

534

534.86

394

КИРИШ

Мазкур маърузалар матни «Электроакустика ва радио-эшиттириш» фанидан «Радио и связь» нашриётида охириги йилларда босилиб чиққан адабиётларни таҳлил қилиш ва айрим муаммоли масалаларни урганиш, ечимини топиш йўлларини 5522100,5522200 таълим йўналишидаги талабаларга батафсил етказиш мақсадида ёзилган.

2032705

O'QUV ZALI

TATU KUTUBXONASI
363063 SONLI

1- мавзу. Товуш эшиттириш тизими

1.1.Баъзи таърифлар

Товуш эшиттириш деб, турли хилдаги товуш маълумотларни худудий кенг тарқалган тингловчиларга махсус техник воситалар орқали узлуксиз узатиш жараёнига айтилади. Товуш эшиттириш тарғибот ва ташвиқот воситаси сифатида катта оммавий ва сиёсий ахамиятга эга бўлиб, тингловчиларнинг маданий ва маънавий са – виясини оширишга хизмат этади.

Бадий эшиттиришнинг асосий вазифаси товуш эшиттириш дастурларини тингловчиларга ўз вақтида юқори сифатда етқа – зишдир.

Эшиттириш – алоҳида мавзу жиҳатдан якунланган ахборот.

Дастур – мўлжалланган каналларга тақсимланадиган эшиттиришлар мажмуи.

Республика радиоси хар куни 4 дастур буйича эшиттиришлар олиб боради. Эшиттиришлар нутқ, мусиқали ва аралаш турда бўлиши мумкин.

Аралаш турдаги эшиттиришларга шундай, бадий – драматик ва бадий монтажлар кирадики, бундай эшиттиришларда матн (нутқ) мусиқа оханглари ёки алоҳида мусиқа парчалари билан бирга узати – лади.

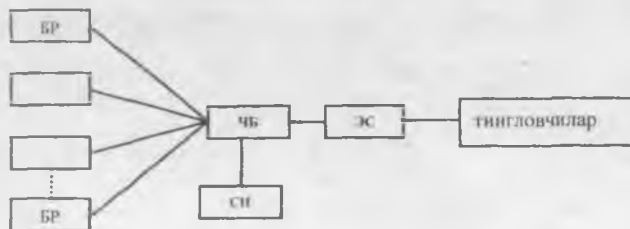
Эшиттиришлар мазмуни эшиттиришларни шакллантирадиган ва қайта ишлайдиган студияларга булган талабларни белгилайди. Шу билан баробар тингловчиларни студия билан боғловчи алоқа канал – ларига булган талабларни ҳам белгилайди.

Ҳозирги кунда Республикада 72 радиоэшиттириш узатгичлари, 10 телемарказ ва 10та радио уйлари мавжуд. Республика аҳолиси – нинг 98% – дан ортиги радио ва телевидение эшиттиришлари билан қамраб олинган. Республика радиосининг бир кунлик эшиттиришлари ҳажми 87 соатни, телевидение эшиттиришлари эса 56 соатни ташкил этади. Товуш эшиттириш техникасининг ҳозирги кундаги асосий вазифаларидан бири, эшиттириш сифатини ошириш. Бу муаммоли масала ечимининг реал йули – техника воситалари сифатини яхши – лиш, сигналларни қайта ишланш ва узатишда рақамли усулларни қуллашдир.

Шуни таъкидлаб утиш жоизки, дастурларни шакллантирувчи рақамли қурилмалар ва рақамли алоқа каналлари яратилган ва амалда қулланилмоқда.

1.2. Товуш эшиттиришни шакллантириш

Товуш эшиттиришни шакллантириш тизими структураси 1.1 – расмда келтирилган.



1.1 – расм. Товуш эшиттириш тизимининг структураси

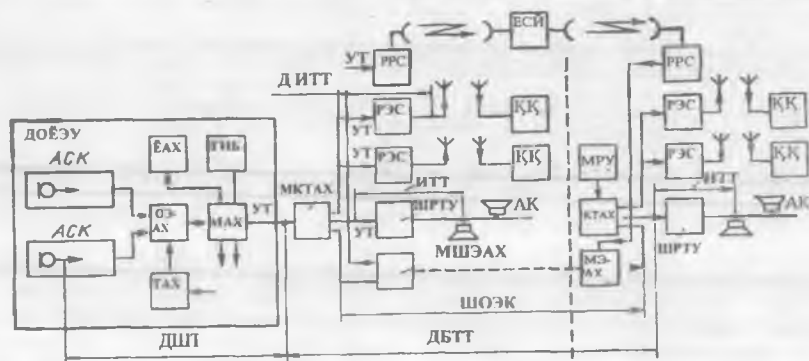
БР – бош редакция;
ЧБ – чиқариш бўлими;
СН – сифат назорати;
ЭС – эшиттириш студиялари.

Товуш эшиттириш дастурларини тайёрлаш, шакллантириш ва чиқариш масалалари билан Давлат телевидение ва радиозэшитириш қўмитаси (Ўз телерадиокомпания) ва унинг жойлардаги ташкилотлари шуғулланади. Давлат телерадио қўмитаси дастурларни шакллантириш марказларига, овоз ёзиш ва эшиттириш ўйларига эга бўлиб, у ерда овоз эшиттириш дастурлари тайёрланади, шакллантирилади ва тингловчиларга узатилади.

Дастурлар матни бош муҳарририят таркибидаги узатиш турларига мослаштирилган редакцияларда тайёрланади. Улар ахборот, тарғибот, адабий – драматик эшиттиришлар, ёшлар учун мусиқали эшиттириш, болалар ва ўсмирлар учун эшиттириш, спорт эшиттиришлари ва бошқаларга бўлинади. Бош муҳарририят (БР) куздалик, хафталик, ойлик дастурларни ташкил этади, режалаштиради ва уларни узатишни амалга оширади.

Узатиш бўлими (УБ) овоз ёзиш ва қайта эшиттириш ўйида дастурларни чиқариш ва узатишни ташкил этади. Эшиттириш дастурларининг техник сифатини кузатиш эса чиқариш бўлими таркибидаги сифат назорати бўлимига (СН) топширилган. Дастурлар магнит тасмасига ёзилган ҳолда ёки бевосита тўғридан – тўғри узатилиши мумкин. Тўғридан – тўғри эфирга узатиладиган дастурлар умумий эшиттиришнинг 5–10% ни ташкил этади. Бундай дастурларга ходиса жойларидан узатиладиган долзарб эшиттиришлар, театр, стадионлардан трансляциялар ва диктор матнлари киради. Дастурларни одиндан магнит тасмасига ёзишнинг қўлланилиши дастур

чиқариш жараёнини автоматлаштиришга ва эшиттириш сифатини оширишга ёрдам беради. Товуш эшиттириш тизимининг структуравий схемаси 1.2 — расмда келтирилган.



1.2 — расм. Товуш эшиттириш тизимининг структуравий схемаси

- ДОЁЭУ — давлат овоз ёзиш — эшиттириш уйи;
 АСК — аппарат студия комплекси;
 ЁАХ — ёзиш аппарат хонаси;
 ОЭАХ — овоз эшиттириш аппарат хонаси;
 ТАХ — трансляция аппарат хонаси;
 ТНБ — техник назорати бўлими;
 МАХ — марказий аппарат хонаси;
 УТ — уловчи тизим;
 ДШП — дастурларни шакллаштириш тракти;
 МКТАХ — марказий коммутация тақсимлаш аппарат хонаси;
 ДБТТ — дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти;
 ДИТТ — дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти;
 РРС — радиореле станцияси;
 РЭС — радио эшиттириш станцияси;
 ШТРТУ — шаҳар радио трансляция узели;
 МШЭАХ — марказий шаҳарлараро эшиттириш аппарат хонаси;
 ШОЭК — шаҳарлараро овоз эшиттириш электр канали;
 ЕСИ — ер сунъий йўлдоши;
 ҚҚ — қабул қилгич;
 АҚ — абонент қурилмаси;
 МРУ — маҳаллий радио уйи;
 КТАХ — коммутация тақсимлаш аппарат хонаси;
 МЭАХ — маҳаллий эшиттириш аппарат хонаси;

Дастурларни шакллантириш ва тингловчиларга етказиш
товуш эшиттиришнинг электр канали таркибидagi — махсус техник воситалар ёрдамида амалга оширилади. Товуш эшиттириш электр канали — микрофон чиқишидан, то узаткич антеннасигача ёки сим орқали эшиттириш тартида абонент розеткасигача бўлган техник воситаларни ўз ичига олади. Товуш эшиттириш электр канали, бир—бири билан кетма—кет уланган учта трактдан иборат, булар: дастурларни шакллантириш тракти (ДШТ), дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти (ДБТТ) ва дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти (ДИТТ). ДБТТ ва ДИТТ — техник воситаларнинг жами узатиш тармоғини ташкил қилади.

Дастурларни шакллантириш тракти ТЭЭК нинг бир қисми бўлиб, студиядаги микрофоннинг чиқишидан бошланиб, овоз ёзиш ва эшиттириш уйи марказий аппарат хонаси (радиотелемарказ) чиқишида тугайди.

Овоз ёзиш ва эшиттириш уйи — овоз эшиттириш тизимининг бош бўғини ҳисобланади ва шунинг учун дастурларни тақсимлаш трактини ташкил этувчи техник воситалар юқори сифат параметрларига эга бўлиши керак. Тошкент шаҳрида жойлашган радио уйи Давлат овоз ёзиш — эшиттириш уйи, деб аталади.

Дастурларни шакллантириш тракти, аппарат—студиялари комплекси (АСК), узатиш аппарат хонаси (УАХ), марказий аппарат хонаси (МАХ), трансляция аппарат хонаси (ТАХ) ва овоз ёзиш аппарат хоналари (ОЁАХ)дан ташкил топган.

Дастурларни шакллантириш трактининг кириш қисми паст сатҳли (–30–70 дБ) ёки юқори сатҳли (–12+12дБ) сигнал манбаларига уланишга мўлжалланган. Паст сатҳли сигналлар микрофон трактларига хос бўлса, юқори сатҳли сигналлар магнитофон, трансляция пунктлари, халқаро, шаҳарлараро овоз эшиттириш каналлари чиқишларида келади.

Эшиттириш дастурлари радио уйининг аппарат—студия комплексида яратилади, бу комплекс бир неча студия ва студия—аппарат хоналаридан иборат. Аммо, аппарат — студия комплексида дастурларни тўлиқ шакллантириш амалга оширилмайди, балки бу дастурларнинг магнит тасмасига ёзиладиган айрим фрагментларигина яратилади. Ҳар бир радио уйида фонотекалар мавжуд бўлиб, улардан дастурга талаб қилинадиган ёзувларни олиш мумкин. Дастурнинг айрим фрагментларини радио уйидан эмас, ташқаридан яъни концерт залларида, театрларда, шаҳар стадионларида жиҳозланган трансляция пунктларидан ва бошқа, шаҳарлар радио уйлари—дан шаҳарлараро овоз эшиттириш каналлари орқали олиш мумкин. Овоз эшиттириш дастурлари фрагментларини қабул қилиш учун ҳар бир радио уйида трансляция аппарат хонаси мавжуд. Эшиттириш аппарат хоналарида тузилган дастурлар марказий аппарат хонасига

узатилади ва тингловчиларга коммутацияланади. Сунгра сигналлар марказий аппарат хонасидан овоз ёзиш аппарат хонаси (ОЕАХ) ва техник назорат бўлими (ТНБ) га узатилади.

Радио уйи ёки телемарказ марказий аппарат хонаси (МАХ) нинг чиқишидан дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти (ДБТТ) бошланади. Уловчи линиялар орқали сигналлар марказий аппарат хонасидан марказий коммутация тақсимлаш аппарат хонаси (МКТАХ) га узатилади. Дастурларнинг техник назорати узлуксиз амалга оширилади.

Дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти, товуш эшиттириш электр каналининг бир қисми бўлиб, дастурларни тингловчиларга бевосита узатиш учун мўлжалланган.

Шундай қилиб, дастурларни тингловчиларга бевосита узатиш икки усул билан амалга оширилади, жумладан: радио узатиш станциялари ёки сим орқали эшиттириш тизимлари ёрдамида.

Кўп ҳолларда иккала усул ҳам бир вақтда қўлланилади, чунки ҳар бир усул ўзининг афзаллиги ва камчиликларига эга.

Радио эшиттиришнинг афзаллиги кўп дастурийлик ва узоқ масофага узатилишидир. Сим орқали эшиттириш шаҳарларда ва бир қатор туман марказларида уч дастурни эшиттиришни таъминлайди (одатда, биринчи ва иккинчи марказий ва битта вилоят дастурлари). Сим орқали эшиттиришни радио эшиттириш билан таққосланганда унинг юқори ишончилиги ҳамда абонент қурилмасининг радио қабул қилгичга нисбатан арзонлигини таъкидлаб ўтиш лозим.

Хулоса

1.Товуш эшиттириш тизими кенг тарқалган тингловчиларга тайёрланган дастурларни ойнинг, куннинг исталган вақтида юқори сифатли килиб етказса, унинг оддига қўйилган вазифа бажарилган, деб ҳисобланади.

