

Б.Э. МУХАМЕДОВ

МЕТРОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАРИ

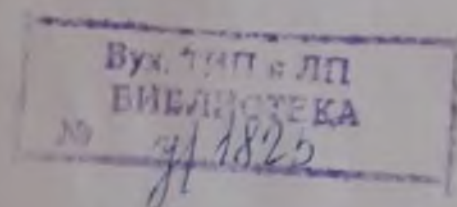


63.9/2/2
М-93

Б. Э. МУҲАМЕДОВ

МЕТРОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИК ПАРАМЕТРЛАРНИ ЎЛЧАШ УСУЛЛАРИ ВА АСБОБЛАРИ

Ўзбекистон ССР Халқ таълими вазирлиги олий ўқув
курсларининг „Технологик жараёнларни ва ишлаб чиқаришни
автоматлаштириш“ ихтисослиги студентлари учун дарслик
сифатида тасдиқланган



ТОШКЕНТ — „ЎҚИТУВЧИ“ — 1991

Дароҳқода ушбу китобнинг тизимий жараёнини, қиёсат усуллари ва қиёсат асосий технологик параметрларини автоматик контрол қилиш ва баъзи қиёсат системаларида ишлатиладиган асбобларнинг таълиқ принциплари билан таништиради. Қиёсат қилиш воситалари ва ўлчаш асбобларини классификация қилиш системаларининг принципал схемалари метрология ҳақиқатлари билан таништиради. Саноатда ишлатиладиган асбобларнинг ўлчаш схемалари миқдорий мисоллар келтирилади.

Қиёсат қилиш ўлчаш юрталарининг „Технологик жараёнларнинг ва ишларнинг автоматлаштирилиши“, „Саноат иссиқлик энергетикаси“, „Иссиқлик энергияси“, „Иссиқлик электр станцияларида суғи ва ёғишнинг таълиқи“ студентлари учун мувожазланган. Қиёсат қилишнинг таълиқи ва технологияси ўлчаш қиёсат қилишда бошқа ихтисосият студентлари шунингдек, қиёсат қилиш билан боғлиқ бўлган инженер-техник ходимлар ва қиёсат қилишчиларни қўлини.

Қиёсат қилиш: техника фанлари доктори Ахметов К., теънақ фанлари номзодлари Маънаков С. Заҳидов Ш

2403.0-00 — 132 198 - 90
363 (03) — 41

ISBN 5 — 645 — 00738 — 7.

„Ўқитувчи“ нашриёти, 1991

СЎЗБОШИ

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш техника таракқиётининг асосий йўналишларидан бири бўлиб, ишлаб чиқариш самарадорлигини муттасил ошириш ва маҳсулот сифатини юқори даражага кўтариш учун хизмат қиладиган асосий омил ҳисобланади. Автоматлаштириш борасидаги энг масъулиятли ишлар esa, шубҳасиз, инженер-техник кадрлар зиммашуға тўшди.

Бугунги кун инженерлари янги технология ва техникдан фойдаланишга, технологик жараёнларини автоматлаштиришни кенг жорий этишга, ишлаб чиқариш резервларини аниқлаш ва уни жадаллаштиришга қодир бўлишлари керак. Хусусан, инженерлар олдида фан-техника таракқиётининг йул бошловчиси бўлишдек масъулиятли вазифа туради.

Ўлчаш техникаси халқ ҳужалигининг барча соҳаларида фан-техника таракқиётининг муҳим омилларидан биридир. Қиёсат қилиш йилларда технологик жараёнларнинг ўтиш тезлиги ўсиш, бир агрегатда ўлчанадиган параметрлар сони кўпайди. Шу билан қиёсат қилиш воситаларининг ва ақбарт-ўлчов системаларининг ишончлилини кўп қолларда агрегатнинг умуман ишончлилини белгилейди. Параметрларнинг туғри қийматларини билмасдан туриб ва бу қийматларни автоматик назорат қилмасдан туриб, технологик жараёнларни ёки агрегатларни туғри бошқариб бўлмайди, ўлчов воситаларисиз esa автоматлаштириб бўлмайди.

Ўлчаш техникасини ишлаб чиқаришга кенг жорий этиш учун ҳар бир инженер-техник ходим, қайси соҳа мутахассиси бўлишидан қатъи назар, метрология асосларидан, технологик ўлчаш усуллари ва воситаларидан, ҳисоблаш техникасидан ўлчаш жараёнларини автоматлаштиришда фойдаланиш имкониятларидан хабардор бўлиши зарур.

Ушбу китоб муаллифининг Абу Райҳон Беруний номли Тошкент политехника институтининг „Метрология, технологик параметрларни ўлчаш усуллари ва асбоблари“ курси бўйича олиб борган кўп йиллик педагогик тажрибалари асосида ёзилди.

Дарсликнинг сифатини яхшилашга қаратилган барча таклиф
ва мулоҳазаларни муаллиф мамнунияга билан қабул қилади.
Уларни қўйилган адрессга юборилишини сўрайман: 700129
Ташкент, Николаев кўчаси, 30. «Уқулум» нашриёти, на-
лий-техника адабиёти редакцияси.

Дарсликнинг сифатини яхшилашга қаратилган барча таклиф
ва мулоҳазаларни муаллиф мамнунияга билан қабул қилади.
Уларни қўйилган адрессга юборилишини сўрайман: 700129
Ташкент, Николаев кўчаси, 30. «Уқлутма» нашриёти, на-
лий-техника адабиёти редакцияси.

