

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАҲСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

ТАШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

**«Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув»
кафедраси**

ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАРИ

фанидан

ЎҚУВ УСЛУБИЙ МАЖМУА

ТОШКЕНТ - 2012

«Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан ўқув услубий мажмуа «Автоматлаштириш ва бошқарув» таълим йўналиши талабалари учун ушбу фандан назарий билим ва амалий кўникмаларга эга бўлишга ёрдам беради.

Тузувчи: доц. Юнусов И.И. ва асс. Юнусов Б.И.

Тақризчи: доц. Ақромходжаев Й.

«Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув» кафедраси мажлисида кўриб чиқилган ва ООМТ факултети Илмий-услубий Кенгашига тасдиқлаш учун тавсия этилган. Протокол № ____ 2012й.

“ИА ва Б” кафедраси мудири доц. Хамидов Б.Т.

Тошкент кимё-технология институти ООМТ факултети Илмий-услубий Кенгаши томонидан чоп этишга тавсия этилган.

Протокол № ____ « ____ » ____ 2012 й.

ООМТ факултети
Илмий-услубий Кенгаши раиси

доц. Муталов Ш.А.

TAIRIBA SINO

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

Рўйхатга олинди

№ БД-55218-3.11

2008 й. “23” август

Ўзбекистон Республикаси Олий ва
ўрта махсус таълим вазирлигининг
2008 йил “23” август даги
“165” – сонли буйруғи билан
тасдиқланган

ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧОВ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАРИ

фанининг

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 500000 – Мухандислик, ишлов бериш ва қурилиш
тармоқлари

Таълим соҳаси: 520000 – Мухандислик ва муҳандислик иши

Таълим
йўналиши: 5521800 – Автоматлаштириш ва бошқарув (кимё ва озиқ
овқат технологияси тармоқлари бўйича)

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб–хунар таълими ўқув методик бирлашмалари фаолиятини мувофиқлаштирувчи кенгашнинг 2008 йил «____» _____ даги «____»–сон мажлис баёни билан маъқулланган.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент Кимё технология институтида ишлаб чиқилди.

Тузувчи: Юнусов И.И. – Тошкент кимё технология институти «Информатика ва автоматлаштириш ва бошқарув» кафедраси доценти, техника фанлари номзоди.

Такризчилар: Исмоилов М.А. – ЎзР ФА «Математика ва информацион технологиялар» институти бош мутахассиси, техника фанлари доктори, профессор.
Махмудов Г.Н. – Тошкент автомобил йўллар институти «Автоматика ва электротехника» кафедраси мудири, профессор.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент Кимё-технология институти Илмий кенгашида тавсия қилинган (2008 йил «____» _____даги «____» - сонли баённома)

КИРИШ

Ушбу фанда талаба технологик жараёнларни характерловчи турли катталикларни ўлчаш усуллари, автоматлаштиришда қўлланиладиган бирламчи ўзгартиргичлар, ўлчов асбоблари, ахборотларни узатиш ва автоматик назорат қилиш тизимларини, технологик параметрларни ўлчашнинг замонавий усуллари, ўлчашнинг ривожланиш тенденциялари ҳамда ўлчашнинг ишлаб чиқаришдаги ахамиятини ва унинг республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотлар натижаларига таъсирини ўрганишини кўзда тутди.

Ўқув фанининг мақсад ва вазифалари

Фанни ўқитилишидан мақсад - бошқариш тизимларда қўлланиладиган турли автоматик назорат қилиш тизимлари билан яқиндан танишиш, ҳисоблаш, танлаш ва ишлата олиш, таълим стандартида талаб қилинган билимлар, кўникмалар ва малакаларни шакллантиришдир.

Фаннинг вазифаси – талабаларга ҳарорат, босим, сарф, сатх, зичлик, қовушқоқлик, намликни ўлчаш усуллари, газларни таҳлил қилиш усуллари ва эритмаларнинг концентрацияларини кондуктометрия, пртенциометрия ва титрометрлар ёрдамида ўлчаш усуллари ҳамда ахборотни масофага узатиш тизимларини ўргатишдан иборат.

Фан бўйича талабаларнинг билимига, кўникма ва малакасига қўйиладиган талаблар

«Технологик ўлчов усуллари ва асбоблари» ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида талаба:

- ўлчаш ва ўлчовчи қурилмаларни, аниқлик синфини ва ўлчовчи қурилмаларни хатосини аниқлашни, ҳароратни, босимни, сарфни, сатхни ўлчашнинг замонавий усуллари, газ ва суюқликларни концентрациясини ўлчаш усуллари, моддаларнинг зичлиги, қовушқоқлиги, намлигини ўлчашни, ахборотларни масофага узатишнинг замонавий усуллари **билиши керак**;

-кўп қўлланиладиган ўлчаш қурилмаларини ишлаш усуллари ва қўллаш усуллари, технологиядан келиб чиққан ҳолда ўлчанаётган катталиқни ўлчаш усулини аниқлаш, технология талабларидан келиб чиққан ҳолда, ўлчаш қурилмаларини танлаш бўйича **кўникмаларга эга бўлиши керак**;

-тизимни қаноатлантирувчи сигнал ўзгартиргичларни танлашни, ўлчов асбобларини текшириб, унинг хатоликларини ҳисоблаб, аниқлик синфига мослигини, ўлчов асбобларининг чизмаларини ўқиш ва таҳлил этиш, ўлчаш усули ва ўлчаш асбобларини технологик жараён талабларидан келиб чиқиб танлаш **малакаларига эга бўлиши керак**.

Фаннинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги ва услубий жиҳатдан узвий кетма-кетлиги

«Технологик ўлчов усуллари ва асбоблари» фани умумкасбий фанлари блокига кириб, 5- ва 6-семестрларда ўқитилади. Дастурни амалга ошириш ўқув режасида режалаштирилган математик ва табиий-илмий (олий математика, физика, информатика ва ахборот технологиялари), умумкасбий (электротехника ва электр юритмалар, электроника ва ҳ.к.) ва ихтисослик фанларидан етарли билим ва кўникмаларга эга бўлишлик талаб этилади.

Фаннинг ишлаб чиқаришдаги ўрни

Технологик жараёнларни қандай кетаётганлигини назорат қилиш вазифаси ўлчов асбобларига юклатилган. Маълумки, бошқариш асоси ахборотдир. Ўлчов асбоблари технологик параметрларни ҳар бир вақтдаги қийматларини ўлчаб, бошқариш тизимларига жараён тўғрисида маълумот бериб борадилар. Шунинг учун ушбу фан таълим йўналишининг асосий фанларидан бири ҳисобланади.

Фанни ўқитишда замонавий ахборот ва педагогик технологиялар

Талабаларнинг «Технологик ўлчов усуллари ва асбоблари» фанини ўзлаштиришлари учун ўқитишнинг илғор ва замонавий усулларидан фойдаланиш, янги информацион-педагогик технологияларни тадбиқ қилиш муҳим аҳамиятга эгадир. Фанни ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қўлланмалар, маъруза матнлари, тарқатма материаллар, электрон дарслик ҳамда виртуал стендлардан фойдаланилади. Маъруза ва лаборатория дарсларида мос равишдаги илғор педагогик технологиялардан (ақлий ҳужум, гурухли фикрлаш, кичик гурухлар мусобақалари ва бошқалар) фойдаланилади.

Асосий қисм

Фаннинг назарий машғулотлари мазмуни

Ўлчашнинг ишлаб чиқаришдаги аҳамияти ва унинг республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотлар натижаларига таъсири, ўлчаш илмининг ривожланиш тенденциялари ва технологик параметрларни ўлчашнинг замонавий усуллари ҳақида.

Ўлчаш ва ўлчов асбоблари тўғрисида

Ўлчаш. Бевосита ва билвосита ўлчаш усуллари. Тўғридан тўғри ўлчаш усуллари. Компенсацион ва дифференциал ўлчаш усуллари. Ўлчов асбоблари. Ўлчов асбоблари таснифи.

Ўлчов асбобларининг метрологик тавсифи

Ўлчов асбоблари хатоликлари, сезгирлиги ва вариацияси тўғрисида. Ўлчов асбоблари хатолиги. Ўлчов асбобларининг абсолют, нисбий ва келтирилган нисбий хатоликлари. Вариация ва келтирилган вариация тўғрисида тушунча. Ўлчов асбобларининг аниқлик синфи. Асосий ва қўшимча хатоликлар.

Хароратни ўлчаш

Ҳарорат тўғрисида тушунча. Ҳарорат шкалалари.

Ҳароратни ўлчаш усуллари.

Кенгайиш термометрлари. Суюқлик термометрлари. Механик термометрлар. Дилатометрик ва биметаллик термометрлар.

Манометрик термометрлар. Газли, суюқликли ва газ-суюқликли манометрик термометрлар.

Қаршилик термометрлари. Қаршилик термометрлари турлари ва уларнинг материалига қўйиладиган талаблар. Қаршилик термометрлари қаршилигини ўлчаш усуллари. Лагометрлар. Кўприк схемалари. Мувозанат ва номувозанат кўприк схемалари. Қаршилик термометрини мувозанат кўпригига икки ва уч симли улаш схемалари. Автоматик мувозанат кўприклари.

Термоэлектрик пирометрлар (термометрлар). Термоэлектрик эффект. Термопаралар. Термопарани учинчи сим ёрдамида ўлчов асбобига улаш. Термоэлектрод симлар. Термопара совуқ қовшари ҳароратини компенсациялаш усуллари. Магнитоэлектрик милливольтметрлар. Потенциометрлар. Автоматик потенциометрлар.

Нурланувчи пирометрлар. Нурланишга асосланган ҳарорат ўлчаш воситалари. Тўла ва қисман нурланишга асосланган нурланиш пирометрлари.

Босимни назорат қилиш

Босим тўғрисида умумий тушунчалар. Босимни ўлчаш усуллари. Суюқлик манометрлари. Деформацион манометрлар. Деформацияланишга асосланган босим ўлчаш воситаларининг сезгир элементлари. Трубасимон трубкали манометрлар. Бурдон трубкаси. Мембранали манометрлар. Сильфонли манометрлар. Юк поршенли манометрлар ва уларни техникада ишлатилиши. Босимни ўлчашнинг электрик усуллари.

Ахборотни масофага узатиш тизимлари

Умумий тушунчалар. Ахборотни масофага узатишнинг пневматик ва электрик тизимлари. Ахборотни пневматик масофага узатиш тизими. Кучни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргич. Силжишни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргич. Ахборотни электр масофага узатиш тизими. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргич. Силжишни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргич (Дифференциал трансформаторли сигнал ўзгартиргич). Оралик сигнал ўзгартиргичлар. Пневмоэлектрик ва электропневматик ўзгартиргичлар. Нормалловчи сигнал ўзгартиргичлар. Аналог сон-рақамли сигнал ўзгартиргичлар ва сон-рақам аналогли сигнал ўзгартиргичлар.

Миқдор ва сарфни ўлчаш усуллари

Сарф ва миқдор тўғрисида умумий маълумотлар. Ҳажм ҳисоблагичлари. Тезлик ҳисоблагичлари. Босим фарқларини ўзгаришига асосланган сарф ўлчагичлар. Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар. Сатх ўзгаришига

асосланган сарф ўлчагичлари. Электромагнит сарф ўлчагичлари. Сарфнинг бошқа ўлчаш усуллари.

Сатхни ўлчаш усуллари

Сатх ўлчаш тўғрисида умумий тушунчалар. Сатхни визуал ўлчаш воситалари. Қалқовичли сатх ўлчагичлар. Қалқиб турувчи ва чўкиб турувчи қалқовучли сатх ўлчагичлар. Гидростатик сатх ўлчагичлар. Пьезометрик ва дифманометрик сатх ўлчагичлар. Радиоизотоп сатх ўлчагичлар. Электр сатх ўлчагичлари.

Зичликни ўлчаш усуллари

Зичлик тўғрисида умумий тушунчалар. Пикнометрлар. Ўзгармас хажм вазини ўлчаш бўйича зичликни аниқлаш. Қалқовичли зичлик ўлчагичлар. Ареометрлар. Модда зичлигини ўлчашнинг гидростатик усуллари. Дифманометрик ва пьезометрик усуллар. Зичликни бошқа ўлчаш усуллари.

Қовушқоқликни ўлчаш усуллари

Қовушқоқлик тўғрисида умумий тушунчалар. Капиллярли қовушқоқлик ўлчагичи. Қовушқоқликни жисми суяқлик муҳитида эркин тушиш тезлиги бўйича аниқлаш. Стокс қонуни. Шарикли қовушқоқлик ўлчагичлари. Ротацион қовушқоқлик ўлчагичлари. Вибрацион қовушқоқлик ўлчагичлари

Намликни ўлчаш усуллари

Намлик тўғрисида умумий тушунчалар. Газлар ва сочиловчан моддаларнинг намлигини ўлчаш усуллари. Психрометрик усул. Психрометрлар. Электрик гигрометрлар. Социловчан моддаларнинг намлигини ўлчаш усуллари.

Газоанализаторлар

Газларни таҳлил қилиш усуллари. Кимёвий газоанализаторлар.

Физик-кимёвий газоанализаторлар. Электрокондуктометрик газоанализаторлар. Деполяризацион ва гальваник газоанализаторлар. Термокимёвий газоанализаторлар ва уларни саноатда қўлланилиши.

Физик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторларда қўлланиладиган компенсацион схемалар. Магнитли газоанализаторлар турлари. Термомагнит газоанализаторлар.

Оптик газоанализаторлар. Инфрақизил нурларни ютишга асосланган газоанализаторлар турлари. Ультрабинафша нурларни ютишга асосланган газоанализатор турлари. Фотоколориметрик газоанализаторлар.

Масс-спектрометрлар

Газларни таҳлил қилишда масспектрометрлардан фойдаланиш. Масспектрометрия тўғрисида тушунча. Магнит ва электр майдони таъсирида моддий зарра ионларини ажратиш ўлчовчи масспектрометрлар. Белгиланган масофани ўтиш вақтига қараб ионларни ажратиш ўлчовчи масспектрометрлар.

Газлар хроматографияси

Газларни таҳлил қилишда хроматографлардан фойдаланиш. Газларни сорбция хусусиятига қараб ажратиш. Газни адсорбцияловчи хроматография. Газни тақсимловчи хроматография. Капилляр хроматография. Газохроматографик қурилмаларнинг асосий элементлари. Хроматографик колонна. Газохроматографияда ишлатиладиган детекторлар. Термокондуктометрик, потенциометрик, кондуктометрик ва аланга детекторлари.

Потенциометрия

Эритмалар концентрациясини ўлчаш. Потенциометрия асослари. Нернст қонуни. Водород ионлари концентрациясини ўлчаш. Эритмаларнинг рН-кўрсаткичи. Водород электроди. Махсус шиша электродлари. Солиштириш электродлари. Коломель ва хлоркумушли солиштириш электродлари. Ўлчаш ячейкаси Э.Ю.К. ни ўлчаш. рН-метрларда қўлланиладиган ўлчаш схемалари.

Кондуктометрия

Ўтказувчанлик (кондуктометрия) бўйича эритма концентрациясини ўлчаш. Икки ва тўрт электродли кондуктометрик ячейкалар. Электродларни ўлчаш схемаларига уланиши. Электродларда кузатиладиган электрохимий жараёнлар. Ўлчашга таъсир этувчи факторлар. Хароратни, манба кучланиши ўзгаришини ўлчов натижасига таъсири. Техникада ишлатиладиган компенсацион схемалар. Электродсиз кондуктометрия.

Титрометрлар

Титрлаш йўли билан эритма концентрациясини ўлчаш. Автоматик титрометрлар.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларда талабалар ўлчов асбобларининг хатоликларини ҳисоблашни ўрганиб, ҳисоб натижалари бўйича ўлчов асбобларининг ишлатишга яроқлилиги тўғрисида ҳулосалар беришни, ўлчов асбобларини технология талаблари бўйича танлашни, сигнал ўзгартиргичларни танлашни ўрганадилар.

Амалий машғулотларнинг тахминий тавсия этиладиган мавзулари:

1. Ўлчаш хатоликларини ҳисоблаш ва ҳисоблаш натижаси бўйича ўлчов асбобларининг яроқлилиги тўғрисида ҳулосалар бериш;
2. Технологик параметрларни ўлчаш усуллари бўйича масала ва мисоллар ечиш;
3. Хароратни ўлчаш усуллари бўйича масала ва мисоллар ечиш;
4. Босимни ўлчаш усуллари бўйича масала ва мисоллар ечиш;
5. Сарфни ўлчаш усуллари бўйича масала ва мисоллар ечиш;
6. Сатхни ўлчаш усуллари бўйича масала ва мисоллар ечиш;

7. Газоанализаторлар ёрдамида газларни таҳлил қилиш бўйича масала ва мисоллар ечиш;
8. Газлар хроматографияси ва масспектрометрия усуллари виртуал стендларда ўрганиш;
9. Кондуктометрия усуллари бўйича масала ва мисоллар ечиш;
10. Потенциометрия усуллари бўйича масала ва мисоллар ечиш;
11. Ўлчов асбобларини технология талаблари бўйича танлашни машқ қилиш;
12. Сигнал ўзгартиргичларни танлашни ўрганиш;

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар ечиш орқали янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида талабалар билимларини мустақамлашга эришиш, таркатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни чоп этиш орқали талабалар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўргазмали қуроллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

Лаборатория ишларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Лаборатория ишлари талабаларда замонавий ўлчаш усуллари ва масофага узатиш тизимлари тўғрисида билим, ўлчов асбобларининг ўлчаш хатоликларини ҳисоблаш ва натижа бўйича ўлчов асбобларининг яроқлилиги тўғрисида ҳулосалар бериш, бўйича амалий кўникма ва малака ҳосил қилади.

Лаборатория ишларининг тавсия этиладиган мавзулари:

1. Хароратни ўлчаш усуллари виртуал стендларда ўрганиш;
2. Лагометр ва автоматик мувозанат кўприклари хатолигини текшириш;
3. Босим ўлчаш асбобларини виртуал стендларда ўрганиш;
4. Техник монометрлар хатолигини текшириш;
5. Модда миқдорини ўлчовчи асбобларни виртуал стендларда ўрганиш;
6. Сарф ўлчаш усуллари виртуал стендларда ўрганиш;
7. Ротометрларни градуировка қилиш;
8. Сатхни ўлчаш усуллари виртуал стендларда ўрганиш;
9. Гидростатик сатх ўлчагичларни текшириш (пьезометрик ва дифмонометрик);
10. Газоанализаторларни виртуал стендларда ўрганиш;
11. Кондуктометрик концентромерларни виртуал стендларда ўрганиш;
12. Потенциометрия усулини виртуал стендларда ўрганиш;
13. Бирламчи сигнал ўзгартиргичларнинг хатолигини текшириш;
14. Бирламчи ва иккиламчи ўлчов асбобларининг хатолигини биргаликда текшириш.

Мустақил ишни ташкил этишнинг

шакли ва мазмуни

Талаба мустақил ишни тайёрлашда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади:

- дарслик ва ўқув қўлланмалар бўйича фан боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи тизимлар билан ишлаш;
- талабанинг ўқув-илмий-тадқиқот ишларини бажариш билан боғлиқ бўлган фанлар бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш;
- масофавий (дистанцион) таълим.

Тавсия этилаётган мустақил ишларнинг мавзулари:

1. Асосий ва қўшимча хатоликлар.
2. Тасодикий хатоликлар;
3. Босимни ўлчашда қўлланиладиган электр манометрлар;
4. Сарфни ўлчашда қўлланиладиган ультратовуш сарф ўлчагичлар;
5. Деполяризацион физик-кимёвий газоанализаторлар;
6. Магнито-механик газоанализаторлар;
7. Потенциометриянинг назарий асослари;
8. Автоматик титрометрлар.

Дастурнинг информацион-услубий таъминоти

Мазкур фанни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган.

- технологик параметрларни ўлчаш усуллари тушунтиришда тегишли маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологияларидан фойдаланиш;

- амалий машғулотларда ақлий хужум, гурухли фикрлаш педагогик технологияларидан фойдаланиш;

- тажриба машғулотларида кичик гурухлар мусобақалари, гурухли фикрлаш педагогик технологияларини қўллаш назарда тутилади.

Фойдаланиладиган асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар рўйхати

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

1. Мухаммедов Б.Э. Метрология. Методы и приборы для измерения технологических параметров Т. 1991.
2. Юсупбеков Н.Р. Мухаммедов Б.И. Гуломов Ш.Н. «Технологик жараёнларни бошқариш системалари». Т. Ўқитувчи 1997 й.
3. Петров И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности М Агропромиздат 1995.
4. Алиев Т.М. и др. Измерительная техника. М.: «Высшая школа», 1991.

5. Данилов А.И. Компьютерный практикум по курсу «Теория управления». SIMULINK моделирование в среде MATLAB. Учебное пособие. -М.: «МГУИЭ», 2002.

Қўшимча адабиётлар

1. Гончаров А.А. Копылев В.Д. Метрология, стандартизация и сертификация. М Академия 2005 г.
2. Сергеев А.Г., Крохан В.В. Метрология М Логос 2002.
3. Фарзана Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы -М.: «Высшая школа», 1989.
4. Прусенко ВС. Пневматические системы автоматического регулирования технологических процессов. -М.: «Машиностроение», 1987.
5. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Машиностроение 1983 г.
6. Юсупбеков Н.Р. Мухаммедов Б.И. Гуломов Ш.Н. «Автоматика ва ишлаб чикариш процессларини автоматлаштириш». Т. Ўқитувчи 1982 й.
7. Обновленский П.А. и др. Основы автоматизации химических производств. Ленинград: «Химия», 1975.

КИРИШ

Ўлчаш ва ўлчов асбобларининг хатоликлари ҳақида асосий

Ўлчаш деб берилган катталиқни шартли равишда бирлик деб қабул қилинган бошқа бир катталиқ билан таққослаб билиш жараёнига айтилади

$$Q = U g$$

бу ерда Q – ўлчаниладиган катталиқ, U – ўлчаниладиган катталиқда қанча бирлик борлигини кўрсатадиган сон g – ўлчов бирлиги

Ўлчанадиган катталиқни ўлчов бирлиги билан таққослаш учун қўлланиладиган асбоб ўлчов асбоби деб аталади.

Технологик жараёнларнинг барча параметрлари Халқаро бирликлар системаси СИ (0K , 0C , M , $\frac{кг}{сек}$, $\frac{м^2}{сек}$, $\frac{Н}{м^2}$, $\frac{кг}{см^2}$ ва бошқ) бўйича ўзларининг бирликларига эга.

Ўлчов асбобларининг текшируви деб, унинг кўрсатмаларини ўлчовлардаги хатоликларни аниқлаш учун ишлаб чиқариладиган янада аниқроқ бўлган асбоб кўрсатмалари билан солиштирилади.

Ўлчаниладиган катталиқнинг қиймати сонини аниқлаш учун ўлчовларнинг бевосита ва билвосита усулларидан фойдаланилади.

Бевосита - ўлчовлар ўлчаниладиган катталиқни ўлчов асбобларининг ўлчамлари ёки кўрсатмалари (тарози, хажм ўлчаш счётчиклари ва бош) билан бевосита таққослашга асосланган. Масалан: узунликни-метр билан ва босимни – манометр билан ўлчаш усуллари бевосита усул дейилади. Бевосита ўлчовларнинг қуйидаги асосий усуллари мавжуд: бевосита аниқлаш усуллари, компенсацион (ноль) ва дифференциал (фарқлаш) усули.

Бевосита аниқлаш усули билан ўлчаниладиган катталиқнинг миқдори тўғридан-тўғри асбобнинг чиқиш катталигига айланади ва асбоб бевосита ўлчаниладиган катталиқнинг миқдорини кўрсатади.

Компенсацион (ноль) усули деб номаълум ўлчаниладиган катталиқни маълум катталиқ билан солиштиришга айтилади. Ўлчаниладиган катталиқнинг миқдори тенглаштириладиган (маълум) катталиқ қийматига тенг мувозанатда бўлади. Бундай асбоблар қаторига потенциометрлар, кучли компенсацияли асбоблар ва майинли тарозилар киради.

Дифференциал (фарқлаш) усули шундан иборатки, асбоб ёрдамида ўлчанадиган ва қандайдир бир маълум катталиқ ўртасидаги фарқ аниқланади. Ундан сўнг ўлчанадиган катталиқ маълум катталиқ қиймати ва олинган фарқни алгебраик кўпайтириш йўли билан аниқланади.

Билвосита – бундай усул билан номаълум катталиқ Q бевосита эмас, балки ўзи функционал боғланиш билан боғланган бошқа бир ёки бир неча катталиқларни ($A, B, C, \dots$) тўғридан-тўғри ўлчаш йўли билан аниқланади. Бунда ўлчанадиган катталиқ қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқилади

$$Q = f(A, B, C, \dots)$$

Масалан: бакдаги суюқлик миқдори сатҳга кўра

Ўлчов асбоблари деб ўлчанадиган катталикни ўлчов бирлиги билан бевосита ёки билвосита таққослаш учун хизмат қиладиган қурилмага айтилади.

Ўлчов асбобларининг асосий элементлари - сезгир элемент ёрдамида бевосита ўлчовни амалга оширадиган ўлчов механизми ва ҳисоблагич қурилмадан (ўзи ёзадиган ва умумий йиғиндисини кўрсатадиган) иборат.

Шкаладаги белгилар **градуировка** деб аталади, микдорий белгилар эса шкаланинг рақамланиши деб аталади. Ўлчов birlikларида ифодаланган шкаланинг энг кичик бўлинмаси – шкала бўлиниш баҳоси (қиймати) деб аталади. Шкаланинг бошланғич ва охириги белгисини асбобнинг қуйи ва юқори ўлчов чегараси ёки шкала диапазони белгилайди.

Бир корпусга эга асбоб кўпинча маҳаллий асбоб бўлади, бир неча корпусдан иборат асбоб эса – кўрсаткични масофадан узатадиган ҳисобланади. Кўрсаткични масофадан узатадиган ўлчов қурилмаси бирламчи ва иккиламчи асбобдан иборат. Бирламчи асбобда комплектнинг қабул қилиб олувчи қисми ўлчов пунктида ўрнатиладиган сезгир элементдан иборат. Иккиламчи асбоб бирламчи асбобдан қабул қилиб ҳисоблагич қурилманинг тегишли бўлимига ўтказган сигнални қайта ўзгартириб, ўлчанадиган катталикнинг кўрсаткичини беради.

Масофадан ўлчашда бирламчи асбоблар бирламчи ўзгартиргич (датчиклар) билан таъминланадилар, бу датчиклар ўлчанадиган катталикни пропорционал равишда пневматик ёки электр сигнаliga айлантириб берадилар.

Ўлчов асбобларининг сифати - ўлчовнинг аниқлиги, сезгирлиги ва тезкорлиги билан характерланади.

Ўлчов асбобининг аниқлиги унинг кўрсатмаларининг ишончлиги билан белгиланади, яъни ўлчов натижалари ўлчанадиган катталикнинг амалдаги қийматидан қанчалик фарқ қилиши билан.

Асбобнинг сезгирлиги - деб унинг ўлчанадиган катталикдаги унча катта бўлмаган ўзгаришларига нисбатан жавоб бериш хусусиятига айтилади. Асбобнинг сезувчанлигини кўрсаткич (стрелка)нинг чизиқли ёки бурчакли, силжишининг, ўлчанадиган катталикда ушбу силжиш туфайли содир бўлган ўзгаришига нисбати орқали ифодалаш мумкин.

$$S = \frac{\Delta I}{\Delta A} \quad \text{или,} \quad S = \frac{\Delta \varphi}{\Delta A}$$

бу шуни англатадики, ўлчов асбобида ўлчанадиган катталикнинг четга оғиши қанчалик кам қайд этилса, унинг сезувчанлиги шунчалик юқори бўлади.

Асбобнинг тезкорлиги – унинг кўрсатмаларининг кеч қолиши туфайли юзага келадиган инерцияликка боғлиқ.

Турли асбоблар учун ўзининг эксплуатацияси шароитига боғлиқ талаблари мавжуд (харорат, намлик, вибрация ва бошқ).

Ўзбекистон Республикасида саноат асбоблари ва автоматлаштириш воситалари учун ягона давлат тизими (ГСП) амал қилади.

ГСП нинг тузилиши ўлчов ва автоматлаштириш воситаларини кенг стандартлаштириш ва унификациялашни кўзда тутди.

Сигналларни унификациялаштириш (бир хиллаш) ГСПнинг асосий вазифасидир (пневматик сигнал 0,02-0,1 МПН; электр сигнали 0-5; 0-20 та).

Ўлчашлардаги хатоликлар - Физик катталикларнинг ўлчовини ўлчов асбоблари ва ўлчов усуллариининг номукаммаллиги оқибатида, шунингдек ўлчов шароитининг таъсири туфайли мутлақо аниқ амалга ошириб бўлмайди. Бунда пайдо бўладиган хатоликлар сони ўлчов хатолиги деб аталади, яъни ўлчов асбобининг хатолиги деб унинг кўрсатмаси ва ўлчанадиган катталикнинг ҳақиқий қиймати ўртасидаги фарқга айтилади.

Ўлчовнинг хатолиги абсолют ёки нисбий катталик кўринишида ифодаланиши мумкин.

Абсолют хатолик – “а” ўлчов бирликларида ифодаланиб, асбоб кўрсатмаси A_n ва ўлчанадиган катталикнинг ҳақиқий қиймати A_d ўртасидаги фарқни кўрсатади.

$$a = A_n - A_d.$$

нисбий хатолик “в” эса процентларда келтирилиб, абсолют хатоликнинг ҳақиқий қийматга муносабатини билдиради

$$\text{яъни} \quad b = \frac{a}{A_o} 100\%$$

Ўлчанадиган катталикнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш учун асбобнинг кўрсатмасига абсолют хатоликнинг сонига тенг равишда қарама-қарши (тескари) белги билан олинган “d” тузатиши киритилади.

Техникада шундай асбоблардан фойдаланиладики, улар ёрдамида фақатгина аввалдан белгиланиб берилган аниқлик – йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатолик билан ўлчовлар ўтказилади.

Асбобларнинг нормал шароитда ишлашига мувофиқ келадиган, йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликлар катталиги стандартлар томонидан белгиланади. Ўлчов асбоблари йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликлари катталигига кўра қуйидаги аниқлик синфларига бўлинади: 0,005; 0,02; 0,05; 0,2; (наъмунавий, лаборатория ва эталон асбоблар), 0,35; (назорат асбоблари) 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; (техник асбоблар)

Шартли равишда белгиланган аниқлик синфи – N шкаласи диапазонида келтирилган ва процентларда ифодаланган, яъни $\frac{a}{N} 100\%$, энг катта йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатолик “а” га мос келади. Бошқа тарафдан процентларда ифодаланган диапазон шкаласига абсолют хатоликнинг нисбати **келтирилган нисбий хатолик** деб аталади. Яъни $\beta = \frac{a}{N} 100\%$

Шундай қилиб, асбобнинг аниқлик синфи асбоб шкала диапазонида нисбатан (процентларда) йўл қўйилиши мумкин бўлган хатоликни кўрсатади.

Аниқлик синфи одатда асбоб циферблатида белгиланади.

Ўлчов асбобининг нормал ишлаш шароитидаги ҳолати ва хусусиятларига боғлиқ бўлган ўлчов хатоликлари **асосий хатоликлар** деб, қолган барчаси эса – қўшимча хатоликлар деб аталади.

Асбобнинг асосий хатолигини топиш учун у маълум бир муддат ўтгандан сўнг текширувдан ўтказилади, яъни унинг кўрсатмалари текшириляётган асбобга нисбатан бир неча баробар кам хатоликка эга, янада аниқроқ бўлган асбобнинг кўрсатмалари билан солиштирилади.

Одатда текширув ўлчанадиган катталик қийматининг ошаётганида (тўғри юриш), кейин эса камаётганида (тескари юриш) амалга оширилади.

Ўлчов катталигининг бир ҳил қиймати ва ўзгармас ташқи шароитда олинган у ёки бу ўлчовлар кўрсатмаси ўртасидаги энг катта фарқ асбоб кўрсатмасининг вариацияси деб аталади. Вариациянинг пайдо бўлиши, одатда сезувчан элементнинг эластиклиги (таранглиги) ёки термиклиги оқибатида, асбобнинг ҳаракатланадиган қисмларининг ишқаланиши натижасида, ўлчов механизми қисмларининг бириккан жойлари орасида жуда тор тирқиш (люфтлар) бўлиши натижасида ҳосил бўлади.

Асбоб вариациясининг 2 кўрсатмаси кўпинча шкала диапазонида фоизларда ифодаланади.

$$\gamma = \frac{A_{np} - A_{обр}}{N} 100\%$$

ва асбобнинг йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий ҳатолигидан кичик бўлиши лозим (аниқлик синфидан).

Агарда асбоб нормал шароитдан фарқ қиладиган шароитда ишласа, унда қўшимча ҳатоликлар пайдо бўлади.

Бундан ташқари, ўлчовнинг ҳатоликлари уларнинг характериға қараб **систематик, тасодифий ва қўпол** турларига бўлинади.

Систематик – деб пайдо бўлиши яхши маълум бўлган ҳатоликларға айтилади.

Тасодифий – ҳатоликлар қандайдир маълум бўлган у ёки бу қонуниятларға бўйсунмайдилар.

Қўпол ҳатоликларға эға ўлчовлар натижалари ноаниқ ўлчов деб қабул қилинади.

Тасодифий ҳатоликлар ўзининг табиати ва катта-кичиклиги бўйича аввалдан маълум бўлмаган бўлади. Такрорий ўтказилган ўлчовларда улар доимий бўлмайдилар, чунки улар ўлчов жараёниға турли сабабларнинг биргаликда таъсири натижасида пайдо бўлиб, бу сабабларнинг ҳар бири ўзини ҳар ҳил тутади ва бир-бириға боғлиқ эмас.

Бир ҳил ўлчовлардаги тасодифий ҳатоликларни ҳисобға олиб бўлмайди, аммо айнан бир доимий катталик учун такрорий ўлчовни бир ҳил синчковлик билан ўтказилганда тасодифий ҳатоликларнинг олинган натижаларға таъсирини систематик ва қўпол ҳатоликларни истисно этган ҳолда маълум бир эҳтимоллик билан баҳолаш мумкин.

Тасодифий ҳатоликларнинг назарияси математик статистика ва эҳтимоллик назарияси методларига асосланган бўлиб, бир неча бора такрорий ўлчовлар ўтказилганда якуний, охириги натижани аниқлаш имконини беради. Шу сабабли тасодифий ҳатоликлар теорияси ўлчов асбоблари ишларининг ишончлилиги ва ўлчовларнинг аниқлигини баҳолаш учун кенг қўлланилади

1-БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Ўлчаш ва ўлчов асбоблари ҳақида асосий тушунчалар.
2. Ўлчанаётган катталик туриға қараб қандай ўлчов асбоблари мавжуд?

3. Вазифасига қараб қандай ўлчов асбоблари мавжуд?
4. Кўрсатишига қараб қандай ўлчов асбоблари мавжуд?
5. Ишлаш принципига қараб қандай ўлчов асбоблари мавжуд?
6. Жойлашишига қараб қандай ўлчов асбоблари мавжуд?
7. Бевосита ва билвосита ўлчаш усуллари тушунтиринг.
8. Ўлчашнинг компенсация усули мохиятини тушунтиринг.
9. Ўлчашнинг дифференциал усули мохиятини тушунтиринг.
10. Тўғридан тўғри ўлчаш усули мохиятини тушунтиринг.
11. Ўлчов асбоби аниқлик синфи нимани билдиради?
12. Ўлчов асбоби абсолют хатолиги қандай ҳисобланади?
13. Ўлчов асбоби нисбий хатолиги қандай ҳисобланади?
14. Ўлчов асбоби келтирилган нисбий хатолиги қандай ҳисобланади?

II-БЎЛИМ. ТЕМПЕРАТУРАНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ

Модда температураси бошқа термометрик модда хусусиятининг ўзгаришини назорат қилиш йўли билан аниқланади.

Температурани ўлчашда модданинг шундай хусусиятлари танланадики, у температурага боғлиқ равишда ўзгарсин. Бу талабларга термометрик моддаларнинг қуйидаги хусусиятлари мос келади: хажмий кенгайиш, берк хажмдаги босимнинг ўзгариши, электр қаршилиқнинг ўзгариши, электр юритувчи кучнинг (Э.Ю.К.) пайдо бўлиши ва нурланиш интенсивлигининг ўзгариши. Бу хусусиятлардан фойдаланиб температурани ўлчаш усуллари ишлаб чиқилган.

Температурани ўлчовчи асбобларни таснифи

Температурани ўлчовчи асбобларни қуйидагича таснифлаш мумкин:

1. Кенгайиш термометрлари (температурани ўлчаш чегараси -190°C дан 500°C гача);
2. Манометрик термометрлар (ўлчаш чегараси -160°C дан 600°C гача);
3. Электр қаршилиқ термометрлари (ўлчаш чегараси -200°C дан 650°C гача);
4. Термоэлектрик пирометрлар (ўлчаш чегараси -50°C дан 1800°C гача);
5. Нурланиш пирометрлари (ўлчаш чегараси 100°C дан 6000°C гача).

Шундай қилиб, температурани ўлчовчи асбоблар шартли равишда икки турга бўлинади: Термометрия, -200°C дан $+600^{\circ}\text{C}$ гача чегарада температурани ўлчовчи асбоблар - термометрлар (биринчи уч тури) ва пирометрия, юқори температураларни ўлчовчи асбоблар, пирометрлар (охирги икки тури).

КЕНГАЙИШ ТЕРМОМЕТРЛАРИ

Бу ўлчов асбобларининг ишлаш принципи температура таъсирида жисмларнинг хажми ва чизиқли ўлчамларининг ўзгариши хусусиятига асосланган.

Суюқликли ва механик кенгайиш термометрлари мавжуд.

Суюқликли шиша кенгайиш термометрлари

Бу ўлчов асбоблари ишчи термометрик суюқлик билан тўлдирилган резервуар кичик диаметрли капилляр билан уланган бўлиб, температура ошганда суюқлик хажми ортиб капилляр трубка бўйича маълум бир баландликга кўтарилади. Суюқликнинг капилляр трубкадаги сатхи кўтарилиши бўйича температура аниқланади.

Бу термометрларда ишчи суюқлик сифатида симоб ва органик моддалар (этил спирти, толуол пентан ва бошқалар) қўлланилади. Симоб баъзи устунликларга эга – ўлчаш диапозонининг катталиги, -39°C дан (ртутнинг музлаш температураси) 357°C гача (ртутнинг қайнаш температураси); шишанинг ртут билан хўлланмаслиги; тоза ртутни олишнинг осонлиги.

Симобнинг ўртача хажмий кенгайиш температура коэффициентини $0,18 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$.

Органик суюқликлар билан тўлдирилган кенгайиш термометрлари ёрдамида - 190 дан 100°C гача диапозонда температуранинг ўлчаш мумкин. Хажмий кенгайиш температура коэффициентини $1,13 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$.

Симоб термометрлари температуранинг -35°C дан 500°C гача чегарада ўлчашга ишлатилади. Юқори температураларни ўлчашда, симоб қайнашининг олдини олиш учун, капилляр тепасидаги бўшлиқ инерт газ билан ортиқча босимда тўлдирилади (симоб қайнаш температурасини ошириш мақсадида).

Симоб термометрлари икки турда ишланади: ўрнатилган шкалали ва капиллярли трубкага чизилган шкалали (палочный).

Капиллярли трубкага чизилган шкалали термометр ташқи диаметри 6-8 ммли қалин деворли капилляр ва унга уланган резервуардан ташкил топган бўлади. Термометр шкаласи бевосита капиллярнинг ташқи юзасига чизилади. Ўрнатилган шкалали термометр ингичка капиллярдан ва бўлинмалар чизилган оқ шиша пластинкадан ташкил топган бўлади.

Вазифасига қараб, симобли термометрлар техник, намунали ва лаборатория турларига бўлинади.

ТТ типдаги техник термометрлар, пастки қисми узунлиги 60 дан 2000 ммгача ва юқори қисми узунлиги 110, 160 ва 220 мм, ҳамда диаметри 18 мм ли бўлиб, тўғри ва бурчакли (90° , 135°) қилиб тайёрланади.

Бу ўлчов асбобларининг асосий хатолиги энг кичик бўлими қийматидан ошмайди ва $0,5$ дан до 10°C гача қийматларда ўзгаради.

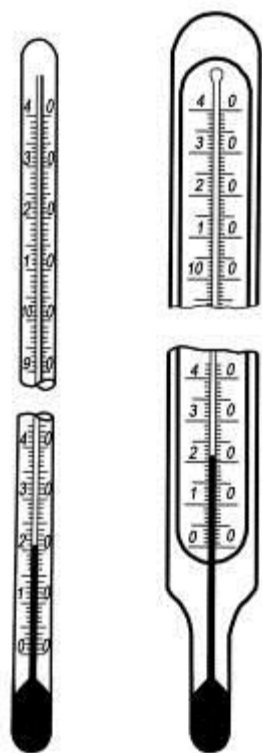
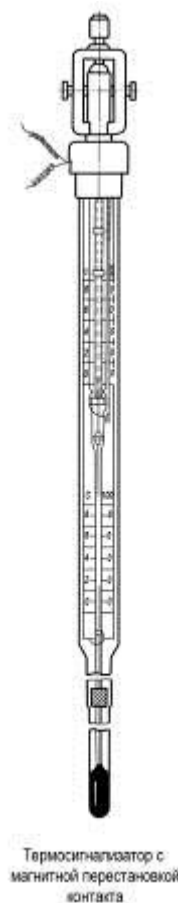


Рис. 6.



Термосигнализатор с магнитной перестановкой контакта

Рис.7.

Лаборатория термометрлари (ТЛ), бўлим қийматига қараб, 4 гуруҳга бўлинади (1; 0,5; 0,5 и 0,1).

Температура қийматининг ошиши билан ўлчов асбобининг асосий хатолиги ортади.

Шунингдек, суюқликли (симобли) контакт термометрлари ҳам ишлаб чиқарилади (расм). Улар одатда температурани сигналлаш учун ва автоматик ростлашда ишлатилади. Бу ўлчов асбобининг пастки ва юқори контактлари мавжуд бўлиб (платинали ёки вольфрам симлардан), улар туташганда электр занжири уланиб, реленинг бошқариш ўрамадан ток ўтади ва реле ишлаб, иситгични узади. Температура камайганда занжир узилади. Контактли термометрларнинг ўзгармас контактли ва контактни магнитли силжитгич ёрдамида ҳолатини ўзгартирувчи қурилмалари турлари мавжуд.

Механик кенгайиш термометрлари

Механик термометрларга дилотаметрик ва биметаллик термометрлар киради. Уларнинг ишлаши ҳар хил чизикли кенгайиш температура коэффициентига эга бўлган икки қаттиқ жисмнинг температура таъсирида ҳар хил кенгайишига асосланган. Қаттиқ жисм узунлигининг L унинг температурасига боғлиқлиги қуйидаги тенглама орқали ифодаланади

$$L=L_0(1+\alpha t);$$

L_0 – 0°C да жисм узунлиги; α – жисмнинг ўртача чизиқли кенгайиш температура коэффициент, $^\circ\text{C}^{-1}$.

Дилатометрик термометр (расм.8), чизиқли кенгайиш температура коэффициенти катта бўлган (мис, латун ёки алюмин) материалдан ясалган ва ўлчанаётган муҳитга жойлаштирилган бир томони берк бўлган трубка 1 дан, ҳамда бу трубка ичига ўрнатилган ва пружина 4 ва рычаг 3 билан унинг тубига сиқиб турилган стержень 2 дан ташкил топган. Стержень чизиқли кенгайиш температура коэффициенти кичик бўлган материал (фарфор, кварц, ёки инвар қотишмаси)дан тайёрланади. Объектдаги температура ўзгариши билан трубка 1 узунлиги ўзгаради ва бу чизиқли ўлчамлари деярли ўзгармаган стерженьни силжишига сабаб бўлади. Бу силжиш рычаглар орқали ўлчов асбоби стрелкасига узатилади.

Биметаллик термометр (расм.9) иккита эгилган ва ўзаро қовшарланган металл полоскалардан ташкил топган бўлиб, полоска 1, чизиқли кенгайиш температура коэффициенти (α_1) катта материалдан ва полоска 2, чизиқли кенгайиш температура коэффициенти (α_2) кичик бўлган материалдан тайёрланган бўлади. Ушбу полоскалардан ташкил топган биметаллик пластинка, температура ўзгаришига қараб эгилиш даражасини ўзгартиради ва бу тяга 3 ва рычаг 4 орқали ўлчов асбоби стрелкасига узатилади. Температура ошганда биметаллик пластинка чизиқли кенгайиш температура коэффициенти кичик бўлган металл томонга қараб бурилади (α_2).

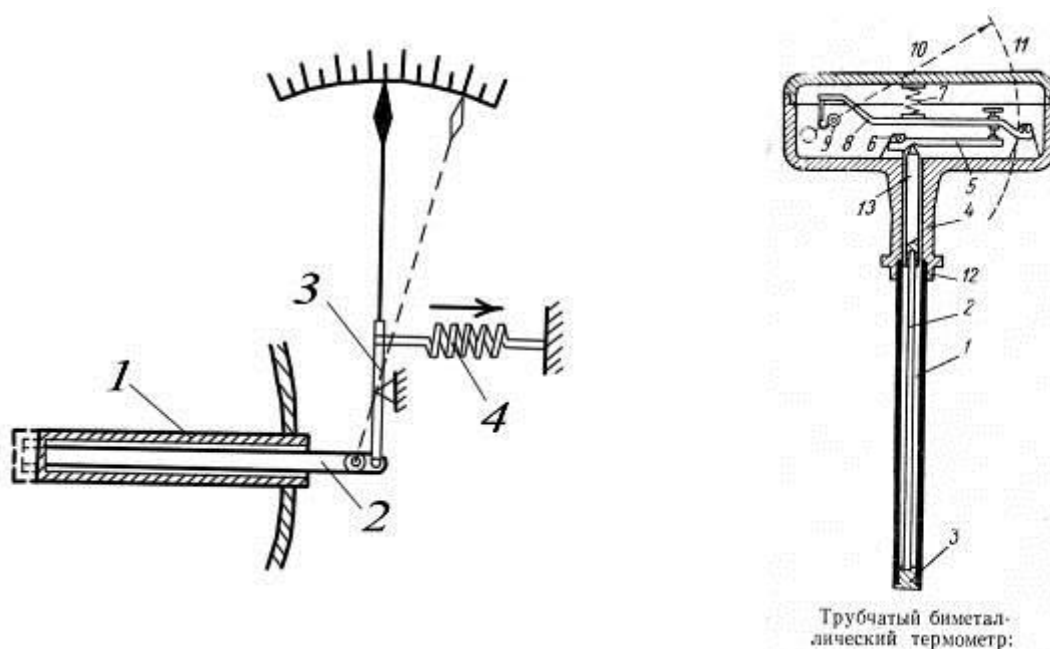


Рис. 8

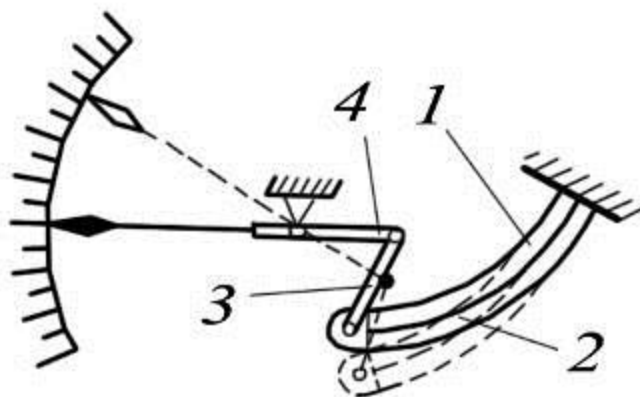


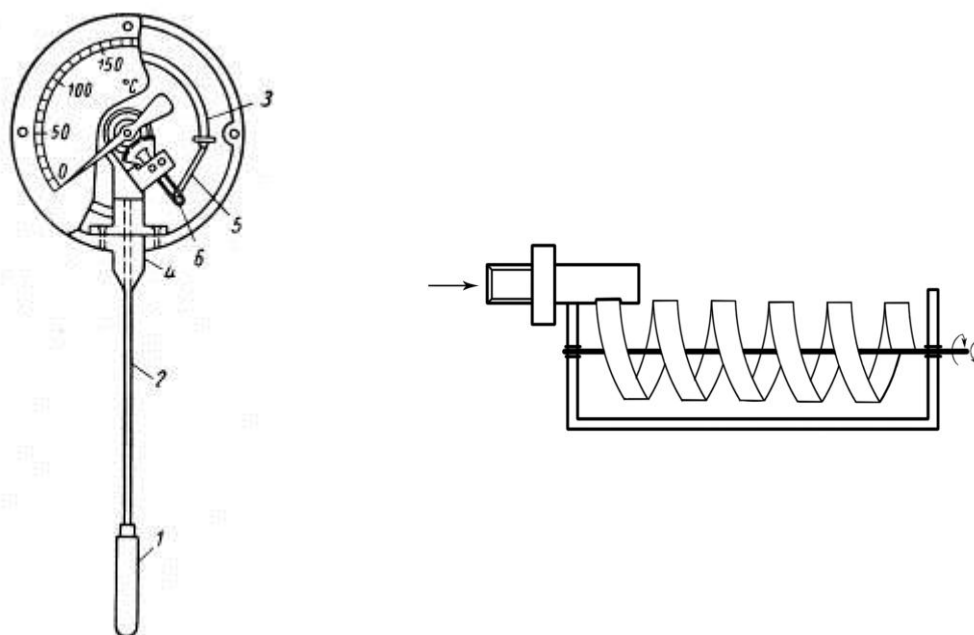
Рис.9

Механик термометрлар асосан сигналловчи асбоблар сифатида ишлатилади. Биметаллик термометрлар температура компенсаторлари сифатида, бошқа ўлчов асбобларига ўрнатилиб, уларнинг кўрсатишига атроф муҳит температурасининг таъсирини компенсациялаш учун қўлланилади.

МАНОМЕТРИК ТЕРМОМЕТРЛАР

Манометрик термометрларнинг ишлаши берк ҳажмдаги газ, суюқлик ёки буғнинг босимини температура таъсирида ўзгаришига асосланган.

Ўлчов асбоби қандай ишчи модда билан тўлдирилганига қараб, манометрик термометрлар газли, суюқликли ва буғ-суюқликли турларга бўлинади.



Расм. 10.

Ўлчов асбоби (расм.10) термобаллон 1, капилляр трубка 2 ва манометрик қисм 3-6 (трубасимон труба 3, ушлагич 4, узатгич (поводок) 5 ва тишли сектор 6) дан ташкил топган. Ўлчов асбобининг бутун тизими ишчи модда билан тўлдирилади. Термобаллон температурани ўлчаш объектига ўрнатилади.

Температуранинг ортиши билан масалан, бутун берк тизимда босим ортиши кузатилади. Босим ортиши манометрик пружинани деформацияланишига ва унинг эркин учи узатиш механизми орқали ўлчов асбоби стрелкасини буришига сабаб бўлади.

Тизимда босимнинг ўзгариши билан трубасимон пружинага таъсир этаётган тизимдаги босим ва атроф мухит босимлари орасидаги фаркга пропорционал равишда ҳосил бўлаётган куч ўзгаришни бошлайди ва бу ўзгариш трубасимон пружина бикирлиги билан мувозанатлангунча давом этади.

Трубасимон пружина бир ўрамли ва кўп ўрамли кўринишда тайёрланиши мумкин (расм.10.). Термобаллон (расм.11.) одатда зангламас пўлатдан, капилляр трубка эса, ички диаметри 0,2-0,4 мм бўлган мис ёки пўлат трубкалардан тайёрланиб, ташқи томондан у металл ўрамлар билан химояланган бўлади.

Манометрик термометрларга қуйидаги қўшимча хатоликлар мансуб:

1. Атмосфера босими ўзгаришининг таъсири – барометрик хатолик;
2. Атроф мухит температураси ўзгаришининг таъсири – температура хатолиги;

3. Термобаллон ва трубасимон пружина ўрнатилишига қараб суюқлик гидростатик босимининг таъсири – гидростатик хатолик.



Расм.11.

Газли манометрик термометрлар термодинамик хусусиятлари идеал газларга яқин бўлган азот билан тўлдирилади. Бу ўлчов асбобларининг шкалалари бир текис бўлади, чунки, ўзгармас ҳажмда жойлашган газнинг босими температура ўзгаришига пропорционал ўзгаради, яъни,

$$P_t = P_0 [1 + \beta (t - t_0)] \text{ ёки,}$$

$$\Delta P = P_t - P_0 = P_0 \beta (t - t_0) \text{ бундан,}$$

$$P_0 = \frac{\Delta P}{\beta(t - t_0)}$$

бу ерда, β - газнинг температура кенгайиш коэффициенти;

t, t_0 – ўлчанаётган ва бошланғич (0°C) температура;

P_0 – бошланғич босим, t_0 температурада;

ΔP – температурани t_0 дан t гача ўзгаргандаги босимнинг ўзгариши.

P_0 – одатда 1,0-5,0 МПа ва баъзи ҳолларда 7,0 МПа гача чегарада бўлиши мумкин ва унинг қиймати қанча катта бўлса, барометрик хатолик шунча кам бўлади.

Атроф муҳит температурасининг ўзгариши билан ўлчашда маълум хатолик пайдо бўлади ва уни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$\Delta t_m = \frac{V_m}{V_0} (t_m - t_0); \quad \Delta t_k = \frac{V_k}{V_0} (t_k - t_0);$$

$V_m; V_k, V_0$ – манометрик пружина, капилляр ва термобаллон ҳажмлари;

t_m, t_k – манометрик пружина ва капилляр температураси;

t_0 – градуировка температураси (20°C).

Бу тенгламалардан кўриниб турибдики, капилляр узунлиги қанча катта бўлса, хатолик шунча катта бўлади. Атроф муҳит температураси ўзгаришининг таъсирини камайтириш учун, термобаллон ҳажмини ошириш керак.

Суюқликли манометрик термометрлар тўлдириладиган суюқликларга қуйидаги талаблар қўйилади: ҳажмий кенгайиш коэффиценти катта бўлиши керак; иссиқлик ўтказувчанлиги катта бўлиши керак; кичик иссиқлик сиғимига эга бўлиши керак; термометр материалига кимёвий инерт бўлиши керак. Бу талабларга симоб ва ксилол жавоб беради (симоб $-30 + 600^{\circ}\text{C}$; ксилол $-40 + 200^{\circ}\text{C}$).

Температура ўзгаришига мос равишда тизимдаги босимнинг ўзгаришини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\Delta P = \frac{\beta}{\mu} (t - t_0)$$

бу ерда, β – суюқликни ҳажмий кенгайиш коэффиценти;

μ – суюқликни сиқилиш коэффиценти.

Бу ўлчов асбобларининг шкаласи, босимнинг температурадан чиқиқли боғлиқлиги сабабли бир текисда бўлади.

Суюқликли манометрик термометрларнинг температура хатолиги газли термометрларникидан юқориқ бўлганлиги сабабли уларнинг капиллярининг узунлиги 10 м дан ошмайди.

Барометрик хатоликни камайтириш мақсадида суюқлик $15-20 \text{ кгс/см}^2$ (баъзи ҳолларда 130 кгс/см^2 гача) босимда тўлдирилади. Гидростатик хатолик ўлчов асбоби пружинаси ва стрелкасини коррективкалаш йўли билан йўқотилади (термобаллон пружинадан юқорида ўрнатилганда, суюқликнинг температура ўзгаришидан ҳосил бўлган босимига суюқлик устунининг гидростатик босими қўшилади, агар пастда бўлса, унда ўлчов асбоби шу миқдорга кам кўрсатади).

Пар-суюқликли манометрик термометрлар одатда термобаллоннинг $2/3$ ҳажми миқдорида паст температурада қайновчи суюқлик билан тўлдирилади (хлорли метил $0 - 150^{\circ}\text{C}$, ацетон $60 + 200^{\circ}\text{C}$, бензол $100 - 250^{\circ}\text{C}$). Уларнинг ишлаши Дальтон қонунига асосланган бўлиб, у модданинг критик температурасигача, тўйинган буғнинг босими ва температураси орасидаги

боғлиқликни ифодалайди. Температуранинг ортиши билан суюқликнинг буғланиши ортади ва буғнинг босими (упругости) ортади, бу эса, буғнинг конденсацияланишининг ортишига сабаб бўлади. Тўйинган буғ температурага мос равишда, маълум мувозанат босимигача ўзгаради.

Бу ўлчов асбобларида температура хатоликлари бўлмайди, лекин гидростатик, айниқса барометрик хатоликларнинг ўлчов асбоби кўрсатишига таъсири сезиларли бўлади. Чунки тизимдаги босимнинг қиймати нисбатан кичик бўлади. Бу ўлчов асбобларига қўйиладиган асосий талаблардан бири шуки, кичик температураларни ўлчаганда тизимда тўйинган буғ бўлиши керак, юқори температураларни ўлчаганда эса, термобаллонда суюқлик қолиши керак.

Бу ўлчов асбобларининг камчиликларига ўлчаш чегарасининг кичиклиги ва ўлчанаётган температура билан тўйинган буғ босими орасидаги чизиксиз боғлиқлик сабабли, шкаланинг бир текисда эмаслиги, яъни, шкала бошланишида бўлимларнинг зич жойлашгани ва охирига бориб, бўлимлар кенгайиб бориши киради.

Катта босимда ёки агрессив мухитда температурани ўлчаганда термобаллон объектга мой ёки мис қириндилари билан тўлдирилган химояловчи гилзада ўрнатилади.

Манометрик термометрларнинг камчиликларига қуйидагиларни киритиш мумкин: ўлчаш аниқлигининг юқори эмаслиги (аниқлик синфи 1-2,5); термобаллон ўлчамларининг катталиги сабабли инерциясининг катталиги; тизим герметикаси бузилганда таъмирлашнинг қийинлиги.

Иккиламчи ўлчов асбоблари билан ишлаш учун маълумотларни масофага узатиш тизими бор манометрик термометрлар ишлатилади. Бу ўлчов асбобларда температуранинг ўзгариши пропорционал унификацияланган (пневматик ёки электр) сигналга айлантирилиб иккиламчи асбобларга узатилади (масалан: пневматик ва электр сигнал ўзгартиргичли манометрик термометрлар ТПГ-189П, ТПГ-189Э ёки ТПЖ-189П, ТПЖ-189Э).

ЭЛЕКТР ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАРИ

Қаршилик термометрларининг ишлаш принципи, металл ўтказгичларнинг электр қаршилигини температура ўзгариши билан ўзгаришига асосланган. Металларда температура ортиши билан уларнинг электр қаршиликлари ортади. Қаршилик термометрларининг афзаллиги қуйидагилардир: ўлчашдаги юқори аниқлик; температурани кичик диапазонда ўлчаш мумкинлиги; ахборотни масофага узатишни ва автоматик равишда ёзиб боришнинг мумкинлиги.

Қаршилик термометри материалига қуйидаги талаблар қўйилади:

1) Физик ва кимёвий хусусиятларнинг температура ўзгариши билан ўзгармаслиги (хусусан, термометр қаршилигини температурадан боғлиқлигини ўзгармаслиги);

2) Ўлчов асбоби сезгирлигини ошириш учун, қаршилик термометри materiali электр қаршилиги температура коэффициентини юқори бўлиши керак;

3). Термометрни кичик размерда тайёрлаш мақсадида, ўтказгич катта солиштира қаршиликга эга бўлиши керак;

4). Тайёрланидиган термометрларни ўзаро алмашинувчанлигини таъминлаш мақсадда металлни тоза ҳолда олиш мумкин бўлиши керак.

Тоза ҳолда олиш мумкин бўлган металлдан қаршилик термометрлари тайёрлашга яроқлиги платина (pt) ва мис (Cu) ҳисобланади.

Энг яхши материал бўлиб платина ҳисобланади, чунки у оксидланиш муҳитида кимёвий инерт бўлиб, уни тоза ҳолда олиш мумкин. Платинининг электр қаршилиги температура коэффиценти $-3,94 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$ ва солиштирма қаршилиги $-0,099 \text{ ом мм}^2/\text{м}$.

Платинали қаршилик термометри ёрдамида температурани $-200^{\circ}\text{C}+650^{\circ}\text{C}$ чегарада ўлчаш мумкин. Платинани R_t қаршилиги температурани $0^{\circ}\text{C}+650^{\circ}\text{C}$ чегарасида қуйидаги тенглама бўйича аниқланади

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2)$$

A ва B - ўзгармас коэффицентлар, уларнинг қиймати градуировкалашда аниқланади;

R_0 - 0°C даги қаршилик.

Платинали қаршилик термометри (ТСП-1, Гр21) қурилмасини кўрамиз (расм.12).

100x10x0,3 мм ўлчамли, ён томонида тиш кўринишида қирқилган, слюдали пластинкадан (1) тайёрланган каркасга бифилляр равишда 2 м узунликдаги, 0,007 диаметрли платина сими (2) ўралган. Платина ўрамлари учига улаш коробчасидаги латун қисқичларга улаш учун иккита чиқиш-кумуш симлари (3) ковшарланган.

Слюдали пластинка ўрамлари билан ўзидан кенгроқ бўлган слюдали ёпқичлар (4) билан икки томондан изоляцияланиб умумий пакет кўринишида кумуш лента (5) билан боғланган.

Бу сезгир элемент алюмин идишга-вкладишга (6), у эса, алюминдан ясалган труба-симон қобиғга (7) туширилади. Кумуш чиқиш симлари форфорли бусалар (8) билан изоляцияланган.

Сезгир элементли 7-қобиғ пўлат химоя идишига жойланади. Аппарат ва труба-ларда ўрнатиш учун пўлат химоя идишига штуцер ковшарланади. Пўлат химоя идишининг тепа қисмида ташқи улаш симларини улаш учун қисқичлар жойлаштирилган коробка мавжуд

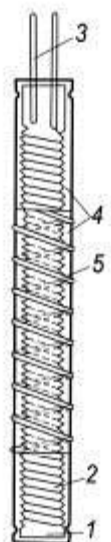


Рис.12.

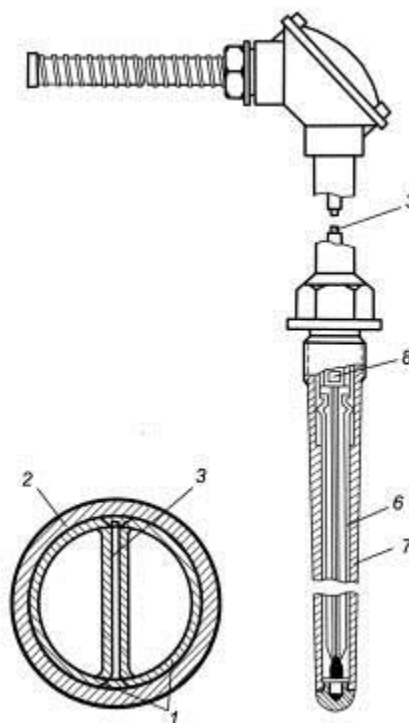


Рис.13.

Мис қаршилик термометрлари ҳам баъзи афзалликларга эга: арзонлиги, тоза холда олишнинг онсонлиги, ҳамда юқори электр қаршилиги температура коэффициентига эгалиги ($4,26 \cdot 10^{-3} \text{град}^{-1}$).

Камчилиги – солиштирма қаршилигининг кичиклиги $0,017 \text{ ом мм}^2/\text{м}$ ва юқори температурада осон оксидланиши.

Шунинг учун мис қаршилик термометрларининг ишлатилиш диапазони чеклангандир ($-50^{\circ}\text{C} + 180^{\circ}\text{C}$).

$-50+180^{\circ}\text{C}$ интервалда мис қаршилигини температурадан t боғлиқлиги қуйидаги тенглама орқали ифодалади

$$R_t = R_0(1 + \alpha t)$$

α - электр қаршилиги температура коэффициенти (град^{-1}).

Платинали ва мисли стандарт қаршилик термометрлари (ТСП и ТСМ) ишлаб чиқарилади. 0°C даги бу термометрлар қаршилиги (R_0) хар хил қийматларга эга ва шу сабабли хар хил градуировкали қаршилик термометрлари ишлаб чиқарилади.

Платинали қаршилик термометрлари (ТСП), градуировкаси Гр 20, $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=10 \text{ ом}$; Гр-21, $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=46 \text{ ом}$ ва Гр22, $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=100 \text{ ом}$, шунингдек 50П, $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=50 \text{ ом}$ и 100П $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=100 \text{ ом}$.

Мис қаршилик термометрлари (ТСМ) градуировкаси Гр23, $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=53 \text{ ом}$ и Гр24, $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=100 \text{ ом}$, шунингдек 50М, $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=50 \text{ ом}$ ва 100М $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилига $R_0=100 \text{ ом}$.

Конструкцияси хар хил қаршилик термометрлари ишлаб чиқарилади.

ТСП I - ўлчаш чегараси $-0+500^{\circ}\text{C}$, ишчи босим $40 \text{ бар (кгс/см}^2\text{)}$ гача, қўзғалмас штуцерли кўринишда ишлаб чиқарилади.

ТСП III - ўлчаш чегараси $-0+500^{\circ}\text{C}$, атмосфера босимида қўзғалувчи штуцер кўринишида ишла чиқарилади. Инерцияси 4 минутгача.

Существуют и другие конструкции термометров сопротивлений (лепестковые, прессованные, стеклованные), которые менее инерционны по сравнению с предыдущими термометрами.

ТСП- XXI, ТСП-XXII ўлчаш чегараси $-0+500^{\circ}\text{C}$, ишчи босим 250 бар (кгс/см^2)гача, инерцияси – 1 мин. 20 сек;

TSM-X (Гр23), ўлчаш чегараси $-50+100^{\circ}\text{C}$, ишчи босим 40 кгс/см^2 ;

TSM-XIV (Гр23), ўлчаш чегараси $-50+100^{\circ}\text{C}$, ишчи босим атмосфера босими;

TSM-XI (Гр23), ўлчаш чегараси $-50+100^{\circ}\text{C}$, ишчи босим 40 кгс/см^2 гача;

TSM-239 (Гр23), ўлчаш чегараси $-50+100^{\circ}\text{C}$, ишчи босим 25 кгс/см^2 гача;

TSM- XII (Гр23), ўлчаш чегараси $-50+100^{\circ}\text{C}$, ишчи босим атмосфера босими.

Қаршилик термометрларининг кўп модификациялари ишлаб чиқарилади. Улар бир биридан сезгир элемент конструкцияси, химоя идиши, ишлатилиш шарт-шароитлари билан фарқланади.

Шунингдек ярим ўтказгичли қаршилик термометрлари-терморезисторлар ҳам ишлаб чиқарилади. Улар, марганец, мис, кобальт ва никел оксидларини преслаб юқори температурада ишлов бериб тайёрланади. Терморезисторлар тескари электр қаршилиги температура коэффициентига эга, шунинг учун уларда температура ошганда уларнинг электр қаршиликлари камаяди.

Цилиндр кўринишида, цилиндр химояланган ва бусикли кўринишда ишлаб чиқарилади.

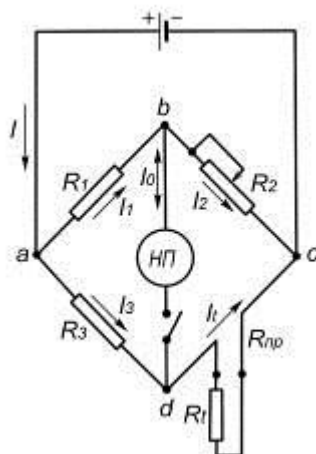
ММТ термисторларимарганец ва мис қотишмаларидан тайёрланади.

Термисторларнинг асосий камчилиги, характеристикаларининг хар хиллиги сабабли уларнинг ўзаро алмаштириш имконининг йўқлиги. Бунда, уларда номинал қийматдан четлашиш $\pm 20\%$ ни ташкил этади.

Қаршилик термометрлари билан ишлайдиган иккиламчи ўлчов асбоблари сифатида мувозанатланган автоматик ўлчаш кўприклари, мувозанатланмаган ўлчаш кўприклари ва логометрлар қўлланилади.

Мувозанатланган ўлчаш кўприклари

Мувозанатланган ўлчаш кўприклари (расм 4) «a b c» ва «a d c» икки параллел шахобчалар кўринишида уланган кўприк схемасининг 4 елкасидан ташкил топган.



Расм.4.

R_1 ва R_3 – ўзгармас қаршиликлар;

R_2 – градуировкаланган ўзгарувчи реохорд;

R_t – қаршилик термометри;

Б – ўзгармас ток манбаи;

НП – ноль гальванометр;

R_{np} – уловчи симлар қаршилиги.

Температурани ўлчашда, реохорд сургичини суриб кўприкни мувозанат ҳолига келтиришимиз учун, «с d» диагоналидан ўтаётган токнинг (I_0) қийматини нольга тенгланади ($I_0=0$). Бунда, кўприкнинг b ва d чўққиларидаги потенциаллар бир-бирига тенг бўлади. Манба диагоналидан ўтаётган ток кўприкнинг «а» чўққисида иккига бўлинади (I_1 ва I_3) ва бунда R_1 и R_3 қаршиликлардаги кучланишлар тушиши бир хил қийматга эга бўлади. Яъни,

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad (1)$$

Бунда кўприкнинг қолган икки елкасидаги кучланишлар тушиши ҳам бир-бирига тенг бўлади, яъни,

$$I_2 R_2 = I_t (R_t + 2R_{np}) \quad (2)$$

(1) тенгламани (2) га бўлиб:

$$\frac{I_1 R_1}{I_2 R_2} = \frac{I_3 R_3}{I_t (R_t + 2R_{np})} \quad (3)$$

$I_0=0$: бўлганда $I_3=I_t$ ва $I_1=I_2$ бўлишини ҳисобга олиб (Кирхгоф қонунига асосан), математик ўзгартиришлардан сўнг қуйидагиларни оламиз,

$$R_2 R_3 = R_1 (R_t + 2R_{np}) \quad (4)$$

Шундай қилиб, ушбу тенглама ўлчаш кўпригининг мувозанат ҳолати учун мос келади (мувозанат тенгламаси) ва бунда, кўприкнинг қарама-қарши елкалари қаршиликларининг кўпайтмаси бир-бирига тенгдир. (4) тенгламадан математик ўзгартиришлардан сўнг олиш мумкин:

$$R_t = \frac{R_2}{R_1} R_3 - 2R_{np}$$

Агар, $\frac{R_2}{R_1}$ ва R_{np} – ўзгармас катталиклигини ҳисобга олсак, унда

кўприкнинг мувозанат ҳолатида R_t нинг ҳар бир қийматига R_2 нинг маълум қийматлари тўғри келади ва унинг шкаласи қаршилик ёки температура бирликларида градуировка қилиниши мумкин.

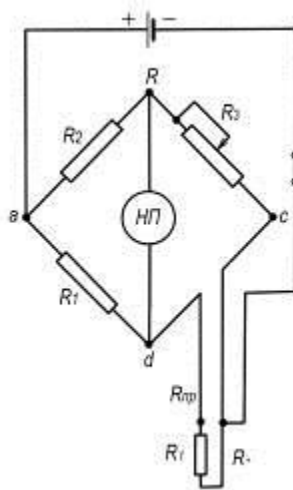
Атроф мухит температурасининг ўзгариши билан уловчи симлар қаршилиги ўзгаради ва бу ўлчаш аниқлигига таъсир қилади.

Ушбу хатоликни йўқотиш учун қаршилик термометри кўприк схемасига уч симлик улаш схемаси бўйича уланади (расм 5). Бунда уловчи симлар кўприкнинг икки ёндош елкаларига уланади, яъни, $R_t + R_{пр}$ ва $R_3 + R_{пр}$.

Уч симлик улаш схемаси учун мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади,

$$R_2(R_t + R_{пр}) = R_1(R_3 + R_{пр})$$

Тенгламадан кўриниб турибдики, уловчи симлар қаршиликларини ($R_{пр}$) ўзгариши бир-бирини компенсациялайди. Айниқса, R_1 ва R_2 қаршиликлар тенг бўлганда (симметрик кўприкларда), $R_{пр}$ ўзгариши тўлиқ компенсацияланади.



Расм 5.

Мувозанат кўприкларининг афзаллиги, манба кучланишининг кичик ўзгаришлари ўлчаш аниқлигига таъсир кўрсатмайди.

Мувозанат кўприкларини техник (автоматик), кўчириб юриладиган (назорат) ва намунали бўлади.

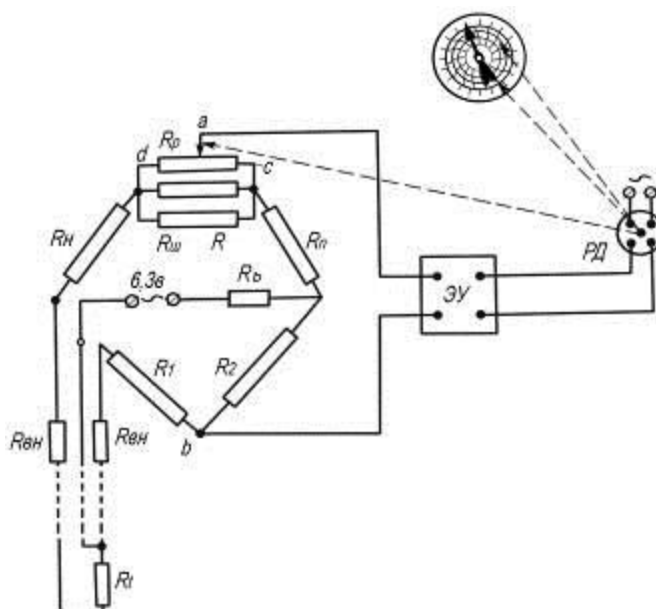
Автоматик мувозанат ўлчаш кўприкларини КСМ-3

Ишлаб чиқаришда температуранинг ўлчашда қаршилик термометрлари билан кўрсатувчи ва ёзиб боровчи автоматик мувозанат кўприкларини ишлатилади (расм 6).

Атроф мухит температурасининг таъсирини камайтириш мақсадида қаршилик термометрларини кўприк схемасига уч симли схема бўйича уланади.

КСМ-3 ўзгармас қаршиликлар R_1 ва R_2 , R_p реохордан, реохордан ўтаётган токни чеклашга мўлжалланган $R_{ш}$ шунтловчи резистордан, ўлчов асбобининг пастки ва юқори чегараларининг ўзгартиришга мўлжалланган резисторлардан R_n ва R_x ҳамда қаршилик термометри R_t лардан ташкил топган. $R_{пр}^I$, $R_{пр}^{II}$ – резисторлар уловчи симлар қаршилигини градуировка қийматига етказиш учун мўлжалланган.

Ноль гальванометр ўрнига автоматик мувозанат кўприкларини ўлчаш диагоналинга электрон кучайтиргич ЭК уланган бўлади.



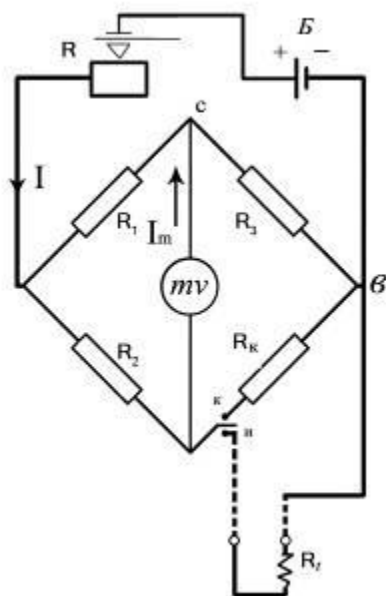
Расм 6.

АВтоматик кўприкларнинг куйидаги турлари ишлаб чиқарилади: КСМ1, КПМ1, КВМ1 миниатюралли ўлчов асбоблари; КСМ2 – кичик габаритли кўприклар; КСМ3 – диск диаграммалли автоматик кўприклар; КСМ4 – лента диаграммалли автоматик кўприклар.

Номувозанат ўлчаш кўприклари

Номувозанат ўлчаш кўприклари (расм.), ўлчаш аниқлиги пастлиги сабабли фақат техник ўлчашларда қўлланилади. Бу кўрикнинг учта елкасини ўзгармас манганиндан ясалган қаршиликлар R_1 - R_3 ташкил этиб, тўртинчи елкага қаршилиқ термометри R_t , ёки R_k (R_k - ўзгармас, назорат қаршилиги) уланади.

Фараз қилайлик, ўлчаш кўприги 0°C да мувозанат ҳолатида бўлсин. Температура ўзгариши билан кўприк мувозанати бузилади ва cd диоганалдан қаршилиқ R_t ўзгаришига, яъни температура ўзгаришига пропорционал ток ўтабошлайди. Агар бу диоганалга милливольтметр уласак, унда унинг стрелкасининг бурилиши ток I_m га пропорционал бўлади.



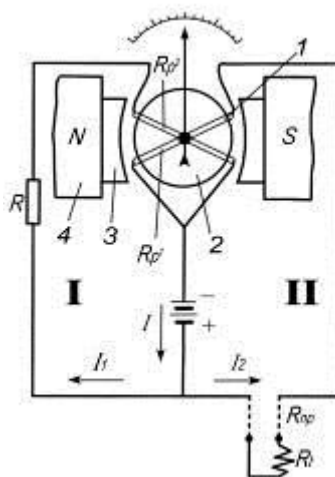
Расм.17.

Ушбу ўлчаш усулининг афзаллиги температурани тўғридан-тўғри ўлчашидир. Камчилиги эса, манба кучланишининг ўзгариши билан бу ўзгаришга пропорционал равишда I_m токнинг ҳам ўзгаришидир. I_m ток ўзгаришини R_t га боғлиқ ўзгаришини таъминлаш учун, калит “К” ҳолатига ўтказилиб, тўртинчи елгага R_k - ўзгармас, назорат қаршилиги уланади. Бу қаршилиқ манганиндан ясалгани сабабли қаршилиги ўзгармас ҳисобланади ва унинг тўртинчи елгага уланиши билан милливольтметр стрелкаси қизил бўлинмагача бурилиши керак. Манба кучланиши ишчи қийматдан паст бўлган ҳолатда стрелка қизил бўлинмагача етмайди. Ўзгарувчан R қаршилиқни ўзгартириб, милливольтметр стрелкасини қизил бўлинмагача олиб борилганда, манба кучланиши яна ишчи қийматни эгаллайди. Манба кучланиши ишчи қийматга олиб келиш бир суткада икки маротаба амалга оширилади. Номувозанат кўприклари газларни анализ қилиш схемаларида ва эритмаларнинг концентрациясини ўлчаш схемаларида ишлатилади.

Логометр

Логометрлар магнитоэлектрик тизими ўлчов асбоблари туркумига киради.

Логометрлар ишлаши, ташқи электр манбаига уланган икки параллел электр занжирларидан ўтаётган тоқлар нисбатини ўлчашга асосланган бўлиб, уларнинг ҳар бирига ўлчаш рамкалари уланган бўлади.



Расм 7.

Ўлчов асбоби (расм 7) қаршилиқ термометри R_t ўзгармас резистордан R ва манбаадан ташкил топган. Қутб **наконечник**лари 3 орасида цилиндр кўринишидаги пўлат ўзак 2 жойлаштирилган. У магнит **наконечник**лари билан бир хил бўлмаган хаво бўшлиғини ҳосил қилади. Бу бўшлиқда бир хил, бир бири билан маҳкамланган изоляцияси бор мис симлардан ясалган R_p^I ва R_p^{II} рамкалар ҳаракатланади.

Ўлчаш схемаси икки параллел занжирлардан ташкил топган. Агар I занжир қаршилиғи II занжир қаршилиғига тенг бўлса, унда иккала занжирдан ўтаётган тоқлар бир-бирига тенг бўлади, яъни $R + R_p^I = R_t + R_p^{II} + R_{np}$ бўлганда $I_1 = I_2$ бўлади.

Бу ҳолатда, айлантириш моментлари ($M_1 = M_2$) бир-бирига тенг бўлиб, ўлчов асбоби стрелкаси шкаланинг ўртасида бўлади. Температуранинг ўзгариши (ошиши) билан, R_t ўзгаради (ошади), бу I_2 ни (камаяди) ва натижада M_2 ни ўзгартиради. Бунда, R_p^{II} рамка айланиб, хаво бўшлиғи кичик бўлган томонга, яъни магнит куч чизиқлари зич томонга қараб бурилади. Рамкалар бир-бири билан маҳкамланганлиги сабабли, биринчи рамканинг магнит куч чизиқлари зич томонга қараб бурилиши, иккинчи рамкани магнит куч чизиқлари сийрак томонга қараб бурилишига сабаб бўлади. Бу эса ўз навбатида, моментларнинг бир-бирига қарама-қарши йўналганлиги сабабли, моментлар тенглашувига сабаб бўлади.

$$M_1 = M_2$$

Яъни, бундай ҳолат B_1 ва B_2 ларнинг ўзгариши сабабли рўй беради. Мувозанат ҳолатини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$2r_1n_1l_1B_1I_1 = 2r_2n_2l_2B_2I_2$$

Бу ерда, r - рамка радиуси;

n – ўрамлар сони;

l – рамка узунлиги;

B_1 , B_2 - R_p^I ва R_p^{II} рамкалар жойлашган зонадаги магнит индукцияси қийматлари.

Рамкаларнинг ўрамлар сони ва уларнинг геометрик ўлчамлари бир хил ва шунинг учун қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I_1 B_1 = I_2 B_2 \text{ ёки, } \frac{I_1}{I_2} = \frac{B_2}{B_1};$$

Магнит индукциялар нисбати $\frac{B_2}{B_1}$ бир-бирига махкамланган рамкаларнинг бурилиш бурчагига φ га ва кутб наконечниклари формасига боғлиқдир. Шунинг учун,

$$\frac{I_1}{I_2} = f(\varphi) \text{ ёки, } \varphi = f\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$$

Маълумки,

$$I_1 = \frac{E_\delta}{R_p^I + R} \text{ ва } I_2 = \frac{E_\delta}{R_t + R_p^{II} + R_{np}}$$

Ўрнига қўйиб, қуйидагини оламиз

$$\varphi = f\left(\frac{R_t + R_p^{II} + R_{np}}{R_p^I + R}\right)$$

R_p^I , R_p^{II} ; R_{np} ва R катталиклар ўзгармаслигини ҳисобга олиб, ёзиш мумкин $\varphi = \psi(R_t)$.

Шундай қилиб, логометр стрелкасининг бурилиши фақат термометр қаршилигига R_t боғлиқдир.

Логометрларнинг Л-64, Л-64 И (учкундан хавфсиз), ЛР-64-02, икки позицияли ростлагичли турлари мавжуд бўлиб, уларнинг аниқлик синфи одатда 1,5 бўлади.

ТЕРМОЭЛЕКТРИК ПИРОМЕТРЛАР

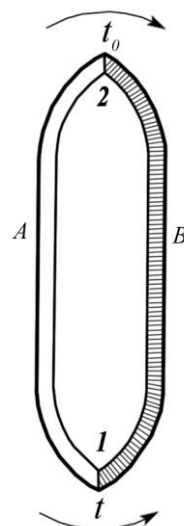
Термоэлектрик пирометрлар

Температуранинг термоэлектрик пирометрлар билан ўлчаш термоэлектрик эффектга асосланган. Икки ёки бир нечта ҳар хил жинсли ўтказгичлардан ташкил топган берк занжирида, агар ўтказгичлар уланган (ковшарланган) жойларининг камида иккитасида температура ҳар хил бўлса, электр токи ҳосил бўлади.

Икки ҳар хил жинсли ўтказгичлардан ташкил топган занжирга термोजуфт дейилади. Ўзгарувчан температурага (t) эга бўлган ковшар иссиқ ишчи ковшар ва ўзгармас температурага (t_0) эга бўлган ковшар совуқ ковшар дейилади. А ва В ўтказгичлар термоэлектродлар дейилади.

Термоэлектрик эффект металлларда эркин электронлар мавжудлиги билан тушунтирилади. Эркин электронлар сони ўтказгич турига (жинсига) ва унинг температурасига боғлиқ бўлади.

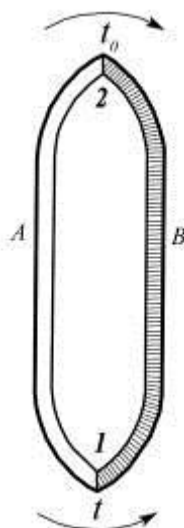
Фараз қилайлик, А металда В металдагидан кўпроқ эркин электронлар мавжуд (1-расм) ва шу сабабли А металдан В металга В металдан А металга нисбатан кўпроқ электронлар диффузияси кузатилади. Натижада А метал мусбат ва В метал манфий зарядлана бошлайди.



1-расм

Ковшарда ҳосил бўлаётган электр майдони бу электронлар диффузиясига тўсқинлик қилади ва электронлар диффузияси тезлиги электронларнинг орқага қараб диффузияланиш тезлигига тенг бўлиб қолади (яъни, А дан В га қанча электрон ўтаётган бўлса В дан А га ҳам шунча электрон диффузияланиб ўтади). Бунда А ва В электродлар орасида қандайдир потенциаллар фарқи ҳосил бўлади.

$$E(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0)$$



Расм.19.

Бундан ташқари, термоэлектродларнинг ҳар хил температурага эга бўлган учлари орасида ҳам ТЭЮК ҳосил бўлади. Бунда, температураси катта бўлган ковшардан, температураси кичик бўлган ковшарга қараб электронлар диффузияси, температураси кичик бўлган ковшардан, температураси катта бўлган ковшарга нисбатан кўпроқ бўлади. Электронлар диффузияси электрод ковшарлари орасида ҳосил бўлган потенциаллар фарқи билан мувозанатлангунча давом этади.

Термопараларда юқорида келтирилган икки фактор ишлаб, 1 ва 2 ковшарларда, уларнинг температураси ва термоэлектрод материалларига мос равишда икки ТЭЮК ($e_{AB}(t)$ ва $e_{BA}(t_0)$) ҳосил бўлади.

Термопарада ҳосил бўлаётган йиғинди термоэлектр юритувчи куч ТЭЮК $E_{AB}(t, t_0)$, ковшарларда ҳосил бўлаётган потенциаллар фарқларининг алгебраик йиғиндисига тенг

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BA}(t_0),$$

агар $e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ лигини ҳисобга олсак, унда,

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0),$$

$t = t_0$ бўлганда $E_{AB}(t, t_0) = 0$. Яъни, иссиқ ковшар температурасини ўлчаш учун совуқ ковшар температураси ўзгармас қийматга эга бўлиши керак (масалан, $t_0 = 0$).

Термопара занжирига учинчи симни улаш

ТЭЮК ўлчаш учун термопара электр занжирини узиш керак бўлади. Термопара занжирини узиб, учинчи С симни улаганда, t ва t_0 ковшарлардаги температуралар ва С симнинг уланган жойларидаги температуралар тенг бўлса ТЭЮК қиймати ўзгармайди.



Расм.20.

Биринчи ҳолатда (расм 20), электр занжирини совуқ ковшарда узиб учинчи сим билан уласак:

$$E_{ABC}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0);$$

$t = t_0$ бўлганда $E_{ABC}(t, t_0) = 0$ яъни,

$$e_{AB}(t) + e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = 0;$$

унда, $e_{BC}(t_0) + e_{CA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$

ўрнига қўйиб оламиз,

$$E_{ABC}(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0).$$

Иккинчи ҳолатда, агар электр занжирини В ўтказгичда узсак:

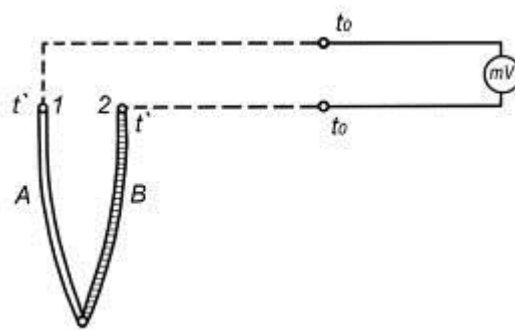
$$E_{ABC}(t, t_0) = e_{AB}(t) + e_{BC}(t_1) + e_{CB}(t_1) - e_{BA}(t_0)$$

агар $e_{BC}(t_1) = -e_{CB}(t_1)$ ва $e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ лигини ҳисобга олсак, унда

$$E_{ABC}(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0).$$

Юқоридагилардан қуйидагиларни хулоса қилиш мумкин: термопара ишлаб чиқараётган ТЭЮК қиймати, термопара занжирига учинчи симни улаганда, бу уланган нуқталар температуралари тенг бўлса ўзгармайди. Агар

учинчи сим уланган нукталардаги температура ўзгарса бу ўлчашда қўшимча хатоликларга олиб келади.



Расм.21.

Одатда тармопара градуировкаси совуқ ковшар температураси 0°C и 20°C да амалга оширилади. Аммо, ўлчашда совуқ ковшар температураси t_0 , градуировка қийматидан фарқли бўлиши мумкин. Бунда агар,

$$t_0^1 \geq t_0 \text{ бўлса, унда } E_{AB}(t_0^1) \leq E_{AB}(t_0);$$

$$\text{агар, } t_0^1 \leq t_0 \text{ унда } E_{AB}(t_0^1) \geq E_{AB}(t_0);$$

Уларнинг фарқини совуқ ковшар температурасининг ўзгаришига тузатиш деб қабул қилиш мумкин, яъни, $E_{AB}(t_0) - E_{AB}(t_0^1) = \Delta$; (Δ - тузатиш).

Термоэлектрод материаллар ва термопарлар

Хар қандай ўтказгичлар жуфтлигидан термопара яшаш мумкин, аммо уларнинг ҳаммасини амалиётда ишлатиш мумкин эмас. Термоэлектрод материалларига қуйидаги талаблар қўйилади:

1. Вақт бўйича ТЭЮК ўзгармаслиги;
2. Иложи борича катта ТЭЮК;
3. ТЭЮКни температурадан бир хил боғлиқлиги;
4. Кичик электр қаршилиги температура коэффициентига эга бўлиши;
5. Катта электр ўтказувчанликка эга бўлиши;
6. Юқори температура таъсирига чидамлилиги;
7. Термопараларнинг ўзаро алмашинувчанлигини таъминлаш учун термоэлектрик хусусиятларининг тақрорланиши.

Термоэлектрод материаллар сифатида қуйидаги материаллар ишлатилади: платина, платинородий (10% родий); хромель, алюмель, капель, темир, мис, константан, никель-кобальт қотишмаси, махсус алюмель.

Бу материаллардан тайёрланадиган стандарт ва ностандарт термопаралар мавжуд.

Давлат стандартига киритилган стандарт термопараларга қуйидагиларни киритиш мумкин:

1. Платинородий - платинали термопара - ТПП (-20°C дан 1300 - 1600°C гача);
2. Платинородий - платинородийли термопара - ТПР ($+300^{\circ}\text{C}$ дан 1600 - 1800°C гача);
3. Хромель - алюмелли термопара – ТХА (-50°C дан 1000 - 1300°C гача);

4. НК-СА қотишмасидан тайёрланган термопара ТНС (+300⁰С дан 1000⁰С гача);
5. Хромель - копель термопара – ТХК (-50⁰С дан 600-800⁰С гача).

Шунингдек ностандарт термопаралар ҳам мавжуд:

Темир - копель 0⁰С дан 600 - 800⁰С гача;

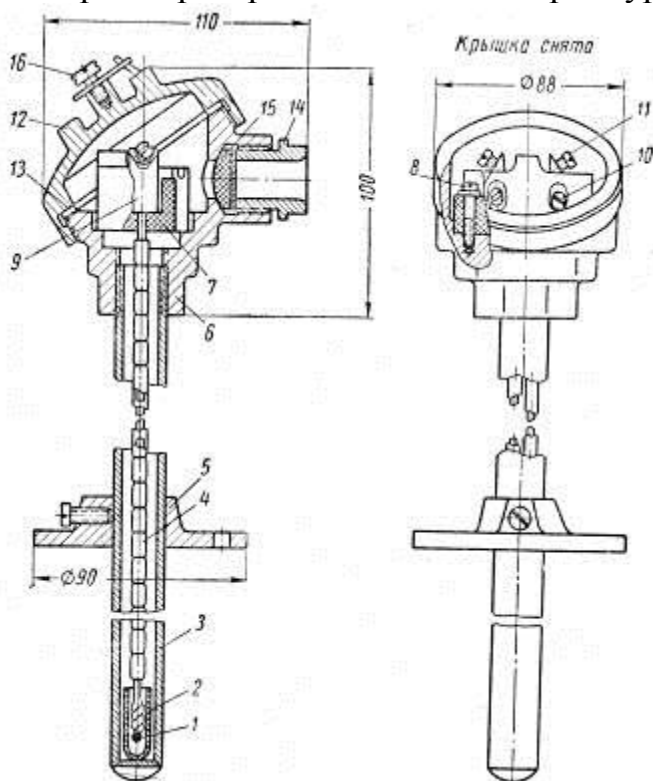
Темир - константан 200⁰С дан 600 - 800⁰С гача;

Мис - копель 0⁰С дан 400 - 600⁰С гача;

Мис - константан -200⁰С дан 300 - 400⁰С гача;

Вольфрам – молибденли термопара 2300⁰С гача.

Термопаралар объектга химоя арматураси ёрдамида ўрнатилади.



- 1- термопарнинг иссиқ ковшари;
- 2- фарфорли наконечник;
- 3- химоя трубкаси;
- 4- фарфорли бусиклар;
- 5- термопарани ўрнатиш учун қўзғалувчи флянец;
- 6- улаш кутисининг корпуси;
- 7- фарфорли колодка;
- 8- колодкани қотириш винтлари;
- 9- қисқичлар;
- 10- термоэлектрод қисқичларидаги қотириш винтлари;
- 11-симларни қотириш винтлари;
- 12- қопқок;
- 13- прокладка;
- 14- чиқиш штуцери;
- 15-асбестли шнур;
- 16-винт .

Расм.22.

Совуқ ковшар температураси ўзгаришини компенсациялаш

Температурани ўлчашда совуқ ковшар температураси ўзгармаслиги керак, чунки унинг ўзгариши, ишчи ковшар температурасига қарамасдан, ТЭЮК ни ўзгаришига сабаб бўлади. Совуқ ковшар температурасини градуировка қийматидан (t_0) ошиши, ТЭЮКни камайишига сабаб бўлади.

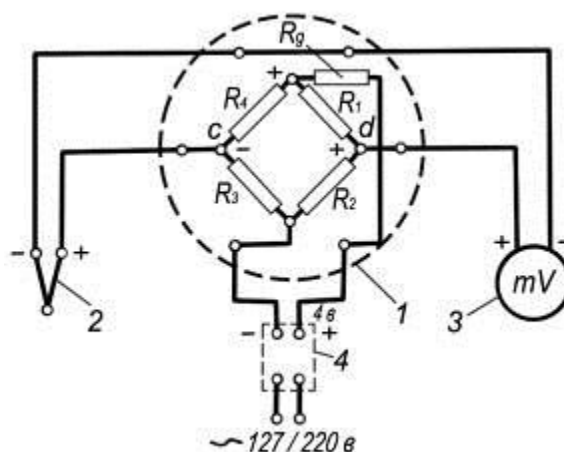
Температурани аниқ ўлчаш учун совуқ ковшарни градуировка температурасида ушлаб туриш керак.

Совуқ ковшар температураси ўзгаришининг таъсирини йўқотишнинг бир неча усуллари мавжуд.

Биринчиси, совуқ ковшарлар термостатланади, яъни, совуқ ковшар температураси ўзгармас температурада (градуировка температурасида) ушлаб турилади. Бунинг учун совуқ ковшар, термопара материалига термоэлектрик ўхшаш бўлган термоэлектрод симлар (компенсацион симлар) ёрдамида узайтирилиб, совуқ ковшар температураси ўзгармас қийматда t_0 ушлаб турилади.

Шунингдек, компенсацион коробка КТ-54 ёрдамида, совуқ ковшар температураси ўзгаришига автоматик равишда тузатиш киритиш усули ҳам мавжуд.

Компенсацион коробканинг 1 (расм. 23) олти қискичига термопара 2, манбаа 4 ва электр ўлчов асбоби 3 уланган. Ушбу қурилма мувозанатланган ўлчаш кўприги схемаси кўринишида йиғилган. R_1 - R_3 -ўзгармас манганин қаршиликлар, R_n – никелдан ясалган электр қаршилиги температура коэффиценти катта бўлган резистор. Термопара ва электр ўлчов асбоби кўприк схемасининг cd диоганалига кетма кет уланган, манбаа эса, бошқа диоганалга уланган.



Расм.23.

Температура $t_0=20^0\text{C}$ бўлганда, кўприк мувозанат ҳолатида бўлади, ва бунда «с» ва «d» нуқталардаги потенциаллар тенг. t_0 , 20^0C дан четлашса, R_n никелли резистор қаршилиги ўзгариши натижасида, кўприк мувозанатдан чиқади. Бунда «с» ва «d» диоганалда ҳосил бўлган потенциаллар фарқи катталиги термопарадаги ТЭЮКни совуқ ковшар температурасининг ўзгариши натижасидаги ўзгаришига тенг ва унга тесқари ишорада бўлади. Натижада, ўлчов асбоби кўрсатиши фақат иссиқ ковшар температурасига боғлиқ ўзгаради.

Термопаралар билан биргаликда электр ўлчов асбоблари сифатида пирометрик милливольтметрлар ва потенциометрлар ишлатилади.

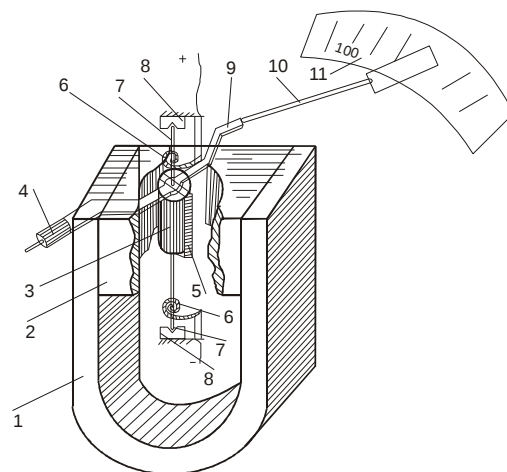
Пирометрик милливольтметрлар

Термоэлектр термометрлар (терможуфтларни)даги ТЭЮКни ўлчаш учун магнитоэлектр милливольтметрлар, потенциометрлар ва меъёрловчи ўзгарткичлар кенг қўлланилмоқда.

Милливольтметр — магнитоэлектр ўлчаш асбоби бўлиб, унинг ишлаш принципи кўзгалувчан рамкадан ўтаётган токнинг ўзгармас магнит майдони билан ўзаро таъсирига асосланган.

Милливольтметрнинг тузилиши 2.8 - расмда кўрсатилган.

Доимий магнитнинг кутб учлари 2 ва таянч товоностлари 8 да айланадиган ўқларда жойлашган ўзак 3 орасидаги (ҳаво оралиғида) рамка 5 бор. Рамканинг учлари ўқлар 7 га уланган Рамкага кронштейн 9, стрелка 10 уланган.



2.8 – расм. Милливольтметрнинг тузилиши

Стрелканинг учи шкала 11 бўйлаб силжийди. Рамка термोजуфт зажирига уланганда спираль-пружина 6 дан келадиган ток рамкадан ўтади. Рамканинг чулғами орқали ток ўтганда ҳосил бўлган магнит майдони билан доимий майдон ўртасидаги ўзаро таъсир натижасида айлантирувчи момент ҳосил бўлади, шу сабабли рамка стрелка 10 билан бирга айланади. Спираль 6 бу айланишга тескари таъсир қилади. ТЭЮК ига стрелканинг муайян бир вазияти тўғри келади. Ток ўтмаган пайтда эластик пружиналар 6 рамкани бошланғич вазиятга қайтаради, стрелканинг шкала 11 бўйича кўрсатиши эса нолга тенг бўлади. Кронштейн 9 стрелкани мувозанат ҳолатида сақлаши учун посанги 4 билан таъминланган. Асбоб шкаласи °C да даражаланган. Рамкадан ўтаётган ток билан доимий магнит майдон орасидаги ўзаро таъсир туфайли пайдо бўлган айлантирувчи момент қуйидаги ифода орқали аниқланади.

$$M_{\text{айл}} = C_1 B_1 I \quad (2.29)$$

бу ерда, $M_{\text{айл}}$ — айлантирувчи момент; C_1 — рамканинг геометрик ўлчами ва чулғамлари сони билан аниқланадиган доимий коэффициент; B — ораликдаги магнит индукцияси; I — рамкадаги ток.

Айланишга тескари таъсир этувчи момент:

$$M_{\text{тес}} = C_2 E \varphi \quad (2.30)$$

бу ерда, C_2 — эластик элемент (спираль — пружина ёки чўзилган толалар) ўлчамидан эниқланадиган доимий коэффициент; E — спираль пружиналарининг эластик модули ёки чўзилган толаларнинг силжииш модули; φ — эластик элементнинг бурилиш бурчаги.

Агар $M_{\text{айл}} = M_{\text{тес}}$ яъни мувозанат ҳолати бўлса,

$$C_2 E \varphi = C_1 B I \quad (2.31)$$

у ҳолда

$$\varphi = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{B}{E} \cdot I = C \cdot \frac{B}{E} \cdot I \quad (2.32)$$

Асбоб тузилишлари параметрларига боғлиқ бўлган C , B , E катталиклар ўлчаш жараёнида ўзгармайди, шунинг учун,

$$\varphi = K \cdot I \quad (2.33)$$

бу ерда,

$$K = C \frac{B}{E}$$

(2.33) ифодадан пирометрик милливольтметр шкаласи чизиқли эканлигини кўриш мумкин.

Асбоб қўзғалувчан тизимининг бурилиш бурчаги рамкадан ўтаётган ток кучидан ташқари яна термोजуфт, улайдиган симлар ва милливольтметрларнинг ички қаршилигига ҳам боғлиқ:

$$\varphi = K \cdot I = K \frac{E_T}{R_T + R_C + R_M} \quad (2.34)$$

бу ерда, E_m — ТЭЮК; R_T — термужуфт қаршилиги; R_C —улайдиган симлар қаршилиги; R_M — милливольтметрнинг ички қаршилиги.

(2.34) ифодадан асбоб стрелкасининг четга чиқиши ТЭЮК нинг ўзгармас қийматида занжирнинг турли қаршиликларига боғлиқ эканлиги кўриниб турибди. Шунинг учун, асбобнинг даражаланиши занжир ташқи қисмининг муайян қаршилигида ($R_{\text{таш}} = R_T + R_C$) бажарилади ва кўшимча хатоликларга йўл қўймаслик учун пирометрик милливольтметрни ўрнатиш жараёнида шу қаршилиқ аниқ сақланиши шарт. Одатда, ташқи қаршилиқнинг даражали миқдори 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Омга тенг бўлиб, асбобнинг шкаласи ва паспортида кўрсатилади. Ташқи қаршилиқни милливольтметр шкаласида кўрсатилган қаршилиқка тенглаштириш учун ўзгарувчи қаршилиқдан фойдаланилади.

Ўлчаш асбоби сифатида ишлатиладиган милливольтметрли термоэлектрлар комплектининг камчилиги ўлчаш асбобида ток мавжудлигидир. Ток қийматига, яъни милливольтметрнинг кўрсатишига ТЭЮК дан ташқари занжирнинг қаршилиги ҳам таъсир қилади:

$$\Sigma R = R_T + R_C + R_M$$

Ҳар бир қаршилиқнинг ўзгариши ўлчашда содир бўладиган хатоликка олиб келади. Ноқулай шароитда бу хатолик асосий хатолик миқдоридан (аниқлик синфидан). ошиб кетиши мумкин.

Техник милливольтметрда рамка қаршилигининг милливольтметр умумий қаршилигига нисбати 1:3 дан ортиқ эмас. Милливольтметрнинг умумий қаршилигини орттириб борилса, унинг ҳарорат коэффиценти камайиб боради. Шу билан атроф-муҳит ҳарорати ўзгаришидан келиб чиқадиган хатолик ҳам камаёди. Агар термोजуфт эркин учларининг ҳарорати ўлчаш жараёнида кенг чегараларда ўзгарса, унда кўприк схемасидан фойдаланган ҳолда совук уланмалар ҳароратини компенсация қилиш усули қўлланилади.

Саноатда ва лабораторияларда қўлланиладиган милливольтметрлар кўрсатувчи, ўзи ёзувчи ва ростловчи бўлиши мумкин. Тузилишининг бажарилиши нуқтаи назаридан асбоблар шчитда ўрнатиладиган ва кўчма бўлади. Кўчма асбоблар учун 0,2; 0,5 ва 1,0, шчитда ўрнатиладиганлари учун 0,5; 1,0 ва 1,5 аниқлик синфлари белгиланган.

Потенциометрлар

Потенциометрларнинг ишлаш принципи қуйидагича:

Термопарада ҳосил бўлаётган ТЭЮК ($E(t_0)$), унга тенг бўлган кучланиш билан мувозанатланиб, кейин юқори аниқликда ўлчанади.

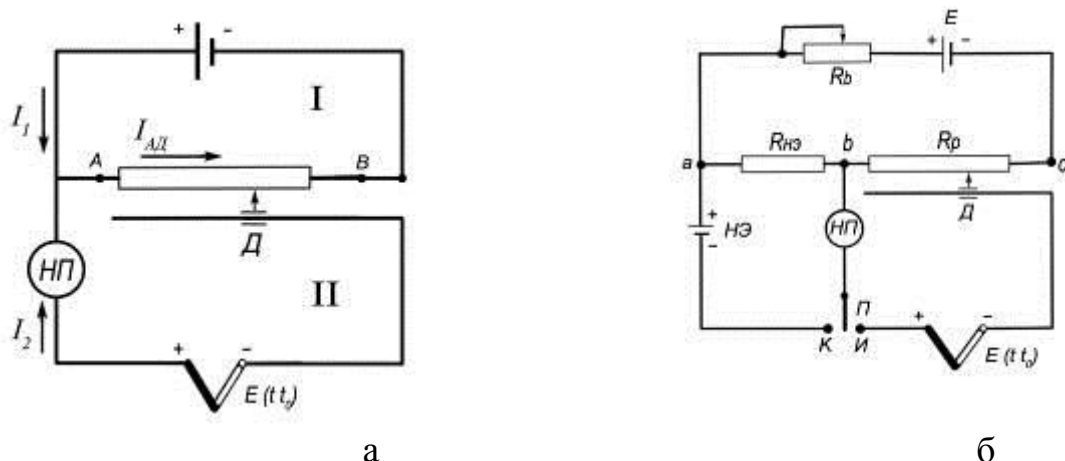


Рис.26.

Термопарани потенциометрик схемага улаганда (2-расм), унинг занжиридаги токнинг йўналиши R_{AD} қаршилиқни участкасида ёрдамчи манбадаги ток йўналишига мос бўлиши керак. Манба занжиридаги токнинг қиймати I_1 , термопара занжиридаги қиймати I_2 . R_{AD} участкадаги ток (I_{AD}) кирхгоффнинг 1-қонунига мувофиқ

$$I_{AD} = I_1 + I_2,$$

Ушбу потенциометр икки электр занжиридан ташкил топган: I-манба занжири; II-термопара занжири.

Кирхгоффнинг II – қонунига асосан, термопара ишлаб чиқаётган ТЭЮК II-термопара занжиридаги қаршилиқлардаги ($R_{НП}$; $R_{ВН}$; R_{AD}) кучланишлар тушишига тенг, яъни,

$$E_{(tt_0)} = I_2(R_{НП} + R_{ВН}) + I_{AD} R_{AD} = I_2(R_{НП} + R_{ВН}) + I_1 R_{AD} + I_2 R_{AD} = I_2(R_{НП} + R_{ВН} + R_{AD}) + I_1 R_{AD}$$

Ёки, ушбу тенгламани I_2 га нисбатан ечиб, қуйидагини оламиз:

$$I_2 = \frac{E_{(tt_0)} - I_1 R_{AD}}{R_{НП} + R_{ВН} + R_{AD}};$$

Бу тенгламадан кўриниб турибдики, суръат $I_2 = 0$ бўлганда нолга тенг бўлади.

Реахорд движдоги (D)ни E_{AB} гача суриб ($E_{(tt_0)} < E$ шarti бажарилганда) движдокнинг шундай ҳолатини топиш мумкинки, бунда термопара занжиридаги ток нолга тенг бўлсин ($I_2=0$), бунда,

$$E_{(tt_0)} - I_1 R_{AD} = 0 \text{ ёки, } E_{(tt_0)} = I_1 R_{AD} \text{ ёки, } I_1 R_{AD} = U_{AD}$$

Қуйидагиларни ҳисобга олиб,

$$\frac{U_{AD}}{R_{AD}} = \frac{E}{R_{AB}}; \text{ ва } \frac{R_{AD}}{R_{AB}} = \frac{l}{L}$$

ёзиш мумкин,

$$E_{(tt_0)} = U_{AD} = E \frac{R_{AD}}{R_{AB}} = E \frac{l}{L};$$

Охирги тенгламада ўзгарувчан катталиқ бўлиб l ҳисобланади ва унинг қиймати реахорд сургичи ҳолатига (D) га боғлиқ ўзгаради. Шундай қилиб потенциометрларда компенсацион усул қўлланилади.

Манбаа занжиридаги токни ишчи қийматда ушлаб туриш учун эски потенциометрларда уч занжирли схемалардан фойдаланилган (расм 26-б):

- I – манбаа занжири;
- II - нормаль элемент занжири;
- III – термопара занжири.

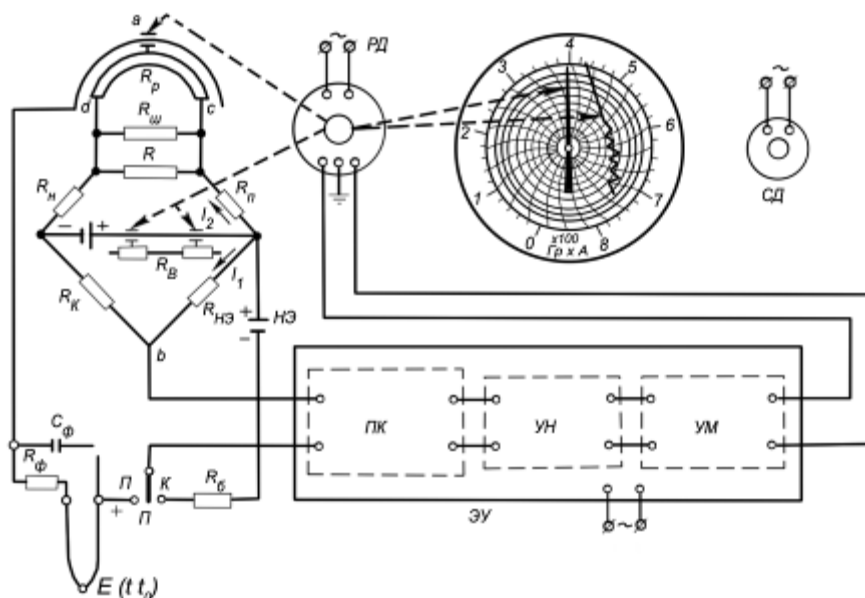
Ушбу схемада ҳам, манбаа занжиридаги токни ишчи қийматда ушлаб туриш учун компенсация усулидан фойдаланиш мумкин.

Компенсацион усул бўйича ТЭЮКни ўлчашда термопара занжиридаги ток нолга тенг бўлади. Шунинг учун атроф мухит температурасининг ўзгариши натижасида термопара, уловчи симлар ва ноль гальванометрнинг қаршилигининг ўзгариши ўлчаш аниқлигига таъсири йўқ.

Автоматик потенциометрлар

Агар потенциометрларда термопара занжирида оқайтган ток нол асбоб стрелкасини нолдан четлаштира, автоматик потенциометрларда нол асбоб бўлмайди. У электрон нол-индикатор билан алмаштирилган бўлади.

Автоматик потенциометр схемасида (27-расм) ҳамма қаршилиқлар манганиндан тайёрланади, R_k қаршилиги эса, мис ёки никелдан тайёрланади.



Расм.27.

Манба занжири икки шахобчадан ташкил топган: реохорд R_p уланган ишчи шахобча ва R_{H3} и R_k қаршилиқлар уланган ёрдамчи шахобча.

Ёрдамчи шахобча ёрдамида термопара совуқ ковшари температурасининг ўзгаришига, ҳамда эски автоматик потенциометрларда ишчи ток қийматига автоматик тузатишлар киритилади.

Ўлчанаётган термо ЭЮК реохорддаги R_p ва R_n и R_k қаршилиқлардаги кучланишлар тушиши билан компенсацияланади, яъни,

$$E_{(tt_0)} = I_1 R_p + I_2 R_n - I_1 R_k = U_{ав}$$

Температура ўзгариши билан $E_{(tt_0)}$ ўзгаради ва у $U_{ав}$ га тенг бўлмай қолади. Бунда ЭК га ўзгартириш каскади ЎК орқали нобаланс кучланиши ΔU берилади.

$$\Delta U = E_{(tt_0)} - U_{ав}$$

ЎК да ўзгармас ток нобаланс кучланиши (ΔU) ўзгарувчан токга айлантирилади ва сўнгра ЭКда реверсив юритма (РЮ) роторини айлантиришга етарли даражада кучланиш ва қуввати бўйича кучайтирилади. РД ротори кинематик равишда ўлчов асбобининг ўлчаш қурилмаси ҳамда реохорд R_p сургичи билан кинематик равишда боғлиқ. нобаланс кучланиши ΔU пайдо бўлиши билан, РД ротори айланишни бошлайди ва реохорд R_p юритгичини суради, токи

$$\Delta U = 0 \text{ яъни, } E_{(tt_0)} = U_{ав}$$

Эски автоматик потенциометрларда схемада ишчи токни I_1 ўрнатиш учун тумблер назорат “К” ҳолатига қўйилади. Бунда, агар $R_{нэ}$ қаршилигидаги кучланишнинг тушиши $I_1 R_{нэ}$ нормал элемент ЭЮКга тенг бўлмаса, унда электрон кучайтиргич ЭК га бу кучланишлар фарқига тенг кучланиш $E_{нэ} - I_1 R_{нэ} = \Delta U_1$ берилади ва РД ротори айланиб $I_1 R_{нэ}$ ни $E_{нэ}$ га етказди. Бунда $I_1 = \frac{E_{нэ}}{R_{нэ}}$ бўлиб, РД га сигнал келмайди ва ишчи ток қиймати белгиланган қийматга етади. I_2

$R_{нэ}$ – НЭ занжиридаги ўзгармас манганин қаршилиқ;

$R_{ш}$ - R_p реохорддан ўтаётган токни чеклашга мўлжалланган қаршилиқ;

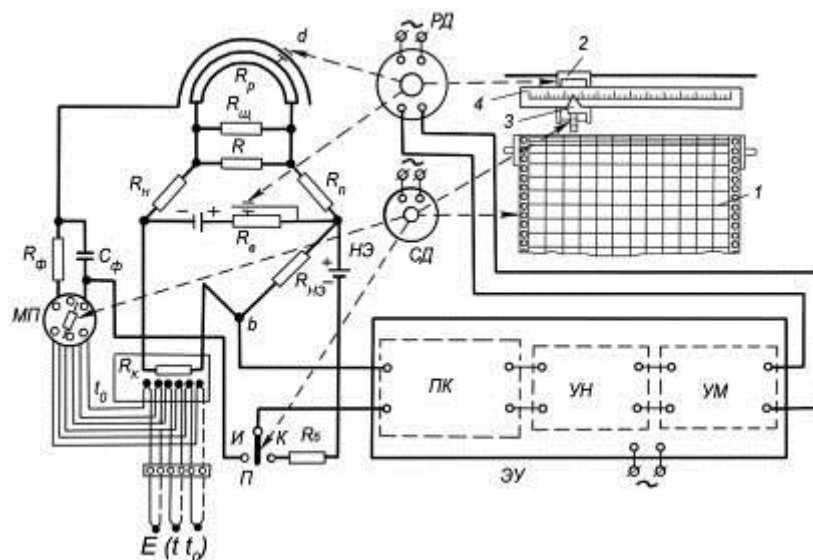
Замонавий автоматик потенциометрларда стабиллашган манбаалар қўлланилганлиги сабабли, ишчи токни ўрнатишга мўлжалланган нормал элемент занжири олиб ташланган.

Автоматик потенциометрларда совуқ ковшар температурасини ошиши билан термопара ишлаб чиқаётган ТЭЮК $E_{(tt_0)} - E_{(tt_0^1)}$ қийматга камаяди. Шунингдек совуқ ковшар қиймати ўзгариши $U_{ав}$ нинг қийматини ҳам ўзгаришига сабаб бўлади, чунки R_k қаршилиқ совуқ ковшар билан бир хил температурада бўлади, яъни

$$E_{(tt_0)} - E_{(tt_0^1)} = I_2 R_p + I_2 R_{нэ} - I_1 (R_k + \Delta R_k)$$

Совуқ ковшар температурасини ўзгариши натижасидаги ТЭЮК нинг ўзгариши R_k қаршилиқ ўзгариши натижасидаги қўшимча кучланишлар тушиши $I_1 \Delta R_k$ билан компенсацияланади.

Шунингдек, лента диаграммали автоматик потенциометрлар (КСП-4) ҳам ишлаб чиқарилади. Бу ўлчов асбоблари битта, учта, олтига ва хатто ўн икки позициядаги температурани ўлчашда ишлатилиши мумкин. 28-расмда учта нуктада температурани ўлчайдиган автоматик потенциометр схемаси келтирилган.



Расм.28

МП – икки кутбли уч позицияли ёкиб ўчиргич. Унинг ишлаши синхрон электр юритма ёрдамида амалга оширилади ва унинг ёрдамида ўлчаш схемасига галма-гал учта термопара уланади.

НУРЛАНИШ ПИРОМЕТРЛАРИ

Юқорида кўрилган, ҳароратни ўлчашга мўлжалланган барча термометрлар термометрнинг сезгир элементи билан ўлчанаётган жисм ёки муҳит орасида бевосита контакт бўлишини тақозо этар эди. Шунинг учун, ҳароратни ўлчашнинг бундай усуллари баъзан контактли усуллар деб юритилади. Бу усулни қўллашнинг юқори чегараси $1800\ldots 2500^{\circ}\text{C}$. Аммо саноатда ва тадқиқотларда бундан юқори ҳароратларни ҳам ўлчашга тўғри келади. Бундан ташқари, кўпинча ўлчанаётган жисм ва муҳит билан термометрнинг бевосита контакти мумкин бўлмайди. Бундай ҳолларда ҳароратни ўлчашнинг контактсиз усули қўлланилади.

Нурланиш пирометрларининг ишлаш принципи киздирилган жисмнинг иссиқлиги таъсирида ҳосил бўлган нурланиш энергиясини ўлчашга асосланган. Нурланиш пирометрлари 20 дан 6000°C гача бўлган ҳароратларни ўлчашда ишлатилади.

Иссиқлик нурланиши нурланаётган жисм ички энергиясининг электромагнит тўлқинлари тарзида тарқалиш жараёнидан иборат. Бу тўлқинлар бошқа жисмлар томонидан ютилганда улар қайтадан иссиқлик энергиясига айланади. Жисмлар ҳароратига тенг бўлган электромагнит тўлқинларни 0 дан ∞ гача бўлган ораликда тарқатади. Қаттиқ ва суюқ моддаларнинг кўпи нурланишнинг узлуксиз спектрига эга, яъни барча узунликлардаги тўлқинларни тарқатади. Бошқа моддалар (соф металллар ва газлар) нурланишнинг селектив спектори эга, яъни улар тўлқинларни спектрнинг маълум чегараларидагина тарқатади. Тўлқин узунлиги $\lambda \approx 0,4$ дан $\lambda \approx 0,76\text{мкм}$ гача бўлган чегара кўринадиган спектрга мос келади. Кўринадиган спектрнинг ҳар бир тўлқин узунлиги маълум рангга мос келади.

$\lambda \approx 0,4$ дан $\lambda \approx 0,44$ мкм гача бўлган тўлқин узунликлари тўқ бинафша рангга, $\lambda \approx 0,44$ дан $\lambda \approx 0,49$ мкм гача — кўк зангори, $\lambda \approx 0,49$ дан $\lambda \approx 0,59$ мкм гача тўқ ва оч яшил; $\lambda \approx 0,58$ дан $\lambda \approx 0,63$ мкм гача — сариқ— тўқ сариқ; $\lambda \approx 0,63$ дан $\lambda \approx 0,76$ мкм гача — оч ва тўқ қизил рангга мос келади.

$\lambda \approx 0,76$ узунликдаги тўлқинлар кўринмайдиган инфрақизил иссиқлик нурига киради.

Қиздирилган жисм ҳароратини орттириб борган сари ва унинг ранги ўзгариб бориши билан спектрал энергетик равшанлик, яъни маълум узунликдаги тўлқинлар (равшанлик) тезда ортади, шунингдек, йиғинди (интеграл) нурланиш сезиларли ортади. Қиздирилган жисмларнинг кўрсатилган хоссаларидан уларнинг ҳароратини ўлчашда фойдаланилади. Шу хоссаларга қараб нурланиш пирометрлари квазимонохроматик (оптик) спектрал нисбатли (рангли) ва тўлиқ нурланишли (радиацион) пирометрларга бўлинади.

Назарий жиҳатдан мутлақ қора жисмнинг нур чиқариши ҳодисасига асосланиш мумкин, унда нур чиқариш коэффиценти деб 1 қабул қилинади. Агар жисм ўзига тушаётган нур энергиясини бутунлай ютса, у жисмни мутлақ қора жисм дейилади. Барча реал физик жисмлар ўзига тушаётган нурларнинг бирор қисмини қайтариш қобилиятига эга. Шунинг учун, жисмнинг нур чиқариш коэффиценти бирдан кичик, шу билан бирга у маълум жисм табиатига ҳам, унинг сиртки ҳолатига ҳам боғлиқ. Табиатда мутлақ қора жисм йўқ, аммо ўз хоссаларига кўра мутлақ қора жисмга яқин бўлган жисмлар мавжуд. Масалан, қора ғадир-будир бўёқ (нефть қуруми) билан қопланган жисм барча нур энергиясини 96% гача ютади.

Спектрал энергетик равшанлик ва интеграл нурланиш модданинг физик хоссаларига боғлиқ. Шунинг учун, пирометрлар шкаласи мутлақ қора жисм нурланиши бўйича даражаланади. Ҳарорат ортиши билан спектрал энергетик равшанликнинг ортиши турли узунликдаги тўлқинлар учун турлича ва нисбатан унча юқори бўлмаган ҳароратлар соҳасида мутлақ қора жисм учун Вин тенгламаси билан тавсифланади:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} \quad (2.79)$$

бунда $E_{0\lambda}$ — λ узунликдаги тўлқин учун мутлақ қора жисмнинг спектрал энергетик равшанлиги; T — жисмнинг мутлақ ҳарорати; C_1 ва C_2 — нурланишнинг қабул қилинган бирликлар тизимида боғлиқ бўлган константалари қиймати; $C_1 = 2 \pi h C^2$, h — Планк доимийси; C — ёруғлик тезлиги; $C_2 = NhC/R$, N — Авогадро доимийси; R — универсал газ доимийси; e — натурал логарифм асоси.

Турли узунликдаги тўлқинларнинг спектрал энергетик равшанлиги бир хил бўлмагани учун Вин тенгламасини оптик пирометрияда маълум узунликдаги тўлқинлар учун қўлланилади (одатда тўлқин узунлиги 0,65 ёки 0,66 мкм бўлган қизил ранг учун). Вин тенгламасидан тахминан 3000 °К гача бўлган ҳароратлар учун фойдаланса бўлади. Ундан ҳам юқорироқ ҳароратларда мутлақ қора жисмнинг нурланиш жадаллиги Планк тенгламаси билан характерланади:

$$E_{0\lambda} = C_1 \cdot \lambda^{-5} \cdot (e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1} \quad (2.80)$$

Мутлақ қора жисмнинг интеграл нурланиши Стефан — Больцман тенгламаси билан тавсифланади:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (2.81)$$

бу ерда, C_0 — мутлақ қора жисмнинг нурланиш доимийси; T — нурланаётган сиртнинг мутлақ ҳарорати, $^{\circ}K$.

