

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ ЎЗБЕКИСТОН
МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ
ГУЛИСТОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

ФИЗИКА КАФЕДРАСИ

**«ВАКУУМ ФИЗИКАСИ ВА ТЕХНИКАСИ»
ФАНИДАН ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА**

ГУЛИСТОН - 2020

Р.У.ЭЛМУРОДОВ Н.А.НУРМАТОВ
Н.НОРҚУЛОВ Ғ.Т.РАХМОНОВ

**«ВАКУУМ ФИЗИКАСИ ВА ТЕХНИКАСИ»
ФАНИДАН ЎҚУВ ҚЎЛЛАНМА**

Р.У.ЭЛМУРОДОВ, Ғ.Т.РАХМОНОВ - Гулистон Давлат Университети
доцентлари.

Н.А.Нурматов, Н.Норқулов - Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий
Университети доцентлари

“**Вакуум физикаси ва техникаси**” фанидан ўқув қўлланма - Гулистон.
2020 й. 193 б.

Ушбу ўқув-услубий қўлланма 5140200-физика таълим йўналишида тахсил олаётган талабаларга мўлжалланган. Қўлланмада замонавий педагогик технологиятизимига асосланган ҳолда ўқув мақсадлари аниқланган, мавзу бўйича муаммолар, муҳокама учун саволлар, назорат саволлари, мустақил иш топшириқлари ва фойдаланилган адабиётлар рўйхати берилган.

Ушбу қўлланмада “**Физкавий электроника асослари**” фанининг вакуум ҳосил қилишни назарияси ва технологиялари, ҳамда техникаси ҳақидаги материаллар берилган.

5140200 Физика бакалавриат таълим йўналишида тахсил олаётган талабаларга мўлжалланган ўқув қўлланма Гулистон Давлат Университети Илмий Кенгаши томонидан (– 2020 йил –сонли баённома асосида) нашрга тавсия этилган.

Маъсул муҳаррир:

Тақризчилар:

ф-м.ф.д. проф. Ҳ.Б.Ашуров

ф-м.ф.д. проф. Б.Е.Умирзоқов

ГулДУ

Кириш

Замонавий микроэлектроника, радиоэлектроника, компьютер техникаси, уяли алоқа телефонлари, медицинада қўлланадиган асбоб-ускуналар, турмушдаги маиший техника асбоб-ускуналарда ва бошқа соҳаларда сифатли, чидамли, мустаҳкам ва арзон эҳтиёт қисмларга бўлган талаб ортиб бормокда. Бундай талабларни қондириш учун, турли йўналишларда илмий изланишлар ва тадқиқотлар олиб борилмокда. Бундай изланишларни айниқса, эҳтиёт қисмлар тайёрлашда, ҳар хил чет аралашмаларни камайтириш мақсадида, ҳавоси камайтирилган, сийраклаштирилган, яъни паст босимлар-вакуум ҳосил қилинган шароитларда олиб бориш жуда яхши, самарали натижалар берди. Бу эса, ўз навбатида, махсус катта ҳажмли қурилмаларда паст босимли (юқори вакуумли) шароитларни юзага келтириш ва фойдаланиш масаласини қўйяди. Бу масалани ҳал қилиш учун, вакуум ҳосил қилиш назариясини яхши ўзлаштириш, вакуум техникаси ва технологияларининг пухта ўзлаштиришни талаб қилади. Шу билан бирга, ҳосил қилинган вакуумни ушлаб туриш, сақлаб туриш, ташқи атмосферадан идишлар ёки қурилмалар ичига ҳавони, бошқа газларни сизғиб киришига йўл қўймаслик чоратадбирларини амалга ошириш зарур. Чунки, бу биринчидан, қурилмалар ичига ташқаридан газларни сизғиб кириши натижасида, қурилмалар ичидаги вакуум даражасини кескин пасайтириб юборади. Иккинчидан, қурилмалар ичига сизғиб кириб борган газ молекулалари, вакуум шароитида, тайёрланаётган материалларнинг сирти ва сиртига яқин соҳаларга, кристалл панжарасига, диффузия натижасида кириб бориб, зарарли аралашмаларни ҳосил бўлишига олиб келади. Бу аралашмалар тайёрланаётган материалларнинг сифатини бузади. Бу эса, ўз навбатида, қурилмалар ичида ҳосил қилинган вакуум даражасини доимий назорат қилиб бориш зарурлигини кўрсатади. Бу вазифани вакуумметр деб аталадиган қурилмалар ёрдамида амалга оширилади.

Ушбу қўлланмада вакуум ҳосил қилиш назариясининг элементлари, вакуум техникаси ва технологиялари, вакуумни ўлчаш, вакуумни сақлаш ва назорат қилиш ҳақидаги материаллар баён этилган.

1- Боб. Сийраклаштирилган газларнинг молекуляр-кинетик хоссалари. Вакуум ҳосил қилишнинг асосий назарияси.

1.1. Паст босимларда газ молекулаларининг иссиқлик ўтказувчанлик хоссаларини ўзгариши.

Вакуум яъни, ҳавоси сўрилган, газ молекулалари сийраклаштирилган шароитга эга бўлган ҳолат, ҳажми чекланган махсус идишларда ёки қурилмаларда юзага келтирилади. Вакуум ҳосил қилиш учун, ҳаво сўрадиган насослар, резина ёки металл қувурлар(найлар), қувурларни уловчи мосламалар, очкич ёки ёпкич мосламалардан иборат бўлиб, жуда мустаҳкам, ташқаридан ҳаво ўтказмайдиган, ёпик, берк қурилмалар йиғилади. Қурилмаларда асосий фойдаланиладиган қисм - ишчи камера деб аталади. Ишчи камерага материаллар ўрнатиладиган мосламалар, вакуум даражасини ўлчаш учун ишлатиладиган манометрлар, ишчи камерадаги қолдиқ газ составини аниқлаш учун зарур бўлган масс-спектрометрлар, термопаралар ва бошқа қўшимча асбоб-ускуналар монтаж қилинади, ўрнатилади. Ишчи камера резина ёки металл қувурлар ёрдамида вакуум ҳосил қилувчи насосларга уланиб, берк система ёки вакуум системаси ҳосил қилинади.

Вакуум ҳосил қилиш жараёни, берк система ичидаги газ молекулаларининг молекуляр-кинетик хоссаларига боғлиқ бўлади. Газларнинг молекуляр-кинетик хоссаларини белгиловчи катталикларга, уларнинг массаси, босими, эгаллаган ҳажми, температураси, тезлиги, энергияси, эркин югуриш йўлининг узунлиги, диффузияси, иссиқлик ўтказувчанлик қобиляти, қовушқоқлиги ва бошқа катталиклари киради.

Қурилмалар ичидан ҳаво сўриш бошланиши билан, газ молекулалари сийраклаша бошлайди, қурилма ичидан ташқи атмосферага қараб, газ молекулаларининг оқими юзага келади. Бизга маълумки, суюқлик ва газларнинг оқими турбулент, ламинар (қовушқоқ) ёки молекуляр бўлиши мумкин. Газнинг турбулент оқими катта босимларда ва катта тезликларда кузатилади. Аммо, реал вакуум системаларида у қисқа вақт давомида бўлиб, умумий сўриб олиш муддатининг жуда кичик қисмини ташқил қилади.

Газ босими пасайиши натижасида, газлар молекулаларининг аралашини тўхтаб, оқувчи муҳит бир-бирида турли тезликларда сирғанаётган алоҳида қатламларга ажралади. Газнинг ламинар оқими кузатилади. Бунда ҳали, молекулаларнинг ўртача эркин югуриш йўлининг узунлиги, қувурнинг кўнгдаланг кесим ўлчамларига нисбатан кичик бўлади. Бу газ оқимининг маромида ички ишқаланиш, яъни газнинг қовушқоқлиги ҳал қилувчи

аҳамиятга эга эканлигидан, вакуум техникасида ламинар оқим ёки қовушқоқ оқим деб юритилади.

Газнинг босими янада пасайиб, молекулаларнинг ўртача эркин югуриш йўлининг узунлиги орта бориб, ниҳоят қувурнинг кўндаланг кесим ўлчамлари билан бир тартибда бўлганда, газнинг молекуляр оқими кузатилади. Бунда ички ишқаланишнинг таъсири камаяди, чунки газ молекулалари бир бири билан жуда кам тўқнашади ва асосан, қувурнинг деворлари билан таъсирлашади. Қувурнинг ўлчами ва шакли ўзгармас бўлганда, газ оқимининг қовушқоқ маромдан молекуляр маромга ўтиши фақат қувурдаги газ босимига боғлиқ бўлади.

Газ молекулалари сийраклашган ҳолларда, уларнинг баъзи бир молекуляр-кинетик хоссалари нормал шароитлардагига караганда ўзгаради. Бунда, биринчидан, қурилмалар ичидаги босим камайди, иккинчидан, газ молекулаларининг ўзаро тўқнашиши камайди, учинчидан, молекулаларнинг эркин югуриш йўли узунлиги ортади. Етарлича юқори вакуум ҳосил қилинганда, қолдиқ газ молекулаларининг эркин югуриш йўлининг узунлиги, қурилма ишчи камерасининг ўлчамларидан катта қийматларга эришади. Бундай паст босимларда газ молекулалари деярли ўзаро тўқнашмайди. Газ молекулалари фақат ишчи камера ва қувурлар деворлари билан тўқнашади. Газ молекулаларининг қурилма деворларини иссиқроқ қисмига урилган қисми энергия олади, совуқроқ қисмига урилган қисми энергия беради. Бу жараёнлар натижасида иссиқлик узатиш юзага келади. Одатдаги шароитларда, температура градиенти ҳисобига мавжуд бўлган иссиқлик ўтказувчанлик хоссаси, вакуумда, иссиқлик узатиш тушинчаси билан алмашинади. Одатдаги шароитларда, газларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти босимга боғлиқ бўлмайди. Иссиқлик ўтказувчанлик коэффицентининг ифодаси:

$$\varphi = \frac{1}{3} \rho v \lambda c_v \quad (1)$$

бу ерда, φ - иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, ρ - газларнинг зичлиги, v - молекулаларнинг ўртача квадратик тезлиги, λ - молекулаларнинг эркин югуриш йўли узунлиги, c_v - ўзгармас ҳажмдаги иссиқлик сифими.

Паст босимларда, яъни вакуумда (1) ифода

$$\varphi = \frac{1}{2} \frac{p}{RT} v \lambda c_v d \quad (2)$$

кўринишга келади. Бу ифодадан кўринадикки, вакуум шароитида, газларнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти қурилма ичидаги

босимга пропорционал бўлади. Бу ифодада P - газнинг босими, R - универсал газ доимийси, T - абсолют температура, d - ишчи камера деворлари орасидаги масофа.

Вакуум шароитида, иссиқлик узатиш жараёнини камайиши муҳим аҳамиятга эга бўлади. Чунки, қурилмалар ичида қолган оз миқдордаги газ молекулалари ҳам, етарлича катта миқдордаги иссиқликни узатиши мумкин. Бу эса, паст температурали суюқликларни сақлашда қўлланиладиган Дьюар идишларида ва манометрик лампаларда ўз таъсирини кўрсатади. Дьюар идишларида суюлтирилган азот (температураси $T = -196$ С) ва суюлтирилган гелий (температураси $T = -269$ С) сақланади. Бундай паст температурали идиш деворларига келиб уриладиган молекулалар сони жуда ҳам кам бўлиши лозим. Чунки, ҳар бир молекула идиш деворлари билан тўқнашганда, ўзининг кинетик энергиясини идиш деворларига узатади. Идиш деворлари эса, бу энергияни иссиқлик энергияси кўринишида идиш ичидаги суюқликка узатади. Натижада, идиш ичидаги паст температурали суюқ азот ёки гелий жуда тез буғланади, исроф бўлади. Шунинг учун, Дьюар идишининг асосий корпуси билан, паст температурали суюқ азот ёки гелий сақланадиган ички корпуси орасида ҳаво молекулалари жуда ҳам кам бўлиши керак, яъни юқори вакуум бўлиши керак. Шунда иссиқлик узатиш ҳам кескин камаяди.

Қурилмалар ичидаги вакуумни ўлчашда иссиқлик манометрларидан фойдаланилади. Бу манометрнинг ишлаш принципи, вакуум олинадиган қурилмалар ичидаги босимни ўлчаш, иссиқлик ўтказувчанликни босимга боғлигига асосланади.

1.2. Паст босимларда газ молекулаларининг оқиши

Газ молекулалари нормал шароитда, тартибсиз, хаотик ҳаракатда бўлади. Газ молекулаларининг ўзаро таъсири, молекулалар бир – бири билан ёки ички деворлари билан тўқнашганда юзага келади.

Босим ўзгариши билан, яъни қурилмалар ичида вакуум ҳосил қилиш бошланиши билан, молекулаларнинг оқими юзага келади. Оқим пайдо бўлиши билан, газ молекулаларининг хаотик ҳаракати, нисбатан тартибли ҳаракатга айланади. Газ молекулаларининг оқими турбулент, ламинар ва молекуляр оқимларга бўлинади. Нормал шароитлардаги оқим, ламинар оқим бўлади. Бу ҳолда, асосан, газ молекулаларининг ўзаро тўқнашиши устун бўлади. Паст босимлар ҳосил қилинганда, яъни вакуум ҳосил қилинганда, қурилмалар ичида газ молекулаларининг ўзаро тўқнашиши жуда кам бўлиб, асосий тўқнашишлар қурилмаларнинг ички деворлари билан бўлади. Бундай шароитларда юзага келган оқим, молекуляр оқим

бўлади. Вакуум ҳосил қилишнинг дастлабки боскичида, ламинар оқим аста – секин, вақт ўтиши билан, молекуляр оқимга айланади.

Молекулалар орасида тўқнашувлар бўлмаганда, ҳавоси сўрилаётган қурилмалар ичидан, газ молекулаларининг ташқарига оқиши, биринчи қарашда, қурилмалар ичидаги турли қисмларда газнинг босимлар фарқига боғлиқ эмасдек туюлади. Ҳақиқатан ҳам, қурилманинг бирор деворидан иккинчи деворига эркин учиб ўтиб тўқнашувчи молекула, бошқа молекулалар томонидан ҳеч қандай таъсирга дуч келмайди Шунинг учун, қурилманинг бирор қисмида газ молекулаларининг зичлиги (ҳажм бирлигидаги молекулалар сони) ўзгармаслиги керак эди. Бошқача қилиб айтганда, қурилмалар ичидаги босимнинг ўзгаришидан молекулаларнинг ҳаракат йўналиши ўзгармаслиги керак эди. Бирок, тажирбаларнинг кўрсатишича, молекуляр оқимда ҳам, газ молекулаларининг хаотик ҳаракати сақланиб қолар экан. Шу сабабли, молекулаларнинг маълум бир қисми оқимга тескари йўналишда ҳаракатланиши мумкин деган хулоса келиб чиқади. Бу эса, ўз навбатида молекуляр оқимда ҳам, қурилмалар ичида босимлар фарқи бор деб фараз қилиш мумкинлигини кўрсатади. Шу фараз асосида, қурилмаларнинг бир қисмидан иккинчи қисмига оқиб ўтувчи газ массасининг миқдорини ва оқим катталигини аниқлаш мумкин. Қурилманинг бир қисмидан иккинчи қисмига S – юзали сирт (тирқиш) орқали вақт бирлиги ичида оқиб ўтувчи газ молекулаларининг сони ҳисобланганда

$$N = \frac{1}{4} \vec{g} \frac{\Delta P}{kT} S \quad (1)$$

ифода келиб чиқади. Бунда \vec{g} - молекулалар иссиқлик ҳаракатининг ўртача тезлиги, ΔP - қурилма қисмларидаги босимлар фарқи, k - Больцман доимийси, T - абсолют температура, S - тирқиш кўнгаланг кесим юзаси.

Бирлик вақт ичида, тирқишдан оқиб ўтган газнинг массаси:

$$M = mN = \frac{1}{4} \vec{g} \frac{m}{kT} S \Delta P \quad (2)$$

қийматга тенг бўлади. Бунда m – битта молекуланинг массаси.

Қурилманинг тирқишидан вақт бирлиги ичида оқиб ўтаётган газни масса ҳисобида эмас, молекуляр оғирлик ҳисобида ифодаланса,

$$Q = \frac{M}{\mu} = \frac{1}{4} \vec{g} \frac{S}{RT} \Delta P \quad (3)$$

келиб чиқади. Бу ифодадаги \vec{g} - молекулаларнинг иссиқлик ҳаракат ўртача тезлигини $\vec{g} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$ қиймат билан алмаштирилса,

$$Q = \frac{1}{\sqrt{2\pi\mu RT}} S \Delta P \quad (4)$$

ифода келиб чиқади. Бу ифодага кирувчи S ва P катталикларни тажрибалардан аниқлаш мумкин. Бу эса, тажрибалар ёрдамида, вақт бирлиги ичида S –ўлчамли тирқиш орқали оқиб ўтувчи газ миқдорини аниқлаш имконини беради.

Вакуум ҳосил қилинаётганда, қурилмалар ичидаги газ молекулаларининг оқими юзага келади. Бу оқим, турли хил сўрувчи насослар орқали ҳосил қилинади. Бу оқим эса, ўз навбатида насосларнинг баъзи бир характеристикаларига жуда ҳам боғлиқ бўлади. Вакуум ҳосил қилинаётган қурилмалар ичидан ташқарига, газ молекулаларини чиқариб юборишда, насосларнинг асосий характеристикаларидан бири, қурилмалар ичидаги ҳавони сўриш тезлиги ҳисобланади. Насосларнинг сўриш тезлиги (S)– деб, ихтиёрий V –ҳажмдан бирлик вақт ичида сўриб, ташқарига чиқариб ташланган ҳаво оқимига айтилади.

Насосларнинг сўриш тезлиги ўзгармас бўлади. Агар, насос ишга туширилганда, қурилма ичидаги босим P – бўлса, у ҳолда,

$$Q = SP \quad (5)$$

катталик, насоснинг ишлаш унумдорлиги деб аталади. Қурилмалар ичидаги ҳаво сўрилиб, босим камайса, насоснинг иш унумдорлиги ҳам пасайади, яъни босим канча паст бўлса, насоснинг қурилма ичидан сўриб чиқарадиган ҳаво оқими ҳам камайади. Бунда, насоснинг сўриш тезлиги S , қурилма ичидаги P – босимнинг функцияси бўлиб қолади. Бу жараёни куйидагича тушинтириш мумкин. Сўриш жараёнида, қурилма ичидаги ҳаво манбаи куйдагилар бўлади деб қаралади:

1. Q_q – десорбция натижасида қурилма деворларидан ажиралиб чиқадиган ҳаво оқими;
2. Q_n - ташқаридан, турли хил тирқишлардан ва қурилма деворларидан сизғиб кириб келадиган ҳаво оқими;
3. Q_u - насос сўраётган қувурлардан қурилма ичига қайтиб кираётган ҳаво оқими;

Бу учта катталиқни эътиборга олиб, насос томонидан, қурилма ичидаги ҳавони сўриш тенгламасини ёзиш мумкин:

$$-VdP = dt(SP - Q_n - Q_u - Q_q) \quad (6)$$

Бу ерда, (6) тенгламани чап томонидаги минус ишора, dP - қурилма ичидаги босимни камайишини кўрсатади. Бу жараён, яъни сўриш жараёнидаги оқим, маълум бир dt - вақтдан сўнг, мувозанатлашади. Бунда, насос сўриб чиқариб юбораётган ҳаво миқдори Q_q, Q_n , ва Q_u - оқим миқдорлари билан тенглашади. Натижада, қурилма ичидаги босим, насоснинг кейинги сўриш давомида ўзгармай қолади. Қурилма ичидаги босим (P), чегаравий P_n - босим қийматига эришади. Бошқача қилиб айтганда, $\frac{dP}{dt} = 0$ бўлиб қолади, яъни насос бундан кейин, канча вақт сўришидан қатъий назар, қурилма ичидаги P_n - босим ўзгармай қолади. Шунинг учун, (6) – тенгламани соддалаштирилса,

$$SP = Q_n + Q_u + Q_q \quad (7)$$

келиб чиқади. Бундан, насоснинг сўриш тезлигини қиймати аниқланади:

$$S = \frac{\sum Q}{P_n} \quad (8)$$

Бу ерда, $\sum Q$ - қурилма ичига йўналган оқимларнинг йиғиндисидир.

(7) ва (8) ифодалардан фойдаланиб, насоснинг эффектив сўриш тезлигини аниқлаш мумкин:

$$S_{эф.} P = SP - \sum Q = SP - SP_n = S(P - P_n) \quad (9)$$

Бу тенгламани соддалаштирилса,

$$S_{эф.} = S \left(1 - \frac{P_n}{P}\right) \quad (10)$$

Бунда, $S_{эф.}$ - босим функцияси бўлиб, қурилма ичидаги чегаравий босимда нолга тенг бўлиб қолади.

Агар, вакуум ҳосил қилинаётган қурилмада ёки идишда, Q_n – жуда кичик ($Q_n \rightarrow 0$) деб олинса, яъни сизғиб кираётган ҳаво оқими мавжуд эмас деб олинса, қурилма ичидаги босимнинг P_n – чегаравий қиймати Q_u - ва Q_q - катталиқларга боғлиқ бўлиб қолади. Насоснинг сўриш жараёнида, Q_u ва Q_q

- оқимлар, вақт ўтиши билан секин ўзгаради. Шунинг учун, шундай вақт интервалини танлаб олиш мумкинки, Q_u ва Q_n – оқимлар доимий бўлиб қолади. Бундай ҳолда, (6) тенгламани S – доимий деб, интеграллаш мумкин ва (8) ифодани эътиборга олиб, алмаштиришлардан сўнг,

$$P - P_n = (P_0 - P_n)e^{(-\frac{S}{V})t} \quad (11)$$

келиб чиқади. Ёки $t = 0$ вақтдаги P_0 деб олинса,

$$P = P_0 e^{(-S/V)t} + P_n \quad (12)$$

Агар, S сўриш тезлигига эга бўлган насос, C – ўтказувчанликка эга бўлган қувурлар орқали уланган бутун қурилмадан ҳавони сўраётган бўлса, бутун системадан ҳавони сўриш тезлиги

$$S_c = \frac{SC}{S + C} \quad (13)$$

ифода билан аниқланади. Бу ифодадан кўринадики, қурилмаларда ёки идишларда вакуум ҳосил қилиш учун, молекулаларнинг оқиши учун, C – ўтказувчанлик қиймати етарлича катта бўлиши талаб қилинади. Ўтказувчанлик канча катта бўлса, молекулаларнинг оқими шунча кам қаршиликка учрайди, вакуум олиш енгиллашади.

1.3 Тирқиш ва цилиндрик қувурларда газ массасининг оқими ҳамда ўтказувчанлик хусусиятлари.

Қурилмалар ичида вакуум ҳосил қилиш учун, қурилма қисмлари ўзаро цилиндрик шаклдаги резина ёки металл қувурлар билан уланади (бириктирилади). Бириктириш (уланиш) жойларига махсус тайёрланган очкичлар (вентель) ўрнатилади. Қувурлар ва очкичларнинг радиуслари ҳамда диаметрлари ҳар хил бўлиши мумкин. Бу эса, қурилмалар ичидан ҳавони сўриб, ташқарига чиқариб юборишда муҳим роль ўйнайди. Шунинг учун, қувурлар ва очкичларни ўлчамларини эътиборга олиш зарур бўлади.

Қурилмаларда вакуум ҳосил қилишда юзага келган Q - оқим, газ ҳажмининг ўзгариш тезлиги орқали аниқланади:

$$Q = P \frac{dV}{dt} \quad (1)$$

Куп ҳолларда, газ оқими урнига, оқим массаси ёки газ молекулаларининг сони тушинчаси қўлланилади. Бунда, узунлиги l – бўлган, r – радиусли цилиндрик қувурдан вақт бирлиги ичида оқиб ўтган газнинг миқдори:

$$Q = \frac{2}{3} \frac{g}{RT} \frac{r}{l} S \Delta P \quad (2)$$

ифода билан аниқланади. Газ молекулаларининг тезлиги $g = \sqrt{\frac{8RT}{\pi\mu}}$

бўлишлиги назарга олинса, (1) ифодани

$$Q = \frac{8\pi}{3} \frac{1}{\sqrt{2\pi\mu RT}} \frac{r^3}{l} \Delta P \quad (3)$$

Кўринишда ёзиш мумкин. Бу ифодадан кўринадикки, вакуум ҳосил қилишда, цилиндрик қувурлардан оқаётган газнинг миқдори, одатдаги шароитларда газ оқими миқдоридан фарқ қилади. Вакуум ҳосил қилишда, қурилмаларичида, газларнинг молекуляр оқими юзага келади. Демак, (3) ифодага кура, молекуляр оқимда, вақт бирлиги ичида, цилиндрик қувурлар ва очкичларнинг тирқишларидан оқиб ўтган газ миқдори, газ молекулаларининг иссиқлик ҳаракат тезлигига ҳамда цилиндрик қувурлар ва очкич тирқишларининг ўлчамларига боғлиқ бўлади. Бу натижа, қурилмаларда вакуум олиш жараёнида, қурилма қисмларини бириктирувчи (уловчи) цилиндрик қувурлар ва очкич тирқишларининг диаметрлари қандай бўлиши кераклигини олдиндан билиш имконини беради.

Қурилмаларда вакуум олишда, қувурларни ва тирқишларни ҳаво оқимини ўтказувчанлик қобилияти ҳам муҳим роль ўйнайди. Ўтказувчанлик

$$C = \frac{Q}{\Delta P} \quad (4)$$

муносабат билан аниқланади. Бу ерда Q газларнинг оқими, ΔP қурилма ичидаги ва ташқи атмосферадаги босимлар фарқи.

Ўтказувчанлик қувурларнинг ва тирқишларнинг асосий характеристикаларидан бири ҳисобланади. Шунинг учун, қувурларни ва тирқишларни ўтказувчанлигини олдиндан ҳисоблаб, уларни тажриба қурилмаларида мақсадга мувофиқ куллаш яхши самара беради.

Қувурлар ва тирқишларнинг ўтказувчанлиги, юзага келган оқимлар турига қараб:

1. Қувурларни ва тирқишларни молекуляр оқимдаги ўтказувчанлиги;
2. Қувурларни ва тирқишларни ламинар оқимдаги ўтказувчанлиги;
3. Қувурларни ва тирқишларни турбулент оқимдаги ўтказувчанлиги;
4. Қувурларни ва тирқишларни оқимлар бир – бирига ўтиш сохаларида ўтказувчанлиги;

қабиларга бўлинади. Бу кўрсатиб утилган ҳар бир ҳолда, аввал оқим миқдори аниқланиб, сўнгира ўтказувчанлик ҳисоблаб топилади.

Масалан, турлича босимга эга бўлган, ўзаро бириктирилган икки идишдаги стационар оқимни келтириш мумкин. Идишларнинг ўлчамлари, яъни ҳажмлари жуда кичик деб олинса, юзага келадиган оқим, молекуляр бўлади. Идишлар ичидаги молекулалар бир – бири билан тўқнашмайди, фақат идишлар деворлари билан тўқнашади, молекулалар ҳаракати диффузион характерда бўлади деб қаралади. Идишлар деворларига канча молекулалар бориб урилса, шунча молекулалар орқага қайтади, молекулалар идишлар деворларига ёпишиб қолмайди деб фараз қилинади. Бу эса, идишлар ичидаги молекулалар миқдори ўзгармайди деб қарашга имкон беради. (1) ифодага ва $P = nkT$ ифодага кура, оқим

$$Q = P \frac{dv}{dt} = kT \frac{dN}{dt} \quad (5)$$

қийматга тенг бўлади. Бу ерда N – идишлар ичидаги молекулаларнинг умумий сони.

Агар, молекулаларнинг ўртача арифметик тезлиги эътиборга олинса, (5) ифода, оқимнинг натижавий қиймати

$$Q = PA \left(\frac{kT}{2\pi\vartheta t} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

ифодага тенг бўлади. Бу ерда, A – тирқишнинг кўнгалданг кесим юзаси. Оқим, идишлар ичидаги P – босимлар фарқи ҳисобига юзага келади деб олинса,

$$Q = A\Delta P \left(\frac{kT}{2\pi\vartheta t} \right)^{1/2} \quad (7)$$

бўлади. Агар (4) ифода эътиборга олинса, тирқишнинг ўтказувчанлиги

$$C = \frac{Q}{\Delta P} = A \sqrt{\frac{kT}{2\pi M}} \quad (8)$$

бўлишлиги келиб чиқади. Бу ерда, M – оқимда иштирок этаётган молекулаларнинг массаси. Бу ифодага k – Больцман доимийсини ва 2.. катталикларни сон қийматлари куйилса,

$$C = 3.64A \sqrt{\frac{T}{M}} \quad (9)$$

Тирқишнинг ўтказувчанлигини характерловчи катталикларга боғликлиги келиб чиқади. (9) ифодадан кўринадики, тирқишнинг формаси ихтиёрий шаклда бўлиши мумкин, лекин тирқишнинг кўнгдаланг кесим юзаси, молекуляр оқим учун чегараланган бўлади.

Энди, оқим юзага келадиган цилиндр шаклидаги қувурда ўтказувчанликни қараб чиқамиз. Қувурнинг узунлиги L , диаметри D бўлсин. Газ молекулалари ҳаракатланиши учун, ишқаланиш кучларини енгиб ўтиши лозим. Демак, бу кучларга тенг бўлган иккинчи кучни, молекулалар қурилмалар деворларига тўкнашишлар натижасида эга бўлади деб қаралса,

$$\frac{\pi}{2} D^2 \Delta P = \frac{1}{4} n \vartheta \pi D L m \vartheta \quad (10)$$

Ифодани ёзиш мумкин. Агар, $P = nkT$ ва ўтказувчанлик $C = \frac{Q}{\Delta P}$ эканлигини эсласак, цилиндр шаклидаги қувур учун,

$$C \Delta P = Q = \frac{\pi}{4} D^2 n k T \vartheta \quad (11)$$

ифода келиб чиқади. Баъзи бир катталикларни алмаштиришлардан сўнг,

$$C = \frac{\pi}{16} \left(\frac{2\pi k T}{m} \right)^{1/2} \frac{D^3}{L} \quad (12)$$

Цилиндр шаклидаги қувур учун, ўтказувчанлик ифодаси келиб чиқади. Бу ифодага кирган π, k – доимийларни қийматларини кўйсак ва оқимда

иштирок этаётган умумий молекулаларнинг M -массасини олсак, цилиндрик қувурнинг ўтказувчанлиги

$$C = 3.8 \left(\frac{T}{M} \right)^{1/2} \frac{D^3}{L} \quad (13)$$

ифодаси келиб чиқади. Бу ифода (9) ифодага яқин, яъни тирқишнинг ўтказувчанлиги, цилиндрик қувурнинг ўтказувчанлигига мос келиши аниқланади. Бундан кўринадики, қурилмалар ичидаги ҳаво сўриляётганда, тирқишларнинг ва уловчи қувурларнинг ўлчамлари маълум бир талаблар асосида танлаб олинади.

1.4. Газ молекулаларининг эркин югуриш йўли узунлиги

Вакуум ҳосил учун, газларни молекуляр- кинетик назариясининг асосий тушунчалари ва таърифларини эътиборга олиш зарур.

Бу назарияда, газ молекулаларини материал заррача деб олиб, уларни ўзаро тукнашгандаги ва идиш деворлари билан тукнашгандаги таъсирлашиши эластик булади деб олиб, ҳамда, молекулаларнинг кинетик энергияси, газ температурасига пропорционал булади деган фаразларга асосланади. Газ босими молекулаларнинг девор билан эластик таъсирлашиш натижаси деб қараб, қуйидагини олиш мумкин.

$$P = \frac{1}{2} N_1 m v^2 \quad (1)$$

бу ерда: N_1 -бирлик ҳажмдаги молекулалар сони; m -молекула массаси; v - молекуланинг идишга перпендикуляр йўналишдаги ўртача тезлиги; $N_1 m = \rho$ эканлигини ҳисобга олиб, (ρ -газ зичлиги) қуйидагини оламиз.

$$P = \frac{1}{3} \rho v^2 \quad \text{ёки}$$

$$P \frac{1}{\rho} = \frac{1}{3} v^2 = PV = const \quad (2)$$

(2) дан кўриниб турибдики, ўзгармас температурада босим зичликка пропорционал ёки ҳажмга тесқари пропорционал равишда ўзгаради (Бойл-Мариотт қонуни). Шунини қайд қилиш лозимки, (2) ифода, нисбатан кичик босимларда, газ кенгайганда, газнинг идиш девори билан иссиқлик

алмашинуви шунчалик тез кечиб, жараёни изотермик деб ҳисоблаш мумкин бўлганда ўринли булади.

Сўриб олишнинг дастлабки босқичида, газнинг кенгайиши шунчалик тез юз берадики, газ билан идиш деворлари орасида иссиқлик алмашувини ҳисобга олмасам ҳам бўлади ва газ ҳолатининг ўзгариши жараёни адиабатик деб караш мумкин бўлади:

$$PV^\alpha = \text{const.} \quad (3)$$

Бу ерда, $\alpha = C_p/C_v$ – кўрсаткичи бўлиб, ўзгармас босим ва ҳажмдаги газнинг солиштирма иссиқлик сифимларининг нисбатидир.

Реал шароитларда, газнинг идиш деворлари билан иссиқлик алишишини ҳисобга олиш керак, унда газ ҳолатининг ўзгариши политроп тенгламасига мос равишда ўзгаради:

$$PV^n = \text{const.} \quad (4)$$

бу ерда, n -политропа кўрсаткичи ($\alpha > n > 1$)

Барча газлар учун, берилган температурада, молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси бир хил. Шунинг учун, газнинг температурасини, молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси орқали қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT \quad (5)$$

бу ерда: T - абсолют температура, $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Ж/град.- Больцман доимийси.

(2) ва (5) тенгламалардан фойдаланиб, Гей-Люссак қонунини келтирамиз.

$$P \frac{1}{\rho} = \frac{\kappa}{m} T \quad (6)$$

Авагадро қонунидан маълумки, бир хил температураларда ва босимда, турли газларнинг тенг ҳажмлари $N_a = 6,0228 \cdot 10^{23}$ /мол сонига тенг бўлган, бир хил сонли молекулалардан иборат бўлади. Авагадро қонунига асосан, ҳар қандай газ ва буғнинг молекуляр оғирлиги M шундай газ миқдори билан аниқланадики, у 0°C температурада ва 1 атм босимда $V_0 = 22414,6 \text{ см}^3 \approx 22,4$ л ҳажмни эгаллайди.

Гей-Люссак қонунидан, идеал газнинг ҳолат тенгламаси келтирилиб чиқарилади:

$$PV = \frac{Nm}{M} RT \quad (7)$$

бу ерда: P - газнинг босими; V -ҳажм; T -абсолют температура ; N

молекулаларнинг сони; m -битта молекуланинг массаси; M -сон жихатидан газнинг молекуляр оғирлигига тенг бўлган газнинг массаси; R -универсал газ доимийси.

Берилган ҳажмдаги газ молекулаларининг тезликлар бўйича тақсимооти бир текис эмас. Максвелл ва Больцман томонидан ўрнатилган қонунга асосан, ихтиёрий йўналиш бўйича тезлик учун, тақсимот функцияси қуйидаги кўринишга эга:

$$dN_v = 2N_1 \sqrt{\frac{m^3}{2\pi k^3 T^3}} e^{-\frac{mv^2}{2kT}} v^2 dv \quad (8)$$

бу ерда, dN_v -тезликлари v дан $v+dv$ ораликда ётган бирлик ҳажмдаги молекулаларнинг сони. N_1 -бирлик ҳажмдаги молекулаларнинг сони.

Тезлик бўйича молекулаларнинг тақсимот функцияси қуйидагида максимумга эга:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2kT}{m}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = 12,985 \sqrt{\frac{T}{M}}, \text{ см/с} \quad (9)$$

v_{\max} - энг катта эҳтимолли тезликка мос келади. Ўртача арифметик тезлик қуйидагига тенг:

$$v_a = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = 14,55 \sqrt{\frac{T}{M}}, \text{ см/с} \quad (10)$$

ва ниҳоят, ўртача квадратик тезлик қуйидагига тенг.

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = 15,794 \sqrt{\frac{T}{M}}, \text{ см/с} \quad (11)$$

Кейинги мулоҳазаларда, барча молекулалар бир хил тезликка эга, чунончи, агар, фақат молекула тезлиги аҳамиятга эга бўлса, ўртача арифметик тезлик, кинетик энергия аҳамиятга эга бўлса, ўртача квадратик тезлик ҳисобга олинади деган фаразларга таянамиз.

Насосларнинг сўриб олиш тезлигини аниқлашда, сиртнинг бирлик юзасига келиб урилаётган молекулаларнинг сонини ҳисоблаш муҳим аҳамиятга эга булади. Бу молекулаларнинг сони қуйидаги муносабат билан ифодаланади:

$$N = \frac{1}{4} N_1 v_a \quad (12)$$

Амалий мақсадлар учун, бу молекулалар сонига тўғри келадиган газ ҳажмини билиш зарур. Уни аниқлаш учун, (12) ифодани N_1 га бўламиз:

$$V = \frac{N}{N_1} = \frac{v_a}{4} = 3,638 \sqrt{\frac{T}{M}}, \quad \text{л/с} \cdot \text{см}^2 \quad (13)$$

S - см^2 юзали сиртга келаётган газ ҳажми, босимга боғлиқ эмас ва у қуйидагига тенг.

$$V_A = 3,638 \sqrt{\frac{T}{M}}, \quad \text{л/с} \cdot \text{см}^2 \quad (14)$$

Молекула бошқа молекула билан кетма-кет тўқнашгунча босиб ўтадиган масофаси, молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати тезлигига, уларнинг диаметрига ва бирлик ҳажмдаги молекулалар сонига боғлиқ.

Ўртача эркин чопиш узунлиги деб аталувчи, бу масофанинг ўртача қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2\pi} N_1 \sigma^2 \left(1 + \frac{c}{T}\right)}, \quad \text{см} \quad (15)$$

N_1 -бирлик ҳажмдаги молекулалар сони; T -газнинг абсолют температураси; c -газнинг турига боғлиқ бўлган доимий; σ -молекуланинг диаметри, см.

2-Боб. Паст босимлар (вакуум) ҳосил қилиш қурилмаларининг характеристикалари.

2.1. Вакуум ҳосил қилувчи насосларнинг тавсифи

Хавоси сўриб олинган мухитда (вакуумда) қаттиқ жисмларнинг ёки бошқа моддаларнинг физикавий, химиявий, механикавий ва бошқа хоссаларини турли усуллар билан ишлов бериш орқали ўзгартириш ва ўрганиш, фан ва техниканинг ривожланишида муҳим роль ўйнайди. Шунинг учун, махсус қурилмалар кўриб, вакуум олиш усулларини такомиллаштириш, вакуум ҳосил қилиш техникаси ва технологияларини яратиш, ривожлантириш, алоҳида ахамиятга эга бўлиб келмоқда.

Таҷрибалар ўтказиладиган қурилмалар ичида паст босимларни ҳосил қилишда, яъни вакуум ҳосил қилишда, асосан уч типдаги вакуум насослар ва агрегатлардан фойдаланилади. Буларга: 1. Механик (форвакуум) насослар ва агрегатлар; 2. Буғ – ёғ оқимли (диффузион) насослар ва агрегатлар; 3. Ютувчи, сўриб олувчи (сорбцион, геттер) насослар ва агрегатлар киради.

Механик (форвакуум) насосларнинг узи уч гуруҳга бўлинади: 1) ег (мой) билан зичлаштирилган насослар; 2) икки роторли насослар; 3) турбомолекуляр насослар.

Буғ- ёғ окимли (диффузион) насослар икки гуруҳга бўлинади: 1) симоб буғли насослар; 2) ёғ (мой) буғли насослар. Бундай насосларда ишчи суюқлик сифатида, симоб ёки махсус ёғлар қўлланилади.

Ютувчи, сўриб олувчи (сорбцион) насослар тўртта гуруҳга бўлинади: 1) цеолитли насослар; 2) магниторазрядли насослар; 3) ионли- геттерли насослар; 4) орбитрон насослар.

Вакуум ҳосил қилувчи насосларнинг асосий характеристикаларига, қурилмалар ичида минимал паст босимларни ҳосил қилиш, вақт бирлигида қурилмалар ичидан максимум микдорда газларни чиқариб юбориш, қурилмалар ичидан ҳавони сўриб чиқариш тезлиги кабилар киради.

Қурилмалар ичида ҳосил қилинган вакуум, қурилмалар ичида колган, колдик газлар ҳосил қилган босимга караб, 1) паст вакуум, 2) ўрта вакуум ва 3) юқори вакуумларга бўлинади.

Қурилмалар ичида, насослар ёрдамида ҳаво сўрилиб, $P=(5\div 3) \cdot 10^{-3}$ миллиметр симоб устунига тенг босим ҳосил қилинса, бундай вакуум, паст вакуум деб ҳисобланади. Қурилмалар ичида ҳаво сўрилиб, босим $P= 2 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-5}$ миллиметр симоб устунига тенг вакуум ҳосил қилинса, бундай вакуум ўрта вакуум деб ҳисобланади. Қурилмалар ичида ҳаво сўрилиб, босим $P= 10 \cdot 10^{-10} - 10 \cdot 10^{-13}$ миллиметр симоб устунига тенг вакуум ҳосил қилинса, бу юқори вакуум деб ҳисобланади.

Форвакуум насосларга кирувчи ёғ билан зичлаштирилган ва икки роторли насослар қурилмалар ичида $P= 10^{-3}$ миллиметр симоб устинигача ҳосил қилади. Қурилмалар ичидан ҳавони сўриб олиш тезлиги бир саетунда 5 литрдан 50 литргача етади. Бу насослар қурилмалар ичидаги дастлабки, бошланғайч паст вакуумни ҳосил қилиб беради.

Турбомолекуляр насослар механик насослар бўлсада, сўриш тезлиги жуда катта ва шунинг учун, қурилмалар ичида $P= 10^{-9}$ миллиметр симоб устинигача паст босимни ҳосил қила олади. Ҳавони сўриш тезлиги секундига 130 литрдан 5000 литргача етади.

Диффузион насослар қурилмалар ичидаги ҳавони сўриб, $P= 10^{-4} - 10^{-9}$ миллиметр симоб устинигача вакуум ҳосил қилади. Ҳавони сўриш тезлиги секундига 50 – 500 литрни ташкил қилади.

Сорбцион насослар қурилмалар ичидаги газларни ютиб, $P= 10^{-9} - 10^{-13}$ миллиметр симоб устинигача вакуум ҳосил қилади. Ҳавони сўриш тезлиги 450 – 1800 литрни ташкил қилади. Сорбцион насосларнинг ишлаш принципи қурилмалар ичидаги газ молекулаларини ютувчи сорбент – цеолит ёки активлашган кўмир ёрдамида, газ молекулаларни ютишга ёки кучли электр майдонида газ молекулаларини ионлаштириб, бу ионларни қурилмалар ичидаги махсус металл анодларда ва катодларда ушлаб қоллинишига асосланган.

Форвакуум ва диффузион насослар қурилмалар ичидаги газ молекулаларни сўриб, ташки атмосферага чиқариб юборади. Бу насослар

оксидланмайдиган махсус ёғ–мой ёки симоб билан ишлайди. Бу суюкликлар юқори температурагача қизийди, кучли буғланади. Шу сабабли, бу суюкликларни кучли буғланган молекулалари, вакуум ҳосил қилинаётган қурилмаларнинг ишчи камералари ичига учиб кириб бориш эҳтимоли мавжуд бўлади. Бундай молекулалар, ишчи камераларнинг вакуум даражасини пасайтиради, камералар ичини ифлослантиради, вакуумда тайёрланаётган материалга аралашиб, уни сифатини бузади. Бундай жараёнларни олдини олиш мақсадида, форвакуум ва диффузион насосларни, ишчи кемаралар билан уланадиган қисмлари олдига, буғланган молекулаларни махсус тутиб қолгичлар – тузоқлар ўрнатилади. Тузоқлар турли хил принципда ишлайди: 1. Паст температурали мосламаларда конденсацияланиш ҳисобига молекулаларни тутиб қолиш; 2. Адсорбцияланиш (ютилиш) ҳисобига молекулаларни тутиб қолиш; 3. Молекулаларни ионлаштириб, металлдан тайёрланган анод ва катодларда тутиб қолиш; 4. Химявий боғғанишларни юзага келтириб, молекулаларни тутиб қолиш; 5. Молекулаларни каттик заррачалар холига келтириб, полимеризацияланиш ҳисобига тутиб қолиш; 6. Углерод ва водородга парчалаш орқали тутиб қолиш; 7. Кислород токида куйдирдириш ҳисобига тутиб қолиш ва бошқалар.

Биринчи типдаги тузоқлар, совук сув билан, ва паст температураларгача, суюқ азот билан совутиладиган тузоқларга ажратилади.

Паст температурагача совутиладиган тузоқлар, буғланиб, ишчи камерага учиб кираётган молекулаларни тутиб қолиш билан бирга, ишчи камерадан сўриб олинаётган бошқа буғ ва газ молекулаларни ҳам тутиб олиб, қурилма ичидаги босимни пасайтиришга хизмат қилади.

Қурилмалар ичидаги хавони сўриб, ташқарига чиқариб ташлаш, кетм – кет боскичда амалга оширилади. Дастлаб, форвакуум насослар, сўнгра эса, маълум вақтдан кейин, диффузион насослар ишга туширилади. Қурилмалар ичида босим $P = 10^{-9} - 10^{-10}$ миллиметр симоб устунигача пасайтирилгач, сорбцион насослар ишга туширилади. Сорбцион насослар форвакуум ва диффузион насослардан фарқли равишда, тоза ишлайди. Бунга сабаб, сорбцион насослар, вакуум ҳосил қилишда ёғ – мой ёки бошқа суюкликлар билан ишламайди. Сорбцион насослар қурилмалар ичидаги қолдиқ газ молекулаларини ионлаштириб, катодда тутиб қолишга асосланиб ишлайди.

2.2. Паст босимларни (вакуумни) ўлчаш ва назорат қилиш усулари.

Қурилмалар ичида ҳосил қилинган паст босимларни ўлчаш ва кузатиб бориш муҳим аҳамиятга эга бўлади. Чунки, вакуум шароитида, материаллар тайёрлаш жараёнида, ишчи камера ичидаги босим ўзгармаслиги керак.

Қурилмалар ичида, паст босимларни ўлчаш ва қолдиқ газлар составини назорат қилиб бориш учун, вакуумметрлар ва масс – спектрометрлар деб аталадиган асбоб – ускуналар ишлатилади. Сийраклаштирилган газ босимини ўлчаш учун мўлжалланган қурилмалар ҳар қандай вакуум системасининг ажралмас қисмидир. Атмосфера босимидан паст бўлган газ босимини ўлчаш учун мўлжалланган асбоблар вакуумметрлар дейилади. Кўпчилик вакуумметрлар босим сигналининг электр сигнаliga айлантирадиган датчик ва ўлчаш қурилмасидан иборат бўлган икки элементдан ташқил топган. Шунини қайд қилиш лозимки, адабиётларда ва амалиётда датчик ибораси қаторида, манометр ибораси ҳам қўлланилади, аммо, манометр тушунчасининг маъноси анча кенгрок бўлади.

Ишлаш принципига кўра, манометрларни қуйидаги синфларга ажратиш мумкин:

1. Босимни тўғридан-тўғри ўлчайдиган суюқликли манометрлар (У – шаклидаги манометрлар ва уларнинг ўзгарган шакллари).
2. Ишлаш принципи, идеал газнинг изотермик сиқилиши қонунига асосланган манометрлар (Мак-Леод манометрлари).
3. Сезгир элемент сифатида силфон, мембрана ва бошқа қурилишда қўлланиладиган деформацияли манометрлар. Бундай манометрларда сезгир элемент деформациясининг қиймати, босим ўлчови бўлиб хизмат қилади.
4. Газ молекулаларининг иссиқлик ўтказувчанлигини босимга боғлиқлиги қурилишида қўлланиладиган иссиқлик манометрлар. Улар термопарали ва қаршиликли манометрларга бўлинади.
5. Газларнинг молекулаларини ионлашувига асосланган холда, қўлланиладиган ионизацион манометрлар. Бу синф манометрларини, ўз навбатида қуйидаги гуруҳларга ажратиш мумкин.
 - а) Паст босимларда, кунгдаланг электр ва магнит майдонлари таъсирида юзага келадиган разряднинг токи, босим ўлчови бўлиб хизмат қиладиган электроразрядли манометрлар.

б) Радиоактив парчаланишда ҳосил бўладиган α -заррачалар оқими таъсирида, газ молекулаларини ионлаштирадиган радиоизотопли манометрлар.

в) Қизиган катоддан эмиссияланаётган электрон оқими билан, газларнинг ионлашишни амалга оширадиган электронли ионизацион манометрлар

Бундан ташқари, манометрларнинг барчасини билвосита ва бевосита ишлайдиган манометрларга ажратиш мумкин. Бевосита ишлайдиган манометрларга, газ босимидан тўғридан-тўғри таъсирланадиган асбоблар киради. Бундай манометрларнинг метрик ўлчов хоссаларини олдиндан ҳисоблаш ёки динамометрли асбоблар билан даражалаб олиш мумкин

Бу асбоблар, $P = 760 \cdot 10^{-5}$ мм. с.м. уст. кўламини қамраб олган, чунончи уларнинг нисбий хатолиги, босим қанча юқори бўлса, шунча кичик булади. Бевосита ишлайдиган манометрларга суюқликли, компрессияли ва деформацияли манометрлар киради. Билвосита ишлайдиган манометрлар босимнинг ўзини эмас, балки унинг бирон бир функциясини ўлчайди ва одатда, датчик ҳамда радиотехник ўлчаш қурилмасидан иборат бўлади. Бу манометрлар билан газ босими ўлчанганда, ўлчаш натижаси газнинг тури ва газнинг ҳароратига боғлиқ бўлади.

Билвосита ишлайдиган манометрларнинг даражалари босим бирликларида ёки электр бирликларида аниқ ўлчамга келтирилади. Охириги ҳолда эса, электр бирликларидан босим бирлигига ўтказадиган даражалаш эгрилик чизиклари ёки асбобнинг сезгирлиги, асбобларга илова қилинади. Билвосита ишлайдиган манометрларни бевосита ишлайдиган манометрлар билан даражалаш орқали, даражалаш эгрилик чизиклари олинади.

Амалда, 10^{-5} мм. с.м. уст. дан паст босимларни, фақат билвосита ишлайдиган асбоблар билан ўлчаш мумкин, чунки бундай босимлардаги кучланиш нихоятда кичик ($P = 10^{-5}$ мм. с.м. уст. да $1,3 \cdot 10^{-8}$ кг/см²). $P = 10^{-5}$ мм. с.м. уст. дан паст босимда, босим юклама сифатида ўз маъносини йўқотади. $P = 10^{-5}$ мм. с.м. уст. дан паст босимлар учун, бошқа кўрсаткич, яъни бирлик ҳажмдаги газ молекулаларининг зичлиги бўлган молекуляр концентрация ҳодисани яққол кўрсатади ва айнан уни билвосита ишлайдиган манометрлар ўлчайди. Билвосита ишлайдиган манометрлар, 10^{-13} мм. с.м. уст. дан, атмосфера босимигача газ босимларини ўлчаш қобилиятига эга булади. Уларга иссиқлик ва ионизацион манометрлар киради

Вакууметрлар алоҳида ўлчаш қурилмасига эга бўлиб, қурилмалар ичидаги босимни турли хил методларда ўлчашга мўлжалланган. Уларнинг датчиги

вакуум олинаётган қурилманинг ишчи камерасига ва қурилманинг бошқа қисмларига ўрнатилади.

Бу датчикларни, ишлаш принципларига қараб, ионизацион, термоэлектрик, термопарали, мембранали, кўнгдаланг электр ва магнит майдонли, альфатрон ва бошқа турларга ажратиладиган манометрлар деб юритилади.

Бу манометрларнинг ишлаши, турли жараёнларга асосланган. Масалан, ионизацион манометрларда, қурилмалар ичидаги газ молекулаларини ионлаштириб, электр токи сигналларини ҳосил қилиш ва бу сигналларни улчашга асосланади. Бунда, қурилмалар ичидаги босим, ҳосил бўлаётган токнинг функцияси бўлади.

Термоэлектрик манометрларда, электр токи ўтказиб киздирилган металл симдан иссиқликнинг узатилиши, қурилмалар ичидаги қолдиқ газлар зичлигига боғлиқлигига ҳолда, босимни ўлчаш амалга оширилади.

Термопарали манометрларда, қурилмалар ичида босимнинг узгариши билан, термопарада ҳосил буладиган электр юритувчи кучни узгаришига қараб, босимни ўлчаш амалга оширилади.

Кўндаланг электр ва магнит майдонли манометрларда, қурилмалар ичидаги газ молекулалари ионлаштирилиб, бу ионларни ток ҳосил қилиши ва бу тоқларни қайд қилиш асосида, босимни ўлчаш амалга оширилади.

Вакуум ҳосил қилингандан сўнг, қуриламлар ичидаги қолдиқ газлар составини аниқлаш учун, махсус тайёрланган, статик ва динамик масс - спектрометрлар деб аталадиган қурилмалардан фойдаланилади.

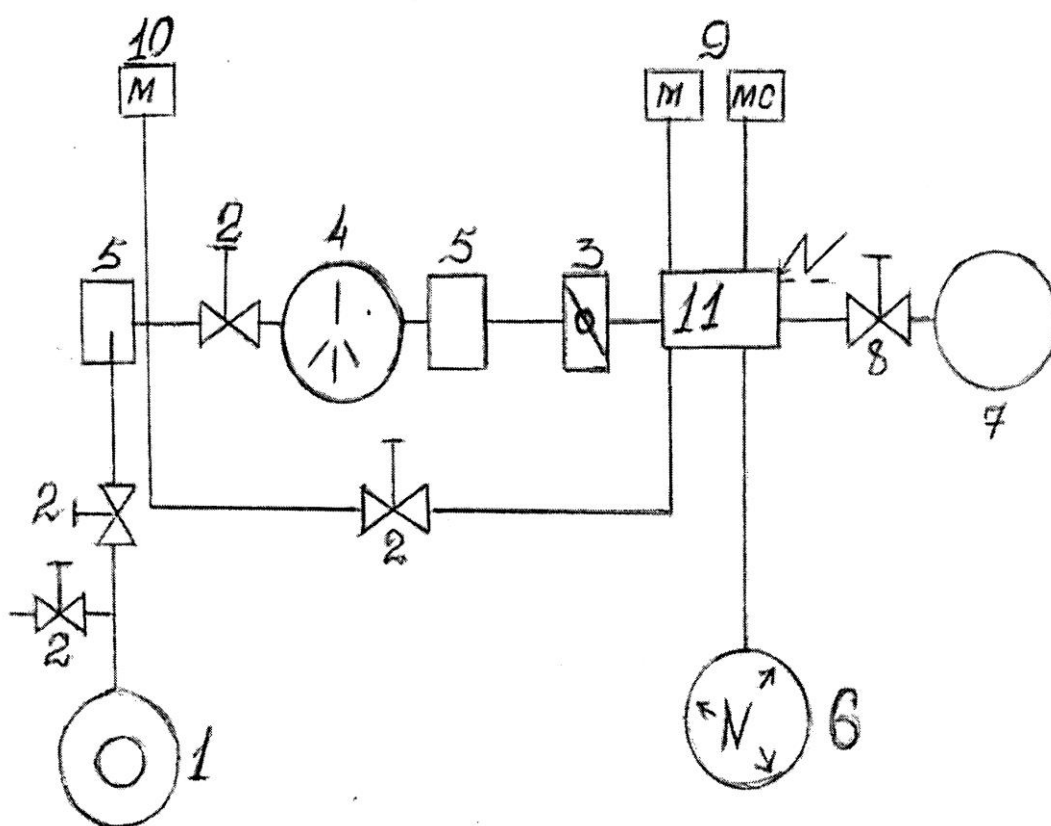
2.3. Вакуум қурилмаларини газлардан тозалаш усуллари.

Экспериментал тадқиқотларда, тажриба ўтказиладиган бутун қурилма ичида вакуум узлуксиз мавжуд бўлиши керак яъни қурилма ичидаги газ молекулалари тўхтовсиз, насослар ёрдамида сўрилиб, ташқарига чиқариб турилиши лозим. Бундан ташқари, қурилмаларни ташкил қилган қисмлари(деталлар) тоза ва ўзидан газ молекулаларини ўтказиб юбормаслиги лозим. Шу билан бирга, қурилмаларни бир – бири билан уланган жойларида ҳам, ташқаридан газ молекулалари оқиб кирмаслиги керак. Тажрибалар ўтказиш учун йиғиладиган қурилмалар , кўпдан – кўп қисмлардан ташкил топади ва улар бир – бири билан махсус қотиргичлар ёрдамида бириктириб, уланади. Уланиш жойларида ҳам, газ молекулалари қурилма ичига оқиб кирмаслиги лозим. Ҳар қандай вакуум ҳосил қилиб ишланадиган тажриба қурилмалари маълум бир тажрибалар ўтказилгандан сўнг, очилади. Бунда, қурилма қисмларининг деворлари диффузия ҳодисаси натижасида, газ молекулаларини ютади. Қурилмада қайтадан вакуум олиш учун, ҳамма қисмлар қайтадан махкамланади.

Насослар ишга туширилиб, вакуум ҳосил қилиш бошланади. Бу жараёнда, қурилмалар деворларидан газ молекулалари жуда секин ажралиб чиқади ва юқори вакуум олишни қийинлашади.

Вакуум ҳосил қилиб, тажрибалар ўтказиладиган қурилмаларнинг энг оддий схемаларидан бири, 1 – расмда келтирилган.

Вакуум системаси қуйидагича тартибда ишлайди. Форвакуум (1) насос ёрдамида қурилма ичидаги газ молекулалари сўриб, олиниб, ташқарига чиқариб юборилади ва система ичида $P = 10^{-3}$ мм симоб устунига тенг паст босим ҳосил қилинади. Сўнгра, диффузион насос (4) ишга туширилади. Диффузион насос, ёғ молекулаларини қиздириб, буғга айланишига асосланиб ишлайди. Шунинг учун, бу насос жуда қизиб кетмаслиги учун, насос деворлари орасидан сув оқиб туради ва насосни совутади.



1- расм. Вакуум системасининг схемаси:

1. Форвакуум насос.
2. Форвакуум вентеллари.
3. Юқори вакуумли вентели.
4. Диффузион насос.
5. Тутиб қолувчи мосламалар.
6. НОРД – 250 магниторазряд насоси.
7. Газ баллони.
8. Игнали мослама.
9. ПМТ – 2 термапарали лампа.
10. МИ – 27 манометрик лампа.
11. Эксперимент ўтказиш камераси.

Маълумки, ёғнинг буғланган молекулалари жуда катта ҳаракат энергиясига эга бўлади ва шу сабабли, вакуум системасининг ички қисмига учиб кириб, тажриба ўтказиш камерасига кириб, ифлослантириб юбориши мумкин. Бу жараёни олдини олиш мақсадида, диффузион

насос ичига суюқ азот билан совутиладиган тутиб қолувчи мослама- тузок (5) урнатилади. Диффузион насослар ёрдамида, вакуум системасидаги босим $P = 10^{-6} - 10^{-9}$ мм симоб устунигача пасайтирилгандан сўнг, сорбцион, геттерли насослар (6) ишга туширилади. Бу кетма – кетлик орқали бутун системадаги газ молекулалар тўхтовсиз сўриб турилади.

Бирок, бу жараённинг ўзи етарли бўлмайди. Юқорида қайд қилинганидек, қурилманинг ташкил қилган қисмлари узоқ вақт ўзидан газ молекулаларини чиқариб туриши мумкин. Бу эса, ўз навбатида қурилмалар ичида тўлиқ стабил(турғун) вакуум олиш учун, жуда кўп вақтни талаб қилади. Бу жараёни тезлатиш учун, тажриба қурилмаларининг жуда кўп қисми, айниқса тажриба ўтказиладиган ишчи камера термик қиздирилади.

Қурилмаларнинг металлларда ташкил топган қисмлари, асосан, СО, N₂, СО₂, Н₂ ва О₂ газларнинг молекулаларини ютади, яъни бу газлар металлларга диффузияланади. Шунинг учун, вакуум олиш жараёнида қурилмаларнинг бир – бири билан уланадиган қисмлари жуда зич қилиб беркитилган бўлиш керак. Чунки, газ молекулалари, бу уланган жойлардан оқиб кириб, металлларга диффузияланиши мумкин. Натижада, вакуум ҳосил қилиш вақти чўзилиб кетади.

Вакуум ҳосил қилишда, қурилма системаси юқори температурагача қиздирилиши мумкин. Қурилма деворлари қиздирилганда, улардан газ молекулалари ажралиб чиқади, яъни десорбцияланади. Десорбцияланган газ молекулалари миқдори, қурилма деворларининг температурасига кучли боғлиқ бўлади. Бундан ташқари, вакуум системаси ичидаги бошқа газ молекулаларининг қурилма деворларига диффузияси камаяди.