Бевосита ўлчаш деб шундай ўлчашга айтиладики, унда ўлчанаётган катталикнинг нисбатан қиймати таъжирба маълумотларидан бевосита аниқланади. Масалан, температурани термометр билан, босимни манометр билан, узунлиқни физич билан ўлчаш ва ҳоказо бевосита ўлчашдан иборат.

Бевосита ўлчаш тенгдмаси қуйдаги кўринишга эга:

$$Q_d = C_n. \quad (1.2)$$

бунда Q_n — ўлчанаётган катталикнинг унинг учун қабул қилинган ўлчаш бирликларидаги қиймати; C — рақамли ҳисоблаш қурilmаси шкаласи бўлимларининг ёки бир марта кўрсаткичнинг ўлчанаётган катталик бирликларидаги қиймати; n — шкала бўлимлари ҳисобида индикаторли қурilmа бўйича олинган сан.

Бевосита ўлчаш деб шундай ўлчашга айтиладики, унда ўлчаш натижасини ўлчанаётган катталик билан маълум муносабат ёрдамида боғланган катталикларни бевосита ўлчашга жўслаган бўлади. Бевосита ўлчаш тенгдмаси қуйдаги кўринишга эга:

$$Q_1 = f(Q_2, Q_3, \dots, Q_n), \quad (1.3)$$

бунда Q_1 — ўлчанаётган катталикнинг изланган қиймати; $Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ — бевосита ўлчанаётган катталикларнинг сан қийматлари.

Бевосита ўлчашга утказгичнинг солиштирма электр қаршилигини унинг қаршилиги, узунлиги ва қундаланг кесими юзи бўйича топш, жисм zichлигини унинг массаси ва ҳажмининг ўлчаш натижаси бўйича топш ва бошқалар мисол бўла олади. Ўлчашта ўлчашлар бевосита ўлчашларнинг иложи бўлмаган иш-лаб чиқариш жараёнларини назорат қилишда кенг қўлланилади.

Бирлаштириб ўлчаш бир неча бир номли катталикларни бир вақтда ўлчашдан иборатки, унда изланган катталикларнинг қийматлари бевосита ўлчашда ҳосил қилинган тенгдмалар системасидан топилади.

Бир вақтда икки ёки бир неча турли номли катталикларни уларнинг орасидаги функционал муносабатларни топш учун олиб борилган ўлчашлар биргаликда ўлчаш дейилади. Жумладан ўлчаш резисторининг 20°C даги электр қаршилиги ва температура коэффициентлари унинг қаршилигини турли температураларда бевосита ўлчаш маълумотлари бўйича топилади.

Ўлчашлар яна абсолют ва нисбий ўлчашларга бўлинади. Битта ёки бир неча асосий катталикларни физик константалар қийматларидан фойдаланиб ёки фойдаланимасдан бевосита ўлчаш абсолют ўлчаш деб аталади. Масалан, штангенциркуль ёрдамида бажаришган ўлчашлар абсолют ўлчашлар, чунки унда ўлчанаётган катталик қиймати бевосита олинади.

Бирор катталикнинг шу исми билан бирлик ролини ўйнаётган катталikka нисбатини ўлчаш ёки катталикни шу исми билан катталик деб қабул қилинган катталик бўйича ўлчаш нисбий ўлчаш деб аталади. Масалан, опметр ёки пишангли скоба ёрдамидаги ўлчашлар нисбийлир: аввал охириги ўлчов ёки охириги ўлчов блокни қўйилди ва ўлчаш воситалари шкала-

даги кўрсаткич шкага тенг бўладиган ҳилиб созилади, сўнгги ўлчанаётган детални жойлаштирилади ва саноқ олинади, яъни стрелка доталь уламиниинг охириги ўлчов ёки блокнинг маълум ўлчовдан четга чиқишини кўрсатади. Температуранинг термо-электр эффектдан фойдаланишга асосланган ўлчаш ёки массани тергаш усули билан, яъни массага пропорционал бўлган огнрлик кучидан фойдаланиш усули билан ўлчаш ҳам нисбий ўлчашнинг иборат. Нисбий ўлчашдан катта аниқлик зарур бўлган ҳолларда фойдаланилади.

Ўлчашлар ўлчаш принципини аниқлаб берадиган физик ҳо-дисаларга асосланиб олиб борилади. Масалан, модданинг кен-гайиши бўйича температурани ўлчаш, мувозанатлаштирувчи суюқлик устуниинг кўтарилиши бўйича вакуумни ўлчаш. Ўлчашнинг бирор принципини амалга ошириш учун турли техник воситалар қўлланилади. Ўлчашларда қўлланиладиган ва нормалашган метрологик ҳиссаларга эга бўлган техник воситалар ўлчаш воситаси дейилади. Ўлчаш принципини на воситасини белгилаб берадиган усуллар мажмуи ўлчаш усули дейилади.

Ўлчашларда бевосита (туғридан-туғри) баҳолаш, диффе-ренциал, ўлчов билан таққослаш ва ноль (компенсацион) усул-лар кенг тарқалган.

Бевосита баҳолаш усули ўлчанаётган катталик миқдорини бевосита ўлчаш асбобининг ҳисоблаш қурilmаси бўйича бевосита топш имконини беради. Масалан, босимни пружинали манометр билан, массани циферблатли тарозилда, ток кучини амперметр билан ўлчаш ва ҳ. Бу усулда ўлчаш аниқ-лиги унча катта бўлмас ҳам, ўлчаш жараёнининг тезлиги уни амалда қўлланишда тенги йуқ усулга айдантиради.