Реал физик жисмлар энергияни мутлақ қора жисмга қараганда камроқ жадаллик билан нурлантиради. Квaziмонохроматик пирометр билан ҳам тўла нурланиш пирометри билан ўлчаш натижасида шартли ҳарорат деб аталадиган ҳароратга эга бўлинади. Шартли ҳароратдан (равшанлик ҳароратидан) ҳақиқий ҳароратга ўтиш учун Вин тенгламасини ўзгартиришдан фойдаланилади.

Физик жисмнинг квазимонохроматик пирометр ёрдамида ўлчанган ёруғлик ҳарорати T_y бўйича ҳақиқий ҳарорати T қиймати қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$T = \left(\frac{1}{T_y} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{1}{\varepsilon_\lambda} \right)^{-1} \quad (2.82)$$

бу ерда, T_y — жисмнинг пирометр ёрдамида улчанган равшанлик (шартли) ҳарорати, $^{\circ}K$; λ — тўлқин узунлиги, мкм; C_2 — Вин тенгламаси доимийси; ε_λ — жисмнинг берилган тўлқин узунлиги учун қоралик даражаси.

Реал жисм ҳарорати T нинг тўлиқ нурланиш пирометри ёрдамида ўлчанаётган ҳақиқий қиймати қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

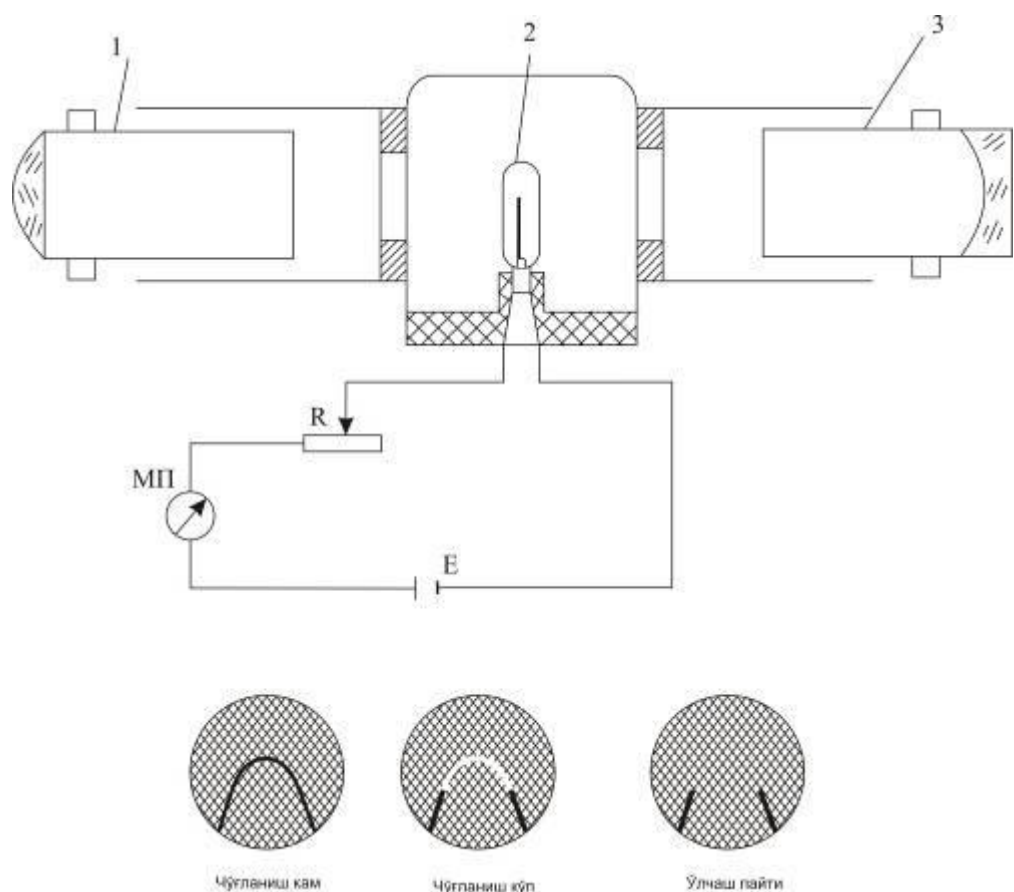
$$T = T_y \sqrt[4]{\frac{1}{\varepsilon}} \quad (2.83)$$

бу ерда, T_y — тўлиқ нурланиш пирометри билан ўлчанган шартли ҳарорат; ε — барча узунликдаги тўлқинлар учун жисмнинг қоралик даражаси.

Квaziмонохроматик (оптик) пирометрлар

Оптик пирометрларнинг ишлаш принципи ҳарорати ўлчанаётган жисмнинг нурланиш равшанлигини эталон жисмларнинг монохроматик нурланиш равшанлиги билан солиштиришга асослаган. Эталон жисм сифатида, одатда, нурланиш равшанлиги ростланадиган чўғланиш лампасининг толасидан фойдаланилади. Бу гуруҳдаги кенг тарқалган асбоблардан бири — чўғланиш толаси йўқолиб кетадиган монохроматик оптик пирометрдир. Бу асбобнинг принципиал схемаси 2.24- расмда келтирилган. Қиздирилган жисмнинг нурланиш оқими объектив 1 орқали йиғилади ва пирометрик лампа 2 нинг тоза юзасига проекцияланади. Окуляр 3 ёрдамида объектнинг тасвири билан кесишган лампа толасининг тасвири кузатилади. Лампа толаси таъминлаш манбаи E нинг ўзгармас токидан чўғланади. Манбанинг кучланиши реостат R ёрдамида секин-аста ростлаш йўли билан объект ва тола равшанликлари тенглашгунча ошириб борилади. Шу пайт объект тасвири билан кесишган толанинг қисми, расмда кўрсатилганидек, йўқолиб кетади. Равшанликлари тенглашгандан сўнг ток кучини ёки лампа кучланишини ўлчайдиган асбоб билан пирометр кўрсатишлари ҳисобланади.

Оптик пирометрларнинг ҳароратни ўлчаш оралиғи $800^{\circ}C$ дан $10000^{\circ}C$ гача. Йўл қўйиладиган асосий хатоликлар чегараси $\pm 1,5\%$ дан ошмайди.



2.24 – расм. Оптик пирометрнинг принципиал схемаси

Оптик пирометр кўчма асбобдир. У билан узлуксиз ўлчаш ва ҳароратни қайд қилиш мумкин эмас.

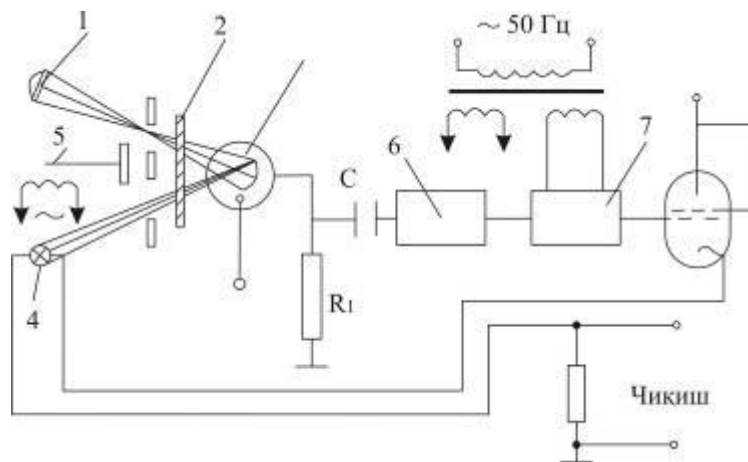
Бундай пирометрдан фарқли ўлароқ, фотоэлементли пирометрлар (фотоэлектр пирометрлар) кўрсатишларни ёзиб олиш ва уларни масофага узатиш имконига эга. Бу асбоблардан тез ўтадиган жараёнлардаги ҳароратни ўлчашда фойдаланилади.

Фотоэлектр пирометрларнинг ишлаш принципи фотоэлементнинг фототокни ўзгартириш хусусиятига асосланган. Фототок тушаётган ёруғлик оқими интенсивлигига боғлиқ бўлиб, унинг кучи қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$I = a \cdot T^n \quad (2.84)$$

бу ерда, a — асбобнинг сезгирлигига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; n — асбобнинг спектр характеристикасига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; T — физик жисмнинг ҳарорати.

Олинган ҳароратнинг нурланишини характерловчи фототок жуда кичик бўлиб, уни кучайтириш учун электрон кучайтиргичлар қўлланади.



ФЭП

(2.25-

расм) туридаги
фотоэлектр
пирометрларда
бўйича манфий

2.25 – расм. Фотоэлектр пирометрнинг принцинал

нур оқими

тескари боғланишдан фойдаланилади. Мазкур боғланиш ёруғлиги электрон кучайтиргич чиқишида кучланиш функциясида иборат бўлган қиздириш лампасининг фотоэлементи ёритилиши билан амалга оширилади. Нурланаётган жисмдан чиқаётган нур оқими линза билан бир жойга йиғилади ва қизил ёруғлик фильтри 2 кассетасининг юқори тешиги орқали фотоэлемент. 3 га тушади.

Фотоэлементга кассетанинг пастки тешиги орқали ҳам чўғланиш лампаси 4 дан нур оқими тушади. Фотоэлементнинг галма-гал гоҳ нурланаётган жисмдан, гоҳ чўғланиш лампасидан ёритилиши ёруғлик фильтри кассетасининг олдида ўрнатилган ёруғлик модуляторининг 50 Гц частота билан тебранувчи тўсиғи 5 ёрдамида таъминланади.

Ёруғлик фильтри кассетасида тебранувчи тўсиқ ва тешиклар шакли шундай танланганки, фотоэлементга иккала нурланиш манбаининг синусоидал ўзгарувчи нур оқимлари тушади. Бунда иккала нур оқимларининг фазалари 180° га силжиган бўлади.

Фотоэлемент чиқишида фототок пайдо бўлади, унинг катталиги жисм ва лампа томонидан ёритилганлик даражасига боғлиқ. Шу ёритилганликлар тенг бўлмаса, фотоэлемент занжирида ўзгарувчан фототок ҳосил бўлиб, у ё жисм фототоки билан, ё лампа фототоки билан устма-уст тушади. Бу ток фотоэлемент чиқишида R_1 резисторда кучланишнинг синусоидал тушувини ҳосил қилади, бу кучланиш C конденсатор орқали уч босқичли электрон кучайтиргичи 6 га узатилади. Фототокнинг нур оқимлари фарқига мутаносиб бўлган ўзгарувчи ташкил этувчиси 6 кучайтиргичда кучайтирилади ва фотосезгир детектор 7 орқали электрон лампага узатилади. Шу лампа токи чиқиш параметридан иборат. Электрон лампанинг анод занжирига манфий тескари боғланишли лампа 4 уланган. Лампани қиздириш токи ўлчанаётган жисм ва лампанинг ёритилганлиги ўзарр тенг бўлгунча ва фототокнинг ўзгарувчи ташкил этувчиси ўзаро нолга тенг бўлгунча ўзгартириб борилади. Бу билан лампадаги ток кучи ўлчанаётган жисмнинг ёруғлик ҳарорати билан бир қийматли боғлиқ бўлиб қолади.

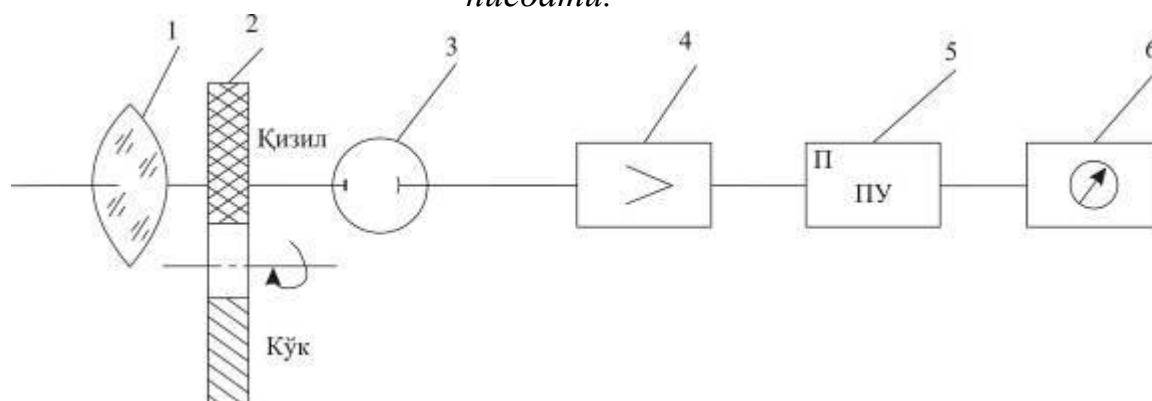
Лампани таъминловчи ток кучи тезкор автоматик потенциометр билан лампа занжиридаги R қаршиликдаги кучланиш тушуви миқдори бўйича ўлчанади. Потенциометр ёруғлик ҳарорати даражалари билан даражаланган. Фотоэлектр пирометрнинг ўлчаш чегаралари 800 дан 4000°С гача. Асосий хатолик ўлчаш юқори чегарасининг $\pm 1\%$ ини ташкил этади

Спектрал нисбатли (рангли) пирометрлар

Рангли ёки спектрал пирометрлар қиздирилган жисмнинг нурланиш спектридаги энергиянинг нисбий тақсимланиши бўйича ҳароратни ўлчашга мўлжалланган. Ҳарорат чўғланган жисмнинг спектрида танланган соҳа, масалан, кўк соҳалардаги равшанликлар нисбатидан аниқланади. Агар чўғланган жисмнинг нурланиш спектрида λ_1 ва λ_2 тўлқин узунлигидаги иккита монохроматик нурланиш (қизил ва кўк соҳада) танланса, ҳарорат ўзгариши билан бу нурланишлар равшанликларининг нисбати ҳам ўзгаради. Қора бўлмаган жисм учун равшанликлар нисбати қуйидагича ифодаланади:

$$R = \frac{\varepsilon_{\lambda_1}}{\varepsilon_{\lambda_2}} R_k \quad (2.85)$$

бу ерда, ε_{λ_1} ва ε_{λ_2} — λ_1 ва λ_2 тўлқин узунликларининг нурланиш қобилияти коэффициентлари; R_k — қора жисм учун λ_1 ва λ_2 тўлқин узунликлари равшанлиги нисбати.



2.26 – расм. Фотоэлементли рангли пирометрнинг принцинал схемаси.

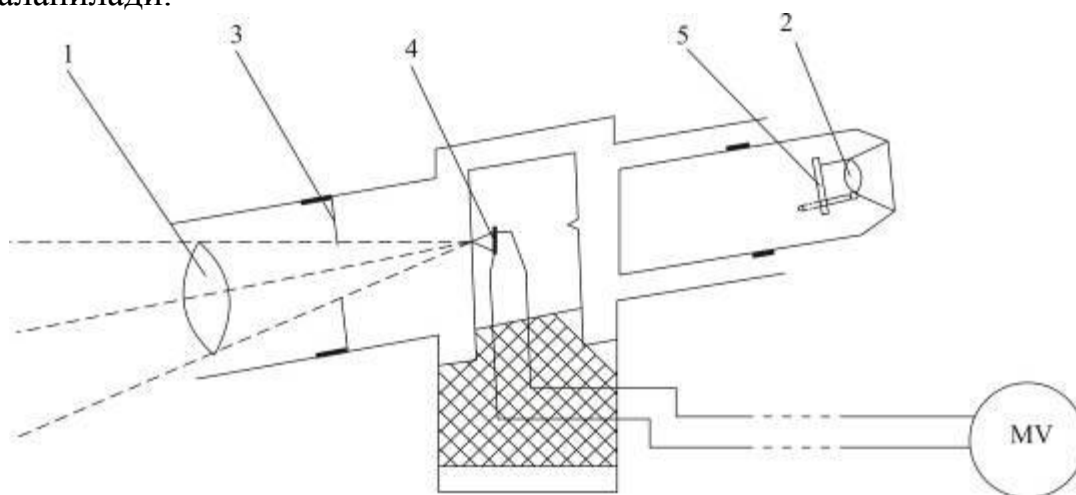
Фотоэлементли рангли пирометрнинг принцинал схемаси 2.26- расмда кўрсатилган. Ўлчанаётган жисмдан чиққан нурланиш объектив 1 орқали ўтиб, фотоэлемент 3 га тушади. Фотоэлемент олдида қизил ва кўк филтрли айланувчи дисксимон обтюратор 2 ўрнатилган. Фотоэлемент гоҳ қизил, гоҳ кўк ранглار билан ёритилади ва шунга кўра тегишли импульслар чиқаради. Бу импульслар электрон кучайтиргич 4 билан кучайтирилиб, логарифмловчи қурилма 5 орқали ўзгармас токка айлантирилади. Бу ток қайд қилинади. Пирометрнинг ўлчаш чегараси 1400°С дан 2800°С гача. Асосий хатолик ўлчаш юқorigи чегарасининг $\pm 1\%$ ини ташкил этади.

Ҳозирги вақтда ПИТ-1 деб аталадиган пирометрлар кенг ёйилмоқда. Улар спектрал нисбатли пирометрдан иборат бўлиб, хотирасида сақланадиган ахборот асосида ҳисобланадиган тузатишни автоматик киритилади. Пирометр

800...2000°C ўлчаш диапазонига мўлжалланган. Ҳақиқий ҳароратни ўлчаш хатолиги $\pm 1\%$ дан ошмайди.

Тўлиқ нурланиш (радиацион) пирометрлари

Радиацион пирометрлар (тўлиқ нурланиш пирометрлари) қиздирилган жисмнинг ҳароратини ўлчашга мўлжалланган. Пирометр оптик тизим (линза, ойна) билан таъминланган. Бу тизим жисмдан чиққан нурларни митти термобатарея, қаршилик термометри ва ярим ўтказгичли термоқаршиликлардан иборат ўзгартгичга тўплайди. Ўлчаш асбоблари сифатида милливольтметр, автоматик потенциометр ва мувозанатлаштирилган кўприклардан фойдаланилади.



2.27 – расм. Радиацион пирометрнинг принципиал схемаси.

2.27- расмда термобатареяли радиацион пирометрнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Пирометр объектив линза 1 ва окулярли телескоп 2 дан иборат. Нурланиш манбаидан чиққан нурларнинг йўлида чекловчи диафрагма 3 ўрнатилган, объектив линза фокусида эса термобатарея 4 жойлашган. Окуляр линза олдида кўзни муҳофаза қилувчи рангли шиша 5 қўйилган. Термобатареяда тўпланган нурлар уни қиздира бошлайди ва нурланишнинг тўлиқ энергиясига мутаносиб бўлган ЭЮК пайдо бўлади. Бу ЭЮК милливольтметр билан ўлчанади.

100° дан 4000° гача ҳароратни ўлчайдиган радиацион пирометрларнинг турли тузилишлари мавжуд бўлиб, улар ўзларининг оптик тизими, терможуфтларни улаш схемаси ва бошқа элементлари билан фарқ қилади. Ўзгарткичлари қаршилик термометридан иборат бўлган баъзи радиацион пирометрларга нисбатан кичик, масалан, 20°C дан 100°C гача ҳароратларни ўлчай олади. Ўзгартгич қабул қиладиган нурлар энергиясини аниқ ҳисобга олиш жуда қийин. Чунки ўзгарткич ва атроф муҳит ўртасида ўзаро иссиқлик алмашуви мавжуд. Шунинг учун, асбоб ҳисобга олиб бўлмайдиган хатоларга йўл қўйиши табиий.

Лекин шу камчиликларга қарамай, радиацион пирометрлар саноатда жуда кенг қўлланилади. Пирометрларнинг кўрсатишларини масофага узатиш ёки автоматик равишда ёзиб олиш ва улар ёрдамида ҳароратни ростлаш мумкин. 2500°C гача ҳароратни ўлчашда пирометр кўрсатишларининг хатоси $\pm 1,5\%$, 2500°C дан ортиқ ҳароратни ўлчаганда эса $\pm 2,5\%$ дан ошмайди.

Сериялаб чиқарилаётган АПИР-С туридаги тўлиқ нурланиш пирометрлари ҳароратни 30 дан 2500°C гача бўлган оралиқда ўлчашга мўлжалланган. Махсус тайёрланган пирометрлар—100 дан +3500°C гача ҳароратлар оралиғида қўлланилади.

II-БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Температура ва температура шкаллари тўғрисида асосий тушунчалар.
2. Температуранинг қандай ўлчаш усуллари мавжуд?
3. Кенгайтирилган термометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
4. Суюқлик термометрларининг идиши қандай термометрик суюқликлар билан тўлдирилади?
5. Дилатометрик термометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
6. Биметаллик термометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
7. Манометрик термометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
8. Газли, суюқликли ва буғ-суюқликли манометрик термометрларда қандай хатоликлар мавжуд?
9. Барометрик, температура ва гидростатик хатоликларни камайтириш бўйича қандай таъсирлар мавжуд?
10. Қаршилик термометрларининг ишлаши нимага асосланган?
11. Қаршилик термометрлари материалга қандай талаблар қўйилади?
12. Нега мис қаршилик термометрлари ёрдамида 180°C дан юқори температуранинг ўлчаш таъсири этилмайди?
13. Термометр қаршилигини қандай ўлчов асбоблари ёрдамида ўлчанади?
14. Мувоzanат кўприкларида қандай ўлчаш усулидан фойдаланилади?
15. Нега мувоzanат кўприкларида термометр қаршилиги ўзгарганда кўприк мувоzanат ҳолатидан чиқади?
16. Автоматик мувоzanат кўприкларида мувоzanат қандай тикланади?
17. Лагометр ўлчаш рамакаларига таъсир қиладиган моментлар қандай мувоzanатланади?
18. Термоэлектрик термометрларининг ишлаши нимага асосланган?
19. Термопара материалга қандай талаблар қўйилади?
20. Термоэлектрик эффект моҳиятини тушунтириш.
21. Термопара совуқ қовшари температурасини ўзгаришига қандай компенсациялаш усуллари мавжуд?
22. Термоэлектрод симлар нимага ишлатилади?
23. Потенциометрларда қандай ўлчаш усули қўлланилади?
24. Нурланиш пирометрларининг ишлаши нимага асосланган?

III-БЎЛИМ. БОСИМНИ ЎЛЧАШ

Суюқлик, газ, ёки буғнинг босими деб юза бирлигига бир текисда таъсир этаётган кучга айтилади. Юза бирлигига таъсир этаётган куч бирлиги босим бирлиги ҳисобланади.

Босим кимё-технология жараёнларининг асосий кўрсаткичларидан бири ҳисобланади.

Шундай мисолни кўрайлик: Буғлатгич чиқишида эритма концентрациясини 30% миқдорда ушлаб турилса жараён оптимал кетиши таъминланади. Босимнинг маълум қийматида аппарат чиқишидаги температура 85°C бўлса, босим ўзгариши билан эритманинг қайнаш температураси ўзгаради ва бу чиқишдаги эритма концентрациясини ўзгаришига олиб келади. Жараён оптимал режимдан четлашади. Яъни жараёни оптимал режимда олиб бориш учун фақат температурани 85°C да ушлаб туриш етарли эмас, балки босимни ҳам белгиланган қийматда ушлаш керак экан. Бундай мисолларни кимёвий технологияда кўплаб келтириш мумкин.

Босимни ўлчаш усуллари ва бирликлари

Босимни ўлчашда барометрик, абсолют ва ортиқча босимлар мавжуд. Ер атмосферасидаги ҳаво усутуни массаси ҳосил қилаётган босим барометрик босим ҳисобланиб, у босим ўлчанаётган жой баландлигига ва метрологик шароитларга боғлиқ. Мухит босимининг барометрик босимдан ортиғи, ортиқча босим дейилади. Мухитнинг абсолют босими барометрик босимдан катта ҳам, кичик ҳам бўлиши мумкин.

$$P_{\text{изб}} = P_{\text{абс}} - P_{\text{бар}}; \quad P_{\text{раз}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}$$

Халқаро СИ бирликлар тизимида босим бирлиги сифатида 1 м^2 юзага бир текис таъсир қилаётган 1 Ньютон куч ҳосил қилаётган босим қабул қилинган, яъни, 1 н/м^2 .

Бу босим бирлиги (н/м^2) жуда кичик бўлиб, бошқа ўлчам бирликлари билан солиштирилганда:

$$0,1 \text{ МПа} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 10^4 \text{ кгс/м}^2 = 10332 \text{ мм.вод.ст} = 760 \text{ мм.рт.ст.} = 9,8 \cdot 10^4 \text{ н/м}^2 = 0,980665 \text{ бар} = 14,5 \text{ англ.фунт/дюйм}^2$$

(яъни, 6,451582 квадрат дюйм юзага таъсир этаётган 1 фунт=0,453592кгс куч).

Босимни ўлчаш асбоблари қуйидагича таснифланади:

I. Ишлаш принципи бўйича:

1. суюқликли;
2. деформацион (пружинали);
3. юк поршенли;
4. электр.

II. Ўлчанаётган босим қийматига қараб:

1. Манометрлар;
2. Вакуумметрлар;
3. Моновакуумметрлар;
4. Напорамерлар;
5. Тягомерлар;

6. Тягонапорамерлар;
7. Барометрлар;
8. Дифференциал манометрлар.

СУЮҚЛИКЛИ МАНОМЕТРЛАР

Ушбу ўлчов асбобларининг ишлаши ўлчанаётган босимни маълум бир баландликдаги суюқлик устуни босими билан мувозанатланишига асосланган.

Суюқликли шиша манометрлар асосан лаборатория шароитларида ўлчашга қўлланилади. Саноатда камдан кам қўлланилади. U-симон, идишчали, эгилган трубкали идишчали, колоколли ва ҳалқали турлари мавжуд.

Икки трубаги U-симон шиша манометри

Бу ўлчов асбобларида ўлчанаётган босим суюқлик устуни босими билан мувозанатланиб, суюқлик устуни баландлиги бўйича аниқланади (рисм.5).

$$P = (\rho - \rho_c)gh = \rho gh - \rho_c gh$$

Бу ерда, $g = 9,80665 \text{ м/сек}^2$, ўртача эркин тушиш тезланиши;

ρ и ρ_c – U-симон шиша манометридаги суюқлик зичлиги ва бу суюқлик тепасидаги мухит зичлиги;

h – мувозанатловчи суюқлик устуни баландлиги.

Агар, $\rho \gg \rho_c$ лигини ҳисобга олсак, унда ёзиш мумкин,

$$P = \rho gh \quad \text{ёки} \quad P = kh$$

$$P_1 = P_0 + \rho gh; \quad P_2 = P_0 + P_{\text{изб}},$$

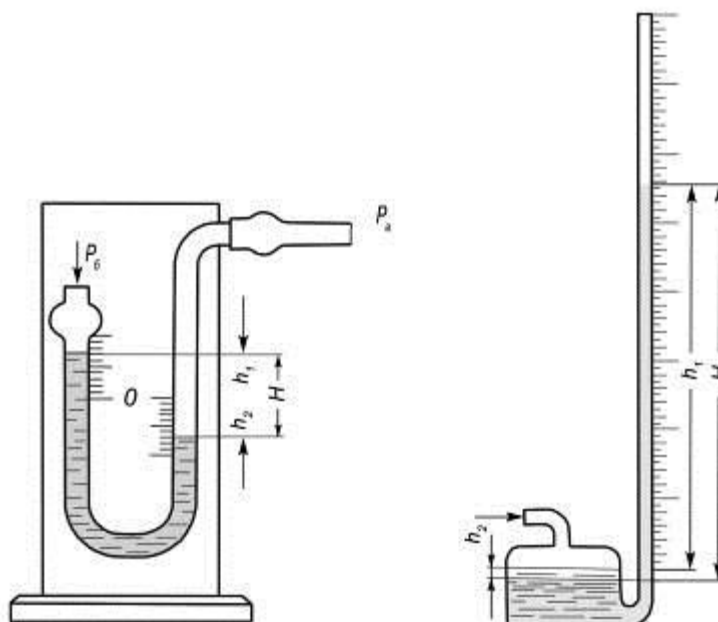
Мувозанат ҳолатида $P_1 = P_2$ лигини ҳисобга олинса, унда

$$P_0 + \rho gh = P_0 + P_{\text{изб}}$$

$$P_{\text{изб}} = \rho gh = \rho g(h_1 + h_2)$$

Бу манометрларнинг камчилиги икки ўлчамлилиги ҳисобланади.

Ўлчаш чегараси 0,2 МПа. Ўлчаш хатолиги 2 мм суюқлик устуни бўлиши мумкин. Ишчи суюқлик сифатида симоб, дистилланган сув ва спирт ишлатилиши мумкин.



Расм.33.

Бир трубали чашкали манометр

Бу ўлчов асбобларида ўлчаш тор ўлчаш трубкасидаги сатхга қараб ўлчанади (бир ўлчамла ўлчаш). Бир трубали чашкали манометр пастки қисмига шиша труба уланган кенг металл идиш кўринишида бўлиб, шиша трубка ёнига миллиметрли шкала ўрнатилган бўлади. Ўлчаш трубкасининг иккинчи учи атмосфера билан уланган, металл идиш чиқиш трубаesi объект билан уланади. Ўлчанаётган мухит босими таъсирида ($P = P_a - P_0$), шиша ўлчаш трубкасидаги ишчи суюқлик сатхи h_1 баландликга кўтарилади, иккинчи идишда эса, h_2 баландликга тушади. Суюқлик устунининг умумий баландлиги ($h = h_1 + h_2$) ҳосил қилаётган босим, ўлчанаётган босимни мувозанатлайди.

Идишдан ўлчаш трубкасига сиқиб чиқарилган суюқлик хажми қуйидагига тенг:

$$h_1 f = h_2 F$$

бу ерда, f ва F – трубка ва идиш кесим юзаси.

Қуйидагиларни ечамиз,

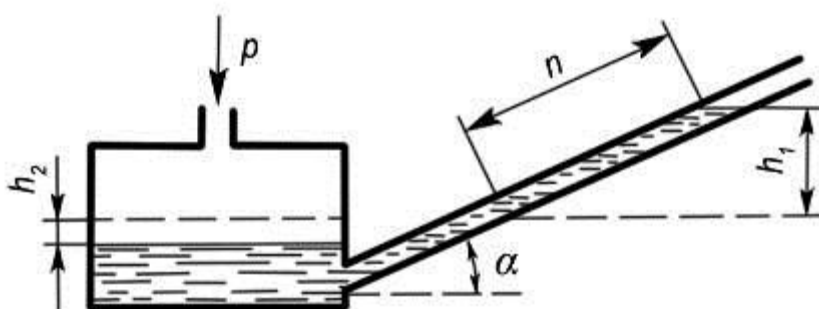
$$h = h_1 + h_2 = h_1 + \frac{f}{F} h_1 = h_1 \left(1 + \frac{f}{F}\right); \text{ ёки,}$$
$$h = h_1 \left(1 + \frac{d^2}{D^2}\right) = h_1 + h_1 \frac{d^2}{D^2}$$

кўриниб турибдики, суюқлик устунининг умумий баландлиги ўлчов асбоби ёрдамида ўлчанган катталиқдан $h_1 \frac{d^2}{D^2}$ қийматга катта бўлади. Одатда, $\frac{d^2}{D^2}$ нисбат 0,01 дан кичик бўлганлиги сабабли, ўлчанаётган босимни ўлчаш трубкасидаги суюқлик сатхи бўйича ўлчаниши ($h \approx h_1$ ёки, $P = \rho g h_1$), амалда сезиларли қўшимча хатоликларга сабаб бўлмайди.

Эгилган (нишаб) трубали микроманометр

Эгилган трубали микроманометрларда ҳам, босимни суюқлик устуни баландлиги ($h_1 = n \sin \varphi$) бўйича ўлчанади, яъни

$$P = \rho g n \sin \varphi$$



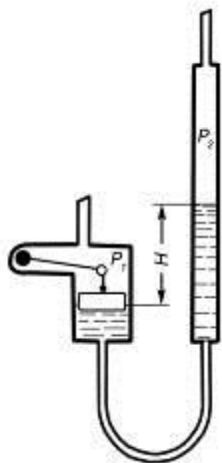
Расм.34.

Техник суюқлик манометрлари

Техник суюқлик манометрларига қалқовучли, қўнғироқли (колокольные) ва халқасимон манометрлар киради.

Қалқовучли суюқлик манометрлари

Бу манометрлар асосан дифманометр сифатида ишлатилади. Бу ўлчов асбобларининг бир тирсаги кенгроқ бўлиб, унга ўлчов асбоби стрелкаси билан уланган қалқовуч ўрнатилган. P_1 босим P_2 дан катта бўлганда, чап идишдаги суюқлик сатхи h_1 баландликга камаяди. Ўлчанаётган босимлар фарқи $(P_1 - P_2)$, $H = h_1 + h_2$ баландликдаги суюқлик устуни ҳосил қилаётган босим билан мувозанатланади.



Расм.35.

Мувозанат шarti қуйидагича: $P_1 - P_2 = (\rho - \rho_1)gH$
Маълумки, сиқиб чиқарилган суюқлик хажми.

$$h_2 \frac{\pi D^2}{4} = h_1 \frac{\pi d^2}{4}$$

$$h_1 = h_2 \frac{D^2}{d^2}; \quad \text{унда } H = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right)$$

H қийматини қўйиб, топамиз,

$$P_1 - P_2 = h_2 g \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right) (\rho - \rho_1)$$

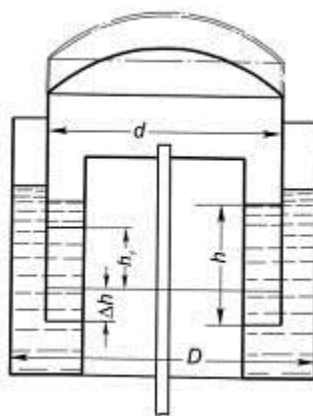
ёки, охирги тенгламадаги ўзгармас катталикларни белгилаб ёзиш мумкин

$$P_1 - P_2 = k_1 * k_2 * h_2$$

Яъни, босимлар фарқини қалқовучнинг силжиши бўйича ифодалаш мумкин.

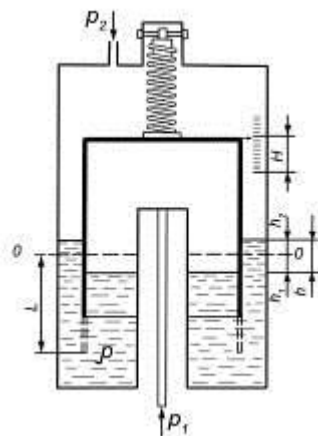
Қўнғироқли (колокольные) манометрлар

Қўнғироқли манометрлар кичик босим ва кичик вакуумни (тягомерлар ва напорометрлар) ўлчаш учун ва дифманометрлар сифатида қўлланилади.



Расм.36.

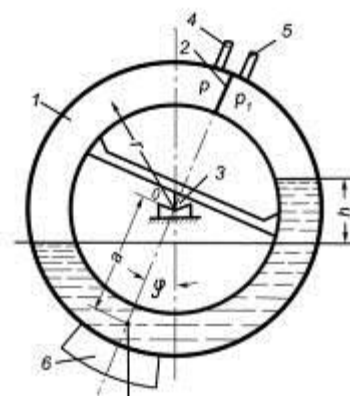
Ўлчов асбоби суюқлик солинган идишдан ва колоколдан ташкил топган бўлиб, унинг тагига трубка ёрдамида ўлчанаётган босим берилади ва ўлчанаётган босим ўзгариши билан колокол тепага ёки пастга силжийди. Икки хил колоколли манометрлар мавжуд бўлиб, биринчисида, ўлчанаётган босим ҳосил қилаётган куч Архимед кучи билан мувозанатланса, иккинчисида эса, юк ёки пружина билан мувозанатланади. Биринчисида, босим ортиши билан колокол тепага кўтарилади ва бунда колокол чўкиш даражаси камайиб, Архимед кўтариш кучи камаяди. Колокол силжиши бу кучлар мувозанатлашгунча давом этади. Иккинчисида, босим ҳосил қилаётган куч пружина биқирлиги билан мувозанатланади.



Расм.37.

Халқасимон манометрлар

Кичик ортиқча босим, вакуум ва босимлар фарқини ўлчашга мўлжалланган.



Расм.38.

Ўлчов асбоби геометрик марказда таянчга 3 (опорага) осиб қўйилган, тўсиқ 2 билан ажратилган ёпиқ ҳалқа 1 кўринишида бўлади. Тўсиқ 2 нинг икки томонидан босим берилиши учун патрубклар (4 ва 5) мавжуд. Ҳалқанинг пастки қисмига юк G 6 осиб қўйилган. Ҳалқанинг ичи ярмигача ишчи суюқлик билан тўлдирилган. Ўлчанаётган босимлар фарқи ΔP ўзгариши билан, яъни, $P_1 > P_2$ бўлганда, ҳалқанинг чап томонидаги суюқлик сатхи пасаяди. Сатхлардаги фарқ бунда босимлар фарқига пропорционал бўлади, яъни,

$$P_1 - P_2 = \rho g h$$

Ҳалқадаги тўсиқга таъсир қилаётган босимлар фарқи $P_1 - P_2$, айлантериш моментини ҳосил қилади

$$M_p = (P_1 - P_2) S r$$

S - ҳалқадаги тўсиқ юзаси;

r – ҳалқанинг ўртача радиуси.

Бу айлантериш momenti таъсирида ҳалқа соат стрелкаси бўйича таянч атрофида айланади. Ҳалқанинг айланиши акс таъсир моментини ҳосил қилади.

$$M_G = G a \sin \varphi$$

G – юкнинг оғирлик кучи;

φ – ҳалқанинг буралиш бурчаги;

a – юк оғирлик маркази билан таянч орасидаги масофа.

Бу икки моментлар мувозанатланганда ҳалқа янги мувозанат ҳолатида тўхтади. $M_p = M_G$

$$P_1 - P_2 = \frac{Ga}{Sr} \sin \varphi \quad \text{ёки,} \quad P_1 - P_2 = k \sin \varphi$$

Яъни ўлчанаётган босимлар фарқи ҳалқанинг буралиш бурчаги синусига пропорционал бўлади.

Ўлчов асбоби шкаласи бир текис эмас. Айланиш бурчаги 60° дан ошмаслиги керак. Бу ўлчов асбоблари ёрдамида 250 мм. сим. уст. ва 250 мм. сув уст. Гача босимларни ўлчаш мумкин. Хатолиги, ўлчашнинг юқори чегерасидан 1,5

ДЕФОРМАЦИОН (ПРУЖИНАЛИ) МАНОМЕТРЛАР

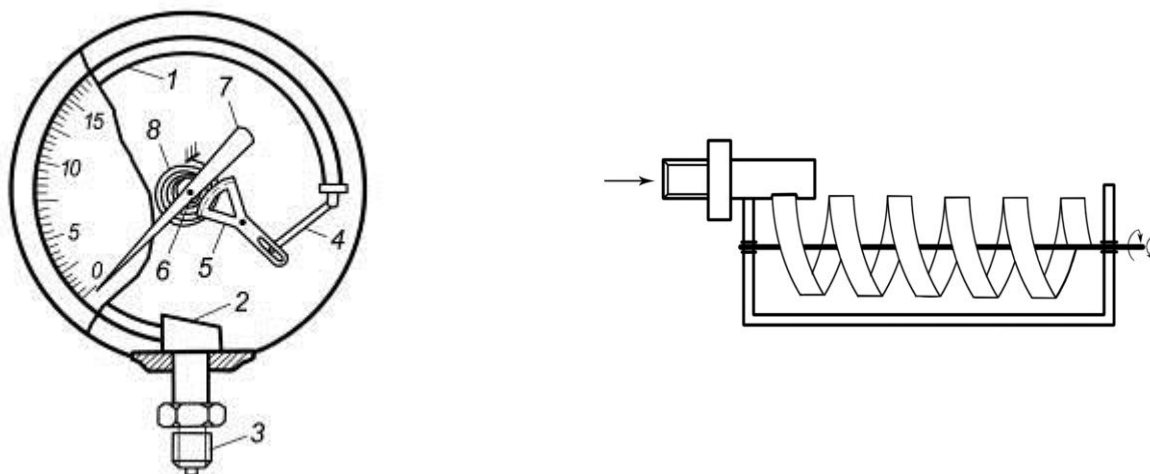
Пружинали манометрларнинг ишлаш принципи, ўлчанаётган босим таъсирида махсус пружиналарнинг бикир деформациясидан фойдаланишга

асосланган. Яъни, ўлчанаётган босимни хар хил бикир элементларнинг деформацияланиш кучи билан мувозанатлашувига асосланган. Қўлланилаётган пружина турига қараб бу ўлчов асбоблари қуйидагича турланади:

1. Трубасимон пружинали асбоблар;
2. Мембранали асбоблар;
3. Сильфонли асбоблар.

Трубасимон пружинали асбоблар

Француз механиги Бурдон змеевикларни синашда, дефект змеевикларнинг ялпоқланган учлари босим ўзгариши билан силжиётганини тасодифан сезиб қолади. Бу ҳолат унга думалоқ бўлмаган кесимга эга бўлган трубкалар ёрдамида босимни ўлчайдиган асбоб яратиш мумкинлиги фикрини берди. Бу асбоблар ҳозир Бурдон манометрлари деб номланадилар.



Расм.39.

Бу ўлчов асбоби (расм 9.), айлана ёйи бўйича эгилган, думалоқ бўлмаган, эллипсга ўхшаш кесим юзали 1-трубкадан ва 2-ушлагичдан иборатдир. Трубка ичидаги ўлчанаётган босимни ўзгариши, уни деформацияланиб, кесим юзаси думалоқ шаклни олишга интилади. Натижада пружина бикирлиги ортади, ва у трубканинг бу деформацияланишига акс таъсир қилади. Бунда, трубканинг эркин учи эгилади ва поводок 3, тишли сектор 4, шестеренка 5 орқали ўлчов асбоби стрелкасини ўлчанаётган босимга пропорционал бўлган маълум бурчакга силжитади.

Босим ўзгариши билан трубканинг эркин учининг силжишини трубканинг пастки ва тепа юзаларининг бир хил эмаслиги орқали тушунтириш мумкин. Ўлчанаётган босимнинг ортиши билан, трубканинг тепа юзасига таъсир этаётган куч (PS_B) пастки юзага таъсир этаётган кучдан (PS_H) катта бўлади, яъни $PS_B > PS_H$. Натижада трубканинг эркин учи, бу куч трубасимон пружина бикирлиги билан ўзаро мувозанатлангунча, силжий бошлайди.

Бу манометрларнинг ишлашини тушунтириш учун қуйидаги икки шартни қабул қиламиз:

- босим ортиши билан трубка кесим юзасининг кичик ўқи "в" ўлчами ортади;

- деформацияланиш натижасида трубка узунлиги ўзгармайди, яъни, АВ ва А'В' бошланғич узунлигини сақлаб қолади.

Куйидагича белгиланишларни амалга оширамиз: трубка ўқидан трубканинг ички юзасига масофани $OA = r$; трубка ўқидан трубканинг ташқи юзасига масофани $OA' = R$; манометрик қисм ушлагичидан трубка учига ёйни $\angle AOB = \gamma$ бурчак деб, шу кўрсаткичларни деформациядан сўнгги қийматларини r' ; R' ; γ' деб белгилаймиз.

Иккинчи шартга асосан: $R\gamma = R'\gamma'$ (деформацияга ва деформациядан сўнгги трубканинг ташқи ёйи узунликлари тенг) ва

$r\gamma = r'\gamma'$ (деформацияга ва деформациядан сўнгги трубканинг ички ёйи узунликлари тенг)

Уларни бир биридан айириб, куйидагиларни оламиз,

$$(R-r)\gamma = (R'-r')\gamma'$$

Биринчи шартга асосан трубка кесим юзасининг кичик ўқи "в" ўлчамининг деформацияга қиймати деформациядан сўнгги қийматидан кичиклигини ҳисобга олиб ($R-r < R'-r'$), куйидагини ёзиш мумкин

$$v\gamma = v'\gamma'$$

агар, $v < v'$ бўлса, унда, $\gamma > \gamma'$ бўлади, яъни босим таъсирида трубка буралиш бурчаги камайиб, трубка тўғриланишга ҳаракат қилади.

Трубасимон пружинали манометрларнинг кўп ўрамли (6-ва 9 ўрамли) турлари ҳам мавжуд бўлиб, улар бир ўрамли манометрларга нисбатан сезгирлиги юқори бўлиб, паст босимларни ўлчашда ишлатилади (расм 9.).

Саноатда пружинали манометрларнинг куйидаги модификациялари ишлаб чиқарилади:

Ўлчаб, жойида назорат қилиш учун масалан: ОБМ: ОБВ: ОБМВ ва бошқалар.

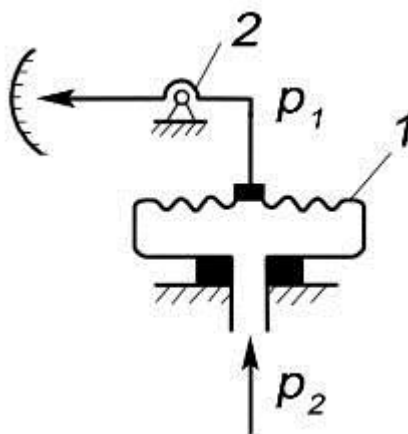
Масофадан назорат қилиш учун масалан: МП-П ва МП-Э пневматик ва электр сигнал ўзгартиргичли пружинали манометрлар (0-0,1 МПа чегарадан 0-1000 МПа чегарагача босимни ўлчаш учун ишлатилади), ҳамда ВП-П ва ВП-Э пневматик ва электр сигнал ўзгартиргичли пружинали вакуумметрлар ва бошқалар.

Мембранали манометрлар

Мембранали манометрларнинг сезгир элементлари гофрالي мембрана, мембранали коробка ҳамда мембрана блоклари кўринишида бажарилган бўлиши мумкин. Бу ўлчов асбоблари кичик ортиқча босимларни ва вакуумни ўлчашга мўлжалланган (манометрлар, напоромерлар ва тягомерлар). Бу ўлчов асбобларида босим ўзгаришига мос равишда сезгир мембрана деформацияланиб, эгилади. Сезгир гофрالي мембранали манометр куйидаги кўринишга эга (расм 40.).

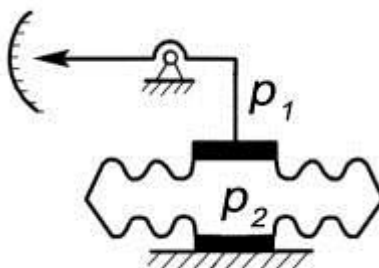
Ўлчанаётган босим P_2 ўзгариши билан мембрана деформацияланиб, эгила бошлайди. Мембрана деформацияланиши натижасида, унинг биқирлиги ортади. Деформацияланиш, босим мембрана юзасига текис тақсимланиб ҳосил қилаётган

куч билан мембрана бикирлиги мувозанатлангунча давом этади. Мембрана эгилиши узатиш механизми ёрдамида ўлчов асбоби стрелкасига узатилади.



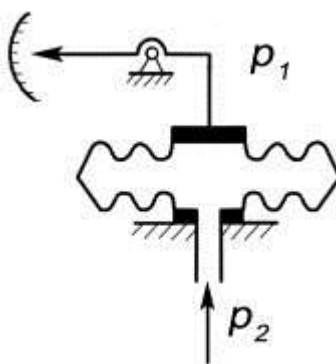
Расм.40.

Мембранали анероид манометри атмосфера босимини P_a (P_1) ўлчашга мўлжалланган. Анероид коробка ичидаги босим 0,01мм.сим.уст. га тенг.



Расм.41.

Манометрик коробкали мембранали манометр кичик босимларни ўлчашга ишлатилади. Ўлчанаётган P_2 босим манометрик коробкага берилади.



Расм.42.

Блоклар кўринишидаги анероид ва манометрик коробкалар ҳам ишлаб чиқарилади.



Расм.43.

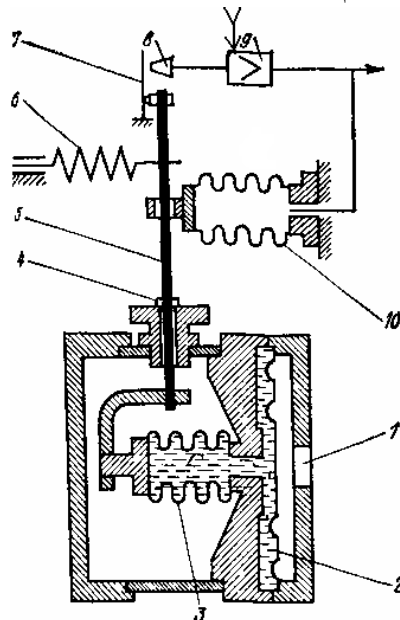
Мембранали манометрлар босимлар фарқини ўлчашга ҳам ишлатилиши мумкин. Бу ўлчов асбобларида ўлчанаётган босимлар фарқи $P_1 - P_2 = \Delta P$, сезгир мембрана бикирлиги билан мувозанатланади.

Мембранали асбобларнинг куйидаги турлари ишлаб чиқилади: тягомерлар ТМ-П1 (25-0; ... 2500-0 мм.вд.ст.), напоромерлар ТН-Н1 (0-25; ... 0-2500 мм.вд.ст.), тягонапоромерлар ТНМ-П1- (-12,5-+12,5; ... -1250-+1250 мм.вд.ст.), дифманометрлар ДМ-П1; ДМ-П2 ва бошқалар.

Мембранали пневматик сигнал ўзгартиргич 13ДИ13

Пневматик сигнал ўзгартиргичларнинг чиқиш сигнали 20—100 кПа чегарада ўзгарувчи сиқилган хаво босими ҳисобланиб, унинг манбаа босими 140 кПа бўлади. Бу сигнал ўзгартиргичлар чиқиш сигнадини 4 мм диаметрли пневматик трубкалар ёрдамида 150 м масофагача ва 6 мм трубкали пневматик трубкалар ёрдамида 300 м гача масофага узатиш мумкин. Хар бир ўлчов асбобига бунда 3 л/мин миқдорга яқин хаво сарфланади.

13ДИ13 типдаги пневматик сигнал ўзгартиргич (расм 44) ишлаши кучни компенсациялашга асосланган. Ўлчанаётган босим ўлчаш блокининг 1-камерасига берилиб, мембрана 2 ва сиффон 3 га таъсир этади ва рычаг 5 ни мембрана 4 атрофида маълум бурчакга айлантиради. Бунда заслонка 7 сопло 8 га нисбатан маълум масофага силжиши, пневмореле тизимида, ҳамда акс таъсир сиффонида ва пневмореле чиқишида босимни ўлчанаётган босимга пропорционал равишда ўзгаришига олиб келади. Ноль корректори пружинаси 6 ёрдамида сигнал ўзгартиргич чиқиш сигнадини 0,02 МПа га созланади (шкаланинг бошланғич қийматига).



Расм 44.

Сильфонли манометрлар

Сильфонли манометрларнинг сезгир элементи бўлиб, юпқа қалинликдаги халкасимон гофрлик деворга эга бўлган цилиндрик идиш, сильфон тушунилади.



Расм.45.

Сильфон латундан, берилла бронзасидан ва зангламас пўлатдан тайёрланади (расм 45.). Ўлчанаётган босимнинг ортиши билан, сильфон (3) деформацияланишни бошлайди ва бу хол ўлчанаётган босим сильфон тубига (2) таъсир этиб ҳосил қилаётган куч билан сильфон бикирлиги ўзаро мувозанатлангунча давом этади. Сильфон тубининг силжиши узатиш қурилмаси ёрдамида стрелкага (1) узатилади.

Шунингдек, ўлчанаётган босим силфон тепасидаги герметик бўшлиқга бериладиган силфонли манометрлар ҳам ишлаб чиқарилади. Мембрана ёки силфон тубининг фақат босимга боғлиқ равишда силжишини таъминлаш учун бикир пружинали мембрана ва силфонли манометрлар ишлатилади.



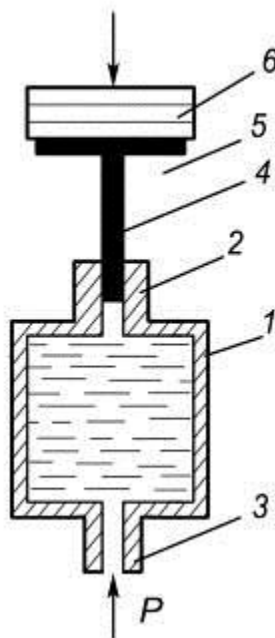
Расм.46.

Силфонли манометрларнинг қуйидаги турлари ишлаб чиқарилади: Пневматик ва электр сигнал ўзгартиргичли силфонли манометрлар МС-П, МС-Э (0-0,04 чегарадан, 0-2,5 МПа чегерагача), пневматик ва электр сигнал ўзгартиргичли силфонли вакуумметрлар ВС-П, ВС-Э, напорометрлар НС-П, НС-Э, тягомерлар ТС-П, ТС-Э, ҳамда моновacuумметрлар МВС-П МВС-Э.

Юк поршенли манометрлар

Юк поршенли манометрларнинг (расм 47) ишлаши, цилиндрда эркин ҳаракатланаётган поршенга, ўлчанаётган босим ҳосил қилаётган кучни колибрланган юклар ҳосил қилаётган куч билан мувозанатланишига асосланган. Бу юкнинг оғирлигига қараб, поршенга таъсир этаётган босим қиймати аниқланади. Бу ўлчов асбоблари аниқлиги ва сезгирлиги жуда юқори бўлиб, бу манометрлар ёрдамида 2500 кгс/см^2 гача босимни ўлчаш мумкин. Асосан техник манометрлар градуировкасини текшириш учун ишлатилади.

Уловчи штуцер ёрдамида ўлчанаётган муҳит билан уланган, ёғ билан тўлдирилган цилиндр колонка (2) идишга (1) вертикал равишда кичик бўшлиқ билан (3-5мм) пўлат поршень (плунжер) 4 ўрнатилган.



Расм 47.

Ташқи томонидан поршень тарелка 5 билан уланган бўлиб, унга ўлчанаётган босим қийматига қараб колибрланган юклар 6 ўлчанаётган босим билан мувозанатлангунча қўйиб борилади.

$$P = \frac{g(G_1 + G_2)}{F}$$

бунда, P – ўлчанаётган босим;

G_1 ва G_2 – тарелка билан поршень ва юкларнинг массаси;

F – поршень юзаси;

g – нормаль эркин тушиш тезланиши.

Юк поршенли манометрларнинг қуйидаги турлари мавжуд: МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-600; МП-2500. Уларнинг аниқлик синфи 0,05.

Электр манометрлари ва вакуумметрлари

Бу гуруҳ ўлчов асбобларининг ишлаши, ўлчанаётган босимни бевосита ёки билвосита равишда босим билан функционал боғлиқ бўлган қандайдир электр катталикга айлантиришга асосланган. Бундай ўлчов асбобларига қаршилик

манометрлари, сиғим манометрлари, пьезоэлектрик манометрлар, иссиқлик ўтказиш манометрлари ва ионизацион манометрлар киради.

Қаршилик манометрлари

Ушбу ўлчов асбобларининг ишлаши ташқи босим таъсирида ўтказгич электр қаршилигининг ўзгаришига асосланган. Электр ўтказгич сифатида одатда манганин олинади. Бу ўлчов асбобларида қаршиликнинг ўзгариши чизикли қонуниятга бўйсинади, яъни,

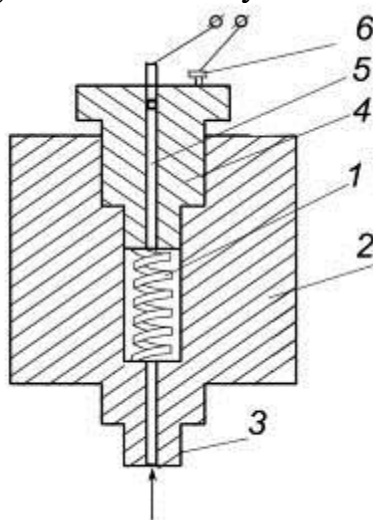
$$\Delta R = k R P$$

ΔR - қаршиликнинг ўзгариши;

R - ўтказгич қаршилиги;

P – ўлчанаётган босим;

k - пьезокоэффициент, унинг қиймати ўтказгич материалга боғлиқ.

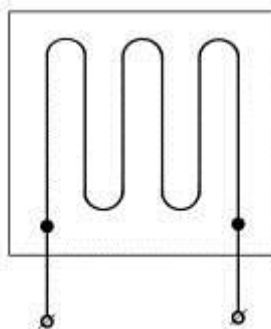


Расм.48.

Ўлчанаётган босим ўлчов асбобига патрубок 3 орқали берилади. Бунда ўлчов асбоби корпуси 2 да жойлашган ўтказгич 1 қаршилиги ўзгаради. Ўтказгич бифиляр равишда ўралган бўлиб, бу катушканинг бир учи қисқичи (6) бор гайка 4 га қовшарланган, иккинчи учи эса, мис стержен 5 га уланган. Ушбу сезгир элемент, кўприк схемасининг бир елкасига уланиб ўлчаниши мумкин. Босимни ўлчашда шунингдек тензометрлар ҳам ишлатилиши мумкин. Бу асбобларда ҳам, қаршиликнинг босимга боғлиқ ўзгариши шу қонуниятга бўйсинади, яъни,

$$\Delta R = k R P$$

K - тензосезгирлик коэффициенти.



Расм. 49.

Тензометрнинг ишлаш принципи (Расм.49.), кучни ёки унга пропорционал бўлган деформацияни, деформацияланаётган жисм юзасига клейланган ўтказгич қаршилигига айланишига асосланган (сим диаметри $d=0,02-0,05\text{мм}$).

Сигим манометрлари

Бу ўлчов асбобларининг ишлаши ўлчанаётган босим таъсирида, текис конденсатор сигимини электродлар орасидаги масофанинг ўзгариши натижасида ўзгаришига асосланган. Ўлчанаётган босим ўзгариши билан текис конденсатор сигими қуйидаги боғлиқлик асосида ўзгаради:

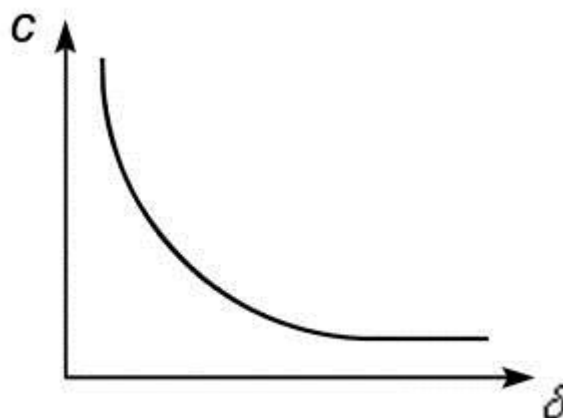
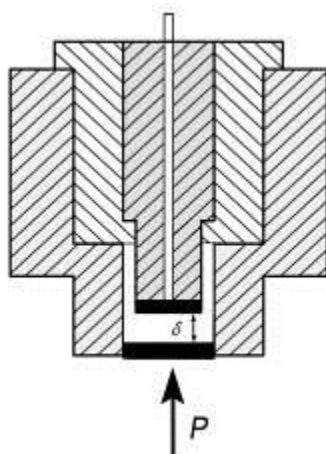
$$C = \frac{ES}{\delta}$$

бу ерда, C – сигим;

E – диэлектрик ўтказувчанлик;

S – конденсатор юзаси;

δ - конденсатор электродлари орасидаги масофа.



Расм.50.

Ўлчанаётган босим P ўзгариши билан, конденсатор электродлари орасидаги масофа δ ўзгаради ва бу электр сигимини C ўзгаришига олиб келади.

Пьезоэлектрик манометрлар

Пьезоэлектрик манометрларнинг ишлаши баъзи кристал моддаларнинг механик куч таъсирида электр зарядларини ҳосил қилиш хусусиятига асосланган. Бу ҳодиса пьезоэффект деб номланади. Пьезоэффект кварц, барий титанит ва баъзи бошқа моддаларкристалларида кузатилади. Пьезоэффектнинг ўзига хос хусусияти, унинг инерциясизлигидир. Зарядлар, куч таъсир этиши билан бир зумда ҳосил бўлади. Кристал қирраларида ҳосил бўлаётган электр зарядлари, куч таъсир қилаётган вақтда сақланиб туради ва унинг таъсири тўхташи билан йўқолади.

Иссиқлик ўтказувчан манометрларда газларнинг иссиқлик ўтказувчанлигини босимга боғлиқ ўзгаришидан фойдаланилади. Босимни ($0,0001-10\text{мм.рт.ст}$) чегарада ўлчаганда, босим ўзгариши билан газнинг иссиқлик

ўтказувчанлиги ўзгаради, натижада, кўприк схемасининг бир елкасига уланган қаршилиқ термометрининг қаршилиги ўзгаради.

Ионизацион манометрларнинг ишлаши босимга боғлиқ равишда ўзгарувчи ион токини ўлчашга асосланган. Босимга боғлиқ равишда электронлар кўп ёки кам молекулаларни ионлаштиради. Ионлар ўз зарядларини коллекторга бериб, ион токини ҳосил қилади.

III-БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Босимни ўлчам бирликлари.
2. Босимни ўлчовчи ўлчов асбобларининг босим қийматига қараб турлари қандай?
3. Босимни қандай ўлчаш усуллари биласиз?
4. Суюқлик манометрларининг ишлаши нимага асосланган?
5. Барометрик босим ўзгаришини суюқлик манометрлари кўрсатиши аниқлигига таъсири қандай?
6. Деформацион манометрларнинг ишлаш принципи нимага асосланган?
7. Барометрик босим ўзгаришини деформацион манометрларнинг ўлчаш аниқлигига таъсири қандай?
8. Кичик ва катта босимни ўлчайдиган трубасимон пружинали манометрлар конструкциясида қандай фарқлар бўлади?
9. Мембранали манометрлар ёрдамида қандай босимлар ўлчанади?
10. Напорометрлар ёрдамида қандай босимлар ўлчанади?
11. Тягомерлар ёрдамида қандай босимлар ўлчанади?
12. Поршенли манометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
13. Поршенли манометрлар нимага ишлатилади?
14. Электр манометрларининг ишлаши нимага асосланган?
15. Омик манометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
16. Сигим манометрларининг ишлаши нимага асосланган?

СИГНАЛ ЎЗГАРТИРГИЧЛАР ВА МАСОФАГА ЎЗАТИШ ТИЗИМЛАРИ

Хар хил физик катталиқдаги чиқиш сигналли сигнал ўзгартиргичларнинг жуда кўп турларининг мавжудлиги, хар хил номенклатурадаги ўлчов асбобларини, ростлагичларни ишлатилишини талаб қилади ва бу албатта, уларни ишлатиш ва таъмирлашда маълум қийинчиликларга сабаб бўлади. Бундан ташқари, марказлаштирилган назорат ва бошқариш тизимларини яратишда, хар хил физик катталиқларни бир хил катталиқга келтириш учун қўшимча хар хил оралиқ сигнал ўзгартиргичлардан фойдаланиш керак бўлади. Шунинг учун, рационаллаш (қулайлаштириш) мақсадида, алоҳида тизим ва ўлчов асбоблари **Давлат ўлчов асбоблари тизими**га (ДАТ) бириктирилган.

ДАТ электр, пневматик ва гидравлик тармоқлардан ташкил топган бўлиб, улар ўзаро ҳар хил сигнал ўзгартиргичлар орқали боғлангандир. ДАТ ҳар хил ўлчанаётган параметрларни, масофага узатишга қулай бўлган, бир хил маълумот шаклига келтиради. Кириш ва чиқиш параметрларини унификациялаш йўли билан ўлчов асбобларини ўзаро алмашинувчанлигига эришилади ва ДАТнинг ушбу тармоғига кирувчи бирламчи сигнал ўзгартиргичларни ҳар хил ўлчов асбоблари билан бирга ишлай олиши таъминланади.

ДАТ уч тармоқдан ташкил топган: электр токли сигналли (аналог сигналли) асбоблар; электр частотали (дискрет сигналли) асбоблар; пневматик чиқиш сигналли асбоблар.

Қуйидаги унификацияланган сигналлар қабул қилинган:

1. электр аналог тармоқ учун: **0-5ma; 0-20 ma; 4-20 ma; 0-10 в; 0-2 в;**
2. электр частотали тармоқ учун: **1500-2500гц;**
3. пневматик тармоқ учун: **0,02 – 0,1 МПа (0,2-1,0 кгс/см²).**

Сигнал ўзгартиргичларнинг электр аналог тармоғи

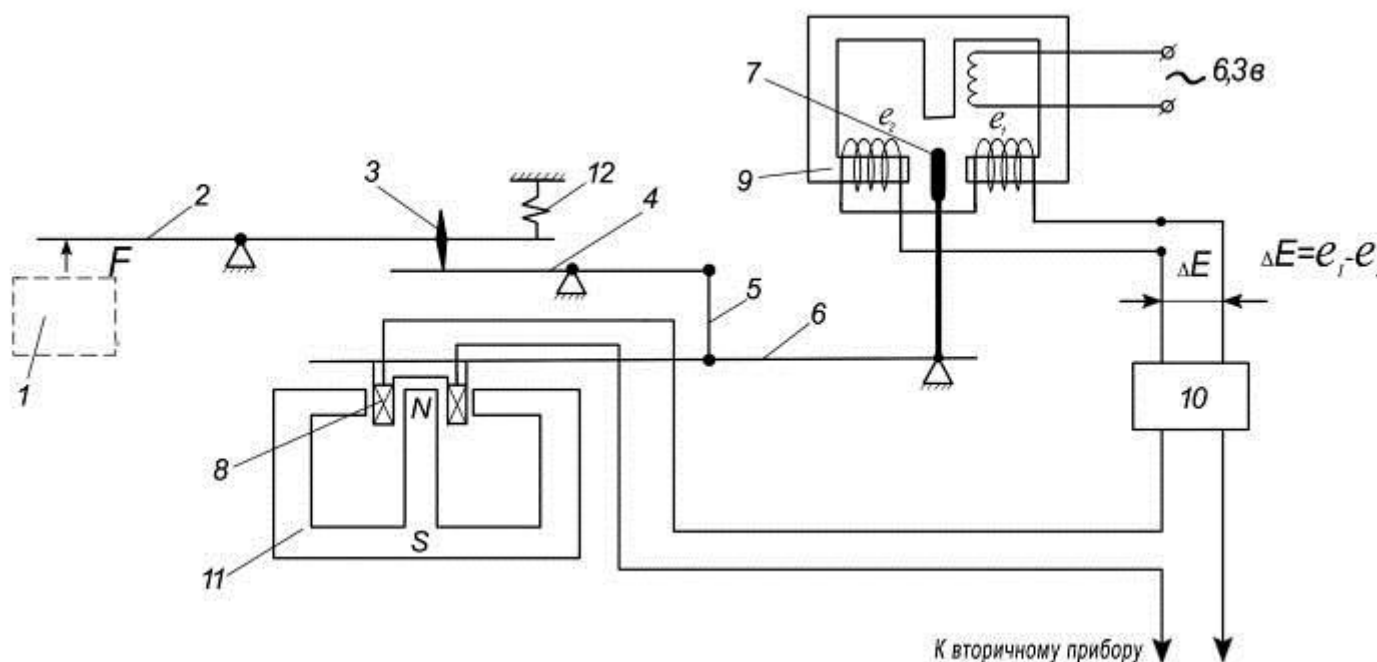
Сигнал ўзгартиргичларнинг электр аналог тармоғи кучни компенсациялашга ёки силжишни компенсациялашга асосланган бўлиши мумкин.

Кучни компенсациялашга асосланган сигнал ўзгартиргичлар

Ўлчанаётган параметр ўлчаш блоки 1 сезгир элементига таъсир этиб, пропорционал куч F га айланади ва у рычаг 2 га узатилади (Расм 51).

Ушбу рычагнинг айланиши ролик 3 орқали оралик рычаг 4 га ва лентали тяга 5 орқали компенсацион рычаг 6 га узатилади. Компенсацион рычаг 6 нинг бир томонига дифференциал-трансформаторли мувозанат индикатори ўзаги 7 ва иккинчи томонига магнитоэлектрик куч механизмининг ўрами 8 маҳкамланган.

Дифференциал-трансформаторли мувозанат индикатори ўзаги 7 аввалги мувозанат ҳолатидан силжиши, бир-бирига қарама-қарши уланган иккиламчи ўрамлар 9 чиқишида саноат частотасидаги ўзгарувчан ток ҳосил қилади. Бу сигнал электрон куайтиргич ЭК киришига берилади. Кучайтирилиб, ўзгармас токга тўғриланган сигнал масофага узатиш тизимига ва унга кетма-кет уланган магнитоэлектрик куч механизмининг ўрами 8 орқали узатилади. Катушка 8 да ток ҳосил қилаётган магнит майдонини ўзгармас магнит майдони 11 билан ўзаро таъсири натижасида рычаг 6 га таъсир этаётган куч ўзгариб, ўлчанаётган (кириш) кучни мувозанатлайди.



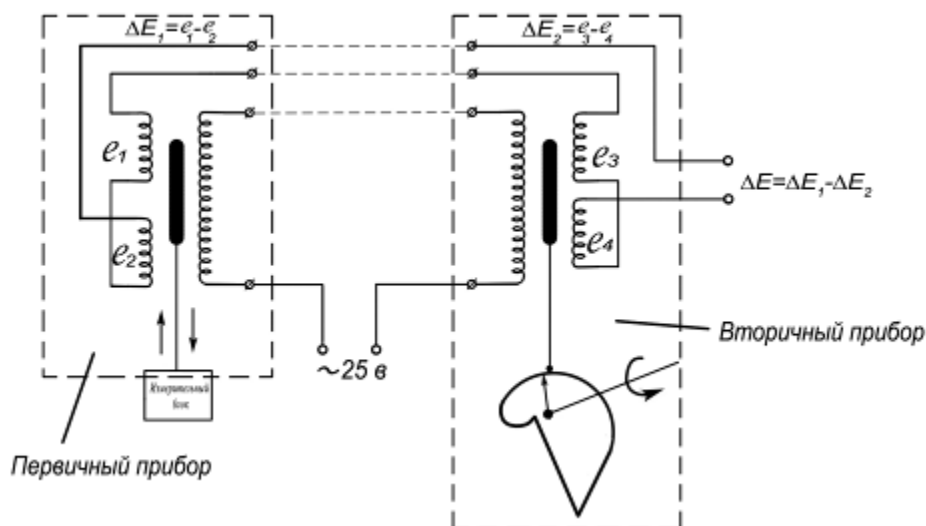
Расм.51.

Ўлчов асбобини нолга созлаш созлаш пружинаси 12 ёрдамида амалга оширилади. Берилган диапазонга созлаш учун ролик 3 ва сурилувчи лентали тяга 5 дан фойдаланилади. Чиқиш сигнали 0-5ма, 0-20ма ва 4-20ма чегараларда ўзгариши мумкин ва ахборотни 10 км масофагача узатиши мумкин.

Силжишни компенсациялашга асосланган сигнал ўзгартиргичлар

Бу ўлчов асбобларига дифференциал-трансформаторли, ферродинамик ва сельсинли сигнал ўзгартиргичлари киради.

Дифференциал-трансформаторли сигнал ўзгартиргичларда бирламчи асбоб ўзагининг силжиши иккиламчи асбоб ўзагининг силжиши билан мувозанатланади. Бу сигнал ўзгартиргичлар босим, сарф, сатх ва бошқа параметрларни ўлчашда параметр ўзгариши сезгир элементда ўрамлар ўртасидаги ўзак силжишига айлантирилиши мумкин бўлган ҳолларда ишлатилади.



Сигнал ўзгартиргичнинг бирламчи ўрамлари кетма-кет уланган бўлиб, унга ўзгарувчан ток кучланиши электрон кучайтиргич электрон кучайтиргич (ЭК) куч трансформатори ўрамлари орқали берилади. Ўзгартиргичнинг иккиламчи ўрамлари бир-бирига қарама-қарши уланган ва чиқиш сигнали ЭК га берилади. Ўрамлар ўртасида ўзаклар жойлаштирилган.

Агар, иккала ўрам орасидаги ўзаклар ўрта ҳолатда жойлашган бўлса, унда,

$$\Delta E_1 = e_1 - e_2 = 0; \quad \Delta E_2 = e_3 - e_4 = 0; \quad \text{и} \quad \Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = 0.$$

Ўлчанаётган параметр қиймати ўзгариши билан, бирламчи асбоб ўзаги силжишни бошлайди, ўрамларда нобаланс кучланиши пайдо бўлади. Бунда ΔE_1 нолга тенг бўлмай қолади ва унинг қиймати ўзакнинг силжиш қийматига боғлиқ бўлади. ΔE_1 ни пайдо бўлиши билан, ўрамлар чиқишида нолга тенг бўлмаган $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2$, фарқ сигнал пайдо бўлади. Бу фарқ сигнали кучланиши ЭКда реверсив юритма (РЮ) роторини айлантираолиш даражасигача кучайтирилади.

РЮ ротори ўлчов асбоби стрелкаси ва профилли диск билан кинематик равишда боғланган бўлиб, профилли диск айланиши билан иккиламчи асбоб ўрамлари орасидаги ўзак ҳам силжийди. Бу силжиш, иккиламчи асбоб ўрамларида индуктивланаётган ЭЮК ΔE_2 бирламчи асбоб ўрамларидагига ΔE_1 тенг бўлгунча давом этади.

Яъни, $\Delta E = \Delta E_1 - \Delta E_2 = 0$.

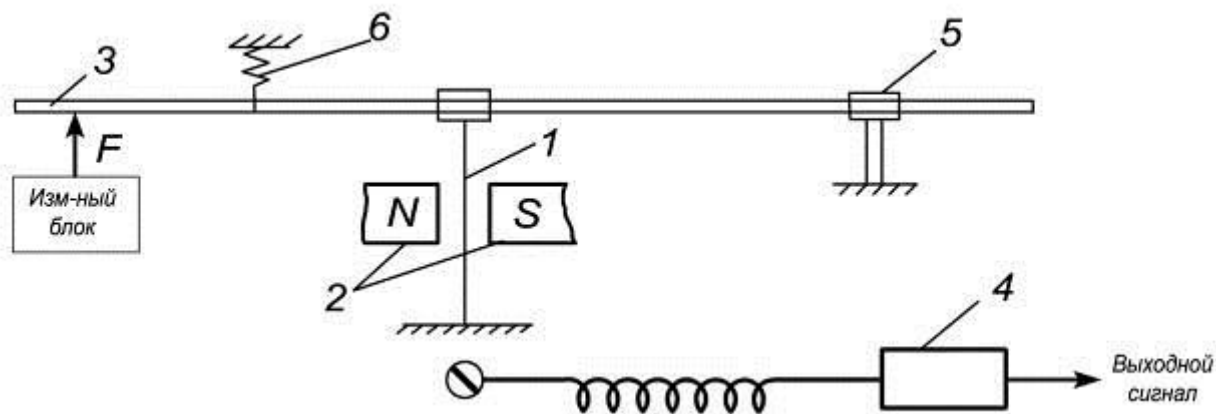
Бунда ЭЮ ротори тўхтаб, тизим мувозанат ҳолатига келади.

Частотали, электр дискрет рақамли тармоқ сигнал ўзгартиргичлари

Бу тармоқ сигнал ўзгартиргичларидан энг кўп ишлатиладигани торли сигнал ўзгартиргичлар ҳисобланади. Улар, ўзгармас магнит магнит **наконецник**лари 2 орасига ўрнатилган (расм 53), электр **изоляцияли** (қобиғли) металл тор кўринишида тасаввур қилинади. Торнинг бир учи каттик маҳкамланган бўлиб, иккинчи учи эса, силжувчи ричаг 3 билан боғланган.

Пропорционал куч F га айлантирилган ўлчанаётган параметр ричаг 3 га ва у орқали тор 1 га таъсир этади. Агар тор орқали ток ўтказилса, унда, бу токнинг ўзгармас магнит ҳосил қилаётган магнит майдони билан ўзаро таъсири натижасида торнинг кўндаланг тебранишлари пайдо бўлади ва бу тебранишлар частотаси торнинг F кучи таъсиридаги таранглашувига боғлиқдир.

Торнинг кўндаланг тебранишлари хусусий частотаси кучайтириш қурилмаси 4 ёрдамида ўзгарувчан ток частотасига айлантирилади ва у сигнал ўзгартиргичнинг чиқиш сигнали ҳисобланади.



Расм.53.

Торнинг хусусий тебранишлари частотасини f_0 , F кучга боғлиқлигини қуйидагича ёзиш мумкин,

$$f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\rho * S}}$$

l – тор узунлиги;

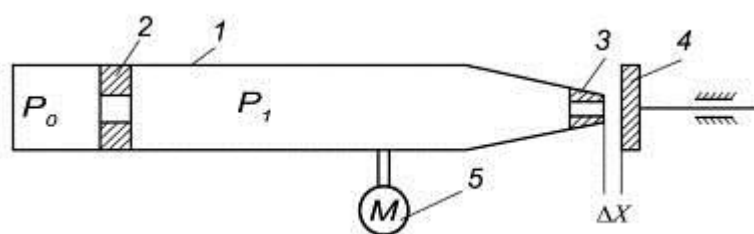
S – торнинг кўндаланг кесим юзаси;

ρ – тор материали зичлиги.

Тор одатда вольфрам симдан тайрланади. Симнинг диаметри $d=0.05\text{мм}$ ва узунлиги 20мм. Сигнал ўзгартиргични сошлаш тор узунлигини ўзгартириш билан амалга оширилади. Чиқиш сигналининг бошланғич қиймати 1500Гц, пружина 6 ёрдамида созланади. 10км гача масофага маълумотни узатаолади.

Пневматик тармоқ сигнал ўзгартиргичлари

Пневматик сигнал ўзгартиргичларнинг асосий элементи бўлиб, сопло-заслонка (тўсиқ) элементи ҳисобланади (расм 54).



Расм.54.

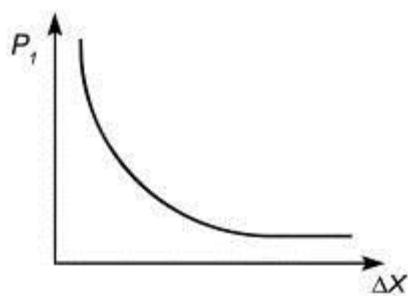
1 - трубка;

2 – ўзгармас кесим юзали дроссел;

3,4 - сопло, заслонка;

5 - манометр;

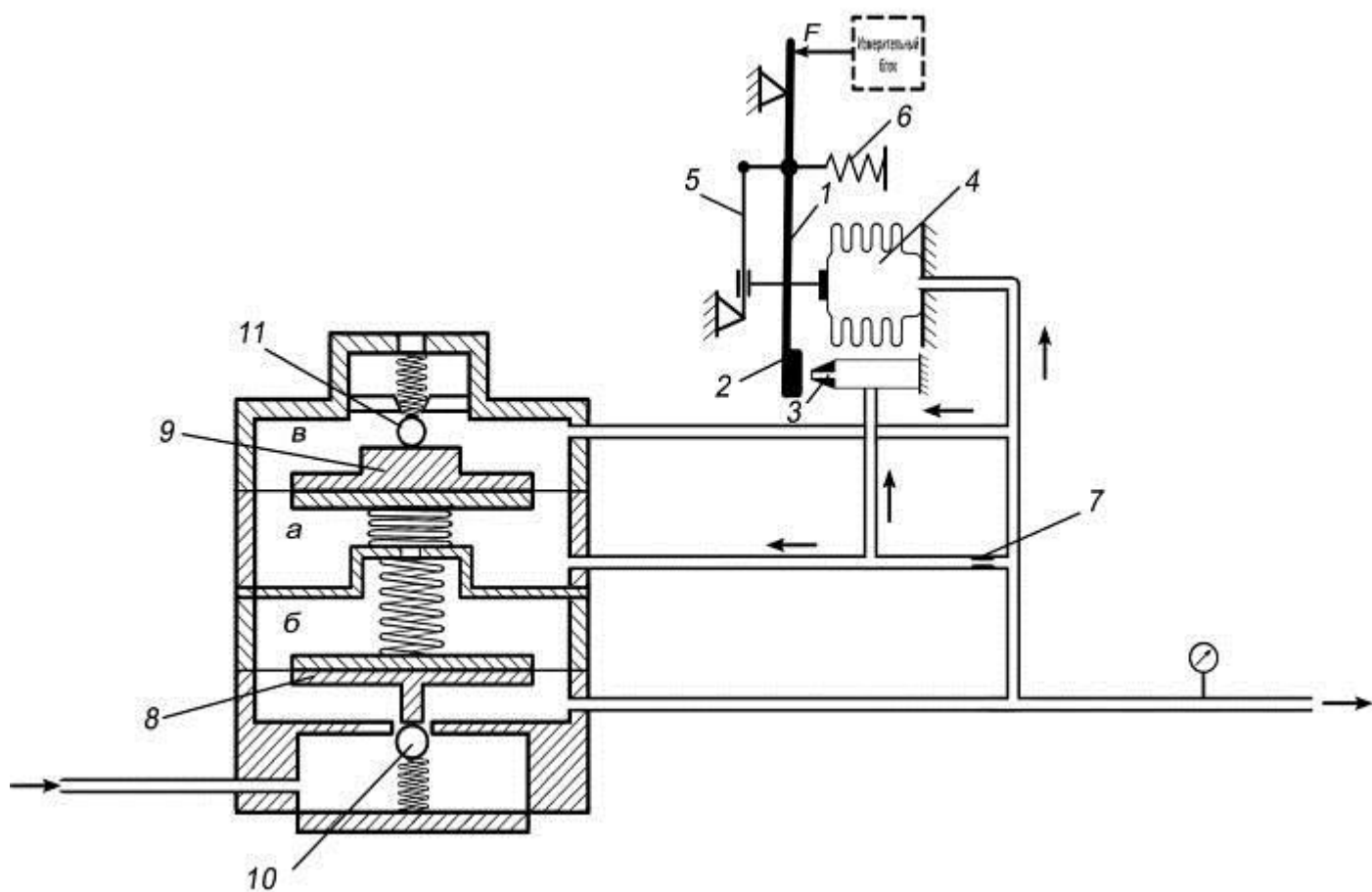
Агар сопло ва заслонка орасидаги масофани (Δx) ўзгартирсак, унда икки дроссел орасидаги (ўзгармас кесим юзали дроссел 2 ва ўзгарувчан дроссел 3 ва 4 ораси) босим P_1 ўзгаради. Δx ни P_1 га боғлиқлик графиги расм 55 да келтирилган. Бунда, Δx ни 0,08ммга ўзгариши натижасида, сигнал ўзгартиргич чиқишидаги босим (P_1) 0,01 – 0,11 КПа (0,1-1,1 кгс/см²) га ўзгаради..



Расм.55.

Кучни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргичлар

Пропорционал кучга айлантирилган ўлчанаётган параметр, рычаг 1 ни силжитиб, заслонка 2 ни соплога 3 нисбатан силжитади (расм 56) ва бунда сопло ва заслонка орасидаги масофа Δx ўзгаради.



Расм.56.

- 1, 5 - рычаглар;
- 2, 3 - заслонка, сопло;
- 4 - сиффон;
- 6 - пружина;
- 7 – ўзгармас дроссел;

- 8, 9 - мембраны;
- 10 - киритиш клапани;
- 11 - чиқариш клапани;

Сопло ва заслонка орасидаги масофани ўзгариши икки дроссел орасидаги (хусусан камера “а” да) босимни ўзгаришига сабаб бўлади. Натижада 8 ва 9 мембраналар эгилиб, киритиш ва чиқариш клапанлари ҳолатига таъсир кўрсатади. Бу эса ўз навбатида «б» ва «в» камералардаги босимларни ҳам ўзгаришига сабаб бўлади. Бу ўзгариш, акс таъсир сифони 4 таъсирида заслонка 2 ҳолатини ўзгартиради ва у сопло 3 га нисбатан шундай ҳолатни эгаллайдики, бунда акс таъсир сифонида ҳосил бўлаётган куч, F кучга тенг бўлиб, уни компенсациялайди.

Сигнал ўзгартиргични керакли диапазонга созлаш учун сифонни ричаг 5 бўйича силжитилади. Чиқиш сигналининг бошланғич қийматини аниқ созлаш учун пружина 6 дан фойдаланилади. Сигнал ўзгартиргич ёрдамида пневматик сигнални 300м гача масофага узатиш мумкин.

Электропневматические и пневмоэлектрические преобразователи

При создании комбинированных электропневматических систем автоматического контроля, регулирования и управления применяют электропневматические преобразователи для преобразования электрических сигналов постоянного тока в пневматический выходной сигнал и пневмо-электрические преобразователи для преобразования пневматических сигналов в электрический выходной сигнал.

Электропневматические преобразователи

Рассмотрим в качестве примера устройство малогабаритного электропневматического преобразователя типа ЭПП-М. Этот преобразователь предназначен для пропорционального преобразования непрерывного электрического сигнала постоянного тока $0—5$ мА в унифицированный пневматический сигнал $0,2—1$ кгс/см² ($0,02—0,1$ МПа).

Принципиальная схема электропневматического преобразователя типа ЭПП-М изображена на рис. 8-12-1. Входным устройством служит магнитоэлектрический силовой механизм, состоящий из магнитопровода 2, постоянного магнита 1 и рамки 3, укрепленной на рычаге 4 с точкой опоры 5. Индикатор рассогласования состоит из сопла 6 и шарика 7, контакт которого с соплом осуществляется по острой кромке. Устройство обратной связи 8

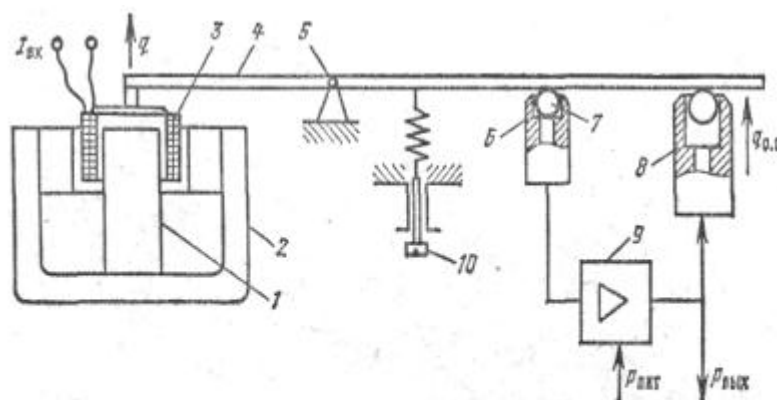


Рис. 8-12-1. Принципиальная схема устройства электропневматического преобразователя типа ЭПП-М.

представляет собой силовой элемент типа сопло-шарик. Сопло имеет развитую цилиндрическую часть, и поэтому шарик работает как поршень. Пневматический усилитель 9 выполнен по схеме, показанной на рис. 8-10-2.

Перемещение силового элемента обратной связи вдоль рычага обеспечивает перестройку диапазона преобразователя на $\pm 50\%$. Начало диапазона преобразования при нулевом входном сигнале /их устанавливается с помощью пружины-корректора нуля 10. Класс точности преобразователя ЭПП-М 0₆.

Пневмоэлектрические преобразователи

Пневмоэлектрические преобразователи для непрерывных входных и выходных сигналов могут быть выполнены как преобразователи прямого действия и как преобразователи компенсационного типа, использующие дополнительный источник энергии. Преобразователи прямого действия обладают меньшей точностью по сравнению с преобразователями компенсационного типа, однако стоимость преобразователей компенсационного типа выше, чем прямого действия.

На рис. 8-12-2 приведена схема устройства пневмоэлектрического преобразователя прямого действия типа ППЭ-6.

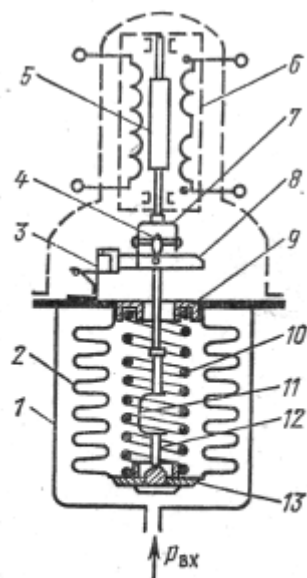


Рис. 8-12-2. Схема устройства пневмоэлектрического преобразователя прямого действия типа ППЭ-6.

Он предназначен для пропорционального преобразования непрерывного пневматического сигнала 0,2—1 кгс/см² (0,02—0,1 МПа) в электрический сигнал.

Преобразователь состоит из двух основных элементов: измерительного блока 1, воспринимающего входной пневматический сигнал $p_{вх}$, и дифференциально-трансформаторного передающего преобразователя 6 (§ 8-4), преобразующего входное давление $p_{вх}$ в электрический выходной сигнал. В измерительном блоке в качестве упругого чувствительного элемента используется сильфон 2, снабженный винтовой пружинной 10. Пружина нижним концом закреплена во втулке 13, а верхним — во втулке 9, которая одновременно служит для центрирования и регулирования пружины.

С дном сильфона связан шток 12, верхний конец которого соединен с рычагом 8. Осью рычага является упругий шарнир 3. При повороте рычага перемещается ролик 4, который закреплен на скобе 7, соединенной со штоком сердечника 5 дифференциально-трансформаторного преобразователя. Для уменьшения температурной погрешности шток сильфона снабжен биметаллическим компенсатором 11. Для удобства наладки преобразователя предусмотрена возможность регулировки длины штоком сильфона и сердечника.

Пневматический сигнал измерительной информации $p_{вх}$ первичного прибора подводится к "пневмоэлектрическому преобразователю через штуцер в герметически закрытый кожух измерительный блок 1. Под действием давления сильфон сжимается, что вызывает пропорциональное перемещение

штоков, а следовательно, и сердечника дифференциально-трансформаторного преобразователя.

Основная погрешность преобразователя ППЭ-6, выраженная в процентах от максимального хода сердечника, не превышает $\pm 1\%$. Максимальное значение хода сердечника составляет 5 мм.

Нормирующие измерительные преобразователи

Нормирующие измерительные преобразователи предназначены для

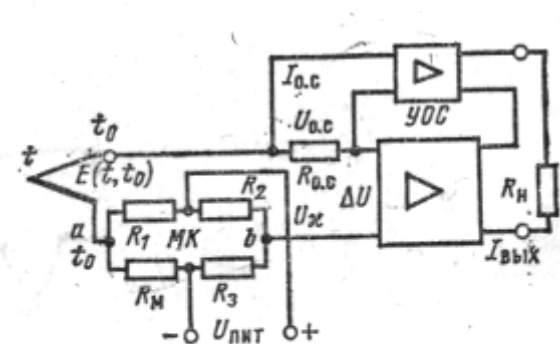


Рис. 8-13-1. Упрощенная схема нормирующего преобразователя типа ПТ-ТП-68.

преобразования выходного сигнала первичных преобразователей (стандартных термоэлектрических термометров и термометров сопротивления) и выходного сигнала переменного тока измерительных устройств

(диффманометров, манометров и других приборов) в унифицированный сигнал постоянного тока.

Нормирующие преобразователи, применяемые для преобразования выходного сигнала первичных преобразователей, называют также промежуточными.

Преобразователи для работы в комплекте с термоэлектрическими термометрами. Рассмотрим нормирующий преобразователь ПТ-ТП-68, разработанный ВТИ совместно с московским опытным заводом «Энергоприбор».

На рис. 8-13-1 показана упрощенная схема нормирующего преобразователя типа ПТ-ТП-68 для линейного Преобразования термо-э. д. с. термометра $E(t, t_0)$ в сигнал постоянного тока 0—5 мА при сопротивлении внешней нагрузки $R_n = 2,5$ кОм. Преобразователь состоит из корректирующего моста МК, усилителя с токовым выходом $I_{вых}$, устройства обратной связи, состоящего из усилителя обратной связи УОС и резистора $R_{o.c}$. Резисторы корректирующего моста МК R_1 , R_2 и R_3 выполнены из манганина, а резистор R_m , который обычно располагают в непосредственной близости от свободных концов термоэлектродных проводов, — из меди.

Преобразователь типа ПТ-ТП-68 выполнен по статической автокомпенсационной схеме. Входной сигнал термоэлектрического термометра, скорректированный напряжением U_{ab} , снимаемым с вершин моста ab [$U_x = E(t, t_0) + U_{ab}$] сравнивается с напряжением обратной связи $U_{o.c}$. Нескомпенсированный сигнал $\Delta U = U_x - U_{o.c}$ усиливается усилителем с токовым выходом. Выходной ток $I_{вых}$ поступает во внешнюю цепь R_n и через делитель (на рис. 8-13-1 делитель не показан) подается в усилитель УОС устройства обратной связи. Токи на выходе и входе усилителя устройства обратной связи строго пропорциональны между собой. Выходной ток усилителя обратной связи $I_{o.c}$ создает на резисторе $R_{o.c}$ сигнал обратной связи

$$U_{o.c} = I_{o.c} R_{o.c} = k_{o.c} R_{o.c} I_{вых}$$

где $R_{o.c}$ — коэффициент передачи УОС.

Для усилителя с обратной связью

$$\begin{aligned} \Delta I_{\text{вых}} &= k_y (\Delta U_x - k_{o.c} R_{o.c} \Delta I_{\text{вых}}), \\ \text{откуда} \quad \Delta I_{\text{вых}} &= \frac{k_y}{1 + k_y k_{o.c} R_{o.c}} \Delta U_x = k \Delta U_x, \end{aligned}$$

где k — коэффициент передачи преобразователя.

При большом коэффициенте передачи усилителя ($R_y \rightarrow \infty$) коэффициент передачи преобразователя равен $R = 1/R_{o.c}$, а его стабильность определяется стабильностью $R_{o.c}$ и $R_{o.c}$.

Преобразователи для работы в комплекте с термометрами сопротивления. Упрощенная схема нормирующего преобразователя для линейного преобразования сопротивления термометра R_T в унифицированный сигнал

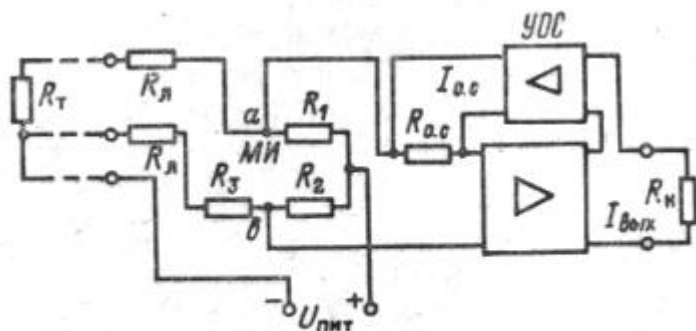


Рис. 8-13-3. Упрощенная схема нормирующего преобразователя типа ПТ-ТС-68.

постоянного тока 0—5 мА представлена на рис. 8-13-3. Преобразователь, выполненный по статической автокомпенсационной схеме, состоит из измерительного моста МИ, усилителя с токовым выходом $I_{\text{вых}}$, устройства отрицательной обратной связи, включающего усилитель УОС и резистор $R_{o.c}$. Измерительный мост,

работающий в неравновесном режиме, предназначен для преобразования изменения сопротивления термометра R_T в напряжение постоянного тока U_m , снимаемое с вершин ab . Питание схемы моста осуществляется от стабилизированного источника. Балластные резисторы плеч моста R_1 , R_2 и R_3 выполнены из манганина. Термометр сопротивления R_T присоединен к измерительному мосту по трехпроводной схеме.

IV –БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Сигнал ўзгартиргичлар нима вазифани бажаради?
2. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргичларнинг ишлаши нимага асосланган?
3. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргичларда қандай чиқиш сигнали шаклланади?
4. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргичларда ўлчанаётган параметр ўзгариши ҳосил қилган куч қандай мувозанатланади?
5. Силжишни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргичларнинг ишлаши нимага асосланган?

6. Силжишни компенсациялашга асосланган дифференциал-трансформатор схемали электр сигнал ўзгартиргичларда ўзакнинг силжиши қандай компенсацияланади?
7. Силжишни компенсациялашга асосланган дифференциал-трансформатор схемали электр сигнал ўзгартиргич иккиламчи ўлчов асбоби билан нечта сим билан уланади?
8. Пневматик сигнал ўзгартиргичларнинг ишлаши нимага асосланган?
9. Пневматик сигнал ўзгартиргичларнинг чиқиш сигнали қандай бўлади?
10. КИП хавосига қандай талаблар қўйилади?
11. Электропневматик сигнал ўзгартиргичларнинг ишлаши нимага асосланган?
12. Пневмоэлектрик сигнал ўзгартиргичларнинг ишлаши нимага асосланган?
13. Нормалловчи сигнал ўзгартиргичларнинг ишлаши нимага асосланган?
14. Автоматлаштириш тизимларида электропневматик ва пневмоэлектрик сигнал ўзгартиргичларнинг вазифаси қандай?

МОДДА МИҚДОРИНИ ВА САРФИНИ ЎЛЧАШ

Модда миқдори хажм ёки масса бирлигида ($[м^3]$ ёки $[кг]$) ифодаланади. Модда миқдорини ўлчайдиган ўлчов асбобларини миқдор ўлчагич дейилади.

Қандайдир вақт оралиғида оқиб ўтган модда миқдорини шу вақтга нисбати модда сарфи дейилади.

Сарфнинг хажмий ва массавий турлари мавжуд. Сарфнинг ўлчам бирлиги: $м^3/сек$ ва $кг/сек$.

Модда миқдорини ўлчовчи тезлик миқдор ўлчагичлари

Ишлаш принципи суюқлик миқдорини паррак ва бурама винтли парракнинг айланиш сонига қараб аниқлашга асосланган бўлиб, унинг айланиш тезлиги ўлчов асбобидан ўтаётган суюқлик тезлигига пропорционал бўлади.

Паррак ёки бурама винтли парракнинг айланиши редуктор қурилмаси ёрдамида, ўлчанаётган суюқликни хажм бирлигида ($м^3$) градуировка қилинган ҳисоблаш-ўлчаш қурилмасига узатилади.

Қовушқоқлиги паст бўлган суюқликларнинг (сув) миқдорини ўлчашда қўлланилади. Тезлик миқдор ўлчагичлари қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

1. Суюқлик оқими парраклар ўртасига тангенциал йўналтирилган вертикаль парракли миқдор ўлчагичлар;
2. Суюқлик оқими бурама винтли парракларга аксиал равишда (бурама винтли паррак ўқиға параллель) йўналтирилган миқдор ўлчагичлар.

Биринчи гуруҳ миқдор ўлчагичлари кичик сарфлар учун, иккинчи гуруҳ эса катта сарфлар учун мўлжалланган.



Рис.57.

Расм 16.

1 – химояловчи сетка; 2- паррак

Микдор ўлчагичнинг узлуксиз, кўп вақт давомида ишлашини характерловчи асосий кўрсаткич бўлиб номинал сарф миқдори ҳисобланади. Бу сарф трубанинг шартли диаметрининг (D_y) 15мм дан 50 мм чегараси учун $1\text{ м}^3/\text{соат}$ дан $9,5\text{ м}^3/\text{соат}$ гача қийматга эга бўлади.

Парракли сув микдор ўлчагичлари (водомерлар) (расм 16) бир оқимли (одноструйный) куруқ юрувчи (сухоходы) ВКОС ва хўлда юрувчи (мокроходы) ВКОМ, ҳамда, кўп оқимли (многоструйный) куруқ юрувчи (сухоходы) ВКМС ва хўлда юрувчи (мокроходы) ВКММ турлари ишлаб чиқарилади. Куруқда юрувчи микдор ўлчагичларда ўлчаш қурилмаси ва циферблат суюқликдан ташқарида бўлиб, у суюқликдан герметик тўсиқ билан химояланган бўлади, хўлда юрувчи ўлчагичларда эса, ҳисоблаш қурилмаси ўлчанаётган мухитда жойлаштирилган бўлиб, шиша билан беркитилган бўлади.

Йўл қўйилиши мумкин бўлган хатолик - 2%.

Ўлчов асбобини тайёрлашда эбонит ва пластмассадан кенг фойдаланилади. Узатиш механизми кўп шестерналар жуфтлигидан ташкил топган бўлади. Бу микдор ўлчагичларда парраклар жуда оғир шароитларда ишлагани туфайли, уларнинг кафолат вақти 18 ойдан ошмайди.

Бурама винт парракли - турбинали микдор ўлчагичлар (расм 17.) $D_y \geq 50\text{ мм}$ учун катта сарфларда ишлатилади. Хатолиги, ҳақиқий қийматга нисбатан - 5%. Бурама винт парраклар одатда тўрт-олти киришли винтлар формасида тайёрланади. Бурама винт парракдан олдин ва кейин 1 ва 5 йўналтирувчилар ўрнатилган. Бу йўналтирувчилар оқимни бурама винт парракларига йўналтиради ва парракни айлантиради. Паррак айланишини ҳисоблаш қурилмасига узатиш учун червяк жуфтлигидан (4 ва 2) фойдаланилади.

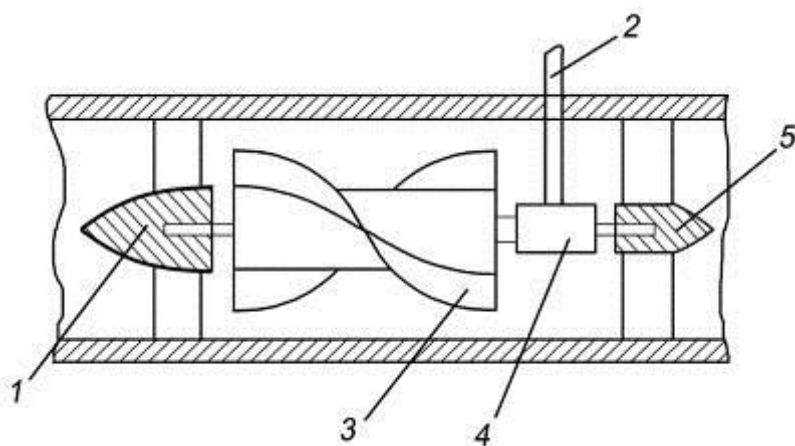


Рис.58.

Бу миқдор ўлчагичларда шкаласи труба ташқарисида бўлганлиги сабабли, қуруқда юривчи ҳисобланиб, 80°C гача температурада ва 1 МПа босимда ишлатилиши мумкин. Ўлчов асбобидан олдин ва кейинги тўғри участка 8-10 труба диаметридан кам бўлмаслиги керак.

Суюқлик миқдорининг ҳажм миқдор ўлчагичлари

Ҳажм миқдор ўлчагичларининг ишлаш принципи ўлчаш камерасидан босимлар фарқи таъсирида сиқиб чиқарилаётган маълум ҳажмдаги суюқлик ҳажмини ўлчашга ва бу ўлчаш натижаларини жамлашга асосланган. Механик қўшимчалари йўқ бўлган мухит миқдорини ўлчашда қўлланилади. Қовушқоқлиги жуда катта бўлган маҳсулотларнинг миқдорини ўлчашда, одатда, бу асбоблар буғ қобиғига эга бўлади.

Ҳажм миқдор ўлчагичлари сифатида овал тишли ғилдираклари бор миқдор ўлчагичлардан фойдаланилади (расм 18). Уларда, суюқлик миқдор ўлчагичдан ўтиши жараёнида, овал ғилдиракларни айлантириш учун ўзининг маълум миқдордаги энергиясини йўқотади. Кираётган оқимга нисбатан овал ғилдиракларнинг жойлашишига қараб, улар навбатма-навбат бошловчи ёки эргашувчи бўлиши мумкин. Овал ғилдиракларнинг айланиши натижасида эса, овал ғилдирак ва миқдор ўлчагич деворлари орасида даврий равишда маълум ҳажмдаги суюқлик ажратишиб олинади. Бунда, ғилдиракнинг бир матра айланишида шундай ҳажмдан тўрттаси ажратишиб олинади.

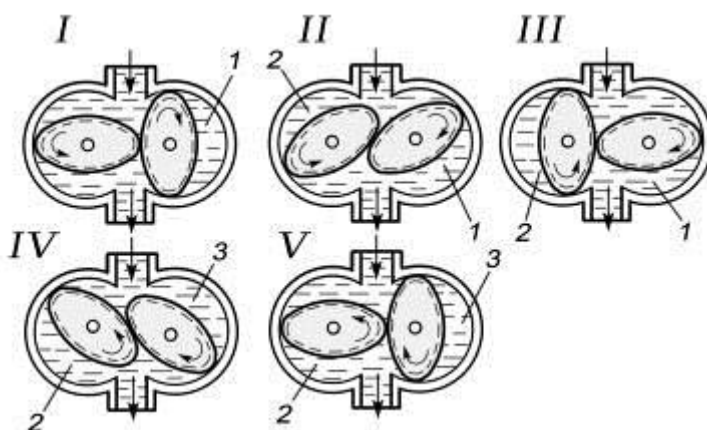


Рис.59.

Микдор ўлчагичдан ўтган суюқлик микдори, овал ғилдираклар айланиш сонига қараб аниқланади. Ғилдиракларнинг **I** ҳолатида, суюқлик ўнг ғилдиракни соат стрелкаси йўналиши бўйича айлантиради, у эса, чап ғилдиракни соат стрелкаси йўналишига тескари йўналишда айлантиради. Бу ҳолатда ўнг ғилдирак маълум (G_T) ҳажмдаги суюқликни ажратади.

Ғилдиракларнинг **II** ҳолатида чап ғилдирак янги G_2 ҳажмни ажратабошлайди, ўнг ғилдирак эса, ажратилган суюқлик ҳажмини G_1 микдор ўлчагичдан сиқиб чиқаришда давом этади. Бу ҳолатда айлантериш моменти иккала ғилдиракга берилади. Ғилдиракларнинг **III** ҳолатида энди чап ғилдирак бошловчи бўлади. Бунда у G_2 ҳажмдаги суюқликни ажратиб бўлиб, ўнг ғилдиракни соат стрелкаси йўналиши бўйича айлантиради. Ғилдиракларнинг кейинги айланишлари аввалги ҳолатларга ўхшаш бўлиб, G_2 ва G_3 суюқлик ҳажмлари ажратиб олинади ва ҳакозо.

Хар хил трубапровод диаметрлари учун ва босимлар (1,6 МПа) учун мўлжалланган турлари ишлаб чиқилади. Ўлчаш хатолиги-0,5%.

САРФНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ

Модда сарфи деб вақт бирлигида ўтаётган модда микдорини шу вақт бирлигига нисбати тушинилади.

Ҳажмий ва массавий сарфлар мавжуд. Сарф ўлчам бирлиги: $\text{м}^3/\text{сек}$ ва $\text{кг}/\text{сек}$.

Ишлаб чиқаришда қуйидаги сарфни ўлчаш усуллари қўлланилади.

- 1) Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар;
- 2) Сатҳи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар;
- 3) Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар;
- 4) Тезлик напори сарф ўлчагичлари;
- 5) Электромагнит (индукцион) сарф ўлчагичлар.

Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар

Бу усул бўйича сарфни ўлчаш, торайтириш қурилмасида, оқимнинг потенциал энергиясини кинетик энергияга айланиши сабабли сарф ўзгаришига пропорционал равишда босимлар фарқи ҳосил бўлишига асосланган.

Ўлчаш техникасида торайтириш қурилмаси сифатида нормал диафрагмалар ва соплолар ишлатилади.

Диафрагма, d диаметр тирқишли юпқа диск бўлиб (расм 19), у трубага концентрик равишда ўрнатилган бўлади.

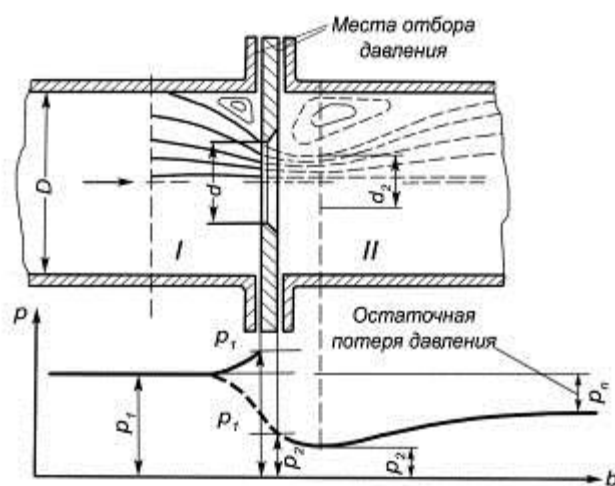


Рис.60

Оқимнинг торайиши диафрагмагача бошланиб, сўнгра, ундан сўнг маълум масофагача инерция кучи таъсирида торайиш давом этиб, оқим энг кичик юзагача тораяди. Шундан сўнг, оқим секин трубадинг тўлиқ юзасигача кенгаяди. Оқимнинг труба деворлари яқинидаги босими диафрагмадан олдин бироз ортади ва диафрагмадан сўнг оқимнинг энг торайган жойида минимумгача камаяди. Сўнгра, оқим кенгайиб, труба деворлари яқинидаги босим ортиб боради, лекин у бошланғич қийматига етиб бормади. Босимнинг бир қисмини йўқолиши (P_{Π}), энергиянинг ишқаланиш ва уюмларни енгилга сарфланиши орқали тушунтирилади. Босимнинг труба ўқидаги ўзгариши труба деворлари ёнидаги қийматига мос келади (диафрагма зонаси бундан истисно). Торайтириш қурилмасида ҳосил бўлаётган босимлар фарқи $P_1^1 - P_2^1$ трубадан ўтаётган модда сарфига боғлиқ катталиқ ҳисобланади.

Сиқилмайдиган суюқликлар учун хажм ва масса бирлигидаги сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$G_{\text{хажм}} = \alpha S_0 \sqrt{\frac{2(P_1^1 - P_2^1)}{\rho}} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$G_{\text{мас}} = \alpha S_0 \sqrt{2\rho(P_1^1 - P_2^1)} \text{ кг/с};$$

Бу ерда α - сарф коэффициенти (S_0 , S_1 кўндаланг кесимга ва v , v_1 тезликларга боғлиқ);

S_0 – диафрагма тиркиши кўндаланг кесим юзаси;

ρ – суюқлик зичлиги.

Сарф коэффициенти α оқим кесим юзаси бўйича тезликнинг суюқлик қовушқоқлигига ва уни труба деворларига ишқаланишига боғлиқлиги сабабли бир текис тақсимланмаганлигини, ҳамда босимни оқим марказида эмас труба деворлари ёнида ўлчанаётганлиги ва ноаниқ оқимнинг энг кичик кесим юзаси S_2 ўрнига S_0 кесим юзасини қабул қилинишини ҳисобга олади.

Газлар ва буғлар учун сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$G_{об} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{\frac{2(P_1^1 - P_2^1)}{\rho}} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$G_{мас} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{2\rho(P_1^1 - P_2^1)} \text{ кг/с};$$

ε - ўлчанаётган мухитнинг кенгайишини ҳисобга олувчи коэффициент (кенгайиш коэффициенти);

ρ - диафрагма олдидаги мухит зичлиги.

Оқим характери ва босимларнинг тақсимланиши ҳамма торайтириш қурилмаларида ҳам бир хил бўлади (расм 20). Соплоларда босимнинг камайиши фақат соплодан кейин бўлганлиги сабабли улардаги босимнинг йўқолиши P_{Π} диафрагмалардагидан кам бўлади. Сопло Вентуридаги босимнинг йўқолиши ундан ҳам кам бўлади, чунки уларнинг профили торайтириш қурилмасидан ўтаётган оқим кесим юзасига яқин бўлади.

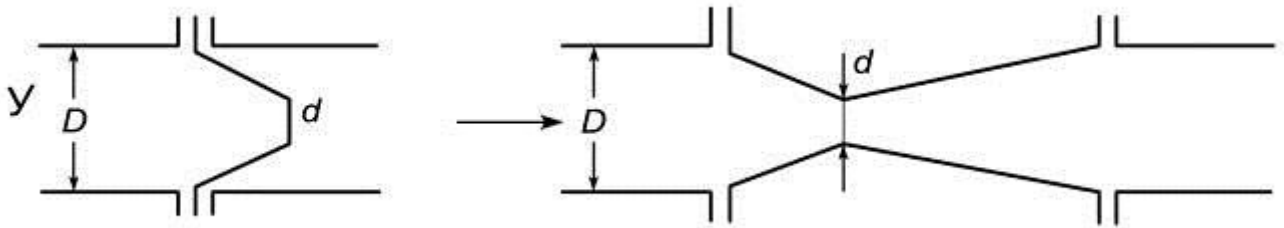


Рис.61.

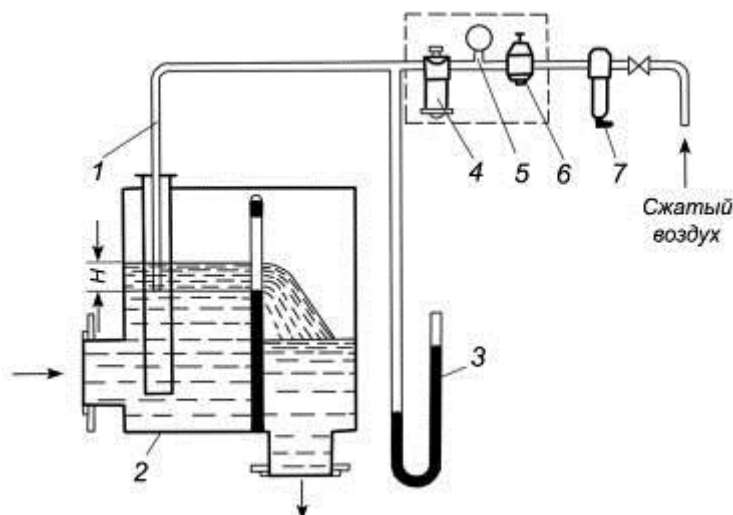
Ҳамма торайтириш қурилмалари учун босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчаш усулларнинг асосий тенгламалари ва назарияси бир хил. Фақат тенгламалардаги баъзи коэффициентлар қийматлари бир-биридан фарқлидир. Бу торайтириш қурилмалари труба диаметри 50 мм ($D > 50\text{мм}$) дан катта бўлган ҳолларда ўрнатилади.

Бу усул билан сарфни ўлчашда торайтириш қурилмаси билан 8; 10; 12мм диаметрли уловчи трубкалар ёрдамида уланган дифманометрлар ишлатилади. Ўлчаш комплектига ўлчанаётган мухит турига, унинг хусусиятига қараб қўшимча қурилмалар киритилади. Масалан, буғ сарфини ўлчашда конденсацион идишдан, агрессив мухит сарфини ўлчашда ажратувчи идишдаш фойдаланилади. Бундан ташқари, дифманометр қайерга ўрнатилишига қараб (трубадан пастдами ёки тепадами), газ йиғичлар ва тиндиргич (отстойник)лар ишлатилади.

Сатх ўзгариши бўйича сарфни ўлчаш

Бу сарф ўлчагичларнинг ишлаши идиш ўртасидаги тирқишдан суюқликнинг эркин оқиб ўтишида суюқлик сатҳини сарф ўзгариши билан ўзгаришига асосланган. Ўта актив (агрессив) моддалар, пульсацияланувчи оқимлар ва газлар билан аралаш суюқликларнинг атмосфера босимида сарфини ўлчашда ишлатилади. Ушбу сарф ўлчагич (расм 22) тўғри тўртбурчак кўринишидаги, ўлчанаётган суюқликнинг кириш ва чиқиш штуцерлари бор идиш 2 кўринишида бўлади. Бу идиш ўртасидан тирқиши бор тўсиқ билан бўлинган. Тирқишдан тошиб ўтаётган суюқлик сатҳи одатда, пьезометрик сатх

ўлчагич ёрдамида ўлчанади. Пьезометрик трубка 1 химоя чехолида тирқишдан олдин ўрнатилиб, ундан мунтазам равишда хаво ўтказилиб турилади.



Расм 22.

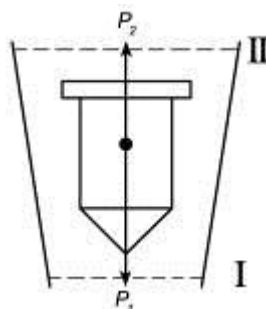
Пьезометрик трубкага берилаётган хаво миқдори назорат стакани 4 ёрдамида назорат қилинади, босими эса, редуктор 6 ёрдамида ушлаб турилади ва фильтр 7 ёрдамида тозаланади.

Тошиб ўтаётган суюқлик сатхи суюқлик сарфи ўзгариши билан ўзгаради ($Q=kh$, бу ерда, k – пропорционаллик коэффиценти; H – тошиб ўтаётган суюқлик сатхи). Пьезометрик трубкадаги босим тирқиш олдидаги суюқлик сатхи ва зичлигига боғлиқ равишда ўзгаради ва шунинг учун у массавий сарфга ҳам боғлиқдир. Шундай қилиб, суюқликнинг гидростатик босими пьезометрик трубка ва дифманометр 3 ёрдамида ўлчанади.

Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар

Бу ўлчов асбобларининг ишлаши сарф ўзгариши билан қалқовучни вертикал силжишига ва бунда халқасимон ўтиш кесим юзасини ўзгариши натижасида қалқовучдаги босимлар фарқи ўзгармас бўлиб қолишига асосланган. Ротаметрларнинг шкаласи бир текис деса бўлади ва улар ёрдамида кичик сарфлар ўлчанади. Улардаги босимнинг йўқолиши кичик ва у сарфга боғлиқ эмас.

Ротаметрдан ўтаётган суюқлик ёки газ сарфи ўзгариши (расм 21), қалқовучни халқасимон тирқиш юзасини (қалқовуч ва конус трубка деворлари орасидаги тирқиш юзаси) ўзгариши ҳисобига таъсир этаётган кучлар мувозанатлангунча силжитади ва қалқовуч сарфга мос ҳолатда муаллақ туради. Қалқовуч ҳолатига қараб сарф аниқланади.



Расм 21.

Ротаметр қалқовучига карама-қарши йўналган кучлар таъсир этади. Тепадан пастга:

1. Оғирлик кучи $V_n \rho_n g$,

Бу ерда, V_n – қалқовуч хажми;

ρ_n – қалқовуч материали зичлиги;

g – эркин тушиш тезланиши.

2. Қалқовуч тепа юзасига оқим босими ҳосил қилаётган куч $P_2^1 S$.

Бу ерда, P_2^1 – қалқовуч тепа юзаси бирлигига оқимнинг ўртача босими;

S – қалқовуч юзаси.

Пастдан тепага ҳам қалқовучга икки куч таъсир этади:

1) Қалқовучнинг пастки юзасига оқим босими ҳосил қилаётган куч $P_1^1 S$;

2) Оқимнинг қалқовучга ишқаланиш кучи $k V_k^n S_6$;

Бу ерда, k -Рейнольдс сонига Re ва юзанинг ғадир-будирлик даражасига боғлиқ қаршилиқ коэффициенти;

V_k - ҳалқасимон каналда, қалқовуч ён сирти юзасини эгаллаган, оқимнинг ўртача тезлиги;

S_6 - қалқовучнинг ён сирти юзаси;

n – оқим тезлиги қийматига боғлиқ даража кўрсаткичи.

Агар қуйидаги шарт бажарилса, қалқовуч мувозанатда бўлади:

$$V_n \rho_n g + P_2^1 S = k V_k^n S_6 + P_1^1 S \quad \text{ёки}$$

$$P_1^1 - P_2^1 = \frac{V_n \rho_n g - k V_k^n S_6}{S}$$

Агар сарфнинг ҳамма қийматларида V_k ўзгармаса (сарф ўзгариши билан ҳалқасимон канал юзаси ўзгарса), унда, охириги тенгламанинг ўнг томон қисми ўзгармайди, яъни, $P_1^1 - P_2^1 = \text{const}$

Сарф тенгламаси

$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2gV_n(\rho_n - \rho)}{\rho S}} \quad \text{м}^3/\text{с};$$

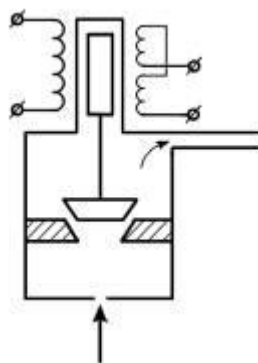
$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2gV_n(\rho_n - \rho)\rho}{S}} \quad \text{кг/с}.$$

Илдиз остидаги катталиклар ўзгармаслигини ҳисобга олиб,

$$G = \alpha S_k k$$

Сарф коэффициенти α ротаметрлар учун кўп катталикларга боғлиқ. Шунинг учун ҳар бир ротаметр алоҳида экспериментал градуировкаланади.

Ротаметрларнинг шкаласи тўғридан-тўғри шиша трубкага чизилган (РС-3; РС-5 и РС-7) турлари ишлаб чиқилган бўлиб, улар 0,6 МПа гача босимда ва нисбатан паст температураларда ишлатилиши мумкин.

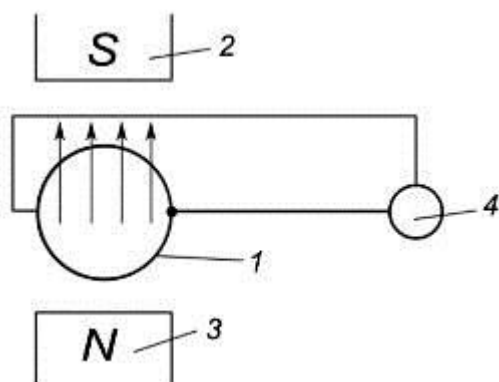


Расм 64.

Ишлаб-чиқаришдаги ўлчашлар учун электр ёки пневматик сигнал ўзгартиргичли металл ротаметрлар ишлатилади. Бу ротаметрлар 6,4 МПа босимга ҳисобланган.

Электромагнит (индукцион) сарф ўлчагичлар

Электромагнит сарф ўлчагичларнинг ишлаши электр ўтказувчан суюқлик оқимида ташқи магнит майдони таъсирида сарфга пропорционал равишда индуктивланаётган электр юритувчи кучни (ЭЮК) ўлчашга асосланган.



Расм 23.

Номагнит материалдан тайёрланган **трубопровод** 1 (расм 23), унда ҳаракатланаётган суюқлик билан бирга ўзгармас магнит қутблари 2 ва 3 орасига ўрнатилган. **Трубопровод** деворларига диаметриал қарама-қарши равишда ўлчаш электродлари ўрнатилган. Магнит майдони таъсирида суюқликдаги ионлар ҳаракатланиб, ўз зарядларини ўлчаш электродларига беради ва унда суюқлик тезлигига пропорционал ЭЮК (E) ҳосил қилади. Бу электродлар ўлчов асбобига (4) уланади.

ЭЮК қиймати қуйидаги тенглама бўйича топилади:

$$E = B V d$$

Бу ерда, B - магнит индукцияси;

d - трубопровод диаметри;

V – оқимнинг ўртача тезлиги.

Тезликни ҳажмий сарф орқали ифодалаб, қуйидагини олиш мумкин,

$$E = \frac{4B}{\pi d G};$$

Тенгламадан кўриниб турибдики, ҳосил бўлаётган ЭЮК сарфга боғлиқ бўлади.

Ушбу усулнинг камчилиги сифатида қутбланиш ЭЮК ва гальваник ЭЮКларни ҳосил бўлиши, ҳамда, кичик ўзгармас ток ЭЮКини кучайтиришнинг қийинлигини келтириш мумкин.

Тезлик напори сарф ўлчагичлари

Сарфни ушбу усул бўйича ўлчаш динамик напорни ўлчанаётган мухит оқими тезлигига боғлиқлигига асосланган. Бернулли тенгламасига биноан тўлиқ ва статик напорлар фарқи

$$P_n - P_c = V^2 \rho / 2$$

Маълумки, динамик напор, $P_v = P_n - P_c$

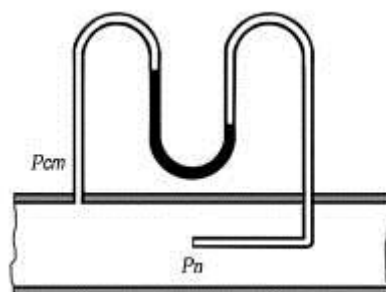
Бундан,

$$V = \sqrt{\frac{2P_v}{\rho}}$$

Бу ерда, P_n ; P_c ; P_v - тўлиқ, статик ва динамик босимлар;

V – оқим тезлиги (площадь);

ρ – зичлик.



Расм.24.

Динамик напорни тезлик трубкалари ёрдамида, дифманометр билан комплектда, ўлчаш мумкин (расм 24). Чап томондаги трубка ёрдамида статик босим, ўнг томондаги трубка ёрдамида эса, тўлиқ босим ўлчанади. Дифманометр динамик босимни, яъни, тўлиқ босим ва статик босимлар фарқини ўлчайди.