3-Боб. Вакуум насосларининг турлари, тузилишлари ва ишлаш принциплари

3.1. Механик насосларнинг турлари, тузилишлари ва ишлаш жараёни

Атроф – муҳит ҳавоси таркибида жуда кўп газ ва бошқа моддаларнинг молекулалари мавжуд бўлиб, улар диффузияланиши натижасида, қаттиқ ёки суюқ моддаларга кириб бориши натижасида, ҳар хил химиявий реакцияларни юзага келтириб чиқаради ва турлича таъсирлар кўрсатади. Бу таъсирлар, кўпгина ҳолларда, ишлаб чиқариладиган асбоб – ускуналарни сифатсиз бўлишига, тайёрлаш ва амалда қўллаш жараёнларида ёмон ишлашига, физикавий жараёнларни ўрганишда ва тушинтиришда халақит бериши ва бошқа салбий таъсир кўрсатади. Бу таъсирларни йўқотиш ёки жуда ҳам камайтириш учун, атмосфера ҳавоси сўриб олинандиган, вакуум шароитини юзага келтирадиган махсус қурилмалардан, яъни идишлардан (камералардан) фойдаланиш зарур бўлади. Бундай шаритда, тайёрланган асбоб – ускуналарнинг қисмларига кераксиз ва сифатни бузадиган аралашма зарралар, турли хил аралашмалар

(молекулалар ёки атомлар), кириб қолмайди. Шу мақсадда, бирор идишнинг ҳажмида ҳавони (газларни) сўриб олиб, идиш ичидан ташқарига чиқариб юбориш, идиш ичида паст босимларни (вакуумни) ҳосил қилиш муҳимдир Бундай жараёнларни амалга ошириш учун, ўзига хос усуллардан ва шунга мувофиқ, махсус қурилмалардан, ҳамда аппаратуралардан фойдаланилади. Ҳозирги вақтга келиб, жуда ҳам юқори вакуум шароитида моддаларнинг физикавий, химиявий ва техникавий хоссаларини ўрганиш, фан ва иехниканинг ривожланишида муҳим аҳамиятга эга бўлмоқда. Шунинг учун, паст босимларни (юқори вакуумларни) қосил қилиш, сақлаш ва фойдаланиш техналогияларини ўрганиш ҳам муҳимдир.

Тажриба қурилмаларида вакуум ҳосил қилиш босқичма – босқич амалга оширилади. Биринчи босқичда, дастлаб, механик насослар ва агрегатлар қўлланилади.

Бирор ҳажмдаги газни сўриб чиқариш, яъни ундан газ молекулаларини чиқариб ташлашга мўлжалланган ҳар қандай қурилма насос деб аталади. 10^{-5} мм симоб устунидан паст босим юқори вакуум деб аталад, бироқ бу шартли чегарадир. Вакуум насоси газни идишдан сўриб олиб, насос оғзидан ташқарига чиқариб ташлаши “тескари” босим деб аталади. Газни 10^{-5} – 10^{-6} мм симоб устуни босими тартибида хайдаб чиқарадиган ва ҳайдалган газни атмосферага яъни 760 мм симоб устунига тенг, тескари босимга чиқариб ташлайдиган насослар йўқ. Шунинг учун, етарлича паст тескари босимлар ҳосил қилиши учун, бир неча босқичли сийраклаштирувчи насослар ишлатилади.

Бу форвакуум насослар, кераклича юқори вакуум қосил қилишга мўлжалланган. Форвакуум насослар юқори вакуум ҳосил қилувчи насослари билан кетма – кет уланади. Форвакуум насослар бевосита атмосфера босимига қарши ишлайди.

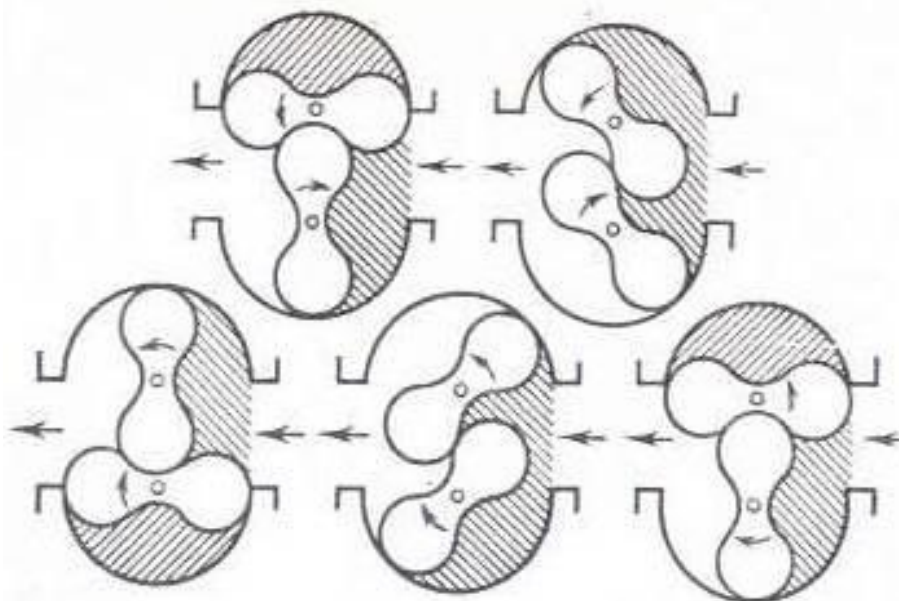
Форвакуум насосларнинг мавжуд бўлган турларидан энг кўп ишлатиладиганлари турли конструкциядаги ротацион – мойли насослардир. Бундай насослардан бирининг тузилиши ва унинг ишлаш принципи, схематик равишда 2- расмда келтирилган. Мой билан мойланадиган пўлат цилиндр R (ротор) кириш ва чиқиш патрубккалари бўлган цилиндрсимон ғилоф -К да айланади. Ғилоф ва роторнинг марказлари устма – уст тушмайди. Ротор шундай айланадики, у ҳамма вақт ғилофнинг ички сиртининг юқори қисмига зич тегади. Роторнинг диаметриал зичлигида А ва В ясси пластинка – куракчалар жойлаштирилган бўлиб, улар ораларига жойлаштирилган пуржина ёрдамида, ғилофнинг ички сиртини зич сиқади ва унинг ҳажмини икки ёки уч қисмга бўлади, нечта қисмга бўлиш, роторнинг айланаётгандаги вазиятига боғлиқ бўлади. Ротор бир марта тўлиқ айланганда ҳаво цилиндр ичидаги ўроқ кўринишидаги фазодан, расмда кўрсатилгандек, куракчалар ёрдамида икки марта чиқариб юборилади.

Ҳамма насосларнинг, хусусан, форвакуум насосларнинг асосий характеристикалари бўлиб, сўриш тезлиги ва иш унумдорлиги, яъний қурилмалар ичидан ҳаво массасини чиқариб ташлаши ҳисобланади.

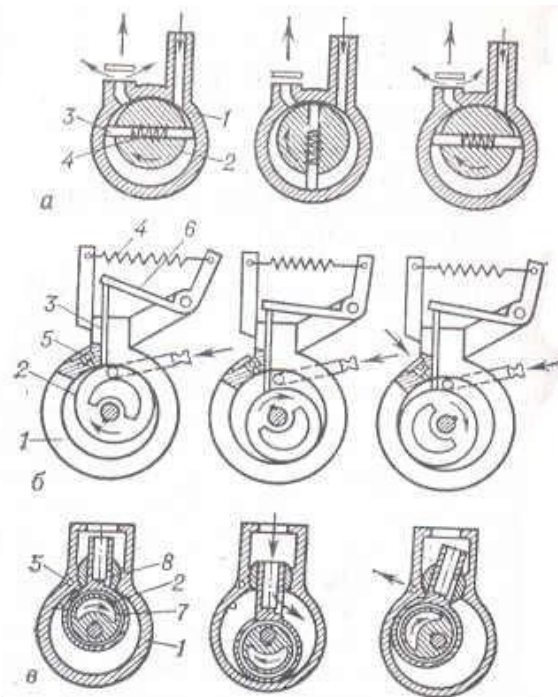
Форвакуум насослар, яна қурилмаларга уланган киришда чегаравий паст босимни ҳосил қилиши ва сўрилган ҳавони атмосферага чиқариш жойида, энг катта босимни юзага келтириши билан ҳам характерланади.

Форвакуум насослар қурилмалар ичида, юқори вакуум насосларини ишга тушириш учун, шароит яратиб беради, яъни қурилмалар ичида 10^{-2} - 10^{-3} тор. босимни ҳосил қилиб беради. Форвакуум насосларнинг сўриш тезлиги, бу насосларнинг қурилмаларга уланган киришидаги босимларга тескари пропорционал бўлиши керак. Форвакуум насосларнинг сўриш тезлиги қанча катта бўлса, қурилмалар ичидаги ҳаво шунча тез сўрилиб, ташқарига чиқариб юборилади. Шунинг учун, 1 – расмида кўрсатилган R – ротор катта тезликда айлантиради. Бу эса, қурилмалар ичидан ҳавони сўриш тезлигини оширади.

Механик насосларидан яна бири, икки роторли Рутс насосидир. Бу насослар ($1 \div 10^{-3}$) мм. с.м. уст. босимлари оралиғида, катта сўриб олиш тезлигига эга. Икки роторли насоснинг ишлаш тарзини 2–расмда келтирилган умумий схемадан тушуниб олиш мумкин. Роторлар синхрон айланганда, ротор билан насос корпуси оралиғидаги газ ҳажми, сўриб олинаётган ҳажмдан даврий узилади ва насоснинг чиқишига уланади. Катта унумдорликка эришиш учун, роторлар 2000-3000 *айл/мин* тезликда айлантиради. Роторлар оралиғида, ҳамда, ҳар бир ротор билан корпуснинг ички сирти оралиғида, мой билан тўлмаган тирқишлар бўлади. Бу тирқишларнинг кенглиги, одатда, 0,2-0,5 мм ни ташкил этиб, фақат паст босимлардагина газларнинг тескари оқишига катта қаршилик кўрсата олади.



2 – расм. Икки роторли Рутс насоснинг ишлаш принципи.



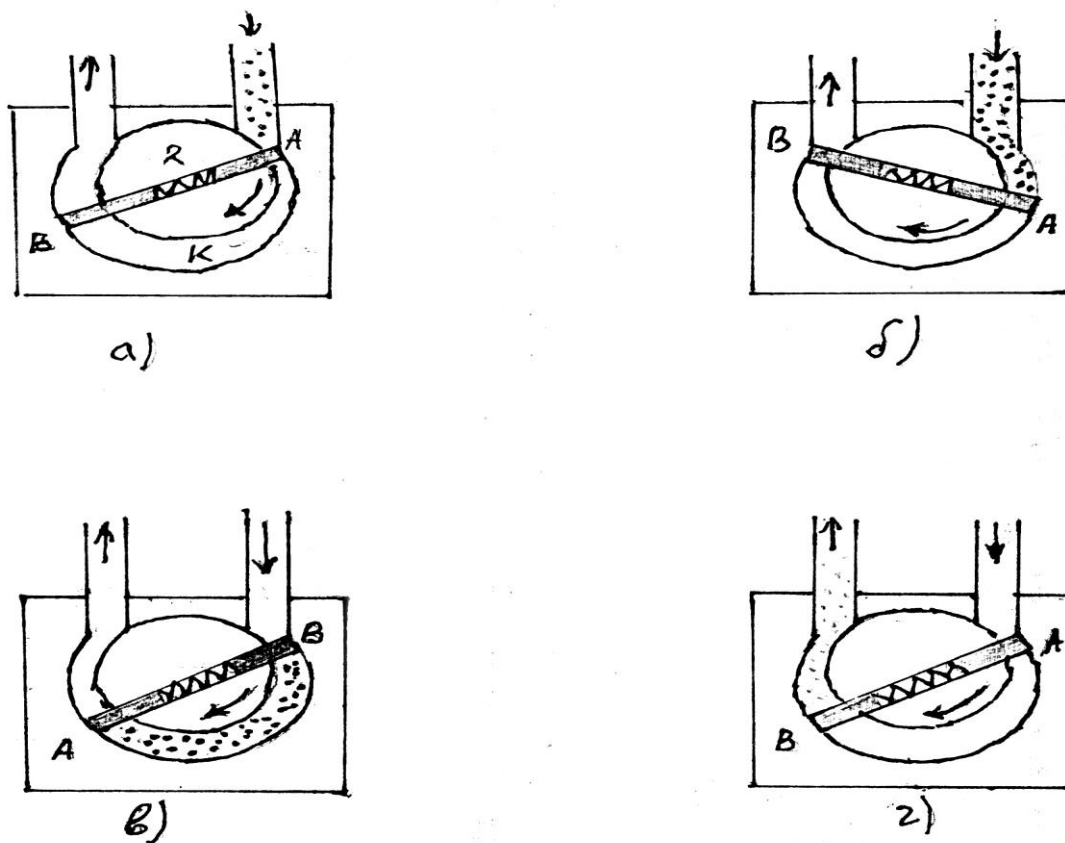
3 – расм. Форвакуум насосларининг схематик тузилиши.

Катта босимларда эса, бундай тирқишлар газларни сўриб олиш ва чиқариб юбориш бўшлиқларини ишончли тарзда ажратиб туришини таъминлай олмайди. Шу боисдан, насосда дастлабки сийраклаштириш зарурияти борлиги тушунарлидир. Икки роторли насосларни, кўп миқдорда газ ажралиши юз берадиган, марказлашган форвакуум системаларида газсизлантириш, ҳамда деталларни қуритишда, қурилмаларининг ишчи ҳажмларидан газ молекулаларини сўриб олишда қўллаш, мақсадга мувофиқдир. Бу насослар билан, $(3\div 4) \cdot 10^{-4}$ мм. с.и.м. уст. тартибдаги чегаравий босимга эришиш мумкин.

Форвакуум насосларнинг узоқ вақт ишлаши, насос ичидаги мойни юқори температурагача қизишига олиб келади. Бу эса, мой буғларини қурилмалар ичига, учиб киришига имконият туғдиради. Қурилмалар ичига учиб кирган мой буғлари, қурилмалар ичини ифлослантиради ва вакуум даражасини пасайтиради.

Мой буғларини қурилмалар ичига учиб кирмаслиги учун, форвакуум насоснинг қурилмалар билан уланадиган жойига ионли тузоклар ўрнатилади. Бу тузокларда совуқ катодли газ разряди юзага келтирилади. Бунда, форвакуум насослардан учиб, қурилмалар ичига қараб ҳаракатланган буғлар ионлаштирилади ва кўндаланг электр ва магнит майдонлар таъсирида катодга тортилади. Катодда ушлаб қолинган мой буғлари, қаттиқ полимерларга айланади. Натижада, қурилмалар ичига учиб кираётган мой буғлари йўқолади. Бундан ташқари, тузокларда суюқ азот (-196°C) билан музлатиладиган металл ўзаклар, ёки металл турлар

ўрнатилади. Бунда, юқори температурали мой буғлари металл ўзакка ёки тўрға урилиб, жуда тез совуйди ва ўзакда ёки тўрда ушланиб қолади.



4 – расм. Форвакуум насосларнинг ички тузилиши.

Тузоклардан яна бир тури, сорбцияловчи (ютувчи) адсорбентлардан тайёрланган мосламалар ҳисобланади. Бу тузок металллардан бирининг, алюминоцилатлар билан аралашмасидан тайёрланади ва цеолит деб номланади. Суюқ азот билан совутилган цеолит жуда катта миқдордаги газларни юта олади. Бу эса, форвакуум насосларнинг сўриш тезлигини оширади.

3.2. Диффузион насосларнинг турлари, тузилишлари ва ишлаш жараёни

Механикавий форвакуум насослардан фарқли равишда, ҳозирги замон юқори вакуум ҳосил қиладиган насосларда ҳеч қандай ҳаракатланувчи механикавий қисмлар бўлмайди. Юқори вакуум қосил қиладиган насосларнинг ишлаши сўрилаётган газ молекулаларининг бирор суюқлик масалан симоб ёки мой буғларининг жараёнига (оқимига) ишлашига асосланган. Шунинг учун бундай насослар буғ – жараёнли (оқимли) насослар ёки диффузион насослар деб аталади, чунки уларнинг ишлаши сўрилаётган газ зарраларининг буғ оқимига диффузияси билан боғлиқдир. Ҳозирги вақтда энг кўп тарқалган буғ – мой диффузион насосининг тузилиши ва ишлаш принципи 3.5 – расмда кўрсатилган. Одатда металлдан

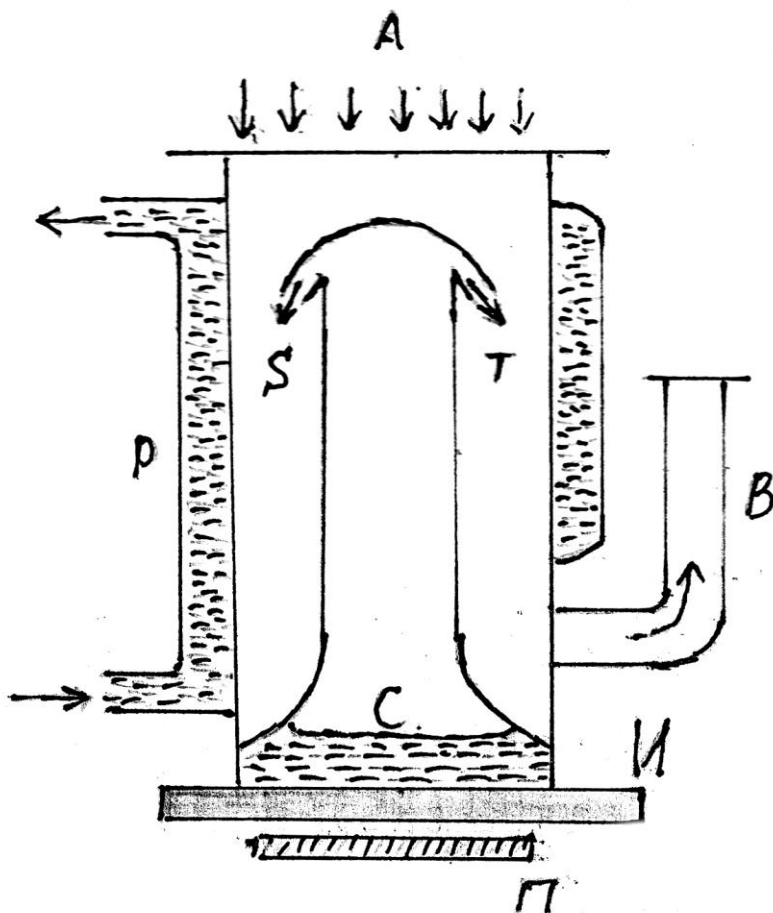
қилинадиган U идишнинг тубида буғланувчи C суюқлик бўлади. Бу суюқлик П электр қизитгич ёрдамида буғлантрилади. Сўриладиган ҳажм насоснинг юқор А қисмига бирлаштирилади, унинг В чиқиш патрубкиси форвакуум насоснинг кириш трубкасига уланади. Форвакуум насос ёрдамида, диффузион насосда ва сўрилаётган идиш ҳажмида керакли босим ($10^{-2} - 10^{-3}$ мм симоб устуни) вужудга келтирилгандан кейин, диффузион насоснинг қиздиргичи ишга туширилиб, насосдаги суюқлик (техникавий мой ёки симоб) қиздирилиб, интенсив буғлантрилади. Бу суюқлик устида жойлаштирилган Т труба бўлаб кўтарила бошлайди ва Т трубанинг S соплодан катта тезликда отилиб чиқади, сўнгра идишнинг деворларида конденсацияланади (буғ ҳолатдан яна суюқ ҳолатга айланади) ва идишнинг тубига оқиб тушади. Идишнинг деворлари Р ғилоф билан ўралган бўлиб, бу ғилофдан сув оқиб туради ва бу сув насосни совутиб туради ҳамда мой буғини конденсацияланишига хизмат қилади. Насоснинг қиздиргич ва совуткичи шундай қилиб, буғнинг узлуксиз циркуляциясини (мой – буғ ва буғ – мой айланишини) таъминлаб туради.

Сўрилаётган газ молекулалари А соҳадан келиб, соплодан отилиб чиқаётган буғ оқимида илашади ва насоснинг пастки қисмига тушади, бу ерда молекулалар В патрубккага тушиб, форвакуум насос билан атмосферага чиқариб ташланади. Буғ оқимининг асосий вазифаси шуки, у ўзининг қисман импульсини (ҳаракат миқдорини) сўриб олинаётган газ молекулаларига бериб, уларни пастга, чиқиш трубасига йўналтиради. Диффузион насоснинг А қисми билан бирлашган идиш ҳажмидан газ молекулаларини ҳайдаш (сўриш) мумкин бўлган чегаравий босим асосан, соплодан юқорига, совитувчи сувнинг температурасидаги насосни ишчи суюқлик буғларининг эластиклиги билан белгиланади. Шунинг учун, юқори вакуум ҳосил қилувчи диффузион насосларнинг ишчи суюқликлари сифатида шундай навли мойлар танланадики, хона температурасида бу мой буғларининг эластиклиги кам бўлади.

Диффузион насослар қурилмаларда аввал уланади, яъни ба насоснинг чиқиш тирқиши форвакуум насосларнинг кириш тирқишига уланади. Форвакуум насос қурилмалар ичида ва диффузион насосларда етарлича паст босимни қосил қилгандан кейин, ишга туширилади.

Диффузион насосларда, сўриш юқори температураларгача қиздирилган симоб ёки мой буғларида амалга ошрилганлиги сабабли, буғлар қурилмаларнинг ичига учиб кириш эфтимоли катта бўлади. Бу буғларни қурилмалар ичига учиб қирмаслиги учун, диффузион насосларнинг қурилмаларга уланган жойига турли хил тўсиқлар, яъни қопқонлар ўрнатилади. Бу қопқонлар суюқ азот билан совутиб турилади ва улар буғларни қурилмалар ичига учиб қирмаслигида муҳим роль ўйнайди.

Паст босимларда диффузион насосларнинг сўриш тезлиги доимий бўлиб қолади. Бунда, сўрилаётган газ, асосан қурилмаларнинг ички деворларидан ажралиб чиқаётган молекулалардан иборат бўлади. Бундай ҳолларда, сўрилаётган газларнинг манбаи бўлиб қуйидаги ҳоллар қаралади:



3.5–расм. Буғ – оқимили диффузион насосининг тузилиши ва ишлаш схемаси.

1. Қурилмаларнинг ички деворларидан ажралиб чиқадиган газлар;
2. Газларнинг тескари диффузияси, яъни газларни форвакуум насослар соҳасидан (паст вакуумдан) юқори вакуумли соҳага диффузияланиши;
3. Қиздирилган мойларнинг енгил бўлакчаларини (фракцияларини) сўрилаётган фазога кириб бориши;
4. Газ молекулаларини тескари миграциялари (кўчишлари);
5. Мой буғларини тескари йўналишда оқиши;

Буғларнинг тескари оқиши деб, насоснинг юқори саплосидан чиққан буғ молекуларининг, ҳавоси сўрилаётган соҳага қараб ҳаракатланишига айтилади. Буғларнинг тескари миграцияси, насос деворларидан иккиламчи буғланиш натижасида ҳосил бўлган буғларнинг, паст босимли соҳага силжиши тушинилади. Тескари оқим натижасида паст босимли соҳага, яъни қурилмалар ичига етарлича катта миқдорда буғлар ҳаракатланади. Бу буғлар қурилмалар ичидаги вакуумни пасайишига оилб келади.

Тескари диффузия диффузион насосларнинг конструкциясига ва буғлар учиб чиқадиган соплларнинг босқичига боғлиқ бўлади. Кўп босқичли диффузион насосларда тескари диффузия жараёни кескин

пасаяди. Тескари диффузияда асосан, қурилмаларнинг металл деворлари билан, жуда юқори температурагача қизиган мой молекуларининг таъсирлашиши натижасида ҳосил бўладиган (парчаланадиган) енгил газ элементлари иштирок этади. Диффузион насосларда вакуум ҳосил қилиш учун қўлланиладиган ишчи ёғлар юқори температураларда парчаланadi. Шунинг учун, ишчи ёғларни жуда юқори температурагача қиздириш фойдали бўлмайди. Бундай ҳолларда, диффузион насослардаги ишчи ёғларни қиздириш режими танлаб олинади. Қўп ҳолларда, тоза вакуум олиш мақсадида, тажрибалар ўтказиладиган қурилмаларда диффузион насослар ўрнига турбомолекуляр насослар қўлланилади.

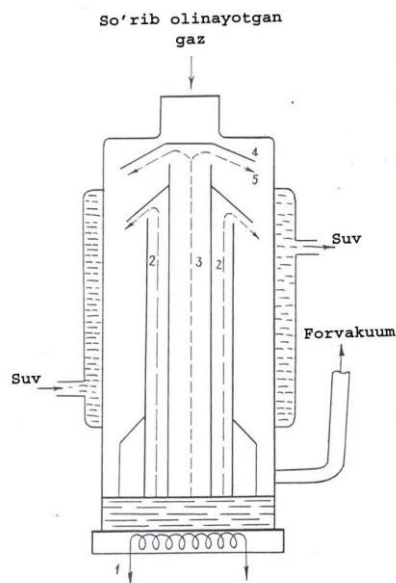
4.5 Буғ пуркаловчи юқори вакуум насослари

Буғ пуркаловчи юқори вакуум насосларининг ишлаш тарзи қуйидагича: насоснинг соплосидан учиб чиқаётган ишчи суюқликнинг буғ оқимидаги билан ҳажмдаги сўриб олинаётган газлар парсиал босимларининг фарқи ҳисобига, газларнинг буғ оқимида диффузияланиши юз беради. Шунинг учун, бу насосларни кўпинча диффузион насослар деб аташади. Оқимнинг таъсир қилиш соҳасига тушган, сўриб олинаётган газ молекулаларига, оқим ҳаракати йўналиши бўйича қўшимча тезлик узатилади. (Расм 4.4)

Буғ пуркаловчи диффузион насос қуйидагича ишлайди. Ишчи суюқликни қайнатиш учун ташқи ёки ички қиздиргичлардан фойдаланилади. Ишчи суюқлик қайнаши натижасида, ҳосил бўлган буғ буғузатгич бўйлаб насоснинг соплосидан узатилади ва товуш тезлигидан ҳам юқори тезликда соплосидан отилиб чиқади. Буғ оқими насос корпусининг совуқ деворига текканда конденсацияланади ва конденсат қайнатгичга оқиб тушади. Буғ пуркаловчи насоснинг чиқишига, дастлабки сийраклантириш насоси уланади ва бу насос конденсатдан ажралган газни сўриб олиб, буғ оқимининг бутунлигини таъминлайди.

Буғ пуркаловчи диффузион насосларда ишчи суюқлик сифатида махсус мойлар ва кам ҳолларда симоб қўлланилади. Симоб, мойлардан фарқли, атмосфера билан қисқа туташганда термотурғундир ва қизиб кетганда ҳам бўзилмайди. Ҳона ҳароратида симобнинг тўйинган буғ босими ($1 \cdot 10^{-3}$) мм. с.м. уст. ташқил етганлиги сабабли, насосдан сўриб олинаётган ҳажмга ўтаётган симоб буғларини тутиб қолиш учун, совуқ тузоқлар қўллаш лозим.

Аммо, симоб буғлари инсон учун заҳарли бўлганлиги учун, буғ симобли насосларнинг афзалликларига қарамай, улар фақат махсус ҳоллардагина қўлланилади.



3.6- Расм Юқори вакуумли буғ пуркаловчи диффўзион насоснинг схемаси

1-қиздиргич, 2-3-коаксиал қувурлар, 4-5-конус найлар (сопло)

Буғ пуркаловчи насосларда ишчи суюқлик сифатида, кўпинча нефт мойлари ва кремний органик суюқликлар қўлланилади. Қўлланиладиган кўпчилик мойларнинг буғлари, симоб буғларидан фарқли инсон соғлиғи учун зарарсиздир.

Тезкор савол жавоб орқали талабалар билимини фаоллаштириш учун саволлар:

1. Эжектор деганда нимани тушунасиз?
2. Физикавий вакуум нима?
3. Синхрон ҳаракатланиш нимани англатади

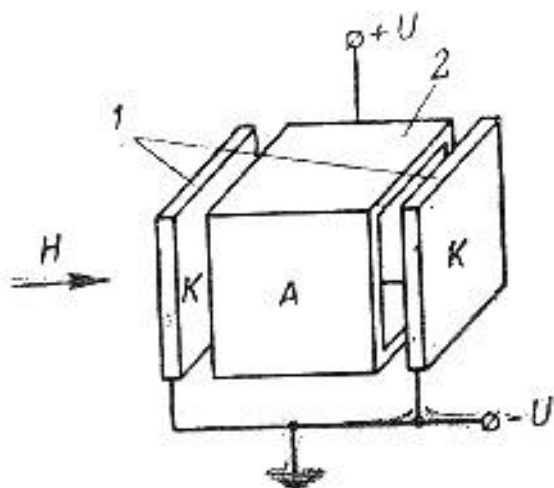
Турбомолекуляр насосларнинг ишлаш тарзи, сийраклаштирилган газ молекулаларига тез ҳаракатланаётган сирт орқали, йўналтирилган тезлик узатишга асосланган. Турбомолекуляр насос таъминлайдиган босимлар фарқи, сўриб олинаётган газ оқими билан туташувчи, ҳаракатланаётган сирт тезлигига ва узунлигига пропорционалдир. Бу босимлар фарқи сўриб олинаётган газнинг молекуляр оғирлигига ҳам боғлиқ. Юқорида қайд қилинганларнинг барчаси, насосда, фақат газ оқимининг молекуляр мароми бўлгандагина ўринли, яъни турбомолекуляр насослар учун иш соҳаси (10^{-2} - 10^{-9}) мм. сим. уст. тартибидаги ва ундан паст босимлардир. 3.4

- расмда Беккер таклиф этган турбомолекуляр насоснинг схемаси келтирилган.

Бу насос, ҳаракатланаётган қисмлари орасидаги тирқишлари, етарли даражада катта бўлган, ўқли, кўп босқичли компрессорни эслатади. Корпусда (1) кўзгалмас дисклар (2), ротор вагида эса дисклар (3) маҳкамланган.

Кўзгалмас ва ҳаракатланувчи дисклар орасидаги тирқишлар, тахминан 1мм га тенг. Ротор ва статор дискларида қия ўйиқлар бўлиб, ротор тез айланганда, уларда газ молекулалари, асосан ротор марказидан, ротор қирралари бўйича қўшимча тезлик олади.

Роторнинг диаметри 170 мм ва унинг айланиш тезлиги 16000 *айл/мин* бўлганда, ($10^{-2} \div 10^{-8}$) мм. *сим. уст.* босимлар оралиғида, насоснинг ҳаво бўйича сўриб олиш тезлиги тахминан 140 л/с ни ташкил этади. Насоснинг қолдиқ босими $5 \cdot 10^{-10}$ мм. *сим. уст.* Шунини қайд қилиш лозимки, насосдаги қолдиқ газ, водороддан иборат бўлиб, бу газ асосан, пўлат деворлар орқали диффузияланади ёки улардан десорбцияланади.



3.7-расм Сорбцион насосларнинг турлари, тузилишлари ва ишлаш жараёни

Вакуум шароитида, тажрибалар ўтказиш учун, мўлжалланган қурилмаларида қўлланиладиган механик ва диффузион насослар ёғ (мой) билан ишлайди. Юқори температураларда бу ёғ молекулалари тажриба қурилмаларининг ишчи камераларига учиб кириши мумкин. Бу эса, ишчи камерада ифлосланишларни келтириб чиқаради ва тажриба натижаларини ёмонлаштиради. Бундан ташқари, ишчи камераларга кириб қолган ёғ зарралари, газ молекулалари билан тўқнашиб, камера деворида конденсацияланиш мумкин. Бу эса, юқори вакуум вакуум ҳосил қилишни қийинлаштиради. Форвакуум ва диффузион насосларнинг ишчи камерадаги ҳавони сўриш тезлиги юқори бўлишига қарамасдан, баъзи бир

ҳолларда, ишчи камерада юқори вакуум олиш учун етарли бўлмайди. Бундай ҳолларда тажриба қурилмасига сорбцион насослар ва агрегатлар ўрнатилади.

Сорбцион насослар қаттиқ жисмларда газларни ютилишига (адсорбцияланишига) ёки газ разряди асосида, газларни қаттиқ жисмларда (металларда) масалан, титанда ютилишига асосланиб ишлайди.

Сорбцион насослар ва агрегатларнинг авфзаллиги шундаки, уларда ишчи ёғ (мой) ёки бошқа суюқлик ишлатилмайди. Сорбцион насослар ва агрегатлар ишлаш принципига қараб:

- 1) цеолитли насослар ва агрегатлар;
- 2) магниторазрядли насослар ва агрегатлар;
- 3) ионли – геттерли насослар ва агрегатлар;
- 4) орбитрон насосларга бўлинади.

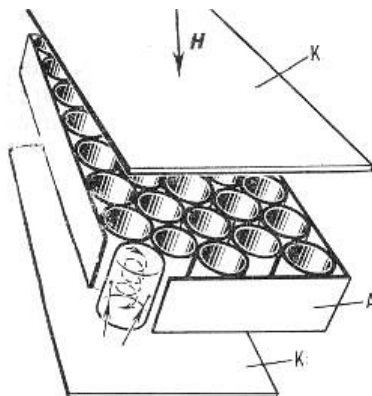
Цеолитли насос ва агрегатларнинг ишлаш принци, улар ичига жойлаштирилган, ғовак структурага эга бўлган, цеолит, кўмир, силикагель каби моддаларни катта ҳажмдаги газларни ютиш (сорбциялаш) хоссаларига асосланади. Буғ моддалар, паст температурагача азот билан совутилганда паст босимларда катта миқдордаги газларни ютади. Бу эса, ишчи камера ичидаги вакуумни янада юқори бўлишига олиб келади.

Цеолитли насос ва агрегатлар, ишчи камерада форвакуум ва диффузион насослар томонидан қийин сўриладиган (ишчи камерадан ташқарига, яъни атмосферага чиқариб ташланадиган) газ молекулалари бирикмасини ҳам ютиб, ишчи камерадаги вакуумни яхшилайти. Бу насос ва агрегатлар, сув буғи молекулаларини, углерод, криптон, ксенон ва бошқа газ молекулаларини яхши ютади. Аммо, гелий, неон ва водород молекулаларини ёмон ютади.

Магниторазрядли насослар ва агрегатларнинг ишлаш принци кучли магнит майдонда, юқори вольт кучланишли разрядда титан материалнинг емирилиш натижасида газ молекулаларини ионлаштириб, титан томонидан ютилишга асослади. Магниторазрядли насосларнинг асосий ишчи қисми бўлган разряд ячейкасининг схемаси 3.5 – расмда келтирилган.

Разрядни юзага келтирувчи иккита катод ва пластинка ва цилиндрик шаклдаги анод титан материалдан ясалган бўлиб, катод текислигига перпендикуляр йўналган магнит майдонга жойлаштирилади. Разряд ячейкасига юқори вольтли кучланиш берилганда электродлар орасида газ разряди юзага келади, яъни кучли электр майдонида ячейкадаги газ молекулалари ионлашади. Бу ионлар электр майдони таъсирида катодларга қараб ҳаракатланади ва катодларда ютулиб қолади. Шу пайтни ўзида титан катодларда сиртий емирилиш юзага келиб, титан атомлар (ион ҳолда) анод деворларига ва насоснинг деворларига ўрнашиб қолади. Бу эса тажриба қурилмасининг ишчи камерасида ортиқча газ молекулаларини камайтиради, яъни вакуум даражасини оширади. Магниторазрядли насосдаги жараён газларни ютилишига қараб иккига бўлинади. Биринчиси, агар қолдиқ газларнинг ионлари насоснинг катодларига кириб борса, бу

ион сўрилиш деб аталади. Иккинчиси, агар агар титанни емирилиши билан қолдиқ газлар сўрилса, бу жараён сорбцион сўрилиш деб аталади.



3.8.– расм. Магниторазрядли насоснинг разрядни юзага келтирувчи ячейкасининг схемаси.

- 1) – цилиндрик шаклдаги титандан ясалган анод;
- 2) – титандан ясалган катод пластинкалари.

Вакуум шароитида, тажрибалар ўтказиш учун, мўлжалланган қурилмаларида қўлланиладиган механик ва диффузион насослар ёғ (мой) билан ишлайди. Юқори температураларда бу ёғ молекулалари тажриба қурилмаларининг ишчи камераларига учиб кириши мумкин. Бу эса, ишчи камерада ифлосланишларни келтириб чиқаради ва тажриба натижаларини ёмонлаштиради. Бундан ташқари, ишчи камераларга кириб қолган ёғ зарралари, газ молекулалари билан тўқнашиб, камера деворида конденсацияланиш мумкин. Бу эса, юқори вакуум вакуум ҳосил қилишни қийинлаштиради. Форвакуум ва диффузион насосларнинг ишчи камерадаги ҳавони сўриш тезлиги юқори бўлишига қарамасдан, баъзи бир ҳолларда, ишчи камерада юқори вакуум олиш учун етарли бўлмайди. Бундай ҳолларда тажриба қурилмасига сорбцион насослар ва агрегатлар ўрнатилади.

Сорбцион насослар қаттиқ жисмларда газларни ютилишига (адсорбцияланишига) ёки газ разряди асосида, газларни қаттиқ жисмларда (металларда) масалан, титанда ютилишига асосланиб ишлайди.

Сорбцион насослар ва агрегатларнинг авфзаллиги шундаки, уларда ишчи ёғ (мой) ёки бошқа суюқлик ишлатилмайди. Сорбцион насослар ва агрегатлар ишлаш принципига қараб:

- 1) цеолитли насослар ва агрегатлар;
- 2) магниторазрядли насослар ва агрегатлар;
- 3) ионли – геттерли насослар ва агрегатлар;
- 4) орбитрон насосларга бўлинади.

Цеолитли насос ва агрегатларнинг ишлаш принци, улар ичига жойлаштирилган, ғовак структурага эга бўлган, цеолит, кўмир, силикагель каби моддаларни катта ҳажмдаги газларни ютиш (сорбциялаш) хоссаларига асосланади. Буғ моддалар, паст температурагача азот билан совутилганда паст босимларда катта миқдордаги газларни ютади. Бу эса, ишчи камера ичидаги вакуумни янада юқори бўлишига олиб келади.

Цеолитли насос ва агрегатлар, ишчи камерада форвакуум ва диффузион насослар томонидан қийин сўриладиган (ишчи камерадан ташқарига, яъни атмосферага чиқариб ташланадиган) газ молекулалари бирикмасини ҳам ютиб, ишчи камерадаги вакуумни яхшилайти. Бу насос ва агрегатлар, сув буғи молекулаларини, углерод, криптон, ксенон ва бошқа газ молекулаларини яхши ютади. Аммо, гелий, неон ва водород молекулаларини ёмон ютади.

Магниторазрядли насослар ва агрегатларнинг ишлаш принципи кучли магнит майдонда, юқори вольт кучланишли разрядда титан материалининг емирилиш натижасида газ молекулаларини ионлаштириб, титан томонидан ютилишга асослади. Магниторазрядли насосларнинг асосий ишчи қисми бўлган разряд ячейкасининг схемаси 3.5 – расмда келтирилган.

Разрядни юзага келтирувчи иккита катод ва пластинка ва цилиндрик шаклдаги анод титан материалидан ясалган бўлиб, катод текислигига

Битта магниторазрядли насоснинг ичига юзлаб разряд ячейкаларни жойлаштириш мумкин. Бу эса насоснинг вакуум олишда яхши натижаларга эришиш мумкинлигини кўрсатади. Магниторазрядли насосларнинг саноатда ишлаб чиқариладиган бир қанча турлари мавжуд. Буларга НМД – 01 – 3, НМД – 0,25 – 3, НМДО – 0,01 – 1, НМДО – 0,025 – 1, НМДО – 0,1 – 1, НМДО – 0,25 – 1, НМДО – 0,63 – 1 (НОРД серияси) ва НМТО – 0,1 – 1 каби маркаларини мисол қилиб келтириш мумкин. Магниторазрядли насослар юқори температурали газ разряди билан ишлаганлиги учун тез қизиб кетади. Шунинг учун, уларни ичида махсус каналлар ўрнатилган бўлиб, бу каналлардан совуқ сув оқиб туради, яъни насослар совуқ сув билан совутилиб турилади.

Сорбцион сўрилишда, физикавий ва химиявий адсорбция, ҳамда каттик жисмлар сиртида рўй берадиган химиявий реакция эффектларидан фойдаланилади. Бунда, каттик жисмлардан, хусусан металллардан тайёрланган махсус мослама, вакуум ҳосил қилинаётган қурилмалар ичидаги газларни химиявий ўйл билан адсорбциялайди, яъни ютади ёки тутиб қолади. Бундай мосламалар геттерлар деб аталади. Геттерлар юпқа металл плёнкалар кўринишида ҳам тайёрланиши мумкин. Кўпгина ҳолларда, геттерлар тайёрлашда титан металлдан фойдаланилади. Бу металл геттер вакуум ҳосил қилинаётган қурилмалар ичида мавжуд бўлган химиявий газларнинг ҳаммасини юта олади. Бундан ташқари, геттерлар сифатида цирконий, тантал, молибден ва ниобий материалларининг плёнкаларидан ҳам тайёрланади. Геттерларни паст температураларгача совитиш, уларнинг адсорбцион хусусиятларини оширади.

Сорбцион насослар вакуум ҳосил қилинаётган қурилмалар ичида етарлича паст босим ҳосил қилингандан сўнг. Ишга туширилади. Бу типдаги насослар, юқори босимлар бўлган ҳолларда , яъни қурилмалар ичида мавжуд бўлган газлар миқдори кўп бўлган ҳолларда самара бермайди. Чунки, бундай насослардаги геттерлар жуда тез тўйиниб қолади ва сўриш жараёни тўхтайтиди.

Ионли – геттерли насосларнинг ишлаш принципи титан материални буғлатиб юпқа плёнкалар ўстириб, бу плёнкалар томонидан ишчи камерадаги қолдиқ газ молекулаларини ютилишига асосланади. Насос ичидаги титан материали тўқ ўтказиш йўли билан қиздирилади ёки электронлар билан бобардировка қилиб қиздирилади. Қиздирилган титан буғлаткичидан (материалидан) чиққан титан атомлари насоснинг сув билан совутиладиган ички деворларига ўрнашиб қолади ва бунда ишчи камерадаги қолдиқ газларни ютади. Титан материали баъзи бир газларни, масалан, инерт газларни ёмон ютади. Бундай ҳолларда инерт газларнинг молекулалари ионлаштирилади. Газ молекулаларини ионлаштириш учун ионли – геттерли насослар ичига махсус ионизатор ўрнатилади. Ионизатор титан материалидан ясалган қиздирилувчи катод, анодлар системаси ва ионлар коллекторидан иборат бўлади. Ионлар коллектори вазифасини ионли – геттерли насосларнинг корпуси ҳам ўташи мумкин.

Электр разрядли магнитли насосларда фаол қатламлар олиш учун, титанни термик буғлантирадиган насослардан фарқли, катоднинг чангиши ҳодисасидан фойдаланилади. 3.6 - расмда оддий (диод) насосида электродларнинг жойлашиш схемаси келтирилган. Фаол металлдан таёрланган икки катодлар орасига рамкали анод ўрнатилган бўлиб, унга бир неча киловольт тартибдаги мусбат потенциал берилади.

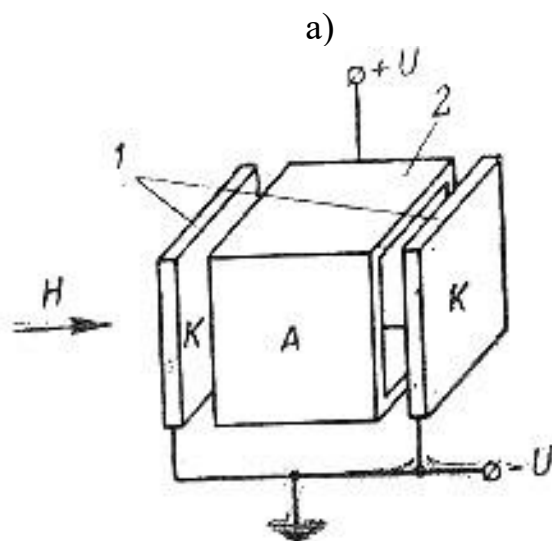
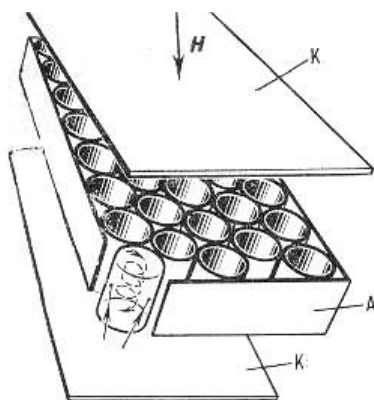
Электрод тизилмаси, кучланганлиги Н бўлган магнит майдонида жойлашган. Магнит майдони кучланганлиги ва электродлар геометриясининг маълум ўзаро уйғунлигида, электродлар орасида совуқ разряд юзага келади. Электронлар, разряд оралиғида тебранади ва анча вақт мобайнида анодга келиб тушмайди. Натижада қолдиқ газларнинг электронлар билан ионлашиш эҳтимолияти ортади. Разрядда ҳосил бўлган мусбат ионлар катодни бомбардимон қилиб, катод материални жадал чангитади ва анод чангланади.

Электроразрядли насослар билан турли газларни сўриб олиш механизми бир хил эмас. Фаол газларнинг сўриб олиниши, асосан анодда кимёвий бирикмалар ва қаттиқ эритмалар юзага келиши билан амалга ошади. Бунда ионларнинг бир қисми катод материалнинг сиртки қатлами тагига сизиб ўтиб, кейинчалик суут диффузияланиши мумкин. Катод сиртида ҳосил бўлган кимёвий бирикмалар, кейинчалик чангийди ва асосан анод сиртида қолади ва у ердан такроран чангиш юз бермайди.

Инерт газларнинг сўриб олиниши, улар ионларининг чангитилаётган сиртда адсорбцияланиши ва кейин чангланаётган титан билан устидан «қоплаб» ташланиши эвазига амалга ошади. Бошқа тарафдан, инерт

газларнинг ионлари электр майдонида тезлашади ва катод материалга кириб олади, аммо катод материали чангитилганда, уларнинг бир қисми яна қайта ажралиб чиқади. Диод магнитли электроразрядли насосларни ишлатиш тажрибаси, бу насослар фақат $(2-5) \cdot 10^{-5}$ мм. с.м. уст. дан паст босимларда турғун ишлашини, ишга тушириш эса $(10^{-2}-10^{-3})$ мм. с.м. уст. босимларда амалга оширилиши мумкинлигини кўрсатади.

Электроразрядли насослар $(10^{-9} \div 10^{-11})$ мм. с.м. уст. тартибидаги сийраклаштиришга имкон беради ва худди буғлатгичли ионли насослар



б)

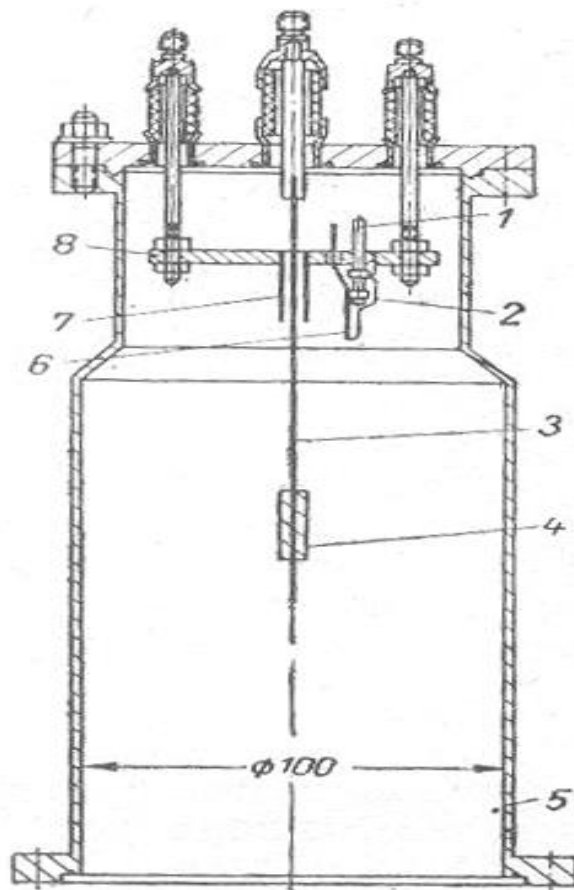
3.9 – расм. Пеннинг ячейкаси (а) ва электроразрядли магнитли насосда электродлар жойлашувининг схемаси (б). А-анод, К-катод, Н-магнит майдон кучланганлиги.

сингари, бундай паст босимларга эришиш учун, дастлабки сийраклаштиришни талаб қилади. Электроразрядли магнитли насослар камчиликларига бесўнақайлигини ва шу сўриб олиш тезлигига эга бўлган буғлатгичли – ионли насосларга нисбатан каттароқ оғирликка эга эканлигини кўрсатиш мумкин.

Вакуум техникасида, ишлаш тарзи буғлатилаётган металл газларни ютишига асосланган, ўта юқори вакуум насослари кенг тарқалган. Ўзига хос тузилишига қараб, бу турдаги насослар геттер, сорбцион ёки буғлатгичли насослар деб аталади. Геттер насосларида, газ ютгич сифатида кўпинча титан, баъзида эса бошқа металллар (барий, хром) ҳам қўлланилиши мумкин. Титан хона ҳароратида, вакуум тузилмасидаги инерт газлар ва углеводороддан ташқари, барча газлар билан, амалда турғун, қаттиқ бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил қилади. Газ ютгич, берк ҳажмда буғланганда, ҳажм деворларида янги фаол қатлам ҳосил бўлади ва унинг сиртида физикавий адсорбция, хемосорбция ҳамда кимёвий реакциялар ва газнинг қаттиқ фазада эриши натижасида газнинг ютилиши юз беради.

Сўриб олинаётган газларнинг молекулалари (атомлари) электр разряди ёки электронлар оқими билан уйғотилганда ёки ионлаштирилганда, фаол қатламларнинг газларни ютиши янада самаралироқ кечади. Бошқа тарафдан, ионлаштириш жараёни инерт газларни ҳам «боғлаб» қўйиш имконини беради. «Орбитрон» типли титанни термик буғлатадиган геттерли-ион насосининг ишлаш тарзини кўриб чиқамиз (3.7 – расм). Корпус 5 ичида титанли цилиндр 4 бўлиб, унинг ичига электрод (анод) 3 жойлаштирилган. Электроднинг 3 устки қисми, трубка 7 билан ҳимоя қилинган. Пластинада 8 керамик стержен 7 қотирилган бўлиб, унда диаметри 0,15 мм бўлган, волфрам симдан тайёрланган, катод 2 ўрнатилган. Насоснинг корпуси ерга уланган, марказий электродга эса 5 кВ гача мусбат потенциал берилади. Пластина ва экранловчи трубка 7 катод потенциалида бўлади. Катоднинг ва танталли ток киритгичнинг 6 жойлашувлари ва шакллари шундай танланганки, электр майдони ўқ бўйлаб йўналган ва радиал симметрияси бузилган. Бундан ташқари, катодга насос корпусига нисбатан мусбат силжиш потенциали берилади. Натижада катоддан эмиссияланаётган электронлар ўқли, радиал ва тангенциал ташкил этувчиларга эга тезлик билан ҳаракатланади. Электр майдони носимметрик бўлганлиги ва электронлар тезликларининг векторлари электр майдонининг куч чизиқлари билан қандайдир бурчак ҳосил қилганлиги сабабли, электронлар ҳаракатининг йўналиши тўхтовсиз ўзгаради ва кичик кўндаланг кесимга эга бўлган, марказдаги электродга электронларнинг бориб тушиши мураккаблашади. Катодда мусбат силжиш борлиги туфайли, электронларнинг корпусга келишини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Натижада электронлар орбиталар бўйича, етарли даражада узоқ вақт ҳаракатланиб, катта масофани босиб ўтадилар ва шу сабабли, газ ионлашувининг эҳтимолияти кескин ортади.

Траекторияси марказий электрод 3 яқинидан ўтаётган электронларнинг бир қисми, титанли цилиндрга урилади ва уни 1160 °С ҳароратгача қиздиради.



3.10 - расм. «Орбитрон» типли насоснинг схемаси.

Бунда титаннинг сублимацияси юз бериб, насоснинг ички деворлари титан билан чангланади. «Орбитрон» типли насос орқали фаол газларнинг сўриб олиниши, насос корпусининг ички сиртига узлуксиз чанглатилаётган титан қатлами эвазига бўлади. «Орбитрон» типли насос ёрдамида олинadиган чегаравий босим ($5 \cdot 10^{-10}$) мм. с.м. уст. ва ундан ҳам паст бўлиши мумкин.

Юқорида келтирилган насослар ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. с.м. уст. босимдан ишлай бошлайди.

Ишчи суюқлик буғлари билан, вакуум системаси ифлосланиб қолмаслиги учун, ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. с.м. уст. гача бўлган дастлабки босим ҳосил қилишда адсорбцион насослардан фойдаланилади. Буғлатгичли-ион насосларининг камчиликларига электр таъминлаш тизилмасининг бир оз мураккаблигини, титанни чанглатиш тезлигининг ўз-ўзидан ростланмаслигини ва тизилмада иссиқ катод борлигини киритиш мумкин.

3.3. Паст босимларни ўлчаш усуллари.

Тажриба ўтказиладиган қурилмаларда ҳосил қилинган паст босимларни (вакуумни) ўлчаш ва кузатиб бориш муҳим аҳамиятга эга. Паст босимларни ўлчаш учун жуда кўплаб методлар ва қурилмалар мавжуд. Паст босимларни ўлчашда вакуумметр деб аталувчи ионизацион термо электрик манометрлар ва вакуум системасида қолган(қолдиқ) газ составини аниқлаб берувчи кадрупол, монопляр ва вақт бўйича ўзгарувчи масс- спектрометрлар қўлланилади [13].

Ионизацион манометрлар вакуум ҳосил қилинадиган ишчи камерага ўрнатилади. Бу манометрнинг ишлаш принципи вакуум системаси ичидаги газ молекулаларининг ионлантирилишига асосланади. Манометр электрон лампалар кўринишида бўлиб, лампа ичига кирган газ молекуласи мусбат зарядли ионларга айлантирилади. Бу ионлар лампа ичидаги электр майдон таъсирида ионлар электр токини юзага келтиради ва бу ток миллиамперметрларда ўлчанади.

Ионизацион манометрнинг уланиш схемаси 2.2 – расмда келтирилган. Ионизацион манометр уч электродли кучайтиргич лампаси каби тузилишга эга бўлади. Ионизацион лампанинг юқори қисми очик бўлиб, тажриба ўтказиладиган ишчи камерасидаги газ босими билан лампа ичидаги босим ҳар хил бўлади. Ишчи камерада вакуум ҳосил қилинганда лампа ичида ҳам босим мос равишда камаяди. Лампа ичидаги қолдиқ газ камерадаги қолдиқ газга тенг бўлади. Қолдиқ газ молекулалари лампанинг К – катоддан учиб чиққан электронлар ёрдамида ионлаштирилади. К – катод чўғланиш толасининг токи B_1 – батарея(ток манбаи) билан қиздирилади ва R – қаршилиқ билан тўғирланиб туради. К – катоддан нурланиб чиққан электронлар катод ва Т – тўр орасидаги электр майдон ёрдамида тезлаштирилади, бу майдоннинг потенциали B_2 – ток манбаи воситасида катодга нисбатан мубат сақлаб турилади. Катоддан учиб чиққан электронлар Т – тўр орқали ўтиб Т – тўр ва K_1 – электрод орасидаги фазодаги қолдиқ газ молекулалари билан тўнашиб, уларни мусбат ионларга айлантирилади, K_1 – электроднинг потенциали B_3 – манба томонидан тўрға нисбатан манфий сақланиб турилади.

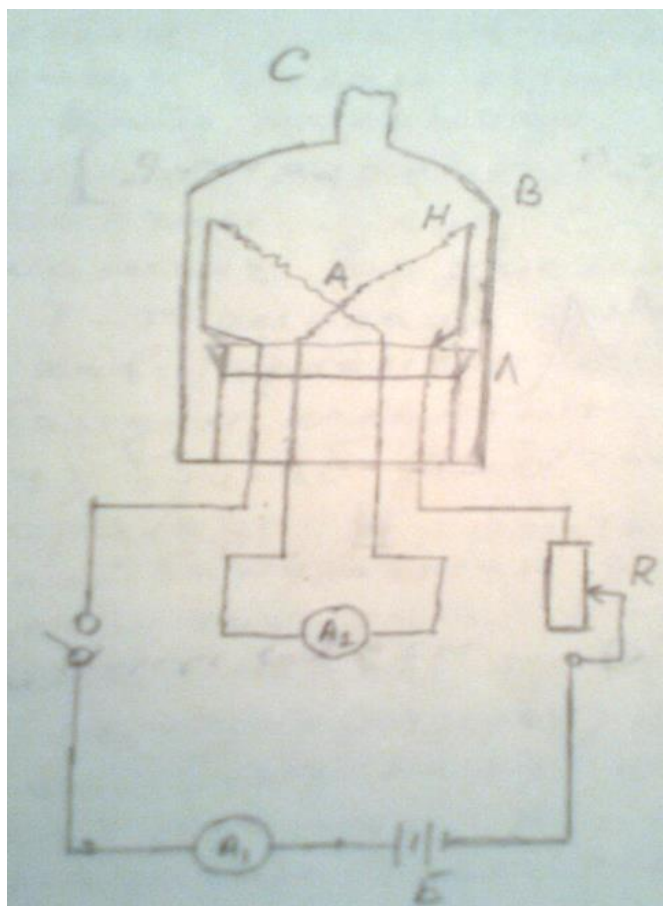
Шунинг учун, қолдиқ газ молекулалари ионлашишдан ҳосил бўлган мусбат ионлар K_1 – электродга қараб ҳаракатланади ва K_1 – электродга етиб бориб ионланиш токини ҳосил қилади. Ионлашиш токи mA – миллиамперметрда ўлчанади. Ионланиш токининг кучи лампа ичидаги босимга(қолдиқ газ молекулаларининг миқдорига) пропорционал бўлади, яъни ишчи камерада босим қанча паст бўлса(юқори вакуум), ионланиш токи ҳам шунча кичик бўлади [14]. Ионизацион манометрнинг камчилиги унинг кўсатишлари ишчи камера ичидаги қолдиқ газ таркибига боғлиқлигидир. Ионизацион манометрлар ёрдамида $P=10^{-3}÷10^{-12}$ миллиметр симоб устунигача босимларни етарлича аниқликда ўлчаш мумкин.

сингари, бундай паст босимларга эришиш учун, дастлабки сийраклаштиришни талаб қилади. Электроразрядли магнитли насослар камчиликларига бесўнақайлигини ва шу сўриб олиш тезлигига эга бўлган буғлатгичли – ионли насосларга нисбатан каттароқ оғирликка эга эканлигини кўрсатиш мумкин.

Вакуум техникасида, ишлаш тарзи буғлатилаётган металл газларни ютишига асосланган, ўта юқори вакуум насослари кенг тарқалган. Ўзига хос тузилишига қараб, бу турдаги насослар геттер, сорбцион ёки буғлатгичли насослар деб аталади. Геттер насосларида, газ ютгич сифатида кўпинча титан, баъзида эса бошқа металллар (барий, хром) ҳам қўлланилиши мумкин. Титан хона ҳароратида, вакуум тузилмасидаги инерт газлар ва углеводороддан ташқари, барча газлар билан, амалда турғун, қаттиқ бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил қилади. Газ ютгич, берк ҳажмда буғланганда, ҳажм деворларида янги фаол қатлам ҳосил бўлади ва унинг сиртида физикавий адсорбция, хемосорбция ҳамда кимёвий реакциялар ва газнинг қаттиқ фазада эриши натижасида газнинг ютилиши юз беради.