Дифференциал (айирмал) усули ўлчанаётган ва маълум катталикларнинг айирмасыни ўлчашни характерлайди. Ма-салан, газ аралашмаси таркибининг ҳавонинг иссиқ утказувчан-лигига таққослаш йўли билан иссиқ утказувчанлик бўйича ўлчаш.

Роктда аниқ ўлчашларда ўлчов билан таққослаш усули қўлланилади. Бунда ўлчанаётган катталик ўлчов ер-дамиде топишган катталиклар билан таққосланади. Масалан, ўзгармас токнинг кучланишини электр юритувчи кучи нормал элемент ЭЮК ита тенг булган таққослаш компенсаторида ўл-чаш ёки массани пишангли тарозиларда мувозанатлаштирувчи топилар билан ўлчаш. Бу усул таъсир этувчи катталикларнинг ўлчаш натижасида таъсирини камайтиришга имкон беради, чунки улар ўлчанаётган катталикларни ўзгартириш замирида ҳам, ўлчов натижасида топилган катталиклар занжирини ҳам ўлчашга доир сигналларни кўпми ёки озми текис булади.

Ноль (компенсацион) усули ўлчанаётган катталикни қий-матини маълум бўлган катталик билан таққослашдан иборат, аммо улар орасидаги айирма маълум катталикни ўзгартириш

усули билан нолга келтирилади. Потенциометрлар, чуқур натавбирлиги кўпчиликда нол бошқалар нол усулига асосланган асбобларга мисол бўлади. Нол усули ўлчашнинг аниқчилигини таъминлайди.

12-§. Ўлчаш воситалари, уларнинг элементлари ва параметрлари

1. Ўлчаш воситалари ўлчашларда ишлатилади ва улар маълум метрологик хоссаларга, яъни катталикларнинг аниқлиги ва шончилигини аниқловчи хоссаларга эга бўлади.

Ўлчаш воситаларининг асосий турларига ўлчовлар, ўлчов асбоблари, ўлчаш ўзгарткичлари ва ўлчаш қурилмалари

Ўлчов — берилган ўлчамдаги физик катталиқни қайта таъин этиш билан аниқланган ўлчов воситаси. Масалан, катталиқнинг ўлчов воситаси — электр қаршилик ўлчов воситаси — амуралик ўлчови ва ҳ.д.

Бир хил ўлчамдаги физик катталиқни қайта ўлчайдиган қийматдан ҳамма турли ўлчамдаги қатор бир номли катталиқларни қайта ўлчайдиган қўйиматли ўлчовлар бор. Қўйиматли ўлчовларга бўлимали чизгичлар, индуктивлик ва магнетизм ва бошқалар мисол бўлади. Махсус танланган, бундан аниқлашга эриш, бундан турли бирикмаларда турли ўлчовлар қатор бир номли катталиқларни қайта ўлчаш мақсадида танланган ўлчовлар комплекти ўлчовлар тўпламини ташкил этади. Масалан, ҳадоқтошлар тўплами, учлиқли узунлик қурилмалари тўплами, ўлчов конденсаторлари тўплами ва ҳ.д. Ўлчов воситаси — саноқ қурилмалари билан боғланган махсус қурилмаларга эга бўлган битта конструктив бутун қилиб беришга қараб ўлчовлар тўплами. Ўлчовлар магазини электр техникада тегиш қўлланилади; қаршилик магазини, сигнал магазини, индуктивликлар магазини.

Ўлчовларга стандарт намуналар ва намуна моддалар

Стандарт намуна — модал ва материалларнинг хоссаларини ёки таркибидан харақтерловчи катталиқларнинг бирлигини қайта тиклаш учун ўлчов. Масалан, таркибдаги химик элементлари кўрсатилган ферромагнит материаллар қаторларнинг стандарт намунаси.

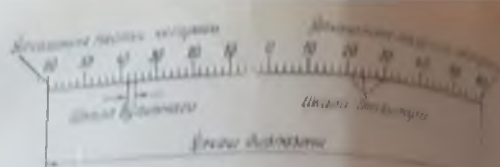
Намуна модал — тасдиқланган спецификацияда қўйилган тайёрлаш шартларига риоя қилинганда тикланадиган маълум хоссаларга эга бўлган модалдан иборат ўлчов. Масалан, "тоза" газлар, "тоза" металллар, "тоза" сув. Кузатувчи идрок қилиши учун қулай шаклдаги ўлчов маълум хоссаларни ишлаб чиқишга хизмат қилади. Ўлчаш воситаси ўлчов асбоби дейилади. Ўлчов асбоби

кузатувчи ўлчанаётган катталиқнинг сон қийматини ўқиши ёки ёзиши мумкин. Ўлчов асбоблари аналог ва рақамли бўлиши мумкин. Аналог ўлчов асбобларида асбобнинг курсаткичи ўлчанаётган катталиқ ўзгаришининг узлуksиз функциясида иборат бўлади. рақамли ўлчов асбобларида эса курсаткичлар ўлчов маълумоти сизилиши дискрет ўзгаришнинг натижасидан иборат бўлган рақамли шаклда ифолашган бўлади.