$P_v = P_n - P_c$, ёки, $P_v = \rho g h$, ёки,

$$V = \sqrt{\frac{2gh(\rho_1 - \rho)}{\rho}}$$

Бу трубкalar трубка Пито деб номланадилар. Асосан, лаборатория ўлчашларида ва тажриба ишларида қўлланилади.

Бундан ташқари бошқа сарф ўлчагичлар ҳам ишлаб чиқилган: ультратовуш (товуш тебранишларини сарф ўзгаришига мос равишда силжишига асосланган), иссиқлик ва бошқа турлари.

V –БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРAT САВОЛЛАРИ

1. Қандай ўлчов асбоблари ёрдамида модда миқдори ўлчанади?
2. Тезлик миқдор ўлчагичларининг ишлаши нимага асосланган?
3. Хажм бўйича миқдор ўлчагичларининг ишлаши нимага асосланган?

4. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичларининг ишлаши нимага асосланган?
5. Қандай торайтириш қурилмаларини биласиз?
6. Торайтириш қурилмасида сарф ўзгариши билан нима ўзгаради?
7. Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларининг ишлаши нимага асосланган?
8. Ротаметр қалқовучига қандай кучлар таъсир қилади?
9. Ниманинг ҳисобига ротаметрдаги босимлар фарқи ўзгармас бўлади?
10. Сатх ўзгариши бўйича сарф ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
11. Сатх ўзгариши бўйича сарф ўлчагичларни қандай мухит сарфини ўлчашда ишлатиш мумкин?
12. Тезлик напори сарф ўлчагичларининг ишлаши нимага асосланган?
13. Электромагнит сарф ўлчагичларининг ишлаши нимага асосланган?
14. Таркибида майда заррачалар бўлган агрессив мухитлар сарфини ўлчашда қандай усулни қўлласа бўлади?
15. Электр ўтказувчан мухит сарфини ўлчашда қандай усулни қўлласа бўлади?

VI –БЎЛИМ. САТХНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ

Сатхни ўлчашдан мақсад, идишдаги модда миқдорини аниқлаш ва технологик жараён кетишида, ишлаб чиқариш қурилмаларида суюқлик ва сочилувчан моддалар сатҳини назорат қилиш ҳисобланади. Энг кўп тарқалган сатх ўлчагичлардан бу кўрсатувчи шишалар, қалқовучли, гидростатик, электр, радиоизотоп ва ультратовуш сатх ўлчагичлардир.

Кўрсатувчи шишалар

Суюқликлар сатҳини кўрсатувчи шишаларнинг ишлаши туташ идишлар принципага асосланган. Улар объектнинг, очиқ идишларда тубига ва босимда ишлайдиган идишларда эса, туб қисмига ва тепасига уланади. Бу шишалар, уларни тизимдан узиш учун ва ҳаво хайдаб тозалаш учун, қўшимча кранлар билан таъминланадилар. Сатхни кўрсатувчи шишалар 3,0 МПа гача босимда ва 300⁰С гача температурада ишлатилиши мумкин.

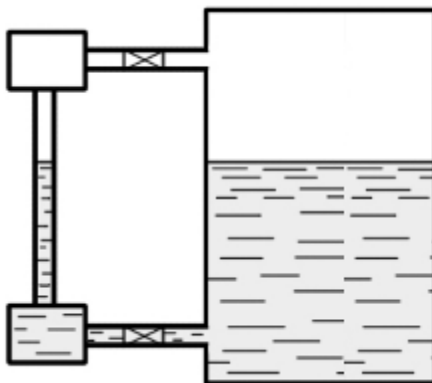


Рис.67.

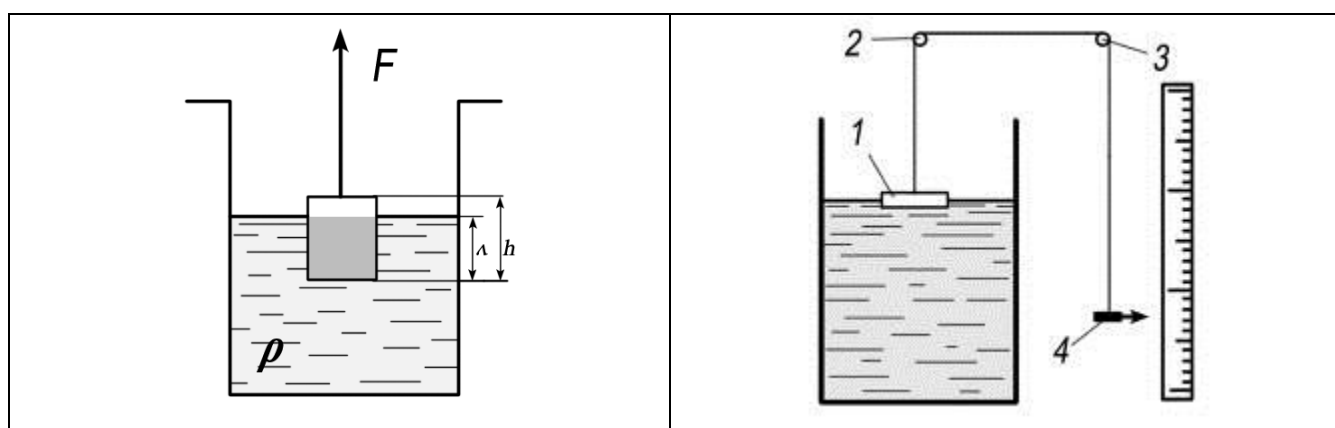
Қалқовучли сатх ўлчагичлар

Қалқовучли сатх ўлчагичларда сатх ўзгариши билан қалқовуч сатхнинг кетидан силжийди ва унинг бу силжиши ўлчаш қурилмасига узатилади ёки кучни ёки силжишни компенсацияловчи сигнал ўзгартиргичда чиқиш сигналига айлантирилади. Икки хил қалқовучли сатх ўлчагичлар мавжуд. Биринчисида (расм 34), акс таъсир кучи қалқовучни кўтариш кучига тенг бўлиб, у қалқовучнинг оғирлик кучига G тенг, яъни $G=F=\text{const}$; (Архимед қонунига мувофиқ $F=\rho s x g$, бу ерда, ρ - суюқлик зичлиги; s - қалқовучнинг кўндаланг кесим юзаси; x – чўкиш баландлиги; g - эркин тушиш тезланиши).

Қалқовучнинг чўкиш даражаси,

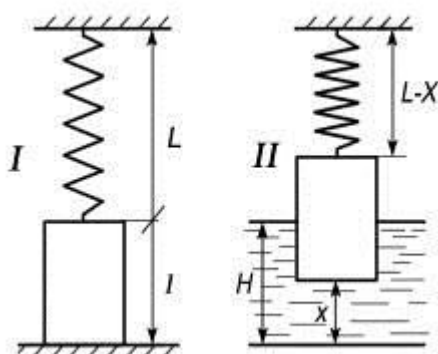
$$X = \frac{G}{s g \rho}$$

яъни, қалқовуч суюқлик сатхининг ўзгаришини қайтаради.



Расм 34.

Иккинчи ҳолатда (расм 35), акс таъсир этувчи куч пружина ёрдамида ҳосил қилиниб, унинг қиймати сатх ўзгариши билан ўзгаради.



Расм 35.

Бир хил чўкиб турувчи қалқовучли сатх ўлчагичнинг энг содда чизмаси эгилувчан тросга осиб қўйилган ва роликлар (2 ва 3) ёрдамида қалқовучга (1) уланган кўриниши ...расмда келтирилган. Троснинг иккинчи учига тросни таранг ушлаб туриш учун юк 4 ва сатхни шкала 5 да кўрсатиб туриш учун стрелка ўрнатилган. Ушбу сатх ўлчагичнинг камчилиги унда шкаланинг тескарилигидир, яъни, шкаланинг ноли тепада, максимуми пастдалиги. Бу сатх ўлчагичларнинг масофага узатиш тизимида сельсинли сигнал ўзгартиргичлардан фойдаланилади.

Цилиндрик қалқовучли (буёкли) сатх ўлчагичларда сатх ўзгариши билан қалқовучнинг чўкиш даражаси ўзгаради ва бунда қалқовучга таъсир этаётган кучлар мувозанати қуйидаги тенгламалар ёрдамида ёзилиши мумкин: биринчи ҳолат учун (35-расмнинг I ҳолати учун),

$$Slpg = LZ$$

Z – пружинанинг қаттиқлиги (бикирлиги).

Иккинчи ҳолатда эса (35-расмнинг II ҳолати учун), ,

$$Slpg - (H - x) sp_1g = (L-x) Z$$

Биринчи ҳолат тенгласидан иккинчини айириб оламиз:

$$(H-x) sp_1g = LZ - (L-x) Z$$

Бу тенгламани X га нисбатан ечиб, топамиз

$$x = \frac{H}{1 + \frac{Z}{sg\rho_1}}$$

Ушбу тенгламадан кўриниб турибдики, қалқовучнинг силжиши сатх ўзгаришига пропорционал равишда бўлади. Пружина бикирлигининг ошиши билан қалқовучнинг нисбий силжиши камаяди.

\

Уровнемер буйковый пневматический УБ-П

В этих приборах чувствительным элементом является погружной поплавок, плотность которого больше, чем плотность жидкости. Принцип действие этого прибора основана на изменении выталкивающей (архимедовой) силы, действующей на поплавок, в зависимости от изменения уровня.

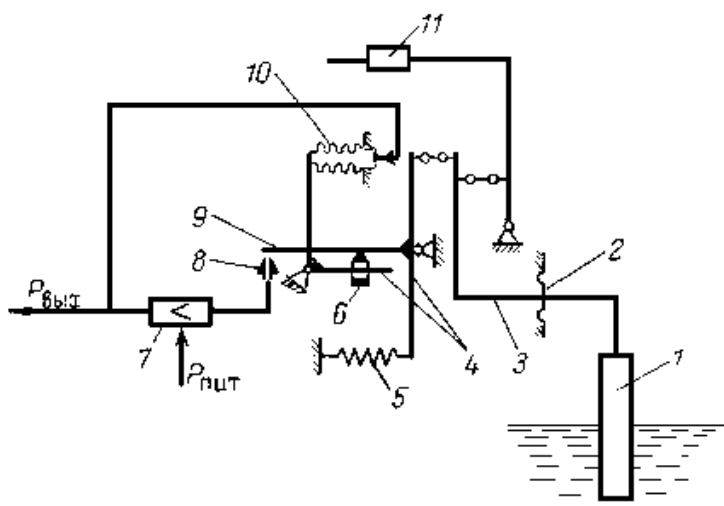


Рис.36. Уровнемер буйковый УБ-П

Уравномер состоит из измерительного устройства и унифицированного пневмосилового преобразователя. Чувствительным элементом измерительного устройства является стальной цилиндрический поплавок

(бук) 1, помещённый внутри аппарата, в котором измеряется уровень. При изменении уровня боек, подвешенный к рычагу 3 через мембрану 2, отделяющую полость рабочего давления от измерительной части прибора, передает усилие через систему рычагов 4 на заслонку 9, перемещающуюся относительно сопла 8. Сигнал, возникающий в линии сопла 8, управляет при помощи усилителя 7 давлением, поступающим в сильфон отрицательной обратной связи 10. Одновременно это же давление направляется в выходную линию прибора. Дополнительный груз 11 служит для уравнивания системы. Изменение диапазона измерения прибора производится перемещением подвижной опоры 6. Начальное значение устанавливают корректором нуля 5.

Прибор питается сжатым воздухом давлением 0,14 МПа. Расход воздуха питания 3 л/мин. Выходной сигнал 0,02-0,1 МПа. Предельное расстояние передачи выходного сигнала 300 м. Плотность контролируемой среды 0,45—2,5 г/см³. Верхние пределы измерений уровня 0,02—16 м. Классы точности 1,0; 1,5.

Уровнемер буйковый электрический УБ-Э предназначен для тех же целей, что и уровнемер УП-Б. Прибор состоит из аналогичного измерительного устройства и электросилового преобразователя с усилителем. Электросиловой преобразователь выполнен в виде передаточного механизма и силового устройства обратной связи с индикатором рассогласования. При изменении уровня перемещается погруженный в жидкость боек. При этом усилие, возникающее в измерительном устройстве, передается на электросиловой преобразователь, в котором создается момент, вызывающий незначительное перемещение через рычажную систему передаточного механизма плунжера индикатора рассогласования. Сигнал с последнего при помощи усилителя преобразуется в унифицированный аналоговый сигнал постоянного тока.

Питание прибора от сети переменного тока напряжением 220 В. Выходной сигнал 0—5; 0-20 мА. Плотность контролируемой среды 0,6—2,5 г/см³. Верхние пределы измерений уровня 0,02—16 м. Классы точности 1,0; 1,5.

I-V

Г-Ж

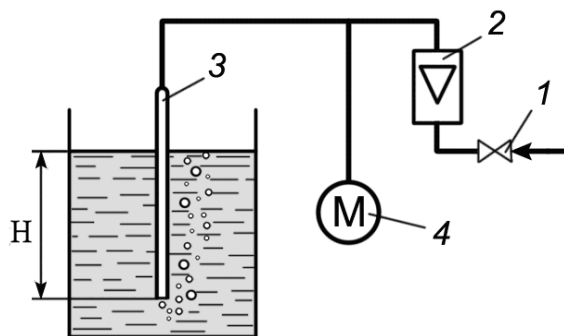
Гидростатик сатх ўлчагичлар

Гидростатик сатх ўлчагичлар ёрдамида сатхни ўлчаш учун суюқлик устуни ҳосил қилаётган босимни ўлчаб сатх ўлчанади, яъни

$$P = \rho gH; \quad (\rho = \text{const бўлганда})$$

Пьезометрик ва дифманометрик . гидростатик сатх ўлчаш усуллари мавжуд.

Пьезометрик сатх ўлчагичлар (расм 32) агрессив ва ўта агрессив мухитларнинг сатhini ўлчашда қўлланилади. .



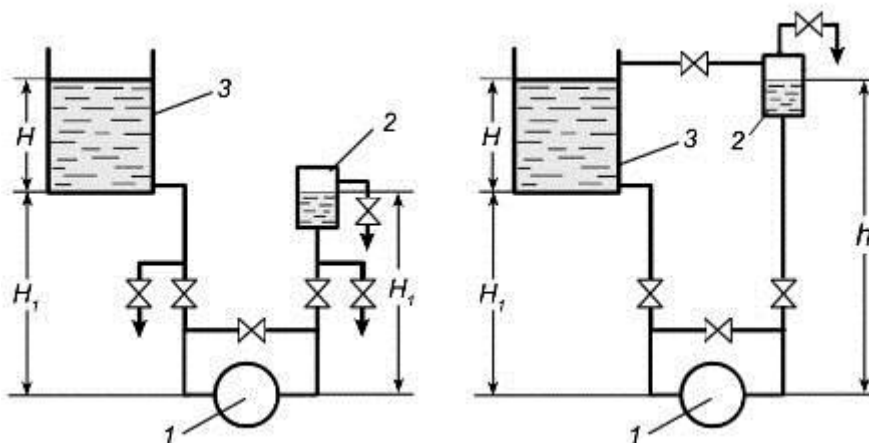
Расм 32.

Ушбу сатх ўлчагич ўлчаш комплектига қуйидагилар киради:

- 1 – ростланувчи дроссель;
- 2 – ротаметр;
- 3 – пьезометрик трубка;
- 4 – манометр (иккиламчи асбоб)

Хаво берилиши билан тизимдаги босим суюқлик устуни (H) босимига тенглашгунча ортиб боради, яъни, $\rho g H$. Босим тенглашиши билан пьезометрик трубкадан (3) хаво чиқишга бошлайди. Бу хаво сарфи минутига 60-100 пуфакча қилиб ростловчи дроссель (1) ва стаканча ёрдамида соланади. Шундай қилиб, пьезометрик трубкадаги босимни ўлчайдиган ўлчов асбоби (4) шкаласи, ўлчанаётган сатх бирлигида градуировкаланиши мумкин.

Гидростатик сатх ўлчагичларнинг (расм 33) иккинчи тури дифманометрик сатх ўлчагичлардир.



Расм 33.

Тенглаштирувчи идиш тирсагидаги суюқлик устуни баландлиги ўзгармас, дифманометрнинг бошқа тирсагидаги босим эса, резервуардаги суюқлик сатхи ўзгариши билан ўзгаради, яъни, сатхнинг хар бир қийматига маълум бир босимлар фарқи тўғри келади. Биринчи ҳолатда, аппаратдаги босим атмосфера босимига мос бўлса, унда , тенглаштирувчи идиш аппарат тубига мослаб ўрнатилади ва унда ўлчанаётган босимлар фарқи қуйидагича бўлади:

$$\Delta P = \rho g (H - H_1) + P_{\text{атм}} - P_{\text{атм}} - \rho g H = \rho g H$$

Агар аппаратдаги босим атмосфера босимидан катта бўлса, унда,

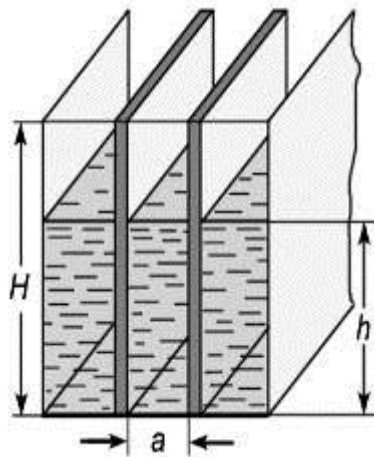
$$P_{\text{изб}} + \rho g h - [P_{\text{изб}} + \rho g (H + H_1)] = \Delta P$$

Электр сатх ўлчагичлар

Сатхни ўлчашда энг кўп тарқалган электр усуллардан сиғимли сатх ўлчагичлар ҳисобланади. Бундан ташқари электр ўтказувчан мухитлар учун омик усуллар ҳам қўлланилади.

Сиғимли сатх ўлчагичларда назорат қилинаётган мухитнинг диэлектрик хусусиятидан, омик сатх ўлчагичларда эса назорат қилинаётган мухитнинг электр ўтказиш хусусиятидан фойдаланилади.

Сиғимли сатх ўлчагич. Цилиндрик (I) ва призматик (II) сиғимли сатх ўлчагичлар мавжуд. Сиғимли сатх ўлчагичнинг сиғими унинг икки участкаси сиғимлари йиғиндисига тенг бўлади. Датчикнинг чўкиб турган қисмидаги



Расм 36.

мухит диэлектрик ўтказувчанлиги $E_{ж}$ ва чўкмаган қисми диэлектрик ўтказувчанлиги $E_{ср}$ (хаво учун бирга тенг) деб белгиласак, унда:

Цилиндрик сиғимли сатх ўлчагич ўзгартиргичи сиғими

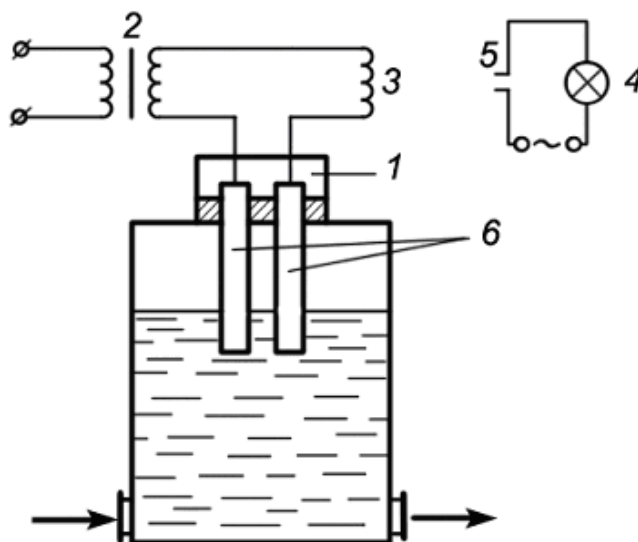
$$E = C_h + C_{H-h} = 0,24 \frac{E_{жс} \cdot h + E_{ср} (H - h)}{\lg \frac{D}{d}} n\Phi$$

Текис юзали сиғимли сатх ўлчагич ўзгартиргичи сиғими

$$C = C_h + C_{H-h} = \frac{0,088 b}{a} [E_{ж} \cdot h + E_{ср} (H - h)] n\Phi$$

яъни, $C=f(h)$. Электр сиғимини одатда резонанс схемалар ёрдамида (сатх сигнализаторларида) ва кўприк схемалар (сатх ўлчагичларида) ёрдамида ўлчанади.

Омик сатх ўлчагичлар. Асосан сигнализатор сифатида ишлатилади. Омик сатх ўлчагичларнинг (расм 37) ишлаши манбаа электр занжирини назорат қилинаётган мухит орқали уланишига асосланиб, бунда назорат қилинаётган мухит электр занжирининг бир қисми бўлиб, у маълум омик қаршиликга эга бўлади.

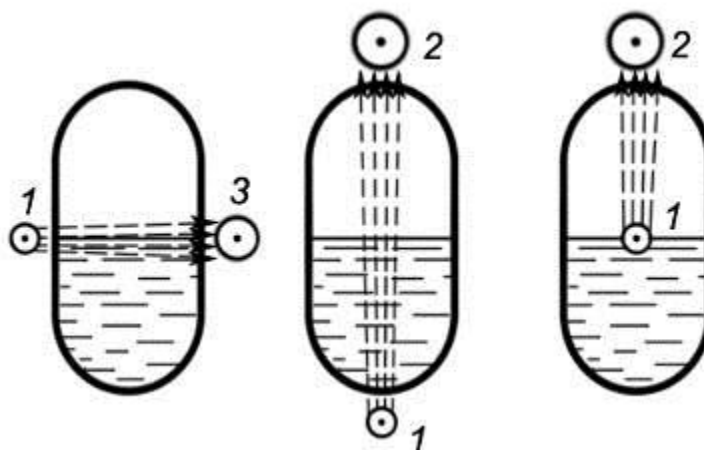


Расм 37.

Сигнализатор икки қисмдан иборат: сигнал ўзгартиргич ва манбаа. Сигнал ўзгартиргич манбаа блокидаги пасайтирувчи трансформаторнинг иккиламчи ўрамларига уланган, икки бир-биридан изоляция қилинган электродлардан 6 ташкил топган ва бу занжирга реле 3 ҳам улангандир. Сатх ортиб бориб электродларга етганда, улар орқали электр занжири уланиб, занжирдан ток ўтабошлайди. Бунда реле 3 нинг бошқариш ўрамларидан ток ўтиб, у ишлайди ва нормал очик контактлари уланиб, сигнал лампочкаси ёнади ва сатхнинг чегара қийматга етганидан хабар беради.

Радиоизотоп сатх ўлчагичлар

Сатхни ўлчаш γ -нурларни ўлчанаётган мухит қатлаидан ўтишида ютилишига асосланган. Радиоизотоп сатх ўлчагичларнинг (расм 38) уч тури мавжуд.



Расм 38.

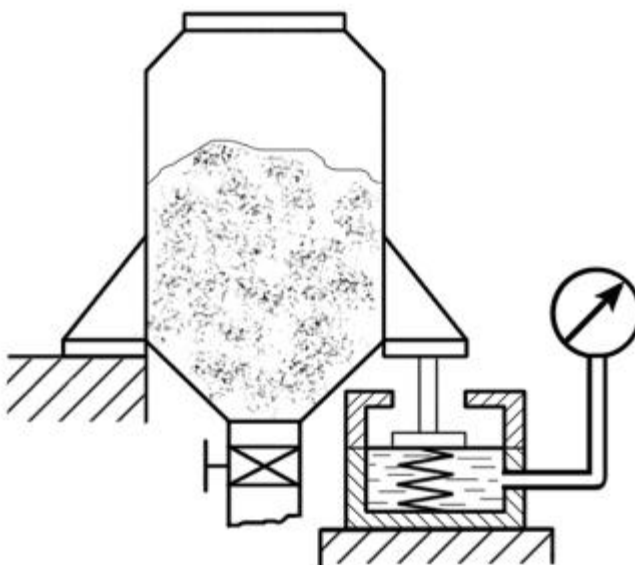
Сатх ўзгариши билан γ -нурлар интенсивлиги ўзгариб, бу нурларни қабул қилувчи қурилмага γ -нурлар интенсивлиги сатхга пропорционал равишда етиб боради. Одатда бу сатхни ўлчаш усули бошқа усулларни қўллаш мумкин бўлмаган ҳолларда ишлатилади.

Ультратовуш сатх ўлчагичлар

Ультратовуш сатх ўлчагичлар мухит билан контактсиз равишда сатхни ўлчаш имкониятига эгадирлар. Уларда, одатда товуш тўлқинларини суюқлик ва газни ажратиб турувчи чегарадан қайтиш принциpidан фойдаланилади. Сатхни ўлчаш, қайтган товуш тўлқинларининг кечикиши бўйича аниқланади. Вақт ўлчагичида олинган, кечикиш вақтига пропорционал бўлган ўзгармас кучланиш, иккиламчи ўлчагичга юборилади.

Сочилувчан моддалар сатхини ўлчаш

Сочилувчан моддалар сатхи одатда қалқовучли, радиоизотоп, электр сиғимли ва оғирлик сатх ўлчагичлари ёрдамида ўлчанади. Оғирлик сатх ўлчагичларининг қўлланилиши, бункерни осиб қўйиш конструктив мураккабликлар келтириб чиқармаса, мумкин ҳисобланади.



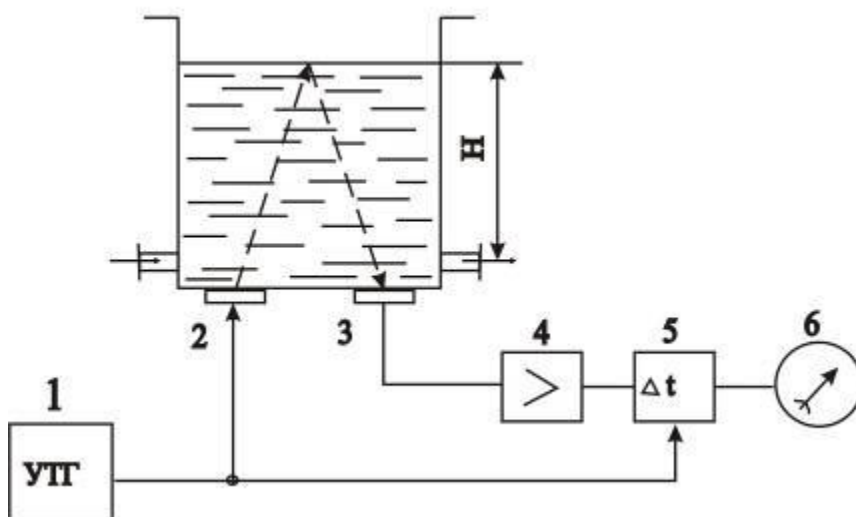
Расм 39.

Сигнал ўзгартиргич сифатида хар хил тортиш (тороз) қурилмаларидан фойдаланиш мумкин. Чегара ёқиб-ўчиргичлар сигнал ўзгартиргич сифатида ишлатилиши мумкин. Бункер юкланганда таянч пружиналар сиқилиб, бункер вертикал бўйича чизиқли силжийди. Маълум сатхга етганда чегара ёқиб ўчиргичлар ишлайди. Сигнал ўзгартиргич сифатида месдозалардан (расм 39) фойдаланиш мумкин. Бунда, бункер таянчига берилаётган босим ўлчанади. Бу босим бункерни материал билан тўлишига мос босим бўлади.

Ўлчов асбоби комплектига, сатх бирлигида градуировкаланган манометр 3 билан уланган гидравлик месдоза 1 киради. Бункернинг бир тирсаги, эгилувчан мембрана ёрдамида герметикаланган, поршенли металл корпус кўринишидаги таянч ҳисобланган месдозага босади. Месдоза-манометр тизимидаги босим бункернинг ва уни тўлдириб турувчи материалнинг оғирлик кучини, месдоза поршени юзаси нисбатига тенг.

УЛТРАТОВУШЛИ ВА РАДИОТЎЛҚИНЛИ САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАРИ

Ҳозирги пайтда саноатда ултратовушли сатҳ ўлчагичлари кенг тарқалмоқда. Бу асбоблар бошқа асбобларга нисбатан контактсизлик, юқори аниқлик, кичик инерционлик, катта чегарада ва агрессив суюқликларда ишлатилиши каби бир қатор муҳим афзалликларга эга. Аммо ўлчаш схемаларининг мураккаблиги, шунингдек, етарли даражада ишончли бўлмагани сабабли, бу асбоблар бошқа қурилмалардан фойдаланиш мумкин бўлмагандагина ишлатилади.



5.13 – расм. Ультратовушли сатҳ ўлчагичнинг схемаси.

Ултратовушли сатҳ ўлчагичларининг ишлаш принципи суюқлик, газ (ҳаво) чегарасидан товуш тўлқинларининг қайтиш принципига асосланган. Ултратовуш импульсининг ҳаво ва ўлчанаётган муҳит (суюқлик) чегараси сиртидан қайтиш катталиклари акустик қаршиликнинг кескин фарқи натижасида содир бўлади. 5.13-расмда ултратовушли сатҳ бадандлиги ўлчагичнинг структура схемаси кўрсатилган.

Импульс ултратовушли тебранишлар генератори 1 дан нурлатгич 2 орқали сатҳи ўлчанаётган сифимга узатилади. ултратовуш гўлқинлар ўлчанаётган муҳитда тарқалади ва суюқлик-ҳаво чегарасидан қайтади. Қайтган тўлқинлар муҳитдан тескари йўналишда ўтади, нурлатгич 2 га ўхшаш ултратовуш тебранишлар қабул қилгичи 3 га келади, у ердан ултратовушли импульс кучайтиргич 4, вақт оралиғини ҳисоблайдиган қурилма 5 ва ўлчаш асбоби (потенциометр) 6 га келади.

Суюқлик сатҳи ўлчаш импульсининг юборилиши ва қайтиши орасидаги τ вақт бўйича аниқланади, яъни

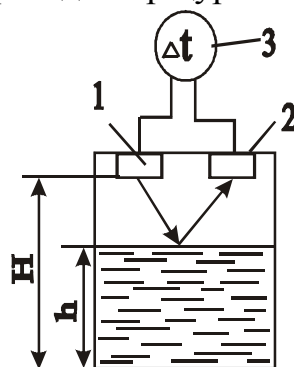
$$\tau = \frac{2H}{C}, \quad (5.21)$$

бу ерда, H — суюқлик сатҳи; C — суюқликда ултратовушнинг тарқалиш тезлиги.

Вақт ўлчагичда олинadиган аксланган (қайтган) сигналнинг кечикиш вақтига мутаносиб бўлган ўзгармас кучланиш шкаласи сатҳ бирликларида

даражаланган потенциометрга берилади. Нурлатгич сифатида барий титанат, пезокварц, магнитострикцион элементлар ишлатилади. Кўпинча ултратовушли тебранишларни юборадиган ва қабул қиладиган асбоб сифатида бир қурилмадан фойдаланилади. Бу қурилма ўлчаш жараёнининг бошида нурлатгич вазифасини бажариб, импульс юборилганидан сўнг қабул қилгич сифатида ишлайди.

Ултратовушли сатҳ ўлчагичлар 45 мм дан бир неча ўн метргача ўлчаш диапазониغا эга. Улчанаётган муҳит ҳарорати —50°C дан +200°C гача етиши мумкин. Ўл қўйиладиган асосий хатолик ±2,5%.



5.14 – расм.

Радиолокацион сатҳ ўлчагичи схемаси

Радиотўлқинли сатҳ ўлчагичлар

Суюқ металл сатҳни ўлчашда истикболли усул — радиотўлқинли усулдир. Электромагнит тўлқинлари тебраниш параметрларининг суюқлик сатҳига боғлиқлигига асосланган сатҳ ўлчагичлар радиотўлқинли сатҳ ўлчагичлар деб аталади.

Радиотўлқинли усулларга радиолокацион, радиоинтерференцион, эндовибраторли ва резонансли усуллар киради.

Радиотўлқинли сатҳ ўлчагичларнинг ишлаши электромагнит тўлқинларнинг электр ва магнит хоссалари билан фарқ қиладиган муҳитларнинг чегарасидан қайтиши ҳодисасига асосланган.

Электромагнит тўлқинларининг тарқалиш тезлиги v муҳитда унинг диэлектрик ϵ ва магнит ўтказувчанлиги μ қийматлари билан топилади:

$$v = \frac{C}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}, \quad (5.22)$$

бу ерда, C — вакуумда ёруғлик тезлиги.

Сатҳ ўлчагич схемаси (5.14-расм) нур тарқатгич 1, электромагнит энергияси қабул қилгичи 2 ва вақт оралиғини ўлчаш қурилмаси 3 дан иборат. Сатҳ h қиймати нур тарқатгич сигнални жўнатиш пайти билан қайтган сигнал қабул қилгич 2 га келган пайт орасидаги вақтни аниқлаш ёрдамида топилади. Шу катталиклар ушбу муносабат билан боғланган.

$$\tau = 2(H - h) \frac{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}{C}. \quad (5.23)$$

Одатда, локация газ муҳити орқали суюқлик устида олиб борилади (агар суюқлик электр ўтказмайдиган бўлса, локация принцип жиҳатидан суюқлик орқали ҳам амалга оширилиши мумкин). Локациянинг газ (ҳаво) орқали олиб борилиши маъқулроқ, чунки нур тарқатгичлар суюқлик таъсирига берилмайди, бу ерда, н ташқари, газларнинг магнит ва диэлектрик ўтказувчанлиги катта эмас ва амалда газнинг параметрлари ўзгаришига ва хоссаларига боғлиқ эмас. Бу сатҳ ўлчагич кўрсатишларининг амалда суюқлик хоссаларига боғлиқ эмаслигини кўрсатади. Бундай сатҳ ўлчагичларнинг камчилиги кичик вақт оралиғини аниқ ўлчаш қийинлигидир, улар нурланиш доирасида турган бошқа предметларга

ғоят сезгир. Суюқ металлларнинг сатх ўлчагичлари 200 мм гача ўлчаш диапазолига эга, ўлчашнинг асосий хатолиги $\pm 2\%$.

5-БОБГА ТЕГИШЛИ ТАЯНЧ СЎЗ ВА ИБОРАЛАР ТЕРМАСИ

1. Моддалар сатҳини ўлчаш
2. Қалқовичли сатх ўлчагичлари
3. Гидростатик сатх ўлчагичлари
4. Электр сатх ўлчагичлари
5. Ультратовушли сатх ўлчагичлари

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Моддаларни сатҳини ўлчаш усуллари изохлаб беринг.
2. Қалқовичли сатх ўлчагичларини ишлаш принципини тушунтиринг.
3. Гидростатик сатх ўлчагичларини ишлаш принципини тушунтиринг.
4. Электр сатх баландлиги ўлчагичларини ишлаш принципини тушунтиринг.
5. Ультратовушли сатх ўлчагичлари қандай саноат тармоқларида ишлатилади?
6. Сочилувчан моддалар сатҳини қандай ўлчаш мумкин?

VI –БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Қалқовичли сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
2. Қалқовичга таъсир этаётган қандай куч ўлчанаётган муҳит сатҳи ўзгариши билан ўзгаради?
3. Гидростатик сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
4. Суюқлик устуни ҳосил қилаётган босим пьезометрик сатх ўлчагичларда қандай ўлчанади?
5. га берилаётган ҳаво сарфи қандай ўрнатилади?
6. Пьезометрик трубкадаги ҳаво босими қандай ўлчов асбоби билан ўлчанади?
7. Электр сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
8. Сиғим сатх ўлчагичларида резонанс схемалари нима учун ишлатилади?
9. Сиғим сатх ўлчагичларида кўприк схемалари нима учун ишлатилади?
10. Омик сатх ўлчагичлари қайси ҳолатларда ишлатилади?
11. Радиоизотоп сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
12. Дифманометрик сатх ўлчагичларида нолни қандай ўрнатилади?
13. Очиқ ва ёпиқ (босимдаги) идишларда қўлланиладиган дифманометрик сатх ўлчагичлар схемалари бир-биридан нима билан фарқланади?
14. Сочилувчан материалларнинг сатҳини ўлчашда сатх ўлчашнинг қайси усуллари қўлланади?

VI-БЎЛИМ. ГАЗЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Газ анализаторлари текширилаётган газ аралашмасидаги компонент ёки компонентлар йиғиндиси концентрацияси ҳақида маълумот берадиган қурилмалардир. Газ анализаторлари саноатнинг барча соҳаларида ва илмий-тадқиқот ишларида кенг ишлатилади. Кейинги йилларда атроф-муҳитни муҳофаза қилишга катта эътибор берилаётганлиги муносабати билан саноат

корхоналари чиқиндилари таркибидаги зарари қўшилмалар миқдорини, ишлаб чиқариш хоналари ва атмосферадаги зарарли қўшилмалар миқдорини назорат қилишга мўлжалланган газ анализаторлари ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш кескин кенгайди. Аҳоли яшайдиган ҳудудлар ҳавосининг сифатини назорат қилиш учун ҳавони ифлослантирадиган ис гази, азот қўшоксид, чанг ва бошқа шу каби моддалар концентрацияси ўлчанади.

Саноатда ишлатиладиган автоматик газ анализаторларининг кўпчилиги газ аралашмаларидаги битта компонентнинг концентрациясини ўлчаш учун мўлжалланган. Бу ҳолда газларнинг аралашмалари бинар деб қаралиб, ундаги аниқланадиган компонент ўлчанаётган аралашманинг физик-кимёвий хоссаларига таъсир қилади, қолган компонентлар эса, уларнинг таркиби ва концентрациясидан қатъи назар, уларнинг хоссаларига таъсир қилмайди ва аралашманинг иккинчи компоненти ҳисобланади. Кўп компонентли газ аралашмаларининг ташкил этувчиларини таҳлил қилиш учун мўлжалланган газ анализаторлари ҳам мавжуд.

Газ анализаторлари ишлаш принципи (таҳлил қилиш усули), таҳлил қилинаётган муҳитнинг хоссалари, аниқланаётган компонентлар сони, ишланиш тури, чиқиш сигналининг унификациялаш усули ва ўлчаш натижаларини бериш усули каби белгиларига кўра таснифланиши мумкин.

Энг оддий ҳолда намунани ўзгартирмасдан таҳлил қилиш мумкин, бу ерда, таҳлил қилинаётган аралашма таркиби тўғрисида ўлчанаётган параметрга қараб бевосита ҳулоса чиқарилади. Таҳлил қилишда намунани ўзгартириш аналитик ўлчаш танланувчанлигини ошириш имконини беради. Намунани ўзгартириш учун физик усуллардан ҳам, кимёвий усуллардан ҳам фойдаланиш мумкин. Агар намунага таъсир қилиш унинг физик хоссаларини тубдан ўзгартириб юборса, бундай ўзгартириш **физик ўзгартириш** деб аталади. Агар намунага таъсир қилиш унинг таркибининг тубдан ўзгаришига олиб келса, у **кимёвий ўзгартириш** деб аталади.

Газ анализаторлари ҳажмига нисбатан $\%$, г/м^3 , мг/л ларда даражаланади. Биринчи бирлик анча қулайдир, чунки газ аралашмалари компонентларининг фоиз ҳисобидаги миқдори ҳарорат ва босим ўзгарганида доимийлигича қолади.

Газ анализаторлари таркибига датчик ва чиқиш сигналларини ўлчагичдан ташқари, асбобнинг нормал ишлашини таъминловчи бир қанча қурилмалар ҳам киради. Асосий, ёрдамчи қурилмалар газ аралашмаси намунасини танловчи, тозаловчи, узатувчи ва таҳлилга тайёрловчи қурилмалардир.

Газ анализаторларининг мавжуд таснифи аралашманинг аниқланадиган компонентларининг концентрациясини ўлчашга асос қилиб олинган физик-кимвий хоссаларга асосланади.

Қуйида саноатда кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

Термокондуктометрик газ анализаторлари

Термокондуктометрик газ анализаторларининг ишлаш принципи газ аралашмаси иссиқлик ўтказиш қобилятининг текшириляётган компонент концентрациясига боғлиқлигига асосланган. Агар бинар аралашмадаги компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ҳар хил бўлса, бу усулни қўллаш қулай. Кўп компонентли газ аралашмасини таҳлил қилишда юқоридаги усулни

қўллаш мумкин, лекин аниқланмайдиган компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги бир-биридан унча фарқ қилмай, аниқланаётган компонентнинг иссиқлик ўтказувчанлиги улардан анча фарқ қилиши керак.

Кўпчилик газ аралашмаларининг иссиқлик ўтказувчанлигини қуйидаги ифода билан аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{C_1}{100} \lambda_1 + \frac{C_2}{100} \lambda_2 + \frac{C_3}{100} \lambda_3 + \dots + \frac{C_n}{100} \lambda_n, \quad (6.1)$$

бу ерда $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ — иссиқлик ўтказувчанлиги тегишлича $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ бўлган компонентлар миқдори (бу ерда, $C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n = 100\%$ бўлиши шарт).

Аниқланмайдиган компонентларнинг йиғинди концентрацияси C_B (6.1) га кўра мос келадиган иссиқлик ўтказувчанлиги λ_B бўлган аралашманинг иссиқлик ўтказувчанлиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\lambda = \frac{C_A}{100} \lambda_A + \frac{C_B}{100} \lambda_B, \quad (6.2)$$

бу ерда C_A — иссиқлик ўтказувчанлиги λ_A бўлган аниқланадиган компонент миқдори.

$C_B + C_A = 1$ бўлганлиги учун аниқланадиган компонент концентрацияси C_A нинг аралашманинг ўлчанадиган иссиқлик ўтказувчанлиги λ га боғлиқлиги, аниқланмайдиган ва аниқланадиган компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанликлари маълум бўлганида, қуйидаги кўринишда бўлади:

$$C_A = (\lambda - \lambda_B) / (\lambda_A - \lambda_B). \quad (6.3)$$

Газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлигини ўлчаш учун таҳлил қилинаётган аралашма билан тўлдирилган камерага жойлаштирилган қиздириладиган ўтказгичдан фойдаланилади. Агар ўтказгичдан камера деворларига фақат иссиқлик ўтказувчанлик туфайлигина иссиқлик берилса, қуйидаги ифода тўғри бўлади:

$$Q = 2\pi \cdot l \cdot \lambda (t_n - t_c) / \ln(D/d), \quad (6.4)$$

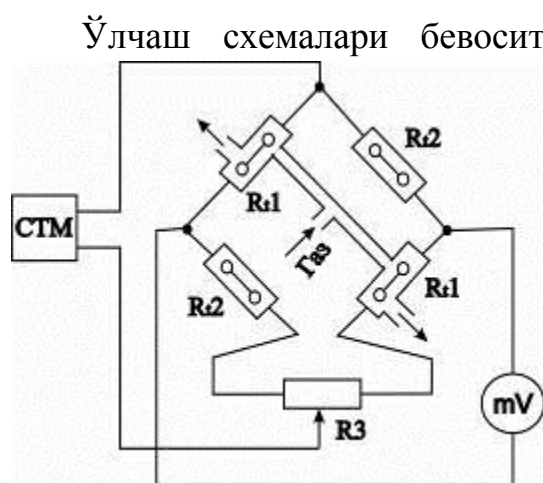
бу ерда Q — ўтказгич 1 секундда берадиган иссиқлик миқдори; l, d — ўтказгичнинг узунлиги ва диаметри; D — камера диаметри, λ — газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги; t_n, t_c — ўтказгич ва камера деворларининг ҳарорати.

Ўтказгич берадиган иссиқлик Q ва камера деворларининг атроф-муҳит ҳароратига боғлиқ бўлган ҳарорати t_c ўзгармас бўлганида газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги ўтказгичнинг ҳароратини, бинобарин, унинг ўтказувчанлигини бир хил қийматда аниқлайди. Ўтказгич сифатида электр қаршилигининг ҳарорат коэффиценти юқори ва кимёвий жиҳатдан чидамли металл симдан фойдаланилади; платина кўпроқ, волфрам, никел, тантал камроқ ишлатилади.

Термокондуктометрик газ анализаторларининг ўлчаш элементлари ўзи қизийдиган қаршилиқ термометри режимида ишлайдиган, платина тола жойлашган камера шаклидаги ўзгарткичдан иборат. Газ аралашмаси таркибининг ўзгариши унинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини ўзгартиради, натижада қизиган тола ва газ аралашмаси ўртасида ўзаро иссиқлик

алмашувининг жадаллиги ҳам ўзгаради. Толанинг электр қаршилиги текшириладиган компонент концентрациясини билдиради.

Бу турдаги саноат газ анализаторларида ўлчашнинг дифференциал усули қўлланилади, бу ерда, текшириладиган ва намуна газ аралашмаларининг иссиқлик ўтказувчанлиги ишловчи ва солиштирма камералар ёрдамида солиштирилади. Ишловчи камера оқиб ўтадиган қилиб ишланади, солиштирма камера эса таркибига концентрацияси ўлчашнинг пастки, ўрта ва юқориги чегарасига мос келадиган ўлчанаётган компонент кирган газ аралашмаси билан тўлдирилади.



6.1 – расм.

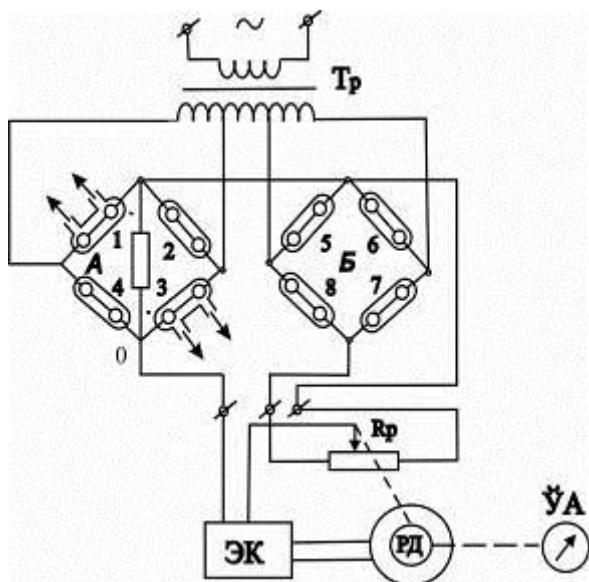
Термокондуктометрик газ

Ўлчаш схемалари бевосита ҳисоблаш ёки автоматик мувозанатлаш принципига кўра қурилади. 6.1-расмда кўрсатилган термокондуктометрик газ анализатори концентрацияни мувозанатлашган кўприк ёрдамида ўлчайди. Доимий сарфга эга бўлган текшириладиган газ аралашмаси R_1 ишловчи камераларга келади. Кўприкнинг қолган елкасига эталон аралашмаси R_2 ёрдамчи камералар уланган. Сизир элементнинг толалари кўприк схемасининг таъминлаш токи (СТМ — стабиллашган таъминловчи манба) ҳисобига қизийди. Кўприк схемаси R_3 реостат орқали созланади. Бу турдаги саноат газ анализаторининг ўлчаш

асбоблари стандарт автоматик компенсатор асосида бажарилади. Термокондуктометрик газ анализаторларида хато, асосан, қуйидаги сабабларга кўра содир бўлади:

- а) атроф-муҳит ҳароратининг ўзгариши, бу ерда, ўлчаш камераларининг деворларидаги ҳарорат ўзгаради;
- б) ўлчаш кўприги таъминловчи манба кучланишининг ўзгариши;
- в) газ аралашмасининг камералар (ячейкалар) орасида ўтиш тезлигининг ўзгариши;
- г) иккиламчи текширилмаётган компонентларнинг (хусусан, сув буғлари) мавжудлиги.

Ўлчаш блокини термостатлаш ва стабиллашган таъминлаш манбаларидан фойдаланиш зарурати асбобни мураккаблаштиради ва қимматлаштиради. Ҳаводаги ёки газ аралашмаларидаги (водороддан ташқари таркибида CO , CO_2 , CH_4 , N_2 ва O_2 бўлган) водород миқдорини, шунингдек, кўп компонентли аралашмаларда CO_2 миқдорини аниқлаш учун ТП туридаги термокондуктометрик газ анализаторларидан фойдаланилади (6.2- расм).



6.2 – расм. ТП туридаги автоматик газ таҳлилаторининг схемаси.

Схема мувозанатлашмаган иккита А ва Б кўприклардан иборат бўлиб, улар ўзгарувчан ток манбаидан трансформатор орқали таъминланади. Кўприкларнинг елкалари платина симлардан тайёрланган ва шиша баллончаларга жойлаштирилган. Ўлчаш кўпригининг иккита иш елкаси 1 ва 3 нинг атрофидан таҳлил қилинаётган газ ўтиб туради. Қолган иккита елкаси 2 ва 4 газ муҳитида туради, бу газнинг таркиби асбоб шкаласининг бошланишига мос келади. Таққослаш кўприги Б нинг иккита елкаси 6 ва 8 газ муҳитида туради, унинг таркиби асбоб шкаласининг бошланишига мос келади, елкалар 5 ва 7 эса таркиби шкала охирига мос келадиган газ муҳитида туради.

Таққослаш кўприги Б нинг диагонаliga реохорд R_p уланган, унинг сурмаси ва А кўприкнинг учи электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига уланган. Реверсив двигател РД реохорднинг сурмасини ва асбобнинг кўрсаткич стрелкасини а ва в кўприк учларидаги шкалада то кучланиш сурманинг реохорддан оладиган кучланиш билан мувозанатлашмаганига қадар суради. Газ анализаторининг кўрсатиши таъминлаш манбаи кучланишининг ўзгаришига ва атроф-муҳит ҳароратининг ўзгаришига боғлиқ эмас.

ТП туридаги газ анализаторлари бир нечта русумларда чиқарилади: ТП 1120—бинар ва кўп компонентли газ аралашмаларида водород миқдорини аниқлаш учун; ТП 7102—ҳаводаги гелий миқдорини аниқлаш учун; ТП 4102—ҳаводаги азот ва гелий миқдорини аниқлаш учун. Таҳлил қилинаётган газ тури ва ўлчаш чегараларига кўра асосий хатолик $\pm 2,5$; $\pm 4,0$; $\pm 10\%$ бўлади. Газ аралашмасининг ҳажмий сарфи $12\text{ см}^3/\text{с}$, босим 70—130 кПа. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 3 дан 110 с гача. Чиқиш сигналлари 0—5 мА; 0—100 мВ; 0—10В.

Термомагнит газ анализатор

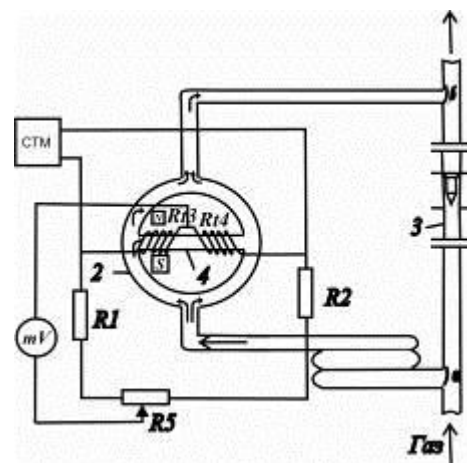
Газлар орасида кислород алоҳида парамагнетизм хусусиятига эга. Кислород магнит майдонга бошқа газларга нисбатан кўпроқ тортилади. Унинг бу хоссаси мураккаб газ аралашмаларидаги кислород концентрациясини ўлчашга имкон беради

Барча (кислородни таҳлил қиладиган) магнитли газ анализаторлари термомагнит ва магнитомеханик асбобларга бўлинади.

Кислороднинг ҳарорати ўзгарганда унинг магнит хоссаларининг ўзгариш самарасига асосланган **термомагнит** усули кенг тарқалган. Бу усул термомагнит конвекция ҳодисасига асосланган. Агар ток билан қиздирилган ўтказгич бир жинсли бўлмаган магнит майдонга ўрнатилса, газ аралашмасининг хоссаси камаяди, шу сабабли ўтказгич атрофида магнит майдоннинг кучли ерларидан кучсиз ерларига томон аралашманинг ҳаракати бошланади. Ҳароратнинг кўтарилиши сабабли газнинг магнит хоссаси камаяди, натижада газ

аралашмасининг ички оқими вужудга келади. Бу оқимда қизиган газ аралашмаси термомагнит конвекция ҳодисаси сабабли узлуксиз сиқиб чиқарилади. 6.3-расмда термомагнит газ анализаторининг принципал схемаси келтирилган.

Текшириладиган газ аралашмасининг ҳарорати иссиқлик алмаштиргич 1 ёрдамида турғунлашади. Аралашма сарфининг доимийлиги ўлчаш ўзгарткичи 2 ни ротаметр 3 орқали шунтлаш йўли билан таъминланади. Шу сабабли тизим киришидаги газ сарфининг тебранишлари ўзгарткичдан ўтиш тезлигига таъсир қилмайди, чунки а ва б нуқталар орасидаги босимлар фарқи доимий бўлиб қолади. Ўзгарткичнинг газли бўшлиғи кўндаланг каналли ҳалқа камера 4 шаклида диамагнит материалдан ишланади. Каналнинг кириш қисми доимий магнит майдон орасига жойлашади, унинг ичида эса $Rt\ 3$, $Rt\ 4$ икки секцияли платина чулғамлар ўрнатилади, бу чулғамларнинг қаршилиги номувозанат кўприкнинг икки елкасини ҳосил қилади. Агар бошланғич аралашмада кислород бўлмаса, кўндаланг каналда ҳаракат бўлмайди. Аралашмада кислород бўлса, унинг молекулалари магнит майдонига йўналиб, каналга тортилади. Rt чулғамлар ўлчаш схемаси манбаининг токи таъсирида $100\ldots 200^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилгани сабабли канал 4 га келган кислород ҳам қизий бошлайди. Ҳарорат кўтарилиши билан магнитнинг кислородга таъсири камаяди, шунинг учун газнинг янги қисми магнит майдон ҳудудига тортилиб, қизиган кислородни ҳалқа камерага итаради.



6.3 – расм. Термомагнит газ анализаторининг схемаси

Газнинг ҳосил бўлган конвекцион оқими иссиқликни асосан чулғамдан олади, шунинг учун секциялар ҳарорати ҳар хил бўлиб қолади.

$Rt\ 3$ ва $Rt\ 4$ қаршиликларнинг текшириладиган газ концентрациясига мутаносиб ўзгариши натижасида, кўприкнинг ўлчаш диагоналида нобаланслик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал шкаласи кислороднинг фоиз миқдорида даражаланган автоматик потенциометр орқали ўлчанади. Ўлчаш кўприги стабиллашган таъминлаш манбаидан (СТМ) таъминланади. Қаршилиқ $R5$ кўприк манбаининг ток кучини ўрнатиш учун хизмат қилади; $R1$ ва $R2$ доимий манганин қаршиликлар.

Ўлчашнинг термомагнит усулида хатолар, асосан, қуйидаги сабабларга кўра содир бўлади:

- а) атроф-муҳит ҳароратининг ўзгариши натижасида газ аралашмасининг магнитланиши ўзгаради;
- б) сезгир элемент иссиқлигининг ўзгариши (ўлчаш кўприги манбаи кучланишининг ўзгариши);
- в) текшириладиган газ аралашмаси ёки атмосфера босимининг ўзгариши;

г) магнитларнинг эскириши натижасида магнит майдони кучланишининг ўзгариши.

Сезгирликни ошириш ва хатоликларни камайтириш учун саноатда фойдаланиладиган газ анализаторларида ўлчаш ва таққослаш кўприklarининг тегишли елкаларига уланган иккита ҳалқали компенсацион ўлчаш схемалари қўлланилади.

Таҳлил қилинаётган газ ҳарорати ва босимининг ўзгариши, шунингдек, ўлчаш схемасини таъминловчи кучланишнинг ўзгариши ҳар қайси кўприкнинг ўлчаш диагоналларидаги кучланишига бир хилда таъсир этади, шунинг учун газ анализаторининг кўрсатишларига бу ўзгаришлар таъсир қилмайди.

Тутун газларидаги кислород миқдорини узлуксиз аниқлаш учун МН 5106-1 туридаги термомагнит газ анализатори ишлатилади, унинг ўлчаш чегаралари бир нечта бўлиб, улардан энг максимали 0—10%. Юқориги ўлчаш чегарасининг асосий хатолиги $\pm 2\%$. МН 5130-1 русумли газ анализатори икки ёки уч компонентли газ аралашмаларидаги кислород концентрациясини узлуксиз ўлчаш ва стандарт электр сигналлари бериш учун мўлжалланган. Сигнал бериш қурилмаси билан жиҳозланган. Ўлчаш натижаларини кўрсатиш ва ёзиш учун газ анализатори билан биргаликда иккиламчи ўзиёзар асбобдан фойдаланилади. Кислородни ўлчаш чегаралари 0—0,5 дан 80—100% гача. Асосий хатолик ± 2 дан 10% гача (ўлчаш чегараларига қараб). Газ аралашмасининг ҳажмий сарфи 12 см³/с, босими 90—105 кПа. Ўлчаш вақти 120 с. Чиқиш сигналлари 0-5 мА, 0—100 мВ.

Абсорбцион-оптик газ анализаторлари

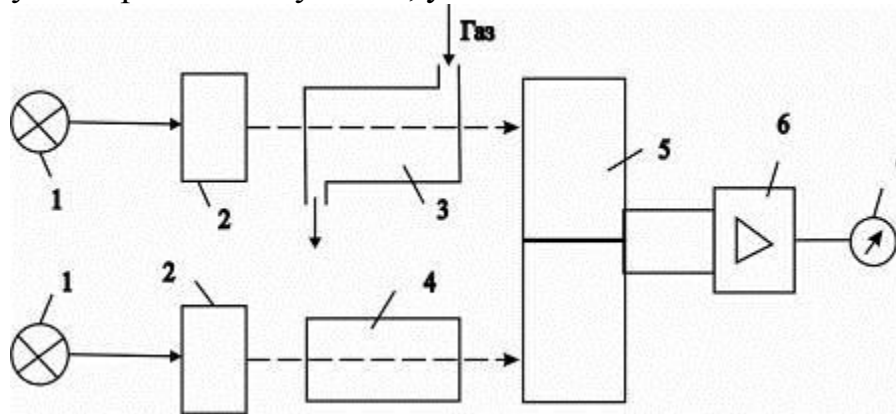
Оптик газ анализаторларида оптик зичлик, синдириш коэффициенти ва бошқа оптик хоссаларнинг текшириладиган компонент концентрациясига боғлиқлигидан фойдаланилади. Электромагнит нурланиш жадаллигининг пасайиши ёки нурланиш оқимининг текшириладиган газ спекторининг инфрақизил, ултрабинафша ёки кўринадиган қисмларидаги ютилишини ўлчашга асосланган абсорбцион-оптик усул кўпроқ тарқалган.

Водород, аммиак, метан каби газлар инфрақизил нурларни, хлор, озон, симоб буғлари эса ултрабинафша нурларни ютади. Шунинг учун таҳлил қилинаётган компонент турига қараб бундай газ анализаторларида инфрақизил ёки ултрабинафша нурланишдан фойдаланилади.

Спектрнинг инфрақизил соҳасида ишлайдиган газ анализаторларида нурлаткичлар сифатида 700—800°С гача қиздирилган сим спиралларидан фойдаланилади. Спектрнинг ултрабинафша соҳасида ишлайдиган газ анализаторларида эса газ рязряд лампаси нурланиш манбаи бўлиб хизмат қилади.

Оптик-абсорбцион газ анализаторларининг кўпи дифференциал схема бўйича қурилган (6.4-расм). Манба 1 дан олинадиган нурланиш оқими йўлида ёруғлик филтрлари 2 орасидан текшириладиган газ аралашмаси ўтадиган ишловчи камера 3 ва аниқланаётган компонент қўшилмаган газ аралашмаси билан тўлдирилган таққослаш камераси 4 ўрнатилади. Қабул қилгич 5 иш ва таққослаш камераларидаги нурланиш жадаллиги фарқини қабул қилади, аниқланаётган компонент миқдорига мутаносиб бўлган нобаланслик сигнали эса

кучайтиргич 6 да кучайиб, ўлчаш асбоби 7 да қайд қилинади.



6.4 – расм. Оптик – абсорбцион газ анализаторининг блок –

Одатда оптик газ анализаторлари компенсацион схема бўйича ишланиб, ўлчаш схемаси оптик, газ ёки электр усуллар ёрдамида мувозанатланади. Оптик компенсация усулида тескари алоқа сигнали тўсиқ ёки оптик пона силжишига айлантирилади. Бу эса таққослаш каналида нурланиш жадаллигини тегишлича ўзгартиради. Иккинчи ҳолда, таққослаш каналида нурланиш оқими йўлида компенсацияловчи аралашма қатламнинг қалинлиги ўзгаради. Ва, ниҳоят, электр компенсациялаш усулида занжирда электр билан таъминлаш кучланиши ўзгартирилади.

Инфрақизил нурланишли газ анализаторларида қолдиқ энергия текшириляётган компонент билан тўлдирилган нур қабул қилгичларида ютилади. Узлукли нурланишдан фойдаланилганда нур қабул қилгичда энергиянинг ютилиши сабабли ҳароратнинг ўзгариши, шу билан бирга босимнинг ўзгариши вужудга келади. Бу тебранишларни тегишли ўлчаш асбоби билан олинган нур каби қабул қилгич микрофонининг мембранаси қабул қилади.

Бундай нур қабул қилгичда газ босимининг пулсланиши акустик самара номини олган. Бундай газ анализаторлари эса оптик-акустик асбоблар дейилади. Бу асбобларнинг афзаллиги уларнинг универсаллигидадир, чунки кўпчилик моддаларнинг инфрақизил ютилиш спектри бир-биридан фарқ қилади.

Оптик-акустик газ анализаторлари газ ва буғларнинг маълум тўлқин узунликдаги инфрақизил нурларни (0,76 дан 750 мкм гача) танлаб ютишига асосланган. Бу газ анализаторларида, одатда, фақат тўлқин узунлиги 2,5—25 мкм бўлган нурлардангина фойдаланилади. Агар газ қатлами орқали инфрақизил нурлар ўтказилса, улардан фақат тебраниш частотаси газ молекулаларининг хусусий тебраниш частоталарига тенг бўлган нурларгина ютилади. Бу ерда, ютилган нурларнинг энергияси молекулаларнинг кинетик энергиясини кўпайтиришга сарфланади ва иссиқлик тарзида тарқалади. Молекулаларнинг тебраниш частотасидан фарқ қилинадиган частотадаги нурлар эса газдан ўзгармасдан ўтади. Ҳар қайси газ ўзига хос спектрлар соҳасидаги маълум хоссали радиацияни ютади, масалан, углерод оксиди 4,7 мкм қийматдаги, углерод кўшуксидида —2,7 ва 4,3 мкм қийматлардаги, метан—3,3 ва 7,65 мкм қийматдаги радиацияларни ютади. Бу эса оптик-акустик усуллар билан газларни таҳлил қилишни танлаб ўтказишга имкон беради.

Танлаб ютиш ҳодисаси Ламберт — Бер қонуни билан ифодаланади, у тўлқин узунлиги λ бўлган монохроматик нурланиш учун қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$C = (I/K_\lambda \cdot l) \cdot \lg(j_0/j), \quad (6.5)$$

бу ерда C — текиширилаётган газ намунасида ютадиган модданинг концентрацияси; K - тўлқин узунлиги λ бўлганда модданинг ютиш коэффициенти; l — намуна қатламнинг қалинлиги (кюветнинг узунлиги); j_0, j — намуна олингунча ва намуна олингандан кейинги нурланиш жадаллиги.

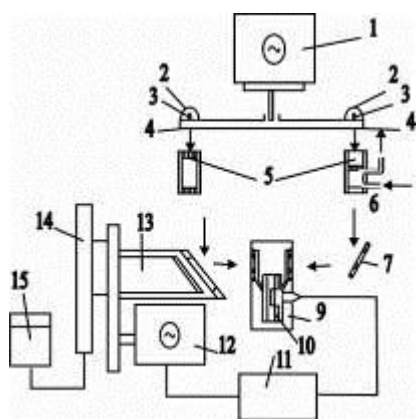
Саноатда фойдаланиладиган инфрақизил ютилишли оптик - акустик газ анализаторларида вақти-вақти билан инфрақизил нурлар ўтказиб туриладиган кювет бўйича йўналтириб туриладиган мураккаб газ аралашмаси текиширилаётган газ намунаси бўлиб хизмат қилади. Бу ерда, нурларнинг бир қисми ютилади, бир қисми эса иккинчи асбоб билан боғланган сезгир элементга тушади.

Нурлар намунадан ўтганидан кейин интеграл нурланишлар фарқини ўлчайдиган сезгир элемент сифатида танловчи нур қабул қилгичдан фойдаланилади. Бу қабул қилгич таҳлил қилинадиган компонент билан тўлдирилган камерада иборат бўлиб, инфрақизил нурлар ўтиши учун туйнук билан жиҳозланган. Агар нур 1 қабул қилгичига вақти-вақти билан инфрақизил нурлар тушиб турса, у ҳолда камерада турган газ вақти-вақти билан исиб совиб туради.

Ўзгармас ҳажмли камерада турган газ ҳароратининг ўзгариши натижасида унинг босими ҳам ўзгаради, босимнинг бу ўзгаришини нур қабул қилгич ичида турган мембрана қабул қилади. Нур қабул қилгич битта газ билан тўлдирилгани учун нур энергиясини ютиш жараёни танловчи бўлади ва у билан боғлиқ бўлган ҳарорат ҳамда босим ўзгаришлари нур қабул қилгични тўлдириб турган газнинг ютиш спектрига мос келувчи маълум тўлқин узунлигидагина содир бўлади. Газ аралашмаси ўтказиладиган кюветда, аниқланаётган компонентнинг концентрациясига қараб, нур энергияси оқими сусаяди, шунинг учун нур қабул қилгич камерасида ҳарорат ва босимнинг ўзгариш амплитудаси бу компонентнинг газ аралашмасидаги миқдориға тескари мутаносиб равишда ўзгаради.

Ўлчаш схемаларига кўра оптик-акустик газ анализаторлари икки гуруҳга: компенсацион ва бевосита ўлчаш анализаторларига бўлиниши мумкин.

6.5- расмда оптик-акустик газ анализатори ОА-2209 нинг принципиал



схемаси кўрсатилган, у газ аралашмаларида углерод кўшюксидини аниқлаш учун мўлжалланган. Газ анализатори узлуксиз ишлайдиган автоматик асбоб бўлиб, қабул қилгич блоки ва иккиламчи асбоб КСУ2 дан иборат.

Газ аралашмасидаги таҳлил қилинаётган компонентнинг миқдори компенсацион усул билан ўлчанади. Электр токи қиздирадиган иккита нихром спирал 3 инфрақизил нурланиш манбаи бўлиб хизмат қилади.

Нурларнинг йўналган оқимини ҳосил қилиш учун ҳар қайси спирал қайтаргич 2 нинг фокусига жойлаштирилган. Инфрақизил нурлар оқими қизиган спираллардан айна бир вақтда обтюратор 4 ёрдамида 5 Гц частота билан узилади ва икки оптик каналга йўналтирилади, обтюраторни синхрон двигател 1 айлантиради.

Ўнг каналда инфрақизил нурларнинг узлукли оқими филтрлаш камераси 5 ва иш миқдори компенсацион усул камераси 6 дан кетма-кет ўтиб, қайтарувчи пластина 7 нинг ортига тушади ва ундан нур қабул қилгич 9 нинг ўнг цилиндри 8 га йўналади. Чап каналда инфрақизил нурларнинг узлукли оқими филтрлаш камераси 5 ва компенсацияловчи камера 13 дан ўтиб, нур қабул қилгич 9 нинг чап цилиндрига тушади. Фақат ўлчанмайдиган компонент билан тўлдирилган филтрлаш камералари 5 газ анализаторларнинг хатолигини қўшимча равишда камайтиришга имкон беради, бу хатоликларга газ аралашмасида ўлчанмайдиган компонентлар миқдорининг ўзгариши сабаб бўлади. Компенсацияловчи камера 13 чап каналдаги инфрақизил нурлар оқимининг йўлида газ аралашмаси қатламининг қалинлигини ўзгартириш, шунингдек, бу оқимнинг йўналишини ўзгартириш учун хизмат қилади.

Текширилаётган газ аралашмаси иш камераси 6 орқали узлуксиз ўтиб туради. Агар аралашмада таҳлил қилинаётган компонент бўлмаса, у ҳолда нур қабул қилгичнинг камерасига инфрақизил нурларнинг бир хил оқимлари келади, мембрана тебранмайди ва нур қабул қилгичдан сигнал чиқмайди. Агар газ аралашмасида изланилаётган компонент бўлса, у ҳолда иш камераси 6 да инфрақизил нурларнинг қисман ютилиши натижасида нур қабул қилгичнинг ўнг цилиндрига уларнинг заифлашган оқими, чап цилиндрига эса заифлашмаган оқими киради. Бу эса цилиндрлардаги газ ҳарорати ва босимининг фарқлари ҳосил бўлишига олиб келади.

Обтюратор узлуксиз нур чиқариб турганида нур қабул қилгич цилиндрларидаги газ совийди ва босим камаяди, натижада цилиндрларда босимнинг вақти-вақти билан пулсацияланиши юз беради. Газ анализаторнинг кўрсатишлари аниқлигини ошириш учун цилиндрларига инерт газлари қўшилган таҳлил қилинаётган газ тўлдирилади. Нур қабул қилгичнинг цилиндрлари фақат таҳлил қилинаётган компонент ва инфрақизил нурларга инерт бўлган азот билан тўлдирилгани учун босимнинг пулсацияланиши фақат таҳлил қилинаётган газ ютадиган нурланиш спектри ҳисобигагина вужудга келади. Шундай қилиб, асбобда танлаб ютишга ва таҳлил қилишга эришилади.

Нур қабул қилгич 9 да босимнинг ўзгариши конденсаторли микрофон 10 да ўзгарувчан токка айланади. Бу ток кучайтиргичида кучайтирилиб, реверсив двигател 12 га берилади ва унинг ротори айлана бошлайди. Бу ерда, компенсацияловчи камера 13 нинг қайтарувчи поршени бирор томонга сурилиб, ютувчи қатламнинг қалинлигини оширади ёки камайтиради. Нур қабул қилгич цилиндрларига тушаётган нур оқимлари бир-бирига тенг бўлиб қолган пайтда нур қабул қилгичдан чиқаётган электр сигнали йўқолади ва двигател тўхтайдди. Шундай қилиб, камера 13 поршенининг вазияти доимо таҳлил қилинаётган компонент концентрациясига мос келади. Поршеннинг бу вазияти ўз навбатида реохорд 14 орқали иккиламчи асбоб 15 билан қайд этилади. Углерод

кўшокси́дини ўлча́ш чегара́лари 0—1 дан 0—100% гача. Асосий хатолик $\pm 2,5\%$. Газ аралашмаси сарфи $8,3 \text{ см}^3/\text{с}$, босим 0,3 кПа. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 30 с. Чиқиш сигнали 0—5 мА.

Баён қилинган ОА-2209 туридаги газ анализатори дифференциал (икки нурли, икки каналли) компенсацияловчи асбобдир. Унинг асосий камчилиги нурлаткичларнинг эскириши, иш кюветларининг ифлосланиши, шишалар шаффофлигининг ўзгариши ва шу кабилар туфайли шкала ноли вазиятининг ўзгариб туришидир.

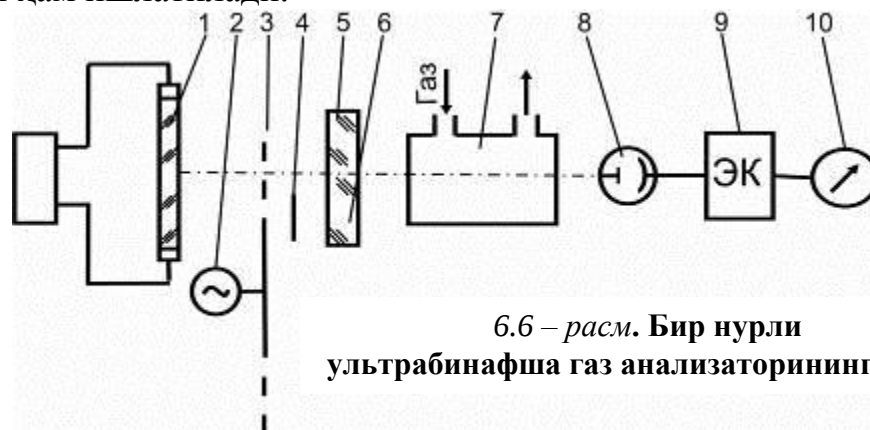
Бевосита ўлчайдиган бир нурли газ анализаторида нолнинг турғунлиги анча юқори бўлади. Бу асбоб дифференциал асбобга қараганда танловчанлиги юқорилиги билан фарқ қилади. Масалан, метанни таҳлил қилишда CO_2 , CO ва намнинг таъсири бир нурли асбоб учун икки нурли асбобга қараганда 3—5 марта кам бўлади.

Ультрабинафша нурлари ютиладиган газ анализаторларида ҳаводаги симоб буғлари концентрациясини, хлор, водород сулфид, азот кўшокси́ди ва бошқа моддаларнинг концентрациясини ўлчашда қўлланилади.

Ультрабинафша нурларнинг манбаи симобли лампалар бўлиб, улар чиқарган нурларнинг кўп қисми ультрабинафша нурлар бўлади. Нурланишни қўшимча монохроматлаш учун шиша светофорлардан фойдаланилади, улар таҳлил қилинаётган модда ютилишининг максимуми вазиятига қараб танланади.

Ультрабинафша нурланишни электр сигналига айлантириш учун фотоэлементлар ва фоторезисторлардан фойдаланилади.

Амалда ультрабинафша нурларни ютадиган электр компенсацияли икки нурли газ анализаторлари, оптик компенсацияли газ анализаторлари, шунингдек, бевосита ўлчайдиган, ультрабинафша нурларни ютадиган бир нурли газ анализаторлари ҳам ишлатилади.



6.6 – расм. Бир нурли ультрабинафша газ анализаторининг

6.6-расмда бир нурли ультрабинафша нурларни ютадиган газ анализаторнинг блок-схемаси кўрсатилган. Асбобда битта манба 1 ва битта фото қабул қилгич 8 бор. Манбанинг нурланишини электр двигател 2 айлантирадиган обтюратор 3 узади ва у қарама-қарши фазаларда ўзгарадиган иккита бир хил оқимга бўлинади. Бу оқимларнинг ҳар қайсиси тегишли оптик ёруғлик филтри — иш филтри 5 ва таққослаш филтри 6 дан ўтади.

Филтрларнинг шаффофлик полосалари беркитилмайди ва f_1 , f_2 частоталар чегарасида тўпланган. Нурларнинг филтрланган оқимлари иш кювети 7 дан ўтади, бу кювет орқали нурланишни f_1 частотада ютадиган таҳлил қилинаётган

газ кювет 7 га ҳайдалади, сўнгра оқим умумий нур қабул қилгичга келади. Кювет 7 да таҳлил қилинаётган, компонент бўлмаганида иш ва таққослаш оқимларининг жадаллиги нолни ростлаш заслонкаси 4 ни суриш йўли билан бараварлаштирилади.

Бу ҳолда тизим мувозанатлашади ва фото қабул қилгичдан олинадиган фарқ сигнали нолга тенг бўлади. Таҳлил қилинаётган газ кюветга кирганида f_1 частотадаги нурланиш оқимининг жадаллиги камаяди, f_2 частотасидагиники эса ўзгаришсиз қолади.

Фото қабул қилгич чиқишида фарқ сигнали ҳосил бўлади ва у кучайтиргич 9 да кучайтирилади. Фарқ сигналининг амплитудаси таҳлил қилинаётган компонент концентрациясининг ўлчови бўлиб хизмат қилади. Концентрация иккиламчи асбоб 10 билан ўлчанади.

Ҳарорат туфайли юзага келадиган хатони йўқотиш учун асбоб термостатланади. Ўлчаш чегаралари 0—30 мг/л; масса буйича 0—3%; асосий хатолик шкала диапазониининг $\pm 4\%$ и атрофида.

Электр-кимёвий газ анализаторлари

Электр-кимёвий усуллардан газларни ва буғларни узлуксиз тарзда автоматик таҳлил қилишда фойдаланилади. Айниқса бу усуллар ҳаводаги мавжуд захарли газларнинг микроконцентрациясини, тоза газлар ишлаб чиқаришда ифлослантирувчи газлар концентрациясини, шунингдек, суюқликларда эриган газлар концентрациясини аниқлаш учун кенг қўлланилади.

Электр-кимёвий газ анализаторларида бирор компонентнинг концентрацияси аниқланаётган компонент билан реакцияга киришган газ аралашмасининг электр-кимёвий хоссаларининг ўзаришига қараб аниқланади. Қуйида энг кўп тарқалган асбоблар кўриб чиқилади.

Кондуктометрик газ анализаторлари газ аралашмасининг ўлчанадиган компонентини абсорбцияловчи ютувчи эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини ўлчашга асосланган.

Контактли кондуктометрик усуллар шу билан характерланадики, ютувчи эритма ўлчаш ячейкасининг электродлари билан бевосита контактлашади. Бу асбоблар мураккаб қурилмалар бўлишни талаб қилмайди, кўрсатишларни бевосита ҳисоблаб боришга имкон беради, тайёрланиши ва ишлатилиши содда.

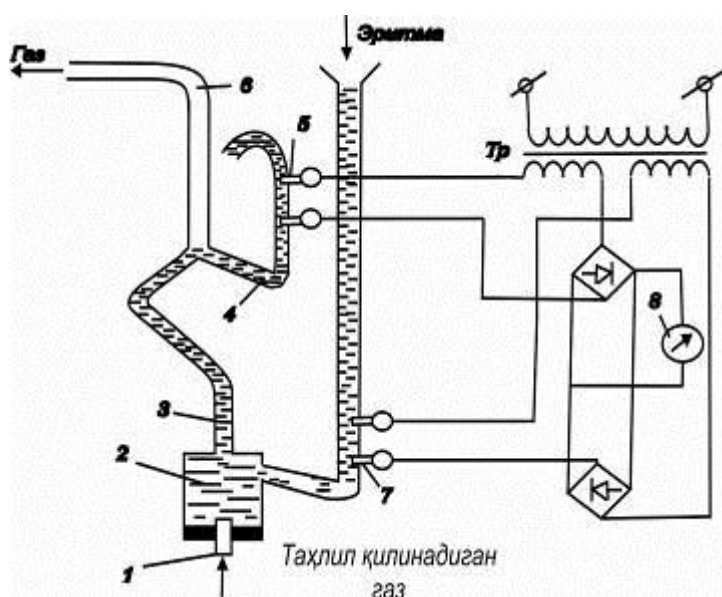
Ютувчи эритма сифатида, одатда, шундай эритма танланадики, у таҳлил қилинаётган компонент билан қайтмас реакцияга киришади.

Диссоциацияланган молекулалар сони камайиши натижасида эритманинг электр ўтказувчанлиги ютилган компонент микдорига мутаносиб равишда камаяди. Ютувчи эритмалар таҳлил қилинаётган компонент билан қайтмас реакцияга кириши натижасида асбоб каналчаларининг деворларида ҳамда ўлчаш электродларида чўкмалар ҳосил бўлади, бу эса ўлчаш натижаларини хато кўрсатади ва компонентларнинг микроконцентрацияларини аниқлашда газ анализаторларидан фойдаланишни чеклаб қўяди.

Кондуктометрик ўлчашлар учун ўлчанаётган компонент абсорбциясининг қайтар реакцияларидан ҳам фойдаланиш мумкин; уларнинг афзалликлари: реакцияларда чўкмалар абсорбцияланмайди ва ютувчи эритмаларнинг

регенерацияланиш имкони бор. Бироқ, кўпгина ҳолларда бундай ютувчи эритмаларнинг танлаш даражаси кам бўлади.

6.7- расмда кондуктометрия принципида ишлайдиган газ анализаторнинг схемаси келтирилган. Таҳлил қилинадиган газ капилляр найча 1 орқали ўтади ва реакция борадиган идиш 2 ҳамда чулғамли найча 3 га берилади, у ерда аниқланадиган компонент ўзгармас тезликда бериб туриладиган электролит эритмаси билан абсорбцияланади. Шундан кейин электролит эритмаси бир жуфт электродлари 5 турган ўлчаш ячейкасида ўтади, газ фазаси эса газ анализаторидан найча 6 орқали чиқарилади. Таққослаш электродлари 7 найчада туради, бу найча орқали электролитнинг янги эритмаси берилади.



6.7 – расм. Кондуктометрик газ анализаторининг схемаси

Шундай қилиб, газ анализаторларида электролит эритмасининг электр ўтказувчанлиги ўлчанаётган компонент абсорбциялангунча ва абсорбциялангандан кейин ўлчанади. Ўтказувчанлик қийматларидаги фарқлар аниқланадиган компонентнинг иккиламчи асбоб 8 ёрдамида ўлчанадиган концентрациясига мутаносиб бўлади. Электролиз вақтида чўкмалар ҳосил бўлишининг олдини олиш учун ячейка электродларига ўзгарувчан кучланиш берилади, кейин бу кучланиш тўғриланади.

Электр ўтказувчанликни ўлчашга асосланган газ анализаторидан O_2 , CO_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , сув буғи ва бошқа компонентларни таҳлил қилишда фойдаланиш мумкин.

Кулонометрик газ анализаторлари электролиз вақтида сарфланган электр миқдорини ўлчашга асосланган. Фарадей қонунига кўра, электролизда G миқдордаги модда ажралиб чиқиши учун эритма орқали τ вақт мобайнида I токни ўтказиш зарур:

$$G = M \cdot \tau (96492 \cdot n), \quad (6.6)$$

бу ерда M — оксидланган ёки тикланган (қайтарилган) модданинг молекуляр массаси; n — электролиз жараёнида қатнашувчи электронлар сони.

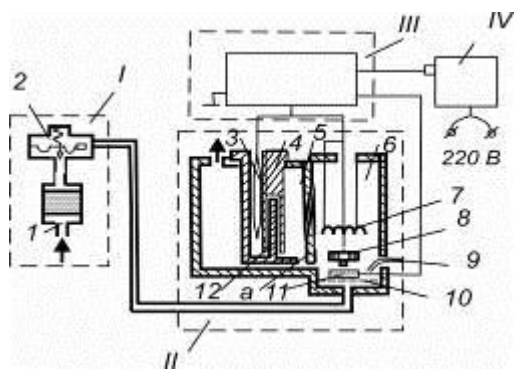
Электролиз вақтида ажралиб чиққан модда газ аралашмасининг таҳлил қилинаётган компоненти билан батамом боғланади, шу туфайли компонент концентрациясининг ўлчови бўлиб ўтаётган ток I хизмат қилади. Ток эритманинг нейтралланиши таъминладиган қилиб танланади.

Кулонометрик газ анализаторлари ўлчашнинг компенсацион усули қўлланилганлиги туфайли ўлчаш натижаларининг юқори аниқлигини таъминлайди, уларнинг кўрсатиши газнинг намлигига, босимига, ҳароратига, атроф-муҳитнинг параметрларига боғлиқ бўлмайди.

Ҳаводаги SO_2 , H_2S , Cl_2 , O_3 ларнинг микроконцентрациясини ўлчашга мўлжалланган «Атмосфера 1» ва «Атмосфера 2» газ анализаторлар мавжуд.

Поляррографик газ анализаторлари индикаторли, таққословчи ва ёрдамчи электродлари бор уч электродли электролитик ячейка занжирида диффузион токнинг чегаравий кучини ўлчашга асосланган. Ўлчашда индикатор электрод билан таққослаш электроди ўртасидаги потенциаллар фарқи назорат қилинади, таққослаш электродининг потенциали ўзгармас бўлади. Потенциаллар фарқи таъминлаш блокидан олинладиган таянч кучланиш билан таққосланади. Потенциаллар фарқи таянч кучланишдан узилганида электродларга бериладиган кучланиш ўзгаради, бунинг натижасида потенциаллар фарқи билан таянч кучланишнинг тенглиги тикланганига қадар ёрдамчи ва индикаторли электродлар потенциаллар фарқи ўзгаради. Агар электродда электр-кимёвий жиҳатдан актив моддалар бўлмаса, индикаторли электрод қутбланади ва ўлчаш занжирида ток кучи нолга тенг бўлади.

Ячейкага электр-кимёвий жиҳатдан актив модда киритилса, ўлчаш занжирида ток пайдо бўлиб, унинг кучи моддалар концентрациясига мутаносиб бўлади.



6.8 – расм.

Поляррографик газ

Кислородни таҳлил қилладиган поляррографик газ анализаторининг газлардан тозалангандаги схемаси 6.8- расмда кўрсатилган.

Газ анализатори намуна тайёрлаш блоки I, ячейка II, таъминлаш блоки III, потенциометр IV дан иборат. Индикаторли электрод 8 ва ёрдамчи электрод 7 индикатор камераси 6 да жойлаштирилган стерженга ўрнатилган. Таққослаш электроди 3 камера 5 га захира электролит билан бирга жойлашган алоҳида корпус 4 да жойлашган ва иш электролити билан ош тузидан тайёрланган кўприк 12 ёрдамида бирлашган. Индикатор камерасида электролитнинг талаб этилган сатҳини сақлаб туриш учун а ва б каналлар хизмат қилади. Индикатор камерасига камеранинг иш ҳажмини термостатлаш учун қиздириш elementi II ва ҳарорат индикатори 9 ўрнатилган.

Индикаторли ва ёрдамчи электродлар олтиндан тайёрланган, таққослаш электроди сифатида эса тўйинтирилган каломел ёки кумуш югуртирилган хлор электродлардан фойдаланилади. Ячейкада электролит ёрдамида кислородни

аниқлашда NaOH нинг 0,1 и эритмаси ёки NHCO_3 нинг 0,1 и эритмаси ишлатилиши мумкин.

Газ анализаторига бериладиган газ намунани механик қўшилмалардан тозалайдиган филтр 1 орқали юборилади. Намунани бериш тезлиги сарф ростлагичи ёрдамида ростланади. Шундан кейин газ ячейкага келади, электролитда ўз босимига мутаносиб равишда эрийди. Таҳлил қилинаётган газ электролит устида йиғилиб, электролитни индикаторли камерадан сиқиб чиқаради, канал а нинг пастки кесиги сатҳига қадар, сўнгра захира электрлит билан камера орқали барботирланиб, атмосферага чиқариб ташланади.

Газ анализатори кислороднинг бешта ўлчаш диапазониغا эга: 0—0,1; 0—0,2; 0—0,5; 0—1; 0—2. Асосий хатолик ўлчаш диапазонининг $\pm 5\%$ ига тенг.

Термохимёвий газ анализаторлари

Бу газ анализаторларининг ишлаши кислороднинг бошқа газлар билан катализаторлар иштирокида ўтадиган реакциясининг иссиқлик самарасини ўлчашга асосланган. Мазкур асбобларнинг икки гуруҳи кенг тарқалган.

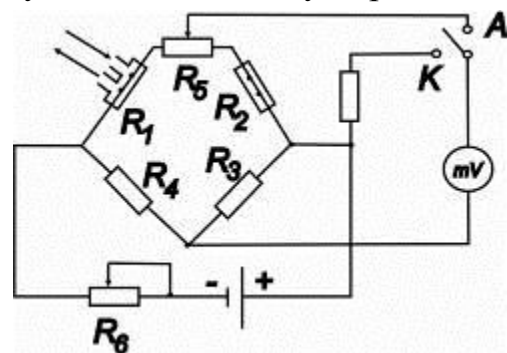
Асбобларнинг биринчи гуруҳида ёниш каталитик актив бўлган платина толада содир бўлади, бу тола айна бир вақтда сезгир элемент — ўлчаш кўпригининг елкаси ҳисобланади. Бу гуруҳдаги асбобларда таҳлил қилиш аниқланадиган компонент ёнганида ҳароратнинг ортишини ўлчашга асосланган.

Иккинчи гуруҳ асбобларда оксидланиш реакцияси катализатор қатламида содир бўлади, реакциянинг иссиқлик самараси эса қаршилиқ термометри ёки шу катализаторда жойлаштирилган термобатарея билан ўлчанади.

Биринчи гуруҳ термохимёвий газ анализаторларининг принципаал схемаси 6.9-расмда келтирилган. Газ анализаторининг ўлчаш схемаси ўзгармас ёки ўзгарувчан токда ишлайдиган мувозанатлашмаган кўприкдан иборат. Иш

ячейкаси деб юритиладиган оқим ўлчаш ячейкаси кўприкнинг битта елкаси R_1 ни ҳосил қилади. Кўприкнинг R_2 елкасини ҳосил қиладиган таққослаш ячейкаси ўз параметрлари ва тузилиши жиҳатидан иш ячейкасига эквивалент бўлиб, ҳаво тўлдирилган бўлади. Кўприкнинг R_3 , R_4 елкалари ўзгармас қаршилиқлар бўлиб, улар манганиндан тайёрланган. Кўприкли схеманинг ноли реостат

R_5 билан ўрнатилади. Таҳлил қилинаётган компонентнинг ёнишида ҳароратнинг ортиши билан платина толаси электр қаршилигининг ўзгариши ўлчаш кўприги мувозанатининг бузилишига олиб келади. Мувозанат бузилгандаги ток кучи газ аралашмасидаги компонент миқдорига мутаносиб бўлади. Ўлчаш асбоби таҳлил — назорат қайта улагичи ёрдамида схемага киритилган маҳсус ўзгармас резисторга уланади асбобнинг стрелкаси R_5 реостат стрелкаси билан талаб этилган репер (таянч) нуқтага қўйилади. Милливольтметрнинг шкаласида платина толасини қиздирадиган, турли компонентларни таҳлил қилиш учун зарур бўлган ток кучини қўядиган учта таянч нуқта бор.



6.9 – расм. Термохимёвий газ анализаторининг схемаси

Бу турдаги асбоблар асосан ҳаводаги ёнувчи (метан, бензин буглари ва ҳ.) газларнинг портлаш хавфини юзага келтирадиган концентрациясининг индикаторлари ва анализаторлари сифатида ишлатилади. Улар кўпинча кўчма (кўтариб юрадиган) турда чиқарилади. Ўлчаш хатолиги тахминан $\pm 10\%$.

Саноат бинолари хоналари ҳавосининг ёнувчи газлар билан ифлосланишини автоматик назорат қилиш учун ёнувчи газларга мўлжалланган СГС туридаги, метанга мўлжалланган СМС туридаги, бензинга мўлжалланган ГПБ туридаги ва бошқа сигнализаторлар чиқарилади.

Фотокалориметрик газ анализаторлари

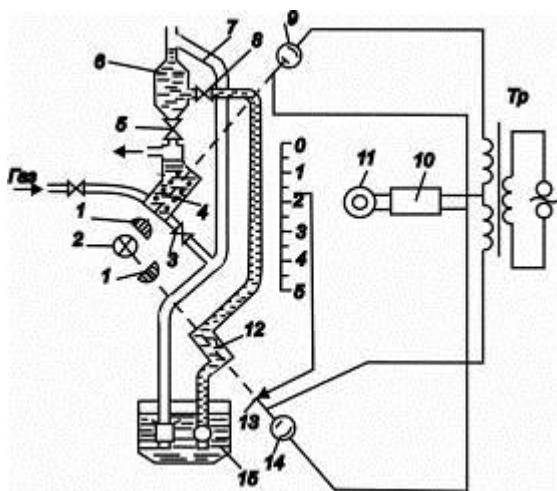
Бу газ анализаторларида эриган модданинг концентрацияси эритма ёки лентанинг жадал бўйлишига қараб аниқланади. Суюқликли ва лентали фотокалориметрик газ анализаторлари газларнинг микроконцентрациясини аниқлаш учун ишлатилади. Бу газлар (H_2S , SO_2 , NH_3 , Cl_2 , NO , NO_2) махсус танланган реактивлар билан рангли реакцияга киришади. Бу асбобларнинг физикавий асоси Бугер — Ламберт — Бер қонунидир. Бўйланган компонентлар (ёки реакцияга кирган газ массаси) нинг концентрацияси қуйидаги ифода буйича аниқланади:

$$C = D_\lambda / (\varepsilon_\lambda \cdot l_\lambda) , \quad (6.7)$$

бу ерда D_λ — оптик зичлик; ε_λ — ютилиш коэффициенти; l_λ — кюветнинг узунлиги.

Фотокалориметрик таҳлил қилиш усули юқори сезгирликка ва танловчанликка эга. Бу усул сезгирлигининг юқорилиги таҳлил қилинадиган компонентни эритмада ёки индикатор лентасида йиғиш имконияти борлиги билан белгиланади. Усулнинг танловчанлиги юқорилигига таҳлил қилинаётган компонент билан реактив-индикатор ўртасидаги реакция сабаб бўлади.

6.10-расмда эритма ёки газ даврий равишда узатиладиган ФКГ туридаги фотокалориметрик газ анализаторининг схемаси кўрсатилган. Асбобда икки оптик канал: иш ва таққослаш каналлари бўлиб, уларнинг ичида иш кювети 4 ва таққослаш кювети 12 жойлаштирилган.



6.10 – расм.

Фотокалориметрик газ

айни бир вақтда кювет 4 билан бирлашиб, унга эритманинг ўлчанган ҳажмини

Абсорбцияловчи эритма бак 15 дан насос ёрдамида таққослаш кювети орқали дозатор 6 га ҳайдалади. Дозаторда тўкиш найчаси 7 бор бўлиб, у орқали ортиқча эритма бакка қайтиб қўйилади. Буйруқ берувчи реле белгилайдиган тенг вақт ораликларида электромагнит клапан 3 ишга тушади, у кювет 4 даги ишлаб бўлган эритмани бакка чиқариб юборади, бу ерда эритма регенерацияланади. Кюветлар бўшатилганидан кейин клапанлар 5 ва 8 ишга тушиб, дозатор улар ёрдамида эритма берувчи қувурчадан узилади ва

қуяди. Клапанлар 5 ва 8 дозаторни янги эритма билан тўлдириш учун дастлабки вазиятларига қайтади. Кювет 4 да эритманинг янги берилган порцияси орқали текшириладиган газ чиқиб кетганидан кейин рангли реакция содир бўлади. Маълум вақт тутиб турилганидан кейин буйруқ релеси клапан 3 ни очади ва навбатдаги цикл бошланади. Ҳар иккала кювет орқали ёритиш лампаси 2 дан линза 1 орқали ёруғлик оқими ўтади. Кюветларнинг орқасида фотоэлементлар 9 ва 14 жойлашган бўлиб, улар кюветлардаги эритмалардан ўтган ёруғлик оқимларини қабул қилади. Фотоэлементлар электрон кучайтиргич 10 нинг чиқишига дифференциал тарзда уланган бўлиб, у икки фотоэлементнинг сигналлари фарқини кучайтиради. Кучайтирилган сигнал реверсив двигател 11 нинг бошқарувчи чулғамига келади, двигател компенсацияловчи оптик пона 13 ни кювет 12 нинг оптик каналида ҳар икки фотоэлемент бир хилдиги ёритилганликка эга бўлганига қадар керакли йўналишда силжитади. Оптик понанинг сурилиш катталиги ва у билан боғлиқ бўлган асбоб кўрсаткичининг сурилиш катталиги текшириладиган газдаги аниқланадиган компонент концентрациясининг ўлчови бўлади.

Ишлаб чиқариш хоналари ҳавосидаги хлор қолдиқларини ўлчаш диапазонидан $\pm 20\%$ хатолик билан аниқлашга имкон берадиган газ анализаторларидан саноат ФКГ-3М туридаги фотокалориметрик анализаторларни чиқаради.

Асбобсозлик саноати ФСЛ туридаги фотокалориметрик газ анализаторларини чиқаради. Унинг ишлаши кимёвий реакция натижасида ҳосил бўлган лентадаги доғдан қайтган ёруғлик оқимини эталон ёруғлик оқими билан таққослашга асосланган.

ФСЛ туридаги лентали газ анализаторларининг бошқа русумлари ишлаб чиқариш хоналари ва технологик линия ҳавосидаги фосген, водород сульфид, цианид кислотани аниқлаш учун чиқарилади. Ишлаб чиқариш хоналарининг ҳавосидаги аммиак миқдорини $0\text{—}3\cdot 10^{-3}$ ва $0\text{—}3\cdot 10^{-2}\%$ чегарасида аниқлаш учун ФСЛ1, 107 туридаги фотокалориметрик газ анализаторлари чиқарилади.

Лентали фотокалориметрик газ анализаторлари учун иш эритмаси сарфининг жуда камлиги ва у билан боғлиқ бўлган юқори сезгирликка эришиш осонлиги характерлидир, чунки газларнинг реакцияга кирувчи миқдори билан эриган миқдорининг нисбати жуда катта бўлиши мумкин. Бироқ лентанинг сирти бир жинсли бўлмаганлиги ва бошқа бир қанча омиллар таъсири туфайли лентали фотокалориметрик газ анализаторларининг хатолиги суяқликли фотокалориметрик газ анализаторининг хатолигидан юқоридир.

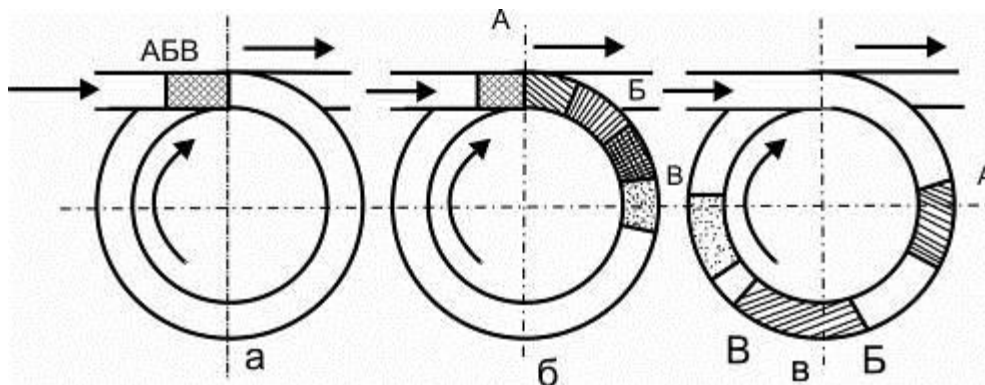
Хроматографик газ анализаторлари

Газанализаторларининг кўриб ўтилган ҳамма турлари газ аралашмасидаги фақат битта компонентнинг концентрациясини аниқлашга имкон беради. Хроматографик газ анализаторлари (хроматографлар) улардан фарқли равишда газ аралашмасини тўла таҳлил қилишга, яъни бу аралашмани ташкил этувчи ҳамма газларнинг концентрациясини аниқлашга имкон беради.

Хроматографик ажратиш йўли билан кўп компонентли газ аралашмаларини таҳлил қилиш учун мўлжалланган асбоблар *хроматографлар деб аталади*. Ўлчаш жараёни хроматографда икки босқичда ўтади: олдин аралашма алоҳида компонентларга ажратилади, сўнгра аралашмадаги ҳар қайси компонентнинг миқдори ўлчанади. Газ аралашмасини компонентларга ажратиш хроматографик колонкада содир бўлади.

Бу колонка юпқа найчадан иборат бўлиб, ўз сиртидаги газларни ушлаб олиш ва тутиб туриш хусусиятига эга бўлган модда — сорбент билан тўлдирилган бўлади. Таҳлил қилинаётган газнинг дозаторда ўлчаб олинган қисми даврий равишда элтувчи газ деб аталадиган ёрдамчи газнинг узлуксиз оқимиغا бериб турилади. Колонка орқали аралашма порцияси ҳайдалганида тегишли компонентларга ажрайди. Ажралиш газларнинг турлича абсорбцияланиши туфайли юз беради. Абсорбцияланиш қанча юқори бўлса, элтувчи газ молекулаларини сорбент сиртидан шунча қийинлик билан ажратиб олади. Шунинг учун элтувчи газ колонкага тўхтовсиз кириб туриб, ундан компонентларни навбати билан сиқиб чиқаради: олдин аралашманинг кучсиз абсорбцияланадиган компоненти, сўнгра қолганларини. Шундай қилиб, колонкадан ҳақиқатан олганда бинар аралашма чиқади, унинг компонентлардан бири элтувчи бўлиб, бошқаси таҳлил қилинаётган аралашма бўлади. Бинар аралашмалар детектор ёрдамида таҳлил қилинади. Детекторларнинг энг кўп тарқалган турларидан бири термокондуктометрик газ анализаторларидир. Детекторнинг чиқиш сигнали қайд этувчи асбобга берилади.

Газларни таҳлил қилиш учун газ абсорбцион ва газ тақсимлаш хроматография усуллари энг кўп тарқалган. Буларнинг биринчисида ҳаракатчан фаза — газ ва қўзғалмас фаза — майдаланган қаттиқ модда бўлади. Иккинчи хил асбобларда ҳаракатчан фаза — газ ва қўзғалмас фаза — ғовак асосга суркалган суюқлик бўлади. Газ-абсорбцион хроматографларда компонентларнинг ажралишига уларнинг қўзғалмас қаттиқ фаза сиртига турлича абсорбцияланиши, газ тақсимлаш хроматографларда эса қўзғалмас суюқ фазада турлича эриши сабаб бўлади.



Ушбу расмда газлар аралашмасининг компонентларга газ абсорбцион усулда хроматографик ажралишининг принципиал схемаси кўрсатилган. Газ аралашмасининг учта А, Б, ва В элтувчи газ ёрдамида узун юпка найча — ажратиш колонкаси компонентларидан таркиб топган намунаси орқали сиқиб чиқарилади, найча спирал тарзида букилган ва абсорбент билан тўлдирилган бўлади.

Аралашма компонентлари турлича абсорбциялангани сабабли уларнинг колонкада ҳаракатланиши турлича секинлашади. Айни компонент молекулалари қанча кўп адсорбцияланса, уларнинг кечикиши шунча катта бўлади, ва аксинча. Унинг учун аралашманинг айрим компонентлари колонкада турлича тезликда ҳаракатланади. Маълум вақтдан кейин биринчи бўлиб кам абсорбцияланган В компонент, ундан кейин компонент Б ва ниҳоят, энг кўп абсорбцияланган ва шу сабабли бошқаларига қараганда секинроқ ҳаракатланадиган А компонент кетади.

Компонентларнинг ҳаракатланиш тезлиги турлича бўлганлиги туфайли компонентлар тўла ажрайди ва хроматографик колонкадан кетма-кет ё элтувчи газ ёки элтувчи газ — компонентдан иборат бинар аралашма чиқади.

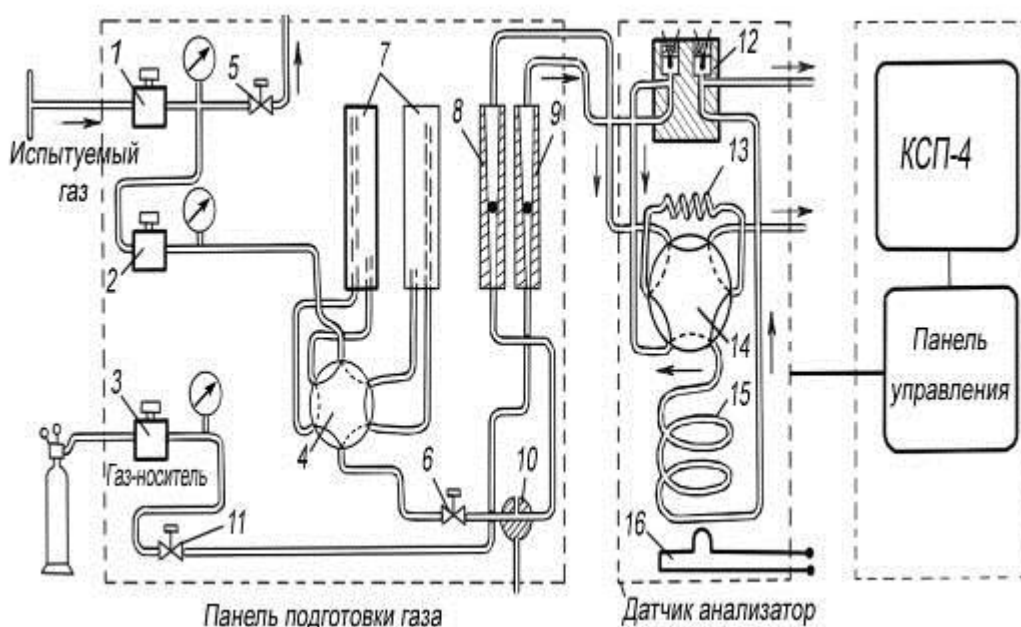
Кўп компонентли газни таҳлил қилишда компонентлар колонкадан уларнинг молекуляр массалари ортиб бориши тартибида чиқади. Компонентлар ажралишининг маълум ўзгармас шароитларида (ҳарорат, элтувчи газ сарфи, абсорбентнинг хоссалари ва ҳ.) ҳар қайси компонентнинг айни хроматографик колонкадан ўтиш вақти, бинобарин, унинг чиқиш вақти ўзгармайди

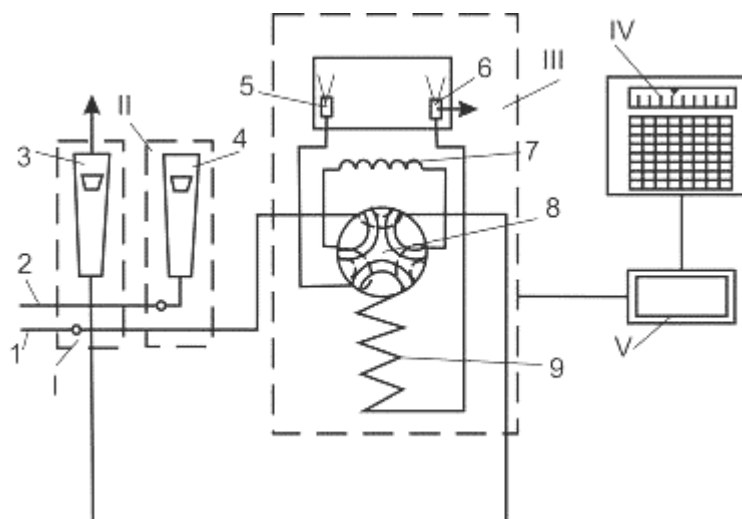
Газ-абсорбцион хроматографияда элтувчи газ сифатида азот, гелий, ҳаво ва бошқа газлардан фойдаланилади: абсорбент сифатида эса актив кўмир, силикагел, алюмогел, магний оксид ва бошқалардан фойдаланилади.

Таҳлил натижаларини иккиламчи асбоб қайд этади. Таҳлил қилинаётган аралашманинг хроматограммаси бир нечта чўкки нуқталари бўлган эгри чизикдан иборат. Цикл бошлангандан кейин чўккиларнинг пайдо бўлиш вақти аралашма компонентининг туруни, чўққининг барча чўккилар йиғинди юзига келтирилган юзи эса айна компонентнинг концентрациясини белгилайди.

Газ-тақсимлаш хроматографиясида эса кўп компонентли газ аралашмалари худди шу тарзда таҳлил қилинади.

Қуйидаги расмда газ-абсорбцион хроматографнинг схемаси келтирилган. Таҳлил қилинадиган газ намуна олиш линияси 1 бўйича таҳлил қилинадиган газни тайёрлаш панели I га келтирилади, датчик III га тушади, кран-қайта улагичдан ўтади дозаловчи спирал 7 дан ва яна кран-алмашлаб улагич 8дан ўтади ва ротаметр 3 орқали атмосферага чиқариб юборилади. Элтувчи газ баллондан линия 2 бўйича тайёрловчи панели II нинг ротаметри 4 орқали берилади, асбоб датчиги детекторининг таққослаш камераси 5, алмашлаб улагич 8, ажратиш колонкаси 9, детекторнинг ўлчаш камераси 6 дан ўтади ва ташқарига чиқиб кетади.





6.16 – расм. Газ – абсорбцион
улагич

8

Алмашлаб
бир-бирига

ишқаб мосланган иккита пластинадан тайёрланган бўлиб, улардан бирига канал қилинган ва электр двигател билан айлантрилади, шунинг учун у ҳар 60°дан кейин икки вазиятни эгаллаши мумкин. 6.16-расмда шундай вазият кўрсатилганки, бу ерда, элтувчи газ алмашлаб улагичга келиб, унинг канали бўйлаб ажратиш колонкасига йўналади, таҳлил қилинадиган газ аралашмаси эса намуна оладиган алмаштириладиган спирал 7 дан ўтади, у найча кўринишида ишланган бўлиб, ҳажми 2, 3, 5 ва 10 мл ни ташкил этиши мумкин.

Алмашлаб улагичнинг пластинаси 60°га бурилганида унинг каналлари расмда штрих чизиқ билан кўрсатилган вазиятни олади. Бу ерда, элтувчи газ таҳлил қилинаётган белгиланган ҳажмдаги газ намунасини дозалаш спирали 7 дан ажратиш колонкасига сиқиб чиқаради, газ аралашмасининг асосий оқими эса бу вақтда алмашиб, улагичнинг бошқа канали бўйича атмосферага ҳайдалади. Алмашлаб улагичнинг қўзғалувчан пластинаси ўзгармас вақт оралиқларида (3 дан 5 мин гача) таймер билан автоматик тарзда бурилади, бу вақт таҳлил қилинаётган газ аралашмасининг таркиби ва унинг ажралишига қўйиладиган талабга қараб ўрнатилади.

Ажратиш колонкаси 9 зангламайдиган пўлатдан ёки мисдан ички диаметрини 6 мм ва узунлигини 2—10 м қилиб (таҳлил қилиш шароитларига қараб) тайёрланган ҳамда ичига сорбент тўлдирилган спирал найчадан

иборатдир. Таҳлил қилинаётган аралашманинг намунаси колонка 9 га тушиб, уни ташкил этувчи компонентларга ажратади ва детекторларга юборилади.

Датчик детектори таҳлил қилинаётган газ аралашмаси компонентларининг ажралишини аниқлаш учун хизмат қилади. Унинг ишлаши элтувчи газ ва таҳлил қилинаётган компонент бинар аралашмаси иссиқлик ўтказувчанликларининг айирмасидан фойдаланишга асосланган. Детектор зангламайдиган пўлатдан тайёрланган массив блокдан иборат бўлиб, унинг иккита камералари 5 ва 6 бўлади, ҳажми тахминан $0,2 \text{ см}^3$ келадиган бу камераларда эса қаршилик термометрлари (термисторлар) бўлиб, улар ўлчаш кўпригининг елкасини ташкил қилади. Датчик камерасини термостатлашга ҳарорат ростлагичи ёрдамида эришилади.

Элтувчи газ детекторнинг камералари 5 ва 6 дан ўтганида ҳар икки камерада иссиқлик бериш шароити бир хил бўлади. Ўлчаш схемаси мувозанатда бўлади ва иккиламчи асбобнинг диаграммасида нол чизиқ ёзилади. Алмашлаб улагичнинг қўзғалувчан пластинаси 60° га бурилганида элтувчи газ дозалаш камерасида ажратиб қолинган намунани сиқиб чиқаради ва уни ажратиш колонкасига юборади, у ердан детекторнинг ўлчаш камерасига гоҳ элтувчи газ, гоҳ тегишли бинар аралашма берилади. Ўлчаш камерасига иссиқлик ўтказувчанлиги соф газ элтувчининг иссиқлик ўтказувчанлигидан бошқача бўлган бинар аралашманинг кириши натижасида қаршилик термометрининг ҳарорати ва қаршилиги, бинобарин кўприкнинг мувозанати ўзгаради. Мувозанатнинг бундай ўзгаришини қайд этувчи асбоб IV чўққи кўринишида қайд этади.

Хроматографнинг бошқариш блоки V га асбобнинг ўлчаш схемаси электрон ҳарорат ростлагичи, вақт белгиловчи — таймер, нолни автоматик қўйиш қурилмаси, алмашлаб уловчи қурилма 8 ни бошқариш қурилмаси ва реле киради.

Саноатда ишлатиладиган ХП—499 хроматографи газсимон маҳсулотлар-ноуглевородли газлар ва уларнинг изомерларини таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Хроматограф технологик оқимлардан олинган газларни таҳлил

қилишга имкон беради, таҳлил натижаларини узлуксиз қайд этишни таъминлайди, шунингдек, стандарт электр ва пневматик чиқиш сигналлари олишни таъминлайди ва бошқариш тизимида фойдаланиши мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси 0,05—100%, асосий хатолиги $\pm 1\%$. Хроматограф портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

Саноатда ишлатиладиган «Нефтехим—СКЭП» хроматографи кўп компонентли газ аралашмалари, буғлар ва суюқликларнинг таркибини ажратиш колонкаларининг ҳарорати 200⁰С гача бўлган шароитда аниқлашга имкон беради. Узлуксиз режимда ишлайди ва бошқариш тизимларида датчик сифатида фойдаланиш мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси 0—100%, чиқиш сигналлари 0—5 мА; 0—10 В; 0,02—0,1 мПа. Портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

Масса-спектрометрик газ анализаторлари

Масса-спектрометрлар газларни таҳлил қилишда энг такомиллашган асбоблардандир. Улар кимёвий ва физик хоссаларидан қатъий назар, моддаларнинг изотоп ва молекуляр таркибини аниқлашга мўлжалланган.

Масса-спектрометрик усул мураккаб аралашмалардаги кўп-компонентларнинг миқдорини аниқлашга имкон бериб, бу ерда, таҳлилни жуда тез ўтказишни таъминлайди.

Таҳлил қилишда таҳлил қилинаётган модданинг молекулалари қизиган катод эмиттерлайдиган электронлар ёрдамида ионланади, электр линзалар тизими воситасида тор даста тарзида фокусланади, тезлатувчи электроннинг электр майдонида тезлатилади ва электронлар коллекторида тутиб қолинади. Ион дастанинг таркиби таҳлил қилинаётган газ аралашмасининг молекуляр таркибига мос келади. Кўндаланг магнит майдони таъсирида оқим ионлар массасининг уларнинг зарядларига нисбати билан фарқ қиладиган ион нурларига ажралади, булар кейин коллекторга келади. Коллектор занжирида массалари турлича ионлар электр токи ҳосил қилади ва бу тоқлар олдин кучайтирилганидан кейин ўлчанади ва электрон қайд этувчи қурилма ёрдамида ёзиб қўйилади. Магнит майдонининг кучланганлиги аста-секин ўзгартириб борилганида,

текширилаётган газнинг молекуляр таркибини характерловчи ион токлари спектри ёки масса-спектрлари ёзилади. Миқдорий таҳлил ўтказиш учун масса-спектрометрни текширилаётган моддада бор деб тахмин қилинган ҳар қайси компонент бўйича олдиндан даражаланади.

Масса-спектрометрларнинг тузилиши аналитик ва ўлчаш қисмларидан иборат. Аналитик қисмда ион дасталари массалари бўйича ҳосил қилинади, шакллантирилади ва ажратилади. Ўлчаш қисми ионлар манбаини ва ишга тушириш тизимининг стабиллашган кучланиш билан таъминлаш, ион тоқларини ўлчаш ва қайд этиш, вакуум тизимида босимни ўлчаш, масса сонларини индекслаш ва ҳоказолар учун мўлжалланган.

Масса-спектрометрлар учта турга: кимёвий таркибни таҳлил қилиш учун — МХ; модданинг структураси ва хоссаларини текшириш учун — МС; изотоп таҳлил қилиш учун — МИ турларга бўлинади. МС туридаги масса-спектрометрлар лаборатория шароитларида ўтказиладиган илмий тадқиқотлар учун мўлжалланган.

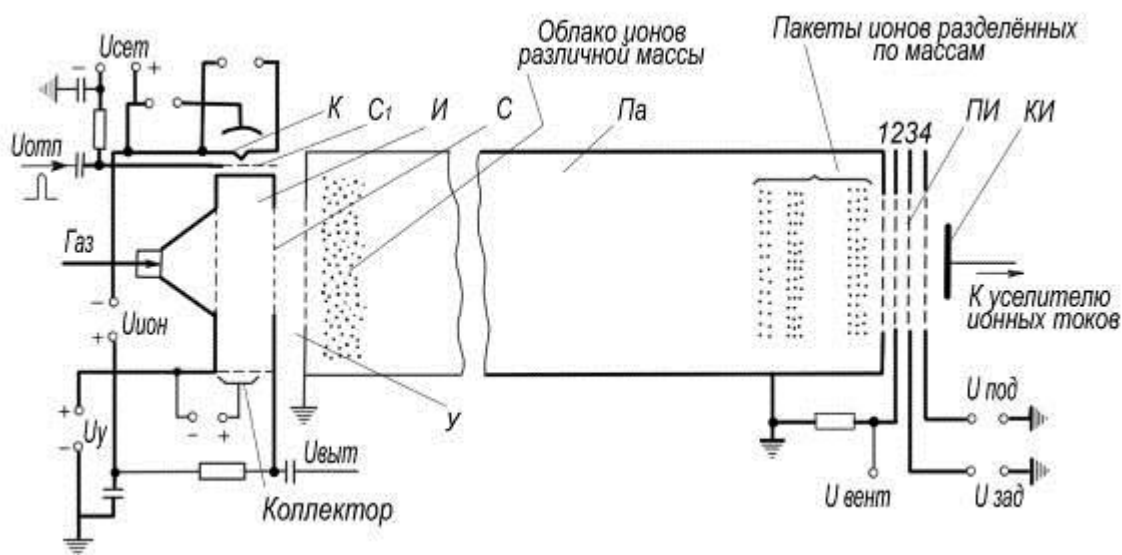
Асбобсозлик саноати кимёвий таркибини таҳлил қиладиган МХ - 7201, МХ-7304, МХ-1320 ва изотопни таҳлил қиладиган МИ-1201Б масса-спектрометрларини чиқаради.

МХ-7201 масса-спектрометри металлларда ва уларнинг қотишмаларида H_2 , O_2 , N_2 , C_2 газлари ва уларнинг газ ҳосил қилувчи қўшилмалари миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган. Текширилаётган материалдан газ ажралиб чиқиши вакуумда суюқлантириш йули билан ёки графитли тигелда амалга оширилади. Газсимон қўшилмаларнинг таркибини аниқлаш монополяр (бир қутбли) масса-спектрометр ёрдамида амалга оширилади. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—60.

Магнитсиз МХ-7304 масса-спектрометри сўриб (тортиб) олиш тизимлари билан таъминланган вакуумли тизимларда қолдиқ газларни сифат жиҳатидан таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—200, таҳлил қилиш хатолиги $\pm 2,5\%$.

МХ-1320 масса-спектрометри газ аралашмаларини, суюқликларни ва 400°C гача ҳароратда газсимон ҳолатга ўтадиган қаттиқ моддаларни миқдор ва сифат жиҳатидан таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегараси 1—4000, таҳлил қилиш хатолиги $\pm 5 \cdot 10^{-6}\%$.

МИ-1201Б масса-спектрометри газларнинг ва қаттиқ моддаларнинг изотоп таркибини саноат шароитида таҳлил қилиш учун мўлжалланган. Натижаларини СМ1 базавий ҳисоблаш комплекси ёрдамида амалга оширилади. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—720, таҳлил қилиш хатолиги $\pm 0,15\%$.



VII – БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. ГХП-3М кимёвий газоанализаторнинг ишлаши нимага асосланган?
2. Кимёвий газоанализаторда газ аралашмаси таркибидан аниқланаётган компонентни чиқариб ташлашнинг қандай усуллари мавжуд?
3. Электрокондуктометрик газоанализаторда таркиби аниқланаётган компонентни абсорбцияловчи эритма билан ўзаро таъсири натижасида қайси физик катталик ўзгаради?
4. Электрокондуктометрик газоанализаторда эритма электр ўтказувчанлиги ўзгариши қандай ўлчанади?
5. Термохимёвий газоанализаторларда газ аралашмаси таркибида аниқланаётган компонент миқдори ўзгариши натижасида қайси физик катталик ўзгаради?
6. Сочилувчан катализаторли термохимёвий газоанализаторларда каталитик оксидланиш реакцияси температураси қандай ўлчанади?
7. Термокондуктометрик газоанализаторларда газ аралашмаси таркибида аниқланаётган компонент миқдори ўзгариши натижасида қайси физик катталик ўзгаради?

8. Термокондуктометрик газоанализаторларда газ аралашмаси таркибида аниқланаётган компонент миқдорини ўлчашда хатоликлар нимани ҳисобига пайдо бўлади?
9. Газларни таҳлил қилишда қандай магнит усуллари мавжуд?
10. Термомагнит конвекцияси ҳодисасининг моҳияти нимада?
11. Қайси газоанализаторларнинг ишлаши нурларнинг инфрақизил қисмидаги спектрларни ютишга асосланган?
12. Оптико-акустик газоанализаторларнинг қандай компенсациялаш схемалари мавжуд?
13. Ультра бинафша нурларни ютувчи газоанализаторлар қандай газларни таҳлил қилишда ишлатилади?
14. Қайси газоанализаторларнинг ишлаши кюветадаги эритма билан газ аралашмаси таркибидаги аниқланаётган компонентнинг ўзаро рангли реакцияга киришига асосланган?
15. Газларни масспектрометрлар билан таҳлил қилишда модданинг қайси асосий кўрсаткичидан фойдаланилади?
16. Магнит майдонида ионларни ажратувчи масспектрометрларда моддий заррачалар қандай ажратилади?
17. Ионларни учир вақти бўйича ажратувчи масспектрометрларда моддий заррачалар қандай ажратилади?
18. Мураккаб газ аралашмаларини сорбент қатламидан ўтишидаги тезликларининг ҳар хиллигига қараб ажратилиш усули қандай номланади?
19. Газлар хроматографиясида ажратиш колоннасининг вазифаси қандай?
20. Газлар хроматографиясида детекторларнинг вазифаси қандай?
21. Газохроматографик қурилма қандай асосий элементлардан ташкил топган?
22. Газлар хроматографиясида қандай детекторлар ишлатилади?
23. ХПА-2 автоматик саноат хроматографи қандай ишлайди?

VIII- БЎЛИМ. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Суюқликлар таркибини таҳлил қилиш дейилганда уларнинг элементар, функционал ёки молекуляр таркибини аниқлаш тушунилади. Таркибни аниқлайдиган асбоблар *анализаторлар* деб аталади. Муҳитда фақат битта компонентнинг миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган анализаторларни баъзан *концентратометрлар* деб юритилади. Суюқликлар концентрациясини ўлчаш учун қуйидаги улчов бирликлари энг кўп тарқалган: мг/см^3 ; г/см^3 ; массаси ёки ҳажми бўйича, %.

Ҳарорат, босим ва шу каби параметрларнинг ўлчаш натижаларига кучли таъсир этиши аналитик ўлчашларнинг ўзига хос хусусиятларидан биридир. Бу параметрлар айниқса ўлчаш аниқлигига таъсир қилади. Шунинг учун автоматик анализаторлар, одатда, намуналар танлаб олиш, уларни таҳлилга тайёрлаш, ўлчаш шароитларини стабиллаш ёки тузатишларни автоматик киритиш ва ҳоказолар учун қўшимча мураккаб жиҳозлар билан таъминланган бўлади.

Таҳлил қилинадиган суюқликларнинг турли-туманлиги ва уларнинг таркиби ҳамда хоссаларининг кенг чегарада бўлиши таҳлил қилиш усуллари турлича бўлган автоматик асбоблар ишлаб чиқаришни тақозо этади. Асбобсозлик саноати хилма-хил суюқликларни таҳлил қилувчи турли автоматик анализаторлар ишлаб чиқаради. Суюқликларни таҳлил қилишнинг саноатда энг кўп тарқалган усулларига кондуктометрик, потенциометрик, оптик, титрометрик ва радиоизотопли усуллар киради. Қуйида саноатда кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

Эритмаларни таҳлил қилишнинг кондуктометрик усули

Электролит эритмаларининг концентрациясини уларнинг электр ўтказувчанлигига кўра ўлчаш (кондуктометрик усул) лаборатория шароитида ҳам, саноат шароитида автоматик назорат қилиш учун ҳам кенг қўлланилади. Кондуктометрик концентратометрларнинг ишлаши эритмалар электр ўтказувчанлигининг улар концентрациясига боғлиқлигига асосланган.

Аррениус назариясига кўра электролитлар сувда эритилганида молекулалар, ионлар диссоциацияланиб, шу ионларнинг эритмада мавжуд бўлиши эритманинг электр ўтказувчанлигига сабабдир. Диссоциацияланиш даражасига кўра кучли ва кучсиз электролитлар бўлади. Кучли электролитлар деярли батамом ионларга диссоциацияланган бўлади, кучсиз электролитларнинг эритмаларида эса маълум миқдорда диссоциацияланмаган молекулалар ҳам бўлади.