Сўриб олинаётган газларнинг молекулалари (атомлари) электр разряди ёки электронлар оқими билан уйғотилганда ёки ионлаштирилганда, фаол қатламларнинг газларни ютиши янада самаралироқ кечади. Бошқа тарафдан, ионлаштириш жараёни инерт газларни ҳам «боғлаб» қўйиш имконини беради. «Орбитрон» типли титанни термик буғлатадиган геттерли-ион насосининг ишлаш тарзини кўриб чиқамиз (3.7 – расм). Корпус 5 ичида титанли цилиндр 4 бўлиб, унинг ичига электрод (анод) 3 жойлаштирилган. Электроднинг 3 устки қисми, трубка 7 билан ҳимоя қилинган. Пластинада 8 керамик стержен 7 қотирилган бўлиб, унда диаметри 0,15 мм бўлган, волфрам симдан тайёрланган, катод 2 ўрнатилган. Насоснинг корпуси ерга уланган, марказий электродга эса 5 кВ гача мусбат потенциал берилади. Пластина ва экранловчи трубка 7 катод потенциалида бўлади. Катоднинг ва танталли ток киритгичнинг 6 жойлашувлари ва шакллари шундай танланганки, электр майдони ўқ бўйлаб йўналган ва радиал симметрияси бузилган. Бундан ташқари, катодга насос корпусига нисбатан мусбат силжиш потенциали берилади. Натижада катоддан эмиссияланаётган электронлар ўқли, радиал ва тангенциал ташкил этувчиларга эга тезлик билан ҳаракатланади. Электр майдони носимметрик бўлганлиги ва электронлар тезликларининг векторлари электр майдонининг куч чизиқлари билан қандайдир бурчак ҳосил қилганлиги сабабли, электронлар ҳаракатининг йўналиши тўхтовсиз ўзгаради ва кичик кўндаланг кесимга эга бўлган, марказдаги электродга электронларнинг бориб тушиши мураккаблашади. Катодда мусбат силжиш борлиги туфайли, электронларнинг корпусга келишини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Натижада электронлар орбиталар бўйича, етарли даражада узоқ вақт ҳаракатланиб, катта масофани босиб ўтадилар ва шу сабабли, газ ионлашувининг эҳтимолияти кескин ортади. Траекторияси марказий электрод 3 яқинидан ўтаётган электронларнинг

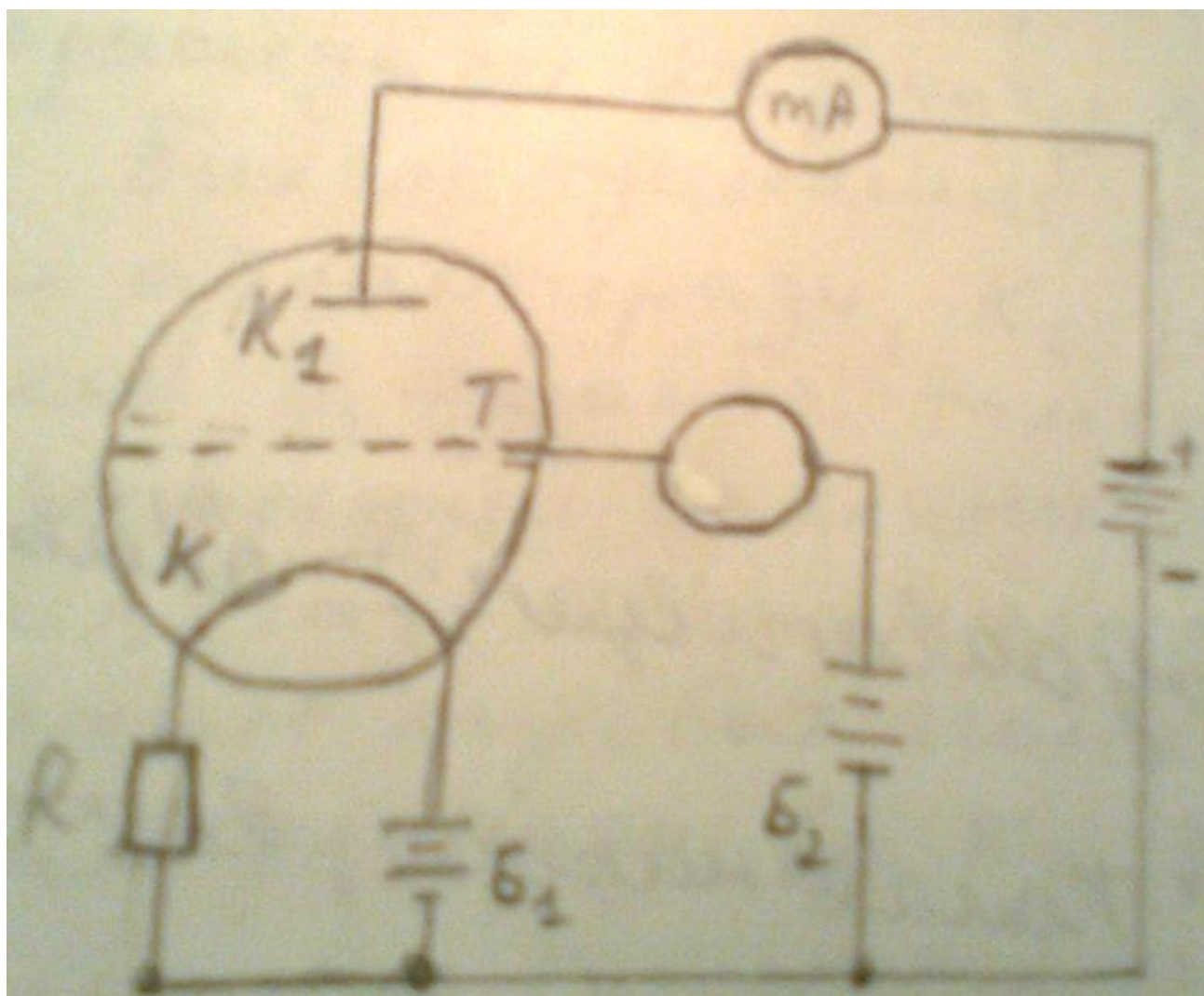
бир қисми, титанли цилиндрга урилади ва уни 1160 °С ҳароратгача қиздиради.



3.11. – расм . Ионизацион манометрнинг (лампа) тузилиши ва уланиш схемаси.

Бу манометр газ иссиқлик ўтказувчанлигининг унинг босимига боқлиқлик хоссаларига асосланиб ишлайди. Термоэлектрик манометрнинг тузилиши 2.3 – расмда келтирилган.

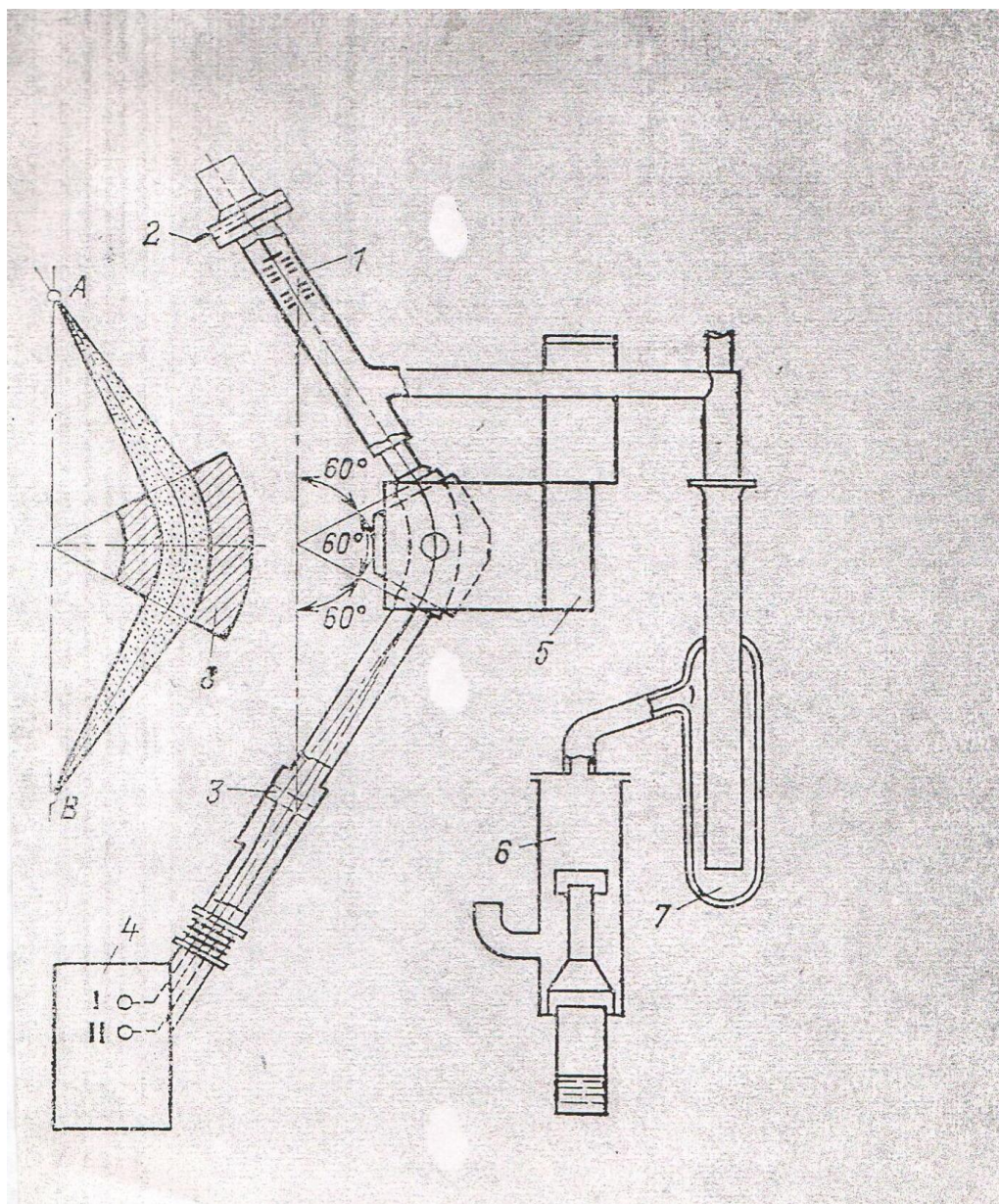
Паст босимларда газнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти босимга пропорционал бўлади. Термоэлектрик манометрларда $P=10^{-1} \div 10^{-3}$ миллиметр симоб устуни босимлар соҳасида иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ўзгариши босим ўзгариши билан сезиларли даражада ўзгаришини қайд қилинади.



3.12. – расм. Термоэлектрик манометрнинг тузилиши ва ишлаш схемаси.

Термоэлектрик манометрлар шиша ёки металлда ясалган бўлиб, С – учи вакуум олинандиган қурилманинг бир қисмига уланади. А – идишга Т – термopара ўрнатилган бўлиб, унинг А – кавшарланган(пайвандланган) учи Б – ток манбаидан келатган ва Н – металл тола(иситкич) бўйлаб ўтаётган электр токи билан қиздирилади. Н – иситкич бевосита термopаранинг пайвандланган учига тегиб туради. Н – иситкичдаги тўқ кучи R – реостат ёрдамида ўзгармас қилиб сақлаб турилади ва А₁ – амперметр билан контрол(назорат) қилиб турилади. Термopара пайвандининг қизиши натижасида унинг чекка учларида А₂ – миллиамперметр билан ўлчанадиган термоэлектр юритувчи куч(ток) вужудга келади. Термоэлектр

юритувчи токнинг қиймати газнинг босимга боғлиқ бўлади. Н – иситкичдаги ток кучининг берилган қийматида термopара пайвандланган учининг температурасини ўлчанаётган термоэлектр юритувчи куч катталигини аниқлайди ва кавшарланган учининг ташқарига иссиқлик ўтказувчанлиги қанча кам бўлса, бу температура шунча юқори бўлади. Н – иситкич ажратган иссиқлик қуввати газ молекулалари орқали ташқарига бериладиган қувватга тенг бўлганида, яъни мувозанат қарор топганида пайвандланган учининг температураси ўзгармас бўлади.



3.14 – расм. Масс – спектрометр тузилиши ва схематик кўриниши:

1–газ молекулаларини ионлаштирувчи манба; 2–газ молекулалари кирадиган тирқиш; 3 – ионлар коллектори ; 4 – ионларни қайд қилувчи детектор; 5 – магнит ўзак; 6 – диффузион насос; 7- тутиб қолувчи қолқон; 8 – масс – спектрометр ичида ионларнинг ҳаракат тректориясини кўриниши.

Ташқарига иссиқлик узатиш эса, газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, яъни газнинг босими қанча катта бўлса, шунча кўп бўлади. Бундан шу нарса келиб чиқади, газнинг босими қанча кам бўлса, манометр ўлчайдиган термоэлектр ток кучининг катталиги шунча катта бўлади.

Қурилмалар ичида қолган турли хил газларни босимини ўлчаш билан бирга, уларнинг таркибини, яъни қайси газдан қанча миқдорда борлигини билиш ҳам муҳим аҳамиятга эга. Қолдиқ газлар таркибини аниқлашда бир неча турдаги масс – спектрометрлардан фойдаланилади. Шундай масс – спектрометрлардан бирининг схематик кўриниши 2.4 – расмда келтирилган. Масс – спектрометр қурилма ичидаги қолдиқ газлар таркибини қуйидагича аниқлаб беради. Қолдиқ газларнинг молекулалари масс – спектрометрнинг кириш (2) туйниги орқали учиб кириб, ионлаштирувчи (1) манбага тушади. Бу манба кучли электр майдони таъсирида газ молекулаларини ионлаштиради. Ионлашган газ молекулалари электр майдони электр майдони таъсирида ҳаракатланиб, масс – спектрометрнинг анализаторига ўтиб боради.

Анализатор магнит ўзак (5) ҳосил қилган магнит майдон таъсирида ионларни массаси, заряди ва энергиясига қараб, ҳаракат траекториясини(чизиғини) ўзгартиради, яъни массаси, заряди, энергияси бир хил бўлган ионларни ҳар бирини, бир – биридан ажратиб, ҳаракатлантиради(серпарациялайди). Бир хил массага, зарядга ва энергияга эга бўлган ионлар тўплам – тўплам бўлиб, ажралиб ҳаракатланади. Серпарацияланган ионлар бир – биридан ажралиб, турли бурчакларга оғган ҳолда ҳаракатланиб, ионлар коллекторидан (3) ўтиб масс-спектрометрнинг детекторини турли нуқталарига келиб тушади. Бу детектор келиб тушган ионлар қосил қилган токга мос келадиган электр сигналларини ҳосил қилиб, бу сигналларни график чизувчи потенциометрга узатади.

Потенциометр бу сигналларга мос келувчи графикларни, яъни спектр чизиқларни чизади. Бундай спектрлардан бири 2.5 – расмда келтирилган. Спектрларнинг баланд чўққилари ишчи камерада ва қурилма ичида мажуд бўлган қолдиқ газларнинг миқдорини аниқлаш имконини беради. Вакуум ҳосил қилишда, бу қолдиқ газлар миқдори ниҳоятда камайтирилиши лозим. Чунки, қолдиқ газлар таркибида актив газлар кислород, водород, углерод, азот ва ёғлар, тузлар, ишқорлар ҳамда аислоталарнинг молекулалари мавжуд бўлиши мумкин. Бу эса тажрибалар ўтказишда тозаликни бузади. Паст босимлар(юқори вакуум) ҳосил қилишни қийинлаштиради.

Қаттиқ жисмлар, хусусан металллар атомларнинг тартибли жойлашиши ва ўзаро таъсир кучлари етарлича катта бўлиши билан характерланадиган кристалл панжаралардан тузилган. Кристалл панжараларни ташкил қилган атом мунтазам жойлашиши билан характерлидир. Атомларнинг

жойлашиши ва кристалл панжараларни юзага келтиришда, турли қуюқликда жойлашади. Бу эса кристалл панжараларнинг турли йўналишларда хоссалари турлича хусусиятга эга бўлишини англатади. Анизотропия деб аталувчи кристалл панжараларнинг бу хоссаси қаттиқ жисмларнинг кўпгина хоссаларини белгилайди.

Металлларнинг кристалл панжарасида атомларини жойлашишида даврийлик ва бузилмайдиган тартиб мавжуд деб қаралсада, маълум даражада бузилишлар мавжуд бўлар экан. Бунга биринчи навбатда, атомларнинг иссиқлик ҳаракатда бўлиши сабаб бўлади. Бу ҳаракатлар иссиқлик таъсиридаги атомларнинг иссиқлик таъсиридаги атомларнинг тебранма ҳаракатидир. Температурага боғлиқ бўлган бундай тебранишлар панжарада нуқсонлар, дефектлар пайдо бўлишига олиб келади. Кристалл панжараларда иссиқлик нуқсонларидан ташқари, ҳамма вақт мавжуд бўладиган нуқсонлар ҳам бўлади. Бундай нуқсонларнинг бир неча тури мавжуд, буларга Шоттки нуқсонлари, Френкель нуқсонлари, аралашмали нуқсонлар, дислокациявий нуқсонлар, сиртки нуқсонлар кабилар киради.

Шоттки нуқсонларида кристалл панжаранинг атомлар жойлашиши керак бўлган тугунлари атомлар томонидан банд қилинмай қолади, яъни бўш жойлар (ваканциялар) юзага келади. Бундай панжара тугунида атомнинг йўқлиги қўшни атомларнинг ўзларининг нормал вазиятига нисбатан силжишига сабаб бўлади ва нуқсонларни (дефектларни) келтириб чиқаради.

Френкель нуқсонларида атом панжара тугунидаги ўз жойини қолдириб, тугунлар аро бирор жойда бошқа атомлар орасида жойлашиб қолади. Бунда иккита нуқсон юзага келади: биринчи нуқсон атом жойлашмаган бўш тугун ва иккинчиси тугунлар орасида жойлашиб қолган атом атрофида юзага келадиган нуқсон, яъни панжаранинг атомлар жойлашиши тартибини бузадиган нуқсондир.

Кристалл панжарада юзага келадиган аралашмали нуқсонлар, панжарадаги баъзи тугунларга, асосий моддага оз миқдордаги аралашмани

ташқил қилувчи, бошқа бегона атомларнинг кириб қолиши натижасида юзага келади.

Дислокациявий нуқсонлар кристалл панжаранинг бир қисмида бошқа қисмидагидан битта атом текислиги кўп бўлиши натижасида пайдо бўлади. Бунда кристалл панжаранинг қўшимча текислиги пайдо бўлган қисмларида сиқилиш юзага келиб, нуқсонлар ҳосил бўлади.

Қаттиқ жисмларда, хусусан металлларда кристалл панжаралардаги атомларнинг ана шундай нуқсонларни юзага келиши туфайли уларда газ молекулаларининг диффузияси рўй беради.

Металларда диффузия бир қанча ҳолларда рўй беради. Булардан биринчиси панжарада, атомлари ўз ўринларини алмашиниши натижасида нуқсонлар юзага келиб, диффузия рўй беради. Иккинчиси, панжара тугунида ўз ўрнида турган атомлар силжиб, тугунлар орасида кўчади, яъни миграцияланади. Бўш жой газ молекулаларини диффузияланишига имкон яратди. Учинчиси, атомлар панжара тугунларидан бўш тугунлар-ваканцияларга ўтади. Вакант ўринлар диффузияни пайдо бўлишига сабаб бўлади. Металларда газлар диффузиясини турли методлар ёрдамида кўплаб тадқиқотлар қилинган.

Металларда газлар диффузияси температура ва металллар сиртининг ҳолатига боғлиқ бўлади. Металларда диффузия худди суюқлик ва газлардаги каби Фик қонунига бўйсунди:

$$D = B e^{-\frac{W}{kT}} \quad (1)$$

бу ерда $B = \frac{1}{6} v^2 \nu$ W -молекуланинг активланиш энергияси, k -Болцман доимийси, T -температура.

Металларда диффузия натижасида юзага келадиган газлар оқими:

$$J = -D \frac{dq}{dx} \quad (2)$$

J -х ўқи йўналишдаги диффузия оқими, D -диффузия коэффициентлари, q -газ молекулаларининг концентрация компоненти. Минус ишора диффузия оқимининг газ концентрацияси камайиши томонга қараб йўналганлиги билдиради. Диффузия коэффициентлари (D) температурага кучли равишда боғлиқ бўлади.

Металларда газларнинг диффузиясидан ташқари, газ ионлари билан бомбардировка қилиш йўли орқали ҳам киритиш мумкин. Бу ҳолда металларга кириб борувчи газ молекулаларининг миқдори (дозаси) диффузия ҳодисаси натижасидаги газ миқдоридан анча катта бўлади.

Металларга газ ионлари бир қанча усул билан киритилиши мумкин. Кирилган газ ионлари металлар сирти ва сиртига яқин соҳаларда маълум бир ўзгаришларни юзага келтиради. Бу ўзгаришлар металларнинг хоссаларини ўзгаришига олиб келади. Бундан металларнинг ўзгарган хоссаларини тушунтириш учун ионли бомбардировка қилиб киритилган газ ионларининг кириб бориши, металлар ичида тақсимланиши, уларнинг металлар ичида ушланиб қолиши ва металлар қиздирилганда қайтадан ажралиб чиқиши қонуниятларини ўрганиш муҳим ҳисобланади.

Металл тагликлар газ ионлари билан бомбардировка қилингандан газ ионлари металларнинг сиртига яқин соҳаларда кўпдан-кўп тўқнашишларга дучор бўлади. Тўқнашишлар тагликлар натижасида металларнинг кристалл панжарасида нуқтавий дефектлар сони ортади, кристалл панжара ичида температура мувозанати бузилади.

Термик мувозанати бузилиши, ўз навбатида, нуқтавий дефектлар кўчишига (ҳаракатланишига) сабаб бўлиб, бу соҳада радиацион диффузияни юзага келтиради. Кристалл панжарадаги юқори юзага келган турли дефектлар активлар энергияси катталигига сезиларли даражада таъсир кўрсатади. Активлик энергияси кристалл панжарада атомларнинг кўчишида катта рол ўйнайди.

Назарий баҳолашлар шуни кўрсатадики, ионли бомбардировка натижасида юзага келадиган кетма-кет тўқнашишлар механизмида

радиацион диффузия жараёни бошқа жараёнлардан эффективлироқ бўлади, чунки паст энергияларда ҳам, турли дефектлар концентрациясининг ўзаро таъсир кесим юзаси каттароқ бўлади. Газ ионлари билан бомбардировка қилинганда, металлар сиртга яқин бўлагн соҳаларда диффузия процесси кучаяди. Газ ионлари билан бомбардировка қилиш натижасида кристалл панжарада юзага келадиган дефектлар атомларнинг ўтиш активлиги имкониятларини оширади.

Бунда дефектлар комплек формасида комбинацияланиши мумкин, бу комбинация аралашма-дефект-комплекс формасида бўлиб, жуда актив бўлиши мумкин ва дефектлар концентацияси градиент ёки аралашмалар градиенти мавжуд бўлагн ҳолда, радиацион-активлашган диффузия ҳоли юзага келади. Бу диффузиянинг узунлиги (металл ичига қараб йўналган) дефектлар зичлигига ва бўш ўринлар (вакансия) билан аниқланади. Диффузия узунлиги бомбардировка қилаётган ионларнинг кириб бориш чуқурлиги проекциясига қараганда анча катта бўлиши мумкин.

Металлар сиртига учиб кираётган газ ионларнинг энергиясини сарф бўлишини икки турга ажратиш мумкин:

$\nu(E)$ – ядрога сарфланадиган энергия ва $n(E)$ -электронларни ғалаёнлаштиришга сарф бўладиган энергия

$$\nu(E) + n(E) = E_{ion} \quad (3)$$

Газ ионларини кетма-кет тўқнашишларда электронларни ғалаёнлаштиришга сарф бўладиган $n(E)$ - энергиясини ҳисобга олган ҳолда, кетма-кет тўқнашишларни асосий ўлчамларини олдиндан билиш мумкин. Кўп ҳолларда, тўқнашишларда металлар сиртига яқин соғаларда аралашган газ молекулаларининг тақсимотини аниқлаш қизиқарли бўлади. Бунда юз бериши мумкин бўлган жараёнларни эътиборга олиш ва тегишли катталикларни ҳисоблашлар зарурати туғилади. Бундай ҳисоблашлар тўқнашишларда юзага келадиган силжишни чегаравий энергияси $-Ed=$, ҳамда вакансиялар ва тугунлараро атомларнинг рекомбинацияси эҳтимоллигига тегишлидир. Ҳисоблашларда E_d -силжиш чегаравий

энергиясидан катта энергия оладиган атомларгина силжийди деб қаралади. Бу фараз $v(E)$ -ядровий сарфлар энергияси ва тўқнашишлар ичида силжишлар сони N_d -орасидаги қуйидаги муносабатга олиб келади:

$$N_d = \frac{0,4v(E)}{E_d} \quad (4)$$

Алоҳида тўқнашиш ҳолида атомларнинг ҳолида атомларнинг ўртача силжиш масофаси катта бўлмайди. Шунини айтиб ўтиш керакки, тўқнашишларнинг давом этиб бориш жараёнида ҳар бир уриб чиқарилган атом изи бўйича вакансиялар билан бойитилган соҳалар ҳар бир тўқнашишнинг ўлчами бўйича тугунлараро комплекслар (кластерлар) ҳосил бўлиши учун, битта тўқнашиш чегараларида амалга ошиш етарли бўлади. Тўқнашишларни металл ичида тарқалиши тугаши билан, тўқнашишлар рўй берган металл ҳажмида пайдо бўладиган концентрацияли нуқтавий дефектлар билан боғлиқ сезиларли диффузион процесслар юзага келади.

Қаттиқ жисмлар сирти ва сиртига яқин соҳаларга газларнинг диффузиясидан ташқари, сунъий равишда аралашмалар киритиш мумкин. Бу аралашмалар металлларнинг атомлари ёки ионлаштирилган газ молекулалари бўлади. Сунъий равишда аралаштириш икки усулда амалга оширилади.

1. Қаттиқ жисмлардан тайёрланган нишонга “Тагликга” металллар атомлари ёки газ ионлари катта энергия остида йўналтирилади.
2. Ионлаштирилган газ молекулалари билан қаттиқ жисмлар сирти бомбордировка қилинади.

Биринчи, ҳолда таглик яхлит қаттиқ жисмлар ёки тайёр пленка ва қопламалар бўлади. Бунда имплантация (киритилаётган) қилинаётган атомлар ёки газ ионлари йетарлича катта энергияга эга бўлиши керак.

Иккинчи ҳолда қаттиқ жисмлар сиртига ўстирилган тайёр пленка ва қопламалар ёки ўстирилаётган пленка ва қопламалар бўлади. Бу ҳолда, газ ионларининг энергияси катта бўлиши шарт эмас. Ҳар икки ҳолда ҳам

аралашма атомларнинг қаттиқ жисмларнинг сирти ва сиртига яқин бўлган соҳаларга кириб бориши кузатилади.

Бу аралашмалар қаттиқ жисмларнинг, хусусан металлларнинг кристалл панжарасининг тугунларидаги вакант (бўш) жойлари ёки панжара ораллиғидаги жойларига (дефектларга) ўрнашиб қолади, яъни қаттиқ жисмларнинг аралашмасини ҳосил қилади. Аралашманинг концентрацияси ва қаттиқ жисмлардаги тақсимоли ионлар энергиясига, дозасига, ионларнинг типига, ионларнинг ток зичлигига ва қаттиқ жисмлар (металлар) сирти ва сиртига яқин бўлган соҳаларнинг физикавий-химиявий ҳоссаларига боғлиқ бўлади.

Қаттиқ жисмларга, хусусан металлларга киритилган (имплантация қилинган ёки ионли бомбордировка қилинган) аралашмалар (атомлар ёки ионлар) таглик кристалл панжарасида турли типдаги дефектларни стимуллашган-радиацион диффузияни, ваканцияларни миграцияларни (кўчишларни) дислокацияларни юзага келтириши мумкин. Бу эса, таглик материалида кўплаб ўзгаришларни келтириб чиқаради. Бу ўзгаришларга таглик металлларнинг механикавий ҳоссаларидан микроқаттиқлигини ишқаланишига чидамлилигини ишқаланиш коэффициентини ўзгаришини, иссиқликга чидамли ўзгаришини, химиявий хусусиятларидан коррозияга чидамлилигини ўзгаришини келтириш мумкин.

Қаттиқ жисмларга атомлар ёки ионлар имплантация ёки ионли бомбордировка қилинганда, бу атомлар ёки ионлар қаттиқ жисмлар сирти ва сиртига яқин соҳаларда кўп марта кетма-кет (каскад) тўқнашишларга дучор бўлади. Каскад тўқнашишлар жараёнининг ривожланишини сифат жиҳатидан уч босқичга бўлинади. Биринчи босқич бу аралашмаларни қаттиқ жисмлар сиртига бориб урилиши билан бошланиб қаттиқ жисмлар ичига кириб бориши босқичида 10^{-13} секунд давом этади. Бу босқичда каскад тўқнашишларда иштирок этаётган заррачаларнинг кинетик энергияси харакатининг бошланиш чегаравий энергиясидан пастроқ (тахминан 10 эВ) бўлади. Бу босқич тўқнашишлар босқичи деб юритилади.

Тўқнашишлар босқичи тугагандан сўнг, каскад худди кучли тартибсиз ҳолатда бўлиб, кристалл панжарадаги (тагликдаги) кучланганлик (зўриқиш) жуда қисқа, тахминан 10^{-12} секунд вақтда спонтан равишда аввал юзага келган дефектларни рекомбинацияланади (қоплайди, тугатади). Каскад худудини бундай ривожланиши релаксация босқичи деб юритилади.

Кейинги босқич тахминан 10^{-11} секунд вақтда амалга ошади. Каскад худди кристалл панжаранинг бошқа худудларига қараганда юқорирок температурага эга бўлади, бу эса ўз навбатида каскад худудидаги нуқтавий дефектларни ҳаракатланишига ва қисман аннигиляцияланишига (қўшилиб кетишига, жуфтлашишига) олиб келади.

Бу босқичи термолизация (температуранинг тенгланиши) босқичи деб юритилади. Термолизация босқичи каскад худуди ва худудини ўраб турган қаттиқ жисмлар панжараларидаги температуранинг тенглашиши билан тугайди. Бу вақтга келиб, каскад худудидаги нуқтавий дефектларнинг концентрацияси термик (иссиқлик) мувозанатидаги қийматларидан анча катта бўлиши мумкин. Шу сабабли, каскад тўқнашишлар радиацион дефектлар ҳисобига кристалл панжарада яна кўчишларга сабаб бўладиган шароитларни юзага келтиради. Кристалл панжарадаги юқори даражада юзага келган турли дефектлар активлик энергияси катталигига сезиларли даражада таъсир кўрсатади. Бу энергия кристалл панжараларда атомларнинг кўчишларида асосий роль ўйнайди. Шу сабабли, радиацион дефектлар коэффициентлари кристалл панжарадаги термик диффузия коэффициентларидан етарлича катта бўлади.

Назарий баҳолашлар шуни кўрсатадики, каскадли механизмлада диффузия процесси атомларининг тўқнашишлар жараёнидан эффеқтлирок бўлади, яъни диффузия ҳисобига рўй берадиган аралашиниш атом тўқнашишлари орқали амалга ошадиган аралашинишдан кучлирок бўлади. Чунки паст энергияли аралашма атомлар ёки ионлар диффузия ҳисобига таглик кристалл панжарасининг ички қисмига силжий олади. Каскадли

аралашуш процессида аралашма атомларининг силжиши бир неча юз ангстремга етиши аниқланган.

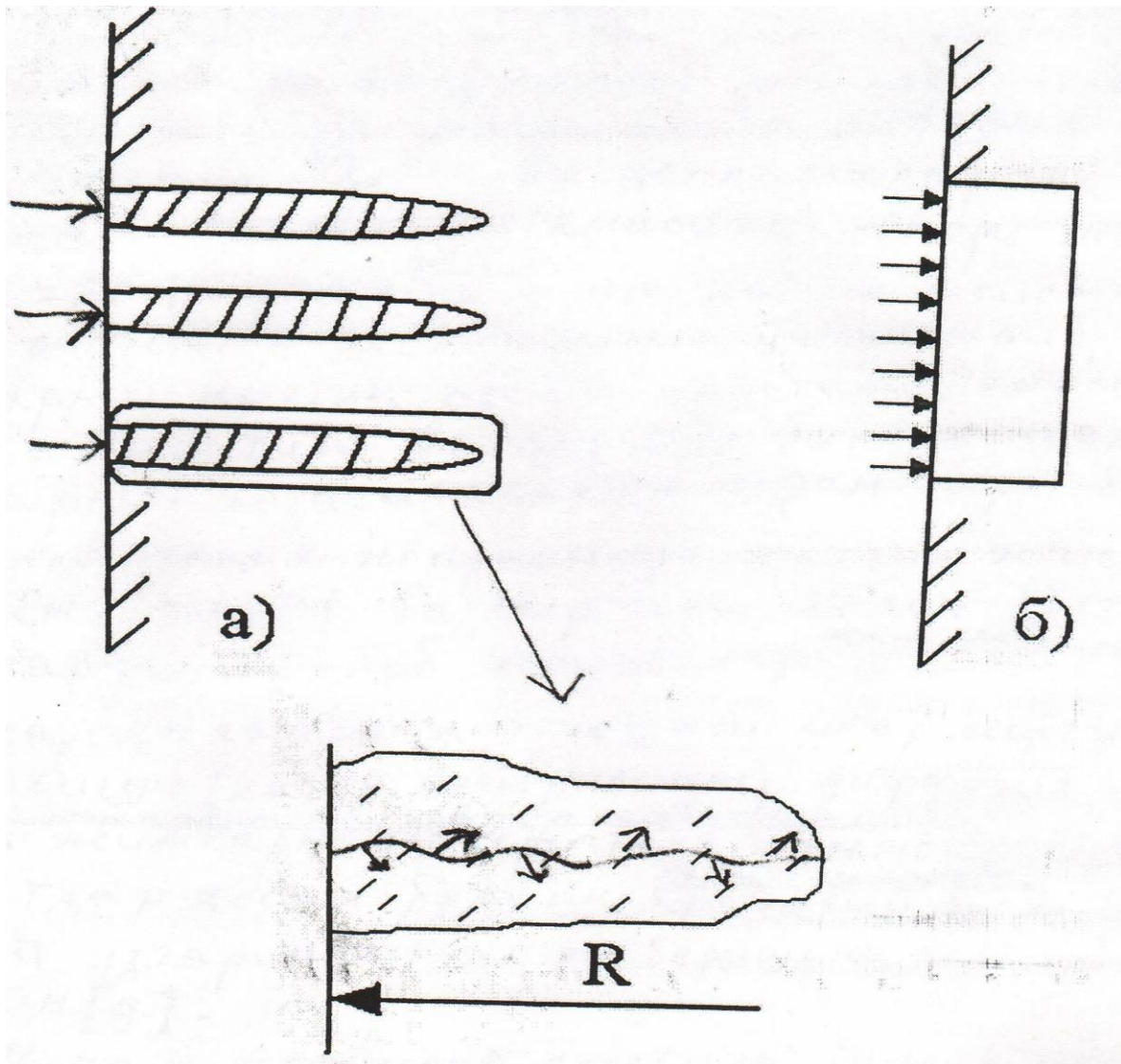
Қаттиқ жисмлар сиртига ўстирилган ёки ўстириладиган пленка ва қопламлар бўлган ҳолда ионли бомбардировка сиртига ва сиртига яқин бўлган соҳаларда диффузия жарайонини кучайтиради. Ионли бомбардировка натижасида қаттиқ жисмда (тагликда) юзага келадиган дефектлар атомларнинг ўтиш активлиги имкониятларини оширади. Дефектлар комплекс (кластер) формасида комбинацияланиши мумкин, бу комбинация аралашма-дефект-комплекс формасида бўлиб, жуда актив бўлиши мумкин ва дефектлар концентрацияси градиенти ёки аралашмалар градиенти мавжуд бўлган ҳолда, радиацион-активлашган диффузия холи юзага келади. Бу диффузиянинг узунлиги дефектлар зичлиги ва бўш ўринлар (вакантлар) билан аниқланади. Диффузия узунлиги бомбардировка қилаётган ионларнинг кириб бориш чуқирлиги проекциясига қараганда анча катта бўлиши мумкин.

Имплантация ёки ионли бомбардировка ҳолида, қаттиқ жисмлар сиртига тушаётган атомлар ёки ионлар энергиясининг сарфи икки турда бўлиши мумкин: биринчиси, таглик атоми ядросига сарфланадиган энергия (ядровий тормозланишга сарф бўладиган), иккинчиси, таглик атомидаги электронларни ғалаёнтиришга сарфланадиган энергия деб ҳисобланади. Бу сарфланадиган энергияларни эътиборга олган ҳолда, каскад тўқнашишларни асосий ўлчамини, каскадда аралашган атом ёки ионларнинг тақсимотини ва каскад тўқнашишлар натижасида таглик ичида атомларнинг силжиш сонини тақрибан аниқлаш мумкин.

Имплантация ёки ионли бомбардировка натижасида қаттиқ жисмлар ва пленка ҳамда қопламларда юзага келадиган каскад тўқнашишлар схемаси 3.15 – расмда келтирилган.

Бунда, алоҳида битта заррача (атом ёки ион) юзага келтирган каскад тўқнашишлар (1.1 - расм, а) соҳаси ва зарралар оқими юзага келтирган каскад тўқнашишлар соҳаси (3.15 – расм,б) кўрсатилган.

Ионлар токининг зичлиги $j = 1 \frac{mkA}{cm^2}$ бўлганида, таглик сирти



3.15 – расм Каскад тўқнашишлар рўй беришининг схематик кўриниши.

а) алохида каскадлар режими (ионлар дозаси $< 10^{13} cm^{-2}$, $R = 20A^0$, $t_q = 10^{12} сек$, б) қоплаш каскадлар режими(ионлар дозаси $< 10^{13} cm^{-2}$, $t_q = 5 \cdot 10^{-14} сек$.

йўналишида 1 секундли интерваллар орасида радиуси $R = 20A^0$ бўлган каскад юзага келади, қайсики одатдаги тоблаш вақти t_q бир неча пикосекундни ташкил қилади. Ток зичлигининг нихоятда катта қийматларида ҳам, каскад вақти беркитиш (қоплаш) вақтига қараганда бир неча тартибга юқори бўлади. Шунинг учун, каскад юз бериш momentiда,

қаттиқ жисмларнинг (тагликнинг) кичик хажмда тўпланган энергия зичлиги каскадлар ўлчамидан етарлича катта бўлган хажмга сочилгади. Имплантация жараёни қаттиқ жисмлардан тайёрланган тагликга (нишон) ёки шу тагликга бошқа қаттиқ жисм материалдан ўстирилган тайёр пленка ва қопламларга (пленка-таглик системасига) юқори энергияли ($E = 20\text{--}120$ кэВ) бошқа қаттиқ жисмларнинг ёки газнинг ионларини йўналтириб, бу ионларни қаттиқ жисм кристал панжарасига киритиш ва шу йўл билан аралашмаларни юзага келтиришдан иборат бўлади.

Имплантация жараёнида қаттиқ жисмларнинг сирти ва сиртига яқин бўлган сохаларда кўплаб жараёнлар юзага келади. Бу жараёнларга қаттиқ жисмлар сиртининг емирилиши (катод емирилиш) диффузия, ионларнинг қаттиқ жисм атмлари билан каскад тўқнашиши, қаттиқ жисмларнинг кристал панжарасида дефектлар хосил бўлиши, қаттиқ жисмларда фазавий ва структуравий ўзгаришлар рўй беришини келтириш мумкин [9].

Қаттиқ жисмлар сиртига йўналтирилган ионлар, унинг сиртига келиб урилади ва ундан атомларни уриб чиқазади (катод емирилиш). Катод емирилиш ионлар турига энергиясига ва ионлар токининг зичлигига ҳамда қаттиқ жисмнинг турларига боғлиқ бўлади. Катод емирилиш ионлар энергияси $E = 5\text{--}20$ эВ қийматга эга бўлганда бошланиб, ионлар энергияси ортиши билан ортиб боради. Енгил массали ионлар (H^+ -водород, He^+ -гелий ионлари) энергияси $E=10$ кэВ қийматларига еришганда катод емирилиш максимум қийматга эришади. Ионлар энергиясининг янада ошиши билан катод емирилиш камаяди. Оғир массали ионлар (Ar^{++} рагон, Kr^+ - криптон ионлар) қаттиқ жисмларга имплантация қилинганда, катод емирилиш ионлар энергиясининг $E = 30\text{--}100$ кэВ қийматлари оралиғида максимум қийматга эришади. Ионлар энергиясининг бу қийматларидан ошиши билан катод емирилиш камаяди. Катод емирилиш коэффиценти ионларнинг тушиш бурчагига боғлиқ бўлиб, бу бурчак $\alpha = 40\text{--}80^\circ$

оралиғида ўзгарганда бир неча баробар ортади. Қаттиқ жисмларнинг катод емирилиш коэф-фициенти ионлар энергиясига боғлиқлиқлиги 1.2–расмда келтирилган .

Қаттиқ жисмларнинг емирилиш коэффиценти уларнинг сиртини холатига, температурасига, кристалл панжараларнинг типи каби катталикларга боғлиқ бўлади. Емирилиш коэффиценти емирилиш тезлиги билан

$$\sigma = \frac{j\gamma}{N}$$

Кўринишдаги боғланишга эга бўлади. Бу ерда j - имплантация қилинаётган ионларнинг ток зичлиги ($A \cdot cm^{-2} \cdot сек^{-1}$); γ -емирилиш коэффиценти (атом\ион); N - хажм бирлиги ионлар сони.

Катод емирилиш қаттиқ жисмлар сиртининг составига ва структурасига катта таъсир кўрсатади.

Имплантациядан фарқли равишда, қаттиқ жсимлар сиртини ионли бомбардировка қилишда асосан, пастроқ энергияли ($E = 5-10$ кэВ) газ ионлари қулланилади. Бу холда ҳам юқорида айтиб ўтилган жарёнлар юз беради.

Қаттиқ жисмларга ионлар имплантация қилинганда ёки ионли бомбардировка амалга оширилганда, ионларнинг қаттиқ жисмлар ичига кириб бориши кузатилади қаттиқ жисмлар сиртига келиб урилган ионлар кристалл панжарадаги атомлар билан тўқнашишга дучор бўлади. Бу тўқнашишлар босқичи уч босқичдан иборат кетма-кет (каскадли) урилишлар бўлиб, биринчи босқич тўқнашишлар босқичи, иккинчиси, рекомбинациялаш босқичи, учинчиси термолизация (температуранинг тенглашиши) босқичи деб юритилади [8].

Каскадли тўқнашишлар натижасида, ионлар ўз энергияларини кристалл панжарадаги атомларга беради ва панжарадаги дефектларга ёки бўш ўринларга (вакансияларга) жойлашиб қолади. Кристалл панжарада бегона атомларнинг аралашмаси юзага келади. Қаттиқ жисмлар сирти ва

сиртига яқин соҳаларни хоссаларни ўрганишда, иккиламчи ионлар масс-спектрометрияси методидан ҳам фойдаланилади. Бунда, газ молекулалари ёки бошқа моддаларнинг атомлари ионлаштирилади ва махсус мосламалар ёрдамида ўрганилаётган қаттиқ жисмлардан тайёрланган нишонга (тагликка) йўналтирилади. Бу йўналтирилган ионлар деб аталади ва улар қаттиқ жисмлар сиртига уришиб, улардан иккиламчи ионларни уриб чиқаради. Бу жараёнда, қаттиқ жисмларнинг сирти қаватма-қават, жуда кичик ўлчамда ўйлиб (кратер), емирилиб (катод емирлиш) боради.

Қаттиқ жисмлар сиртида жойлашган нейтрал атомлар, бирламчи ионлар келиб ўрилиши натижасида, ўзларидан келиб урилиши натижасида, ўзларидан бир неча электронни чиқариб юборади ва ионларга айланган ҳолда, қаттиқ жисмлар сиртидан учиб чиқиб кетади, яъни иккиламчи ионларга айланади. Учиб чиққан ионлар масс-спектрометрнинг тезлатадиган қисмига кириб боради. Бу қисм иккита электроитдан иборат бўлиб, улар орасида электр майдон кучланиши мавжуд бўлади. Агар бир пайтнинг ўзида қаттиқ жисмларнинг сиртидан бир неча хил моддаларнинг ионлари уриб чиқарилаётган бўлса, бу электромайдони ҳар хил телзликли ва ҳар хил масалали ионларга турлича турлича таъсир кўрсатади ва бу ионларга турлича импульс беради. Натижада ионлар турлича траектория бўйлаб ҳаракатланади, яъни бир-биридан ажралиб ҳаракат қилади. Ажралган ионлар масс-спектрометрнинг гетекторида алоҳида-алоҳида қайд қилинади. Детектро ионларни электр токи сигналларига айланиб, ўзи ёзувчи потенциометрга узатади. Потенциометр эса ўз электр сигналларни ионлар интенсивлигига қараб, вақтга боғлиқ ҳолда спектрни чизади. Металл тагликларга қиздириб буғланиш билан ўстирилаётган металл пленка ва қопламалар бир пайт газ ионлари билан бомбардировка қилинганда тагликнинг сиртига яқин соҳаларда ва таглик пленка кўплаб физикавий жараёнлар рўй беради. Газ ионлар билан бомбардировка қилиб ўстирилган пленка ва қопламалар таглик хусусиятига қараб, турлича хоссаларга эга бўлади, бунга сабаб, ионлар билан бомбардировка қилиб ўстирилган

пленка ва қоплама материалларининг атомлари ҳамда газ ионлари тагликнинг сиртига яқин соҳаларига кириб бориши ёки аксинча, катод емирилиш натижасида таглик ва қопламалар ҳамда тагликнинг сиртига яқин соҳаларида ўзаро аралашуш юзага келади.

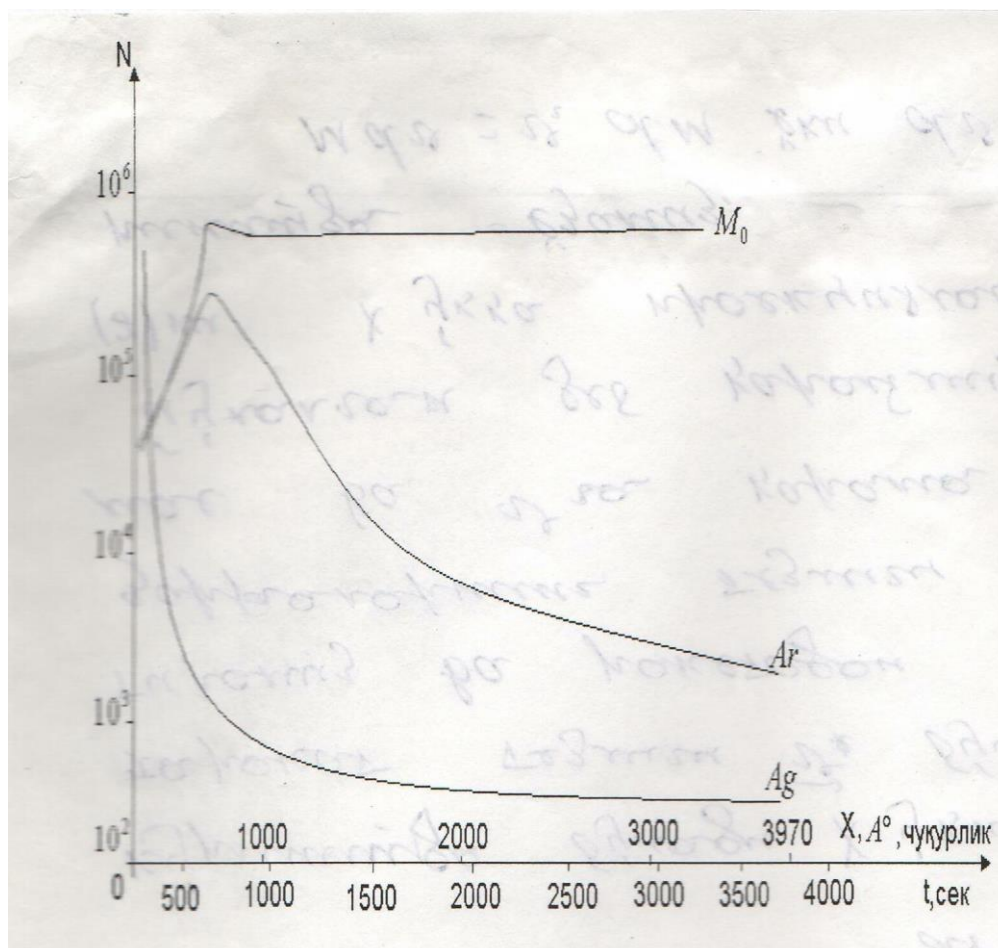
Бундай аралашуш рўй берганлиги ўрганишнинг бир қанча методлари билан амалга ошириши мумкин. Шундай методлардан бири иккиламчи ионли масс-спектрометрия методидир. Бу метод юилан пленка-таглик системасини бирламчи аргон, кислород ёки бошқа газларнинг ионлари билан бомбардировка қилиб, катод емирилиши юзага келтирилган. Катод емирилиши натижасида таглик-пленка системасидан учиб чиққан (бирламчи ионлар билан уриб чиқарилган) иккиламчи ионлар масс-спектрометр ёрдамида серпарация қилиниб, ўлчаб борилади. Бунда иккиламчи ионларнинг пленка-таглик системасининг чуқурлиги бўйича тақсимлаш графиги (спектри) олинади.

Бу ишда энергияси $E = 200$ эВ бўлган аргон газ ионлари билан бомбардировка қилиб молибден тагликларда ўстирилган кумуш пленка ва қопламалар юзага келган аралашуш, иккиламчи ионли масс-спектрометр (ИИМС) методи ёрдамида ўрганилган.

Бунда бирламчи ионлар сифатида кислород (O_2^+) ионлар ($E = 5,5$ кэВ) қўлланилган. Кислород бомбардировка қилиб емирилган ва учиб чиққан (уриб чиқарилган) $Ar^{+40}, Mo^{+98}, Ag^{+107}$ ионларнинг ҳосил қилган токи ўлчанган.

Олинган натижалардан бири 3.16 – расмда келтирилган. Бунда иккиламчи ионлар масс-спектрометр ёрдамида кумуш, молибдан ва таглик-пленка системасига бомбардировка қилиб киритилган аргоннинг иккиламчи ионлари токи интерсивлигини пленка-таглик системасини кислород ионлари билан емирилиш вақтига боғлиқлиги графиги келтирилган.

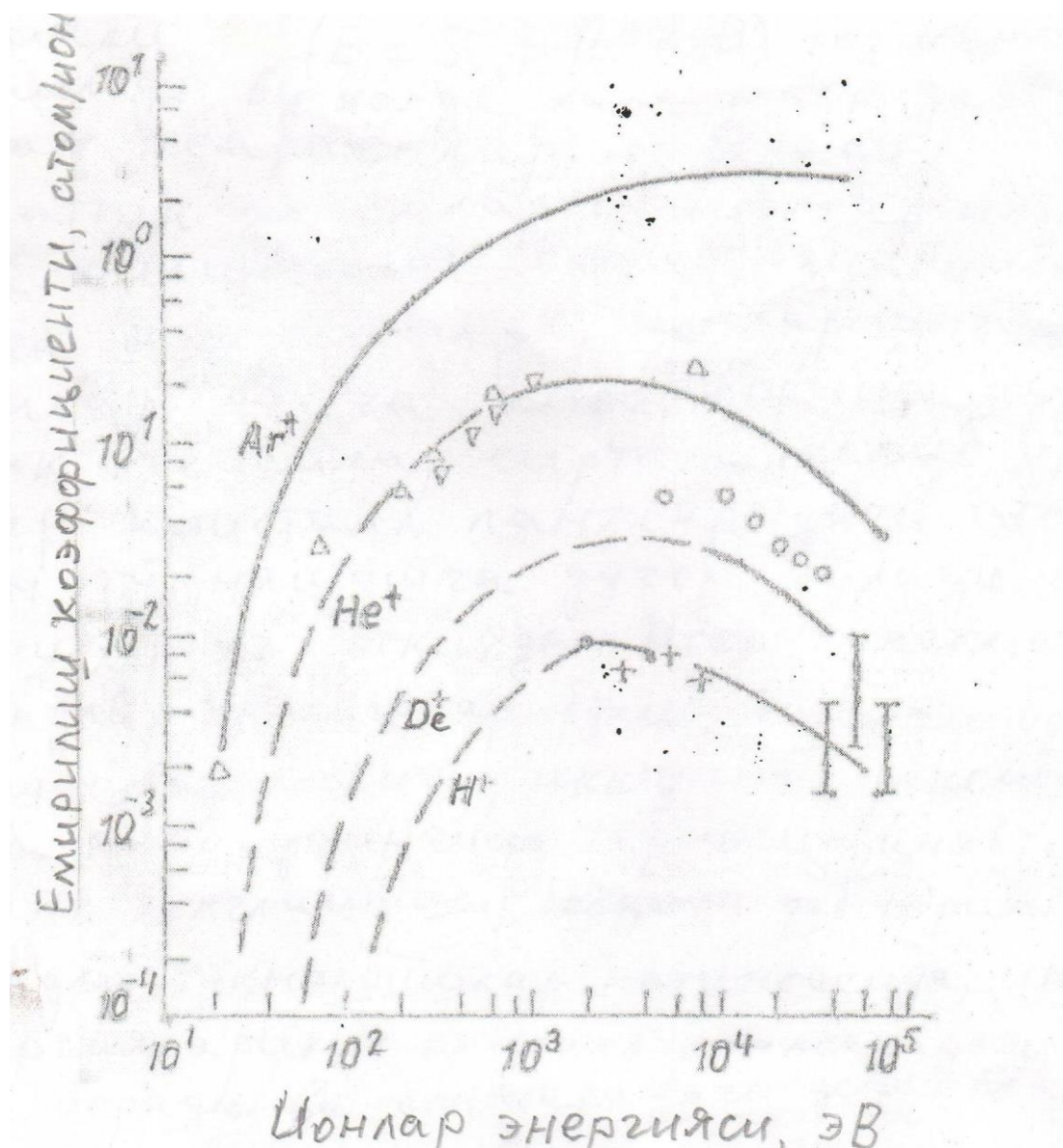
Графиклан кўринадики, пленка-таглик системасини бирламчи кислород ионлари билан бомбардировка қилиб, бошланганда аввал материли атомлари иккиламчи ионлар кўринишда учиб чиқиб, масс-спектрометрда қайд қилинди. Емирилиш чуқурлиги ортиб бориши билан аргон ва молибден ионлари чиқа бошлайди. Учала чизик кесишган нуктада кумуш материалидан тайёрлаган пленка емирилиб бўлади, бунда аргон ва молибден материалининг атомлари бўлишлигини кўриш мумкин. Кейинги емирилиши давомида молибден емирилганда унда аргон ва кумуш атомлари ҳам ажраб чиқади. Демак, молибден тагликга аргон ва кумуш материали кириб борган, яъни аралашини юз берган.



3.16 – расм. Кумуш, молибден ва аргоннинг иккиламчи ионлари токи интенсивлигини плёнка таглик системасини кислород ионлари билан емирилиш вақтига боғлиқ графиги. N-иккиламчи ионлар интенсивлиги, импульс/сек, t-емирилиш вақти. сек.

X-емирилиш чуқурлиги, A^0

Тўқнашишларда энергия олган кристалл панжара атомлар эса ўз ўринларидан силжмайди ёки вакансиялрга кўчади (миграцияланади). Бу эса, ўз навбатида кристалл панжарада кўплаб бузилишлар, нуқсонлар (дефектлар) хосил бўлади. Радиоцион – стимуллашган деб аталадиган бу дефектлар кўплаб бошқа жараёнларни келтириб чиқаради.



3.17 – расм. Зангламас пўлатга Ar^+ - аргон, De^+ - детрий, He^+ - гелий, H^+ - водород ионлари имплантация қилинганда емирилиш коэффициентининг ионлар энергиясига боғлиқлиги.

Қаттиқ жисмлар сиртига вакуум шароитида турли хил газ ионлари билан бир пйттда бомбардировка қилиб, пленка ва қопламлар ўстириш натижасида юзага келадиган плёка-таглик системасининг физикавий-химявий ва бошқа пленка ёки қоплама материалларининг хоссаларидан фарқ қилади. Бунга сабаб, қаттиқ жисмлар сиртига ионли бомбардировка қилиб ўстириляётган пленка ёки қоплама материалларининг атомлари ионлар берган зарбалар натижасида аралашииши ва қаттиқ қотишмаларнинг юзага келиши бўлади. Ионли бомбардировка таъсирида пленка- таглик системасида катод емирилиши, радиацион- стимуллашган диффузия, дефектлар, вакансиялар юзага келади.

Бундан ташқари, ионли бомбардировка таъсирида пленка- таглик системасининг температураси ортади. Система температурасини ортиши пленка-таглик кристалл панжарасидаги атомларнинг боғланиш энергиясини камайтиради. Натижада, пленка-таглик системасининг бир-бирига тегиб турган сирти ва сиртига яқин сохалардаги атомлар, бомбардировка қилинаётган ионларнинг тўқнашишларда берган энергия ва импульси хамда температурани ортиши хисобига, кристалл панжаралардаги ўз ўринларидан силжиши ёки кўчиши (миграцияланиши) мумкин. Бу эса, ўз навбатида пленка-таглик системасининг кристалл панжараларида кўплаб нуқсонларни (дефектларини) келтириб чиқаради. Бу нуқсонлвр пленка-таглик системасининг кристалл панжарасидаги нисбатан тартибли энергетик боғланишлани бузилишига олиб келади. Кристалл панжарадаги атомларни маълум бир қисмини силжишига ёки кўчишига (миграцияланишига) сабаб бўлади. Бу жараён пленка-таглик системасининг бир-бири билан тегиб турган чегара сохасида, пленкадан таглик ичига қараб ёки таглик сирти ва сиртига яқин сохалардан пленка ичига қараб йўналган силжиш ва кўчишлар бўлади.

Бундан ташқари, бу жараёнда бомбардировка қилаётган газ ионлари хам иштирок этади. Бомбардировка қилаётган ионлар, кристалл панжарасидаги атомлар билан тўқнашишларда ўз энергиясини ва

импульсини бериб, кристалл панжара ичига жойлашиб қолади. Кейинги тўқнашишларда бу газ ионлари ҳам силжиши ёки кўчиш жараёнларида иштирок этади. Бундай силжиш ёки кўчишлар пленка-таглик системасининг чегарасида, маълум бир қалинликда рўй беради. Бунда бомбардировка қилаётган газ ионлари ва пленка материалларининг атомлари таглик ичига қараб сижиши ёки кўчиши мумкин. Натижада таглик материалга газ ионлари ва пленка материали атомларининг аралашishi рўй беради. Бу жараённинг акси ҳам рўй бериши мумкин, яъни силжиган ёки кўчган таглик материалнинг атомлари ионлар билан бирга, пленка материалга ўтиб, аралашishини юзага келтириши мумкин.

Бу жараёнлар бир пайитнинг ўзида ҳали рўй бериши мумкин, яъни пленка материалнинг атомлари тагликга таглик материалнинг атомлари пленкага силжиши ёки кўчиб ўтиши бир пайитда юзага келиши мумкин. Бу жараёнлар пленка ва таглик материалларнинг физикавий-химявий хоссаларини харектерловчи катталикларга боғлиқ бўлади. Бундай катталикларга пленка ва таглик материалларининг атомларини сиртий боғланиш энергияси вакансияларининг кўчиш тезлиги, вакансияларни кўчишини активлаштириш энергияси, вакансиялар концтрацияси, алмашиниши дефектлар концтрацияси, чегаравий силжиш энергияси, тўқнашишларда узатиладиган максимал энергияси силжиш коэффиценти, қаттиқлик (ахамлик) коэффиценти, дефектлар ҳосил бўлиши чуқурлиги ва бошқалар киради. Бу катталиклар назарий ҳисоблашлар ва тажрибалар асосида аниқланган.

Пленка ва таглик материалларининг атомларини ўзаро аралашishi натижисида ҳосил бўлган қаттиқ қотишмаларнинг хоссалари алоҳида олинган пленка ёки таглик материалларининг хоссаларидан фарқ қилади.

Қаттиқ жисмлар, хусусан металллар сирти ва сиртга яқин соҳаларга имплантация ёки ионли бомбардировка қилиб, аралашмалар келтириш натижасида ҳосил бўлган. Қотишмаларни составини ўрганиш муҳим масала ҳисобланади. Чунки қаттиқ жисмлар аралашма сифатида

киритилган бегона атомлар ёки ионлар шу қаттиқ жисмнинг физикавий ва химявий хоссаларни ўзгартиради.

Қаттиқ жисмлар хусусан метал тагликлар кристалл панжарасига киритилган атомларни ёки ионларни жойлашиши, кристалл панжарада эгаллаган ўрни, химявий боғланишлари ва шу каби бошқа информацияларни олинисининг турли усуллари яратилган.

Бу усулларга иккиламчи ионлар (электронлар) масс–спектрометрияси, Оже–электронлар спектрометрияси, рентген–фото–электронлар спектро–метрокопияси ва термостимуллашган газларнинг десорбцияси (термодесорбция ва бошқалар киради).

Бу усулларда қаттиқ жисмлар сирти ва сиртига яқин соҳаларга келтирилган аралашмалар бирламчи электронлар ёки ионлар билан уриб чиқарилади ёки термик киздириш йўли билан (термодесорбция) ажратиб чиқарилади. Ҳар икки ҳолда ҳам уриб чиқарилган ёки иссиқлик таъсирида учиб чиққан электронлар ёки ионлар махсус масс–спектрометларнинг анализаторлари ёрдамида спектр кўринишда ёзиб олинади. Олинган спектрлар анализ қилиниб, қаттиқ жисмларда рўй берган ўзгаришлар ҳақида хулосалар чиқарилади.

Оже–электронлар спектроскопияси усулида ўрганилаётган қаттиқ жисмлар сирти бирламчи электронлар ёки ионлар билан нурлантирилади ва тагликдан иккиламчи электронлар уриб чиқарилади. Уриб чиқарилган электронлар Оже–электронлар спектрометрининг анализаторда қайд қилиниб, бу электронларни энергетик сатҳларини ва қайси аралашма моддасига тегишли эканлигини аниқлаш имконини берадиган спектрлар олинади .

3.18 – расмда энергияси $E=600\text{ЭВ}$ бўлган аргон газ ионлари билан бир пайтда бомбардировка қилиб мис материалидан тайёрланган тагликларда ўстирилган кам учрайдиган ер метали иттербий (Yb) материалининг пленка ва копламаларида ҳамда мис материалидан ясалган тагликда рўй берган аралашмиш жараёнини тасдиқловчи Оже–электронлар

спектрометрияда олинган спектр келтирилган. Бу спектрга учиб чиққан иккиламчи электронларнинг энергияси бўйича силжишларининг “чўққилари” ва бу чўққиларнинг интенсивлиги ўзгариши кузатилади, яъни мис тагликга тегишли атомлардаги электронлар берган спектр билан, иттербийга тегишли атомлардаги электронлар берган спектр энергияси ва интенсивлиги бўйича ўзгаради. Мис атомларга тегишли электронлар пленкаси ва қопламалар қалинлигига тегишли чуқурликдан, интирбий атомларга тегишли электронлар мис тагликка тегишли чуқурликдан (мис таглик ичидан) чиқиши аниқланди.