Кейинги вақтларда рақамли асбоблар билан сари кенгрок қўлланила бошлади, чунки уларнинг курсатувлари осонгина қийин қилинади, уларни ЭХМга киритиш учун қулай. Рақамли асбобларнинг тузилиши ўлчашда аналог асбобларга қараганда катта аниқликка эришишга имкон беради. Шу билан бирга рақамли асбоблар қўлланилганда ўқиш хатолиги бўлмайди. Аммо аналог асбоблар рақамли асбобларга қараганда анчагина содда ва арзондир.

Ўлчов асбоблари курсатувчи, қайда қилувчи, комбинацияланган, интегралловчи ва жамловчи асбобларга бўлинади. Курсатувчи асбобларда рақамли қийматлар шаклда ёки рақамли тиблодан ўқилади. Қайда қилувчи асбобларда курсатувлари ёки рақамли қоғозда ёзиб олиш ёки рақамли тарзда чоп этиш қийин бўлади. Комбинацияланган асбоблар ўлчанаётган катталиқни бир нақтнинг ўзидан курсатади ҳамда қайда қилади. Интегралловчи асбобларда ўлчанаётган катталиқ ёки рақамли ёки бошқа эркин ўзгаришчи бўйича интегралланади. Жамловчи асбобларда курсатишлар турли катталиқлар бўйича унга айлантирилган икки ёки бир неча катталиқларнинг ямғирдиси билан функционал боғланган бўлади.

Ўлчашга доир ахборотни узатиш, ўзгариш, ишлаб бериш ва сақлаш учун қулай бўлган, аммо кузатувчи бевосита идрок қилиши мумкин бўлмайдиган шаклдаги сигнални ишлаб чиқиш учун хизмат қиладиган ўлчаш воситаси ўлчаш ўзгарткичи деб аталади. Инсон ўзининг сезги органлари билан ўлчаш ўзгарткичи сигналларини қабул қила олмайди. Ўзгарткичи бўлган физик катталиқ кириш катталиғи, унинг ўзгарткичилиги эса чиқиш катталиғи дейилади. Кириш ва чиқиш катталиқлари орасидаги боғланишнинг ўзгарткичи функцияси қатор топтиради. Ўлчаш ўзгарткичлари ўлчов асбобларининг, турли ўлчов системаларининг, бирор жараёнларни автоматик назорат қилиш ёки бошқариш системаларининг таркибий қисми ҳисобланади. Ўлчанаётган катталиқ айлантирилган ўлчаш ўзгарткичи бирламчи ўзгарткичи дейилади. Бирламчи ўлчаш ўзгарткичлари, кўпинча, датчик деб юритилади. Унинг бевосита ўлчанаётган катталиқ таъсиридаги қисми сезувчан элемент дейилади. Масалан, термоэлектрик термометрда термолара, манометрик термометрда термобалюон ана шундай элементлардир. Ўлчов асбоблари ва ўзгарткичлари ўлчанаётган катталиқнинг турига қараб тегишли номларга эга бўлади,

1.1. Улучшение условий — инженер

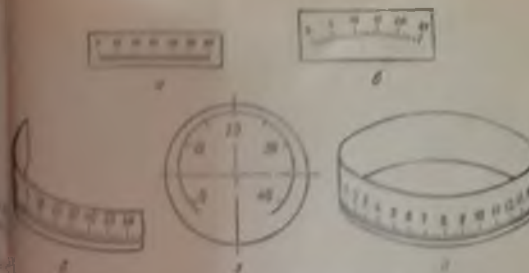
мисалли, термометрлар, манометрлар, дифманометрлар,
улағичлар, ситд улағичлар, гидроанализаторлар, гидро-

Курстугуни аялдоо үчүн асбобдорунунгун саноо күйөтүшкөндөй (стрелкадан башка) күрсөткүчтүн тунелдеги күйөтүшүндө үчүн асбобдунгун шкаласы күрсөткүчтүн шкаласына кыймылдат күйөтүшүндө белгилер шкаласына белгилери дейлат. Шкаласын ички күшүн белгилеген ордулук шкаласынгун булунмасы дейлат. Шкаласын ички күшүн белгиси мен келген кытайлык күйөтүшүндө шкаласын булунмасынынгун кыйматы дейлат. Шкаласын булунмасын ич өзгөрмөс кыймылдат шкаласын белгиси дейлат.

Училишбеган катталикнинг саноқ қуралмаси билан ол
лидиган ҳамда Училишбеган катталик учун йилу қил
биринчиларда қўлланган қийматлари улчов асбоби
курсагишлари дейилади. Училишбеган катталикни
лада қўрсатишдан энг кичик қиймати шалаланинг башла
қиймати, энг катта қиймати эси шокаланинг охири
мати дейилади. Шалаланинг унинг бошлангич ва охири
матлари билан чегаралигын қийматлари соҳаси тор
курсагулар диниязони дейилади. Училишбеган
ликнинг улчов ноститлари учун қўл қўйилдиган хато
номалигын қийматлари соҳаси улчов асбоби еки улч
гарисувининг улчов диниязони дейилади. Техник
ларда, оштан, улчов диниязони билан курсатулар дин
нос келади. Улчов диниязониининг энг кичик ва энг кат
матлари улчов чегарилари дейилади.