2.Дастурларни тингловчиларга бевосита узатиш икки усул билан амалга оширилади: радио узатиш станциялари, ёки сим орқали эшиттириш тизимлари ёрдамида.

Текшириш учун саволлар

1.Товуш эшиттиришга таъриф беринг ва тизимнинг асосий вазифаларини тушунтиринг.

2.Эшиттириш билан дастурнинг фарқи нимада, қандай эшиттириш турларини биласиз?

3.Ҳозирги кунда Республикамизда неча радиоуйлари ва телемарказлар фаолият кўрсатаёпти ва ҳар бирининг бир суткалик эшиттиришлари ҳажми неча соатни ташкил этади?

4.Товуш эшиттириш тизимининг структуравий схемасини чизиб, тушунтиринг.

2-мавзу. Товуш эшиттиришнинг электр канали

2.1. Асосий таърифлар

Товуш эшиттириш ва телевидениенинг товуш сигналларини узатиш электр канали, студиядаги микрофоннинг чиқишидан, то радио узатгичнинг антеннасигача ёки сим орқали эшиттиришда, абонент розеткасигача бўлган мураккаб техника воситаларини ташкил этади. Радиоэшиттириш электр каналининг функционал схемаси 2.1 — расмда келтирилган.



2.1 — расм. Радиоэшиттириш электр каналининг функционал схемаси

М — микрофон;
ПЧК — паст частотали кучайтиргич;
Рост — ростлагич;
Мод — модулятор;
ЮЧК — юқори частотали кучайтиргич;
Дет — детектор;
Рк — радиокорнай.

Узатиш тракти деб, маълум бир аниқ функцияни бажарувчи канал қисмига айтилади, масалан, студия тракти, магнитофон тракти, кучайтириш станциялари тракти ва бошқалар. Тракт қандайдир битта бино билан чекланиши шарт эмас. Масалан, товуш частота тракти, студия — радио узатгич, қуйидаги қурилмалардан ташкил топган: студияда микрофонлар, аппарат хоналарида — кучайтиргичлар, созла — гичлар, коммутация қурил — малари ва бошқаларни ўз ичига олади, боғловчи линияларда — оралиқ кучайтиргичлар, коррекцияловчи за — нжирлар, радио станцияда — кириш кучайтиргичи, чегаралагич, модулятор қурилмаларидан иборат.

Товуш эшиттириш электр канали учта трактга бўлинади:

- дастурларни шакллантириш тракти;
- дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти;
- дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти.

Дастурларни шакллантириш тракти — микрофон чиқишидан бошланиб, радио уйининг марказий аппарат хонаси чиқишида тугайди.

Дастурларни бирламчи тақсимлаш тракти — радио уйи ёки теле — марказ марказий аппарат хонаси чиқишидан бошланиб шаҳарлараро телефон станциясининг овоз эшитгириш канали чиқишида тугайди.

Дастурларни иккиламчи тақсимлаш тракти — овоз эшиттириш дастурларини бевосита тингловчиларга узатиш учун мўлжалланган.

Иккиламчи тақсимлаш тракти — коммутация тақсимловчи аппарат хонаси, марказий аппарат хонаси ёки шаҳарлараро телефон станцияси чиқишидаги уловчи тизимларнинг чиқишидан бошланиб, радио узатгич антеннасининг кириши ёки симли эшиттиришда аборент розеткаси билан тугайди.

2.2.Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг сифат кўрсаткичларини мёёрлаш тамойиллари

Тингловчилар учун товушни қайта эшиттириш сифати етарлича юқори бўлиши учун товуш эшиттириш электр канали трактларининг параметрлари Давлат стандарти (11515—91) томонидан белгиланган талабларга жавоб бериши лозим.

Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг параметрлари сифатини мёёрлаш шу канал ва трактларда сигналларнинг рухсат этилган бузилишлари ва рухсат этилган шовқинлар сатҳларини субъектив — статистик экспертиза йўли билан аниқлашга асосланган.

Бузилишлар қуйидаги босқичлар билан баҳоланади:

- умуман сезилмайдиган бузилишлар 15% дан кам ҳолларда сезилади;

- амалий сезилмайдиган бузилишлар 30% ҳолларда сезилади;

- ишончсиз сезиладиган бузилишлар 50% ҳолларда сезилади;

- ишончли сезиладиган бузилишлар 75% ҳолларда сезилади.

Бузилишларнинг сезилиши ҳамда техник — иқтисодий кўрсаткичларига қараб товуш узатиш аниқлигининг уч классификацияга ўрнатилган;

олий класс — бузилишлар юқори малакали экспертларга деярли сезилмайди ва оддий тингловчиларга умуман сезилмайди;

биринчи класс — бузилишлар юқори малакали экспертларга ишончсиз сезилади ва оддий тингловчиларга амалда сезилмайди;

иккинчи класс — бузилишлар юқори малакали экспертларга ишончли сезилади ва оддий тингловчиларга ишончсиз сезилади.

Ҳар бир класс аниқ рухсат этилган бузилишлар билан характерланади. Шу билан бирга қуйидаги сифат параметрларини регламентлайди:

узатиш частоталари кенлигини;

амплитуда – частота характеристикасининг нотекслигини;
гармоникалар коэффициентини;
аниқ сезиларли ўтиш халақитлардан химояланганликни;
стереофоник эшиттиришда чап ва ўнг каналлардаги фазалар фарқи;

чап ва ўнг каналлар ўртасидаги аниқ сезиларли ўтиш хала – қитлардан химояланганликни;

чап ва ўнг каналлар ўртасидаги сатҳлар фарқини;

чиқиш сатҳининг номинал қийматидан оғишини.

Товуш эшиттириш электр канали сифат параметрларини таҳлил қилиб ва каналнинг таркибидаги трактларга таъриф берар эканмиз, табиийки, савол туғилади. **Нима учун товуш эшиттириш электр каналининг бошланғич элементи – микрофон ва охириги элементи радиокарнай электр канал таркибига кирмади?** Бу саволга жавоб беришдан оддин чизиқли бузилишларни кўриб чиқамиз.

2.3. Чизиқли бузилишлар

Чизиқли бузилишлар сигналнинг чизиқли узатиш тизимларидан ўтганда содир бўлади, бу бузилишларни тизимнинг частота характеристикаси билан боғлиқ бўлганли учун айрим холларда **частота бузилишлари** деб аташади.

Агарда чизиқли тизим киришидаги синусоидал сигнал

$$U_1(t) = Um_1 \cos(\omega t + \varphi_1), \quad (2.1)$$

кўринишда бўлса, чиқишидаги сигнал ҳам шу частотадаги синусоидал тебранишли бўлади

$$U_2(t) = Um_2 \cos(\omega t + \varphi_2). \quad (2.2)$$

Синусоидал сигналнинг кўрилаётган тизимдаги узатиш коэффициенти комплекс кўринишда бўлади:

$$K = Ke^{j\varphi}, \quad (2.3)$$

бу ерда,

K – узатиш коэффициенти амплитудаси;

φ – узатиш коэффициенти фазаси.

U_1 синусоидал сигнал учун

$$K = \frac{Um_2}{Um_1}, \quad \varphi = \varphi_2 - \varphi_1, \quad (2.4)$$

умумий холда узатиш амплитудаси K ва фазаси φ частота функсиясидир:

$$K = K(\omega); \quad \varphi = \varphi(\omega), \quad (2.5)$$

Кириш ва чиқиш сигналларининг фаза силжиши φ уларнинг вақт силжиши интервалига тенг

$$\tau = \frac{d\varphi}{d\omega} = \tau(\omega); \quad (2.6)$$

Узатиш коэффициенти модули K нинг частотага боғлиқлиги чиқиш сигнали спектр қувватининг $G_2(\omega)$ кириш сигнали спектр қувватидан фарқланишга олиб келади, чунки чизиқли тизимда бу спектрлар ўзаро қуйидагича боғлиқ:

$$G_2(\omega) = K^2(\omega)G_1(\omega). \quad (2.7)$$

Бу турдаги чизиқли бузилишлар амплитуда-частотали бузилишлар деб аталади. Улар овоз тембрининг ўзгариши сифатида субъектив сезиладди.

τ нинг частотага боғлиқлиги чиқиш сигнали спектрининг айрим таркиби бир – бирига нисбатан вақт бўйича силжиган, бундай бу – зилиш фаза – частотавий бузилиш деб аталади. Кўриниб турибдики, фаза силжиши φ частотага пропорционал бўлганда, фаза – частота бузилиши бўлмайди, ҳақиқатан бунда

$$\tau = \text{const} \quad (\text{агар } \varphi = \text{const} \text{ бўлса } \tau = 0).$$

Шуни таъкидлаб ўтиш лозимки, амплитуда – частотавий ва фаза – частотавий бузилишлар ҳамма вақт биргаликда содир бўлади. Амплитуда – частота бузилишининг бўлмаслиги, фаза – частота бузилиши бўлмаслигига олиб келади.

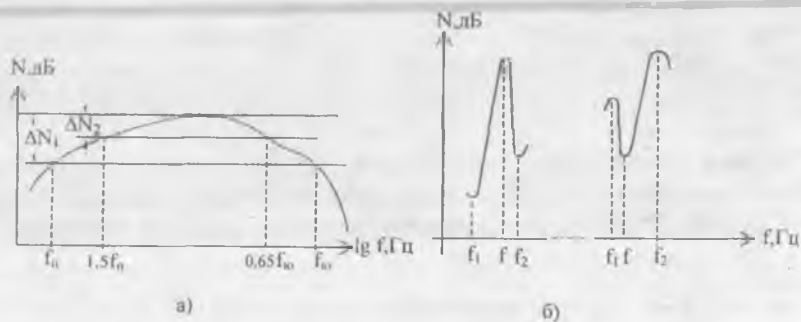
$K(\omega)$ ва $\varphi(\omega)$ функцияларининг ўзаро боғлиқлиги туфайли узатиш тизимининг маълум звеноси киритаётган чизиқли бузилишлар, унинг частота характеристикаси билан тўла аниқланади.

Яъни

$$N(f) = 20 \lg K(f) - N_0, \quad (2.8.)$$

бу ерда, N_0 — ихтиёрий танланган нулинчи сатҳ,

Одатда, чизиқли бузилишлар частота характеристиканинг f_{Π} (пастки чегара)дан $f_{\text{ю}}$ (юқори чегара)гача бўлган полосадаги нотекислиги билан аниқланади. Танланган частота полосасидаги N_{\max} ва N_{\min} қийматлар айирмаси $\Delta N = N_{\max} - N_{\min}$, частота характеристиканинг нотекислиги деб аталади ва дБ ларда баҳоланади. Чизиқли бузилишлар ҳақида тўлиқ маълумотни олиш учун, биринчидан: амплитуда частота характеристикаси нотекислигининг иккита қиймати, яъни: f_{Π} полосадан $f_{\text{ю}}$ гача бўлгандаги қиймати ΔN_1 ва $1,5f_{\Pi}$ полосадан $0,6f_{\text{ю}}$ гача бўлгандаги ΔN_2 қийматлари 2.1а — расм орқали аниқланади.



2.1 — расм. Частота характеристикаси нотекислигини баҳолаш (а), чўққи ва чўкма фрагментлари (б)

Одатда $\Delta N_2 < \Delta N_1$. Шундай қилиб, амплитуда — частота характеристиканинг сунъий чекланиши натижасида полоса кенглиги ҳар икки томондан ярим октавага қисқартирилди. Аниқроқ айтганда, $1,5f_{\Pi}$ частота 0,585 октавага, $0,65f_{\text{ю}}$ частота эса 0,623 октавага қисқартирилди.

Иккинчидан, радиокарнайлар киритаётган чизиқли бузилишларни баҳолаганда, уларнинг частота характеристикаларидаги кенглиги $1/8$ октавадан тор чўққи ва чўкмаларни, 2.1 б — расм эшиттириш аъзоимиз сезмаганлиги туфайли инобатга олмаслик мумкин. Натижада радиокарнайнинг амплитуда — частота характеристикаси бироз текисланади.

Амплитуда — частота характеристиканинг бундай иккиламчи баҳо — ланиши частота чегаралари яқинида кескин чуққи ва чуқмалар бўлганда фойдалидир. Бу холда ΔN_1 қиймат катта бўлганда, ΔN_2 кичик бўлади, бу нотекислик ΔN_1 ва ΔN_2 қийматлари баробар бўлган ҳслат — дан яхши.

Учинчидан, радиокарнайнинг амплитуда — частота характеристикаси нотекислигини ХЭК 581—7 (Халқаро электротехника комиссияси) тавсиясига биноан 100—8000 Гц диапазонида улчанади ва нотекислик ± 4 дБ дан ошмаслиги керак. Бунинг натижасида характеристика но — текислиги яна бирмунча камаяди. Масалан, $H_i - F_i$ классигаги энг яхши акустик тизимлар учун бу курсатгичнинг ± 2 дБ гача бўлишига эришилган.

Замонавий радиоэшиттириш қурилмалари ишчи частота диапазони чегараларида частота характеристикаси нотекислиги 2.1 — жадвалда келтирилган.