Демак, интирбий пленкаси қалинлигига мис атомлар аралашади ва мис таглик ичига интирбий атомлари кириб бориб, аралашади.

Рентген фотоэлектронлар спектроскопия усулларида каттик жисмлар сирти ва сиртига яқин соҳоларидаги атомларининг фото-электронлари юқори энергияли рентген нурлари ёрдамида ғалаёнлантирилади ва бу электронлар каттик жисмларни ташлаб, учиб чиқади. Бу учиб чиққан иккиламчи электронлар, спектрометрнинг анализаторида энергиялари бўйича серпарация қилинади ҳамда спектрлари ёзиб олинади. Бу спектрлардан таглик атомларидан ёки аралашмалар атомларидан учиб чиққан электронларнинг интенсивлиги, энергияси ва нисбий миқдордаги аралашма составини аниқлаш мумкин. Ушбу битирув малакавий ишда вакуум шароитида энергияси $E = 10 - 600 \text{ эВ}$ бўлган аргон газ ионлари билан бир пайтда бомбардировка қилиш орқали молибден материалдан тайёрланган тагликларга буғлатиб ўстирилган кумуш пленка ва қопламаларда рўй берадиган жараёнлар иккиламчи ионлар масс-спектрометрияси методи ёрдамида ўрганилди. Бунда пленка ва қопламаларнинг қалинлиги $h = 100 \text{ \AA} - 4 \text{ мкм}$ оралиғида бўлади. Ионлар токининг ўичлиги $j = 0,8 \div 10 \text{ мкАсм}^{-2}$ ташкил этган тажрибалар ўтказиш учун, махсус қурилган экспериментал қурилма ва унинг ва унинг қисмлари: ишчи камера, ионлар манбаи металлларини буғлатиш системаси, вакуум хосил қилиш системаси ва масс-спекторнинг ўтказиш ҳамда

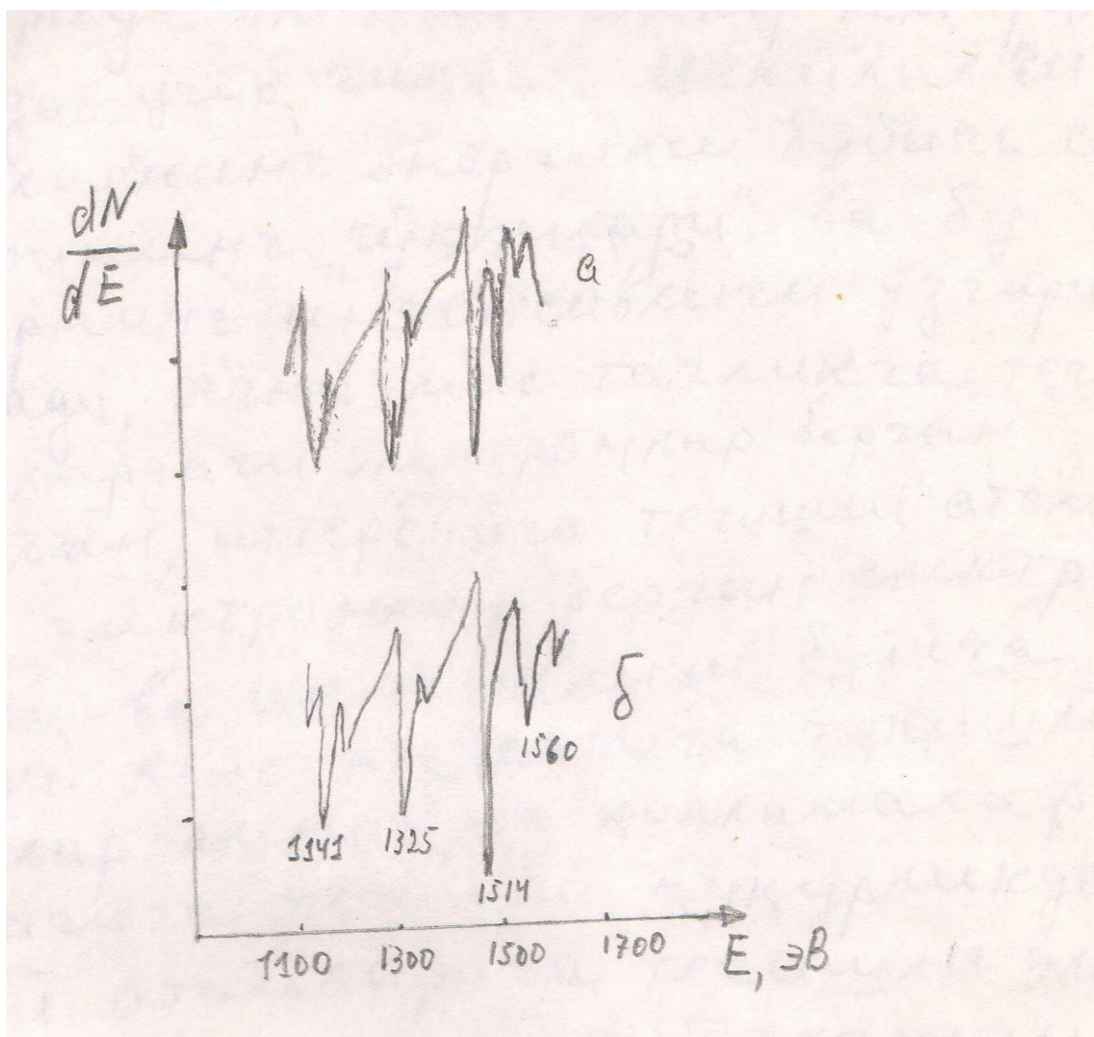
ишлаш принципи ўзлаштирилди. Пленка ва қопламалар олиш ва уларни параметрларини ўзгартириб, намуналар тайёрлаш методикалари ўрганилди. Тажрибалар ўтказиш қурулмасида металл тагликларга металлларини буғланиш орқали турли қалинликларда пленка ва қопламалар олиш учун зарур бўлган ишчи режимлар танланди.

Металл таглик материали ва унинг сиртига бир пайтда аргон газ ионлари билан бомбардировка қилиб ўстирилган кумуш пленка ва қопламалари чегарасида юз берган жараёнларни ўрганиш учун иккиламчи ионлар масс-спектрометрида қалинлик бўйича анализ қилиб кўрилди. Бунда кумуш аргон молибден таглик ситемасида ташкил топган қотишмадан бирламчи ионлар билан бомбардировка қилиниб, катод емирилиш асосида, иккиламчи ионлар учиб чиқарилиб, масс-спектрометрда иккиламчи ионлар токи интенсивлигини емирилиш вақтига боғлиқлиги спекторлари олинди. Олинган спектрлардан кўринадик, пленка-аргон молибден қотишмасида дастлаб кумуш пленкаси емирилади. Пленка емирилганда ундан аргон ва молибден ионлар ҳам борлиги кузатилади. Пленка емирилиб бўлган, молибден таглик емирилади. Таглик емирилиш давомида унда аргон ва кумуш ионлар ҳам маълум миқдорда мавжуд бўлишлиги қайд қилинган. Демак, молибден тагликларга аргон газ ионлари билан бир пайтда бомбардировка қилиб ўстирилган кумуш пленка ва қопламаларида аралашиниш рўй берилади. Бунда молибден таглик атомлари кумуш пленка ва қопламаларга ўтади, кумуш атомлари аргон газ ионлари билан бирга молибден таглик материалга кириб боради. Бу аралашиниш жараёни кумуш ва молибденнинг хоссаларига ҳамда аргон газ ионларининг энергиясига, дозасига, ионлар токи зичлигига боғлиқ бўлади.

Иккиламчи масс-спектрометрда олинган натижаларга асосланиб қуйидагича хулоса қилиш мумкин: мустахкам эриш температураси юқори газ металл таглик материалларига газ ионлари билан бир пайтда бомбардировка қилиб, металл пленка ва қопламалар ўстириш бошқа усуллар билан амалга ошириб бўлмайдиган аралашмани амалга ошириш

мумкин экан. Бунда, таглик ва пленка материалларининг хусусиятларини эътиборга олиб, ҳамда бомбардировка қиладиган газ ионларининг энергияси ва ионлари токи зичлигига ўзгартириб, керакли мақсадларда фойдаланиладиган металл қотишмалар тайёрлаш имкони пайдо бўлади.

Бошқача қилиб айтганда, имплантация ёки ионли бомбардировка



3.18 – расм. Мис тагликда аргон гази билан бомбардировка қилиб ўстирилган иттербий пленкасидан ва мис тагликдан олинган Оже – спектр графиги

натижасида қаттиқ жисмлар сирти ва сиртига яқин соҳаларда аралашмали қотишмаларни юзага келтириш мумкин.

Термодесорбция усулида, тагликларга ҳамда металл планка ва қопламарага имплантация ёки ионли бомбардировка қилиб киритилган атомлар ёки

ионлар термик қиздириш йўли орқали ажратиб чиқарилади ва бу ажраб чиққан зарралар масс-спектрометрнинг анализаторида массалар бўйича қайд қилиниб, спектри чизиб олинади.

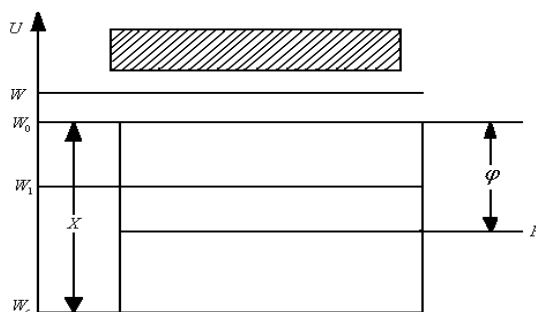
3.19 – расмда тантал, молибден ва вольфром материалларидан тайёрланган тагликларга аргон газ ионлари билан бир пайтда бомбардировка қилиниб ўстирилган кумуш поенка ва қолланмаларидан қиздириш натижасида аргон газнинг ажралиб чиқиш графиги келитирилган. Расмдан кўринадикки, тантал материалларидан ясалган тагликга ўстирилган кумуш пленкаларидан киритилган аргон газининг ажралиб чиқиш температураси соф кумуш тагликдан аргон газ ионлари билан ажралиб чиқиш температурасига мос келади. Молибден ва вольфром материалларидан ясалган тагликларда ўстирилган кумуш пленкаларидан аргон газининг ажралиб чиқиш температураси эса соф молибден ва вольфрам тагликлардан аргон газининг ажралиб чиқиш температурасига тўғри келади. Демак, турли металл материалларидан тайёрланган тагликларда аргон газ ионлари билан бомбардировка қилиб ионлари билан бомбардировка қилиб ўстирилган кумуш пленка ва қолламаларидан қиздириш натижасида ажралиб чиқадиган аралашма аргон газининг температураларида фарқ бўлар экан.

Бунга сабаб, ионли бомбардировка қилиб ўстирилган металл пленка ва қопламалар атомлари тагликга ҳисобига таглик атомлари пленка ёки қопламаларга ўтиб қолиши мумкин экан. Натижада аргон газ ионлари, пленка ёки қопламалар ва тагликдан иборат бўлган қаттиқ қотишмаларнинг термик ажратиш температураси ўзгарар экан.

Юқорида металлларда иссиқлик ҳаракатида иштирок этувчи ўтказувчанлик, электронлари бўлишини кўрдик. Электронлар металл ичида сақлангани учун сирт яқинида электронларга таъсир қилувчи ва металлнинг ичига қараб йўналган кучлар мавжуд бўлади. Бу кучлар электронлар ва панжаранинг мусбат ионлари орасидаги тортишиш туфайли пайдо бўлади. Бундай ўзаро таъсир натижасида металлларнинг сиртқи қатламида электр майдон ҳосил бўлади, потенциал эса ташқи фазодан металл ичига ўтишда

қандайдир φ катталikka ортади. Бунга мос равишда электронларнинг потенциал энергияси $e\varphi$ қадар камаяди.

Чекли металл учун электроннинг потенциал энергияси тақсимоти 1-расмдаги энергетик диаграммада кўрсатилган. Бу ерда W_0 —металл ташқарисида тинч турган электроннинг сатхи, E_c —ўтказувчанлик электронларнинг энг кичик энергияси (ўтказувчанлик зонасининг туби). Потенциал энергия тақсимоти потенциал ўра кўринишида бўлади. Унинг чуқурлиги ҳке φ қ $W_0 - E_c$ га тенг. Бу каталик *электрон яқинлик* деб аталади ва модаднинг мухим характеристикасидир.



1-расм. Электроннинг потенциал энергияси U нинг чекли тақсимланиши X -электрон яқинлик $\varphi = W_0 - E_c$ термоэлектрон чиқиш иши

Агар металл ичида электрон W_0 дан кичик бўлган W_1 тўла энергияга эга бўлса (1-расм), у ҳолда электрон металлни ташлаб кета олмайди. Электроннинг металлдан учиб чиқиши шарти

$$W \geq W_0 \quad (1) \quad \text{бўлади.}$$

Хона температураларида металллар ва яримўтказгичлардаги деярли барча электронлар учун бу шарт бажарилмайди ва электронлар ўтказгич чегарасида боғлангандир. Бироқ электронларга турли усуллар билан қўшимча энергия бериш мумкин. Бундай ҳолда металл электронларининг бир қисми металлни ташлаб чиқиш имконига эга бўлади ва биз электронлар чиқариш, яъни *электрон эмиссия* ҳодисасини кузатамиз.

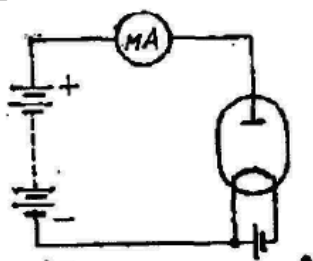
Электронларга энергия қандай усулда берилишига боғлиқ ҳолда биз электрон эмиссиянинг турли хиллари тўғрисида гапиришимиз мумкин. Агар электронлар жисмлар температурасининг кўтарилиш натижасида жисм иссиқлик энергияси ҳисобига энергия олаётган бўлса, бундай эмиссия *термоэлектрон эмиссия*; электронларга ёруғлик ёрдамида энергия берилаётган бўлса, бундай эмиссия *фотоэмиссия* ёки фотоэлектр эффекти; агар энергия электронларга бирор ташқи бошқа зарралар (электронлар, ионлар) билан бомбардимон қилишда берилган бўлса, бундай эмиссия иккиломчи *электрон эмиссия* деб аталади.

2. Вакуумли диоднинг вольт-ампер характеристикаси. Тўйиниш токининг температурага боғлиқлиги.

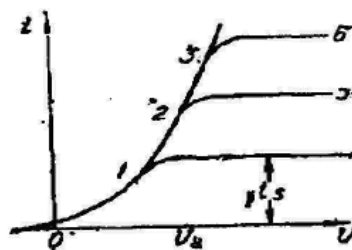
Термоэлектрон эмиссияни кузатиш учун ҳавоси сўриб олинган икки электродли лампадан фойдаланиш мумкин. Унинг бир электроди қийин эрийдиган материал (вольфрам, молибден ва ҳ.к.) дан қилинган ток билан махсус чўғлантириладиган сим (катод), иккинчиси эса термоэлектронларни қабул қилиб олувчи электрон (анод). Бундай лампалар ҳозирги замон радиотехникасида ўзгарувчан тоқларнинг тўғрилашда кенг қўлланилади (вакуумли диодлар). Диоднинг аноди кўпинча цилиндр шаклида ясаиб, унинг ичига чўғланадиган катод жойлаштирилади.

Агар вакуумли диод, кучланиш манбаи ва миллиамперметрдан иборат электр заижир тузилса (2-расм), у холда катод совуқ бўлганда занжирда ток пайдо бўлмайди, чунки диод ичидаги кучли сийракланган газда (вакуумда) зарядланган зарралар йўқ ва шунинг учун диоднинг электр ўтказувчанлиги амалда нолга тенг бўлади. Агар диод катодини қўшимча ток манбаи ёрдамида юқори температурагача чўғлантирилса, миллиамперметр ток бўлганини қайд қилади.

Диод ток фақат батареянинг мусбат кутби анод билан, манфий кутби эса катод билан улангандагина пайдо бўлади. Агар диодга берилган катодни қанчалик кучли чўғлантирсак ҳам занжирда ток пайдо бўлмайди. Бу ҳол катоднинг манфий зарралар, яъни электронлар чиқаришини ва мусбат ионлар металлни сезиларли миқдорда тарқ этмаслигини билдиради.



2-расм. Термоэлектрон эмиссияни кузатиш схемаси



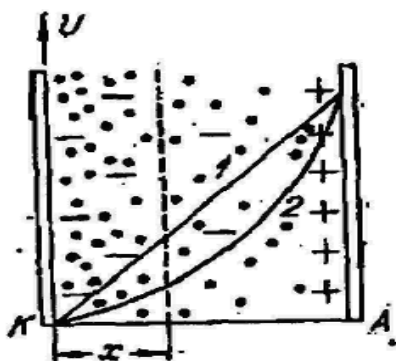
3-расм. Катоднинг турли температураларида диоднинг вольт-ампер характеристикаси

Диоддаги термоэлектрон ток кучи аноднинг катодга нисбатан қандай катталикда потенциалга эга эканини боғлиқдир (биз катоднинг ўзида анод потенциали катоднинг қайси нуқтасига нисбатан ўлчанишини аниқлаб ўтирмаймиз). Диоддаги ток кучининг анод кучланишга боғлиқлигини тасвирловчи эгри чизиқ (вольт-ампер характеристикаси) 3-расмда тасвирланган (014 эгри чизиқ). Анод потенциали нолга тенг бўлганда, диод орқали ўтган ток кучи 01 эгри чизиққа мувофиқ ортади. Анод кучланишнинг янада ортишида ток кучи бирор максимал i_s қийматга эришади, бу қиймат диоднинг тўйиниш токи деб аталади ва бу қиймат энд анод кучланишига деярли боғлиқ бўлмай қолади (характеристиканинг 14 қисми).

Катод температураси ортган сари характеристика 0125, 01236 ва ҳ.к. эгри чизиқлар билан тасвирланади. Токнинг i_s дан кичик қийматларида айни бир 0123 эгри чизиқ билан тасвирланади. Бунда тўйиниш токи қарор

топадиган анод кучланиши ортади. Кўриб турибмизки, электрон лампанинг вольт-ампер характеристикаси тўғри чизикли бўлмас экан, бинобарин, электрон лампа Ом қонунига бўйсунмайдиган ўтказгачда мисол бўлар экан.

Диод токнинг кучланишга боғлиқ бўлишининг сабаби оддий. Термоэлектрон эмиссия бўлганида катод ва анод орасидаги фазода вақтнинг ихтиёрий пайтида катоддан анодга қараб характланувчи электронлар бўлади, бу электронлар манфий заряд булутини хосил қилади (*фазовий заряд*). Бу фазовий заряд диода потенциал тақсимотини ўзгартиради. Агар катод ва анод бир-бирига параллел бўлган ясси пластинкалар бўлса (4-расм), у ҳолда фазовий заряд бўлмаганида (совуқ катода) ясси конденсаторни ташкил қилувчи катод ва анод орасида потенциал тақсимоти 1-тўғри чизик билан тасвирланади. Термоэлектрон ток бўлганида (катод чўғланганида) катод ва анод орасидаги фазовий заряд ҳоҳиш бўлади ва потенциал тақсимоти ўзгаради; бу тақсимот энди 2—эгри чизик билан ифодаланади. Бунда ҳар қандай x текисликда потенциалнинг қиймати фазовий заряд бўлмаганидан кичик бўлади, бинобарин, қиймати фазовий заряд бўлганда камаяди. Анод кучланиши ортади электронларнинг фазовий заряд булутидаги концентрацияси камаяди. Шунинг учун фазовий заряднинг тормозлаш таъсири ҳам камаяди ва анод ортади.



4-расм. Диоддаги фазовий заряд ва унинг потенциални қайта тақсимланишига таъсири.
1- потенциалнинг фазовий заряд бўлмагандаги тақсимланиши,
2- потенциалнинг фазовий заряд бўлгандаги тақсимланиши

Шу нарсани қайд қилиш керакки, 2 эгри чизик орқали тасвирланган потенциал тақсимоти электронларнинг катоддан учиб чиқиш бошланғич бўлгандагина ўринли бўлади, аслида ўзи шуидай бўлади. Бошланғич тезликларни назарга олмаслик мумкин бўлмаган ҳолларда потенциал тақсимоти жуда мураккаб кўринишда бўлади.

Диод токи i нинг анод потенциали U га боғланиши қуйидаги кўринишда бўлди:

$$i = CU^{3/2} \quad (2)$$

бунда C -электродларнинг шакли ва ўлчамларига боғлиқ бўлади.

Ясси диод учун

$$C = \frac{4}{9} \varepsilon_0 \frac{S}{d^2} \sqrt{\frac{2e}{m}}, \quad (3)$$

бу ерда e/m -электронларнинг солиштирма заряди, d -катод ва анод орасидаги масофа, S -катоднинг сирти (анод сиртига тенг), ε_0 -электр доимийси.

(2) формула 3-расмдаги 0123 эгри чизикни ифодалайди. Бу формула Богуславский- Лэнгмюр қонуни ёки «3/2 қонуни» деб аталади.

Анод потенциали вақт бирлиги ичида катод чиқарадиган барча электронлар анодга бориб тушадиган даражада катта бўлганида ток ўзининг максимал қийматига эришади ва анод кучланишига боғлиқ бўлмай қолади. Тўйиниш токининг зичлиги j_s яъни катод

сиртининг ҳар бир бирлигига тўғри келувчи тўйиниш токи кучи катоднинг эмиссион қобилиятини характерлайди, бу катталик катоднинг табиатига ва унинг температурасига боғлиқ бўлади.

Металл сиртидаги потенциал тўсикни енгиб ўтиб, вакуумга чиқадиган электронлар сони температурага кўтарилганида тез ортади. Шунинг учун тўйиниш токининг зичлиги ҳам температурага кучли боғлиқ бўлади. Ҳисоблашлар бу боғланиш қуйидаги формула билан ифодаланишини кўрсатади.:

$$j_s = AT^2 \exp\left(-\frac{\Phi}{kT}\right) \quad (4)$$

бу ерда A -мутлақо тоза сиртли барча металллар учун айна бир қийматга эга бўладиган доимийси, Φ -энергия ўлчамлигига эга бўлган катталик бўлиб, берилган металлнинг *термоэлектрон чиқиши иши* деб аталади.

Термоэлектрон чиқишиши вакуумда тинч турган электрон W_0 энергияси билан F Ферми сатҳи орасидаги айирмага тенг бўлади (1-расм);

$$\Phi = W_0 - F_0 \quad (5)$$

Бинобарин, Ферми функциясининг иссиқликдан «ёйилишини» назарга олмаган ҳолда, шундпй дейиш мумкин: Φ катталик энг катта кинетик энергияли электронни металлдан вакуумга бошланғич тезликсиз ўтказиш учун керак бўлган катталикдир. (4) муносабатни *Ричардсон-Дэшмэн формуласи* деб аталади.

(4-5) формулалар фақат металллар учунгина эмас, яримўтказгичлар бўлган ҳолда чиқиш ишининг физикавий маъноси анча мураккаблашади.

(4) формулани шундай келтириб чиқариш мумкин. Термоэлектрон эмиссияни худди металлдан электронларнинг буғланиши деб қараш мумкин. Юқори температурага чўғлантирилган ва ўша температурадаги ажратилган (поналанталл) берк идишга қўйилган металллар парчасини кўз олдимизга келтарайлик. Металл сиртидан электронлар буғланиши рўй беради ва аксинча, металлдан ташқарида бўлган электронларнинг бир қисми иссиқлик ҳаракатида металл сирти билан тўқнашади ва унда конденсацияланади. Термодинамик мувозанат ҳолатида металл устида худди суюқлик устидаги тўйинган буғ сингари электрон газ мавжуд бўлади; электрон газнинг концентрацияси электронларнинг конденсация ва буғланиш тезликларининг тенглик шарти билан аниқланади.

Электронларнинг конденсацияланиш тезлигини осонгина ҳисоблаш мумкин, бинобарин, буғланиш тезлигини топиш ҳам қийин эмас.

(4) формулани олиш учун электрон газнинг квант хоссаларни назарга олиш керак. Металл устида электронларнинг мувозанат концентрациясини Максвелл тақсимоти формуласидан топиш мумкин, бу формула металллар ичидаги электронларга ҳам, вакуумдаги электронларга ҳам тегишлидир. W ни вакуумдаги электронлар энергияси деб тушунмоқ керак:

$$W = W_0 + \frac{1}{2m}(p_x^2 + p_y^2 + p_z^2)$$

бу ерда m -бу ҳолда, электроннинг эффектив массаси эмас, ҳақиқий массасидир. Бундан ташқари, W_0 энергия F дан кўплаб kT га катта бўлгани учун формуланинг махражидаги бирни назарга олмаслик мумкин. Шунинг учун импульслари dp_x , dp_y , dp_z интервалда ётган электронларнинг вакуумдаги концентрацияси учун шундай ифодани ёзиш мумкин:

$$dn = \frac{2}{h^3} \exp\left(-\frac{W-F}{kT}\right) dp_x dp_y dp_z = \frac{2}{h^3} \exp\left(-\frac{W_0-F}{kT}\right) \exp\left(-\frac{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2}{2mkT}\right) dp_x dp_y dp_z$$

Энди X ўқини сиртга перпендикуляр равишда металл ичига йўналтирамиз. U ҳолда металл томон ҳаракатланаётган электронлар учун $p_x > 0$. Шундай импульс ташкил этувчисига эга бўлган ва вақт бирлиги ичида металл сирти бирлигига тенг, бу ерда $v_x k p_x F m$ электронлар иссиқлик ҳаракати тезлигининг x ташқил этувчисидир. Металлдан вакуумга чиқувчи ва вакуумда худди шу dp_x , dp_y , dp_z интервалдаги импульсларга эга бўлган электронлар сони ҳам худди шунча бўлади, чунки металл ва унинг устидаги электронлар мувозанатдадир. Бу группа электронларнинг ток зичлигига қўшган хиссаси қуйидагига тенг бўлади:

$$dj_s = e \frac{p_x}{m} dn$$

Тўйиниш токнинг тўла зичлиги бу ифодадаги p_x нинг мумкин барча мусбат қийматлари бўйича интеграллаш билан ҳосил қилинади. Импульснинг p_y ва p_z ташқил этувчилари (параллел сиртлар) турли қийматларга эга бўлиши мумкин. Бинобарин,

$$j_s = \frac{2}{h^3} \exp\left(-\frac{W-F}{kT}\right) \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{p_x^2}{2mkT}\right) p_x dp_x \int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{p_y^2}{2mkT}\right) dp_y \int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{p_z^2}{2mkT}\right) dp_z$$

p_y ва p_z бўйича олинган интегралларнинг ҳар бири формула билан ифодаланади ва $(2\pi mkT)^{1/2}$ га тенг. p_x бўйича интеграл эса бўлаклаб интеграллаш йўли билан бевосита ҳисобланади ва mkT ни беради. Шунинг учун биз қуйидагини оламиз:

$$j_s = \frac{4\pi m e k^2}{h^3} T^2 \exp\left(-\frac{W_0-F}{kT}\right)$$

(4) формуланинг ўзидир. A доимий қуйидагига тенг бўлади:

$$A = \frac{4\pi m e k^2}{h^3} = 6,02 \cdot 10^5 \frac{A}{m^2 \cdot K^2}$$

Тажрибада тўйиниш токининг температурага боғлиқлигини ўлчаб, шу металл учун чиқиш иши Φ ни аниқлаш мумкин. Баъзи металллар учун чиқиш иши жадвалда кўрсатилган. Барча металллар учун у бир неча электрон-вольтга тенг.

Металл	W	M_0	P_t	Fe	Mg	N_a
Чиқиш иши, эВ	4,5	4,3	5,3	4,4	3,5	2,3

Термоэлектрон эмиссия билан бир қаторда чиқиш ишини аниқлашга имкон берадиган бошқа ходисалар ҳам мавжуддир (масалан, фотоэлектр эффекти, контакт потенциаллар фарқи). Турли методлар билан аниқланган металлларнинг чиқиш иши қийматлар бир—бирига яхши мувофиқ келади. Боғланиши қандай кўринишда бўлади?

3. Электрон лампалар ва уларнинг қўлланиши.

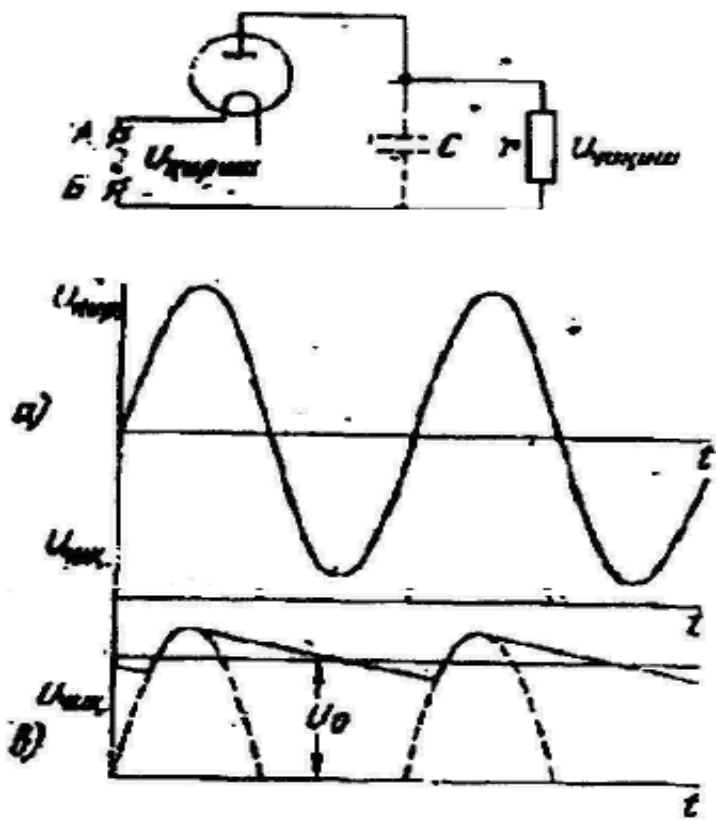
Электрон лампанинг чўғланган катода фақат электронлар чиқариб, мусбат ионлар чиқармагани учун лампа токни унинг катода манбанинг манфий қутби билан улангандагина ўтказилади. Берилган кучланиш қутблари ўзгартирилганда барча термоэлектронлар катодга қайтади ва лампа орқали ток ўтмайди. Электрон лампа шунинг учун бир томонлама ўтказувчанликка эгадир.

Диодларнинг вентиль сифатида ишлаши ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи тўғрилагич қурилмалар яшашда кенг фойдаланилади. Электрон лампани тўғрилагичнинг схемаси 5-расмда кўрсатилган. А ва Б нукталар орасидаги ўзгарувчан кучланиш (кириш кучланиши $U_{кир}$) вақт бўйича а эгри чизиққа мувофиқ ўзгаради. Лампанинг вентиль хоссаси туфайли нағруза қаршилигида ток фақат лампа ток ўтказган ярим даврлардагина бўлади. Шунинг учун r қаршилиқдаги $U_{чик}$ чиқиш кучланиш б эгри чизиқ билан тасвирланади ва биз бир ишорали пульсланувчи кучланиш оламиз. Пульсланишларни бартараф қилиш учун диод ва нағрузка орасидоти филтрлар уланади. Филтрларнинг энг соддаси нағрузкага параллел уланган конденсатордир.

Кучланишнинг ортишида конденсатор тезда зарядланади, бироқ сўнгра, кириш кучланишининг камайишида г нағрузка қаршилиги орқали аста — секин разрядланади, чунки электронлар диодда аноддан катодга қараб юра олмайди. Бунинг натижасида в эгри чизиқ билан тасвирланувчи чиқиш кучлаиш хосил бўлади. Занжирнинг rC вақт доимийси қанча катта бўлса, кучланишнинг пульсацияси шунча кичик бўлади. г ортганида кучланишнинг U_0 доимий ташкил этувчиси кириш кучланишининг максимал (чўққи) қийматига интилади.

Икки ярим даврли тўғрилагичнинг схемаси 6-расмда кўрсатилган. Вақтнинг хар бир momentiда лампаларда фақат биттаси, яъни кучланиш ток ўтказадиган йўналиш билан мос тушган лампа ишлайди ва унга

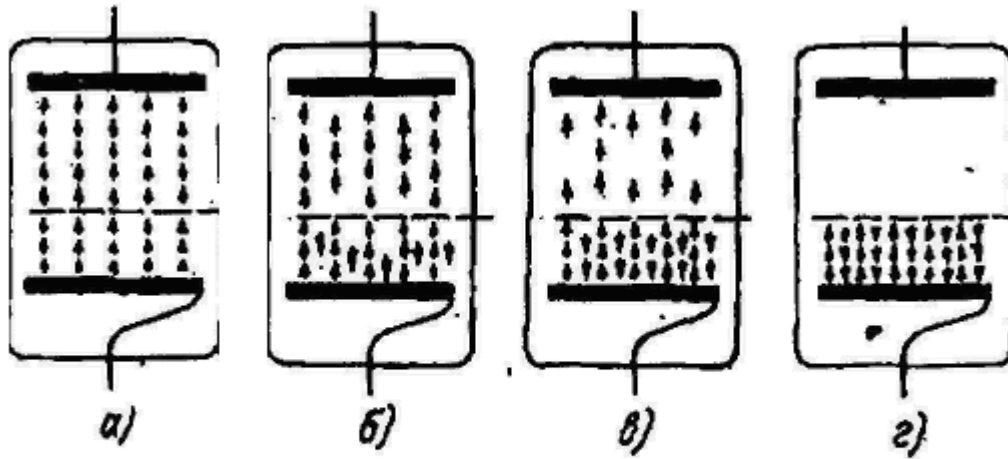
уланган конденсаторни зарядлайди. Ҳар икки конденсатор кетма-кет уланган ва шуниинг учун тўғрилагичнинг чиқиш кучланиши (нагрузка бўлмаганда) киришдаги чўкки кучланиш қийматининг иккиланганига тенг.



5-расм. Электрон лампали тўғрилагич

Электрон лампаларнинг асосий техникавий аҳамияти лампадаги электрон токнинг бошқарилиши осонлиги билан аниқланади. Бунинг учун лампанинг ичига бйр ёки бир неча қўшимча металл электродлар киритилади: улар кўпинча сим спираллар кўринишида ишланади ва катод билан анод орасидаги жойлаштирилади. Бу қўшимча электродлар тўрлар деб аталади.

Уч электродли лампа-триодни кўрайлик. Бу лампанинг чўғлайувчи катода, аноди ва битга тўри бор (7-расм). Бундай лампада электрон ток фақат анод потенциалига эмас, шу билан бирга тўрнинг катодга нисбатан потенциалига ҳам боғлиқ бўлади. Агар тўрнинг потенциали нолга тенг бўлса, у ҳолда анодга етиб борувчи электронларнинг сони амалда тўр (а) бўлмаган ҳолдаги қийматига тенг бўлади. Тўрда мусбат потенциал бўлганда лампада фазовий заряд



7-расм. Тўрнинг бошқариш таъсири.
 а-тўрнинг нолга тенг; б-тўрнинг потенциали манфий;
 в-тўрнинг потенциали б холатидан кўра кўпроқ; г-беркитувчи кучланиш

камаяди ва анод токи кўпроқ бўлади. Аксинча тўрнинг потенциали манфий бўлганда, фазовий заряд ортади: бунинг натижасида термоэлектронларнинг бир қисми қайтадан катодга қайтади ва анода ток тўр бўлмагандагидан камроқ бўлади (б). Тўрнинг манфий потенциали ортганида анод токи камаяди (в) ва тўрнинг қандайдир бирор потенциалида лампада ток батамом йўқ (лампа берк) бўлади (г). Аноднинг мусбат потенциали юқори бўлса, бу беркитувчи шу нарса равшанки, тўрнинг потенциални ўзгартириш билан анод токини ўзгартиришимиз мумкин. Электронларнинг массаси жуда кичик бўлгани учун, триоднинг инерцияси жуда кичик бўлади ва тўр потенциалнинг жуда тез ўзгаришлари ҳам унинг бошқариш таъсири сақланиб қолади.

Уч электродли лампада термоэлектрон токнинг кучи нимага ва қандай боғлиқ эканини батафсилроқ кўрайлик.

Триоддаги электр майдон манзараси 8-расмда кўрсатилган. Тўр бўлганида қисман катода ва қисман фазовий заряднинг электронларида тугайдиган куч

чизиқлари фақат А аноддан эмас, шунингдек, Т тўрнинг симларидан ҳам чиқади. Шунинг учун катод яқинида U_a потенциалига, ҳам тўрнинг U_T потенциалига боғлиқ бўлади. Анод тўр билан қисман экранлангани учун анод

потенциалининг, таъсири тўр потенциалининг таъсиридан камроқ бўлади ва шунинг учун катоддан келаётган тўлиқ ток бирор натижавий ёки бошқарувчи

$$U_\sigma = U_T = DU_a \quad (6)$$

кучланиш билан аниқланади. Бу ерда D -лампанинг конструкциясига боғлиқ бўлган катталиқ ҳамда $D < 1$. Тўр қанча катодга яқин жойлашган бўлса, D шунчалик кичик бўлади. Бу катталиқ тўрнинг *сингдирувчанлиги*, унга тескари бўлган $K=1/D$ катталиқни эса, лампанинг *кучайтириш коэффициенти* деб

аталади. Бундан лампанинг тўлиқ 1 токи, ёки катод токи бошқарувчи кучланишнинг функцияси деган хулоса келиб чиқади:

$$i = f(U_T + DU_a) \quad (7)$$

Лампа электрон оқимининг бир қисми тўрға тушади ва тўр занжирида бирор i_T ток ҳосил бўлади. Лампанинг тўлиқ токи анод ва тўр тоқларнинг йиғиндисига тенг экалиги равшан:

$$I = i_a + i_T \quad (8)$$

Шу нарсани қайд қилиш керакки, тўр тоқининг сезиларли даражада катта бўлиши мақсадга мувофиқ эмас бунда тўр занжирида қувватнинг беҳуда сарфланишига сабаб бўлади. Бироқ, кўп ҳолларда тўр тоқи анод қуйидагича бўлади ва шунинг учун қуйидагича олиш мумкин:

$$i_a \approx i = f(U_T + DU_a) \quad (9)$$

Триоднинг хоссалари тўла равишда аниқлаш учун анод кучланиши U_a параметр сифатида олиб, унинг турли қийматларида i_a анод тоқининг тўр кучланиши U_T га боғланиш эгри чизикларни яшаш керак бўлади. Бундай эгри чизиклар триоднинг *тўр характеристикалари* деб аталади; улар 9-расмда кўрсатилган. Бу эгри чизиклардан i_a нинг Айни бир қийматини U_T кучланишнинг турли қийматларида олиш мумкин экалиги кўриниб турибди. Айни бир ток қийматини олиш учун U_a анод потенциали қанча юқори бўлса, U_T тўр потенциали шунча паст бўлиши керак; ёки бошқача айтганда анод потенциали камайиш томонига қараб силжийди. Қуйидаги

$$S = \left(\frac{di_0}{dU_T}\right)U_0 \quad (10)$$

катталиқ тўр потенциали ўзгарганида анод тоқнинг ўзгариш тезлиги ёки характеристикасининг тиклигини (қиялигини) характерлайди. U_a индекс анод потенциалининг кўриллётган нуқтадаги қиялиқ бурчаги тангенсига тенг бўлади.

Агар биз U_T нинг турли доимий қийматларида i_a анод тоқининг U_a анод кучланишига боғланишини тасвирласак эди, у ҳолда триоднинг *анод характеристикалари* деб аталган эгри чизиклар оиласини ҳосил қилган бўлар эдик. Тўр потенциали ортганида анод характеристикалари анод потенциалининг камайиш томонига силжийди.

Кўриниб турибдики, триодлар ҳам диодлар сингари чизикли бўлмаган вольт-ампер характеристикали, яъни Ом қонунига бўйсунмайдиган ўтказгичларга мисол бўлар экан. Бироқ характеристиканинг етарлича кичик қисмини. Тўғри кесмаси қараш ва кучланишнинг (ёки тоқнинг) берилган қийматидаги қаршилиқ ҳақидаги гапириш мумкин.

Шунинг учун Ом қонунига бўйсунмайдиган ўтказгичлар (чизикли бўлмаган қаршилиқлар) ни уларнинг дифференциал $R = dU/di$ қаршилиқлари орқали характерланади. Бу тушунчани триодга қўллаб ва

унинг дифференциал қаршилигини R_i орқали белгилаб, шундай ёзиш мумкин:

$$R_i = \left(\frac{dU_0}{di_0}\right)U_T \quad (11)$$

бу ерда U_T индекс тўрнинг потенциали доимий сақланишини билдиради. Тироднинг дифференциал қаршилигини кўпинча ички қаршилиқ деб аталади. (11) формуладан триоднинг ички қаршилиги анод характеристикасининг тоқлар ўзгаришига қараб анод кучланишининг ўзгариш тезлигини билдиради.

Характеристика тиклиги S ва триоднинг ишчи нуқтадаги R_i ички қаршилиги, шунингдек, тўрнинг D сингдирувчанлиги триодни характерловчи муҳим катталиқдир. Бу катталиқлар мустақил катталиқлар эмас. (9) нинг хар икки қисмини i_a бўйича дифференциаллаб ва $U_T = const$ деб олиб, қуйидагини оламиз:

$$I = \frac{df}{dU_6} \left(\frac{dU_6}{dU_a}\right)U_a \left(\frac{dU_a}{di_a}\right)U_T$$

бирок $\left(\frac{dU_6}{dU_a}\right)U_a = D$, $\frac{df}{dU_6} = \left(\frac{df}{dU_T}\right)U_a = S$, $\left(\frac{dU_a}{di_a}\right)U_T = R$

Шунинг учун

$$SDR_i = 1 \quad (12)$$

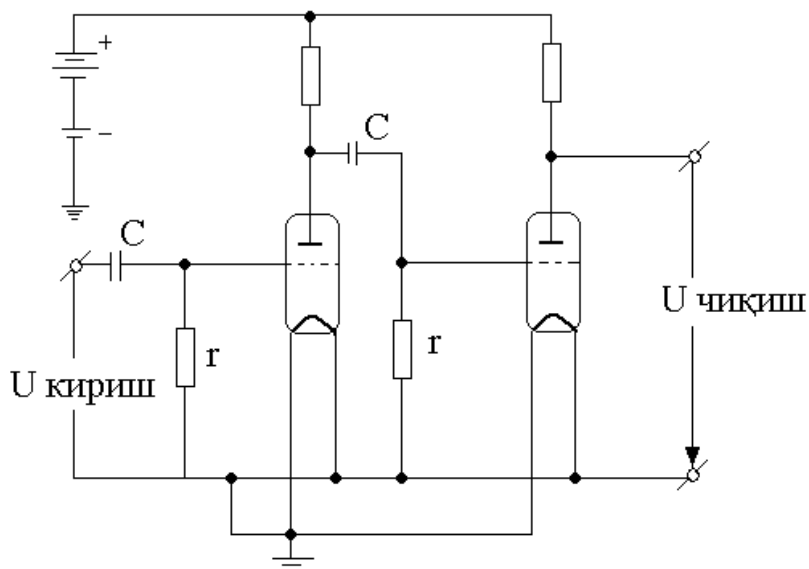
4. Лампали кучайтиргичлар.

Сигналларни кўп қиррали кучайтириш мумкин. Бунинг учун электрон лампа кучайтирган кучланишни иккинчи лампанинг тўрига, иккинчи лампа кучайтирган кучланишни учинчи лампанинг тўрига ва ҳақозо берилади. Кучайтиргувчи каскад ёки лампали кучайтиргич схемаларидан бири 10-расмда тасвирланган. Бунда барча лампаларнинг анод занжирлари параллел уланган ва ягона анод батареясидадан чўғлантарилади.

Шу нарсага эътибор бериш керакки, кучланиш хар бир лампанинг тўрига бевосита берилмайди, балки ажратувчи C конденсатор орқали берилади. Конденсатор кучайтирилаётган ўзгарувчан сигналларнинг ўтишига тўсқинлик қилмайди, бирок тўрга анод батареясидадан келаётган юкори ўзгармас кучланишни ўтишига йўл қўймайди. Ҳар бир лампанинг тўри ва катода орасидаги яна r қаршилиқ (тўр сиркиши) ҳам уланган, унинг вазифаси қуйидагидан иборат:

-вақтнинг тўрда мусбат потенциал бўлган даврлар келиб тушади.

-агар тўр сиркиши бўлмаганида эди, у холда тўр бора—бора манфий беркитувчи потенциалигача зарядланиб қолар ва лампа орқали тоқ ўтмай қолар эди. Бирок r қаршилиқ орқали тўрдаги манфий зарядлар узлуксиз оқиб кеб туради ва лампада тоқнинг тўхташи лампанинг бекилиши рўй бермайди.

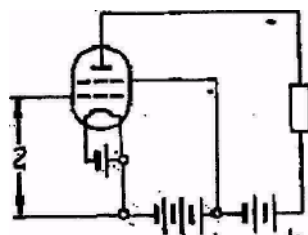


10-расм. Қаршиликли кучайтиргич каскаднинг схемаси

C ва r қийматларини керакли муносабатда танлаб шундай ҳолатга эришиш мумкинми, бунда тўрдаги кучланиш тебранишлари лампани бошқариш таъсирини сақлаган, бироқ тўрға ўтадиган ток амалда нолга тенг бўладиган кичик манфий қиймат атрофида юз берсин.

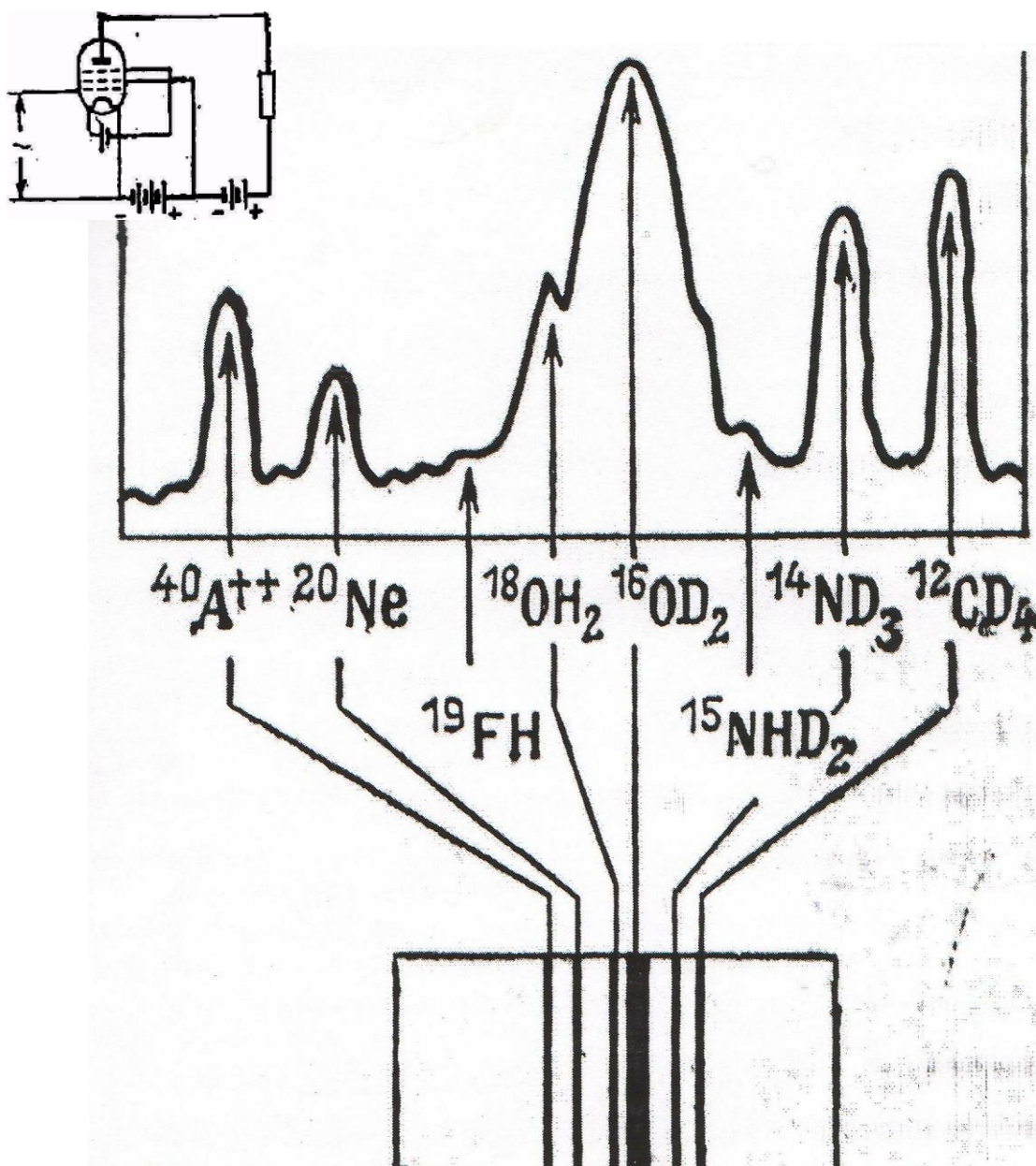
Биз кучайтиргичларнинг энг кўп тарқалган схемаларидан фақат битгасинигина кўриб чиқдик (қаршиликли кучайтиргич). Кучайтиргичларнинг кўплаб бошқа схемалари ҳам мавжуд; уларнинг баёнини радиотехникага доир адабиётдан ўкиб олиш мумкин. Ҳозирги замон радиотехникасида уч электродли электрон лампалар (триодлар) билан бир қаторда бир неча тўрли электрон лампалар ҳам кенг қўлланилади. Қўшимча тўрлар қўллашнинг маъноси нима эканини қисқача кўриб чиқайлик.

Юқорида триоднинг кучланишни кучайтириш тўрнинг D сингдирувчанлиги қанча кам бўлса, шунча кучли бўлишини кўрган эдик, яъни анод потенциалининг тўр потенциалига нисбатан таъсири қанча кичик бўлса, кучайтириш шунча кучли бўлган эди. Анод потенциалининг лампа токига таъсирини камайтириш учун бошқарувчи тўр билан анод орасига иккинчи тўр киритилади ва унга катодга нисбатан мусбат ва анод потенциалидан бирмунча кам потенциал берилади. Тўрт электродли бундай лампа, ёки тетрод, 11-расм схематик тасвирланган. Тетроднинг қўшимча тўрининг вазифаси шуки, у дастлаб анодга етиб бораётган майдон куч чизиқларининг бир қисмини ютиб қоладқ, яъни анодни қисман экранлайди, шунинг учун бу тўр экранловчи тўр деб ном олган. Экранловчи тўр бошқарувчи тўрининг сингдирувчанлигани камайтириш сингари таъсир кўрсатади, шунинг учун бошқа шароитлар бирдай бўлганда ҳам тетроднинг кучайтириш коэффиценти триодникига қараганда анча катта бўлади.



11-расм. Тетрод.

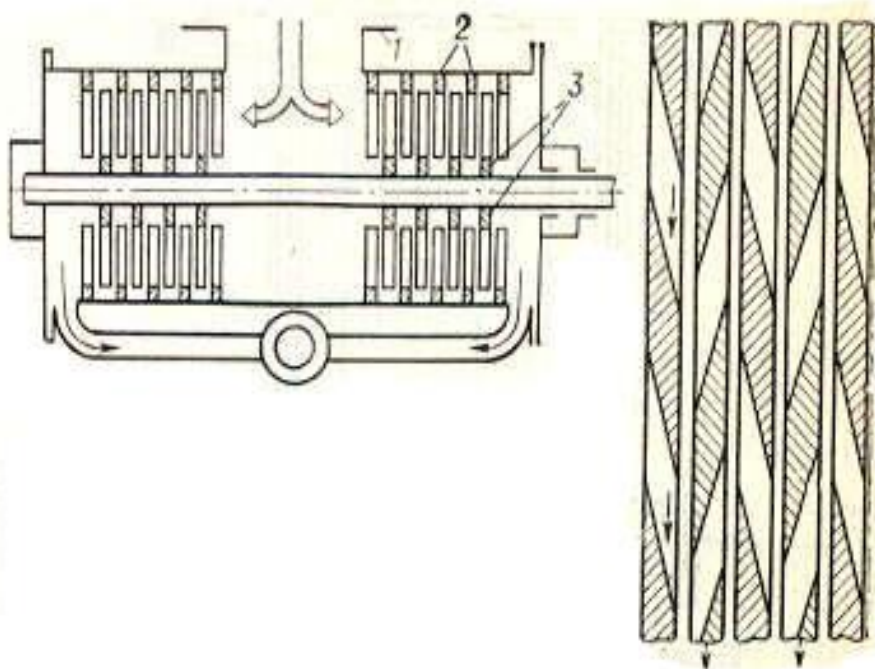
Бирок тетроднинг камчилиги бор, уларда термоэлектрон бомбардимон натижасида аноддан иккиламчи электрон эмиссия рўй бериши мумкин. Триода одатдаги кучайтириш режимида тўр унча катта бўлмаган потенциал олдида (хатто баъзида манфий потенциал) бўлади, шунинг учун анод яқнидаги электр майдон шундай йўналган бўладики, иккиламчи электронларни қайтадан анодга йўллайди ва иккиламчи эмиссия бўлмайди.



2.5 – расм. Масс – спектрометр ёрдамида олинган қурилма ичидаги қолдиқ газлар таркибининг спектри.

Шуни айтиш керакки, агар тўрда аноддагидан каттароқ мусбат потенциал бўлса, триода ҳам иккиламчи эмиссия кузатилиши мумкин. Триодда эса анод яқинида ҳамма вақт мусбат зарядланган экран тўри бўлади ва шунинг учун нагар аноднинг потенциали экран тўрининг потенциалидан кичик бўлса, тетрода иккиламчи эмиссия содир бўлади (анода кучланиш тебранишлари мавжуд бўлганида, шундай бўлиши мумкин). Бунинг натижасида лампанинг анод токи камаяди ва тетроднинг вольт-ампер анод характеристикасида унинг хоссаларини ёмонлаштирувчи соҳалар пайдо бўлади (динатрон эффект). 0,2-0,5 мм ни ташкил этиб, фақат паст босимлардагина газларнинг тескари оқишига катта қаршилик кўрсата олади.

Динатрон эффектни бартараф қилиш учун электрон лампаларга яна битта тўр киритилади ва уни экран тўри билан анод орасига жойлаштирилади. Ҳимоя тўри деб аталувчи (ёки антидинатрон тўр) бу тўр катодга уланади (12-расм), шундай қилиб, химоя тўри ва анод орасида иккиламчи электронларни тормозловчи ва аноддан иккиламчи эмиссия бартараф қилувчи электр майдон ҳосил бўлади. Беш электродли бундай лампалар-пентодларнинг кучайтириш-коэффициенти* катта, анод характеристикаси «силлиқ» ва бошқа бир қатор афзалликлари бор, шунинг учун радиотехникада кенг қўлланилади.

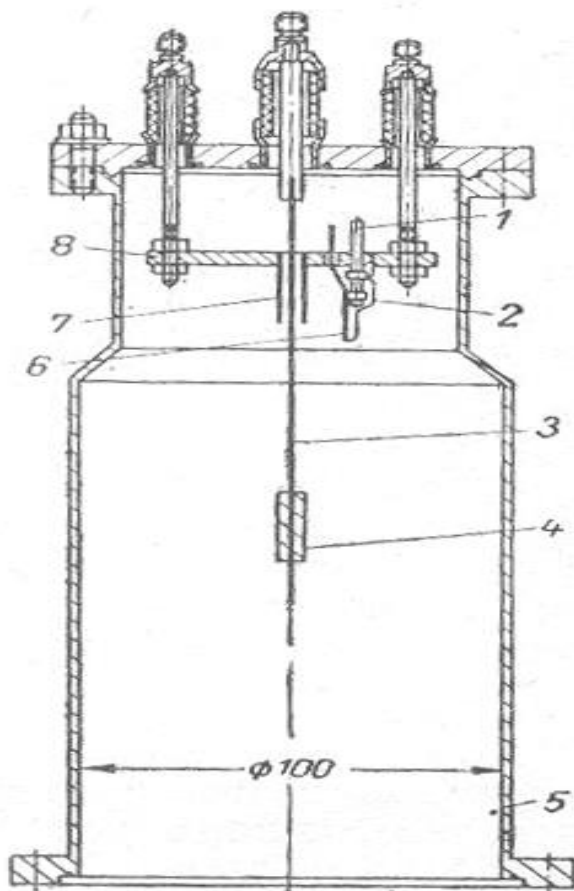


3.4 – расм. Турбомолекуляр насоснинг схемаси.

Бунда титаннинг сублимацияси юз бериб, насоснинг ички деворлари титан билан чангланади. «Орбитрон» типли насос орқали фаол газларнинг сўриб олиниши, насос корпусининг ички сиртига узлуксиз чанглатилаётган титан

қатлами эвазига бўлади. «Орбитрон» типли насос ёрдамида олинадиган чегаравий босим ($5 \cdot 10^{-10}$) мм. сим. уст. ва ундан ҳам паст бўлиши мумкин.

Юқорида келтирилган насослар ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. сим. уст. босимдан ишлай бошлайди.



3.7 - расм. «Орбитрон» типли насоснинг схемаси.

Ишчи суюқлик буғлари билан, вакуум тизилмаси ифлосланиб қолмаслиги учун, ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. сим. уст. гача бўлган дастлабки босим ҳосил қилишда адсорбцион насослардан фойдаланилади. Буғлатгичли-ион насосларининг камчиликларига электр таъминлаш тизилмасининг бир оз мураккаблигини, титанни чанглатиш тезлигининг ўз-ўзидан ростланмаслигини ва тизилмада иссиқ катод борлигини киритиш мумкин.

$1 \text{ Torr} = 133 \text{ Па} = 1,33 \cdot 10^3 \text{ мкбар}$. Шартли равишда, вакуумни қўйдагиларга бўлиш мумкин: паст, ўрта, юқори ва ўтаюқори.

Вакуум даражасини, ҳавоси сўриб олинган ишчи ҳажмнинг чизиқли ўлчами δ билан, газ молекулаларининг еркин югуриш йўли λ лар орасидаги муносибат характерлайди. Вакуум даражасининг қолдиқ газлар босими бирликлари билан боғланиши 2-жадвалда берилган. Газ

молекулаларининг еркин югуриш йўли λ газ босимига тескари пропорционал, яъни $\lambda \approx \frac{1}{P}$. Бу боғланиш еса 3-жадвалда келтирилган.

1-жадвал. Босим бирликларининг ўзаро боғланиши.

Босим бирликлари	$Pa = N/m^2$	$Torr = mm.cim.y$ cm	$Din/cm^2 = mkb$ ap	Бар	Атм.
$Pa = N/m^2$	1	$750 \cdot 10^{-5}$	10	10^{-5}	$0,987 \cdot 10^{-5}$
$Torr = mm.cim.y$ cm	$1,333 \cdot 10^2$	1	$1,333 \cdot 10^3$	$1,333 \cdot 10^3$	$1,316 \cdot 10^2$
$Din/cm^2 = mkba$ p	10^{-1}	$750 \cdot 10^{-6}$	1	10^6	$0,987 \cdot 10^{-6}$
Бар	10^5	750	10^6	1	0,987
Атм.	$1,013 \cdot 10^5$	760	$1,013 \cdot 10^6$	1,013	1

2-жадвал. Вакуум даражаларининг газ босим бирликлари билан боғланиши.

Босим чегаралари	Вакуум даражаси ва λ, d ларнинг боғланиши			
	$\lambda \ll d$ паст	$\lambda = d$ ўрта	$\lambda \geq d$ юқори	$\lambda \gg d$ ўтаюқори
$Pa = N/m^2$	>100	$100 \div 10^{-1}$	$10 \div 10^{-5}$	$<10^{-5}$
$Torr = mm.cim.y$ cm	>1	$1 \div 10^{-3}$	$10^{-3} \div 10^{-7}$	$<10^{-7}$

3-жадвал. Молекулалар еркин югуриш йўли λ нинг босим P га боғлиқлиги.

P, Pa	1,0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
λ, m	10^{-3}	$7 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-4}$	7	$7 \cdot 10^1$

Ўта юқори вакуумда берилган жараён учун йетарли вақт мобайнида, олдиндан адсорбцияланган газлардан тозаланган сиртнинг хоссаларида жўзый ўзгаришлар юз бермайди. Кўпинча ўта юқори вакуум тушунчаси λ/d нисбатнинг катталиги билан емас, балки қаттиқ жисм сиртида газнинг мономолекуляр қатлами ҳосил бўлиши учун кетадиган вақт τ билан аниқланади. Бу вақт газнинг босимига тескари пропорционал. $P \approx 10^{-6}$ мм.сим.уст. бўлганда, $\tau \approx 1$ с. Бошқа босимларда у $\tau \approx 10^{-6}/P$ формула ёрдамида аниқланиши мумкин. Сирт билан тўқнашаётган газнинг ҳар бир молекуласи сиртда қолса, яъни егаллаб олиш коэффициентини 1 га тенг бўлгандагина бу формула ўринлидир. Кўпчилик ҳолларда, егаллаб олиш коэффициентини 1 дан кичик ва τ шунга мос равишда ошади.

Шуни қайд қилиш лозимки, майдоннинг квант назариясида физикавий вакуум тушунчаси қўлланилади. Физикавий вакуум квантланган майдоннинг бирон бир реал заррачалар йўқлиги билан характерланадиган энг қуйи ҳолатидир.

Тест саволлари

1. 1кг куч/см² неча атмосфера бўлади?

