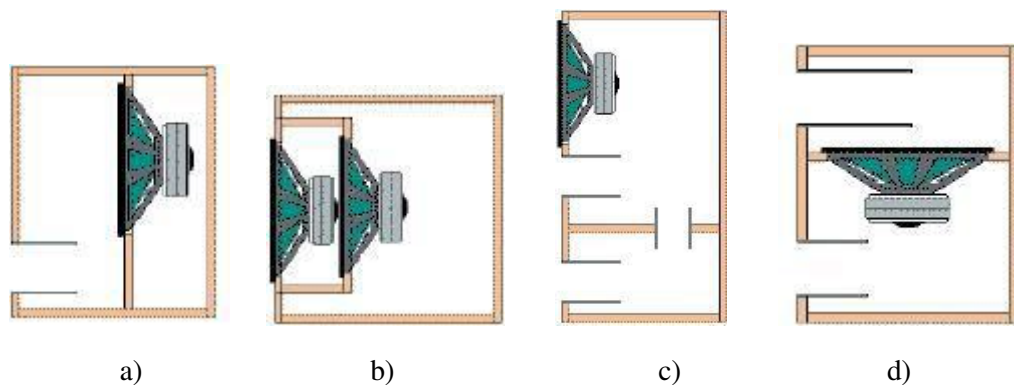
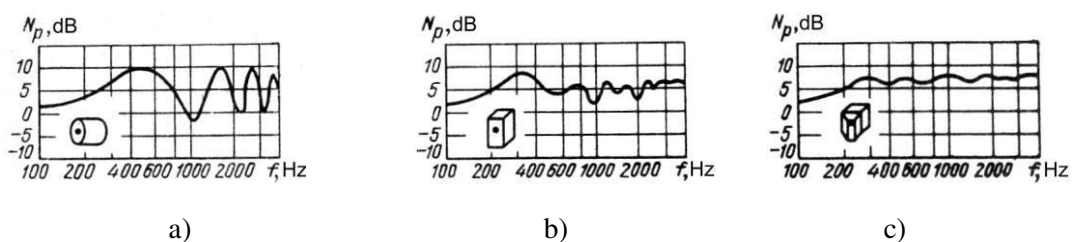


Figura 2 Modalitățile de realizare a cutiei-fazoinvertor.

Forma cutiei boxei determină uniformitatea caracteristicii presiune-frecvență (fig. 3) pentru boxe cu cutie încisă și cutie-fazoinvertor, unde este evident acel fapt, că cea mai uniformă caracteristică o asigură forma sferei (fig. 3f) și cea mai nefavorabilă este forma cilindrului cu amplasarea difuzorului pe suprafața plată (fig. 3a), restul variantelor ocupă poziții intermediare.



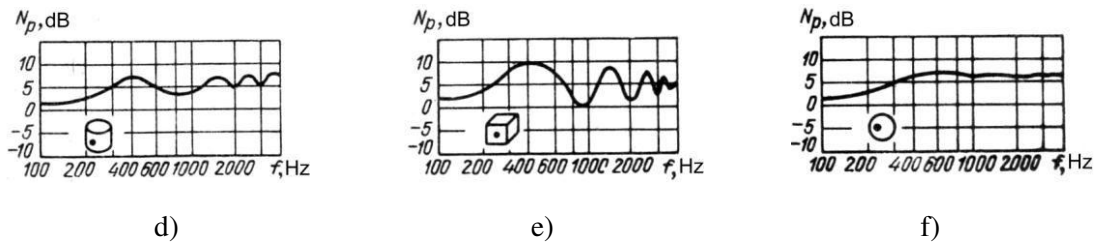


Figura 3 Caracteristicile amplitudine-frecvență a diferitor forme a cutiei.