Турли моддалар эритмаларининг электр ўтказувчанлигини баҳолаш учун Колрауш эквивалент электр ўтказувчанлилик тушунчасини киритди, у 1 см^3 эритмада 1 г-экв модда бўлган эритманинг электр ўтказувчанлиги сифатида аниқланади:

$$\lambda = \frac{\sigma}{\eta}, \quad (6.9)$$

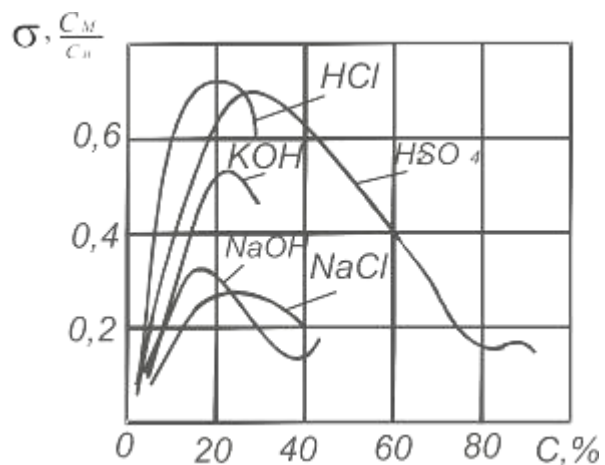
бу ерда λ — эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлиги; σ — эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги. См/см; η — эритманинг эквивалент концентрацияси, г-экв/см³.

Барча электролитлар учун эквивалент электр ўтказувчанлик диссоциацияланиш кучайиши натижасида эритма суюла бориши билан ортади. Эритма тўла диссоциацияланганда (яъни эритма чексиз суюлганида) у энг катта қийматига эришади. Эритманинг солиштирма ўтказувчанлиги билан суюлтирилган электролитнинг табиати ҳамда унинг концентрацияси ўртасидаги боғлиқлик Колрауш қонуни билан аниқланади:

$$\sigma = a \cdot \eta (v_k + v_a), \quad (6.10)$$

бу ерда a — электролитик диссоциацияланиш даражаси; v — ионлар (катионлар v_k ва анионлар v_a) нинг эритма чексиз суюлгандаги қўзғалувчанлиги, яъни уларнинг кучланиш градиенти 1В/см бўлган электр майдонидаги силжиш тезлиги, См/с билан ифодаланади.

6.17-расмда солиштирма электр ўтказувчанликнинг концентрацияга боғлиқлиги кўрсатилган. Графикдан кўриниб турибдики, эритманинг концентрацияси ошганда унинг солиштирма электр ўтказувчанлиги аввал тез ортиб, максимал қийматига етади, сўнгра камаёди. Бинобарин, кондуктометрик таҳлилда концентрация билан электр ўтказувчанлик ўртасида бир хил боғлиқликка эга бўлиш учун ўлчашларни максимумдан бир томонда жойлашган концентрациялар чегарасида бажариш зарур. Расмдаги боғлиқликлардан кўриниб турибдики, максимумдан чапдаги эгри чизиқларнинг тиклиги катта бўлади. Бинобарин, концентрацияларнинг бу соҳасида кондуктометрик усул энг катта сезгирликка эга бўлади. Электр ўтказувчанликларнинг концентрацияга боғлиқлигининг бир хилмаслик характери ҳисобга олиб, кондуктометрнинг ишлаш соҳасини олдиндан билиш зарур, бу ерда, ўлчашларнинг экстремум бўлишига йўл қўймаслик керак.

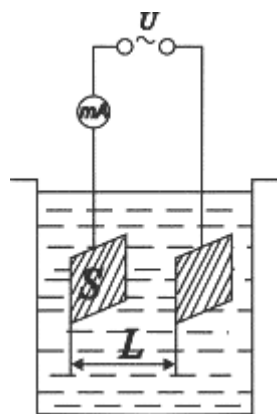


6.17 – расм. 18⁰С температурада баъзи моддаларнинг сувдаги эритмаларининг солиштирма электр ўтказувчанлигининг улар

Кўпгина ҳолларда кондуктометрик усулдан бир компонентли эритмаларни назорат қилиш учун фойдаланилади.

Электр ўтказувчанликни ўлчаш учун мўлжалланган асбобларга кондуктометрлар, туз ўлчагичлар, концентратомерлар киради. Бу асбобларнинг биринчиси электр ўтказувчанлик бирликларида даражаланган, иккинчи шартли туз миқдори бирликларида, одатда NaCl нинг миқдорини кўрсатувчи фоизларда даражаланган бўлади. Концентратомерлар таҳлил қилинаётган модданинг фоиз ҳисобидаги миқдорларда даражаланади.

Эритмаларнинг концентрациясини уларнинг электр ўтказувчанлигига кўра ўлчаш учун электродли ва электродсиз усуллар қўлланилади. Электродсиз ўлчаш усулидан асосан кислота, ишқорларнинг концентрациясини ўлчашда фойдаланилади.



6.18-расм.

Кондуктометр
ни икки
электродли

Электродли кондуктометрияда икки электроддан иборат ўлчаш ячейкаларидан фойдаланилади, электродлар назорат қилинаётган эритма солинган идишда бир-биридан маълум масофада ўрнатилган бўлади. Ўлчаш ячейкаси (6.18-расм) электр қаршилиги билан характерланади. Бу қаршилиқнинг катталиги қуйидагига тенг (Ом ҳисобида)

$$R = \frac{1}{\sigma} * \frac{L}{S} , \quad (6.11)$$

бу ерда σ — эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги; $Cм/см$; L — электродлар орасидаги масофа, $см$; S — электродларнинг юзи, $см^2$.

$$K = R^* \sigma_1, \quad (6.12)$$

бу ерда R — электродлар орасидаги ўлчанган қаришилиқ, Ом; σ_1 — эталон эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги, См/см.

Электр ўтказувчанликни ўлचाда саноат частотасидаги ёки частотаси оширилган ўзгармас токдан ҳам, ўзгарувчан токдан ҳам фойдаланиш мумкин.

Икки
электрод 2 ва
потенциометр
вазифасини
бажаради ва
эритмада
кучланиш тушу



күчланиш түшүвини үлчаш үчүн мўлжалланади:

бу ерда $R_{\text{я}} = K/\sigma$ — электродлар 2 ва 3 орасидаги эритманинг қаршилиги (K — тўрт электродли ўлчаи ячейкасининг константаси, у электродлар 2 ва 3 нинг оралиғига ва улар сиртининг юзига боғлиқдир).

бу ерда

124

Шундай қилиб, электродлар 2 ва 3 орасидаги потенциаллар фарқи назорат қилинаётган эритманинг концентрацияси билан бир қийматда аниқланади. Ўлчанадиган катталиқ $\Delta U_{2,3}$ мувозанатловчи кўприкнинг а ва b учларидаги потенциаллар айирмаси U_{ab} билан таққосланади. Агар $U_{ab} \neq \Delta U_{2,3}$ бўлса, у ҳолда электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига мувозанатнинг бузилиш сигнали $\Delta U_x = \Delta U_{ab} - \Delta U_{2,3}$ киради. Мувозанат вақтида $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$ бўлади, бу ерда, электродлар 2 ва 3 занжирида ток бўлмайди.

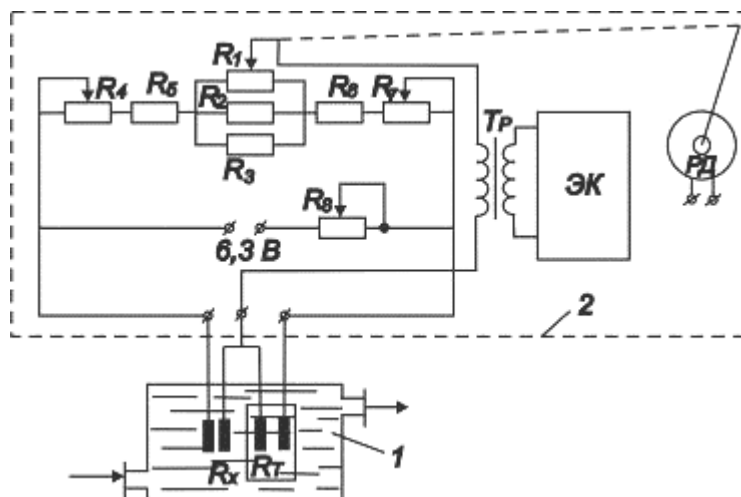
Ўлчашдаги ҳарорат хатоликларини автоматик компенсациялашни мувозанатловчи кўприкнинг елкаларидан бирига уланган металл қаршилик термометри R_t бажаради. Назорат қилинаётган эритманинг ҳарорати ўзгарганида, R_t қаршилик ҳам ўзгаради, бунинг натижасида потенциаллар айирмаси U_{ab} ҳам ўзгаради. R_t ўзгаргандаги орттирма $\Delta U_{ab}(\Delta t)$ назорат қилинаётган эритманинг ҳарорати ўзгариши Δt туфайли ҳосил бўлган орттирма $\Delta U_{2,3}(\Delta t)$ га катталиги жиҳатидан тенг ва ишораси жиҳатидан қарама-қарши бўлиши керак. Бу тенгликка компенсацияловчи кўприкнинг параметрларини (R_1, R_2, R_3 резисторларнинг қаршиликларини) ҳамда кучланиш U_2 ни танлаш йўли билан эришилади.

Эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги ҳароратга жуда боғлиқ. Эритма ҳарорати 1°C га ортса, унинг солиштирма электр ўтказувчанлиги 1,5—2% га ошади. Эритмаларнинг ҳарорати амалда жуда кенг чегараларда ўзгаради, шунинг учун кондуктометрик концентратомерлар ҳарорат ўзгаришининг ўлчаш натижаларига таъсир қилишини бартараф қилувчи автоматик компенсаторларга эга бўлиши керак. Саноатда автоматик ҳарорат компенсаторлари энг кўп тарқалган бўлиб, суюқликли компенсаторлар уларнинг турларидан биридир.

Суюқликли компенсатор параметрлари ўлчаш ячейкасининг параметрларига ўхшаш электрод датчикдан иборатдир. Компенсатор электр ўтказувчанлик ҳарорат коэффиценти назорат қилинаётган суюқликнинг ҳарорат коэффицентиға тахминан тенг бўлган эталон суюқлик билан тўлдирилади. Компенсатор назорат қилинаётган суюқликка концентратомернинг ўлчаш ячейкаси билан биргаликда киритилади. Компенсатор кўприкли ўлчаш схемасининг елкасига уланади. Эталон ва назорат қилинаётган суюқликнинг ҳароратлари бир хил бўлганлиги ва ҳарорат коэффицентлари бир-бирига яқин бўлганлиги сабабли ҳароратлар ўзгарганида, ўлчаш ячейкаси қаршилигининг ўзгаришини суюқликли компенсаторнинг қаршилигининг ўзгартириш йўли билан тўла компенсациялаш мумкин.

Сулфат кислота концентратомери КСО-у (6.20-расм) эритмадаги сулфат кислота концентрациясини назорат қилиш, қайд этиш ва ростлаш учун мўлжалланган.

Концентратомер электродли датчик 1 ва иккиламчи асбоб 2 КСМЗ дан иборат.



6.20-расм. Сульфат кислота концентратометрининг принципиал схемаси.

Концентратомернинг датчиги идишдан иборат бўлиб, унинг ичига тешиклар билан ёнма-ён қилиб паст томони очик стакан ўрнатилган ҳамда ўлчаш ва таққослаш ячейкалари жойлаштирилган. Ўлчаш ячейкаси иккита ўлчаш электродидан иборат бўлиб, уларнинг ҳар қайсиси электрод кавшарланган очик шиша найчадан иборат. Таққослаш ячейкаси ҳароратни автоматик тарзда компенсациялаш учун мўлжалланган бўлиб, шиша найчага кавшарланган электродлардан иборатдир, найчаларга сульфат кислота тўлдирилган бўлади, унинг концентрацияси эса асбоб шкаласидаги ўрта белгига мос келади.

Электр ўтказувчанлик мувозанатдаги кўприк схемаси бўйича ўлчанади, ўлчайдиган R_x ва таққослайдиган R_t электрод ячейкалари кўприкнинг икки елкаси бўлиб хизмат қилади. Кўприк схемасининг қолган икки елкасини ўзгармас резисторлар R_4 , R_5 , R_6 , R_7 ва шунтловчи резисторлари R_2 ҳамда R_3 ва реохорд R_1 ташкил қилади. Кўприк саноат частотасидаги ўзгарувчан ток билан таъминланади. Ўлчаш схемасидаги ток кучи ўзгарувчан ток манбаига параллел қилиб кўприкнинг таъминлаш диагонаliga уланган резистор R_8 ни силжитиш йўли билан ростланади.

Датчик орқали оқиб ўтадиган эритманинг концентрацияси ўзгарганда ўлчаш ячейкасининг қаршилиги ўзгаради, бунинг натижасида ўлчаш кўпригининг мувозанати бузилади. Номувозанат кучланиши КСМЗ кўприкнинг электрон кучайтиргичи ЭК трансформатори T_p нинг бирламчи чулғамига келиб, кучайтирилади ва реверсив двигател РД нинг роторини айлантиради, бу двигател реохорд R_1 нинг сурилгичи ва асбоб стрелкаси билан кинематик боғланган бўлади.

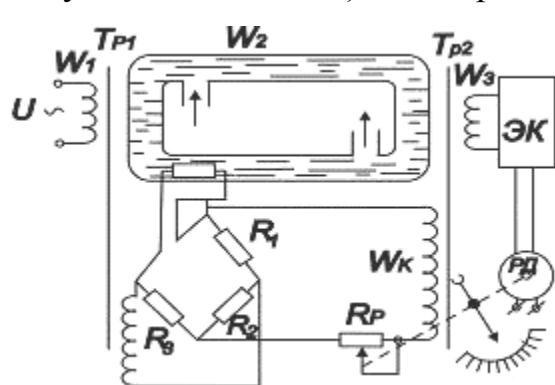
Концентратомернинг ўлчаш чегаралари: 75—79; 93—96 ва 95-99% сульфат кислота. Асосий хатолик $\pm 0,2$ дан $\pm 0,5\%$ гача.

КК русумидаги кондуктометрлар суюқликли анализаторларнинг кенг тарқалган турларига киради, уларда икки ва тўрт электродли ўзгарткичлар ҳам,

контактсиз ўзгарткичлар ҳам бўлади. Бу русумдаги асбоблар ёрдамида иш ҳароратлари диапазони $25 \pm 15^\circ\text{C}$ ва чегаравий асосий хатолик $\pm 2,5\%$ бўлганида 10^{-6} дан 1 См/см гача бўлган электр ўтказувчанликни ўлчаш мумкин.

Электродли кондуктометрларнинг энг катта камчилиги электродларнинг қутбланиши ва электродлар сиртида содир бўладиган электркимёвий реакцияларда ҳосил бўладиган моддалар билан ифлосланиши, шунингдек, эритмадаги мавжуд маҳсулотлар билан ифлосланишидир.

Контактсиз кондуктометрларда ўлчанаётган муҳит билан бевосита контактга эга бўлмаган бирламчи ўзгарткичлар бўлади, шу сабабли уларда бундай камчиликлар бўлмайди. Таъминловчи кучланишнинг частотасига қараб контактсиз кондуктометрлар паст частотали (1000 Гц гача бўлган саноат ва товуш частотасидаги) ва юқори частотали (1 кГц дан ортиқ) турларга бўлинади.



6.21-расм. Контактсиз паст частотали кондуктометрнинг схемаси

Паст частотали контактсиз кондуктометрларда таҳлил қилинаётган эритма берк ҳалқа ҳосил қилувчи найчада оқади. Найча диэлектрик материалдан тайёрланган. Найчага ташқи томондан икки трансформатор уйғотувчи $Tr1$ ва ўлчаш трансформаторлари $Tr2$ нинг (6.21- расм) чулғамлари ўралган бўлади. $Tr1$ трансформаторнинг бирламчи чулғами ўзгарувчан ток манбаига уланади. Электролит эритмаси найчада ҳосил қилган берк суюқлик ўрами трансформатор $Tr1$ нинг

иккиламчи чулғами вазифасини бажаради. Суюқлик ўрамидаги электромагнит таъсирлашув натижасида ЭЮК индукцияланади

$$E_p = \frac{w_1}{w_2} \cdot U. \quad (6.15)$$

Бу ерда ω_1 — трансформатор $Tr 1$ нинг бирламчи чулғамларидаги ўрамлар сони; ω_2 -суюқлик ўрамлари сони, одатда ($\omega_2=1$); U —трансформатор $Tr1$ нинг бирламчи чулғамини таъминловчи кучланиш.

ЭЮК таъсирида суюқликдан ўтаётган ток кучи

$$I_p = \frac{E_p}{R_p} = \frac{E_p \cdot x}{K_p} = \frac{w_1 \cdot U}{w_2 K_p} x, \quad (6.16)$$

бу ерда R_p — суюқлик ўрамининг қаршилиги; K_p — паст частотали кондуктометрлик ячейканинг константаси; унинг қиймати суюқлик ўрами узунлигининг ўтказувчи кесими юзи нисбатига тенг бўлиб, одатда K_p нинг катталиги тажриба йўли билан топилади; x — эритманинг электр ўтказувчанлиги.

(6.16) тенгламанинг ўнг қисмидаги x катталиқдан бошқа ҳамма катталиқлар ўзгармасдир. Шунинг учун ток кучи I_p назорат қилинаётган эритманинг концентрациясига тенг бўлади.

Ток кучи I_p иккинчи трансформатор $Tr 2$ билан ўлчанади, суюқлик ўрами унинг учун бирламчи чулғам бўлиб хизмат қилади. Ўлчаш трансформатори $Tr2$ нинг иккиламчи чулғамида ҳосил бўладиган ЭЮК $E_{\text{ўлч}}$ нинг катталиги

концентрацияга мутаносиб бўлади. Кўпгина ҳолларда уни компенсацион усулда ўлчанади, бунинг учун трансформатор Тр 2 нинг қўшимча чулғами w_k дан фойдаланилади, бу трансформаторнинг ампер-ўрамлари сони эритманинг ампер-ўрамларига кўра ҳисобланади.

Компенсация шарти

$$I_k w_k = I_p w_2 . \quad (6.17)$$

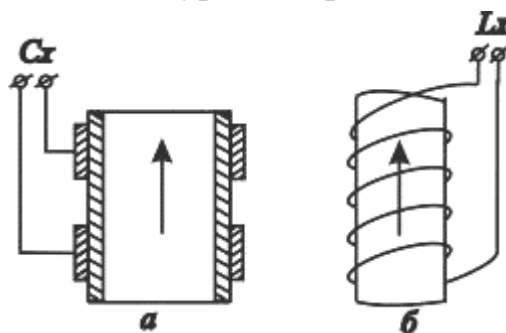
Компенсацияловчи чулғам орқали ўтадиган ток кучини ўлчаш учун реверсив двигател РД дан фойдаланилади, у сурилгич Рр ни силжитади. Реохорд сурилгичининг ва асбобнинг у билан боғланган стрелкасининг вазияти назорат қилинаётган эритма концентрациясига мутаносиб бўлади. Ўлчашдаги ҳарорат хатоликларини компенсациялаш учун қаршилик термометри R_t мўлжалланган, у кўприк схемасига уланган бўлиб, назорат қилинаётган эритма ичида туради.

Контактсиз паст частотали кондуктометрлардан солиштирма электр ўтказувчанлиги $1—10^{-6}$ См/см чегарасида бўлган электролитларнинг концентрациясини назорат қилишда фойдаланилади.

КК русумидаги кондуктометрларда 10^{-2} дан 1 См/см гача бўлган электр ўтказувчанликни ўлчаш КК-8 ва КК-9 кондуктометрлари билан бажарилади.

Юқори частотали кондуктометрларда таҳлил қилинаётган эритманинг концентрациясини ўлчаш эритманинг унга боғлиқ бўлган реактив қаршилигини назорат қилиш йўли билан бажарилади.

Юқори частотали контактсиз кондуктометрларнинг бирламчи ўзгарткичлари ўлчанадиган реактив қаршиликнинг турига қараб сиғимли ва индуктивли хилларга бўлинади. Ҳар икки турдаги ўзгарткичларнинг схемаси 6.22 – расмда кўрсатилган. Эритманинг концентрацияси билан ўзгарткичларнинг чиқиш параметрлари C_x ва L_x ўртасида мураккаб боғлиқлик мавжуд бўлганлиги сабабли (бу боғлиқликка эритманинг табиатидан ташқари ўзгарткичнинг ўлчамлари ва материали, таъминлаш частотаси ва бошқалар таъсир қилади) уларнинг даражаланиш тавсифлари ҳар қайси конкрет ўзгарткич ва эритма учун тажриба йўли билан аниқланади.



6.22-расм. Контактсиз юқори частотали кондуктометрнинг ўзгарткичлари:

Юқори частотали кондуктометрларнинг ўлчаш ўзгарткичлари сифатида юқори частотали генераторлардан таъминланадиган кўприкли ва резонасли схемалардан фойдаланилади. Резонасли схемаларда резонанс контурининг бирламчи ўзгарткич индуктивли ёки сиғимли қаршиликларига боғлиқ бўлган хусусий тебранишлари ўлчанади.

Таҳлил қилишнинг потенциометрик усули

Потенциометрик усул муайян индикатор электродлар ҳосил қилган ЭЮК ни ўлчаш йўли билан ионлар концентрациясининг аниқлашга асосланган. Бу ерда, концентрацияни бевосита потенциаллари фарқини ўлчаш билан аниқлаш мумкин.

Технологик жараёнларда эритма концентрацияси, кўпинча, рН нинг қиймати бўйича ўлчанади: агар $pH < 7$ бўлса, кислотали; $pH = 7$ бўлса, нейтрал; $pH > 7$ бўлса, ишқорли эритма бўлади.

Автоматик асбобларда рН ни ўлчаш учун электр усулдан фойдаланилади. У текширилаётган эритмага ботирилган, шишадан тайёрланган ўлчаш электродининг эритма рН қийматига кўра электрод эритма чегарасида потенциаллар фарқини ўзгартиришига асосланган. Бироқ, фақат битта электрод ва эритма ўртасидаги потенциаллар фарқини ўлчаб бўлмайди, чунки ўлчаш асоси уланганида асбобни эритмага улайдиган ўтказгич билан эритма орасида ҳам потенциаллар фарқи ҳосил бўлиб, у ҳам эритмадаги водород ионлари концентрациясига боғлиқ бўлади. Шу сабабли электрод потенциалларини ўлчашда ўлчаш электроди билан бир қаторда ёрдамчи электроддан ҳам фойдаланилади, унинг потенциали ўзгармас бўлиб, эритманинг ҳоссаларига боғлиқ бўлмайди. Ёрдамчи электрод сифатида каломел ёки кумуш хлорид қопланган электродлар ишлатилади.

Ҳар икки электрод галваник элемент ҳосил қилади. Сувли эритмаларга татбиқ этиладиган Нернст тенгламасига кўра бундай галваник элементининг ЭЮК и, агар ёрдамчи электроднинг потенциали нолга тенг бўлса, қуйидаги ифодадан аниқланади:

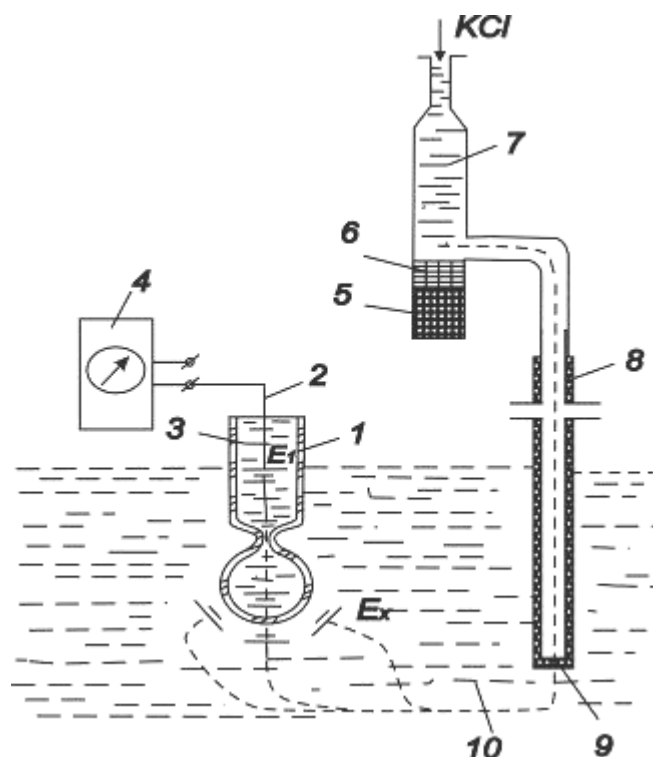
$$E = -2,3 (RT/F) \cdot pH, \quad (6.18)$$

бу ерда R — универсал газ доимийси; T — эритманинг мутлоқ ҳарорати, $^{\circ}K$; F - Фарадей сони.

(6.18) тенглама шуни кўрсатадики, шиша электроднинг ЭЮК эритманинг рН миқдорига ва унинг ҳароратига боғлиқ экан. Эритманинг ҳарорати ўзгармас бўлганида, шиша электроднинг ЭЮК фақат эритманинг рН миқдори функциясидан иборат бўлади. Бу тенгламага R , T ва F нинг сон қийматларини қўйиб, $20^{\circ}C$ учун шиша электроднинг потенциали қийматини (V ҳисобида) топамиз.

$$E = -0,0581 \cdot pH. \quad (6.19)$$

6.23-расмда текширилаётган эритма 10 га туширилган шиша 1 ва каломел электродлар 7 дан фойдаланилган ҳолда эритманинг рН миқдорини ўлчаш схемаси кўрсатилган. Улардан ҳосил бўлган потенциаллар фарқи эритманинг рН миқдорига мутаносиб бўлиб, потенциометр 4 билан ўлчанади. Шиша электрод шиша найчадан иборат бўлиб, учи электрод шишасидан ясалган юпка деворли (0,1—0,2 мм) ичи кавак золдир кавшарлаб қўйилган. Золдирга рН миқдори маълум бўлган эритма 3 тўлдирилган бўлиб, эритмага эса кумуш хлорид қопланган контактли ёрдамчи электрод 2 ботирилган, у золдирнинг ички сиртида потенциаллар фарқини олиш учун хизмат қилади. Шиша электродларнинг хусусияти шундан иборатки, уларнинг ички электр қаршилиги жуда катта бўлиб, $20^{\circ}C$ да 100—200 мОм га етади.



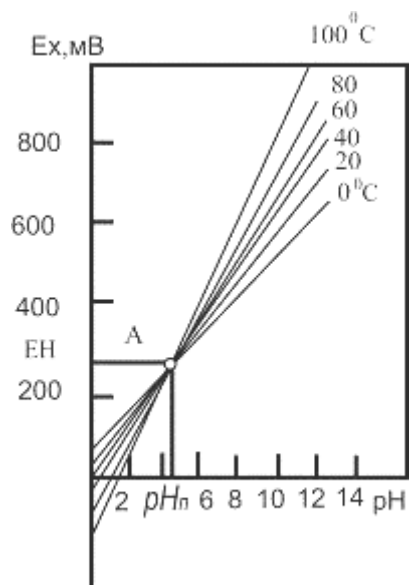
6.23-расм. Шиша ва каломел электродлари бўлган рН-метрнинг схемаси.

Каломел электрод 7 диэлектрикдан тайёрланган, ичига кимёвий тоза симоб 5 тўлдирилган бўлади. Унинг устида ёмон эрийдиган каломел пастасининг қатлами 6, тўйинтирилган калий хлорид эритмаси 8 жойлаштирилган. Электр контакт ҳосил қилиш учун кам ўтказадиган тўсик 9 ўрнатилган бўлиб, у орқали калий хлорид аста-секин сизиб ўтади ва бу билан текшириляётган эритмадан ёрдамчи электродга чет ионлар ўтиб қолишининг олдини олади. Шундай қилиб, шиша ва каломел электродлардан иборат рН- метрнинг электр занжири кетма-кет уланган элементлар қаторидан ташкил топган бўлиб, уларнинг потенциали ўлчаш асбоби қайд этадиган йиғинди ЭЮК ни беради:

$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 + E_x, \quad (6.20)$$

бу ерда E_1 — кумуш хлорид қопланган контактли электрод билан хлорид кислота орасидаги потенциалнинг кескин ўзгариши; E_2 — хлорид кислота эритмаси билан шиша электрод золдирси ички юзаси ўртасидаги потенциалнинг ўзгариши; E_3 — симоб билан каломел ўртасидаги ёрдамчи электроддаги потенциалнинг ўзгариши; E_x — шиша электрод золдирси ташқи сирти билан текшириляётган эритма ўртасидаги потенциалнинг ўзгариши.

E_1 , E_2 ва E_3 катталиклар назорат қилинаётган эритманинг таркибига боғлиқ бўлмайди ва фақат ҳароратга қараб ўзгаради. Шиша электрод золдирсининг ташқи юзасида ҳосил бўладиган электр юритувчи куч E_x эритманинг рН миқдори ва



6.24 – расм. Электрод тизимининг температурага

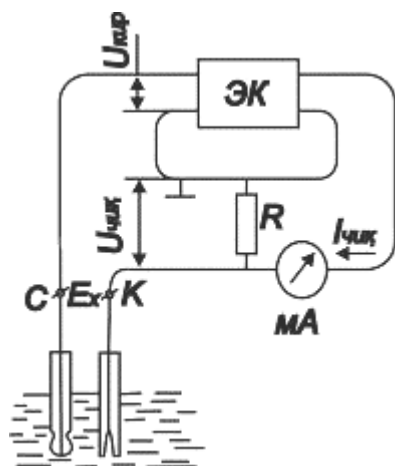
температураси билан аниқланади ҳамда (6.18) тенглама билан ҳисобланиши мумкин. Бинобарин, рН-метр электр занжирининг йиғинди ЭЮК маълум ҳарорат учун текширилади эритмадаги водород ионлари активлигининг функцияси билан иборатдир. Бу ЭЮК ни ўлчаб текширилади эритма учун рН катталикини топиш мумкин.

Назорат қилинаётган эритманинг ҳарорати ўзгарганида шиша электроднинг электрод потенциали ўзгаради. Бунинг натижасида эритманинг турли ҳароратларидаги айнан бир хил катталиқдаги рН ларга электрод тизимининг турли қийматлари мос келади.

6.24-расмда электрод тизими ЭЮК нинг назорат қилинаётган эритманинг турли ҳароратларидаги рН ларига боғлиқлик характери кўрсатилган. Эритманинг ҳарорати ортиши билан тизим тавсифининг тиклиги ошади. Изопотенциал нуқта деб аталадиган А нуқтада тўғри чизиқлар кесишади ва демак, электрод тизимининг ЭЮК эритманинг ҳароратига боғлиқ бўлмайди. Бу нуқтада эритма ҳароратининг шиша электрод ички ва ташқи потенциалларига таъсири ўзаро компенсацияланган. Изопотенциал нуқтанинг E_i ва pH_p билан белгиланган координаталари электрод тизимининг энг муҳим тавсифлари ҳисобланади, уларга рН- метрнинг ҳарорат компенсацияси схемасини ҳисоблашда амал қилинади.

Саноат рН- метрларида ўлчаш электроди ва ёрдамчи электрод битта корпусда жойлаштирилади ва сигимларда ўрнатиладиган, ботириб қўйиладиган датчиклар тарзида ёки қувурларда ўрнатиладиган, оқар сувда турадиган датчик тарзида тайёрланади. рН занжирининг ЭЮКини ўлчашда одатда кириш қаршилиги катта бўлган автоматик потенциометрлардан фойдаланилади, уларнинг шкаласи рН бирликларида даражаланади. Текширилади эритмаларнинг ҳарорати кенг чегараларда ўзгариб турганида ўлчаш тизимида эритма ҳароратларининг ўзгариб туришини автоматик компенсацияловчи қурилма бўлиши керак.

Асбобсозлик саноатида ишлаб чиқариладиган рН- метрларнинг энг кўп тарқалган турларига рН-201 ва рН-261 хиллари киради. Уларнинг ўлчаш ўзгарткичлари ўзгармас кучланиш бўйича 0—50 мВ ва ток бўйича 0—5 мА чиқиш сигналларига эга бўлади. Бу эса уларнинг автоматик потенциометрлар, назорат қилиш ва ростлаш қурилмалари билан биргаликда ишлашга имкон беради.



рН- метрнинг комплекти рН-201 эритмаларида водород ионлари активлигини ўлчаш, қайд этиш ҳамда ростлаш учун мўлжалланган. рН-метрга оқар сувда турадиган датчик — сезгир элемент ДМ-5М шиша ва кумуш хлорид қопланган электродлар билан, юқори частотали саноат ўзгарткичли П-201 ва ўзиёзар потенциометр КСП-2 киради.

Саноат ўзгарткичи П-201 рН ларни ўлчашда қўлланиладиган электрод тизимларининг сезгир элементлари ЭЮК ни унификацияланган ўхшаш

электр сигналларига ўзгартириш учун мўлжалланган. Ўзгарткич кўрсатувчи асбоб М1730 А (ёки М325) билан жиҳозланган. Ўзгарткич чиқиш токи бўйича манфий тескари алоқа билан қамраб олинган ўзгармас ток кучайтиргичидан иборат, бу эса катта чиқиш қаршиликлари олишга имкон беради. П-201 ўзгарткичи билан электрод тизимининг ЭЮК ини ўлчаш схемаси 6.25-расмда кўрсатилган. Электрод тизимининг ўлчанадиган ЭЮК E_x тескари ишорали $U_{чик}$ кучланиш билан таққосланадн. Бу кучланиш резистор R дан кучайтиргичнинг чиқиш токи $I_{чик}$ ўтаётганида кучланиш тушуви натижасида ҳосил бўлади. Бинобарин, электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига $U_{кир} = E_x - U_{чик}$ кучланишлар айирмаси берилади; бу ерда, н

$$E_{\Sigma} = U_{чик} + U_{кир}.$$

Электрон кучайтиргичнинг кучайтириш коэффиценти (у кучайтиргич чиқиш кучланишининг кириш кучланиши нисбатига тенг) қиймати анча катта бўлганида $U_{чик} \gg U_{кир}$ бўлади, шунинг учун $U_{кир}$ нинг қийматини ҳисобга олмаса ҳам бўлади. У ҳолда

$$E_{\Sigma} = U_{чик} = I_{чик} \cdot R.$$

Шундай қилиб, резистор орқали ўтаётган ток кучи амалда электрод тизимида ҳосил бўладиган ЭЮК га мутаносиб бўлади. Унинг катталигини ўлчаб, E_x нинг ва бинобарин, эритма рН миқдорини аниқлаш мумкин.

Ўзгарткичда ўлчаш чегаралари 10 дан 100 мВ гача бўлган ўзиёзар потенциометрларни улаш учун кучланиш ва ток бўйича чиқишлари бор. Ҳарорат компенсацияси 0 дан 100°C гача. Сизгир элементдан ўзгарткичгача йўл қўйиладиган энг катта масофа 150 м. Чиқиш сигналлари ўзгармас ток бўйича 0—5 мА; ўзгармас ток кучланиши бўйича 0 дан (10—100) мВ гача. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 10 с. рН-201 асбобида рН сонларини ўлчашнинг беш чегараси бор: 1; 2,5; 5; 10; 15. Электр чиқиш сигналлари бўйича асосий хатолик $\pm 1\%$. кўрсатувчи асбоб бўйича $\pm 2\%$.

Автоматик титрлаш

Титрлаш — эритмаларни миқдорий таҳлил қилишнинг кенг тарқалган универсал усуллари билан бўлиб, завод лабораторияларида бажарилган таҳлилларнинг асосий қисми шу усулга тўғри келади. Автоматик титрлаш учун асбоблар (автоматик титрометрлар)нинг қўлланилиши таҳлиллар ўтказиш тезлигини кескин оширади, кўпгина ҳолларда уларнинг аниқлигини орттиради, кўп сонли лаборантлар-аналитикларни камайтиради.

Эритмада бошқа компонентлар билан турган, табиати маълум бўлган модда А нинг концентрациясини аниқлаш **титрлаш** деб аталади. Бунинг учун махсус реагент В танланади, уни титрловчи модда (титрант) деб аталади, у қуйидаги схема бўйича таҳлил қилинаётган аралашманинг маълум компонентига танлаб реакция кўрсатади:



бу ерда, M ва N — титрлаш реакциясининг маҳсулотлари.

Титрловчи модда В ни намунадаги модда А нинг ҳаммаси реакцияга кирмаганига қадар қўшилади. Бу ерда, титрловчи модда миқдори Q_B бошланғич намунадаги титрланаётган модданинг миқдори Q_A га эквивалент бўлади.

$$Q_A = K_p \cdot Q_B, \quad (6.23)$$

бу ерда K_p — титрлаш реакцияларининг стехиометрик коэффициентлари.

Титрланадиган модда миқдори

$$Q_A = C_A \cdot Q_{np}, \quad (6.24)$$

бу ерда C_A — таҳлил қилинаётган аралашмадаги модда А нинг концентрацияси; $Q_{np} = \text{const}$ — бошланғич намуна миқдори.

Титрловчи модданинг эквивалент миқдори

$$Q_B = C_B \cdot V_B, \quad (6.25)$$

бу ерда C_B — титрловчи модданинг концентрацияси; V_B — титрловчи модданинг эквивалент ҳажми.

Q_A ва Q_B нинг миқдорларини (6.23) тенгламага қўйиб, изланадиган концентрация C_A нинг титрловчи модданинг эквивалент ҳажмига боғлиқлигини ҳосил қиламиз:

$$C_A = K_\tau \cdot V_B, \quad (6.26)$$

бу ерда,

$$K_\tau = \frac{K_p \cdot C_B}{Q_{np}} = \text{const}.$$

Шундай қилиб, титрлашда намунадаги компонентнинг аниқланадиган концентрациясининг ўлчови титрловчи модданинг эквивалент ҳажмидан иборат бўлади.

Титрлаш реакцияларининг боришини назорат қилиш учун ишлатиладиган асбобларнинг ишлаш принципага қараб титрлашнинг қуйидаги хиллари бўлади: кондуктометрик, потенциометрик, амперометрик ва фотометрик.

Титрлаш жараёни дискрет (даврий) ва узлуксиз бўлиши мумкин. Даврий титрлашда таҳлил қилинаётган модданинг алоҳида намунаси (дозаси) таҳлил қилинади. Узлуксиз титрлашда таҳлил қилинаётган модданинг сарф бўйича стабиллашган оқими таҳлил қилинади, бу модда узлуксиз ишловчи реакторга кириб туради. Узлуксиз титрлашда титрловчи модданинг эквивалент сарфи аниқланадиган компонентнинг ўлчови бўлади, яъни

$$C_A = K_T^1 \cdot q_B^{\text{экв}}, \quad (6.27)$$

бу ерда,

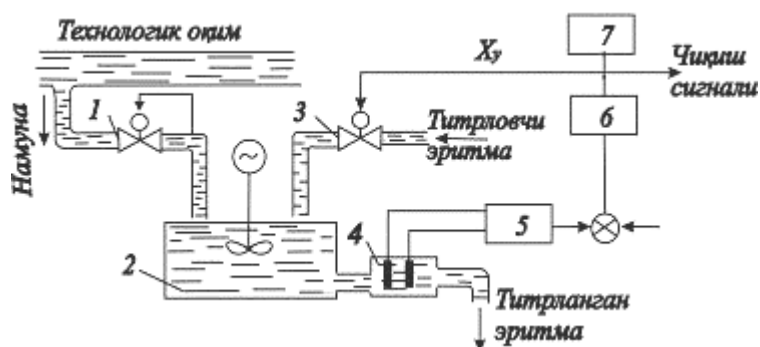
$$K_T^1 = \frac{K_p \cdot C_B}{Q_A} = \text{const};$$

$q_A = \text{const}$ — таҳлил қилинаётган модда А оқимининг сарфи; $q_B^{\text{экв}}$ — титрловчи модда В нинг эквивалент сарфи.

Автоматик титрлаш усули билан таҳлилларни автоматик тарзда бажариш учун мўлжалланган асбоблар титрометрлар деб аталади. Вазифасига кўра автоматик титрометрлар лаборатория ва ишлаб чиқариш титрометрларига бўлинади. Лаборатория титрометрлари ярим автоматик асбоблардир, чунки титрлаш циклининг барча тайёргарлик ва ёрдамчи операциялари қўлда бажарилади. Ишлаб чиқаришдаги автоматик титрометрлар саноат шароитида

технологик жараёнларни узлуксиз циклик ёки узлуксиз автоматик тарзда таҳлил қилиш учун мўлжалланган.

Узлуксиз ишлайдиган автоматик титрометрнинг принципиал схемаси 6.30-расмда кўрсатилган.



6.30 – расм. Узлуксиз автоматик титрометрнинг схемаси.

Назорат қилинаётган технологик оқимдан намуна олинадиган, у сарф стабилизатори 1 орқали аралаштиргич 2 га узлуксиз тушиб туради. Бу ерга титрловчи эритма тушади, унинг сарфини ростловчи орган 3 (масалан, юқори аниқликдаги дозаловчи насос) билан аниқланади. Намуна ва титрловчи эритма оқимлари узлуксиз равишда аралашиб ва ўзаро реакцияга киришиб туради. Агад аралаштиргичга вақт бирлиги ичида тушиб турган титрловчи эритма миқдори худди шу вақт ичида намуна билан бирга тушиб турган титрловчи модда миқдорига эквивалент бўлса, у ҳолда реакцияга кирган аралашма титрлашнинг охириги нуқтасига мос келади. Акс ҳолда титрлаб бўлинган аралашмада моддалардан бирининг миқдори ортиқча бўлади.

Аралашмадаги титрловчи эритма билан титрловчи модданинг миқдорлари нисбати ёрдамчи автоматик конденсатор 5 ва бирламчи ўзгарткич 4 ёрдамида назорат қилиб турилади. Датчикнинг чиқиш сигнали Z титрлашнинг охириги нуқтасига мос келадиган Z_T нинг берилган қиймати билан таққосланади. Улар тенг бўлганида титрловчи эритма сарфи ўзгармайди ва намунанинг назорат қилинаётган компонентининг концентрациясини характерлайди. Акс ҳолда номувофиқлик сигнали ростлагич 6 ёрдамида маълум қонун бўйича ўзгартириладиган номувофиқлик сигнали ростловчи орган 3 га берилади ва бу орган берилаётган титрловчи эритма миқдорини ўзгартиради. Ростловчи орган 3 нинг тавсифи чизикли бўлганида титрловчи эритма сарфи бошқарувчи сигнал X_y га мутаносиб бўлади. Бинобарин, X_y нинг катталигини қайд этувчи иккиламчи асбоб аниқланаётган модда концентрациясининг бирликларида даражалаш мумкин.

Баъзи ҳолларда узлуксиз автоматик титрометрнинг тузилишини намуна ва титрловчи эритмаларнинг оқимларини стабиллаш йўли билан соддалаштириш мумкин. Агар бу ерда, характеристик параметрнинг ўзгариши назорат қилинаётган компонентнинг чизикли функциясидан иборат бўлса, у ҳолда

бундай асбобдан автоматик ростлаш тизимининг датчики сифатида фойдаланиш мумкин.

Таҳлил қилишнинг радиоизотоп усули

Радиоизотоп усулнинг асосий афзаллиги — контактсиз ўлчашидир. Бу агрессив қовушоқ суюқликларни, шунингдек ҳарорати ва босими юқори суюқликларни таҳлил қилишни осонлаштиради. Радиоизотоп анализаторларда одатда β ва j юмшоқ нурланишлардан фойдаланилади. Энергияси тахминан 100—150 кэВ бўлган j -нурланиш юмшоқ нурланиш ҳисобланади.

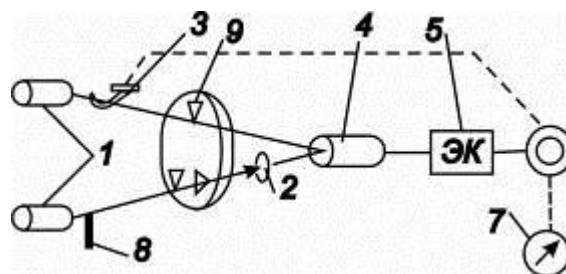
Суюқликнинг зичлиги ρ ва қатлами қалинлиги x ни билган ҳолда ва энергетик жиҳатдан бир жинсли бўлган J - нурлар тутамининг жадаллиги i ни ўлчаб, изланаётган компонент C_A нинг масса улушини аниқлаш мумкин:

$$C_A = \frac{i_n \cdot j_0 / j}{\rho \cdot x (\mu_{\Phi A} - \mu_{\Phi B})} - \frac{\mu_{\Phi}}{\mu_{\Phi A} - \mu_{\Phi B}}, \quad (6.28)$$

бу ерда j_0 — қатлам сиртидаги J нурланишнинг жадаллиги; μ_{Φ} — юмшоқ J нурлар заифлашувининг фотоэлектрик массавий коэффициент; $\mu_{\Phi A}$ — таҳлил қилинаётган муҳитда оғир элементлар заифлашувининг ўртача коэффициенти; $\mu_{\Phi B}$ — таҳлил қилинаётган муҳитда енгил элементлар заифлашувининг ўртача коэффициенти.

Бу усул нефт маҳсулотларида олтингугуртни, хлорли органик суюқликларда хлорни ва ҳоказоларни аниқлашда қўлланилади.

Радиоизотопли автоматик компенсацион суюқлик анализаторининг функционал схемаси 6.31-расмда келтирилган. Икки манбадан чиққан нурланиш (Fe^{55} изотоплар) обтюратор 9 билан узилганидан кейин, асбобнинг иш ва таққослаш каналларидан узилганидан кейин навбатма-навбат ўтади. Иш каналида назорат қилинаётган оқар суюқликли кювет 2, таққослаш каналида эса компенсацион полиэтилен пона 3 жойлашган. Тенг даражада кучсизлашган оқимлар битта сцинтилляцион детектор 4 — фотоэлектрон кўпайтиргич ФЭК га киради. ФЭК нинг чиқишидаги кучланиш импульслари электрон кучайтиргич 5 га келиб, бу ерда қуввати ва амплитудаси бўйича кучайтирилади ва қўшилади. Кучайтиргич чиқишидаги сигналнинг катталиги ва фазаси J_p — J_t айирманинг катталиги ва ишораси билан аниқланади, бу ерда J_p ва J_t — тегишлича иш ва таққослаш каналларидан ўтган нурланиш оқимларининг жадаллиги. Сигнал кучайтиргич 5 дан компенсацион пона 3 ва ўлчаш асбоби 7 билан кинематик боғланган реверсив двигател 6 га тушади. Сигналнинг фазасига қараб реверсив двигател ҳар икки каналдаги оқимларнинг жадаллиги бир хил бўлмаганига қадар понани суради; бу ерда, сигнал нолга тенг бўлади. Компенсацион понанинг вазияти таҳлил қилинаётган муҳитнинг концентрациясининг ўлчови бўлади. Шкаланинг нол нуқтаси заслонка 8 билан ўрнатилади. Шкаланинг ўлчов чегараси компенсацион понанинг йўлини ўзгартириш билан амалга оширилади.



6.31 расм. Радиоизотопли автоматик компенсацион анализаторининг функционал

Суюқлик анализаторларида β -нурланишдан фойдаланилганда ўлчашнинг икки усули — суюқликнинг β -нурланиш тутамини сусайтириш ва унинг қайтарилиши қўлланилиши мумкин. Биринчи усул таҳлил қилинаётган муҳитдан ўтган β - нурланиш жадаллигини ўлчашга, иккинчи усул таҳлил қилинаётган муҳит қайтарган β -нурланиш жадаллигини ўлчашга асосланган. Иккинчи усулда радиоактив манба ва нурланиш детектори нурланиш бевосита детекторга тушмайдиган қилиб ўрнатилади.

β ва j - нурланишлардан фойдаланиш учта ва ундан ортиқ компонентли суюқликлар таркибини таҳлил қиладиган анализаторлар яратишга ҳам имкон беради. Уч компонентли суюқликларни таҳлил қилиш учун, масалан β -зарралар тутамларининг заифланиш ва қайтарилиш коэффициентларини айна бир вақтда ўлчашдан фойдаланиш мумкин, чунки бу самаралар энергиялари етарли даражада турлича бўлган юмшоқ j - нурланиш тутамларининг таркибига турлича даражада боғлиқ бўлади.

VIII – БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Эритмалар концентрациясини ўлчашнинг қайси усули электродлар потенциалини ўлчашга асосланган?
2. Нернст қонунининг моҳияти нимада?
3. Потенциометрик ўлчашларда қўлланиладиган ўлчаш ячейкаси қандай электродлардан ташкил топган?
4. Қандай солиштириш электродлари мавжуд?
5. Эритмаларнинг рН-ини ўлчашда қандай ўлчаш электроди қўлланилади?
6. Ўлчаш ячейкаси ЭЮКни компенсацион усул ёрдамида ўлчашнинг моҳияти нимада?
7. Эритмалар концентрациясини ўлчашнинг қайси усули эритма электр ўтказувчанлигини ўлчашга асосланган?
8. Кондуктометрик концентратомерларнинг қандай ўлчаш ячейкалари мавжуд?
9. Кондуктометрик концентратомерларда икки ячейкали ўлчаш ячейкаларини қўллаганда қайси ходисалар ўлчаш хатоликларларини келтириб чиқаради?
10. Кондуктометрик концентратомерларда температура таъсирини компенсациялашнинг қандай усуллари мавжуд?
11. Нима учун тўрт электродли ўлчаш ячейкали кондуктометрик концентратомерларда поляризация ходисасининг таъсири бўлмайди?
12. Тўрт электродли ўлчаш ячейкали кондуктометрик концентратомерларнинг токли электродларидаги кучланишлар тушишини қандай ўлчаш усуллари мавжуд?
13. Контактсиз электрокондуктометрия ишлаши нимага асосланган?
14. Автоматик титрометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
15. Титрлашнинг қандай усуллари мавжуд?

IX-БЎЛИМ. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ЗИЧЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Моддаларнинг зичлиги технологик маҳсулотнинг сифатини баъзи ҳолларда эса таркибини ҳам характерловчи асосий параметрлардан ҳисобланади.

Зичликни автоматик ўлчаш асбоблари кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноат тармоқларидаги бир катор жараёнларни автоматлаштиришдаги муҳим воситалардан ҳисобланади. Масалан, буғлатувчи қурилмалар, абсорбер, дистилляцияон, ректификацион ва бошқа ускуналарни назорат қилиш ҳамда бошқаришда зичликларни узлуксиз ўлчаб турилишини талаб қилади. Баъзи ишлаб чиқаришда суюқликларнинг зичлиги эриган модда концентрациясини аниқлаш мақсадида ўлчанади.

Модда массасининг ҳажмига нисбати *зичлик* дейилади, яъни

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (6.29)$$

бу ерда ρ — зичлик, кг/м^3 ; m — модданинг массаси, кг ; V — модданинг ҳажми, м^3 .

Суюқликнинг зичлиги ҳароратга боғлиқ ва нормал (20°C) ҳароратда қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

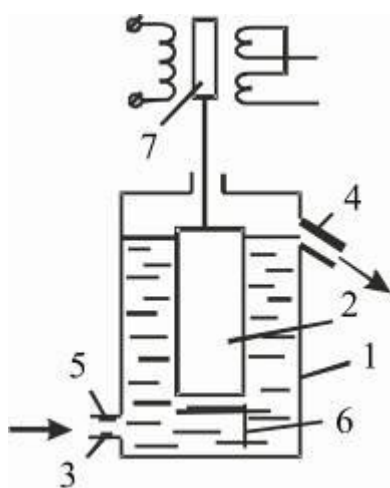
$$\rho_{20} = \rho_t [1 - \beta(20 - t)], \quad (6.30)$$

бу ерда ρ_t — суюқликнинг t ҳароратидаги зичлиги, кг/м^3 ; β — суюқлик ҳажмий иссиқлик кенгайишининг ўртача коэффициент, $1/^\circ\text{C}$; t — суюқликнинг ҳарорати, $^\circ\text{C}$.

Саноатда суюқликнинг зичлигини ўлчаш учун қалқовичли, вазнли, гидростатик ва радиоизотопли зичлик ўлчагичлар кўп қўлланилади.

Қалқовичли зичлик ўлчаш асбоблари

Қалқовичли зичлик ўлчагичларда Архимеднинг қалқовичга таъсир этувчи итариб чиқарувчи кучининг суюқлик зичлигига боғлиқлигидан фойдаланилади. Бу асбоблар сузиб юрувчи ва батамом чўкадиган қалқовичли бўлади. Биринчи тур асбобларда зичликни ўлчаш қиймати қалқовичнинг чўкиш чуқурлигига боғлиқ бўлади. Иккинчи тур асбобларда қалқовични чўкиш чуқурлиги ўзгармайди. Фақат унинг итаруви кучи ўлчанади, бу куч эса суюқликнинг зичлигига мутаносиб бўлади.



6.32 – расм. Сузиб юрувчи қалқовичли зичлик ўлчагичнинг

Биринчи тур зичлик ўлчагичларда қалқовичнинг оғирлик кучи қалқовичга зичлиги ρ бўлган, текшириладиган муҳит томонидан ҳам суюқлик юзасида бўлган зичлиги ρ_0 бўлган муҳит томонидан (6.32- расмга қаранг) таъсир этадиган итарувчи куч билан мувозанатлашади. Қалқович мувозанатда турганида итарувчи куч қалқовичнинг оғирлик кучига тенг бўлади. Бу ерда, текширилаётган муҳит зичлигининг ҳар бир қийматига қалқовичнинг маълум ботиш чуқурлиги мос келади. Ихтиёрий шаклдаги қалқовичга таъсир этувчи итарувчи куч Архимед қонунига кўра аниқланади:

$$F_x = \rho_0 g \int_{h-x}^h S(x) dx + \rho g \int_0^x S(x) dx, \quad (6.31)$$

бу ерда ρ_0 — суюқлик устидаги муҳитнинг зичлиги;
 g — эркин тушиш тезланиши;

ρ —қалқовичнинг пастки қисми ботирилган суюқликнинг зичлиги; S — қалқович кесимининг юзи,

h — қалқовичнинг баландлиги; x — қалқовичнинг суюқликка ботиш сатҳи.

Ўзгармас кесимли қалқович учун

$$F_{(x)} = \rho_0 g S h + (\rho - \rho_0) g S x . \quad (6.32)$$

Агар суюқлик устида ҳаво бўлса, у ҳолда $\rho_0 = 0$. Унда умумий ҳолда

$$F_{(x)} = \rho \cdot g \int_0^x S_{(x)} dx . \quad (6.33)$$

Ўзгармас кесимли қалқович учун итарувчи куч ифодаси қўйидаги кўринишда бўлади

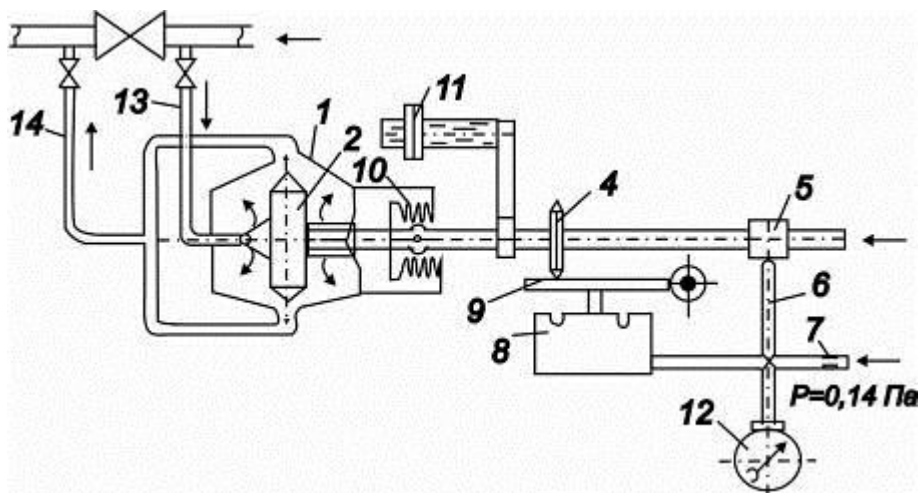
$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x . \quad (6.34)$$

6.32- расмда сузиб юрувчи қалқовичли зичлик ўлчаш асбобининг принципиал схемаси кўрсатилган. Асбоб қалқович 2, ўлчаш идиши 1 дан иборат. Суюқлик асбобга тарнов 3 орқали келиб, тарнов 4 орқали чиқиб кетади. Оқимнинг тезлиги доимий кесимли дроссел 5 ёрдамида аниқланади. Пластиналар 6 қалқовични уюрма­лардан сақлайди.

Суюқлик зичлигининг ўзгариши қалқович ва у билан боғлиқ бўлган ўзак 7 нинг силжишига олиб келади. Ўзак дифференциал - трансформатор ўзгарткич ғалтагида силжийди. Иккиламчи (кўрсатувчи ёки қайд қилувчи) асбоб зичлик бирлигида даражаланади. Ҳароратнинг компенсацияси иккиламчи асбобнинг ўлчаш схемасига уланган қаршилиқ термометри ёрдамида амалга оширилади. Зичлик ўлчагичлар коррозияга чидамли материаллардан тайёрланиб, агрессив суюқликлар зичлигини ўлчашда ҳам ишлатилиши мумкин.

Ораликдаги ўзгарткичнинг турига қараб зичлик ўлчагич электрик ёки пневматик унификацияланган чиқиш сигналига эга бўлиши мумкин.

6.33- расмда қалқовичи батамом чўкадиган зичлик ўлчагичнинг принципиал схемаси кўрсатилган. Бу асбобда пневматик ўзгарткич ишлатилган. Вентил ёки бошқа торайтириш қурилмаси ҳосил қилган босимнинг пасайиши таъсирида суюқлик қувур 13 дан ҳалқа тақсимлагич орқали ўлчаш камераси 1 га келади ва чиқарма қувурчалар ёрдамида қувур 14 дан асосий қувурга узатилади. Суюқликнинг бундай йўналиши оқим тезлигининг қалқович 2 га кўрсатилган таъсирини йўқотади. Қалқович золдироподшипникда турган ва силфон 10 дан ўтадиган коромисло учига ўрнатилган. Коромисло посанги 11 орқали мувозанатлашади. Посанги шундай ростланганки, қалқович энг кичик зичликка эга бўлган (ўлчаш асбобининг пастки чегараси) суюқликда пастга силжий бошлайди. Зичлик кўпайиши билан қалқович кўпаювчи, итарувчи куч таъсирида кўтарилади ва тизимдаги мувозанат бузилади.



6.33 – расм. Чўкадиган қалқовичли пневматик ўзгарткичли зичлик ўлчагичнинг схемаси.

Пневматик ўзгарткич ёрдамида мувозанат қайтадан тикланади. Бунинг учун асбобга филтр, редуктор ва дроссел 7 орқали ҳаво узлуксиз келиб туради ва сопло 6 билан коромисло 3 учига ўрнатилган тўсиқ 5 оралиғидан атмосферага чиқиб кетади. Қалқович кўтарилганда, тўсиқ сопло томон силжийди, натижада соплодан сиқилган ҳавонинг атмосферага чиқиши камаяди ва мембранали кучайтиргич 8 да ҳаво босими ошади. Бу ерда, мембранадан итарувчи ричаг 9 га узатиладиган куч ошади ва ролик 4 орқали коромислонинг ўнг учи юқорига кўтарилади, натижада тўсиқ соплодан узоклашади. Мембранага таъсир этган ҳаво босими қалқовичнинг итарувчи кучига мутаносиб бўлиб, суюқлик зичлигининг ўлчови ҳисобланади ва иккиламчи асбоб 12 орқали ўлчанади. Ўлчашнинг пастки чегараси (50 кг/м^3) ростлагич посангиси 11 ни силжитиш йўли билан ростланади. Ўлчашнинг юқориги чегараси қалқович ҳамда мембрана габаритларига ёки уларнинг коромисло ўқиға нисбатан бурилиш масофасига боғлиқ. Асбобдан ўтган ҳаво сарфи ўзгармас кесимли дроссел 7 ёрдамида амалга оширилади.

Батамом чўкадиган қалқовичли зичлик ўлчагичларнинг турли тузилишлари мавжуд. Улар бир-биридан қалқовичининг тузилиши, мувозанатловчи қурилма, кўрсатишларни масофага узатувчи механизмнинг усуллари, автоматик ҳарорат компенсацияси усули ва бошқалар билан фарқ қилади.

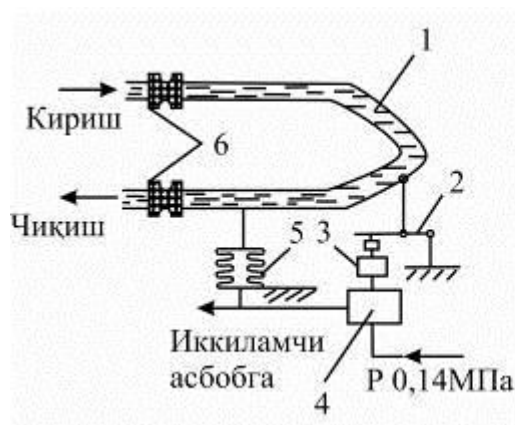
Кимё, озиқ-овқат ва бошқа саноат тармоқларида кенг тарқалган зичлик ўлчагичлар бир-бирларидан қалқовичнинг шакли, кўрсатишларни масофага узатиш усули бўйича фарқ қилади. Қалқовичли асбоблар $1000...1400 \text{ кг/м}^3$ чегарадаги суюқлик зичлигини $\pm 2\%$ аниқлик билан ўлчайди.

Вазнли зичлик ўлчагичлар

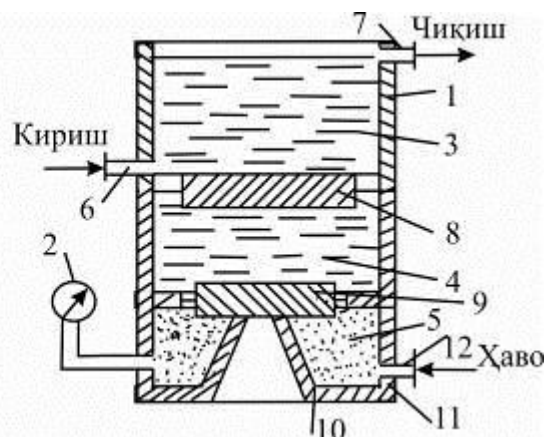
Вазнли зичлик ўлчаш асбобларининг ишлаш принципи назорат қилинаётган суюқликнинг маълум бир доимий ҳажмининг вазнини узлуксиз ўлчаб туришга асосланган.

Тоза суюқликлар зичлиги ўлчашдан ташқари вазнли зичлик ўлчагичлар суспензия ва таркибида қаттиқ моддалар бўлган суюқликлар зичлигини ўлчашда ҳам ишлатилади.

6.34- расмда пневматик ўзгарткичли вазнли зичлик ўлчагичнинг принципиал схемаси келтирилган. Суюқлик резина тарнов ва металл силфонлари 6 бўлган сиртмоқсимон қувур 1 дан ўтади. Сиртмоқсимон қувур пневмоўзгарткичининг тўсиғи 2 билан боғлиқ. Суюқлик зичлиги ошганда сиртмоқсимон қувурнинг вазни ортади ва у пастга ҳаракатланади, сопло 3 билан тўсиқ 2 оралиғи кичраяди, ўзгарткичдаги босим кўтарилади.



6.34-расм. Пневматик ўзгарткичли вазнли зичлик ўлчагичнинг схемаси



6.35 – расм. Мембрана – вазнли зичлик ўлчагичнинг

Унификацияланган пневматик сигнал кучайтиргич 4 орқали силфон 5 га узатилади (тескари алоқа). Силфондаги босим суюқлик зичлигининг ўзгаришига мутаносиб ўзгаради ва шкаласи зичлик бирлигида даражаланган иккиламчи асбоб билан ўлчанади. Асбоб суюқликнинг зичлигини сиртмоқсимон қувур тўлдириладиган пайтдаги амалий ҳароратда ўлчайди.

Вазнли зичлик ўлчагичларнинг афзаллиги сиртмоқсимон қувур кесимининг доимийлиги ва қувурдан суюқликнинг катта тезликда ўтишидир. Бу эса суюқлик таркибидаги қаттиқ жисмларнинг сиртмоқсимон қувур тубига (деворларига) чўкишига йўл қўймайди. Саноатда $500...2500 \text{ кг/м}^3$ ўлчаш чегараларига мўлжалланган вазнли зичлик ўлчагичлар чиқарилади: Ўлчашдаги асосий хатолик $\pm 2\%$.

6.35- расмда Тошкент давлат техника университети профессор-ўқитувчилари яратган зичлик ўлчагичнинг схемаси келтирилган.

У корпус ва ўлчаш асбоби 2 дан иборат. Корпус назорат қилинаётган суюқлик солинган камера 3, буфер суюқлик билан тўлдирилган оралик камера 4 ва пневмоўзгарткич вазифасини бажарадиган камера 5 дан иборат. Зичлиги ўлчанаётган суюқлик камера 3 га кириш штуцери 6 орқали тўхтовсиз келиб туради ва ундан чиқиш штуцери 7 орқали чиқиб кетади, бу эса камерада суюқликнинг бир сатҳда туришини таъминлайди. Оралик камера 4 идиш 3 туби 8 нинг силжишини кузатиш учун мўлжалланган, у бикр марказли эластик мембрана 9 дан иборат, марказ камера 4 нинг тубида ўрнатилган. Камера 5 сопло 10 билан жиҳозланган. Сиқилган ҳаво найча 11 орқали камера 5 га доимий

дроссел 12 орқали киради. Мембрананинг бикр маркази сопло 10 нинг тўсиғи ролини ўйнайди. Мембрана 8 нинг суюқлик вазни (зичлиги) га боғлиқ бўлган силжиши оралик камера 4 орқали мембрана 9 га берилади, бу мембрана силжиб сопло 10 ни беркитади. Камера 5 даги ҳаво босими ўлчаш асбоби 2 ёрдамида назорат қилиб турилади ва суюқликнинг зичлик ўлчови бўлиб хизмат қилади.

Мембрана-ваззли зичлик ўлчагич ўлчаш сезгирлиги ва аниқлигини оширишга имкон беради.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар

Гидростатик зичлик ўлчагичлар ўзгармас баландликдаги суюқлик устунининг босимини ўлчашга асосланган.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар кенг тарқалган, чунки бу асбоблар содда тузилган ва таҳлил қилинаётган суюқликка ўрнатиладиган датчикларда ҳаракатланадиган қисмлар йуқ Уларнинг ишлаш принципи қуйидагича. Суюқлик сиртига нисбатан H чуқурликдаги P босим қуйидагича ифодаланади:

$$P = \rho \cdot g \cdot H, \quad (6.35)$$

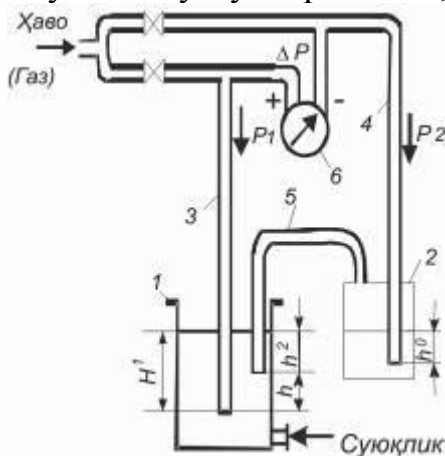
бу ерда ρ — суюқликнинг зичлиги, кг/м^3 ; g — оғирлик кучининг тезланиши, м/с^2 .

Суюқлик устунининг баландлиги H ўзгармас бўлса, босим ρ суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади. Гидростатик зичлик ўлчагичларда суюқлик устунининг босими, одатда, суюқлик орасидан инерт газ (ҳаво) ни узлуксиз ҳайдаб ўлчаб турилади. Бу газ (ҳаво) нинг босими суюқлик устуни босимига мутаносиб бўлади. Суюқлик устунининг босимини бу усулда ўлчаш (пезометрик зичлик ўлчагичлар) кўрсатишларни масофага узатиш имкониятини беради. Ҳайдаладиган инерт газ суюқлик хусусиятларига кўра танланади. Ҳайдаладиган газ сарфи катта бўлмай, доимий бўлиши шарт, чунки сарфнинг ўзгариб туриши ўлчашда қўшимча хатоликларга олиб келиши мумкин.

Одатда, суюқликнинг турли баландликдаги иккита устунидаги босимлар фарқи ўлчанади (дифференциал усул). Бу эса ўлчанаётган зичликнинг аниқлигига таъсир кўрсатадиган сатҳ ўзгаришларини йўқотади, (6.35) ифодадан

$$P_1 - P_2 = (H_1 - H_2) \cdot \rho \cdot g \text{ ёки } \Delta P = \Delta H \cdot \rho \cdot g, \quad (6.36)$$

бу ерда P_1 ва P_2 — суюқлик устунларининг босими, Па; H_1 ва H_2 — суюқлик устунлари сатҳи, м.



Ҳаво (инерт газ) узлуксиз ҳайдаладиган пезометрик дифференциал икки суюқлики зичлик ўлчагичда (6.36- расм) текшириляётган суюқлик идиш 1 дан узлуксиз оқиб ўтади, бу идишда суюқлик сатҳи доимий сақланади. Доимий сатҳли идиш 2 маълум зичликли эталон суюқлик билан тўлдирилган бўлади. Инерт газ найча 3 орқали текшириляётган суюқлик қатлами орқали ўтади ва асбобдан чиқиб кетади. Худди шу инерт газ найча 4 орқали эталон суюқлик қатлаидан ўтади, кейин қўшимча найча 5 орқали текшириляётган суюқликнинг маълум

қатламидан ўтиб асбобдан чиқади. Пезометрик найчаларнинг чуқурлиги ва эталон суюқликнинг зичлиги маълум бўлса, дифференциал манометр 6 нинг кўрсатиши текшириладиган суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади.

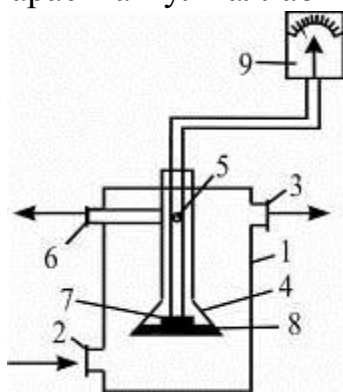
(6.36) ифодага мувофиқ дифманометрнинг кўрсатиши қуйидагича бўлади:

$$\Delta P = h_1 \cdot \rho \cdot g - (h_2 \rho + h_0 \rho_0) g = (h \rho - h_0 \rho_0) g. \quad (6.37)$$

Эталон суюқликнинг зичлиги текшириладиган суюқликнинг зичлигига яқин қилиб танланади. У ҳолда $h_0 = h$ бўлса, босимлар фарқи $\Delta P = 0$. Унда текшириладиган суюқликнинг зичлиги минимал бўлади. Агар текшириладиган суюқликнинг зичлиги максимал бўлса, босимлар фарқи максимал қийматга эга бўлади.

Асбобда эталон суюқлики идиш 2 текшириладиган суюқлики идиш 1 дан юқориқда жойлашган. Эталон ва текшириладиган суюқликнинг ҳарорат коэффициенти бир хил бўлиб, уларнинг ҳарорати тенг бўлса, ҳарорат компенсацияси автоматик равишда таъминланади.

Гидростатик зичлик ўлчагичлар саноатда 900...1800 кг/м³ ўлчаш чегарасига мўлжаллаб чиқарилади. Бу асбобларнинг асосий хатолиги $\pm 4\%$.



6.37 – расм. Тензометрик зичлик ўлчагичнинг

Силфонли, тензометрик, химотрон ва бошқа зичлик ўзгарткичлари гидростатик зичлик ўлчагичларнинг турларидир.

6.37- расмда тензометрик зичлик ўлчагичнинг схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик идиш 1 га штуцер 2 орқали узлуксиз тушиб туради ва ундан штуцер 3 орқали чиқиб кетади, бу эса идишда доимо бир хил сатҳ бўлишини таъминлайди. Асосий идиш 1 нинг ичида эталон суюқлик билан тўлдирилган идиш 4 жойлаштирилган бўлиб, унинг зичлиги назорат қилинаётган суюқликнинг минимал зичлигига тенг бўлиши керак. Эталон суюқлик

тўйнуқ 5 орқали киради, ортиқчаси эса тўкиш найчаси 6 орқали чиқиб кетади. Бу билан сатҳнинг доимийлигига, балласт босимнинг ва ҳарорат ўзгаришларининг компенсация қилинишига эришилади.

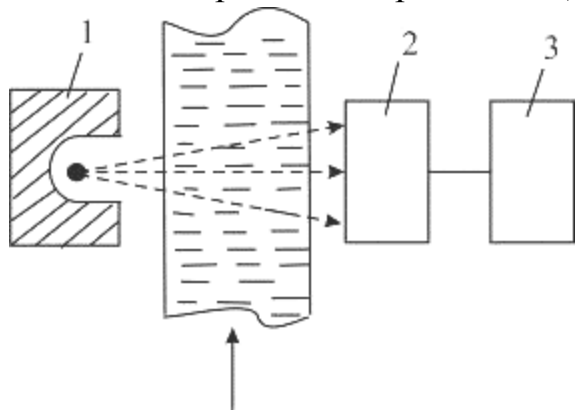
Назорат қилинаётган суюқлик зичлиги озгина ўзгариши билан эластик элемент 8 нинг марказига елимлаб ёпиштирилган тензодатчик 7нинг қаршилиги ўзгаради. Зичлик ўлчагичи сифатида электрон автоматик кўприк 9 қўлланилган бўлиб, унинг елкаларининг бирига тензодатчик 7 уланган. Кўприк шкаласи зичлик бирликларида даражаланган.

Ўлчашнинг пастки чегаралари кўприк шкаласини даражалашда идишлар 1 ва 4 ни зичлиги текшириладиган суюқликнинг минимал зичлигига тенг бўлган суюқлик билан тўлдиришда аниқланади.

Радиоизотопли зичлик ўлчагичлар

Радиоизотопли зичлик ўлчагичларнинг ишлаш принципи радиоактив манба j - нурларининг суюқликдан ўтишида ютилишига асосланган. Булар суспензия, пулпа, агрессив ва катта босимли суюқликларнинг зичлигини ўлчашда ишлатилиши мумкин. Ўлчаш воситалари ўлчанаётган муҳит билан контактсиз боғланган. Бу эса бундай асбобларнинг афзаллигига киради.

Радиоизотопли зичлик ўлчагич таркибига (6.38- расм) j-нурланишлар манбаи 1 ва қабул қилгич 2 киради, унинг чиқиш сигнали автоматик потенциометр 3 га берилади. Қабул қилгич 2 қабул қиладиган нурланиш жадаллиги қувурдан оқиб ўтадиган суюқликнинг зичлигига боғлиқ бўлади: зичлик қанча катта бўлса, j-нурларнинг ютилиши шунча кучли ва қабул қилгич 2 нинг киришида сигнал шунча кучсиз бўлади. Бу сигналнинг катталигига қувур деворларининг қалинлиги, суюқлик таркиби ва манба нурланишини камайтирадиган бошқа омиллар таъсир қиладди. Бу омилларнинг таъсири турғун бўлганлиги сабабли асбобни даражалашда олинган тузатмани кўрсатишларга киритиш йўли билан ҳисобга олинади.



6.38 – расм. Радиоизотопли зичлик ўлчагичнинг схемаси.

Саноат радиоизотопли зичлик ўлчагичлардан ПЖР-2, ПЖР-2Н, ПЖР-5, ПР-1024, ПР-1025М ва бошқа турларини ишлаб чиқаради.

ПЖР-2 зичлик ўлчагичининг ўлчаш чегараси $600 \div 2000 \text{ кг/м}^3$, асбобнинг ўлчаш хатолиги $\pm 2\%$.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ГЛАВЕ IX.

1. Зичликни қандай ўлчаш усуллари мавжуд?
2. Қалқовучли (ариометрлар) зичлик ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
3. Қалқовучли зичлик ўлчагичларда зичлиги ўлчанаётган идишдаги суюқлик сатхининг ўзгаришининг таъсирини қандай йўқотиш мумкин?
4. Оғирлик бўйича (пикнометрлар) зичлик ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
5. ДУВ- 1 оғирлик бўйича зичлик ўлчагичи қандай ишлайди?
6. Гидростатик зичлик ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
7. Зичлик ўлчагичларда температура компенсацияси қандай амалга оширилади?
8. Радиоизотоп зичлик ўлчагичларининг ишлаши нимага асосланган?
9. Қандай гидростатик зичлик ўлчагичларини биласиз?
10. Қандай оғирлик зичлик ўлчагичларини биласиз?

Х-БЎЛИМ. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ҚОВУШОҚЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Суюқ муҳитларнинг қовушқоқлигини ўлчаш саноатда ТЖАБТ ни жорий қилишда энг мураккаб муаммолардан биридир. Жараёнларнинг кўпчилиги дисперс тизимлар, суспензиялар, коллоид эритмалар ва пластик массаларни қайта ишлаш билан боғлиқ. Айрим маҳсулотлар сезгир элементга ёпишиб қолиб,

ишлаб чиқариш жараёнида сезгир элементга таъсир этиб, улардан фойдаланишни қийинлаштириши мумкин.

Саноатда вискозиметрларнинг қўлланилиши қовушоқликни ўлчаш услубларининг конструктив-техник камчиликлари ёки вискозиметрларнинг ўзича ишлатиш шароитларини яратиш қийинлиги сабабли жуда ҳам чеклангандир.

Саноатнинг бир қанча тармоқларида, масалан, сунъий толалар, синтетик смолалар, каучук эритмалари, бўёқлар, сурков мойлари ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқаришда қовушоқлик маҳсулот таркиби ва сифатини аниқловчи катталиқ ҳисобланади. Шунинг учун кўпгина ҳолларда қовушоқликни автоматик тарзда узлуксиз ўлчаб туриш муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Суюқликларнинг сирпаниш ёки силжишга қаршилиқ кўрсатиш хусусияти *қовушоқлик* дейилади.

Берилган оқимда суюқлик икки қатламининг силжишида тангенциал куч вужудга келади. Шу куч Нютон қонунига кўра қуйидагича аниқланади:

$$F = \mu \cdot S \frac{dv}{dn}, \quad (6.38)$$

бу ерда F — силжиш кучи, Н; μ — динамик қовушоқлик ёки қовушоқлик коэффиценти, Па с; S — ички ишқаланми юзаси, м^2 ; $\frac{dv}{dn}$ — ҳаракатдаги қатлам қалинлиги бўйича тезлик градиенти (силжиш тезлиги), $1/\text{с}$; v — қатлам оқимининг тезлиги, $\text{м}/\text{с}$; n — ҳаракадаги қатлам қалинлиги, м .

(6.38) тенгламадан динамик қовушоқликни аниқлаймиз:

$$\mu = \frac{F}{S \frac{dv}{dn}}. \quad (6.39)$$

СИ тизимида динамик қовушоқлик бирлиги қилиб, суюқлик оқимининг шундай қовушоқлиги қабул қилинганки, бу оқимда $1 \text{ Н}/\text{м}^2$ силжиш босими таъсирида чизикли тезлигининг градиенти силжиш текислигига перпендикуляр бўлган 1 м масофада $1 \text{ м}/\text{с}$ бўлади. Динамик қовушоқликнинг бу бирлиги $\text{Н с}/\text{м}^2$ ёки Па с ўлчовига эга.

Амалда кўпинча динамик қовушоқликнинг суюқлик зичлиги ρ га бўлган нисбатида ифодаланувчи кинематик қовушоқликдан фойдаланилади, яъни

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (6.40)$$

Кинематик қовушоқлик СИ да $\text{м}^2/\text{с}$ ўлчовига эга. Қовушоқлик амалда пуаз (П) ва сантипуаз (сП) бирликларида ўлчанади. Бу бирликлар СИ даги қовушоқликнинг бирлиги билан қуйидагича боғланган:

$$1 \text{ П} = 0.1 \text{ Па} \cdot \text{с}; 1 \text{ сП} = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с}.$$

Нютон қонунига бўйсинувчи суюқликлар (яъни қовушоқлиги жадал механик таъсирларга боғлиқ бўлмаган силжиш (сурилиш) тезлигига чизикли боғланишга эга суюқликлар) нютон суюқликлари дейилади. Агар бу боғланиш чизикли бўлмаса, у ҳолда бундай суюқликлар нонютон суюқликлар дейилади. Суюқликлар, эритмалар, пластик ва озик-овқат маҳсулотларининг асосий қисми нонютон суюқликлар гуруҳига киради.

Озиқ-овқат саноатида кўпинча қовушоқлик шартли birlikларда (ВУ градусларида) ўлчанади, бу birlikлар маълум ҳажмдаги таҳлил (таҳлил) қилинаётган суюқликнинг оқиб кетиш вақтининг шу ҳажмидаги дистилланган сувнинг оқиб кетиш вақтига нисбатидан иборат:

$$ВУ = \frac{\tau_c}{\tau_{dc}} . \quad (6.41)$$

Қовушоқликни ўлчаш пайтида ҳароратнинг таъсирини эътиборга олиб, тегишли тузатишлар киритиш лозим.

Суюқлик қовушоқлигини ўлчайдиган бир қатор асбоблар мавжуд. Бу асбоблар ишлаш принципи жиҳатидан капилляр, золдирли, ротацион, тебранишли ва ултратовушли асбобларга (вискозиметрларга) бўлинади.

Капилляр вискозиметрлар

М. П. Воларовичнинг маълумотларига кўра, қовушоқликни ўлчашнинг тахминан 80% и капилляр асбоблар билан ўтказилиб, улар назарий жиҳатдан энг кўп ишлаб чиқилган ва амалда тадқиқ қилинган.

Капилляр вискозиметрлар ўлчаш аниқлигининг юқорилиги, ўлчашнинг катта диапазони ва нисбатан соддалиги туфайли кенг тарқалган. Кейинги йилларда технологик жараённинг ўтишидаги қовушоқликни автоматик тарзда назорат қилиш ва ростлашга мўлжалланган капилляр вискозиметрлар яратилди. Бу асбоблар нисбатан тоза ва бир жинсли суюқликлар қовушоқлигини назорат қилишда ишлатилади.

Капилляр вискозиметрларнинг ишлаш принципи Пуазейл капилляр найчасидан суюқликнинг оқиб чиқиш қонунига асосланган. Бу қонун қуйидагича ифодаланади:

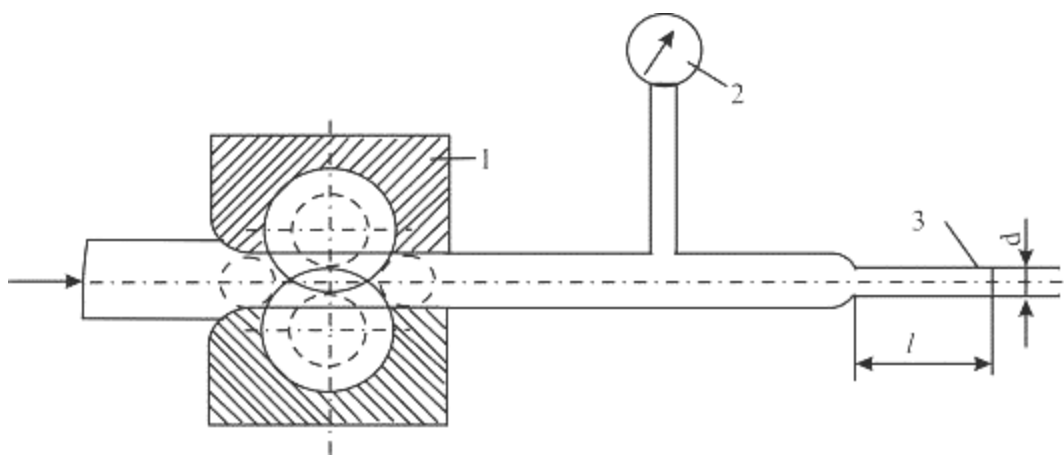
$$Q = \frac{\pi \cdot d^4}{\mu \cdot l} \Delta P , \quad (6.42)$$

бу ерда Q — найчадан оқиб чиқадиган суюқликнинг ҳажмий сарфи, $м^3/с$; d — найча диаметри, $м$; μ — суюқлиқнинг динамик қовушоқлиги, $Па \cdot с$; l — найчанинг узунлиги, $м$; ΔP — найча учларидаги босимлар фарқи, $Па$.

Агар Q , d , l катталикларнинг қиймати доимий бўлса, қовушоқликни аниқловчи ифода қуйидаги кўринишга келади:

$$\mu = K \cdot \Delta P . \quad (6.43)$$

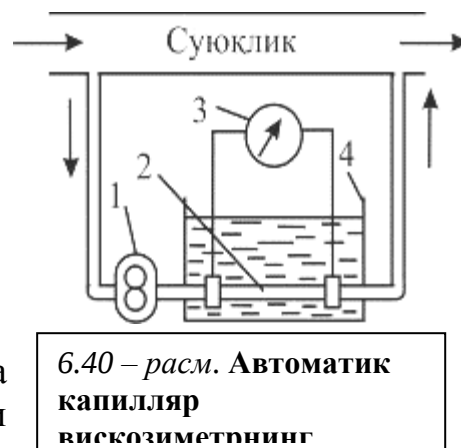
Шундай қилиб, суюқлик қовушоқлигини ўлчаш суюқлик ўтадиган капилляр найча учларидаги босимлар фарқини ўлчашдан иборат. Бу ерда, суюқликнинг юмалоқ кесими тирқишлардан оқиб чиқиши оғирлик кучи босими ёки ташқи босим таъсирида содир бўлиши мумкин. Капилляр вискозиметрлар икки катта гуруҳга бўлинади: лаборатория вискозиметрлари ва автоматик ишлайдиган вискозиметрлар. Кейинги вискозиметрларга босим остида суюқлик оқиб чиқадиган ва эркин оқиб чиқадиган асбоблар киради. Суюқлик эркин оқиб чиқадиган асбоблар ўз навбатида икки турга: сатҳ ўзгарадиган ва ўзгармайдиган асбобларга бўлинади.



6.39 – расм. Капилляр вискозиметр схемаси.

6.39-расмда капилляр вискозиметр схемаси келтирилган. Шестерняли насос 1 таҳлил қилинаётган суюқликнинг мутлақо доимий миқдорини капилляр найча 3 га узатади. Капилляр найчанинг кириши ва чиқишидаги босимлар фарқи сезгир дифманометр 2 орқали ўлчанади. Дифманометрнинг шкаласи қовушоқлик бирлигида даражаланади. Капилляр найчанинг диаметри d ва узунлиги l ўлчаш чегаралари ва ўлчанаётган суюқлик турига қараб танланади. Ўзгармас ҳароратни таъминлаш учун вискозиметр найчаси одатда, ҳароратни автоматик ростловчи термостатга уланади. Капилляр вискозиметрнинг ўлчаш чегаралари 0,001... 10 Па с. Лаборатория асбобларида ўлчаш хатолиги $\pm 3...5\%$.

6.40-расмда автоматик капилляр вискозиметрнинг тузилиши бир оз ўзгарган принципиал схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик ўзгармас сарф билан дозаловчи насос 1 ёрдамида капилляр найча 2 орқали сўриб олинади. Найчадаги босимнинг пасайиши дифманометр 3 билан ўлчанади, унинг шкаласи қовушоқлик birlikларида даражаланган. Вискозиметр термостат 4 га ўрнатилган. Одатда, асбоб диаметри ва узунлиги турлича бўлган капиллярлар комплекти билан таъминланган бўлади. Капиллярнинг диаметри ва узунлиги ўлчаш чегараларига қараб танланади.



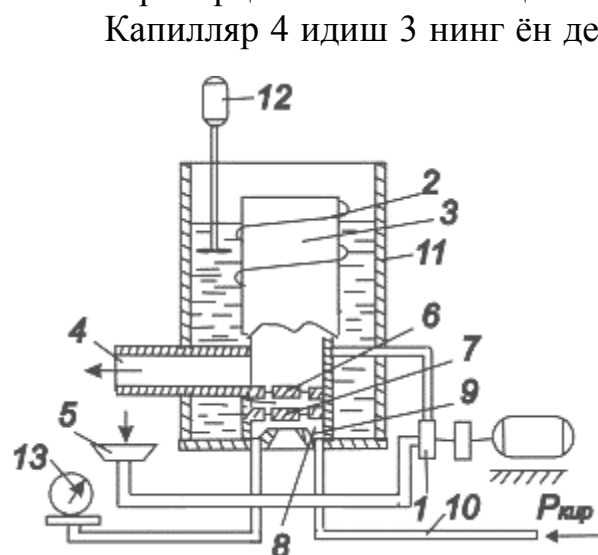
6.40 – расм. Автоматик капилляр вискозиметрнинг

Ишлаш принципи ўз оғирлиги таъсирида суюқ маҳсулотларнинг оқиб чиқишига асосланган вискозиметрлар энг кўп тарқалган. Уларнинг асосий қисми датчик бўлиб, у паст томонидан калибрланган найча билан тугайдиган сиғимдан иборат. Сиғимга узлуксиз равишда суюқлик берилади, унинг сарфи доимо бир хилда сақлаб турилади. Сиғимдаги суюқлик сатҳи унинг қовушоқлигига мутаносиб равишда ўзгаради. Сатҳни ўлчаб, қовушоқликнинг қиймати топилади. Бу асбобларнинг бошқа турларида, аксинча, суюқлик сатҳи бир хилда ушлаб турилади, лекин қовушоқликка билвосита боғлиқ бўлган бошқа параметр (масалан, суюқлик сарфи, капиллярнинг силжиши, капиллярнинг диаметри ёки узунлиги ва ҳоказо) ўлчанади. Биринчи тур асбоблар ўзгарувчан сатҳли

вискозиметрлар деб, иккинчи тур асбоблар эса ўзгармас сатҳли вискозиметрлар деб аталади.

Тошкент давлат техника университети профессор - ўқитувчилари томонидан суюқ маҳсулотларнинг эркин оқиб чиқишига асосланган пневматик ва электрик вискозиметрларнинг ҳар хил турлари яратилган. Эркин оқиб чиқишига асосланган вискозиметрлардан ўзгарувчан сатҳли асбоблар кенг қўлланилмоқда.

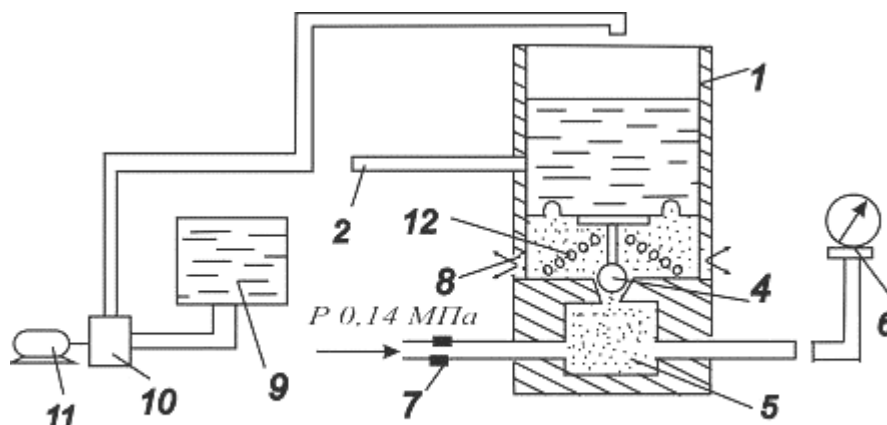
6.41-расмда мембранали пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Текшириладиган суюқлик насос-дозатор 1 ёрдамида сўриб олинади ва иссиқлик алмашгич 2 орқали цилиндрик идиш 3 га ҳайдалади, у ердан капилляр 4 орқали сифим 5 га оқиб чиқади.



6.41 – расм. Мембранали пневматик вискозиметр схемаси.

сопло 9 нинг очилиш ёки ёпилиш даражасини ўзгартиради, бу сопло пневматик камера 8 ни атмосфера билан туташтириб туради, бу ерда, камера 8 да ҳаво босими ўзгаради ва бу ўзгариш ўлчаш асбоби 13 ёрдамида ўлчанади. унинг шкаласи бевосита кинематик қовушоқлик birlikларида даражаланган.

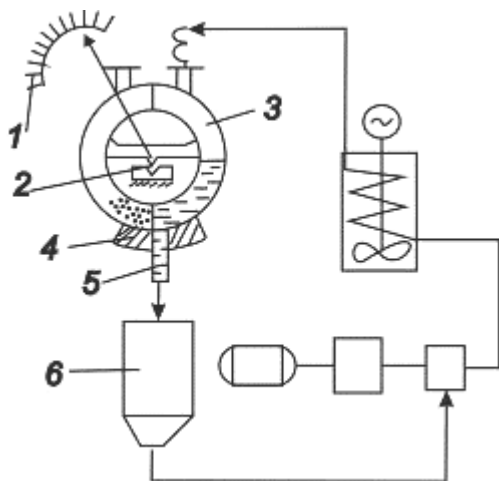
6.42- расмда золдирли пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Пневмокамерани атмосфера билан туташтирувчи золдирли клапаннинг қўлланилиши жуда юқори аниқликда ўлчашни таъминлайди.



6.42 – расм. Золдирли пневматик вискозиметрнинг схемаси.

Суюқликнинг қовушоқлигини ўлчашда унинг капилляр 2 ли идиш 1 даги сатҳ ўзгаради. Қовушоқликнинг ортиши суюқликнинг гидравлик босими ҳисобига мембрана 3 нинг пастга эгилишига сабаб бўлади. Натижада золдирли мембрана билан бириктирилган золдирли клапан 4 ҳаво билан тўлдирилган пневмокамера 5 нинг юқориги қисмидаги конуссимон тешикни беркитади. Ҳаво пневмокамерага магистрал ҳаво йўлидан доимий дроссел 7 ёрдамида 0,14 мПа босимда берилади. Босим суюқлик сатҳин баландлигининг ўзгаришига мутаносиб равишда ортади, бунга пружина 12 нинг силжиши натижасида эришилади. Қовушоқлик камайганда золдирли клапан кўтарилади ва ҳаво тешик 8 орқали атмосферага чиқиб кетади. Капилляр 2 дан оқиб чиқадиган суюқлик сиғим 9 га тушади, у ердан шестерняли насос 10 ёрдамида сўриб олинади, насосни редукторли синхрон двигател 11 ҳаракатга келтиради. Насос текшириляётган суюқликни термостат орқали сўриб олади (чизмада кўрсатилмаган). Иккиламчи асбоб 6 сифатида ўзиёзар ПВ4-Э ёки манометрдан фойдаланилган бўлиб, уларнинг шкалалари қовушоқлик бирликларида даражаланган бўлади.

Ўлчаш чегаралари $(212—938) \cdot 10^3$ Па·с ни, нисбий келтирилган хатолик $\pm 2\%$ ни ташкил қилади.



6.43 – расм. Ҳалқали вискозиметрнинг схемаси

6.43- расмда халқали вискозиметрнинг принцинал схемаси келтирилган. Ҳалқасимон камера 3 призма 2 нинг таянч оёқлари ёрдамида ўз геометрик марказига осиб қўйилган. Ҳалқанинг пастки қисмига юк 4 маҳкамлаб қўйилган. Суюқлик термостат орқали ҳалқасимон камера 3 га сўриб олинади ва капилляр найча 5 дан идиш 6 га оқиб чиқади. Суюқликнинг қовушоқлиги ўзгарганда айлантйрувчи момент ҳосил бўлади, унинг таъсирида ҳалқасимон камера стрелкаси билан таянч нуқта атрофида айланишга тескари таъсир этувчи момент билан мувозанатлашмагунга қадар бурилади.

Шкала 1 бевосита қовушоқлик бирликларида даражаланган. Қовушоқликни ўлчаш чегараларини юк 4 оғирлигини ошириш ёки камайтириш йўли билан ўзгартириш мумкин. Асбобнинг максимал хатолиги тажриба йўли билан аниқланган бўлиб, $\pm 1,5\%$ ни ташкил қилади, халқанинг максимал бурилиш бурчаги 60° , ўлчаш чегараси эса 20 мПа·с.

Ичи ковак халқада суюқлик сатҳнинг ўзгариши қуйидаги айлантйрувчи моментни ҳосил қилади:

$$M_{\text{айл}} = H \cdot j \cdot S \cdot R. \quad (6.44)$$

Бунинг таъсирида халқа соат стрелкаси ҳаракати йўналишида бурилади. Ҳалқанинг бурилиши тескари таъсир этувчи моментни юзага келтиради:

$$M_{\text{тес}} = F \cdot b \cdot \sin \alpha. \quad (6.45)$$

Моментлар тенг бўлганида. ичи ковак халқа янги мувозанат вазиятида тўхтади:

$$M_{\text{айл}} = M_{\text{тес}} \quad (6.46)$$

ёки

$$H \cdot j \cdot S \cdot R = F \cdot b \cdot \sin \alpha,$$

бу ерда H — суюқлик сатҳи; j — суюқликнинг солиштирма оғирлиги; S — ҳалқа ярим қисмлари ўртасидаги тўсиқнинг юзи; R — ҳалқанинг ўртача радиуси; F — юкнинг оғирлик кучи; b — тизими оғирлик марказининг таянч нуқтасигача масофаси; α — ҳалқанинг бурилиш бурчаги.

Айни ҳалқа учун F , b , S , R катталиклар ўзгармас, шунинг учун

$$H \cdot j = K \cdot \sin \alpha, \quad (6.47)$$

бу ерда

$$K = F \cdot b / S \cdot R.$$

(6.47) тенглама асбобнинг статик тавсифини ифодалайди ва идишдаги суюқлик сатҳи бир хил бўлганида унинг оғирлиги ҳалқа бурилиш бурчагининг синусига мутаносиб ва фақат қовушоқликка боғлиқлигини билдиради. Вискозиметр шкаласининг нотекислигини махсус лекало ёрдамида бартараф этиш мумкин.

Доимий сатҳли вискозиметрнинг ишлаши сатҳни белгиланган баландликда сақлаб туриш принципига асосланган. Ўзгарувчан сатҳли асбоблардан фарқли равишда бу ерда суюқлик сарфининг қатъий бир доимийликда бўлиши шарт эмас.

6.44- расмда доимий сатҳли вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Цилиндрик идиш 1 га эластик бириктирувчи 2 ёрдамида, масалан, учи 90° га букилган капилляр 3 маҳкамланган бўлади. Капилляр индукторли датчик 5 нинг қисқа туташтирилган чулғами (экрани) 4 билан бикр қилиб бирлаштирилган. Датчик индуктив чулғами 6 бўлган П-симон стержендан иборат.



6.44 – расм. Сатҳ ўзгармас

Суюқлик йиғгич идишдан насос ёрдамида идиш 1 га узатилади ва капилляр 3 орқали оқиб чиқади. Капиллярдан чиқадиган суюқликнинг сатҳи оқиб чиқаётган суюқликнинг сарфига боғлиқ бўлган реактив куч ҳосил қилади. Бу куч капилляр 3 нинг эркин учини силжишга мажбур қилади.

Текшириляётган суюқликнинг ва унинг капиллярдан ўтаётган сарфи ўзгаради, бунинг натижасида реактив куч ҳам ўзгариб, капиллярнинг эркин учини силжитилади. Капиллярнинг учи билан бирга у билан бикр қилиб бириктирилган қисқа туташтирилган чулғам 5 силжийди.

Ўзгарувчан ток билан таъминланган индуктив чулғам 6 П-симон магнит ўтказгич стержен ва бу стерженнинг эркин учи орасидаги тирқиш орқали ўзгарувчан магнит оқими ҳосил қилади. Стержен 5 нинг битта ярим қисмга қисқа туташтириштилган чулғам 4 кийдирилган, у магнит куч чизикларини беркитиш хоссасига эга бўлади, чунки бу ҳалқанинг силжиши натижасида стержен 5 нинг эркин учлари орасидаги тирқиш орқали магнит оқими ўтадиган юза ўзгаради. Натижада индуктив чулғам 6 ҳосил қиладиган магнит оқими қисқа туташтирилган чулғамдан нарига ўтмайди, яъни беркилиб қолади. Бу ерда, индуктивлик

ўзгаради ва уни иккиламчи асбоб қайд этади. Шундай қилиб, қовушоқлик ўзгарганида экран 4 билан бикр, бириккан капилляр стержен 5 бўйлаб силжийди, бунинг натижасида иккиламчи асбоб қайд этадиган индуктивлик ўзгаради. Тошкент давлат техника университети профессор-ўқитувчилари яратган бу вискозиметрлар ўлчаш аниқлиги ва асбобнинг ишончли ишлашини оширишга имкон беради.

Золдирли вискозиметрлар

Золдирли вискозиметрлар суюқликларнинг қовушоқлигини ўлчашда кенг ишлатилади.

Қовушоқликни эркин тушувчи жисм усули билан ўлчаш Стокс қонунига асосланган. Бу қонунга мувофиқ эркин тушувчи жисмнинг суюқликдаги тезлиги шу суюқлик қовушоқлиги билан боғланган, бу боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$\mu = K \frac{(\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot r^2}{v} \quad (6.48)$$

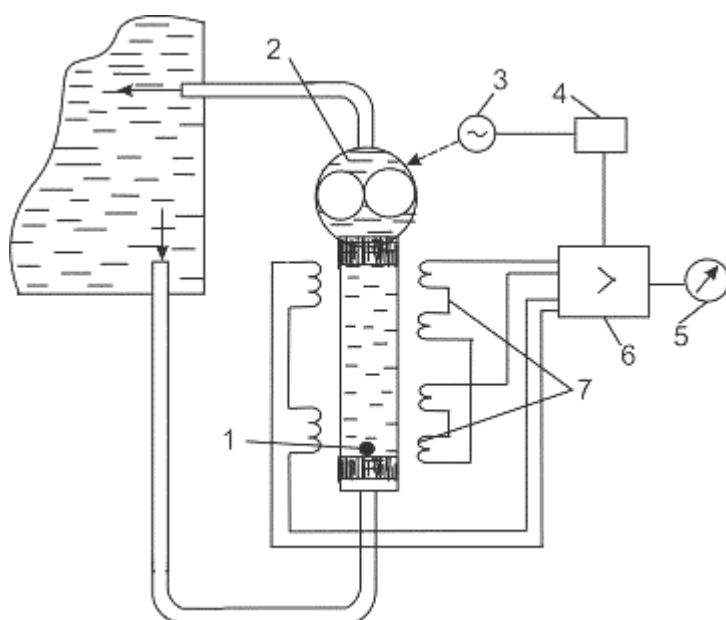
бу ерда, ρ_1 ва ρ_2 , — эркин тушувчи жисм (золдир) материалининг ва суюқликнинг зичликлари, кг/м^3 ; g — оғирлик кучининг тезланниши, м/с^2 ; r — золдирнинг радиуси, м ; v — золдирнинг бир меъёрга тушиш тезлиги, м/с ; K — қабул қилинган ўлчовга боғлиқ бўлган сонли доимий коэффициент.

Стокс қонуни бир жинсли суюқликнинг мутлақо сферик золдирга нисбатан ламинар ҳаракатида ишлатилиши мумкин. (6.48) ифодадан маълумки, текширилаётган суюқликнинг қовушоқлигини ўлчаш суюқликдаги золдирнинг тушиш тезлигини ёки золдирнинг белгиланган масофадан ўтиш вақтини ўлчашдан иборат. Қовушоқликнинг золдир тушиш вақтига боғлиқлиги қуйидагича ифодаланади:

$$M = K \cdot \tau \quad (6.49)$$

бу ерда K — асбоб доимийси, Па ; τ — золдирнинг белгиланган масофадан ўтиш вақти, с .

Қовушоқликни золдирнинг эркин тушиш вақти бўйича аниқлайдиган автомат қурилманинг принципиал схемаси 6.45- расмда кўрсатилган.



6.45 – расм. Эркин тушувчи шарчали автоматик вискозиметрнинг схемаси.

Суюқлик оқими золдир 1 ни бошланғич ҳолатга шестерняли насос 2 ёрдамида кўтаради. Бу шестерняли насос электр двигател 3 га эга. Золдирни кўтариш билан бирга насос суюқликдан намуна олиб, уни синайди. Золдир юқориги чекловчи тўрға етгач, насос тўхтайди, золдир ҳаракатсиз муҳитда эркин пастга тушади. Индукцион ғалтаклар 7 орқали золдирнинг белгиланган йўл l дан ўтиш вақти ҳисобланади. Золдирнинг индукцион ғалтаклардан ўтишида номувозанатлик сигналлари ҳосил бўлади ва бу сигнал электрон кучайтиргич 6 орқали кучайтирилади. Шестерняли насоснинг автоматик равишда уланиши ва вақтнинг ҳисобланиши реле блоки 4 ва ўлчаш асбоби 5 ёрдамида бажарилади.

Асбобнинг ўлчаш чегаралари индукцион ғалтаклар орасидаги масофа l ва золдир диаметрининг ўзгариши билан танланади. Бундай асбобларда 100 Па·с чегарадаги суюқлик қовушоқлигини ўлчаш мумкин. Асбобларнинг ўлчаш аниқлиги $\pm 2\%$.

Ротацион вискозиметрлар

Суюқликлар қовушоқлигини ўлчашда ҳамда уларнинг реологик хусусиятларини ўрганишда ротацион вискозиметрлардан фойдаланиш кулай. Бу асбоблар текшириляётган суюқлик ҳосил қилувчи қаршилик моментлари ва айлантирувчи моментларни ўлчашга асосланган.

Қовушоқ суюқликда жисм айланганида қовушоқлик қаршилиги тескари таъсир этувчи момент ҳосил қилади. Агар жисм доимий тезлик билан айланса, бу момент суюқлик ҳосил қиладиган айлантирувчи моментга тенг ва динамик қовушоқликка мутаносиб бўлади:

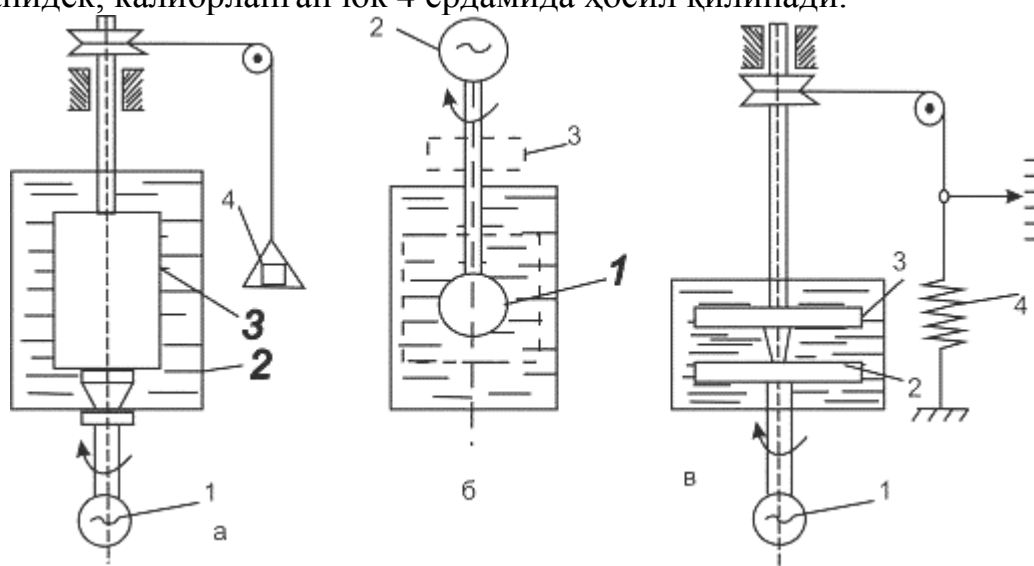
$$M = K \cdot \mu \cdot \omega, \quad (6.50)$$

бу ерда M — айлантирувчи момент, Нм; K — асбоб доимийси; μ — динамик қовушоқлик, Па·с; ω — айланувчи жисмнинг бурчак тезлиги, 1/с.

Ротацион вискозиметрлар айланувчи жисм шакли ва айлантирувчи моментни ўлчаш усулига кўра бир-биридан фарқ қилади. Бошқа асбобларга

нисбатан коаксиал цилиндрли, айланувчи жисм ва таҳлил қилинаётган суюқликка чўктириладиган айланувчи параллел диски асбоблар кўпроқ ишлатилади. 6.46 - расмда ротацион вискозиметр турларининг принципиал схемалари кўрсатилган.

Коаксиал цилиндрли вискозиметр (6.46-рasm, а) ташқи цилиндри таҳлил қилинаётган суюқлик билан тўлдирилган икки цилиндрдан иборат. Ташқи цилиндр 2 ўзгармас тезлик билан айланганда двигател 1 таъсирида суюқлик стационар айланиш ҳолатига келади ва айлантирувчи моментни ички цилиндр 3га узатади. Бу цилиндрни тинч ҳолатда сақлаш учун цилиндрга катталиги тенг, лекин тескари ишорали куч momenti таъсир қилиши керак. Бу куч, расмда кўрсатилганидек, калибрланган юк 4 ёрдамида ҳосил қилинади.



6.46 – расм. Ротацион вискозиметр.

Ламинар ҳаракатда куч momenti билан кўриладиган суюқликнинг қовушоқлиги қуйидагича боғланган

$$M = \pi \cdot l \cdot \mu \cdot w \frac{R^2 \cdot r^2}{R^2 - r^2} , \quad (6.51)$$

бу ерда, M — куч momenti, $H \cdot m$; l — ички цилиндрининг узунлиги, m ; w — ташқи цилиндр айланишининг бурчак тезлиги, $1/s$; R ва r — ташқи ва ички цилиндрларнинг радиуси, m .

Вискозиметрларнинг ташқи ва ички цилиндри ҳаракатсиз бўлади.

Текшириладиган суюқликка чўктириладиган айланувчи жисм (6.46- расм, б) шарсимон ёки цилиндрик ротор 1 каби ишлайди. Бу ротор двигател 2 ёрдамида ўзгармас айланишлар частотаси билан айлантирилади. Суюқликнинг ротор айланишига кўрсатилган қаршилиги махсус қурилма 3 ёрдамида ўлчанади.

Айланувчи диски вискозиметр (6.46- расм, в) текшириладиган суюқликка чўктирилган икки параллел диск 2 ва 3 дан иборат. Диск 2 двигател 1 ёрдамида раван айланади. Текшириладиган суюқликнинг қовушоқлик хусусияти туфайли диск 3 га айлантирувчи момент узатилади. Бу айлантирувчи момент суюқлик қовушоқлигига мутаносиб бўлиб, ҳисоблаш асбоби билан боғланган цилиндрик пружина 4 ёрдамида мувозанатланади.

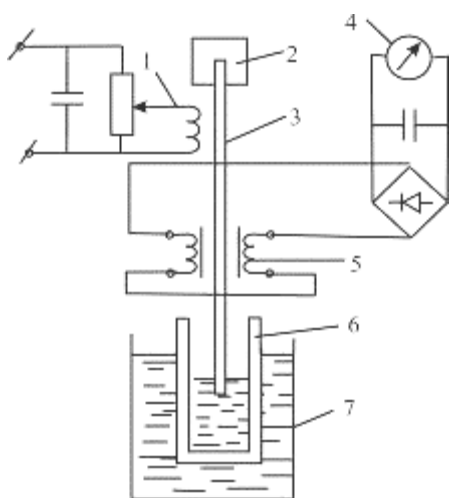
Айланувчи диски вискозиметрлардан суюқликларнинг қовушоқлигини узлуксиз ўлчашда ҳам фойдаланиш мумкин.

Ротацион вискозиметрларнинг ўзгармас коэффициентлари аналитик равишда ёки эталон суюқликлар бўйича тажриба йўли билан аниқланади. Ротацион вискозиметрларнинг ўлчаш чегараси 0,01...1000 Па с.

Тебранишли вискозиметрлар

Кейинги йилларда катта ўлчаш чегарага, юқори сезгирликка ва аниқликка эга бўлган, шунингдек, ҳар хил шароитларда турли муҳитларни таҳлил қилувчи умумий афзалликларга эга бўлган тебранишли вискозиметрлар кенг тарқалмоқда.

Тебранишли вискозиметрларнинг ишлаш принципи назорат қилинаётган муҳитга чўктирилган сезгир элемент тебраниши сўниш даражасининг шу муҳит қовушоқлигига боғлиқлигига асосланган. Тузилиш жиҳатдан тебранишли асбоблар электромагнитли ва ултратовушли бўлади.



6.47 – расм. Электромагнит тебранишли вискозиметрнинг схемаси

Электромагнитли (паст частотали) вискозиметрлари 1 кГц гача ва ултратовушли асбоблар 10—1000 кГц частоталарда ишлайди.

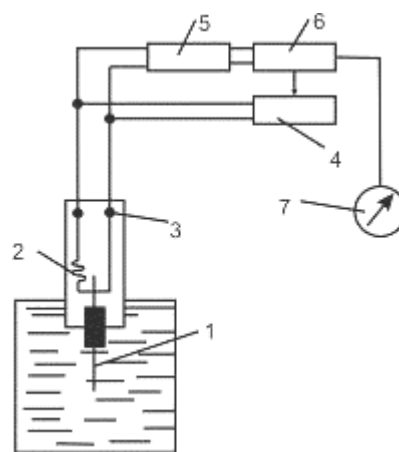
6.47-расмда кўрсатилган электромагнит тебранишли вискозиметрнинг ишлаш принципи куйидагича. Идиш 6 даги назорат қилинаётган суюқликка сезгир элемент — пўлат пластинка 3 нинг бур учи туширилади. Унинг юқориги қисми махсус қисқичли асбоб 2 га маҳкамланган. Идиш 6 термостатловчи қурилма 7 га ўрнатилади. Электромагнит 1 ёрдамида пўлат пластинка 3 резонанс тебранишли ҳаракатга келтирилади. Текшириляётган суюқликнинг қовушоқлигини ўлчашда пўлат пластинка тебранишларининг амплитудаси ўзгаради. Бу ўзгариш электромагнит датчиклар

5 ёрдамида қабул қилинади. Датчикларда индукцияланган кучланиш тўғриланиб, ўлчаш асбоби 4 га узатилади, асбоб қовушоқлик бирлигида даражаланган. Улар қовушоқликни $\pm 3 \dots 5\%$ хатолик билан ўлчайди.

Ултратовушли вискозиметрлар универсал ҳисобланади. Бу асбоблар катта ўлчаш чегарали, юқори аниқлик, инерциясизлик, ҳаракатланувчи қисмларининг йўқлиги каби афзалликларга эга. Лекин бу асбоблар мураккаб электрон қурилмалардан иборат бўлганлиги сабабли уларнинг ишлатилиши чекланган.

Ултратовушли вискозиметрлар ултратовушларнинг муҳит қовушоқлигига қараб ютилишига асосланган. 6.48-расмда ултратовуш тебранишларининг сўниш тезлигини ўлчайдиган ултратовушли вискозиметрнинг схемаси кўрсатилган.

Магнитострикцион материалдан ясалган пластина 1 гилза 3 га маҳкамланган. Пластинанинг пастки қисми қовушоқлиги ўлчанаётган суюқликка туширилган. Гилзада импульслар генератори 4 дан таъминланадиган уйғотиш ғалтаги 2 бор. Ғалтакка узунлиги 20 мкс га яқин импульс юборилади, натижада пластинада бўйлама тебранишлар юз беради. Тебранишли частотаси, пластина геометрияси орқали, сўниш амплитудаси эса суюқлик қовушоқлиги орқали аниқланади. Импульсни юбориш билан бир вақтда кўчайтириш ва детекторлаш операцияси кучайтиргич 5 ва детектор 6 да бажарилади, натижада триггер генераторини беркитади. Пластинанинг



6.48 – расм.
Ультратовушли

тебранишида тескари магнитострикцион самара туфайли ғалтакда пластинанинг тебраниш частотасига тенг бўлган кучланиш (ЭЮК) ҳосил бўлади.

$$U = U_m \exp(-at) \cdot \sin(\omega t), \quad (6.52)$$

бу ерда, U — ғалтак учларидаги кучланиш; U_m — кучланишнинг бошланғич амплитудаси; a — тебранишнинг суюқлик қовушоқлигига боғлиқ бўлган сўниш коэффициенти; t — вақт; ω — пластинанинг тебраниш частотаси.

Бу кучланиш импульслар генераторини пластина тебранишларининг сўниши тугагунча беркитиб туради, шундан сўнг генератор қайта уйғонади.

Шундай қилиб, сўниш жадаллигининг ўлчови импульслар генераторининг кетма-кет уйғонишидаги вақт оралиғи катталигидан иборат. Суюқлик қовушоқлиги қанча катта бўлса, импульслар орасидаги вақт оралиғи шунча кичик бўлади. Ўлчаш сигнали детектордан иккиламчи асбоб 7 га келади.

Қовушоқлик бирлигида даражаланган ўлчаш асбоби импульслар интервалининг ўртача қийматини ўлчайди. Асбобнинг ўлчашдаги хатолиги $\pm 1\%$.

Ультратовушли вискозиметрлар технологик оқимлардаги турли суюқликларни узлуксиз назорат қилиш учун ишлатилади. Бу вискозиметрларнинг ўлчаш чегараси 0,0001...100 Па·с

Тебранишли, айниқса, ультратовушли вискозиметрларнинг қўлланилиш соҳаси Нютон суюқликлари билан чеклаб қўйилади, бу суюқликларнинг қовушоқлиги механик таъсир жадаллигига боғлиқ бўлмайди. Нютон суюқликларда улар камайтириб кўрсатади, бу ҳолда ҳам улардан фақат қовушоқлик индикаторлари сифатидагина фойдаланиш мумкин.

Х-БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Қовушоқликнинг қандай ўлчаш усуллари биласиз?
2. Капилляр қовушоқлик ўлчагичининг ишлаши нимага асосланган?
3. Қовушоқликни эркин тушувчи жисм усули билан ўлчаш нимага асосланган?
4. Ротацион қовушоқлик ўлчагичнинг ишлаши нимага асосланган?
5. Пуазейл қонунини тушунтиринг.

6. Капилляр қовушқоқлик ўлчагичларда маҳсулот қовушқоқлиги қандай ўлчов асбоби ёрдамида ўлчанади?

7. Капилляр қовушқоқлик ўлчагичларда капилляр трубкадан ўтаётган маҳсулот сарфининг ўзгармаслиги қандай қилиб таъминланади?

8. Оғирлиги ўзгарувчан капилляр қовушқоқлик ўлчагичлари ишлаши нимага асосланган?

9. Стокс қонуни тушунтиринг.

10. Қовушқоқликни эркин тушувчи жисм усули билан ўлчашда жисмнинг эркин тушиш тезлиги қандай усуллар ёрдамида ўлчанади?

МОДДАЛАРНИНГ НАМЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Газлар, суюқ муҳит ва қаттиқ жисмларнинг намлиги кимё, озиқ-овқат, металлургия, нефть-газ, тўқимачилик саноатида ва бошқа саноат тармоқларидаги ҳамда қурилишдаги кўпгина технологик жараёнларнинг муҳим кўрсаткичларидан ҳисобланади.

Ҳар қандай жисмда намликнинг мавжудлиги унинг мутлақ (абсолют) ҳамда нисбий намлиги билан характерланади.

Газнинг мутлақ намлиги дейилганда нормал шароитларда $1,0 \text{ м}^3$ газ аралашмасидаги сув буғи массаси тушунилади. Мутлақ намликнинг бирликлари г/м^3 ёки кг/м^3 .

Нисбий намлик дейилганда $1,0 \text{ м}^3$ аралашмадаги сув буғи массаси (ҳажми)нинг шу ҳароратдаги $1,0 \text{ м}^3$ аралашмадаги сув буғининг максимал массаси (ҳажми)га нисбати тушунилади. Нисбий намлик ўлчовсиз катталиқ, баъзан у фоизларда ифодаланади.

Материалдаги нам микдорини микдор жиҳатидан характерлаш учун иккита катталиқ — нам сақлами ва намликдан фойдаланилади.

Нам жисм массасининг мутлақ қуруқ материал массасига нисбати **нам сақлами** деб аталади ва қуйидагича ифодаланади:

$$H_c = \frac{M}{M_0} \quad \text{ёки} \quad H_c = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \cdot 100\% \quad , \quad (6.53)$$

бу ерда, M — нам массаси; M_0 — мутлақ қуруқ материалнинг массаси; M_1 — нам материалнинг массаси.

Намлик жисмдаги нам массасининг нам материал массасига нисбати қуйидагича ифодаланади:

$$W = \frac{M}{M_1} \quad . \quad (6.54)$$

Нам сақламидан намликка ўтиш ва аксинча ҳолларда қуйидаги нисбатдан фойдаланилади

$$H_c = \frac{W}{1-W}, \quad W = \frac{H_c}{1-H_c} \quad .$$

Газ намлигини ўлчаш усулларига психрометрик, шудринг нуқтаси, гигрометрик (сорбцион), конденсацион, спектрометрик, электр-кимёвий, иссиқ ўтказувчанлик усуллари киради. Булардан биринчи учтаси энг кўп тарқалган.

Суюқликларнинг намлигини ўлчаш учун сиғимли, абсорбцион асбоблар ва суюқликнинг намликка алоқаси бор бирор хоссасини ўлчайдиган асбоблардан фойдаланилади.

Қаттиқ ва сочилувчан жисмларнинг намлигини ўлчаш учун бевосита ва билвосита усуллар қўлланилади.

Қуритиш, экстракцион ва кимёвий усуллар бевосита ўлчаш усуллариининг ичида энг кўп тарқалгандир.

Кондуктометрик, диэлкометрик, ўта юқори частотали, оптик, ядровий магнит резонансли, термовакуум, теплофизика усуллари билвосита ўлчаш усулларига киради.

Қуйида саноатда энг кўп тарқалган усулларни кўриб чиқамиз.

Газларнинг намлигини ўлчаш

Ҳозир технологик жараёнларда газларнинг ва ҳавонинг намлигини ўлчашнинг психрометрик, шудринг нуқтаси ва гигрометрик усуллари энг кўп тарқалган.

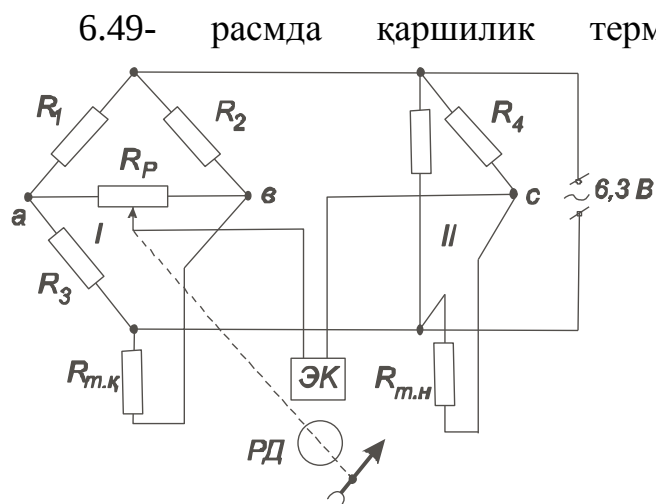
Психрометрик асбоблар билан намликни ўлчаш принципи сув бугининг эластиклиги ҳамда қуруқ ва нам термометрларнинг кўрсатишлари ўртасидаги боғланишга асосланган. Психрометрик самарани ўлчаш учун психрометр иккита бир хил термометрга эга бўлиши керак. Булардан бирининг (хўл термометрнинг) иссиқлик қабул қилувчи қисми идишдан сувни сўриб олувчи гигроскопик жисмга тутшиб туради ва доимо нам ҳолда сақланади. Хўл термометрнинг сиртидаги намлик буғланганда унинг ҳарорати пасаяди. Натижада қуруқ ва хўл термометрлар ўртасида психрометрик фарқ деб аталувчи ҳароратлар фарқи пайдо бўлади.

Психрометрик фарққа боғлиқ нисбий намлик қуйидаги нисбатдан аниқланади:

$$\varphi = \frac{P_H - A(t_k - t_H)}{P_k}, \quad (6.55)$$

бу ерда P_H — нам термометрнинг t_H ҳароратида текширилаётган муҳитнинг тўйинтирувчи буғлар эластиклиги, Па; P_k — қуруқ термометрнинг t_k ҳароратида текширилаётган муҳитнинг тўйинтирувчи буғлар эластиклиги, Па; A — психрометрик коэффициент бўлиб, у психрометрнинг тузилиши, нам термометрга газ ҳайдаш тезлиги ва газ босимига боғлиқ, $1/^\circ\text{C}$. A коэффициент маълум тузилишли психрометрлар учун тузилган махсус жадваллардан олинади. Бу коэффициентга хўл термометрга газ ҳайдаш тезлиги катта таъсир қилади. Газ оқимининг тезлиги ошиши билан A коэффициент камаяди ва $2,5 \div 3$ м/с дан ортиқ тезликда доимий бўлиб қолади. Саноат психрометрларида газ оқимининг тезлигини ўзгартирмайдиган қурилмалар бор. Бу тезлик $3 \div 4$ м/с дан кам эмас.