- A. 1 атм
- B. 10 атм
- C. 100 атм
- D. 10^{-5} атм

2. 1 мм. сим. уст. неча Паскалга тенг?

- A. $0,75 \cdot 10^{-2}$ Па
- B. $0,75 \cdot 10^{-3}$ Па
- C. 133,3 Па
- D. 0,1 Па

3. 1 Па босим неча мм.сим.уст. га тенг?

- A. $0,75 \cdot 10^{-2}$ мм.сим.уст
- B. $1,01 \cdot 10^5$ мм.сим.уст
- C. 1333,22 мм.сим.уст
- D. 760 мм.сим.уст

2.2 Вакуум техникасининг асосий тенгламаси

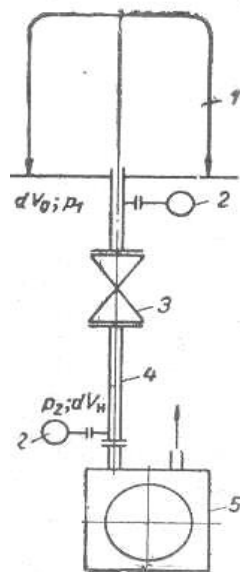
Оддий вакуум тизилмасини кўриб чиқайлик (расм 2.1). У сўриб олинаётган идишдан 1, босим датчикларидан 2, вентилдан 3, қувур 4 ва насосдан 5 иборат. Насос ишлаганда вакуум тизилмасидаги газ миқдори ўзлуксиз камаяди. Идиш ҳажми ва газнинг ҳарорати ўзгармаганлиги учун вакуум тизилмасидаги босим камаяди.

Бунда насос киришидаги P_2 босим сўриб олинаётган ҳажмнинг чиқишидаги босимдан паст. Шундай қилиб, P_1-P_2 босимлар фарқи вужудга келади. Бу фарқ тизилмада газ оқими ўтишига халақит берувчи қувур, вентил ва бошқа элементлар борлиги туфайли юзага келади.

Газ оқими тизилманинг ихтиёрий қисмида бир хил ва и кесимдаги газ босимини, бирлик вақтда шу кесимдан оқиб ўтаётган газ ҳажми C_u га кўпайтириш орқали аниқлаш мумкин.

$$Q = P_u C_u = \text{const} \quad (2.1)$$

Вакуум техникасида, муҳандислик ҳисобларида газнинг оқимини $ПВ/с$ бирликларида ифодалаш қабул қилинган.



Расм 2.1 Оддий вакуум тузилмаси.

Сўриб олиш вақтида юз берадиган жараёнларни яққолроқ намоён қилиш мақсадида, вакуум тизилмаси билан электр занжири орасида аналогия қилинади. Бунда P_1-P_2 фарқ потенциаллар фарқи билан, оқим-ток кучи билан таққосланади. Босимлар фарқининг оқимга нисбати, электр занжиридаги каби, қувурнинг қаршилиги W деб юритилади.

$$Q = P_1 - P_2 / W = Y(P_1 - P_2) \quad (2.2)$$

Бу ерда U қаршиликка тескари катталиқ бўлиб, қувурнинг ўтказиб юборувчанлик қобилияти ёки унинг ўтказувчанлиги деб аталади.

$$U = \frac{1}{W} = \frac{Q}{P_1 - P_2} \quad (2.3)$$

Агар қувурлар кетма-кет уланган бўлса, унда уларнинг умумий қаршилиги алоҳида қаршиликлар йиғиндисига, параллел уланган бўлса уларнинг тўлиқ ўтказиб юборувчанлиги қувурларнинг алоҳида ўтказиб юборувчанликларининг йиғиндисига тенг:

$$W = \sum W_i ; \frac{1}{U} = \sum \frac{1}{U_i}$$

$$\frac{1}{W_{\text{парал}}} = \sum \frac{1}{W_i} ; U_{\text{парал}} = \sum U_i$$

бу йерда $W_{\text{кетма-кет}}$ ва $U_{\text{кетма-кет}}$ кетма-кет уланган бир неча қувурларнинг натижавий қаршилиги ва ўтказиб юборувчанлиги.

$W_{\text{парал}}$ ва $U_{\text{парал}}$ худди шунингдек параллел уланган қувурларники.

W_u ва U_u -алоҳида қувурларнинг қаршилиги ва ўтказиб юборувчанлиги.

Юқорида қайд қилинган турғун маромда, вакуум тизилмасининг барча қисмларида газ оқими бир хил. Шунинг учун P_2 босимда насоснинг кириш трубкаси учун газ оқими (2.1) тенгламадан аниқланиши мумкин.

$$Q = P_2 C_X \quad (2.4)$$

Бу йерда: C_X -насоснинг сўриб олиш тезлиги, яъни бирлик вақтда насосга кираётган газ ҳажми; P_2 -насос киришидаги босим.

(2.4) дан

$$S_N = \frac{Q}{P_2} \quad (2.5)$$

Тажрибалар, сўриб олинаётган объект билан насос орасида, сўриб олинаётган газга қаршилик кўрсатувчи қувур, вентил ёки бошқа элементлар бўлганда объектни сўриб олиш тезлиги, насоснинг сўриб олиш тезлигидан анча фарқ қилишини кўрсатади. Объектни сўриб олиш тезлиги S_0 билан насоснинг сўриб олиш тезлигини S_H боғловчи тенгламани қуйидагича келтириб чиқариш мумкин. (2.1) ва (2.3) дан қуйидаги келиб чиқади:

$$K = P_2 C_H = P_1 C_0 = U(P_1 - P_2) \quad (2.6)$$

Бу йерда:

P_1 -сўриб олинаётган ҳажмдаги босим; P_2 -насоснинг киришдаги босим.

(2.6) тенгламани қуйидаги кўринишда қайта ифодаalayмиз.

$$S_0 = U \frac{(P_1 - P_2)}{P_1}, \quad S_H = U \frac{(P_1 - P_2)}{P_2}$$

Шундан сўнг, амалларни бажариб,

$$\frac{1}{S_0} = \frac{1}{U} \cdot \frac{P_1}{(P_1 - P_2)}; \quad \frac{1}{S_N} = \frac{1}{U} \cdot \frac{P_2}{(P_1 - P_2)}$$

биринчи тенгламадан иккинчисини айирсак, қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз.

$$\frac{1}{S_0} = \frac{1}{S_N} \cdot \frac{1}{U} \quad (2.7)$$

Бу тенглама вакуум техникасининг асосий тенгламаси деб аталади ва вакуум тизилмасининг асосий кўрсаткичлари: объектни сўриб олиш тезлиги ва қувурнинг ўтказиб юборувчанлигини бир бири билан боғлайди.

(2.7) тенгламанинг таҳлили шуни кўрсатадики, агар тизилманинг ўтказиб юборувчанлик қобилияти, насоснинг сўриб олиш тезлигига нисбатан анча катта бўлса, унда ҳажмни самарали сўриб олиш тезлиги фақат насосга боғлиқ ва аксинча, агар тизилманинг ўтказиб юборувчанлиги, насоснинг сўриб олиш тезлигидан анча кичик бўлса, унда самарали сўриб олиш тезлиги тахминан ўтказиб юборувчанликка тенг ва насоснинг сўриб олиш тезлигига жуда кам боғлиқ.

2.3 Ҳаво сўриш тезлиги ва унумдорлиги.

Сўриб олиш жараёнида вакуум тизилмасидаги газ миқдори ўзлуксиз камайиб боради ва сўриб олинаётган ҳажмда ва қувурда мос равишда босим пасаяди.

Қувурдаги газнинг оқими турбўлент, ламинар (қовушқоқ) ёки молекуляр бўлиши мумкин. Газнинг турбўлент оқими катта босимларда ва катта тезликларда кузатилади. Аммо, реал вакуум тизилмаларида у қисқа вақт давомида бўлиб, умумий сўриб олиш муддатининг жуда кичик қисмини ташқил қилади.

Газ босими пасайиши натижасида газларнинг аралашishi тўхтаб, оқувчи муҳит бир-бирида турли тезликларда сирғанаётган алоҳида қатламларга ажралганда, газнинг ламинар оқими кузатилади. Бунда ҳали

молекуланинг ўртача чопиш узунлиги қувурнинг кўндаланг ўлчамларига нисбатан кичик. Бу газ оқимининг маромида ички ишқаланиш, яъни газнинг қовушқоқлиги ҳал қилувчи аҳамиятга ега эканлигидан, вакуум техникасида ламинар оқим қовушқоқ оқим деб юритилади.

Газнинг босими янада пасайиб, молекуланинг ўртача чопиш узунлиги орта бориб, ниҳоят қувурнинг кўндаланг ўлчамлари билан бир тартибда бўлганда, газнинг молекуляр оқими кузатилади. Бунда ички ишқаланишнинг таъсири камаяди, чунки газ молекулалари бир бири билан жуда кам тўқнашади ва асосан қувурнинг деворлари билан таъсирлашади. Қувурнинг геометрияси ўзгармас бўлганда, газ оқимининг қовушқоқ маромдан молекуляр маромга ўтиши фақат қувурдаги газ босимига боғлиқ.

Газнинг турбулент оқимдан қовушқоқ оқимга ўтишини аниқлайдиган критерий сифатида Рейнолдс сони қўлланилади:

$$Re = \frac{d v \rho}{\eta} \quad (2.8)$$

бу йерда:

Re -Рейнолдс сони; d -қувурнинг диаметри; v -газ оқимининг тезлиги; ρ -газнинг зичлиги; η -динамик қовушқоқлик коэффициентини.

Газ оқимининг тезлигини ўлчаш маълум мураккабликка ега эканлигидан, Рейнолдс сонини оқиб ўтаётган газ миқдори орқали аниқлаймиз.

$$Re = \frac{3,04 m Q}{\pi k T \eta d} \quad (2.9)$$

бу йерда:

k -Болсман доимийси ($k=1,38 \cdot 10^{-23}$ ж/град); m -молекуланинг массаси; T -абсолют ҳарорат; d -қувурнинг диаметри.

Ҳарорати $20^{\circ}C$ бўлган ҳаво учун

$$Re = 8,55 \cdot 10^{-3} \frac{Q}{d} \quad (2.10)$$

$Re \geq 2200$ қийматларда доимо газ оқимининг турбулент мароми, $Re \leq 1200$ бўлганда еса қовушқоқ мароми бўлади.

Шундай қилиб, ҳаво оқими $Q > 258 \cdot 10^2 d$ нинг барча қийматларида турбулент, $Q < 1,4 \cdot 10^2 d$ қийматларда еса қовушқоқ бўлади. Оралиқ соҳада турбулент маром ҳам, қовушқоқ маром ҳам бўлиши мумкин. Газнинг ўртача босими \bar{P} бўлган қувур учун ўтиш шарти қуйидагича ёзилади:

$d \bar{P} > 0,5$ мм. см. уст. см да оқим қовушқоқ;

$\delta \bar{P} < 0,015$ мм. сим. уст. см да оқим молекуляр;

$0,015 < \delta \bar{P} < 0,5$ мм. сим. уст. см да оқим молекуляр-қовушқоқ.

Бу йерда: \bar{P} -ўртача босим; δ -қувур диаметри, см

Ҳаво учун 20°C ҳароратда ўртача еркин чопиш узунлиги

$\lambda_{or} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{P}$, см бўлгани сабабли, бир маромдан иккинчи маромга ўтиш

шартини қуйидагича ҳам ёзиш мумкин:

$\lambda_{ya} < \frac{d}{100}$ - оқим қовушқоқ

$\lambda_{ya} > \frac{d}{3}$ - оқим молекуляр

3.2 Объектдан газ ҳайдаш ва насос ишлашининг тезлиги.

Газ ҳайдовчи қурилмаларнинг умумий хусусиятлари

Бошланғич босим $P_{бош}$ -насос ишлай бошлайдиган босим бўлиб, бу кўрсаткич бўйича барча насосларни иккита катта гуруҳга ажратиш мумкин.

а) атмосфера босимли ҳажмдан буғ ва газларни сўриб олувчи насослар. Уларга механик, буғ ежекторли, сув оқимли, сорбсион ва уларга ўхшаш насослар киради.

б) Ишлаши учун бутун вакуум тизилмасида, газнинг дастлабки сийраклантирилишини талаб қиладиган насослар, бўлар буғ оқимли, молекуляр ва бошқа насослардир. Одатда бу насослар учун дастлабки сийраклаштириш, бошланғич босими атмосфера босимига тенг бўлган биринчи гуруҳ насослари билан яратилади.

Максимал чиқариб юбориш босими P_{max} -насоснинг чиқариб юбориш томонидаги босим бўлиб, ундан катта босимда насос ўз ишини тўхтатади. Механик насослар учун, бу босим атмосфера босимидан бир оз юқори, буғ оқимли насослар учун еса, у тахминан насос ишлай бошлайдиган бошланғич босимга тенг.

Чегаравий (қолдиқ) босим $P_{қол}$ -насоснинг кириши берк бўлганда, насос еришадиган босим.

Сўриб олиш тезлиги C_n -маълум кириш босимида, бирлик вақтда, насоснинг кириш кесимидан ўтаётган газ ҳажми билан аниқланади. У доимий катталиқ емас ва одатда кириш босими пасайиши билан камаяди. Аммо, маълум босимлар оралиғида ўзгармай қолиши мумкин. Насоснинг сўриб олиш тезлиги кам ўзгарадиган босимлар оралиғи қанчалик катта

бўлса, насоснинг сифати шунчалик яхши ҳисобланади. Насос чегаравий босимга еришганда, сўриб олиш тезлиги нолга тенг бўлади.

Насоснинг унумдорлиги K_n - маълум кириш босимида, бирлик вақтда насос орқали чиқариб юборилаётган, ПВ-бирликдаги газ миқдори билан аниқланади. Насоснинг унумдорлиги ҳам, худди сўриб олиш тезлиги каби, кириш босимига боғлиқ ва чегаравий босимга еришилганда нолга тенг. Насоснинг унумдорлиги ва сўриб олиш тезлиги қуйидаги муносабат билан боғланган.

$$S_N = \frac{Q_N}{P_N} \quad (3.1)$$

Бу йерда P_H -насоснинг киришидаги босим.

Вакуум-фактор X_0 -насосни амалдаги сўриб олиш тезлигининг C_n , мумкин бўлган максимал назарий сўриб олиш тезлигига $C_{наз}$ нисбати билан аниқланади.

$$X_0 = \frac{S_N}{S_{наз}} \quad (3.2)$$

X_0 коэффициент, насоснинг амалдаги сўриб олиш тезлиги чегаравий назарий қийматидан қанча фарқ қилишини баҳолашга имкон беради.

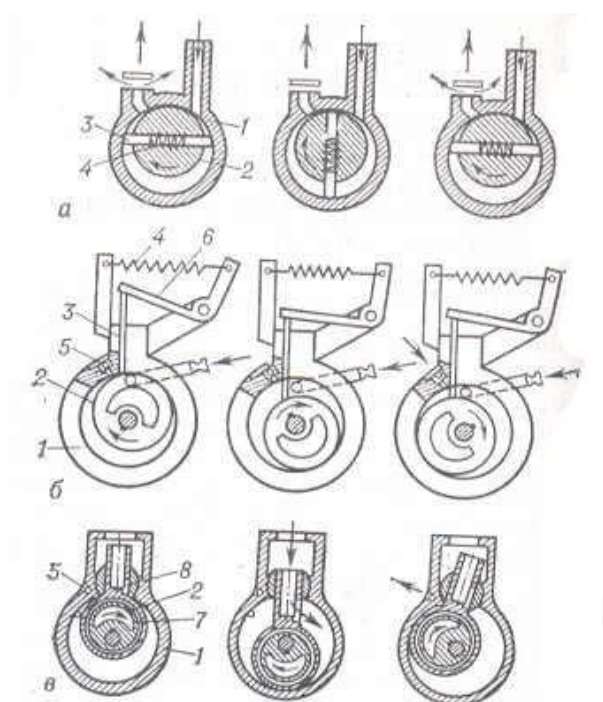
Бундан ташқари насослар танланганда, бир қатор иқтисодий омиллар-электроенергия сарфи, сув ёки буғ сарфи, хладагент сарфи ва шу кабилар ҳам ҳисобга олиниши лозим.

3.3 Вакуум насосларининг классификацияси ва уларнинг асосий кўрсаткичлари. Паст вакуум олиш усуллари. Мой билан тиғизланадиган механик насослар

Бу насослар ҳажмий ишлайдиган насослар турига кириб, ишчи камерасининг ҳажми даврий ўзгариши евазига ишлайди. Механик вакуум насосларининг иш тарси поршенли ва айланма бўлиши мумкин. Поршенли вакуум насослари ярим ўтказгичли асбоблар ишлаб чиқариш саноатида қўлланилмайди. Мой билан тиғизланадиган айланма вакуум насослари, пластина-роторли, пластина-статорли ва плунжерли бўлиши мумкин. Механик вакуум насосларининг ишлаш тарзини 1.1 расмда келтирилган умумий чизмалардан тушуниш мумкин. Зарарли фазо ва насоснинг ишқаланадиган қисмлари орасидаги, унча катта бўлмаган тирқишлар мой билан тўлгандагина паст чегаравий босимга еришиш мумкин.

Насосларда қўлланиладиган мойлар маълум қовушқоқликка ега бўлиши керак. Насосни юргизиб юборишни мушкуллаштирмаслик учун, хона ҳароратидан унча катта бўлмаган қовушқоқликка ега бўлиши ва бошқа тарафдан, насоснинг 60-70 °C тартибидаги ишчи ҳароратларида,

тирқишлардаги мойли тиғизланиш бутунлиги бўзилмаслиги учун, мой йетарли даражада қовушқоқликни сақлаши лозим. Бундан ташқари, иш жараёнида, мой оксидланмаслиги керак. Мой паст буғ еластиклигига ега бўлиши ҳам жуда муҳим. Мой билан тиғизланадиган механик вакуум насослари билан нам газлар сўриб олинаётганда, мойнинг намланиши юз беради. Бунда мой аста секин сув-мой эмулсиясига айланади ва насоснинг чегаравий босими ортади. Шунинг учун, мой билан тиғизланадиган механик вакуум насослари, одатда, газобалласт қурилмаси билан жиҳозланади. Бу қурилма ёрдамида насоснинг сиқиш камерасига балласт газ (атмосфера ҳавоси) киритилиб, сиқилишда буғларнинг конденсацияланишига йўл қўйилмайди.

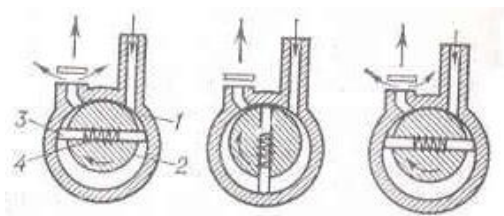


3.1- расм. Мой билан тиғизланадиган айланма вакуум насослари: а- пластина-роторли; б- пластина-статорли; в- плунжерли; 1-статор, 2-ротор; 3- ажратувчи пластина; 4-пуржина; 5-киритувчи клапан; 6-ричак (йелка); 7- плунжер; 8-золотник.

Чегаравий босимни пасайтириш мақсадида, механик вакуум насослари икки босқичли қилинади. Бунда, босқичлардан бири, бошқаси учун дастлабки сийраклаштириш насоси вазифасини ўтайди.

Механик, бир босқичли, мой билан тиғизланадиган вакуум насослари секундига бир неча литрдан 500 л/с гача сўриб олиш тезлигига ва 50 мкм с.м. уст. тартибидаги чегаравий босимга ега.

Мой билан тиғизланадиган механик насоснинг ишлаш тарзини намоиш қилувчи анимация



Мустақил иш учун мавзулар ва топшириқлар

1. Мой билан тиғизланадиган механик пластина статорли вакуум насоснинг ишлаш тарзи.
2. Мой билан тиғизланадиган механик плунжерли вакуум насоснинг ишлаш тар

ЎТА ЮҚОРИ ВАКУУМ ҲОСИЛ ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ

4.1 Вакуум даражаси. Қуйи, паст ва юқори вакуумда газлар диффузияси

Вакуум даражасини, ҳавоси сўриб олинган ишчи ҳажмнинг чизиқли ўлчами δ билан, газ молекулаларининг еркин югуриш йўли λ лар орасидаги муносибат характерлайди. Вакуум даражасининг қолдиқ газлар босими бирликлари билан боғланиши 1-жадвалда берилган. Газ молекулаларининг еркин югуриш йўли λ газ босимига тесқари пропорционал, яъни $\lambda \approx \frac{1}{P}$. Бу боғланиш еса 2-жадвалда келтирилган.

1-жадвал. Вакуум даражаларининг газ босим бирликлари билан боғланиши.

Босим	Вакуум даражаси ва λ , δ ларнинг боғланиши
-------	---

чегаралари	$\lambda \ll d$	$\lambda = d$	$\lambda \geq d$	$\lambda \gg d$
	паст	ўрта	юқори	ўтаюқори
$Pa = H/m^2$	>100	$100 \div 10^{-1}$	$10 \div 10^{-5}$	$<10^{-5}$
$T_{opp} = \text{мм.сим.уст}$	>1	$1 \div 10^{-3}$	$10^{-3} \div 10^{-7}$	$<10^{-7}$

2-жадвал. Молекулалар еркин югуриш йўли λ нинг босим P га боғлиқлиги.

P, Pa	1,0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
λ, m	10^{-3}	$7 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-4}$	7	$7 \cdot 10^1$

Ўта юқори вакуумда берилган жараён учун йетарли вақт мобайнида, олдиндан адсорбцияланган газлардан тозаланган сиртнинг хоссаларида жўзбий ўзгаришлар юз бермайди. Кўпинча ўта юқори вакуум тушунчаси λ/d нисбатнинг катталиги билан емас, балки каттиқ жисм сиртида газнинг мономолекуляр қатлами ҳосил бўлиши учун кетадиган вақт τ билан аниқланади.. Бу вақт газнинг босимига тескари пропорционал. $P \approx 10^{-6}$ мм.сим.уст. бўлганда, $\tau \approx 1$ с. Бошқа босимларда у $\tau \approx 10^{-6}/P$ формула ёрдамида аниқланиши мумкин. Сирт билан тўқнашаётган газнинг ҳар бир молекуласи сиртда қолса, яъни егаллаб олиш коэффициентини 1 га тенг бўлгандагина бу формула ўринлидир. Кўпчилик ҳолларда, егаллаб олиш коэффициентини 1 дан кичик ва τ шунга мос равишда ошади.

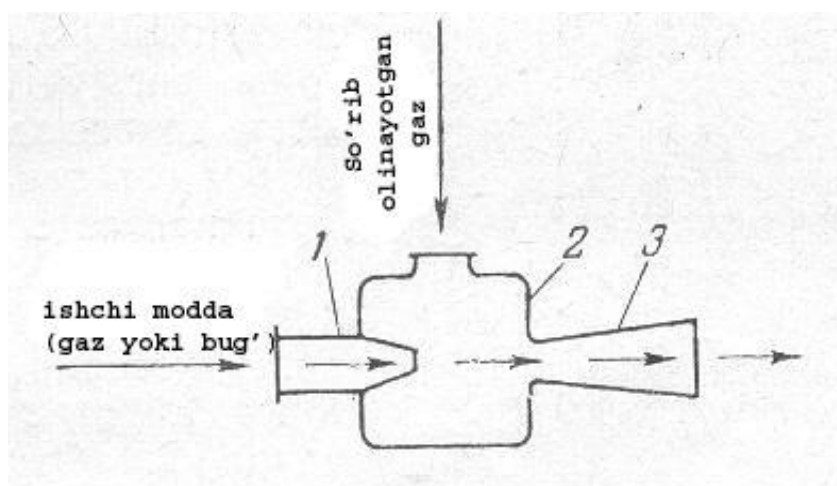
4.2 Эжекторли насослар

Эжекторли насосларнинг ишлаш тарзи қуйидагича. Юқори босимга ега бўлган ишчи модда (газ ёки буғ) соплога 1 келади (расм 4.1), бу йерда оқим босимининг потенциал энергияси, кинетик энергияга айланади. Катта тезлик олган ва паст статик босимга ега бўлган буғ ёки газ оқими, соплодан чиқиб, аралашмиш камерасига 2 келади. Аралашмиш камерасида, сиртий ишқаланиш евазига сўриб олинаётган газ, ишчи модда билан жадал тарзда аралашади. Бир оз кичик, аммо ҳали анча тезликка ега бўлган бу аралашма диффўзорга киради. Бу йерда оқимнинг кинетик энергияси, босимнинг потенциал энергиясига ўтиши ҳисобига, аралашма сиқилади.

Аралашиш камерасини тарк этаётган аралашма ўрнига, газнинг яна янги миқдори келиб, ўз навбатида у ҳам ишчи модда билан аралашади.

Диффўзордан чиқишда, аралашманинг босими, соплонинг киришидаги ишчи модда босимидан паст, аммо аралашиш камерасидаги сўриб олинаётган газ босимидан анча юқори. Ежекторли насослар атмосфера босимидан то $1 \cdot 10^{-2}$ мм. с.м. уст босимлари кўламида ишлайди ва вакуум тизилмаларида мустақил насос сифатида қўлланилиши мумкин.

Ежекторли насосларнинг сув оқимли насос, буғ ежекторли насос каби турлари бор.



4.1- расм Эжекторли сопло

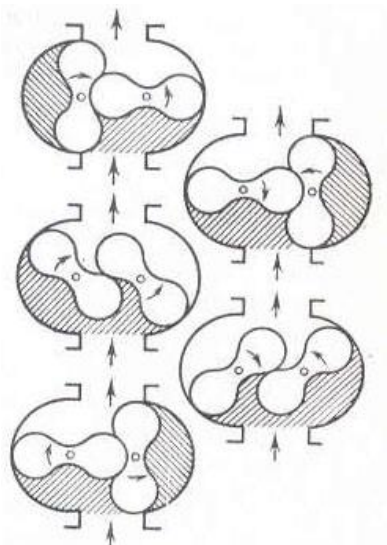
4.3 Икки роторли вакуум насослари

Бу насослар ($1 \div 10^{-3}$) мм. с.м. уст. босимлари оралиғида катта сўриб олиш тезлигига ега. Икки роторли насоснинг ишлаш тарзини 4.2 расмда келтирилган умумий схемадан тушуниб олиш мумкин.

Роторлар синхрон айланганда, ротор билан насос корпуси оралиғидаги газ ҳажми, сўриб олинаётган ҳажмдан даврий ўзилади ва насоснинг чиқишига уланади. Катта унумдорликка еришиш учун роторлар 2000-3000 *айл/мин* тезликда айлантиради.

Роторлар оралиғида, ҳамда, ҳар бир ротор билан корпуснинг ички сирти оралиғида, мой билан тўлмаган тирқишлар бўлади. Бу тирқишларнинг кенглиги, одатда, 0,2-0,5 мм ни ташқил етиб, фақат паст босимлардагина газларнинг тескари оқишига катта қаршилик кўрсата олади. Катта босимларда еса, бундай тирқишлар сўриб олиш ва чиқариб юбориш бўшлиқларини ишончли тарзда ажратиб туришни таъминлай

олмайди. Шу боисдан, насосда дастлабки сийраклаштириш зарурияти борлиги тушунарлидир.



4.2- расм Икки роторли (Руч насоси) насоснинг ишлаш тарзи.

Икки роторли насосларни, кўп миқдорда газ ажралиши юз берадиган, марказлашган форвакуум тизилмаларида ва газлаштириш, ҳамда деталларни куриштириш курилмаларининг ишчи ҳажмларини сўриб олишда қўллаш мақсадга мувофиқдир. Бу насослар билан $(3\div 4)\cdot 10^{-4}$ мм. с.м. уст. тартибидаги чегаравий босимга еришиш мумкин.

4.4 Молекуляр насослар

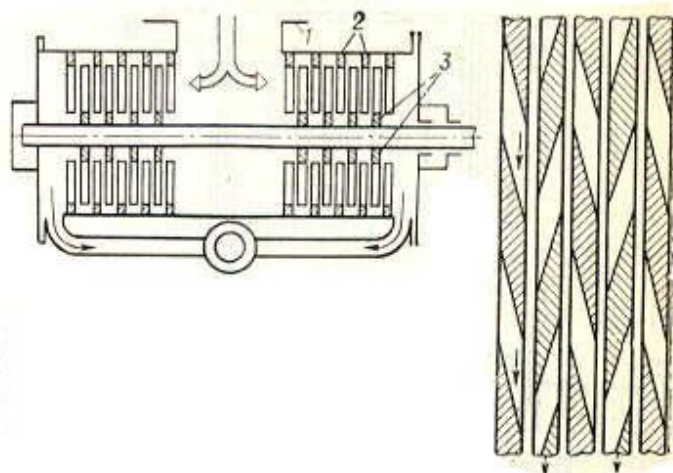
Молекуляр насосларнинг ишлаш тарзи, сийраклаштирилган газ молекулаларига тез ҳаракатланаётган сирт орқали, йўналтирилган тезлик узатишга асосланган. Молекуляр насос таъминлайдиган босимлар фарқи, сўриб олинаётган газ оқими билан туташувчи, ҳаракатланаётган сирт тезлигига ва узунлигига пропорционалдир. Бу босимлар фарқи сўриб олинаётган газнинг молекуляр оғирлигига ҳам боғлиқ. Юқорида қайд қилинганларнинг барчаси, насосда, фақат газ оқимининг молекуляр мароми бўлгандагина ўринли, яъни молекуляр насослар учун иш соҳаси $(10^{-2}-10^{-9})$ мм. с.м. уст. тартибидаги ва ундан паст босимлардир. Расм 4.3 да Беккер таклиф етган турбомолекуляр насоснинг схемаси келтирилган.

Бу насос, ҳаракатланаётган қисмлари орасидаги тирқишлари, йетарли даражада катта бўлган, ўкли, кўп босқичли компрессорни еслатади. Корпусда 1 қўзғалмас дисклар 2, ротор валида еса дисклар 3 маҳкамланган.

Қўзғалмас ва ҳаракатланувчи дисклар орасидаги тирқишлар, тахминан 1мм га тенг. Ротор ва статор дискларида қия ўйиқлар бўлиб, ротор тез

айланганда, уларда газ молекулалари, асосан ротор марказидан, ротор қирралари бўйича қўшимча тезлик олади.

Роторнинг диаметри 170 мм ва унинг айланиш тезлиги 16000 *айл/мин* бўлганда, ($10^{-2} \div 10^{-8}$) *мм. с.м. уст.* босимлар оралиғида, насоснинг ҳаво бўйича сўриб олиш тезлиги тахминан 140 *л/с* ни ташқил этади.



4.3- расм. Турбомолекуляр насоснинг схемаси.

Насоснинг қолдиқ босими $5 \cdot 10^{-10}$ *мм. с.м. уст.* Шуни қайд қилиш лозимки, насосдаги қолдиқ газ, водороддан иборат бўлиб, бу газ асосан, пўлат деворлар орқали диффўзияланади ёки улардан десорбцияланади.

4.5 Буғ пуркаловчи юқори вакуум насослари

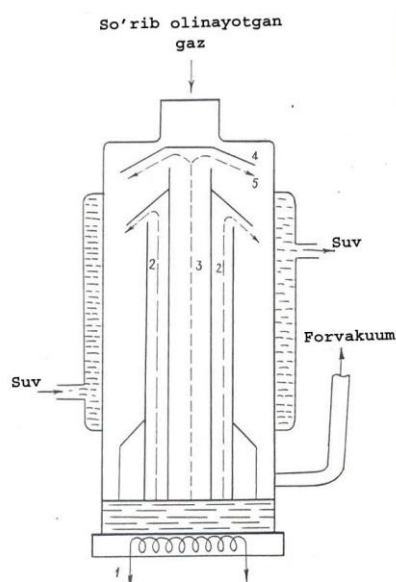
Буғ пуркаловчи юқори вакуум насосларининг ишлаш тарзи қуйидагича: насоснинг сопласидан учиб чиқаётган ишчи суюқликнинг буғ оқимидаги билан ҳажмдаги сўриб олинаётган газлар парсиал босимларининг фарқи ҳисобига, газларнинг буғ оқимида диффўзияланиши юз беради. Шунинг учун, бу насосларни кўпинча диффўзион насослар деб аташади. Оқимнинг таъсир қилиш соҳасига тушган, сўриб олинаётган газ молекулаларига, оқим ҳаракати йўналиши бўйича қўшимча тезлик узатилади. (Расм 4.4)

Буғ пуркаловчи диффўзион насос қуйидагича ишлайди. Ишчи суюқликни қайнатиш учун ташқи ёки ички қиздиргичлардан фойдаланилади. Ишчи суюқлик қайнаши натижасида, ҳосил бўлган буғ буғузатгич бўйлаб насоснинг соплоларига узатилади ва товуш тезлигидан ҳам юқори тезликда соплолардан отилиб чиқади. Буғ оқими насос корпусининг совуқ деворига текканда конденсацияланади ва конденсат қайнатгичга оқиб тушади. Буғ пуркаловчи насоснинг чиқишига, дастлабки

сийраклантириш насоси уланади ва бу насос конденсатдан ажралган газни сўриб олиб, буғ оқимининг бутунлигини таъминлайди.

Буғ пуркаловчи диффўзион насосларда ишчи суюқлик сифатида махсус мойлар ва кам ҳолларда симоб қўлланилади. Симоб, мойлардан фарқли, атмосфера билан қисқа туташганда термотурғундир ва қизиб кетганда ҳам бўзилмайди. Ҳона ҳароратида симобнинг тўйинган буғ босими ($1 \cdot 10^{-3}$) мм. с.м. уст. ташқил етганлиги сабабли, насосдан сўриб олинаётган ҳажмга ўтаётган симоб буғларини тўтиб қолиш учун, совуқ тўзоқлар қўллаш лозим.

Аммо, симоб буғлари инсон учун захарли бўлганлиги учун, буғ симобли насосларнинг афзалликларига қарамай, улар фақат махсус ҳоллардагина қўлланилади.



4.4- расм Юқори вакуумли буғ пуркаловчи диффузион насоснинг схемаси

1-қиздиргич, 2-3-коаксиал қувурлар, 4-5-конус найлар (сопло)

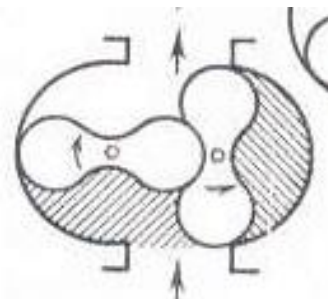
Буғ пуркаловчи насосларда ишчи суюқлик сифатида, кўпинча нефт мойлари ва кремний органиқ суюқликлар қўлланилади. Қўлланиладиган кўпчилик мойларнинг буғлари, симоб буғларидан фарқли инсон соғлиғи учун зарарсиздир.

Тезкор савол жавоб орқали талабалар билимини фаоллаштириш учун саволлар:

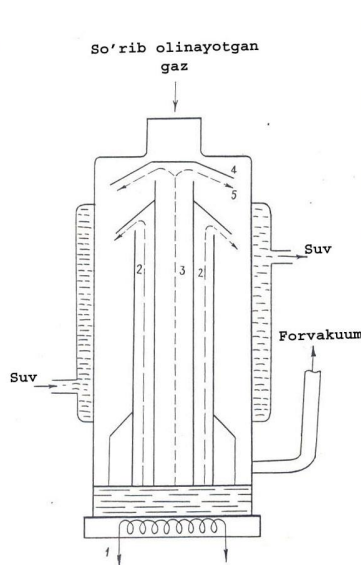
1. Эжектор деганда нимани тушунасиз?
2. Физикавий вакуум нима?

3. Синхрон ҳаракатланиш нимани англатади

Анимация1. Икки роторли (Руц насоси) насоснинг ишлаш тарзи.



Анимация 2. Юқори вакуумли буғ пуркаловчи диффузион насоснинг ишлаш тарзи



Тест саволлари

1. Вакуумнинг физикавий характеристикаси қайси муносабат орқали ифодаланади? Бу ерда λ - газ молекулаларининг эркин чопиш йўли, d - ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами, n - концентрасия.

А. $\frac{\lambda}{d}$; Б. $\frac{d}{\lambda}$; С. $\frac{\lambda \cdot n}{d}$; Д. $\frac{d}{\lambda \cdot n}$

2. Қайси ҳолатда вакуум ўрта бўлади? Бу ерда λ - газ молекулаларининг эркин чопиш йўли, d - ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами.

- A. $\lambda/d \sim 1$
- B. $\lambda/d \ll 1$
- C. $\lambda/d \gg 1$
- D. $d/\lambda \ll 1$

3. Қайси ҳолатда вакуум паст бўлади? Бу ерда л- газ молекулаларининг еркин чопиш йўли, д-ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами.

- A. $l \ll d$
- B. $l \sim d$
- C. $l \gg d$
- D. $l > d$

4. Ўта юқори вакуум тушунчаси нима билан боқъланган? Бу ерда л- газ молекулаларининг еркин чопиш йўли, д-ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами.

- A. Қаттик жисм сиртида газнинг мономолекуляр қатлами ҳосил бўлиши учун зарур бўлган вақт билан.
- B. d/λ - муносабат билан
- C. $\lambda = 0,056/\eta^2 n$ -ифода билан
- D. λ/d муносабат билан

Мустақил иш учун мавзулар ва топшириқлар

1. Ўта юқори вакуум тушунчаси
2. Беккер таклиф этган турбомолекуляр вакуум насоси

ТИТАНИИ ТЕРМИК ВА КАТОД УСУЛДА ЧАНГИТУВЧИ ВАКУУМ НАСОСЛАРИ

5.1 Сорбентларнинг асосий хоссалари

Адсорбент	Шакл	Сирт юзаси м ² .г	Ковак хажми см ³ .г	Ҳажмий зичлиги	Ковакларнинг ўртача диаметри ° А
Силикагел, Р типли	Гранулалар	748	0,45	0,72	22
Силикагел, 1Д типли		311	1,16	0,5	140

Алюмогел	Шарчалар	287	0,36	0,86	50
Гидратланган темир оксиди	Гранулалар	194	0,16	1,2	---
Коксли писта кўмир		889	0,54	0,49	10-30
13x типли сеолит	Кукун	514	1,32	0,53	9-10
Сеолит	20% биндери бор шарчалар	600	0,75	0,69	5
Фаоллаштирилган алюминий оксиди	Гранулалар	230-380	---	0,75	---

5.2 Электроразрядли магнитли насослар

Электр разрядли магнитли насосларда фаол қатламлар олиш учун, титанни термик буғлантирадиган насослардан фарқли, катоднинг чангиши ҳодисасидан фойдаланилади.

Расм 5.1 да оддий (диод) насосида электродларнинг жойлашиш схемаси келтирилган.

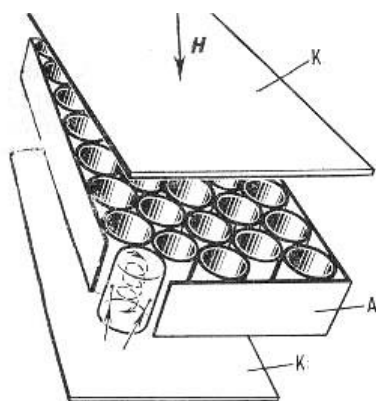
Фаол металлдан таёрланган икки катодлар орасига рамкали анод ўрнатилган бўлиб, унга бир неча киловольт тартибидаги мусбат потенциал берилади.

Электрод тизилмаси, кучланганлиги X бўлган магнит майдонида жойлашган. Магнит майдони кучланганлиги ва электродлар геометриясининг маълум ўзаро уйғунлигида, электродлар орасида совуқ разряд юзага келади. Электронлар, разряд оралиғида тебранади ва анча вақт мобайнида анодга келиб тушмайди. Натижада қолдиқ газларнинг

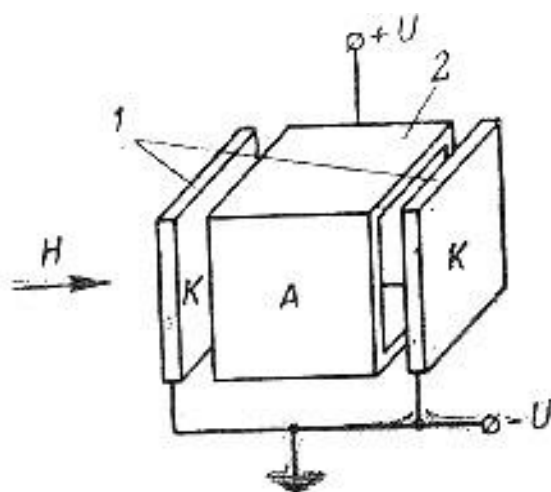
электронлар билан ионлашиш еҳтимолияти ортади. Разрядда ҳосил бўлган мусбат ионлар катодни бомбардимон қилиб, катод материални жадал чангитади ва анод чангланади.

Электроразрядли насослар билан турли газларни сўриб олиш механизми бир хил эмас. Фаол газларнинг сўриб олиниши, асосан анодда кимёвий бирикмалар ва қаттиқ еритмалар юзага келиши билан амалга ошади. Бунда ионларнинг бир қисми катод материалининг сиртқи қатлами тагига сизиб ўтиб, кейинчалик суст диффўзияланиши мумкин. Катод сиртида ҳосил бўлган кимёвий бирикмалар, кейинчалик чангийди ва асосан анод сиртида қолади ва у йердан такроран чангиш юз бермайди.

Инерт газларнинг сўриб олиниши, улар ионларининг чангитилаётган сиртда адсорбцияланиши ва кейин чангланаётган титан билан устидан «қоплаб» ташланиши евазига амалга ошади. Бошқа тарафдан, инерт газларнинг ионлари электр майдонида тезлашади ва катод материалига кириб олади, аммо катод материали чангитилганда, уларнинг бир қисми яна қайта ажралиб чиқади. Диод магнитли электроразрядли насосларни ишлатиш тажрибаси, бу насослар фақат $(2-5) \cdot 10^{-5}$ мм. сым. уст. дан паст босимларда турғун ишлашини, ишга тушириш еса $(10^{-2}-10^{-3})$ мм. сым уст. босимларда амалга оширилиши мумкинлигини кўрсатади.



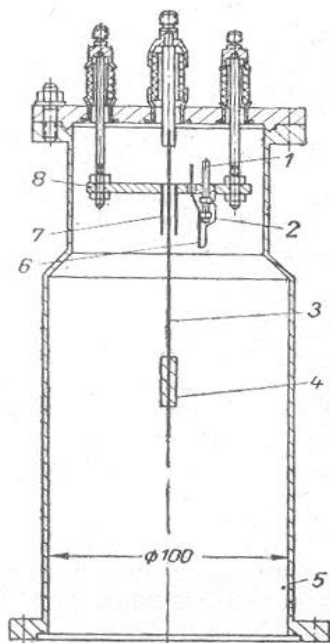
а)



б)

5.1- расм. Пеннинг ячийкаси (а) ва электроразрядли магнитли насосда электродлар жойлашувининг схемаси (б). А-анод, К-катод, H -магнит майдон кучланганлиги.

Электроразрядли насослар ($10^{-9} \div 10^{-11}$) мм. с.м. уст. тартибидаги сийраклаштиришга имкон беради ва худди буғлатгичли ионли насослар сингари, бундай паст босимларга еришиш учун дастлабки сийраклаштиришни талаб қилади. Электро разрядли магнитли насослар камчиликларига бесўнақайлигини ва шу сўриб олиш тезлигига ега бўлган буғлатгичли-ионли насосларга нисбатан каттароқ оғирликка ега эканлигини кўрсатиш мумкин.



Расм 5.2 «Орбитрон» типли насоснинг схемаси.

Вакуум техникасида, ишлаш тарзи буғлатилаётган металл газларни ютишига асосланган, ўта юқори вакуум насослари кенг тарқалган. Ўзига хос тўзилишига қараб, бу турдаги насослар геттер, сорбцион ёки буғлатгичли насослар деб аталади. Геттер насосларида, газ ютгич сифатида кўпинча титан, баъзида еса бошқа металллар (барий, хром) ҳам қўлланилиши мумкин. Титан хона ҳароратида, вакуум тизилмасидаги инерт газлар ва углеводороддан ташқари, барча газлар билан, амалда турғун, қаттиқ бирикмалар ёки қаттиқ еритмалар ҳосил қилади.

Газ ютгич, берк ҳажмда буғланганда, ҳажм деворларида янги фаол қатлам ҳосил бўлади ва унинг сиртида физикавий адсорбция, хемосорбция ҳамда кимёвий реакциялар ва газнинг қаттиқ фазада ериши натижасида газнинг ютилиши юз беради.

Сўриб олинаётган газларнинг молекулалари (атомлари) электр разряди ёки электронлар оқими билан уйғотилганда ёки ионлаштирилганда, фаол қатламларнинг газларни ютиши янада самаралироқ кечади. Бошқа тарафдан, ионлаштириш жараёни инерт газларни ҳам «боғлаб» қўйиш имконини беради. «Орбитрон» типли титанни термик буғлатадиган геттерли-ион насосининг ишлаш тарзини кўриб чиқамиз.(Расм 5.2)

Корпус 5 ичида титанли цилиндр 4 бўлиб, унинг ичига электрод (анод) 3 жойлаштирилган. Электроднинг 3 устки қисми, трубка 7 билан ҳимоя қилинган. Пластинада 8 керамик стержен 7 қотирилган бўлиб, унда

диаметри 0,15 мм бўлган, волфрам симдан тайёрланган, катод 2 ўрнатилган. Насоснинг корпуси йерга уланган, марказий электродга еса 5 кВ гача мусбат потенциал берилади. Пластина ва экранловчи трубка 7 катод потенциалида бўлади. Катоднинг ва танталли ток киритгичнинг 6 жойлашувлари ва шакллари шундай танланганки, электр майдони ўқ бўйлаб йўналган ва радиал симметрияси бўзилган. Бундан ташқари, катодга насос корпусига нисбатан мусбат силжиш потенциали берилади. Натижада катоддан эмиссияланаётган электронлар ўқли, радиал ва тангенциал ташқил етувчиларга ега тезлик билан ҳаракатланади. Электр майдони носимметрик бўлганлиги ва электронлар тезликларининг векторлари электр майдонининг куч чизиклари билан қандайдир бурчак ҳосил қилганлиги сабабли, электронлар ҳаракатининг йўналиши тўхтовсиз ўзгаради ва кичик кўндаланг кесимга ега бўлган, марказдаги электродга электронларнинг бориб тушиши мураккаблашади.

Катодда мусбат силжиш борлиги туфайли, электронларнинг корпусга келишини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Натижада электронлар орбиталар бўйича, йетарли даражада ўзоқ вақт ҳаракатланиб, катта масофани босиб ўтадилар ва шу сабабли, газ ионлашувининг еҳтимолияти кескин ортади. Трайекторияси марказий электрод 3 яқинидан ўтаётган электронларнинг бир қисми, титанли цилиндрга урилади ва уни 1160 °С ҳароратгача қиздиради. Бунда титаннинг сублимацияси юз бериб, насоснинг ички деворлари титан билан чангланади. «Орбитрон» типли насос орқали фаол газларнинг сўриб олиниши, насос корпусининг ички сиртига ўзлуксиз чангитилаётган титан қатлами евазига бўлади. «Орбитрон» типли насос ёрдамида олинадиган чегаравий босим ($5 \cdot 10^{-10}$) мм. с.м. уст. ва ундан ҳам паст бўлиши мумкин.

Юқорида келтирилган насослар ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. с.м. уст. босимдан ишлай бошлайди.

Ишчи суюқлик буғлари билан вакуум тизилмаси ифлосланиб қолмаслиги учун, ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. с.м. уст. гача бўлган дастлабки босим ҳосил қилишда адсорбцион насослардан фойдаланилади. Буғлатгичли-ион насосларининг камчиликларига электр таъминлаш тизилмасининг бир оз мураккаблигини, титанни чанглатиш тезлигининг ўз ўзидан ростланмаслигини ва тизилмада иссиқ катод борлигини киритиш мумкин.

5.3 Паст ҳароратнинг қўлланилиши

Қуйдаги 2-жадвалда хладогентларнинг хоссалари келтирилган.

2-жадвал.

Хладогентларнинг хоссалари.

Хладогент	Ҳарорат, °C	Буғ ҳосил бўлиши-нинг яширин иссиқлиги, калл/г	Солиштирма оғирлиги г/см ³
Қаттиқ CO ₂	-78	45	1,56
Суюқ O ₂	-183	3,3	1,14
Суюқ ҳаво	-186	--	--
Суюқ азот	-196	6,1	0,81

5.4 Конденсацион (криоген) насослар ва агрегатлар

Суюқ водород ёки суюқ гелий ҳароратига яқин ҳароратларда кўпчилик моддалар ниҳоятда кичик буғ эластиклигига ега. Масалан, суюқ водород ҳароратига яқин ҳароратда, кислород O₂ тўйинган буғларининг босими 10⁻¹³ мм. сим. уст, азот H₂ -ва CO- 10⁻¹¹ мм. сим. уст., аргон Ar еса 10⁻¹⁷ мм. сим. уст. ташқил этади. Суюқ гелий ҳароратига яқин ҳароратларда водороднинг H₂ тўйинган буғ эластиклиги 10⁻⁶ мм. сим. уст., неонники еса 10⁻¹⁹ мм. сим. уст. ташқил этади. Берк ҳажмда жойлашган ва суюқ водород ёки гелий ҳароратигача совитилган сирт, унга тегаётган деярли барча газ молекулаларини конденсациялайди.

Бундай берк ҳажмда сўриб олиш тезлиги ва чегаравий еришиладиган босим, кинетик назариянинг умумий мулоҳазаларидан аниқланиши мумкин.

$$S = 3.64\alpha \left(\frac{T_1}{M}\right)^{\frac{1}{2}} \left\{ 1 - \frac{\alpha_6 P_2}{\alpha_k P_1} \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{-\frac{1}{2}} \right\} \text{ л/см}^2 \cdot \text{сек}$$

Бу йерда

P_1 -девор совитилаётган қисмида T_1 ҳароратдаги газ босими, мм. сим. уст.

P_2 -девор совитилган қисмида T_2 ҳароратдаги тўйинган буғ босими.

M -газнинг молекуляр оғирлиги.

α_k -конденсацияланган молекула улуши.

α_6 -1 см² совитилган қисмдан 1 с да буғланаётган молекулалар улуши.

$P_{қол}$ чегаравий босим. $C=0$ да ги босим каби аниқланади.

$$P_{қол} = \frac{\alpha_б}{\alpha_k} P^2 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{-\frac{1}{2}}, \text{ мм. сим. уст.}$$

S учун ифодани қуйдагича ёзиш мумкин.

$$S = S_0 \left(1 - \frac{P_{қол}}{P_1} \right) \text{ л/см}^2 \text{сек} \quad \text{бу йерда}$$

$$S_0 = 3.64 \alpha_k \left(\frac{T_1}{M} \right)^{\frac{1}{2}}, \text{ л/см}^2 \text{сек}$$

Бу боғланиш график тарзда 5.3- расм да келтирилган.

5.3- расм Сўриб олиш тезлигининг S , $P_1/P_{қол}$ нисбатга боғлиқлиги.

Эгриликдан кўришиб турибдики, $P_1 \gg P_{қол}$ босимларда S амалда босимга боғлиқ эмас ва тақрибан S_0 га тенг. Ҳаво учун 20°C 107аб у миқдор $11,6 \text{ л/см}^2 \text{сек}$ ни ташқил қилади.

Шундай қилиб, ҳар бир квадрат сантиметр совитилган сирт ҳавони $11,6 \text{ л/сек}$ тезликда сўриб олинишини таъминлайди, гарчи ҳавонинг турли ташқил етувчиларини сўриб олиш тезлиги бир-бирдан фарқ қилса ҳам. Амалда бир қатор газлар суюқ водород ҳароратида ҳам тўйинган буғининг юқори еластиклигини сақлаб қолади ва шу сабабли сўриб олинмайди.

Суюқ водородли криоген насосларнинг сўриб олиш тезлиги 40000 л/с бўлиб, сўриб олиш тезлиги $(10^{-5} \div 10^{-7}) \text{ мм. сим. Уст.}$ Босимлар оралиғида босимга боғлиқ эмас. Суюқ водород $0,4 \text{ л/соат}$ ва суюқ азот $10 \div 20 \text{ л/соат}$ да сарф бўлганда насос яратиб берадиган чегаравий босим $10^{-10} \text{ мм. сим. Уст.}$ Ни ташқил этади.

Суюқ водород қўлланиладиган баъзи криоген насосларнинг тўзулмаларида портлаш хавфи бўлгани учун водород ўрнига, суюқ водород ҳароратигача совитилган газсимон гелий ёки суюқ неон ишлатилади.

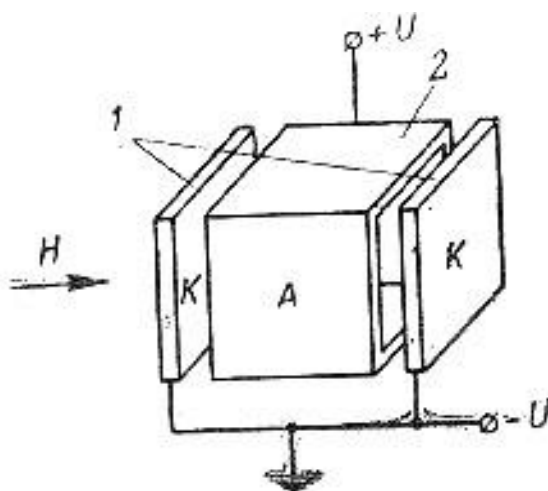
Тезкор савол жавоб орқали талабалар билимини фаоллаштириш учун саволлар:

1. Сорбент деганда нимани тушунаси?
2. Суюқ азотнинг ҳарорати қанча, ҳавоникичи?
3. Нима учун ҳаммомнинг деворларида сув буғлари конденсациялан

Сорбентларнинг асосий хоссалари

Адсорбент	Шакл	Сирт юзаси м ² .г	Ковак ҳажми см ³ .г	Ҳажмий зичлиги	Ковакларнинг ўртача диаметри ° А
Силикагел, Р типли	Гранулалар	748	0,45	0,72	22
Силикагел, 1Д типли		311	1,16	0,5	140
Алюмогел	Шарчалар	287	0,36	0,86	50
Гидратланган темир оксиди	Гранулалар	194	0,16	1,2	---
Коксли писта кўмир		889	0,54	0,49	10-30
13х типли сеолит	Кукун	514	1,32	0,53	9-10
Сеолит	20% биндери бор шарчалар	600	0,75	0,69	5
Фаоллаштирилган алюминий оксиди	Гранулалар	230-380	---	0,75	---

Электроразрядли магнитли насосда электродлар жойлашувининг схемаси



Мустақил иш учун мавзулар ва топшириқлар

1. Пеннинг ячейкаси.
2. Газларда электр токи

ТУЗОҚЛАР

6.1 Тузоқларга қўйиладиган асосий талаблар

Тузоқлар асосан, сўриб олинаётган ҳажмда босимни тушириш ва буғ пуркаловчи диффузион насослар қўлланилганда, сўриб олиш жараёнида ҳажмга ишчи суюқлик буғлари ўтиб кетишини олдини олиш мақсадида қўлланилади. Кўпинча тузоқлар, мой билан тиғизланадиган механик насосларнинг ишлашига салбий таъсир кўрсатадиган буғларнинг механик насосга ўтиб кетишидан ҳимоя қилиш учун ҳам қўлланилади. Бундан ташқари, сўриб олинаётган ҳажмда парсиал газ босимини ўлчаш зарурияти туғилганда, манометрик датчикка сўриб олинаётган ҳажмдаги буғлашнинг ёки насосдаги буғларнинг тушишидан ҳимоялаш учун ишлатилади.

Тузоқларнинг ишлаш тарзи турли-туман бўлиши мумкин: мой буғлари конденсацияланиши, адсорбцияланиши, кимёвий боғланиши, каттик заррачага полимеризацияланиши, углерод ва водородга парчаланиши, кислород токида куйдирилиши ва ш.к.

Тузоқлар қайси мақсадда қўлланилишига қараб, уларга у ёки бу талаблар қўйилади. Улар ичидан энг асосийлари қуйидагилардир:

- 1) тузоқлар, сўриб олинаётган ҳажмга ишчи буғлари ўтиб кетишдан яхши ҳимоя қилиши керак, яни максимал ҳимоялаш қобилиятига ега бўлиши керак.
- 2) тузоқлар иложи борича, насоснинг сўриб олиш тезлигини камроқ пасайтириши керак. Тўғри танланган тўзоқ сўриб олиш тезлигини 40-50% дан кўпга пасайтирмайди.
- 3) даврий равишда тозалаб туриш учун, тузоқлар осонгина қисмларга ажраладиган ёки ҳимояловчи элементларини алмаштириш иложи бўлиши керак.
- 4) ўта юқори вакуум тизимларида қўлланиладиган тўзоқлар, 450 °С ҳароратгача, газсизлантириш мақсадида, қиздирила оладиган бўлиши керак.
- 5) тўзоқларнинг тўзилиши хладогент сарфининг кичик тезлигини тامينлаши лозим

6.2 Адсорбент тузоқлар

Бу типдаги тузоқлар сув билан совитиладиган механик тузоқларга ва паст ҳароратларгача совитиладиган тузоқларга ажратилади.

Ҳозирги даврда вакуум техникасида тўзилиши турли туман бўлган, сув билан совитиладиган тузоқлар ишлатилади.

Паст ҳароратларгача совитиладиган тузоқлар нафақат ишчи суюқлик буғларини сўриб олинаётган ҳажмга ўтиши ишончли тўсади, балки сўриб олинаётган ҳажмдаги буғ ва газларни тутиб олиб, у ердаги босимни ҳам пасайтиради.

Масалан, берк ҳажмга суюқ азотли идиш жойлаштирилса, маълум вақтдан кейин, ҳажмда суюқ азот ҳароратида энг учувчан модда буғларининг еластиклиги билан аниқланадиган босим юзага келади. Одатда, тўзоқларни совитиш учун кўпинча суюқ азот қўлланилади. Мой борлигида портлаш хафи бўлганлиги сабабли, суюқ кислород тўзоқларда қўлланилмайди.

Баъзи ҳолларда тўзоқларни совитиш учун -40 дан -70 °С гача ҳарорат таълаб қилинади. Масалан, механик вакуум насосларини сув

буғларидан химоялаш учун $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳарорат йетарли, чунки бунда сув буғларининг босими тахминан $2 \cdot 10^{-3}$ мм. с.м. уст. ташқил этади. Иссиқликни ўтказувчи суюқликка ботирилган қаттиқ углекислотадан фойдаланилганда, бундай ҳароратга осонгина еришилади. Иссиқлик ўтказувчи суюқлик сифатида асетон, спирт, ефир ёки трихлоретан ишлатилади. Расм 6.1 да жалюзали азотли тўзоқ схемаси келтирилган.

Ярим ўтказгичли термоэлементлар асосида ҳам тўзоқлар ишлаб чиқилган. Бу тўзоқларда термоэлектрик совиш эффектидан фойдаланилади.

6.3 Адсорбцион тузоқлар

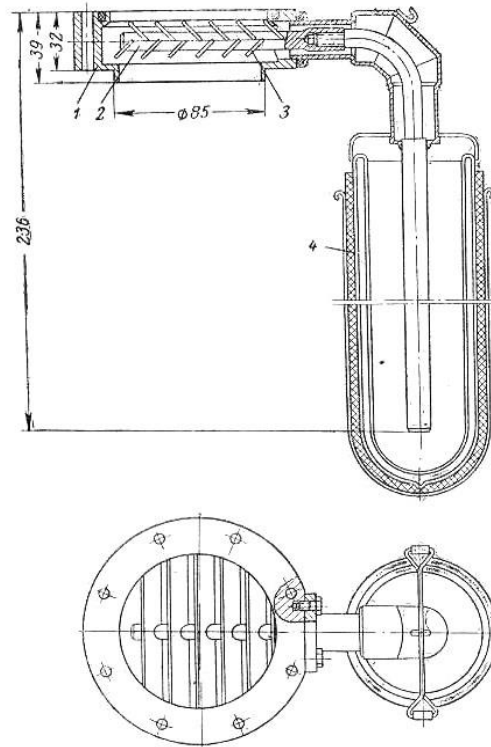
Совитиладиган тузоқлар сўриб олинаётган ҳажмни ишчи суюқликнинг буғлари тушишидан ишончли химоя қилсада, уларнинг асосий камчилиги тўзоққа совўтувчи модда узатиб туриш зарурриятидир.

Алперт таклиф этган тузоқ (расм 6.2) цилиндр кўринишида бўлиб, унинг ичида ўралган бурама мис фольгаси жойлаштирилган.

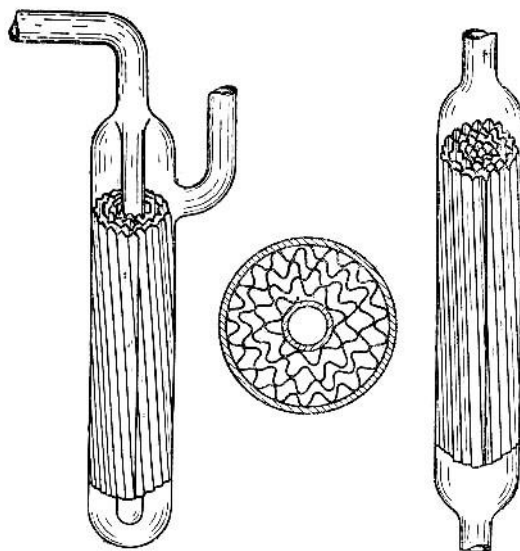
Мис фольгаси юқори ҳароратда газсизлантирилиб, хона ҳароратигача совитилгандан сўнг, мис фольгасининг сирти тўйингунча, пуркаловчи насосдан келаётган тескари оқим маҳсулотларининг катта миқдорини тутиб қолиш қобилиятига эга бўлади. Шундай типли тузоқ ёрдамида буғ пуркаловчи насос билан сўриб олинаётган тизилмада $1 \cdot 10^{-10}$ мм. с.м. уст. тартибидаги босим ҳосил қилиш мумкин.