Шкаллалар саноқ олашқан шкала кўзгалмас ва кўзга бўлиши мумкин. Шкаллаларда белгилар туғри чиқиқ бўла-
яси ёхуд қилларсимон сиртдаги айдана ёян бўйлаб
бўлади. 1-2-расмда ўлчов эсбоблари шкаллаларини
кўп учрайдиган турлари кўрсатилган

Асбобларнинг шакллари бир томонлама, икки томонлама, уч томонлама, яъни поллига бўлиши мумкин. Бир томонлама шакллари асбобни чегараларидан бири доғга тенг бўлади (масалан, сугувлар чегаралиги ёки 180° С. гача бўлган сийиб терининг чегаралиги). Икки томонлама шакллари асбобнинг икки чегаралиги доғга тенг бўлади (масалан, 90° С. гача бўлган сийиб терининг чегаралиги). Ҳар шаклдан нолга белгиси унинг бошланғич ва охирига тенг бўлади.



1.2- Үлсөд Шалгаруу

α - угол наклона Δ к горизонту (25 градусов), β - угол, γ - 30 градусов (25 градусов), δ - угол, ϵ - 30 градусов (25 градусов).

таран билан устмо-уст тушмаса, у жаккы тоочиларда шиклаа бөлүмдөдө (мисалын, күрсатүүлөр чегарасы —0,1...0...0,15 м) булган минералар. Алар шиклаа жаккы бөлүмдө ага булган жаккы, у жаккы шиклаа дейилет (мисалын, күрсатүүлөр чегарасы —0,1...0,15 м) булган минералар. Алар шиклаа жаккы бөлүмдө ага булган жаккы, у жаккы шиклаа дейилет (мисалын, күрсатүүлөр чегарасы —0,1...0,15 м) булган минералар.

[illegible]

$$K = f(\omega), \quad (1.4)$$

Таблица 2 — Исполнение обязательств по оплате труда

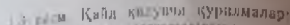
Зәри чинқам ниләди асфалар үзү

$$\pi = \bar{\pi}(t), \quad (1.3)$$

Figure 1. - Distribution of *Chironomus tentaculatus* in the lower reaches of the Volga River.

1.3-расмида шикатели саноқ қурилмалары схематик кўрсатил-

Қайл қилувчи ўлчов асбоблари қозғолжасларга ёки диск-
ўлчовларга материалнинг ҳар бир қийматидаги вақт бўйича
интеграл ёзиб берувчи нуктага библик таъминланади. Бир
ҳолда қозғолжас (дискда) узлуксиз чиқққ перо библик чи-
қиллади, бошқа ҳолда ленталар дээр ривийшда саноқларнинг
қиймати қийматлари чоп этилади. Битга қозғолжас бир неча
перо чиқққ ёзиллиши (чиқққлиши) мумкин. Ёв ҳолда ўлчов
қийматининг ичига автоматик ўзгич-ўлагич сриатлилади, у ўл-
човнинг бир неча нукталарида жойлашқан бирлиқчи ўзгерт-



Қайд қилувини қуриламаларнинг характеристикаси шкаласи
саяж қуриламалар характеристикасига ўхшаш ва (1.4), (1.5)
тегиславлар билан ифода этилади. Қайд қилувчи қуриламалар
учун (1.3-расм, а, б) бу тегиславларда φ ва L тегисли бур
ли бурчлиги ҳамда пер ушлагичнинг диаграмма түрү
агаринг ҳалди белгисиян силжишини, U эса түр бу
белгисан саяжди аниқлатади. Даврий чош этувчи қайд қилув
қурилма учун характеристика (1.3-расм, в) (1.4) тегислама
ли тасвирланади, унда φ — қирини валесининг бурлиди бу
ниги 11° — чош этилди сон (саяж).

Айнан ўлчи воситалари ва ўлчов системаларидан тайёрак мураккаб информатсион-ўлчов системалари ҳам қўлланылади. Ўлар қўлиб воситаларида автоматик ўлчашни амалга оширишнинг таъминлаб қолмай (ўлчов хаталари сови минг-миляб бўлиши мумкин) балки ўлчап натижаларини беришга асосийлаб бўлича зарур қайта ишлашни ҳам бажаради. Ишхисобат билан ўлчап узгарткичларининг информатсион-собила ишхисобларининг ва кириш қўрилмаларининг кириш-хеладан ситизалари унификациялаштириш зарурата туғилди. Ситизаларни унификациялаштириш ўлчов асбоблари т

1.3-§. АСБОБЛАРНИНГ ДАВЛАТ СИСТЕМАСИ (АДС)

Мамлакатимизда саноат асбоблари ва автоматлаштирилш воситаларининг Давлат системаси (АДС — русча ГСП — государственная система приборов) яратилган бўлиб, у блок-модуль принципи бўлиши тузилмани ҳамда пневматик, гидравлик, электрик (токли, кучланиш) частотали ва импульсли кириши ва чикиши сигналларига эга бўлган асбобларни бирлаштирувчи турмакларга бўлинади. Улар учун ГОСТ 26.010 — 80, 26.011 — 80, 26.012 — 80, 26.013 — 81, 26.014 — 81 ва 26.015 — 81 бўлимча унификацияланган қимматлар белгиланган. АДС нинг тузилиши маълум системали-техник принципларни қўлашга асосланган. Улар технологик жараёндарни назорат қилиш, созилаш ва б.ш. қилишнинг турли-туман системаларини техник воситалар илаш таъминлиги муаммоларини энг қулай усул билан ҳал этиш имкониин беради. АДС томонидан ечилганда муҳим масалалардан бири — хил хўжалиги тилибларини энг тула қондирилиган текширилан қурилмаларининг чекли номенклатурасини яратилшди. АДС унга қирадиган ихтиёрий қурилми Ангиланиш мумкин бўлган максимал сондаги блок-модуллардан тузилган текширилган блокларнинг, асбоб ва узелларнинг нормаллашган қаторлари мажмуасидан иборат.