Электр психрометрларда ҳароратни аниқлаш учун термोजуфтлар, ярим ўтказгичли термоқаршилиқлар ва стандарт металл қаршилиқ термометрлари ишлатилади.



6.49 – расм.

Электрпсихрометрнинг схемаси

учларидаги потенциаллар фарқи курук қаршилик термометрининг ҳароратига, а ва с учларидаги потенциаллар фарқи эса ҳўл қаршилик термометрининг ҳароратига мутаносиб. Кўшалок кўприк диагоналининг в ва с нуқталари орасидаги кучланишнинг пасайиши курук ва ҳўл қаршилик термометрларининг ҳароратлари фарқига мутаносиб. Ўлчаш тизимининг мувозанати РД реверсив двигател ёрдамида ҳаракатга келтириладиган R реохорд сирпанғичини автоматик равишда силжитиш йўли билан ҳосил қилинади. Шу билан бирга двигател асбоб стрелкасини ҳам силжитади. Асбобнинг шкаласи нисбий намлик фоизларида даражаланган.

Психрометрик усулнинг афзалликлари — мусбат ҳароратда ўлчашнинг етарли даражада аниқлиги ва инерционлигининг кичиклиги; камчиликлари — ўлчаш натижаларининг газ ҳаракати тезлигига ва атмосфера босими ўзгаришларига боғлиқлиги; ҳарорат пасайиши билан сезгирликнинг камайиши ва хатонинг кўпайишидир.

Автоматик психрометрик намлик ўлчагич АПВ-201 технологик объектлардаги буғ-газ аралашмасининг нисбий намлигини узлуксиз назорат қилиш учун мўлжалланган. Унинг ишлаш принципи нисбий намликни ўлчашнинг психрометрик усулига асосланган.

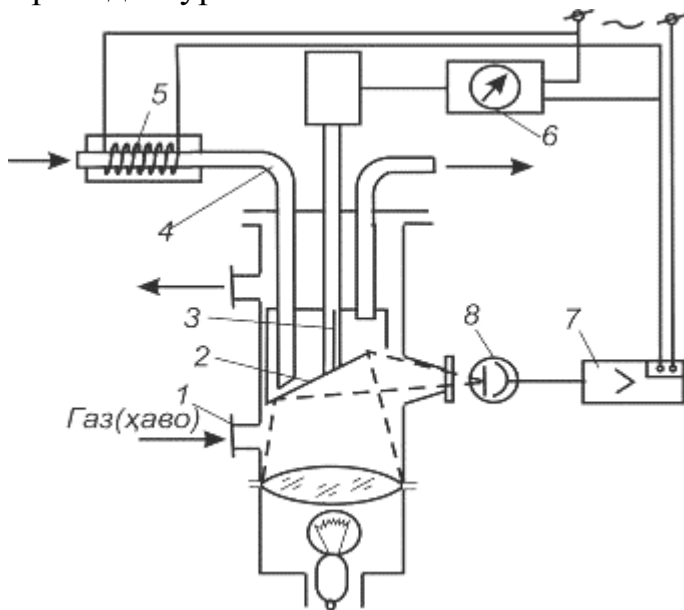
Нам ўлчагич учта блокдан: бирламчи ўзгарткич, иккиламчи ўзгарткич ва мувозанатлаштирилган кўприк КСМ-3 дан иборат. Нисбий намликни ўлчаш чегаралари 10... 100%. Ўлчанаётган муҳитнинг ҳарорати 30...100°C. Асосий хатолик нисбий намликнинг 3% ига тенг.

Шудринг нуқтаси усули ёки газларнинг намлигини конденсацион усул бўйича ўлчаш қуйидаги боғланишга асосланган:

$$\varphi = \frac{P_\tau}{P_t} \quad (6.56)$$

бу ерда, P_τ — шудринг нуқтасининг τ - ҳароратида бугнинг эластиклиги, Па; P_t — тўйинган бугнинг t ҳароратдаги эластиклиги, Па.

Шундай қилиб, шудринг нуқтасини ва текшириладиган газнинг ҳароратини билсак, нисбий намликни аниқлаш мумкин. Шудринг нуқтаси усули катта қулайликка эга, чунки у намликни газнинг исталган босими шароитида ўлчашга имкон беради (10...15 мПа ва ундан ортиқ). Бу усул бўйича намликни ўлчаш ҳароратни ўлчашдан иборат. Шу усул бўйича ўлчаш асбобининг тузилиши 6.50-расмда кўрсатилган.



6.50 – расм. Конденсацион намлик ўлчагичнинг тузилиш схемаси.

Текшириладиган газ ёки ҳаво канал 1 орқали қувур 4 дан келадиган совуқ ҳаво билан совитиладиган кўзгу 2 гача келади. Сезгир элемент кўзгуча сиртига кичик инерцияли термоджупт 3 ўрнатилган, унга милливольтметр 6 уланган. Кўзгучада шудринг пайдо бўлиш пайти фотореле схемаси бўйича уланган фотоэлемент 8 ёрдамида қайд қилинади ва шу пайтда контактлар 7 туташиб, милливольтметр уланади ҳамда кўзгуча ҳароратини ўлчайди. Айни бир вақтда ҳаво иситгич 5 нинг электр қиздириш elementi уланади, бу элемент кўзгуча қизиб, равшанлангунча уланган ҳолда

туради. Кўзгуча сиртидаги шудринг батамом буғланганда иситгич узилади ва кўзгуча исийди. Шундай қилиб, ўлчаш жараёни такрорланиб туради.

Бу асбобларнинг бир қанча тузилишлари бор. Улар бир-биридан сезгир элементни совитиш, конденсация пайтини қайд этиш, шудринг пайдо бўлиш ҳароратини ўлчаш усуллари билан фарқ қилади. Лекин деярли барча намлик ўлчагичлар мураккаб тузилишга эга бўлиб, ишлатишда катта малака ва эътиборни талаб қилади. Шунинг учун бу асбоблар бошқа усулларни қўллаб бўлмаган ҳоллардагина ишлатилади.

Гигрометрик нам ўлчагичларда сезгир элемент ўлчанаётган газ билан гигрометрик мувозанатда туриши керак. Техник ўлчашлар амалиётида гигрометрик ўзгарткичларнинг қуйидаги турлари тарқалган: электролитик, қиздиришли электролитик ва сорбцион. Электролитик гигрометрларда ўлчаш ўзгарткичида электролитли намга сезгир элемент бўлади. Газнинг намлиги ўзгарганда бу элементдаги нам миқдори ўзгаради, натижада электролитнинг концентрацияси ҳамда тегишлича унинг қаршилиги ёки электр ўтказувчанлиги ўзгаради. Электролит сифатида, кўпинча, литий хлорид ишлатилади. Электролитик гигрометрларнинг ўлчаш схемалари кўприкли ўлчаш схемаларининг турли вариантларидан иборат бўлади. Электролитик гигрометрларнинг камчилигига уларнинг даражаланиш тавсифларининг нотурғунлигини, шунингдек, уларнинг кўрсатишига ҳароратнинг ва эритма концентрациясининг таъсирини киритиш мумкин.

Қиздиришли электролитик ўзгарткичлар тузилиши жиҳатидан электролитик ўзгарткичларга яқин. Бироқ ишлаш принципи бўйича фарқ қилади. Газ намлиги ўзгариши натижасида ўзгарткич электр ўтказувчанлиги ўзгариб унинг ҳарорати ҳам ўзгаради. Агар газнинг намлиги ортса, ўзгарткичнинг электр ўтказувчанлиги ҳам ортиб, токнинг кўпайишига, ўзгарткич ҳароратининг кўтарилишига ва ўзгарткичдан намнинг буғланишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида электр ўтказувчанликнинг, токнинг ва ўзгарткич ҳароратининг камайишига олиб келади. Шундай қилиб, таҳлил қилинаётган газдаги сув буғларининг парциал босимлари билан электролитнинг тўйинган эритмаси устидаги парциал босимларнинг мувозанат ҳолатига мос келадиган режим автоматик тарзда сақлаб турилади. Бу мувозанат ҳолатига мос келувчи ҳарорат бирор термометр билан ўлчанади. Қиздиришли электролитик гигрометрлар нисбатан содда ва ишончлидирлар Уларнинг тавсифи амалда газнинг чангишига ёки ифлосланишига, тезлигига, босимига ва таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас.

Сорбцион гигрометрларда сорбцион материаллар (керамика, микроғовакли материаллар, алюминий оксидлар ва бошқалар) физик хоссаларининг улардаги газ намлигига боғлиқ бўлган нам миқдорига қараб ўзгаришидан фойдаланилади. Одатда, нам сақлами ўзгариши билан ўлчаш ўзгарткичининг электр қаршилиги, сиғими, бирор бошқа параметри ўзгаради. Асбобнинг ўлчаш схемаси ўлчаш ўзгарткичини чиқиш сигнали билан белгиланади. Бу турдаги асбоблар индивидуал даражаланиш тавсифлари билан фарқ қилади, шунинг учун уларнинг саноатда кенг қўлланилиши чеклаб қўйилган.

Қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш

Қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш усуллари шартли равишда икки гуруҳга бўлинади: 1) намунадаги нам ёки қуруқ модда массасини аниқлашга имкон берадиган бевосита усуллар (қуриштиш, экстракцион ва кимёвий усуллар); 2) намликни унга боғлиқ параметрни ўлчаш йўли билан аниқлайдиган билвосита усуллар (кондуктометрик, диэлкометрик, ўта юқори частотали, оптик, ядровий магнит резонансли, термовакуум, теплофизик усуллар).

Бевосита усуллар юқори ўлчаш аниқлиги ва узоқ давом этиши билан фарқланади (10—15 соатгача).

Билвосита усуллар юқори тезликда бажарилиши ва ўлчаш аниқлиги анча пастлиги билан характерланади.

Техник ўлчашларда деярли ҳамма вақт билвосита усуллар қўлланилади. Билвосита усуллардан кондуктометрик, диэлкометрик (сиғимли), ўта юқори частотали ва оптик усуллар кенг тарқалган.

Одатда саноатда ишлатиладиган материалларнинг кўпчилиги капилляр-ғовак моддалар бўлиб, уларда нам ғовакларда сақланади. Материал ютиши мумкин бўлган нам миқдорн капиллярларнинг шакли, ўлчами ва жойлашувига, шунингдек, сувнинг материал билан буғланиш жиҳатига боғлиқ. Намнинг

материал билан турлича боғланиши унинг физик тавсифларига турлича таъсир қилади ва бу боғланишни аниқлаш анча қийинчиликларга боғлиқ. Шунинг учун қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш қийинчиликлар туғдиради ва даражаланган тавсифларнинг етарли бўлмаслигига олиб келади.

Капилляр - ғовак материаллар куруқ ҳолида солиштирма қаршилиги 10^8 Ом·м ва ундан юқори бўлган диэлектрик моддалар ҳисобланади. Капилляр-ғовак материаллар намланганида солиштирма қаршилиги 10^4 Ом·м бўлган ўтказгичларга айланиши мумкин.

Кондуктометрик намлик ўлчагичлар қаттиқ ва сочилувчан материаллар намлигини ўлчашда кенг ишлатилади. **Кондуктометрик усул** модда намлиги билан унинг электр қаршилиқ ўртасидаги боғланишга асосланган. Бу боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$R = \frac{C}{W^n}, \quad (6.57)$$

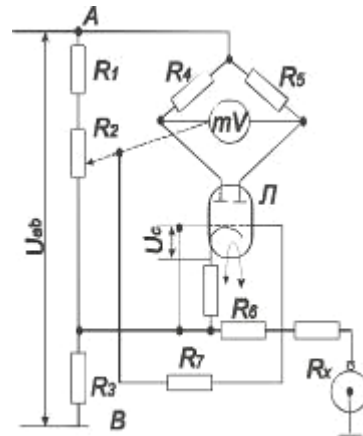
бу ерда R — материалнинг қаршилиги, Ом; C — материал табиатига боғлиқ бўлган доимий катталиқ; W — материалнинг намлиги, %; n — текширилаётган материалларнинг структураси ва табиатига боғлиқ бўлган даража кўрсаткичи (турли материаллар учун кенг чегараларда ўзгариб туради).

C доимий ҳам, даража кўрсаткичи n ҳам ҳар қайси материал учун тажриба йўли билан аниқланади.

Қаршилиқнинг намликка бўлган даражали нисбати капилляр-ғовак материаллар намлигини кондуктометрик усул бўйича аниқлаш усулининг юқори сезгирлигини кўрсатади. Лекин қаршилиқнинг бошқа омилларга (ҳарорат, материал таркиби, зичлик, кимёвий таркиб, электролитлар мавжудлиги ва бошқалар) мураккаб боғлиқлиги намликни автоматик равишда узлуксиз ўлчашда бу усулни яроқсиз қилиб қўяди. Шунинг учун кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг ишлатилиши чекланган.

Кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг ўзгарткичлари ясси пластиналар, цилиндрик найчалар, роликлар ва ҳоказо кўринишда ишланган икки электроддан иборат. Кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг кўрсатишлари фақат тортилмаларнинг прессланишидагина тикланади, шунинг учун сочилувчан материалларга мўлжалланган ўзгарткичларнинг кўпчилиги электродлар орасидаги тортилмаларни прессловчи қурилмалар билан таъминланган.

Ўлчаш схемалар орасида унумлиси кўприкли схемалардир. Кўприкли ўлчаш схемалари юқори сезгирликка эга бўлиб, ўртача ва юқори (5 ... 25%) намликларни ўлчашда ишлатилади. 6.52-расмда кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагичнинг принципитал схемаси кўрсатилган. Текширилаётган материал ролик ва вал орасидан ўтказилади (ролик валдан изоляцияланган). Занжирнинг асосий элементи кўприқдир, кўприқнинг R_4 ва R_5 елкалари доимий



6.52 – расм. Кўприкли ўлчаш схемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагич

қаршиликлар, бошқа икки елкаси эса кўш триоднинг ички қаршиликларидир (схемада икки кўшимча R_1 ва R_3 қаршиликлар мавжуд). Кўприк диагонали бўйлаб милливолтметр уланган. Лампанинг чап ярим тўридаги U_c манфий кучланиш R_x қаршиликдаги кучланишнинг пасайиши орқали аниқланади ва у доимий бўлади. Шунинг учун триоднинг чап яримидаги қаршилик ҳам доимий бўлади. Ўнг триод тўридаги манфий кучланиш U_c дан $I R_6$ қатталikka фарқ қилади. I ток эса кўрилатган материалнинг R_x қаршилиги ва R_2 реохорд сирпанғичининг ҳолатига боғлиқ. Рехорд сирпанғичи милливолтметр стрелкасининг нол ҳолатидан (кўприк мувозанати бузилган) четга чиқишида R_2 да кучланишнинг пасайиши, R_6 ва R_7 ларда кучланишнинг пасайиши билан мувозанатлашгунча компенсатор орқали ҳаракатга келтирилади.

Триоднинг иккала ярмидаги силжиш кучланишлари бир хил бўлганида, кўприк мувозанат ҳолатига келади. Намликнинг бинобарин материал қаршилиги R_x нинг ўзгариши билан R_6 қаршиликда ток ҳосил бўлади, кўприк мувозанати бузилади, натижада R_2 сирпанғич тегишли қийматга силжийди. Ҳар бир намлик қийматига реохорд сирпанғичи R_2 нинг муаян ҳолати мос келади.

Юқорида айтилганидек, ўзгарткич қаршилиги материал намлигидан ташқари бошқа омилларга ҳам боғлиқ. Шунинг учун қаршилик ва намлик ўртасидаги нисбатни таърифловчи эгри чизикларнинг характери бир хил бўлса ҳам турли моддаларга мос келмайди (ҳар бир модда учун даражали эгри чизик ёки ҳисоблаш жадваллари керак бўлади).

Диэлкометрик усул капилляр-ғовак жисмлар намлигининг ўзгариши уларнинг диэлектрик сингдирувчанлигини ўзгартириб юборишига асосланган. Куруқ жисмларда диэлектрик сингдирувчанлик $\epsilon = 1 \dots 6$, сувники эса $\epsilon = 81$. Материалнинг намлиги ўзгариши натижасида диэлектрик сингдирувчанликнинг ўзгаришини, одатда, қопламлари орасига таҳлил қилинаётган материал жойлаштирилган конденсатор сиғимининг ўзгариши бўйича аниқланади. Диэлкометрик намлик ўлчагичнинг ўзгарткичи иккита ясси пластина ёки иккита концентрик цилиндрлар тарзида ясаиб, уларнинг ораси таҳлил қилинаётган материал билан тўлдирилади. Геометрик ўлчамлари маълум конденсаторнинг сиғимини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$C = K \cdot \epsilon, \quad (6.58)$$

бу ерда, K — конденсаторнинг геометрик ўлчамлари ва шаклига қараб аниқланадиган доимий; ϵ — материалнинг намлиги бўйича аниқланадиган диэлектрик сингдирувчанлик.

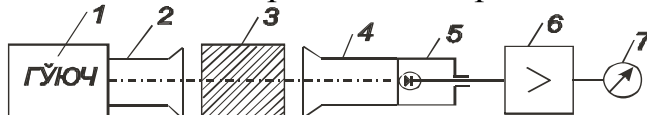
Сиғимли ўзгарткичининг юқори частотали тебраниш контурига уланиши ўзгарткичнинг сиғимини ва унга қараб материалнинг намлигини ўлчаш учун лампада ёки ярим ўтказгичли асбобларнинг резонансли схемаларидан фойдаланишга имкон беради. Сиғимли ўзгарткичлар материалнинг таркиби, унинг тузилиши. ҳамда электрод билан материал ўртасидаги контакт қаршиликка кам сезгир. Чунки кўпчилик материалларнинг диэлектрик сингдирувчанлиги ҳароратга боғлиқ бўлади, саноат асбобларида ҳароратнинг ўзгаришига тузатмани автоматик киритиш кўзда тутилади. Сиғимли намлик ўлчагичларнинг хатолиги $0,2 \dots 0,5\%$ ни ташкил этиши мумкин. Бироқ намуна олиш усули (конденсатор қопламлари орасини материал билан тўлдириш) ўлчаш

натижаларига таъсир қилиши мумкин. Масалан, ҳатто таҳлил қилинаётган материал заррачаларининг ўзгариши намлик ўлчагичнинг кўрсатишига жуда катта таъсир қилади. Шу сабабли қаттиқ ва сочилувчан моддаларнинг намлигини ўлчайдиган сиғимли намлик ўлчагичлар техник ўлчашларда камрок қўлланилади.

Қаттиқ сочилувчан, шунингдек, толали материаллар намлигини ўлчашнинг мураккаблиги шундаки, датчик материал билан ўзаро таъсирлашганида унинг структураси, тўқилма зичлиги ва бошқа омиллар ўзгариши ва улар асбоб хатолигини жуда кўпайтириб юбориши мумкин. Шунинг учун саноатда асосан контактсиз ўлчаш усуллари қўлланилган: ўта юқори частотали ва оптик усуллар.

Ўта юқори частотали (ЎЮЧ) намлик ўлчагичларда сув ва куруқ модданинг электр хоссалари анча (ўнлаб марта) фарқ қилишидан фойдаланилади. Намлик қиймати таҳлил қилинаётган материал қатлаидан ўтаётган **ўта юқори частотали** нурланишларнинг сусайишига қараб ўлчанади.

Ўта юқори частотали (ЎЮЧ) усул ультрақисқа сантиметрли радиотўлқинлар соҳасида (3000...10000 МГц) материалларнинг электр хусусиятлари улардаги намликка боғлиқ эканлигига асосланган. ЎЮЧ намлик ўлчагичларнинг тузилиш схемаси 6.53- расмда тасвирланган.



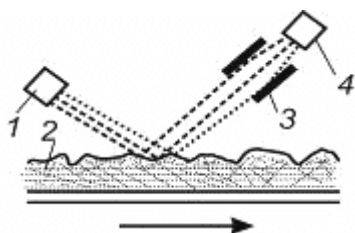
6.53 – расм. Ўта юқори частотали намлик ўлчагичнинг схемаси.

Текширилаётган материал 3 ЎЮЧ генератор 1 дан таъминланувчи узатувчи антенна 2 ва қабул қилувчи антенна 4 орасидан ўтади. Қабул қилувчи антеннада ЎЮЧ ли нурланишнинг заифлашган сигналини қабул қилувчи детектор 5 жойлашган. Кучайтиргич 6 орқали кучайтирилган бу сигнал ўлчаш асбоби 7 га келади.

ЎЮЧ ли усул контактсиз ва инерциясиз бўлиб, мавжуд электролитларга ва бошқа электр усулларга кўра материалдаги намликнинг нотекис тарқалишига унчалик сезгир эмас.

ЎЮЧ ли намлик ўлчагичларнинг асосий камчилиги асбоб шаклланишининг мураккаблигидир. Бу ерда, н ташқари, бу асбоблар назорат қилинаётган материалнинг доимий зичлик даражасининг ёки зичлиги ҳақидаги маълумотни талаб қилади.

ЎЮЧ ли намлик ўлчагичлар 0... 100% ли кенг чегарада намликни юқори аниқлик билан ўлчашга имкон беради.



6.54 – расм. Оптик намлик ўлчагич

Оптик намлик ўлчагичларда модданинг намлиги билан ундан қайтган нурланишнинг орасидаги боғланишдан фойдаланилади. Энг катта сезгирлик ҳосил қилиш учун спекторнинг инфрақизил соҳасидаги нурланишдан фойдаланилади. Уни манба 1 ҳосил қилади (6.54-расм). Таҳлил қилинаётган материал 2 дан қайтган ёруғлик оқими тўплаш қурилмаси 3 ёрдамида қабул

қилгич 4 га юборилади. Материалнинг намлиги қанча катта бўлса, у инфрақизил нурларни шунча яхши ютади ва қайтган оқим миқдори шунча кам бўлади.

Бу усул билан фақат юпқа қатламнинг (5 ... 30 мм) намлигинигина ўлчаш мумкин бўлганлигидан намлик ўлчагичдан, одатда, конвейер ленталарида ташилаётган сочилувчан материаллар учун фойдаланилади. «Берег» туридаги оптик намлик ўлчагичлар намлиги 80% гача бўлган материалларни таҳлил қилишга имкон беради.

ХІ- БЎЛИМ БЎЙИЧА НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Психрометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
2. Гигрометрларнинг ишлаши нимага асосланган?
3. Шудринг нуқтаси усули ёрдамида намлик қандай ўлчанади?
4. Қуруқ ва нам термометрларнинг психрометрик фарқи бўйича қандай намлик ўлчанади (нисбий ёки абсолют намлик)?

**“Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари” фанидан
назорат саволлари**

1-ОБ саволлари

1. Ўлчашни қандай тушунасиз? Қанақа ўлчашларни биласиз?
2. Ўлчаш хатоликлари.
3. Ўлчов асбобларининг аниқлик синфи нимани кўрсатади?
4. Кенгайтиш термометрлари.
5. Қаршилиқ термометрлари ёрдамида ҳароратни ўлчаш.
6. Лагометрлар.
7. Мувозанат ва номувозанат ўлчаш кўприклари.
8. Автоматик мувозанат кўприклари.
9. Манометрик термометрлар.
10. Термоэлектрик термометрлар ёрдамида ҳароратни ўлчаш.
11. Пирометрик милливольтметрлар ёрдамида ҳароратни ўлчаш.
12. Потенциометрлар ёрдамида ҳароратни ўлчаш.
13. Суюқлик манометрлари.
14. Деформацион манометрлар.
15. Юк поршенли манометрлар.
16. Сигнални масофага узатиш тизимлари тўғрисида.
17. Дифференциал-трансформаторли сигнал ўзгартиргичлар.
18. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргичлар.
19. Кучни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргичлар.
20. Электропневматик сигнал ўзгартиргичлар.
21. Пневмоэлектрик сигнал ўзгартиргичлар.
22. Нормалловчи сигнал ўзгартиргичлар.
23. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар.
24. Босимлар фарқи ўзгарувмас сарф ўлчагичлар.
25. Ўзгарувчан сатхли ўлчагичлар.
26. Электромагнит сарф ўлчагичлар.
27. Қалқовичли сатх ўлчагичлар.
28. Гидростатик сатх ўлчагичлар.
29. Электр сатх ўлчагичлар.
30. Радиоизотоп сатх ўлчагичлар.
31. Сочилувчан моддаларнинг сатҳини ўлчаш.

2-ОБ саволлари

1. Кимёвий газоанализаторлар.
2. Физик-кимёвий газоанализаторлар. Электрокондуктометрик газоанализаторлар.
3. Физик-кимёвий газоанализаторлар. Термокимёвий газоанализаторлар.
4. Физик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторлар.
5. Физик газоанализаторлар. Магнетофизик газоанализаторлар.
6. Физик газоанализаторлар. Магнитомеханик газоанализаторлар.
7. Физик газоанализаторлар. Теромомагнит газоанализаторлар.
8. Физик газоанализаторлар. Инфрокисил нурларни ютувчи газоанализаторлар.

9. Физик газоанализаторлар. Ультрабинафша нурларни ютувчи газоанализаторлар.
10. Фотоколориметрик газоанализаторлар.
11. Газлар хроматографияси.
12. Масспектрометрия.
13. Потенциометрия. Нернст қонуни. Солиштириш электродлари.
14. РН-метрлар. Водород электродлари. Шиша электродлари.
15. РН-метрларда ўлчов ячейкаси Э.Ю.К.ўлчаш усуллари.
16. Кондуктометрия. 2-электродли ўлчов ячейкаси ёрдамида эритма концентрациясини ўлчаш.
17. 4- электродли ўлчов ячейкаси ёрдамида эритма концентрациясини ўлчаш.
18. Кондуктометрларда температурани компенсациялаш схемалари.
19. Контактсиз кондуктометрия.
20. Зичликни ўлчаш усуллари. Қалқовучли (ариометрлар) зичлик ўлчагичлар.
21. Зичликни ўлчаш усуллари. Гидростатик зичлик ўлчагичлар.
22. Зичликни ўлчаш усуллари. Радиоактив зичлик ўлчагичлари.
23. Зичликни ўлчаш усуллари. Оғирлик (пикнометрик) зичлик ўлчагичлари.
24. Зичликни ўлчаш усуллари. Дифманометрик зичлик ўлчагичлар.
25. Қовушқоқликни ўлчаш усуллари. Копилляр қовушқоқлик ўлчагичлари.
26. Қовушқоқликни ўлчаш усуллари. Эркин тушувчи жисм қовушқоқлик ўлчагичлари.
27. Қовушқоқликни ўлчаш усуллари. Ротацион қовушқоқлик ўлчагичлари
28. Намликни ўлчаш усуллари. Психрометрлар.
29. Намликни ўлчаш усуллари. Шудринг нуқтаси усули.
30. Намликни ўлчаш усуллари. Гигрометрлар.
31. Сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш усуллари.

**“Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари” фанидан
назорат саволлари (умумий)**

1. Ўлчашни қандай тушунасиз? Қанақа ўлчашларни биласиз?
2. Ўлчаш хатоликлари.
3. Ўлчов асбобларининг аниқлик синфи нимани кўрсатади?
4. Кенгайиш термометрлари.
5. Қаршилик термометрлари ёрдамида хароратни ўлчаш.
6. Лагометрлар.
7. Мувозанат ва номувозанат ўлчаш кўприклари.
8. Автоматик мувозанат кўприклари.
9. Манометрик термометрлар.
10. Термоэлектрик термометрлар ёрдамида хароратни ўлчаш.
11. Пирометрик милливольтметрлар ёрдамида хароратни ўлчаш.
12. Потенциометрлар ёрдамида хароратни ўлчаш.
13. Суюқлик манометрлари.
14. Деформацион манометрлар.
15. Юк поршенли манометрлар.
16. Сигнални масофага узатиш тизимлари тўғрисида.

17. Дифференциал-трансформаторли сигнал ўзгартиргичлар.
18. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргичлар.
19. Кучни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргичлар.
20. Электропневматик сигнал ўзгартиргичлар.
21. Пневмоэлектрик сигнал ўзгартиргичлар.
22. Нормалловчи сигнал ўзгартиргичлар.
23. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар.
24. Босимлар фарқи ўзгарувмас сарф ўлчагичлар.
25. Ўзгарувчан сатхли ўлчагичлар.
26. Электромагнит сарф ўлчагичлар.
27. Қалқовичли сатх ўлчагичлар.
28. Гидростатик сатх ўлчагичлар.
29. Электр сатх ўлчагичлар.
30. Радиоизотоп сатх ўлчагичлар.
31. Сочилувчан моддаларнинг сатхини ўлчаш.
32. Кимёвий газоанализаторлар.
33. Физик-кимёвий газоанализаторлар. Электрокондуктометрик
газоанализаторлар.
34. Физик-кимёвий газоанализаторлар. Термокимёвий газоанализаторлар.
35. Физик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторлар.
36. Физик газоанализаторлар. Магнитофизик газоанализаторлар.
37. Физик газоанализаторлар. Магнитомеханик газоанализаторлар.
38. Физик газоанализаторлар. Теромомагнит газоанализаторлар.
39. Физик газоанализаторлар. Инфрокизил нурларни ютувчи газоанализаторлар.
40. Физик газоанализаторлар. Ультрabiнафша нурларни ютувчи
газоанализаторлар.
41. Фотоколориметрик газоанализаторлар.
42. Газлар хроматографияси.
43. Масспектрометрия.
44. Потенциометрия. Нернст қонуни. Солиштириш электродлари.
45. РН-метрлар. Водород электродлари. Шиша электродлари.
46. РН-метрларда ўлчов ячейкаси Э.Ю.К.ўлчаш усуллари.
47. Кондуктометрия. 2-электродли ўлчов ячейкаси ёрдамида эритма
концентрациясини ўлчаш.
48. 4- электродли ўлчов ячейкаси ёрдамида эритма концентрациясини ўлчаш.
49. Кондуктометрларда температурани компенсациялаш схемалари.
50. Контактсиз кондуктометрия.
51. Зичликни ўлчаш усуллари. Қалқовучли (ариометрлар) зичлик ўлчагичлар.
52. Зичликни ўлчаш усуллари. Гидростатик зичлик ўлчагичлар.
53. Зичликни ўлчаш усуллари. Радиоактив зичлик ўлчагичлари.
54. Зичликни ўлчаш усуллари. Оғирлик (пикнометрик) зичлик ўлчагичлари.
55. Зичликни ўлчаш усуллари. Дифманометрик зичлик ўлчагичлар.
56. Қовушқоқликни ўлчаш усуллари. Копилляр қовушқоқлик ўлчагичлари.
57. Қовушқоқликни ўлчаш усуллари. Эркин тушувчи жисм қовушқоқлик
ўлчагичлари.

58. Қовушқоқликни ўлчаш усуллари. Ротацион қовушқоқлик ўлчагичлари
59. Намликни ўлчаш усуллари. Психрометрлар.
60. Намликни ўлчаш усуллари. Шудринг нуқтаси усули.
61. Намликни ўлчаш усуллари. Гигрометрлар.
62. Сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш усуллари.

«ТЎУ ва А» фанидан тест саволлари

1. Физик газоанализаторлари ёрдамида газ таркибини аниқлашда қандай усуллар ишлатилади?
 - а) Ёқиш усули, ютиш усули;
 - б) Ютиш, электрокондуктометрик, термохимёвий;
 - в) Электрокондуктометрик, термохимёвий;
 - г) Термокондуктометрик, магнит, оптик;*
 - д) Термохимёвий, магнит, оптик.
2. Кимёвий газоанализаторлар ёрдамида газ таркибини аниқлашда қандай усуллар ишлатилади?
 - а) Ёқиш усули, ютиш усули;*
 - б) Ютиш, электрокондуктометрик, термохимёвий;
 - в) Электрокондуктометрик, термохимёвий;
 - г) Термокондуктометрик, магнит, оптик;
 - д) Термохимёвий, магнит, оптик.
3. Физик-кимёвий газоанализаторлар ёрдамида газ таркибини аниқлашда қандай усуллар ишлатилади?
 - а) Ёқиш усули, ютиш усули;
 - б) Ютиш, электрокондуктометрик, термохимёвий;
 - в) Электрокондуктометрик, термохимёвий;*
 - г) Термокондуктометрик, магнит, оптик;
 - д) Термохимёвий, магнит, оптик.
4. Кўп компонентли газлар таркибидаги компонентларнинг миқдорини аниқлашда қандай усуллардан фойдаланиш мумкин?
 - а) Газлар хроматографияси, масспектрометрия, газоанализаторлар;
 - б) Газоанализаторлар, титрометрлар, кондуктометрлар;
 - в) Газлар хроматографияси, масспектрометрлар;*
 - г) Электрокондуктометрик газоанализаторлар, термохимик газоанализаторлар;
 - д) Термокондуктометрик газоанализаторлар, оптик газоанализаторлар.
5. Хроматографлар ёрдамида газлар таркибини аниқлаш нимага асосланган?
 - а) Газ компонентларини сорбент қатламидан ўтишдаги тезлигининг ҳархиллигига асосланган; *
 - б) Газ компонентларини электр ва магнит майдонида ажратишга асосланган;
 - в) Газ компонентларини кимёвий, физик-кимёвий ва физик хусусиятлари бўйича аниқлашга асосланган;
 - г) Тўғри жавоби йўқ.
6. Масспектрометрия ёрдамида газлар таркибини аниқлаш нимага асосланган?

- а) Компонентларини сорбент қатламидан ўтишдаги тезлигининг ҳархиллигига асосланган;
- б) Газ компонентларини электр ва магнит майдонида ажратишга асосланган;*
- в) Газ компонентларини кимёвий, физик-кимёвий ва физик хусусиятлари бўйича аниқлашга асосланган;
- г) Тўғри жавоб йўқ.

7. Нернст қонуни бўйича электрод ва эритма чегарасида ҳосил бўлаётган потенциал қандай тенглама бўйича ёзилади?

а). $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$;

б). $E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P}{P^*}$; *

в). $\sigma = \alpha \cdot \eta (V_k + V_a)$;

г). Тўғри жавоб йўқ.

8. Патенциометрик ячейкада солиштириш электроди сифатида қандай электродлар ишлатилади?

- а) Водород электроди, кислород электроди;
- б) Кислород электроди;
- в) Шиша электроди, водород электроди;
- г) Коломель электроди, хлор кумушли электрод;*
- д) Тўғри жавоб йўқ.

9. Эритма рН ини ўлчашда ишчи электрод сифатида қандай электродлар ишлатилади?

- а) Водород электроди, кислород электроди;
- б) Кислород электроди;
- в) Шиша электроди, водород электроди;*
- г) Коломель электроди, хлор кумушли электрод;
- д) Тўғри жавоб йўқ.

10. Потенциометрик ячейка Э.Ю.К. ўлчашда қандай усулни қўллаш тавсия қилинади?

- а) Компенсация усул;*
- б) Дифференциал усул;
- в) Тўғридан-тўғри ўлчаш усули;
- г) Тўғри жавоб йўқ.

11. Газлар таҳлил қилишда қандай усуллар ишлатилади?

- а) Газоанализаторлар, кондуктометрик канцентратомерлар, патенциометрия усуллари.

- б) Газоанализаторлар, титрометрлар, патенциометрия усуллари.
- в) Титрометрлар, кондуктометрик канцентратомерлар, патенциометрия усуллари.
- г) Газоанализаторлар, хроматография усуллари, масспектрометрия.*
- д) Хроматография усуллари, масспектрометрия, кондуктометрик канцентратомерлар.

12. Эритмаларнинг концентрациясини ўлчашда қандай усуллар ишлатилади?

- а) Газоанализаторлар, кондуктометрик канцентратомерлар, патенциометрия усуллари.
- б) Газоанализаторлар, титрометрлар, патенциометрия усуллари.
- в) Титрометрлар, кондуктометрик канцентратомерлар, патенциометрия усуллари.*
- г) Газоанализаторлар, хроматография усуллари, масспектрометрия.
- д) Хроматография усуллари, масспектрометрия, кондуктометрик канцентратомерлар.

13. Кимёвий газоанализаторларнинг ишлаш принципи нимага асосланган?

- а) Таркиби аниқланаётган компонент газ аралашмасидан чиқариб ташланиб, қолган газ ҳажмини ўлчаш йўли билан аниқланади.*
- б) Таркиби аниқланаётган компонент билан кимёвий реакцияга киришиш натижасида қандайдир физик катталик ўзгаришига асосланган.
- в) Таркиби аниқланаётган компонентнинг қандайдир физик хусусияти, газ таркибидаги бошқа компонентларнинг шу кўрсаткичидан сезиларли фарқланишидан фойдаланилади.

14. Физик-кимёвий газоанализаторларнинг ишлаш принципи нимага асосланган?

- а) Таркиби аниқланаётган компонент газ аралашмасидан чиқариб ташланиб, қолган газ ҳажмини ўлчаш йўли билан аниқланади.
- б) Таркиби аниқланаётган компонент билан кимёвий реакцияга киришиш натижасида қандайдир физик катталик ўзгаришига асосланган.*
- в) Таркиби аниқланаётган компонентнинг қандайдир физик хусусияти, газ таркибидаги бошқа компонентларнинг шу кўрсаткичидан сезиларли фарқланишидан фойдаланилади

15. Физик газоанализаторларнинг ишлаш принципи нимага асосланган?

- а) Таркиби аниқланаётган компонент газ аралашмасидан чиқариб ташланиб, қолган газ ҳажмини ўлчаш йўли билан аниқланади.
- б) Таркиби аниқланаётган компонент билан кимёвий реакцияга киришиш натижасида қандайдир физик катталик ўзгаришига асосланган.
- в) Таркиби аниқланаётган компонентнинг қандайдир физик хусусияти, газ таркибидаги бошқа компонентларнинг шу кўрсаткичидан сезиларли фарқланишидан фойдаланилади.*

16. Электрокондуктометрик газоанализаторларда таркиби аниқланаётган компонент миқдори ўзгариши натижасида қандай физик катталиқ ўзгаради?

- а) Эритманинг электр ўтказувчанлиги;*
- б) Камерага жойлашган “елка” элемент (сим) нинг электр қаршилиги;
- в) Деполяризация токи;
- г) Деполяризация кучланиши;
- д) Тўғри жавоб йўқ.

17. Термохимёвий газоанализаторларда таркиби аниқланаётган компонент миқдори ўзгариши натижасида қандай физик катталиқ ўзгаради?

- а) Эритманинг электр ўтказувчанлиги;
- б) Камерага жойлашган елка элемент (сим) нинг электр қаршилиги;*
- в) Деполяризация токи;
- г) Деполяризация кучланиши;
- д) Тўғри жавоб йўқ.

18. Термохимёвий газоанализаторларда ўлчаш ячейкаси қаршилиги қандай ўлчаш схемалари ёрдамида амалга оширилади?

- а) Потенциометрик схемалар;
- б) Кўприк схемалари;*
- в) Дифференциал схемалар;
- г) Тўғри жавоб йўқ.

19. Термокондуктометрик газоанализатор ёрдамида газларни таҳлил қилишда газларнинг қандай физик катталигидан фойдаланилади?

- а) Электр қаршилиги;
- б) Электр ўтказувчанлиги;
- в) Магнит хусусиятлари;
- г) Солиштирма электр ўтказувчанлиги;
- д) Солиштирма иссиқлик ўтказувчанлиги.*

20. Магнит газоанализаторлари ёрдамида газларни таҳлил қилишда газларнинг қандай физик катталигидан фойдаланилади?

- а) Электр қаршилиги;
- б) Электр ўтказувчанлиги;
- в) Магнит хусусиятлари;*
- г) Солиштирма электр ўтказувчанлиги;
- д) Солиштирма иссиқлик ўтказувчанлиги.

21. Абсолют хатолик қайси тенглама бўйича ҳисобланади?

- а) $a = A_x - A_n$;*
- б) $v = \frac{a}{A_x} * 100\%$;

в) $\gamma = a / N_{\max} - N_{\min} * 100\%$;

г) $\beta = ((A_{\max} - A_{\min}) / (N_{\max} - N_{\min})) * 100\%$;

д) $a = A_x + A_{\text{п.}}$

22. Нисбий хатолик кайси тенглама бўйича ҳисобланади?

а) $a = A_x - A_{\text{п.}}$;

б) $B = \frac{a}{Ax} * 100\%$;

в) $\gamma = a / N_{\max} - N_{\min} * 100\%$;

г) $\beta = ((A_{\max} - A_{\min}) / (N_{\max} - N_{\min})) * 100\%$;

д) $a = A_x + A_{\text{п.}}$

23. Келтирилган вариация кайси тенглама бўйича ҳисобланади?

а) $a = A_x - A_{\text{п.}}$;

б) $B = \frac{a}{Ax} * 100\%$;

в) $\gamma = a / N_{\max} - N_{\min} * 100\%$;

г) $\beta = ((A_{\max} - A_{\min}) / (N_{\max} - N_{\min})) * 100\%$;

д) $a = A_x + A_{\text{п.}}$

24. Келтирилган нисбий хатолик кайси тенглама бўйича ҳисобланади?

а) $a = A_x - A_{\text{п.}}$;

б) $B = \frac{a}{Ax} * 100\%$;

в) $\gamma = a / N_{\max} - N_{\min} * 100\%$;

г) $\beta = ((A_{\max} - A_{\min}) / (N_{\max} - N_{\min})) * 100\%$;

д) $a = A_x + A_{\text{п.}}$

25. $a = A_x - A_{\text{п.}}$ тенглама бўйича қандай хатолик ҳисобланади?

а) Абсолют хатолик;

б) Нисбий хатолик;

в) Келтирилган нисбий хатолик;

г) Келтирилган вариация.

д) Умумий хатолик.

26. $B = \frac{a}{Ax} * 100\%$ тенглама бўйича қандай хатолик ҳисобланади?

а) Абсолют хатолик;

- б) Нисбий хатолик;*
- в) Келтирилган нисбий хатолик;
- г) Келтирилган вариация.
- д) Умумий хатолик.

27. $\gamma = a / N_{\max} - N_{\min} * 100\%$ тенглама бўйича қандай хатолик ҳисобланади?

- а) Абсолют хатолик;
- б) Нисбий хатолик;
- в) Келтирилган нисбий хатолик;*
- г) Келтирилган вариация.
- д) Умумий хатолик.

28. $\beta = ((A_{\max} - A_{\min}) / (N_{\max} - N_{\min})) * 100\%$ тенглама бўйича қандай хатолик ҳисобланади?

- а) Абсолют хатолик;
- б) Нисбий хатолик;
- в) Келтирилган нисбий хатолик;
- г) Келтирилган вариация.*
- д) Умумий хатолик.

29. Техник манометрларни қайси асбоблар билан текширилади?

- а) Намунали; электрик;
- б) Шишали, намунали;
- в) Поршенли, намунали; *
- г) Контрол, шишали;
- д) Поршенли, шишали.

30. Электр қаршилиқ сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?

- а) Сатх ўзгариши билан идишдаги суюқлик гидростатик босимининг ўзгаришига асосланган;
- б) Сатх ўзгариши билан идишдаги суюқликнинг электр ўтказувчанлиги ўзгаришига асосланган;
- в) Сатх ўзгариши билан қалқовичга таъсир қилаётган Архимед кўтариш кучини ўзгаришига асосланган;
- г) Сатх ўзгариши билан идишдан ўтаётган радиоактив нурларнинг энергиясини сусайишига асосланган;
- д) Сатхи ўлчанаётган муҳитнинг электр ўтказиш хусусиятига асосланган. *

31. Тизимдаги объект ҳолатига таъсир этувчи қиймат нима дейилади?

- а) Махсулот.
- б) Чиқиш кўрсаткичи.
- в) Ижрочи қурилма.

- г) Энергия.
- д) Кириш кўрсаткичлари.*

32. Тизимда объект ҳолатини белгиловчи қиймат нима дейилади?

- а) Ҳарорат.
- б) Датчик.
- в) Махсулот қиймат.
- г) Чиқиш кўрсаткичи.*
- д) Сатх.

33. Ҳақиқий қиймат ва ўлчов асбобининг кўрсатуви ўртасидаги фарқни нима дейилади?

- а) Абсолют хатолик.*
- б) Нисбий хатолик.
- в) Назарий хатолик.
- г) Келтирилган хатолик.
- д) Ўлчов вариацияси.

34. Абсолют хатоликни шкаланинг ўлчаш диапазонида нисбатини фоиз ҳисобидаги қийматига нима дейилади?

- а) Аниқлик синфи.
- б) Сизгирлик.
- в) Келтирилган нисбий хатолик.*
- г) Нисбий хатолик.
- д) Абсолют хатолик.

35. Абсолют хатоликни ўлчанаётган кўрсаткичнинг ҳақиқий қийматига нисбатини фоиз ҳисобидаги қийматига нима дейилади?

- а) Аниқлик синфи.
- б) Сизгирлик.
- в) Келтирилган нисбий хатолик.
- г) Нисбий хатолик.*
- д) Абсолют хатолик

36. Ўлчанаётган кўрсаткичнинг бир хил қийматини бир хил шароитда олинган қийматлари орасидаги энг катта фарққа нима дейилади?

- а) Келтирилган вариация.
- б) Вариация.*
- в) Келтирилган нисбий хатолик.
- г) Нисбий хатолик.
- д) Абсолют хатолик

37. Ўлчанаётган кўрсаткичнинг бир хил қийматини бир хил шароитда олинган қийматлари орасидаги энг катта фарқни ўлчаш диапазонида нисбатини фоиз ҳисобидаги қийматига нима дейилади?

- а) Келтирилган вариация.*
- б) Вариация.
- в) Келтирилган нисбий хатолик.
- г) Нисбий хатолик.
- д) Абсолют хатолик

38. Ўлчов асбобини ўлчаш диапазониغا нисбатан йўл қўйиши мумкин бўлган хатолигига нима дейилади?

- а) Аниқлик синфи.*
- б) Сизгирлик.
- в) Келтирилган нисбий хатолик.
- г) Нисбий хатолик.
- д) Абсолют хатолик.

39. Аниқлик синфи нима?

- а) Ўлчанаётган кўрсаткичнинг бир хил қийматини бир хил шароитда олинган қийматлари орасидаги энг катта фарқни ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.
- б) Абсолют хатоликни ўлчанаётган кўрсаткичнинг ҳақиқий қийматига нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.
- в) Ҳақиқий қиймат ва ўлчов асбобининг кўрсатуви ўртасидаги фарқи.
- г) Абсолют хатоликни шкаланинг ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.
- д) Ўлчов асбобини ўлчаш диапазониغا нисбатан йўл қўйиши мумкин бўлган хатолиги.*

40. Келтирилган вариация нима?

- а) Ўлчанаётган кўрсаткичнинг бир хил қийматини бир хил шароитда олинган қийматлари орасидаги энг катта фарқни ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.*
- б) Абсолют хатоликни ўлчанаётган кўрсаткичнинг ҳақиқий қийматига нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.
- в) Ҳақиқий қиймат ва ўлчов асбобининг кўрсатуви ўртасидаги фарқи.
- г) Абсолют хатоликни шкаланинг ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.
- д) Ўлчов асбобини ўлчаш диапазониغا нисбатан йўл қўйиши мумкин бўлган хатолиги.

41. Келтирилган нисбий хатолик нима?

- а) Ўлчанаётган кўрсаткичнинг бир хил қийматини бир хил шароитда олинган қийматлари орасидаги энг катта фарқни ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.
- б) Абсолют хатоликни ўлчанаётган кўрсаткичнинг ҳақиқий қийматига нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.
- в) Ҳақиқий қиймат ва ўлчов асбобининг кўрсатуви ўртасидаги фарқи.

г) Абсолют хатоликни шкаланинг ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.*

д) Ўлчов асбобини ўлчаш диапазониغا нисбатан йўл қўйиши мумкин бўлган хатолиги.

42. Нисбий хатолик нима?

а) Ўлчанаётган кўрсаткичнинг бир хил қийматини бир хил шароитда олинган қийматлари орасидаги энг катта фарқни ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.

б) Абсолют хатоликни ўлчанаётган кўрсаткичнинг ҳақиқий қийматига нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.*

в) Ҳақиқий қиймат ва ўлчов асбобининг кўрсатуви ўртасидаги фарқи.

г) Абсолют хатоликни шкаланинг ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.

д) Ўлчов асбобини ўлчаш диапазониغا нисбатан йўл қўйиши мумкин бўлган хатолиги.

43. Абсолют хатолик нима?

а) Ўлчанаётган кўрсаткичнинг бир хил қийматини бир хил шароитда олинган қийматлари орасидаги энг катта фарқни ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.

б) Абсолют хатоликни ўлчанаётган кўрсаткичнинг ҳақиқий қийматига нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.

в) Ҳақиқий қиймат ва ўлчов асбобининг кўрсатуви ўртасидаги фарқи.*

г) Абсолют хатоликни шкаланинг ўлчаш диапазониغا нисбатини фоиз ҳисобидаги қиймати.

д) Ўлчов асбобини ўлчаш диапазониغا нисбатан йўл қўйиши мумкин бўлган хатолиги.

44. Ҳарорат нимани билдиради?

а) Моддани кенглик даражасини.

б) Моддани иситишга кетган иссиқлик.

в) Модда тарқатадиган иссиқликни.

г) Моддани иситилганлик даражасини.*

д) модда босимини.

45. Электр қаршилиқ термометрларининг ўлчаш диапозони.

а) 100°C гача.

б) 500°C гача.

в) -50°C - 200°C гача.

г) 200°C - 800°C гача.

д) -200°C - 650°C гача.*

46. Термоэлектрик пирометрларнинг ўлчов диапозони:

а) 100°C - 1000°C гача.

- б) $-50^{\circ}\text{C} - 1800^{\circ}\text{C}$ гача.*
- в) $500^{\circ}\text{C} - 2000^{\circ}\text{C}$ гача.
- г) $0^{\circ}\text{C} - 1600^{\circ}\text{C}$ гача.
- д) $-100^{\circ}\text{C} - 800^{\circ}\text{C}$ гача.

47. Кенгайиш термометрларининг ишлаш принципи нимага асосланган?

- а) Ҳарорат ўзгариши билан ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг электр қаршилигини ўзгаришига асосланган;
- б) Ҳар хил жинсли икки термоэлектрод занжирида, қовшарлар ҳарорати ҳар хил бўлганда ток ҳосил бўлишига, яъни термоэлектрик эффектга асосланган.
- в) Ҳарорат ўзгариши билан жисмларнинг ҳажми ўзгаришига асосланган.*
- г) Ҳарорат ўзгариши билан ўзгармас ҳажмдаги газ ёки суюқликнинг босими ўзгаришига асосланган.

48. Манометрик термометрларнинг ишлаш принципи нимага асосланган?

- а) Ҳарорат ўзгариши билан ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг электр қаршилигини ўзгаришига асосланган;
- б) Ҳар хил жинсли икки термоэлектрод занжирида, қовшарлар ҳарорати ҳар хил бўлганда ток ҳосил бўлишига, яъни термоэлектрик эффектга асосланган.
- в) Ҳарорат ўзгариши билан жисмларнинг ҳажми ўзгаришига асосланган.
- г) Ҳарорат ўзгариши билан ўзгармас ҳажмдаги газ ёки суюқликнинг босими ўзгаришига асосланган.*
- д) Тўғри жавоб йўқ;

49. Қаршилиқ термометрларининг ишлаш принципи нимага асосланган?

- а) Ҳарорат ўзгариши билан ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг электр қаршилигини ўзгаришига асосланган;*
- б) Ҳар хил жинсли икки термоэлектрод занжирида, қовшарлар ҳарорати ҳар хил бўлганда ток ҳосил бўлишига, яъни термоэлектрик эффектга асосланган.
- в) Ҳарорат ўзгариши билан жисмларнинг ҳажми ўзгаришига асосланган.
- г) Ҳарорат ўзгариши билан ўзгармас ҳажмдаги газ ёки суюқликнинг босими ўзгаришига асосланган.
- д) Тўғри жавоб йўқ;

50. Термоэлектрик термометрларнинг ишлаш принципи нимага асосланган?

- а) Ҳарорат ўзгариши билан ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг электр қаршилигини ўзгаришига асосланган;
- б) Ҳар хил жинсли икки термоэлектрод занжирида, қовшарлар ҳарорати ҳар хил бўлганда ток ҳосил бўлишига, яъни термоэлектрик эффектга асосланган.*
- в) Ҳарорат ўзгариши билан жисмларнинг ҳажми ўзгаришига асосланган.
- г) Ҳарорат ўзгариши билан ўзгармас ҳажмдаги газ ёки суюқликнинг босими ўзгаришига асосланган.
- д) Тўғри жавоб йўқ;

51. Автоматик мувозанат кўприкларида қандай ўлчаш усули қўлланилади?

- а) Компенсацион усул.*
- б) Дифференциал усул.
- в) Тўғридан-тўғри ўлчаш усули.
- г) Манометрик усул.
- д) Термодинамик усул.

52. Автоматик потенциометрларда қандай ўлчаш усули қўлланилади?

- а) компенсацион усул.*
- б) дифференциал усул.
- в) тўғридан-тўғри ўлчаш усули.
- г) Манометрик усул.
- д) Термодинамик усул.

53. Қаршилик термометрлари билан биргаликда ишлайдиган иккиламчи асбоблар?

- а) Вольтметр.
- б) Омметр.
- в) Логометр ва манометр.
- г) Амперметр.
- д) Логометр ва электрон автоматик кўприклар.*

54. Термопаралар билан бирга ишлайдиган иккиламчи асбоблар.

- а) Милливольтметр ва потенциометр.*
- б) Вольтметр ва амперметр.
- в) Амперметр.
- г) Ваттметр.
- д) Манометр.

55. Пружинали манометрлар қандай турларга бўлинади?

- а) Пластинкали, пружинали.
- б) Трубкасимон, мембранали, суюқ моддали .
- в) Трубкасимон, мембранали, силфонли.*
- г) Синфонли, трубкасимон, гидрокучайтиргичли.
- д) Механик, гидравлик, пневматик.

56. Дифманометрда қандай ўлчаш усули қўлланилади?

- а) компенсацион усул.
- б) дифференциал усул.*
- в) тўғридан-тўғри ўлчаш усули.
- г) Манометрик усул.
- д) Термодинамик усул.

57. Босимни ўлчаш бирлиги нима?

- а) H/M^2 *
- б) ^0C
- в) M^3/c
- г) $\text{кг}/\text{c}$
- д) M^3

58. Модда миқдорини қандай асбоб билан ўлчанади?

- а) Тягомер.
- б) Напоромер.
- в) Хажм ўлчагич. *
- г) Тезлик кучи билан.
- д) Тўғри жавоб йўқ.

59. Модда миқдорини қандай асбоб ёрдамида дискрет ўлчанади?

- а) Тягомер.
- б) Напоромер.
- в) Қулочлаб ўлчаш.
- г) Хажм дозатори. *
- д) Ҳисобловчи счетчик.

60. Сочилувчи модда сарфини қандай асбоб билан ўлчанади?

- а) Тягомер.
- а) Напоромер.
- в) Қулочлаб ўлчаш.
- г) Лентали дозатор. *
- д) Манометр.

61. Сочилувчи модда миқдорини қандай асбоб билан ўлчанади?

- а) Тягомер.
- б) Напоромер.
- в) Қулочлаб ўлчаш.
- г) Тороз. *
- д) Термометр.

62. Ўзгармас босимлар фарқи ёрдамида сарфни ўлчовчи асбоб?

- а) Манометр.
- б) Ротаметр. *
- в) Дифманометр.
- г) Счетчик.
- д) Вакуумметр.

63. Айланиб турадиган қалқовичи бор асбоб?

- а) Манометр.
- б) Ротаметр. *

- в) Дифманометр.
- г) Сатх ўлчагич.
- д) Елпиғич.

64. Ўзгарувчан босимлар фарқи ёрдамида сарфни ўлчашдаги ишлатиладиган қурилма?

- а) Диафрагма.*
- б) Ротаметр.
- в) Манометр.
- г) Счетчик.
- д) Вентилятор.

65. Сарф нима?

- а) Вақт бирлигида ўтадиган модда миқдори.*
- б) Юзадан ўтадиган модда миқдори.
- в) Кучни юзага нисбати.
- г) Кучни юзага кўпайтмаси.
- д) Модданинг миқдори.

66. Хаво босими ёрдамида сатхни ўлчаш асбоби:

- а) Манометр.
- б) Дифманометр.
- в) Счетчик.
- г) Пьезометрик трубка.*
- д) Радиоизотоп.

67. Кичик ортиқча босимни қандай асбоб ёрдамида ўлчаш мумкин?

- а) Тягомер.
- б) Напоромер. *
- в) Вакуумметр.
- г) Лентали дозатор.
- д) Манометр.

68. Кичик вакуумни қандай асбоб ёрдамида ўлчаш мумкин?

- а) Тягомер. *
- б) Напоромер.
- в) Вакуумметр.
- в) Лентали дозатор.
- д) Манометр.

69. Эластик деформацияни электр сигналига айлантириш ҳодисасини нима дейилади?

- а) Иссиқлик эффекти.
- б) Қаршилиқ кўприги.
- в) Ферродимамик эффект.

- г) Электрокуват.
- д) Тензоэлектрик эффект.*

70. Бошқарувчи компьютерга сигнал қайси сигнал ўзгартиргичдан тўғридан-тўғри келиши мумкин.

- а) Кучланиш сигналига ўзгартиргич.
- б) Пневматик сигнал ўзгартиргич.
- в) Сон рақам сигнал ўзгартиргич.*
- г) Электр токи сигналига ўзгартиргич.
- д) Гап сигналига ўзгартиргич.

71. Портлаш ва ёнғин ҳавфидан муҳофоза қилишга мўлжалланфётган сигнал ўзгартиргич

- а) Кучланиш сигналига ўзгартиргич.
- б) Пневматик сигнал ўзгартиргич.*
- в) Сон рақам сигнал ўзгартиргич.
- г) Электр токи сигналига ўзгартиргич.
- д) Гап сигналига ўзгартиргич.

72. Бурчак остидаги (ёй бўйича) силжишни ўзгартирувчи қурилма

- а) Резистор.
- б) Дифференциал-трансформатор.
- в) Электр қувватли ўзгаргич.
- г) Ферродинамик ўзгартиргич.*
- д) Электропневмоқувватли ўзгартиргич.

73. Силжишни (Ҳаракат йўналишини) пневмосигналга айлантирувчи асбоб

- а) Пневматик ўзгартиргич. *
- б) Термопара.
- в) Резистор.
- г) Иккиламчи ўлчов асбоби.
- д) Ростлагич.

74. Объектнинг асосий кўрсаткичилари.

- а) Буюртма.
- б) Ташқи мухит.
- в) Кириш кўрсаткичлари
- г) Чиқиш кўрсаткичлари.
- д) Кириш ва чиқиш кўрсаткичлари.*

75. Эритмалар концентрациясини кондуктометрия усулида ўлчашда эритманинг қайси кўрсаткичи бўйича ўлчанади?

- а) Электр юритувчи куч.
- б) Электр ўтказучанлик. *
- в) Электр сиғими.

г)Тўғри жавоб йўқ.

76. Эритма электролизи ва электродлар поляризацияси қайси кондуктометрик концентраталар ячейкаларида таъсири кўпроқ?

- а) Икки электродли ячейка. *
- б) Тўрт электродли ячейка.
- в) Контактсиз кондуктометрик ячейка.
- г)Тўғри жавоб йўқ.

77. Шиша ротаметрларда нима учун босимлар фарқи ўзгармас?

- а) Мухитнинг қовушқоқлигини ўзгармаслиги ҳисобига;
- б) Ротаметр шишаси ва қалқовичи орасидаги халқасимон тирқишнинг юзаси ўзгармаслиги ҳисобига;
- в) Ротаметр шишаси ва қалқовичи орасидаги халқасимон тирқишнинг юзаси ўзгариши ҳисобига; *
- г) Мухитнинг қовушқоқлигини ўзгариши ҳисобига;
- д) Ротаметр қалқовичи қовушқоқлигини ўзгариши ҳисобига.

78. Қандай мухитларни сарфини ўлчашда сатхи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ишлатиш тавсия қилинади?

- а) оддий мухитлар учун;
- б) Майда заррачали ва агрессив мухитлар учун; *
- в) Ноагрессив мухитлар учун;
- г) Электр ўтказувчан мухитлар учун;
- д) Тўғри жавоб йўқ.

79. Қандай мухитларни сарфини ўлчашда электромагнит сарф ўлчагичлар ишлатилади?

- а) Оддий мухитлар учун;
- б) Майда заррачали ва агрессив мухитлар учун;
- в) Ноагрессив мухитлар учун;
- г) Электр ўтказувчан мухитлар учун; *
- д) Тўғри жавоб йўқ.

80. Гидростатик сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?

- а) Сатх ўзгариши билан идишдаги суюқлик гидростатик босимининг ўзгаришига асосланган; *
- б) Сатх ўзгариши билан идишдаги суюқликнинг электр ўтказувчанлиги ўзгаришига асосланган;
- в) Сатх ўзгариши билан қалқовичга таъсир қилаётган Архимед кўтариш кучини ўзгаришига асосланган;
- г) Сатх ўзгариши билан идишдан ўтаётган радиоактив нурларнинг энергиясини сусайишига асосланган;
- д) Сатхи ўлчанаётган мухитнинг электр ўтказиш хусусиятига асосланган.

81. Қалқовичли сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
- а) Сатх ўзгариши билан идишдаги суёқлик гидростатик босимининг ўзгаришига асосланган;
 - б) Сатх ўзгариши билан идишдаги суёқликнинг электр ўтказувчанлиги ўзгаришига асосланган;
 - в) Сатх ўзгариши билан қалқовичга таъсир қилаётган Архимед кўтариш кучини ўзгаришига асосланган; *
 - г) Сатх ўзгариши билан идишдан ўтаётган радиоактив нурларнинг энергиясини сусайишига асосланган;
 - д) Сатхи ўлчанаётган мухитнинг электр ўтказиш хусусиятига асосланган.
82. Радиоизотоп сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
- а) Сатх ўзгариши билан идишдаги суёқлик гидростатик босимининг ўзгаришига асосланган;
 - б) Сатх ўзгариши билан идишдаги суёқликнинг электр ўтказувчанлиги ўзгаришига асосланган;
 - в) Сатх ўзгариши билан қалқовичга таъсир қилаётган Архимед кўтариш кучини ўзгаришига асосланган;
 - г) Сатх ўзгариши билан идишдан ўтаётган радиоактив нурларнинг энергиясини сусайишига асосланган; *
 - д) Сатхи ўлчанаётган мухитнинг электр ўтказиш хусусиятига асосланган.
83. Электр қаршилиқ сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
- а) Сатх ўзгариши билан идишдаги суёқлик гидростатик босимининг ўзгаришига асосланган;
 - б) Сатх ўзгариши билан идишдаги суёқликнинг электр ўтказувчанлиги ўзгаришига асосланган;
 - в) Сатх ўзгариши билан қалқовичга таъсир қилаётган Архимед кўтариш кучини ўзгаришига асосланган;
 - г) Сатх ўзгариши билан идишдан ўтаётган радиоактив нурларнинг энергиясини сусайишига асосланган;
 - д) Сатхи ўлчанаётган мухитнинг электр ўтказиш хусусиятига асосланган. *

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

ТОШКЕНТ КИМЁ*ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

**«ИНФОРМАТИКА, АВТОМАТЛАШТИРИШ ВА БОШҚАРУВ»
КАФЕДРАСИ**

ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАРИ

фанидан амалий машғулоти бажариш бўйича
услубий қўлланма

Тошкент-2012

Тузувчилар: доц. Юнусов И.И.
асс. Юнусов Б.И.

Такризчи: доц. Ақромхўжаев Й.

Услубий қўлланма ТКТИ « Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув»
кафедраси мажлисида кўриб чиқилиб, факультет илмий-услубий Кенгашида
кўриб чиқиш учун тавсия этилган.

Баённома № «___» _____2012

«Информатика, автоматлаштириш
ва бошқарув» кафедраси мудири:

доц Хамидов Б.Т.

Услубий қўлланма “Озиқ-овқат маҳсулотлари технологияси” факультети
Илмий услубий Кенгашида кўриб чиқилган ва институт Илмий услубий
Кенгашига тасдиқлаш учун тавсия этилган.

Баённома № «___» _____2012

«ООМТ»Факультети декани
Илмий услубий Кенгаши раиси:

доц. Муталов Ш.А.

Биринчи боб

Ўлчаш ва ўлчов асбобларининг хатоликлари ҳақида асосий

Ўлчов деб берилган катталиқни шартли равишда бирлик деб қабул қилинган бошқа бир катталик билан таққосланадиган билиш жараёнига айтилади

$$Q = U \cdot g$$

бу ерда Q – ўлчаниладиган катталик, U – ўлчаниладиган катталикда қанча бирлик борлигини кўрсатадиган сон g – ўлчов бирлиги

Ўлчанадиган катталикни ўлчов бирлиги билан таққослаш учун қўлланиладиган асбоб ўлчов асбоби деб аталади.

Технологик жараёнларнинг² барча параметрлари Халқаро бирликлар системаси СИ (⁰К, ⁰С, М, ^{кг}/сек, ^м²/сек, ^Н/м², ^{кг}/см² ва бошқ) бўйича ўзларининг бирликларига эга.

Ўлчов асбобларининг текшируви деб, унинг кўрсатмаларини ўлчовлардаги хатоликларни аниқлаш учун ишлаб чиқариладиган янада аниқроқ бўлган асбоб кўрсатмалари билан солиштирилади.

Ўлчаниладиган катталикнинг қиймати сонини аниқлаш учун ўлчовларнинг бевосита ва билвосита усулларида фойдаланилади.

Бевосита - ўлчовлар ўлчаниладиган катталикни ўлчов асбобларининг ўлчамлари ёки кўрсатмалари (тарози, хажм ўлчаш счётчиклари ва бош) билан бевосита таққослашга асосланган. Масалан: узунликни-метр билан ва босимни – манометр билан ўлчаш усуллари бевосита усул дейилади. Бевосита ўлчовларнинг қуйидаги асосий усуллари мавжуд: бевосита аниқлаш усуллари, компенсацион (ноль) ва дифференциал (фарқлаш) усули.

Бевосита аниқлаш усули билан ўлчаниладиган катталикнинг миқдори тўғридан-тўғри асбобнинг чиқиш катталигига айланади ва асбоб бевосита ўлчаниладиган катталикнинг миқдорини кўрсатади.

Компенсацион (ноль) усули деб номаълум ўлчаниладиган катталикни маълум катталик билан солиштиришга айтилади. Ўлчаниладиган катталикнинг миқдори тенглаштириладиган (маълум) катталик қийматига тенг мувозанатда бўлади. Бундай асбоблар қаторига потенциометрлар, кучли компенсацияли асбоблар ва майинли тарозилар киради.

Дифференциал (фарқлаш) усули шундан иборатки, асбоб ёрдамида ўлчанадиган ва қандайдир бир маълум катталик ўртасидаги фарқ аниқланади. Ундан сўнг ўлчанадиган катталик маълум катталик қиймати ва олинган фарқни алгебраик қўпайтириш йўли билан аниқланади.

Билвосита – бундай усул билан номаълум катталик Q бевосита эмас, балки ўзи функционал боғланиш билан боғланган бошқа бир ёки бир неча катталикларни ($A, B, C, \dots$) тўғридан-тўғри ўлчаш йўли билан аниқланади. Бунда ўлчанадиган катталик қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқилади

$$Q = f(A, B, C, \dots)$$

Масалан: бакдаги суюқлик миқдори сатҳга кўра

Ўлчов асбоблари деб ўлчанадиган катталикни ўлчов бирлиги билан бевосита ёки билвосита таққослаш учун хизмат қиладиган қурилмага айтилади.

Ўлчов асбобларининг асосий элементлари - сезгир элемент ёрдамида бевосита ўлчовни амалга оширадиган ўлчов механизми ва ҳисоблагич қурилмадан (ўзи ёзадиган ва умумий йиғиндисини кўрсатадиган) иборат.

Шкаладаги белгилар **градуировка** деб аталади, миқдорий белгилар эса шкаланинг рақамланиши деб аталади. Ўлчов бирликларида ифодаланган шкаланинг энг кичик бўлинмаси – шкала бўлиниш баҳоси (қиймати) деб аталади. Шкаланинг бошланғич ва охириги белгисини асбобнинг қуйи ва юқори ўлчов чегараси ёки шкала диапазони белгилайди.

Бир корпусга эга асбоб кўпинча маҳаллий асбоб бўлади, бир неча корпусдан иборат асбоб эса – кўрсаткични масофадан узатадиган ҳисобланади. Кўрсаткични масофадан узатадиган ўлчов қурилмаси бирламчи ва иккиламчи асбобдан иборат. Бирламчи асбобда комплектнинг қабул қилиб олувчи қисми ўлчов пунктида ўрнатиладиган сезгир элементдан иборат. Иккиламчи асбоб бирламчи асбобдан қабул қилиб ҳисоблагич қурилманинг тегишли бўлимига ўтказган сигнални қайта ўзгартириб, ўлчанадиган катталикнинг кўрсаткичини беради.

Масофадан ўлчашда бирламчи асбоблар бирламчи ўзгартиргич (датчиклар) билан таъминланадилар, бу датчиклар ўлчанадиган катталикни пропорционал равишда пневматик ёки электр сигналига айлантириб берадилар.

Ўлчов асбобларининг сифати - ўлчовнинг аниқлиги, сезгирлиги ва тезкорлиги билан характерланади.

Ўлчов асбобининг аниқлиги унинг кўрсатмаларининг ишончлиги билан белгиланади, яъни ўлчов натижалари ўлчанадиган катталикнинг амалдаги қийматидан қанчалик фарқ қилиши билан.

Асбобнинг сезгирлиги - деб унинг ўлчанадиган катталикдаги унча катта бўлмаган ўзгаришларига нисбатан жавоб бериш хусусиятига айтилади. Асбобнинг сезувчанлигини кўрсаткич (стрелка)нинг чизиқли ёки бурчакли, силжишининг, ўлчанадиган катталикда ушбу силжиш туфайли содир бўлган ўзгаришига нисбати орқали ифодалаш мумкин.

$$S = \frac{\Delta I}{\Delta A} \quad \text{или,} \quad S = \frac{\Delta \varphi}{\Delta A}$$

бу шуни англатадики, ўлчов асбобида ўлчанадиган катталикнинг четга оғиши қанчалик кам қайд этилса, унинг сезувчанлиги шунчалик юқори бўлади.

Асбобнинг тезкорлиги – унинг кўрсатмаларининг кеч қолиши туфайли юзага келадиган инерцияликка боғлиқ.

Турли асбоблар учун ўзининг эксплуатацияси шароитига боғлиқ талаблари мавжуд (харорат, намлик, вибрация ва бошқ).

Ўзбекистон Республикасида саноат асбоблари ва автоматлаштириш воситалари учун ягона давлат тизими (ГСП) амал қилади.

ГСП нинг тузилиши ўлчов ва автоматлаштириш воситаларини кенг стандартлаштириш ва унификациялашни кўзда тутди.

Сигналларни унификациялаштириш (бир хиллаш) ГСПнинг асосий вазифасидир (пневматик сигнал 0,02-0,1 МПН; электр сигнали 0-5; 0-20 та).

Ўлчашлардаги хатоликлар - Физик катталикларнинг ўлчовини ўлчов асбоблари ва ўлчов усуллариининг номукаммаллиги оқибатида, шунингдек ўлчов шароитининг таъсири туфайли мутлақо аниқ амалга ошириб бўлмайди. Бунда пайдо бўладиган хатоликлар сони ўлчов хатолиги деб аталади, яъни ўлчов асбобининг хатолиги деб унинг кўрсатмаси ва ўлчанадиган катталикнинг ҳақиқий қиймати ўртасидаги фаркга айтилади.

Ўлчовнинг хатолиги абсолют ёки нисбий катталик кўринишида ифодаланиши мумкин.

Абсолют хатолик – “а” ўлчов бирликларида ифодаланиб, асбоб кўрсатмаси A_n ва ўлчанадиган катталикнинг ҳақиқий қиймати A_d ўртасидаги фаркни кўрсатади.

$$a = A_n - A_d.$$

нисбий хатолик “в” эса процентларда келтирилиб, абсолют хатоликнинг ҳақиқий қийматга муносабатини билдиради

$$\text{яъни} \quad b = \frac{a}{A_o} 100\%$$

Ўлчанадиган катталикнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш учун асбобнинг кўрсатмасига абсолют хатоликнинг сонига тенг равишда қарама-қарши (тескари) белги билан олинган “d” тузатиши киритилади.

Техникада шундай асбоблардан фойдаланиладики, улар ёрдамида фақатгина аввалдан белгиланиб берилган аниқлик – йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатолик билан ўлчовлар ўтказилади.

Асбобларнинг нормал шароитда ишлашига мувофиқ келадиган, йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликлар катталиги стандартлар томонидан белгиланади. Ўлчов асбоблари йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликлари катталигига кўра қуйидаги аниқлик синфларига бўлинади: 0,005; 0,02; 0,05; 0,2; (наъмунавий, лаборатория ва эталон асбоблар), 0,35; (назорат асбоблари) 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; (техник асбоблар)

Шартли равишда белгиланган аниқлик синфи – N шкаласи диапазонида келтирилган ва процентларда ифодаланган, яъни $\frac{a}{N} 100\%$, энг катта йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатолик “а” га мос келади. Бошқа тарафдан процентларда ифодаланган диапазон шкаласига абсолют хатоликнинг нисбати **келтирилган нисбий хатолик** деб аталади. Яъни $\beta = \frac{a}{N} 100\%$

Шундай қилиб, асбобнинг аниқлик синфи асбоб шкала диапазонида нисбатан (процентларда) йўл қўйилиши мумкин бўлган хатоликни кўрсатади.

Аниқлик синфи одатда асбоб циферблатида белгиланади.

Ўлчов асбобининг нормал ишлаш шароитидаги ҳолати ва хусусиятларига боғлиқ бўлган ўлчов хатоликлари **асосий хатоликлар** деб, қолган барчаси эса – қўшимча хатоликлар деб аталади.

Асбобнинг асосий хатолигини топиш учун у маълум бир муддат ўтгандан сўнг текширувдан ўтказилади, яъни унинг кўрсатмалари текшириляётган асбобга

нисбатан бир неча баробар кам хатоликка эга, янада аниқроқ бўлган асбобнинг кўрсатмалари билан солиштирилади.

Одатда текширув ўлчанадиган катталик қийматининг ошаётганида (тўғри юриш), кейин эса камаётганида (тескари юриш) амалга оширилади.

Ўлчов катталигининг бир ҳил қиймати ва ўзгармас ташқи шароитда олинган у ёки бу ўлчовлар кўрсатмаси ўртасидаги энг катта фарқ асбоб кўрсатмасининг вариацияси деб аталади. Вариациянинг пайдо бўлиши, одатда сезувчан элементнинг эластиклиги (таранглиги) ёки термиклиги оқибатида, асбобнинг ҳаракатланадиган қисмларининг ишқаланиши натижасида, ўлчов механизми қисмларининг бириккан жойлари орасида жуда тор тирқиш (люфтлар) бўлиши натижасида ҳосил бўлади.

Асбоб вариациясининг 2 кўрсатмаси кўпинча шкала диапазонида фоишларда ифодаланади.

$$\gamma = \frac{A_{np} - A_{обр}}{N} 100\%$$

ва асбобнинг йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатолигидан кичик бўлиши лозим (аниқлик синфидан).

Агарда асбоб нормал шароитдан фарқ қиладиган шароитда ишласа, унда қўшимча хатоликлар пайдо бўлади.

Бундан ташқари, ўлчовнинг хатоликлари уларнинг характериға қараб **систематик, тасодифий ва қўпол** турларига бўлинади.

Систематик – деб пайдо бўлиши яхши маълум бўлган хатоликларға айтилади.

Тасодифий – хатоликлар қандайдир маълум бўлган у ёки бу қонуниятларға бўйсунмайдилар.

Қўпол хатоликларға эга ўлчовлар натижалари ноаниқ ўлчов деб қабул қилинади.

Тасодифий хатоликлар ўзининг табиати ва катта-кичиклиги бўйича аввалдан маълум бўлмаган бўлади. Такрорий ўтказилган ўлчовларда улар доимий бўлмайдилар, чунки улар ўлчов жараёниға турли сабабларнинг биргаликда таъсири натижасида пайдо бўлиб, бу сабабларнинг ҳар бири ўзини ҳар ҳил тутади ва бир-бириға боғлиқ эмас.

Бир ҳил ўлчовлардаги тасодифий хатоликларни ҳисобға олиб бўлмайди, аммо айнан бир доимий катталик учун такрорий ўлчовни бир ҳил синчковлик билан ўтказилганда тасодифий хатоликларнинг олинган натижаларға таъсирини систематик ва қўпол хатоликларни истисно этган ҳолда маълум бир эҳтимоллик билан баҳолаш мумкин.

Тасодифий хатоликларнинг назарияси математик статистика ва эҳтимоллик назарияси методларига асосланган бўлиб, бир неча бора такрорий ўлчовлар ўтказилганда якуний, охириги натижани аниқлаш имконини беради. Шу сабабли тасодифий хатоликлар теорияси ўлчов асбоблари ишларининг ишончлилиги ва ўлчовларнинг аниқлигини баҳолаш учун кенг қўлланилади.

1.1. Термостатдаги ҳарорат 0-500⁰С шкалали, йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатолиги ±4° С чегарасида бўлган техник термометр билан ўлчанар эди. Термометр кўрсатмаси 346⁰С ни ташкил этди. Техник термометр билан бир

вақтда термостатга текширувдан ўтганлиги ҳақида гувоҳномага эга бўлган лаборатория термометри туширилди. Лаборатория термометрининг кўрсатмаси 352°C ни ташкил этди. Гувоҳнома бўйича тузатиш – 1°C ни. Чикиб турган устун учун тузатиш $+0,5^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилади. Техник термометр кўрсатмасидаги хатоликнинг амалдаги қиймати йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликнинг чегарасидан ошадими, шуни аниқланг.

1.2. Милливольтметр 50 интервалга ажратилган бир хил тенгликдаги шкалаларга бўлинган ўлчовнинг қуйи чегараси $U_k = -10\text{ мВ}$, юқори чегараси $U_k = +10\text{ мВ}$. ни ташкил қилади. Милливольтметрнинг сезувчанлиги ва шкалалари бўлинишининг баҳосини аниқланг.

1.3. Мис ёки платина термометрининг ўзгариш коэффицентлари ҳароратга боғлиқми, агарда унинг қаршилиги қуйидаги ифодаларнинг ҳарорати билан боғлиқлиги маълум бўлса:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) - \text{мис термометри учун,}$$

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2) - \text{платина термометри учун.}$$

1.4. $0-500^{\circ}\text{C}$ шкалали градуировка ХК автоматик потенциометри текширилганда шу нарса аниқландики, асбоб стрелкаси ва пероси ноль белгига нисбатан юқорилаш томонга 10°C силжиган. Қоғоз диаграммаси қайта ишланганда ҳарорат ўлчашдаги бу систематик хатолик қандай ҳисобга олиниши зарур? Масалан, 430°C белгисида.

1.6. Барометрик босими 760дан 723,3 гача мм.с.м.б.уст.ни ташкил этган ўзгариш туфайли содир бўлган газли манометрик термометр кўрсаткичидаги абсолют ва нисбий ўзгаришларни аниқланг. Асбоб шкаласи $0-100^{\circ}\text{C}$, бу босимнинг 6,825 дан 9,325 гача кгс/см² га тенг. Асбоб 80°C ни кўрсатмоқда. Асбоб шкаласи бир меъёрда.

1.7. 1,5 синфдаги техник манометр учун атроф-муҳитнинг нормал ҳарорати $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$, ишчи ҳарорат эса $+5$ дан $+50^{\circ}\text{C}$ гача.

Агарда атроф-муҳит ҳарорати $t = 24^{\circ}\text{C}$, $t = 10^{\circ}\text{C}$ ва $t = 55^{\circ}\text{C}$ ни ташкил этган ҳолда қолган таъсир этувчи катталиклар нормал қийматга эга бўлса, бундай шароитда асбобнинг кўрсаткичлари хатоликлари бир ҳилда бўладими?

1.8. Автоматик потенциометр шкаласининг барча нуқталаридаги ўлчовларнинг йўл қўйилиши мумкин бўлган нисбий хатоликлари чегараси бир ҳилдами?

1.9. $200-600^{\circ}\text{C}$ шкалали 0,5 градуировка синфли ХК автоматик потенциометри билан термо э.ю.к.нинг бир маротабалик ўлчови ўтказилди. Кўрсаткич 550°C белгисида турибди. 550°C белгида турган потенциометр билан термо э.ю.к. ўлчангандаги максимал нисбий хатоликни баҳоланг. Ишлаш шароити нормал ҳолатда нисбий хатолик асбобнинг кўрсаткичи билан боғлиқми?

Иккинчи боб

Ҳароратни ўлчаш

Ҳароратни турли усуллар билан ўлчаш мумкин. Ҳар бир усул ўлчовни амалга ошириш қонун-қоидаси (тартиби), воситалари ва уларни улаш

схемаларига кўра ўзига хос хусусиятларга эга. Ундан ташқари хароратни ўлчашда иссиқлик ўзгартиргич ва ўлчанадиган муҳит орасидаги ўзаро таъсирни ҳисобга олмоқ зарур.

Контактли иссиқлик ўзгартиргичлар (термопреобразователи) иссиқлигини ўлчайдиган муҳит билан бевосита контактда бўладилар. Кўпинча контактли иссиқлик ўзгартиргичнинг (ёки унинг қисмининг) ўз харорати хатто статик режимда Ҳамдамов Анвар Махмудович ўлчанадиган муҳит хароратидан фарқ қилади. Бу тафовут иссиқлик ўзгартиргич ва ўлчанадиган муҳит ўртасидаги иссиқлик алмашилиш хусусияти, иссиқлик ўзгартиргич ва унинг арматурасининг алоҳида қисмларининг конструктив ва иссиқлик физик характеристикаси, шунингдек иссиқлик ўзгартиргичнинг атроф муҳит билан иссиқлик алмашилиши шароити билан белгиланади.

Кенгайдиган манометрик ва суюқлик ёрдамида ишлайдиган термометрларнинг кўрсатишлари нафақат ўлчанадиган муҳит билан бевосита контактда бўлган ишчи модданинг харорати билан, балки атроф муҳит билан иссиқлик алмашинадиган, термометрнинг контактда бўлмаган ва тепага чиқиб турган ишчи қисмининг харорати билан ҳам аниқланади (белгиланади). Агарда конструкция ёки эксплуатацияда ўлчанадиган муҳит билан контактда бўлмайдиган (чиқиб турадиган) қисми кўзда тутилган бўлса, у ҳолда, бундай термометр градуировкаси чиқиб турган қисмининг маълум бир хароратида ўтказилиши лозим. Чиқиб турган қисмининг хароратининг ўзгариши чиқиб турган қисмининг градуировка миқдorigа тегишли хароратининг ўзгариш термометр кўрсатмасининг ўзгаришига олиб келади.

Манометрик термометрлар кўрсатмасининг ўзгариши, шунингдек харорат миқдоридан мустақил равишда босимнинг ўзгариши ҳисобига бўлиши мумкин. Масалан: бундай омиллардан бири термабаллон ва суюқлик билан ишловчи манометрик термометрларнинг манометри ўртасидаги даражада фарқ бўлиши ҳам мумкин. Кўрсатмалардаги ўзгаришлар барометрик босим ўзгарганда ҳам рўй бериши мумкин, чунки манометрик термометрлардаги манометр ортиқча босимни ўлчайди. Термо э.ю.к. ўлчанганда термоэлектрик термометрнинг ҳақиқий термо э.ю.к. миқдорини баҳолаганда ҳам хатолик бўлиши мумкин, улар термоэлектрик занжирнинг баъзи бир хусусиятлари ҳисобга олмаслик ва шунингдек эркин учлари хароратини нотўғри баҳолаш ёки термоэлектродли узайтиргич симларнинг хусусиятлардан баъзиларини эслатиб ўтамин. Термо э.ю.к. занжирлар унга исталган материалдан қилинган ўтказгичлар уланганда ҳам ўзгармайди, агарда уланиш жойининг харорати бир ҳилда бўлса. Термоэлектродли узайтиргич симлар термометрни уларда ривожланиши мумкин бўлган термо э.ю.к.ни ўзгартирмасдан узайтириш учун хизмат қилади.

Эркин деб термоэлектрик термометрнинг ўлчагич занжирига уланадиган учига айтилади. Агарда термоэлектрик термометр термоэлектродли симлар ёрдамида узайтирилган бўлса, у ҳолда термометрнинг эркин учлари термоэлектрод симларнинг учи ҳисобланади.

Термоэлектродли узайтиргич симлар ўлчовдаги умумий хатоликларга ўзининг ҳиссасини қўшади. Масалан, йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий

хатоликнинг чегараси ТХА типдаги термоэлектрик термометрларнинг симлари учун $\pm 0,16$ мВ ни ташкил қилади.

Диапазони 300°C дан юқори бўлган термоэлектрик термометрларнинг йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликлари чегарасининг қўлланиладиган юқори чегараси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади.

$$\begin{aligned} \Delta e, \text{ мВ} \\ \text{ТПП учун } 0,01 + 2,5 \cdot 10^{-5}(t - 300); \\ \text{ТПР учун } 0,01 + 3,3 \cdot 10^{-5}(t - 300); \\ \text{ТХА учун } 0,16 + 2,0 \cdot 10^{-4}(t - 300); \\ \text{ТХК учун } 0,2 + 6,0 \cdot 10^{-4}(t - 300), \end{aligned}$$

бу ерда t – термометрнинг ишчи учи ҳарорати.

Милливольтметрлар характеристикасини ҳисоблаш бўйича масалаларда рамка қайрилиши бурчагининг магнит майдони параметрлари ва рамканинг размери (катта-кичиклиги) ўртасидаги боғлиқликка эътибор қаратиш керак. Шунинг назарда тутиш лозимки рамканинг айланадиган вақти унга берилган размерларда нафақат тирқишдаги магнит майдони индукцияси қийматига, балки индукция векторининг рамканинг текислигига нисбатан йўналишига боғлиқ.

Қоидага кўра милливольтметр кучланишни ўз хулосасига кўра ўлчайди ва унинг синфи айнан ана шу кучланишнинг асосий хатолиги чегарасини характерлайди (шу сабабли хатолик хатто градус шкаласида милливольтларда ифодаланади). Унинг шкаласи милливольтметр қисқичларидаги кучланиш ва термоэлектрик термометрнинг термо э.ю.ки ўртасидаги маълум бир боғлиқликда градусларда градуировкаланиши мумкин. Бунда улар ўртасидаги боғлиқлик асбобнинг ташқи занжиридаги кучланишнинг камайиши катталиги фарқланади. Шунинг учун ташқи занжир қаршилиги аниқ бир миқдорга эга бўлиши керак. Унинг ўзгариши асбобнинг кўрсатмасини ўзгаришига олиб келади.

Потенциометрик схемаларга оид масалаларда, биринчи навбатда ўлчовнинг компенсацион усулининг физик маъносини аниқ тушуниб олиш керак. Термоэлектрик термометрнинг термо э.ю.ки қийматига кўра тенг ва потенциометр ўлчов схемасининг компенсацияладиган майдонидаги потенциаллари белгисининг фарқига қарама-қаршидир. Потенциометрик схема ўзгариши мувозанатининг математик ифодасини ўз ичига термометр ва кучайтиргични олган ёпиқ майдон учун ўлчов схема иккинчи кирхгоф қонунидан фойдаланиб, осонгина олиш мумкин.

Компенсацион ҳарорат хатоликларининг ҳисоби бўйича масалаларни ечишда шунинг назарда тутиш лозимки, киритиладиган тузатишлар қиймати сон жиҳатдан термоэлектрик термометр термо э.ю.кининг эркин учлари ҳарорати ўзгаришидаги ўзгаришига тенг бўлиши керак. Эркин учлар ҳарорати ўзгариши билан кўрсатманинг ўзгаришини ҳисоблаб чиқишда реохорд движоги эркин ҳолатда тургандаги потенциометр схемасининг мувозанати ифодасидан умумий ҳолда фойдаланиш зарур.

Потенциометрларнинг бўлими бўйича масалалар ечишдан аввал [12] билан танишиб чиқиш тавсия қилинади, бунда схеманинг ишлаш принципи батафсил кўриб чиқилади.

Электрик термометрларнинг қаршилигига оид масалаларда ўлчов схемалари ва қаршилиг термометрларининг иши билан боғлиқ барча ўзига ҳосликларга эътибор қаратиш лозим. Чунки ҳароратнинг қиймати термометрнинг сезувчан элементининг қаршилиги қийматига кўра аниқланади. Бунда бу қаршилиқни аниқлашда хатоликлар рўй бериши мумкин. Бу хатолар ёки алоқа линияси қаршилигининг ўзгариши, ёки сезувчан элементнинг ўз-ўзидан қизиб кетиши ҳисобига қаршилиқнинг ўзгариши билан ёки бошқа сабабларга кўра содир бўлиши мумкин. Чунки бундай сабаблар натижасида термометр қаршилиги ўлчанадиган муҳит ҳароратининг қийматига боғлиқ бўлмаган ҳолда ўзгаради.

Термометрлар электрик қаршилиқларининг t , °C, ҳароратига боғлиқлиги қуйидагичадир:

а) $-200^{\circ}\text{C} \leq t < 0^{\circ}\text{C}$ даги платина термометрлари учун

$$R_t = R_0 [1 + At + Bt^2 + Ct^3 (t - 100)];$$

$0^{\circ}\text{C} \leq t \leq +650^{\circ}\text{C}$ да

$$R_t = R_0 (1 + At + Bt^2), \quad (2-2)$$

бу ерда $A = 3,96847 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; $B = -5,847 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-2}$; $C = -4,22 \cdot 10^{-12} \text{ K}^{-4}$;

б) $-50^{\circ}\text{C} \leq t \leq +180^{\circ}\text{C}$ даги мис термометрлари учун

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t), \quad (2-3)$$

бу ерда $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

Саноат шароитида термометрлар қаршилиги кўприклар ёки логометрлар билан ўлчанади.

Беқарор номувозанат кўприклардан уларнинг икки асосий камчиликлари туфайли кам фойдаланилади:

Градуировка характеристикасининг нозичлиги ва кўрсатмаларининг электр кучланиши қийматига боғлиқлиги. Барқарор кўприклар кенг тарқалди. Кўприкли схемалар бўйича масалалар ечганда асосий тенглама кўприкли схема мувозанати шартининг математик ифодасидир (қарама-қарши елкалар қаршилиги қийматининг кўпайтмалари тенг бўлиши лозим).

Логометрлар схемаси кўриб чиқилганда шуни назарда тутиш керакки, логометрлар тескари ҳаракат қиладиган пружиналарга эга эмас ва рамкалар ҳаракати занжирига R_t , қаршилиқ термометри уланган ишчи рамка ривожлантирадиган вақтнинг тенглигида ва компенсацияладиган рамканинг қарама-қарши йўналишиди тўхтайди. Шуни айтиб ўтиш лозимки хатто қарама-қарши йўналишда ҳам бу вақтлар йўналишининг ҳар бири қатъий белгиланган бўлиши лозим. Ишчи рамкасининг вақти соат стрелкаси бўйлаб ёки аксинча йўналтирилиши мумкин, шунга кўра компенсацияладиган вақт ҳам соат стрелкаси бўйлаб ёки аксинча йўналтирилади. Аммо логометр фақатгина бу икки йўналишнинг бирида ишлаш қобилиятига эга бўлади. Бу йўналишни аниқлаш учун шуни эсда тутиш керакки, логометрнинг ҳаракатланувчан системаси шундай бурилиши лозимки, рамкалардан бирига таъсир этувчи катта вақт камайиши, иккинчиси эса аксинча ошиши керак.

Контактли иссиқлик ўзгартиргичлар ҳароратининг ўзгаришида сезиларли хатоликлар юз бериши мумкин. Бу хатоликлар сезувчан элементдан

иссиқликнинг ғилофга иссиқлик ўтиши ва нурланиш туфайли иссиқлик кетиши ҳисобига кетиши сабабли юз бериши мумкин.

Термоэлектрик термометрлар учун нормаллаштирадиган ўзгартиргичлар бўйича масалаларни ечишда манфий тескари боғламли ўзгартиргичлар ишлаш принципларини тушуниб олиш зарур [14]. Шунини айтиш лозимки, термоэлектрик термометрлар учун нормаллаштирадиган ўзгартиргичларнинг чегараси ва градуировкаси худди шундай характеристикали потенциометрлар билан мосдир. Ўзгартиргичларнинг барча градуировкалари ва ўзгартириш чегаралари чиқиш токининг максимал қиймати 5мА ни ташкил этади.

2.1. Қайси ҳарорат диапазони учун халқаро амалий ҳарорат шкаласи 1968 (МПТШ-68) жорий этилади?

2.2. МПТШ-68 нинг амалий ишга киритиш қандай амалга оширилади?

2.3. Симобнинг қайнаш даражаси $+ 356,6^{\circ}\text{C}$ бўлган ҳолда $+500^{\circ}\text{C}$ ҳароратни симобли шиша термометр билан ўлчаш мумкинми? Қандай қилиб симобли термометрларнинг ўлчовини юқори чегарасини кўтариш мумкин?

2.6. Манометрик симобли термометрнинг кўрсатмалари ўзгаришини аниқланг, агарда градуировка пайтида термобаллон ва кўрсатувчи асбоб бир сатҳда турган бўлиб, реал шароитда эса – кўрсатувчи асбоб термобаллондан 7,37 м баланд жойлашган бўлса, термометр шкаласи $0-500^{\circ}\text{C}$. Ҳарорат 0 дан 500°C гача ўзгарганда системадаги босим 4,47 дан 14,28 мПа гача ўзгаради. Симобнинг зичлиги $\rho=13595\text{ кг/м}^3$.

2.9. Ҳарорат 0 дан 500°C га ўзгарганда системадаги босим 100 кгс/см^2 га ўзгариши учун 0°C даги манометрик газ термометри системасида қандай бошланғич босим ҳосил қилиниши зарурлигини аниқланг. Газ кенгайишининг термик коэффиценти $\beta = 0,00366\text{ K}^{-1}$

2.11. ТХК типдаги термоэлектрик термометрнинг термо э.ю.ки ишчи учига ҳарорат ўзгарган, аммо ишчи учи ва эркин учларининг ҳароратини фарқи сақланиб қолганда ўзгарадими? Масалан, $E(300, 50^{\circ}\text{C})$ ва $E(600, 350^{\circ}\text{C})$?

2.12. 2-1 суратида эркин учларидаги ҳарорат 0°C га тенг бўлган термоэлектрик термометрнинг характеристикаси тасвирланган.

Агарда эркин учлардаги ҳарорат ўзгарса унинг характеристикаси қандай ўзгаради?

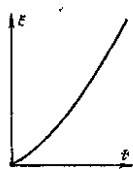


Рис. 2-1.

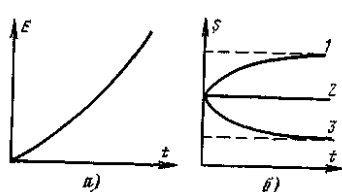


Рис. 2-2.

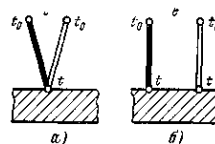


Рис. 2-3.

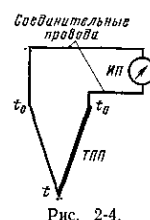


Рис. 2-4.

2.15. 2-3 суратларида мис пластина сиртининг ҳароратини ўлчаш схемаси берилган. (а) ҳолатда термоэлектрик термометр электродлари бирга пайвандланган, сўнгра пластинага пайвандланган, (в) ҳолатида ҳар бир электрод пластинага алоҳида пайвандланган ва электродлар ўртасида бевосита контакт йўқ. Мисни иссиқлик ўтказувчанлигининг катта эканлигини ҳисобга олиб ва пластинани атроф муҳит билан ёмон иссиқлик алмашинувини назарда тутиб, мис

пластинасининг унга термоэлектродлар уланган барча нуқталарида ҳарорати бир ҳил деб ҳисоблаш мумкин.

Эркин учларининг ҳарорати бир ҳил бўлганда ҳар иккала термометрнинг термо э.ю.ки бир ҳил бўладими?

2.16. Термоэлектрик термометр кўрсатмаларига тузатишлар киритинг ва ишчи учининг ҳароратини аниқланг, агарда ТПП типигаги термометрнинг термо э.ю.ки 3,75 мВ ни, эркин учлари ҳарорати 32⁰С ни ташкил қилса.

2.17. ТПП типигаги термоэлектрик термометр ИП ўлчов асбобига мис симлар билан уланган (2-4 сурат)

Агарда мис симлар ўрнига алюминий симлар уланса термо э.ю.ки ўзгарадими? Термометр учларининг ҳарорати аввалги ҳолида қолди



Рис. 2-5

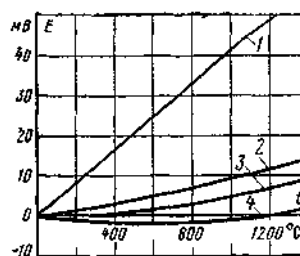


Рис. 2-6.

2.18. ТПП типигаги термоэлектрик термометр ўлчов асбобига мис симлар ёрдамида уланди. Термометрнинг ишчи учи ҳарорати 700⁰С, эркин учлариники эса 20⁰С.

Мис симнинг платинародийли электродга уланган жойидаги ҳарорат 100⁰С гача ошса, мис симнинг платинали электродга уланган жойининг ҳарорати эса 20⁰С га тенг бўлса термо э.ю.к ўзгарадими?

ТПП типигаги термоэлектрик термометр учун бошланғич қийматлар E (700, 0⁰ С) = 6,256 мВ, E (20, 0⁰ < С) = 0,112 мВ платинародий – мис термоэлектрик термометрининг термо э.ю.ки ишчи ва эркин учларининг ҳарорати 100⁰С ва 20⁰С бўлганда қуйидагига тенг: E' (100, 20⁰С) = 0,077 мВ.

2.19. Термоэлектрик термометр ўлчов асбобига термоэлектродли узайтирувчи симлар ёрдамида уланади (2-5 сурат).

2.21. Термоэлектрик термометрнинг 2-5 расмда тасвирланган ўлчов занжири учун ишчи учининг температурасини аниқланг. $t_1 = t_2 = 70^{\circ}\text{C}$, $t_0 = 28^{\circ}\text{C}$, $t_n = 18^{\circ}\text{C}$ лиги маълум. Лаборатория потенциометрининг хулосасига кўра термо э.ю.к. ТХА типли термометр учун $E = 23,52$ мВ га тенг.

2.23. КТ-54 нинг термо э.ю.ки компенсаторининг кўприк схемасида R_1 , R_2 манганиндан ишланган R_3 , ва мисдан ишланган R_m резисторлари бор. Барча типигаги термоэлектрик термометрларда ишлатиладиган кўприкларда бу резисторлар бир ҳил қийматга эга. U энергия кучланиши қиймати ҳам бир ҳил.

ТПП, ТХН, ТХК типигаги термоэлектрик термометрлари учун фойдаланиладиган кўприклардаги R_e қаршилик қиймати бир ҳилми?

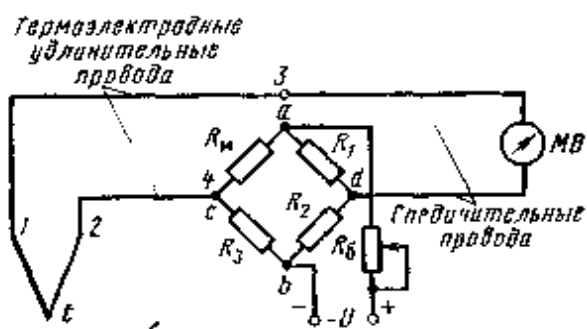


Рис. 2-7.

2.24. 2-23 масаласидаги шарт учун қуйидагиларни тахмин қиламиз, ишчи учи температураси $t=400^{\circ}\text{C}$, 1 ва 2 нуқталари температураси $t' = 40^{\circ}\text{C}$ ва 3 ва 4 нуқталари температураси $t'' = 20^{\circ}\text{C}$ (2-7расм).

Миллифольтметрнинг кўрсатмалари қай тарзда ўзгаради, агарда термоэлектродли узайтирувчи симларни худди шундай суммар қаршиликли мис симлар билан алмаштирилса? Термоэлектрик термометр характеристикасини линияли деб ҳисоблаймиз. Ўлчов асбобининг кириш қаршилигини чексиз катта деб тахмин қиламиз.

2.25. 2-23 масаласидаги шарт учун тахмин қиламиз: 1,2,3,4 нуқталари доимо бир ҳил, фақатгина вақт бўйича ўзгариши мумкин. Агарда термоэлектродли узайтирувчи симларни мис симлар билан алмаштирилса бу ҳолатда асбобнинг кўрсатмалари ўзгарадими?

2.26. 2-23 масаласи шарти учун КТ-54 компенсаторидан (2-7расм) даги милливольтметрга келувчи мис симларни худди шундай қаршиликка эга алюминий симларга алмаштирилса милливольтметрнинг кўрсатмалари ўзгарадими?

2.27. 2-23 масаласи шарти учун термоэлектрик термометрнинг йўл қўйиладиган ўзгаришлари диапазонида эркин учларининг барча температураларида термо э.ю.к. нинг ўзгариш тўлиқ компенсацияланадими?

2.28. Милливольтметрнинг сезувчанлиги ўзгарадими, агар пружинанинг ўзгармас каттиқлигида унинг ўрамлари сони оширилса?

2.39. Ички қаршилиги жуда катта бўлган манбанинг э.ю.кни ўлчаш лозим. Масалан рН – метр электрод системасининг э.ю.кни.

Қандай потенциометр, кичикомлими ёки юқориомли ва нима учун бу мақсадда фойдаланиш керак?

2.40. КСП-4 типидagi 0-400 $^{\circ}\text{C}$ шкалали ХК градуировкали автоматик потенциометрнинг ўлчов схемаси қуйидаги қаршиликлар ва ток қиймати билан характерланади. $R_k = 509,5\text{ Ом}$; $R_6 = 330\text{ Ом}$; $R_{\pi} = 120\text{ Ом}$; $R_3 = 90\text{ Ом}$; $I_1 = 3\text{ мА}$; $I_2 = 2\text{ мА}$.

Реохорднинг с ёки d нуқтасидан қайси бири ўлчовнинг юқори чегарасига мос келишини аниқланг?

2.53. Мис қаршилик термометрлари 20 $^{\circ}\text{C}$ да қуйидаги қаршиликка эга:

$R_{20} = 1,75\text{ Ом}$.

Унинг 100 ва 150 $^{\circ}\text{C}$ даги қаршилигини аниқланг. Температура коэффициенти $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3}\text{ К}^{-1}$.

2.57. 23-24 градуировкали мис қаршилик термометрлари 0-150⁰С интервалдаги ўзгаришлар коэффиценти қиймати бир ҳилми?

2.61. Иккисимли схема бўйича уланган 23 градуировкали қаршилик термометри билан температура ўлчовининг қўшимча абсолют хатолигини баҳоланг, агарда улайдиган симларнинг қаршилиги қиймати градуировка қиймати 5,0 Ом эмас, балки 4,5 Ом га тенг бўлса.

Бу хатолик қай тарзда ўзгаради, агарда улайдиган симларнинг амалдаги қаршилиги 0,1 Ом, градуировка қиймати эса 0,6 м га тенг бўлса?

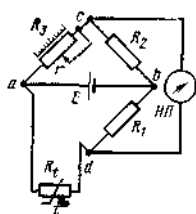


Рис. 2-12.

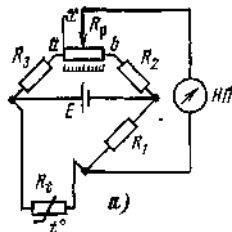


Рис. 2-13.

2.69. Реохордсирпанчиғининг қайси ҳолати (a нуқтасида ёки b нуқтасида) 2-13 расмдаги схемаларда 23 градуировкали ўлчовининг пастки чегарасига мос келади, a ва b?

2.70. 2-13 расмда тасвирланган мувозанатлаштирилган кўприк учун градуировка характеристикасининг тенгламасини чиқаринг.

2.71. Реохорд сирпанчиғининг ўтиш қаршилиги 0,2 Омга ўзгариши туфайли мувозанатлаштирилган кўприк кўрсатишининг ўзгаришини баҳоланг. Кўприк шкаласи 0-150⁰с, градуировка 23, $Y_2 = Y_3 = 100$ Ом.

2.72. R_t қаршилик термометри мувозанатлаштирилган кўприкка улайдиган симлар ёрдамида уланади. Улайдиган симлар ҳар бирининг $R_{\text{л}}$ қаршилиги градуировкада 2,5 Ом га тенг эди.

Ҳар бир улайдиган симлар қаршилиги 0,5 Омга ошиши туфайли рўй берган кўприкнинг кўрсатиши ўзгаришини аниқланг. Бунда термометр икки симли схемада уланади. Схема резисторлари қаршилиги қуйидаги қийматга эга: $R_1 = 80$ Ом; $Y_2 = 80$ Ом; $Y_3 = 40$ Ом; $R_p = 40$ Ом; $R_t = 15$ Ом.

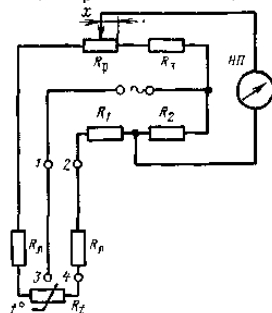


Рис. 2-14.

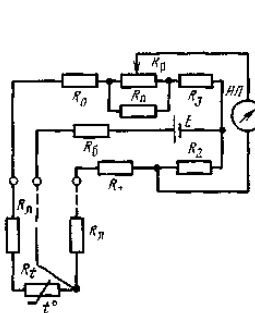


Рис. 2-15

2.73. Кўприк кўрсатиши ўзгариши аввалгисидай қоладими (2-72 га қаранг), агар қаршилик термометрини уч симли схема бўйича уланса?

2.74. Уч симли схема бўйича уланган термометрнинг улайдиган симлари қаршилигининг ўзгариши туфайли рўй берадиган мувозанатлаштирилган кўприк кўрсатиши схема резисторларининг қаршилиги нисбатига боғлиқ бўладими? Схема учун (2-14р) резисторлар қаршилигининг қуйидаги қиймати қабул қилинади, Ом: $R_1 = 35$; $Y_2 = 60$; $Y_3 = 50$; $R_p = 30$; $Y_t = 15$; $Y_{\text{л}} = 2,5$; $\Delta R_{\text{л}} = 0,5$.

2.75. ТСМ типдаги 0-150⁰С шкалали 23 градировкали мис қаршилик термометри билан ишлаш учун мўлжалланган мувозанатлаштирилган кўприкнинг R_1 ва R_n қаршилик резисторларини ҳисобланг (2-15 расм). Ҳисоб учун қуйидаги қаршиликларни қабул қилинг $R_p = 90 \text{ Ом}$, $R_0 = 5 \text{ Ом}$, $R_L = 2,5 \text{ Ом}$, $R_2=R_3=200 \text{ Ом}$.

$R_{тн}$ термометрии 0⁰С да ва $R_{тк}$ - 150⁰ С даги қаршилиги 53 ва 86,87 Ом га тенг.

Реохорднинг ишламайдиган участкалари ҳисобга олинмайди.

2.78. 1 ва 2 логометр рамкалари (2-16р) даги тоқлар схемада кўрсатилган йўналишига эга. Марказда майдон индукцияси тирқишнинг четларидагига нисбатан кучсизроқ. Тоқларнинг бундай йўналишида логометр ишлашига яроқлими, шуни аниқланг.

2.79. Логометрларни эксплуатация қилиш шартида тоқ кучланиш номинал (4в) бўлган ҳолда $\pm 20\%$ га ўзгариши йўл қўйилади, чунки бунда аниқлик сезиларли ўзгармайди.

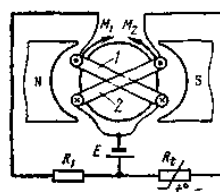
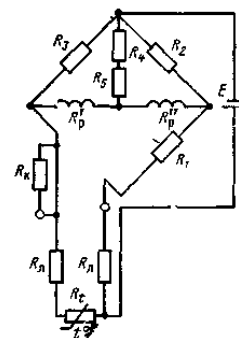


Рис. 2-16



Босим халқаро бирликлар системасида паскаль (Па) билан ўлчанади. Бирок ҳозирги кунга қадар, шунингдек кгс/см², мм.сув.уст, мм.сим.уст, ва бар билан ўлчашлардан фойдаланиш мумкин. Бу бирликлар ва паскаль ўртасида қуйидаги нисбатлар мавжуд:

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 98\,066,5 \text{ Па};$$

$$1 \text{ мм вод. ст.} = 9,80665 \text{ Па};$$

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133,322 \text{ Па};$$

$$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}.$$

Босим ва босимлар фарқини ўлчаш учун энг кенг тарқалган асбоблар бу турли хилдаги суюқликли ва деформацион (пружинали) асбоблардир.

Суюқликли босим ўлчаш асбобларининг ишлаш принципи ўлчанаётган босимнинг (босим ўзгаришининг) суюқлик устунининг гидростатик босими билан мувозанатлашишига асосланган. Суюқлик устунининг босими устуннинг баландлиги, оғирлик кучининг зичлиги ва тезланиши билан аниқланади, шу сабабли суюқликли манометрлар билан босим ўлчашдаги хатоликлар суюқлик устунининг баландлигини ўлчашдаги, зичликни аниқлашдаги хатоликлар билан боғлиқ. Зичлик эса географик кенглик ва денгиз сатҳидан баландлик билан белгиланадиган оғирлик кучининг тезланиши ва температурага боғлиқ.

Босим ўлчаш билан боғлиқ масалаларни ечиш учун [2] ҳажмдаги маълумотлар етарлидир. Суюқликли босим ўлчаш асбобларининг асосий формуласи қуйидагичадир:

$$\Delta p = h\rho g.$$

Бу формулага кўра ўлчанаётган ортиқча босим ёки босим ўзгариши Δp билан идишлардаги суюқликнинг зичлиги ρ ва ҳар икки идишдаги сатҳ h ўртасидаги фарқ ўртасида боғлиқлик ўрнатилади.

Бу формуладан осонлик билан h ни ҳисоблашдаги хатолар ёки градуировкада қабул қилинган g қиймати ва ρ қийматларининг четга оғиши оқибатида рўй бериши мумкин бўлган хатоликлар учун ифодалар олиш мумкин. Масалаларни ечишда олинаётган катталикларнинг ўлчамини диққат билан кузатиб бориш зарур. Масалан, агар юқоридаги формулада h ни m га, ρ ни kg/m^3 га, g ни m/s^2 га қўйилса, унда Δp Па ўлчамига эга бўлади.

Пружинали асбобларнинг ишлаши принципи босим кучи таъсирида турли эластик элементларнинг деформацияси ёки уларнинг кучини ўлчашга асосланган. Пружинали асбобларнинг кўрсатмаларига атроф муҳит температураси таъсир кўрсатиши мумкин. Чунки атроф муҳит температурасининг ўзгариши сезгир элементлар ва узатувчи механизмнинг хусусиятлари ўзгаришини юзага келтириши мумкин.

Босим ўлчаш асбоблари орасида кучланиш компенсацияси принципи бўйича ишлайдиган чиқиш сигнали унификациялашган (бир хилга келтирилган) асбоблар босим, сийракланиш, босим фарқи ва шу кабиларни ўлчаш учун кенг қўлланилади.

Куч компенсацияли асбоблар юзасидан масалалар ечишда шуни аниқ тасаввур этиш керакки, бу асбобларнинг кинематик схемасидаги статистик режимда бирламчи ўзгартиргич томонидан ҳаракатланадиган таянчга таъсир кўрсатадиган кучланиш ва ҳудди шу таянчга тесқари алоқа қурилмаси (электрик

ёки пневматик) томонидан таъсир кўрсатадиган кучланиш ўртасида мувозанатлашиш рўй беради.

Бу кучланишлар алоҳида элементларнинг маълум кучланиши ва алкалар нисбати бўйича осонлик билан ҳисоблаб чиқарилишлари мумкин.

Ҳозирда ишлаб чиқарилаётган куч компенсацияли асбобларнинг деярли барчаси унификациялаштирилган чиқиш сигналига эга (электрик ёки пневматик).

3.3. U – симобли манометрнинг кўрсатмаси қандай ўзгаради, агарда ўлчанаётган абсолют босим ўзгармаган ҳолатда барометрик босим 50мм сим.уст. га камайган бўлса? Атроф муҳит температураси ва оғирлик кучининг тезланиши нормада.

3.8. Микроманометр сезгирлиги ўлчов трубкаси қиялик бурчаги ўзгарганда ўзгарадими?

3.12. Тягомерларнинг сезгир элементи икки гофрировка қилинган мембранадан иборат мембрана каробкасидир. (3-2р)

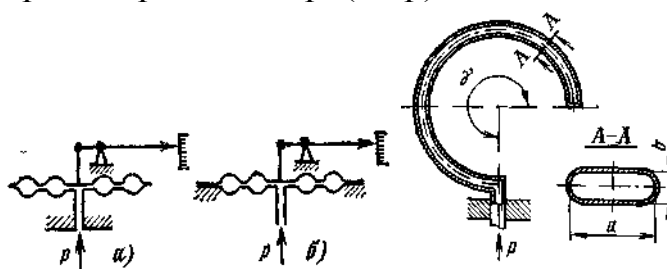


Рис. 3-2.

Рис. 3-3.

Бир ҳолатда коробка кутига штуцер ёрдамида (3-2,а) бириктирилган, бошқа ҳолатда коробка корпусга мембрана аланган жойда бириктирилган.

Бу ҳолатларда мембрана коробкаларнинг ўзгартириш коэффициенти бир ҳилми?

3.13. Манометрик трубади пружиналарнинг кесими ўлчамлари ва бошланғич ўрамларининг бурчаги γ турлича (3-3р). Қайси трубади пружинанинг ўзгартириш коэффициенти энг катта бўлади?

3.15. Токли чиқиш сигнали (0-5мА), ўлчов чегараси 0-40 кгс/см² бўлган манометрнинг хатолигини аниқланг, агарда 32 кгс/см² босим ўлчанаётганда чиқиш сигнали $I_d=3,93$ мА ни ташкил қилса.

3.16. Пневматик чиқиш сигнали (0,2—1 кгс/см²) ва ўлчов чегараси 0—6 кгс/см² бўлган манометрнинг хатолигини аниқланг,

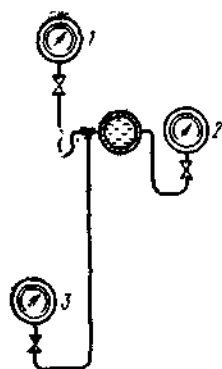


Рис. 3-4.

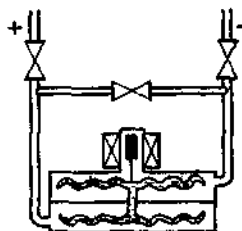


Рис. 3-5.

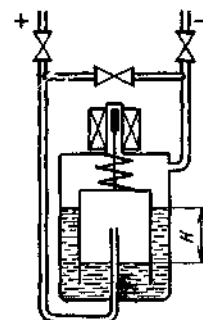


Рис. 3-6.

агарда $4,5 \text{ кгс/см}^2$ босимда чиқиш сигнали $0,84 \text{ кгс/см}^2$ ни ташкил этса.

3.17. Доимий босимни ўлчаш учун манометр шкаласини танланг (ўлчовнинг юқори чегарасини аниқланг):

а) 3 кгс/см^2 ; б) 260 кгс/см^2 .

3.18. Учта манометр турлича тарзда босими 8 кгс/см^2 бўлган сувли трубопроводга ўрнатилган. Уларнинг кўрсатишлари бир хил бўладими (манометрларнинг ўз хатоликларини эътиборга олмаслик мумкин)?

3.19. Буғ босимини ўлчаш манометрининг танланган нуктасидан 5 м пастга ўрнатилган. Манометр $\rho = 50 \text{ кгс/см}^2$ ни кўрсатмокда, импульс линиясида конденсат температурасининг ўртача қиймати $t = 60^\circ \text{ C}$.

Паропроводдаги буғнинг амалдаги қийматини аниқланг.

3.20. Мембранали дифференциал манометрда (3-5р) температура хатоликларини камайтириш учун бир қути иккинчисига нисбатан қаттиқли камроқ этиб тайёрланади.

Бу қути қайси камерада жойлашган бўлиши керак (манфий ёки мусбат)?

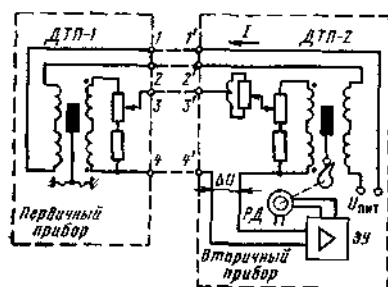


Рис. 3-7.

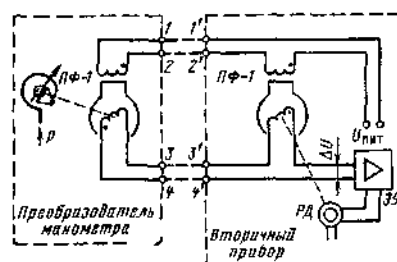


Рис. 3-8

3.25. Босимни ўлчаш кўрсатишларни дистанцион узатиш дифференциал-трансформатор системали манометр ёрдамида амалга оширилмокда (3-7р). ДТП -1- манометр ўзгартиргичи, ДТП -2- иккиламчи асбобнинг ўзгартиргичи. Асбобнинг ўлчаш диапазони $0-160 \text{ кгс/см}^2$.

Иккиламчи асбобнинг кўрсатиши ўзгарадими, агарда ДТП-1 плунжери ўзгармас ҳолатда эканлигида ДТП-1 кўзғалиш ўраи энергияси фазасини алмаштириб қўйилса (1-сим 2' сими билан боғланса; 2 симни 1' симга уланса)?

3.28. унификацияланган токли чиқариш сигналига эга бўлган напорамер схемасида (3-9р) $\rho = 0$ $I = 0$ бўлганда тескари алоқа ғалтаги қандайдир бир бошланғич ҳолатда бўлади. I қиймати ошганда ғалтак магнитопроводга

ториладими ёки аксинча кучланиш компенсациясини таъминлаш учун итарилиб чиқадими? Аниқланг.

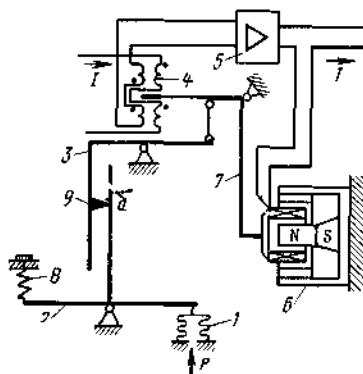


Рис. 3-9.

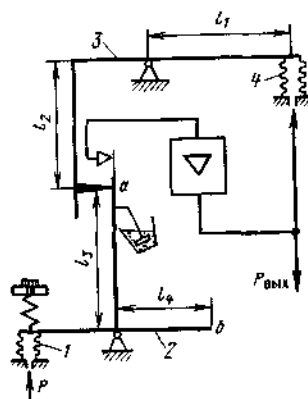


Рис. 3-10.

3.29. Напоромер схемасида (3-9р) тескари алоқа қурилмаси сифатида чиқиш токи таъсири остида тортиладиган ғалтакли қурилмадан фойдаланиш мумкинми?

3.30. (3-9р) напоромерда $p = 0$ ва $I > 0$ бўлса нольни тузатиш учун корректор пружинасининг тортишиш даражасини қандай ўзгартириш лозим?

3.31. Напоромер ўлчов диапазонини катталаштириш учун напоромердаги қайси созлаш органи ва қай тарзда ўзгартириш лозим?

3.33. Схемаси (3-10р) кўрсатилган асбоб босимни ёки сийракланишни ўлчашини аниқланг.

4 Боб. Сатҳни ўлчаш

Хозирда суюқлик ва сочилувчан моддалар сатҳининг баландлигини ўлчашнинг турли усуллари мавжуд. Суюқлик сатҳининг баландлигини ўлчаш усулларида бири сув ўлчаш ойналари ёки унинг турлари, шунингдек манометрик ёки пневмометрик (пьезометрик) қурилмалар ёрдамида амалга ошириладиган суюқлик устунининг гидростатик босимини ўлчаш усулидир. Бу усулларнинг барчасида, қоидага кўра, асосий хатолик ўлчанаётган суюқлик зичлигининг температура ўзгариши туфайли ўзгариши ҳисобига бўлади. Бу хатоликни йўқотиш ёки камайтириш мақсадида бир вақтнинг ўзида суюқлик гидростатик босимни ва унинг сатҳини ўлчайдиган, сўнгра сатҳ ўлчагич кўрсатишини унинг зичлигига мос равишда тўғрилайдиган мураккаб ўлчов системалари яратилмоқда. Табиийки, ўлчов системасининг мураккаблаштирилиши унинг ишончлилигини камайтиради.

Гидростатик усул билан суюқлик сатҳи баландлигини ўлчовчи барча системалар ўлчов системаси, бирлаштирувчи линиялар, уларнинг температура режими, система ўлчов ўзгартиргичларининг ишлаши хусусиятларининг синчковлик билан ўтказиладиган таҳлилини талаб қилади. Масалан: сатҳ ўлчаш схемаси учун парогенератор барабанига гидростатик усулда қалқовичли дифманометрлар ўрнига мембранали дифманометрларнинг ишлатилиши ўлчовдаги бўлиши мумкин бўлган хатоликларни сезиларли даражада камайтиради. Бунга сабаб шуки, мембранали дифманометрлар ўтадиган суюқлик

ҳажми ўлчанаётган сатҳ ўзгарганда, қалқовичли ўлчагичларга нисбатан сезиларли даражада камроқдир.

Қалқовичли сатҳ ўлчагичлар суёқлик сатҳининг баландлигини ўлчайдиган энг содда ва ишончли мосламадир. Бироқ улар юқори босимда ишлатилиши мумкин эмас. Бундай сатҳ ўлчагичлар агрессив суёқликлар ва чўкинди тушадиган муҳитда ишлатилганда қийинчилик туғдиради.

Пьезометрик (пневмометрик) сатҳ ўлчаш усули суёқлик устунининг гидростатик босимини мувозанатлаштирадиган ҳаво (инерт газ) босимини ўлчашга асосланган. Шу сабабли бу ерда гидростатик ўлчов усулининг хусусиятлари ва камчиликларига пневмометрик системанинг спецификаси Ҳамдамов Анвар Махмудович қўшилади.

Сиғимли сатҳ ўлчагичлар электр токини ўтказадиган ва ўтказмайдиган суёқликлар учун қўлланилади. Улар ўлчанадиган муҳит температураси ва босимини кенг диапазонда – агрессив ва ноагрессив муҳитдаги сатҳларни ўлчаш учун яроқлидир. Уларни кўрсатиши температурага боғлиқ равишда ўзгариши мумкин бўлган муҳитнинг диэлектрик ўтказувчанлигига боғлиқдир. Компенсацион сиғимларнинг ишлатилиши бу таъсирни камайитириши мумкин, аммо уни бутунлай йўқотмайди. Сиғимли сатҳ ўлчагичларининг электрон қисмини конструктив бажарилиши мураккаб бўлганлиги сабабли улар кенг қўлланилмайди.

Ҳозирги пайтда саноатда радиоактив сатҳ ўлчагичлар кенг тарқалмоқда. Улар, одатда, ўлчанадиган муҳит билан бевосита контакт у-ёки бу сабабларга кўра мумкин бўлмаган ҳолатларда ишлатилади (масалан суёқ хлор сатҳи, домна печидаги шихтанинг сатҳи ва ҳоказо). Шунинг назарда тутиш лозимки, радиоактив сатҳ ўлчагичларининг кўрсатмаларига ўлчанаётган муҳитнинг ўзгариши таъсир этмайди. (серияли асбоблардаги принципиал схемалар учун).

4-1. Буғ генератори барабанидаги сув сатҳи сув ўлчаш ойнаси ёрдамида ўлчанади (4-1р.). Барабандаги буғнинг босими 100кгс/см^2 , барабандаги сув **насишение** температурасида. Сатҳнинг амалдаги қиймати

$$h = 0,5\text{м.}$$

Сув ўлчаш шишасидаги сатҳни аниқланг, агарда сув ўлчаш шишасидаги сувнинг температураси 150°C .