2.1 — жадвал

Т.Р.	Радиоэшиттириш қурилмалари	Частота диапазони, Гц	Частота диапазони чегараларидаги нотекислик, $\Delta N, \text{дБ}$
1	Микрофонлар	$30 \div 15000$	0,5
2	Кучайтиргичлар ва линиялар	$30 \div 15000$	0,5
3	Радио қабул қилгич	$30 \div 15000$	1,0

Хулоса

2.1 — жадвалда келтирилган радиоэшиттириш тракти звенолари частота бузилиши нисбатан кам.

Кўпроқ ноқулай бўлган звено, радиокарнайлар, частота диа — пазони чегараларида, айрим ҳолларда 10дБ дан ортиқ частота бу — зилишларини киритади. Бундай ҳолат эшиттириш электр канали параметрлари курсатгичларига таъсир этмай қолмайди.

Шундай қилиб, биз юқорида қўйилган «нима учун товуш эшиттириш электр каналининг бошланғич элементи — микрофон ва охириги элементи — радиокарнай электр канал таркибига кир — мади?» саволига қисман жавоб топдик.

Энди бу қирилмаларни конструктив тузилиши, ишлаш жа — раёни, ишлаш жараёнида содир бўлиши мумкин бўлган муаммолар ва уларнинг ечимлари ҳақида сўз боради.

Текшириш учун саволлар

1. Товуш эшиттириш электр каналига таъриф беринг, у нечта трактдан иборат?
2. Дастурларни шаклантириш, бирламчи ва иккиламчи тақсимлаш трактларига таъриф беринг.
3. Бузилишларни баҳолаш босқичлари ва товуш узатиш аниқлиги классларини биласизми?
4. Товуш эшиттириш электр каналининг сифат параметрларини айтинг.
5. Қандай бузилишларни биласиз, уларнинг сабаблари нима?
6. Канададаги чизиқли бузилишлар қийматини аниқлашда айрим чекинишлар муаммоси нимадан иборат?

3 - мавзу. Микрофонлар

3.1. Умумий тушунчалар, микрофон турлари ва унинг техник характеристикалари

Микрофон, акустик тебранишларни электр сигналларга ўз — гартариб берадиган қурилма. Микрофонларнинг турли турлари мавжуд бўлиб, радиоэшиттириш, телевидение, телефония, овоз — лаштириш, овоз кучайтириш, овоз ёзиш ва бошқа кўплаб тизим — ларда кенг қўлланилади. Микрофон ҳар қандай электроакустика трактининг биринчи ва муҳим звеноси бўлиб, одатда трактнинг кўрсаткичини аниқлайди. Микрофонлар белгиланишига қараб турлича классификацияланади: акустик тебранишларни электр сигналларига ўзгартириш бўйича; товуш тебранишларини мембранага таъсири бўйича; конструктив тузилиши бўйича; функционал белгиланиши бўйича; мурак — каблик гуруҳи бўйича ва ҳоказо:

Механик тебранишларни электр сигналларга ўзгартириш бўйича микрофонлар, электродинамик (ғалтакли ва тасмали), конденсаторли (шу жумладан электретли), электромагнитли, пьезоэлектрик, кўмирли ва транзисторли турларига бўлинади.

Товуш тебранишларини қабул қилиш бўйича микрофонлар уч турга бўлинади: босим (приёмниги) қабул қилгич, босим градиенти қабул қилгич ва комбинацияланган.

Йўналганлик диаграммаси бўйича: йўналмаган (доиравий); икки томонлама йўналган (саккиссимон ёки косинусоидал); бир томонлама йўналган (кардиоидали).

Микрофонларнинг асосий техник кўрсаткичларини кўриб чиқамиз.

1. **Сезгирлик** — микрофоннинг чиқиш қисқичидаги кучланишнинг микрофонга таъсир этаётган товуш босимига нисбати

$$E = \frac{U}{P_{\text{ном}}}, \quad \frac{\text{мВ}}{\text{Па}} \quad (3.1)$$

2. **Сезгирликнинг стандарт сатҳи** — децибелларда ифодаланган $R_{\text{ном}}$ юклама қаршилигида 1 Па товуш босимида ривожланган $U_{1\text{ном}}$ кучланишнинг $P_0 = 1\text{мВт}$ қувватга мос кучланишга нисбати ёки микрофоннинг $P = 1\text{Па}$ босим таъсирида номинал юклама қаршилигига бераётган қувват сатҳи

$$N_{\text{СТ}} = 20 \lg(U_{1\text{НОМ}} / \sqrt{R_{\text{НОМ}} P_0}) = 20 \lg(E_{\text{НОМ}} / \sqrt{R_{\text{НОМ}} 10^{-3}}), \quad (3.2)$$

бу ерда, $E_{\text{НОМ}} = U_{\text{НОМ}}/r = U_{1\text{НОМ}}$ — номинал юкламадаги кучланиш.

3. **Йўналганлик характеристикаси** — микрофоннинг θ бурчак остида тушган товушда ўлчанган E_θ сезирлигини ўқи бўйича сезирлиги E_0 га нисбати

$$D(\theta) = E_\theta / E_0$$

Йўналганлик характеристикаси график тасвирланиши одатда поляр координатасида берилади ва **йўналганлик диаграммаси** деб аталади. Микрофоннинг йўналганлиги туфайли унинг диффузия май — донидаги $E_{\text{диф}}$ сезирлиги, ўқи бўйича сезирлигидан кичик. Бу кичикликни ҳисобга олиш учун йўналиш коэффициенти киритилган

$$\Omega = E_0^2 / E_{\text{диф}}^2 \quad (3.4)$$

Бу коэффициент қатор частоталарда ёки частота полосаларида аниқланади.

4. Децибелларда ифодаланган йўналганлик коэффициенти, **йўналганлик индекси** деб аталади

$$Q_M = 10 \lg \Omega \quad (3.5)$$

5. **Йўналганлик индекси** микрофоннинг икки товуш манбаи таъси — рида ривожантираётган қувват сатхлари фарқини кўрсатади. Бошқача айтганда, йўналганлик индекси шовқинни микрофон ўқидан ўтаётган сигналга нисбатан босилишини кўрсатади.

6. **Микрофоннинг «фронт/фронт» сезирлиги** — микрофоннинг ўқи бўйича сезирлигининг орқа томон сезирлигига нисбати

$$Q_{\phi_1 \phi_2} = 20 \lg \frac{E_{\phi_1}}{E_{\phi_2}} = 10 \lg \frac{\Omega_{\phi_2}}{\Omega_{\phi_1}}, \text{ дБ} \quad (3.6)$$

Микрофоннинг фронт ва фронт орти сезирлигини қуйидаги ифодалар орқали аниқлаш мумкин

$$E_\phi = \frac{E_0}{\sqrt{\Omega_\phi}}, \quad E_{\phi_0} = \frac{E_0}{\sqrt{\Omega_{\phi_0}}}, \quad (3.7)$$

бу ерда

$$\Omega_\phi = \frac{1}{\int D^2(\theta) \sin \theta d\theta} \quad (3.8)$$

$$\Omega_{\phi_0} = \frac{2}{\int_0^\pi D^2(\theta) \sin \theta d\theta} \quad (3.9)$$



7. **Микрофоннинг шахсий шовқин сатҳи.** Микрофон киришида сиг – нал бўлмаганда унинг чиқиш қисқичида қиймати $U_{ш}$ бўлган шовқин кучланиши мавжуд, бунга атроф – муҳит флукутацияси, шу билан бирга микрофон электр қисми қаршилигининг иссиқлиқ шовқини сабаб бўлади. Бу шовқин сатҳи эффектив босими $p=10^5$ Па сигнал таъсирида микрофон ривожлантираётган кучла – нишга нисбати билан аниқланади.

$$N_{ш} = 20 \lg \frac{U_{ш}}{E_0}, \text{ дБ} \quad (3.10.)$$

Микрофонларнинг турли параметрларини ўлчаш 16123–78 Давлат стандарти билан нормалаштирилган.

3.2. Микрофон – механоэлектрик ўзгартиргич

Микрофон генератор – ўзгартиргич бўлиб, унинг механик қисми тебраниш тезлиги:

$$v = \frac{F}{z + z_k}, \quad (3.11)$$

бунда z ва z_k – ўзгартиргичнинг хусусий ва киритилган механик қаршилиги.

Киритилган қаршилик

$$z_k = \frac{|k^2|}{Z + Z_{ю}}, \quad (3.12)$$

бунда

- k – электромеханик боғланиш коэффициенти;
- Z – микрофоннинг чиқиш қаршилиги;
- $Z_{ю}$ – микрофоннинг юклама қаршилиги.

Микрофонга таъсир этаётган куч F эркин майдондаги p товуш босимига пропорционал

$$F = a \cdot p \quad (3.13)$$

Пропорционалик коэффициенти

$$a = \frac{F}{p} \quad (3.14)$$

юза ўлчамига эга бўлиб, микрофоннинг акустик характеристика — сини аниқлайди.

Салт юриши режимида микрофон ривожлантираётган кучланиш

$$U_{i=0} = K_1 U, \quad (3.15)$$

юклама қаршилиги $Z_{ю}$ га микрофон ривожлантираётган кучланиш

$$U = U_{i=0} \frac{Z_{ю}}{Z + Z_{ю}} \quad (3.16)$$

Юқоридаги формулаларни комбинациялаш натижасида қуйидаги формулани оламиз:

$$U = \frac{aK_1}{z + z_k} \cdot \frac{Z_{ю}}{z + Z_{ю}} p \quad (3.17)$$

Бунда микрофон сезgirлигини аниқлайдиган умумий формула ҳосил бўлади:

$$E_0 = \frac{U}{p} = \frac{aK_1}{z + z_k} \cdot \frac{Z_{ю}}{z + Z_{ю}} \quad (3.18)$$

Бундан ташқари, микрофон сезgirлигини уч нисбатлар купайтмаси кўринишида ифодалаш мумкин:

$$E_0 = \frac{U}{p} = \frac{U}{v} \cdot \frac{v}{F} \cdot \frac{F}{p} \quad (3.19)$$

$\frac{U}{v} = \varphi_{э}$, микрофоннинг электр характеристикаси;

$\frac{U}{F} = \frac{1}{z} = \varphi_{мех}$, микрофоннинг механик характеристикаси, у узгартир — гичнинг механик хусусиятларини белгилайди;

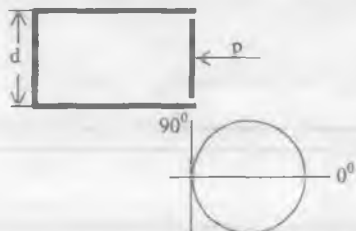
$\frac{F}{p} = a = \varphi_{а}$, микрофоннинг акустик характеристикаси.

Микрофонга таъсир қилаётган кучнинг босимга нисбати унинг акустик хусусиятлари, шакли, ўлчами ва товуш тўлқини характери — стикаси билан белгиланади.

Микрофон акустик характеристикаси тури бўйича босим қабул қилгич ва босим градиенти қабул қилгичларга бўлинади.

3.3. Босим қабул қилгич

Босим микрофонида таъсир этувчи куч товуш қабул қилувчи элементнинг бир томонидаги босим билан аниқланади. Поршень товуш босими таъсирида поршенга перпендикуляр ўқ бўйлаб ҳа – ракат қилади. Поршеннинг иккинчи томони босим таъсирига берк 3.1 – расм.



3.1 – расм. Босим қабул қилгич ва унинг йўналганлик диаграммаси

Диафрагмага таъсир этувчи куч

$$F = p \cdot S \quad (3.20)$$

p – диафрагмага таъсир этаётган босим.

Бу формула микрофон ўлчами унга тушаётган тўлқин узунлиги – дан кичик $d \ll \lambda$ бўлгандагина ҳаққоний, айнан шу ҳолда микрофон олдидаги босим буш майдон босимига тенглик шarti бажарилади. Агарда микрофонга таъсир қилаётган товуш тўлқини узунлиги мик – рофон ўлчами билан тенглашса, эркин майдон шакли дифракциялан – ган тўлқинлар қўшилиши ҳисобига бузилади. Натижада микрофон олдидаги босим кескин ошиб, унинг ортида камаяди. Микрофон ўл – чами, товуш тўлқинидан кичик бўлса, дифракция содир бўлмайди ва таъсир этаётган куч, унинг юзасига тенг доимий босим билан боғланган:

$$\varphi_{ак} = \frac{F}{p} = a = S \quad (3.21)$$

Босим қабул қилгичнинг акустик характеристикаси частотага ва товуш тўлқинининг тушиш бурчагига боғлиқ эмас. $d \ll \lambda$ шarti ба – жарилганда, микрофоннинг йўналганлик диаграммаси доира шаклида бўлади.

Афсуски, бу шарт берилган частота диапазолида бажарилмайди. 100 Гц частотада $\lambda = 3,4\text{ м}$, 1000 Гц да $\lambda = 34\text{ см}$, 10000 Гц да $\lambda = 3,4\text{ см}$, бу тўлқин узунлиги микрофон ўлчамидан кичик. Бу холат яна бир муам – монни келтириб чиқаради.