Блоклар принцидан фойдаланиш асбобларнинг универсал

қатнаши чегарасини кенгайтириш нисбатини беради ва улар-
теснанидан узулларнинг минимал сондагисини алмаштириш-
ниг юзи сондаги параметрларни улчашга яроқли ҳолатга келти-
рилади.

АДС ўлчамланган параметрларни (температура, босим ва
т.б.) ўлчамлашга қулай бўлиши ягона ахборот тарзида ўл-
чатиришга имконият беради. АДС буюмларига уларнинг авто-
матизацияланган бошқариш системасига мос келишини таъмин-
лайдиган асосий талаблар давлат ва тармоқ стандартларида
кўрсатилган. АДС да яна буюмларнинг метрологик характе-
ристикаси нормаланиши (хатолик турлари, алоҳида қурилмалар
хатоликнинг нормалаш, звено ва системалар мажмуаси хатоли-
қини кўрсатиш, аниқлик синфлари ва аттестация усуллари).

Нормалашда фақат бир турдаги энергиядан фойдалани-
ладиган қурилмалар улчаш асбобларининг давлат системаси-
ягона структураси группаси ёки АДС тармоғини ташкил этади.

Пневматик тармоқдаги асбоблар осон ёнадиган ва портла-
диган муҳитда беҳавотир қўлланиши: оғир шароитда иш-
лашади, аниқсиз ағрессив муҳитда ишончлилиги юқорилиги билан
характеризланади. Уларни осонгина бирини иккинчисини билан
алмаштириш мумкин. Аммо пневматик асбоблар технологияси
жараёнлар катта теъликин талаб этганда ёки сигналларни уз-
масига узатишда электр асбоблардан қўлай келди.

Гидравлик ёлчаш асбоблари катта зўрқишларда ижро-
механизмларнинг аниқ силжисини аниқлашга имкон беради.
Аммо гидравлик системаларда уларнинг тармоқларини тур-
лаб ишлатишда ёки алоҳида қурилмаларини биргаликда қў-
лаш анча қатъиянлашди.

Электр асбоблар тармоқларидан ташкил этилган автомат-
лаштирилган бошқариш системалари қуйидаги афзалликларга
эга. Электроника системалар юқори сезгирлик ва аниқлик, тез-
корлик, узок масофалар билан алоқа боғлашга имкон беради,
асбобларнинг схемаси ва конструкцияси жиҳатдан юқори уни-
фикациясини таъминлайди. Ярим ўтказгич техникадан интеграл
схемаларни қўллашга ўтган асбобларнинг габаритларини ва
оғирлигини камайтиришга олиб келиш билан бирга уларнинг
мустаҳкамлигини ошириш ва функциялари имкониятларини ке-
нгайтиришга имкон туғдиради. Бошқаришнинг замонавий авто-
матлаштирилган системаларида электроникани қўллаш аниқсиз
назолат-ўлчов асбоблари группасида муҳим аҳамият касб эта-
ди. Чунки уларнинг бошқариладиган электрон ҳисоблаш ма-
шиналари билан беэосита алоқасини таъминлаш имконини
беради.

АДС буюмлари функционал белгилари бўйича ГОСТ 12997 —
76 га кўра қурилмаларнинг қуйидаги группаларига бўлинади:
жараён ҳолати ҳақида ахборот олиш учун;
алоҳида кўрсаткич бўйича ахборот қабул қилиш, ўзгартиш
ва узатиш учун;

ахборотни ўзгартиш, сақлаш ва қайта ишлаш ҳамда бош-
қариш командасини тузиш учун;
команда ахборотидан жараёнга таъсир этиш ва оператор
билан боғлаш мақсадида фойдаланиш учун.
АДС блоклари, асбоблари ва қурилмалари орасида уни-
фикацион боғланишни таъминлаш учун унификацияланган сиг-
наллар (УС) ишлатилади. АДС нинг унификацияланган сигна-
ли бир хил параметрли ахборотни масофага узатиш сигналла-
ридир.

АДС УС нинг унификацияланган параметри дейилганда
унинг ахборот элтувчи параметри, яъни ўзгармас ёки ўзгарув-
чи ток кучи, кучланиш, частота, код, пневматик сигнал ҳаво-
сининг босими тушунилади.

Унификацияланган параметрларнинг турига қараб АДС да
УС ларнинг тўрт группаси қўлланилади:

- 1) электр узлуксиз ток ва кучланиш сигналлари;
- 2) электр узлуксиз частотали сигналлари;
- 3) электр кодланган сигналлар;
- 4) пневматик сигналлар.

Электр узлуксиз ток ва кучланиш сигналлари ГОСТ 9895-78
да белгиланган. IIIy группа сигналларидан турли узлуксиз
ўзгарувчи физик катталарнинг сон қийматларини таъсир-
лаш учун фойдаланилади. Ахборот параметр турига қараб УС
нинг Iyу группаси ўзгармас токнинг ток сигнали, ўзгармас
токнинг кучланиш ёки ўзгарувчи токнинг кучланиш сигнали-
дан иборат бўлиши мумкин.