4-2. 4-1 масала шартини учун аниқланг, сатҳ ўлчашдаги хатолик қандай ўзгаради, агар ўлчашдан олдин сув ўлчагич **продуто** бўлиб, шиша ичидаги температура $t=300^{\circ}\text{C}$ бўлиб қолган бўлса.

4-3. Очиқ резервуардаги сув сатҳининг ўзгариши $H_{\text{макс}}$ (4-2_р) 3м.га етиши мумкин. Сатҳ баландлигини ўлчаш учун гидростатик усул билан номинал фарқ чегараси $\Delta p_n = 0,4\text{кгс/см}^2$ бўлган мембранали дифманометрдан фойдаланиш мумкинми, агарда у минимал сатҳдан $h=3\text{м}$ га пастда жойлашган бўлса. Дифманометрнинг манфий камераси атмосфера билан боғланган.

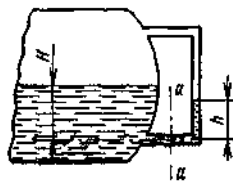


Рис. 4-1.

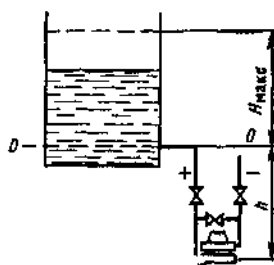


Рис. 4-2.

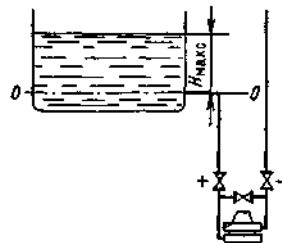


Рис. 4-3.

4.4. Сув сатҳи сиғимда 4-3 расмда кўрсатилган схема бўйича гидростатик усул билан ўлчанмоқда. Сатҳнинг максимал қиймати $H_{\text{макс}} = 400\text{мм}$.

Мембранали дифманометрнинг манфий идишидаги сув сатҳининг ўзгариши туфайли сатҳнинг максимал қийматини ўлчашда юз берган нисбий хатоликни баҳоланг. Импульс найчаларининг ички диаметри $d = 10\text{мм}$. Сатҳ 0 дан $H_{\text{макс}}$ гача ўзгарганда дифманометр манфий камерасининг ҳажми $\Delta V = 4\text{см}^3$ га ўзгариши содир бўлади.

$H=0$ бўлганда ҳар икки импульс найчалардаги сув сатҳи тенг бўлади. Атроф муҳитнинг ва идишдаги, ҳамда найчалардаги сувнинг температураси $t=20^\circ\text{C}$

4.5. 4-4 масала шarti бўйича хатоликни аниқланг, агарда сатҳ баландлиги қалқовичли идиш диаметри $D_n=77\text{мм}$ ва алмашинадиган идиш диаметри $D_e=64,6\text{мм}$ бўлган қалқовичли (буйкали) дифманометр ёрдамида ўлчанса $t = 20^\circ\text{C}$ бўлганда дифманометрдаги симобнинг зичлиги $\rho_{\text{рт}}=13546\text{ кг/м}^3$, сувнинг зичлиги $\rho_v=998,2\text{кг/м}^3$.

4.7. Очик идишдаги сув сатҳи дифманометр – сатҳ ўлчагич билан ўлчанмоқда. Сатҳ ўлчагич идишдаги сувнинг ва импульс найчаларидаги температура 30°C да градуировка қилинган.

Сатҳ ўлчагичнинг кўрсатиши ўзгарадими, агарда идишдаги сувнинг температураси 90°C га кўтарилган ва импульс линиялардаги сувнинг температураси 30°C да қолган бўлса.

4.8. Буғ генератори барабанидаги сув сатҳи икки камераси тенглагич идиш (4-6р) ёрдамида ўлчанмоқда. Идишдаги сув температураси сиғим ичидаги сувнинг температурасига тенг.

Бундай ҳолатда сув зичлигининг ўзгариши сатҳ ўлчагич кўрсатишига таъсир кўрсатадими? Барабандаги босим 1кгс/см^2 , сувнинг зичлиги $\rho_v=958,96\text{кг/м}^3$, буғнинг зичлиги $\rho_n=0,58\text{кг/м}^3$.

4.9. 1кгс/см^2 босим остида градуировкаланган сатҳ ўлчагич кўрсатиши қандай ўзгаради, агарда барабандаги **насишени**я босим 100кгс/см^2 гача кўтарилса ($\rho_v=691,9\text{кг/м}^3$ $\rho_n=54,17\text{кг/м}^3$)?

4.10. Буғ генератори барабанидаги босим ўзгармаган сатҳда 100 дан 200 кгс/см^2 гача ўзгарди, бу **насишени**я температурасининг шунга мувофиқ ошишига олиб келади.

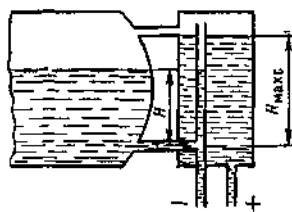


Рис. 4-6.

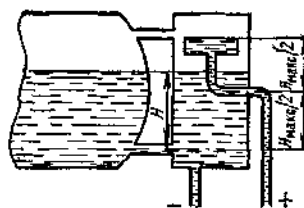


Рис. 4-7.

Сатҳ ўзгаришидаги хатоликлар параметрлар ўзгариши туфайли юз берса 4-6 ва 4-7 расмлардаги схемаларда бир хилда бўладими? Импульс найчалардаги сув температураси 30°C га тенг, $H_{\text{макс}}=500\text{мм}$ /

4.14. Диаметри 12м. Ва баландлиги 10м бўлган цилиндрсимон вертикал пўлат резервуар-омбарда керосин бор 30°C температурада керосин сатҳининг баландлиги 8,5 м.ни ташкил қилади.

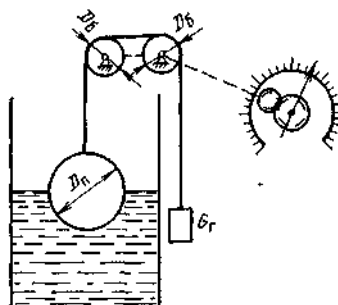


Рис. 4-11.

Гидростатик сатҳ ўлчагич кўрсатишлари ўзгарадими ва керосин сатҳи ўзгарадими, агарда атроф муҳит температураси керосин билан бирга резервуарнинг температураси 0°C ни ташкил этса?

4.15. Сигимдаги кислота сатҳини 0 дан 500мм. Гача интервалда ўлчайдиган механик сатҳ ўлчагичнинг қалқовичли ўлчов ўзгартиргичининг узатгич сони ва юкнинг оғирлигини аниқланг.

Кислота зичлиги $\rho_k=1230\text{кг/м}^3$, шарсимон қалқович диаметри $D_{\text{ш}}=100\text{мм}$, қалқович материали – пластмасса зичлиги $\rho_{\text{п}}=1500\text{кг/м}^3$, қалқович деворлари қалинлиги $\delta=5\text{мм}$, троснинг оғирлиги 0,300 кгс, узатгич механизм ишқаланиш кучи 0,05кгс. дан ошмайди, шкала бўйича стрелка бурилишининг бурчаги $\alpha=270^{\circ}$, трос ўтказилган барабан диаметри $D_{\text{б}}=50\text{мм}$.

4.16. Пневмометрик найчали пьезометрик сатҳ ўлчагич буғлантириш аппаратидаги ишқорнинг сатҳини ўлчайди. (4-12р). Электр манбаидаги ҳавонинг босими ва максимал даражадаги ҳавонинг тахминий бир соатлик сарфини аниқланг. Ишқор эритмасининг максимал зичлиги $\rho_{\text{ш}}=1280\text{кг/м}^3$ сатҳ ўзгариши интервали 0-400 мм, пневмометрик найчанинг ички диаметри $d=6\text{мм}$, аппаратдаги суюқлик температураси 80°C , аппаратдаги абсолют босим 160мм. сим.уст.

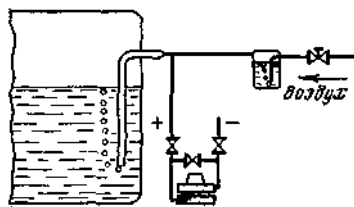


Рис. 4-12.

5 Боб. Сарф ўлчаш

Суюқликлар, газ ва буғ сарфи кўпгина технологик жараёнларнинг муҳим кўрсаткичларидан бири ҳисобланади. Саноат ва лаборатория қурилмаларида қўлланиладиган амалдаги моддаларнинг сарфини ўлчаш усуллари (15) да батафсил кўриб чиқилган. Энг кенг тарқалган моддалар сарфини ўлчаш усуллариининг баъзи бир хусусситларини айтиб ўтамыз.

Комбинацияланган босим трубкасида ҳосил бўладиган босим ўзгариши Δp динамик босимга тенг. Бу ўзгаришга мувофиқ келадиган тезлик v қуйидаги тенглама ёрдамида аниқланади:

$$v = K_T \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}},$$

бу ерда K_T -найча коэффиценти (тўғри тайёрланган найчалар учун бирга яқин)

Босим трубкалари оқим кесимининг муайян бир нуқтасидаги тезликни ўлчайдилар. Шунинг учун моддалар сарфини аниқлашда маҳаллий тезлик v ва ўртача тезлик v_c ўртасидаги нисбатни билиш зарур.

Бу нисбат тезликларнинг трубопровод кесими бўйича тақсимланиши билан аниқланади. Ўққа нисбатан симметрик оқимда тезликлар тақсимланиши Рейнольдс сони Re билан трубанинг ғадир-будирлик даражаси билан аниқланади. (15)да белгилангандай, труба марказидан $0,762 R$ масофада сонларнинг кенг диапазонида $Re \cdot 10^3$ дан $3 \cdot 10^6$ $v/v_c = 1 \pm 0,005$ га тенг. Ламинар режимда бу нисбат труба марказидан $0,707 R$ масофада ўринлидир, бу ерда R -труба радиусидир.

Ҳозирги вақтда саноатда энг кенг тарқалган усуллардан бири моддалар сарфини торайтириш қурилмаси ёрдамида ўлчаш усулидир. Торайтириш қурилмасининг қўлланилиши ва ҳисоби қоидалари (16)да регламентлаштирилган, ҳисоб учун зарур бўлган маълумотлар (17) да келтирилган.

Торайтириш қурилмасида ҳажм Q_o ёки масса Q_m ва босимлар фарқи Δp ўртасидаги боғлиқлик қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$Q_o = \alpha \varepsilon F_o \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p};$$

$$Q_m = \alpha \varepsilon F_o \sqrt{2 \rho \Delta p};$$

бу ерда F_o – торайтириш қурилмаси тешигининг юзаси, m^2 ; ρ - торайтириш қурилмаси ёнларида ўлчанган зичлик $кг/м^3$; α – сарф коэффиценти; ε – кенгайиш коэффиценти сарф коэффиценти α қиймати торайтирувчи қурилманинг модули m ва Рейнольдс Re сони билан боғлиқ.

$Re > Re_{гран}$ бўлган ҳолатда α амалда фақатгина m га боғлиқ. α нинг ҳақиқий коэффиценти бошланғич α_u орқали қуйидаги формула бўйича аниқланади. (саноат сарф ўлчагичлар учун).

$$\alpha = \alpha_u K_2 K_3$$

бу ерда K_2 – трубопроводнинг ғадир-будирлигига тузатма кўпайтувчи; K_3 – диафрагманинг кириш киррасини тўмтоқлашувига тузатма кўпайтувчи (соплалар учун $\gamma_3=0$)

Ўлчашнинг бу усули қўлланилганда кўпинча сарф тенгламаларидаги параметрлар ҳақиқий қиймати ва ҳисоблаб чиқилган қийматлар ўртасидаги номутаносиблик оқибатида хатоликлар келиб чиқиши мумкин. Масалан. Мухит температураси t ҳисоблаб чиқилган мухит температураси t_p дан четга оғганда мухит зичлиги ўзгаради, бу сарф ўлчагич кўрсатишининг ўзгаришига олиб келади. Газ куруқ бўлган ҳолатда P зичлигининг янги қиймати нормал шароитдаги зичлик қиймати P_n орқали қуйидаги формула бўйича аниқланади.

$$P=P_n \frac{pT_n}{p_n T}$$

бу ерда P ва T – мухитнинг ҳақиқий босими ва абсолют температура; P_n ва T_n – нормал шароитдаги мухит параметрлари; R – (16) бўйича аниқланадиган мухитнинг сиқилиш коэффициенти.

Суюқлик ўлчанганда P зичлик 1 температурада қуйидаги формула бўйича аниқланади $P=P_p[1-\beta(t-t_p)]$, бу ерда P_p – t_p температураси ҳисоблаб чиқилгандаги суюқлик зичлиги; β – температура интервали t_p дан t гача бўлган ҳолда суюқликнинг ҳажмий иссиқлик кенгайишининг ўртача коэффициенти.

Дифманометр кўрсатаётган сарф ўлчашдаги ўртача квадратик нисбий хатолик қуйидаги формула бўйича аниқланади.

Сарф коэффициентининг ўртача квадратик хатолиги тенг.

Илдиз ости ифодани ташкил этадиган қиймат (16) бўйича аниқланади ва қийматлари (16) келтирилган формулалар бўйича аниқланади.

Электромагнит сарф ўлчагичлар электр ўтказувчи мухитлар сарфини ўлчашда қўлланилади. Шу сабабли улардан электр ўтказмайдиган газ, нефт-маҳсулотлари, мойлар ва бошқаларда фойдаланиш мумкин эмас.

Сарф ўлчагичнинг ўлчов ўзгартиргичи конструкцияси амалда трубопроводнинг шакли ва кесимини ўзгартирмайди ва шу сабабли ифлосланган суюқликлар ва пульпаларни ўлчаш учун кенг қўлланилиши мумкин. Бу усул билан суюқ металлларнинг сарфини ўлчаш мумкин.

Ультратовушли сарф ўлчагичлар ўлчанадиган мухит билан бевосита контактсиз сарф ўлчовини амалга ошириш имконини беради. Бу усул билан ҳозирча фақатгина суюқликлар сарфи ўлчанади. Ультратовушли сарф ўлчагичлар схемаси мураккаблиги сабабли ҳозирча улар саноатда кенг қўлланилмайди.

Баъзи бир иссиқлик сарф ўлчагичлар (калориметрик, термоанемометрик) бирмунча кенг тарқалган. Уларнинг ишлаш принципи суюқлик ёки газ оқимининг ёрдамчи энергия манбаии ёрдамида қиздирилишига асосланган. Бу энергия манбаии оқим тезлиги ва қиздирувчи қурилмадаги иссиқлик сарфига боғлиқ бўлган температуралар фарқини вужудга келтиради. Сарф ўлчашнинг кўпгина бошқа усуллари ҳам мавжуд бўлиб, улар янада кам тарқалгандирлар

5.1. СИ тизимида сарф ўлчаш учун қандай ўлчов бирликлари қабул қилинган ва улар ўзаро қандай боғланган?

5.2. $\Delta=100\text{мм}$ диаметри трубадан ўртача тезлиги $v_{\text{ўрт}}=1,5\text{м/с}$ бўлган суюқлик оқими ҳаракатланмоқда.

Зичлиги $\rho=990\text{кг/м}^3$ бўлган суюқлик массасининг сарфини аниқланг.

5.3. Ҳаракатланаётган оқимли трубага икки босим найчаси ўрнатилган (5-1р).

Бу найчаларнинг ҳар бирида қандай босим ўрнатилади (статик, динамик ёки тўлиқ) ва бу босимлар ўртасидаги фарқ нимага тенг бўлади?

5.4. 5-3 шарти учун аниқланг, босим найчаларидаги босим ўзгармас статик босимдаги оқим тезлиги ўзгарганда қандай ўзгаради?

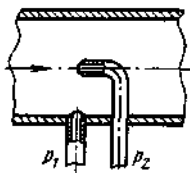


Рис. 5-1.

5.5. Босим найчаси ҳосил қилаётган босимлар фарқини аниқланг, агарда сув оқими $0,1\text{м/с}$ тезликда ҳаракат қилса, сувнинг зичлиги $\rho=985\text{кг/м}^3$, найча коэффиценти $K_T=0,97$.

5.7. Қайси торайтирувчи қурилмалар стандарт деб аталади ва улар қандай шароитларда сарф ўлчаш учун қўлланилиши мумкин?

5.8. Диаметри 30мм бўлган трубопроводдаги сув сарфини диафрагмалар ёрдамида ўлчаш мумкинми?

5.9. Сарф коэффицентлари қиймати нима билан аниқланади ва улар эксплуатация жараёнида ўзгариши мумкинми?

5.10. Трубопроводга диафрагма ўрнатилаётганда 1 муҳитнинг номинал сарф қиймати 230 т/с ни ташкил қилиши кўзда тутилган эди, диафрагма $\alpha_{\text{макс}}=250\text{ т/ч}$ га мўлжалланган, дифманометр эса $\Delta p_{\text{макс}}=400\text{кгс/м}^2$ га бироқ эксплуатация жараёнида аниқландики, муҳит сарфи 380 т/ч га тенг бўлади. Диафрагмани алмаштиришнинг иложи йўқ.

Шундай дифманометр тангланки, у ёрдамида 380т/ч сарфни ўлчаш мумкин бўлсин.

5.24. Сув сарфини ўлчаш учун бир дифманометр сарф ўлчагич диафрагмадан пастроқда, иккинчиси эса юқориқда жойлашган деб фараз қиламиз.(5-2р) Сарф ўлчагичларнинг кўрсатишлари бир сарфнинг ўзида бир хил бўладими ёки импульс найчалардаги суюқлик устунининг гидростатик босими ҳисобига фарқ қиладими?

5.25. Трубопровод конденсатланмайдиган газ билан тўлдирилган. Мембранали дифманометрлар импульс найчалари қисман сув билан тўлдирилган (5-3р). Сарф нол бўлган ҳолатда бу найчалардаги сув сатҳи бир хил.

Уларнинг сатҳи газ сарфи ўзгариши билан ўзгарадими?

5.26. 5-25 масаласи шарти учун импульсли трубаларининг ички диаметри $\alpha=10\text{мм}$ деб қабул қиламиз. Газнинг ҳақиқий сарфи $Q_0=10\text{м}^3/\text{ч}$, бунда диафрагмадаги босим фарқи $\Delta p=1000\text{кгс/м}^2$, дифманометр камераси ҳажми ўзгариши $\Delta V=4\text{см}^3$.

Дифманометр-сарф ўлчагич қандай сарфни кўрсатади?.

5.27. Ўта қиздирилган буг сарфини ўлчаш схемасини кўриб чиқамиз (5-4р). Ички диаметри $\alpha_1=100\text{мм}$ бўлган 1-идиш босим **отбор** жойига сопло олдига уланган. Худди шундай 2-идиш торайтирувчи курилмадан кейин босим **отбор** учун уланган. Идишнинг узунлиги 100мм. Идишлар мембранали дифманометрга ички диаметри $\alpha_2 = 10\text{мм}$ бўлган импульсли трубкалар билан уланган сарф қиймати нолга тенг бўлганда ҳар иккала импульсли трубкалар ва идишлар расмда 0-0 линиялари билан белгиланган бир ҳил сатҳ баландлигида сув билан тўлдирилган. Сарф қиймати нолдан $\alpha_{\text{макс}}=10\text{т/ч}$ гача кўтарилади, бунда соплодаги босим фарқи $\Delta p_{\text{макс}}=1000\text{кгс/м}^2$, бунга мос равишда дифманометр камераларининг ҳажмини ўзгариши $\Delta V=4\text{см}^3$ деб фараз қиламиз.

Импульсли трубкалардаги сатҳ баландлигининг фарқи туфайли рўй берган сарф ўлчагич кўрсатишидаги хатоликни аниқланг.

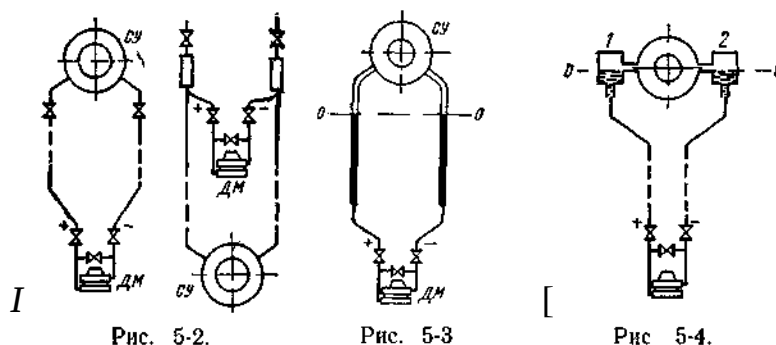


Рис. 5-2.

Рис. 5-3

Рис 5-4.

5.38. Сарф ўлчашнинг электромагнитли усули электр ўтказмайдиган суюқликлар учун қўлланилиши мумкинми? қандай суюқликлар электрўтказувчан ва электр ўтказмайдиган ҳисобланадилар?.

5.39. Бир электромагнитли сарф ўлчагичнинг ўзидан аввалига электр ўтказувчанлиги 80см/м, ўртача тезлиги 10м/с бўлган HCl эритмаси ўтказилди, кейин эса ўтказувчанлиги 40ск/м, тезлиги 20м/с бўлган КОН эритмаси ўтказилди.

Бу ҳолатларда сарф ўтказгич электродлари ўртасидаги ЭЮК бир ҳил бўладими?

5.40. Диаметри $d=100\text{мм}$ бўлган трубопроводга ўрнатилган электромагнит сарф ўлчагичда индукцияланаётган ЭЮК қийматини аниқланг. Сув сарфи $Q=200\text{м}^3/\text{ч}$. Магнит майдон индукцияси $B=0,01\text{тл}$.

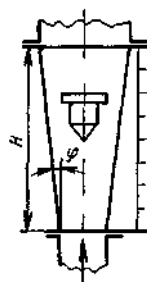


Рис 5-5

5.42. Электр ўтказувчанлиги юқори бўлмаган муҳитлар сарфини ўлчовчи электромагнитли сарф ўлчагичларнинг дастлабки ўзгартгичларининг материалларига қандай талаблар қўйилади.

5.43. Ишқорий эритмалар сарфини ўлчаш учун қайси типдаги электромагнитли сарф ўлчагич (доимий ёки ўзгарувчан магнит майдонли) қўллаш мумкин?

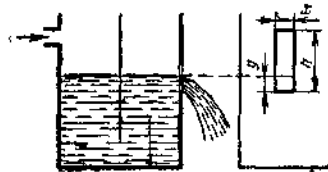


Рис. 5-6.

5.50. Суюқлик оқиб чиқадиган тирқиш тўғрибурчакли бўлган тешикли сарф ўлчагич учун сарфни ҳисоблаш тенгламасини ҳисобланг (5-6).

Олтинчи боб

Муҳит таркиби анализи

Муҳит таркибини анализ қилиш деганда эритмалар концентрациясини ўлчаш, водородли ионлар концентрациясини водород кўрсатиши рН бўйича ўлчаш, газ аралашмаларидаги алоҳида компонентлар таркибини ўлчаш, газнинг намлигини ва бошқа кўрсатмаларини ўлчаш тушунилади. Бу масалалар кўриб чиқилган асосий қўлланмалар (2,8,9,20-23,26). Масалаларни ечиш учун зарур бўлган баъзи бир тушунчалар ва формулаларни кўриб чиқамиз.

Электролитик ячейканинг доимийси K -бу эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги χ_0 ва ячейка электр ўтказувчанлиги X ёки унинг қаршилиги R_n ўртасидаги нисбатни аниқлайдиган коэффициентдир:

$$\chi_0 = K_\chi = K \frac{1}{R_y}.$$

Ўлчовчи электролитик ячейканинг қаршилиги нафақат эритма концентрацияси, балки унинг температурасига ҳам боғлиқ. Температура интервали қисқа бўлганда, масалан $5-10^\circ\text{C}$, ячейка қаршилиги R_{yt} нинг температурага боғлиқлиги қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$R_{yt} = \frac{R_{y1}}{1 + \beta(t - t_1)},$$

бу ерда R_{yt} — t_1 температурадаги ячейка қаршилиги; β — эритманинг электр ўтказувчанлигини температура коэффициенти.

Шуни айтиб ўтиш лозимки, бир қатор масалалар ва ечимларда икки тушунча кўриб чиқилади: электродли ячейканинг қаршилиги ва ўлчов ячейкасининг қаршилиги.

Электродли ячейканинг қаршилиги деганда фақатгина электродлар ўртасидаги бўшлиқни тўлдириб турувчи суюқликнинг қаршилиги назарда тутилади. Ўлчов ячейкасининг қаршилиги бу электродли ячейка ва шунт қаршиликлари ҳосил қилган қаршилиқдир.

Эритмаларнинг рН ни ўлчаш бўйича масалаларда, авваламбор, ўлчов электродининг E потенциали ва эритмадаги C ионлари концентрацияси ўртасидаги умумий боғлиқликни доимо эсда тутиш керак – Нернст тенгламаси.

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln f_{H^+} [H^+]$$

бу ерда $R=8,317$ Дж/ (кг-моль)- газли доимий, T -температура, k ; p -ион ва лентлиги; $F=96522$ кл/г-экв- фарадий сони (ионлар грамм-эквиваленти заряди); f_{H^+} - водород ионлари фаоллиги коэффициенти; $[H^+]$ - водородли ионлар концентрацияси; g -ион/л; E_0 – нормал электрод потенциали (электрод нормал концентрацияли эритмага туширилгандаги потенциал $[H^+]=1$ г-ион/л) мВ.

Шуни айтиб ўтиш жоизки, амалда водород ионларининг $pH = -\lg [H^+]$ ўлчанади [20]. Кўп ҳолларда $\lg [H^+] \ll -\lg f_{H^+} [H^+]$, шу сабабли масалаларда кўпинча водород ионларининг pH бўйича ўлчаниши ҳақида сўз боради. Водородли электрод учун $E_0 = 1$ ва $n=1$, шу сабабли $E=f(pH)$ тенгламаси қуйидаги кўринишни олади:

$$E = - \frac{2,303RT}{F} pH = -0,1984 pH, \text{ мВ.}$$

Умумий кўринишда ўлчов электроди (кўпинча шишали электроднинг бир тури) ва қиёсий электрод потенциаллари ўртасидаги фарқни қуйидаги тарзда ёзиш мумкин.

$$E = E_{и} - (54,16 + 0,198t)(pH - pH_{и}), \text{ мВ,}$$

бу ерда t – эритма температураси, °С; $E_{и}$ ва pH – изопотенциал нуқтанинг координатлари.

Бу формуладан осонлик билан $\Delta E/\Delta pH$ ва $\Delta E/\Delta t$ ўзгариш потенциаллари учун ифодалар олиниши мумкин.

Газ анализи бўйича масалалар ечишда турли газ анализаторлари, уларнинг тузилиши ва электр схемаларининг ишлашини физик асосларига эътибор қаратиш лозим.

Пирмокондуктометрик газ анализаторлари бўйича масалаларда кўзда тутилганки, ўлчов камераси – ичида платина тола (сезгир элемент) коаксиал равишда жойлашган ичи ғовак цилиндр сифатида ифодаланади. Платина тола юзаси бирлиги камера деворларига берадиган иссиқлик, асосан қуйидаги ифодага мувофиқ иссиқлик ўтказувчанлик билан амалга ошади.

бу ерда $t_{н}$ ва t_0 – тола ва камера деворининг температура $(t_{н} + t_c)/2$, Вт/ (м · К) тенг бўлган ҳолдаги иссиқлик ўтказувчанлиги.

Қоришманинг иссиқлик ўтказувчанлиги қуйидаги тарзда λ_i компонентларининг иссиқлик ўтказувчанлиги ва уларнинг ҳажмий концентрацияси C билан боғлиқ:

$$\lambda_{см} = \sum_{i=1}^n \lambda_i C_i.$$

Пирмомагнит газ анализаторлари бўйича масалаларда асосий ҳисобланган ифода бу бир жинсли бўлмаган магнит майдонидаги парамагнит аралашманинг **единичный** ягона ҳажмига таъсир қилувчи куч ифодасидир (22).

$$F_m = C \chi_0 T_0^2 \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2} \right) \frac{P}{P_0} H \frac{dH}{dx},$$

бу ерда C – компонентнинг нисбий концентрацияси (масалан, кислороднинг); χ_0 – компонентнинг нормал босим $p_0 = 760$ мм сим.уст. ва нормал температура $T_0 = 273$ К даги ҳажмий магнитли таъсирчанлигидир; H – магнит майдонининг кучланганлигидир А/м;

T_1 – газнинг ўлчов камераларига киришдаги температураси, К; T_2 – газнинг тола билан қиздирилгандан кейинги температураси, К.

Бу куч термомагнит конвекциянинг интенсивлигини белгилайди у эса, ўз навбатида, сезгир элементдан иссиқлик чиқишига, яъни унинг температурасига таъсир қилади. Реал шароитларда газ конвекциясининг интенсивлиги нафақат F_m кучи билан, балки иссиқлик конвекциясининг кучи билан ҳам белгиланади. Шу сабабли асбобнинг кўрсатиши t температура ва газ аралашмасининг босими p ўзгарганда фақатгина F_m ўзгариши билан ҳисобланган кўрсатишидан фарк қилади.

Оптика – акустик газ анализаторларининг ишлаш принципи анализ қилинаётган компонент томонидан маълум бир узунликдаги тўлқин нурланишининг энергиясини танлаб ютилишига асосланган. Бу ютилишлар интенсивлиги анализ қилинаётган компонентнинг газ аралашмасидаги концентрациясига боғлиқ. Бу боғлиқлик қуйидагича ифодаланади:

$$I_\lambda = I_{0\lambda} \exp(-\epsilon \lambda C l),$$

бу ерда $I_{0\lambda}$ – нурланишнинг ютувчи газ қатламига киришдаги интенсивлиги; I_λ – нурланишнинг ютувчи газ қатламига чиқишдаги интенсивлиги; $\epsilon \lambda$ – газ аралашмасининг анализ қилинаётган компоненти ва тўлқин узунлиги учун характерли бўлган ютиш коэффиценти λ ; C – газ аралашмасидаги анализ қилинаётган компонентнинг концентрацияси; l – ютувчи қатламнинг қалинлиги.

Ҳавонинг намлигини ўлчашнинг турли вариантдаги психрометрик ва шудринг нуқтаси усуллари энг кўп тарқалган. Психрометрик усул сув буғининг эластиклиги ҳамда куруқ ва нам термометрларнинг кўрсатишлари ўртасидаги боғланишга асосланган. Психрометрлардан фойдаланганда «психрометрик фарк» t_k ва t_n қиймати нафақат ҳавонинг нисбий намлигига, балки нам термометр намлик буғланиши ҳисобига совиши интенсивлигини аниқлайдиган психрометр конструкциясига ҳам боғлиқ. Шу сабабли психрометрик таблицалар фақатгина конкрет типдаги психрометрлар учун тузилиши лозим.

Намликнинг шудринг нуқтаси усули билан ўлчаш саноатда кенг тарқалган аниқ усуллардан биридир. Гигрометрик нам ўлчагичлар ҳавонинг намлиги, босими ва температураси бўйича кенг қўлланиш чегарасига эга. Бироқ уларнинг конструкцияси бирмунча мураккабдир, шунингдек ўлчаш натижасига кўзгуча сиртининг ҳолати ҳам таъсир кўрсатади.

Бу бобдаги масалаларнинг ечимида моддаларнинг турли хил физикавий, кимёвий ва бошқа хусусиятлари ҳақида маълумотлар зарур бўлиб қолиши мумкин. Бу маълумотларни (2) дан олиш мумкин, шунингдек (18,19,25) маълумотномаларда ҳам топиш мумкин.

6.1. Икки электродли электролитик ячейка солиштирма электр ўтказувчанлиги $\chi_0 = 12,1$ См/м бўлган эритма билан тўлдирилган.

Ячейканинг қаршилиги $R_\lambda = 13,7$ Ом тенг бўлгандаги доимийсини топинг.

6.2. Доимий ячейкали $K=11,2 \text{ м}^{-1}$. Ячейка эритма билан тўлдирилган ва унинг қаршилиги бу ҳолатда 5 МОм га тенг.

Эритманинг концентрациясини топинг, агарда C концентрация ва χ_0 солиштира оғирлик ўртасидаги боғлиқлик қуйидаги тенглама билан ифодаланиши маълум бўлса $\chi_0 = aC$, бу ерда $a=1,75 \cdot 10^{-8} (\text{См/м}) / (\text{мг/л})$.

6.3. Концентратомернинг температура хатолигини компенсациялаш мумкинми, агарда компенсатор сифатида фақатгина мис қаршилиги R_m дан фойдаланилса?

Электродли ўлчов ячейкалари (6-1р) **не зашунтированы** ячейка КС1 нинг 5% эритмаси билан тўлдирилган, солиштира электр ўтказувчанлик 20°C да $7,18 \text{ см/м}$ ни ташкил қилади, температура коэффиценти $\beta = 0,020 \text{ K}^{-1}$. Доимий ячейкали $K=11,2 \text{ м}^{-1}$. Температура компенсациясини 20 ва 40°C ларда амалга ошириш зарур.

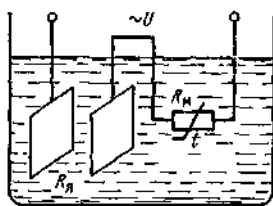


Рис. 6-1.

6.8. NaCl эритмаси концентрацияси электродли концентратомер билан ўлчанмоқда. Эритма концентрациясининг номинал қиймати 100 мг/л .

Асбоб кўрсатишининг эритмага тасодифан 5 мг/л микдорда NaOH ишқор тушиб қолиши туфайли юз берган ўзгаришини баҳоланг. NaOH эритмасининг ўтказувчанлиги худди шу концентрациядаги NaCl эритмасининг ўтказувчанлигидан 2,8 марта юқори.

6.11. Қайси резисторлар (6-2р) ёрдамида берилган R_b , $R_{ш}$, R_1 ва R_2 даги шкаланинг боши ва охири **подгонка** қилиш мумкин.

6.12. Водородли электроднинг ўзгариш коэффиценти ва унинг $t = 25^\circ \text{C}$ даги рН қийматига боғлиқлигини топинг. Доимийсининг қиймати нернст формуласига киради ва қуйидагича ифодаланади: универсал газ доимийси $R = 8,317 \text{ Дж/(К-г-моль)}$, Фарадей сони $F=96522 \text{ Кл/г-экв}$.

6.13. Ўлчайдиган шиша электрод ва кумуш хлоридли таққослаш электродидан иборат электрод системасининг ЭЮК и рН қиймати ва эритма температурасига боғлиқ: $E = -203 - (54,16 + 0,198t) (\text{рН} - 4,13) \text{ мВ}$.

Изопотенциал нукта координатларини ва система ўзгариши коэффиценти аниқланг.

6.16. Ўлчаш электродининг ички қаршилиги $R_{и}=50 \text{ МОм}$, таққослаш электродиники - $R_c = 20 \text{ кОм}$ га тенг. Системанинг ЭЮК и 500 мВ . ЭЮК ни ўлчаш учун диапозони $0-0,5 \text{ В}$ ва кириш қаршилиги $R_{вх}=0,5 \text{ кОм}$.

Айтиб ўтилган шартларда унинг кўрсатмаси қандай бўлади?

6.17. Ёниш маҳсулотларидаги CO_2 концентрациясини аниқланг, агар CO_2 мавжудлиги анализи ҳажмий-абсорбцион газ анализаторида аниқланган бўлса.

Аралашманинг ҳажми ўлчов бюреткасида ютилгунига қадар $V_{\Pi} = 94$ мл. Ўлчов бюреткасида ташқаридаги зарарли майдоннинг ҳажми (тақсимловчи **гребенки** ва бошқа бирлаштирувчи қисмларнинг ҳажми) $V_{B.\Pi} = 2,5$ мл. Газ анализаторида ютилган кампонент ҳажмининг бу кампонентнинг ютилгунига қадар бўлган ҳажмига нисбатан $K_n = 0,95$.

6.18. Тутун газларидаги кислород концентрациясини аниқланг, агар анализ ҳажмий-абсорбцион газанализатори ёрдамида ўтказилиб, аралашманинг ютилганидан сўнги ҳажми $V_n = 95$ мл, $V_0 = 100$ мл, $V_{B.\Pi} = 2,5$ мл, $K_{\Pi} = 0,95$ (6-17р) дан иборат бўлса. Газ анализаторига проба олинишидан олдин газнинг температураси $t_1 = 40^{\circ}\text{C}$. Анализ пайтида газ температураси $t_2 = 30^{\circ}\text{C}$ га камайтирилади.

6.26. Магнитли газанализатори схемасида реохорд движдоғи R_p нинг қайси ҳолати асбоб шкаласининг учига мос келади? (6-4р).

6.27. Газни R_5 ва R_6 камераларидан, ҳавони эса R_1 ва R_2 камераларидан ўтказилса схема ишлайдими? (6-4)?

6.28. Қайси камера R_1 ёки R_5 асбобнинг нолини текшириш учун магнит шунтга эга бўлиши керак (6-4)?

6.30. ОА 2209 оптик-акустик газанализатори кўпкомпонентли газ аралашмалари таркибидаги CO_2 ни ўлчаш учун мўлжалланган 6-6 расмда баъзи бир газларнинг инфра-қизил соҳада ютилиш спектрлари келтирилган.

Қайси газлар филтрлаш камераларида бўлишини аниқланг, агарда назорат қилинаётган газ аралашмаси таркибига метан CH_4 , CO углерод оксиди, азот N_2 , водород H_2 ва этан C_2H_6 лар кирса.

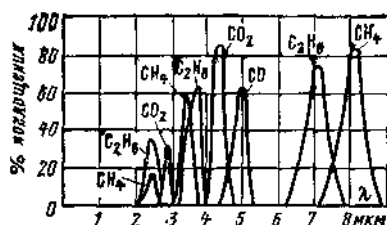


Рис. 6-6.

6.33. Газ компенсацияли оптик-акустик газ анализаторининг ўлчаш диапазони ўзгарадими, агарда компенсацион камерада анализ қилинаётган кампонент концентрацияси камайтирилса?

6.34. Завод цехида ҳавонинг намлигини аниқлаш учун аспирацион психрометр ишлатилади.

Ҳавонинг нисбий намлиги ϕ ни аниқланг, агарда қуруқ термометр $t_c = 22,5^{\circ}\text{C}$ ни ҳўл термометр $t_m = 18,5^{\circ}\text{C}$ ни кўрсатса. Ҳавонинг босими 760 мм. сим. уст. Қийматларни оддий психрометрик кўрсатиши билан таққосланг.

ЕЧИМЛАР ВА ЖАВОБЛАР

1 боб. Метрология

О1.1. Техник термометр учун фақатгина температуранинг ҳақиқий қиймати $(346 \pm 4)^{\circ}\text{C}$ ёки $34 \div 350^{\circ}\text{C}$ бўлган интервални аниқлаш мумкин. Лаборатория

термометри учун тузатишлар қиймати маълум, шунинг учун унинг кўрсатмалари бўйича температуранинг ҳақиқий қийматини аниқлаш мумкин

$$t_d = 352 + (-1) + (+0,5) = 351,5^\circ \text{C}.$$

Бундан осонликча пайқаш мумкинки, техник термометрнинг амалдаги хатолиги йўл қўйилган чегаралардан ошади

О1.2. Кўриб чиқиладиган ҳолатда стрелка шкаланинг бир белгисидан бошқасига кириш кучланиши ΔU :

$$\Delta U = \frac{U_k - U_n}{N} = \frac{10 - (-10)}{50} = 0,4 \text{ мВ},$$

Ўзгарганда силжийди, бундан келиб чиқадики, бўлиниш баҳоси – $k=0,4$ мВ

Агар асбобнинг чиқиш катталиги ўзгариши деб стрелканинг бир интервалга силжишини қабул қилсак, осонликча билиш мумкинки сезгирлик S ва бўлиниши баҳоси K тескари катталиклар экан:

$$S = 1/K = 1/0,4 = 2,5 \text{ 1/мВ}.$$

О1.3. Ўзгариш коэффиценти S сезгирликка ўхшаш, аммо сезувчанлик – ўлчов асбобининг характеристикасидир, ўзгариш коэффиценти эса – ўлчов ўзгартиргичининг характеристикасидир.

Термометрнинг кириш сигнали температурадир, чиқиш сигнали эса термометрнинг электрик қаршилигидир. Мис термометри учун ўзгариш коэффиценти

$$S_m = \frac{\Delta R}{\Delta t} = R_0' \alpha.$$

Платинали термометр учун

$$S_n = \frac{\Delta R}{\Delta t} = R_0 (A + Bt).$$

Бундан келиб чиқадики, мис термометрнинг ўзгариш коэффиценти температурага боғлиқ эмас, платинали термометр эса – температурага қараб ўзгаради.

О1.4. Систематик хатоликни ҳисоблаш учун диаграммалар қоғозда градусларда ҳисобланган барча натижаларни градуировка жадваллари бўйича милливольтларга ўтказиш, милливольтларда тузатиш киритиш, сўнгра натижаларни яна градусларга ўтказиш зарур.

Стрелка ва перонинг 0 дан 10°C гача силжиши ХК градуировкаси учун термо э.ю.к. ини $0,65$ мВ га ўзгаришига мос келади. Диаграммалар қоғозда 430°C ҳисобланган ХК градуировка учун 430°C термо э.ю.к. ининг $34,12$ мВ га тенг, тузатишни қўшиб ҳисобласак

$$34,12 + (-0,65) = 33,47 \text{ мВ}.$$

Температура қийматини аниқлаймиз

$$t = 422,75^\circ \text{C}.$$

О1.6. Барометрик босим ўзгариши $36,7$ мм сим.уст ёки $0,05$ кгс/см² ни ташкил қилади. Манометрик термометрлар ошиқча босимни ўлчаганлиги сабабли асбобнинг кўрсатиши $0,05$ кгс/см² ошади. Газни манометрик термометр шкаласи бир текисда ва босим бўйича шкала диапазони $2,5$ кгс/см² ни ташкил

қилади. Шундай қилиб, термометр кўрсатишлари $100 \cdot \frac{0,05}{2,5} = 2^\circ\text{C}$ га ошади. Абсолют хатолик $+2^\circ\text{C}$ ни ташкил қилади, нисбий хатолик эса 80°C белгида:

$$\delta = \frac{+2}{80} \cdot 100 = +2,5\%.$$

ни ташкил этади.

О1.7. Асбобнинг нормал ишлаш шароити $20 \pm 5^\circ\text{C}$ бўлса, температура $+24^\circ\text{C}$ да асосий хатолик бўлади. $+10^\circ\text{C}$ да асосий хатоликдан ташқари асбобнинг кўрсатиши унга таъсир этувчи катталиклар сабабли ҳам ўзгариши мумкин.

О1.8. Йўқ. Шкаланинг барча нуқталари учун ўлчов диапазони ва ўлчов воситасининг аниқлик синфи билан аниқланадиган абсолют хатолик Δ_0 нинг йўл қўйиладиган чегараси бир хилдир. Йўл қўйиладиган нисбий хатолик $\delta_0 = \Delta_0/\chi_i$ шкаланинг χ_i белгисига боғлиқ. Асбобнинг шкала бўйича кўрсатиши қанчалик кам бўлса, нисбий хатолик шунчалик кўп бўлади. Шу сабабли асбобнинг ўлчов диапазонини шундай танлаш керакки, ўлчанаётган катталик шкаланинг охирида бўлсин.

О1.9. Агарда, потенциометрнинг синфидан бошқа ҳеч қандай метрологик характеристикаси бўлмаса, унда фақатгина йўл қўйиладиган хатоликнинг чегарасини баҳолаш мумкин. Бизнинг ҳолатда йўл қўйиладиган хатолик K синфи ва потенциометрнинг ўлчов диапазони ($\chi_k - \chi_n$) орқали аниқланади:

$$\Delta_0 = \frac{\chi_k - \chi_n}{100} K.$$

Потенциометрлар учун хатолик милливольтметрларда ифодаланади [12]:

$$\begin{aligned} \chi_k &= E(600^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}) = 49,11 \text{ мВ}; \\ \chi_n &= E(200^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}) = 14,59 \text{ мВ}; \\ \Delta_0 &= \frac{49,11 - 14,59}{100} \cdot 0,5 = 0,1726 \text{ мВ}. \end{aligned}$$

550°C белгида нисбий хатолик чегараси қуйидагига тенг:

$$\delta_0 = \frac{\Delta_0}{E(550^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C})} \cdot 100 = \frac{0,1726}{44,71} \cdot 100 = 0,386\%.$$

Йўл қўйиладиган абсолют хатолик чегараси шкаланинг барча белгилари учун бир хил. Масалан, 300°C белгисига у тенг бўлади:

$$\delta_0 = \frac{0,1726}{22,88} \cdot 100 = 0,754\%.$$

Иккинчи боб

Температурани ўлчаш

О2.1. Гост 8.157-75 га кўра [8] МПТШ-68 температурани 13,81 дан 6300 К гача ораликда ўлчашни таъминлайди. Бошқа температура диапазонлари учун бошқа температура шкалалари ўрнатилиб, улар 0,01 дан 100000 К чегарада бир хил ўлчашни амалга ошириш учун мўлжалланган. Турли амалий температура шкалалари турли методлар билан реализация қилинди.

О2.2. МПТШ-68 ўзгармас, аниқ тикланадиган турғунлик температуралари системасига асосланган бўлади. Уларнинг сон қийматлари берилган бўлади. МПТШ-68 репер точкалари температураси орасидаги интервалларда интерроляция эталон асбоблари ва температура кўрсатишлари ўртасида боғлиқликни ўрнатадиган формулалар бўйича амалга оширилади. Асосий репер

нукталари баъзи бир соф моддаларнинг маълум бир фазавий мувозанат ҳолатлари сифатида реализацияланади.

13,81 дан 903,89 К гача температура учун эталон асбоб сифатида платинали қаршилик термометри ишлатилади. 630,74 дан 1064,43⁰С гача бўлган температуралари учун эталон асбоб сифатида платинали ва платинародийли (10% родийли) электроди бўлган термоэлектрик термометр ишлатилади. 1064,43⁰С дан юқори бўлган температураларда температурани Планк нурланиши қонунига мувофиқ аниқлайдилар.

О2.3. Симобли шиша термометрларининг ишлатилиш чегаралари симобнинг суюқ ҳолатидаги температуравий чегараси ва шишанинг йўл қўйиладиган исиши чегараси билан аниқланади. Симобнинг қотиш темератураси -38,9⁰С, қайнаш температураси эса 356,6⁰С. Шу сабабли симобли термометр қўлланилишининг қўйи чегараси -35⁰С ни ташкил қилади. Симобнинг қайнаш чегараси термометр капилляридаги босим унинг инерт газ билан тўлиши туфайли ошиши ҳисобига ошиши мумкин. Шу сабабли симобли термометрларнинг юқори ўлчаш чегараси симобнинг қайнаш чегарасидан юқори бўлиши мумкин ва шиша капилляр ишлатилганида 600⁰с ни ташкил этади. Бунда капиллярдаги инерт газнинг босими 2,0 МПа (~20 кг/см²) дан ошади.

Кварц капиллярлардан фойдаланилганда симобли термометрларнинг юқори ўлчаш чегараси бирмунча баланд бўлиши мумкин.

О2.6. Кўрсатадиган асбобга олиб борадиган босим термобаллондаги босимдан суюқлик устуни босими айирмаси сифатида аниқланади. Суюқлик устуни босими кўрсатувчи асбоб ва термобаллон жойлашиши сатҳининг фарқи билан аниқланади:

$$\Delta p = \Delta H \rho g = 7,37 \cdot 13\,595 \cdot 9,81 = 0,98 \text{ МПа.}$$

Шундай қилиб, асбобнинг кўрсатиши термобаллондаги босимнинг ҳақиқий қийматига нисбатан 0,98 МПа га камаяди. Манометрик термометрнинг сезувчанлигини аниқлаймиз

$$S = \frac{p_k - p_n}{t_k - t_n} = \frac{14,28 - 4,47}{500 - 0} = 0,0196 \text{ МПа/}^{\circ}\text{С.}$$

Термометр кўрсатишининг термобаллон ва ўлчов аппаратининг ўзаро жойлашувидаги фарқи туфайли ўзгаришини аниқлаймиз:

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{S} = \frac{0,98}{0,0196} = 50^{\circ}\text{С.}$$

Демак, манометрик термометрнинг кўрсатишлари 50⁰С га кам бўлади.

О2.9. Системада босим ўзгариши қуйидаги қонун бўйича бўлиб ўтади:

$$p_t = p_0 [1 + \beta (t - t_0)],$$

бу ерда β – газ кенгайишининг термик коэффиценти; t_0 ва t – температуранинг бошланғич ва ҳозирги пайтдаги температуралари; p_0 – ишчи модданинг t_0 температурадаги босим.

Шундай қилиб, босимнинг ўзгариши

$$\Delta p = p_0 \beta \Delta t.$$

Бундан бошланғич босимни аниқлаймиз.

$$p_0 = \frac{\Delta p}{\beta \Delta t_i} = \frac{100}{0,00366 \cdot 500} = 54,6 \text{ кгс/см}^2.$$

О2.11. Термоэлектрик термометрнинг ишчи ва эркин учларининг температуралари фарқи бир ҳилда бўлса, термоэлектрик термометр

ривожлантираётган термо э.ю.к. бир хил бўлиши мумкин, агарда термометрнинг характеристикаси линияли бўлса

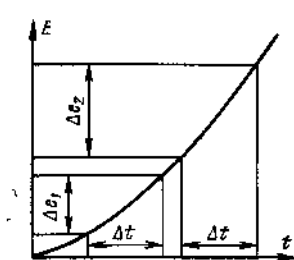


Рис. О2-1.

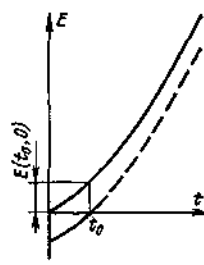


Рис. О2-2.

ТХК типигади термоэлектрик термометр характеристикаси нолинияли термо э.ю.к. ҳам турлича бўлади буни [2, 11] жадваллари ёки О2-1 расм орқали осонликча тушунтириш мумкин.

$$\begin{aligned} E(300^{\circ}\text{C}, 50^{\circ}\text{C}) &= E(300^{\circ}\text{C}, 0^{\circ}\text{C}) - E(50^{\circ}\text{C}, 0^{\circ}\text{C}) = \\ &= 22,88 - 3,35 = 19,53 \text{ мВ}; \\ E(600^{\circ}\text{C}, 350^{\circ}\text{C}) &= 21,97 \text{ мВ}. \end{aligned}$$

О2.12. Термоэлектрик термометрнинг термо э.ю.ки $E(t_0, 0)$ га камаяди. Бу унинг барча характеристикасини E ўқидан пастга $E(t_0, 0)$ га эквидистант арилишувига мос келади.

О2.15. Ҳар иккала термометр ҳосил қиладиган э.ю.ки бир хил бўлади. Термоэлектрик термометрларининг теориясининг асосий ҳолатларидан маълумки, термометр занжирига учинчи ўтказгичнинг уланиши термо э.ю.ки ни ўзгартирмайди, агарда бу ўтказгич уланадиган жойнинг температураси бир хил бўлса.

О2.16. [2, 11] $E(32^{\circ}\text{C}, 0^{\circ}\text{C}) = 0,186 \text{ мВ}$ таблица бўйича аниқлаймиз. Термоэлектрик термометрнинг термо э.ю.кини, тузатишни ҳисобга олиб аниқлаймиз.

$$E(t, 0) = E(t^{\circ}\text{C}, 32^{\circ}\text{C}) + E(32^{\circ}\text{C}, 0^{\circ}\text{C}) = 3,75 + 0,186 = 3,936 \text{ мВ}.$$

Жадвалдан $E(t, 0) = 3,936 \text{ мВ}$ га мос келадиган t ни аниқлаймиз: $t = 471,3^{\circ}\text{C}$.

О2.17. Учинчи ўтказгич ҳақидаги теоремага мувофиқ, термоэлектрик термометрнинг термо э.ю.ки эркин учларга уланган ўтказгичнинг материалига боғлиқ бўлмайди, агарда эркин учларининг температураси бир хилда бўлса.

О2.18. Занжирда ҳаракатланувчи E'' термо э.ю.к. E' га ўзгаради:

$$\begin{aligned} E'' &= E(700^{\circ}\text{C}, 20^{\circ}\text{C}) - E'(100^{\circ}\text{C}, 20^{\circ}\text{C}) = \\ &= 6,256 - 0,112 + 0,077 = 6,221 \text{ мВ}. \end{aligned}$$

О2.19. t_1 ва t_2 температуралари турлича бўлиши мумкин, агарда термоэлектродли узайтирувчи симлар мувофиқ электродларга (термоэлектроидентик) айнан ўхшаш бўлса. Бунда, термометр электроди ва унга тегишли термоэлектродли узайтирувчи симдан ташкил топган термоэлектрик термометрда термо э.ю.к. йўқлиги назарда тутилмоқда:

$$E_{AC}(t, t_0) = 0, \quad E_{BD}(t, t_0) = 0.$$

Умумий ҳолатда узайтирувчи симлар термометр электроди билан **термоэлектроидентик** эмас, шу сабабли асбоб занжирида паразит термо э.ю.к. пайдо бўлишига олдини олиш мақсадида қуйидаги шартлар бажарилиши лозим:

- 1) 0-100⁰С температуралар интервалида термометр ва узайтирувчи симлар хосил қиладиган термо э.ю.к. бир хил бўлиши лозим;
- 2) Термометрга узайтирувчи симлар қутбларга қараб уланиши керак;
- 3) Термоэлектродли узайтирувчи симларни термометр элетродлари билан уланадиган жойлар бир хил температурага эга бўлиши керак.

О2.21. Термоэлектродли узайтирувчи симлар (2-5р) термоэлектрик термометр эркин учларини занжирда паразит термо э.ю.к. хосил қилмасдан чиқариш учун хизмат қилади (бунга зарур бўлган шарт ҳар икки термоэлектродларни термоэлектродли узайтирувчи симларга уланадиган жойлардаги температуранинг тенглиги ҳисобланади). Агар термометр потенциометрга фақат мис симлар ёрдамида уланган бўлса, унда эркин учлари температураси $t_1 = 70^{\circ} \text{C}$ бўлар эди. Берилган схемада эркин учлар термоэлектрод симлар билан $t_0 = 28^{\circ} \text{C}$ нуктага чиқарилган. Мис симларни учинчи сим сифатида кўриб чиқиш мумкин, у, термоэлектродли узайтирувчи симлар билан уланган жойлардаги температура бир хил бўлса, занжирда ҳаракатланаётган термо э.ю.к. ни ўзгартирмайди. ИП ўлчов асбоби хулосалари температурасидаги фарқлар ҳисобига хатоликлар пайдо бўлиши мумкин. Бироқ қоидага кўра, буни эътиборга олмаслик мумкин ва бундан келиб чиқадики, термо э.ю.к. ўзгармайди. Шундай қилиб:

$$\begin{aligned} E(t, 28^{\circ} \text{C}) &= 23,52 \text{ мВ}; \\ E(t, 0^{\circ} \text{C}) &= E(t, 28^{\circ} \text{C}) + E(28^{\circ} \text{C}, 0^{\circ} \text{C}) = \\ &= 23,52 + 1,12 = 24,64 \text{ мВ}, \end{aligned}$$

бу ерда $t = 593,5^{\circ} \text{C}$.

О2.23. КТ-54 компенсатори ёрдамида эркин учларнинг температураси ўзгаришига тузатишлар киритиш принципи шундан иборатки, термоэлектрик термометр термо э.ю.к.и эркин учлар температурасининг ўзгариши ҳисобига ўзгариши t_0 кўприкнинг cd диагоналидаги кучланишнинг тескари белги бўйича ўзгариши билан компенсацияланиши лозим (2-7р). t_0 нинг бир ҳилда ўзгаришида термо э.ю.к.нинг энг катта ўзгариши ТХК типигаги термоэлектрик термометрда бўлади, чунки у энг катта ўзгариш коэффициентига эга. Энг кам ўзгариш эса ТПП типигаги термоэлектрик термометрда бўлади. Бундан келиб чиқадики, ТХК типигаги термометр учун cd диаганалида кучланишнинг ўзгариши энг катта бўлади, бу эса ab диаганалида ҳам кучланиш худди шундай катта бўлсагина мумкин. Бу шуни билдирадики энергия манбаининг кучланиши U барча кўприклар учун бир хил бўлганда ТХК типигаги термоэлектрик термометрларнинг кўприкларида R_{ϕ} кучланиш энг кичик, ТПП типигаги термоэлектрик термометрлар учун эса – энг катта бўлиши керак.

О2.24. Ўлчов асбоби ИП нинг кириш кучланиши шунчалик каттаки, ташқи линиясидаги кучланишни йўқотилишини эътиборга олмаса ҳам бўлади. Бунда ўлчов асбобининг киришидаги кучланиш U_n қуйидагига тенг бўлади:

$$U_n = E(t, t_0) + U_{cd}(t'),$$

бу ерда $E(t, t_0)$ – термоэлектрик термометрнинг ишчи ва эркин учларидаги температура t ва t_0 ларда хосил бўладиган термо э.ю.к.; U_{cd} – компенсаторнинг cd

диаганалидаги кучланиши резисторнинг қаршилиги R_0 (2-7р.га қаранг) шундай танланадики, $t_0 = t''$ бўлсин (кўприк 0°C да мувозанатлашган ҳисобланади)

$$E(t_0, 0) = U_{cd}(t_0).$$

Бундан келиб чиқадиган тўғри тузатиш киритиш учун термометр эркин учларининг ва кўприкнинг мис резистори температуралари тенг бўлишига риоя қилиш керак. Бунга эришиш учун эркин учлар термоэлектродли узайтирувчи симлар ёрдамида кўприкнинг мис резистори ёнида жойлаштирилади.

Бунда ўлчов асбобининг киришидаги кучланиш куйидагича тенг бўлади:

$$U_n = E(t, t_0) + U_{cd}(t_0) = E(t, 0)$$

қийматига боғлиқ бўлмайди.

Термоэлектродли симларни мис симларга алмаштирилса термометрнинг эркин учлари 1 ва 2 нуқталарда бўладилар, яъни $t_0 = t' = 40^\circ$ $t'' = 20^\circ$ Сда.

Бундан келиб чиқадики, бу ҳолатда

$$U_n' = E(t, t_0') + U_{cd}(t''),$$

шу билан бирга $U_n' < U_n$ чунки $E(t_0', 0) > U_{cd}(t'')$. Бошқача айтганда, кўприк эркин учлар температурасини 4°C га оширишга тузатиш киритиш лозим, у эса фақатгина 20°C га тузатиш киритади. Термоэлектрик термометрнинг линияси характеристикасида бу асбоб кўрсатишини 20°C га камайишига тенгдир

02.25. 02.24. асосида осонликга шундай хулосага келиш мумкинки, бу ҳолатда симларни алмаштириш асбобнинг кўрсатишига таъсир кўрсатмайди.

02.26. Милливольтметрнинг кўрсатиши ўзгармайди, чунки термоэлектрик термометр занжирига исталган ўтказгичнинг уланиши термо-э.ю.к. ини ўзгартирмайди, агарда бу ўтказгич уланадиган жойнинг температураси бир хил бўлса.

02.27. Термо-э.ю.к. ини ўзгартириш компенсатори мувозанатланган кўприк бўлиб, у cd ўлчов диаганалида R_M қаршилик елкасидан U кучланишининг ночизқли боғлиқликка эга.

Барча стандарт термоэлектрик термометрлар у ёки бу даражада ночизикли. Аммо, кўприкнинг ва термометрнинг ночизиклиги турличадир. Шу сабабли термо-э.ю.к. нинг тўлиқ компенсациясига фақат эркин учларнинг иккидан ортик бўлмаган температурасида эришиши мумкин.

02.28. Милливольтметр рамкасининг айлантирувчи моменти

$$M_1 = 2r \ln B I,$$

бу ерда r – рамка радиуси; l – рамканинг фаол узунлиги; n – рамканинг чўлғамлари сони; B – тирқишдаги магнит индукцияси; I – рамкадаги ток кучи.

Пружиналар ҳосил қиладиган тескари таъсир этувчи момент,

$$M_2 = c\varphi,$$

бу ерда c – тескари таъсир этувчи пружинанинг таранглигини ҳисобга олувчи коэффициент; φ – рамка айланиши бурчаги (пружинанинг буралиши).

$M_1 = M_2$ бўлган ҳолатда рамканинг айланиши бурчаги Ҳамдамов Анвар Махмудович тенг бўлади:

$$\varphi = \frac{2r \ln B I}{c}.$$

Сезгирлик S (1) ифода билан аниқланади

$$S = \frac{\Delta \varphi}{\Delta I}.$$

$\varphi = f(I)$ боғлиқлиги милливольтметр учун чизикли бўлганлиги боис қуйидагича ифодани ёзиш мумкин:

$$S = \frac{2r \ln B}{c}.$$

Шундай қилиб, чўлғамлар n сони ошиши билан сезгирлик S ҳам ошиши мумкин, бир шарт билан, коэффициент ўзгармаган ҳолда

О2.39. Юқори омма. Биринчи дақиқада расм оммадан фойдаланиш мумкиндай кўринади, чунки бу нарса схема мувозанати бузилганда пульс-индикатор орқали ўтадиган токни ошириши мумкин. Аммо шуни ёдда тутмоқ зарурки, ички қаршилиги катта бўлган манбанинг э.ю.к ни ўлчаётганда ундан минимал даражада ток ўтиши керак, чунки унинг чиқишидаги кучланиш э.ю.к дан фарқ қилмаслиги учун.

О2.40. Потенциометрларда компенсацияловчи кучланиш ўлчанадиган кучланишга тенг бўлиши лозим. c ва a , ҳамда d ва a нуқталар орасидаги потенциаллар фарқи қийматини ҳисоблаб чиқамиз (2-9р). c ва a , ўртасидаги потенциаллари фарқи

$$U_{ca} = -I_1(R_6 + R_{np}) + I_2 R_K = -3(330 + 10,59) + 2 \cdot 509,5 = -2,77 \text{ мВ},$$

$$\text{бу ерда } R_{np} = \frac{R_n R_3}{R_n + R_3}.$$

d ва a нуқталари ўртасидаги потенциаллар фарқи.

$$U_{da} = -I_1 R_6 + I_2 R_K = 3 \cdot 330 + 2 \cdot 509,5 = 29 \text{ мВ}.$$

КСПИ потенциометрининг ўлчов схемаси ҳисоби термоэлектрик термометр эркин учларининг қабул қилинган температурасидан келиб чиқиб қилинади, яъни шкаланинг бошланғич белгиси кириш кучланишига мос келади $E(0^\circ\text{C}, 30^\circ\text{C}) = -1,98 \text{ мВ}$, охиригисига эса $E(400^\circ\text{C}, 30^\circ\text{C}) = 29,51 \text{ мВ}$.

Кучланишларни таққослаб шуни аниқлаш мумкинки, d нуқтаси шкаланинг охириги белгисига мос келади.

Реал шароитларда тенгликка риоя қилиш мумкин, $U_{ca} = E(0^\circ\text{C}, 30^\circ\text{C})$ ва $U_{da} = E(400^\circ\text{C}, 30^\circ\text{C})$. Олинган фарқ реохорднинг ишламайдиган участкаларини ҳисобга олмасликдан келиб чиқади.

О2.57. Мис термометрлар учун қаршилиқнинг температурага боғлиқлиги

$$R_t = R_0(1 + \alpha t).$$

Интервалдаги ўзгартириш коэффициенти қуйидаги ифодага мувофиқ аниқланади.

$$S = \Delta R_t / \Delta t.$$

Шу боис, барча температура интервалларида ўзгартириш коэффициенти

$$S = R_0 \alpha.$$

23 ва 24 градуировкалар температураси R_0 қиймати билан фарқланади, a қиймати ҳар иккала градуировкалар учун бир хилдир. Шу сабабли 23 градуировка учун $S = 0,2258 \text{ Ом/К}$, 24 градуировкаси учун $S = 0,426 \text{ Ом/К}$.

О2.61. 23 градуировкали мис қаршилиқ термометри ўзгартириш коэффициенти қуйидагига тенг:

$$S = R_0 \alpha = 53 \cdot 4,26 \cdot 10^{-3} = 0,2258 \text{ Ом/К}.$$

Ўзгартириш коэффициентни аниқланганидан осонликча симларнинг қаршилиги четга очишидаги абсолют хатолик Δt учун ΔR га ифодасини олиш мумкин.

$$\Delta t = \frac{\Delta R}{S} = \frac{-0,5}{0,2258} = -2,21^\circ \text{C}.$$

Бу хатолик катта ҳисобланади, шунинг учун Ҳамдамов Анвар Махмудович уловчи симларнинг қаршилигини катта аниқлик билан мослаштирмоқ керак.

Иккинчи ҳолат учун хатолик ўшандайлигича қолади, чунки уловчи симлар қаршилигининг ҳақиқий ва градуировкали қиймати ΔR ўзгаргани йўқ.

О2.69. Ўлчовнинг қуйи чегарасига мос келадиган термометрнинг температурасида R_t қиймати минималдир.

R_3 ва R_1 қийматларининг ўзгармаганлигини ҳисобга олиб (2-13p) осонликча аниқлаш мумкинки, шкала бошида мувозанатни таъминлаш учун реохорд движоги d нуқтада шуриши керак. 2-13б-расмдаги схеманинг худди шундай анализига кўра шундай хулосага келиш мумкинки, бухолатда шкаланиш боши b нуқтасига мос келади.

О2.70. Градуировка характеристикаси реохорд движогининг ўлчовнинг қуйи чегарасига мос келувчи m ҳолатидан силжишини R_t қаршилик қиймати билан боғлайди. Бунда реохорднинг узунлигини 1га тенг деб ҳисоблаш қулайдир. Ўлчовнинг юқори чегарасига мос келадиган R_t қийматида $m=1$.

Тенгламани хулосаси учун R_t эркин қийматида схема мувозанати шартини ўзиш керак.

2-13, а расм. Схемаси учун.

$$(R_3 + mR_p) R_1 = [R_t + (1-m) R_p] R_2,$$

бу ерда

$$m = \frac{R_t (R_3 + R_p) - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_t)}.$$

Бу схеманинг градуировкаси характеристикаси чизиқли эмаслигини осонликча пайқаш мумкин.

Р-13,б расмдаги схема учун худди шундай йўл билан топамиз.

$$(R_3 + mR_p) R_1 = [R_t + (1-m) R_p] R_2,$$

$$m = \frac{R_2 R_t}{R_p (R_1 + R_2)} - \frac{R_1 R_3 - R_p R_2}{R_p (R_1 + R_2)}.$$

бу ерда

Бу схеманинг градуировка характеристикаси чизиқлидир, шу сабабли автоматик мувозанатлаштирилган кўприкларда қаршилик термометрларида реохордга ёндош елкалар бор. Шу сабабли исталган диагоналдаги қаршиликнинг ўзгариши кўприк мувозанатини бузмайди. Шунинг учун автомат кўприкларда реохорд движоги кўприкнинг елкасига эмас, балки диагонаliga ўрнатилган.

О2.72. Қаршилик термометрларини 2 симли улашда 1-2- симлар туташган бўлади (2-14p). Асбобнинг кўрсатиши реохорд движогининг m ҳолатига боғлиқ.

Мувозанат тенгламаси

$$[2R_n + R_t + (1-m) R_p] R_2 = R_1 (mR_p + R_3),$$

бу

$$m = \frac{(2R_n + R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2)} = \frac{(2 \cdot 2,5 + 15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80)} = 0,250.$$

ерда

ΔR_L даги линияда қаршиликнинг ўзгаришида кўприкнинг кўрсатиши қуйидагича ўзгаради.

$$\begin{aligned}\Delta m = m' - m &= \frac{(2R_L + 2\Delta R_L + R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2)} - \\ &= \frac{(2R_L + R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2)} = \\ &= \frac{(2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 0,5 + 15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80)} = \\ &= \frac{(2 \cdot 2,5 + 15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80)} = 0,0125.\end{aligned}$$

Икки симли улаш схемасида кўрсатишдаги нисбий хатолик қуйидагича тенг бўлади.

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{0,0125}{0,250} \cdot 100 = 5\%.$$

О2.73. Термометр улашнинг уч симли схемасида (2-14р) 3-4-улаш симлари туташган бўлади. Таъминловчи диагональ қаршилик термометри қисқичига уланган бўлади. Бу ҳолатда мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$[R_L + R_t + (1 - m) R_p] R_2 = (R_1 + R_n) (R_3 + m R_p),$$

бу ерда

$$\begin{aligned}m &= \frac{R_L (R_2 - R_3) + (R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2 + R_n)} = \\ &= \frac{2,5 (80 - 40) + (15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80 + 2,5)} = 0,200.\end{aligned}$$

$R_L \Delta R_L = 0,5$ га ўзгарганда кўприкнинг кўрсатиши қуйидагича ўзгаради.

$$\begin{aligned}\Delta m &= \frac{(R_L + \Delta R_L) (R_2 - R_3) + (R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2 + R_L + \Delta R_L)} - \\ &= \frac{R_L (R_2 - R_3) + (R_t + R_p) R_2 - R_1 R_3}{R_p (R_1 + R_2 + R_L)} = \\ &= \frac{(2,5 + 0,5) \cdot (80 - 40) + (15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80 + 2,5 + 0,5)} = \\ &= \frac{2,5(80 - 40) + (15 + 40) \cdot 80 - 80 \cdot 40}{40 (80 + 80 + 2,5)} = 0,00245.\end{aligned}$$

Уч симли улаш схемасида кўрсатишдаги нисбий хатолик қуйидагича бўлади.

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{0,00245}{0,200} \cdot 100 = 1,225\%.$$

Шундай қилиб, кўприкнинг берилган параметрларида қаршилик термометрининг уч симли улаш схемаси уловчи симлар қаршилигининг ўзгариши туфайли газ берган нисбий хатоликни деярли 5 баробарга камайтирди.

О2.74. Кўрсатишлардаги хатолик схема резисторлари қаршилигига боғлиқ бўлади. Янги қаршилик резисторлари учун R_L ўзгариши ҳисобига кўприк кўрсатишининг хатолигини аниқлаймиз. Бунинг учун О2-73 ечимида келтирилган нисбатлардан фойдаланамиз.

$$R_L = 2,5 \text{ Ом да}$$

$$m = \frac{2,5(60 - 50) + (15 + 30) \cdot 60 - 35 \cdot 50}{30(35 + 60 + 2,5)} = 0,3333.$$

Шундай қилиб, мувозанатлаштирилган (бундай кўприк симметрик деб аталади) кўприклар учун ёндош елкаларнинг $(R_1 + R_L)$ и $[R_t + R_L + (1-m)R_p]$ тенглигида линиянинг қаршилигини ўзгариши асбобнинг кўрсатишига таъсир этмайди.

Шу сабабли автоматик мувозанатлаштирилган кўприклар схемасида R_2 ва R_3 қаршиликлари [12] шартдан келиб чиқиб, бир ҳил танланади:

$$R_2 = R_3 = \frac{R_{tk}\eta_0 - R_{tn}}{1 - \eta_0},$$

бу ерда $\eta_0 = 0,8 \div 0,9$ - R_t ва R_3 ўртасида шундай нисбат ўрнатадиган коэффициент. Бундай реохорддан ўтадиган токнинг ўзгариши 10-20% дан ошмайди; R_{tn} ва R_{tk} - шкаланинг боши ва охирига мувофиқ келувчи термометр қаршилиги.

О2.75. Шкаланинг бошида мувозанат шarti қуйидаги тенглама билан ифодаланади $(R_{tn} + R_L + R_0 + R_3) R_2 = (R_1 + R_L) R_3$, бу ерда R_3 - реохорднинг эквивалентли қаршилиги:

$$R_3 = \frac{R_p R_n}{R_p + R_n}.$$

Шкаланинг охиридаги мувозанат шarti:

$$(R_{tk} + R_L + R_0) R_2 = (R_1 + R_L) (R_3 + R_3).$$

Олинган тенгламаларни $R_2 = R_3$, ни ҳисобга олган ҳолда ҳисоблаб R_3 учун ифода оламиз:

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{(R_{tn} + R_0 - R_2 - R_L)}{2} + \\ &+ \frac{\sqrt{(R_{tn} + R_0 - R_2 - R_L)^2 + 4(R_0 R_2 + R_{tn} R_L + R_0 R_L + R_{tk} R_2)}}{2} = \\ &= \frac{(53 + 5 - 200 - 2,5) + \sqrt{(53 + 5 - 200 - 2,5)^2 + 4(5 \cdot 200 + 53 \cdot 2,5 + 5 \cdot 2,5 + 86,87 \cdot 200)}}{2} = \\ &= 81,82 \text{ Ом.} \end{aligned}$$

Худди шу тенглама система тенгламасидан R_3 учун ифода оламиз.

$$R_3 = \frac{R_2 (R_{tk} - R_{tn})}{R_1 + R_2 + R_L} = \frac{200(86,87 - 53)}{81,82 + 200 + 2,5} = 23,83 \text{ Ом.}$$

Қаршилиқ

$$R_n = \frac{R_p R_3}{R_p - R_3} = \frac{90 \cdot 23,83}{90 - 23,83} = 32,41 \text{ Ом.}$$

О2.78. Схеманинг ишга яроқлилиги ҳақидаги саволга жавоб бериш учун рамкаларнинг моментлари йўналишини аниқлаб олиш зарур. Чап кўл қоидасига мувофиқ 1 рамканинг momenti M_1 соат стрелкаси бўйлаб йўналган, 2 рамканинг momenti M_2 терморезистор R_t билан олдинма-кетин уланган бўлиб, соат стрелкасига тескари равишда йўналтирилган. Моментларининг бундай йўналишида логометр ишламайди. Чунки масалан, R_t ошганда M_2 камаяди ва рамкалар соат стрелкаси бўйича айланади. Бунда M_1 ошади, чунки 1 рамка кучлироқ магнит майдонига ўтади, M_2 эса янада заифлашади. Натижада

моментлар тенглиги бузилади ва ҳаракатланувчи система охирига қадар айланмайди. Худди шундай ҳол R_t камайганда юз беради.

Схема ишлашга яроқли бўлиши учун M_1 соат милига тескари, M_2 эса соат мили бўйлаб йўналиши лозим. Бунинг учун батареяларнинг уланиш кутбини ўзгариши кифоя.

О2.79. Ток манбаидаги кучланишнинг ўзгариши логометр кўрсатишига бир озгина таъсир кўрсатади, чунки у рамкалардаги тоқларнинг нисбатини ўлчайди. Агарда батареянинг ички қаршилигини нолга тенг деб ҳисобласак, унда 1 рамкадаги 1, ток (2-16) қуйидагича тенг бўлади.

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_{p1}};$$

1 рамка моменти

$$M_1 = k B_1 \frac{E}{R_1 + R_{p1}},$$

Моментлар тенглигида

$$k B_1 \frac{E}{R_1 + R_{p1}} = k B_2 \frac{E}{R_t + R_{p2}}$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{R_t + R_{p2}}{R_1 + R_{p1}},$$

Осонликча олиш

мумкин

B_1/B_2 индукцияларнинг муносабати ҳаракатланувчи системанинг оғиш бурчаги φ билан аниқланади ва бундан келиб чиқиб,

$$\varphi = f\left(\frac{R_t + R_{p2}}{R_1 + R_{p1}}\right).$$

Олинган формулага ток манбаининг э.ю.к. и кирмайди ва φ принципиал равишда E га боғлиқ эмас.

О2.116. Агарда, коррективроқлайдиган кўприк термоэлектрик термометр эркин учларининг температурасини тўлиқ компенсациялайди деб фараз қилсак, унда

$$E(t, t_0) + U_{ab} = E(t, 0),$$

$$\begin{aligned} I_{\text{вых}} &= \frac{E(t, 0)}{R_{\text{ос}} + \frac{R_{\text{вх}} R_{\text{вых}}}{k_T r_{\text{вых}}}} = \frac{E(t, 0)}{R_{\text{ос}} + \frac{(R_{\text{ос}} + R_T + r_{\text{вх}})(R_H + r_{\text{вых}})}{k_T r_{\text{вых}}}} \\ R_{\text{ос}} + \frac{R_{\text{ос}}(R_H + r_{\text{вых}})}{k_T r_{\text{вых}}} + \frac{(R_T + r_{\text{вх}})(R_H + r_{\text{вых}})}{k_T r_{\text{вых}}} &= \frac{E(t, 0)}{I_{\text{вых}}}, \\ R_{\text{ос}} + \frac{R_{\text{ос}}(20\,000 + 35\,000)}{2500 \cdot 35\,000} + \frac{(30 + 70)(20\,000 + 35\,000)}{2500 \cdot 35\,000} &= \\ &= \frac{33,32}{5}; \quad R_{\text{ос}} = 6,6 \text{ Ом.} \end{aligned}$$

О2.117. Ўзгаргичнинг кириш ва чиқиш параметрлари ўртасидаги боғлиқлик тенгламасидан келиб чиқиб (О2-116 ечимига қаранг) биз эга бўламиз:

$$\begin{aligned} \Delta I_{\text{вых}} &= \frac{E(t, 0)}{R_{\text{ос}} + \frac{R_{\text{вх}} R_{\text{вых}}}{k_T r_{\text{вых}}}} - \frac{E(t, 0)}{R_{\text{ос}} + \frac{R_{\text{вх}} R_{\text{вых}}}{k_T r_{\text{вых}}}} = \\ &= \frac{33,32}{6,6 + \frac{106,597 \cdot 55\,000}{2250 \cdot 35\,000}} - \frac{33,32}{6,6 + \frac{106,597 \cdot 55\,000}{2500 \cdot 35\,000}} = -0,00825 \text{ мА.} \end{aligned}$$

Шуни англаш қийин эмаски, агарда ўзгартиргич схемаси фақат тескари алоқасиз тўғри трактдан иборат бўлганда эди, унда k_T ни 10% камайиши $I_{\text{чик}}$ на

10%га камайишига олиб келар эди. Бундан келиб чиқадики, чуқур манфий тескари алоқани қўллаш ўзгариш коэффициентини кучайишнинг тўғри тракти характеристикасини ўзгаришига боғлиқлигини камайишига олиб келади.

О2.118. Нормаловчи ўзгартиргичнинг ўзгартириш коэффициенти (О2-117 ечимига қаранг)

$$S = \frac{\Delta I_{\text{вмх}}}{\Delta E_T} = \frac{1}{R_{\text{ос}} + \frac{R_{\text{вх}} R_{\text{вмх}}}{k_T r_{\text{вмх}}}}.$$

ТХК типдаги термоэлектрик термометр учун ўзгартириш коэффициенти ТХА типдаги термометрникидан юқоридир: $E_{\text{ХК}}(600^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C}) > E_{\text{ХА}}(600^\circ \text{C}, 0^\circ \text{C})$.

Шу билан бирга, максимал чиқиш токи ($I_{\text{чик макс}} = 5 \text{ мА}$) ўзгаришсиз қолиши зарур. Буни таъминлаш учун S ни камайитириш керак, бу эса $R_{\text{ос}}$ ошиши ҳисобига бўлиши мумкин.

Эркин учларининг температураси ўзгарганда ХК градуировкали термометрнинг э.ю.к. и ХА градуировкали термометрнинг э.ю.к. сига нисбатан юқорироқ катталиқка ўзгаради. Шунинг учун корректрловчи кўприк чўққисидаги компенсацияловчи кучланишни $U_{\text{аб}}$ ошириш керак. Буни ўзгармас R_1 ва R_3 да 0°C да бир вақтнинг ўзида R_m ва R_2 ни ошириш йўли билан амалга ошириш мумкин.

Учинчи боб **Босимни ўлчаш**

О3-3. У-симон манометр ўлчанилаётган майдондаги босим ва атмосфера босими ўртасидаги фарқни ўлчайди. Агар барометрик босим 50мм сим.уст.га камайган, абсолют ўлчанаётган босим эса ўзгармай қолган бўлса, унда манометр кўрсатиши 50мм сим.уст.га ошиши керак.

О3.8. Микроманометр ёрдамида сезгирлик ўлчов трубкасидаги суяқлик устунининг узунлигини ўзгаришини сатҳни ўзгартирган босим ўзгаришига нисбати билан аниқланади. Ўзгармас ўлчанаётган босимда эгилиш бурчагининг камайиши билан устуннинг узунлиги ошади ва, натижада сезгир ҳам ошади.

О3.12. Биринчи ҳолатда мембрана қутисининг юриши (яъни, юқори мембрананинг марказини силжиши) икки баробар катта бўлади, чунки у ҳар иккала мембрананинг букилиши билан боғлиқ. Иккинчи ҳолатда фақатгина юқори мембрана ишлайди. Шунинг учун биринчи ҳолатда мембрана қутисининг ўзгартириш коэффициенти икки марта кўп бўлади.

О3.13. Манометрик трубкасимон пружинанинг ўзгартириш коэффициенти пружина учининг силжишини босим ортишига нисбати билан аниқланади. Агарда босим бир ҳилда бўлса, унда сезгирлиги баландроқ бўлган найчасимон пружина катта бурчакка айланади, яъни унинг учи кўпроқ силжийди.

Найча учининг оғиш бурчаги $\Delta\gamma$ тахминан [8] ифодадан аниқланади.

$$\Delta\gamma = \frac{\Delta b}{b + \Delta b} \gamma,$$

бу ерда γ – бирламчи буралиш бурчаги; b – кесим эллипсининг кичик ўқи; Δb – b нинг босим таъсиридаги ўзгариши.

Бундан келиб чиқадики, бурчак ўзгариши $\Delta\gamma$ – қанчалик γ катта бўлса ва b кичик бўлса шунча катта бўлади.

Шундай қилиб, бурилиш бурчак γ катта ва $\Delta b / b$ нисбати катта бўлган найчасимон пружинали манометрнинг ўзгартириш коэффициентлари юқори бўлади.

О3.15. Манометрнинг токли чиқиш сигналлари кириш сигнали (босим) билан боғловчи тенглама қуйидаги кўринишда бўлади:

$$I = \frac{I_{\max}}{p_{\max}} p_{\text{вх}}.$$

$p_{\text{вх}} = 32 \text{ кгс/см}^2$ даги чиқиш сигнали қийматини аниқлаймиз.

$$I = \frac{5}{40} \cdot 32 = 4 \text{ мА}.$$

Манометрнинг чиқишидаги абсолют хатоликни аниқлаймиз

$$\Delta I = I - I_{\text{н}} = 4,00 - 3,93 = 0,07 \text{ мА}.$$

Манометрнинг нисбий хатолигини аниқлаймиз

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_{\max}} = \frac{0,07}{5} = 0,014, \text{ или } 1,4\%.$$

Манометр киришидаги абсолют хатоликни аниқлаймиз

$$\Delta p = \delta (p_{\max} - p_{\min}) = 0,014 \cdot 40 = 0,56 \text{ кгс/см}^2.$$

О3.20. Дифманометр шундай конструкцияда бўлиши керакки, атроф-мухит температураси ўзгарганида (ўлчанадиган босим фарқи ўзгармас бўлганида) юқори мембрана марказига бириктирилган плунжер силжимаслиги керак. Бу фақатгина шундай ҳолатда мумкинки, мембрана блокинни тўлдириб турувчи аралашманинг температура ошиши туфайли ҳажми ошиши юқори коробка ҳажмининг ўзгаришига олиб келмаса кўриниб турибдики, бунинг учун қуйи (мусбат) коробканинг ҳажмини катталаштириш керак. Бу эса фақат қуйи (мусбат) коробканинг каттиқлиги юқори (манфий) коробканинг каттиқлигидан камроқ бўлгандагина мумкин.

О3.25. Ўзгаради, стрелка охиригача пул белгисига силжийди. Сигналлар тўғри ёқилганида ДТП-1 ва ДТП-2 тенг ва қарши фазага қуйидагича уланган

$$\Delta e_2 - \Delta e_1 = 0.$$

ДТП-1 таъминот фазаси 180° га ўзгарганида Δe_1 белгини қарама-қаршисига ўзгартиради, шунинг учун кучайтиргичга қуйидаги сигнал келади

$$\Delta U = \Delta e_2 + \Delta e_1 \neq 0.$$

Кузатув системаси бу сигнални Δe_2 ни камайтириш йўли билан камайтиришга интилади. Бу эса стрелкани нулга силжиши орқали амалга ошади. Бироқ стрелканинг ҳолатида $\Delta e_2 = 0$, аммо $\Delta e_1 \neq 0$, шунинг учун кўрсаткич охиригача буралган бўлади.

О3.29. Мумкин, бунинг учун 3-9 расмда ғалтакни 7 ричагдан чанга ўрнатиш лозим. Амалдаги асбобларда худди шундай схема бўйича ишловчи тескари алоқа қурилмасидан фойдаланадилар.

О3.30. Ток таъсирида 1 тескари алоқа ғалтаги 4 индикатор байроқчасини тепага силжитишга ҳаракат қилади. Бу шуни англатадики, Т –симон ричаг 2 уни пастга силжитишига ҳаракат қилади, яъни Т –симон ричаг бошланғич ҳолатга ($1=0$) нисбатан соат стрелкасига тескари равишда силжиган. Кўриниб турибдики, буни йўқотиш учун пружинанинг 8 сиқилиш даражасини ошириш керак.

О3.31. Ўлчов диапазониинг ўзгаришини харакатланадиган таянч холатининг ўзгариши билан амалга оширилади. Масалани таҳлил қилганда аввало шуни ёдда тутиш лозимки, куч компенсацияли асбобларда куч компенсацияси сезгир элемент 1 томонидан ва тескари алоқа қурилмаси 6 томонидан α нуқтасида Г – симон ричаг 3 силжийдиган таянч 9 орқали рўй беради.

Ўлчов диапазониинг ошиши шуни аниқлатадики, чиқиш токи 1 янги катта босим $P_{\text{макс}}$ да 5 мА қийматини олиши, шу билан бир вақтда қайта градуировкалангунга қадар $p_{\text{макс}} < p'_{\text{макс}}$ да $I=5$ мА бўлиши керак. Пискари алоқа қурилмасининг ғалтаги 6 ричаг 7 га таъсир қиладиган кучланиш қайта градуировкада ўзгармайди. Аммо, α нуқтада 2 ричагга 3 ричаг томонидан таъсир қилувчи кучланиш 9 таянч холатига боғлиқ ва таянч юқорига кўтарилиши билан камаяди.

Шундай қилиб, α нуқтаси юқорига кўтарилиши Билан (яъни 9 таянч кўтарилиши билан) тескари алоқа қурилмаси томонидан кучланиш ошади ва сезгир элемент томонидан кучланиш камаяди.

Бундан келиб чиқиб, кучланиш $I=5\text{мА}$ и $p'_{\text{макс}} > p_{\text{макс}}$ да тенглашадиган холатни топиш мумкин.

Ўлчовнинг юқори чегарасини ўрнатгандан сўнг корректор 8 билан нольни тўғрилаш керак, сўнг яна қайтадан юқори чегарани ва нольни текшириш керак. Операцияни юқори чегара ва нулни тўлиқ ўрнатиб бўлгунга қадар қайтариш лозим. Шундай қилиб, масала шартини учун 9 таянч юқорига силжитилиши керак.

О3.33. Сийраклашишни ўлчаш учун кучайтиргич 5 нинг чиқиш босими тескари боғланиш сиффони 6 га ва кейин Г-симон ричагга стрелкаси бўйлаб айлантиришга харакат қиладди. Ўз-ўзидан кўриниб турибдики, ўлчов сиффони 1 нинг харакати тескари бўлиши лозим, яъни Т-симон ричагга сиффон 1 томонидан таъсир этувчи куч пастга йўналган бўлиши лозим.

Бу мумкин, агарда ўлчанаётган параметрда (абсолют қиймат бўйича) сиффон қисилганда, яъни сийракланиш холатида эканлигида, асбоб босимни ўлчаши учун сиффон 6 нуқтасида ричаг 2 нинг чап томонига уланган бўлиши керак схеманинг қолган элементлари, шу қаторда **рассоглосавание** индикатори 4 ўзгаришсиз қоладилар.

Тўртинчи боб

Сатҳни ўлчаш

О4.1. a — a кесимида барабан томонидан таъсир қилувчи тўлиқ босим p_1 буғ босими ва сув устуни Н хосил қиладиган гидростатик босим билан аниқланади:

$$p_1 = p + H\rho_{\text{вв}}g,$$

бу ерда $p_{\text{вв}}$ — барабандаги сувнинг тўйиниш линиясида $p=100$ кгс/см² ($p_{\text{вв}} = 691,9$ кг/м³).

a — a кесимида сув ўлчаш шишасида сув томонидан таъсир қилувчи тўлиқ босим p_2 қуйидагига тенг:

$$p_2 = p + h\rho_{\text{с}}g,$$

бу ерда ρ_v — сув ўлчаш шишасидаги сувнинг $t=150^\circ\text{C}$ ва $\rho=100\text{ кг/см}^3$ ($\rho_v = 922,1\text{ кг/м}^3$).

Статик режимда p_1 ва p_2 босимлари тенг бўлиши керак. Бу ердан биз $H_{p_{вн}} = h_{p_v}$ га эгамиз,

$$h = H \frac{\rho_{вн}}{\rho_v} = 0,5 \cdot \frac{691,9}{922,1} = 0,375\text{ м.}$$

Шундай қилиб, температуралар фарқи ҳисобига сув ўлчаш шишасида сатҳ ҳақиқий қийматига нисбатан 125 мм га ёки 25% га камаяди.

О4.2. Зичликнинг янги қиймати $\rho_v = 715,36\text{ кг/м}^3$, шундай қилиб,

$$h = H \frac{\rho_{вн}}{\rho_v} = 0,5 \cdot \frac{691,9}{715,36} = 0,484\text{ м.}$$

Сув ўлчаш ойнасида сатҳ ҳақиқий қийматга нисбатан 0,016м ёки 3,2% га пасайган. Кўриниб турибдики, ўлчовдаги хатолик камайди, аммо барибир кўплигича қолди.

О4.3. Мумкин эмас. Бундай уланиш схемасида $H=0$ да дифманометрга босим фарқи таъсир қилади $\Delta p = 0,3\text{ кгс/см}^3$. Максимал сатҳда $H_{\text{макс}} = 3\text{ м}$ фарқ $0,6\text{ кгс/см}^2$ га ошади, бу эса дифманометр ўлчови юқори чегарасидан ошади. Бу дифманометрдан фойдаланганда манфий камерада мусбат камерадагига тенг бўлган босим ҳосил қилиш керак. Буни манфий камерага зарур бўлган узунликдаги сув билан тўлдирилган импульсли найча улаб амалга ошириш мумкин.

О4.4. Сатҳнинг нольдан максимумга ўзгарганида дифманометрнинг мусбат ва манфий камераларидаги босим фарқи ўзгаради. Бунда манфий камерадаги сувнинг бир қисми манфий импульсли найчага сиқиб чиқарилади. Сиқиб чиқарилган сув миқдори босим фарқи ва дифманометр конструкциясига боғлиқ. Манфий импульсли найчага сиқиб чиқарилган сув ундаги сатҳни оширади, бу эса сатҳ ўлчагич кўрсатишини пасайтиради, шу билан бирга ўлчовдаги абсолют хатолик суюқлик сатҳини ошишига тенг бўлади.

Манфий трубқада дифманометрдан сиқилиш 4 см^3 ҳисобига сув сатҳининг ўзгариши қуйидагига тенг бўлади.

$$\Delta h = \frac{4\Delta V}{\pi d^3} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^3}{\pi \cdot 10^3} = 50,9\text{ мм.}$$

$H_{\text{макс}}$ сатҳи учун $=400\text{мм}$ ўлчовнинг нисбий камчилиги

$$\delta H = - \frac{50,9}{400} \cdot 100 = -12,73\%.$$

О4.5. (4-4р) $a-a$ кесимида Я жорий қийматида ҳаракатланувчи суюқликлар устуни босими мувозанати тенгламасини тузамиз:

$$H\rho_v + (H_0 + h_1)\rho_s = (h_1 + h_2)\rho_{pT} + (H_0 - h_2)\rho_v + h_3\rho_s.$$

Дифманометр кўрсатишини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин.

$$h = h_1 + h_2 = h_2 \left(1 + \frac{D_c^2}{D_n^2} \right).$$

Ўшанда бир неча ўзгартиришлардан сўнг биз эга бўламиз:

$$H\rho_v + h\rho_s = h\rho_{pT} + h_3\rho_s;$$

$$h_3 = h_2 \frac{D_c^2}{d^3} = \frac{h}{1 + \frac{D_c^2}{D_n^2}} \frac{D_c^2}{d^3},$$

бу ерда d — импульсли трубканинг диаметри
Охиргиси

$$H\rho_{\text{в}} = h(\rho_{\text{рт}} - \rho_{\text{в}}) + h \frac{1}{1 + \frac{D_{\text{с}}^2}{D_{\text{н}}^2}} \frac{D_{\text{с}}^2}{d^2} \rho_{\text{в}}.$$

бу ерда дифманометр кўрсатишини аниқлаймиз

$$h = \frac{H\rho_{\text{в}}}{(\rho_{\text{рт}} - \rho_{\text{в}}) + \frac{1}{\left(1 + \frac{D_{\text{с}}^2}{D_{\text{н}}^2}\right)} \frac{D_{\text{с}}^2}{d^2} \rho_{\text{в}}}.$$

Берилган шарт учун

$$h = \frac{0,4 \cdot 998,2}{(13\,546 - 998,2) + \frac{1}{1 + \frac{64,6^2}{77^2}} \cdot \frac{64,6^2}{10^2} \cdot 998,2} = 0,0108 \text{ м.}$$

Агарда дифманометр кўрсатиши импульс трубкасидаги h_3 сатҳининг ўзгариши билан бузилса, унда биз қуйидагиларни олар эдик:

$$h_{\text{д}} = \frac{H\rho_{\text{в}}}{(\rho_{\text{рт}} - \rho_{\text{в}})} = \frac{0,4 \cdot 998,2}{13\,546 - 998,2} = 0,0318 \text{ м.}$$

Шундай қилиб, сатҳни қалқовичли дифманометр билан ўлчашда манфий трубкадаги сатҳ ўзгариши туфайли содир бўлган ўзгариш қуйидагича бўлади.

$$\delta H = \frac{h - h_{\text{д}}}{h_{\text{д}}} \cdot 100\% = \frac{0,0108 - 0,0318}{0,0318} \cdot 100 = -66\%.$$

Бундай катта хатоликка сабаб шуки, қалқовичли дифманометрда босим фарқини мувозанатлаштириш учун қалқовичли идишдан иккинчи идишга катта ҳажмда мувозанатлаштирувчи суюқлик (симоб) ўтиши керак. Бизнинг ҳолатда аралаш ҳажм қуйидагига тенг бўлади:

$$V = h_2 F_{\text{с}} = h \frac{\pi D_{\text{с}}^2}{4 \left(1 + \frac{D_{\text{с}}^2}{D_{\text{н}}^2}\right)} = 1,08 \frac{\pi \cdot 6,46^2}{4 \left(1 + \frac{6,46^2}{7,7^2}\right)} = 20,8 \text{ см}^3.$$

Қалқовичли дифманометрда аралаш ҳажм мембранали дифманометрдан деярли 6 марта кўп. Шу боис хатолик Ҳамдамов Анвар Махмудович шунча марта кўп бўлади.

О4.7. Сатҳ ўлчагич дифманометр сув устуни босими бўйича сатҳни аниқлайди. Гидростатик босим билан сатҳ ўртасида фақатгина бир ҳолатда аниқ боғлиқлик бўлиши мумкин, агарда суюқлик зичлиги доимий бўлса эксплуатация шароитида суюқликнинг зичлиги градуировкадаги зичликка мос келмаса, унда

ўлчовда хатолик бўлади. Агар $\rho_{гр}$ градуировкада суюқликнинг зичлиги ва суюқлик сатҳи қиймати H идишда бўлса, унда дифманометрга фарқ таъсир қилади:

$$\Delta p_d = H \rho_{гр} g.$$

Зичлик ўзгарганда ва сатҳ қиймати ўзгармаса дифманометрга фарқ таъсир қилади

$$\Delta p = H \rho g.$$

Фарқ ўлчашдаги абсолют хатолик қуйидагига тенг бўлади

$$\Delta(\Delta p) = \Delta p - \Delta p_d = H g (\rho - \rho_{гр}) = \Delta p \frac{\rho - \rho_{гр}}{\rho}.$$

Кўриниб турибдики, сатҳнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш учун сатҳ ўлчагич кўрсатишини тузатувчи кўпайтирувчига кўпайтириш керак

$$K = \frac{\rho_{гр}}{\rho}.$$

Бизнинг ҳолатда $\rho_{гр} = 995,6 \text{ кг/м}^3$, $\rho = 965,3 \text{ кг/м}^3$ бинобарин $K = \frac{995,6}{965,3} = 1,03$.

Сув зичлигини ҳисобга олмаслик кўрсатишни 3% га пасайтириб юборади.

О4.8. масалани ечиш учун Я сатҳи эркин қийматида дифманометрга таъсир этувчи фарқ учун ифода тузамиз. Идишда босим паст бўлганда буғ зичлигини сувнинг зичлигига таққослаганда эътиборга олмаслик мумкин. Шу сабабли

$$\Delta p = (H_{\max} - H) \rho_{вг} g.$$

Шу боис, кўрилатган ўлчов схемасидаги дифманометрга таъсир этувчи фарқ ва сатҳ ўлчагичнинг кўрсатиши нафақат ўлчанаётган сатҳ қийматига, балки суюқликнинг зичлигига Ҳамдамов Анвар Махмудович боғлиқ.

О4.9. Босим ошиши билан буғнинг зичлиги ортиб боради ва буғ устунининг босими сув устунининг босими билан тенг бўлади. Шунинг учун дифманометрга таъсир этувчи фарқ (4-бр.га қаранг) қуйидагича аниқланади.

$$\Delta p = H_{\max} \rho_{вг} g - H \rho_{вг} g - (H_{\max} - H) \rho_{пг} g,$$

бу ерда $\rho_{вг}$ ва $\rho_{пг}$ – сувнинг тўйиниш линиясидаги зичлиги ва тўйинган буғнинг зичлиги.

Тенгламани қуйидаги кўринишга келтириш мумкин:

$$\Delta p = (H_{\max} - H) (\rho_{вг} - \rho_{пг}) g.$$

О4-7 га ўхшаш этиб айтиш мумкинки ($\rho_{вг} - \rho_{пг}$) қийматга нисбатан сатҳ ўлчагич кўрсатишини K кўпайтирувчига кўпайтириш керак

$$K = \frac{(\rho_{вг} - \rho_{пг})_{гр}}{\rho_{пг}}.$$

$$K = \frac{958,95 - 0,58}{691,9 - 54,17} = 1,504,$$

Бизнинг ҳолатда

яъни, сув ва буғ зичликлари ўзгаришини ҳисобга олмаслик кўрсатишларни 50% га пасайишига олиб келади.

Олинган натижалар анализидан кўриниб турибдики, кўрсатишлардаги босим ва температура ўзгарувчанлигида нафақат сувнинг зичлиги ўзгаришига, балки буғнинг зичлиги ўзгаришига ҳам тузатиш киритиш лозим.

О4.10. Саволнинг жавоби учун дифманометрга таъсир қилувчи босим фарқини ифодасини ёзамиз (4-7р).

$$\begin{aligned}\Delta p &= \frac{H_{\text{макс}}}{2} \rho_{\text{в.н}} g + \frac{H_{\text{макс}}}{2} \rho_{\text{в}} g - H \rho_{\text{в.н}} g - (H_{\text{макс}} - H) \rho_{\text{п.н}} g = \\ &= (H_{\text{макс}} - H) (\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}}) g + \frac{H_{\text{макс}}}{2} (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}}) g,\end{aligned}$$

бу ерда $\rho_{\text{в.н}}$ ва $\rho_{\text{п.н}}$ – барабандаги тўйиниш температурасидаги буғнинг ва сувнинг зичлиги; $\rho_{\text{в}}$ – импульс найчасидаги сувнинг зичлиги.

(О4-9) билан таққосланганда фарқ учун ифодада яна бир таркибий қисм пайдо бўлади

$$\frac{H_{\text{макс}}}{2} (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}}) g.$$

Буғ генератори барабанидаги параметрларнинг ўзгариши туфайли юз берган кўрсатмадаги хатоликларнинг ҳар икки вариантыни баҳолаймиз. 100 кгс/см^2 учун

$$(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})' = 691,9 - 54,2 = 637,7 \text{ кг/м}^3;$$

$$(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}})' = 999,9 - 691,9 = 308,0 \text{ кг/м}^3.$$

200 кгс/см^2 учун

$$(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})'' = 503,3 - 161,8 = 341,5 \text{ кг/м}^3;$$

$$(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{в.н}})'' = 1004,0 - 503,3 = 500,7 \text{ кг/м}^3.$$

Зичликлар фарқи ўзгарганида рўй берадиган сатҳ ўлчовдаги нисбий хатоликлар қуйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин:

$$\delta H = \frac{(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})' - (\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})''}{(\rho_{\text{в.н}} - \rho_{\text{п.н}})''} = \frac{637,7 - 341,5}{341,5} \cdot 100 = 86,7\%.$$

Яъни, нисбий хатолик сатҳнинг ҳозирги қийматига боғлиқ.

$H=0$ бўлганда

$$\delta H = \frac{0,5 \cdot 637,7 + 0,25 \cdot 308 - 0,5 \cdot 341,5 - 0,25 \cdot 500,7}{0,5 \cdot 341,5 + 0,25 \cdot 500,7} \cdot 100 = 33,8\%.$$

$H=0,5 H_{\text{макс}}$ бўлганда

$$\delta H = \frac{0,25 \cdot 637,7 + 0,25 \cdot 308 - 0,25 \cdot 341,5 - 0,25 \cdot 500,7}{0,25 \cdot 341,5 + 0,25 \cdot 500,7} \cdot 100 = 12,3\%.$$

$H=H_{\text{макс}}$ бўлганда

$$\delta H = \frac{308 - 500,7}{500,7} \cdot 100 = -38,5\%.$$

Шундай қилиб, барабанда температура ва босим ўзгариши натижасида пайдо бўладиган хатолик иккинчи вариантда камроқ экан. Бизнинг ҳолатда (О4-1) ифодасидаги сон $H \approx 0,675 H_{\text{макс}}$ 0га айланмоқда, бунда масалада берилган шарт бўйича зичликнинг ўзгаришидаги сатҳ хатоли қиймати нольга тенг бўлади,

яъни хатолик умуман бўлмайди. Аммо сатҳнинг бошқа ҳар қандай қийматида хатолик сезиларли даражада бўлади. Шу сабабли босим ва температура ўзгариши мумкин бўлган идишлардаги суюқлик ҳажмини ўлчаганда сатҳ ўлчагич кўрсатишига коррекциялар киритилиши эҳтимоли борлигини назарда тутмоқ керак.

О4.14. Суюқликнинг массаси ўзгармас, фақат зичлик ва ҳажм температурага боғлиқ равишда бир вақтнинг ўзида ўзгарса, гидростатик сатҳ ўлчагичнинг кўрсатиши ўзгармайди (резервуар ҳажм ўзгармас бўлса) буни қуйидагича тасвирлаш мумкин. Температура ўзгарганда керосиннинг зичлиги қуйидаги ифодага мувофиқ ўзгаради.

$$\rho_t = \frac{\rho_0}{1 + \beta t},$$

бу ерда ρ_t ва ρ_0 – температура t ва 0°C даги зичлик; β – керосиннинг ҳажмий ўзгариши коэффиценти. Шунга мувофиқ суюқликнинг ҳажми ҳам ўзгаради:

$$V_t = V_0(1 + \beta t).$$

Цилиндр шаклидаги вертикал резервуар учун суюқлик сатҳи h ва унинг ҳажми V қуйидаги нисбат билан боғлиқ

$$h = \frac{4V}{\pi D^2},$$

D – резервуар диаметри.

Шундай қилиб, температура ўзгарганда резервуарнинг доимий размерида сатҳ қуйидаги ифодага мувофиқ ўзгаради

$$h_t = h_0(1 + \beta t).$$

Гидростатик сатҳ ўлчагич суюқлик устуни ҳосил қиладиган босимни ўлчаш билан сатҳ ўлчашни амалга оширади $p = h\rho g$, 0°C температурада $p_0 = h_0\rho_0 g$. t температурада

$$p_t = h_t \rho_t g = h_0(1 + \beta t) \frac{\rho_0}{(1 + \beta t)} g = h_0 \rho_0 g = p_0.$$

Шундай қилиб, сатҳ ўлчагич кўрсатиши ўзгармайди, шу вақтда температура пасайганда сатҳнинг ҳақиқий қиймати камаяди.

О4.15. Қалқовичнинг сузувчанлигини текшириб кўрамиз. Қалқовичнинг вазни

$$G = V_n \rho_n = \frac{4}{3} \pi \left[\left(\frac{D_n}{2} \right)^3 - \left(\frac{D_n - 2b}{2} \right)^3 \right] \rho_n = \\ = \frac{4}{3} \pi \left[\left(\frac{100}{2} \right)^3 - \left(\frac{90}{2} \right)^3 \right] \cdot 1500 \cdot 10^{-9} = 0,213 \text{ кгс.}$$

Қалқович тўлиқ ботгандаги итарувчи куч

$$F = \frac{4}{3} \pi R_n^3 \rho_k = \frac{4}{3} \pi \cdot 50^3 \cdot 1230 \cdot 10^{-9} = 0,644 \text{ кгс.}$$

Демак, қалқович сузади, чунки $F > G$.

Юк оғирлигининг кучи қалқович осиб қўйилган трос оғирлиги кучи суммасидан катта бўлиши керак, плус ишқаланиш кучи уни 0,4 кгс деб қабул қиламиз.

Қалқович 500 мм га силжиганида барабан бурилишининг бурчаги

$$\varphi = \frac{\Delta H}{\pi D_0} \cdot 360^\circ = 1148^\circ.$$

Бундай бурчакни ўзгартириш учун стрелкани шкаланинг бошидан охиригача силжитиш учун узатув системаси ўзгартириш коэффициентини (узатувчи сон) қуйидагига тенг бўлиши керак.

$$n = \frac{\varphi}{\alpha} = \frac{1148}{270} = 4,25.$$

Бешинчи боб Сарфни ўлчаш

О5.1. Сарфни ўлчаганда унинг қийматини масса сарфи Q_m ёки ҳажмий Q_0 сарф деб характерлаш мумкин. Масса сарфи бирлиги деб кг/сек, кг/соат, т/соат ва хоказолар қабул қилинган. Масалан 1 секундда массаси 1кг бўлган модданинг ўтиши, масса сарфи ҳисобланади. Ҳажмий сарф деб, маълум бир вақт кесимида 1 секундда 1м^3 га ҳажми тенг бўлган модданинг ўтишига айтилади. Ҳажмий сарфи бирлиги деб $\text{м}^3/\text{сек}$ қабул қилинган. Ҳажмий ва масса сарфи ўзаро $Q_m = \rho Q_0$ ифодаси билан боғланган.

бу ерда ρ – модданинг зичлиги $\text{кг}/\text{м}^3$.

О5.2. Ҳажмий сарф оқим кесими майдонида ҳосил бўладиган тезликка тенг.

$$Q_0 = v_c \frac{\pi D^2}{4}.$$

Демак, масса сарфи тенг

$$Q_m = \rho v_c \frac{\pi D^2}{4} = 990 \cdot 1,5 \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} = 11,66 \text{ кг/с}.$$

О5.3. p_1 босим муҳитнинг статик босими p_c га тенг бўлади. p_2 босим ҳаракатланувчи оқимнинг тўлиқ босимига тенг бўлади. (статик босим p_c + динамик босим p_d). Босимлар фарқи ($p_2 - p_1$) динамик босим p_d га тенг бўлади.

О5.4. P_1 босим ўзгармайди, чунки статик босим p_c ўзгармаслигича қолади. P_2 босим оқим тезлигига қараб ўзгаради, чунки $P_2 = p_c + p_d$, тезлик ўзгариши билан динамик босим P_d тезлик квадратига пропорционал ўзгаради:

$$p_d = k_v \frac{\rho v^2}{2}.$$

О5.5. Босим трубкалари ҳосил қилувчи босим фарқи қуйидаги ифодадан аниқланади

$$\Delta p = k_v \frac{\rho v^2}{2}.$$

Бизнинг ҳолатда $\Delta p = 0,97 \frac{985 \cdot 0,1^2}{2} = 4,78 \text{ Па}$. 0,1 м/с тезликда босимлар фарқи қиймати шунчалик кичикки, саноат шароитида уни ўлчаш қийинчилик туғдириши мумкин, шу сабабли кам тезликдаги суюқликларни ўлчаш учун, одатда босим трубкаларидан фойдаланмайдилар. Ҳисоб-китоблар билан осонликча аниқлаш мумкинки, ҳаво ва газлар тезлигини босим фарқи орқали босимли трубкаларда, зичликнинг катта эмаслиги сабабли, амалда фақатгина секундига бир неча метр ва ундан юқори бўлган тезликлар учун ўлчаш мумкин.

О5.7. Стандарт торайтирувчи қурилма деб бир қатор талабаларга [15, 16] жавоб берувчи қурилмага айтилади. Шу туфайли бундай қурилмани ҳисоб-китоблар натижасида, индивидуал градуировкасиз бундай қурилмаларни

тайёрлаш ва қўллаш мумкин. Бунда ўлчовнинг қуйидаги шартларига амал қилиш лозим.

а) трубопровод диаметри 50мм. дан кам бўлмаслиги лозим

б) ўлчанадиган оқим трубопроводнинг барча кесимларини торайтирувчи қурилмадан аввал ва кейин Ҳамдамов Анвар Махмудович тўлдириб туриши керак.

в) Оқим барқарор ва бир фазага бўлиши лозим.

О5.8. Умуман олганда мумкин. Диаметри 50мм.дан кам бўлган трубопроводда сарф ва босим фарқи ўртасидаги боғлиқликнинг умумий кўриниши сақланиди.

$$Q = K \sqrt{\Delta p},$$

Аммо стандарт торайтирувчи қурилмалар учун. $D \geq 50$ мм да K коэффициентининг миқдорий қиймати ҳисоб-китоб йўли билан [16], аниқланиши мумкин. Шу вақтда $D < 50$ мм даги K коэффициентини ҳисоблаш йўли билан аниқлаш мумкин эмас. У ҳар бир торайтириш қурилмаси учун экспериментал равишда аниқланади (шунинг учун бундай қурилмалар ностандарт деб аталади).

О5.9. Сарф коэффициентлари қиймати торайтирувчи қурилманинг тип ва нисбий юзи m , шунингдек Рейнольдс сони Re га боғлиқ. Re сони ошиши билан унинг сарф коэффициентига таъсири камаяди, ва $Re > Re_{cr}$ қийматида (ҳар бир тип ва нисбий юза учун ўз Re_{cr} қиймати бор) сарф коэффициентларини доимий деб ҳисоблаш мумкин. Бироқ, $Re < Re_{cr}$, бўлгандаги сарфларда коэффициент қиймати сарф ўзгариши билан ўзгариши мумкин. Бундан ташқари, $Re > Re_{cr}$ да сарф қиймати коэффициенти трубопровод деворлари ғадир-будирлигининг ўзгариши ва кириш тирқишининг ўткирлигини ўзгаришида ўзгариши мумкин.

О5.10. Сарфнинг ҳисоби тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$Q = K \sqrt{\Delta p},$$

бу ерда K – мазкур диаграмма учун доимий коэффициент:

$$K = \frac{Q_{\max}}{\sqrt{\Delta p_{\max}}} = \frac{250}{\sqrt{400}} = 12,5 \frac{\text{т/ч}}{(\text{кгс/м}^2)^{1/2}}.$$

Сарф 380 т/ч бўлганда мазкур диафрагмада босим фарқи қуйидагига тенг:

[16] га мувофиқ юқори чегарасига, $\Delta p = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 = \left(\frac{380}{12,5}\right)^2 = 924,2 \text{ кгс/м}^2$. дифманометр ўлчовнинг айтиш мумкинки $\Delta p = 924,2$ кгс/м² га яқин чегарага эга бўлиши керак. Демак, 380т/ч сарфни ўлчаш учун юқори ўлчов чегараси $\Delta p'_{\max} = 1000 \text{ кгс/м}^2$ бўлган дифманометр танлаш керак. Бунда бу сарф ўлчагич ёрдамида ўлчаниши мумкин бўлган максимал сарф тенг бўлади.

$$Q'_{\max} = K \sqrt{\Delta p'_{\max}} = 12,5 \sqrt{1000} = 395,3 \text{ т/ч}.$$

О5.24. Кўрсатишлар бир ҳилда бўлади. Импульсли найчаларнинг узунлиги бир ҳил бўлганда манфий трубкадаги суюқлик устунининг оғирлигини таъсири мусбат трубкадаги суюқлик устуни оғирлиги билан компенсацияланади.

Устунлар узунлигидаги унча кўп бўлмаган фарқ асбобнинг нул корректору билан босимлар фарқи нул бўлганда тузатилиши мумкин.

О5.25. Сатҳ ўзгаради. Сарф қиймати ошганда босимлар фарқи пайдо бўлади, уларнинг таъсирида дифманометрнинг мусбат камерасидаги мембрана қутиси сиқилади, унинг ҳажми кичраяди, мусбат камера ҳажми эса катталашади. Бир вақтнинг ўзида манфий камерадаги мембрана қутиси кенгаяди, қутининг ҳажми ортади, манфий камера ҳажми камаяди.

Агар мусбат камеранинг ҳажми ортса, унга импульс трубкасида қўшимча миқдорда сув келиб тушади, бу эса мусбат камерадаги сатҳнинг пасайишига олиб келади. Манфий камерадан эса, аксинча, сувнинг бир қисми импульсли трубкача сиқиб чиқарилади, ва ундаги сатҳ ошади.

Шундай қилиб, газ сарфи пайдо бўлганда импульс линияларидаги сув сатҳида фарқ пайдо бўлади, бу фарқ диафрагмада босим фарқини ҳосил қилади. Кўриниб турибдики, импульсли трубкалардаги сатҳларни барқарорлаштирилмаса дифманометр сарф қийматини кам кўрсатади, амалда эса абсолют хатолик сарф ошиши билан ошиб боради.

О5.26. Агарда импульсли трубкалардаги сатҳ ўзгармаганда эди, сарф ўлчагич $Q_0=10 \text{ м}^3/\text{ч}$ ни кўрсатар эди. Сарф қийматининг ўзгариши $Q_0 = 0$ дан $Q_0=10 \text{ м}^3/\text{ч}$ га ўзгарганда мусбат трубкадаги сатҳ ΔH га камаяди:

$$\Delta H = \frac{4\Delta V}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^3}{\pi \cdot 10^3} = 50,9 \text{ мм.}$$

Манфий трубкада сатҳ худди шундай қийматга ошади. Шу боис импульсли трубкалардаги сув сатҳнинг фарқи ҳисобига босимлар фарқи ҳосил бўлади

$\Delta p' = 101,8 \text{ кгс/м}^2$, у газ сарфи туфайли ҳосил бўлган босимлар фарқини камайтиради.

Дифманометрга босимлар фарқи таъсир кўрсатади

$$\Delta p'' = \Delta p - \Delta p' = 1000 - 101,8 = 898,2 \text{ кгс/м}^2.$$

Тахмин қилинишича импульсли трубкаларда сув нормал шароитдадирлар. Сарф ўлчагич кўрсатишлари Q_0 ва ўлчанаётган босимлар фарқи Δp ўртасидаги боғлиқлик квадратли эканлигини $Q_0 = K\sqrt{\Delta p}$, ҳисобга олиб, сарф ўлчагичнинг $\Delta p = 898,2 \text{ кгс/м}^2$ даги кўрсатишини ҳисоблаб чиқиш мумкин:

$$Q_0^* = Q_0 \sqrt{\frac{\Delta p''}{\Delta p}} = 10 \sqrt{\frac{898,2}{1000}} = 9,48 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Ўлчовнинг нисбий хатолиги 5,2% ни ташкил қилади. Импульсли трубкалар диаметрининг катталашуви билан хатолик камаяди, бироқ диаметрнинг трубканинг бутун узунлигида катталашуви мақсадга мувофиқ эмасдир. Бунинг ўрнига импульсли трубкаларнинг торайтирувчи қурилмага уланадиган учларига катта диаметрли идишлар ўрнатиш мумкин. Уларни ишлатиш трубкалардаги сатҳни барқарорлаштиради.

О5.27. О5.26 га ўхшаш идишдаги ДЯ сатҳнинг пасайишини аниқлаймиз

$$\Delta H = \frac{4\Delta V}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{\pi \cdot 100^2} = 0,51 \text{ мм.}$$

2 идишида сатҳ ўзгармайди, чунки манфий камерадан келувчи конденсатнинг ошиқчаси трубага қуйилади. Идишлардаги сатҳларнинг фарқи

босимлар фарқини ҳосил қилади $\Delta p' = 0,51 \text{ кгс/м}^2$. Шундай қилиб, дифманометрға таъсир қилувчи босимлар фарқи қуйидагига тенг бўлади:

$$Q = 10 \sqrt{\frac{999,49}{1000}} = 9,997 \text{ т/ч.}$$

Нисбий хатолик 0,03%. Га тенг бўлади. О5.26. ва О5.27 ларни таққослаб, осонликча тушуниш мумкинки, тенглаштирувчи идишлардан фойдаланиш сатҳларнинг барқарор эмаслиги натижасида келиб чиқувчи хатоларни деярли нолга келтирди.

О5.38. Электромагнит сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципи ўтказгичда ҳосил бўладиган ва магнит майдонида аралашиб кетадиган э.ю.к. ҳосил бўлишига асосланган. Электромагнит сарф ўлчагичларда ўтказгич ролини ўлчанадиган суюқликнинг ўзи бажаради. Шу сабабли, агарда суюқлик электр ўтказувчан бўлмаса, унда э.ю.к. индукцияланмайди. Шундай қилиб, электромагнитли усулдан электр ўтказмайдиган суюқликларнинг сарфини ўлчашда фойдаланиб бўлмайди. Электр ўтказувчан суюқликларга электр ўтказувчанлиги $\chi \geq 10^{-5} \text{ См/м.}$ бўлган суюқликлар киради. Ўтказувчанлиги $\chi \geq 10^{-5} \text{ См/м}$ бўлган суюқликлар электр ўтказмайдиган ҳисобланадилар.

О5.39. Йўқ. Электромагнит индукция қонунига мувофиқ сарф ўлчагичдаги э.ю.к. қуйидаги формула [15] бўйича аниқланади:

$$E = B d v_{\text{cp}},$$

бу ерда B - магнит майдони индукцияси; d – электродлар ўртасидаги масофа; v_{cp} - оқимнинг ўртача тезлиги.

Э.ю.к. нинг нисбати қуйидагича бўлади:

$$\frac{E_{\text{нсл}}}{E_{\text{кон}}} = \frac{B d \cdot 10}{B d \cdot 20} = \frac{1}{2}.$$

О5.40. Сарф ўлчагичдан ўтувчи сувнинг ўртача тезлигини аниқлаймиз

$$v_{\text{cp}} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 200}{3600 \pi \cdot 0,1^2} = 7,07 \text{ м/с.}$$

Электромагнитли сарф ўлчагичда индукциялановчи э.ю.к. нинг қиймати қуйидагича бўлади:

$$E = B d v_{\text{cp}} = 0,01 \cdot 0,1 \cdot 7,07 = 7,07 \cdot 10^{-3} \text{ В} = 7,07 \text{ мВ.}$$

О5.42. Бирламчи ўзгартиргичнинг труба магнитсиз материалдан тайёрланиши зарур, чунки труба магнитли материалдан тайёрланса, унда магнитли куч линиялари труба орқали тутилиб қолади, суюқликда магнит майдони бўлмайди ва сигнал нольга тенг бўлади.

Бундан ташқари бирламчи ўзгартиргичнинг труба электр ўтказмайдиган материалдан тайёрланиши мақсадга мувофиқ бўлар эди. Агарда бу шартларни бажариб бўлмаса, унда трубани ичкарасидан электризоляция материал билан қоплаш керак, чунки трубопроводнинг электр ўтказувчанлиги суюқликникидан икки баробар кам бўлиши лозим. Шунингдек электродлар Ҳамдамов Анвар Махмудович трубадан изоляцияланган бўлиши керак. Агарда бу шартлар бажарилмаса унда бирламчи ўтказгич труба қаршилиги билан шунтланган.

Бу қаршилиқ ўтказгич қаршилиги билан ўлчовдошдир. Бу нарса чиқиш сигналинини сезиларли даражада пасайишига олиб келади.

О5.43. Доимий магнит майдонида бирламчи ўтказгичнинг конструкцияси содда ва габарити кичик бўлади. Бироқ электродларнинг кутблашуви туфайли улардан ион ўтказувчан суюқликлар сарфини ўлчашда фойдаланиб бўлмайди ва фақатгина электрон ўтказувчан суюқликларда қўлланилиши мумкин (масалан, суюқ металллар).

Ишқорлар сарфини ўлчашда ўзгарувчан магнит майдонли электромагнит сарф ўлчагичлар қўлланилади.

$$T_n = \frac{8,0}{0,0358 + 0,1040 \cdot 30^{0,4}} + 253 = 271,2^\circ\text{К}.$$

О5.50. Тирқиш типли тўғри бурчакли оқиб чиқиш тешикли ўзгартиргичда суюқлик сарфи (5-6 р) суюқликнинг тешикнинг қуйи чеккаси устидаги сатҳининг баландлиги бўйича аниқланади [15]:

$$Q = K \sqrt{h}.$$

Тешик диаметри x ва баландлиги dy бўлган, оқиб чиқиш тенглигининг қуйи чеккасидан y баландликдан ўтадиган суюқлик сарфи қуйидагига тенг бўлади:

$$dQ = Ax dy \sqrt{y}.$$

Агар бу ифодани 0 дан h , гача интеграциялаб олсак, унда тешик орқали ўтадиган сарфнинг қийматини оламиз. Агар $A = \text{const}$ бўлади деб ҳисобласак унда

$$Q = Ax \int_0^h \sqrt{y} dy = \frac{2}{3} Ax h^{\frac{3}{2}}$$

Шундай қилиб, тенглама қуйидаги кўринишда ёзилади

$$Q = Kh^{\frac{3}{2}}.$$

Олтинчи боб Муҳит таркибини анализи

О6.1. Ячейкани тўлдирувчи χ эритманинг электр ўтказувчанлиги тенг:

$$\kappa = \frac{1}{R}.$$

Солиштирма электр ўтказувчанлик χ_0 К ячейканинг доимийси билан қуйидагига боғланган

$$\kappa_0 = K\kappa = \frac{K}{R_n},$$

бу ердан $K = \kappa_0/\kappa = \kappa_0 R_n = 12,1 \cdot 13,7 = 165,8$ л/м.

О6.2. Эритманинг нисбий электр ўтказувчанлиги χ_0 қуйидаги ифода орқали аниқланиши мумкин

$$\kappa_0 = \frac{K}{R_n} = \frac{11,2}{5 \cdot 10^6} = 2,24 \cdot 10^{-6} \text{ См/м}.$$

Концентрация тенг:

$$C = \frac{\kappa_0}{\alpha} = \frac{2,24 \cdot 10^{-6}}{1,75 \cdot 10^{-8}} = 128 \text{ мг/л}.$$

О6.3. Температура компенсацияси электродли ячейканинг қаршилиги ўзгариши ΔR_n мисс резистори қаршилигининг ўзгаришига тенг (ва белгиси бўйича тескари) бўлади.

Температураларнинг тор интервалида ячейка қаршилигининг температурага боғлиқлиги қуйидаги кўринишига эга бўлади:

$$R_{яt} = \frac{R_{я1}}{1 + \beta(t - t_1)} = \frac{R_{я1}}{1 + \beta \Delta t},$$

бу ерда t — t_1 — t_2 интервалида эритма электр ўтказувчанлигининг ўртача температуравий коэффиценти; $R_{яt}$ ва $R_{я1}$ — ячейканинг t ва t_1 , температуралари қийматидаги қаршилиги t_1 дан t_2 гача температура ўзгаришида ячейка қаршилигининг ўзгариши $\Delta R_{я}$ тенг:

$$\Delta R_{я} = R_{я2} - R_{я1} = - R_{я1} \frac{\beta(t_2 - t_1)}{1 + \beta(t_2 - t_1)},$$

яъни, қаршилик температура ошишига ночизиқли камаяди

Мис резисторнинг қаршилиги $\Delta R_{я}$ унинг температураси t_1 дан t_2 гача ўзгарганда қуйидагига тенг бўлади:

$$\Delta R_{я} = R_{я0} \alpha (t_2 - t_1),$$

бу ерда $R_{я0}$ — резисторнинг 0°C даги қаршилиги; $\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ — миснинг электр қаршилиги температура коэффиценти.