Хулоса

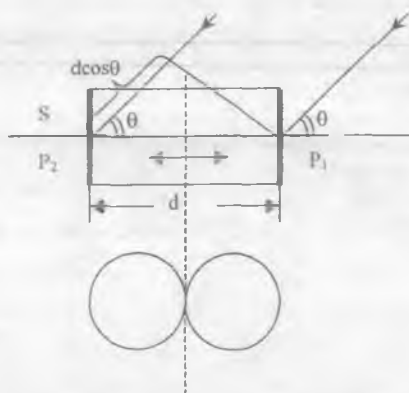
1. Микрофон товуш (механик) энергиясини электр энергиясига ўзгартириб берадаган ўзгартиргич — генератор.
2. Микрофонлар ишлаш принципи бўйича: босим қабул қилгич, босим градиентини қабул қилгич ва комбинацияланган микрофонларга бўлинади.
3. Турлари бўйича: динамикли; конденсаторли; электромагнитли; тасмали; пьезоэлектрик; транзисторли; кўмирли ва ғуруҳли микрофонлар.
4. Йўналганлик диаграммаси бўйича: йўналмаган; бир томонлама йўналтирилган, икки томонлама йўналтирилган; микрофонлар.

Текшириш учун саволлар

1. Микрофоннинг техник параметрларини айтинг.
2. Микрофон акустик ўқини қандай тушунасиз?
3. Микрофоннинг қандай турларини биласиз?
4. Йўналганлик диаграммаси бўйича қандай микрофонларни биласиз?

4 – мавзу. 4.1. Босим градиентини қабул қилгич

Босим градиентини қабул қилгичнинг силжиш тизими шартли равишда S юзага тенг ва бир-бири билан қаттиқ боғланган иккита поршендан иборат. Поршен d узунликдаги трубканинг қисқа бўлағида силжийди, 4.1 – расм. Товуш майдони силжиш тизимининг иккала томонига таъсир этади, таъсир куч икки томондаги босимлар айирмаси Δp билан аниқланади.



4.1 – расм. Босим градиентини қабул қилгич ва унинг йуналганлик диаграммаси

Агарда қабул қилгич ўлчами тўлқин узунлигидан анча кичик ($d \ll \lambda$) бўлса унда,

$$p_2 - p_1 = \Delta p = d |\text{grad } p| \cos \theta; \quad (4.1)$$

Ҳақиқатан, босим градиенти қиймати тўлқин тарқалиши йўналишидаги бирлик узунликда p нинг ўзгаришини аниқлайди, Δp эса $d \cos \theta$ бўлакчада босимнинг ўзгаришидир. Қабул қилгичнинг рухсат этилган тўлқин узунлигига нисбатан кичиклигини инobatта олсак, амалдаги босим эркин майдон босимига мос бўлади, шунинг учун қабул қилгичга таъсир куч қуйидагича ифодаланади

$$F = S \Delta p = S d |\text{grad } p| \cos \theta; \quad (4.2)$$

Градиент, вектор катталиқ бўлганлиги сабаб босим градиентини қабул қилгич йуналганлик хусусиятига эса. Яъни унн ёки чап томондан келаётган тўлқин, қабул қилгич акустик ўқига параллел бўлса,

тизимга таъсир қилаётган куч максимал, агарда товуш тўлқини ўққа перпендикуляр йўналишда бўлса, таъсир куч нолга тенг ва $\varphi_{ак}=0$. Босим градиентини қабул қилгичнинг акустик характеристикаси модули қуйидагича аниқланади

$$|\varphi_{ак}| = S k d \cos \theta, \quad (4.3)$$

бу ерда, $k = 2\pi \frac{f}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$ — тўлқин сон.

Бундан, тўлқин узунлигидан кичик бўлган, ясси тўлқин май — донида ишлайдиган босим градиентини қабул қилгичининг акустик характеристикаси частотага пропорционал ва тўлқин тушиш бур — чаги θ га боғлиқ. Агарда қабул қилгич шарсимон тўлқин майдонида ишласа, акустик характеристикаси кўриниши ўзгаради. Энди r_1 ва r_2 босимлар фақат фаза бўйича эмас, амплитуда бўйича ҳам фарқланади:

$$|\varphi_{ак}| = \left| \frac{F}{p} \right| = Skd \cos \theta \sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}, \quad (4.4)$$

бу ерда, r — товуш манбаидан қабул қилгичгача бўлган масофа.

Паст частоталарда ва товуш манбаидан яқин масофаларда, kr кичик бўлганда, $\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ қиймат катта бўлади, демак шарсимон тўлқин майдонида ишлаётган босим градиентини қабул қилгичга таъсир этаётган куч, худди шундай шароитда, аммо ясси тўлқин майдонида ишлагандагига нисбатан катта бўлади. $\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ қиймат паст частота томон ўсиб боради. Агарда kr катта бўлса, унда

$\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ кичик ва шарсимон тўлқинда ишлаётган босим градиенти қабул қилгичининг акустик характеристикаси ясси тўлқиндаги $\varphi_{ак}$ га тенг бўлади. Бу ҳол тушунларли, чунки шарсимон тўлқин майдони — нинг узоқ зоналаридаги амплитудалари секин сўнади ва тўлқин ўзи — нинг хусусиятлари бўйича ясси тўлқинга яқинлашади, $\sqrt{1 + \frac{1}{(kr)^2}}$ паст частота томон ўсиб боради. Шунинг учун босим градиенти қабул қилгич шарсимон тўлқин майдонида паст частоталарни таъкидлаб ўтади. Узоқ зоналарда r_1 ва r_2 босимлар фақат фазалари бўйича фарқланади. Иккала ҳолда ҳам акустик характеристика $\cos \theta$ га пропорционалдир. Қабул қилгич йўналганлик характеристикаси

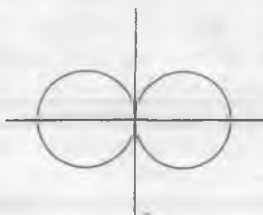
$$D(\theta) = \frac{E_\theta}{E_0}, \quad \text{тенг} \quad (4.5)$$

аммо, унинг сезgirлиги босим тушиш бурчаги билан фақат акустик характеристикасига боғлиқ.

Демак,

$$D(\theta) = \cos \theta \quad (4.6)$$

Йўналганлик характеристикаси поляр координаталарда қурилади; косинусоида поляр координатасида саккизсимон кўринишида бўлади, 4.2 — расм.



4.2 — расм. Босим градиенти қабул қилгичнинг йўналганлик диаграммаси.

Юқорида кўрганимиздек, йўналмаган микрофон — босим қабул қилгич учун $D(\theta)=1$, ва йўналганлик диаграммаси доирасимон. Доирасимон ва саккизсимон йўналганлик диаграммалари бизни талабимизни қисман қониқтиради. Амалда ўта йўналган диаграммали микрофонлар билан ишлашга тўғри келади. Бундай характеристикаларга комбинацияланган микрофонлар орқали эришилади.

4.2. Комбинацияланган қабул қилгичлар

Босимли қабул қилгич ва босим градиентини қабул қилгич микрофонларини комбинациялаб турли кўринишдаги йўналганлик диаграммасини олиш мумкин.

Фараз қилайлик, босим микрофони сезgirлиги E_1 , босим градиент микрофони сезgirлиги $E_2 \cos \theta$ бўлсин. Агарда бу микрофонлар — ни кетма — кет уласак, ўларнинг кучланишлари қўшилади, натижада умумий сезgirлик

$$E_0 = E_1 + E_2 \cos \theta \quad (4.7)$$

Товуш тўлқини микрофон акустик ўқига параллель тушганда

$$\theta = 0; \cos \theta = 1 \quad \text{ва} \quad E_0 = E_1 + E_2 \quad (4.8)$$

$q = \frac{E_2}{E_0}$ параметрни киритамиз, бу параметр босим градиентининг умумий сезгирликдаги ҳиссасини аниқлайди. Унда, $E_2 = q \cdot E_0$ ва

$$E_1 = E_0 - E_2 = E_0 (1 - q) \quad (4.9)$$






Умумий сезгирлик $E_\theta = E_0 [1 - q + q \cos \theta]$ га тенг. (4.10)

Йўналтириш диаграммаси

$$D(\theta) = \frac{E_\theta}{E_0} = 1 - q + q \cos \theta \quad (4.11)$$

ифодаланиб, диаграмма шакли q параметрига боғлиқ. 4.1-жадвалда комбинацияланган микрофонларнинг q параметрга боғлиқ, амалда учрайдиган йўналганлик диаграммалари келтирилган

4.1 жадвал

Т.Р №	q параметри	$D(\theta)$, йўналганлик диаграммаси	Йўналганлик диаграммаси номи	Йўналганлик диаграммаси шакли
1	0	1	доира	
2	1/2	1/2 (1 + cos θ)	кардиоида	
3	0,63	0,37 + 0,63 cos θ	суперкардиоида	
4	0,75	1/4 (1 + 3 cos θ)	гиперкардиоида	
5	1	cos θ	саккиссимон	

4.1-жадвалда келтирилган йўналганлик диаграммалари назарий бўлиб, микрофонларга бўлган техник талабни тула қондиргандек. Амалда бу назарий натижалар қандай бажарилади ва қандай муаммоларга дуч келинади? Шу ва бошқа муаммолар ечимини билиш мақсадида овоз кучайтириш ва эшиттиришда кенг қўлланиладиган микрофон турларини кўриб чиқамиз.

Хулоса

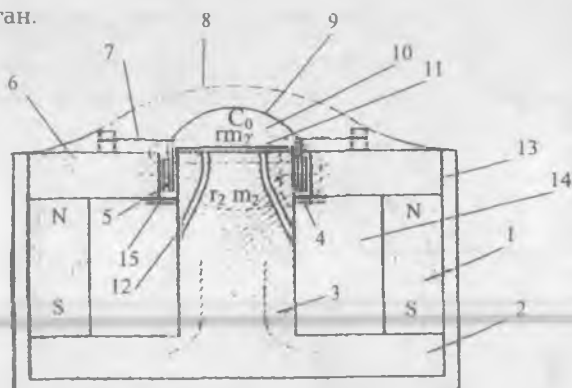
1. Босим қабул қилгич; босим градиентини қабул қилгич ва комбинацияланган микрофонлар эркин тўлқин тушиш майдонида ишлашлари керак, акс холда юқори частоталарда тўлқин узунлиги микрофон ўлчамига тенглашиб майдон дифракцияси ҳосил бўлади.
2. Микрофон сезгирлиги — поршен сезгирлигига, массаси ва то — вуш тушувчи юзасига боғлиқ. Бир қуришда поршен юзаси катта бўлса, сезгирлиги ошгандек, аммо поршен юзаси ошса унинг массаси ҳам ошади, натижада сезгирлик пасаяди.
3. 4.1 жадвалдаги йўналганлик диаграммалари назарий, амалда бу натижаларга эришиш анча мушкул.

Текшириш учун саволлар

1. Босим қабул қилгич, босим градиентини қабул қилгичдан қандай фарқланади?
2. Микрофонлар нима мақсадда комбинацияланади?
3. Комбинацияланган микрофонларнинг қандай йўналганлик диаграммаларини биласиз?

5 – мавзу. 5.1. Электродинамик микрофон

5.1 – расмда электродинамик микрофоннинг конструкцияси курсатилган.



5.1 – расм. Электродинамик микрофон конструкцияси

1 – ҳалқасимон магнит; 2,6 – пастки ва юқори гардишлар;
 3 – магнит ўзаги; 4 – ҳалқасимон тирқиш; 5 – товуш ғалтаги;
 7 – гофрировкаланган илгак; 8 – жимояловчи тўр; 9 – мембрана; 10 – мембранаоости ҳажм; 11 – чанг тусувчи ипак; 12 – каналлар; 13 – микрофон ғилофи; 14 – ички ҳажм; 15 – магнит бўлмаган материалдан шайба.

Унинг ишлаш принципи қуйидагича: радиал магнит майдонида жойлашган товуш ғалтаги ташиқ босим таъсирида ҳаракатланиб, магнит майдони чизиқларини кесиб ўтади, ғалтақда индукцияланиш натижасида электр юритувчи куч пайдо бўлади, бу куч

$$\mathcal{E} = B\ell v, \quad (5.1)$$

B – магнит майдони индукцияси; ℓ – ғалтак сими узунлиги; v – ғалтакнинг тебраниш тезлиги. Магнит майдони ҳосил бўлиши учун одатда юқори коэрцитивли ҳалқасимон магнит [1] ва юмшоқ магнит материалларидан тайёрланган магнит ўзак [3] ва гардишлардан фойдаланилади. Ўзак [3] ва юқори [6] гардиш орасида ҳалқасимон тирқиш [4] бўлиб, у ерда товуш ғалтаги [5] жойлаштирилади.

Ғалтак куббасимон мембрана [9] билан маҳкам бириктирилган. Мем — браногофрировкаланган эгилувчан илгак [7] ёрдамида юқори ғардишга бириктирилган, натижада товуш ғалтаги фақат тирқиш ўқи бўйлаб вертикал ҳаракатланади. Мембрана енгил, аммо, пишиқ мате — риадан, масалан, полистиродан тайёрланади. Микрофон, олд томондан, бузилишдан сақловчи химоя тўри тортилган тирқишли ғилофга [13] эга.