Аммо бир вақтнинг ўзида, катта ўтказиб юбориш қобилиятига эга бўлган, бундай типдаги самарадор тузоқларни яратиш анча мураккабдир.

Баъзи ковак моддаларнинг (адсорбентлар) мой буғларига нисбатан юқори Адсорбцион қобилияга эга эканлиги, самарадор тузоқлар яратиш имконини беради.



Расм 6.1 Жалюзали азотли тузоқ. 1-корпус; 2-мисдан ясалган совуқ ўтказгич; 3-мисли қалқончалар; 4-Дьюар идиши.



Расм 6.2 Совитилмайдиган адсорбцион тузоқ

6.4 Термосорбцион тузоқлар

Юқорида келтирилган тўзоқларнинг жиддий камчилиги кичик ўтказиб юбориш қобилиятига ега еканлигидир. Суюқ азот ёки бошқа хладагентлардан фойдаланиш ҳам маълум ноўнғайликларни келтириб чиқаради.

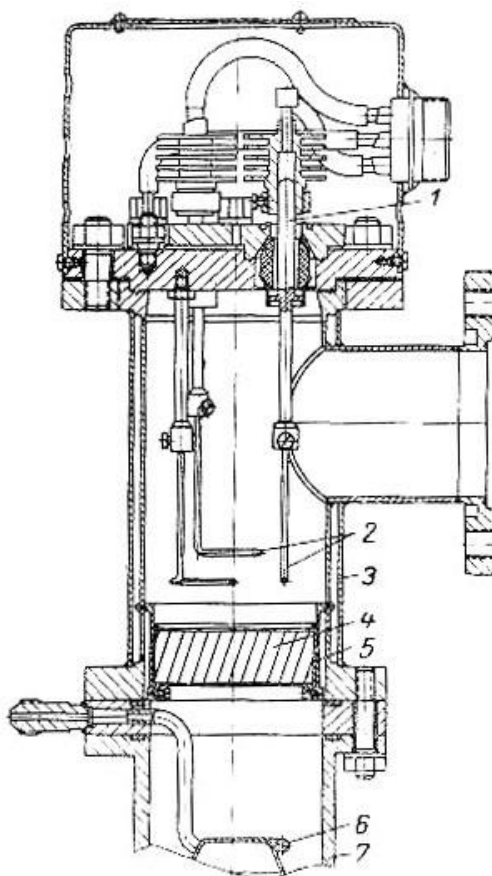
Термосорбцион тўзоқлар еса, бу камчиликлардан ҳоли ва ишлаш тарзи титан плёнкасининг каталитик ва сорбцион хоссаларидан фойдаланишга асосланган. (Расм 6.3) Тўзоқда титан билан чангланадиган иккита ҳарорат зонаси кўзда тутилган. Биринчиси иссиқ зона бўлиб, у йерда буғ-мой диффузион насосдан келаётган углеводород бирикмалари жадал парчаланади. Иккинчиси совуқ зона, у йерда парчаланиш маҳсулотлари сорбцияланади (ютилади).

Тузоқнинг корпуси 3 сув билан совитилади. Корпус учта фланесга ега. Юқориги фланесда титан-молибденли симдан тайёрланган буғлатгични қиздириш учун мўлжалланган ток киритгич ўрнатилган.

Корпуснинг пастки қисмида антимиგრaсион тўсиқ кўзда тутилган бўлиб, у тўзоқ корпуси билан ҳимояловчи элемент орасидаги тирқиш орқали, девор бўйича мойнинг миграциясига тўсқинлик қилади.

Тузоқнинг пастки қисмидаги фланес билан, буғ-мойли диффузион насос 7 бириктирилади. Ёнидаги фланес эса сўриб олинаётган ҳажмга уланади. Бевосита қиздиргичли буғлатгич 2 ишлаганда, тузоқнинг ички деворлари ва ҳимояловчи элемент 4 тўхтовсиз титан билан чангланади. Бунда нурланиш евазига ҳимояловчи элемент ≈ 200 °C гача қизийди ва унда углеводородларнинг жадал парчаланиши рўй беради. Парчаланиш маҳсулотлари қисман буғ мой диффузион насоси билан сўриб олинади, аммо уларнинг асосий қисми тўзоқнинг совитилаётган деворига тўхтовсиз чангитилаётган титаннинг фаол плёнкаси томонидан ютилади.

Шуни қайд қилиш лозимки, бундай тузоқлар қўлланилганда, қолдиқ газлар тизилмасидаги углеводородларнинг парсиал босими анча кичик қийматларгача камаяди, буғ мой-диффузион насоснинг чегаравий босими бир тартибга пасаяди ва паст босимларда насоснинг сўриб олиш тезлиги ортади.



Расм 6.3 Термосорбцион тузоқ.

1-металлокерамикали ток киритгич; 2-бевосита қиздиргичли буғлатгич; 3-корпус; 4-химояловчи элемент; 5-антимиграцияга қарши тўсик; 6-сув билан совитиладиган қалпоқча; 7-буғ-мойли диффузион насос.

6.5 Электрик тузоқлар

Юқорида зикр этилган тузоқлар, асосан сўриб олинаётган ҳажмни юқори вакуумли буғ-пуркаловчи насоснинг ишчи суyoқлиги буғларидан химоялаш ва қолдиқ босимни пасайтириш учун мўлжалланган.

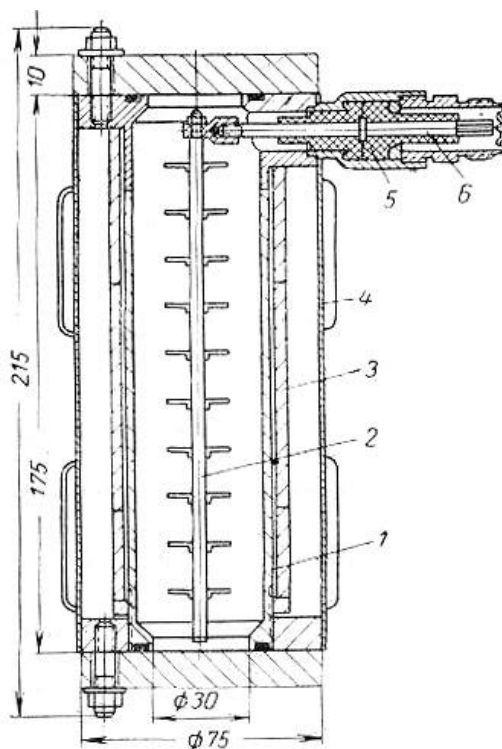
Мой билан тигизланадиган механик вакуум насослари билан ҳажмлар сўриб олинаётганда, сорбцион тўзоқлар қатори, електрик (ионли) тўзоқлар ҳам қўлланилади.

Инверс-магнетрон типли тўзоқда (расм 6.4) электр разряди қўлланилиб, унинг таъсири натижасида углеводородлар сўриб олинувчи газларга парчаланмайди, баълки катод-корпус сиртига тушаётган қаттиқ полимерлашган заррачаларга айланади.

Полимерланиш жараёни кечишининг асосий шарти, углеводороднинг электродлар сиртига келиб тушишидир. Шунинг учун, иложи борича углеводородларнинг ионланишини ва корпус-катодга тушишини таъминлаш зарур.

Электродлар шакли ва улардаги кучланишни шундай танлаш лозимки, ионлашиш жараёни ва мос равишда полимерланиш, иложи борича тўлиқ кечиши керак. Ушбу тўзоқда самарали ионлашиш, кесишган электр ва магнит майдонларида электронларнинг сиклоидал трайектория бўйича ҳаракатланиши эвазига бўлади. Электр ва магнит майдонлари кучланганликларининг қиймати шундай танланиши лозимки, бунда электронлар трайекториясининг узунлиги енг катта бўлиши керак. Электронлар анодга, ҳосил бўлган ионлар еса катодга томон йўналади. Ионлар совуқ катод билан тўқнашганда, катоддан янги электронлар уриб чиқаради, бу электронлар разрядни тўтиб, бир вақтнинг ўзида полимерланиш жараёнининг самарали кечишини ҳам таъминлайди. Тўзоқ икки бириктирилувчи фланецга эга бўлган, зангламас пўлатдан тайёрланган цилиндр кўринишидаги корпусдан 1 иборат. Фланецларнинг бири ечиладиган қилиб ясалган. Тузоқнинг ўқи бўйича стержен 2 (анод) жойлашган бўлиб, унда углеводород молекулаларининг электродлар сирти билан тўқнашиш сонини оширувчи бир қатор дисклар ўрнатилган.

Юқори мусбат кучланиш стерженга 2 ток киритгич 6 орқали берилади. Ток киритгич корпусдан фторопластли жипслагич 5 билан изоляцияланган.



Расм 6.4 Электрик (ионли) тузоқ

Аксиал магнит майдони цилиндр шаклида магнито қотишмасидан тайёрланган доимий магнит билан ҳосил қилинади.

Магнит корпуснинг сиртига жойлаштирилган бўлиб, тузоқни ҳаво билан конвектив совитишга имкон берадиган тешиклари бор қоплама билан беркитилган.

Тузоқ ўзоқ вақт давомида ўзлуксиз ишлайди, анча кам қувват сарф қилади. Масалан $1 \cdot 10^{-2}$ мм. сым. уст. босимида ток 3,5 мА, $1 \cdot 10^{-4}$ мм. сым. уст. босимида еса ток 1,5 мА ни ташқил қилади. Бундай тузоқларнинг қўлланилиши, уларнинг юқори самарадорликка ега эканлигини кўрсатди.

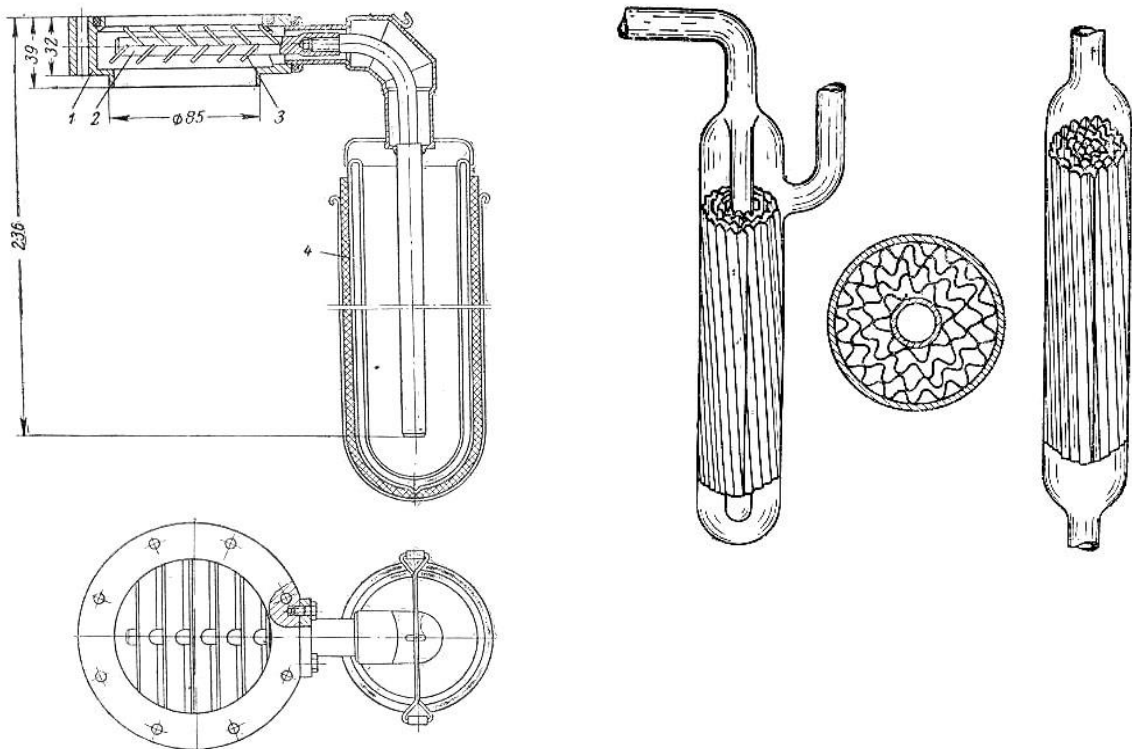
Тезкор савол жавоб орқали талабалар билимини фаоллаштириш учун саволлар

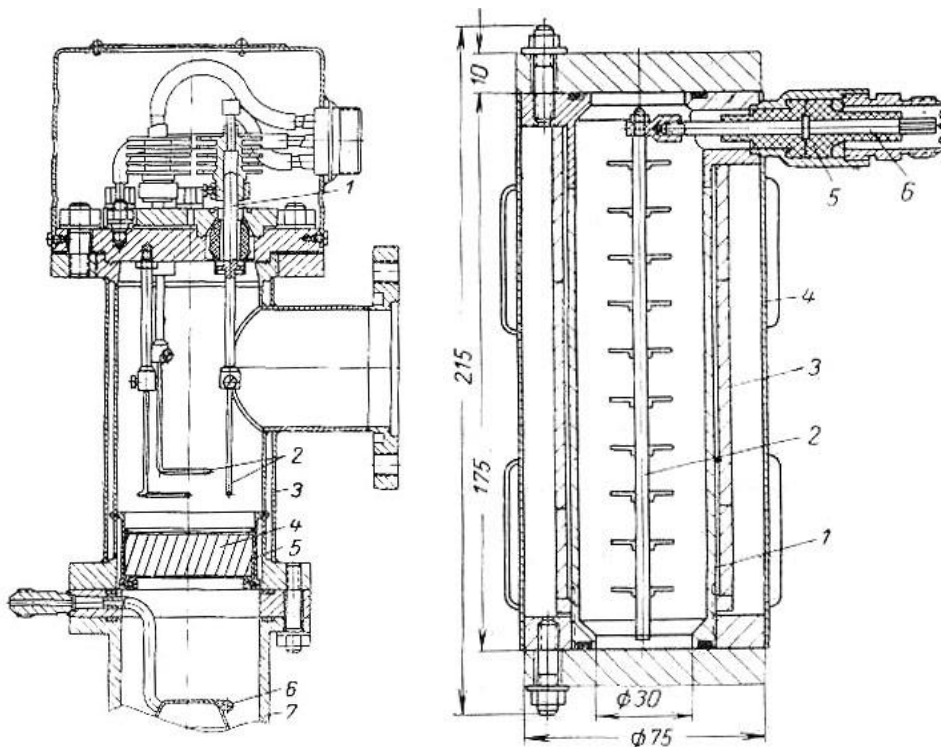
1. Тузоқ ва қопқон ибораларининг фақини тушунтиринг.
2. Адсорбент деганда нимани тушунаси?
3. Мўзлатгичларда ҳид ютиш учун ўрнатиладиган элемент нимадан ташқил топган деб ўйлайсиз?

Тузоқларга қўйиладиган асосий талаблар

1. тузоқлар, сўриб олинаётган ҳажмга ишчи буғлари ўтиб кетишдан яхши ҳимоя қилиши керак, яни максимал ҳимоялаш қобилиятига ега бўлиши керак.
2. тузоқлар иложи борича, насоснинг сўриб олиш тезлигини камроқ пасайтириши керак. Тўғри танланган тузоқ сўриб олиш тезлигини 40-50% дан кўпга пасайтирмайди.
3. даврий равишда тозалаб туриш учун, тузоқлар осонгина қисмларга ажраладиган ёки ҳимояловчи элементларини алмаштириш иложи бўлиши керак.
4. ўта юқори вакуум тизимларида қўлланиладиган тузоқлар, 450 °С ҳароратгача, газсизлантириш мақсадида, қиздирила оладиган бўлиши керак.
5. тузоқларнинг тузилиши хладогент сарфининг кичик тезлигини таминлаши лозим

Адсобентсиз, совитилмайдиган, термосорбцион ва электрик тузоқларнинг тузилиши





Мустақил иш учун мавзулар ва топшириқлар

1. Катод чангиши ҳодисаси.
2. Инверс-магнетронли тўзоқнинг ишлаш тарзи

ВАКУУМНИ ЎЛЧАШ

7.1 Вакуумни ўлчаш ўлчаш асбобларининг классификацияси

Сийраклаштирилган газ босимини ўлчаш учун мўлжалланган аппаратуралар ҳар қандай вакуум тизилмасининг ажралмас қисмидир. Атмосфера босимидан паст бўлган газ босимини ўлчаш учун мўлжалланган асбоблар вакуумметрлар дейилади. Кўпчилик вакуумметрлар босим сигнаolini электр сигнаliga айлантирадиган датчик ва ўлчаш блогидан иборат бўлган икки элементдан ташқил топган. Шунини қайд қилиш лозимки, адабиётда ва амалиётда датчик ибораси қаторида манометр ибораси ҳам қўлланилади, аммо манометр тушунчасининг маъноси анча кенгроқ. Манометр вакуумметр ҳам, атмосфера босимидан юқори босимларини ўлчайдиган асбоб ҳам бўлиши мумкин.

Ишлаш тарзига кўра вакуумметрларни куйидаги синфларга бирлаштириш мумкин.

5. Босимни тўғридан-тўғри ўлчайдиган суюқликли вакуумметрлар (У –шаклидаги вакуумметрлар ва уларнинг ўзгарган шакллари)

6. Ишлаш тарзи идеал газнинг изотермик сиқилиши қонунига асосланган компрессияли вакуумметрлар (Мак-Леод вакуумметрлари)

7. Сезгир элемент сифатида силфон, мембрана ва ш.к. қўлланиладиган деформацияли вакуумметрлар. Бундай вакуумметрларда сезгир элемент деформациясининг қиймати босим ўлчови бўлиб хизмат қилади.

8. Газ иссиқлик ўтказувчанлигининг босимга боғлиқлиги қўлланиладиган иссиқлик вакуумметрлар. Улар термопарали ва қаршиликли вакуумметрларга бўлинади.

9. Газнинг ионлашуви қўлланиладиган ионизацияли вакуумметрлар. Бу синф вакуумметрларини ўз навбатида қуйидаги гуруҳларга ажратиш мумкин.

а) Паст босимларда, электр ва магнит майдонлари таъсирида юзага келадиган разряднинг токи, босим ўлчови бўлиб хизмат қиладиган электроразрядли вакуумметрлар.

б) Радиофаол парчаланишда ҳосил бўладиган α -заррачалар оқими таъсирида газлар ионлашадиган радиоизотопли вакуумметрлар.

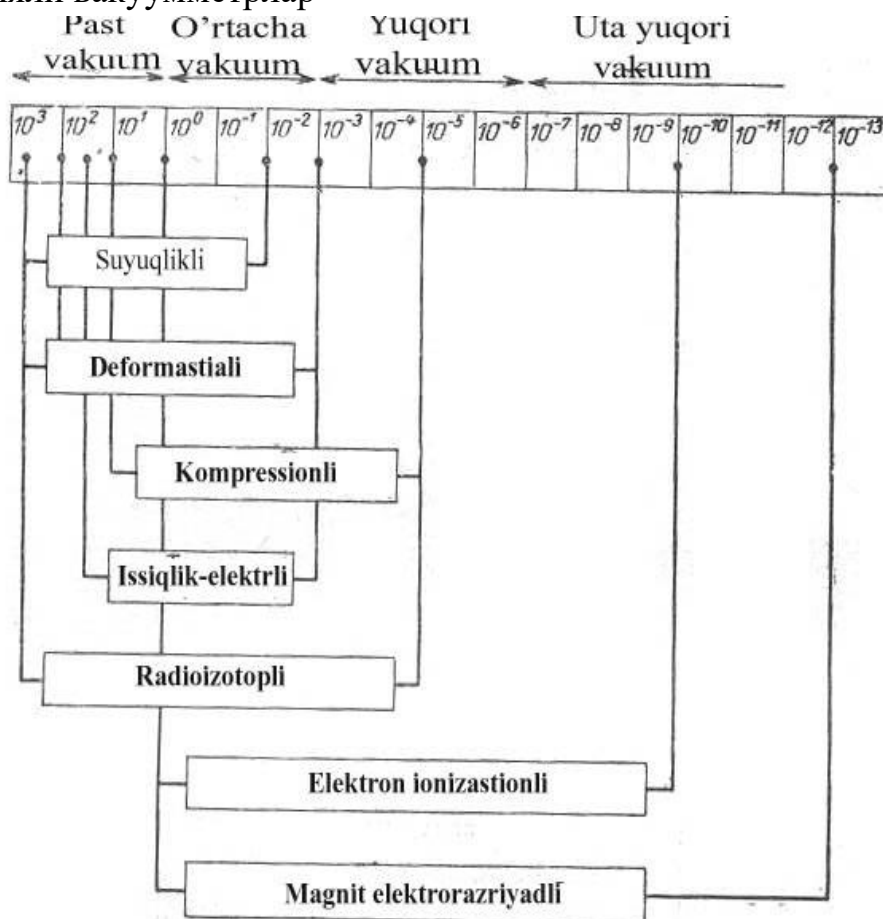
в) Қизиган катоддан эмиссияланаётган электрон оқими билан газларнинг ионлашиши амалга ошадиган электронли-ионизацион вакуумметрлар.

Вакуумметрлар билан ўлчанадиган босимлар соҳаси расм 7.1да келтирилган.

Бундан ташқари, вакуумметрларнинг барчасини бевосита ва бевосита ишлайдиган вакуумметрларга ажратиш мумкин. Бевосита ишлайдиган вакуумметрларга газ босимидан тўғридан-тўғри таъсирланадиган асбоблар киради. Бундай вакуумметрларнинг метрик ўлчов хоссаларини олдиндан ҳисоблаш ёки динамометрли асбоблар билан даражалаш орқали олиш мумкин. Бевосита вакуумметрлар билан босимни ўлчаш, асосан газ таркибига ва газнинг ҳароратига боғлиқ эмас.

Бу асбоблар $760 \cdot 10^{-5}$ мм. с.м. уст. кўамини қамраб олган, чунончи уларнинг нисбий хатолиги босим қанча юқори бўлса, шунча кичик. Бевосита ишлайдиган вакуумметрларга суюқликли, компрессияли ва

деформацияли вакуумметрлар



киради.

Расм 7.1 Вакуумметрлар ўлчайдиган босимлар соҳаси.

Билвосита ишлайдиган вакуумметрлар босимнинг ўзини емас, балки унинг бирон бир функциясини ўлчайди ва одатда датчик ҳамда радиотехник ўлчаш блогидан иборат бўлади. Бу вакуумметрлар билан газ босими ўлчанганда, ўлчаш натижаси газнинг тури ва газнинг ҳароратига боғлиқ бўлади.

Билвосита ишлайдиган вакуумметрларнинг шкалалари босим бирликларида ёки электр бирликларида аниқ ўлчамга келтирилади. Охири ҳолда еса, электр бирликларидан босим бирлигига ўтказадиган даражалаш егриликлари ёки асбобнинг сезгирлиги асбобларга илова қилинади. Билвосита ишлайдиган вакуумметрларни бевосита ишлайдиган вакуумметрлар билан даражалаш орқали даражалаш егриликлари тўзилади.

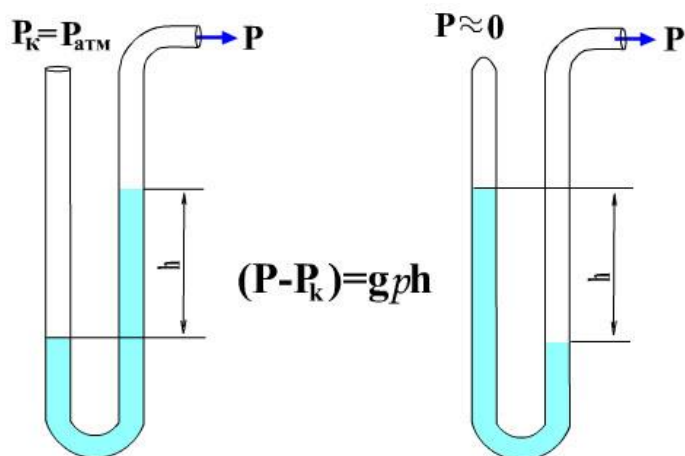
Амалда, 10^{-5} мм. с.м. уст. дан паст босимларни, фақат билвосита ишлайдиган асбоблар билан ўлчаш мумкин, чунки бундай босимлардаги кучланиш нихоятда кичик (10^{-5} мм. с.м. уст. да $1,3 \cdot 10^{-8}$ кг/см²). 10^{-5} мм. с.м. уст. дан паст босимда, босим юклама сифатида ўз маъносини йўқотади.

10^{-5} мм. с.м. уст. дан паст босимлар учун бошқа кўрсаткич, яъни бирлик ҳажмдаги газ заррачаларининг зичлиги бўлган молекуляр концентрасия ҳодисани ёққол кўрсатади ва айнан уни билвосита ишлайдиган вакуумметрлар ўлчайди. Билвосита ишлайдиган вакуумметрлар 10^{-13} мм. с.м. уст. дан атмосфера босимигача газ босимларини ўлчаш қобилиятига ега. Уларга иссиқлик ва ионизацион вакуумметрлар киради.

7.2 Суюқликли вакуумметрлар ва уларнинг модификасиялари

Суюқлик вакуумметрларида (ўлчаш соҳаси $760 \div 10^{-2}$ мм. с.м. уст.) ўлчанаётган босим ёки босимлар фарқи суюқлик устуни босими билан мувозанатлашади. Вакуумметр U – шаклидаги трубка бўлиб, ичи суюқлик (симоб ёки вакуум мойи билан) тўлдирилган бўлади. Трубканинг бир тирсаги ичидаги босим ўлчанаётган газ босимида P бўлса, иккинчиси еса маълум P_k -босимда бўлади. Тирсақлардаги газ босимларининг фарқи Δ баландликдаги суюқлик устуни билан мувозанатлашади. Яъни $(P - P_k) = \rho g h$,

Бу йерда: g -еркин тушиш тезланиши; ρ -суюқлик зичлиги;



Расм 7.2 Суюқликли вакуумметр

Амалиётда очик тирсақли ва берк тирсақли суюқликли вакуумметрлар қўлланилади. (расм 7.2). Биринчи ҳолда $P_k = P_{атм}$, шу сабабли атмосфера босими билан аниқланаётган босим орасидаги фарқ ўлчанади. Иккинчи ҳолда еса, P_k нолга тенглаштирилади ва газнинг

абсолют босими ўлчанади. Мой билан тўлдирилган вакуумметрлар анча сезгирроқ, чунки мойнинг зичлиги тахминан симобнинг зичлигидан 15 марта кичик. Аммо, мой газни ўзида яхши еритишини ҳам ҳисобга олиш зарур.

7.3 Деформацияли вакуумметрлар. Компрессияли вакуумметрлар

Деформацияли вакуумметрларда босим ўлчови бўлиб, сезгир элементнинг деформацияланиш қиймати хизмат қилади.

Амалиётда, асосан уч типли деформацияли вакуумметрлар кенг қўланилади: трубкали, мембранали ва силфонли.

Трубкали сезгир элементли вакуумметрларда, ичидаги босим ўзгарганда сиртмоқсимон трубканинг егрилик радиуси ўзгариши эффектидан фойдаланилади. Мембранали вакуумметрларда бирон-бир тарафида ортиқча босим бўлганда, мембрананинг егилишидан фойдаланилади. Сезгирликни ошириш ва ички зўриқишларнинг таъсирини йўқотиш мақсадида мембраналар одатда концентрик бурмалар шаклида тайёрланади.

Силфонли вакуумметрлар ишлаш моҳиятига кўра, мембранали вакуумметрлардан фарқ қилмайди, аммо уларда сезгир элементнинг йўли каттароқ.

Барча ҳолларда ҳам сезгир элементнинг деформацияси ниҳоятда кичик ва шунинг учун уларни қайд қилишда, қайд қилувчи асбоб стрелкаси силжишини оширадиган айлантирувчи механизмлардан фойдаланилади.

Баъзи вакуумметр тўзилмаларида сезгир элемент индуктив датчик билан боғланган. Одатда индуктив датчикнинг ғалтаги мувозанатлаштирилган кўприкнинг бир йелкасига уланган бўлиб, босим ўзгарганда мувозанат бўзилиши ўлчаш асбобида қайд қилинади. Индуктив датчиклар қаторида, баъзида сиғимли датчиклар ҳам қўлланилади. Бу ҳолда конденсаторнинг бир обкладкаси сезгир элемент сиртининг бир қисми ёки у билан боғланган пластина бўлиши мумкин. Сиғимли датчиклар унча юқори бўлмаган босимларни ўлчайдиган вакуумметрларда қўлланилади.

Деформацияли вакуумметрларни абсолют қолдиқ босимни ўлчайдиган ва сўриб олинаётган ҳажмдаги босимни атмосфера босими билан таққослайдиган вакуумметрларга ажратиш мумкин.

Биринчи гуруҳ вакуумметрлари икки камерали бўлиб, уларнинг бирида босим ўзгармас қилиб сақланади (кўпинча $P < 10^{-2}$ мм. с.м. уст.).

Иккинчи камера ўлчанаётган ҳажмга уланади. Бу гуруҳ асбоблар қолдиқ газларни тўғридан-тўғри кўрсатади ва бунда хонадаги ҳавонинг барометрик босими ўлчаш натижаларига таъсир қилмайди.

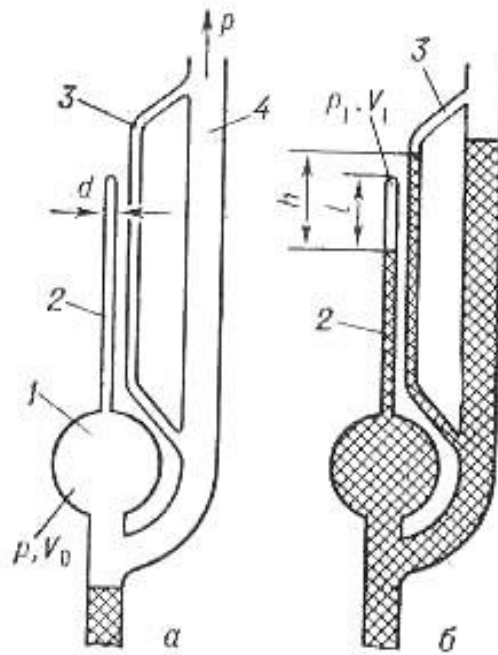
Иккинчи гуруҳ асбоблари билан қолдиқ газ босими ўлчаганда еса, ўлчаш пайтидаги, хонадаги барометрик босимни $P_{бар}$ билиш лозим.

Компрессияли вакуумметрларнинг (Мак-Леод манометрлари) ишлаш тарзи изотермик сиқилиш қонунига ($PV=сонст$) асосланган. 7.3-расмда ишчи суюқлик сифатида симоб олинган компрессияли вакуумметрларнинг асосий ўлчаш қисми келтирилган.

Вакуумметрларнинг юқори қисми, босими ўлчанаётган ҳажмга, пастки қисми симобли идишга туташтирилади. Вакуумметрларнинг ўлчаш каллагига ўлчаш капилляри бор бўлган сферали ҳажмдан ва ўлчаш капилляри ёнида жойлашган таққослаш капилляридан иборат. Ўлчаш хатолигини камайтириш мақсадида ўлчаш капилляри билан таққослаш капиллярининг диаметрлари бир хил қилиб тайёрланган. Ўлчаш олдидан симоб чўккан ҳолатда ва сферали ҳажм сўриб олинаётган ҳажм билан туташган бўлиб, ундаги газ босими P га тенг. Ўлчаш пайтида, симоб устуни кўтарилади ва сферали ҳажмни ўлчаш ҳажмидан ўзади. Кейинчалик симоб устуни кўтарила бўриб, сферали ҳажм симоб билан тўлади, газ еса 1 капиллярда P_1 босимга сиқилади.

P_1 босимни ўлчашнинг икки усули маълум: чизикли ва квадратли шкала буйича.

Чизикли шкала буйича босим ўлчанганда (7.3-расм б) симоб 1 капиллярда белги қўйилган баландликгача кўтарилади. Ўлчаш капилляридаги 2 газнинг босими P_1 якқолки, белгидан ҳисобланган таққослаш капилляридаги 3 симоб устунининг баландлигига тенг. Ўлчаш капиллярининг белгидан юқориги қисмининг ҳажми олдиндан маълум.



7.3-расм. Симобли компрессияли вакуумметрнинг ўлчаш каллаги.

а-ўлчаш олдидан, б-чизиқли шкала методи ёрдамида ўлчаш, 1-сферали ҳажм, 2-ўлчаш капилляри, 3-таққослаш капилляри, 4-ишчи ҳажмга туташтирилувчи трубка.

Унда $PV = P_1V_1$ ёки

$$P = \frac{V_1}{V} P_1 = \frac{V_1}{V} h = c_1 h \quad (7.1)$$

бу ерда: P -сўриб олинаётган ҳажмдаги босим, мм. сим. уст.

P_1 -ўлчаш капилляри 2 даги босим, мм. сим. уст.

V -ўлчаш капилляри билан сферанинг ҳажми, см³.

V_1 - симоб билан тўлмаган ўлчаш капиллярини қисмининг ҳажми.

c_1 -вакуумметрнинг доимийси.

Паст босимларни ўлчаш учун компрессиялаш даражаси $\frac{V}{V_1} = \frac{1}{c_1}$ катта

қилиб олинади. Кенгроқ босимлар кўламини ўлчаш учун квадратли шкалалар усули қўлланилади. Бу ҳолда таққослаш капилляридаги 3 симоб, ўлчаш капиллярининг учига мос келадиган баландликкача кўтарилади. Ўлчаш капилляридаги босим икки капиллярдаги симоб устуни

баландликларининг фарқига тенг. Ўлчаш капилляридаги газ ҳажми $V = \pi d^2 h / 4$, бу йерда d ўлчаш капиллярининг диаметри. Сўриб олинаётган ҳажмдаги босим.

$$P = \frac{V_1}{V} P_1 = \frac{\pi d^2 h}{4V} h = ch^2 \quad (7.2)$$

бу йерда: d -капилляр диаметри, мм; h -симоб баландлиги, мм; c -вакууметрнинг доимийси.

7.4 Иссиқлик вакуумметрлари

Иссиқлик вакуумметрларининг ишлаш тарзи газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги босимга боғлиқ эканлигига асосланган. Паст босимларда, молекуляр маромда газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги зарачалар зичлиги билан белгиланади, яъни босимга пропорсионал. Қовушоқ маромда, молекулаларнинг ўртача еркин чопиш йўли, қиздирилган жисм билан датчик деворлари орасидаги масофадан анча кичик бўлганда, газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги босимга боғлиқ емас. Ўтиш маромида иссиқликнинг узатилиши босим ортиши билан доимий қийматга ортади. Амалда, газ иссиқлик ўтказувчанлигининг босимга боғлиқлиги, газ молекулаларининг еркин чопиш йўли иссиқ сим радиусидан катта бўлгандагина намоён бўлади.

Иссиқлик вакуумметрлари датчигининг энг оддий тизилмаси шиша ёки металл трубка бўлиб, ичида ўқ бўйича ток ўтказиб қиздириладиган сим жойлаштирилган. Симга узатилаётган электр энергияси газни қиздириш, нурланиш ва электр киритгичлар орқали иссиқликнинг олиб кетилишига сарф бўлади. Энергиянинг мувозанати қуйидаги тенглама орқали ифодаланиши мумкин.

$$I^2 R_0 (1 + \alpha \Delta T) = c \Pi \Delta T + b \Delta T + \delta (T^4 - T_0^4) \quad (7.3)$$

Бу йерда: I -датчикнинг сими орқали ўтаётган ток; R_0 -атроф-муҳит ҳароратидаги датчик симининг қаршилиги; α -сим материалининг температуравий қаршилик коэффисийенти;

T -сим ҳарорати; T_0 -девор (хона) ҳарорати ;

$$\Delta T = T - T_0$$

c , δ , b -пропорсионаллик коэффисийентлари;

Π босимни (7.3) тенгламадан топиш мумкин;

$$P = \frac{I^2 R_0 (1 + \alpha \Delta T) - b \Delta T - \delta (T^4 - T_0^4)}{c \Delta T} \quad (7.4)$$

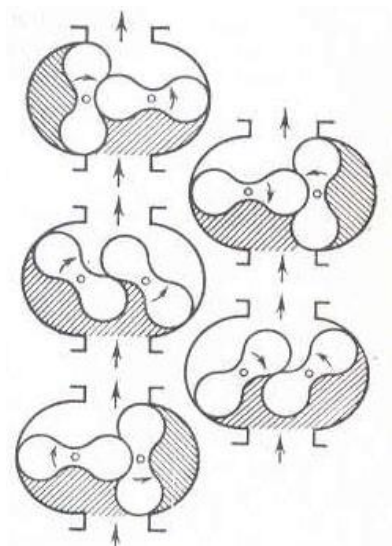
Бу тенглама датчикнинг даражалаш егрилигини ифодалайди, чунончи босимнинг ўзгариши ҳақида T ва T_0 ҳароратлар ўзгармас бўлганда, қиздиргич токининг ўзгариши билан ҳам, қиздиргич токи ўзгармас бўлганда, сим ҳароратининг T ўзгариши бўйича ҳам хулоса қилиш мумкин. Қаршиликли манометрик датчик, баъзида Пирани датчиги деб ҳам аталади. Датчикнинг умумий кўриниши расм 7.4 да келтирилган.

Датчикнинг корпуси металлдан тайёрланган бўлиб, унинг ичида марказидан волфрамли (баъзи датчикларда платинали) сим тортилган. Датчиклар, симнинг ўзгармас ҳарорати маромида ишлайди. Датчик ўзгарувчан ток генератори қаршилиқлар кўпригининг бир йелкасига уланади. Генератор сигналининг ўзгариши, босим ўзгаришидан далолат бериб, стрелкали асбобда қайд қилинади. Бундай датчиклар $2 \cdot 10^{-2} \div 30$ мм. сим. уст босимлар соҳасида вакуум тизилмасини бошқариш ва блокировка занжирларида ишлатиш учун ҳам мўлжалланган.

Термопарали вакуумметрлар қиздиргич токининг ўзгармас маромида ёки қиздиргич ҳароратининг ўзгармас маромида ишлайди. Биринчи ҳолда босим ўзгариши натижасида қиздиргич ҳарорати ўзгаради ва демак, иссиқлик ЕЙУК ҳам ўзгаради. Иссиқлик ЕЮК миқдори бўйича еса, босим баҳоланади. Термопарали датчиклар (Расм 7.5) ёрдамида босимни ўлчаш аниқлиги қиздиргич токини тўғри танлаб олинishiга боғлиқ. Иккинчи ҳолда еса симнинг ҳарорати ўзгармас қилиб сақланади. Босим ўлчови сифатида қиздиргич токининг қиймати ҳисобланади.

Иссиқликли вакуумметрларнинг датчикларига атмосфера ҳавоси таъсир етмайди ва улар амалда, чексиз хизмат қилиш муддатига ега. Уларнинг камчилигига нисбий инерсионлигини, яъни босим кескин ўзгарганда, вақт бўйича натижа олинади.

Бу насослар ($1 \div 10^{-3}$) мм. сим. уст. босимлари оралиғида катта сўриб олиш тезлигига эга. Икки роторли насоснинг ишлаш тарзини 4.2 – расмда келтирилган умумий схемадан тушуниб олиш мумкин.



4.2 – расм. Икки роторли (Рутс насоси) насоснинг ишлаш тарзи.

Роторлар синхрон айланганда, ротор билан насос корпуси оралиғидаги газ ҳажми, сўриб олинаётган ҳажмдан даврий узилади ва насоснинг чиқишига уланади. Катта унумдорликка эришиш учун, роторлар 2000-3000 *айл/мин* тезликда айлантирилади.

Роторлар оралиғида, ҳамда, ҳар бир ротор билан корпуснинг ички сирти оралиғида, мой билан тўлмаган тирқишлар бўлади. Бу тирқишларнинг кенглиги, одатда, 0,2-0,5 *мм* ни ташкил этиб, фақат паст босимлардагина газларнинг тескари оқишига катта қаршилик кўрсата олади. Катта босимларда эса, бундай тирқишлар сўриб олиш ва чиқариб юбориш бўшлиқларини ишончли тарзда ажратиб туришни таъминлай олмайди. Шу боисдан, насосда дастлабки сийраклаштириш зарурияти борлиги тушунарлидир.

Икки роторли насосларни, кўп миқдорда газ ажралиши юз берадиган, марказлашган форвакуум тизилмаларида ва газлаштириш, ҳамда деталларни қуритиш қурилмаларининг ишчи ҳажмларини сўриб олишда қўллаш мақсадга мувофиқдир. Бу насослар билан $(3\div 4)\cdot 10^{-4}$ *мм. с.м. уст.* тартибидаги чегаравий босимга эришиш мумкин.

4.4 Молекуляр насослар

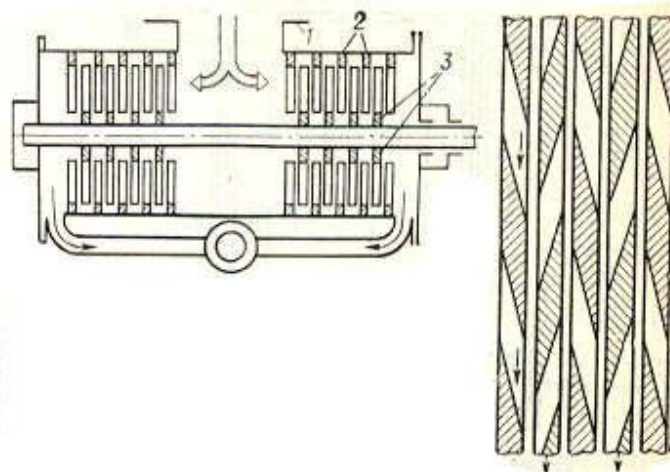
Молекуляр насосларнинг ишлаш тарзи, сийраклаштирилган газ молекулаларига тез ҳаракатланаётган сирт орқали, йўналтирилган тезлик узатишга асосланган. Молекуляр насос таъминлайдиган босимлар фарқи, сўриб олинаётган газ оқими билан туташувчи, ҳаракатланаётган сирт тезлигига ва узунлигига пропорционалдир. Бу босимлар фарқи сўриб олинаётган газнинг молекуляр оғирлигига ҳам боғлиқ. Юқорида қайд

қилинганларнинг барчаси, насосда, фақат газ оқимининг молекуляр мароми бўлгандагина ўринли, яъни молекуляр насослар учун иш соҳаси (10^{-2} - 10^{-9}) мм. с.м. уст. тартибдаги ва ундан паст босимлардир. 4.3 - расмда Беккер таклиф этган турбомолекуляр насоснинг схемаси келтирилган.

Бу насос, ҳаракатланаётган қисмлари орасидаги тирқишлари, етарли даражада катта бўлган, ўқли, кўп босқичли компрессорни эслатади. Корпусда (1) кўзғалмас дисклар (2), ротор валида эса дисклар (3) маҳкамланган.

Кўзғалмас ва ҳаракатланувчи дисклар орасидаги тирқишлар, тахминан 1мм га тенг. Ротор ва статор дискларида қия ўйиклар бўлиб, ротор тез айланганда, уларда газ молекулалари, асосан ротор марказидан, ротор қирралари бўйича кўшимча тезлик олади.

Роторнинг диаметри 170 мм ва унинг айланиш тезлиги 16000 *айл/мин* бўлганда, (10^{-2} ÷ 10^{-8}) мм. с.м. уст. босимлар оралиғида, насоснинг ҳаво бўйича сўриб олиш тезлиги тахминан 140 л/с ни ташкил этади.



4.3 – расм. Турбомолекуляр насоснинг схемаси.

Насоснинг қолдиқ босими $5 \cdot 10^{-10}$ мм. с.м. уст. Шунини қайд қилиш лозимки, насосдаги қолдиқ газ, водороддан иборат бўлиб, бу газ асосан, пўлат деворлар орқали диффузияланади ёки улардан десорбцияланади.

5.2 Электроразрядли магнитли насослар

Электр разрядли магнитли насосларда фаол қатламлар олиш учун, титанни термик буғлантирадиган насослардан фарқли, катоднинг чангиши ҳодисасидан фойдаланилади.

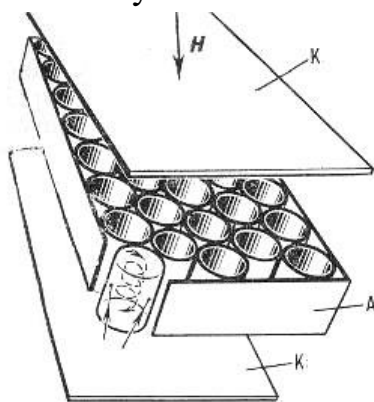
5.1 - расмда оддий (диод) насосида электродларнинг жойлашиш схемаси келтирилган.

Фаол металлдан таёрланган икки катодлар орасига рамкали анод ўрнатилган бўлиб, унга бир неча киловольт тартибидаги мусбат потенциал берилади.

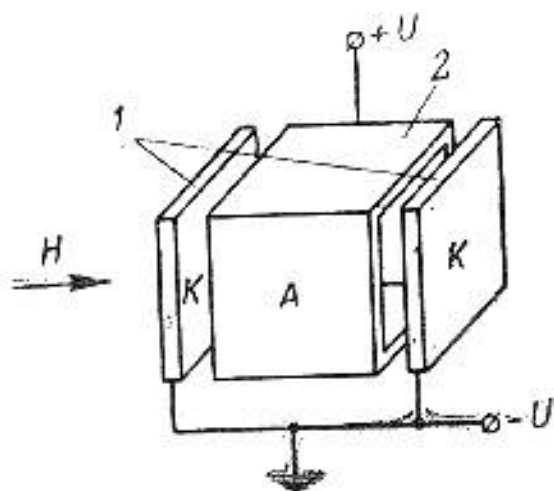
Электрод тизилмаси, кучланганлиги H бўлган магнит майдонида жойлашган. Магнит майдони кучланганлиги ва электродлар геометриясининг маълум ўзаро уйғунлигида, электродлар орасида совуқ разряд юзага келади. Электронлар, разряд оралигида тебранади ва анча вақт мобайнида анодга келиб тушмайди. Натижада қолдиқ газларнинг электронлар билан ионлашиш эҳтимолияти ортади. Разрядда ҳосил бўлган мусбат ионлар катодни бомбардимон қилиб, катод материални жадал чангитади ва анод чангланади.

Электроразрядли насослар билан турли газларни сўриб олиш механизми бир хил эмас. Фаол газларнинг сўриб олиниши, асосан анодда кимёвий бирикмалар ва қаттиқ эритмалар юзага келиши билан амалга ошади. Бунда ионларнинг бир қисми катод материалининг сиртқи қатлами тагига сизиб ўтиб, кейинчалик суст диффузияланиши мумкин. Катод сиртида ҳосил бўлган кимёвий бирикмалар, кейинчалик чангийди ва асосан анод сиртида қолади ва у ердан такроран чангиш юз бермайди.

Инерт газларнинг сўриб олиниши, улар ионларининг чангитилаётган сиртда адсорбцияланиши ва кейин чангланаётган титан билан устидан «қоплаб» ташланиши эвазига амалга ошади. Бошқа тарафдан, инерт газларнинг ионлари электр майдонида тезлашади ва катод материалига кириб олади, аммо катод материали чангитилганда, уларнинг бир қисми яна қайта ажралиб чиқади. Диод магнитли электроразрядли насосларни ишлатиш тажрибаси, бу насослар фақат $(2-5) \cdot 10^{-5}$ мм. с.м. уст. дан паст босимларда турғун ишлашени, ишга тушириш эса $(10^{-2}-10^{-3})$ мм. с.м. уст. босимларда амалга оширилиши мумкинлигини кўрсатади.



а)

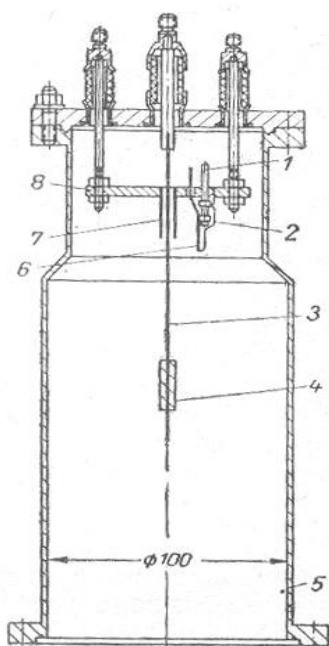


б)

5.1 – расм. Пеннинг ячийкаси (а) ва электроразрядли магнитли насосда электродлар жойлашувининг схемаси (б). А-анод, К-катод, Н-магнит майдон кучланганлиги.

Электроразрядли насослар ($10^{-9} \div 10^{-11}$) мм. сим. уст. тартибидаги сийраклаштиришга имкон беради ва худди буғлатгичли ионли насослар сингари, бундай паст босимларга еришиш учун дастлабки сийраклаштиришни талаб қилади.

Электроразрядли магнитли насослар камчиликларига бесўнақайлигини ва шу сўриб олиш тезлигига эга бўлган буғлатгичли – ионли насосларга нисбатан каттароқ оғирликка эга эканлигини кўрсатиш мумкин.



5.2 - расм. «Орбитрон» типли насоснинг схемаси.

Вакуум техникасида, ишлаш тарзи буғлатилаётган металл газларни ютишига асосланган, ўта юқори вакуум насослари кенг тарқалган. Ўзига хос тузилишига қараб, бу турдаги насослар геттер, сорбсион ёки буғлатгичли насослар деб аталади. Геттер насосларида, газ ютгич сифатида кўпинча титан, баъзида эса бошқа металллар (барий, хром) ҳам қўлланилиши мумкин. Титан хона ҳароратида, вакуум тузилмасидаги инерт газлар ва углеводороддан ташқари, барча газлар билан, амалда турғун, қаттиқ бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил қилади.

Газ ютгич, берк ҳажмда буғланганда, ҳажм деворларида янги фаол қатлам ҳосил бўлади ва унинг сиртида физикавий адсорбция, хемосорбция ҳамда кимёвий реакциялар ва газнинг қаттиқ фазада эриши натижасида газнинг ютилиши юз беради.

Сўриб олинаётган газларнинг молекулалари (атомлари) электр разряди ёки электронлар оқими билан уйғотилганда ёки ионлаштирилганда, фаол қатламларнинг газларни ютиши янада самаралироқ кечади. Бошқа тарафдан, ионлаштириш жараёни инерт газларни ҳам «боғлаб» қўйиш имконини беради. «Орбитрон» типли титанни термик буғлатадиган геттерли-ион насосининг ишлаш тарзини кўриб чиқамиз(5.2 – расм).

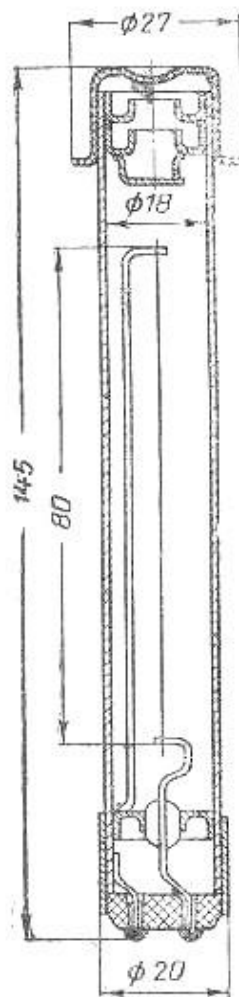
Корпус 5 ичида титанли цилиндр 4 бўлиб, унинг ичига электрод (анод) 3 жойлаштирилган. Электроднинг 3 устки қисми, трубка 7 билан химоя қилинган. Пластинада 8 керамик стержен 7 қотирилган бўлиб, унда диаметри 0,15 мм бўлган, волфрам симдан тайёрланган, катод 2 ўрнатилган. Насоснинг корпуси ерга уланган, марказий электродга эса 5 кВ гача мусбат потенциал берилади. Пластина ва экранловчи трубка 7 катод потенциалида бўлади. Катоднинг ва танталли ток киритгичнинг 6 жойлашувлари ва шакллари шундай танланганки, электр майдони ўқ бўйлаб йўналган ва радиал симметрияси бузилган. Бундан ташқари, катодга насос корпусига нисбатан мусбат силжиш потенциали берилади. Натижада катоддан эмиссияланаётган электронлар ўқли, радиал ва тангенциал ташкил этувчиларга эга тезлик билан ҳаракатланади. Электр майдони носимметрик бўлганлиги ва электронлар тезликларининг векторлари электр майдонининг куч чизиклари билан қандайдир бурчак ҳосил қилганлиги сабабли, электронлар ҳаракатининг йўналиши тўхтовсиз ўзгаради ва кичик кўндаланг кесимга эга бўлган, марказдаги электродга электронларнинг бориб тушиши мураккаблашади.

Катодда мусбат силжиш борлиги туфайли, электронларнинг корпусга келишини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Натижада электронлар орбиталар бўйича, етарли даражада узоқ вақт ҳаракатланиб, катта масофани босиб ўтадилар ва шу сабабли, газ ионлашувининг эҳтимолияти кескин ортади. Траекторияси марказий электрод 3 яқинидан ўтаётган электронларнинг бир қисми, титанли цилиндрга урилади ва уни 1160 °C ҳароратгача қиздиради. Бунда титаннинг сублимацияси юз бериб, насоснинг ички деворлари титан билан чангланади. «Орбитрон» типли насос орқали фаол газларнинг сўриб олиниши, насос корпусининг ички сиртига узлуксиз чангитилаётган титан қатлами эвазига бўлади. «Орбитрон» типли насос ёрдамида олинadиган чегаравий босим ($5 \cdot 10^{-10}$) мм. с.м. уст. ва ундан ҳам паст бўлиши мумкин.

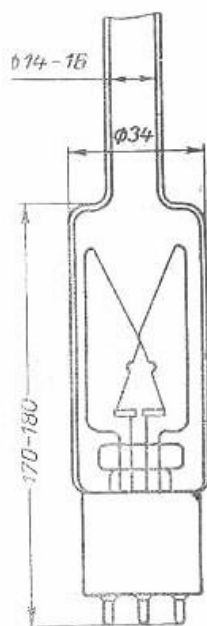
Юқорида келтирилган насослар ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. с.м. уст. босимидан ишлай бошлайди.

Ишчи суюқлик буғлари билан, вакуум тизилмаси ифлосланиб қолмаслиги учун, ($10^{-3} \div 10^{-4}$) мм. с.м. уст. гача бўлган дастлабки босим ҳосил қилишда адсорбцион насослардан фойдаланилади. Буғлатгичли-ион насосларининг камчиликларига электр таъминлаш тизилмасининг бир оз мураккаблигини, титанни чанглатиш тезлигининг ўз ўзидан ростланмаслигини ва тизилмада иссиқ катод борлигини киритиш мумкин.

иш орқада қолишини киритиш мумкин.

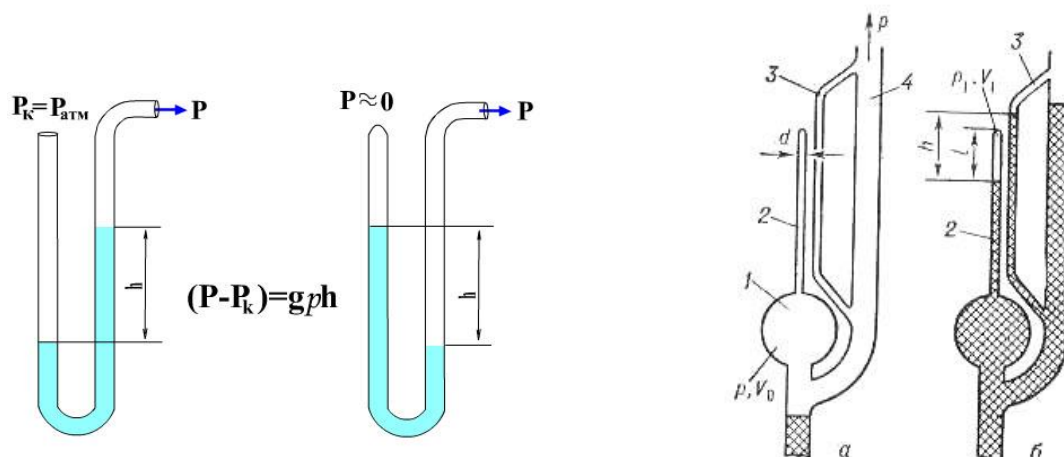


Расм 7.4 Пирани датчиги



Расм 7.5 Термопарали манометрик датчикнинг сх

Суюқликли ва компрессион вакууметрнинг ишлаш тарзини кўрсатувчи анимациялар



Мустақил иш учун мавзулар ва топшириқлар

1. Термоэлектрик ҳодисалар.
2. Компрессион вакуумметр ёрдамида вакуумни ўлчашнинг квадратли шкалалар усули.

МАГНИТ ЭЛЕКТРОРАЗЯД ВАКУУММЕТРЛАР

8.1 Магнитли - электроразрядли вакуумметрлар

Магнитли электроразрядли вакуумметрларнинг датчикларида анод-катод оралиғидаги разряд токининг босимга боғлиқлиги қўлланилади. Магнитли электроразрядли датчик анод ва катоддан ташқил топган икки электродли тизимдан иборат.

Чегараловчи балласт қаршилик орқали анодга юқори кучланиш берилади. Балласт қаршилик, юқори босимларда датчик электродларидаги ишчи кучланишлар фарқини пасайтириб, электродлар оралиғида ёй разряди юзага келишининг олдини олади. Анод ўқи бўйича кучланганлиги 200 дан 2000 е бўлган доимий магнит майдони қўйилади. Бу майдон разряд оралиғидаги плазмани стабиллаштиради ва датчикнинг сезгирлигини оширади.

Агар бирон бир сабаб билан катод олдида электронлар пайдо бўлса, унда электр ва магнит майдонларининг биргаликдаги таъсири натижасида улар мусбат зарядланган анодга қараб, узунлаштирилган трайектория бўйлаб ҳаракатланади. Бунда электронларнинг қолдиқ газ молекулалари (атомлари) билан тўқнашиш ва уларни ионлаштириш еҳтимолияти ортади. Ионлашишда ҳосил бўлган мусбат ионлар катод томон ҳаракатланади ва унда нейтраллашади. Етарли даражада энергияга эга бўлган мусбат ионлар катод билан учрашганда катод материалидан иккиламчи электронларни уриб чиқаради.

Бу электронлар анод томон ҳаракатланиб, газларни ионлаштиради. Катоддаги мусбат ионлар токи ва ундаги иккиламчи электронлар токининг йиғиндиси анод занжиридаги электрон токка сон жиҳатидан тенг. Газнинг ионлашуви натижасида электр разряди юзага келиб, унинг токи анча кенг босимлар соҳасида босимга боғлиқ. Манометр разряд токининг I газ босимига P боғлиқлиги қуйидаги тақрибий формула билан ифодаланиши мумкин.

$$I \approx \frac{E - U_0}{R_b + \frac{k}{P^n}}$$

бу йерда

E - анод кучланиши

U_0 -енг катта босим ўлчанаётгандаги датчик электродлари орасидаги минимал кучланиш.

R_b -ташқи балласт қаршилиқ.

k -датчикнинг сезгирлигини белгилайдиган коэффисийент.

n -даража кўрсатгич (одатда $n=0,9-1,15$)

Магнитли электроразрядли датчиклар тузилмасида қизийдиган деталлар мавжуд эмас, шунинг учун оксидланиш хавфи йўқ ва тизилмадаги исталган босимда ишга туширилиши мумкин.

Электроразрядли вакуумметрлар билан босим ўлчанганда, датчикнинг ўзи томонидан газларни сўриб олиш эффекти кузатилади.

Магнитли электроразрядли датчикларнинг мажмуасини электр ва магнит майдонлари ўзаро қандай йўналганида кўра икки катта гуруҳга ажратиш мумкин: параллел электр ва магнит майдонларили (Пеннинг датчиги) ва ўзаро кесишган майдонларли. Ўзаро кесишган майдонларли датчикларни ўз навбатида магнетронли ва инверс-магнетронли датчикларга ажратиш мумкин. (расм 8.1 ва расм 8.2)

Параллел электр ва магнит майдонли датчикларда елетронларнинг ўқ бўйича илгарланма-қайтма ҳаракатлари устунроқ бўлиб, электрон анодга

яқинлашишдан электрон бир вақтнинг ўзида сиклоидал кўринишдан ҳам ҳаракатланади.

8.2 Радиоизотопли вакуумметрлар

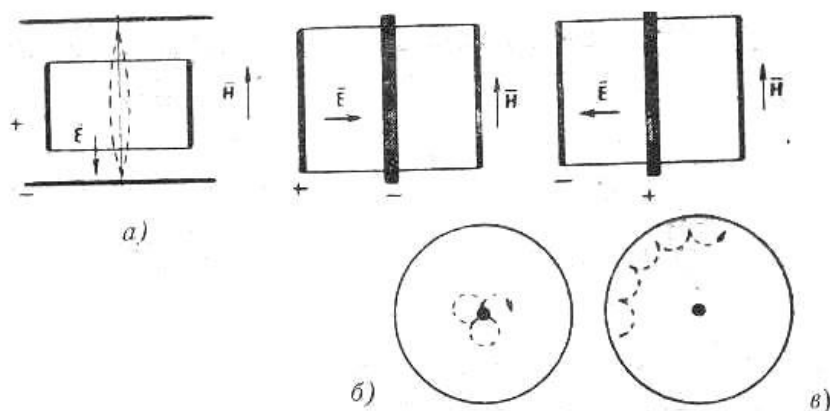
Радиоизотопли ионизацион вакуумметрларнинг датчигида радиофаол нурланишларнинг газларни ионлаштириши қўлланилади. Қоллекторга келаётган ион токи, нурланиш интенсивлигига ва газ зичлигига пропорционал.

$$I = kP$$

Бу йерда: I -ион токи; k -датчикнинг сезгирлиги; P -босим.