Comparând forma caracteristicii amplitudine-frecvență pentru frecvențe joase pentru cutiile boxelor, putem să alegem cutie-fazoinvertor cu tunel sau labirint, ea asigură cel mai mare câștig în frecvență (fig. 4)

Alt aspect pentru construcția boxei cu 3 benzi este modul de amplasare a difuzoarelor în cutie, cea mai simplă realizare este o singură cutie pentru difuzoare (fig. 5), variantă mai complicată este amplasarea fiecărui difuzor în cutie individuală (fig. 6). Ultima variantă asigură caracteristici mai performante: caracteristica presiune-frecvență este mai uniformă și mărimea zonei de interferență a sunetului este mai restrânsă, însă se consumă mai mult material pentru cutie și cere operație de ajustare specială, unde centrele bobinelor sonore a difuzoarelor să fie amplasate pe o axă

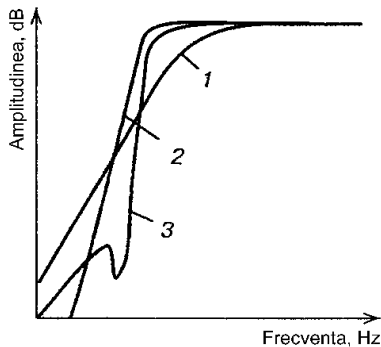


Figura 4 Forma CAF în zona

frecvențelor joase a boxei

- 1- Cutie închisă,
- 2- cutie-fazoinvertor,
- 3- cutie cu reflector pasiv

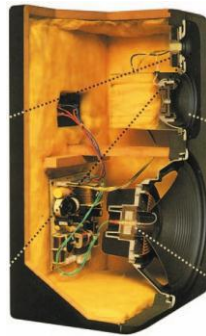


Figura 5

Boxă cu cutie comună



Figura 6

Boxă cu cutii separate

Structura tractului electric al complexului de amplificare are o influență considerabilă asupra caracteristicilor electroacustice a boxelor, în primul rând randamentul, coeficientul de distorsiuni neliniare și distorsiuni de fază. Structura poate fi realizată în două variante:

- 1) Amplificator cu bandă largă și boxă cu filtre pasive (fig. 7)
- 2) Cu filtre active la intrare și amplificatoare separate la ieșire (fig. 8)

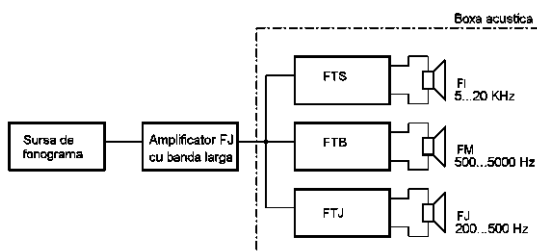


Figura 7 Amplificator cu bandă largă și boxă cu filtre pasive

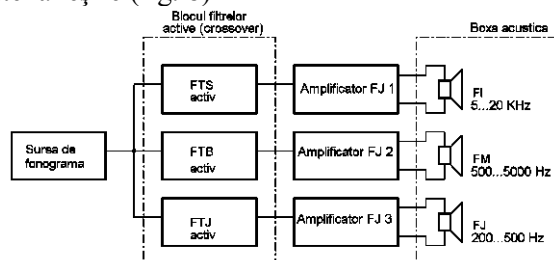


Figura 8 Sistem cu filtre active și amplificatoare separate

Prima variantă este utilizată în aparatul de uz casnic datorită costului scăzut și gabaritelor mai mici, simplitatea realizării se afectează cu pierderea circa 40...45% din puterea amplificatorului în filtrele pasive, a doua variantă este utilizată în aplicații profesionale și asigură caracteristici maximale posibile, costul ei este mai înalt datorită realizării tehnice mai complicate (se utilizează 6 amplificatoare de putere în loc de 2 pentru variantă stereo).

5. Efectuarea testărilor

Implementarea formei sferice a cutiei a fost realizată în 3 modalități:

- 1) Formarea sferei prin solidificarea țesăturii îmbibate cu smoală specială (cu reacție de policondensare) pe formă sferică
- 2) Alcătuirea sferei dintr-un set inele cu încheiere ulterioară (fig. 9)
- 3) Aproximarea suprafeței se sferă cu poligoane (hexagon și pentagon, fig. 10)



Figura 9

Boxă sferică cu cutie din inele

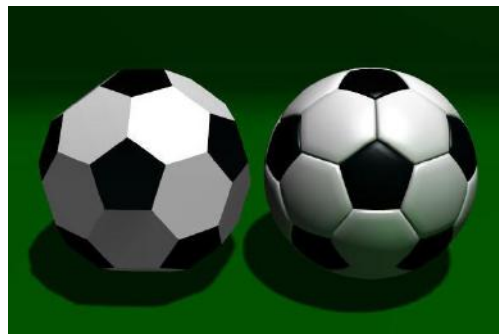


Figura 10

Suprafață sferică aproximată cu poligoane

Varianta cu solidificarea țesăturii îmbibate cu smoală specială a fost respinsă din motivele volumului de muncă manuală considerabil și nu asigură identitatea caracteristicilor a 2 și mai multe articole, tehnologia de confecționare este aptă numai pentru confecționare unitară (un singur exemplar).