Микрофон сезгирлиги умумий ҳолда қуйидагича аниқланади:

$$E = \frac{U'}{p} = n \frac{U}{p} = n \frac{aK_1}{z + z_k} \frac{Z_{ю}}{Z + Z_{ю}} \quad (5.2)$$

Бу формулада:

- n — микрофон трансформатори коэффиценти;
- a — пропорционалик коэффиценти, у микрофон диафрагмасининг амадаги юзасига тенг, $a=S$;
- K_1 — электромеханик боғланиш коэффиценти;
- z — микрофоннинг механик қаршилиги;
- z_k — киритилган механик қаршилик;
- $Z_{ю}$ — микрофоннинг юклама қаршилиги;
- Z — микрофоннинг чиқиш қаршилиги.

Киритилган механик қаршилик

$$z_k = \frac{10^{-11} B^2 \ell q}{2\delta}, \quad (5.3)$$

бу ерда:

- B — магнит индукцияси;
- ℓ — товуш ғалтаги узунлиги;
- q — ғалтак сими кўндаланг кесими;
- δ — симнинг солиштирма қаршилиги.

Микрофоннинг механик қаршилиги

$$z = r_{m2} + j\omega m_2 + 1/j\omega c_2 \quad (5.4)$$

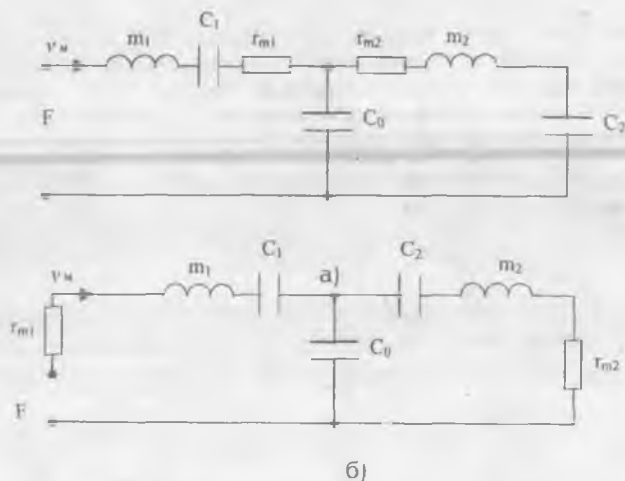
Оралиқ амаларни гушириб микрофон сезгирлигини ифодаловчи формулани келтирамиз:

$$E = \frac{10^{-10}}{2} \frac{Bs}{z} \frac{\sqrt{R_m \ell q}}{\delta} \text{ мВ/11а} \quad (5.5)$$

Формуладан кўриниб турибдики микрофоннинг сезгирлиги ҳа-
ракатланувчи қисми хусусий қаршилиги z нинг частотага боғлиқлиги
билан белгиланади.

Бундай боғлиқлик бўлмаслиги мақсадида микрофон конст-
рукциясининг механика – акустик тизими шундай бўлиши керакки, ишчи
диапазонда $z = \text{const}$ шартини қаноатлантирсин. Бу масаланинг ечими –
ни яққолроқ сезиш учун микрофоннинг 5.1 – расмда кўрсатилган ме-
ханика – акустик тизими электр ўхшашлик схемасини тузамиз.

Электр ўхшашлик схемаси 5.2а – расмда келтирилган.



5.2 – расм. Электродинамик микрофоннинг механик тизими:
а) электр аналог схемаси; б) Т-симон симетрик электр аналог схемаси

Демак, тебраниш тизими массаси кичик ва ўта эгилувчан бўлиши
керак. Эгилувчанликнинг ошиши силжиш тизими барқарорлигини
камайтиради, яъни товуш ғалтаги қийшиқ ҳаракатланиб оралиқ де –
ворларига тегиши мумкин.

5.2а – расмдан кўриниб турибдики C_2 ва r_{m2} элементлари ўрнини
алмаштирсак r_{m2} қаршиликка юкланган Т-симон поласали фильтр
схемасини оламиз 5.2б-расм. Бу схема симметрик бўлиши учун қуйи-
даги шарт бажарилиши керак, яъни

$$m_1 = m_2 = m, \quad C_1 = C_2 = C$$

Пастки ва юқори узатиш частота полосаси қуйидаги формулалардан
аниқланади:

$$\omega_{\text{п}} = \frac{1}{\sqrt{mC}}, \quad \omega_{\text{ю}} = \omega_{\text{п}} \sqrt{1 + 2\frac{C}{C_0}} \quad (5.6)$$

T-симон фильтр тўлқин (акустик) қаршилиги

$$w = \omega_{ю} m \sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2 \Pi}{\omega^2}\right) \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_{ю}^2}\right)} \text{ га тенг} \quad (5.7)$$

Шуни айтиш керакки, узатиш полосасининг асосий қисмда

$w \approx \omega_{ю} m$ га тенг. Агарда r_{m2} тўлқин қаршилигига тенг қилиб танланса, узатиш полосасининг асосий қисмда акустик қаршилик z_a тўлқин қаршилигига тенг бўлади

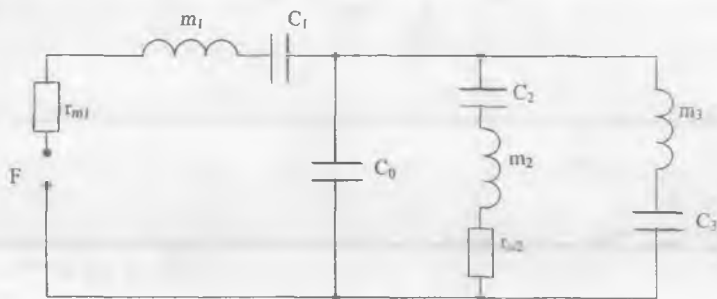
$$z_a \approx \omega_{ю} m \quad (5.8)$$

ва частотага боғлиқ бўлмайди. Бу ҳолда тизимнинг механик қаршилиги

$$z \approx \omega_{ю} m S^2 = \omega_{ю} M \text{ га тенг} \quad (5.9)$$

Бу эса бузилишларга олиб келади. Шунинг учун марказий ўзақда қўшимча каналлар очилади ва унинг ёрдамида микрофон сезгирлиги -80ДБ гача ошади, частота характеристикаси эса, паст частоталарда коррекцияланади. Натижада микрофон частота характеристикаси $100 \div 8000$ Гц диапазонида текис бўлишига эришилади.

Паст частотада коррекцияланган тизимнинг электр ўхшашлик схемаси 5.3 – расмда келтирилган



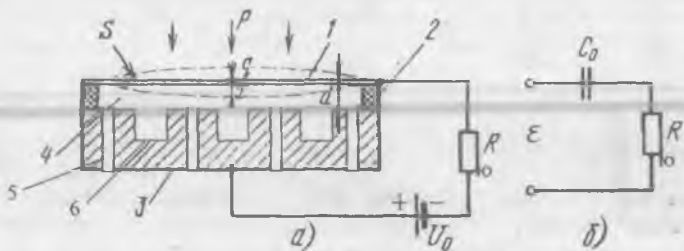
5.3 – расм. Паст частотада коррекцияланган микрофоннинг электр ўхшашлик схемаси

Бундай микрофонлар чидамлилиги ва қулайлиги туфайли нутқ эшиттиришда қўлланилади. Йўналганлик диаграммаси доира шаклида, музика эшиттиришлари учун кенг полосали ($50 \div 15000$ Гц) микрофонлар қўлланилади.

5.2. Конденсаторли микрофон

Конденсаторли микрофон сифимли ўзгартиргич турига киради. Микрофон капсули, ўзгатирадиган қисми бўлиб, ясси ҳаво конденсатори ҳисобланади. Конденсаторнинг битта пластинкаси қалин ва қўзғалмас, иккинчиси энгил, юпка бўлиб товуш тўлқини таъсирида тебранади. Иккинчи энгил пластинка — мембрана тебранганда конденсаторнинг сифими ўзгаради.

Конденсаторли микрофон конструктив тузилиши, ишлаш принципи ва унинг электр эквивалент схемаси 5.4 — расмда келтирилган.



5.4 — расм. Конденсаторли микрофон
а) ишлаш принципи; б) микрофоннинг электр эквивалент схемаси;

1 — мембрана; 2 — изоляция қатлами; 3 — қўзғалмас электрод;
4 — электроддар оралигидаги тирқиш; 5 — капилляр тирқиш;
6 — тароқсимон кесим.

Агарда конденсаторга кетма — кет доимий (поляризацияловчи) кучланиш U_0 манбаи ва юклама қаршилиги $R_{ю}$ уланса, сифим ўзгарганда занжирдан ўзгарувчан ток оқади; сифим ошганда конденсатор зарядланади, сифим камайганда конденсатор рязрядланади. Бу ток, юклама қаршилигида тушиш кучланиши ҳосил этиб, акустик сигнални акс эттиради. Микрофоннинг ўлчами, майдон кўринишини ўзгартирмаслик учун тушаётган тўлқин узунлигидан кичик булиши керак.

Конденсаторли микрофон сезириги қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$E = \frac{10^{-5} U_0 S \cdot c}{d \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right) \sqrt{1 + \frac{1}{(\omega C_0 R)^2}}} \cdot \frac{mB}{Pa} \quad (5.5)$$

Микрофон сезгирлиги частотага боғлиқ бўлмаслиги учун қуйидаги иккита шарт бажарилиши керак:

1. $R \gg \frac{1}{\omega C_0}$
2. $\omega_0 \gg \omega$

Бу шартлар бажарилганда микрофон сезгирлиги

$$E = \frac{10^{-5} U_0 S - c}{d}, \frac{\text{мВ}}{\text{Па}} \quad (5.6)$$

c — мембрана эгилувчанлиги.

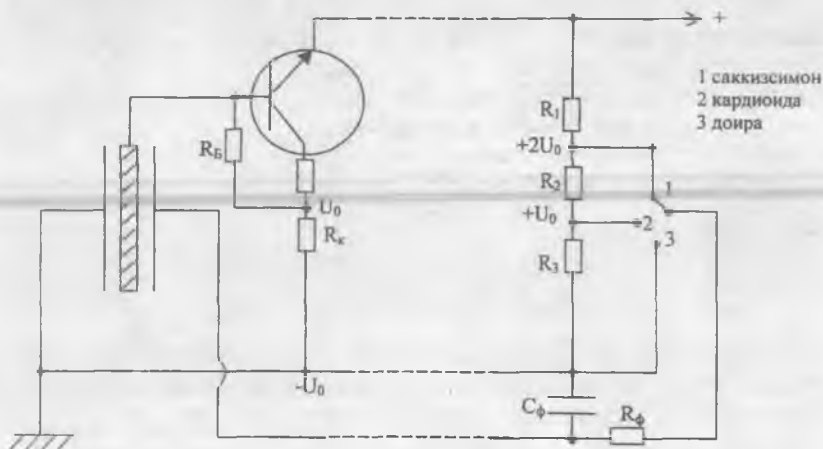
Биринчи шарт частота диапазонининг пастки чегарасида бажарилиши қийин. Агарда пастки чегара частотаси $\omega_n = \frac{1}{R_{\text{ю}} C_0}$

деб олинса, бу частотада сезгирлик ўрта частоталардагига нисбатан 3 дБ га пасаяди. Микрофоннинг сизими C_0 кичик бўлганлиги туфайли $R_{\text{ю}}$ жуда катта бўлади, Масалан, $C_0 = 100 \text{ пФ}$ ва $f = 50 \text{ Гц}$ бўлганда, $R_{\text{ю}} = 30 \text{ МОм}$ га тенг. $R_{\text{ю}}$ нинг бундай катта қийматга эга бўлиши микрофоннинг хусусий шовқин сатҳи катта бўлишига олиб келади. Иккинчи шарт бажарилиши учун тебраниш тизимининг хусусий резонанс частотаси жуда юқори бўлиши талаб этилади. Қўзғалувчан тизимнинг массасини камайтириш мақсадида у жуда юпқа ($20 + 25 \text{ мкм}$) дюралюминий фольгасидан тайёрланади ёки молекуляр тилла пуркалган юқориполимерли органик плёнка ишлатилади. Микрофон шахсий резонанс частотасини мембранани таранг тортиш ҳисобига ошириш мумкин. Аммо, мембрана юпқа ($20 - 25 \text{ мкм}$) дюралюминий фольгасидан ёки молекуляр тилла пуркалган юқориполимерли органик плёнкадан тайёрланганлиги туфайли **биринчидан**, уни таранглиги чекланган. **Иккинчидан**, мембрана таранглиги ошиши унинг эгилувчанлиги камайишига сабаб бўлади.

Бу, микрофон сезгирлигини пасайтиради. Бундай қарама — қаршилик конденсаторли микрофон конструкциясида муросали ҳал этилади. Талаб этилаётган кичик букилувчанлик ҳаво ҳажмининг қайишқоқлиги ҳисобига эришилади. Одатда конденсаторли микрофон ҳаво ҳажми берк бўлади, аммо ташки атмосфера босими тирқиш d га таъсир қилмайди (шу жумладан микрофон сезгирлигига), бу ҳажм ташқи муҳит билан қўзғолмас электроддаги капилляр каналлар орқали боғланган. Конденсаторли микрофоннинг кичик сезгирлиги, юқори хусусий шовқин сатҳига учун тўғри келмайди. Сезгирликни ошириш мақсадида қўзғалмас (статик) электродда тароқсимон кесимлар қилинади. Шу йўл билан сизимни ўзгартирмай мембрана ости ҳажми

10 мартагача ошириш мумкин, бу микрофон сезgirлигини 20 дБ гача ошириш демакдир.