$\Delta R_{я}$ нинг чизиксиз ва $\Delta R_{я}$ нинг чизикли ўзгариши туфайли тўлиқ компенсацияси (яъни $\Delta R = - \Delta R_{я}$ шартининг бажарилиши) температура диапазонининг иккитадан кўп бўлмаган нуқталарида мумкин. Берилган масалада $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $t_2 = 40^\circ\text{C}$ ва $\Delta t = 20^\circ\text{C}$. Бу ердан осонликча $R_{я0}$ ни топиш мумкин.

$$R_{я0} \alpha \Delta t = R_{я1} \frac{\beta \Delta t}{(1 + \beta \Delta t)};$$

$$R_{я0} = \frac{R_{я1} \beta}{(1 + \beta \Delta t) \alpha} = \frac{K \beta}{\kappa_0 (1 + \beta \Delta t) \alpha}$$

Бизнинг ҳолатда

$$R_{я0} = \frac{190}{7,18} \cdot \frac{1}{(1 + 0,0201 \cdot 20)} \cdot \frac{0,0201}{0,00426} = 89,06 \text{ Ом.}$$

Шундай қилиб, икки нуқтада температура хатолигини компенсациялаш назарий томондан мумкин. Эритманинг концентрацияси унча кўп бўлмаса χ_0 кичик, шу сабабли $R_{я0}$ ката бўлади. Масалан, 0,1% ли КС1 эритмаси учун $\chi_0 = 0,171 \text{ См/м}$, $\beta = 0,0222 \text{ K}^{-1}$ ва бу ҳолатда

$$R_{я0} = \frac{190}{0,171} \cdot \frac{1}{1 + 0,0222 \cdot 20} \cdot \frac{1}{0,00426} = 4010 \text{ Ом.}$$

Бундай қаршиликка эга бўлган мис резисторни тайёрлаш мушкул. Шу сабабли кичик концентрацияларда температура компенсациясини таъминлаш учун χ_0 катта бўлмаганда ячейка электродлари манганинли қаршилик билан шунтлантирилади.

О6.8. Туз ўлчагичнинг кўрсатишлари эритмага NaOH тушиб қолиши туфайли электр ўтказувчанлик ўзгариши ҳисобига кўрсатиши ўзгаради. Концентрацияси кам бўлган эритмаларда маълум бир моддаларнинг электр ўтказувчанлигини умумлаштириш мумкин. Амалиётдан электр ўтказувчанликни ҳисоблаш учун ўтказувчанликнинг нисбий каттали киритилади. У худди шундай

концентрациядаги NaCl эритмасининг ўтказувчанлиги улушида моддаларнинг ўтказувчанлигидир.

NaOH нинг нисбий ўтказувчанлиги 2,8 ни ташкил қилади. Шу сабабли эритмага тасодифан 5 мг/л NaOH тушиб қолиши туз ўлчагич кўрсатишига 14 мг/л NaCl хатолик киритади. Бу миқдор бизнинг ҳолатда ўлчанаётган концентрациянинг 14% га тенг келади.

О6.11. Шкаланинг бошланиши суюқликли контурнинг максимал қаршилигига мувофиқ келади, яъни минимал қиймат $I_{ж}$ ва $I_{к}$ R_3 движок четги қуйи ҳолатда туриши керак, бироқ бунда ток $I_{к}$ нольга тенг бўлмайди, агарда шкаланинг бошланиши ноль электр ўтказувчанликка мувофиқ бўлмаса. Бошланғич ток кучланишни R_2 га тушиши билан таъминланади. Бу кучланишнинг керакли қийматини R_H таъминлаши мумкин. У шкаланинг бошланишини қуриш учун хизмат қилади. Электр ўтказувчанлик максимал бўлганда движок R_3 юқори ҳолатда бўлади, $I_{к}$ эса максимал қийматга эга бўлиши керак. Натижада, кучланиш R_3 га тушиши $I_{к}$ нинг барча ўзгариш диапазонини таъминлайди, яъни асбобнинг ўлчов диапазонини.

О6.12. Нернст тенгламасидан ўзгартириш коэффициенти K ни $T = \text{const}$ да аниқлаймиз

$$K = \frac{\Delta E}{\Delta(\text{pH})} = -0,1984T, \text{ мВ/рН.}$$

Ифодадан кўриниб турибдики, ўзгартириш коэффициенти рН қиймати ўзгариши билан ўзгармайди, яъни $E = f(\text{pH})$ боғлиқлиги линиялидир. Эритма температураси $T = (25 + 273) \text{ К}$ бўлганда биз

$$K = -0,1984 \cdot 298 = -59,12 \text{ мВ/рН.}$$

эга бўламиз.

О6.13. (E , рН) координатлардаги ҳолати температурага боғлиқ бўлмаган нуқта изопотенциал деб аталади. $E = f(\text{pH}, t)$ нинг температура бўйича қисман ҳосила функцияси қуйидаги ифода орқали топилади

$$\frac{\partial E}{\partial t} = -0,198(\text{pH} - 4,13).$$

Бундан келиб чиқадики, э.ю.к. фақат бир нуқтада $\text{pH}_н = 4,13$, да температурага боғлиқлик бўлмайди, яъни бу рН қиймати изопотенциал нуқта координатларининг биридир. Иккинчи координата E_n бошланғич ифода $E = f(\text{pH}, t)$, дан $\text{pH} = \text{pH}_н$ қўйилиши йўли билан аниқланади: $E_n = -203 \text{ мВ}$.

Ўзгартириш коэффициенти K тенг:

$$K = \frac{\Delta E}{\Delta(\text{pH})} = -(54,16 + 0,198t).$$

Шундай қилиб, система э.ю.ки эритманинг температурасига линияли боғлиқ.

О6.16. Маълумки, милливольтметр U кучланишли ўзининг чиқиш симлари ўлчайди, у ташқи занжирдаги кучланишнинг тушишида E манба э.ю.к. дан кичикдир

$$U = \frac{E}{1 + \frac{R_H + R_c}{R_{вх}}} = \frac{500}{1 + \frac{(0,02 + 5) \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^3}} = 0,005 \text{ мВ.}$$

Шундай қилиб, милливольтметр кўрсатиши нольга тенг бўлади. Шунинг учун электродли системаларнинг э.ю.кини ўлчаш учун кириш қаршилиги жуда юқори бўлган қурилма қўлланилиши керак.

О6.17. Анализ қилинаётган компонентнинг тахминий таркиби қуйидаги тарзда аниқланади.

$$C = \frac{V_0 - V_n}{V_0} \cdot 100\% = \frac{100 - 94}{100} \cdot 100 = 6\% \text{ CO}_2.$$

Аралашмадаги CO₂ углерод икки оксидининг ҳақиқий ҳажми

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{V_0 - V_n}{K_n} = \frac{6}{0,95} = 6,315 \text{ мл.}$$

Аралашмадаги углерод икки оксидининг ҳақиқий таркиби

$$C_d = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_0 + V_{\text{вп}}} \cdot 100\% = \frac{6,315}{100 + 2,5} \cdot 100 = 6,16\% \text{ CO}_2.$$

О6.18. Аралашмадаги, температура ўзгаришини ҳисобга олмаганда тахминий кислород мавжудлиги

$$C = \frac{V_0 - V_n}{V_0} \cdot 100\% = \frac{100 - 95}{100} \cdot 100 = 5\% \text{ O}_2.$$

Газ ҳажмининг температура ўзгариши ҳисобига камайиши

$$\Delta V_t = (V_0 + V_{\text{вп}}) \left(1 - \frac{t_2 + 273}{t_1 + 273} \right) = (100 + 2,5) \cdot \left(1 - \frac{303}{313} \right) = 3,27 \text{ мл.}$$

Газ аралашмасининг кислородни ютилиши ва температура ўзгариши ҳисобига ҳажмининг камайиши

$$\Delta V = V_0 - V_n - \Delta V_t = 100 - 95 - 3,27 = 1,73 \text{ мл.}$$

Аралашмада кислороднинг ҳақиқий ҳажми

$$V_{\text{O}_2} = \frac{\Delta V}{K_n} = \frac{1,73}{0,95} = 1,82 \text{ мл.}$$

Аралашмада кислороднинг ҳақиқий таркиби

$$C_d = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_0 + V_{\text{вп}}} \cdot 100\% = \frac{1,82}{100 + 2,5} \cdot 100 = 1,77\% \text{ O}_2.$$

О6.26. Кучланиш компараторининг кўприкли схемасида асбобнинг кўрсатиши реохорд двигогининг ҳолати R_p, билан аниқланади. У шундай ҳолатда ўрнатиладики, унда ўлчов кўпригининг АВ диагоналидаги U_{AB} кучланиш реохорднинг EF участкасидаги U_{EF} кучланишига тенг. Аралашмада O₂ концентрацияси ошганда U_{AB} ошади, бизнинг натижасида мувозанатни сақлаш учун двигог R_p пастга ҳаракат қилиши лозим. Шу боис, асбоб шкаласининг юқори қисмига двигог R_p четги қуйи ҳолати мос келади.

О6.27. Схема ишга яроқли эмас. U_{AB} кучланиши максимал бўлади, U_{CD} эса концентрацияга боғлиқ бўлади ва фақат чегара U_{AB} га тенг бўлади. U_{EF} кучланиши U_{CD} нинг бир қисмини акс этади, яъни O₂ эркин ҳолатида U_{AB}=U_{EF} тенглигига эришиб бўлмайди.

О6.28. Ўлчов кўпригининг R₁ камераси. Агарда магнити шунт R₅ камерасига ўрнатилган бўлса, у ҳолда у R₅ камераси магнит кутбларини туташтирганида U_{EF} кучланиши нольга тенг бўлади. Кучланиш U_{AB}≠0, шу сабабли двигог пастга охиригача силжиган бўлар эди, бу эса стрелканинг

шкала охирига силжишига тенг. Агар шунт R_1 камерасига ўрнатилган бўлса, унинг пастга тушишида $U_{AB}=0$ ва R_p движок юқори ҳолатда ўрнашади, бу эса шкаланинг ноль белгисига мос келади.

О6.30. Оптик – акустик газ анализаторининг филтрлаш камералари анализ қилинмайдиган компонентларнинг ўлчов натижаларига таъсирини камайтириш учун хизматқилади. Маълумки, ўлчовдаги хатоликлар ўлчанаётган компонент таркибида ютиш спектрлари анализ қилинаётган компонентнинг ютиш спектрига тушиб қоладиган компонентлар борлиги натижасида рўй беради. 6-6 суратини кўриб чиқиб, сезиш мумкинки, бу компонентлар CH_4 (унинг ютиш спектри CO_2 нинг ютиш спектрини максимум $\lambda \approx 2,6$ мкм. га беркитади), ва CO газларидир. (CO нинг ютиш спектри CO_2 нинг ютиш спектрини максимум $\lambda \approx 4,3$ мкм. Га беркитади).

Этан C_2H_6 нинг ютиш спектри CO_2 ютиш спектри томонидан беркилмайди. Азот N_2 ва водород H_2 инфрақизил радиацияни ютмайдилар. Юқорида айтиб ўтилганлар туфайли филтрлаш камераларида ютиш спектрлари CO нинг ютиш спектри устига тушадиган газлар, яъни CO ва CH_4 бўлиши керак. Бунда уларнинг филтрлаш камералардаги концентрацияси уларнинг газ аралашмасидаги мумкин бўлган концентрациясидан юқори бўлиши керак. ОА2209 газ анализаторида филтрлаш камералари 50% га CO ва CH_4 дан иборат газ аралашмаси билан тўлдирилган.

О6.33. Ўлчов диапозони камаяди. Шкаладаги стрелканинг ҳолати компенсациялаш камерасидаги поршеннинг ҳолати билан боғлиқ. Шу сабабли асбоб шкаласи узунлиги ўзгармас бўлганда поршеннинг ҳаракати ўлчов диапозонига боғлиқ эмас. Поршеннинг ҳолати концентрацияга боғлиқлигидан келиб чиқиб, (О6-32 ечимга қаранг) кўриниб турибдики, C_k нинг камайиши (ўзгармас максимал χ да) C нинг максимал қийматини камайиши заруратига олиб келади, яъни ўлчов диапозонининг камайишига.

О6.34. Ҳавонинг нисбий намлиги психрометрлик жадваллар бўйича аниқланади. Бу жадваллар ҳар бир психрометр типига қараб бир-биридан фарқ қиладилар. Аспирацион психрометр учун нисбий намлик [25] жадвалдан t_0 қиймати ва $t_c—t_m$ фарқлари орқали аниқланади. Бизнинг ҳолатда $t_c—t_m = 4,0^\circ C$. Интерполяция қилиб, намлик қийматини топамиз $\phi=68,5\%$. Оддий психрометр учун худди ўша t_c ва t_m ларда намлик $\phi = 66,5\%$. кўриниб турибдики, турли психрометрлар учун тузилган жадваллардаги фарқ унча катта эмас.

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАҲСУС ТАЪЛИМ
ВАЗИРЛИГИ**

ТАШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

**«Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув»
кафедраси**

ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАРИ

фанидан лаборатория ишларини бажариш бўйича

УСЛУБИЙ КЎРСАТМА

ТОШКЕНТ - 2012

Ушбу услубий кўрсатма «Автоматлаштириш ва бошқарув» таълим йўналиши талабалари учун «Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан олинган назарий билимларни мустахкамлашга мўлжалланган лаборатория машғулотларини бажариш учун услубий йўлланма ҳисобланади.

Тузувчи: доц. Юнусов И.И.
асс. Юнусов Б.И.

Тақризчи: доц. Ақромходжаев Й.

«Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув» кафедраси мажлисида кўриб чиқилган ва ООМТ факултети Илмий-услубий Кенгашига тасдиқлаш учун тавсия этилган. Протокол № ____ 2012й.

“ИА ва Б” кафедраси мудири

доц. Хамидов Б.Т.

Тошкент кимё-технология институти ООМТ факултети Илмий-услубий Кенгаши томонидан чоп этишга тавсия этилган.

Протокол № ____ «____» _____ 2012 й.

ООМТ факултети

Илмий-услубий Кенгаши раиси

доц. Муталов Ш.

1-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ВИРТУАЛ СТЕНДЛАРДА ТЕМПЕРАТУРАНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Ишдан мақсад:

Ушбу лаборатория иши виртуал стендлар ёрдамида температурани ўлчаш усулларини ўрганишга мўлжалланган.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган температурани ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, ҳисоботда уларнинг ишлашига аниқ тушунтириш беришлари керак бўлади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.

2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.

3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.

4. Юнусов И.И. «Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан маърузалар матни. ТКТИ. 2008 й.г.

5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

Топширик:

Кенгайиш термометрлари, манометрик термометрлар, қаршилиқ термометрлари ва термоэлектрик термометрларнинг ишлаш принциплари билан танишиш;

Кенгайиш термометрлари, манометрик термометрлар, қаршилиқ термометрлари ва термоэлектрик термометрларнинг ишлаш принциплари билан виртуал стендлар ёрдамида танишиш;

Температурани ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, уларнинг ишлашига аниқ тушунтиришлар бериш.

Температурани ўлчашнинг назарий асослари

Модда температураси бошқа термометрик модда хусусиятининг ўзгаришини назорат қилиш йўли билан аниқланади.

Температурани ўлчашда модданинг шундай хусусиятлари танланадики, у температурага боғлиқ равишда ўзгарсин. Бу талабларга термометрик моддаларнинг қуйидаги хусусиятлари мос келади: хажмий кенгайиш, берк хажмдаги босимнинг ўзгариши, электр қаршилиқнинг ўзгариши, электр юритувчи кучнинг (Э.Ю.К.) пайдо бўлиши ва нурланиш интенсивлигининг ўзгариши. Бу хусусиятлардан фойдаланиб температурани ўлчаш усуллари ишлаб чиқилган.

Кенгайиш термометрлари

Бу ўлчов асбобларининг ишлаш принципи температура таъсирида жисмларнинг ҳажми ва чизиқли ўлчамларининг ўзгариши хусусиятига асосланган.

Суюқликли ва механик кенгайиш термометрлари мавжуд.

Суюқликли шиша кенгайиш термометрлари

Бу ўлчов асбоблари ишчи термометрик суюқлик билан тўлдирилган резервуар кичик диаметрли капилляр билан уланган бўлиб, температура ошганда суюқлик ҳажмии ортиб капилляр трубка бўйича маълум бир баландликка кўтарилади. Суюқликнинг капилляр трубкадаги бўйича кўтарилиши бўйича температура аниқланади.

Механик кенгайиш термометрлари. Механик термометрларга дилотаметрик ва биметаллик термометрлар киради. Уларнинг ишлаши ҳар хил чизиқли кенгайиш температура коэффициентига эга бўлган икки қаттиқ жисмнинг температура таъсирида ҳар хил кенгайишига асосланган. Қаттиқ жисм узунлигининг L унинг температурасига боғлиқлиги қуйидаги тенглама орқали ифодаланади

$$L=L_0(1+\alpha t);$$

L_0 -0°C да жисм узунлиги; α - жисмнинг ўртача чизиқли кенгайиш температура коэффициенти, град^{-1} .

Манометрик термометрлар

Манометрик термометрларнинг ишлаши берк ҳажмдаги газ, суюқлик ёки буғнинг босимини температура таъсирида ўзгаришига асосланган.

Ўлчов асбоби қандай ишчи модда билан тўлдирилганига қараб, манометрик термометрлар газли, суюқликли ва буғ-суюқликли турларга бўлинади.

Электр қаршилиқ термометрлари

Ушбу термометрларнинг ишлаш принципи температура таъсирида метал ўтказгичларнинг ярим ўтказгичларнинг электр қаршилигини ўзгаришига асосланган. Температура ошганда металлларнинг электр қаршилиги ошади.

Қаршилиқ термометрларининг афзаллик томонларига қуйидагиларни киритиш мумкин: ўлчашнинг юқори аниқлиги; кичик диапазонда ўлчаш мумкинлиги; автоматик ўлчаб ёзиб боришнинг ва масофага узатишнинг осонлиги.

Термоэлектрик пирометрлар

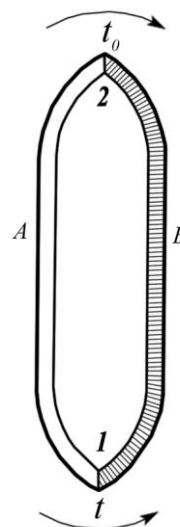
Температурани термоэлектрик пирометрлар билан ўлчаш термоэлектрик эффектга асосланган. Икки ёки бир нечта ҳар хил жинсли ўтказгичлардан ташкил топган берк занжирида, агар ўтказгичлар уланган (ковшарланган) жойларининг камида иккитасида температура ҳар хил бўлса, электр токи ҳосил бўлади.

Икки ҳар хил жинсли ўтказгичлардан ташкил топган занжирга термोजуфт дейилади. Ўзгарувчан температурага (t) эга бўлган ковшар иссиқ ишчи ковшар ва ўзгармас температурага (t_0) эга бўлган ковшар совуқ ковшар дейилади. А ва В ўтказгичлар термоэлектродлар дейилади.

Термоэлектрик эффект металлларда эркин электронлар мавжудлиги билан тушунтирилади. Эркин электронлар сони ўтказгич турига (жинсига) ва унинг температурасига боғлиқ бўлади.

Фараз қилайлик, А металда В металдагидан кўпроқ эркин электронлар мавжуд (1-расм) ва шу сабабли А металдан В металга В металдан А металга нисбатан кўпроқ электронлар диффузияси кузатилади. Натижада А метал мусбат ва В метал манфий зарядлана бошлайди.

Ковшарда ҳосил бўлаётган электр майдони бу электронлар диффузиясига тўсқинлик қилади ва электронлар диффузияси тезлиги электронларнинг орқага қараб диффузияланиш тезлигига тенг бўлиб қолади (яъни, Адан Вга қанча электрон ўтаётган бўлса Вда Ага ҳам шунча электрон диффузияланиб ўтади). Бунда А ва В электродлар орасида қандайдир потенциаллар фарқи ҳосил бўлади.



Термопарада ҳосил бўлаётган йиғинди термоэлектр юритувчи куч (Т.Э.Ю.К) одатда иссиқ ковшар температурасига (t) боғлиқ ўзгаради (совуқ ковшар температураси (t_0) ўзгармас бўлганда)

$$E(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0)$$

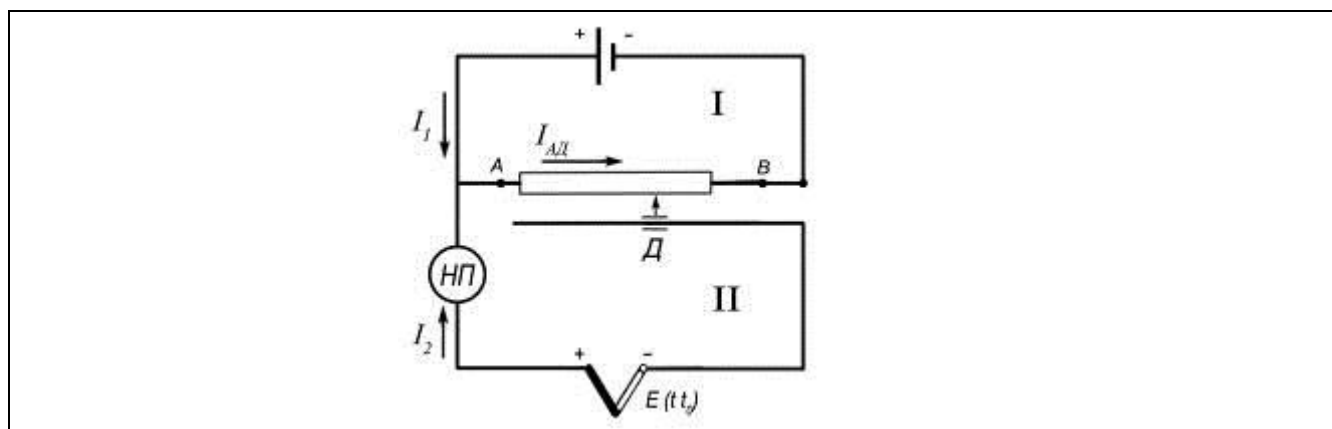
Термоэлектрик пирометрлар билан биргаликда электр ўлчов асбоблари сифатида пирометрик милливольтметрлар ва потенциометрлар ишлатилади.

Потенциометрлар

Потенциометрларнинг ишлаш принципи қуйидагича:

Термопарада ҳосил бўлаётган ТЭЮК ($E(t, t_0)$) унга тенг бўлган кучланиш билан мувозанатланиб, кейин юқори аниқликда ўлчанади.

Термопарани потенциометрик схемага улаганда (2-расм), унинг занжиридаги токнинг йўналиши R_{AD} қаршилиқни участкасида ёрдамчи манбадаги ток йўналишига мос бўлиши керак. Манба занжиридаги токнинг қиймати I_1 , термопара занжиридаги қиймати I_2 . R_{AD} участкадаги ток (I_{AD}) кирхгоффнинг 1-қонунига мувофиқ $I_{AD} = I_1 + I_2$.



2-расм.

Ушбу потенциометр икки электр занжирдан ташкил топган: I-манба занжири; II-термопара занжири.

Кирхгофнинг II – қонунига асосан, термopapa ишлаб чиқаётган ТЭЮК II-термopapa занжиридаги қаршиликлардаги ($R_{\text{НП}}$; R_{BH} ; R_{AD}) кучланишлар тушишига тенг, яъни,

$$E_{(tt0)} = I_2(R_{\text{НП}} + R_{\text{BH}}) + I_{\text{AD}} R_{\text{AD}} = I_2(R_{\text{НП}} + R_{\text{BH}}) + I_1 R_{\text{AD}} + I_2 R_{\text{AD}} = I_2(R_{\text{НП}} + R_{\text{BH}} + R_{\text{AD}}) + I_1 R_{\text{AD}}$$

Ёки, ушбу тенгламани I_2 га нисбатан ечиб, қуйидагини оламиз:

$$I_2 = \frac{E_{(tt0)} - I_1 R_{\text{AD}}}{R_{\text{НП}} + R_{\text{BH}} + R_{\text{AD}}};$$

Бу тенгламадан кўриниб турибдики, суръат $I_2 = 0$ бўлганда нолга тенг бўлади.

Реахорд движоги (D)ни E_{AB} гача суриб ($E_{(tt0)} < E$ шарти бажарилганда) движокнинг шундай холатини топиш мумкинки, бунда термopapa занжиридаги ток нолга тенг бўлсин ($I_2=0$), бунда,

$$E_{(tt0)} - I_1 R_{\text{AD}} = 0 \text{ ёки, } E_{(tt0)} = I_1 R_{\text{AD}} \text{ ёки, } I_1 R_{\text{AD}} = U_{\text{AD}}$$

Қуйидагиларни ҳисобга олиб,

$$\frac{U_{\text{AD}}}{R_{\text{AD}}} = \frac{E}{R_{\text{AB}}}; \text{ ва } \frac{R_{\text{AD}}}{R_{\text{AB}}} = \frac{l}{L}$$

ёзиш мумкин,

$$E_{(tt0)} = U_{\text{AD}} = E \frac{R_{\text{AD}}}{R_{\text{AB}}} = E \frac{l}{L};$$

Охирги тенгламада ўзгарувчан катталиқ бўлиб l ҳисобланади ва унинг қиймати реахорд сургичи холатига (D) га боғлиқ ўзгаради. Шундай қилиб потенциометрларда компенсацион усул қўлланилади.

Компенсацион усулнинг афзаллиги шундаки, унда, ТЭЮК ни термopapa занжиридаги токни нолга тенглаб ўлчанади. Шунинг учун термopapa, уловчи симлар ва НП қаршилигини атроф мухит температурасини ўзгариши натижасидаги ўзгариши ўлчаш аниқлигига таъсири бўлмайди.

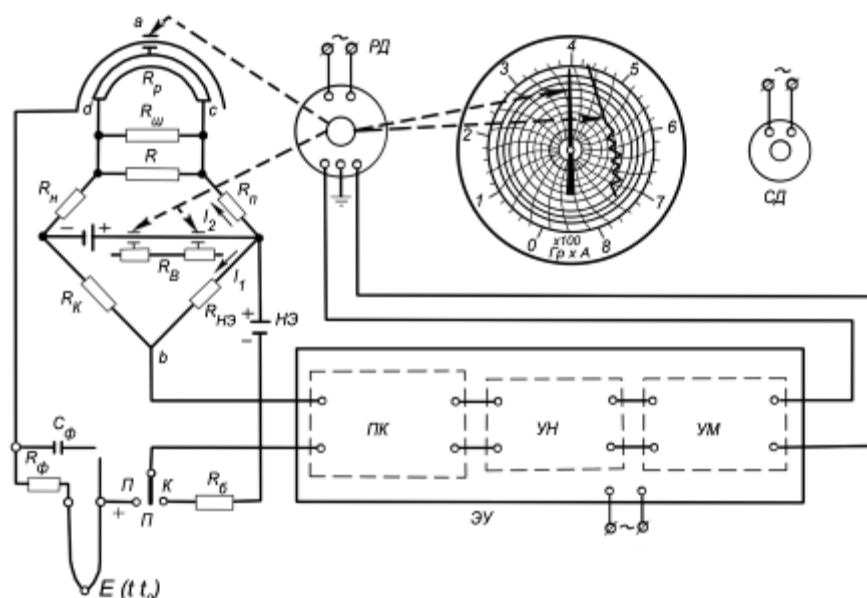
Автоматик потенциометрлар

Агар потенциометрларда термopapa занжирида оқаётган ток нол асбоб стрелкасини нолдан четлаштира, автоматик потенциометрларда нол асбоб бўлмайди. У электрон нол-индикатор билан алмаштирилган бўлади.

Автоматик потенциометр схемасида (3-расм) ҳамма қаршиликлар манганиндан тайёрланади, R_k қаршилиги эса, мис ёки никелдан таёрланади.

Манба занжири икки шаҳобчадан ташкил топган: реохорд R_p уланган ишчи шаҳобча ва $R_{\text{нэ}}$ и R_k қаршиликлар уланган ёрдамчи шаҳобча.

Ёрдамчи шаҳобча ёрдамида термopapa совуқ ковшари температурасининг ўзгаришига, ҳамда эски автоматик потенциометрларда ишчи ток қийматига автоматик тузатишлар киритилади.



3-расм.

Ўлчанаётган термо ЭЮК реохорддаги R_p ва R_n и R_k қаршиликлардаги кучланишлар тушиши билан компенсацияланади, яъни,

$$E_{(tt_0)} = I_1 R_p + I_2 R_n - I_1 R_k = U_{ав}$$

Температура ўзгариши билан $E_{(tt_0)}$ ўзгаради ва у $U_{ав}$ га тенг бўлмай қолади. Бунда ЭК га ўзгартириш каскади ЎК орқали нобаланс кучланиши ΔU берилади.

$$\Delta U = E_{(tt_0)} - U_{ав}$$

ЎК да ўзгармас ток нобаланс кучланиши (ΔU) ўзгарувчан токга айлантирилади ва сўнгра ЭКда реверсив юритма (РЮ) роторини айлантиришга етарли даражада кучланиш ва қуввати бўйича кучайтирилади. РД ротори кинематик равишда ўлчов асбобининг ўлчаш қурилмаси ҳамда реохорд R_p сургичи билан кинематик равишда боғлиқ. нобаланс кучланиши ΔU пайдо бўлиши билан, РД ротори айланишни бошлайди ва реохорд R_p юритгичини суреди, токи

$$\Delta U = 0 \text{ яъни, } E_{(tt_0)} = U_{ав}$$

Эски автоматик потенциометрларда схемада ишчи токни I_1 ўрнатиш учун тумблер назорат “К” ҳолатига қўйилади. Бунда, агар R_{H3} қаршилигидаги кучланишнинг тушиши $I_1 R_{H3}$ нормал элемент ЭЮКга тенг бўлмаса, унда электрон кучайтиргич ЭК га бу кучланишлар фарқига тенг кучланиш $E_{H3} - I_1 R_{H3} = \Delta U_1$ берилади ва РД ротори айланиб $I_1 R_{H3}$ ни E_{H3} га етказди. Бунда $I_1 = \frac{E_{H3}}{R_{H3}}$ бўлиб, РД га сигнал келмайди ва ишчи ток қиймати белгиланган қийматга етади. I_2

R_{H3} – НЭ занжиридаги ўзгармас манганин қаршилиқ;

$R_{ш}$ - R_p реохорддан ўтаётган токни чеклашга мўлжалланган қаршилиқ;

Замонавий автоматик потенциометрларда стабиллашган манбаалар қўлланилганлиги сабабли, ишчи токни ўрнатишга мўлжалланган нормал элемент занжири олиб ташланган.

Автоматик потенциометрларда совуқ қовшар температурасини ошиши билан термопара ишлаб чиқаётган ТЭЮК $E_{(tt_0)} - E_{(tt_0^1)}$ қийматга камаяди.

Шунингдек совуқ ковшар қиймати ўзгариши $U_{ав}$ нинг қийматини ҳам ўзгаришига сабаб бўлади, чунки R_k қаршилиқ совуқ ковшар билан бир хил температурада бўлади, яъни

$$E_{(t_{t_0})} - E_{(t_{t_0}^1)} = I_2 R_p + I_2 R_n - I_1 (R_k + \Delta R_k)$$

Совуқ ковшар температурасини ўзгариши натижасидаги ТЭЮК нинг ўзгариши R_k қаршилиқ ўзгариши натижасидаги қўшимча кучланишлар тушиши $I_1 \Delta R_k$ билан компенсацияланади.

Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси виртуал стендлар кўринишида тайёрланган бўлиб, уларда температурани ҳар хил ўлчаш усуллари анемация кўринишида виртуал равишда кўрсатилган. Хусусан, кенгайиш термометрлари (суюқликли, дилатометрик ва биметаллик), манометрик термометрлар, қаршилиқ термометрлари (автоматик мувозанат кўприклари, логометрлар), автоматик потенциометрларнинг виртуал стендлари ёрдамида кўрсатилган.

Лаборатория ишини бажариш усули ва тартиби

1. Кенгайиш термометрлари ишлашини ўрганиш

Компютерда кенгайиш термометрларининг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, кенгайиш термометрлари ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

2. Манометрик термометрларни ўрганиш

Компютерда манометрик термометрларининг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, манометрик термометрлар ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

3. Қаршилиқ термометрларини ўрганиш

Компютерда қаршилиқ термометрларининг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, қаршилиқ термометрлари ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

4. Термoeлектрик пирометрларни ўрганиш

Компютерда термoeлектрик пирометрларнинг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, термoeлектрик пирометрлар ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

Хисоботни тайёрлаш

Хисобот виртуал стендларни кўриб, ўрганиш натижасида ўлчов асбобларининг чизмалари ва ишлаши тўғрисидаги маълумотларни ўз ичига олади.

2-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ЭЛЕКТР ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАРИНИ ЎРГАНИШ. АВТОМАТИК МУВОЗАНАТ КЎПРИКЛАРИ ВА ЛОГОМЕТРЛАРНИ ТЕКШИРИШ

Ишдан мақсад:

Ушбу лаборатория ишини бажаришдан мақсад, қаршилик термометрлари ёрдамида температурани ўлчашни ва саноатда қўлланиладиган ўлчов асбобларини ўрганишдир.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган температурани ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини (хусусан, автоматик мувозанат кўприклари ва логометрларни), ҳамда текшириш усуллари ўрганади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. «Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан маърузалар матни. ТКТИ. 2008 й.г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

Топшириқ:

1. Қаршилик термометрлари, автоматик мувозанат кўприклари ва логометрлар ишлаш принциплари билан танишиш;
2. Автоматик мувозанат кўприкларини текшириш қурилмаси билан танишиб, уни текшириш;
3. Логометрларни текшириш қурилмаси билан танишиб, уни текшириш.

Температурани қаршилик термометрлари билан ўлчашнинг назарий асослари

Қаршилик термометрларининг ишлаш принципи, металл ўтказгичларнинг электр қаршилигини температура ўзгариши билан ўзгаришига асосланган. Металларда температура ортиши билан уларнинг электр қаршиликлари ортади. Қаршилик термометрларининг афзаллиги қуйидагилардир: ўлчашдаги юқори аниқлилик; температурани кичик диапазонда ўлчаш мумкинлиги; ахборотни масофага узатишни ва автоматик равишда ёзиб боришнинг мумкинлиги.

Қаршилик термометри материалига қуйидаги талаблар қўйилади:

- 1) Физик ва кимёвий хусусиятларнинг температура ўзгариши билан ўзгармаслиги (хусусан, термометр қаршилигини температурадан боғлиқлигини ўзгармаслиги);

2) Ўлчов асбоби сезгирлигини ошириш учун, қаршилик термометри материали электр қаршилиги температура коэффиценти юқори бўлиши керак;

3). Термометрни кичик размерда тайёрлаш мақсадида, ўтказгич катта солиштирма қаршиликга эга бўлиши керак;

4). Тайёрланадиган термометрларни ўзаро алмашинувчанлигини таъминлаш мақсадда металлни тоза холда олиш мумкин бўлиши керак.

Тоза холда олиш мумкин бўлган металллардан қаршилик термометрлари тайёрлашга яроқлиги платина (pt) ва мис (Cu) ҳисобланади.

Энг яхши материал бўлиб платина ҳисобланади, чунки у оксидланиш муҳитида кимёвий инерт бўлиб, уни тоза холда олиш мумкин. Платинининг электр қаршилиги температура коэффиценти $-3,94 \cdot 10^{-3}$ град⁻¹ ва солиштирма қаршилиги - $0,099$ ом мм²/м.

Платинали қаршилик термометри ёрдамида температуранинг $-200^{\circ}\text{C} + 650^{\circ}\text{C}$ чегарада ўлчаш мумкин. Платинани R_t қаршилиги температуранинг $0^{\circ}\text{C} + 650^{\circ}\text{C}$ чегарасида қуйидаги тенглама бўйича аниқланади

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

A ва B - ўзгармас коэффицентлар, уларнинг қиймати градуировкалашда аниқланади;

R_0 - 0°C даги қаршилик.

Мис қаршилик термометрлари ҳам баъзи афзалликларга эга: арзонлиги, тоза холда олишнинг онсонлиги, ҳамда юқори электр қаршилиги температура коэффицентига эгаллиги ($4,26 \cdot 10^{-3}$ град⁻¹).

Камчилиги – солиштирма қаршилигининг кичиклиги $0,017$ ом мм²/м ва юқори температурада осон оксидланиши.

Шунинг учун мис қаршилик термометрларининг ишлатилиш диапазони чеклангандир ($-50^{\circ}\text{C} + 180^{\circ}\text{C}$).

$-50 + 180^{\circ}\text{C}$ интервалда мис қаршилигини температурадан t боғлиқлиги қуйидаги тенглама орқали ифодалади

$$R_t = R_0(1 + \alpha t)$$

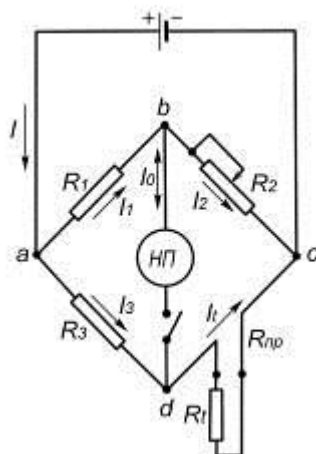
α - электр қаршилиги температура коэффиценти (град⁻¹).

Платинали ва мисли стандарт қаршилик термометрлари (ТСП и ТСМ) ишлаб чиқарилади. 0°C даги бу термометрлар қаршилиги (R_0) ҳар хил қийматларга эга ва шу сабабли ҳар хил градуировкали қаршилик термометрлари ишлаб чиқарилади.

Қаршилик термометрлари билан ишлайдиган иккиламчи ўлчов асбоблари сифатида мувозанатланган автоматик ўлчаш кўприклари, мувозанатланмаган ўлчаш кўприклари ва логометрлар қўлланилади.

Мувозанатланган ўлчаш кўприклари

Мувозанатланган ўлчаш кўприклари (расм 4) «a b c» ва «a d c» икки параллел шахобчалар кўринишида уланган кўприк схемасининг 4 елкасидан ташкил топган.



Расм.4.

R_1 ва R_3 – ўзгармас қаршиликлар;

R_2 – градуировкаланган ўзгарувчи реохорд;

R_t – қаршилик термометри;

Б – ўзгармас ток манбаи;

НП – ноль гальванометр;

R_{np} – уловчи симлар қаршилиги.

Температурани ўлчашда, реохорд сургичини суриб кўприкни мувозанат ҳолига келтиришимиз учун, «с d» диагоналидан ўтаётган токнинг (I_0) қийматини нольга тенгланади ($I_0=0$). Бунда, кўприкнинг b ва d чўққиларидаги потенциаллар бир-бирига тенг бўлади. Манба диагоналидан ўтаётган ток кўприкнинг «a» чўққисида иккига бўлинади (I_1 ва I_3) ва бунда R_1 и R_3 қаршиликлардаги кучланишлар тушиши бир хил қийматга эга бўлади. Яъни,

$$I_1 R_1 = I_3 R_3 \quad (1)$$

Бунда кўприкнинг қолган икки елкасидаги кучланишлар тушиши ҳам бир-бирига тенг бўлади, яъни,

$$I_2 R_2 = I_t (R_t + 2R_{np}) \quad (2)$$

(1) тенгламани (2) га бўлиб:

$$\frac{I_1 R_1}{I_2 R_2} = \frac{I_3 R_3}{I_t (R_t + 2R_{np})} \quad (3)$$

$I_0=0$: бўлганда $I_3=I_t$ ва $I_1=I_2$ бўлишини ҳисобга олиб (Кирхгоф қонунига асосан), математик ўзгартиришлардан сўнг қуйидагиларни оламиз,

$$R_2 R_3 = R_1 (R_t + 2R_{np}) \quad (4)$$

Шундай қилиб, ушбу тенглама ўлчаш кўпригининг мувозанат ҳолати учун мос келади (мувозанат тенгламаси) ва бунда, кўприкнинг қарама-қарши елкалари қаршиликларининг кўпайтмаси бир-бирига тенгдир. (4) тенгламадан математик ўзгартиришлардан сўнг олиш мумкин:

$$R_t = \frac{R_2}{R_1} R_3 - 2R_{np}$$

Агар, $\frac{R_2}{R_1}$ ва R_{np} – ўзгармас катталиклигини ҳисобга олсак, унда

кўприкнинг мувозанат ҳолатида R_t нинг ҳар бир қийматига R_2 нинг маълум қийматлари тўғри келади ва унинг шкаласи қаршилик ёки температура бирликларида градуировка қилиниши мумкин.

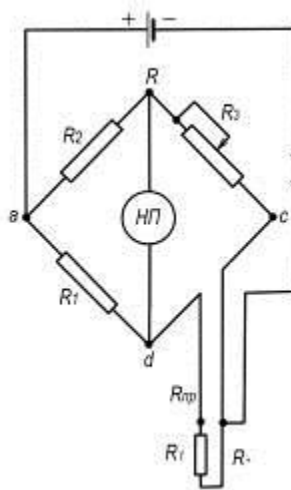
Атроф мухит температурасининг ўзгариши билан уловчи симлар қаршилиги ўзгаради ва бу ўлчаш аниқлигига таъсир қилади.

Ушбу хатоликни йўқотиш учун қаршилик термометри кўприк схемасига уч симлик улаш схемаси бўйича уланади (расм 5). Бунда уловчи симлар кўприкнинг икки ёндош елкаларига уланади, яъни, $R_t + R_{пр}$ ва $R_3 + R_{пр}$.

Уч симлик улаш схемаси учун мувозанат тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади,

$$R_2(R_t + R_{пр}) = R_1(R_3 + R_{пр})$$

Тенгламадан кўриниб турибдики, уловчи симлар қаршиликларини ($R_{пр}$) ўзгариши бир-бирини компенсациялайди. Айниқса, R_1 ва R_2 қаршиликлар тенг бўлганда (симметрик кўприкларда), $R_{пр}$ ўзгариши тўлиқ компенсацияланади.



Расм 5.

Мувозанат кўприкларининг афзаллиги, манба кучланишининг кичик ўзгаришлари ўлчаш аниқлигига таъсир кўрсатмайди.

Мувозанат кўприклари техник (автоматик), кўчириб юриладиган (назорат) ва намунали бўлади.

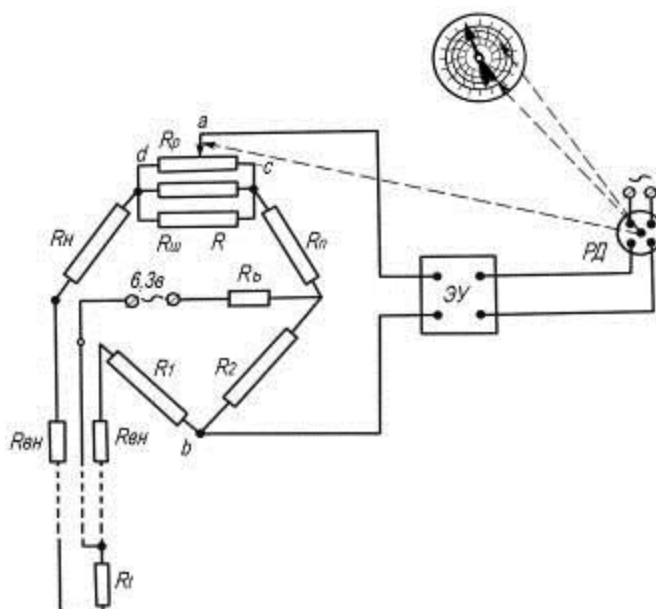
Автоматик мувозанат ўлчаш кўприклари КСМ-3

Ишлаб чиқаришда температуранинг ўлчашда қаршилик термометрлари билан кўрсатувчи ва ёзиб боровчи автоматик мувозанат кўприклари ишлатилади (расм 6).

Атроф мухит температурасининг таъсирини камайтириш мақсадида қаршилик термометрлари кўприк схемасига уч симли схема бўйича уланади.

КСМ-3 ўзгармас қаршиликлар R_1 ва R_2 , R_p реохордан, реохорддан ўтаётган токни чеклашга мўлжалланган $R_{ш}$ шунтловчи резистордан, ўлчов асбобининг пастки ва юқори чегараларини ўзгартиришга мўлжалланган резисторлардан R_n ва R_x ҳамда қаршилик термометри R_t лардан ташкил топган. $R_{пр}^I$, $R_{пр}^{II}$ – резисторлар уловчи симлар қаршилигини градуировка қийматига етказиш учун мўлжалланган.

Ноль гальванометр ўрнига автоматик мувозанат кўприкларига ўлчаш диагонаliga электрон кучайтиргич ЭК уланган бўлади.



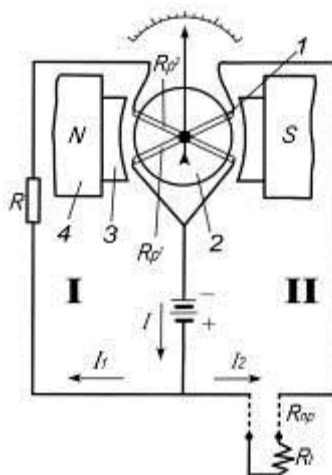
Расм 6.

АВтоматик кўприкларнинг куйидаги турлари ишлаб чиқарилади: КСМ1, КПМ1, КВМ1 миниатюралли ўлчов асбоблари; КСМ2 – кичик габаритли кўприклар; КСМ3 – диск диаграммалли автоматик кўприклар; КСМ4 – лента диаграммалли автоматик кўприклар.

Логометр

Логометрлар магнитоэлектрик тизими ўлчов асбоблари туркумига киради.

Логометрлар ишлаши, ташқи электр манбаига уланган икки параллел электр занжирларидан ўтаётган тоқлар нисбатини ўлчашга асосланган бўлиб, уларнинг ҳар бирига ўлчаш рамкалари уланган бўлади.



Расм 7.

Ўлчов асбоби (расм 7) қаршилик термометри R_θ ўзгармас резистордан R ва манбаадан ташкил топган. Қутб **наконечник**лари 3 орасида цилиндр кўринишидаги пўлат ўзак 2 жойлаштирилган. У магнит **наконечник**лари билан бир хил бўлмаган ҳаво бўшлиғини ҳосил қилади. Бу бўшлиқда бир хил, бир бири билан маҳкамланган изоляцияси бор мис симлардан ясалган R_p^I ва R_p^{II} рамкалар ҳаракатланади.

Ўлчаш схемаси икки параллел занжирлардан ташкил топган. Агар I занжир қаршилиги II занжир қаршилигига тенг бўлса, унда иккала занжирдан ўтаётган тоқлар бир-бирига тенг бўлади, яъни $R + R_p^I = R_t + R_p^{II} + R_{np}$ бўлганда $I_1 = I_2$ бўлади.

Бу ҳолатда, айлангириш моментлари ($M_1 = M_2$) бир-бирига тенг бўлиб, ўлчов асбоби стрелкаси шкаланинг ўртасида бўлади. Температуранинг ўзгариши (ошиши) билан, R_t ўзгаради (ошади), бу I_2 ни (камаяди) ва натижада M_2 ни ўзгартиради. Бунда, R_p^{II} рамка айланиб, ҳаво бўшлиғи кичик бўлган томонга, яъни магнит куч чизиқлари зич томонга қараб бурилади. Рамкалар бир-бири билан маҳкамланганлиги сабабли, биринчи рамканинг магнит куч чизиқлари зич томонга қараб бурилиши, иккинчи рамкани магнит куч чизиқлари сийрак томонга қараб бурилишига сабаб бўлади. Бу эса ўз навбатида, моментларнинг бир-бирига қарама-қарши йўналганлиги сабабли, моментлар тенглашувига сабаб бўлади.

$$M_1 = M_2$$

Яъни, бундай ҳолат B_1 ва B_2 ларнинг ўзгариши сабабли рўй беради. Мувозанат ҳолатини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$2r_1 n_1 l_1 B_1 I_1 = 2r_2 n_2 l_2 B_2 I_2$$

Бу ерда, r - рамка радиуси;

n – ўрамлар сони;

l – рамка узунлиги;

B_1, B_2 - R_p^I ва R_p^{II} рамкалар жойлашган зонадаги магнит индукцияси қийматлари.

Рамкаларнинг ўрамлар сони ва уларнинг геометрик ўлчамлари бир хил ва шунинг учун қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I_1 B_1 = I_2 B_2 \text{ ёки, } \frac{I_1}{I_2} = \frac{B_2}{B_1};$$

Магнит индукциялар нисбати $\frac{B_2}{B_1}$ бир-бирига маҳкамланган рамкаларнинг бурилиш бурчагига φ га ва қутб нақонечниклари формасига боғлиқдир. Шунинг учун,

$$\frac{I_1}{I_2} = f(\varphi) \text{ ёки, } \varphi = f\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$$

Маълумки,

$$I_1 = \frac{E_\delta}{R_p^I + R} \text{ ва } I_2 = \frac{E_\delta}{R_t + R_p^{II} + R_{np}}$$

Ўрнига қўйиб, қуйидагини оламир

$$\varphi = f\left(\frac{R_t + R_p^{II} + R_{np}}{R_p^I + R}\right)$$

$R_p^I, R_p^{II}; R_{np}$ ва R катталиклар ўзгармаслигини ҳисобга олиб, ёзиш мумкин

$$\varphi = \psi(R_t).$$

Шундай қилиб, логометр стрелкасининг бурилиши фақат термометр қаршилигига R_t боғлиқдир.

Логометрларнинг Л-64, Л-64 И (учкундан хавфсиз), ЛР-64-02, икки позицияли ростлагичли турлари мавжуд бўлиб, уларнинг аниқлик синфи одатда 1,5 бўлади.

Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси вертикал ва эгилган ҳолатдаги панелларда ҳамда горизонтал столда йиғилган.

Текширилаётган ўлчов асбоблари (автоматик мувозанат кўприги ва логометр) вертикал панелларда ўрнатилган, эгилган ҳолатдаги панелларда лаборатория қурилмаси чизмалари келтирилган. Горизонтал столда температуранинг ҳар хил қийматлари учун термометр қаршилигининг ўзгаришини иммитация қилувчи қаршилик магазини ўрнатилган.

Лаборатория ишини бажариш усули ва тартиби

1. Автоматик мувозанат кўпригини текшириш

Ушбу лаборатория ишида КСМ 3 ёки КВМ I типдаги автоматик мувозанат кўприкларини текшириш мўлжалланган.

Автоматик кўприкнинг асосий хатолигини унинг кўрсатувини намунали ўлчов асбоби кўрсатувиغا солиштириб топилади. Ушбу лаборатория ишида қаршилик магазини МСР-63 ёрдамида градуировка жадвалида текширилаётган автоматик мувозанат кўпригининг рақамланган нуқталарига мос электр қаршиликлари берилиб, автоматик кўприк кўрсатуви билан солиштирилади ва кўрсатувлар фарқи бўйича асосий хатолик топилади.

Қаршилик магазини текшираётган ўлчов асбобига 3 симлик улаш чизмаси бўйича уланади.

1.1. Текшириш ўлчов асбобининг ҳамма рақамланган нуқталари учун қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

- автоматик мувозанат кўпригини электр манбага уланг;
- қаршилик магазинини текшираётган автоматик мувозанат кўпригига 3 симлик улаш чизмаси бўйича уланг;

- қаршилик магазинида шкаланинг бошланғич қийматига мос қаршиликни ўрнатиш ва ўлчов асбоби кўрсатувини жадвалга ёзиб олиш. Қаршилик магазинида навбатма-навбат шкаланинг рақамланган қийматларига мос қаршиликларни ўрнатиш. Аввал температуранинг ортиб боришида, кейин температуранинг камайиб боришида;

- ўлчаш натижаларини 1-жадвалга киритиш;
- ҳамма текширилган нуқталар учун абсолют, нисбий, келтирилган нисбий ва келтирилган вариацияларни ҳисобланг;
- ўлчов асбобининг яроқчилигига ҳулоса беринг.

1.2. Автоматик мувозанат кўприкларини текширишнинг қуйидаги услубини ҳам қўллаш мумкин.

Магазин қаршилигини ўзгартириб, ўлчов асбоби стрелкасини ўлчаш қийматларини ошириб бориб, ҳар бир рақамланган қийматларга ўрнатилади. Бунда, стрелкани рақамланган нуқтадан ўтиб кетиб, кейин орқага қайтишига рухсат этилмайди. Текширув шкаланинг охириги нуқтасига етгандан сўнг, қаршилик

магазинида энди қаршиликларни орқага қайтишда шкаланинг рақамланган нуқталарига мос қийматларини ўрнатиб текширилади.

Текширув натижаларини жадвалга киритинг.

Градуировка жадвалидан ушбу температурага мос келувчи қаршиликнинг $R_{гр}$ ҳақиқий қиймати аниқланади.

Ошиб боришдаги абсолют ўлчаш хатоликлари аниқланади

$$\Delta_1 = R_1 - R_{град}$$

Қайтишдаги ўлчаш хатоликлари

$$\Delta_2 = R_2 - R_{град}$$

Текширилаётган ўлчов асбобининг келтирилган нисбий хатолиги қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади

$$\gamma = R_{гр} - R/R_v - R_n * 100\%$$

бу ерда $R_{гр}$ – шкаланинг рақамланган нуқтаси учун қаршиликнинг градуировка қиймати;

R – ушбу рақамланган нуқта учун намунали қаршилик магазинидаги қаршилик қиймати;

R_v , R_n – градуировка жадвали бўйича шкаланинг қуйи ва юқори нуқталарига мос келувчи қаршиликлар қиймати.

Ўлчов асбобининг келтирилган вариацияси қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади

$$v = R_1 - R_2 / R_v - R_n * 100\%$$

Ўлчаш ва ҳисоблашлар натижаларини жадвалга киритинг.

Ўлчов асбобнинг ишлатишга яроқлилигига хулоса тайёрланг. Ўлчов асбобининг ҳамма текширилган нуқталардаги ўлчаш хатоликлари ва вариацияси йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликлар қийматидан кичик бўлса, унда ўлчов асбоби ишлатишга яроқли ҳисобланади.

2. Логометрни текшириш

Лаборатория стендида Ш 6900 типидagi логометр ўрнатилган (расм 7).

Логометрга манбаа ўзгармас ток манбаидан берилади.

Логометрни қаршилик термометрини иммитация қилувчи қаршилик магазини ёрдамида текширилади. Қаршилик магазини текшираётган логометрга 3 симлик улаш чизмаси бўйича уланади.

2.1. Текшириш ўлчов асбобининг ҳамма рақамланган нуқталари учун қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

-логометрни электр манбага уланг;

- қаршилик магазинини текшираётган логометрга 3 симлик улаш чизмаси бўйича уланг;

- қаршилик магазини МСР-63 ёрдамида градуировка жадвалида текширилаётган логометрнинг рақамланган нуқталарига мос электр қаршиликларни ўрнатиш ва ўлчов асбоби кўрсатувини жадвалга ёзиб олинг. Аввал температуранинг ортиб боришида, кейин температуранинг камайиб боришида;

-ўлчаш натижаларини 2-жадвалга киритинг;
-ҳамма текширилган нуқталар учун абсолют, нисбий, келтирилган нисбий ва келтирилган вариацияларни ҳисобланг;
-ўлчов асбобининг яроқлилигига ҳулоса беринг.

2.2. Логометрларни текширишнинг қуйидаги услубини ҳам қўллаш мумкин.

Магазин қаршилигини ўзгартириб, ўлчов асбоби стрелкасини ўлчаш қийматларини ошириб бориб, ҳар бир рақамланган қийматларга ўрнатилади. Бунда, стрелкани рақамланган нуқтадан ўтиб кетиб, кейин орқага қайтишига рухсат этилмайди. Текширув шкаланинг охириги нуқтасига етгандан сўнг, қаршилиқ магазинида энди қаршилиқларни орқага қайтишда шкаланинг рақамланган нуқталарига мос қийматларини ўрнатиб текширилади.

Текширув натижаларини жадвалга киритинг.

Градуировка жадвалидан ушбу температурага мос келувчи қаршилиқнинг $R_{гр}$ ҳақиқий қиймати аниқланади.

Ошиб боришдаги абсолют ўлчаш хатоликлари аниқланади

$$\Delta_1 = R_1 - R_{град}$$

Қайтишдаги ўлчаш хатоликлари

$$\Delta_2 = R_2 - R_{град}$$

Текширилаётган ўлчов асбобининг келтирилган нисбий хатолиги қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади

$$\gamma = R_{гр} - R/R_b - R_n * 100\%$$

бу ерда $R_{гр}$ – шкаланинг рақамланган нуқтаси учун қаршилиқнинг градуировка қиймати;

R – ушбу рақамланган нуқта учун намунали қаршилиқ магазинидаги қаршилиқ қиймати;

R_b , R_n – градуировка жадвали бўйича шкаланинг қуйи ва юқори нуқталарига мос келувчи қаршилиқлар қиймати.

Ўлчов асбобининг келтирилган вариацияси қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади

$$v = R_1 - R_2 / R_b - R_n * 100\%$$

Ўлчаш ва ҳисоблашлар натижаларини жадвалга киритинг.

Ўлчов асбобнинг ишлатишга яроқлилигига ҳулоса тайёрланг. Ўлчов асбобининг ҳамма текширилган нуқталардаги ўлчаш хатоликлари ва вариацияси йўл қўйилиши мумкин бўлган асосий хатоликлар қийматидан кичик бўлса, унда ўлчов асбоби ишлатишга яроқли ҳисобланади.

Ҳисоботни расмийлаштириш

Ҳисобот қуйидагиларни ўз ичига олади:

1. Масаланинг назарий асослари;
2. Ишни бажариш тартиби. Автоматик мувозанат кўприги ва логометрларни текшириш услуби;
3. Текшириш ва ҳисоблаш натижалари. Олинган натижаларни тушунтириш. Ўлчов асбобининг яроқлилиги тўғрисида ҳулоса, яъни, унинг аниқлик синфига мослиги.

1-жадвал. Автоматик мувозанат кўпригини текшириш натижалари.

Шкаланинг рақамланган нукталари, °C	Градуировка жадвали бўйича қаршиликлар қиймати	Текшири ла-ётган асбоб-нинг кўрса-туви, °C		Абсолют хатолик, °C		Нисбий хатолик, %		Нисбий келтирилган хатолик, %	Келтирилган вариация, %
		Ортиб боришда	Камайишда	Ортиб боришда	Камайишда	Ортиб боришда	Камайишда		
0									
20									
40									
60									
80									
100									
120									
140									
160									
180									
200									

2-жадвал. Логометрни текшириш натижалари.

Шкаланинг рақамланган нукталари, °C	Градуировка жадвали бўйича қаршиликлар қиймати	Текшири ла-ётган асбоб-нинг кўрса-туви, °C		Абсолют хатолик, °C		Нисбий хатолик, %		Нисбий келтирилган хатолик, %	Келтирилган вариация, %
		Ортиб боришда	Камайишда	Ортиб боришда	Камайишда	Ортиб боришда	Камайишда		
-50									
-40									
-30									
-20									
-10									
0									
10									
20									
30									

40									
50									

3-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ВИРТУАЛ СТЕНДЛАРДА БОСИМНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Ишдан мақсад:

Ушбу лаборатория иши виртуал стендлар ёрдамида босимни ўлчаш усуллари ўрганишга мўлжалланган.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган босимни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, ҳисоботда уларнинг ишлашига аниқ тушунтириш беришлари керак бўлади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. Конспект лекций по курсу «Методы и приборы технологического измерения» ТКТИ. 2008 г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

Топшириқ:

4. Суюқликли, деформацион (пружинали) ва поршенли манометрларнинг ишлаш принциплари билан танишиш;
5. Суюқликли, деформацион (пружинали) ва поршенли манометрларнинг ишлаш принциплари билан виртуал стендлар ёрдамида танишиш;
6. Босимни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, уларнинг ишлашига аниқ тушунтиришлар бериш.

Босимни ўлчашнинг назарий асослари

Суюқликли манометрлар

Ушбу ўлчов асбобларининг ишлаши ўлчанаётган босимни маълум бир баландликдаги суюқлик устуни босими билан мувозанатланишига асосланган.

Суюқликли шиша манометрлар асосан лаборатория шароитларида ўлчашга қўлланилади. Саноатда камдан кам қўлланилади. U-симон, идишчали, эгилган трубкали идишчали, колоколли ва ҳалқали турлари мавжуд.

Икки трубаки U-симон шиша манометри:

Бу ўлчов асбобларида ўлчанаётган босим мувозанатловчи суюқлик устуни баландлиги бўйича аниқланади (рис.8).

$$P = (\rho - \rho_c)gh = \rho gh - \rho_c gh$$

Бу ерда, $g = 9,80665 \text{ м/сек}^2$, ўртача эркин тушиш тезланиши;

ρ и ρ_c – U-симон шиша манометридаги суюқлик зичлиги ва бу суюқлик тепасидаги мухит зичлиги;

h – мувозанатловчи суюқлик устуни баландлиги.

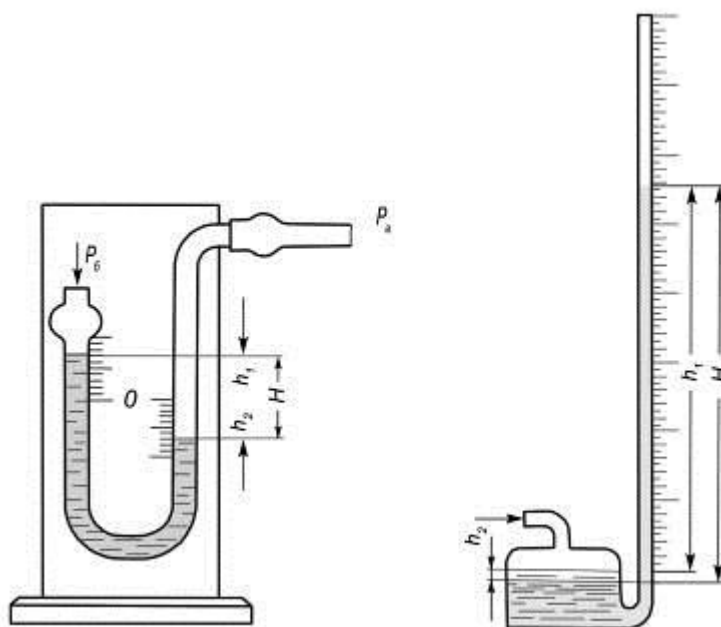


Рис.8

Агар, $\rho \gg \rho_c$ лигини ҳисобга олсак, унда ёзиш мумкин,

$$P = \rho gh \quad \text{ёки} \quad P = kh$$

$$P_1 = P_6 + \rho gh; \quad P_2 = P_6 + P_{\text{изб}}$$

Мувозанат ҳолатида $P_1 = P_2$ лигини ҳисобга олинса, унда

$$P_6 + \rho gh = P_6 + P_{\text{изб}}$$

$$P_{\text{изб}} = \rho gh = \rho g(h_1 + h_2)$$

Деформацион (пружинали) манометрлар

Пружинали манометрларнинг ишлаш принципи, ўлчанаётган босим таъсирида махсус пружиналарнинг бикир деформациясидан фойдаланишга асосланган. Яъни, ўлчанаётган босимни хар хил бикир элементларнинг деформацияланиш кучи билан мувозанатлашувига асосланган.

Қўлланилаётган пружина турига қараб бу ўлчов асбоблари қуйидагича турланади:

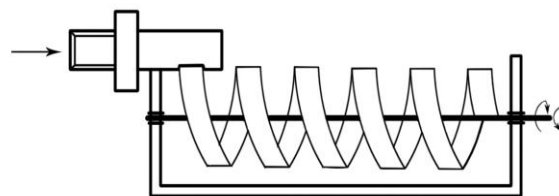
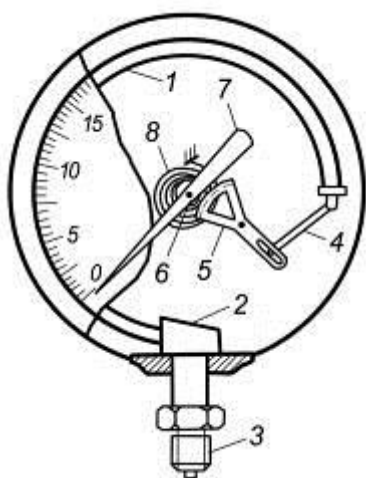
63.Трубасимон пружинали асбоблар;

64.Мембранали асбоблар;

65.Сильфонли асбоблар.

Трубасимон пружинали асбоблар

Француз механиги Бурдон змеевикларни синашда, дефект змеевикларнинг ялпоқланган учлари босим ўзгариши билан силжиётганини тасодифан сезиб қолади. Бу ҳолат унга думалоқ бўлмаган кесимга эга бўлган трубкалар ёрдамида босимни ўлчайдиган асбоб яратиш мумкинлиги фикрини берди. Бу асбоблар ҳозир Бурдон манометрлари деб номланадилар.



Расм 9.

Бу ўлчов асбоби (расм 9.), айлана ёйи бўйича эгилган, думалоқ бўлмаган, эллипсга ўхшаш кесим юзали 1-трубкадан ва 2-ушлагичдан иборатдир. Трубка ичидаги ўлчанаётган босимни ўзгариши, уни деформацияланиб, кесим юзаси думалоқ шаклни олишга интилади. Натижада пружина биқирлиги ортади, ва у трубканинг бу деформацияланишига акс таъсир қилади. Бунда, трубканинг эркин учи эгилади ва поводок 3, тишли сектор 4, шестеренка 5 орқали ўлчов асбоби стрелкасини ўлчанаётган босимга пропорционал бўлган маълум бурчакга силжитади.

Босим ўзгариши билан трубканинг эркин учининг силжишини трубканинг пастки ва тепа юзаларининг бир хил эмаслиги орқали тушунтириш мумкин. Ўлчанаётган босимнинг ортиши билан, трубканинг тепа юзасига таъсир этаётган куч (PS_B) пастки юзага таъсир этаётган кучдан (PS_H) катта бўлади, яъни $PS_B > PS_H$. Натижада трубканинг эркин учи, бу куч трубасимон пружина биқирлиги билан ўзаро мувозанатлангунча, силжий бошлайди.

Бу манометрларнинг ишлашини тушунтириш учун қуйидаги икки шартни қабул қиламиз:

- босим ортиши билан трубка кесим юзасининг кичик ўқи "в" ўлчами ортади;

- деформацияланиш натижасида трубка узунлиги ўзгармайди, яъни, АВ ва А'В' бошланғич узунлигини сақлаб қолади.

Қуйидагича белгиланишларни амалга оширамиз: трубка ўқидан трубканинг ички юзасига масофани $OA = r$; трубка ўқидан трубканинг ташқи юзасига масофани $OA' = R$; манометрик қисм ушлагичидан трубка учига ёйни $\angle AOB = \gamma$ бурчак деб, шу кўрсаткичларни деформациядан сўнгги қийматларини r' ; R' ; γ' деб белгилаймиз.

Иккинчи шартга асосан: $R\gamma = R'\gamma'$ (деформациягача ва деформациядан сўнгги трубканинг ташқи ёйи узунликлари тенг) ва

$r\gamma = r'\gamma'$ (деформациягача ва деформациядан сўнгги трубканинг ички ёйи узунликлари тенг)

Уларни бир биридан айириб, қуйидагиларни оламиз,

$$(R-r)\gamma = (R'-r')\gamma'$$

Биринчи шартга асосан трубка кесим юзасининг кичик ўқи "в" ўлчамининг деформациягача қиймати деформациядан сўнгги қийматидан кичиклигини ҳисобга олиб ($R-r < R'-r'$), қуйидагини ёзиш мумкин

$$v\gamma = v'\gamma'$$

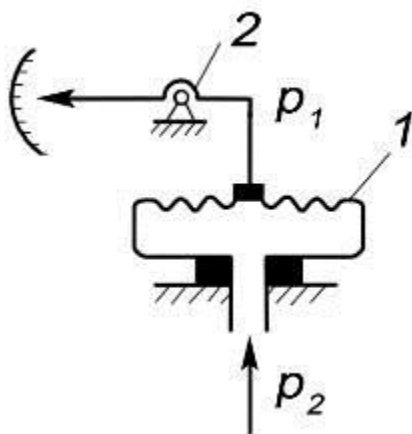
агар, $v < v'$ бўлса, унда, $\gamma > \gamma'$ бўлади, яъни босим таъсирида трубка буралиш бурчаги камайиб, трубка тўғриланишга ҳаракат қилади.

Трубасимон пружинали манометрларнинг кўп ўрамли (6-ва 9 ўрамли) турлари ҳам мавжуд бўлиб, улар бир ўрамли манометрларга нисбатан сезгирлиги юқори бўлиб, паст босимларни ўлчашда ишлатилади (расм 9.).

Мембранали манометрлар:

Мембранали манометрларнинг сезгир элементлари гофрالي мембрана, мембранали коробка ҳамда мембрана блоклари кўринишида бажарилган бўлиши мумкин. Бу ўлчов асбоблари кичик ортиқча босимларни ва вакуумни ўлчашга мўлжалланган (манометрлар, напорометрлар ва тягомерлар). Бу ўлчов асбобларида босим ўзгаришига мос равишда сезгир мембрана деформацияланиб, эгилади. Сезгир гофрالي мембранали манометр қуйидаги кўринишга эга (расм 10.).

Ўлчанаётган босим P_2 ўзгариши билан мембрана деформацияланиб, эгила бошлайди. Мембрана деформацияланиши натижасида, унинг бикирлиги ортади. Деформацияланиш, босим мембрана юзасига текис тақсимланиб ҳосил қилаётган куч билан мембрана бикирлиги мувозанатлангунча давом этади. Мембрана эгилиши узатиш механизми ёрдамида ўлчов асбоби стрелкасига узатилади.



Расм 10.

Сильфонли манометрлар:

Сильфонли манометрларнинг сезгир элементи бўлиб, юпқа қалинликдаги халқасимон гофралик деворга эга бўлган цилиндрик идиш, сильфон тушунилади.



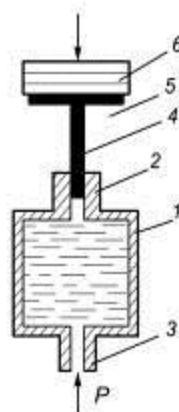
Расм.11.

Сильфон латундан, берилла бронзасидан ва зангламас пўлатдан тайёрланади (расм 11.). Ўлчанаётган босимнинг ортиши билан, сильфон (3) деформацияланишни бошлайди ва бу ҳол ўлчанаётган босим сильфон тубига (2) таъсир этиб ҳосил қилаётган куч билан сильфон биқирлиги ўзаро мувозанатлангунча давом этади. Сильфон тубининг силжиши узатиш қурилмаси ёрдамида стрелкага (1) узатилади.

Юк поршенли манометрлар

Юк поршенли манометрларнинг (расм 12) ишлаши, цилиндрда эркин ҳаракатланаётган поршенга, ўлчанаётган босим ҳосил қилаётган кучни колибрланган юклар ҳосил қилаётган куч билан мувозанатланишига асосланган. Бу юкнинг оғирлигига қараб, поршенга таъсир этаётган босим қиймати аниқланади. Бу ўлчов асбоблари аниқлиги ва сезгирлиги жуда юқори бўлиб, бу манометрлар ёрдамида 2500 кгс/см^2 гача босимни ўлчаш мумкин. Асосан техник манометрлар градуировкасини текшириш учун ишлатилади.

Уловчи штуцер ёрдамида ўлчанаётган муҳит билан уланган, ёғ билан тўлдирилган цилиндр колонкали (2) идишга (1) вертикал равишда кичик бўшлиқ билан (3-5мкм) пўлат поршень (плунжер) 4 ўрнатилган.



Расм 12.

Ташқи томонидан поршень тарелка 5 билан уланган бўлиб, унга ўлчанаётган босим қийматига қараб колибрланган юклар 6 ўлчанаётган босим билан мувозанатлангунча қўйиб борилади.

$$P = \frac{g(G_1 + G_2)}{F}$$

бунда, P – ўлчанаётган босим;

G_1 ва G_2 –тарелка билан поршень ва юкларнинг массаси;

F – поршень юзаси;

g – нормаль эркин тушиш тезланиши.

Юк поршенли манометрларнинг қуйидаги турлари мавжуд: МП-2,5; МП-6; МП-60; МП-600; МП-2500. Уларнинг аниқлик синфи 0,05.

Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси виртуал стендлар кўринишида тайёрланган бўлиб, уларда босимни хар хил ўлчаш усуллари анемация кўринишида виртуал равишда кўрсатилган. Хусусан, суюқликли ва деформацион (трубасимон пружинали, силфонли ва мембранали) манометрлар.

Лаборатория ишини бажариш усули ва тартиби

1. Суюқликли манометрларнинг ишлашини ўрганиш

Компютерда суюқликли манометрлар виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, суюқликли манометрлар ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

2. Деформацион манометрларнинг ишлашини ўрганиш

Компютерда деформацион манометрларининг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, деформацион манометрлар (трубасимон, силфонли ва мембранали) ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

Ҳисоботни тайёрлаш

Хисобот виртуал стендларни кўриб, ўрганиш натижасида ўлчов асбобларининг чизмалари ва ишлаши тўғрисидаги маълумотларни ўз ичига олади.

4-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ТЕХНИК МАНОМЕТРЛАРНИ ТЕКШИРИШ

1. Ишдан мақсад:

Ушбу лаборатория ишини бажаришдан мақсад, техник манометрлар ёрдамида босимни ўлчаш усуллари ва саноатда қўлланиладиган ўлчов асбобларини ўрганиш, ҳамда, уларни ишлатиш кўникмаларига эга бўлишдир.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган босимни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини ўрганади, ҳамда босим сигнал ўзгартиргичларини сошлаш ва текшириш усуллари ўрганади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. «Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан маърузалар матни. ТКТИ. 2008 й.г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

2. Топширик:

1. Босимни ўлчаш усуллари ва асбобларини ўрганиш. Уларнинг ишлаш принциплари ва қурилмалари билан, ҳамда лаборатория қурилмаси ва унинг таркибий қисми билан танишиш;

2. МС-П1 босим сигнал ўзгартиргичи созлаб, сўнгра уни текшириш;
3. Пружинали техник манометрни намунали ва поршенли манометрлар ёрдамида текширинг.

3. Босимни пружинали манометрлар билан ўлчашнинг назарий асослари

Деформацион (пружинали) манометрлар

Пружинали манометрларнинг ишлаш принципи, ўлчанаётган босим таъсирида махсус пружиналарнинг бикир деформациясидан фойдаланишга асосланган. Яъни, ўлчанаётган босимни хар хил бикир элементларнинг деформацияланиш кучи билан мувозанатлашувига асосланган. Қўлланилаётган пружина турига қараб бу ўлчов асбоблари қуйидагича турланади:

66.Трубасимон пружинали асбоблар;

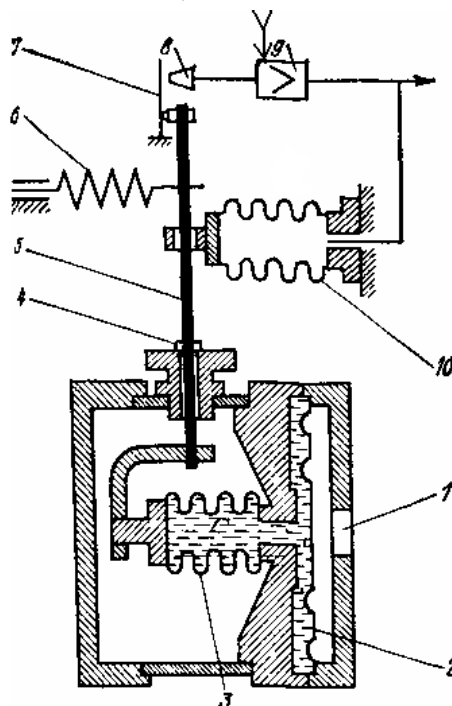
67.Мембранали асбоблар;

68.Сильфонли асбоблар.

Мембранали пневматик сигнал ўзгартиргич 13ДИ13:

Пневматик сигнал ўзгартиргичларнинг чиқиш сигнали 20—100 кПа чегарада ўзгарувчи сиқилган хаво босими ҳисобланиб, унинг манбаа босими 140 кПа бўлади. Бу сигнал ўзгартиргичлар чиқиш сигнаlines 4 мм диаметрли пневматик трубкалар ёрдамида 150 м масофагача ва 6 мм трубкали пневматик трубкалар ёрдамида 300 м гача масофага узатиш мумкин. Хар бир ўлчов асбобига бунда 3 л/мин миқдорга яқин хаво сарфланади.

13ДИ13 типдаги пневматик сигнал ўзгартиргич (расм 13) ишлаши кучни компенсациялашга асосланган. Ўлчанаётган босим ўлчаш блокининг 1–камерасига берилиб, мембрана 2 ва сильфон 3 га таъсир этади ва рычаг 5 ни мембрана 4 атрофида маълум бурчакга айлантиради. Бунда заслонка 7 соплло 8 га нисбатан маълум масофага силжиши, пневмореле тизимида, ҳамда акс таъсир сильфонида ва пневмореле чиқишида босимни ўлчанаётган босимга пропорционал равишда ўзгаришига олиб келади. Ноль корректори пружинаси 6 ёрдамида сигнал ўзгартиргич чиқиш сигнаlines 0,02 МПа га соланади (шкаланинг бошланғич қийматига).



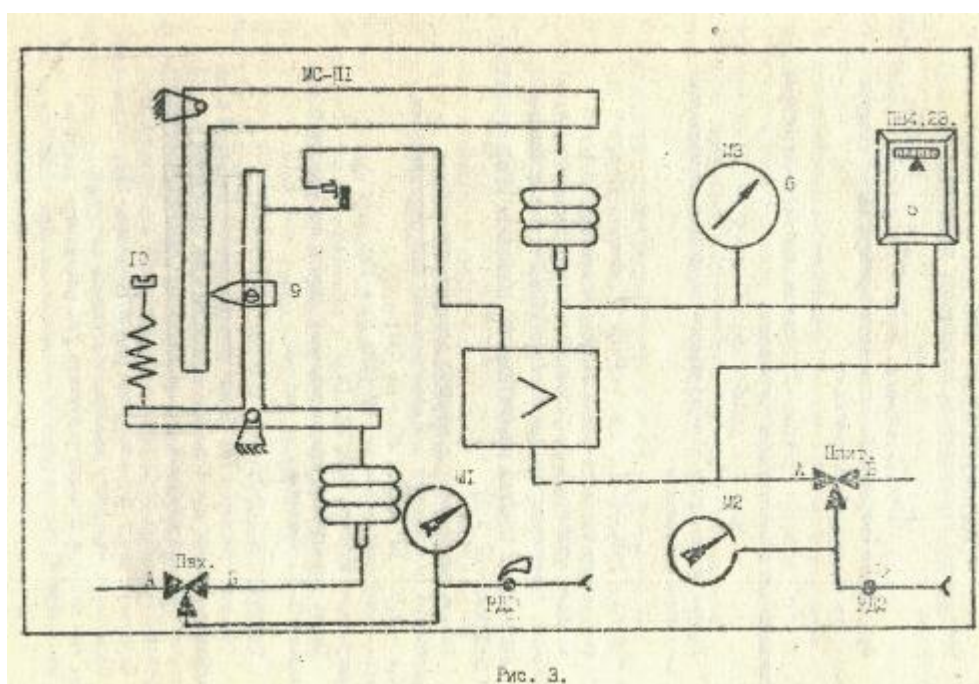
Расм 13.

4. Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси саноатда ишлатиладиган босимни ўлчовчи асбоблар ва сигнал ўзгартиргичлардан ҳамда иккиламчи асбоблардан ташкил топган бўлиб, бу қурилма ёрдамида қўшимча қурилмаларсиз манометрларни текшириш, босимни унификацияланган пневматик сигналга айлантирувчи сигнал ўзгартиргичларни қайта созлаш имконини беради.

Лаборатория қурилмаси таркибига қуйидагилар (расм 14) киради: Сильфонли пневматик сигнал ўзгартиргич МС-П1, намунали манометрлар М1, М2, М3, иккиламчи ўлчов асбоби ПВ4-2Э, ҳамда махсус игнасимон вентиллар ва босим редукторлари РД1 ва РД2 киради.

Алохида столда техник манометрларни намунали манометрлар ёрдамида ва юк поршенли манометр ёрдамида текшириш учун МП-60 маркали юк поршенли манометр (расм 15) ўрнатилган.



Расм 14

5. Сильфонли пневматик сигнал ўзгартиргич МС-П1 ни созлаш ва ўлчаш комплектини текшириш.

Лаборатория ишини бажариш учун сильфонли пневматик сигнал ўзгартиргич МС-П1, намунали манометрлар М1, М2, М3, иккиламчи ўлчов асбоби ПВ4-2Э, ҳамда махсус игнасимон вентиллар ва босим редукторлари РД1 ва РД2 керак бўлади (расм 14).

Ишни бажариш тартиби:

1. Хаво компрессорини ишга тушириб, редуктор РД2 ёрдамида манометр М2 да манба босимини 0,14 МПа микдорда ўрнатамиз;

2. Сигнал ўзгартиргични белгиланган ўлчаш диапозонига созлаймиз. Бунинг учун манометр М1 да редуктор РД1 ёрдамида ўлчаш диапозонининг бошланғич микдорига мос қийматни ўрнатамиз. Бунда, сигнал ўзгартиргичнинг чиқиш сигнали 0,02 МПа га тенг бўлиши керак ва у М3 манометри ёрдамида ўлчанади.

Агар манометр кўрсатиши ушбу қийматдан фарқ қилса, унда “нол корректори” винтини (10) бураб, манометрни 0,02 МПа га келтириш керак бўлади. Ундан сўнг, редуктор РД1 ёрдамида М1 манометрида 0,1 МПа, яъни, МС-П1 босим сигнал ўзгартиргичи ўлчаш диапозонининг юқори чегараси қиймати ўрнатилади. Бунда сигнал ўзгартиргич чиқиш сигнали 0,1 МПа га тенг бўлиши керак. Агар у ушбу қийматдан фарқли бўлса, унда сигнал ўзгартиргични силжувчи таянч нуқтасини (9) силжитиб ўрнатилади. Ўлчанаётган босим чегара қийматига етмасдан чиқиш сигнали 0,1 МПа етса, унда силжувчи таянчни тепага сурилади, агар тескариси бўлса, унда пастга сурилади.

Ўлчов асбоби шкала охирига созлангандан сўнг, яна бир марта шкаланинг бошланғич қиймати текширилади ва ўлчов асбоби созланганлигига ишонч ҳосил қилгандан сўнг, уни текширишни бошлашимиз мумкин.

3. Ўлчаш комплекти иккиламчи асбобининг 5-6 рақамланган нуқталарида (0, 20, 40, 60, 80, 100%) текширишни амалга оширамиз. Бунинг учун редуктор РД1 ёрдамида иккиламчи асбоб рақамланган нуқталарига мос босимлар P_k ўрнатилиб, ҳар бир P_k учун қуйидагилар ўлчанади:

а) P_x – намунали манометр М3 ёрдамида ўлчанаётган сигнал ўзгартиргич чиқиш сигналининг ҳақиқий қиймати;

б) N – иккиламчи асбоб кўрсатиши.

Ўлчаш натижаларини протокол №1 га киритинг.

4. Сигнал ўзгартиргич, иккиламчи асбоб ва ўлчаш комплекти учун алоҳида хатоликларни ҳисобланг.

а) Сигнал ўзгартиргич абсолют хатолиги қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади

$$a_{c\ddot{y}} = P_{\text{ч}} - P_k$$

Бу ерда, $P_{\text{ч}}$ – кириш сигнали P_k га мос келувчи сигнал ўзгартиргич чиқиш сигналининг ҳисобий қиймати.

$P_{\text{ч}}$ қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади

$$P_{\text{ч}} = 0.2 + 0.8 \cdot \frac{P_k}{P_{\text{ч}}}$$

Бу ерда, $P_{\text{ч}}$ - сигнал ўзгартиргич чиқиш сигналининг максимал қиймати 0,1 МПа ($9,8 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$).

Келтирилган нисбий хатоликни қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланг

$$\delta_{c\ddot{y}} = \frac{a_{c\ddot{y}}}{0.8} \cdot 100\%$$

Иккиламчи асбоб хатолигини қуйидагича ҳисобланади:

Олдин абсолют хатолик аниқланади

$$a_{ua} = P_a - P_{ua}$$

где P_{ua} - иккиламчи асбоб кўрсатишига мос босим, қуйидаги тенглама бўйича аниқланади.

$$P_{ua} = 0.2 + \frac{0.8N}{100}$$

N – иккиламчи асбоб кўрсатиши, % да.

Сўнгра келтирилган нисбий хатолик ҳисобланади

$$\delta a_{ua} = \frac{a_{ua}}{0.8} \cdot 100\%$$

в) Ўлчаш комплекти хатолигини ҳисоблаш;
абсолют хатоликни ҳисоблаш

$$a_{\gamma k} = P_{c\gamma} - P_{ua}$$

Келтирилган нисбий хатоликни ҳисоблаш

$$\delta a_{\gamma k} = \frac{a_{\gamma k}}{0.8} \cdot 100\%$$

Ҳамма ҳисоблаш натижаларини протокол №2 га киритинг.

5. Босим сигнал ўзгартиргичи, иккиламчи асбоб ва ўлчаш комплектининг ишлатишга яроқлилиги тўғрисида хулоса тайёрланг.

6. Поршенли манометрни ишга яроқлилигини текшириш ва унинг ёрдамида пружинали манометрни текшириш

Юк поршенли манометр қурилмаси (расм 15) вертикал цилиндрга (8) зич, амма маълум бўшлиқ ҳосил қилиб ўрнатилган пўлат поршен (5) ва унинг тепа қисмига дисклар кўринишидаги калибрланган юкларни (4) қўйиб бориш учун ўрнатилган тарелкадан (7) иборатдир.

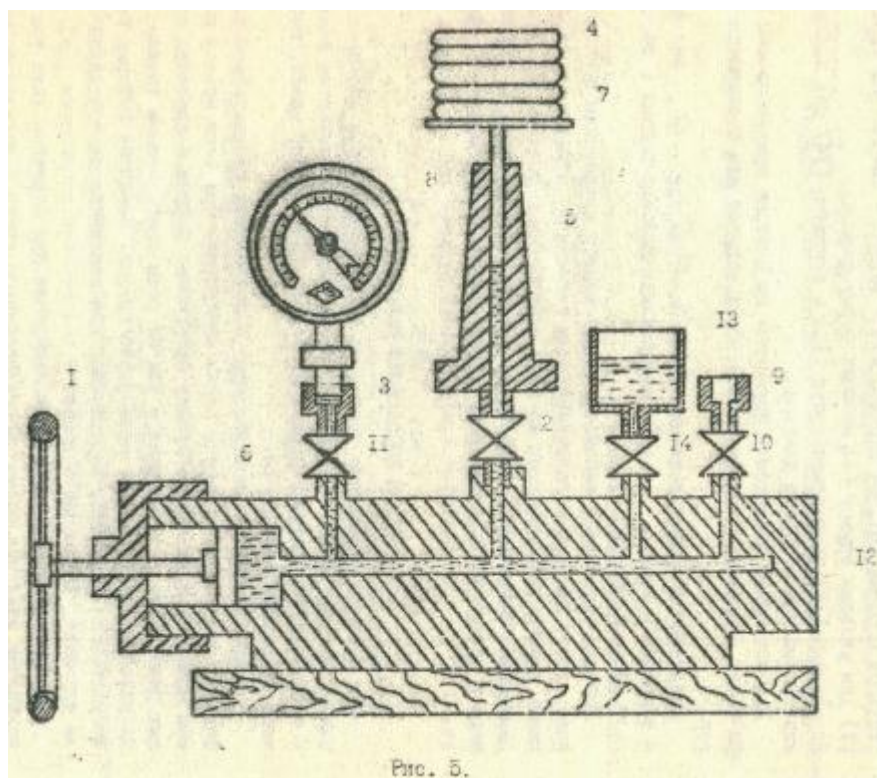
Юк поршенли манометр станинасида (12) тизимни ёғ билан тўлдириш учун вентиль (14) орқали идиш (13) уланган. Текшириладиган техник манометрларни ўрнатиш учун штуцерлар (3,9) ва махсус игнасимон вентиллардан (2,10,11) фойдаланилади.

Юк ҳосил қилаётган босим

$$P = G \cdot S$$

Бу ерда, G – поршень, тарелка ва юкларнинг оғирлиги, S – поршеннинг эффектив юзаси (одатда $= 0,996 - 1,004 \text{ см}^2$).

Пружинали манометрларни текшириш учун текшириладиган манометр кўрсатуви, намунали манометр ёрдамида ўлчанаётган, ҳамма рақамланган нуқталардаги ҳақиқий босим қиймати билан солиштирилади.



Бунда намунали манометрнинг иул қўйиши мумкин бўлган хатолиги, текшириладиган манометр йўл қўйиши мумкин бўлган хатоликдан камида тўрт матра кичик бўлиши керак. Лаборатория ишида техник манометр намунали манометр ёки юк поршенли манометр ёрдамида текширилади.

Ишни бажариш тартиби

Текшириладиган техник пружинали манометрни штуцерга ўрнатиб, игнасимон вентиллар ёрдамида тизим ёғ билан тўлдирилади.

Юк поршенли манометр тарелкасига текшириладиган манометр шкаласининг биринчи рақамланган қийматига мос юк қўйилади. Пресс маховигини бураб, тизимдаги босим поршень ва ундаги юкларнинг оғирлик кучи билан тенглашгунча, тизимда босимни ошириб борилади. Худди шундай, ҳамма рақамланган нуқталарга мос равишда тарелкага юклар ўрнатилиб, тизимда босим ҳосил қилинади ва у босимни текшириладиган манометр ёрдамида ва юк поршенли манометрда (ҳақиқий қиймат) ўлчанади.

Текширишни текшириладиган манометрнинг чегара қийматигача амалга ошириб, шу босим 5 минут давомида ушлаб турилади. Сўнгра, текширишни тарелкадаги юкларни бирма-бир олиб ташлаб, тизимдаги босимни камайтириб бориб амалга оширилади.

Босимни ортиб боришида ва камайишидаги текшириладиган манометр ва намунали манометр кўрсатишларини протокол №2 га киритиб, ҳисоблашлар амалга оширилади. Ҳисоблаш натижалари бўйича текшириладиган манометрнинг ишга яроқлилиги бўйича хулоса тайёрланади.

Худди шундай, техник манометрни намунали манометр ёрдамида ҳам текшириш мумкин. Ишнинг бу қисмини ўқитувчи топшириғи бўйича амалга оширилади.

7. Ҳисоботни тайёрлаш

Иш бўйича ҳисобот қуйидагиларни ўз ичига олади:

1. Ишдан мақсад;
2. Босимни ўлчашнинг қисқача назарий асослари;
3. Ишни бажариш тартиби;
2. Лаборатория қурилмаси баёни;
3. Техник манометрни текшириш протоколи ва хулосалар.

8. Назорат саволлари

1. Босимни ўлчашда қандай биқир элементлардан фойдаланилади?
2. Босимни ўлчам бирликларини ёзинг ва улар орасидаги боғлиқликларни келтиринг?
3. Босимни ўлчаш асбобларининг тавсифини келтиринг:
 - а) ишлаш принципи бўйича;
 - б) конструкцияси бўйича.
4. МС-П1 сигнал ўзгартиргичининг ишлаш принципини тушунтириб беринг ва унинг принципиал чизмасини чизинг.
5. Сизда иккита техник манометр мавжуд: 6 кгс/см^2 ва 4 кгс/см^2 . Агар $P=3 \text{ кгс/см}^2$ босимни ўлчаш керак бўлса, қайси ўлчов асбобини танлашимиз керак ва нима учун?

МС-П1 сигнал ўзгартиргичини иккиламчи асбоб ПВ4-2Э билан комплектда текшириш натижалари

Протокол №1

№	Намунали манометр кўрсатиши М1 (Рк кгс/см ²)	Намунали манометр кўрсатиши М3 (Рд)		Сигнал ўзгартиргичи	Кўрсатилаётган қийматга босим Р _{иа} кгс/см ²	Абсолют хатолик						Келтирилган нисбий хатолик				
						Сигнал ўзгартиргич		Иккиламчи асбоб		Ўлчаш комплекти		Сигнал ўзгартиргич	Иккиламчи асбоб	Ўлчаш комплекти	Иккиламчи асбоб кўрсатиши	
		Орт	Кам			Орт	Кам	Орт	Кам	Орт	Кам				О	Ка

		иб бор иш да	айи б бор иш да			иб бор иш да	айи б бор иш да	иб бор иш да	айи б бор иш да	иб бор иш да	айи б бор иш да				рт иб бо ри ш да	ма йи б бо ри ш да
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0															
2	0,2															
3	0,4															
4	0,6															
5	0,8															
6	1,0															

Пружинали техник манометрни текшириш натижалари

Протокол №2

Кўрсатиши		Хатолиги						Вариант	
Мунавали нометр кг/см ²	Текшири- лаётган манометра	Абсолют кгс/см ²		Нисбий %		Келтирилган нисбий		Абсолют.	Кел.
		Ортиб боришда	Камайиб боришда	Ортиб боришда	Камайиб боришда	Ортиб боришда	Камайиб боришда	кгс/см ²	

5-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ВИРТУАЛ СТЕНДЛАРДА МОДДА МИҚДОРНИН ИЎЛЧАШ УСУЛЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Ишдан мақсад:

Ушбу лаборатория иши виртуал стендлар ёрдамида модда миқдорини ўлчаш усулларини ўрганишга мўлжалланган.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган модда миқдорини ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, ҳисоботда уларнинг ишлашига аниқ тушунтириш беришлари керак бўлади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. Конспект лекций по курсу «Методы и приборы технологического измерения» ТКТИ. 2008 г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

Топшириқ:

1. Парракли ва бурама винт парракли тезлик миқдор ўлчагичлари ва хажмий миқдор ўлчагичларнинг ишлаш принциплари билан танишинг;
2. Парракли ва бурама винт парракли тезлик миқдор ўлчагичлари ҳамда хажмий миқдор ўлчагичларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганинг;
3. Миқдорни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, уларнинг ишлашига аниқ тушунтиришлар беринг.

Модда миқдорини ўлчашнинг назарий асослари

Модда миқдори одатда хажм ёки масса бирлигида ифодаланади ($[м^3]$ ёки $[кг]$). Модда миқдорини ўлчашга мўлжалланган ўлчов асбобларини миқдор ўлчагичлари (счётчиклар) дейилади.

Модда миқдорини ўлчовчи тезлик миқдор ўлчагичлари

Ишлаш принципи суқлик миқдорини паррак ва бурама винтли парракнинг айланиш сонига қараб аниқлашга асосланган бўлиб, унинг айланиш тезлиги ўлчов асбобидан ўтаётган суёқлик тезлигига пропорционал бўлади.

Паррак ёки бурама винтли парракнинг айланиши редуктор қурилмаси ёрдамида, ўлчанаётган суёқликни хажм бирлигида ($м^3$) градуировка қилинган ҳисоблаш-ўлчаш қурилмасига узатилади.

Қовушқоқлиги паст бўлган суёқликларнинг (сув) миқдорини ўлчашда қўлланилади. Тезлик миқдор ўлчагичлари қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

1. Суюқлик оқими парраклар ўртасига тангенсиал йўналтирилган вертикаль парракли миқдор ўлчагичлар (расм 16);

2. Суюқлик оқими бурама винтли парракларга аксиал равишда (бурама винтли паррак ўқиға параллель) йўналтирилган миқдор ўлчагичлар (расм 17).

Биринчи гуруҳ миқдор ўлчагичлари кичик сарфлар учун, иккинчи гуруҳ эса катта сарфлар учун мўлжалланган.



Расм 16.

1 – химояловчи сетка; 2- паррак

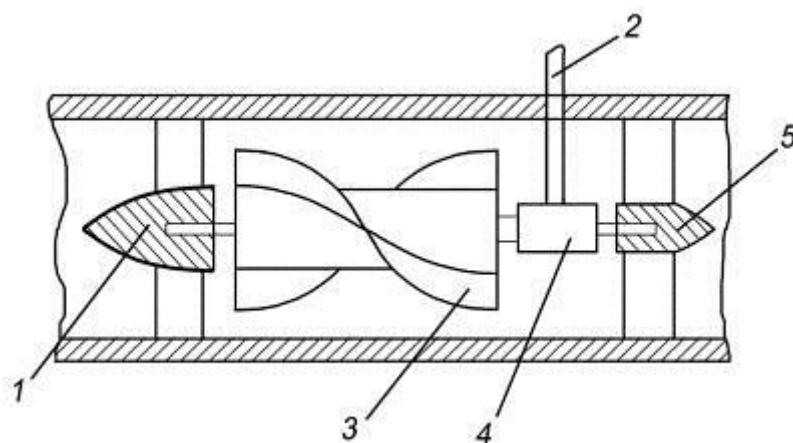
Миқдор ўлчагичнинг узлуксиз, кўп вақт давомида ишлашини характерловчи асосий кўрсаткич бўлиб номинал сарф миқдори ҳисобланади. Бу сарф трубанинг шартли диаметрининг (D_y) 15мм дан 50 мм чегараси учун $1\text{ м}^3/\text{соат}$ дан $9,5\text{ м}^3/\text{соат}$ гача қийматга эға бўлади.

Парракли сув миқдор ўлчагичлари (водомерлар) (расм 16) бир оқимли (одноструйный) куруқ юрувчи (сухоходы) ВКОС ва хўлда юрувчи (мокроходы) ВКОМ, ҳамда, кўп оқимли (многоструйный) куруқ юрувчи (сухоходы) ВКМС ва хўлда юрувчи (мокроходы) ВКММ турлари ишлаб чиқарилади. Куруқда юрувчи миқдор ўлчагичларда ўлчаш қурилмаси ва циферблат суюқликдан ташқарида бўлиб, у суюқликдан герметик тўсиқ билан химояланган бўлади, хўлда юрувчи ўлчагичларда эса, ҳисоблаш қурилмаси ўлчанаётган мухитда жойлаштирилган бўлиб, шиша билан беркитилган бўлади.

Йўл қўйилиши мумкин бўлган хатолик - 2%.

Ўлчов асбобини тайёрлашда эбонит ва пластмассада кенг фойдаланилади. Узатиш механизми кўп шестерналар жуфтлигидан ташкил топган бўлади. Бу миқдор ўлчагичларда парраклар жуда оғир шароитларда ишлагани туфайли, уларнинг кафолат вақти 18 ойдан ошмайди.

Бурама винт парракли - турбинали миқдор ўлчагичлар (расм 17.) $D_y \geq 50\text{ мм}$ учун катта сарфларда ишлатилади. Хатолиги, ҳақиқий қийматга нисбатан - 5%. Бурама винт парраклар одатда тўрт-олти киришли винтлар формасида тайёрланади. Бурама винт парракдан олдин ва кейин 1 ва 5 йўналтирувчилар ўрнатилган. Бу йўналтирувчилар оқимни бурама винт парракларига йўналтиради ва парракни айлантиради. Паррак айланишини ҳисоблаш қурилмасига узатиш учун червяк жуфтлигидан (4 ва 2) фойдаланилади.

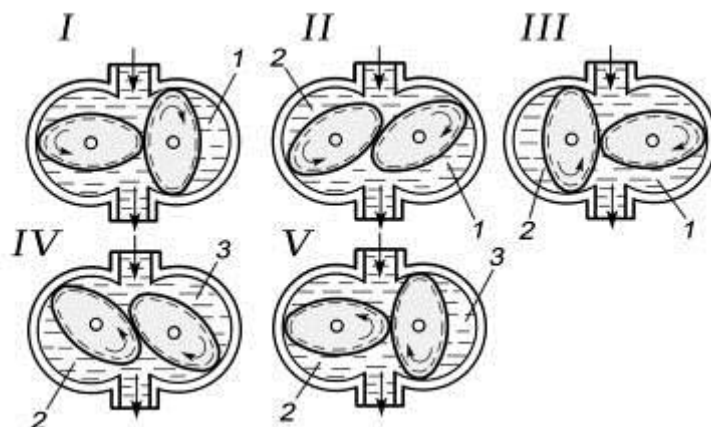


Расм 17.

Қуруқ юрувчи (сухоходы, яъни ўлчаш қурилмаси сув билан контактда бўлмайди) кўринишда тайёрланади. Бу микдор ўлчагичлар муҳитнинг кўрсаткичлари 80°C гача температурада, 1 МПа гача босимда қўлланилиши мумкин. Микдор ўлчагич ўрнатилаётган трубапроводнинг тўғри участкаси узунлиги трубаинг 8-10 диаметридан кам бўлмаслиги керак.

Суюқлик микдорининг ҳажм микдор ўлчагичлари

Ҳажм микдор ўлчагичларининг ишлаш принципи ўлчаш камерасидан босимлар фарқи таъсирида сиқиб чиқарилаётган маълум ҳажмдаги суюқлик ҳажмини ўлчашга ва бу ўлчаш натижаларини жамлашга асосланган. Механик қўшимчалари йўқ бўлган муҳит микдорини ўлчашда қўлланилади. Қовушқоқлиги жуда катта бўлган маҳсулотларнинг микдорини ўлчашда, одатда, бу асбоблар буғ қобиғига эга бўлади.



Расм 18.

Ҳажм микдор ўлчагичлари сифатида овал тишли ғилдираклари бор микдор ўлчагичлардан фойдаланилади (расм 18). Уларда, суюқлик микдор ўлчагичдан ўтиши жараёнида, овал ғилдиракларни айлантириш учун ўзининг маълум микдордаги энергиясини йўқотади. Кираётган оқимга нисбатан овал ғилдиракларнинг жойлашишига қараб, улар навбатма-навбат бошловчи ёки эргашувчи бўлиши мумкин. Овал ғилдиракларнинг айланиши натижасида эса, овал ғилдирак ва микдор ўлчагич деворлари орасида даврий равишда маълум ҳажмдаги суюқлик ажратишиб олинади. Бунда, ғилдиракнинг бир матра айланишида шундай ҳажмдан тўрттаси ажратишиб олинади.

Микдор ўлчагичдан ўтган суюқлик микдори, овал ғилдираклар айланиш сонига қараб аниқланади. Ғилдиракларнинг I ҳолатида, суюқлик ўнг ғилдиракни соат стрелкаси йўналиши бўйича айлантиради, у эса, чап ғилдиракни соат стрелкаси йўналишига тескари йўналишда айлантиради. Бу ҳолатда ўнг ғилдирак маълум (G_T) ҳажмдаги суюқликни ажратади.

Ғилдиракларнинг II ҳолатида чап ғилдирак янги G_2 ҳажмни ажратабошлайди, ўнг ғилдирак эса, ажратилган суюқлик ҳажмини G_1 микдор ўлчагичдан сиқиб чиқаришда давом этади. Бу ҳолатда айлантириш моменти иккала ғилдиракга берилади. Ғилдиракларнинг III ҳолатида энди чап ғилдирак бошловчи бўлади. Бунда у G_2 ҳажмдаги суюқликни ажратиб бўлиб, ўнг ғилдиракни соат стрелкаси йўналиши бўйича айлантиради. Ғилдиракларнинг кейинги айланишлари аввалги ҳолатларга ўхшаш бўлиб, G_2 ва G_3 суюқлик ҳажмлари ажратиб олинади ва ҳакозо.

Хар хил трубапровод диаметрлари учун ва босимлар (1,6 МПа) учун мўлжалланган турлари ишлаб чиқилади. Ўлчаш хатолиги-0,5%.

Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси виртуал стендлар кўринишида тайёрланган бўлиб, уларда модда микдорини ўлчаш усуллари анемация кўринишида виртуал равишда кўрсатилган. Хусусан, парракли ва бурама винт парракли тезлик микдор ўлчагичлари ва ҳажмий микдор ўлчагичлар.

Лаборатория ишини бажариш усули ва тартиби

1. Парракли ва бурама винт парракли тезлик микдор ўлчагичларини ўрганиш

Компютерда парракли ва бурама винт парракли тезлик микдор ўлчагичларининг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, парракли ва бурама винт парракли тезлик микдор ўлчагичларининг ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

2. Ҳажмий микдор ўлчагичлар ишлашини ўрганиш

Компютерда ҳажмий микдор ўлчагичлар виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, ҳажмий микдор ўлчагичларининг ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

Ҳисоботни тайёрлаш

Ҳисобот виртуал стендларни кўриб, ўрганиш натижасида ўлчов асбобларининг ишлаши тўғрисидаги маълумотларни ва чизмаларни ўз ичига олади.

6-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ВИРТУАЛ СТЕНДЛАРДА САРФНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Ишдан мақсад:

Ушбу лаборатория иши виртуал стендлар ёрдамида сарфни ўлчаш усулларини ўрганишга мўлжалланган.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган сарфни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, ҳисоботда уларнинг ишлашига аниқ тушунтириш беришлари керак бўлади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. Конспект лекций по курсу «Методы и приборы технологического измерения» ТКТИ. 2008 г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

Топширик:

1. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ва босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларнинг ишлаш принциплари билан танишиш;
2. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ва босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларнинг ишлаш принциплари билан виртуал стендлар ёрдамида танишиш;
3. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ва босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, ҳисоботда уларнинг ишлашига аниқ тушунтиришлар бериш.

Сарфни ўлчашнинг назарий асослари

Модда сарфи деб вақт бирлигида ўтаётган модда миқдорини шу вақт бирлигига нисбати тушинилади.

Хажмий ва массавий сарфлар мавжуд. Сарф ўлчам бирлиги: $\text{м}^3/\text{сек}$ ва $\text{кг}/\text{сек}$.

Ишлаб чиқаришда қуйидаги сарфни ўлчаш усуллари қўлланилади.

- 1) Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар;
- 2) Сатхи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар;
- 3) Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар;
- 4) Тезлик напори сарф ўлчагичлари;

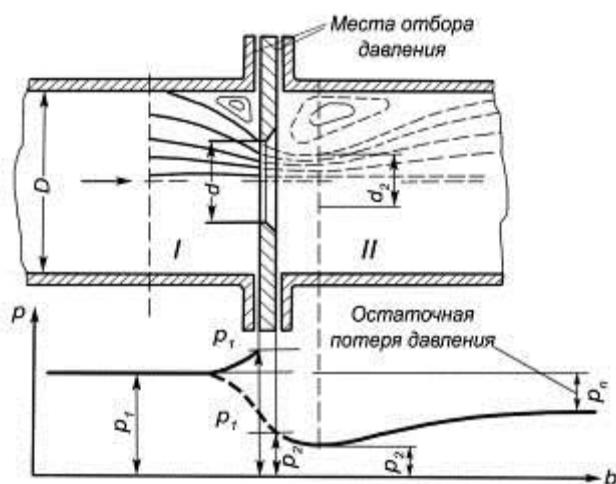
5) Электромагнит (индукцион) сарф ўлчагичлар.

Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар

Бу усул бўйича сарфни ўлчаш, торайтириш қурилмасида, оқимнинг потенциал энергиясини кинетик энергияга айланиши сабабли сарф ўзгаришига пропорционал равишда босимлар фарқи ҳосил бўлишига асосланган.

Ўлчаш техникасида торайтириш қурилмаси сифатида нормал диафрагмалар ва соплолар ишлатилади.

Диафрагма, d диаметр тиркишли юпка диск бўлиб (расм 19), у трубага концентрик равишда ўрнатилган бўлади.



Расм 19.

Оқимнинг торайиши диафрагмагача бошланиб, сўнгра, ундан сўнг маълум масофагача инерция кучи таъсирида торайиш давом этиб, оқим энг кичик юзагача тораяди. Шундан сўнг, оқим секин трубанинг тўлиқ юзасигача кенгаяди. Оқимнинг труба деворлари яқинидаги босими диафрагмадан олдин биров ортади ва диафрагмадан сўнг оқимнинг энг торайган жойида минимумгача камаяди. Сўнгра, оқим кенгайиб, труба деворлари яқинидаги босим ортиб боради, лекин у бошланғич қийматига етиб бормайди. Босимнинг бир қисмини йўқолиши (P_{Π}), энергиянинг ишқаланиш ва уюрмаларни енгилга сарфланиши орқали тушунтирилади. Босимнинг труба ўқидаги ўзгариши труба деворлари ёнидаги қийматига мос келади (диафрагма зонаси бундан истисно). Торайтириш қурилмасида ҳосил бўлаётган босимлар фарқи $P_1^1 - P_2^1$ трубадан ўтаётган модда сарфига боғлиқ катталиқ ҳисобланади.

Сиқилмайдиган суюқликлар учун хажм ва масса бирлигидаги сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$G_{\text{хажм}} = \alpha S_0 \sqrt{\frac{2(P_1^1 - P_2^1)}{\rho}} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$G_{\text{мас}} = \alpha S_0 \sqrt{2\rho(P_1^1 - P_2^1)} \text{ кг/с};$$

Бу ерда α - сарф коэффиценти (S_0 , S_1 кўндаланг кесимга ва v , v_1 тезликларга боғлиқ);

S_0 – диафрагма тирқиши кўндаланг кесим юзаси;

ρ – суюқлик зичлиги.

Сарф коэффиценти α оқим кесим юзаси бўйича тезликнинг суюқлик қовушқоқлигига ва уни труба деворларига ишқаланишига боғлиқлиги сабабли бир текис тақсимланмаганлигини, ҳамда босимни оқим марказида эмас труба деворлари ёнида ўлчанаётганлиги ва ноаниқ оқимнинг энг кичик кесим юзаси S_2 ўрнига S_0 кесим юзасини қабул қилинишини ҳисобга олади.

Газлар ва буғлар учун сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

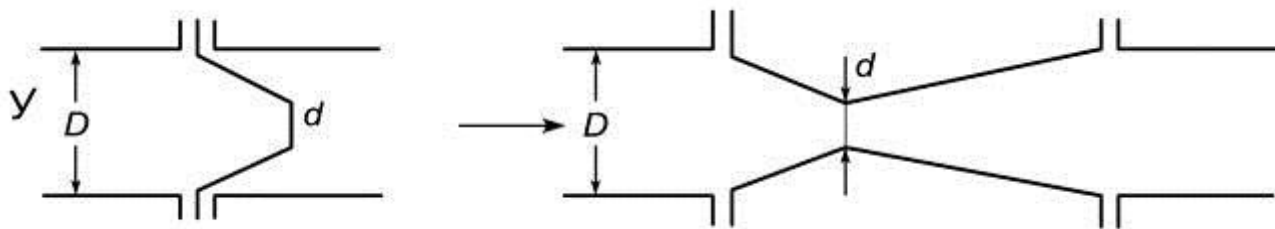
$$G_{об} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{\frac{2(P_1^1 - P_2^1)}{\rho}} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$G_{мас} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{2\rho(P_1^1 - P_2^1)} \text{ кг/с};$$

ε - ўлчанаётган мухитнинг кенгайишини ҳисобга олувчи коэффицент (кенгайиш коэффиценти);

ρ - диафрагма олдидаги мухит зичлиги.

Оқим характери ва босимларнинг тақсимланиши ҳамма торайтириш қурилмаларида ҳам бир хил бўлади (расм 20). Соплоларда босимнинг камайиши фақат соплодан кейин бўлганлиги сабабли улардаги босимнинг йўқолиши P_{II} диафрагмалардагидан кам бўлади. Сопло Вентуридаги босимнинг йўқолиши ундан ҳам кам бўлади, чунки уларнинг профили торайтириш қурилмасидан ўтаётган оқим кесим юзасига яқин бўлади.



Расм 20.

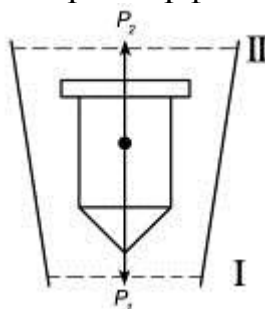
Ҳамма торайтириш қурилмалари учун босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчаш усулларнинг асосий тенгламалари ва назарияси бир хил. Фақат тенгламалардаги баъзи коэффицентлар қийматлари бир-биридан фарқлидир. Бу торайтириш қурилмалари труба диаметри 50 мм ($D > 50\text{мм}$) дан катта бўлган ҳолларда ўрнатилади.

Бу усул билан сарфни ўлчашда торайтириш қурилмаси билан 8; 10; 12мм диаметрли уловчи трубалар ёрдамида уланган дифманометрлар ишлатилади. Ўлчаш комплектига ўлчанаётган мухит турига, унинг хусусиятига қараб қўшимча қурилмалар киритилади. Масалан, буғ сарфини ўлчашда конденсацион идишдан, агрессив мухит сарфини ўлчашда ажратувчи идишдаш фойдаланилади. Бундан ташқари, дифманометр қайерга ўрнатилишига қараб (трубадан пастдами ёки тепадами), газ йиғгичлар ва тиндиргич (отстойник)лар ишлатилади.

Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар

Бу ўлчов асбобларининг ишлаши сарф ўзгариши билан қалқовучни вертикал силжишига ва бунда халқасимон ўтиш кесим юзасини ўзгариши натижасида қалқовучдаги босимлар фарқи ўзгармас бўлиб қолишига асосланган. Ротаметрларнинг шкаласи бир текис деса бўлади ва улар ёрдамида кичик сарфлар ўлчанади. Улардаги босимнинг йўқолиши кичик ва у сарфга боғлиқ эмас.

Ротаметрдан ўтаётган суюқлик ёки газ сарфи ўзгариши (расм 21), қалқовучни халқасимон тирқиш юзасини (қалқовуч ва конус трубка деворлари орасидаги тирқиш юзаси) ўзгариши ҳисобига таъсир этаётган кучлар мувозанатлангунча силжитади ва қалқовуч сарфга мос ҳолатда муаллақ туради. Қалқовуч ҳолатига қараб сарф аниқланади.



Расм 21.

Ротаметр қалқовучига қарама-қарши йўналган кучлар таъсир этади. Тепадан пастга:

1. Оғирлик кучи $V_n \rho_n g$,

Бу ерда, V_n – қалқовуч ҳажми;

ρ_n – қалқовуч материали зичлиги;

g – эркин тушиш тезланиши.

2. Қалқовуч тепа юзасига оқим босими ҳосил қилаётган куч $P_2^1 S$.

Бу ерда, P_2^1 – қалқовуч тепа юзаси бирлигига оқимнинг ўртача босими;

S – қалқовуч юзаси.

Пастдан тепага ҳам қалқовучга икки куч таъсир этади:

3) Қалқовучнинг пастки юзасига оқим босими ҳосил қилаётган куч $P_1^1 S$;

4) Оқимнинг қалқовучга ишқаланиш кучи $k V_k^n S_\delta$;

Бу ерда, k -Рейнольдс сонига Re ва юзанинг ғадир-будирлик даражасига боғлиқ қаршилиқ коэффиценти;

V_k - халқасимон каналда, қалқовуч ён сирти юзасини эгаллаган, оқимнинг ўртача тезлиги;

S_δ - қалқовучнинг ён сирти юзаси;

n – оқим тезлиги қийматига боғлиқ даража кўрсаткичи.

Агар қуйидаги шарт бажарилса, қалқовуч мувозанатда бўлади:

$$V_n \rho_n g + P_2^1 S = k V_k^n S_\delta + P_1^1 S \quad \text{ёки}$$

$$P_1^1 - P_2^1 = \frac{V_n \rho_n g - k V_k^n S_\delta}{S}$$

Агар сарфнинг ҳамма қийматларида V_k ўзгармаса (сарф ўзгариши билан халқасимон канал юзаси ўзгарса), унда, охири тенгламанинг ўнг томон қисми ўзгармайди, яъни, $P_1^1 - P_2^1 = \text{const}$
 Сарф тенгламаси

$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2gV_n(\rho_n - \rho)}{\rho S}} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2gV_n(\rho_n - \rho)\rho}{S}} \text{ кг/с}.$$

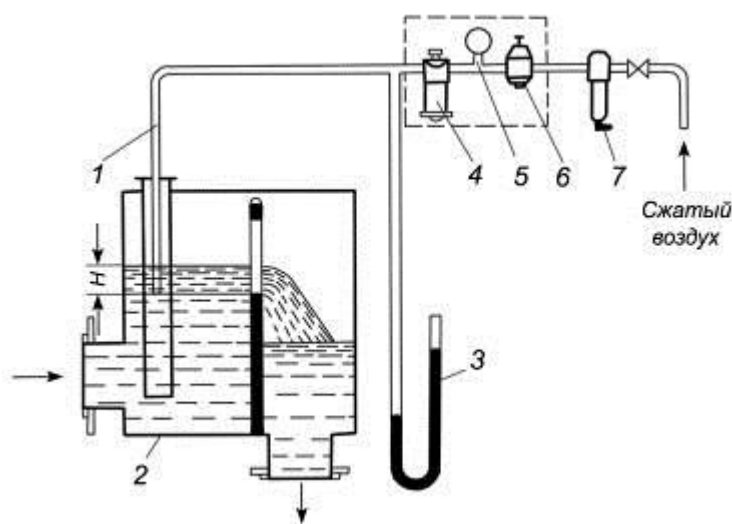
Илдиз остидаги катталиклар ўзгармаслигини ҳисобга олиб,

$$G = \alpha S_k k$$

Сарф коэффиценти α ротаметрлар учун кўп катталикларга боғлиқ. Шунинг учун ҳар бир ротаметр алоҳида экспериментал градуировкаланади.

Сатх ўзгариши бўйича сарфни ўлчаш

Бу сарф ўлчагичларнинг ишлаши идиш ўртасидаги тирқишдан суюқликнинг эркин оқиб ўтишида суюқлик сатҳини сарф ўзгариши билан ўзгаришига асосланган. Ўта актив (агрессив) моддалар, пульсацияланувчи оқимлар ва газлар билан аралаш суюқликларнинг атмосфера босимида сарфини ўлчашда ишлатилади. Ушбу сарф ўлчагич (расм 22) тўғри тўртбурчак кўринишидаги, ўлчанаётган суюқликнинг кириш ва чиқиш штуцерлари бор идиш 2 кўринишида бўлади. Бу идиш ўртасидан тирқиш бор тўсиқ билан бўлингандир. Тирқишдан тошиб ўтаётган суюқлик сатҳи одатда, пьезометрик сатх ўлчагич ёрдамида ўлчанади. Пьезометрик трубка 1 химоя чехолида тирқишдан олдин ўрнатилиб, ундан мунтазам равишда ҳаво ўтказилиб турилади.



Расм 22.

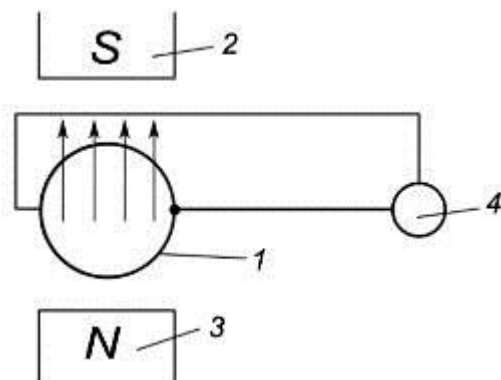
Пьезометрик трубкага берилаётган ҳаво миқдори назорат стакани 4 ёрдамида назорат қилинади, босими эса, редуктор 6 ёрдамида ушлаб турилади ва фильтр 7 ёрдамида тозаланади.

Тошиб ўтаётган суюқлик сатҳи суюқлик сарфи ўзгариши билан ўзгаради ($Q = kh$, бу ерда, k – пропорционалик коэффиценти; H – тошиб ўтаётган суюқлик сатҳи). Пьезометрик трубкадаги босим тирқиш олдидаги

суюқлик сатхи ва зичлигига боғлиқ равишда ўзгаради ва шунинг учун у массавий сарфга ҳам боғлиқдир. Шундай қилиб, суюқликнинг гидростатик босими пьезометрик трубка ва дифманометр 3 ёрдамида ўлчанади.

Электромагнит (индукцион) сарф ўлчагичлар

Электромагнит сарф ўлчагичларнинг ишлаши электр ўтказувчан суюқлик оқимида ташқи магнит майдони таъсирида сарфга пропорционал равишда индуктивланаётган электр юритувчи кучни (ЭЮК) ўлчашга асосланган.



Расм 23.

Номагнит материалдан тайёрланган **трубопровод** 1 (расм 23), унда ҳаракатланаётган суюқлик билан бирга ўзгармас магнит кутблари 2 ва 3 орасига ўрнатилган. **Трубопровод** деворларига диаметриал қарама-қарши равишда ўлчаш электродлари ўрнатилган. Магнит майдони таъсирида суюқликдаги ионлар ҳаракатланиб, ўз зарядларини ўлчаш электродларига беради ва унда суюқлик тезлигига пропорционал ЭЮК (E) ҳосил қилади. Бу электродлар ўлчов асбобига (4) уланади.

ЭЮК қиймати қуйидаги тенглама бўйича топилади:

$$E = B V d$$

Бу ерда, B - магнит индукцияси;

d - трубопровод диаметри;

V – оқимнинг ўртача тезлиги.

Тезликни ҳажмий сарф орқали ифодалаб, қуйидагини олиш мумкин,

$$E = \frac{4B}{\pi d G} ;$$

Тенгламадан кўриниб турибдики, ҳосил бўлаётган ЭЮК сарфга боғлиқ бўлади.

Ушбу усулнинг камчилиги сифатида кутбланиш ЭЮК ва гальваник ЭЮКларни ҳосил бўлиши, ҳамда, кичик ўзгармас ток ЭЮКини кучайтиришнинг қийинлигини келтириш мумкин.

Тезлик напори сарф ўлчагичлари

Сарфни ушбу усул бўйича ўлчаш динамик напорни ўлчанаётган мухит оқими тезлигига боғлиқлигига асосланган. Бернулли тенгламасига биноан тўлиқ ва статик напорлар фарқи

$$P_n - P_c = V^2 \rho / 2$$

Маълумки, динамик напор, $P_v = P_n - P_c$

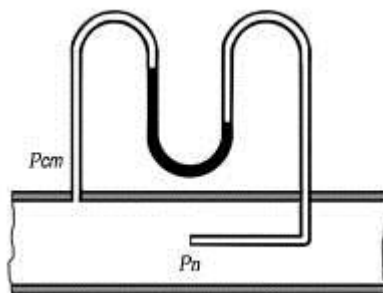
Бундан,

$$V = \sqrt{\frac{2P_v}{\rho}}$$

Бу ерда, P_n ; P_c ; P_v - тўлиқ, статик ва динамик босимлар;

V – оқим тезлиги (площадь);

ρ – зичлик.



Расм.24.

Динамик напорни тезлик трубкалари ёрдамида, дифманометр билан комплектда, ўлчаш мумкин (расм 24). Чап томондаги трубка ёрдамида статик босим, ўнг томондаги трубка ёрдамида эса, тўлиқ босим ўлчанади. Дифманометр динамик босимни, яъни, тўлиқ босим ва статик босимлар фарқини ўлчайди.

$P_v = P_n - P_c$, ёки, $P_v = hg(\rho_1 - \rho)$, ёки,

$$V = \sqrt{\frac{2gh(\rho_1 - \rho)}{\rho}}$$

Бу трубкалар трубка Пито деб номланадилар. Асосан, лаборатория ўлчашларида ва тажриба ишларида қўлланилади.

Бундан ташқари бошқа сарф ўлчагичлар ҳам ишлаб чиқилган: ультратовуш (товуш тебранишларини сарф ўзгаришига мос равишда силжишига асосланган), иссиқлик ва бошқа турлари.

Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси виртуал стендлар кўринишида тайёрланган бўлиб, уларда сарфни ҳар хил ўлчаш усуллари анемация кўринишида виртуал равишда кўрсатилган. Хусусан, Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ва босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларнинг.

Лаборатория ишини бажариш усули ва тартиби

1. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ишлашини ўрганиш

Компютерда босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

2. Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларнинг ишлашини ўрганиш

Компютерда босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларнинг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларнинг ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

Ҳисоботни тайёрлаш

Ҳисобот виртуал стендларни кўриб, ўрганиш натижасида ўлчов асбобларининг чизмалари ва ишлаши тўғрисидаги маълумотларни ўз ичига олади.