Ўзгармас ток кириш ва чиқиш сигналларининг ўзгариш
чегаралари қуйидагича:

$$0 - 5 \text{ мА}; - 5 - 0 - + 5 \text{ мА}; 0 - 20 \text{ мА}; \\ - 20 - 0 - + 20 \text{ мА}; - 100 - 0 - + 100 \text{ мА}.$$

Ўзгармас ток кучланиши кириш ва чиқиш сигналларининг
ўзгариш чегаралари қуйидагича:

$$0 - 10 \text{ мВ}; - 10 - 0 - 10 \text{ мВ}; 0 - 20 \text{ мВ}; - 20 - 0 - + 20 \text{ мВ}; \\ 0 - 50 \text{ мВ}; 0 - 100 \text{ мВ}; 0 - 1 \text{ В}; - 1 - 0 - + 1 \text{ В}; 0 - 10 \text{ В}; \\ - 10 - 0 - + 10 \text{ В}.$$

Ўзгарувчан ток (50 ёки 400 Гц частотали) кучланиш сиг-
налларининг номинал ўзгариш чегаралари;

$$0,25 - 0 - 0,25 \text{ В}; 0 - 0,25 \text{ В}; 1 - 0 - 1 \text{ В}; 0 - 2 \text{ В}.$$

Электр узлуксиз частотали сигналлар ГОСТ 26.010 — 8) да
белгиланган. АДС бy группалари физик катталик ҳақидаги ах-
боротни элтувчи сигналнинг унификацияланган параметри си-
фатида ўзгарувчи ток частотасидан ёки импульслар частотаси-
дан фойдаланилади.

Тўғри режимда частотали чиқиш сигналларининг номинал
қийматлари ГОСТ 10938 — 75 (Дискрет ўзгарувчи параметр-
ли АДС нинг импульсли кириш ва чиқиш электр сигналлари)

параметра*! да белгиланган ва қуйидаги катталикларга бўлиш мумкин: 0,6; 1,2; 3; 4; 6; 8; 12; 24; 48; 60; 110; 220В.

АДСнинг узлуksиз частотали кириш сигналли қанча вақт даври амплитудаси қуйидаги диапазонларнинг бирини бу сигналларни қабул қилишга мўлжалланган: 2,5 — 11; 10 — 100; 100 — 600; 0,6 — 2,4; 2,4 — 12В; 12 — 36В; 36 — 110В.

Электрик қолланган сигналлар ГОСТ 12814 — 74 да белгиланган. Бу группа сигналларидан турли хил электрон лари ва бошқарилган мишнлариди, рақамли автоматика ва лемеханиканинг рақамли қурилмаларида фойдаланилади.

Функционал асбоб ва системаларда катталиклар қийматли қарилган иккилик хоналарда (байтларда) тасвирланади.

Пневматик сигналлар ГОСТ 26.015 — 81 да белгиланган. Бу группа МСдан ўзгартирилган, иккиламчи асбоблар, функцияси ва тўғридоғчи блоклар ҳамда ижрочи қурилмалар орасида аборот ўлатишда фойдаланилади. Пневматик чиқиш сигналлар ўзгаришининг ил диапазони таъминлаш босимининг номини қиймати 140 КПа бўлганда 20 — 100 КПа чегарасида бўлади.

2-БОБ. ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ ВА УЛАРНИ БАҲОЛАШ

2.1-Б. ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ ВА ЎЛЧОВ АСБОБЛАРИ ҲАҚИДА УМУМНИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Ўлчаш натижасида, одатда, ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматидан фарқ қиладиган қиймати топилади. Қўпинча, физик катталиқнинг ҳақиқий қиймати номаълум бўлади ва катталиқнинг қиймати ўрнида унинг таъриба ёрдамида топи ган қийматларидан фойдаланилади. Бу қиймат катталиқнинг ҳақиқий қийматига шунча яқин бўладики, кўзда тутилга мақсад учун фойдаланиш мумкин. Катталиқнинг ўлча усули билан топилган қиймати ўлчаш натижаси дейилади. Ўлчаш натижаси билан ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ ўлчаш хатолиғи дейилади. Ўлчанаётган катталиқ бирликларида ифодаланган ўлчаш хатолиғи ўлчашнинг абсолют хатолиғи дейилади;

$$\Delta X = X - X_x$$

(2.1)

бунада ΔX — абсолют хатолик; X — ўлчаш натижаси; X_x — ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати.

Ўлчаш абсолют хатолиқнинг ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қийматига нисбати ўлчашнинг нисбий хатолиғи дейилади.

Ўлчаш хатоликлари уларнинг келиб чиқиши сабабларига кўра мунтазам, тасодифий ва ҳўпол хатоликларга бўлинади.

Мунтазам хатолик дейилганда фақат битта катталиқни қайта-қайта ўлчашда ўзгармас бўлиб қоладиган ёки бирор

қилини бўйича ўзгаришга ўлаш хатолиғи тушунилади. Уларнинг қиймати ва инкорига эга бўлади, уларни тузатишлар кириш ва натижаси мумкин.

Мунтазам хатоликнинг ўлчаш натижасида олинган қийматта мунтазам катталиқнинг ўлчаш натижасида қўшилладиган қиймат тузатиш хатолиқини бўқотиш мақсадида қўшилладиган қиймат тузатишга асосланади. Одатда, мунтазам хатоликлар асбоблар (ўлчаш асбоблари), ўлчаш усуллари, субъектив (инсоник ўқитиш), ўрнатилган, методик хатоликлари бўлилади.