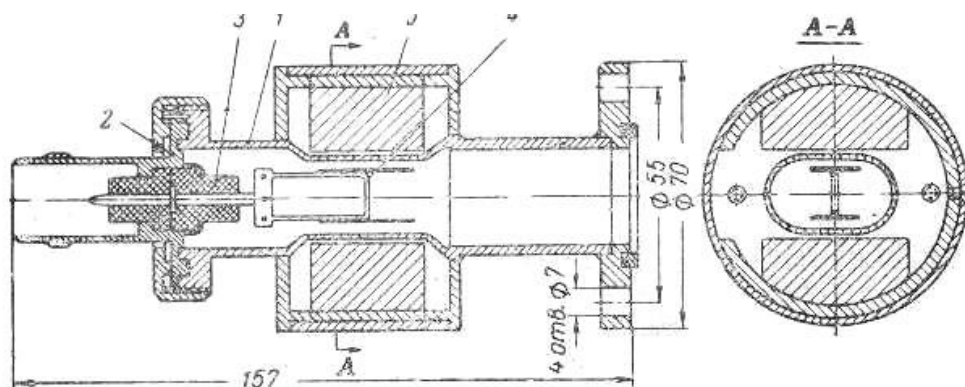
Радиоизотопли датчикларда газларни ионлатиш учун α -заррачалардан фойдаланилади. Тўзилмаси (расм 8.3) да келтирилган радиоизотопли датчикда, радиофаол манба сифатида плутоний-238 қўлланилган.

Плутоний-238 дискларда ўтқазилган бўлиб, титан икки оксидли ҳимояловчи парда билан қопланган. Плутоний-238 α -фаол радиоизотоп бўлиб, сизиб ўтувчи γ -нурланишига ега эмас ва газсимон маҳсулотлар чиқармайди. Унинг ярим йемирилиш даври 90 йил, бу еса юқори солиштирма фаолликка егалигини таъминлайди.



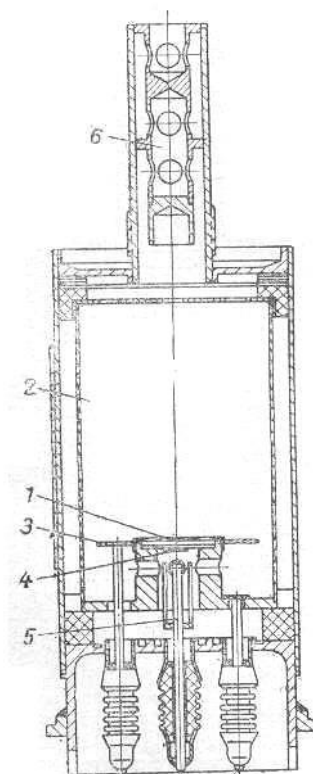
Расм 8.1 Магнитли электроразрядли датчикларнинг таснифи, улардаги электронларнинг асосий ҳаракат трайекторияси.

- а) Ўзаро параллел электр ва магнит майдонли датчиклар;
- б) Магнетронли;
- с) инверс-магнетронли;



Расм 8.2 Магнитли электроразрядли датчик.

1-корпус анод, 2-фланес, 3-изолятор, 4-катод, 5-доимий магнит.



Расм 8.3 Икки камерали радиоизотопли датчик.

Плутоний-238 α -заррачаларининг энергияси $\approx 5,5$ меВ га тенг. Датчик икки камерадан иборат: каттаси 10^{-4} мм. сим. уст. дан 10 мм. сим. уст. гача ва кичиги 1-760 мм. сим. уст. босимлар кўламини ўлчашга мўлжалланган. Радиоизотопли датчикларнинг катта камерас,и цилиндрли анод 2, манба 2 ва халқасимон ионлар қоллекторидан 3 иборат. Датчик анодига 2 ва асбоб корпусига, қоллекторга нисбатан, +110 В кучланиш берилади. Датчикнинг катта камераси нисбатан юқори сезгирликка ега: $2,5 \cdot 10^{-7}$ А/мм. сим. уст.

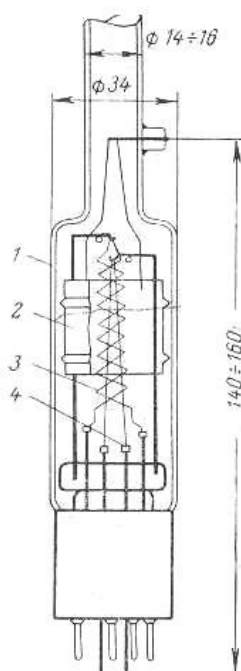
Радиоизотопли ионизацион вакуумметрлар ёрдамида ўлчанадиган босимларнинг юқори чегараси, α - заррачанинг кўп сонли тўқнашишлар натижасида тўлиқ энергияларини йўқотиши билан боғланган. Бунда ион токи ўзининг максимал қийматига еришади (тўйиниш ион токи) ва босимнинг кейинги ортишига боғлиқ бўлмай қолади.

Юқори босимларни ўлчаш учун кичик камера мўлжалланган. Унинг ўлчамлари α -заррачаларнинг атмосфера босимидаги еркин чопиш йўлидан кичик бўлганлиги учун, 760 мм. *смм. уст.* босимигача босимни ўлчашни таъминлайди. Ҳаво бўйича кичик камеранинг сезгирлиги $2,5 \cdot 10^{-12}$ А/мм. *смм. уст.*

8.3 Электрон - ионизацион вакуумметрлар

Энг кенг тарқалган электронли ионизацион вакуумметрлар датчиги тўзилмаси расмда 8.9 да келтирилган. Датчикнинг шиша баллони 1 ичида уч электродли тизилма жойлаштирилган. Бу тизилма ионлар қоллектори 2, тўрли анод ва бевосита қиздириладиган катоддан 4 иборат. Тўрли анодга катодга нисбатан +200 В кучланиш, цилиндрик ионлар қоллекторига еса – 50 В кучланиш берилади. Датчикнинг тўрли аноди диаметри 0,2 мм бўлган волфрамли симдан, бифиляр бурама шаклида тайёрланган. Газлаштириш мақсадида датчик қиздирилганда спиралдан 3 А ток оқади.

Датчикнинг волфрамли катода қизиганда электронлар чиқаради, бу электронлар анод томон ҳаракатланади. Электронларнинг бир қисми тўрли аноддан ўтиб, анод ва қоллектор билан чегараланган фазога келади. Қоллектор катодга нисбатан манфий потенциалга ега бўлганлиги сабабли, электронлар қоллекторга туша олмайди. Нол потенциалли нуқтада электронлар тўхтади ва тескари йўналиш-мусбат зарядланган тўрли анод томон ҳаракатлана бошлайди. Натижада, тўрли анод атрофида электронлар тўхтовсиз тебранади, чунончи анодга келиб тушгунча ўртача 5 тагача тебранишлар содир етади. Бу еса электронларнинг қолдиқ газ молекулалари билан тўқнашиш еҳтимолиятини оширади. Электронлар газ молекулалари билан тўқнашганда газ молекулалари ионлашади. Ҳосил бўлган мусбат ионлар манфий потенциалда тўрган қоллекторда йиғилиб, унинг занжирда ион токини юзага келтиради.



Расм 8.3 Электронли ионизацион манометрик датчик.

Ион токи I_u электрон токига I_e ва босимга пропорционал бўлгани учун қуйдагини ёзиш мумкин.

$$I I_u = c I_e$$

Бу йерда: c -сезгирлик; $l/\text{мм}$. *сим. уст.*

Ион токининг босимга қатъий боғлиқлигини олиш учун датчикнинг электрон токи ўзгармас қилиб олинади (0,5 мА). Унда

$$I_u = k I$$

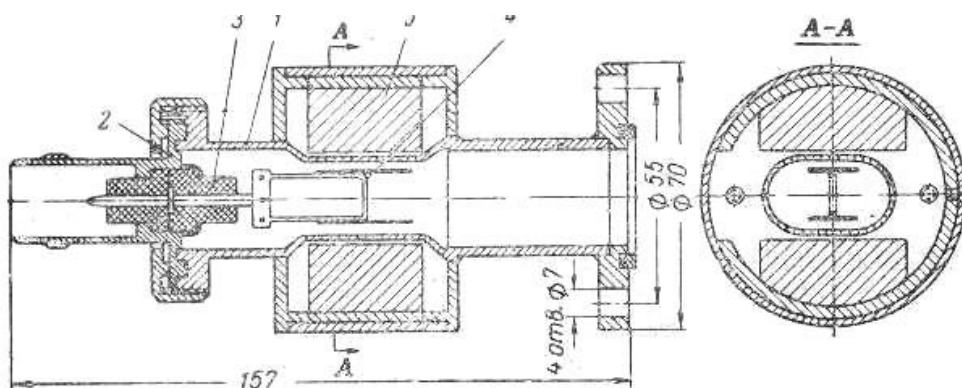
Бу йерда $k = c I_e$, бирлик босимга тўғри келадиган ион токининг миқдорини характерлайди. k -баъзида «токка сезгирлик» ёки «датчик доимийси» деб юритилади.

Датчик орқали ўлчанадиган босимнинг пастки чегараси қоллектор ион токининг занжирида, босимга боғлиқ бўлмаган доимий ташқил етувчиси борлиги билан чегараланган.

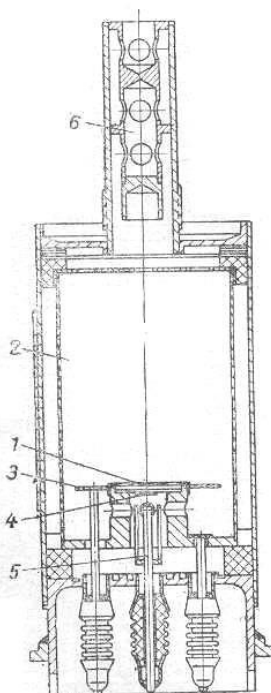
Тезкор савол жавоб орқали талабалар билимини фаоллаштириш учун саволлар:

1. Газ разряди деганда нимани тушунасиз?
2. Газларни ионлаштиришнинг қандай усуллари биласиз?
3. Газларда ион токи қандай юзага келади

Магнитли электроразрядли датчик.



Икки камерали радиоизотопли датчик.



Мустақил иш учун мавзулар ва топшириқлар

1. Вақт масс-спектрометрининг ишлаш тарзи.
2. Инверс магнетронли датчиклардаги электронларнинг асосий ҳаракат траекториялари.

ҲАВО СИЗГИБ ЎТИШИНИ АНИҚЛАШ

9.1 Ҳаво сизиб ўтишини аниқлаш

Замонавий техникада газ босимини 10^{-10} мм. с.м. уст. тартибига сийраклаштириш, баъзи ҳолларда еса ундан ҳам юқори вакуум талаб қилинади. Вакуум тизилмасининг ичига ниҳоятда кам газ миқдори сизиб ўца ҳам, кўпинча қурилма иш қобилиятини йўқотади. Сўриб олинаётган ҳажмга жуда кам миқдорда газ сизиб ўтишига сезгирлиги сабабли, вакуум тизилмаси ҳар қандай бошқа тизилмалардан, шу жумладан юқори босим тизилмаларидан кескин фарқ қилади.

Масалан, юқори босимда ишлайдиган тизилмада идиш деворларидан, бирикма ёки жипслаштиргичдан кам миқдорда газнинг сизиб ўтиши, кўпинча амалий аҳамиятга ега емас, чунки идишда сиқилган газ миқдорига нисбатан уни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Аммо ҳавоси сўриб олинган идишга шу миқдордаги газнинг сизиб ўтиши ундаги вакуум даражасини кескин ўзгартириб юбориши мумкин.

Агар геометрик ҳажми 40 л бўлган ва 150 атм босимига сиқилган газга ега кислород баллонидан 1 атм босимда 1 см^3 газ миқдори оқиб чиқса, унда баллондаги босим $1/6000000$ қисмга ёки бор йўғи 0,000017% га пасаяди. Яққолки, жуда кўпчилик ҳолларда бу амалий аҳамиятга ега емас. Енди шу миқдордаги газни, $1 \cdot 10^{-6}$ мм. с.м. уст. босимига ҳавоси сўриб олинган, худди юқорида келтирилгандек баллонга кирицак, нима бўлишини кўриб чиқайлик. Газ киритгунча ҳажмда 1 атм босимда $\frac{40000 \cdot 10^{-6}}{760} = \frac{1}{19000} \text{ см}^3$ тенг ҳажмни егаллайдиган газ бор. Демак киритиладиган 1 см^3 газ бу миқдордан 19000 марта кўп, шу сабабли баллондаги босим 19000 марта ортади.

Бу еса вакуум тизилмалари, амалда бутунлай герметик ва газ ўтказмайдиган бўлиши лозимлигини кўрсатади. Герметикликка бундай талаб вакуум тизилмасидаги барча деталлар ва бўғинларнинг бирикмаларига катта еътибор беришни талаб қилади. Шунини қайд қилиш лозимки, юқори вакуум техникасида бирикмаларни йелимлаш, ранглаш, мойлаш умуман ман қилинади.

Юқори вакуум тизилмаларида герметизасиялаш учун фақат пайвандлашдан, кавшарлашдан, ажраладиган бирикмаларда еса махсус материал ёки металлдан тайёрланган еластик жипслаштиргичлардан фойдаланиш мумкин.

9.2. Сизиб ўтишни миқдорий баҳолаш

Вакуум тизилмасининг сифатини нафақат, герметиклиги, нафақат ташқаридан ичкарига газ сизиб ўтиши белгилайди. Ҳар қандай конструкцион материал, ҳоҳ у металл, шиша, пластмасса ёки керамика бўлсин маълум шароитларда газ манбаси бўлиб хизмат қилиши мумкин.

Металлни ишлаб чиқаришда газ унда ериган ёки ундаги нометалл киришмаларда бўлиши мумкин. Ҳар қандай вакуум тизилмасининг сирти юпқа плёнка шаклида сорбцияланган газ билан қопланган бўлади. Кўз илғамайдиган намликнинг қолдиқлари ҳам, асосан вакуумда қиздирилганда аста-секин газга айланади. У ҳам тизилманинг барча сиртида бор. Бундан ташқари, ҳар қандай жуда кичик тирқишларда, тозалангандан кейин ҳам, қандайдир миқдорда ифлосликлар, чанг, ёғ йиғилиб қолиб, вакуум ҳосил қилинганда газ манбасига айланади.

Масалан, тозалангандан кейин сўриб олинаётган ҳажмдаги бирикмаларнинг тирқишларида 1г миқдордаги сув қолиб кетган бўлса, вакуум олишда у сув буғига айланади. Бу сув буғи 20°C ҳароратда ва атмосфера босимида 125 литр ҳажмни егаллагарди Агар бу буғ бирданига ажралиб чиққанида еди, унинг асосий қисми форвакуум насоси орқали сўриб ташланиб, юқори вакуум насосига унчалик катта юклама тушмасди. Аммо, бундай тирқишлардаги газ ҳосил қилувчи модда, жуда секин газсимон ҳолатга ўтади ва бу жараён, асосан юқори вакуумда юз беради. Шу сабабли 1 г буғ $1 \cdot 10^{-5}$ мм. сим. уст. босимида, энди $V=1,25 \cdot 760 \cdot 10^5=95000000$ литр ҳажмни егаллайди. Сўриб олиш тезлиги 500 л/с бўлган юқори вакуум насоси ҳам 10^{-6} мм. сим. уст. босимига еришиш учун бир неча ўн соатлаб ишлаши лозим бўлади.

Юқорида айтиб ўтилганлардан, вакуум техникасида конструкцион материаллар қанчалик тўғри танланганлиги, технологиянинг ўзига хос талабларига риоя қилиш ва вакуум гигиенасининг юқори даражаси, яъни тайёрлаш, йиғиш, эксплуатация қилиш жараёнларидаги тозаллик қанчалик аҳамият касб етиши яққол намаён бўлади.

9.3 Сизиб ўтишни қидириш усуллари.

Ҳар қандай вакуум тизилмасини ёки асбобини тайёрлаш жараёнида, унинг алоҳида ўзелларини, кейин еса бутун вакуум тизилмасини вакуумга герметиклигини текшириш мажбурий операсия ҳисобланади. Сизмаларни излаш методлари жуда кўп. Биз улардан фақат йетарли даражада универсал ва зарур бўлган сезгирлик даражасига ега бўлганларинигина кўриб чиқамиз.

Бу методлар қуйидагилар:

- а) қўпол сизмаларни аниқлашда қўлланиладиган пресслаш методи.
- б) галлоид сизма қидиргич билан синаш методи.
- в) масс-спектрометрик сизма қидиргич билан синаш методи.

а) қўпол сизмаларни аниқлашда қўлланиладиган пресслаш методи

Бу метод қўпол сизмаларни аниқлашда қўлланилиб, сизма сув ичига туширилган детал сиртида сезиларли пуфакчалар пайдо бўлишига олиб келадиган ўлчамларда бўлгандагина қўлланилади. Пресслаш методи қуйидагидан иборат: бир кириш тешигидан ташқари, герметик берк детал ёки асбобга шу тешик орқали ҳаво насоси билан 1,5 дан 2 атм гача ҳаво юборилади. Шундан сўнг, детал ўлчамлари кичик бўлса тоза сувли ваннага ботирилади. Акс ҳолда детал ёки асбобнинг барча сирти, бирикмалари совунли еритма сўриб қопланади. Иккала ҳолда ҳам сиртнинг нафақат сизмалари бор жойда, баълким бутун сирт бўйлаб ҳаво пуфакчалари ҳосил бўлади. Вазифа шу кўп сонли пуфакчалар ичидан сизма пайдо қилаётган ўсиб боровчи пуфакчани ажратиб олишдан иборат. Одатда 1,5-2 атм босимдан фойдаланилади, бу еса вакуумдан атмосферага $0,1 \text{ см}^3/\text{соат}$ га яқин ҳаво чиқаётган сизмаларни аниқлаш имконини беради. Агар пресслаш методи билан сизмани аниқлаш имкони бўлмаса сизма қидиргич билан излаш бошланади.

б) Галлоид сизма қидиргич билан синаш методи.

Юқори ҳароратгача қиздирилган ва сиртида галлоид (фтор, хлор, бром, ёд) бўлган платинадан мусбат эмиссия кескин ортади. Галлоид сизма қидиргичнинг ишлаш тарзи шу ходисага асосланган. Галлоид сизма қидиргичнинг асосий элементи, маҳсус тизилмадаги датчик бўлиб, у сизма излагичнинг «пистолетига» жойлаштирилган. (расм 9.1)

Ички электрод 3, ташқи электродга 2 нисбатан $+240 \text{ В}$ кучланишда бўлади. Марказда қиздиргич 4 жойлаштирилган бўлиб, у ички электродни $800-900 \text{ }^\circ\text{C}$ ҳароратгача қиздиради.

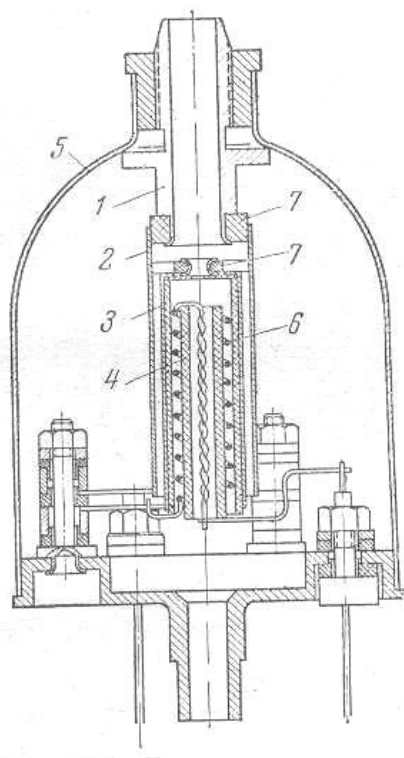
«Пистолет» учидан сўриб олинаётган ҳавони митти вентилятор электродлар орасидан ҳайдайди. Агар тоза ҳаво келаётган бўлса, ички электроддан ташқи электродга суэт мусбат ион токи оқади. Агар галлоид аралашган ҳаво бўлса, датчикнинг ион токи бирданига кескин кучаяди, ва бу ток кучи ташқи асбобда ўлчаниб қайд қилинади ҳамда товуш сигнали берадиган қурилмадан ўзига хос товуш чиқади.

Товуш сигналининг тони ток кучига ва демак, сўрилаётган ҳаводаги галлоиднинг концентрасиясига боғлиқ.

Бу сизма қидиргич билан синашда сўриб олинадиган ҳажм 0,3-6 атм босимигага газ билан тўлдирилади. Одатда, бу газ фреон ($C\Phi_2Cl$) ёки инсон учун зарарли бўлмаган концентрасиядаги галлоидга ега бўлган газдан иборат. Галлоидли сизма қидиргичлар кўпинча, фреон билан тўлдирилган мўзлатувчи аппаратларларни синашда ҳам қўлланилади.

в) Масс-спектрометрик сизма қидиргич билан синаш методи.

Ишчи газ сифатида гелий хизмат қиладиган, масс-спектрометрик сизма қидиргичлар энг катта сезгирликка ега. Бундай сизма қидиргичлар сўриб



Расм 9.1 Галлоид сизма қидиргичнинг датчиги.

- 1-кириш трубкаси; 2-ташқи электрод; 3-ички электрод;
4-қидиргичнинг корпуси; 5-кожух; 6-қидиргичнинг спирали;
7-изолятор.

олинаётган ҳажмда гелий концентрасиясининг жуда кам ўзгаришини мас-спектрометрик усул билан аниқлаш асосида ишлайди.

Тезкор савол жавоб орқали талабалар билимини фаоллаштириш учун саволлар

1. Газ сизиб ўтиши деганда нимани тушунасиз?
2. Сизмаларни аниқлаш усулларини санаб ўтинг.

3. Масс-спектрометрнинг ишлаш тарзини тушунтириш

Фанидан лаборатория ишларига тайёргарлик ва уларни бажариш бўйича услубий кўрсатмалар

ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 1

Механик насос ёрдамида паст даражали вакуум ҳосил қилиш.

И. Ишдан мақсад: Насоснинг сўриб олиш тезлигини аниқлаш услубини ўрганиш ва механик вакуум насосининг сўриб олиш тезлигини аниқлаш.

ИИ. Ишни бажариш учун керак бўладиган асбоб-ускуна ва қурилмалар:

УВН-75 М ёки ВОУ-1А вакуум қурилмаси, секундомер, линейка.

ИИИ. Умумий маълумотлар

Механик вакуум насослари ҳажмий ишлайдиган насослар турига кириб, ишчи камерасининг ҳажми даврий ўзгариши ҳисобига ишлайди. Механик вакуум насослари поршенли ва айланма болиши мумкин. Поршенли вакуум насослари электровакуум ишлаб чиқариш саноатида қўлланилмайди.

Механик вакуум насослари пластина-роторли, пластина статорли, плунжерли

ва икки роторли бўлиши мумкин. У ёки бу вакуум насоси танланганда, одатда, қуйидаги асосий кўрсаткичлар ҳисобга олинади: бошланғич босим, чегаравий босим, сўриб олиш тезлиги, унумдорлик, вакуум фактор.

Сўриб олиш тезлиги C_n -маълум кириш босимида, бирлик вақтда, насоснинг кириш кесимидан ўтаётган газ ҳажми билан аниқланади. У доимий катталиқ эмас ва одатда кириш босими пасайиши билан камаяди. Аммо, маълум босимлар оралиғида ўзгармай қолиши мумкин. Насоснинг сўриб олиш тезлиги кам ўзгарадиган босимлар оралиғи қанчалик катта бўлса, насоснинг сифати шунчалик яхши ҳисобланади. Насос чегаравий босимга еришганда, сўриб олиш тезлиги нолга тенг бўлади. Ҳар бир насос тури учун, насос сўриб олиш тезлигининг босимга боғлиқлик егрилиги мавжуд.

$$C_n = \phi(P) \quad (1)$$

(1) формула билан насоснинг сўриб олиш тезлиги аниқланганда, ҳавоси сўриб олинаётган идиш чексиз катта ҳажмга ега деб фараз

қилинади. Агар бундай фараз қилинмаса, сўриб олиш тезлигини ўлчаш давомида насос киришидаги босим пасайиб кетади. Амалда насоснинг сўриб олиш тезлигини аниқлаш учун идишга ҳаво сиздирилиб чексиз катта ҳажмли идиш деб қаралади. Бунда юзага келадиган босим мувозанати сиздириш миқдори билан насоснинг сўриб олиш тезлиги орасидаги муносабатга боғлиқ.

Насос билан тўғридан тўғри бириктирилган идишни кўриб чиқайлик. Қандайдир t вақтда V ҳажмли идиш ичидаги газ массаси m ва босими P бўлсин. Кичик Δt вақт давомида бошланғич массали газнинг ҳажми ΔV га ошади. Шу m массали газ энди каттароқ $(V + \Delta V)$ ҳажмни егаллайди. Идиш ичидаги босим ΔP га ўзгариб, $(P + \Delta P)$ га тенг бўлади. Босим ўзгариши манфий эканлигини, яъни пасайишини ёдда тўтиш лозим. Сўриб олиш жараёни ўзгармас температурада амалга ошаётганлигини назарда тўтиб, Бойл-Мариотт қонунига асосан қуйидагини ёзиш мумкин.

$$PV = (P + \Delta P)(V + \Delta V)$$

ёки

$$PV = PV + \Delta PV + P\Delta V + \Delta P\Delta V \quad (2)$$

$\Delta P\Delta V$ кичик даражали тартибдаги кичик миқдор бўйганлиги учун уни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Унда:

$$V\Delta P = P\Delta V$$

Охирги ифоданининг иккала қисмини ҳам Δt га бўламиз ва қуйидаги ифодани ҳосил қиламиз:

$$V\Delta P / \Delta t = P\Delta V / \Delta t \quad (3)$$

$\Delta V / \Delta t$ миқдор насоснинг сўриб олиш тезлиги деб аталади.

$$C = \Delta V / \Delta t = V\Delta P / P\Delta t \quad (4)$$

У берилган P босимда, бирлик вақтда насос орқали чиқариб юборилган газ ҳажмини кўрсатади.

ИВ. Ишни бажариш тартиби

УВН-75М (ёки ВОУ-1А) қурилмасини тармоққа қўшинг. ВИТ-2 (ёки ВИТ-3) вакуумметрнинг термोजуфтликли қисмидаги СЕТ ва ВКЛ улагичларини юқориги ҳолатга ўтказинг (ёқинг);

3. Вакуумметрнинг пастки шкаласида манометрик айлантиргичнинг ишчи токини «ток нагревателя» резистори дастасини бураб ўрнатинг. Манометрик айлантиргич ишчи токининг қиймати ўқитувчи томонидан берилади;

4. «Измерение»- «ток нагревателя» улагични «измерение» ҳолатига ўтказинг;

5. Бир вақтда форвакуум насосини ва секундомерни ишга туширинг. Форвакуум насоси қурилмани бошқариш блогидаги мос тугмача орқали ишга туширилади;

6. 2-3 минутдан сўнг, термोजуфтликли вакуумметрнинг стрелкали милливольтметри кўрсатишини (асбобнинг юқори шкаласидан) ёзиб олинг. Ўлчашларни ҳар 2-3 минут оралигида такрорлаб, сўриб

олинаётган ҳажмдаги босим ўзгармай қолгунча давом еттиринг. Асбобнинг стрелкаси ҳаракатланмай қолганлиги сўриб олинаётган ҳажмдаги босим ўзгармай қолганлигидан далолат беради;

7. Форвакуум насосини ўчириг, қурилмани тармоқдан ўзинг;

Милливольтларда олинган натижаларни иловада келтирилган градуировка егрилигидан фойдаланиб, босим бирлигига (мм.сим.уст.) ўтказинг. Босим бирлигидаги натижалар ва уларга мос келувчи кузатилган вақтлар асосида $P=f(t)$ эгрилигини чизинг. Бунда х-ўқига кузатиш вақти, й-ўқига эса босимнинг ўнли логарифмлардаги қийматларини қўйинг.

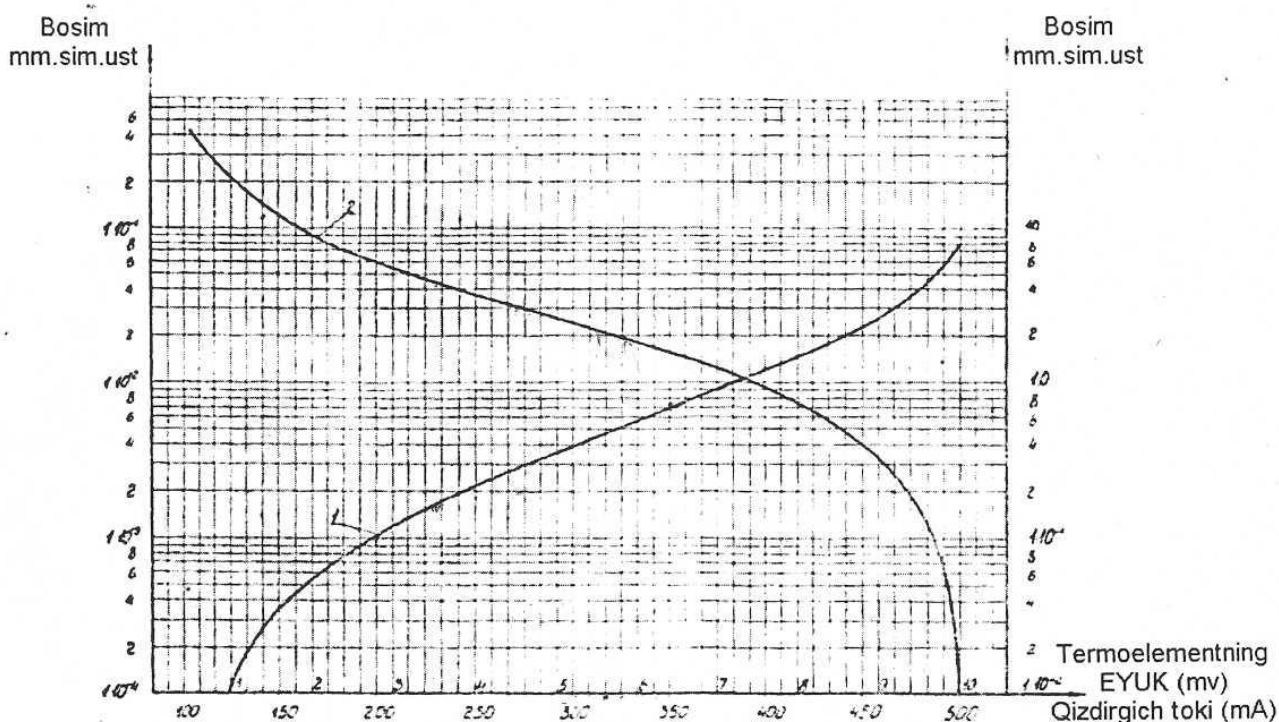
$\Delta P/\Delta t$ миқдорни тўзилган егриликдаги уринманинг тангенци сифатида аниқланг. Бунинг учун егриликнинг бирор нуқтасидан уринма ўтказинг;

Сўриб олинаётган идиш ҳажмини ўлчанг ва (4) -формула ёрдамида насоснинг сўриб олиш тезлигини ҳисобланг;

Бундай ҳисобларни егриликнинг турли 5-6 та нуқтаси учун ҳам бажаринг;

В. Бажарилган иш тўғрисидаги ҳисоботда ишдан мақсад, олинган егриликлар, турли босимлар учун ҳисобланган форвакуум насосининг сўриб олиш тезликлари акс етиши керак.

Градуировка эгрилиги



Назорат саволлари

1. Вакуум насосларининг қандай турлари бор?
2. Насоснинг сўриб олиш тезлиги деганда нимани тушунаси?
3. Вакуум фактор нимани кўрсатади?

ЛАБОРАТОРИЯ иши № 2

Диффузион насос ёрдамида юқори даражали вакуум ҳосил қилиш

И.Ишдан мақсад: талабаларда юқори вакуум олиш ва уни ўлчаш техникаси билан ишлаш кўникмаларини ҳосил қилиш .

III.Керакли жихозлар: Универсал вакуум пости БУП-5

Умумий маълумотлар

БУП-5 қурилмасида буғ пуркаловчи юқори вакуум насоси қўлланилган. БУП-5 универсал вакуум пости электрон микроскоп ва бошқа тадқиқот қурилмалари ёрдамида ўрганиш мақсадида намуналарни тайёрлаш учун мўлжалланган. Қурилма физика, химия, биология, медицина ва фан ҳамда техниканинг бошқа жабҳаларида ҳам қўлланилиши мумкин.

Қурилма атроф-муҳит ҳавосининг ҳарорати 15 °Сдан 25 °С гача ва нисбий намлиги 80% дан юқори бўлган турғун лаборатория шароитида қўлланилишга мўлжалланган. Хонада агрессив буғлар болишига йўл қўйилмаслиги шарт.

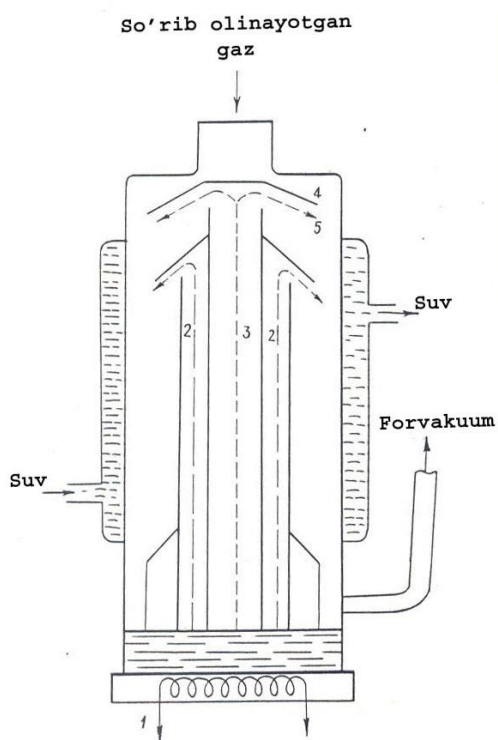
Қурилма битта асосда йиғилган бўлиб (Расм 1), унда объектларни тайёрлаш учун мўлжалланган ишчи камера 1, ишчи ҳажмида талаб қилинган вакуумни олиш учун мўлжалланган вакуум системаси ускуналари ва бошқариш пулти учун мўлжалланган таъминлаш манбалари жойлаштирилган.

Асбоб 2 қисмдан иборат бўлиб, уларнинг бирида комутация учун электромагнит клапанлапи бўлган вакуум системаси, вакуумни назорат қилиш ва вакуум системасини автоматик тарзда бошқаришда фойдаланиладиган ПМТ-4М ва ПМИ-2 айлантиргичлари (манометрлар), пейзоэлектрик вентил ва аргонли баллон жойлаштирилган. Асоснинг иккинчи қисмида ускуналарни таъминлаш блоклари ва буғлатгич қиздиргичларининг трансформаторлари ўрнатилган. Монтаж, профилактик таъмирлаш ишларини бажаришда қулайлик яратиш мақсадида орқа ва ён беркитгичлар олинадиган, олдинги ешик еса икки тарафга очиладиган қилиб ясалган. Асосда ишчи ҳажм 1 ва вакуумни бошқариш пулти ҳамда системадаги вакуум даражасини кўрсатувчи асбоблар жойлаштирилган.Вакуум тизимининг турли қурилмаларини бошқариш учун мўлжалланган пулт эса асоснинг юқори қисмида бурчак остида жойлаштирилганлиги операторнинг ишлаши учун қулайлик яратади. Бошқариш пултлари, таъминлаш манбалари асоснинг икки тарафига жойлаштирилган кабеллар орқали бир-бири билан электрик боғланган.

Объектларни тайёрлаш бўйича операциялар ишчи ҳажмда қолдиқ босим $1,3 \cdot 10^{-2} \div 1,3 \cdot 10^{-4}$ Па бўлганда бажарлади.



Расм 1. ВУП-5 абобининг умумий кўриниши



Расм 2. Юқори вакуумли буғ пуркаловчи

диффузион насоснинг схемаси

1-қиздиргич, 2-3-коаксиал қувурлар, 4-5-конус найлар (сопло)

Буғ пуркаловчи юқори вакуум насосларнинг ишлаш тарзи қуйидагича: насоснинг соплосидан учиб чиқаётган ишчи суйқликнинг буғли оқимдаги парциал босими билан ҳажимдаги сўриб олинаётган газларнинг парциал босимлари орасидаги фарқи эвазига, газларнинг буғ оқимиға

диффузияланиши юз беради. Шунинг учун, копинча бундай насослар диффузион насослар деб аталади. Буғ оқимининг таъсир қилиш доирасига кирган , газ молекулаларига оқим ҳаракати йўналиши бўйлаб қўшимча тезлик узатилади (Расм 2).

Буғ буркаловчи диффузион насос қуйидагича ишлайди. Ишчи суюқлик, ташқи ёки ички қиздиргич орқали қиздирилиб қайнатилади. Ишчи суюқлик қайнаши натижасида ҳосил бўлган буғлар буғузаткич бўйлаб, насоснинг соплоларига келади ва соплолардан товиш тезлигидан ҳам юқори тезликда отилиб чиқади. Буғ оқими насоснинг совуқ деворга урилганда конденсацияланади ва конденсат қайнатгичга оқиб тушади. Буғ пуркаловчи насоснинг чиқишига уланган дастлабки сийраклантриш насоси конденсатдан ажралган газни сўриб олиб буғ оқимининг бутунлигини таминлайди.

Буғ пуркаловчи диффузион насосларда ишчи суюқлик сифатида махсус мойлар ва кам ҳолларда симоб қўлланилади. Симоб, мойлардан фарқли, атмосфера билан қисқа туташганда термотурғун ва қизиб кетганда ҳам парчаланмайди. Хона ҳароратида симобнинг тўйинган буғлари босими ($10 \cdot 10^{-3}$) мм .сим. уст. ташқил етганлиги сабабли, насосдан сўриб олинаётган ҳажмга қараб ҳаракатланаётган симоб буғларининг йўлини тўсиш учун совуқ тўзоқлар қўлланилиши шарт. Симоб буғлари пуркаловчи насосларнинг афзалликларига қарамай , симоб буғлари инсон соғлигига салбий таъсир этганлиги сабабли, улар фақат махсус ҳоллардагина қўлланилади.

Буғ пуркаловчи насосларнинг ишчи суйиқликлари сифатида, кўпинча нефт мойлари ва кремнийли органиқ суйиқликлар қўлланилади. Бундай мойларнинг буғлари симоб буғларидан фарқли инсон соғлиғи учун зарарсиздир.

ИВ. Ишни бажариш тартиби

1. СЕТ тугмачасини босинг . Бунда тугмача ёнидаги индукатор ёниши керак.

2. Вакуум тизимини бошқарадиган ташқи пултнинг ҳолатини текширинг. АВТ тугмачаси босилмаган ҳолатда болиши керак.

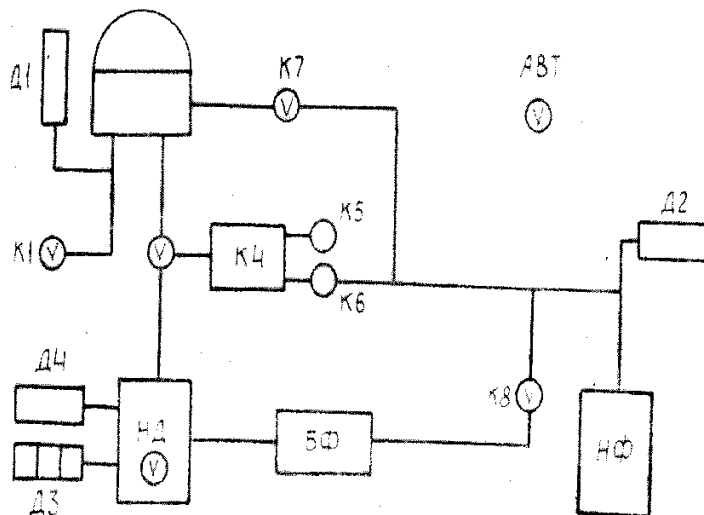
3. АВТ тугмачасини босинг. Ишчи ҳажмдаги қолдиқ газлар босими $1,3 \cdot 10^{-3}$ Па пасаймагунча, қурилмада сўриб олиш жараёни автоматик маромда амалга ошади. Бу жараён ярим соатлар чамаси давом этади.

Қурилмада ҳавони сўриб олишнинг автоматик маромидан ташқари қўл билан бошқариш мароми ҳам кўзда тутилган. Бу маромда ишлаш учун АВТ тугмачаси босилмаган ҳолатда ўтказилади (расм 3) . Қўл билан бошқариш мароми билан ишлаганда, вакуум тизилмасидаги босимни назорат қилиб бориш мумкин.

Қолдиқ газлар босимини назорат қилиш учун, бошқариш блогидаги ПМТ-4М тугмаси босилади ва кўрсатилган манометрнинг ишчи токи ўрнатилади. Шундан сўнг ФВ тугмачаси босилади.

Қолдиқ газ босимини Д1,Д2,Д4 датчиклар ёрдамида назорат қилиб

боринг. Диффўзион насосни совўтиш учун сув юбориш канали жўмрагини очинг. Диффўзион насосни уланг. Бунинг учун БФ ва НД тугмаларини босинг. Диффўзион насосдаги вакуумни Д3 датчиги ёрдамида текширинг. Вакуум, диффўзион насос улангандан кейин 1,5 соатдан сўнг текширилади.



Расм -3. ВУП-5 асбобининг вакуум тизилмаси схемаси

4. Қурилмани ўчириш:

а) НД тугмачасини босилмаган ҳолатга ўтказинг, диффўзион насос ўчади.

б) 25-30 минутлардан сўнг, форнасосни (механик вакуум насосини) ўчиринг. Бунинг уснун ФН тугмачасини босилмаган ҳолатга ўтказиш керак.

Диффўзион ва форвакуум насосларининг ўчганлигидан, мос тугмачалар устида жойлашган ёруғлик индикаторларининг ўчиши далолат беради.

В. Иш тўғрисидаги ҳисоботда ишдан мақсад, ВУП-5 асбобининг вакуум тизилмаси схемаси,

ВУП-5 асбобида автоматик усулда вакуум ҳосил қилиш тартиби ёритилган бўлиши керак.

Назорат саволлари

1. Електрон ионизацияли манометрнинг ишлаш тарзи қандай физикавий ҳодиса ёки жараёнга асосланган?

2. Нима учун диффўзион насос сув билан совутилади?

3. Диффўзион насоснинг бошланғич босими нимага тенг?

4. ВУП-5 қурилмасида, нима учун вакуум ҳосил қилишнинг қўлда бошқариладиган мароми кўзда тутилган?

Адабиётлар

1. Королев Б.И «Основы вакуумной техники» М. «Энергия», 1984г.

2. Пипко А.И., Плисковский В.Я. Конструирование и расчет вакуумных систем. из-во М. «Энергия». 1970г.

3. Ахроров С.Қ. Вакуум техникаси, электрон қўлланма, СамДУ, 2005й.

4. <http://www.вакуум.ру/>

ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ № 3

Босимни ўлчаш ва вакуумметрни органиш

И. Ишдан мақсад. Терможуфтликли вакуумметр ёрдамида паст вакуумларни оичаш услубини ўрганиш. Терможуфтликли манометрик айлантиргичнинг (датчикнинг) ишчи токини аниқлаш.

III. Ишни бажариш учун зарур бўладиган асбоб ускуналар: ВИТ-2 ёки

ВИТ-3 вакуумметри, $10^{-4} \div 10^{-5}$ мм. сим. уст. босимигача ҳавоси сўриб олинган берк ПМТ-2 датчиги, трубкаси очик ПМТ-2 датчиги.

Умумий маълумотлар

Иссиқлик электрик вакуумметрларининг ишлаш тарзи газнинг иссиқлик олказувчанлиги босимга боғлиқлигига асосланган. Улар босимни билвосита ўлчаш асбобларига киради. Паст босимларда, газ оқими молекуляр маромда бўлганда, газнинг иссиқлик отказувчанлиги заррачаларнинг зичлиги билан белгиланади, яни у босимга пропорционал. Қовушоқ маромда, молекулаларнинг ўртача еркин чопиш масофаси, қиздирилган жисм билан датчик оралиғидаги масофадан анча кичик бўлганда, газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги босимга боғлиқ эмас. Ўтиш маромида еса иссиқлик узатилиши, босим ортиши билан, доимий қийматга эришгунча ошади. Амалда газ иссиқлик ўтказувчанлигининг босимга боғлиқлиги, газ молекуласининг еркин чопиш узунлиги, қиздирилган сим радиусидан катта бўлгандагина о ринли боиади. Енергиянинг мувозанати қуйидаги тенглама орқали ифодаланиши мумкин.

$$I^2 P_0 (1 + \alpha \Delta T) = c P \Delta T + b \Delta T + \delta (T^4 - T_0^4) \quad (1)$$

Бу йерда: I -датчикнинг сими орқали ўтаётган ток; P_0 -атроф-муҳит ҳароратидаги датчик симининг қаршилиги; α -сим материалининг температуравий қаршилик коэффисийенти;

T -сим ҳарорати; T_0 -девор (хона) ҳарорати ;

$$\Delta T = T - T_0$$

c, δ, b -пропорционаллик коэффисийентлари;

P босимни (1) тенгламадан топиш мумкин;

$$P = \frac{I^2 R(1 + \alpha \Delta T) - \epsilon \Delta T - \delta(T^4 - T_0^4)}{c \Delta T} \quad (2)$$

Бу тенглама датчикнинг даражалаш егрилигини ифодалайди, чунончи босимнинг ўзгариши ҳақида T ва T_0 ҳароратлар ўзгармас бўлганда, қиздиргич токининг ўзгариши билан ҳам, қиздиргич токи ўзгармас бўлганда, сим ҳароратининг T ўзгариши бўйича ҳам хулоса қилиш мумкин. Қаршиликли манометрик датчик, баъзида Пирани датчиги деб ҳам аталади. Терможуфтликли вакуумметрлар қиздиргич токининг ўзгармас маромида ёки қиздиргич ҳароратининг ўзгармас маромида ишлайди. Биринчи ҳолда босим ўзгариши натижасида қиздиргич ҳарорати ўзгаради ва демак, иссиқлик ЕЙУК ҳам ўзгаради. Иссиқлик ЕЮК миқдори бўйича еса, босим баҳоланади. Терможуфтликли датчиклар ёрдамида босимни ўлчаш аниқлиги қиздиргич токини тўғри танлаб олинишига боғлиқ. Иккинчи ҳолда еса симнинг ҳарорати ўзгармас қилиб сақланади. Босим ўлчови сифатида қиздиргич токининг қиймати ҳисобланади.

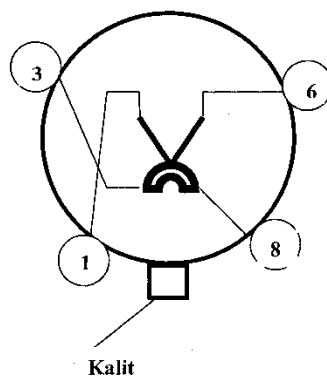
Иссиқлик-електрли вакуумметрларнинг датчикларига атмосфера ҳавоси таъсир етмайди ва улар амалда, чексиз хизмат қилиш муддатига ега. Уларнинг камчилигига нисбий инерсионлигини, яъни босим кескин ўзгарганда, вақт бўйича натижа олиш орқада қолишини киритиш мумкин.

Иссиқлик электрик вакуумметрининг датчиги оддий шиша ёки металл трубкадан иборат бўлиб, марказидан қиздириладиган сим ўтказилган. (Пирани датчиги). Симга узатилаётган электр энергияси газни қиздиришга, нурланишга ва электр киритгичлар орқали иссиқлик олиб кетилишига сарф бўлади. Агар датчикда қиздиргич симдан оқаётган ток доимий қилиб ўрнатилса, унда датчик терможуфтлигининг электр юритувчи кучи, терможуфтлик атрофидаги газ босими билан белгиланади, чунки қиздиргич температураси газнинг иссиқлик ўтказувчанлигига боғлиқ. Босим пасайганда газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги камаяди ва шу сабабли қиздиргичнинг температураси ошади. Бу ҳолда терможуфтликли датчикнинг электр юритувчи кучи ҳам ортади. Иссиқлик электр юритувчи кучнинг босимга маълум болган боғлиқлиги орқали текширилаётган системадаги босим аниқланади. Терможуфтликли датчик билан босим олчангандаги аниқлик, ПМТ-2 датчиги қиздиргичининг токи қанчалик тўғри ўрнатилганлиги билан белгиланади. ПМТ-2 датчиги қиздиргичининг токини янги берк датчик очилмасдан туриб аниқлаш мумкин, чунки берк манометрдаги босим 10^{-4} мм. сим. уст.дан паст. Бундай босимда, газ орқали иссиқлик узатилиши ҳисобга олмас даражада кам ва узатилаётган барча қувват нурланишга (63%) ва электр киритгичлар орқали (37%) иссиқлик олиб кетилишига сарф бўлади. Қиздиргич токи шундай танланадики, милливольтметр стрелкаси шкаланинг 100-бўлинмасига тўғри келсин, бунда миллиамперметрни кўрсатиши ("ток

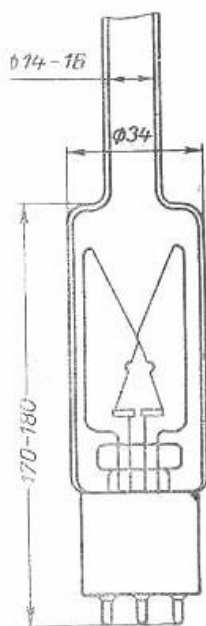
накала" шкаласи) қиздиргичнинг ишчи токига тўғри келади. Турли датчикларнинг ишчи токи 90-150 мА оралиқда ётади. ПМТ-2 ёки ПМТ-4М датчиклари билан ишлаганда, вакуумметрнинг ўлчаш блокига илова қилинган градиуровка егриликларидан фойдаланиш керак, шунинг учун стрелкали ўлчаш асбобининг шкаласи 0 дан 100 гача бўлакларга бўлинган.

ПМТ-2 манометрик датчиги билан 1 мм сим.уст босимдан юқори босимларни ўлчаш чегараланган, чунки босим ошиши билан интенсив иссиқлик олиб кетилиши ошиши сабабки қиздиргич температураси пасаяди ва бу маромда датчикнинг сезгирлиги етарли бўлмай қолади. 0,1÷1,0 мм сим. уст. кўлами учун датчикнинг ишчи токи шундай танланадики, бунда атмосфера босимида термодуфтликнинг е.ю.к. 1,2 мВ тенг бўлсин (вакуумметрнинг стрелкали ўлчаш асбоби шкаласидаги қизил белги). Бу ҳолда "ток накала" ҳолатидаги асбобнинг кўрсатиши датчикнинг ишчи токига тўғри келади.

Термодуфтликли датчикнинг умумий схемаси 2- расмда келтирилган. Датчик қолбасида қиздиргич ўрнатилган бўлиб, унинг марказига хромел-копел термодуфтлиги уланган. Датчик 163мм бўлган штенгелга ега бўлиб, у орқали датчик вакуум системасига уланади. Датчикларнинг ишчи ҳолати-вертикал. Датчиклар ВИТ-2, ВИТ-3 вакуумметрлари билан қиздиргич токи доимий маромда ишлайди. Термодуфтликли датчикда ҳосил бўлаётган электр юритувчи куч қиздиргичнинг температурасига боғлиқ.



1-расм. 1-термодуфтнинг мусбат учи. (хромел); 3-қиздиргич, 6-термодуфтнинг манфий учи (копел); 8 – қиздиргичнинг иккинчи учи.



2-расм. Терможуфтликли манометрик датчикнинг схемаси

Ишни бажариш тартиби

1. ВИТ-2 ёки ВИТ-3 вакуумметрни терможуфтликли қисмининг бошқариш органларини бошланғич вазиятга ўрнатиш: СЕТ, ВКЛ улагичлари пастки ҳолатда; ИЗМЕРЕНИЕ-ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ улагичи ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ ҳолатида; ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ резисторнинг дастаси чап томондаги бошланғич ҳолатда.

2. Кабел ёрдамида берк ПМТ-2 датчикни ВИТ-2 (ВИТ-3) вакуумметрнинг ўлчаш блокига уланг;

3. Вакуумметрни таъминлаш шнури орқали (220В, 50Гц) тармоққа уланг ва СЕТ ҳамда вакуумметрнинг терможуфтликли қисмидаги ВКЛ улагичларини ёқориғи ҳолатга ўтказинг, бунда СЕТ индикатор лампаси ёниши керак. Асбобни 30 мин давомида қиздириш;

4. ИЗМЕРЕНИЕ -ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ улагичини ИЗМЕРЕНИЕ, ҳолатига ўтказинг ва ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ резистори дастасини буриб, олчаш асбобининг стрелкасини шкаланинг охирига(100) келтиринг;

5. ИЗМЕРЕНИЕ-ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ улагични ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ ҳолатига ўтказинг ва ўлчаш асбобининг пастки шкаласидан стрелка кўрсатаётган токни - текширилаётган датчикнинг ишчи токни -миллиамперларда ёзиб олинг;

6. СЕТ ва ВКЛ улагичларини пастки ҳолатга ўтказинг. Асбоб ўчади. Ўлчаш блокдан манометрик айлантиргични ажратиб олинг;

7. Кабел билан очиқ ПМТ-2 датчигини ВТ-2 вакуумметрнинг ўлчаш блокига уланг;

8. СЕТ, ВКЛ улагичларини юқориғи ҳолатга ўтказинг.

9. ИЗМЕРЕНИЕ -ТОК НАКАЛА улагичини ИЗМЕРЕНИЕ ҳолатига

ўтказинг ва ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ резистори дастасини буриб асбоб стрелкасини 1.2 мВ шкалага келтиринг (вакуумметр ўлсхаш асбоби шкаласидаги қизил белги).

10. ИЗМЕРЕНИЕ - ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ улагичинни ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ ҳолатига отказинг ва пастки шкаладан датчик қиздиргичининг ишчи токини миллиамперларда ёзиб олинг. Бу ток датчикнинг $0,1 \div 1$ мм. сим.уст кўламидаги ишчи токидир;

11. СЕТ ва ВКЛ улагичларини ўчиринг, манометрик датчикни ўлсхаш блокидан ажратинг.

В. Иш тўғрисидаги ҳисоботда ишдан мақсад, ВИТ-2 (ВИТ-3) вакуумметри терможуфтликли қисмининг ишлаш тарзи, вакуумни олсхаш услуби ва датчикларнинг аниқланган ишчи токлари бўлиши керак.

Назорат саволлари

1. Терможуфтликли вакуумметрларнинг камчиликларини санаб ўтинг.
2. Қайси маромда газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги босимга боғлиқ бўлмайди?
3. Нима учун $1 \cdot 10^{-3}$ мм сим.уст. босимдан паст босимларни иссиқлик электр вакуумметрлари билан ўлчашда хатолик катта бўлади?

Адабиётлар

1. Королев Б.И «Основы вакуумной техники» М. «Энергия», 1984г.
2. Пипко А.И., Плисковский В.Я. Конструирование и расчет вакуумных систем. из-во М. «Энергия». 1970г.
3. Ахроров С.Қ. Вакуум техникаси, электрон қўлланма, СамДУ, 2005й.
4. [хтгп://www.вакуум.ру/](http://www.вакуум.ру/)

ЛАБОРАТОРИЯ иши № 4.

Терможуфтликли ионизацияли манометр

Ишдан мақсад: Юқори вакуумни ўлчаш услубини ўрганиш, ионизацион манометрнинг доимийсини аниқлаш.

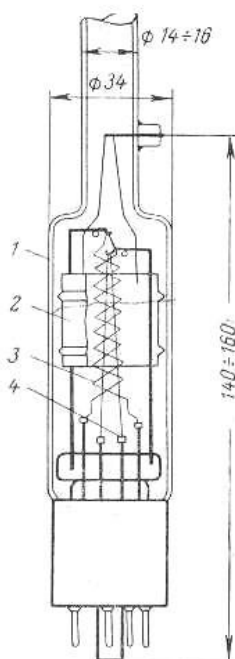
Ишни бажариш учун керакли асбоб-ускуналар: ВИТ-2 ёки ВИТ-3 вакуумметри, ПМИ-2 айлантиргичлар

Умумий маълумотлар

ПМИ-2 электрон ионизацион манометрик датчигининг тўзилиши 1-расмда келтирилган. Датчикнинг шиша балонида (1) уч ь электродли система жойлаштирилган бўлиб, у ионлар қоллектори (2), анод тўри (3) ва бевосита катод (4) дан иборат. Анод тўрига катодга нисбатан $+200$ В, цилиндрик ионлар қоллекторига еса -50 В кучланиш берилади. Анод тўри диаметри 0,2 мм бўлган вольфрам симдан бифиляр спирал шаклида ясалган. Газсизлантириш мақсадида датчик қиздирилганда спиралдан 3 А ток оқиб ўтади. Қизиган волфрам катод ўзидан термоэлектронлар чиқаради ва улар анод томонга қараб ҳаракатланади. Электронларнинг бир

қисми анод тўридан ўтиб, анод ва қоллектор оралигидаги фазога келади. Қоллектор катодга нисбатан манфий потенциалга ега боиганлиги сабабли, электронлар қоллекторга туша олмайди. Нол потенциалли фазонинг нуктасида электронлар ҳаракати тўхтади ва тескари тарафга, мусбат зарядланган ионлар еса, тўр томонга қараб ҳаракатланади.

Натижада, анод тўри атрофида електронлар бир неча бор йўналишини ўзгартириб анодга тушгунча ўртача 5 марта тебранади. Електронлар газ молекулалари билан тўқнашганда уларни ионлаштиради. Ҳосил бўлган мусбат ионлар манфий потенциалли қоллекторда йиғилиб, унинг занжирида мусбат ион токини ҳосил қилади



1-Расм. Электронли ионизацион манометрик датчик.

Ион токи I_u електрон токига I_e ва босимга пропорционал бўлгани учун қуйидагини ёзиш мумкин.

$$I_u = c I_e p$$

Бунда c - сезгирлик.

Ион токининг босимга бог лиқлигини тўғридан тўри аниқлаш учун датчикнинг электрон токи ўзгармас қилиб ўрнатилади.

Унда

$$I_u = k p$$

Бунда $k = c I_e$ бирлик босимли газдаги ион токини характерлайди. к-катталиқ баъзида "ток сезгирлиги" ёки "датчик доимийси" деб аталади.

ПМИ-2 ионизацион датчиги ВИТ-1А, ВИТ-2, ВИТ-3 вакуметрлари билан биргаликда ишлашди ва $0,13 \text{ Па}$ ($1 \cdot 10^{-3} \text{ мм. сим. уст.}$) дан $0,13 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$ ($1 \cdot 10^{-7} \text{ мм. сим. уст.}$) кўламидаги босимни ўлчаш учун мўлжалланган.

Емиссия токи $I_e = 5 \text{ мА}$ бўлганда датчик доимийси:

$$\kappa = (1,16 \pm 0,23) \cdot 10^3 \text{ Па/А};$$

$$\kappa = (8 \pm 1,7) \text{ мм.сим.уст/А}.$$

$I_e = 0,5 \text{ мА}$ бўлганда:

$$\kappa = (11,6 \pm 2,3) \cdot 10^3 \text{ Па/А};$$

$$\kappa = (87 \pm 17) \text{ мм.сим.уст/А}.$$

Ўлчанаётган босим қуйидаги формула ёрдамида аниқланади.

$$p = \kappa I_u$$

бу ерда I_u - ўлчанаётган ион токи, A

Ишни бажариш тартиби:

- 1) ПМИ-2 датчигини ўлчаш блогига кабел билан уланг.
 - 2) Ўлчаш блогининг бошқариш органлари қуйидаги бошланғич ҳолатда бўлиш керак:
 - "Сет", "Накал" ва "Вкл" - пастки ҳолатда;
 - "Множител шкалиИ" алмашма улагичи "установка нуля" ҳолатида;
 - "Род работиъ " "Установка эмиссии" ҳолатида;
 - "Установка эмиссии" ростлагич дастаси чап тарафдаги енг четки ҳолатда.
 - 3) "Сет" ва "Накал" улагичларини юқориги ҳолатга ўтказинг, бунда "Сет" индикатор лампаси ёнади.
 - 4) 5-10 мин дан сўнг "Род работиъ" алмашма улагични "измерение" ҳолатига ўтказинг ва "Установка нуля" дастаси билан стрелкали ўлчаш асбобининг стрелкасини нолга тўғирланг.
 - 5) "Установка эмиссии" дастаси ёрдамида стрелкали ўлчаш асбобидаги стрелкани 0,5 мА (50 болим)га келтириш орқали, катоднинг эмиссия токини ўрнатинг;
 - 6) "Род работиъ" алмашма улагични "Прогрев" ҳолатига ўтказиш орқали ионизацион манометрни 10-15 мин давомида қиздириш;
 - 7) "Род работиъ" алмашма улагични "Обезгаживание" ҳолатига ўтказиш орқали 15-20 мин. давомида датчикни газсизлантиринг;
 - Юқорида келтирилган операцияларни амалга ошириб бўлгандан кейин, асбобни 30 мин давомида қиздириш;
 - Асбобнинг ноли ва катоднинг эмиссия токини қайтадан ўрнатинг ва босимни ўлчашга ўтинг;
 - 8) "Множител шкали" алмашма улагични шундай ҳолатга ўрнатингки, бунда стрелкали ўлчаш асбобида қайд қилинаётган датчикнинг ион токи асбоб чегарасида ҳамда қайд қилиш учун ўнғай бўлсин.
- Ион токининг қиймати стрелкали ўлчаш асбобида қайд қилинган натижани "Множител шкали" алмашма улагичи ўрнатилган кўпайтирувчисига кўпайтмасига тенг.