Конденсаторли микрофонлар ўзининг сифат параметрлари билан энг яхши, частота характеристикаси текис микрофон ҳисобланади. Аммо конструкцiяси анча мураккаб ва таннарни қиммат. Яна бир камчилиги, алоҳида таъминот манбаи кераклигида ва шу боис қўлланилиши чекланган. Конденсаторли микрофонлар босим, босим градиентини қабул қилгич ва комбинацияланган турларида ишлаб чиқилади. Комбинацияланган конденсаторли микрофон схемаси 5.5 – расмда берилган.



5.5 – расм. Комбинацияланган конденсаторли микрофон

Биз мавжуд қўмирли, тасмали, пьезоэлектрик микрофонлар, электроакустик ва механик комбинацияланган микрофонларнинг конструктив тузилиши ва ишлаш принципларини кўриб чиқаолмадик.

Хулоса

1. Микрофон – босим қабул қилгичнинг акустик сезgirлиги $F/p = (1+2) S$ га тенг ва деярлик текис.
2. 10кГц ва ундан юқори частоталарда тўлқин узунлиги микрофон ўлчами билан тенглашиб товуш майдони бузилишига олиб келади.
3. Микрофон сезgirлигининг товуш қабул қилиш частота полоса – ларида нотекислиги нисбатан катта, 6–8 дБ.
4. Конденсаторли микрофоннинг ўлчами кичик бўлишига қарамай, алоҳида таъминот манбаи бўлишиги уни кенг қўлланилишини чеклайди.
5. Конструктив тузилиши ва ишлаш принципи таҳлил этилмаган

тасмали ва пьезоэлектрик микрофонларнинг бир қатор афзалликлари билан бирга камчиликлари ҳам мавжуд, масалан;

- а) тасмали микрофоннинг сезгирлиги жуда юқори ва қабул частота диапазонида текис, аммо у фақат берк хоналардагина ишлатишга мулжалланган, «елвизак» дан тасма узилиши мумкин;
- б) пьезомикрофонлар эса асосан нутқ эшиттиришлари учун мулжалланган.

Текшириш учун саволлар

1. Коңденсаторли микрофон қандай ўзгартиргич турига киради? Унинг конструктив тузилишини тушунтиринг.
2. Коңденсаторли микрофон сезгирлиги формуласини ёзинг ва унинг частотадан ўзгармаслик шартларини айтинг.
3. Микрофоннинг юклама қаршилиги нима сабабдан катта ва у қандай камчиликларга олиб келади?
4. Микрофон сезгирлигини оширишнинг қандай усулларини биласиз?

170927 ZAL1

6 – мавзу. Радиокарнайлар

6.1. Радиокарнайларнинг техник характеристикалари

Радиокарнайлар — электр тебранишларни акустик тебранишларга айлантирадиган ўзгартиргич. Радиокарнайларнинг кўп турларида электр энергияси акустик энергияга ўзгартирилади. Реле принципига асосланган, шундай радиокарнайлар тури борки, (масалан, пневматик радиокарнайлар) уларда акустик ёки механик тебранишлар таъсирида ҳаво оқимининг доимий энергияси акустик энергияга ўзгартирилади.

Радиокарнайларнинг ишлаши қуйидаги техник кўрсаткичлар билан баҳоланади.

Номинал қувват $P_{ном}$ — механик ва иссиқлик чиқарилмиги ва берилган қийматидан катта бўлган ночизиқли бузилишлар билан чекланган радиокарнай киришига бериладиган максимал электр қувват. У, одатда, радиокарнай паспортидаги қийматидан кичик. Бундай қувват таъсирида радиокарнай узоқ вақт ишлаганда ишдан чиқмаслиги керак.

Товуш босими бўйича радиокарнайнинг частота характеристикаси — эркин майдонда радиокарнайнинг ишчи марказидан маълум масофадаги нуқтада ривожлантираётган товуш босимининг частотага боғлиқлиги.

Ишчи марказ — нурлаткичнинг нурланиш тирқиши геометрик симметрия маркази. Радиокарнайларнинг акустик ўқи, одатда, геометрик симметрия ўқи билан мос. Ишчи марказда нурланиш максимал қийматга эга. Мураккаб нурлаткичлар учун ишчи марказ унинг характеристикасида кўрсатилади. Радиокарнайнинг эффе́ктив эшитириш частота диапазони ва характеристикасининг нотекислиги ишчи ўқида ўлчанган амплитуда — частота характеристикаси бўйича аниқланади.

Ўртача товуш босими $P_{урт}$ — эркин майдонда берилган нуқтада, маълум частота диапазонида радиокарнай ривожлантираётган товуш босимининг ўртача квадрат қиймати.

Ўртача стандарт товуш босими $P_{ст}$ — ишчи ўқи марказидан 1 м масофада радиокарнай киришига 0,1 Вт қувватга тенг кучланиш берилганда, номинал частота диапазонида радиокарнай ривожлантираётган ўртача товуш босими.

Характеристик сезгирлиги E_x — ишчи марказидан 1 м масофада радиокарнай киришига 1,0 Вт қувватга тенг кучланиш берилганда, номинал частота диапазонида радиокарнай ривожлантираётган ўртача товуш босими $P_{урт}$ нинг радиокарнай киришига берилаётган электр қуввати $P_{эл}$ нинг илдиз ости нисбатига тенг.

$$E_x = P_{урт} / \sqrt{P_{эл}} = P_{ном} / \sqrt{P_{ном}} = P_{урт} / \sqrt{0,1}, \frac{Pa}{\sqrt{B_r}} \quad (6.1)$$

Характеристик сезгирлик билан ўртача стандарт товуш босими тугридан — тугри боғланган:

$$P_{см} = E_x \sqrt{0,1} \quad (6.2)$$

Кириш қаршилиги — $z_{кир}$ частотага боғлиқ бўлганлиги учун маълумотномаларда номинал электр қаршилиқ берилади.

Йўналганлик характеристикаси — эркин майдонда ишчи марказидан бир хил масофадаги нуқтада радиокарнай ривожлантираётган товуш босими P_0 нинг, радиокарнай ишчи ўқи ва унга йўналтирилган бур — чагига боғлиқлиги. Одатда, бу характеристика ишчи ўқи товуш боси — мига нисбати билан меъёрланади

$$D(\theta) = \frac{P_\theta}{P_{ўқи}} \quad (6.3)$$

Ночизиқли бузилишлар коэффиценти — берилган частоталарда ра — диокарнай киришига номинал қувватига мос синусоидал кучланиш бериб ўлчанади.

Фойдали иш коэффиценти — радиокарнай нурлатаётган акустик қувват P_a ни киришига берилган электр қуввати P_3 нисбатига тенг:

$$\eta = \frac{P_a}{P_3} \quad (6.4)$$

Ўқи бўйича сезгирлиги қуйидагича ифодаланади:

$$E_{ўқи} = \frac{P_l}{U} = \frac{P_l}{v_m} \cdot \frac{v_m}{F} \cdot \frac{F}{i} \cdot \frac{i}{U} \quad (6.5)$$

бу ерда

P_l / v_m — акустик сезгирлик;

$v_m / F = 1 / z_m$ — механик сезгирлик;

$F / i = K_{эмб}$ — электромеханик боғланиш коэффиценти;

$i / U = z_{эк}$ — электр характеристикаси;

Z_M — қўзғалиш тизимининг тўла механик қаршилиги;
 P_t — радиокарнайдан 1 м масофадаги товуш босими;
 U — радиокарнайга берилаётган кучланиш.

Радиокарнайлар энергияни ўзгартириш принципи бўйича: электродинамик, электростатик ва релелиарга бўлинади.

Турлари бўйича: диффузорли, рупорли ҳамда якка турдаги ва гуруҳли радиокарнайларга бўлинади. Электростатик ўзгартириш тури бўйича: конденсаторли, электретли ва пьезорадиокарнайларга бўли — нади.

Релели турига пневматик радиокарнайлар киради.

6.2. Диффузорли радиокарнайлар

Диффузорли радиокарнайлардаги механик ҳаракатланувчан ти — зим — диафрагма механик тебранишларни акустик тебранишларга ўзгартириб товушни атроф муҳитга нурлатиш вазифасини утайди. Шунинг учун диафрагмани диффузор, яъни сочувчи деб атайдилар, радиокарнайни эса бевосита нурлатувчи радиокарнай деб атайдилар. Диффузор мураккаб шаклга эга бўлгани учун, уни поршень каби тебранаётган ясси диафрагмага ўхшатиш мумкин, бундай ўхшашликка диффузорни радиокарнай гилофига мос равишда бириктириш билан эришилади: биринчидан, диффузор эгилувчан бўлиши, иккинчидан, акустик ўқи бўйлаб тебраниши керак.

Товуш тўлқинларининг нурланиш жараёни содда: диафрагма ўзининг тебранишида унга бевосита ёндошган муҳит заррачала — рини тебратиб унда ўзгарувчан сиқилиш ва сийраклашиш ҳосил ки — либ муҳитнинг қўшни қатламига узатади, натижада товуш тезлигида ҳаракатланаётган тўлқин пайдо бўлади. Газсимон (ва суюқ) муҳит уз — луксизлиги принципида диафрагманинг тебраниш тезлиги v_d ва унга ёндошган муҳит заррачалари тезлиги v_m бир хил бўлиши керак, яъни $v_d = v_m$. Диафрагма тебранишига муҳит қаршилиқ кўрсатади. Бу қаршилиқ нурланиш ($Z_{нур}$) қаршилиги деб аталади. Нурланиш қаршилиги диафрагманинг механик $Z_{м,д}$ қаршилигига қўшилади, яъни

$$\frac{F}{v_m} = Z_{м,д} + Z_{нур} = Z_{\sigma} \quad (6.6)$$

аниқланади.

Нурланиш қаршилиги аслида муҳит билан радиокарнай нурлатгич юзаси туташган жойдаги товуш тўлқинининг акустик қаршилигидир

$$Z_{нур} = \delta_{аи} S = R_{нур} + jX_{нур}, \quad (6.7)$$

бунда S — нурлатгич юзаси, $\delta_{аи}$ — нурлатгич яқинидаги муҳитнинг уртача солиштира акустик қаршилиги. Тўла нурланиш қуввати

$$P_{\text{нур}} = v_{\text{д}}^2 \cdot z_{\text{нур}} \quad (6.8)$$

Умумий ҳолда нурланиш қуввати, актив — чексизликка кетувчи энергия қуввати ва реактив — товуш майдонида ҳосил бўлиб энергия захирасини белгиловчи таркиблардан иборат.

Нурланиш қаршилигининг реактив ташкил этувчиси инерцион (кири — тилган) қаршилиқ $\omega m_{\text{кур}}$ дир, бошқача қилиб айтганда, киритилган ҳаво массаси қаршилиги $m_{\text{кир}}$ дир:

$$m_{\text{кур}} = \rho SR / \left(\frac{\omega^2 R^2}{c^2} + 1 \right) \quad (6.9)$$

Нурлатгичнинг массаси шу қийматга ошгандек бўлади ва шунинг учун уни бирга қўзғалувчи масса дейдилар.

Кейинги мавзуда динамикли радиокарнайнинг конструктив тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиб чиқамиз.

Хулоса

1. Радиокарнайлар электр тебранишларни акустик тебранишларга айлантирадиган ўзгартиргич — двигатель.
2. Радиокарнайларнинг техник параметрлари давлат стандарти билан белгиланади.
3. Радиокарнайлар энергияни ўзгартириш принципи бўйича: электродинамикли, электростатик, релели, конденсаторли, пьезорадиокарнайларга бўлинади, турлари бўйича: диффузорли, рупорли, якка турдаги ва гуруҳлиларга бўлинади.

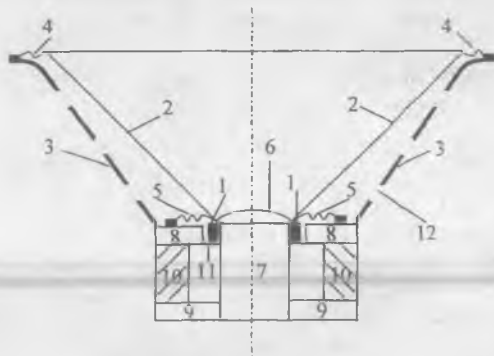
Текшириш учун саволлар

1. Радиокарнайларнинг техник параметрларини айтинг.
2. Радиокарнайларнинг кириш қаршилиги қандай аниқланади?
3. Нима учун радиокарнай ишчи марказида нурланиш максимал қийматга эга?
4. Диффузорнинг мембранадан фарқи нима?

7 – мавзу. Диффузорли электродинамик радиокарнайлар

7.1. Тузилиши ва ишлаш принципи

Диффузорли электродинамик радиокарнайнинг тузилиши
7.1 – расмда келтирилган.