Boxa alcătuită dintr-un set de inele a permite tirajarea în serie mică, unde divergența caracteristicilor nu depășește 10...12%. Dezavantajul acestei variante este volum considerabil de muncă, necesită echipament specializat pentru confecționare inelelor din placaj sau plăci-laminat, utilizarea incompletă a materialului (circa 40% din material se transformă în deșeuri), numărul suprafețelor încheiate este considerabil, după încheiere este necesar de efectuat un volum considerabil a operațiilor de finisare.

Varianta de aproximarea suprafeței sferei cu poligoane a permis de redus considerabil volumul de lucru, divergența aproximării suprafeței a constituit circa 6,5%. Toată suprafața cutiei sferice a fost alcătuită din 19 piese de tip hexagon și 11 piese de tip pentagon cu latura 115 mm și grosimea 22mm, volumul acestei cutii a constituit 86,7 litri, diametrul sferei approximate – 560 mm. Cutiile pentru banda de frecvențe medii și înalte au fost alcătuite din poligoane cu latura 47mm și 24mm corespunzător. Metoda este destul de eficientă din punct de vedere a utilizării materialelor, deșeurile au constituit circa 12%, materialul inițial pentru boxă la rândul său poate fi deșeu de la întreprinderile de mobilă sau de prelucrarea lemnului

6. Rezultatele testării

La măsurările instrumentale a caracteristicii amplitudine frecvență varianta boxei din inele și aproximare cu poligoane au arătat un câștig în frecvența de jos, după nivelul -6dB este egală cu 27Hz față de 31,5 Hz, neuniformitatea caracteristicii amplitudine frecvență s-a micșorat cu 1,5 dB. La aprecierea subiectivă a fonogramelor preferința i s-a oferit boxelor aproximare cu poligon, în banda frecvențelor joase nu au fost fixate rezonanțe parazitare.

7. Concluzii

- 1) Pentru excluderea interferenței acustice între difuzoare este rațional de ampsat fiecare difuzor în boxă individuală;

2) Pentru mărirea presiunii sonore pentru frecvențele medii este necesar ca centrele bibinelor difuzoarelor să se afle într-un plan;

3) Forma sferică a boxei permite de obținut cea mai uniformă caracteristică presiune-frecvență;

4) Suprafața boxei sferice poate fi aproximată cu elemente de tip hexagon și pentagon, ce permite de simplificat confecționarea cutiei pentru condițiile producerii în serie mică și medie cu afectare minimală în uniformitatea caracteristicii presiune-frecvență

5) Boxele pentru frecvențe medii și înalte este suficient de realizat în variantă de cutie închisă;

6) Realizarea tractului de amplificare cu filtre active la intrare permite de ridicat randamentul întregului complex de amplificare de 1,5...2 ori.

Realizarea boxei sferice în variantă de fazoinvertor va fi un domeniu cercetări suplimentare pentru boxă sferică în variantă de fazoinvertor pentru intervalul de frecvențe 20...500 Hz.

Bibliografie

1. Электроакустика и звуковое вещание: Учебное пособие для вузов / И. А. Алдошина, Э. И. Вологдин, А. П. Ефимов и др.; Под ред. Ю. А. Ковалгина. - М : Горячая линия-Телеком, Радио и связь, 2007. -872 с.

2. Алдошина И. А. Электродинамические громкоговорители.— М.: Радио и связь, 1989.—272 с.

3. Акустика: Справочник /А. П. Ефимов, А. В. Никонов, М. А. Сапожков, В. И. Шоров; Под ред. М. А. Сапожкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 336 с.

4. Алдошина И. Л., Войшвилло А. Г. Высококачественные акустические системы и излучатели. - М. Радио и связь, 1985 — 168 с.