Масалан:

Асбобда қайд қилинган қиймат 25 бўлим бўлиб, "Множител шкали" алмашма улагичи " 10^{-3} " ҳолатда бўлса, унда ион токи $2,5 \cdot 10^{-2}$ мкА болади. Бу ион токига мос келувчи системадаги босим қуйидаги формуладан аниқланади.

$$P = \kappa I_u$$

бу ерда

P - босим, мм сим.уст.

I_u - датчикнинг ион токи, А

κ - датчик доимийси, мм .сим.уст. /А

9) Датчикдаги босим $1 \cdot 10^{-5}$ мм сим.уст. тенг еканлигини ҳисобга олиб, манометрнинг доимийсини қуйидаги формула бўйича аниқланг:

$$K = P / I_u, \text{ мм.сим.уст./А}$$

Иш ҳақида ҳисобот

Ҳисоботда бажариладиган ишдан мақсад, ВИТ-2 вакуумметрининг ишлаш тарзи, босимни ўлчаш методикаси ва олинган натижалар келтирилади.

Назорат саволлари

1. Нима учун электрон ионизацион манометрик датчигининг қоллекторига катодга нисбатан манфий потенциал берилади?
2. Ионизацион манометрик датчигининг доимийсини нега аниқланади?
3. Нима учун датчикнинг аноди биффиляр спираль кўринишида тайёрланган?

Адабиётлар

1. Королев Б.И «Основы вакуумной техники» М. «Энергия», 1984г.
2. Пипко А.И., Плисковский В.Я. Конструирование и расчет вакуумных систем. из-во М. «Энергия». 1970г.
3. Ахроров С.Қ. Вакуум техникаси, электрон қўлланма, СамДУ, 2005й.
4. [хтп://www.вакуум.ру/](http://www.вакуум.ру/)

Насослар

1. У ёки бу вакуум насоси танланганда қайси асосий параметрлари ҳисобга олиниши керак? Тўлиқ жавобни кўрсатинг.

- А. Бошланқич босим, максимал чиқиш босими, чегаравий босим, сўриб олиш тезлиги, унумдорлик, вакуум-фактор ҳамда иқтисодий факторлар.
- В. Сўриб олиш тезлиги, вакуум-фактор, унумдорлик, насоснинг ўлчамлари ҳамда иқтисодий факторлар.

С. Бошланқъич босим, сўриб олиш тезлиги, вакуум-фактор, насоснинг ўлчамлари ҳамда иқтисодий факторлар, қолдиқ босим.

Д. Бошланқъич босим, сўриб олиш тезлиги, вакуум-фактор

2. Насоснинг бошланқъич босими деганда нима тушинилади?

А. Вакуум насоси ишлай бошлайдиган босим.

В. Вакуум насоси ишлашни тўхтатадиган босим.

С. Насоснинг кириш патрубкеси берк бўлганда насосда еришиладиган босим.

Д. Насос сўриб олган ҳажмдаги қолдиқ босим.

3. Ион насосларининг ишлаш тарзи нимага асосланган ?

А. Ионлашган газнинг электр майдонида ҳаракатланиши ҳисобига сўриб олиш амалга оширишга.

В. Баъзи моддалар газ ва буқъларни ютиш қобилятига ега эканлигига.

С. Ишчи суюқлик оқими газни егаллаш ҳисобига сўриб олиш амалга ошадиган.

Д. Сўриб олинаётган газ ва буқъларнинг паст температураларда конденсацияланиши ҳисобига.

4. Насоснинг сўриб олиш тезлиги деганда нима тушунилади?

А. Бирлик вақтда, маълум кириш босимида насоснинг кириш патрубкеси кесимидан ўтаётган газ ҳажми

В. Бирлик вақтда, маълум кириш босимида насоснинг чиқиш патрубкеси кесимидан ўтаётган газ ҳажми орқали

С. Бирлик вақтида насоснинг кириш патрубкеси кесимидан ўтаётган газ ҳажми

Д. Бирлик вақтида насоснинг чиқиш патрубкеси кесимидан ўтаётган газ ҳажми

5. Насос чегаравий босимга еришганда унинг унумдорлиги нимага тенг бўлади?

А. Унумдорлик нолга тенг бўлади.

В. Унумдорлик ўзгармайди

С. Насоснинг унумдорлиги максимал бўлади.

Д. Унумдорлик ўзгармас катталик, шунинг учун у бошланқъич қийматга тенг бўлади.

6. Вакуум-факторини ифодалайдиган нисбатни кўрсатинг ? S_x ва $S_{наз}$ мос равишда насоснинг реал сўриб олиш тезлиги ва унинг назарий мумкин бўлган катта сўриб олиш тезлиги.

А. $x_0 = \frac{S_n}{S_{наз}}$;

В. $x_0 = \frac{Q_n}{P_b}$;бу ерда K_n -унумдорлик, P_b насос киришидаги босим.

С. $x_0 = \frac{Q_n}{S_n}$;бу ерда C_n -насоснинг сўриб олиш тезлиги .

$x_0 = \frac{S_{наз}}{S_n}$; $C_{наз}$ -насоснинг мумкин бўлган енг катта назарий сўриб

олиш тезлиги .

7. Молекуляр насосларнинг ишлаш тарзи нимага асосланган?

- А. Сийраклаштирилган газ молекулаларига тез ҳаракатланаётган сирт орқали йўналтирилган тезлик узатишга
- В. Газ молекулаларига тез ҳаракатланаётган сирт орқали йўналтирилган тезлик беришга.
- С. Газ молекулаларини ионлаштириб, тез ҳаракатланаётган сирт орқали уларга йўналтирилган тезлик беришга
- Д. Газ молекулаларини олдин сийраклаштириб кейин ионлаштириб, ионларга тез ҳаракатланаётган сирт орқали йўналтирилган тезлик беришга

8. Адсорбсион насосларнинг ишлаш тарзи нимага асосланган?

- А. Асосан физикавий адсорбсия ҳисобига ,олдиндан газсизлаштирилган қаттиқ ковак моддаларнинг газ ва буқъларни ютишига.
- В. Асосан физикавий адсорбсия ҳисобига ковак моддаларнинг газ ва буқъларни ютишига.
- С. Асосан физикавий абсорбсия ҳисобига ковак моддаларнинг газ ва буқъларини ютишига.
- Д. Асосан хемосорбсия ҳисобига қаттиқ ковак моддаларнинг газ ва буқъларни ютишига.

9. Електроразряд магнит насосларида фаол пленка олиш учун қандай физикавий ҳодисадан фойдаланилади.

- А. Катод чангиши.
- В. Буқъланиш
- С. Электронлар ёрдамида титан буқъланиши.
- Д. Електр разрядида электронлар оқими ҳисобига титан буқъланиши.

10. Геттер насосларида, газ ютгич буқълантирилганда, газлар қандай ҳодисалар ҳисобига ютилади?

- А. Физикавий адсорбсия, хемосорбсия, химиявий реаксиялар, газларнинг қаттиқ жисмда ериши ҳамда газларнинг ионлашиши.
- В. Абсорбсия, хемосорбсия.

С. Физикавий адсорбсия, абсорбсия, хемсорбсия химиявий реаксиялар, газларнинг қаттиқ жисмларда ериши.

Д. Физикавий адсорбсия, абсорбсия, хемосорбсия

11. Криоген насосларда асосан қайси суюқ газлар ишлатилади?

А. Водород, гелий

В. Водород, гелий, азот

С. Водород, гелий, азот, кислород

Д. Водород, азот, кислород

12. Механик вакуум насосларининг қандай турлари бор?

А. Айланма ва поршенли.

В. Айланма сув, ежекторли, айланма

С. Айланма, букъ-мой

Д. Сув пуркаловчи, букъ-мой, айланма ва поршенли

13. Насоснинг унумдорлиги кириш босимига боқълиқми?

А. Боқълиқ

В. Боқълиқ эмас.

С. Сўриб олиш босимида боқълиқ, кейин боқълиқ эмас.

Д. Жуда кичик даражада боқълиқ, шунинг учун ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

14. Нима учун икки роторли вакуум насоси ишлаб кетиши учун дастлабки сийраклаштириш талаб қилинади?

А. Ротор ва корпуснинг ички девори орасида тирқиш бўлиб у мой билан тўлмаган бўлади. Катта босимларда бу тирқиш сўриб олиш ва чиқариб юбориш оралиқларини ишончли ажратишни таъминлай олмайди.

В. Насосга мой қуйилмайди, шунинг учун у атмосфера босимли ҳавони тортиб олаолмайди

С. Роторлар орасида тирқиш бўлиб, у мой билан тўлмаган бўлади. Катта босимларда бу тирқиш сўриб олиш ва чиқариб юбориш оралиқларини ишончли ажратишни таъминлай олмайди.

Д. Бу насослар учун дастлабки сийраклаштириш талаб қилинмайди

15. Эжектор насосларида ишчи модда сифатида қандай моддалар ишлатилади?

А. Газ ва букъ

В. Газ ва мой

С. Газ, мой, букъ

Д. Букъ, мой

16. Ишлаш тарзи чангитилган металл газларни сўришига асосланган насослар, тўзилишига қараб қандай насосларга бўлинади?

- A. Геттер, сорбсион ёки букълантиргичли.
- B. Адсорбсион, сорбсион
- C. Сорбсион, молекуляр
- D. Геттер, молекуляр

17. Ишлаш тарзига кўра вакуум насослари неча синфга ажратиш мумкин?

- A. 6
- B. 10
- C. 4
- D. 3

18. Руте насосининг кириш босими қандай?

- A. 1 мм. сим. уст.
- B. Атмосфера босими
- C. 10^{-4} мм. сим. уст.
- D. 0,1 мм. сим. уст.

19. Сорбсион вакуум насосларида сўриб олинаётган газ қаерга кетади?

- A. Сорбсиялаётган сиртда боқъланган ҳолатда қолади
- B. Вакуум системасидан ташқарига чиқариб юборилади.
- C. Газ ионлаштирилади
- D. Тез айланаётган ротор орқали газ молекулалари олиб кетилади,

20. Адсорбсион насосларнинг адсорбенти нима билан совитилади?

- A. Суюқ азот, суюқ ҳаво
- B. Мой
- C. Фреон
- D. Сув

21. Иссиқлик электр вакуумметрининг датчигига узатилаётган электр энергияси нималарга сарф бўлади? (иссиқлик баланси ифодасини кўрсатинг)

Бунда K_k -газни қиздиришга сарф бўлаётган энергия; K_n -нурланиш орқали узатилаётган энергия; K_k -электр киритгичлар орқали иссиқлик узатилиши; K_a - асбобни қиздиришга сарф бўлган энергия.

- A. $I^2P=K_n+K_k+K_k$
- B. $I^2P=K_n+K_k$
- C. $I^2P=K_n+K_k+ K_k+ K_a$

22.Магниторазряд вакуум насосларининг ишчи элементи нимадан иборат?

- A. Пеннинг-ячейкаси
- B. Ковак модда (сеолит, силикагель ёки фаоллаштирилган писта кўмир)
- C. Химиявий актив моддалар (Ba, Ti, Zr, Ta, Mo ва бошқалар)

D. Катта тезликда айланувчи ротор

23.Магниторазряд вакуум насосларида инерт газлар қандай қилиб сўриб олинади?

- A. Инерт газларнинг ионлашиши ҳисобига
- B. Инерт газларнинг сорбсияланиши ҳисобига
- C. Инерт газларнинг конденсацияланиши ҳисобига
- D. Инерт газларнинг полимеризацияланиши ҳисобига

24.Криоген насослар ёрдамида насосда конденсацияланмайдиган газларни сўриб олиш мумкинми?

- A. Сўриб олиб бўлмайди
- B. Сўриб олиш мумкин
- C. Қисман газларнинг сиртда адсорбсияланиши ҳисобига сўриб олиш мумкин
- D. Қисман газларнинг ионлашиши ҳисобига сўриб олиш мумкин

25.Нима учун диффўзион насосларда симоб ишчи суюқлик сифатида жуда кам ҳолатларда қўланилади?

- A. Чунки симоб буқълари инсон организми учун заҳарли
- B. Чунки тўйинган симоб буқъларининг босими кичик
- C. Чунки тўйинган симоб буқъларининг босими катта
- D. Чунки симоб атмосфера босимида жуда тез оксидланади

26. Буқъ пуркаловчи дифўзион насосларда ишчи суюқликлар сифатида қандай моддалар ишлатилади?

- A. Махсус мойлар, симоб
- B. Симоб, сув
- C. Сув
- D. Махсус мой ва сув

27. 1кг куч/см² неча атмосфера бўлади?

- A. 1 атм
- B. 10 атм
- C. 100 атм
- D. 10^{-5} атм

Сўриб олиш тезлиги

1. Газ оқимининг молекуляр маромида, ҳаво учун насоснинг назарий сўриб олиш тезлиги қандай ифодадан аниқланади ?

- A. $C_{\text{наз}} = 11,6A$ л/с
- B. $C_{\text{наз}} = 600 A$ л/с
- C. $C_{\text{наз}} = 1000 A$ л/с
- D. $C_{\text{наз}} = 46,5 A$ /с

2. Вакуум-фактор нимани кўрсатади?

- A. Насоснинг ҳақиқий сўриб олиш тезлиги, мумкин бўлган чегаравий сўриб олиш тезлигидан қанчага фарқ қилишини баҳолашга имкон беради.
- B. Бирлик вақтда, маълум кириш босимида ,насос сўриб олаётган газ миқдорини.
- C. Бирлик вақтда, маълум кириш босимида, насос сўриб олаётган ПВ - бирлигидаги газ миқдорини.
- D. Бирлик вақтда, маълум кириш босимида, насос чиқиш патрубкасидан чиқаётган газ ҳажми.

Тузоқлар

1. Ўта юқори вакуум олиш мақсадида қўлланиладиган тузоқлар неча градусгача қиздирилади оладиган бўлиши керак?

- A. 450 °C
- B. қиздирилмайди
- C. 100 °C
- D. 80 °C

2. Тўғри лойиҳалаштирилган тузоқ насоснинг сўриб олиш тезлигини қанчага камайтиради?

- A. 40-50 % дан ошиқ емас.
- B. 70%
- C. 10%
- D. Умуман камайтирмайди.

3. Альперт тузоқида қайси элементнинг фольгаси ишлатилади?

- A. Мис
- B. Титан
- C. Алюминий
- D. Альперт тузоқида фольга ишлатилмайди.

4. Термосорбцион тузоқда неча температура зонаси бор?

- A. 2
- B. 5
- C. 3
- D. 4

5. Термосорбцион тузоқларнинг ишлаш тарзи нимага асосланган?

- A. Титан плёнкасининг каталитик ва сорбсион хоссаларини қўллашга
- B. Мис плёнкасининг каталитик ва сорбсион хоссаларини қўллашга
- C. Титан плёнкасининг сорбсион хоссасини қўллашга
- D. Мис ва титан плёнкасининг сорбсион ва каталитик хоссаларини қўллашга.

6. Конденсацион ва адсорбцион тузоқларнинг асосий камчилиги нимада?

- A. Уларнинг кичик ўтказиб юборувчанлигида
- B. Суюқ азот ва бошқа хладагентларни ишлатишда
- C. Баъзи газларнинг адсорбцияланмаслигида
- D. Баъзи газларнинг конденсацияланмаслигида

7. Термосорбцион тузоқларнинг асосий камчилиги нимада?

- A. Ўтказиб юборувчанлиги бошқа тузоқларга нисбатан анча кичик эканлигида.
- B. Сув билан совитиб туриш заруриятида
- C. Иссиқ сув билан қиздириб туриш заруриятида
- D. Тўзилиши жуда мураккаб эканлигида

8. Инверс-магнетрон типли ион тузоғида қандай физикавий ҳодиса қўлланилади?

- A. Электр разряди
- B. Катод чангиши
- C. Электрон бомбардировкаси
- D. Газларнинг адсорбцияси ва конденсацияланиши

9. Инверс-магнетрон типли тузоқларда углеводородлар қандай ушлаб қолинади?

- A. Катод-корпус сиртига қаттиқ полимерлашган заррачага айланиб ўтириб қолади.
- B. Тузоқ сиртида конденсацияланади
- C. Углеводородлар газларга парчланади
- D. Тузоқ сиртида конденсацияланиб, газларга парчланади

10. Тузоқлар қандай турларга бўлинади. Тўлиқ жавобни кўрсатинг.

- A. Адсорбцион, адсорбцион, термосорбцион, электр
- B. Адсорбцион, адсорбцион, термосорбцион
- C. Адсорбцион, адсорбцион, компрессион
- D. Адсорбцион, адсорбцион, деформацион, компрессион, термосорбцион, электр.

Хладагентлар

1. Суюқ кислороднинг температураси нимага тенг?

- A. -183°C
- B. -78°C
- C. -187°C
- D. -19°C

2. Суюқ ҳавонинг температураси нимага тенг?

- A. -187°C

- B. -183°C
- C. -78°C
- D. -196°C

3. Суяқ азотнинг температураси нимага тенг ?

- A. -196°C
- B. -183°C
- C. -187°C
- D. -78°C

4. Атмосфера ҳавосининг тақрибий фоизлардаги таркибини кўрсатинг?

- A. $\text{H}_2 \sim 78\%$, $\text{O}_2 \sim 21\%$ қолгани бошқа газлар
- B. $\text{H}_2 \sim 21\%$, $\text{O}_2 \sim 78\%$ қолгани бошқа газлар
- C. $\text{H}_2 \sim 50\%$, $\text{O}_2 \sim 49\%$ қолгани бошқа газлар
- D. $\text{O}_2 \sim 99\%$ қолгани бошқа газлар

Вакуумни ўлчаш

1. Ионизацион вакуумметрларни неча синфга ажратиш мумкин?

- A. 3
- B. 2
- C. 5
- D. 4

2. Радиоизотоп вакуумметрларда газларни ионлаштириш, қандай заррачалар оқими билан амалга оширилади ?

- A. α
- B. β
- C. н
- D. п

3. Абсолют вакуумметр нима?

- A. Газ босимидан бевосита таъсирланиб, вакуум даражасини ўлчайдиган манометр.
- B. Газ босимининг ўзини емас, балки унинг бирон бир функциясини ўлчашга асосланган манометр.
- C. Атмосфера босимидан юқори босимни ўлчайдиган асбоб.
- D. Изотермик сиқилиш қонунига асосланган асбоблар.

4. Абсолют вакуумметрлар билан ўлчанадиган вакуум даражасининг қуйи чегараси нимага тенг?

- A. 10^{-5} мм. сим. уст.
- B. 1 мм. сим. уст.
- C. 10^3 мм. сим. уст.
- D. 10^{-13} мм. сим. уст.

5. Ишлаш тарзига кўра вакуумметрларни неча синфга ажратиш мумкин?

- A. 5
- B. 6
- C. 4
- D. 3

6. Иссиқлик электр вакуумметрлари билан ўлчаш мумкин бўлган босимлар соҳасини кўрсатинг?

- A. $5 \cdot 10^{-3} \div 10^{-3}$ мм. сим. уст.
- B. $10^2 \div 10^{-3}$ мм. сим. уст.
- C. $10 \div 10^{-5}$ мм. сим. уст.
- D. $10^3 \div 10^{-5}$ мм. сим. уст.

7. Нисбий вакуумметрлар билан босимни қайд қилиш газ таркиби ва температурасига боқълиқми?

- A. Боқълиқ.
- B. Фақат газ температурасига боқълиқ
- C. Боқълиқ емас.
- D. Фақат газ таркибига боқълиқ.

8. 1 мм. сим. уст. неча Паскалга тенг?

- A. $0,75 \cdot 10^{-2}$ Па
- B. $0,75 \cdot 10^{-3}$ Па
- C. 133,3 Па
- D. 0,1 Па

9. Абсолют вакуумметрлар тихига қайси вакуумметрлар киради?

- A. Суюқлик, деформацион ва компрессион
- B. Суюқлик компрессион, деформацион ва радиоизотоп
- C. Суюқлик компрессион, деформацион ва ионизацион.
- D. Иссиқлик электр ва ионизацион.

10. Нима учун 10^{-5} мм. сим. уст. босимдан кичик босимларни фақат билвосита вакуумметрлар ёрдамида ўлчаш мумкин?

- A. Чунки, бу босимларда босим юклама сифатида ўз маъносини йўқотади.
- B. Чунки, бу босимларда суюқлик жуда катта баландликка кўтарилади, шунинг учун бундан асбобларни ишлатиш ноўнқъай.
- C. 10^{-5} мм. сим. уст. босимдан кичик босимларни абсолют вакууметлар ёрдамида ҳам ўлчаш мумкин.
- D. Чунки, бу босимларда абсолют вакуумметрларнинг сезгирлиги жуда ҳам катта.

11) Мак-Леод манометрининг ишлаш тарзи қайси қонунга асосланган?

A. $pV = \text{сонст}$

B. $TV = \text{сонст}$

C. $\frac{V}{T} = \text{сонст}$

D. $\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$

12. Қаршилик вакуумметрининг датчиги ўзгармас температура маромида ишлаганда сим температураси неча градусга тенг бўлиши керак?

A. 220 °C

B. 100 °C

C. 45 °C

D. 400 °C

13. ВСБ-1 қаршилик вакуумметри қандай типли датчиклар билан ишлайди?

A. МТ-6 МТ-6 ф ёки МТ-14

B. ПМТ-2 ПМТ-2

C. ПМТ-2, МТ-6

D. ПМИ-2, ПМТ-2, МТ-6, МТ-6ф ёки МТ-14

14. ПМТ-2 термопарали датчикларда термопара сифатида нима ишлатилган?

A. Хромел-копел

B. Мис- хромел

C. Константан-мис

D. Хромел-константан

15. Электрон ионизацион вакуумметрларининг манометрик датчикларидаги ион токи нималарга боқълик?

A. Электрон токи ва босимга

B. Босимга

C. Электрон токига

D. Қоллектордаги потенциалга

16. Мак-Леод манометри қайси вакуумметрлар синфига киради?

A. Компрессион

B. Деформацион

C. Ионизацион

D. Термосорбцион

17. $760 \div 1 \cdot 10^{-13}$ мм.сим.уст. босимлар соҳасини тўлиқ ўлчаш мумкин бўлган вакуумметрни кўрсатинг.

- A. $760 \div 1 \cdot 10^{-13}$ мм.сим.уст. босимлар соҳасини тўлиқ қамраб оладиган вакуумметр мавжуд емас
- B. Компрессион
- C. Ионизацион
- D. Фақат радиоизотоп вакуумметрлар билан

18. Деформацион вакуумметрлар асосан қандай типли бўлиши мумкин?

- A. Трубкали, мембранали ва сиффонли
- B. Трубкали, мембранали, сиффонли ва қаршиликли
- C. Мембранали, сиффонли ва термопарали
- D. Мембранали, қаршиликли ва термопарали

19. Магнит электроразряд вакуумметрларида босимнинг нимага боқълиқлигидан фойдаланилади?

- A. Анод-катод оралиқъидаги разряд токининг газ босимига боқълиқлигидан
- B. Қиздиргич қаршилиги газ босимига боқълиқлигидан
- C. Босим ўзгариши натижасида сезгир элементнинг егилишидан
- D. Газнинг иссиқлик ўтказувчанлиги газ босимига боқълиқлигидан

20) МП-8 датчиги қайси вакуумметр билан ишлайди?

- A. Радиоизотоп
- B. Термопарали
- C. Электр ионизацион
- D. Магнит-электрозарядли

21. Иссиқлик электр вакуумметрлари қандай вакуумметрларга ажратилади?

- A. Термопарали ва қаршиликли
- B. Компрессион ва деформацион
- C. Радиоизотоп ва электроразряд
- D. Термопарали ва ионизацион

22. Вакуумметрларни ишлаш тарзига кўра қандай асбобларга ажратиш мумкин?

- A. Бевосита ва билвосита ишлайдиганларга
- B. Нисбий ва билвосита ишлайдиганларга
- C. Абсолют ва бевосита ишлайдиганларга
- D. Датчик ва ўлчаш блогига

23. Нисбий вакуумметрлар асосан қандай элементлардан иборат?

- A. Босим сигналени электр сигналига айлантргич ва ўлчаш блогига.

- В. Термопарали датчик ва ўлчаш блоги
- С. Ионизацион манометр ва ўлчаш блоги
- Д. Датчик, кабель, ўлчаш блоги, тармоқ

24. 1Па босим неча мм.сим.уст. га тенг?

- А. $0,75 \cdot 10^{-2}$ мм.сим.уст
- Б. $1,01 \cdot 10^5$ мм.сим.уст
- С. 1333,22 мм.сим.уст
- Д. 760 мм.сим.уст

25.Термопарали вакуумметрларнинг ўлчаш асбобидаги шкалада 1,2 мВ нима учун белгилаб қўйилган?

- А. $0,1 \div 1,0$ мм. сим. уст. босимлар диапазонида ишлаш учун атмосфера босимида термопаранинг иссиқлик е.ю.к. 1,2мВ бўлиши керак ва бунда термопаранинг ишчи токи аниқланади
- В. $0,1 \div 10^{-3}$ мм.сим. уст. босимлар диапозонида ишлаш учун атмосфера босимида термопаранинг иссиқлик е.ю.к. 1,2 мв бўлиши керак
- С. Бу белги юқори вакуум насосини ишга тушуриш мумкинлигини кўрсатади.
- Д. Бу белгидан паст вакуумларда форнасос ўзоқ ишлаши тақиқланади.

26..Компрессион вакуумметрлар кўпинча нима мақсадда қўланилади?

- А. Бевосита ишловчи вакуумметрларни градуировка қилиш учун
- В. Ўта юқори вакуумли қурилмалардаги босимни ўлчаш учун
- С. Ўзи қайд қилувчи асбобнинг диаграмма лентасида босим сигналини ёзиш учун
- Д. Бирон бир жараёни босим бўйича бошқариш учун

27.Деформацион вакуумметрларда босим ўлчови бўлиб нима хизмат қилади?

- А. Сезгир элемент деформациясининг миқдори
- В. Молекуляр концентрасия
- С. Електр ва магнит майдонлари таъсирида паст босимларда юзага келадиган разряд токи
- Д. Иссиқлик Е.ЙУ.К

28..Радиоизотоп ионизацион датчикларда қандай жараён қўлланилади?

- А. Радиоактив нур таъсирида газнинг ионлашуви
- В. Электронлар оқими таъсирида газнинг ионлашуви
- С. Анод-катод оралиқида газнинг ионлашуви
- Д. Электронлар бомбардировкаси таъсирида газнинг ионлашуви

30.Магнитли электроразряд вакуумметрларнинг датчигида қайси боқъланишдан фойдаланилади?

- А. Анод-катод ораликъидаги разряд токининг босимга боқълиқлиги
- Б. Иссиқлик Е.ЙУ.К.нинг қиздиргич ишчи токига боқълиқлиги
- С. Газ иссиқлик ўтказувчанлигининг босимга боқълиқлиги
- Д. Ион токининг электронлар эмиссияси токига боқълиқлиги

Вакуум ҳақида тушунча

1. Вакуумнинг физикавий характеристикаси қайси муносабат орқали ифодаланади? Бу ерда l - газ молекулаларининг еркин чопиш йўли, d - ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами, n - концентрасия.

- А. $\frac{\lambda}{d}$;
- Б. $\frac{d}{\lambda}$;
- С. $\frac{\lambda \cdot n}{d}$
- Д. $\frac{d}{\lambda \cdot n}$

2. Қайси ҳолатда вакуум ўрта бўлади? Бу ерда l - газ молекулаларининг еркин чопиш йўли, d -ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами.

- А. $\lambda/d \sim 1$;
- Б. $\lambda/d \ll 1$;
- С. $\lambda/d \gg 1$;
- Д. $d/\lambda \ll 1$;

3. Қайси ҳолатда вакуум паст бўлади? Бу ерда l - газ молекулаларининг еркин чопиш йўли, d -ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами.

- А. $l \ll d$;
- Б. $l \sim d$;
- С. $l \gg d$;
- Д. $l > d$;

4.Ўта юқори вакуум тушунчаси нима билан боқъланган? Бу ерда l - газ молекулаларининг еркин чопиш йўли, d -ҳавоси сўриб олинаётган идиш ўлчами.

- А. Қаттик жисм сиртида газнинг мономолекуляр қатлами ҳосил бўлиши учун зарур бўлган вақт билан.
- Б. d/λ - муносабат билан
- С. $\lambda=0,056/\eta^2 n$ -ифода билан

Д. λ/d муносабат билан

5. Физикавий вакуум нима?

- А. Майдон квант назариясида квантланган майдоннинг бирон бир заррача йўқлиги билан характерланадиган енг қуйи энергетик ҳолати
- В. Атмосфера босимидан анча кичик босимлардаги газнинг ҳолати
- С. Ўта юқори вакуумлардаги газ ҳолати
- Д. Газ молекулалари бутунлай сўриб олинган берк идиш

6. Егаллаб олиш коэффициентини 1 бўлса, $P=10^{-6}$ мм.с.м.уст. вакуум шароитида сиртда газнинг бир моно қатлами неча секунда шаклланади?

- А. 1 сек
- В. 20 сек
- С. 60 сек
- Д. 0,5 сек

Газ оқими маромлари

1. Қувурдаги газ оқими қандай маромларда бўлиши мумкин?

- А. Турбулент, ламинар, молекуляр
- В. Молекуляр, қовушоқ, тез
- С. Молекуляр, ламинар, қовушоқ
- Д. Турбулент, ламинар, тез

2. Газ оқимининг турбулент маромдан қовушоқ маромга ўтиш мезони қайси сон орқали аниқланади?

- А. Рейнольдс сони
- В. Лошмидт сони
- С. Больсман сони
- Д. Кнудсен сони

3. Вакуум техникасининг асосий тенгламаси қайси ифодада тўқъри келтирилган?

- А. $\frac{1}{S_0} = \frac{1}{S_n} + \frac{1}{U}$
- В. $\frac{1}{S_0} = \frac{1}{S_n} - \frac{1}{U}$
- С. $\frac{1}{S_n} = \frac{1}{S_0} + \frac{1}{U}$
- Д. $\frac{1}{U} = \frac{1}{S_n} - \frac{1}{S_0}$

4) Қувурлар паралелл уланганда уларнинг умумий қаршилиги W аниқланадиган ифодани кўрсатинг?

$$A. \frac{1}{W} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{W_i};$$

$$B. W = \sum_{i=1}^n W_i;$$

$$C. \frac{1}{W} = \sum_{i=1}^n W_i;$$

$$D. W = \sum_{i=1}^n \frac{1}{W_i};$$

5. Қувур паралелл уланганда уларнинг умумий ўтказиб юборувчанлиги аниқланадиган ифодани кўрсатинг?

$$A. Y = \sum_{i=1}^n U_i$$

$$B. \frac{1}{U} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{U_i}$$

$$C. \frac{1}{U} = \sum_{i=1}^n U_i$$

$$D. Y = \sum_{i=1}^n \frac{1}{U_i}$$

6. Вакуум техникасида газларнинг ламинар оқими нима деб аталади?

A. Қовушоқ

B. Турбулент

C. Молекуляр

D. Абсолют

7. Кўндаланг кесими айлана шаклидаги қувурда ўртача босим \bar{p} бўлса қандай ҳолатда газ оқими молекуляр-қовушоқ бўлади? Бу йерда d қувур диаметри.

$$A. 0,015 < d \bar{p} < 0,5, \text{ мм} \cdot \text{сим} \cdot \text{уст.} \cdot \text{см}$$

$$B. d \bar{p} < 0,015, \text{ мм} \cdot \text{сим} \cdot \text{уст.} \cdot \text{см}$$

$$C. d \bar{p} > 0,5, \text{ мм} \cdot \text{сим} \cdot \text{уст.} \cdot \text{см}$$

$$D. K = 1,4 \cdot 10^{-2} d, \text{ л мм} \cdot \text{сим} \cdot \text{уст.} \cdot \text{сек}$$

8. Агар молекулаларнинг ўртача еркин чопиш йўли λ , қувур диаметри d бўлса, газ оқимининг молекуляр мароми шартини қандай ифодалаш мумкин?

$$A. \lambda > d/3$$

$$B. \lambda > d/100$$

$$C. \lambda < d/3$$

$$D. \lambda < d/100$$

9. $\bar{p} = 0,25$ мм.сим.уст.·см бўлса, қувурдаги газ оқими қандай маромда бўлади? d -қувур диаметри, λ -газ молекулаларининг ўртача чопиш йўли.

- A. Молекуляр - қовушоқ
- B. Қовушоқ
- C. Молекуляр
- D. Ламинар

10. $\lambda = 4$ см, $d = 10$ см бўлса, қувурдаги газ оқимининг маромини аниқланг?

- A. Молекуляр - қовушоқ
- B. Қовушоқ
- C. Молекуляр
- D. Ламинар

11. Агар қувур диаметри 10 см ,ундаги ўртача босим $\bar{p} = 4 \cdot 10^{-2}$ мм.сим.уст бўлса, газ оқимининг маромини аниқланг?

- A. Молекуляр
- B. Қовушоқ
- C. Молекуляр- қовушоқ
- D. Ламинар

12. Насос сўриб олиш тезлигининг бирлигини кўрсатинг.

- A. $\frac{\text{л}}{\text{с}}, \frac{\text{м}^3}{\text{соат}}$;
- B. $\frac{PV}{C}$
- C. $\frac{\text{мм} \cdot \text{сим.уст}}{\text{с}}$;
- D. $\frac{\text{л}}{\text{мин}}, \frac{\text{соат}}{\text{м}^3}$

13. $1 \cdot 10^{-5} \div 2 \cdot 10^{-4}$ босимлар икўламида насоснинг максимал сўриб олиш тезлиги 500 л/с бўлса насос унумдорлигини аниқланг?

- A. $1 \cdot 10^{-1}$ л мм.сим. уст
- B. $5 \cdot 10^{-7}$ л мм. сим. уст.
- C. $5 \cdot 10^{-3}$ л мм.сим. уст.
- D. $1 \cdot 10^{-6}$ л мм.сим. уст.

14. Кўндаланг кесими айлана шаклидаги қувур учун газ оқимининг молекуляр маромида ўтказиб юборувчанлик қобилияти

$U = 3,81 \frac{d^3}{l} \sqrt{\frac{T}{M}} \frac{l}{s}$ ифодадан аниқланса, 20 °C ҳаво учун ифодани соддалаштиринг. M -молекуляр оқъирлик, T -абсолют температура, d -қувур диаметри, l - қувур узунлиги;

- A. $Y=12,1 \frac{d^3}{l}$;
- B. $Y=1,82 \frac{d^4}{l} \cdot \frac{P_1 + P_2}{2}$;
- C. $Y=3,81 \frac{d^3}{l}$;
- D. $Y=12,1 \frac{d^3}{l} \cdot l$

15. Учта бир хил диаметри ва бир хил узунликдаги қувурлар параллел уланган ва уларнинг умумий ўтказиб юборувчанлик қобилияти Y бўлса, алоҳида қувурнинг ўтказиб юборувчанлиги нимага тенг?

- A. $1/3 Y$
- B. $3 Y$
- C. $2/3 Y$
- D. $24 Y$

16. Кўндаланг кесими айлана, диаметрлари турли бўлган бир нечта кетма кет уланган қувурлар орқали идишдан ҳаво сўриб олинмоқда. Қайси қувурда газ оқими энг катта бўлади?

- A. Қувурларнинг ҳар қандай кесимида бир хил
- B. Диаметри энг катта бўлган қувурда
- C. Диаметри энг кичик бўлган қувур, диаметри энг катта қувурга уланган жойда
- D. Диаметри энг катта бўлган қувур, диаметри энг кичик қувурга уланган жойда

17. Вакуум тизилмаси билан электр занжири бир бирига солиштирилганда (P_1 - P_2) босимлар фарқи электр занжиридаги нима билан тенглаштирилади?

- A. Потенциаллар фарқи
- B. Қувват
- C. Қаршилиқ
- D. Ток кучи

18. Қайси ҳолатда 20°C температурали ҳаво оқими турбулент бўлади? Q - қувурдан ўтаётган газ оқими, d - қувур диаметри, \bar{p} - ўртача босим.

- A. $Q > 2,58 \cdot 10^2 \text{ д, л.мм.сим.уст/с}$
- B. $Q < 1,4 \cdot 10^2 \text{ д, л.мм.сим.уст/с}$
- C. $d \bar{p} > 0,5 \text{ мм.сим.уст}$
- D. $0,015 < d \bar{p} < 0,5 \text{ л.мм.сим.уст}$

19. Газ оқимининг қайси маромида ички ишқаланиш ҳал қилувчи аҳамиятга эга?

- A. Ламинар
- B. Турбўлент
- C. Молекуляр-қовушок
- D. Барча маромларда

20. Агар қувур учларидаги босим $2 \cdot 10^{-2}$ мм.сим. уст ва $1 \cdot 10^{-2}$ мм.сим.уст газ оқими 1 Пв/с бўлса трубапроводнинг ўтказиб юборувчанлигини аниқланг?

- A. 100 л/с
- B. 10 л/с
- C. 20 л/с
- D. 200 л/с

22. Қувурнинг бир учидаги босим $1 \cdot 10^{-1}$ мм.сим.уст. насосга уланган учидаги босим $1 \cdot 10^{-2}$ мм.сим.уст. насоснинг сўриб олиш тезлиги бу босимида 50 л/с бўлса Қувураги газ оқимини аниқланг.

- A. $5 \cdot 10^{-1}$ Пв/с
- B. 10^{-2} Пв/с
- C. 10-1 Пв/с
- D. $5 \cdot 10$ Пв/с

23. 20°C ли ҳаво оқимининг турбўлент мароми бўладиган шартни кўрсатинг. Ре-Рейнольдс сони, Қ-газ оқими, д- қувурнинг диаметри.

- A. $Re \geq 2200$
- B. $Re \leq 1200$
- C. $Re \leq 2200$
- D. $1200 \leq Re \leq 2200$

1. Квантни бўлинмайдиган бир бутун кичик миқдордаги ёруғлик энергияси бўлиб, у моддаларда ютилиш ёки моддалардан нурланиш туфайли ажралиб чиқиши мумкин деб ким айтган?

- A. А.Ейнштейн
- B. М.Планк
- C. Н.Люис
- D. Н.Бор

2. Ёқут лазери қачон ва ким томонидан яратилган

- A. 1960--йил Мейман томонидан
- B. 1959-йил Басов томонидан
- C. 1954-йил Таунс томонидан
- D. 1939 йилда В.А.Фабрикант томонидан

3. Атомларнинг юқори сатҳдан пастки сатҳга ўз-ўзидан ўтиш ... дейилади.
- A. Спонтан, ўтиш
 - B. Индусион ўтиш
 - C. Елестрон эмиссия
 - D. Диссоцация
4. Заррача қачон энергия ютади
- A. Пастки сатҳдан ,юқори сатҳга ўтганда
 - B. Юқори сатҳдан пастки сатҳга ўтганда
 - C. Қачонки энергия чиқарса
 - D. Спонтан ўтиш вақтида
5. Заррача қачон энергия чиқаради
- A. Юқори сатҳдан пастки сатҳга ўтганда
 - B. Пастки сатҳдан ,юқори сатҳга ўтганда
 - C. Қачонки энергия чиқарса
 - D. Спонтан ўтиш вақтида
6. Резанатор бу-
- A. Ташқи куч таъсирида амплитудаси максимумга еришадиган аниқ, частотали тебранишни ҳосил қиладиган маълум шаклга ега бўлган система
 - B. Ташқи куч таъсирида частотали тебранишни ҳосил қиладиган маълум шаклга ега бўлган система
 - C. Ташқи куч таъсирисиз амплитудаси максимумга еришадиган, аниқ частотали тебранишни ҳосил қиладиган маълум шаклга ега бўлган системага резанатор дейилади.
 - D. Тебранишни кучайтирувчи қурилмага айтилади
7. Лазер асбобининг резанатори қандай ресонатор ҳисобланади.
- A. Оптис
 - B. Акустик
 - C. Электромагнит
 - D. Механик
8. Резанатор кўзгулар нима вазифани бажаради?
- A. Резанатор кўзгулари ўзларига тушган электромагнит тўлқинларни изига қайтариб, қарама-қарши томонга югуртириб икки кўзгу оралиғида турғун тўлқинни ҳосил қилади.
 - B. Резанатор кўзгулари ўзларига тушган электромагнит тўлқинларни изига қайтариб, қарама-қарши томонга югуртириб икки кўзгу оралиғида сўндиради.

C. Резонатор кўзгулари ўзларига тушган электромагнит тўлқинларни ҳар томонга сочади

D. Резонатор кўзгулари ўзларига тушган электромагнит тўлқинларни изига қайтаради

9. Иккита қўшни кўндаланг модаларнинг спектрал оралиғи қайси формула билан аниқланади?

A. $\delta\nu_{\text{кун}} = \frac{\lambda}{4a^2} (2m+1)$

B. $\delta\nu_{\text{кун}} = \frac{\lambda}{4a^2} (m+1)$

C. $\delta\nu_{\text{кун}} = \frac{\lambda}{2a^2} (2m+1)$

D. $\delta\nu_{\text{кун}} = \frac{\lambda}{4a^2} 2m$

10. Оптик резанаторнинг асиллиги формуласини кўрсатинг.

A. $Q = \frac{\nu_0}{\delta\nu_{\text{акс}}}$

B. $P = \frac{\nu_0}{\delta\nu_{\text{акс}}}$

C. $Q = \frac{\nu_0 + 1}{\delta\nu_{\text{акс}}}$

D. $Q = \frac{\omega_0 H}{dE/dt}$

11. $\Delta t_F = \frac{2L}{c}$ бу қандай формула?

A. фотоннинг резонаторда яшаш вақтини, топиш формуласи

B. атомнинг резонаторда яшаш вақтини топиш формуласи

C. фотоннинг резонатордан чиқиш вақтини топиш формуласи

D. резанатордаги интерференция вақтини топиш формуласи

12. Резонаторнинг битта хусусий тебраниши , билан утувчи частотали интервали формуласини курсатинг.

A. $\frac{\Delta\nu}{N} = \frac{c^3}{8\pi\nu^2V}$

B. $\Delta\varpi = \gamma/2$

C. $2\Delta\varpi = \gamma = \frac{1}{\tau}$

D. $\varpi_\gamma = \left[\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2m} \right)^2 \right]^{1/2}$

13. Турғун резонаторни тавсифланг.

A. Кичик дифраксион юқотиш ва юқори асслик

B. Юқори асслик

C. Катта дифраксион юқотиш

D. Кичик дифраксион юқотиш ва юқори булмаган асслик

14. Бир модали генерация режими қандай кўринишда бўлади?

A. TEM_{00k}

B. TEM_{kmn}

C. TEM_k

D. TM

15. Очик резонаторнинг тебраниш типининг қанчаси амалга оширилган?

A. Резонатор улчами ва тулкин узунлигига боғлиқ

B. Хохлаганча

C. Резонатор улчамига боғлиқ

D. Резонатор тургунлигидан боғлиқ

16. Лазер модасининг хусусий частотаси нимага тенг?

A. $\nu = \frac{c}{2L}$

B. $\Delta\nu = n \frac{c}{2L}$

C. $\Delta\nu = \frac{c}{2L}$

D. $\nu = n \frac{c}{2L}$

17. Кушни лазер модасининг частотавий масофаси қандай?

A. $\Delta\nu = \frac{c}{2L}$

B. $\nu = \frac{c}{2L}$

C. $\Delta\nu = n \frac{c}{2L}$

D. $\nu = n \frac{c}{2L}$

18. Релей-Жинс формуласи қандай кўринишда булади

A. $\rho = \frac{8\pi h \nu^2 kT}{c^3}$

B. $\varpi_\gamma = \left[\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2m} \right)^2 \right]^{1/2}$

C. $\alpha = -\frac{1}{I} \frac{dI}{dz}$

D. $\rho(\nu) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3 \left(e^{h\nu/kT} - 1 \right)}$

19. Спонтан утиш ехтимоллиги.

A. $A_{i \rightarrow k} = \frac{1}{\tau_i}$

B. $A_{k \rightarrow i} = \frac{1}{\tau_i}$

C. $A_{i \rightarrow k} = \tau_i$

D. $A_{k \rightarrow i} = \tau_i$

20. Бугер конуни.

A. $S(x) = S_0 e^{-kx}$

B. $S = \frac{C}{2\pi} [\vec{E}\vec{H}]$

C. $S = \frac{C}{4\pi} [\vec{E}\vec{H}]$

D. $S = \frac{1}{2\pi} [\vec{E}\vec{H}]$

21. Термодинамик мувозанатнинг бузилиш шarti.

A. $\frac{N_k}{N_i} \gg \frac{g_k}{g_i}$

B. $\frac{N_k}{N_i} \ll \frac{g_k}{g_i}$

C. $\frac{N_k}{N_i} \approx \frac{g_k}{g_i}$

D. $\frac{N_k}{N_i} = \frac{g_k}{g_i}$

22. Штарк квадратик эффекти.

A. $\Delta E = \pm \frac{\alpha^2 \varepsilon^2}{E_2 - E_1}$

B. $\Delta E = \pm \frac{\alpha^2 \varepsilon}{E_2 - E_1}$

C. $\Delta E = \pm \frac{\alpha^2 \varepsilon}{E_1 - E_2}$

D. $\Delta E = \pm \frac{\alpha^2}{E_2 - E_1}$

23. Гаусс дастасининг доимий фаза сирти.

A. $z + \frac{x^2 + y^2}{2R} = const$

B. $z + \frac{x^2 + y^2}{2R} = 0$

C. $\rho = \frac{8\pi h \nu^2 kT}{c^3}$

D. $S = \frac{1}{2\pi} [\vec{E}\vec{H}]$

24. Сферик тулкин фронтининг егрилик радиуси формуласини курсатинг

A. $R = z + \frac{(k\varpi_0^2)^2}{z}$

B. $R \rightarrow \infty$

C. $R = 0$

D. $R = 4\pi\theta$

25. Резанаторнинг кайси жойида тулкин fronti текис булади?

A. Фокал сиртида

B. Марказида

C. Чеккасида

D. Периферида

26. Асосий моданинг дифраксион сочилиши кандай курунишда булади.

A. λ/ϖ_0

B. λ/l

C. $l/2$

D. λ/ν

27. Резанаторда хусусий тебранишлар сони билан частота кандай боғланган?

A. Н пропорционал ν^2 га

B. Н тескари пропорционал ν^2 га

C. Н пропорционал ν га

D. Н тескари пропорционал ν га

28. Гаусс дастасининг сочилиш бурчаги нимага тенг?

A. λ/ϖ_0

B. $Q = \frac{\varpi}{z} = \frac{1}{k\varpi_0}$

C. $\alpha = -\frac{1}{I} \frac{dI}{dz}$

D. λ^2 / ω_0

29. Модалар орасида бийений частотаси формуласини курсатинг ?

A. $\Delta \nu_q = c / 2L$

B. $\Delta \nu = n \frac{c}{2L}$

C. λ / ν

D. λ / ω_0

30. Резонатор аслиги нимадан боғлиқ?

A. Резонатор сиртининг кайтарувчанлигидан

B. Резонатор улчамидан

C. Нурланиш интенсивлигига

D. Нурланиш тулкин узунлигидан

31. Резонатор модасининг кундаланг синхронизацияси учун кандай частота кулланилади?

A. Модалар орасида бийений частотаси

B. Резонаторнинг хусусий частотаси

C. Лазер нурланиш частотаси

D. Генерация частотаси

32. Тулкин турган тугунда электр майдон кучланганлиги кандай булади?

A. 1

B. 10^{-8}

C. 10^4

D. 0

33. Инверс кучганликни хосил қилиш усули. кандай амалга оширилади?

A. Кертирилган барча усуллар тугри.

B. Газларда электр разряди

C. Энергетик даражаси буйича атомларнинг фазовий булиниши.

D. Кимевий реакция

34. Линзадан утгандан кейин гаусс дастаси fronti егрилик радиуси қайси муносабат билан аниқланади?

A. $\frac{1}{r} = \frac{1}{R} - \frac{1}{F}$

B. $\frac{1}{r} = \frac{1}{R}$

C. $r = \frac{1}{R} - \frac{1}{F}$

$$D. \frac{1}{r} = \frac{1}{R} + \frac{1}{F}$$

35. Узгарувчан майдондаги еркин заряднинг ҳаракат тенгламаси. қандай қуринишда бўлади?

$$A. m\ddot{x} = eE_0 \exp(i\omega t)$$

$$B. E_x(t) = E_{0x}(t) \sin \frac{\pi x}{2a}$$

$$C. S(x) = S_0 e^{-kx}$$

$$D. \vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

36. Тезланиш билан ҳаракатланувчи зарядлар системасида нима юз беради?

A. Нурланиш қуринишида энергия узлуксиз юколади, ёки тезланиш белгисига боғлиқ равишда ютилади

B. Електр разряди кузгалади

C. Тукнашишда резонанс кузгалиш

D. Юналиш буйича ҳаракат узгариши

37. Ташқи майдон таъсири остида еркин заряд ҳаракат тенгламаси йечими. қандай қуринишда бўлади?

$$A. x = -\frac{eE_0}{m\omega^2} \exp(i\omega t)$$

$$B. \alpha = -\frac{1}{I} \frac{dI}{dz}$$

$$C. m\ddot{x} = eE_0 \exp(i\omega t)$$

$$D. \frac{n_2}{g_2} > \frac{n_1}{g_1}$$

38. Алоқадор заряд учун чизикли дифференциал тенглама. қандай қуринишда бўлади?

$$A. m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F$$

$$B. x = -\frac{eE_0}{m\omega^2} \exp(i\omega t)$$

$$C. m\ddot{x} = eE_0 \exp(i\omega t)$$

$$D. E_x(t) = E_{0x}(t) \sin \frac{\pi x}{2a}$$

39. Элементар осцилляторнинг тебраниш частотаси қандай қуринишда бўлади?

$$A. \omega_\gamma = \left[\frac{k}{m} - \left(\frac{c}{2m} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$B. \alpha = -\frac{1}{I} \frac{dI}{dz}$$

C. $\Delta\omega = \gamma/2$

D. $\nu = \pm\omega_1 \pm \omega_2 \pm \omega_3$

40. Гармоник осцилляторнинг суниш вақтини курсатинг .

A. $\tau = 1/\gamma = m/c$

B. $\tau = T/N$

C. $\tau_\phi = \frac{l/c}{1-R}$

D. $\tau = 1/\omega$

41. Осциллятор асслиги - бу:

A. Тупланган энергия йе марта ошиши вақти даврлари сони

B. Модалараро бийений частотаси кундаланг модалари

C. Энергии зичлиги сингувчанлиги

D. Квант энергияси йе марта камайиши вақти даврлари сони

42. Осцилляторда спектриал нурланиш кенглиги, ютилиш

коэффициенти хамда яшаш вақти билан кандай боглик?

A. $2\Delta\omega = \gamma = \frac{1}{\tau}$

B. $\Delta\omega = \gamma/2$

C. $\tau = 1/\gamma = m/c$

D. $\tau = T/N$

43. Осциллятордаги атомнинг электрони яшаш вақтининг тартиби.

A. $\tau = 10^8$ сек

B. $\tau = 10^{-10}$ сек

C. $\tau = 10^5$ сек

D. $\tau = 10^{-8}$ сек

44. Кандай шартда термодинимик мухит мувозанати бузилиши мумкин

A. $\frac{N_k}{N_i} \gg \frac{g_k}{g_i}$

B. $\frac{N_k}{N_i} \ll \frac{g_k}{g_i}$

C. $\frac{N_k}{N_i} \approx \frac{g_k}{g_i}$

D. $\frac{N_k}{N_i} = \frac{g_k}{g_i}$

45. Фазовий синхронизациянинг аниқ шартини курсатинг

A. $\Delta k = |k - k_v| = 0$

B. $\Delta k = |k - k_v|$ ($\Delta k > 0, \Delta k \ll k, k_v$)

C. $\Delta k = -1$

D. $\Delta k = |k - k_v| = 1$

46. Квант системасининг манфий ютилиш шарти. қандай ифода биан аниқланади

A. $\frac{N_k}{N_i} \gg \frac{g_k}{g_i}$

B. $\frac{N_k}{N_i} = \frac{g_k}{g_i}$

C. $\frac{N_k}{N_i} \approx \frac{g_k}{g_i}$

D. $\frac{N_k}{N_i} \ll \frac{g_k}{g_i}$

47. Фазовий синфазанинг вектор шарти .

A. $k_1 + k_2 = k_3$,

B. $S(x) = S_0 e^{-kx}$

C. $\nu = \pm \varpi_1 \pm \varpi_2 \pm \varpi_3$

D. $S = \frac{C}{4\pi} [\vec{E}\vec{H}]$

48. Ёругликни параметрик кучайтириш ходисаси қачон очилган?

A. 1965 й.

B. 2000 й.

C. 1930 й.

D. 1990 й.

49. Синхром тулкин шарти.

A. $\Delta n \equiv n(2\varpi) - n(\varpi) = 0$

B. $\nu = \pm \varpi_1 \pm \varpi_2 \pm \varpi_3$

C. $\frac{1}{\Omega_{MB}} < \tau_\phi < \frac{t_0}{J}$

D. $\Delta n \equiv n(2\varpi) - n(\varpi) = 1$

50. Чизикли доплерча кенгайиш ярим кенглиги қандай қурилишда булади?

A. $\frac{\Delta\omega}{2} = \sqrt{Ln2\Delta\omega} \frac{\Delta\omega}{2n} = \sqrt{Ln5\Delta\omega}$

$$B. \frac{\Delta\omega}{2} = Ln5\sqrt{\Delta\omega}$$

$$C. \frac{\Delta\omega}{2} Ln2 = \sqrt{Ln2\Delta\omega}$$

17. ГЛОСАРРИЙ

А

Абсорбция- газ аралашмасидаги моддаларни суюқлик бутун ҳажми билан ютиши (тортиб олиши);

Адсорбция-газ аралашмасидаги моддалар суюқлик сиртида ютилиши;

Авагадро қонуни- босими ва температурасм бир хил бўлган, бир хил ҳажмли турли хил газларда молекулалар сони бир хил бўлади;

Авагадро доимийси (сони)- бирлик модда миқдоридаги структуравий элементлар (атомлар, молекулалар, ионлар ва б.) сони;

Автоионизация-кучли электр майдонида газ ва молекулаларнинг ионлашув жараёни;

Автоэлектрон эмиссия- кучли электр майдони таъсирида қаттиқ ва суюқ ўтказгичлардан электронлар чиқиши;

Адгезия (лотинчада адҳаесио-ёпишиш)-Турли жинсли (қаттиқ ёки суюқ) жисмлар (фазалар) туташтирилганда, уларнинг сирт қатламлари билан боғланишнинг юзага келиши;

Альфа парчаланиш- α -заррача чиқиши билан кечадиган атом ядроларининг парчаланиши;

Альфа заррача (α -заррача)-2 та протон ва 2 та нейтронга эга бўлган гелий ядроси;

Аморф ҳолат (грекчада аморпхоус-шаклсиз)-изотроп хоссалари билан характерланадиган ва эриш нуқтаси бўлмаган қаттиқ жисмнинг ҳолати;

Ампер (А)- СИ системасидаги ток кучи бирлиги;

Ангстрём- системадан ташқи узунлик бирлиги: $1\text{Å}=10^{-10}\text{ м}=10^{-8}\text{ см}=0,1\text{ нм}$;

Анизотропия (грекчада анисос-тенг эмас ва тропос-йўналиш)-моддалар физикавий хоссаларининг (механик, оптик, магнит, электр ва б.) йўналишга боғлиқлиги;

Анод (грекчада анодос-юқорига ҳаракат)- 1) электрон ёки ион асбобининг манбанинг мусбат қутбига уланадиган электроди; 2) электр токи манбасининг мусбат қутби; 3) электр ёйининг мусбат электроди;

Апертура (лотинчада апертуре-тирқиш)- линза, кўзгу ёки диафрагмалар билан белгиланадиган оптик системанинг амалдаги тирқиши;

Атом (грекчада атомос-бўлинмас)-модданинг микроскопик ўлчамли ва массали қисми, химийвий элементнинг хоссаларини ўзида намоён қиладиган энг кичик бўлак;

Атом массаси- атом масса бирлигида ифодаланган атом нисбий массасининг қиймати;

Атом номери (тартиб номери)- элементлар даврий системасидаги элемент номери. Атом ядросидаги протонлар сонига тенг.

В

Вакансия (лотинчада васанс-бўш, эркин)-кристалл панжара тугунида атом ёки ионнинг йўқлиги;

Вакуум (потинчада васуум-бўшлиқ)- босими атмосфера босимидан паст бўлган газнинг ҳолати;

Вакуумметр (вакуум ва грекчада метрео-ўлчайман)-атмосфера босимидан паст босимли газ босимини ўлчаш учун мўлжалланган асбоб;

Вакуум насоси-вакуум ҳосил қилиш мақсадида берк ҳажмдан газ ва буғларни ҳайдаш учун қурилма;

Г

Графит (грекчада грапҳо-ёзаяпман)- углероднинг табиий ва сунъий кристалли;

Д

Деформация (лотинчада деформатион-бўзилиш)- объект конфигурациясининг ташқи таъсирлар ёки ички кучлар натижасида ўзгариши;

Диаграфма –электрон ва ион оптикасида ўтказгич пластинадаги тирқиш бўлиб, зарядли заррачалар оқимининг кўндаланг кесимини чеклаш ва апертурасини ўзгартириш учун қўланилади.

Диффўзия (лотинчада диффузион-тарқалиш, ёйилиш)-моддалар бир бири билан туташганда заррачаларнинг иссиқлик ҳаракати туфайли моддаларнинг ўзаро сизиши;

П

Плазма-қисман ёки тўлиқ ионлашган газ бўлиб, унда мусбат ва манфий зарядларнинг зичлиги амалда бир хил бўлади;

Р

Радиоактивлик (лотинчада радио-нур чиқараяпман, радиус-нур ва активус-фаол)-баъзи атом ядроларининг заррачалар чиқариб, ўз-ўзидан бошқа ядрога айланиши;

С

Сублимация (лотинчада сублимо-юқори кўтараман) модданинг кристалл ҳолатдаг тўғридан-тўғри (э

ИНФОРМАЦИОН - УСЛУБИЙ ТАЪМИНОТ

Асосий адабиётлар

1. Дешман С. Научные основы вакуумной техники. Москва.1964 г.
2. Королев Б.И. Основы вакуумной техники. Госэнергоиздат.1957 г.
3. Капсов Н.А. Электрические явления в газах и в вакууме. Москва. Наука. 1970 г.
4. Черепник Н.В. Вопросы вакуумной гигиены в производстве электровакуумных приборов. Москва. Наука 1975 г.
5. Розанов Л.Н. Вакуумная техника, М. Высшая школа. 1982.

Қўшимча адабиётлар

1. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники. Москва, Наука ,1982.
2. Бубнов Ю.З. Лурье И.С. и др. Вакуумное нанесение пленок в квазиупругом объеме. М. Сов. Радио, 1975 г
4. <http://www.вакуум.ру/>

МУНДАРИЖА

Кириш.....	3
1.Боб. Сийраклаштирилган газларнинг молекуляр-кинетик хоссалари. Вакуум ҳосил қилишнинг асосий назарияси.....	4
1.1. Паст босимларда газ молекулаларининг иссиқлик ўтказувчанлик хоссаларини ўзгариши.....	4
1.2. Паст босимларда газ молекулаларининг оқиши.....	6
1.3. Тирқиш ва цилиндрлик қувурларда газ массасининг оқими ҳамда ўтказувчанлик хусусиятлари.....	11
1.4. Газ молекулаларининг эркин югуриш йўлини узунлиги.....	14
2.Боб. Паст босимлар (вакуум) ҳосил қилиш қурилмаларининг характеристикалари.....	18
2.1. Вакуум насосларининг тавсифи.....	18
2.2. Паст босимларни (вакуумни) ўлчаш ва назорат қилиш усуллари.....	21
2.3. Вакуум қурилмаларини тозалаш усуллари.....	23
3.Боб. Вакуум насосларининг турлари, тузилишлари ва ишлаш принциплари.....	26
3.1. Механик насосларнинг турлари, тузилишлари ва ишлаш жараёни.....	26
3.2. Диффузион насосларнинг турлари, тузилишлари ва ишлаш жараёни.....	41
3.3. Сорбцион насосларнинг турлари, тузилишлари ва ишлаш жараёни.....	44
4. Боб. Паст босимларни ўлчаш ва назорат қилиш қурилмаларининг турлари, тузилиши ва ишлаш принциплари.....	51
4.1. Вакуумметрларни турлари ва ишлаш жараёнлари.....	53
4.2. Масс – спектрометрлари тузилиши ва ишлаш жараёни.....	68
4.3. Тузокларни тузилиши ва ишлаш жараёни.....	70
5. Боб. Ҳаво сизгиб ўтишини аниқлаш.....	77
Физикавий электроника асослари фанидан лаборатория ишлари.....	82
Нazorat саволлари.....	155
Фан бўйича тестлар.....	159
ГЛОСАРИЙ.....	187
Адабиётлар рўйхати.....	190