7.1 – расм. Диффузорли электродинамик радиокарнай

1 – товуш ғалтаги; 2 – диффузор; 3 – диффузор ушлагич қобик;
4 – гофрировкаланган илгич; 5 – гофрировкаланган марказлаштирувчи шайба;
6 – қуббасимон қалпоқ; 7 – магнит ўзаги; 8,9 – пастки ва юқори гардиш –
лар; 10 – магнитлар, 11 – ҳалқасимон тирқиш; 12 – орқа томонга нурлатиш учун
тирқиш.

Диффузорли электродинамик радиокарнайнинг ишлаш принципи, динамикли микрофон ишлаш принципига ўхшаш. Магнит ўзак [7] ва юқори гардиш [8] орасида ҳалқасимон тирқиш [11] бўлиб, унда эркин қўзғолувчи товуш ғалтаги [1] жойлаштирилган. Радиал магнит майдо – нида жойлашган симли ғалтак [1] дан ўзгарувчан ток ўтказилганда таъсир куч $F = B \ell i$ га тенг, бунда B – тирқишдаги индукция; ℓ – ғалтак сими узунлиги.

Бу куч товуш ғалтаги [1] нинг бир учи қобик [3] нинг ташқи чекка [4] ларига гофрировкаланган илгич билан, иккинчи учи гофри – ровкаланган марказлаштирувчи «шайба» [5] билан юқори гардиш [8]га қаттиқ бириктирилган диффузор [2] ни ҳаракатга келтиради. Бунинг натижасида диффузор бир эркинлик даражасидаги поршень нурлатгич каби ўқи бўйича тебранади. Ҳалқасимон узгармас магнит [10], юқори, пастки гардишлар [8,9] ва магнит ўзаги [7] орасида маг – нит занжири билан пайдо бўлади. Товуш ғалтаги ва мустаҳкамловчи мосламалардан иборат қўзғолувчи механик тизим, паст ва ўрта час –

тоталарда бир бутун тебраниш тизими деб кўрилиши мумкин яъни барча тебраниш тизими массалари m , бирга қўзғолувчи масса $m_{\text{квр}}$, учта кетма-кет уланган эгилувчанлик (илмоқ эгилувчанлиги C_1 , гофрировкаланган марказлаштирувчи шайба эгилувчанлиги C_2 , ва ҳаво эгилувчанлиги C_3); учта актив қаршилик (ғалтакнинг тирқишдаги ҳавога ишқаланиш қаршилиги r_1 , марказлаштирувчи шайба, илгич ва диффузордаги механик йўқолишлар қаршилиги r_2 ҳамда нурланиш қаршилиги $r_{\text{нур}}$) лардан иборат оддий тебраниш тизими деб ҳисоблаш мумкин.

Бу ҳолда механик қаршилик

$$z_m = (r_1 + r_2 + r_{\text{нур}}) + ja(m_a + m_{\text{квр}}) + \frac{1}{j\omega} \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) = r_m + ja\omega m + \frac{1}{ja\omega C_m} \quad (7.1)$$

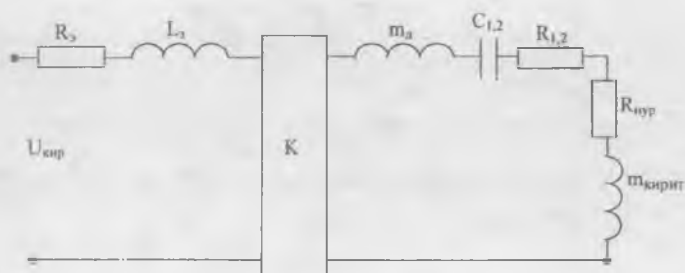
Диффузор мембрана каби букилмаслиги учун унга махсус шакл берилади. Диффузор бикирлигини ошириш мақсадида у доирасимон ёки эллиптик конус шаклида ясалади. Шунга қарамасдан юқори час-тоталарда диффузор мембрана каби тебранади, яъни тўлқин диффузор марказидан унинг четига томон тарқалади.

Шунинг учун механик тебраниш тизимини паст ва ўрта частота-лар учун параметрлари мужассамланган тизим сифатида ва юқори частоталар учун параметрлари тарқоқ тизим сифатида алоҳида-алоҳида кўриш лозим.

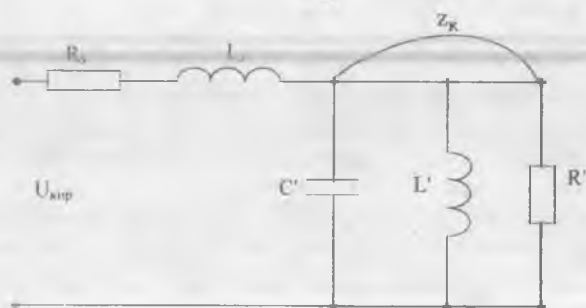
Радиокарнайнинг кириш электр кириш қаршилиги $z_{\text{ЭК}}$ ғалтакнинг хусусий z_r ва киритилган қаршилик $z_{\text{квр}}$ лар йиғиндиси билан аниқланади, яъни

$$z_{\text{ЭК}} = z_r + z_{\text{квр}} \quad (7.2)$$

Радиокарнайнинг хусусий қаршилиги ғалтакнинг актив R_3 ва ин-дуктив L_3 қаршиликларидан иборат. Киритилган қаршилик эса тўла механик қаршилик z_m ва электромеханик боғланиш коэффициенти $K_{\text{Э.М.Б}} = V \ell$ билан аниқланади. 7.2 — расмда диффузорли электродина-мик радиокарнайнинг кириш қаршилиги схемалари келтирилган.



а)



б)

а) электромеханик аналог схемаси; б) электр эквивалент схемаси

7.2 — расм. Диффузорли электродинамик радиокарнайнинг кириш қаршиликлари схемалари

7.2 б — расмдан киритилган қаршилик

$$z_{китр} = B^2 \ell'^2 / z_{\text{в}} = B^2 \ell'^2 / (r_{\text{в}} + j\omega m + \frac{1}{j\omega C_{\text{в}}}) \quad (7.3)$$

Киритилган қаршиликни киритилган ўтказувчанлик билан алмаштирамиз:

$$\frac{1}{z_{\text{кур}}} = Y_{\text{кур}} = \frac{r_m}{B^2 \ell^2} + \frac{j\omega m}{B^2 \ell^2} + \frac{1}{j\omega C_m B^2 \ell^2} \quad (7.4)$$

Қуйидаги белгиланишни киритамиз:

$$R = B^2 \ell^2 / r_m; \quad C' = m / B^2 \ell^2 \quad \text{ва} \quad L' = C_m B^2 \ell^2 \quad (7.5)$$

Бу ҳолда, умумий ўтказувчанлик

$$Y_{\text{кур}} = \frac{1}{R} + j\omega C' + \frac{1}{j\omega L'} \quad (7.6)$$

Учта ўтказувчанлик R , C' ва L' параллел уланган. Шунини айтиб ўтиш керакки, электр эквивалент схемада инерцион қаршилик сизим эквивалентига мос, эгилувчанлик қаршилиги индуктив эквивалентига мос.

Механик тебраниш тизимининг механик резонанс частотаси параллел контур элементлари билан аниқланади, яъни $\omega_m = 1/\sqrt{mC_m} = 1/\sqrt{L'C'}$. Бу частотада радиокарнай кириш қаршилиги максимум қийматга эга ва ғалтакнинг актив ва киритилган қаршиликлари йириндисига тенг

$$R_{\text{кур, max}} = R_2 + B^2 \ell^2 / r_m \quad (7.7)$$

Механик резонанс частотасидан паст частоталарда кириш қаршилиги ғалтакнинг актив қаршилиги қийматигача камаяди, (8.3-расм), ундан юқори частоталарда эса (150–400 Гц) кетма-кет элементлар C' L_3 резонанси

$$\omega_{3, m} = 1/\sqrt{L_3 C'} \quad \text{га тенг,} \quad (7.8)$$

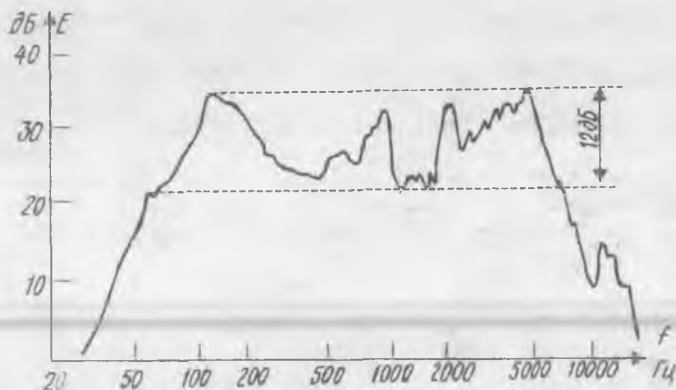
бу электромеханик резонанс частотаси деъйлади. Электромеханик резонанс частотасида радиокарнайнинг кириш қаршилиги минимал қийматга эга бўлиб, у ғалтакнинг шахсий қаршилиги R_3 билан аниқланади.

Электромеханик частотасидан юқори частоталарда L_3 ошиши хи-собига тула кириш қаршилиги ошади (8.3.1-расм).

Расмдан кўриниб турибдики, механик резонанс радиокарнай сез-гирлиги ночизиклигини оширади, механик резонансдан пастки частоталарда эса унинг сезгирлиги кескин пасаяди.

Радиоканай сезгирлиги кўзғолувчи тизим массасига боғлиқ булганлиги туфайли механик резонанс частотасини пасайтириш учун диффузорнинг эгилувчанлигини ошириш зарур. Бу йўл билан сезгирликни ошириш диффузор тебранишидаги барқарорликнинг бузилиши билан чекланади. Демак, сигнали узатиш пастки частота диапазони 50–60 Гц дан пастда булмас экан, купчилик холларда бу кўрсаткич 70–80 Гц ни ташкил этади.

7.3 — расмда диффузорли электроди мик радиокарнайнинг сезгирлиги частота характеристикаси келтирилган. Юқори частоталарда диффузор бир бутун мембранадек тебранганда сезгирлик характери — стикасида жуда кўп чўққи ва чўкмалар пайдо бўлади.



7.3 — расм. Диффузорли электродинамик радиокарнайнинг сезгирлиги частота характеристикаси.

Инсоннинг эшитиш аъзоси катта инерционликка эга бўлганлиги туфайлигина бу чўққи ва чўкмаларни сезмайди. Юқори частоталарда радиокарнай сезгирлигини товуш галтаги индуктивлигини камайтириш йўли билан, масалан Фуко тоқлари ёрдамида ошириш мумкин. Бунинг учун магнит ўзакка ҳалқасимон кесилган қалпоқча кийгизилади.

Хулоса

1. Радиокарнайларнинг магнит тизими юқори коэрцитивли ўзгармас магнитдан цилиндрик шаклда тайёрланади. Магнит ўтказувчи қисмлар ўзак, пастки ва юқори гардишлардан иборат.
2. Радиокарнайнинг сезгирлиги магнит ўтказувчининг кимёвий софлигига ва диффузор юзасига, унинг эгилиувчанлигига боғлиқ.
3. Параметрик бузилишлар содир бўлмаслиги мақсадида радиокарнай гилофи конуссимон шаклда ясалади. Шу билан бирга марказлаштирувчи шайбанинг аҳамияти нихоятда катта.
4. Радиокарнай тўла кириш қаршилиги модули частота характеристикасини таҳлил этиш учун

электромеханик ва электр эквивалент схемаларидан фойдаланилади. Унинг характеристикаси бир уркакчи эгри чизиқ кўринишида бўлади.

5.Радиокарнайнинг механик резонанси унинг сезгирлиги частота хара-
ктеристикаси нотекислигини оширади.

Текшириш учун саволлар

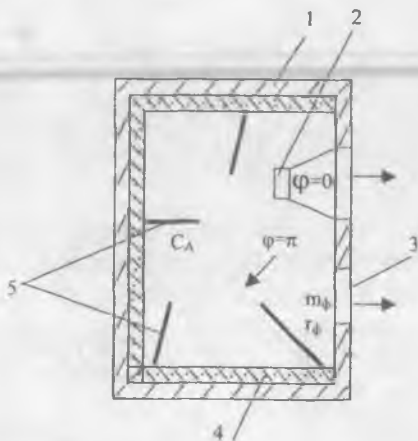
- 1.Диффузорли радиокарнайнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
- 2.Радиокарнайнинг сезгирлиги қандай параметрларга боғлиқ?
- 3.Марказлаштирувчи шайба қандай вазифани бажаради?
- 4.Радиокарнайнинг электромеханик ва электр эквивалент схемалари нима мақсадда тузилади?

8 – мавзу. Фазоинвертор

8.1. Туғри нурлатувчи радиокарнайлар сифатини яхшилаш усуллари

Пастки частоталарда – радиокарнай сезгирлигини фазоинвертор ёрдамида ошириш мумкин.

Фазоинвертор 8.1 – расм, махсус ўлчамли қути [1] бўлиб, унга радиокарнай [2] ўрнатилган, қутининг олд томонида радиокарнай юзасига тенг тешиги [3] бор, нурлатгичнинг орқа томонга нурлатаётган тўлқинлари ташқарига шу тешиқдан чиқади. Қутининг ҳажми ва тешиги параллел уланган қути эгилувчанлиги C_k , массаси m_ϕ ва қаршилик r_ϕ дан иборат резонаторни ташкил этади, 8.2a – расм.