7-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

САРФНИ БОСИМЛАР ФАРҚИ ЎЗГАРУВЧАН САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

БИЛАН ЎЛЧАШ

1. Ишдан мақсад

Ушбу лаборатория ишини бажаришдан мақсад, босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ёрдамида сарфни ўлчаш усуллари ва саноатда қўлланиладиган ўлчов асбобларини ўрганиш, ҳамда, уларни ишлатиш қўникмаларига эга бўлишдир.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган сарфни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини ўрганади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. «Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан маърузалар матни. ТКТИ. 2008 й.г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

2. Топширик:

1. Сарфни ўлчаш усуллари ва асбобларини ўрганиш. Уларнинг ишлаш принциплари ва қурилмалари билан, ҳамда лаборатория қурилмаси ва унинг таркибий қисми билан танишиш.
2. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагич ўлчаш комплектини текшириш.

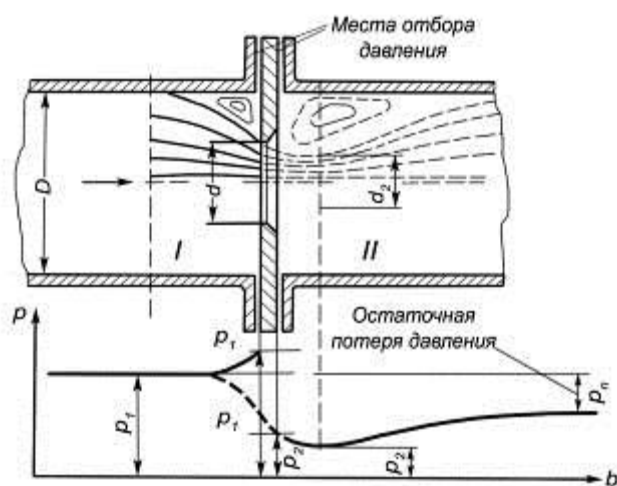
3. Сарфни ўлчашнинг назарий асослари

Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар

Бу усул бўйича сарфни ўлчаш, торайтириш қурилмасида, оқимнинг потенциал энергиясини кинетик энергияга айланиши сабабли сарф ўзгаришига пропорционал равишда босимлар фарқи ҳосил бўлишига асосланган.

Ўлчаш техникасида торайтириш қурилмаси сифатида нормал диафрагмалар ва соплалар ишлатилади.

Диафрагма, d диаметр тирқишли юпқа диск бўлиб (расм 25), у трубага концентрик равишда ўрнатилган бўлади.



Расм 25.

Оқимнинг торайиши диафрагмагача бошланиб, сўнгра, ундан сўнг маълум масофагача инерция кучи таъсирида торайиш давом этиб, оқим энг кичик юзагача тораяди. Шундан сўнг, оқим секин трубанинг тўлиқ юзасигача кенгаяди. Оқимнинг труба деворлари яқинидаги босими диафрагмадан олдин бироз ортади ва диафрагмадан сўнг оқимнинг энг торайган жойида минимумгача камаяди. Сўнгра, оқим кенгайиб, труба деворлари яқинидаги босим ортиб боради, лекин у бошланғич қийматига етиб бормайди. Босимнинг бир қисмини йўқолиши (P_{Π}), энергиянинг ишқаланиш ва уюрмаларни енгишга сарфланиши орқали тушунтирилади. Босимнинг труба ўқидаги ўзгариши труба деворлари ёнидаги қийматига мос келади (диафрагма зонаси бундан истисно). Торайтириш қурилмасида ҳосил бўлаётган босимлар фарқи $P_1^1 - P_2^1$ трубадан ўтаётган модда сарфига боғлиқ катталиқ ҳисобланади.

Сиқилмайдиган суюқликлар учун хажм ва масса бирлигидаги сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$G_{\text{хажм}} = \alpha S_0 \sqrt{\frac{2(P_1^1 - P_2^1)}{\rho}} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$G_{\text{мас}} = \alpha S_0 \sqrt{2\rho(P_1^1 - P_2^1)} \text{ кг/с};$$

Бу ерда α - сарф коэффиценти (S_0 , S_1 кўндаланг кесимга ва v , v_1 тезликларга боғлиқ);

S_0 – диафрагма тирқиши кўндаланг кесим юзаси;

ρ – суюқлик зичлиги.

Сарф коэффиценти α оқим кесим юзаси бўйича тезликнинг суюқлик қовушқоқлигига ва уни труба деворларига ишқаланишига боғлиқлиги сабабли бир текис тақсимланмаганлигини, ҳамда босимни оқим марказида эмас труба деворлари ёнида ўлчанаётганлиги ва ноаниқ оқимнинг энг кичик кесим юзаси S_2 ўрнига S_0 кесим юзасини қабул қилинишини ҳисобга олади.

Газлар ва буғлар учун сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

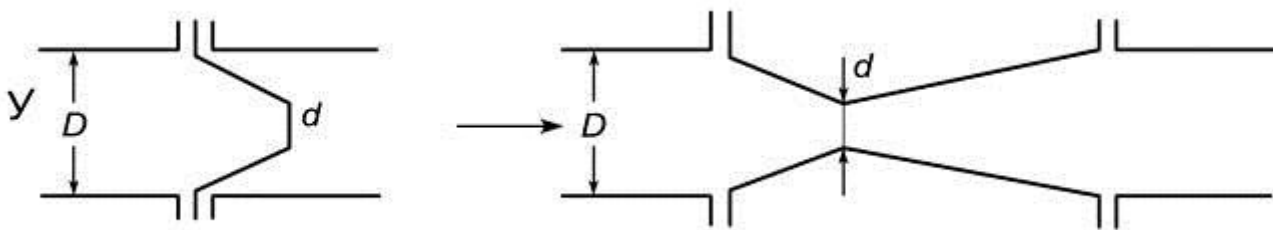
$$G_{об} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{\frac{2(P_1^1 - P_2^1)}{\rho}} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$G_{мас} = \alpha \varepsilon S_0 \sqrt{2\rho(P_1^1 - P_2^1)} \text{ кг/с};$$

ε - ўлчанаётган мухитнинг кенгайишини ҳисобга олувчи коэффициент (кенгайиш коэффициенти);

ρ - диафрагма олдидаги мухит зичлиги.

Оқим характери ва босимларнинг тақсимланиши ҳамма торайтириш қурилмаларида ҳам бир хил бўлади. Соплоларда (расм 26) босимнинг камайиши фақат соплодан кейин бўлганлиги сабабли улардаги босимнинг йўқолиши P_{Π} диафрагмалардагидан кам бўлади. Сопло Вентуридаги босимнинг йўқолиши ундан ҳам кам бўлади, чунки уларнинг профили торайтириш қурилмасидан ўтаётган оқим кесим юзасига яқин бўлади.



Расм 26.

Ҳамма торайтириш қурилмалари учун босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчаш усулларнинг асосий тенгламалари ва назарияси бир хил. Фақат тенгламалардаги баъзи коэффициентлар қийматлари бир-биридан фарқлидир. Бу торайтириш қурилмалари труба диаметри 50 мм ($D > 50\text{мм}$) дан катта бўлган ҳолларда ўрнатилади.

Бу усул билан сарфни ўлчашда торайтириш қурилмаси билан 8; 10; 12мм диаметрли уловчи трубкalar ёрдамида уланган дифманометрлар ишлатилади. Ўлчаш комплектига ўлчанаётган мухит турига, унинг хусусиятига қараб қўшимча қурилмалар киритилади. Масалан, буғ сарфини ўлчашда конденсацион идишдан, агрессив мухит сарфини ўлчашда ажратувчи идишдаш фойдаланилади. Бундан ташқари, дифманометр қайерга ўрнатилишига қараб (трубадан пастдами ёки тепадами), газ йиғичлар ва тиндиргич (отстойник)лар ишлатилади.

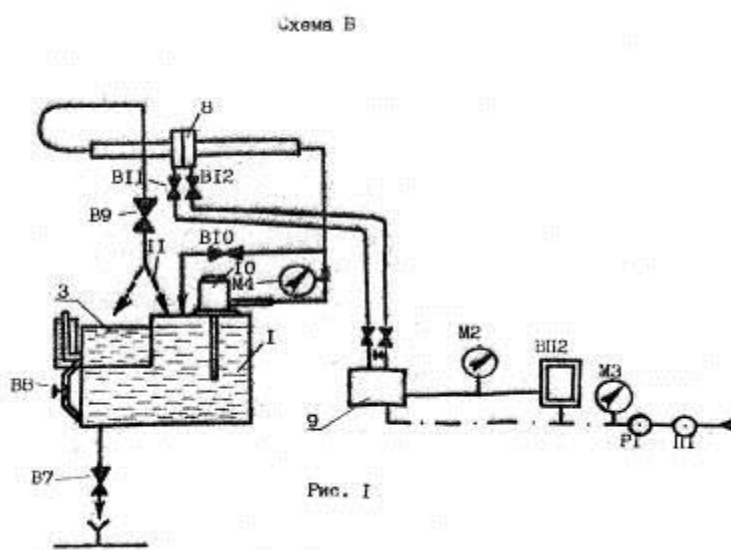
Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси саноатда ишлатиладиган сарф ўлчагичлар ва улар билан ишлайдиган иккиламчи асбоблардан ташкил топган. Шунингдек, ушбу қурилма босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичларнинг ўлчаш комплектини тадқиқ қилишда ҳам ишлатилиши мумкин (расм).

Лаборатория қурилмаси (расм 27) таркибига диафрагма 8, пневматик сигнал ўзгартиргичли дифманометр 9, иккиламчи асбоб ВП2, жойида ўрнатиш манометр М2, манометр М4, насос 10, эгилувчан шланг 11 лар кирази.

Суюқликни (сув) сақловчи бак 1, суюқлик миқдорини ўлчовчи бак 3, манометрлар М3, редуктор Р1, иккиламчи асбоблар ВП1 ва ВП2 лар, манометрлар М1, М2, М3, электр энергиясини ва сиқилган ҳавони ўчириб ёқувчи қурилмалар, редукторлар ва қурилманинг мнемосхемаси лаборатория қурилмасининг вертикал ва эгилган панелларида жойлаштирилган. Сарф ўлчагичлар орқали ўтаётган модда сарфини ўзгартириш, суюқликни сақловчи бак ва суюқлик миқдорини ўлчовчи бакларга сув бериш ва уларни бўшатиш учун В1 ва В2 вентиллардан фойдаланилади.

Суюқликни сақловчи бакдан (1) сув насос (10) ёрдамида текширилади днафрагма (8) орқали суюқлик миқдорини ўлчовчи бакга 3 ёки яна сақловчи бакга (эгилувчи шланг (11) ҳолатига қараб) берилади.



Расм 27.

5. Лаборатория ишини бажариш усули ва тартиби

Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагич ўлчаш комплектини текшириш

Суюқликни сақловчи бак (расм 27), насос 10 ёрдамида, насос напор қурилмаси тўлгунча сув билан тўлдирилади. В9, В10, В11, В12 вентиллар очилади. Вентиль В8 берк бўлиши керак. Эгилувчан шлангни (2) сақловчи бакга тўғрилаб, насос ёқилади ва вентиллар В9 ва В10 ёрдамида суюқлик сарфини иккиламчи асбоб шкаласининг биринчи рақамланган қийматига ўрнатилади. Эгилувчан шлангни суюқлик миқдорини ўлчовчи бакга тўғрилаб, секундомер ёқилади. 60 секунддан кейин эгилувчан шлангни сақловчи бакга ўтказилади ва суюқлик миқдорини ўлчовчи бакга ўрнатилган сатх ўлчовчи шиша ёрдамида суюқлик ҳажми ҳамда иккиламчи асбоб кўрсатуви, М2 манометр кўрсатувлари аниқланиб протоколга киритилади. Худди шундай ўлчашларни иккиламчи асбобнинг ҳамма рақамланган нукталарида амалга оширилади.

Манометр М4 кўрсатувини ҳамма тажрибаларда бир хил қийматда ушлаб туриш керак. Насосни ўчириб, шкаланинг ҳамма рақамланган нуқталари учун босимлар фарқи аниқланади. Дифманометрнинг ўлчаш диапазони 0-100 кгс/м². Тажриба натижаларини протоколга киритинг.

Иккиламчи асбобнинг ҳамма рақамланган нуқталарига мос келувчи суюқлик сарфининг ҳақиқий қийматини тенглама (1) бўйича аниқланг. Натижаларни протоколга киритинг. Ундан сўнг сарфнинг ҳисобий қийматларини иккиламчи асбобнинг ҳамма рақамланган нуқталари учун аниқланг, Бунинг учун торайтириш қурилмаси-диафрагмани тескари ҳисоблаш керак бўлади.

Ҳисоблаш қуйида келтирилган усулда амалга оширилади:

Берилган:

Ўлчанаётган муҳит – сув;

Торайтириш қурилмаси олдидаги ортиқча босим – М4 манометр кўрсатиши бўйича;

Торайтириш қурилмаси олдидаги сувнинг температураси 20°C;

Трубанинг ички диаметри - 50мм;

Торайтириш қурилмаси тури-диафрагма;

Диафрагма тирқиши диаметри d=28 мм;

Дифманометр тури – мембранали;

Дифманометрдаги номинал босимлар фарқи $\Delta P_H = 100$ кгс/м².

Етишмаган маълумотларни аниқлаш:

Торайтириш қурилмаси олдидаги суюқликнинг абсолют босими қуйидагича

$$P_{аб} = P_{из} + P_{бар}$$

Сувнинг ишчи муҳитдаги зичлиги $\rho = 998,2$ кгс/см³

Нисбий юзани (m) ҳисоблаш.

Торайтириш қурилмасининг олинган нисбий юзаси учун илованинг 1-графикдан С катталикини аниқлаймиз.

Қуйидаги тенгламадан $m_\lambda = \frac{c}{\sqrt{\Delta P}}$, сарф коэффициенти қийматини аниқлаймиз.

Суюқликнинг ҳисобий сарфини қуйидаги тенгламадан аниқлаймиз:

$$Q_0 = 0,01252 \lambda * d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_H}{\rho}} \quad (2)$$

Q_0 – суюқликнинг ҳажмий сарфи 2-тенглама бўйича λ ва d_{20} ларнинг қийматларини қўйиб ҳисобланган қиймати.

Иккиламчи асбобнинг ҳамма рақамланган нуқталари учун суюқлик сарфининг ҳисобий қийматларини 2 –тенгламадаги ΔP_H ўрнига аввал ҳисобланган $\Delta P_{20}\%$, $\Delta P_{40}\%$, $\Delta P_{60}\%$, $\Delta P_{80}\%$ қийматларни қўйиб аниқлаб, сарф ўлчагич комплектининг сарфни ўлчашдаги абсолют хатолиги $\Delta_{аб} = \Delta_{расч} + \Delta_{действ}$ тенглама бўйича ҳар бир рақамлангант нуқта учун ҳисобланади ва ҳисоб натижалари протоколга киритилади.

5. Ҳисоботни расмийлаштириш

Иш бўйича ҳисобот қуйидагиларни ўз ичига олади:

1. Ишни бажаришнинг қисқа баёни;
2. Лаборатория қурилмаси чизмаси;
3. Тажриба протоколлари;
4. Олинган натижалар бўйича хулосалар.

6. Назорат саволлари

1. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичлар ёрдамида сарфни ўлчаш нимага асосланган?
2. Нима сабабдан торайтириш қурилмасида босимлар фарқи пайдо бўлади?
3. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичларнинг ўлчаш комплектиларида сарф ўзгариши билан босимлар фарқининг чизиксиз ўзгариши қандай ҳисобга олинади?
4. Стандарт қурилмалар ёрдамида сарфни ўлчашда ҳосил бўлаётган хатоликларга нима сабаб бўлади?

Протокол 1. Босимлар фарқи ўзгарувчан сарф ўлчагичларнинг ўлчаш комплектини текшириш.

№	Иккилам чи асбоб кўрсатиш ив %	М2 маномет р кўрсати ши кг/см ²	Диафраг мадаги босимла р фарқи кг/см ²	Суюқ лик хажм и	Экспе римен т вақти, с.	Сарфни нг ҳақиқий қиймати м ³ /час	Сарфнинг ҳисобий қиймати м ³ /час	Сарфни ўлчашда ги абсолют хатолик

8-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

САРФНИ БОСИМЛАР ФАРҚИ ЎЗГАРМАС САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР БИЛАН ЎЛЧАШ

1. Ишдан мақсад

Ушбу лаборатория ишини бажаришдан мақсад, босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар ёрдамида сарфни ўлчаш усуллари ва саноатда қўлланиладиган ўлчов асбобларини ўрганиш, ҳамда, уларни ишлатиш кўникмаларига эга бўлишдир.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган сарфни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини ўрганади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. «Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан маърузалар матни. ТКТИ. 2008 й.г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

2. Топширик:

1. Сарфни босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар ёрдамида ўлчаш усуллари ва асбобларини ўрганиш. Уларнинг ишлаш принциплари ва қурилмалари билан, ҳамда лаборатория қурилмаси ва унинг таркибий қисми билан танишиш.
2. Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичларни (ротаметрларни) градуировкалаш. Шиша ротаметрини (РС--3) ва пневматик масофага узатиш сигнал ўзгартиргичли ротаметрни (РП-0,63 ЖУЗ) градуировкалаш.

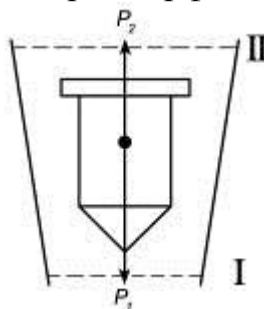
3. Сарфни ўлчашнинг назарий асослари

Босимлар фарқи ўзгармас сарф ўлчагичлар

Бу ўлчов асбобларининг ишлаши сарф ўзгариши билан қалқовучни вертикал силжишига ва бунда халқасимон ўтиш кесим юзасини ўзгариши натижасида қалқовучдаги босимлар фарқи ўзгармас бўлиб қолишига асосланган. Ротаметрларнинг шкаласи бир текис деса бўлади ва улар ёрдамида кичик сарфлар ўлчанади. Улардаги босимнинг йўқолиши кичик ва у сарфга боғлиқ эмас.

Ротаметрдан (расм 28) ўтаётган суюқлик ёки газ сарфи ўзгариши, қалқовучни халқасимон тирқиш юзасини (қалқовуч ва конус трубка деворлари орасидаги тирқиш юзаси) ўзгариши ҳисобига таъсир этаётган

кучлар мувозанатлангунча силжитади ва қалқовуч сарфга мос ҳолатда муаллақ туради. Қалқовуч ҳолатига қараб сарф аниқланади.



Расм 28.

Ротаметр қалқовучига қарама-қарши йўналган кучлар таъсир этади.

Тепадан пастга:

1. Оғирлик кучи $V_n \rho_n g$,

Бу ерда, V_n – қалқовуч ҳажми;

ρ_n – қалқовуч материали зичлиги;

g – эркин тушиш тезланиши.

2. Қалқовуч тепа юзасига оқим босими ҳосил қилаётган куч $P_2^1 S$.

Бу ерда, P_2^1 – қалқовуч тепа юзаси бирлигига оқимнинг ўртача босими;

S – қалқовуч юзаси.

Пастдан тепага ҳам қалқовучга икки куч таъсир этади:

5) Қалқовучнинг пастки юзасига оқим босими ҳосил қилаётган куч $P_1^1 S$;

6) Оқимнинг қалқовучга ишқаланиш кучи $k V_k^n S_6$;

Бу ерда, k -Рейнольдс сонига Re ва юзанинг ғадир-будирлик даражасига боғлиқ қаршилик коэффициенти;

V_k - ҳалқасимон каналда, қалқовуч ён сирти юзасини эгаллаган, оқимнинг ўртача тезлиги;

S_6 - қалқовучнинг ён сирти юзаси;

n – оқим тезлиги қийматига боғлиқ даража кўрсаткичи.

Агар қуйидаги шарт бажарилса, қалқовуч мувозанатда бўлади:

$$V_n \rho_n g + P_2^1 S = k V_k^n S_6 + P_1^1 S \quad \text{ёки}$$

$$P_1^1 - P_2^1 = \frac{V_n \rho_n g - k V_k^n S_6}{S}$$

Агар сарфнинг ҳамма қийматларида V_k ўзгармаса (сарф ўзгариши билан ҳалқасимон канал юзаси ўзгарса), унда, охириги тенгламанинг ўнг томон қисми ўзгармайди, яъни, $P_1^1 - P_2^1 = \text{const}$

Сарф тенгласи

$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2g V_n (\rho_n - \rho)}{\rho S}} \quad \text{м}^3/\text{с};$$

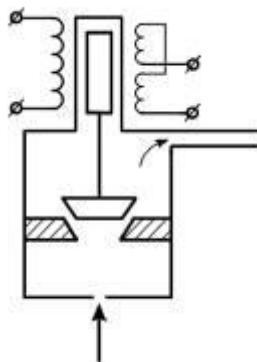
$$G = \alpha S_k \sqrt{\frac{2g V_n (\rho_n - \rho) \rho}{S}} \quad \text{кг/с}.$$

Илдиз остидаги катталиклар ўзгармаслигини ҳисобга олиб,

$$G = \alpha S_k k$$

Сарф коэффициенти α ротаметрлар учун кўп катталикларга боғлиқ. Шунинг учун ҳар бир ротаметр алоҳида экспериментал градуировкаланади.

Шиша ротаметрларининг кўпчилигида шкала тўғридан тўғри шиша трубкага чизилган бўлади (РС-3; РС-5 и РС-7). Улар 6 кгс/см² гача босимда ва нисбатан кичик температурада ишлашга мўлжалланган бўлади.



Расм 29.

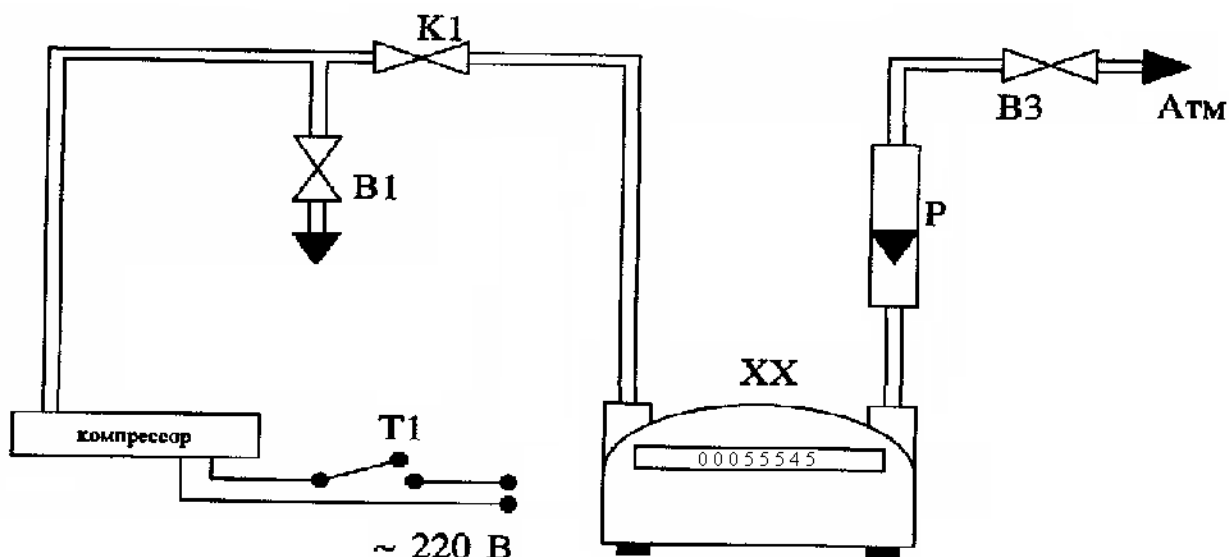
Саноатда масофадан туриб сарфни ўлчаш учун электр ёки пневматик сигнал ўзгартиргичли ротаметрлар (расм 29) ишлатилади. Одатда, улар 64 кгс/см² гача босимда ишлашга мўлжалланган бўлади.

4. Шиша ротаметрини хажм ҳисоблагичи ёрдамида градуировкалаш

4.1. Лаборатория қурилмаси баёни

Газ шиша ротаметрини градуировкалаш лаборатория стенди саноат сарф ўлчагичлари асосида тайёрланган бўлиб, 30- расмда келтирилган.

Компрессор ва кран К1 орқали берилаётган сиқилган ҳаво газ хажм ҳисоблагичидан (ХХ) узлуксиз равишда ўтказилади. Ротаметр (Р) орқали ўтаётган ҳаво сарфи В1 ва В3 вентиллар ёрдамида ўзгартирилади.



Расм 30.

4.2. РС-3 ротаметрини градуировкалаш тартиби

Тумблер Т1 ни ёқиб, компрессорни ишга туширамиз;

Вентиль В1 ни беркитиб, кран К1ни тўла очамиз;

В3 вентиль ёрдамида секин – аста ҳаво сарфини ўзгартириб, ротаметр қалқовучини ўлчов асбоби шкаласининг 0 белгисига келтирамиз.

Газ хажмий ҳисоблагичи кўрсатувини ёзиб олиб, секундомер ёқилади. 60 секунддан сўнг хажмий ҳисоблагичнинг янги кўрсатувни ёзиб олиб, сарф ўлчагичидан ва ҳаво ҳисоблагичидан ўтган ҳаво хажмини(V) аниқлаймиз.

$$V=V_k-V_n$$

Бу ерда, V_k и V_n хажм ҳисоблагичнинг охириги ва олдинги кўрсатуви.

Ротаметрдан ўтган ҳаво сарфини $G=V/60$ тенглама ёрдамида ҳисоблаб, жадвалга ёзинг.

Навбатма-навбат вентиль В3 ёрдамида ротаметр қалқовучини 20, 40, 60, 80, 100 қийматларга келтириб, уларга мос келувчи сарфларни аниқлаб, жадвалга киритамиз.

Олинган қийматлар асосида градуировка чизигини чизамиз ва ундан ҳамма рақамланган нуқталарга мос келувчи сарфлар қийматларини топамиз.

Жадвал 1

Ротаметр кўрсатуви, в %	Ҳисоблагичнинг олдинги қиймати, V_n	Ҳисоблагичнинг кейинги қиймати, V_k	Ҳисоблагичдан 60 секундда ўтган ҳаво миқдори, V	Ротаметрдан ўтган ҳаво сарфи, G, м ³ /с
0				
20				
40				
60				
80				
100				

5. РМ-4Г-УЗ ротаметрини ва пневматик сигнал ўзгартиргичли ротаметрни (РП-0,63 ЖУЗ) ва иккиламчи асбобни (ВП1) градуировкалаш.

5.1. Лаборатория қурилмаси баёни.

Лаборатория қурилмаси саноатда қўлланиладиган сарф ўлчагичлар ва иккиламчи асбоблардан ташкил топган бўлиб, унда ротаметрларни ўрганиш, градуировкалаш ва текшириш имконини беради. Ротаметрлар ва суюқлик хажм ҳисоблагичларини ўрганиш, градуировкалаш ва текшириш схемаси (расм 31) насос 4, шиша ротаметри 5, пневматик сигнал ўзгартиргичли ротаметр 6, суюқлик хажм ҳисоблагичи 7, иккиламчи асбоб ВП1, манометр М1, эгилувчан шланг 2, суюқликни (сув) сақловчи бак 1, суюқлик миқдорини ўлчовчи бак 3, манометр М3 ва редукторларни (Р1) ўз ичига олади.

Иккиламчи асбоблар ВП1 ва ВП2 лар, манометрлар М1, М2, М3, электр энергиясини ва сиқилган ҳавони ўчириб ёқувчи қурилмалар, редукторлар ва

қурилманинг мнемосхемаси лаборатория қурилмасининг вертикал ва эгилган панелларида жойлаштирилган. Сарф ўлчагичлар орқали ўтаётган модда сарфини ўзгартириш, суюқликни сақловчи бак ва суюқлик миқдорини ўлчовчи бакларга сув бериш ва уларни бўшатиш учун В1 ва В2 вентиллардан фойдаланилади.

Суюқликни сақловчи бакдан (1) сув насос (4) ёрдамида текширилаётган ротаметр (5) ёки хажм ҳисоблагичи (7) орқали суюқлик миқдорини ўлчовчи бакга 3 ёки яна сақловчи бакга (эгилувчи шланг (2) ҳолатига қараб) берилади

5.2. РМ-4Г-УЗ ротаметрини градуировкалаш. Ишни бажариш тартиби.

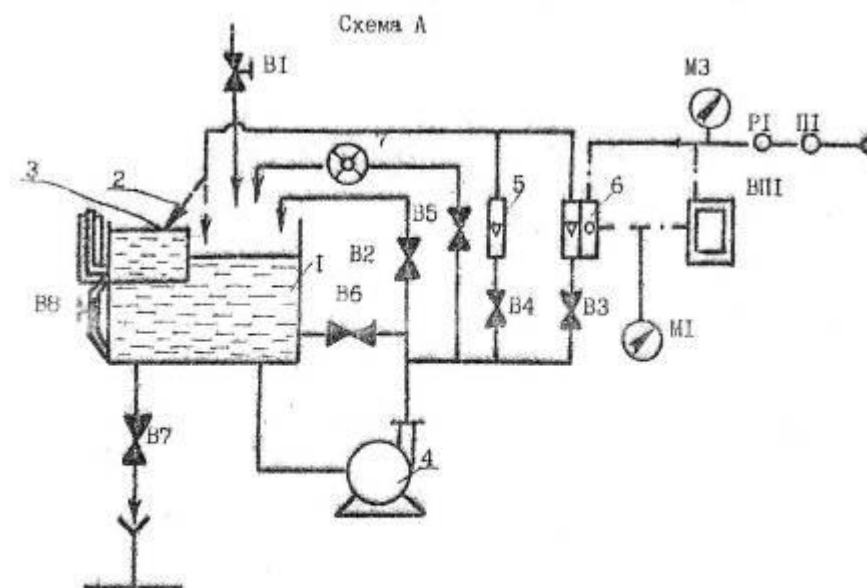
Ротаметр градуировкаси қуйидагича амалга оширилади: Ротаметр қалқовучи шкаланинг бошланғич нуқтасига келтирилади. Ундан сўнг маълум вақт ичида ротаметрдан ўтган суюқлик миқдори ўлчанади. Шундай ўлчашлар шкаланинг ҳамма рақамланган нуқталарида амалга оширилади. Шундан сўнг шкаланинг ҳамма рақамланган нуқталари учун 1-тенглама бўйича сарфнинг ҳақиқий қиймати аниқланади.

$$Q_{\text{действ}} = \frac{V \cdot 3600}{t} \text{ [л/мин]} \quad (1)$$

Бу ерда, t-тажриба вақти (в сек)

Q-суюқликнинг ҳақиқий сарфи (л/час)

V- t вақтда ўлчов асбобидан ўтган суюқлик хажми (л)



Расм 31.

Шиша ротаметрини градуировкалаш учун суюқликни сақловчи бакни (1) сув билан тўлдириб, вентиль В1 ни очилади. Бунда вентиллар В3, В5, В7, В8 берк, вентиллар В2 ва В4 очик ҳолатда бўлади. Насос 4 ёкилиб, В2 ва В4 вентиллар ёрдамида ротаметр қалқовучи шкаланинг бошланғич қийматига келтирилади ва эгилувчан шланг (2) суюқлик миқдорини ўлчовчи бакга (3)

ўтказилиб, секундомер ёкилади. 60 секунддан сўнг эгилувчан шлангни суюқликни сақловчи бакга тўғриланади. Суюқлик сақловчи бакдаги сатхни ўлчовчи шиша трубка ёрдамида ротаметрдан 60 секундда ўтган суюқлик сарфини аниқлаб, жадвалга киритилади. Шундай ўлчашлар шкаланинг ҳамма рақамланган нуқталарида амалга оширилади.

Натижалар протокол 1-га киритилади. Насос 4 ўчирилиб, 1-тенглама бўйича суюқлик сарфининг ҳақиқий қийматлари ҳамма рақамланган нуқталар учун ҳисобланиб, натижалар протоколга киритилади. Шиша ротаметри учун градуировка эгри чизигини куриб, у ёрдамида рақамланган нуқталарга мос келувчи сарф қийматлари аниқланади, $Q_d = f(N)$. бу ерда, N- шкаланинг рақамланган қийматлари.

5.3. РМ-4Г-УЗ ротаметрини ва пневматик сигнал ўзгартиргичли ротаметрни (РП-0,63 ЖУЗ) ва иккиламчи асбобни (ВП1) градуировкалаш. Ишни бажариш тартиби.

Вентиль В4 ни беркитиб, шиша ротаметрини ўчиринг. Вентиль В8 ни очиб, суюқлик миқдорини ўлчовчи бакдан (3) сувни чиқариб ташлаб вентилни ёпинг. Пневмотумблер П1 ёрдамида пневматик ротаметр 6 га ва иккиламчи асбобга пневматик манбаани очинг ва редуктор Р1 ёрдамида манбаа босимини 0,14 МПа (1,4 кг/см²) қийматга манометр М3 кўрсатиши бўйича ўрнатинг. Вентиль В3 ни очиб, насос 4 ни ёқинг. В2 ва В3 вентиллар ёрдамида ротаметр қалқовучини шкаланинг бошланғич нуқтасига ўрнатинг. Бунда иккиламчи асбоб кўрсатгичи шкаланинг бошланғич қийматини кўрсатиши керак, манометр М2 эса, 0,02 МПа (0,2 кгс/см²) ни кўрсатиши керак. Акс холда, ротаметр сигнал ўзгартиргичини созлаш керак бўлади. Шундан сўнг, эгилувчан шлангни суюқлик миқдорини ўлчовчи бакга (3) тўғрилаб, секундомерни ёқинг. 60 секунд ўтгандан сўнг эгилувчан шлангни яна суюқликни сақловчи бакга (1) тўғрилаб қўйилади. суюқлик миқдорини ўлчовчи бакдаги (3) сатхни ўлчовчи шиша трубка ёрдамида ротаметрдан 60 секундда ўтган суюқлик сарфини аниқлаб, жадвалга киритилади. Иккиламчи асбоб кўрсатиши ва суюқлик хажми қийматлари жадвалга киритилади. Шундай ўлчашлар шкаланинг ҳамма рақамланган нуқталарида навбатма-навбат амалга оширилади. Натижаларни протокол 2 га киритиб, насос ўчирилади.

Суюқликнинг ҳамма рақамланган нуқталарига мос келувчи ҳақиқий сарфни 1-тенглама ёрдамида ҳисоблаб, натижаларини протокол 2 га киритинг ва ротаметрнинг градуировка эгри чизигини чизинг $Q=f(N)$ ва $Q=f(M)$ (бу ерда, N- шкаланинг рақамланган нуқталари, М-иккиламчи асбоб ВП1 кўрсатиши).

5. Ҳисоботни расмийлаштириш

Иш бўйича ҳисобот қуйидагиларни ўз ичига олади:

5. Ишни бажаришнинг қисқа баёни;
6. Лаборатория қурилмаси чизмаси;
7. Тажриба протоколлари;
8. Олинган натижалар бўйича хулосалар.

6. Назорат саволлари

1. Нима учун ротаметрлар индивидуал равишда градуировкаланади?
2. Ротаметрларда нима ҳисобига босимлар фарқи ўзгармас бўлади?
3. Ротаметрлар қалқовучи ҳар хил материаллардан тайёрланган бўлса, қалқовучлар бир хил рақамланган нуқталарда турганда модда сарфи бир хил бўладими? Нега?
4. Стандарт қурилмалар ёрдамида сарфни ўлчашда ҳосил бўлаётган хатоликларга нима сабаб бўлади?

Протокол 1. РМ-4Г-УЗ ротаметрини градуировкалаш

Рақамланган нуқталар	0	20	40	60	80	100
Хажм (литрда)						
Тўлиш вақти (секундда)						
Суюқлик сарфи (л/с)						

Протокол 2. РП-0,63 ЖУЗ ротаметрини градуировкалаш

Ротаметрнинг рақамланган нуқталари	0	20	40	60	80	100
Иккиламчи асбоб кўрсатиши, %						
Ўтган суюқлик миқдори, л.						
Тажриба вақти, с.						
Суюқликнинг ҳақиқий сарфи (л/соат)						

9-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

ВИРТУАЛ СТЕНДЛАРДА ГИДРОСТАТИК САТХНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Ишдан мақсад:

Ушбу лаборатория иши виртуал стендлар ёрдамида сатхни ўлчаш усулларини ўрганишга мўлжалланган.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган сатхни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, ҳисоботда уларнинг ишлашига аниқ тушунтириш беришлари керак бўлади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.
2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.
3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.
4. Юнусов И.И. Конспект лекций по курсу «Методы и приборы технологического измерения» ТКТИ. 2008 г.
5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

Топширик:

1. Сатх ўлчагичларнинг ишлаш принциплари билан танишиш;
2. Дифманометрик гидростатик сатх ўлчагичлар ва пьезометрик гидростатик сатх ўлчагичларнинг ишлаш принциплари билан виртуал стендлар ёрдамида танишиш;
3. Дифманометрик гидростатик сатх ўлчагичлар ва пьезометрик гидростатик сатх ўлчагичларнинг ишлаш принципларини виртуал стендлар ёрдамида ўрганиб, уларнинг ишлашига аниқ тушунтиришлар бериш.

Сатхни ўлчашнинг назарий асослари

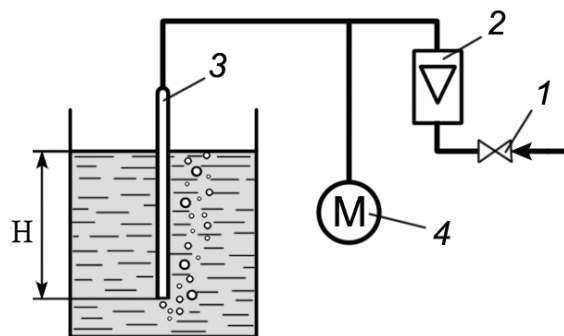
Гидростатик сатх ўлчагичлар

Гидростатик сатх ўлчагичлар ёрдамида сатхни ўлчаш учун суюқлик устуни ҳосил қилаётган босимни ўлчаб сатх ўлчанади, яъни

$$P = \rho gH; \quad (\rho = \text{const бўлганда})$$

Пьезометрик ва дифманометрик . гидростатик сатх ўлчаш усуллари мавжуд.

Пьезометрик сатх ўлчагичлар (расм 32) агрессив ва ўта агрессив мухитларнинг сатхини ўлчашда қўлланилади. .



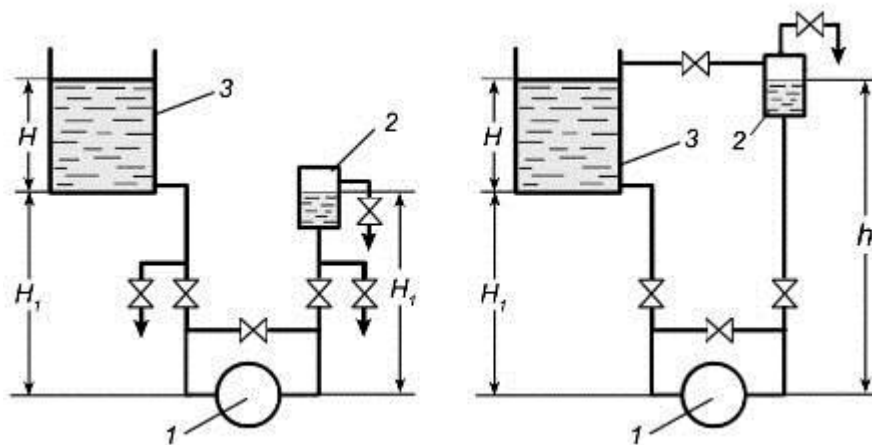
Расм 32.

Ушбу сатх ўлчагич ўлчаш комплектига қуйидагилар киради:

- 1 – ростланувчи дроссель;
- 2 – ротаметр;
- 3 – пьезометрик трубка;
- 4 – манометр (иккиламчи асбоб)

Хаво берилиши билан тизимдаги босим суюқлик устуни (H) босимига тенглашгунча ортиб боради, яъни, ρgH . Босим тенглашиши билан пьезометрик трубкадан (3) хаво чиқишга бошлайди. Бу хаво сарфи минутига 60-100 пуфакча қилиб ростловчи дроссель (1) ва стаканча ёрдамида созланади. Шундай қилиб, пьезометрик трубкадаги босимни ўлчайдиган ўлчов асбоби (4) шкаласи, ўлчанаётган сатх бирлигида градуировкаланиши мумкин.

Гидростатик сатх ўлчагичларнинг (расм 33) иккинчи тури дифманометрик сатх ўлчагичлардир.



Расм 33.

Тенглаштирувчи идиш тирсагидаги суюқлик устуни баландлиги ўзгармас, дифманометрнинг бошқа тирсагидаги босим эса, резервуардаги суюқлик сатхи ўзгариши билан ўзгаради, яъни, сатхнинг ҳар бир қийматида маълум бир босимлар фарқи тўғри келади. Биринчи ҳолатда, аппаратдаги босим атмосфера босимига мос бўлса, унда , тенглаштирувчи идиш аппарат тубига мослаб ўрнатилади ва унда ўлчанаётган босимлар фарқи қуйидагича бўлади:

$$\Delta P = \rho g(H - H_1) + P_{\text{атм}} = P_{\text{атм}} - \rho gH = \rho gH$$

Агар аппаратдаги босим атмосфера босимидан катта бўлса, унда,

$$P_{изб} + \rho gh - [P_{изб} + \rho g(H + H_1)] = \Delta P$$

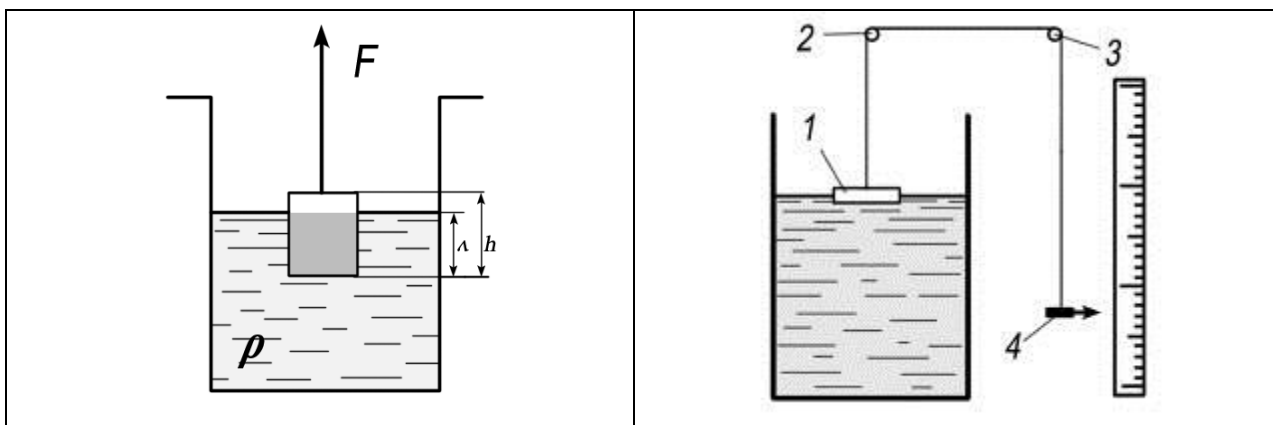
Қалқовучли сатх ўлчагичлар

Қалқовучли сатх ўлчагичларда сатх ўзгариши билан қалқовуч сатхнинг кетидан силжийди ва унинг бу силжиши ўлчаш қурилмасига узатилади ёки кучни ёки силжишни компенсацияловчи сигнал ўзгартиргичда чиқиш сигнаliga айлантирилади. Икки хил қалқовучли сатх ўлчагичлар мавжуд. Биринчисида (расм 34), акс таъсир кучи қалқовучни кўтариш кучига тенг бўлиб, у қалқовучнинг оғирлик кучига G тенг, яъни $G=F=\text{const}$; (Архимед қонунига мувофиқ $F=\rho s x g$, бу ерда, ρ - суюқлик зичлиги; s - қалқовучнинг кўндаланг кесим юзаси; x – чўкиш баландлиги; g - эркин тушиш тезланиши).

Қалқовучнинг чўкиш даражаси,

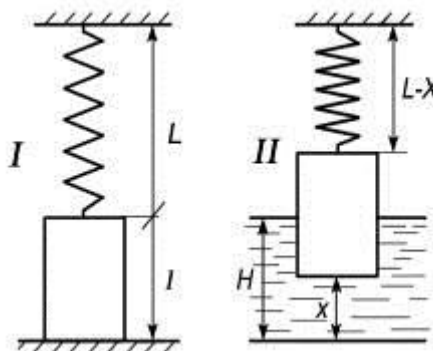
$$X = \frac{G}{s g \rho}$$

яъни, қалқовуч суюқлик сатхининг ўзгаришини қайтаради.



Расм 34.

Иккинчи ҳолатда (расм 35), акс таъсир этувчи куч пружина ёрдамида ҳосил қилиниб, унинг қиймати сатх ўзгариши билан ўзгаради.



Расм 35.

Бир хил чўкиб турувчи қалқовучли сатх ўлчагичнинг энг содда чизмаси эгилувчан тросга осиб қўйилган ва роликлар (2 ва 3) ёрдамида қалқовучга (1) уланган кўриниши 34-расмда келтирилган. Троснинг иккинчи учига тросни таранг ушлаб туриш учун юк 4 ва сатхни шкала 5 да кўрсатиб туриш учун

стрелка ўрнатилган. Ушбу сатх ўлчагичнинг камчилиги унда шкаланинг тескарилигидир, яъни, шкаланинг ноли тепада, максимуми пастдалиги. Бу сатх ўлчагичларнинг масофага узатиш тизимида сельсинли сигнал ўзгартиргичлардан фойдаланилади.

Цилиндрик қалқовучли (буёкли) сатх ўлчагичларда сатх ўзгариши билан қалқовучнинг чўкиш даражаси ўзгаради ва бунда қалқовучга таъсир этаётган кучлар мувозанати қуйидаги тенгламалар ёрдамида ёзилиши мумкин: биринчи ҳолат учун (35-расмнинг I ҳолати учун),

$$Slpg = LZ$$

Z – пружинанинг каттиқлиги (бикирлиги).

Иккинчи ҳолатда эса (35-расмнинг II ҳолати учун), ,

$$Slpg - (H - x) sp_1g = (L-x) Z$$

Биринчи ҳолат тенгламасида иккинчини айириб оламиз:

$$(H-x) sp_1g = LZ - (L-x) Z$$

Бу тенгламани X га нисбатан ечиб, топамиз

$$x = \frac{H}{1 + \frac{Z}{sgp_1}}$$

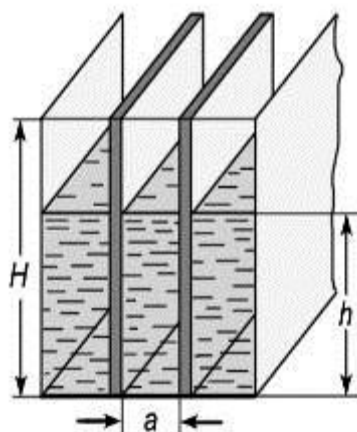
Ушбу тенгламадан кўриниб турибдики, қалқовучнинг силжиши сатх ўзгаришига пропорционал равишда бўлади. Қалқовуч бикирлигининг ошиши билан қалқовучнинг нисбий силжиши камаяди.

Электр сатх ўлчагичлар

Сатхни ўлчашда энг кўп тарқалган электр усуллардан сиғимли сатх ўлчагичлар ҳисобланади. Бундан ташқари электр ўтказувчан мухитлар учун омик усуллар ҳам қўлланилади.

Сиғимли сатх ўлчагичларда назорат қилинаётган мухитнинг диэлектрик хусусиятидан, омик сатх ўлчагичларда эса назорат қилинаётган мухитнинг электр ўтказиш хусусиятидан фойдаланилади.

Сиғимли сатх ўлчагич. Цилиндрик (I) ва призматик (II) сиғимли сатх ўлчагичлар мавжуд. Сиғимли сатх ўлчагичнинг сиғими унинг икки участкаси сиғимлари йиғиндисига тенг бўлади (расм 36). Датчикнинг чўкиб турган қисмидаги



Расм 36.

мухит диэлектрик ўтказувчанлиги $E_{ж}$ ва чўкмаган қисми диэлектрик ўтказувчанлиги $E_{ср}$ (хаво учун бирга тенг) деб белгиласак, унда:

Цилиндрик сифимли сатх ўлчагич ўзгартиргичи сифими

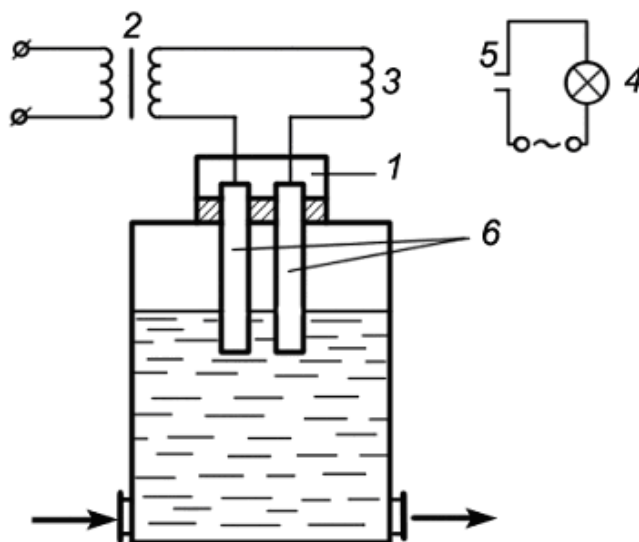
$$E = C_h + C_{H-h} = 0,24 \frac{E_{ж} \cdot h + E_{ср} (H - h)}{\lg \frac{D}{d}} n\Phi$$

Текис юзали сифимли сатх ўлчагич ўзгартиргичи сифими

$$C = C_h + C_{H-h} = \frac{0,088 b}{a} [E_{ж} \cdot h + E_{ср} (H - h)] n\Phi$$

яъни, $C=f(h)$. Электр сифимини одатда резонанс схемалар ёрдамида (сатх сигнализаторларида) ва кўприк схемалар (сатх ўлчагичларида) ёрдамида ўлчанади.

Омик сатх ўлчагичлар. Асосан сигнализатор сифатида ишлатилади. Омик сатх ўлчагичларнинг (расм 37) ишлаши манбаа электр занжирини назорат қилинаётган мухит орқали уланишига асосланиб, бунда назорат қилинаётган мухит электр занжирининг бир қисми бўлиб, у маълум омик қаршиликга эга бўлади.

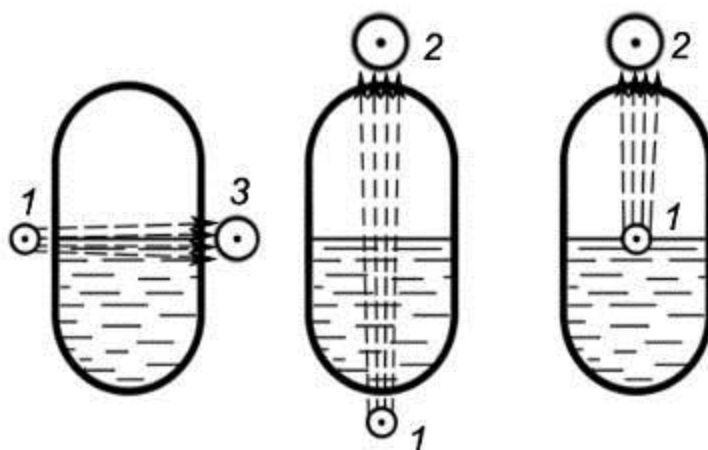


Расм 37.

Сигнализатор икки қисмдан иборат: сигнал ўзгартиргич ва манбаа. Сигнал ўзгартиргич манбаа блокадаги пасайтирувчи трансформаторнинг иккиламчи ўрамларига уланган, икки бир-биридан изоляция қилинган электродлардан 6 ташкил топган ва бу занжирга реле 3 ҳам улангандир. Сатх ортиб бориб электродларга етганда, улар орқали электр занжири уланиб, занжирдан ток ўтабошлайди. Бунда реле 3 нинг бошқариш ўрамларидан ток ўтиб, у ишлайди ва нормал очик контактлари уланиб, сигнал лампочкаси ёнади ва сатхнинг чегара қийматга етганидан хабар беради.

Радиоизотоп сатх ўлчагичлар

Сатхни ўлчаш γ -нурларни ўлчанаётган мухит қатламидан ўтишида ютилишига асосланган. Радиоизотоп сатх ўлчагичларнинг (расм 38) уч тури мавжуд.



Расм 38.

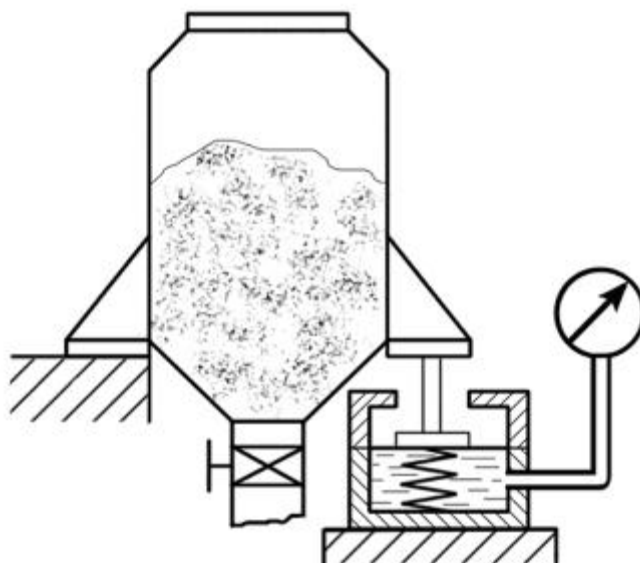
Сатх ўзгариши билан γ -нурлар интенсивлиги ўзгариб, бу нурларни қабул қилувчи қурилмага γ -нурлар интенсивлиги сатхга пропорционал равишда етиб боради. Одатда бу сатхни ўлчаш усули бошқа усулларни қўллаш мумкин бўлмаган ҳолларда ишлатилади.

Ультратовуш сатх ўлчагичлар

Ультратовуш сатх ўлчагичлар муҳит билан контактсиз равишда сатхни ўлчаш имкониятига эгадирлар. Уларда, одатда товуш тўлқинларини суюқлик ва газни ажратиб турувчи чегарадан қайтиш принциpidан фойдаланилади. Сатхни ўлчаш, қайтган товуш тўлқинларининг кечикиши бўйича аниқланади. Вақт ўлчагичида олинган, кечикиш вақтига пропорционал бўлган ўзгармас кучланиш, иккиламчи ўлчагичга юборилади.

Сочилувчан моддалар сатхини ўлчаш

Сочилувчан моддалар сатхи одатда қалқовучли, радиоизотоп, электр сиғимли ва оғирлик сатх ўлчагичлари ёрдамида ўлчанади. Оғирлик сатх ўлчагичларининг қўлланилиши, бункерни осиб қўйиш конструктив мураккабликлар келтириб чиқармаса, мумкин ҳисобланади.



Расм 39.

Сигнал ўзгартиргич сифатида ҳар хил тортиш (тороз) қурилмаларидан фойдаланиш мумкин. Чегара ёқиб-ўчиргичлар сигнал ўзгартиргич сифатида ишлатилиши мумкин. Бункер юкланганда таянч пружиналар сиқилиб, бункер вертикал бўйича чизикли силжийди. Маълум сатхга етганда чегара ёқиб ўчиргичлар ишлайди. Сигнал ўзгартиргич сифатида месдозалардан (расм 39) фойдаланиш мумкин. Бунда, бункер таянчига берилаётган босим ўлчанади. Бу босим бункерни материал билан тўлишига мос босим бўлади.

Ўлчов асбоби комплектига, сатх бирлигида градуировкаланган манометр 3 билан уланган гидравлик месдоза 1 киради. Бункернинг бир тирсаги, эгиловчан мембрана ёрдамида герметикаланган, поршенли металл корпус кўринишидаги таянч ҳисобланган месдозага босади. Месдоза-манометр тизимидаги босим бункернинг ва уни тўлдириб турувчи материалнинг оғирлик кучини, месдоза поршени юзаси нисбатига тенг.

Лаборатория қурилмасининг баёни

Лаборатория қурилмаси виртуал стендлар кўринишида тайёрланган бўлиб, уларда сатхни ҳар хил ўлчаш усуллари анемация кўринишида виртуал равишда кўрсатилган. Хусусан, гидростатик дифманометрик ва пьезометрик сатх ўлчагичлар.

Лаборатория ишини бажариш усули ва тартиби

1. Дифманометрик гидростатик сатх ўлчагичлар ишлашини ўрганиш

Компютерда дифманометрик гидростатик сатх ўлчагичлар виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, дифманометрик гидростатик сатх ўлчагичлар ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

2. Пьезометрик гидростатик сатх ўлчагичларнинг ишлашини ўрганиш

Компютерда пьезометрик гидростатик сатх ўлчагичларнинг виртуал стендлари келтирилган файлни топиб очинг. Дастурни ишга тушириб, пьезометрик гидростатик сатх ўлчагичларнинг ишини кузатинг, сўнгра виртуал стендлардаги кузатув бўйича ўлчов асбоби ишлаш принципини ёзинг.

Ҳисоботни тайёрлаш

Ҳисобот виртуал стендларни кўриб, ўрганиш натижасида ўлчов асбобларининг чизмалари ва ишлаши тўғрисидаги маълумотларни ўз ичига олади.

10-ЛАБОРАТОРИЯ ИШИ

САТХНИ ГИДРОСТАТИК САТХ ЎЛЧАГИЧЛАР ЁРДАМИДА ЎЛЧАШ

1. Ишдан мақсад

Ушбу лаборатория ишини бажаришдан мақсад, сатхни ўлчаш усуллари ва саноатда қўлланиладиган ўлчов асбобларини ўрганиш, ҳамда, уларни ишлатиш кўникмаларига эга бўлишдир.

Талаба ишни бажариш жараёнида саноатда қўлланиладиган сатхни ўлчаш усуллари ва уларнинг ишлаш принципларини ўрганади.

Талабага лаборатория ишини бажариш учун рухсат ушбу услубий қўлланмани, маъруза матнининг ва қуйида келтирилган адабиётларнинг ушбу мавзуга таълуқли бўлимларини чуқур ўргангандан сўнг берилади:

1. Кулаков М.В. «Технологические измерения и приборы для химических производств». 1983 г.

2. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы». 1978 г.

3. Чистяков «Теплотехнические измерения и приборы». Москва 1984 г.

4. Юнусов И.И. «Технологик ўлчаш усуллари ва асбоблари» фанидан маърузалар матни. ТКТИ. 2008 й.г.

5. «Промышленные приборы средств автоматизации». Под редакцией Кошарского Б.Д. 1987 г.

2. Топширик:

1. Сатхни ўлчаш усуллари ўрганиш;
2. Лаборатория қурилмаси ва унинг таркибий қисми билан танишиб, ўлчов асбобларининг техник характеристикаларини ўрганиш;
3. Пьезометрик ёки дифманометрик сатх ўлчагичларнинг ўлчаш комплектини текшириш.

3. Сатхни ўлчашнинг назарий асослари

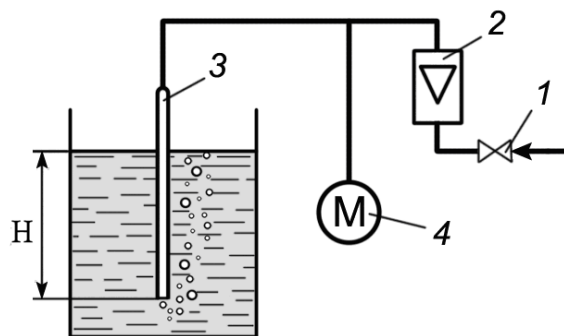
Гидростатик сатх ўлчагичлар

Гидростатик сатх ўлчагичлар ёрдамида сатхни ўлчаш учун суяқлик устуни ҳосил қилаётган босимни ўлчаб сатх ўлчанади, яъни

$$P = \rho gH; \quad (\rho = \text{const бўлганда})$$

Пьезометрик ва дифманометрик гидростатик сатх ўлчаш усуллари мавжуд.

Пьезометрик сатх ўлчагичлар (расм 40) агрессив ва ўта агрессив мухитларнинг сатхини ўлчашда қўлланилади. .



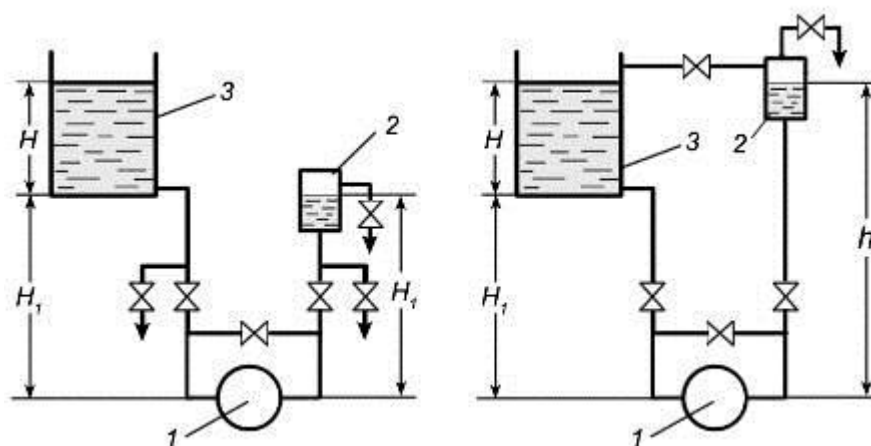
Расм 40.

Ушбу сатх ўлчагич ўлчаш комплектига қуйидагилар киради:

- 1 – ростланувчи дроссель;
- 2 – ротаметр;
- 3 – пьезометрик трубка;
- 4 – манометр (иккиламчи асбоб)

Хаво берилиши билан тизимдаги босим суюқлик устуни (H) босимига тенглашгунча ортиб боради, яъни, $\rho g H$. Босим тенглашиши билан пьезометрик трубкадан (3) хаво чиқишга бошлайди. Бу хаво сарфи минутига 60-100 пуфакча қилиб ростловчи дроссель (1) ва стаканча ёрдамида созланади. Шундай қилиб, пьезометрик трубкадаги босимни ўлчайдиган ўлчов асбоби (4) шкаласи, ўлчанаётган сатх бирлигида градуировкаланиши мумкин.

Гидростатик сатх ўлчагичларнинг (расм 41) иккинчи тури дифманометрик сатх ўлчагичлардир.



Расм 41.

Тенглаштирувчи идиш тирсагидаги суюқлик устуни баландлиги ўзгармас, дифманометрнинг бошқа тирсагидаги босим эса, резервуардаги суюқлик сатхи ўзгариши билан ўзгаради, яъни, сатхнинг ҳар бир қийматида маълум бир босимлар фарқи тўғри келади. Биринчи ҳолатда, аппаратдаги босим атмосфера босимига мос бўлса, унда, тенглаштирувчи идиш аппарат тубига мослаб ўрнатилади ва унда ўлчанаётган босимлар фарқи қуйидагича бўлади:

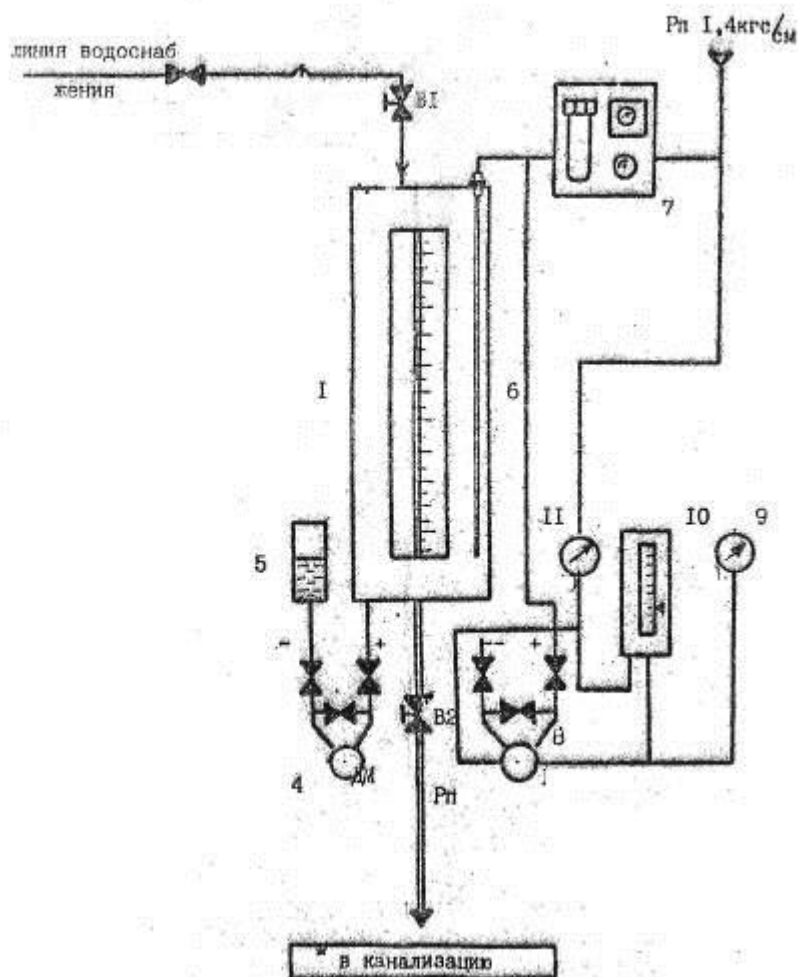
$$\Delta P = \rho g(H - H_1) + P_{\text{атм}} = P_{\text{атм}} - \rho g H = \rho g H$$

Агар аппаратдаги босим атмосфера босимидан катта бўлса, унда,

$$P_{\text{изб}} + \rho gh - [P_{\text{изб}} + \rho g(H + H_1)] = \Delta P$$

4. Лаборатория қурилмаси баёни

Лаборатория қурилмаси 42-расмда келтирилган. Схема установки приведена на рис.2. Вентиль В1 ёрдамида идишга (1) сув таъминоти тизимидан сув очилади. Идишдан сувни вентиль В2 ёрдамида чиқариб ташлаш мумкин. Шундай қилиб, идишдаги сув сатҳини вентиллар В1 ва В2 ёрдамида ўзгартириш мумкин. Дифманометр ДМ (4), гидростатик дифманометрик сатх ўлчагич ўлчаш комплектрига киради. Дифманометрнинг мусбат камераси импульс трубка ёрдамида идиш (1) тубига, манфий камераси эса, сув билан идишдаги суюқликнинг пастки қийматига мос баландликгача тўлдирилган тенглаштирувчи идиш (5) билан уланган бўлади.



Расм 42.

Идишда (1) шунингдек, пьезометрик сатх ўлчагичнинг (6) пьезометрик трубкаси ўрнатилган бўлиб, трубканинг тепа қисмига ҳавони тайёрлаш блоки (БПВШ) ёрдамида сиқилган ҳаво мунтазам равишда бериб турилади.

Босимлар фарқининг сигнал ўзгартиргичининг 13ДД11 (8) мусбат камераси пьезометрик трубка билан, манфий камераси эса, атмосфера билан уланган бўлади. Босимлар фарқининг сигнал ўзгартиргичининг чиқиш сигнали шитда ўрнатилган намунали манометр (9) ва иккиламчи асбоб РПВ4 га (10) берилади. Босимлар фарқининг сигнал ўзгартиргичи (8) ва иккиламчи асбобга (РПВ4 (10)) пневматик манбаа редуктор РД ёрдамида ўрнатилиб (0.14МПа), намунали манометр (11) ёрдамида назорат қилинади.

БПВЦ (7) да конструктив равишда редуктор, манометр ва назорат стакани бирлаштирилиб, редуктор ёрдамида стаканга тўлдирилган сувдан минутига 60-100 пуфакчалар чиқиши таъминланади.

5. Ишни бажариш тартиби

Биринчи навбатда, вентильни (В1) очиб, идиш (1) суюқлик билан тўлиши назорат қилиб борилади. Суюқлик керакли сатхга етганда, суюқлик беришни тўхтатамиз.

5.1. Пьезометрик сатх ўлчагич ўлчаш комплектини текшириш

Босимлар фарқининг сигнал ўзгартиргичи (8) ва иккиламчи асбобга (РПВ4 (10)) берилаётган пневматик манбаани редуктор РД ёрдамида ўрнатилиб (0.14МПа), намунали манометр (11) ёрдамида назорат қилинади. Вентиль В1 ни очиб, идишдаги сув сатхи ўлчаш диапозонининг 40-50% миқдорида мос равишда ўрнатилади.

Ҳавони тайёрлаш блокадаги БПВЦ редукцион пневмоклапан ёрдамида блокдан чиқаётган ҳаво сарфини ўзгартириб бориб, пьезометрик трубкадан суюқликга пуфакчалар алохида-алохида кўринишида (секундига 60-100 пуфакчалар) чиқиши таъминланади. Бунда, пьезометрик трубка ичидаги босим суюқлик устуни босимига тенг бўлади. Вентиль В2 ни очиб, идишдаги сувни сатх ўлчагичи шкаласининг ноль ҳолатигача тўкамиз. Бу ҳолатда параметрлар қийматларини 2-жадвалга ёзамиз.

Идишдаги суюқлик сатхини ўзгариши сигнал ўзгартиргичидаги босимлар фарқини ўзгаришига ва манометр 9 ҳамда процент шкалали иккиламчи асбоб 10 билан ўлчанадиган унинг чиқиш сигналининг ўзгаришига сабаб бўлади.

Намунали манометр ва иккиламчи асбоб (% да) кўрсатувини 2-жадвалга киритинг. Худди шундай ўлчашларни сатх ўлчагичи шкаласининг ҳамма рақамланган нуқталарда сатхнинг ошиб боришида ва камайишида амалга оширилсин. Ўлчаш натижаларини 2-жадвалга киритинг.

Сигнал ўзгартиргичнинг пневматик чиқиш сигналинини ҳисобланг:

$$P_{рас} = \frac{P_{max} - P_0}{\Delta h_{max}} \Delta h$$

Бу ерда, P_{max} ва P_0 – унификацияланган чиқиш сигналининг ўлчаш диапозонига мос максимал ва бошланғич қийматлари;

Δh_{max} – босимлар фарқининг максимал қиймати;

Δh - сатх ўлчагичи шкаласининг ҳамма рақамланган нуқталарига мос босимлар фарқи.

Сатх ўлчагичи шкаласининг ҳамма рақамланган нуқталари учун келтирилган нисбий хатоликни қуйидаги тенглама бўйича аниқланг:

$$\delta_{\text{диф}} = \frac{P_{\text{расч}} - P_d}{P_{\text{max}}} 100\%$$

Бу ерда, P_d -намунали манометр кўрсатуви.

Ҳисоблаш натижаларини 2-жадвалга киритинг.

Ўлчаш комплектининг ўлчаш хатолигини қуйидаги тенглама бўйича сатх ўлчагичи шкаласининг ҳамма рақамланган нуқталари учун аниқланг:

$$\delta = \sqrt{\delta_{\text{диф}}^2 - \delta_{\text{приб}}^2}$$

Иккиламчи асбобнинг рақамланган нуқталари сатхнинг қайси қийматларига мос келишини ҳисобланг.

5.2. Дифманометрик гидростатик сатх ўлчагични текшириш

Тенглаштирувчи идишдаги (5) суюқлик сатҳини текширинг. Вентиль В2 ни беркитиб, В1 вентилни очинг ва идишдаги суюқлик сатҳини сатх ўлчагичи шкаласини пастки рақамланган нуқтасига келтиринг. Идишдаги сатхнинг ўзгариши дифманометрдаги (ДМ) босимлар фарқини ўзгаришига сабаб бўлади. Идишдаги сатх ўлчагичи шкаласи бўйича олинган натижалар ҳақиқий қиймат деб қабул қилинади. Ўлчашларни сатх ўлчагичи шкаласининг ҳамма рақамланган нуқталарида сатхнинг ошиб боришида ва камайишида амалга оширилади ва натижалар 1-жадвалга киритилади.

Ўлчаш натижалари бўйича ўлчаш комплектининг хатолиги ҳамма текширилган нуқталар учун ҳисоблансин:

$$\delta = \frac{H_g - H_{\text{приб}}}{H_{\text{max}}} 100\% ,$$

Бу ерда, H_g - идишдаги сатх ўлчагичи шкаласи бўйича кўрсатиши;

$H_{\text{приб}}$ - Ўлчов асбоби кўрсатуви;

H_{max} - сатх ўлчагичнинг юқори ўлчаш чегераси.

Ўлчаш комплекти хатолиги йўл қўйилиши мумкин бўлган хатоликдан (комплектнинг йўл қўйиши мумкин бўлган хатолиги 2 %) катта бўлмаслиги керак.

6. Ҳисоботни расмийлаштириш

Отчет о проделанной работе должен содержать:

1. Краткое описание порядка выполнения работы
2. Схему установки
3. Протокол поверки и выводы

7. Назорат саволлари

1. Сатхни ўлчашнинг қандай усуллари мавжуд?
2. Пьезометрик сатх ўлчагичдаги пьезометрик трубкадаги босим қандай ўзгаради?

3. Пьезометрик сатх ўлчагич ўлчаш комплекти қандай текширилади?
4. Гидростатик сатх ўлчагичларнинг ишлаши нимага асосланган?
5. Дифманометрик сатх ўлчагичларни қандай текширилади?
6. Дифманометрик сатх ўлчагичларда дифманометр нимани ўлчашини тушунтиринг.

Жадвал 1.

Сатхнинг хақиқий қиймати, мм	Ўлчов асбоби кўрсатиши		Ўлчашнинг абсолют хатолиги, %		Келтирилган нисбий хатolik, %	Келтирилган вариация, %
	Ошиб боришда	камаишда	Ошиб боришда	камаишда		

Жадвал 2.

Сатхни нг хақиқи й қиймат и, мм	Намунал и маномет р кўрсати ши	Иккилачи асбоб кўрсатиши		Дифманометр кўрсатишидаги хатолика		Иккиламчи асбоб кўрсатишидаги хатolik		Ўлчаш комплек ти хатolik и
		Ошиб бориш да	камай ишда	Ошиб бориш да	камаи ишда	Ошиб бориш да	камай ишда	
Мм	Кгс/см ²	%	%	%	%	%	%	%

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

Рўйхатга олинди
№ _____
2007 й. “___” _____

Ўзбекистон Республикаси Олий ва
ўрта махсус таълим вазирининг 2007
йил “___” _____даги “___” –
сонли буйруғи билан тасдиқланган

ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧОВ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАР

фанининг

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 500000 – Мухандислик, ишлов бериш ва қурилиш
тармоқлари

Таълим соҳаси: 520000 – Мухандислик ва муҳандислик иши

Бакалавриат
йўналиши: 5521800 – Автоматлаштириш ва бошқарув (кимё ва озиқ
овқат технологияси тармоқлари бўйича)

Тошкент – 2007

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб–хунар таълими ўқув методик бирлашмалари фаолиятини мувофиқлаштирувчи кенгашнинг 2007 йил «____» _____ даги «____»–сон мажлис баёни билан маъқулланган.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент Кимё технология институтида ишлаб чиқилди.

Тузувчи: Юнусов И.И. – Тошкент кимё технология институти «Информатика ва автоматлаштириш ва бошқарув» кафедраси доценти, техника фанлари номзоди.

Такризчи: Когай В.Н. – «Узкимёсаноат» ДАК бош мутахассиси, техника фанлари номзоди, доцент.

Махмудов Г.Н. – Тошкент автомобил йўллар институти «Автоматика ва электротехника» кафедраси мудири, профессор.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент Кимё-технология институти Илмий–методик кенгашида тавсия қилинган (2007 йил «____» _____ даги «____» - сонли баённома)

КИРИШ

5521800 - «Автоматлаштириш ва бошқарув» таълим йўналиши бўйича бакалаврларни тайёрлаш ўқув режасида «Технологик ўлчов усуллари ва асбоблар» фани умумкасбий фанларнинг бошқариш тизимларининг элементлари ва қурилмалари курси туркумига киритилган.

Дастур Ўзбекистон Республикаси Давлат таълим стандарти - 5521800 - «Автоматлаштириш ва бошқарув» йўналиши бўйича бакалавр тайёрлаш мазмуни ва савиясининг мажбурий минимумига бўлган талабларга мувофиқ тузилган.

Ушбу дастур технологик жараёнларни характерловчи турли катталикларни ўлчаш усуллари, автоматлаштиришда қўлланиладиган бирламчи ўзгартиргичларни, ўлчов асбобларини ва ахборотларни узатиш ва автоматик назорат қилиш тизимларини ўрганишни кўзда тутди. Ўлчаш воситаларини ўрганиш жараёнида уларни ишлаш принциплари, хусусиятлари, узатиш функциялари ўрганилади.

Ушбу курсда талаба технологик параметрларни (харорат, босим, сатх, сарф, қовушқоқлик, зичлик, намликни ўлчаш ва эритмалар концентрацияси аниқлаш ва газлар таркибини таҳлил қилиш) ўлчаш усуллари ва уларнинг назарий асосларини ва объект хусусиятларига қараб ўлчов асбобларини танлашни ўрганади. Фанни ўқитилишидан мақсад - бошқариш тизимларда қўлланиладиган турли автоматик назорат қилиш тизимлари билан яқиндан танишиш, уларни таҳлил ва синтез қилиш, ҳисоблаш танлаш ва ишлата олиш, таълим стандартида талаб қилинган билимлар, кўникмалар ва тажрибалар даражасини таъминлашдир.

Мазкур фанни ўқиш давомида талабаларга «Физика», «Олий математика», «Физик ва коллоид кимё» «Информатика и ахборот технологиялари» «Умумий кимёвий технология» ва «Кимё-технология жараёнлари ва қурилмалари» фанлари бўйича чуқур билим талаб қилинади.

«Технологик ўлчов усуллари ва асбоблар» » фанидан назарий билимни талаба маъруза машғулотларида олиб, лаборатория ва амалий машғулотларда амалий кўникмаларга эга бўлади ва мустақил иш мавзулари устида ишлаш жараёнида билимини янада мустаҳкамлайди.

Фан бўйича билим, малака ва кўникмага қўйиладиган талаблар

Фанни ўзлаштирган талаба: ўлчаш ва ўлчов асбоблари, ўлчашнинг назарий асослари, аниқлик синфи ва ўлчов асбоблари хатоликлари тўғрисида,

хамда хароратни, босимни сарфни, сатхни, газларни тахлил қилиш усуллари, эритмалар концентрациясини ўлчаш усуллари тўғрисида ва ахборотни масофага узатишнинг замонавий усуллари тўғрисида тасаввурга эга бўлиши керак;

Талаба ўлчов асбобларини технология шароитларига қараб танлашни, технологиянинг ўлчаш аниқлигига қўйган талабларига қараб ўлчов асбобларини танлашни, тизим талабларига жавоб берадиган сигнал ўзгартиргичларни танлашни, ўлчов асбоблари хатоликларини аниқлаб, уларни аниқлик синфига мослиги тўғрисида баҳо беришни, ўлчов асбобларининг принципиал схемаларини ўқишни билиши керак бўлади.

Асосий қисм

Ўлчаш ва ўлчов асбоблари тўғрисида

Ўлчаш. Бевосита ва билвосита ўлчаш усуллари. Тўғридан тўғри ўлчаш усуллари. Компенсацион ва дифференциал ўлчаш усуллари. Ўлчов асбоблари. Ўлчов асбоблари таснифи.

Ўлчов асбобларининг метрологик тавсифи

Ўлчов асбоблари хатоликлари, сезгирлиги ва вариацияси тўғрисида. Ўлчов асбоблари хатолиги. Ўлчов асбобларининг абсолют, нисбий ва келтирилган нисбий хатоликлари. Вариация ва келтирилган вариация тўғрисида тушунча. Ўлчов асбобларининг аниқлик синфи. Асосий ва қўшимча хатоликлар.

Хароратни ўлчаш

Харорат тўғрисида тушунча. Харорат шкалалари. Хароратни ўлчаш усуллари. Кенгайиш термометрлари. Суюқлик термометрлари. Механик термометрлар. Дилатометрик ва биметаллик термометрлар. Манометрик термометрлар. Газли, суюқликли ва газ-суюқликли манометрик термометрлар.

Қаршилик термометрлари. Қаршилик термометрлари турлари ва уларнинг материалга қўйиладиган талаблар. Қаршилик термометрлари қаршилигини ўлчаш усуллари. Лагометрлар. Кўприк схемалари. Мувозанат ва номувозанат кўприк схемалари. Қаршилик термометрини мувозанат кўпригига икки ва уч симли улаш схемалари. Автоматик мувозанат кўприклари.

Термоэлектрик пирометрлар (термометрлар). Термоэлектрик эффект. Термопаралар. Термопарани учинчи сим ёрдамида ўлчов асбобига улаш. Термоэлектрод симлар. Термопара совуқ ковшари хароратини компенсациялаш усуллари. Магнитоэлектрик милливольтметрлар. Потенциометрлар. Автоматик потенциометрлар.

Нурланувчи пирометрлар. Нурланишга асосланган ҳарорат ўлчаш воситалари. Тўла ва қисман нурланишга асосланган нурланиш пирометрлари.

Босимни назорат қилиш

Босим туғрисида умумий тушунчалар. Босимни ўлчаш усуллари. Суюклик манометрлари. Деформацион манометрлар. Деформацияланишга асосланган босим ўлчаш воситаларининг сезгир элементлари. Трубасимон трубкали манометрлар. Бурдон трубкаси. Мембранали манометрлар. Сильфонли манометрлар. Юк поршенли манометрлар ва уларни техникада ишлатилиши. Босимни ўлчашнинг электрик усуллари.

Ахборотни масофага узатиш тизимлари

Умумий тушунчалар. Ахборотни масофага узатишнинг пневматик ва электрик тизимлари. Ахборотни пневматик масофага узатиш тизими. Кучни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргич. Силжишни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргич. Ахборотни электр масофага узатиш тизими. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргич. Силжишни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргич (Дифференциал трансформаторли сигнал ўзгартиргич). Оралик сигнал ўзгартиргичлар. Пневмоэлектрик ва электропневматик ўзгартиргичлар. Нормалловчи сигнал ўзгартиргичлар. Аналог сон-рақамли сигнал ўзгартиргичлар ва сон-рақам аналогли сигнал ўзгартиргичлар.

Микдор ва сарфни ўлчаш усуллари

Сарф ва микдор туғрисида умумий маълумотлар. Ҳажм ҳисоблагичлари. Тезлик ҳисоблагичлари. Босим фарқларини ўзгаришига асосланган сарф ўлчагичлар. Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар. Сатх ўзгаришига асосланган сарф ўлчагичлари. Электромагнит сарф ўлчагичлари. Сарфнинг бошқа ўлчаш усуллари.

Сатхни ўлчаш усуллари

Сатх ўлчаш туғрисида умумий тушунчалар. Сатхни визуал ўлчаш воситалари. Қалқовичли сатх ўлчагичлар. Қалқиб турувчи ва чўкиб турувчи қалқовучли сатх ўлчагичлар. Гидростатик сатх ўлчагичлар. Пьезометрик ва дифманометрик сатх ўлчагичлар. Радиоизотоп сатх ўлчагичлар. Электр сатх ўлчагичлари.

Зичликни ўлчаш усуллари

Зичлик туғрисида умумий тушунчалар. Пикнометрлар. Ўзгармас ҳажм вазнини ўлчаш бўйича зичликни аниқлаш. Қалқовичли зичлик ўлчагичлар. Ареометрлар. Модда зичлигини ўлчашнинг гидростатик

усуллари. Дифманометрик ва пьезометрик усуллар. Зичликни бошқа ўлчаш усуллари.

Қовушқоқликни ўлчаш усуллари

Қовушқоқлик тўғрисида умумий тушунчалар. Капиллярли қовушқоқлик ўлчагичи. Қовушқоқликни жисмни суюқлик мухитида эркин тушиш тезлиги бўйича аниқлаш. Стокс қонуни. Шарикли қовушқоқлик ўлчагичлари. Ротацион қовушқоқлик ўлчагичлари. Вибрацион қовушқоқлик ўлчагичлари

Намликни ўлчаш усуллари

Намлик тўғрисида умумий тушунчалар. Газлар ва сочилувчан моддаларнинг намлигини ўлчаш усуллари. Психрометрик усул. Психрометрлар. Электрик гигрометрлар. Сочилувчан моддаларнинг намлигини ўлчаш усуллари.

Газоанализаторлар

Газларни таҳлил қилиш усуллари. **Кимёвий газоанализаторлар.**

Физик-кимёвий газоанализаторлар. Электрокондуктометрик газоанализаторлар. Деполяризацион ва гальваник газоанализаторлар. Термокимёвий газоанализаторлар ва уларни саноатда қўлланилиши.

Физик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторларда қўлланиладиган компенсацион схемалар. Магнитли газоанализаторлар турлари. Термомагнит газоанализаторлар.

Оптик газоанализаторлар. Инфрақизил нурларни ютишга асосланган газоанализаторлар турлари. Ультрабинафша нурларни ютишга асосланган газоанализатор турлари. Фотоколориметрик газоанализаторлар.

Масс-спектрометрлар

Газларни таҳлил қилишда массспектрометрлардан фойдаланиш. Массспектрометрия тўғрисида тушунча. Магнит ва электр майдони тасирида моддий зарра ионларини ажратиб ўлчовчи массспектрометрлар. Белгиланган масофани ўтиш вақтига қараб ионларни ажратиб ўлчовчи массспектрометрлар.

Газлар хроматографияси

Газларни таҳлил қилишда хроматографлардан фойдаланиш. Газларни сорбция хусусиятига қараб ажратиш. Газни адсорбцияловчи хроматография. Газни тақсимловчи хроматография. Капилляр хроматография. Газохроматографик курилмаларнинг асосий элементлари. Хроматографик

колонна. Газохроматографияда ишлатиладиган детекторлар. Термокондуктометрик, потенциометрик, кондуктометрик ва аланга детекторлари.

Потенциометрия

Эритмалар концентрациясини ўлчаш. Потенциометрия асослари. Нернст қонуни. Водород ионлари концентрациясини ўлчаш. Эритмаларнинг рН- кўрсаткичи. Водород электроди. Махсус шиша электродлари. Солиштириш электродлари. Коломель ва хлоркумушли солиштириш электродлари. Ўлчаш ячейкаси Э.Ю.К. ни ўлчаш. рН-метрларда қўлланиладиган ўлчаш схемалари.

Кондуктометрия

Ўтказувчанлик (кондуктометрия) бўйича эритма концентрациясини ўлчаш. Икки ва тўрт электродли кондуктометрик ячейкалар. Электродларни ўлчаш схемаларига уланиши. Электродларда кузатиладиган электрохимий жараёнлар. Ўлчашга таъсир этувчи факторлар. Хароратни, манбаъ кучланиши ўзгаришини ўлчов натижасига таъсири. Техникада ишлатиладиган компенсацион схемалар. Электродсиз кондуктометрия.

Титрометрлар

Титрлаш йўли билан эритма концентрациясини ўлчаш. Автоматик титрометрлар.

Амалий машғулотларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Амалий машғулотларда талаба маъруза машғулотларида олган билимларини мустаҳкамлаш мақсадида технологик параметрларни ўлчаш усуллариининг назарий асосларини, ўлчашда қўлланиладиган кўприк, потенциометрик ва бошқа схемаларни ҳисоблашни, ўлчов асбоби ва унинг элементларини турли дастурий пакетлар ёрдамида компьютерда ўрганишни машқ қилади.

Лаборатория машғулотларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Лаборатория ишлари талабаларни олган назарий билимларини мустаҳкамланишга йўналтирилган бўлади. Лаборатория ишларида: ўлчов асбобларини ўлчашдаги хатоликлари аниқланиб, уларни аниқлик синфига мослиги бўйича хулоса қилиш (Масалан: автоматик мувозанат кўпригини ёки логометрни текшириш); бирламчи ва иккиламчи ўлчов асбобларидан ташкил топган ўлчаш комплектини (Масалан: босимни ўлчаб масофага пневматик сигнал кўринишида узатишга мўлжалланган сильфонли манометр ва пневматик иккиламчи ўлчов асбоби) хатолигини аниқлаш; ўлчов

асбобларини градуировка қилиш (Масалан: газ миқдор ўлчагичини градуировка қилиш мисолида); Баъзи лаборатория ишларни компьютерда, виртуал лаборатория стендларида бажарилиши тавсия этилади. Масалан: ўлчов асбоби ва унинг элементларининг статик ёки динамик таснифларини олиб ўрганиш.

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Талаба мазкур фан бўйича мустақил равишда маъруза конспектини такрорлаши, асосий ва қўшимча адабиётлардан фойдаланиб назарий билимларини мустаҳкамлаши, рейтинг баҳолашларга тайёрланиши, амалий машғулотлар бўйича берилган топшириқлар ва уй вазифаларини бажариши, лаборатория ишига олдиндан назарий тайёргарлик кўриши, лаборатория ишининг ҳисоб-ҳизма ишларини бажариб ҳисоботни расмийлаштириши, лозим. Иқтидорли талабалар мақсадли равишда фан олимпиадаларига, илмий анжуманларга тайёрланиши, фан тўғрақларида иштирок этиши ва ижодий изланиши зарур. Фан мавзуларини ўзлаштира олмаган талабалар мустақил тайёрланиб баҳолаш турларини белгиланган муддатда қайта топширишлари зарур.

Мустақил иш натижалари маъруза конспекти, амалий машғулот дафтари, лаборатория иши ҳисоботи, илмий мақола ёки тезис, қайта топшириш ҳисоботи ёки реферат шаклларида расмийлаштирилган бўлиши ва ўқитувчи томонидан доимий назорат қилиб борилиши мақсадга мувофиқ.

Мустақил иш турлари ҳажми ўқув режада фанга ажратилган соатлар доирасида белгиланади. Мустақил ишларнинг тез ва сифатли бажарилишини таъминлаш, уларнинг савиясини орттириб бориш учун компьютер техникасидан унумли фойдаланиш ва бошқа тезкор усулларни қўллаш тавсия этилади. Талаба мустақил иши фанга ажратилган рейтинг баллари доирасида баҳоланади.

Дастурнинг информацион-методик таъминоти

Фанни ўқитишда талабаларнинг билимини рейтинг назорати тизимини қўллаб аниқлашга асосланган замонавий педагогик технологиялар қўлланилади. Талабаларга ушбу фанни ўзлаштиришда мавжуд электрон дарслик, виртуал лаборатория стендлари ва тест саволлари тўпламидан фойдаланиш тавсия этилади.

Фойдаланиладиган асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар рўйхати Асосий адабиётлар

6. Мухаммедов Б.Э. Метрология. Методы и приборы для измерения технологических параметров Т. 1991.
7. Юсупбеков Н.Р. Мухаммедов Б.И. Гуломов Ш.Н. «Технологик жараёнларни бошқариш системалари». Т. Ўқитувчи 1997 й.
8. Юсупбеков Н.Р. Мухаммедов Б.И. Гуломов Ш.Н. «Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларини автоматлаштириш». Т. Ўқитувчи 1982 й.

9. Петров И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности М Агропромиздат 1995.
10. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Машиностроение 1983 г.
11. Фарзанае Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы -М.: «Высшая школа», 1989.
12. Алиев Т.М. и др. Измерительная техника. М.: «Высшая школа», 1991.
13. Данилов А.И. Компьютерный практикум по курсу «Теория управления». SIMULINK моделирование в среде MATLAB. Учебное пособие. -М.: «МГУИЭ», 2002.

Қўшимча адабиётлар

8. Сергеев А.Г., Крохан В.В. Метрология М Логос 2002.
9. Гончаров А.А. Копылев В.Д. Метрология, стандартизация и сертификация. М Академия 2005 г.
- 10.Обновленский П.А. и др. Основы автоматизации химических производств. Ленинград: «Химия», 1975.
11. Прусенко ВС. Пневматические системы автоматического регулирования технологических процессов. -М.: «Машиностроение», 1987.

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

“ТАСДИҚЛАЙМАН”

ТКТИ ректори
проф. Туробжонов С.М.
«_____» _____ 2011 й.

ТЕХНОЛОГИК ЎЛЧОВ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАР

фани бўйича

500000 – Мухандислик, ишлов бериш ва қурилиш тармоқлари **билим соҳаси**, 520000 – Мухандислик ва муҳандислик иши **таълим соҳасининг** 5521800 – Автоматлаштириш ва бошқарув (кимё ва озик овқат технологияси тармоқлари бўйича) **бакалавриат йўналиши учун**

ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ

Умумий ўқув соати	210	соат
Шу жумладан:		
Маъруза	52	соат
Амалий машғулотлар	18	соат
Лаборатория машғулотлари	36	соат
Мустақил таълим соати	104	соат

Тошкент – 2011

Фаннинг ишчи ўқув дастури намунавий ўқув дастури ва ўқув режасига мувофиқ ишлаб чиқилди.

Тузувчи: Юнусов И.И. – Тошкент кимё технология институти «Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув» кафедраси доценти, техника фанлари номзоди.

Такризчи: Махмудов Г.Н. – Тошкент автомобил йўллар институти «Автоматика ва электротехника» кафедраси профессори.

Фаннинг ишчи ўқув дастури “Информатика, автоматлаштириш ва бошқарув” кафедрасининг 2011 йил “___” _____даги ___ сонли мажлисида кўриб чиқилиб, факультет Илмий услубий Кенгашида кўриб чиқиш учун тавсия қилинди.

Кафедра мудири: доц.Хамидов Б.Т.

Фаннинг ишчи ўқув дастури “Озиқ-овқат маҳсулотлари технологияси” факультети Илмий услубий Кенгашининг 2011 йил “___” _____ даги “___”-сонли мажлисида тасдиқлашга тавсия этилди.

Факультет Илмий услубий Кенгаши раиси: доц. Муталов Ш.А.

Келишилди:

Ўқув ишлари проректори проф. Сайфутдинов Р.С.

1. КИРИШ

1.1. Фаннинг мақсади ва вазифалари

5521800 - «Автоматлаштириш ва бошқарув» таълим йўналиши бўйича бакалаврларни тайёрлаш ўқув режасида «Технологик ўлчов усуллари ва асбоблар» фани умумқасбий фанларнинг бошқариш тизимларининг элементлари ва қурилмалари курси туркумига киритилган.

Дастур Ўзбекистон Республикаси Давлат таълим стандарти - 5521800 - «Автоматлаштириш ва бошқарув» йўналиши бўйича бакалавр тайёрлаш мазмуни ва савиясининг мажбурий минимумига бўлган талабларга мувофиқ тузилган.

Ушбу дастур технологик жараёнларни характерловчи турли катталикларни ўлчаш усуллари, автоматлаштиришда қўлланиладиган бирламчи ўзгартиргичларни, ўлчов асбобларини ва ахборотларни узатиш ва автоматик назорат қилиш тизимларини ўрганишни кўзда тутди. Ўлчаш воситаларини ўрганиш жараёнида уларни ишлаш принциплари, хусусиятлари, узатиш функциялари ўрганилади.

Ушбу курсда талаба технологик параметрларни (харорат, босим, сатх, сарф, қовушқоқлик, зичлик, намликни ўлчаш ва эритмалар концентрацияси аниқлаш ва газлар таркибини таҳлил қилиш) ўлчаш усуллари ва уларнинг назарий асосларини ва объект хусусиятларига қараб ўлчов асбобларини танлашни ўрганади. Фанни ўқитилишидан мақсад - бошқариш тизимларда қўлланиладиган турли автоматик назорат қилиш тизимлари билан яқиндан танишиш, уларни таҳлил ва синтез қилиш, ҳисоблаш танлаш ва ишлата олиш, таълим стандартида талаб қилинган билимлар, кўникмалар ва тажрибалар даражасини таъминлашдир.

1.2. Фанни ўзлаштирган талабанинг малакавий даражалари

Фанни ўзлаштирган талаба: ўлчаш ва ўлчов асбоблари, ўлчашнинг назарий асослари, аниқлик синфи ва ўлчов асбоблари хатоликлари тўғрисида, ҳамда хароратни, босимни сарфни, сатхни, газларни таҳлил қилиш усуллари, эритмалар концентрациясини ўлчаш усуллари тўғрисида ва ахборотни масофага узатишнинг замонавий усуллари тўғрисида тасаввурга эга бўлиши керак;

Талаба ўлчов асбобларини технология шароитларига қараб танлашни, технологиянинг ўлчаш аниқлигига қўйган талабларига қараб ўлчов асбобларини танлашни, тизим талабларига жавоб берадиган сигнал ўзгартиргичларни танлашни, ўлчов асбоблари хатоликларини аниқлаб, уларни аниқлик синфига мослиги тўғрисида баҳо беришни, ўлчов асбобларининг принципиал схемаларини ўқишни билиши керак бўлади.

1.3. Фаннинг ўқув режасидаги фанлар билан боғлиқлиги

Мазкур фанни ўқиш давомида талабаларга «Физика», «Олий математика», «Физик ва коллоид кимё» «Информатика и ахборот технологиялари» «Умумий кимёвий технология» ва «Кимё-технология жараёнлари ва қурилмалари» фанлари бўйича чуқур билим талаб қилинади.

1.4. Фанни ўқитишда педагогик ва ахборот технологияларидан фойдаланиш

«Технологик ўлчов усуллари ва асбоблар» » фанидан назарий билимни талаба маъруза машғулотларида олиб, лаборатория ва амалий машғулотларда амалий кўникмаларга эга бўлади ва мустақил иш мавзулари устида ишлаш жараёнида билимини янада мустахкамлайди.

Фанни ўқитишда талабаларнинг билимини рейтинг назорати тизимини қўллаб аниқлашга асосланган замонавий педагогик технологиялар қўлланилади. Фанни ўзлаштиришни мустахкамлаш, талабанинг ижодий фикрлашини таъминлаш мақсадида, амалий ва лаборатория машғулотларини ўтказиш режаланган.

Талабаларга ушбу фанни ўзлаштиришда мавжуд адабиётлардан, электрон дарслик, виртуал ва физик лаборатория стендларидан, ҳамда тест саволлари тўпламидан фойдаланиш тавсия этилади.

Фандан ўтиладиган мавзулар ва улар бўйича машғулот турларига ажратилган соатларнинг тақсими

Т/р	Фаннинг бўлими ва мавзуси, маъруза мазмуни	Соатлар			
		Жами	Маъруза	Амалий машғулотлар	Лаборатория машғулотлари
Кузги семестр					
1	Кириш. Рейтинг тизими тўғрисида.	1	1		
2	Ўлчаш. Ўлчов асбоблари	1	1		
3	Ўлчов асбобларининг метрологик тавсифи.	6	2	4	
4	Хароратни ўлчаш. Кенгайиш термометрлари. Манометрик термометрлар. Қаршилик термометрлари. Термоэлектрик	26	10	6	10

	пирометрлар. Нурланувчи пирометрлар.				
	Босимни назорат қилиш	10	2	2	6
5	Ахборотни масофага узатиш тизимлари.	4	6		
6	Микдор ва сарфни ўлчаш усуллари.	12	4	2	8
7	Сатхни ўлчаш усуллари.	10	2	2	6
	Газоанализаторлар: Кимёвий газоанализаторлар. Физик-кимёвий газоанализаторлар. Физик газоанализаторлар.	14	10		6
	Масс-спектрометрлар	2	1		
	Газлар хроматографияси	2	1		
	Потенциометрия	2	1		
	Кондуктометрия	2	1		
	Титрометрлар	2			
	Зичликни ўлчаш усуллари	2	2		
	Қовушқоқликни ўлчаш усуллари	2	2		
	Намликни ўлчаш усуллари	2	2		
	Ўлчов асбобларини ва сигнал ўзгартиргичларни технология талаблари бўйича танлашни машқ қилиш	2		2	
	1- ва 2-оралиқ назорат	4	4		
	Жаъми	106	52	18	36

2. Ўқув материаллари мазмуни

2.1. Маъруза машғулоти мазмуни

2.1.1. Кириш (1 соат).

Рейтинг тизими тўғрисида. Фанни ўқитишдан мақсад ва унинг вазифалари. Кириш.

[А1, А2, А3, А4, А5, Қ4]

2.1.2. Ўлчаш. Ўлчов асбоблари (1 соат).

Ўлчаш. Бевосита ва билвосита ўлчаш усуллари. Тўғридан тўғри ўлчаш усуллари. Компенсацион ва дифференциал ўлчаш усуллари. Ўлчов асбоблари. Ўлчов асбоблари таснифи.

[A1,A2, A3,A4, A5]

2.1.3. Ўлчов асбобларининг метрологик тавсифи (2 соат).

Ўлчов асбоблари хатоликлари, сезгирлиги ва вариацияси тўғрисида. Ўлчов асбоблари хатолиги. Ўлчов асбобларининг абсолют, нисбий ва келтирилган нисбий хатоликлари. Вариация ва келтирилган вариация тўғрисида тушунча. Ўлчов асбобларининг аниқлик синфи. Асосий ва қўшимча хатоликлар.

[A1,A2, A3,A4, A5, A6]

2.1.4. Хароратни ўлчаш (10 соат).

Харорат тўғрисида тушунча. Харорат шкалалари. Хароратни ўлчаш усуллари. Кенгайиш термометрлари. Суюқлик термометрлари. Механик термометрлар. Дилатометрик ва биметаллик термометрлар. Манометрик термометрлар. Газли, суюқликли ва газ-суюқликли манометрик термометрлар.

Қаршилик термометрлари. Қаршилик термометрлари турлари ва уларнинг materialiга қўйиладиган талаблар. Қаршилик термометрлари қаршилигини ўлчаш усуллари. Лагометрлар. Кўприк схемалари. Мувозанат ва номувозанат кўприк схемалари. Қаршилик термометрини мувозанат кўпригига икки ва уч симли улаш схемалари. Автоматик мувозанат кўприклари.

Термоэлектрик пирометрлар (термометрлар). Термоэлектрик эффект. Термопаралар. Термопарани учинчи сим ёрдамида ўлчов асбобига улаш. Термоэлектрод симлар. Термопара совуқ ковшари хароратини компенсациялаш усуллари. Магнитоэлектрик милливольтметрлар. Потенциометрлар. Автоматик потенциометрлар.

Нурланувчи пирометрлар. Нурланишга асосланган харорат ўлчаш воситалари. Тўла ва қисман нурланишга асосланган нурланиш пирометрлари.

[A1,A2, A3,A4, A5,A6]

2.1.5. Босимни назорат қилиш (2 соат).

Босим тўғрисида умумий тушунчалар. Босимни ўлчаш усуллари. Суюқлик манометрлари. Деформацион манометрлар. Деформацияланишга асосланган босим ўлчаш воситаларининг сезгир элементлари. Трубасимон трубкали манометрлар. Бурдон трубкаси. Мембранали манометрлар. Сильфонли манометрлар. Юк поршенли манометрлар ва уларни техникада ишлатилиши. Босимни ўлчашнинг электрик усуллари.

[A1,A2, A3,A4, A5,A6]

2.1.6. Ахборотни масофага узатиш тизимлари (6 соат).

Умумий тушунчалар. Ахборотни масофага узатишнинг пневматик ва электрик тизимлари. Ахборотни пневматик масофага узатиш тизими. Кучни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргич. Силжишни компенсациялашга асосланган пневматик сигнал ўзгартиргич. Ахборотни электр масофага узатиш тизими. Кучни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргич. Силжишни компенсациялашга асосланган электр сигнал ўзгартиргич (Дифференциал трансформаторли сигнал ўзгартиргич). Оралик сигнал ўзгартиргичлар. Пневмоэлектрик ва электропневматик ўзгартиргачлар. Нормалловчи сигнал ўзгартиргичлар. Аналог сон-рақамли сигнал ўзгартиргичлар ва сон-рақам аналогли сигнал ўзгартиргичлар.

[A1,A2, A3,A4, A5,A6]

2.1.7. Микдор ва сарфни ўлчаш усуллари (4 соат).

Сарф ва микдор тўғрисида умумий маълумотлар. Ҳажм ҳисоблагичлари. Тезлик ҳисоблагичлари. Босим фарқларини ўзгаришига асосланган сарф ўлчагичлар. Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар. Сатх ўзгаришига асосланган сарф ўлчагичлари. Электромагнит сарф ўлчагичлари. Сарфнинг бошқа ўлчаш усуллари.

[A1,A2, A3,A4, A5,A6]

2.1.8. Сатхни ўлчаш усуллари (2 соат)

Сатх ўлчаш тўғрисида умумий тушунчалар. Сатхни визуал ўлчаш воситалари. Қалқовичли сатх ўлчагичлар. Қалқиб турувчи ва чўкиб турувчи қалқовучли сатх ўлчагичлар. Гидростатик сатх ўлчагичлар. Пьезометрик ва дифманометрик сатх ўлчагичлар. Радиоизотоп сатх ўлчагичлар. Электр сатх ўлчагичлари.

[A1,A2, A3,A4, A5,A6]

2.1.9. Газоанализаторлар (10 соат).

Газларни таҳлил қилиш усуллари. Кимёвий газоанализаторлар.

Физик-кимёвий газоанализаторлар. Электрокондуктометрик газоанализаторлар. Деполяризацион ва гальваник газоанализаторлар. Термокимёвий газоанализаторлар ва уларни саноатда қўлланилиши.

Физик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторлар. Термокондуктометрик газоанализаторларда қўлланиладиган компенсацион схемалар. Магнитли газоанализаторлар турлари. Термомагнит газоанализаторлар.

Оптик газоанализаторлар. Инфрақизил нурларни ютишга асосланган газоанализаторлар турлари. Ультрабинафша нурларни ютишга асосланган газоанализатор турлари. Фотоколориметрик газоанализаторлар.

[A1,A4, A6]

2.1.10. Масс-спектрометрлар (1 соат).

Газларни таҳлил қилишда массспектрометрлардан фойдаланиш. Массспектрометрия тўғрисида тушунча. Магнит ва электр майдони тасирида

моддий зарра ионларини ажратиб ўлчовчи масспектрометрлар. Белгиланган масофани ўтиш вақтига қараб ионларни ажратиб ўлчовчи масспектрометрлар.

[A6, A7]

2.1.11. Газлар хроматографияси (1 соат).

Газларни таҳлил қилишда хроматографлардан фойдаланиш. Газларни сорбция хусусиятига қараб ажратиш. Газни адсорбцияловчи хроматография. Газни тақсимловчи хроматография. Капилляр хроматография. Газохроматографик қурилмаларнинг асосий элементлари. Хроматографик колонна. Газохроматографияда ишлатиладиган детекторлар. Термокондуктометрик, потенциометрик, кондуктометрик ва аланга детекторлари.

[A1, A4, A6]

2.1.12. Потенциометрия (1 соат).

Эритмалар концентрациясини ўлчаш. Потенциометрия асослари. Нернст қонуни. Водород ионлари концентрациясини ўлчаш. Эритмаларнинг рН- кўрсаткичи. Водород электроди. Махсус шиша электродлари. Солиштириш электродлари. Коломель ва хлоркумушли солиштириш электродлари. Ўлчаш ячейкаси Э.Ю.К. ни ўлчаш. рН-метрларда қўлланиладиган ўлчаш схемалари.

[A1, A4, A6]

2.1.13. Кондуктометрия (1 соат).

Ўтказувчанлик (кондуктометрия) бўйича эритма концентрациясини ўлчаш. Икки ва тўрт электродли кондуктометрик ячейкалар. Электродларни ўлчаш схемаларига уланиши. Электродларда кузатиладиган электрохимий жараёнлар. Ўлчашга таъсир этувчи факторлар. Хароратни, манба кучланиши ўзгаришини ўлчов натижасига таъсири. Техникада ишлатиладиган компенсацион схемалар. Электродсиз кондуктометрия.

[A1, A4, A6]

2.1.14. Титрометрлар.

Титрлаш йўли билан эритма концентрациясини ўлчаш. Автоматик титрометрлар.

[A1, A4, A6]

2.1.15. Зичликни ўлчаш усуллари (2 соат).

Зичлик тўғрисида умумий тушунчалар. Пикнометрлар. Ўзгармас хажм вазнини ўлчаш бўйича зичликни аниқлаш. Қалқовичли зичлик ўлчагичлар. Ареометрлар. Модда зичлигини ўлчашнинг гидростатик усуллари. Дифманометрик ва пьезометрик усуллар. Зичликни бошқа ўлчаш усуллари.

[A1, A4, A6]

2.1.16. Қовушқоқликни ўлчаш усуллари (2 соат).

Қовушқоқлик тўғрисида умумий тушунчалар. Капиллярли қовушқоқлик ўлчагичи. Қовушқоқликни жисмни суюқлик мухитида эркин тушиш тезлиги бўйича аниқлаш. Стокс қонуни. Шарикли қовушқоқлик

ўлчагичлари. Ротацион қовушқоқлик ўлчагичлари. Вибрацион қовушқоқлик ўлчагичлари

[А1,А4, А6]

2.1.17. Намликни ўлчаш усуллари (2 соат).

Намлик тўғрисида умумий тушунчалар. Газлар ва сочиловчан моддаларнинг намлигини ўлчаш усуллари. Психрометрик усул. Психрометрлар. Электрик гигрометрлар. Социловчан моддаларнинг намлигини ўлчаш усуллари.

[А1,А4, А6]

2.2. Амалий машғулотларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Амалий машғулотларда талаба маъруза машғулотларида олган билимларини мустаҳкамлаш мақсадида технологик параметрларни ўлчаш усуллариининг назарий асосларини, ўлчашда қўлланиладиган кўприк, потенциометрик ва бошқа схемаларни ҳисоблашни, ўлчов асбоби ва унинг элементларини турли дастурий пакетлар ёрдамида компьютерда ўрганишни машқ қилади.

(Амалий машғулот мавзулари колендар режада келтирилган).

2.3. Лаборатория машғулотларини ташкил этиш бўйича кўрсатмалар

Лаборатория ишлари талабаларни олган назарий билимларини мустаҳкамланишига йўналтирилган бўлади. Лаборатория ишларида: ўлчов асбобларини ўлчашдаги хатоликлари аниқланиб, уларни аниқлик синфига мослиги бўйича хулоса қилиш (Масалан: автоматик мувозанат кўпригини ёки логометрни текшириш); бирламчи ва иккиламчи ўлчов асбобларидан ташкил топган ўлчаш комплектини (Масалан: босимни ўлчаб масофага пневматик сигнал кўринишида узатишга мўлжалланган сифонли манометр ва пневматик иккиламчи ўлчов асбоби) хатолигини аниқлаш; ўлчов асбобларини градуировка қилиш (Масалан: газ миқдор ўлчагичи ёрдамида ротаметрни градуировка қилиш мисолида); Яна, баъзи лаборатория ишларни компьютерда, виртуал лаборатория стендларида бажарилиши тавсия этилади (Масалан: ўлчов асбоби ва унинг элементларининг статик ёки динамик таснифларини олиб ўрганиш).

(Лаборатория машғулотлари мавзулари колендар режада келтирилган).

3. Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Талабаларнинг маъруза ва лаборатория машғулотига тайёрланиб келиши ва ётилган материалларни мустақил ўзлаштиришлари учун кафедра

ўқитувчилари томонидан маъруза матнлари ишлаб чиқилган, шар бир талабага ушбу материаллардан фойдаланиш тавсия этилади.

Талабанинг фанни мустақил тарзда қандай ызлаштирганлиги жорий, оралиқ ва якуний баҳолашларда ўз аксини топади. Шу сабабли рейтинг тизимида мустақил ишларга алоҳида балл ажратилмайди, улар ЖБ, ОБ ва ЯБ лар таркибига киритилган.

Мустақил иш учун фан бўйича 104 соат ажратилган.

Ушбу соатлар тахминан қуйидаги тартибда тақсимланади:

- маъруза конспектини ўқиб, қўшимча топшириқларни тайёрлаш – 24 соат.
- лаборатория машғулотларига, коллоквиумга тайёргарлик кўриш, ҳисоботни тайёрлаш – 40 соат.
- Амалий машғулотларига тайёргарлик кўриш, уй топшириқларини тайёрлаш – 40 соат.

Фаннинг маъруза ва лаборатория машғулотлари талабанинг мунтазам равишда мустақил ишлашини талаб қилади. Лаборатория ишларига талабалар мустақил ҳолда асосий дарслик, маъруза материаллари ва лаборатория ишлари учун белгиланган қўлланмалардан фойдаланиб, тайёргарлик кўришлари лозим.

Қолдирилган дарсларни топшириш учун талаба дарс материаллини тайёрлаб келиши ва ўқитувчининг оғзаки суҳбатидан ўтиши зарур. Қолдирилган ОБ ва ЯБ лар белгиланган тартиб бўйича топширилади.

Талабалар мустақил таълимининг мазмуни ва ҳажми

Ишчи ўқув дастурининг мустақил таълимга оид бўлим ва мавзулари	Мустақил таълимга оид топшириқ ва тавсиялар	Бажарилиш муддатлари	Ҳажми (соатда)
Кузги семестр			
Кириш. Рейтинг тизими тўғрисида.		1-хафта	1
Ўлчаш. Ўлчов асбоблари		2-хафта	1
Ўлчов асбобларининг метрологик тавсифи.		3,4 ва 5-хафтalar	8
Хароратни ўлчаш. Кенгайиш термометрлари. Манометрик термометрлар. Қаршилиқ термометрлари. Термоэлектрик пирометрлар. Нурланувчи пирометрлар.		6-хафта	24
Босимни назорат қилиш			4
Ахборотни масофага узатиш тизимлари.		7,8 ва 9-	4

		хафталар	
Микдор ва сарфни ўлчаш усуллари.		10,11 ва 12- хафталар	6
Сатхни ўлчаш усуллари.		13,14 хафталар	4
Газоанализаторлар: Кимёвий газоанализаторлар. Физик-кимёвий газоанализаторлар. Физик газоанализаторлар.		16, 17, 18 ва 19- хафталар	18
Масс-спектрометрлар		20-хафта	2
Газлар хроматографияси		21,22	4
Потенциометрия		23,24	6
Кондуктометрия		25,26	6
Титрометрлар		27	2
Зичликни ўлчаш усуллари		27	6
Қовушқоқликни ўлчаш усуллари		28	4
Намликни ўлчаш усуллари		28	4
Жаъми			104

4. Рейтинг баҳолаш тизими

4.1. Рейтинг назорати жадвали (семестр)

Назорат тури	Хафталар бўйича рейтинг баҳолаш																					Жаъми	Ўтиш бали
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
ЖН (лаборатория машғулоти)					7			5				5			5			К	К	4		26	14
ЖН (амалий машғулоти)				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		К	К	1		14	8
ОН								1 5						15				К	К			30	16,5
ЯН																		К	К		30	30	16,5
Всего:		1	2	3	2	3	1 7	3	2	3	2	3	2	18	2	3	2	К	К	2	30	100	55

4.2. ЖБ ни баҳолаш мезонлари

Лаборатория машғулоти лари га ажратилган рейтинг бали 26 бални ташкил этади. Лаборатория машғулоти бўйича талабанинг рейтинг бали унинг назариётдан топширган коллоквиуми, лаборатория ишини бажаргани, ўқитувчи топшириғини мустақил бажара олганлиги ва тайёрлаган ҳисоботи

бўйича белгиланади. Талабанинг билими 5 баллик тизимда баҳоланиб, ҳар оралиқ бўйича талаба тўплаган баллари жамланиб бешга бўлиниб топилади.

Лаборатория ишларида коллоквиум топшириш, ишни бажариш ва ҳисобот топширишни баҳолашда қуйидаги омиллар ҳисобга олинади.

Баҳола ш кўрсат-	Баҳолаш мезонлари	рейтинг бали
Аъло, 86-100%	Лаборатория ишини мавзусининг назарий асослари бўйича ҳар томонлама чуқур ва мукаммал билимга эга. Лаборатория ишларини ижодий ва илмий ёндошган ҳолда назарий билимлар асосида тушинтира олади. Тажрибаларини кириш қийматларининг ҳар хил қийматлари учун ўтказа олади. Олган натижаларни мустақил таҳлил қила олади. Ҳисобот тўлиқ расмийлаштирилган. Олинган натижалар таҳлили мантиқан тўғри ва аниқ.	5
Яхши, 71-85%	Лаборатория ишини мавзуси назарий асослари бўйича билимга эга. Лаборатория ишларини тушинади. Тажрибаларини ўқитувчи ёрдамида ўтказиб, олган натижаларни тушинтира олади. Ҳисобот яхши расмийлаштирилган. Олинган натижалар таҳлили тўғри.	4
Қониқарли, 55-70%	Лаборатория ишини мавзуси назарий асослари бўйича билими тўлиқ эмас. Лаборатория ишларини тушинади. тажрибаларини ўқитувчи ёрдамида ўтказа олади. Ҳисобот расмийлаштиришда ва олинган натижалар таҳлил қилишда камчиликлар мавжуд.	3
Қониқарсиз 0-54%	Лаборатория ишини мавзуси назарий асослари бўйича билими жуда кам. Тажрибаларини ўтказа олмайди. Ҳисоботда келтирилган маълумотларни тушинтириб бера олмайди.	2

Амалий машғулотиларга ажратилган рейтинг бали 14 бални ташкил этади.

Талабанинг билими 5 баллик тизимда баҳоланиб, ҳар оралиқ бўйича талаба тўплаган баллари жамланиб бешга бўлиниб топилади.

Амалий машғулотларда баҳолашда қуйидаги омиллар ҳисобга олинади.

Баҳола ш кўрсат-	Амалий машғулотларни баҳолаш мезонлари	рейтинг бали
Аъло, 86-100%	Талаба амалий машғулотни дафтарга тўлиқ ёзади ва ушбу амалий иш бўйича мукаммал назарий билимларга эга бўлади ва назарий олган билимларини тўлиқ тушунтира олади. Ҳисоб ишларини мустақил равишда бажара олади. Ҳисоб ишлари учун керакли бўлган маълумотларни услубий қўланмалардан мустақил топа олади. Олинган натижаларни мустақил аниқ ва тўғри таҳлил этиб, ҳисоботни тўлиқ расмийлаштиради.	5
Яхши, 71-85%	Талаба амалий машғулотни дафтарга ёзади ва ушбу амалий иш бўйича назарий билимларга эга ва назарий олган билимларини тушунтира олади. Ҳисоб ишларини бажара олади. Ҳисоб ишлари учун керакли бўлган маълумотларни услубий қўлланмалардан топа олади. Олинган натижаларни таҳлил этиб, ҳисоботни тўғри расмийлаштиради.	4
Қониқарли , 56-70%	Талаба амалий машғулотни дафтарга ёзади ва назарий олган билимларини тушунтириб беришга ҳаракат қилади. Ҳисоб ишларини бажаришга ҳаракат қилади. Ҳисоботни расмийлаштирган.	3
Қони қарси 3 0-	Талаба амалий машғулот учун назарий билимларни чала тушунади. Ҳисоб китоб ишларини бажара олмайди.	2

4.3. ОБ ни баҳолаш мезонлари

ОБ маъруза машғулотлари материаллари бўйича ўтказилади. Семестр давомида 2 та ОБ ўтказилади. Хар бир ОБ 15 балл билан баҳоланиб жами 2 та ОБ да 30 балл мўлжалланган. ОБ ёзма иш ёки тест синовлари кўринишида ўтказилиши мумкин.

ОБ ёзма иши қуйидагича мезонда ўтказилади:

ОБ да 3 та саволдан иборат вариант берилади, унга жами 15 балл ажратилади.

Тест усулида ОБ ни баҳолаш мезонлари:

ОБ компьютерда тест шаклида ўтказилади ва талабанинг жавоби 15 баллик тизимда баҳоланади. Бунда тестга ажратилган баллар саволлар сонига бўлиниб, бир саволга қўйиладиган балл топилади ва уни тўғри жавоблар сонига кўпайтириб, талабанинг ОБ да тўплаган баллари аниқланади.

Ёзма иш усулида “ОБ” ни баҳолаш мезонлари

Баҳоланиши	Баҳолаш омиллари	“Ёзма иш” бўйича умумий балл
Бир савол учун алоҳида баҳоланади	1. Жавобнинг тўғрилиги ва тўлиқлиги	11
“Ёзма иш” бўйича умумий баҳоланади	2. Жавоб беришда ижодий ёндошиш	1
	3. Жавобни ёритишда таянч тушунчалардан фойдаланганлик	1
	4. Иш ҳажми	1
	5. Ҳуснихат	1
Жами		15

4.4. ЯБ ни баҳолаш мезонлари

ЯБ маъруза машғулотилари материаллари бўйича ўтказилади. Семестр якунида ЯБ ўтказилади. ЯБ 30 балли ташкил этади. ЯБ ёзма иш ёки тест синовлари қўринишида ўтказилиши мумкин.

ЯБ ёзма иши қуйидагича мезонда ўтказилади:

ЯБ да 3 та саволдан иборат вариант берилади, унга жами 30 балл ажратилади.

Ёзма иш усулида “ЯБ” ни баҳолаш мезонлари

Баҳоланиши	Баҳолаш омиллари	“Ёзма иш” бўйича умумий балл
Ҳар бир савол учун алоҳида баҳоланади	6. Жавобнинг тўғрилиги ва тўлиқлиги	21
“Ёзма иш” бўйича умумий баҳоланади	7. Жавоб беришда ижодий ёндошиш	3
	8. Жавобни ёритишда таянч тушунчалардан фойдаланганлик	3
	9. Иш ҳажми	2

	10.Хуснихат	1
Жами		30

Тест усулида ЯБ ни баҳолаш мезонлари:

ЯБ компьютерда тест шаклида ўтказилади ва талабанинг жавоби 30 баллик тизимда баҳоланади. Бунда тестга ажратилган баллар саволлар сонига бўлиниб, бир саволга қўйиладиган балл топилади ва уни тўғри жавоблар сонига қўпайтириб, талабанинг ЯБ да тўплаган баллари аниқланади.

Фойдаланиладиган асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар рўйхати Асосий адабиётлар

14. Мухаммедов Б.Э. Метрология. Методы и приборы для измерения технологических параметров Т. 1991.
15. Юсупбеков Н.Р. Мухаммедов Б.И. Гуломов Ш.Н. «Технологик жараёнларни бошқариш системалари». Т. Ўқитувчи 1997 й.
16. Преображенский В.П. «Теплотехнические измерения и приборы», М., Энергия, 1978.
17. Под редакцией проф. Карибского В.В. Автоматизация и средства контроля производственных процессов, М, Недра, 1979.
18. Петров И.К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности М Агропромиздат 1995.
19. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Машиностроение 1983 г.
20. Фарзана Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы -М.: «Высшая школа», 1989.
21. Алиев Т.М. и др. Измерительная техника. М.: «Высшая школа», 1991.

Қўшимча адабиётлар

- 12.Сергеев А.Г., Крохан В.В. Метрология М Логос 2002.
- 13.Юсупбеков Н.Р. Мухаммедов Б.И. Гуломов Ш.Н. «Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларини автоматлаштириш». Т. Ўқитувчи 1982 й.
- 14.Гончаров А.А. Копылев В.Д. Метрология, стандартизация и сертификация. М Академия 2005 г.
- 15.Обновленский П.А. и др. Основы автоматизации химических производств. Ленинград: «Химия», 1975.
- 16.Прусенко ВС. Пневматические системы автоматического регулирования технологических процессов. -М.: «Машиностроение», 1987.
- 17.Данилов А.И. Компьютерный практикум по курсу «Теория управления». SIMULINK моделирование в среде MATLAB. Учебное пособие. -М.: «МГУИЭ», 2002.
7. Мурин Г.А. Теплотехнические измерения, М., Энергия 1979.

8. Приборы КИПиА, книги, пособие, справочники, рефераты
<http://tyrbo.far.ru/page1.html>
9. Технологические измерения и приборы для химических
производств...
<http://www.toroid.ru/kulakov.html>
10. А. В. КАЛИНИЧЕНКО, Н. В. УВАРОВ, В. В. ДОЙНИКОВ
СПРАВОЧНИК ИНЖЕНЕРА ПО КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ
ПРИБОРАМ И АВТОМАТИКЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО: ИНФРА-ИНЖЕНЕРИЯ,
2008 Г
<http://www.ozon.ru/context/detail/id/4346098/>

Ишчи ўқув дастурга ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш тўғрисида
_____ ўқув йили учун ишчи ўқув дастурига қўйидаги
ўзгартириш ва қўшимчалар киритилмоқда:

[illegible]

Ўзгартириш ва кўшимларни киритувчилар:

(профессор-ўқитувчининг И.Ф.О.)

(ИМЗОСИ)

Ишчи ўқув дастурга киритилган ўзгартириш ва кўшимчалар “ООМТ” факультети
Илмий-услубий кенгашида муҳокама этилди ва маъқулланди (_____ йил “_____”
_____ даги “_____” - сонли баённома)

Факультет Илмий-услугбий
Кенгаши раиси:

доц. Муталов Ш.А.