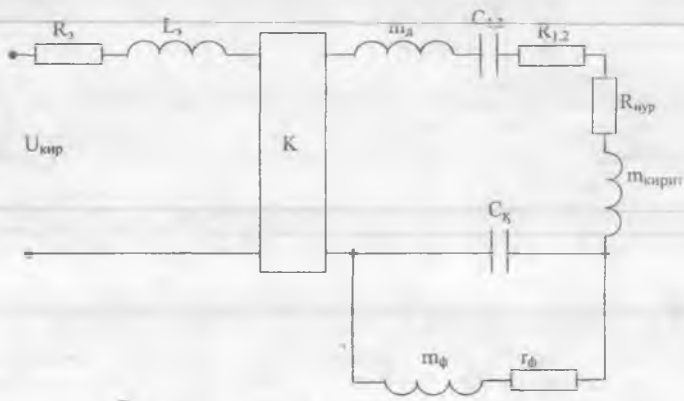
8.1 – расм. Фазоинвертордаги радиокарнай.

- 1 – қути; 2 – радиокарнай; 3 – инвертор тирқиши;
4 – товуш сундирувчи материаллардан ички қоплама;
5 – тўсиқлар.

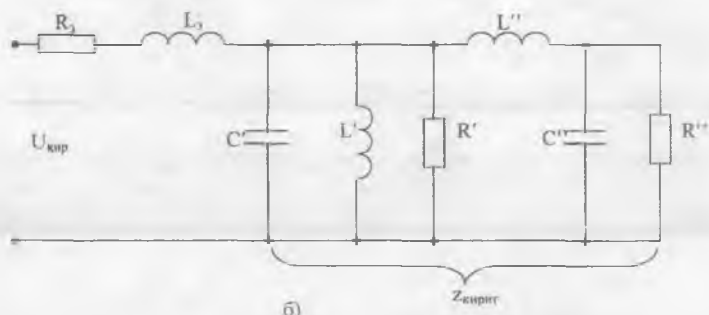
m_ϕ масса ташқи муҳит билан биргаликда тебранаётган қути тешигидаги ҳаво массасига тенг, r_ϕ актив қаршилик эса, ҳаво массасини қути тешиги деворларига ишқаланишидаги йўқолишни ва нурланиш қаршилигини ўз ичига олади.

Қутининг ички деворлари сундирувчи материаллар билан қопланади. Радиокарнай олд нурланиш фазасини фазоинвертор тирқишидан чиқаётган нурлатиш фазасига мослаш мақсадида қути деворларига махсус тўсиқлар ўрнатилади. Бундай резонатор частота – сини қўзғалувчи тизимнинг механик резонанси частотаси ω_v га тенг

қилиб танлайдилар. Натижада иккита, кетма-кет резонансли ($m_A + m_{кир}$); $C_{1,2}$; $(r_{1,2} + R_{нур})$ ва параллел C_K , m_ϕ , r_ϕ элементларидан иборат механик резонанс тизимига эга бўламиз (8.2 а-расм).



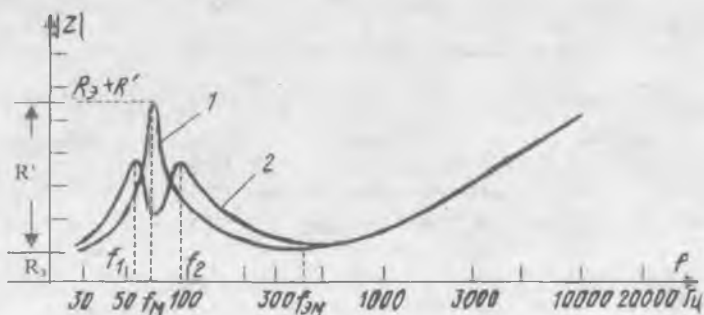
а)



б)

8.2 – расм. Фазоинвертордаги радиокарнайнинг кириш қаршилиги схемаси а) электромеханик аналог схемаси; б) элетр эквивалент схемаси.

8.2 б - расмда радиокарнай электр кириш қисмига келтирилган эквивалент схема берилган. Бу схемани 7.2 б - расм билан солиштирганда қўшимча $L'' = B^2 \ell^2 C_K$; $C'' = m_\phi / B^2 \ell^2$ ва $R''_\phi = B^2 \ell^2 / r_\phi$ звенолар пайдо бўлганлигини кураимиз. 8.3-расмда фазоинверторсиз ва фазоинвертордаги электродинамик радиокарнай тўла кириш қаршилиги модули частота характеристикалари келтирилган.



1 — фазаинверторсиз; 2 — фазаинверторда

8.3 — расм. Радиокарнайнинг тўла кириш қаршилиги модулининг частота характеристикаси

Радиокарнай фазаинверторга жойлаштирилганда унинг тўла кириш қаршилиги модули частота характеристикаси икки урқачли эгри чи — зиқ кўринишида бўлади, яъни радиокарнай механик частота резонансидан пастда f_1 ва ундан юқори f_2 частоталарда иккита максимум чўққи ҳосил бўлади. Шунинг учун радиокарнай кириш қаршилиги механик резонансда чўкма ва ундан паст ва юқори частоталарда эса иккита максимум (чўққи) бўлади, 8.3 — расмдаги 2 эгри чизик.

Пастки $f_1 < f_M$ резонанс қўзғолувчи тизимнинг $C_{1,2}$ эгилувчанлиги ва m_f массаси билан, юқори $f_2 > f_M$ — эса, қўзғолувчи тизимнинг барча массаси m ва қутидаги ҳаво эгилувчанлиги C_k билан аниқланади. Резонанснинг f_1 частотада пайдо бўлиши узатиш диапозони пастки чегарасини бирмумча кенгайтиради. Бундан ташқари, f_2 резонанс частотада қути тешигидаги тебраниш фазаси қути юзасидаги диффузор тебраниши фазаси билан мос бўлади, яъни инвертор фазани 180° буради, диффузорнинг олд ва орқа томонларидаги нурланувчи тўлқин фазалари 180° га фарқланади. Бунинг натижасида диффузорнинг орқа томонга нурланиши олд нурланишига қушилади. Механик частота резонансда инвертор фазани фақат 90° буради, шунинг учун орқа томонга нурланиши олд томон нурланишига озроқ қушилади, f_1 частотада эса умуман қушилмайди. Шунинг учун фазаинвертор радиокарнай сезгирлигини механик резонансдан юқори частоталарда оширади.

Диффузорли радиокарнайларнинг йўналганлик диаграммаси у жойлашган экран ёки қути ўлчамларига боғлиқ бўлган ҳолда нулинчи ёки биринчи тартибдаги поршень нурлатгичлари характеристикалари каби аниқланади.

Диффузорли радиокарнайларнинг фойдали иш коэффициентини механик тизими қаршилиги ҳавонинг акустик қаршилиги билан мос — лашмаганлиги туфайли жуда кичик, $\eta=0,3\pm 0,7\%$ ҳолос.

Радиокарнай сезгирлиги частота характеристикаси нотекислигини камайтириш, фойдали иш коэффициенти оширишнинг бирнеча усуллари мавжуд, улардан: икки диффузорли радиокарнай, рупорли конструкция, секцияланган рупор, товуш колонкалари, паст, ўрта ва юқори частота полосали филтрлардан фойдаланиш, товуш галтагини демпферлаш ва бошқа усуллари мавжудки, уларни қўллаш натижасида радиокарнай техник кўрсаткичлари бирмунча яхшиланади.

Хулоса

Радиокарнайларни фазоинверторга ўрнатиш қуйидаги натижа — ларни беради:

1. Фазоинверторнинг тирқиши тўғри ҳисобланса, параллел уланган элементлари C_k , M_ϕ ва G_ϕ ҳисобига радиокарнай тўла кириш қаршилиги модулининг частота характеристикаси, бир урқач — ли эгри чизиқдан амплитудалари пасайган икки урқачли эгри чизиқ кўринишига айланади, натижада радиокарнай сезгирлигининг амплитуда характеристикаси нотекислиги бирмунча камаяди.

2. Радиокарнайнинг механик резонанс частотаси пастки частота диапазони томон бироз — 8-10 Гц га пасаяди, натижада нурлатиш частота диапазони кенгаяди.

3. Фазоинвертордаги радиокарнай орқа томонга нурланиши олд то мон нурланишига қўшилиши натижасида нурланиш тахминан 3дБ га, яъни 1,41 марта ошади.

4. Радиокарнай техник характеристикаларини яхшилашнинг кенг тарқалган усуллари:

икки диффузорли, рупорли, гуруҳли ва ниҳоят паст, ўрта ва юқори частоталарни нурлатишга мўлжалланган алоҳида — алоҳида конст — рукциялардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

5. Кўрилган чора — тадбирлар радиокарнай фойдали иш коэффициентини исгалгандек оширмайди ва сезгирлик частота характе — ристикаси нотекислигини камайтирмайди.

Текшириш учун саволлар

1. Фазоинверторнинг асосий вазифаси нимадан иборат?
2. Фазоинвертор электр эквивалент схемасини чизинг ва тушунтиринг.
3. Фазоинвертор қайси частоталарда радиокарнай сезгирлигини оши — ради?

Ўқувчи, биз юқорида қўйилган «Нима учун товуш эшиттириш электр каналининг бошланғич элементи — микрофон ва охириги элементи радиокарнай, радиоэшиттириш электр канали таркибига кирмади?» деган саволга тўла жавоб олдик. Муаммо — муаммолигича қолди. У ўз ечимини топади, деган умиддамиз.

Мундарижа

Кириш.....	3
1 мавзу. Товуш эшиттиришни шакллантириш.....	4
1.1.Баъзи таърифлар.....	4
1.2.Товуш эшиттиришни шакллантириш.....	5
Хулоса.....	8
Текшириш учун саволлар	8
2-мавзу. Товуш эшиттиришнинг электр канали.....	9
2.1. Асосий таърифлар.....	9
2.2.Товуш эшиттириш каналлари ва трактларининг сифат курсаткичларини мърлаш тамойиллари.....	10
2.3.Чизиқли бузилишлар.....	11
Хулоса	14
Текшириш учун саволлар	15
3 - мавзу. Микрофонлар.....	16
3.1.Умумий тушунчалар, микрофон турлари ва унинг техник характеристикалари.....	16
3.2.Микрофон – механикэлектрик ўзгартиргич.....	18
3.3.Босим қабул қилгич.....	20
Хулоса.....	21
Текшириш учун саволлар	21
4 – мавзу. 4.1.Босим градиентини қабул қилгич.....	22
4.2. Комбинацияланган қабул қилгичлар.....	24
Хулоса.....	26
Текшириш учун саволлар	26
5 – мавзу. 5.1. Электродинамик микрофон.....	27
5.2. Конденсаторли микрофон.....	31
Хулоса.....	33
Текшириш учун саволлар	34
6 – мавзу. Радиокарнайлар.....	35
6.1. Радиокарнайларнинг техник характеристикалари.....	35
6.2.Диффузорли радиокарнайлар	37
Хулоса	38
Текшириш учун саволлар	38
7 – мавзу. 7.1. Диффузорли динамикли радиокарнаи	39
Хулоса.....	43
Текшириш учун саволлар	44
8 –мавзу. Фазоинвертор.....	45
8.1.Туғри нурлатувчи радиокарнайларни сифатини яхшилаш усуллари.....	45
Хулоса.....	48
Текшириш учун саволлар	49
Адабиётлар.....	51

Адабиётлар

1. Радиовещание и электроакустика / Под ред. Ю. Ковалгина. М.: Радио и связь, 1999.
2. ГОСТ 11515–91. Каналы и тракты звукового вещания. Основные параметры качества. Методы измерений. М.: Издательство стандартов, 1991.
3. Акустика. Справочник (А.П. Ефимов, А.В. Никонов, М.А. Сапожков, В.Н. Шоров; Под ред. М.А. Сапожкова). М.: Радио и связь.
4. М.А. Сапожков. Электроакустика. М.: Связь.
5. А.В. Выходец, М.В. Гитлиц, Ю.А. Ковалгин, А.Н. Никонов, В.В. Одицова и др. Радиовещание и электроакустика. Под / ред. М.В. Гитлица/ М.: Радио и связь.
6. М.З. Зупаров. Конспект лекций по «Радиовещанию» для бакалавров по направлениям обучения 5140900, 5522000, 5522100. Т.: 2003.
7. Л.Н. Кропивницкая. Конспект лекции по курсу электроакустика. ТЭИС, 2000.



Муаммоли маърузалар матни

Тузувчи т.ф.н. доцент Зупаров М. ---

Масъул муҳаррир, доцент Гултураев Н.

Муҳаррир Парниева Қ. 1.1

Компьютер терувчи Шёголев О.Г.

Бичими 84x108 1/32
Офсет қоғози. Адади 50 Буюртма №112
ТАТУ босмахонасида чоп этилди.
700084 Тошкент, Амир Темур 108 уй.

O'QUV ZALI

Q'QUV ZALI

1 O'QUV ZALI