Инструментал хатолик дейилганда қўлланаётган ўлчаш асбоблари хатоликларига боғлиқ бўлган ўлчаш хатолиқлари тушунилади. Юқори аниқликда таъминлашмагани оқсизда қилишда ўлчов асбобларининг таъминлашмагани оқсизда келиб чиқадиган инструментал хатоликлар тузатиш киритиш билан йўқотилади. Техник ўлчов асбобларининг инструментал хатолиқларини йўқотиб бўлмайди, чунки бу асбоблар уларни текширилганда тузатишлар билан таъминланмади.

Ўлчаш усули хатолиғи дейилганда усулнинг таъминлашмагани оқсизда келиб чиқадиган хатолик тушунилади. Улар, қўпинча, янги усуллар қўлланганда, хатоликлар орасидаги ҳақиқий боғланишда тахминий апроксимация қилувчи тенгламалардан фойдаланишда пайдо бўлади. Ўлчаш усули хатолиғи ўлчов воситаси, хусусан, ўлчаш қурилмаси, баъзада эси, ўлчаш натижаси хатолиқларини баҳолашда айтиборт олиниши лозим.

Субъектив хатоликлар кузатувиининг шўхсий хусусиятларидан масалан, бирор сигнал берилган пайтти қай қилишда кечкиш ёки шўшилишдан, шкала бир бўлими чегарасида кўрсатувни нотўғри ёкиб олашдан, параллаксдан ва ҳўказовдан келиб чиқади. Параллаксдан қосил бўлган хатолик дейилганда сана ш хатолиғига кирадиган, шкала сиртидан бирор масофада жойлашган стрелкани шў сиртга перпендикуляр бўлмаган бўналшда кўзирлаш (беа-лаш) натижасида келиб чиқадиган хатолик тушунилади.

Ўрнатиш хатолиғи ўлчов асбоби стрелканининг шкала боғланиғич белгисига нотўғри ўрнатилгани натижасида ёки ўлчаш воситасининг эътиборсизлик билан, масалан, вертикал ёки горизонтал бўйича ўрнатилмаслиги натижасида келиб чиқади.

Ўлчаш методикаси хатоликлари катталиқларини (бўлим, температура ва б. ш) ўлчаш шўртлати (методикаси) билан боғлиқ бўлган ва қўлланаётган ўлчаш асбобларига боғлиқ бўлмаган хатоликлардан иборат.

Ўлчашларини, аниқсиз, аниқ ўлчашларини бажаришда ўлчаш натижасини мунтазам хатоликлар асбагига бузиши мумкин. Шўнинг учун ўлчашларини бажаришда киришишдан аввал бу хатолиқларининг барча сабабларини аниқлаш ва уларни йўқотиш чораларини кўриш зарур. Аммо мунтазам хатолиқларини топиш ва йўқотиш учун узил-кесил қондалар бериш амалда мумкин эмас, чунки турли катталиқларини ўлчаш усуллари қонлда турли-тумандир.

Бу ... 40

Б ...

Тасодиқий хатолик дейилганда фақат битта қатъий хатолик қайта-қайта ўлчаш натижасида тасодиқий хатоликнинг қайта-қайта битта қатъий хатолик билан бир хил шикоятчилик билан қайта-қайта қайтарилганда сезилиши мумкин. Агар ҳар бир ўлчаш натижасида бошқалардан фарқ қилса, у ҳолда тасодиқий хатолик маъноли бўлади. Шу хатоликларни баҳолаш эҳтимоллар назарияси математик статистика назариясига асосланган бўлиб, улар ўлчаш натижаси ўлчанаётган қатъий хатоликнинг ҳақиқий қиймати билан аниқлаш, бошқача айтилганда, ўлчанаётган қатъий хатоликнинг ҳақиқий қийматига анчагина яқин қийматнинг топилиши ва қайтарилиши кузатиш натижасини топиш имконини беради.

Ўлчашнинг қўпол хатолиги дейилганда беш-шартлар бажарилганда қўпол натижадан тўқсан фарқ қилинган ўлчаш хатолиги тушунилади.

Ўлчашдан қўзда тутилган мақсад ва ўлчаш аниқлиги қийматини таълиқларга қараб ўлчашлар аниқ (лаборатория) ва техник ўлчашларга бўлинади. Ўлчаш натижасининг ўлчанаётган қатъий хатолик қийматига яқиндагини ифодаловчи ўлчаш сирати ўлчаш аниқлиги деб аталади. Аниқлиги ошаришига кўра, биз ўлчаш хатолигини камайтиришимиз керак. Аммо аниқлиги ошариш усуллари, қўлчан, мураккаб бўлади ва қиймат тўради. Шунинг учун аввал ўлчашнинг қўпол шарт-шароитлари ва мақсадларига боғлиқ бўлган мақбул аниқлик баҳолаб олиш ва зарур бўлса, сўнгги аниқлигини ошариш чораларини кўриш лозим. Ўлчашни бажарувчи асбобларнинг кўрсатиши ўлчанаётган қатъий хатоликнинг ҳақиқий қийматидан фарқ қилади. Шунинг учун ўлчов асбобининг кўрсатиши ва ҳақиқий кўрсатиши деган тушунчалар мавжуд.

Қатъий хатоликнинг сановат кўра топишган қиймати ўлчов асбобининг кўрсатиши дейилади. Бу асбобнинг намуна бўлиши дейилади. Асбобнинг кўрсатиши ва ўлчанаётган қатъий хатоликнинг ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ ўлчов асбобининг хатоси дейилади. Қатъий хатоликнинг ҳақиқий қийматини аниқлаш мумкин бўлмагани сабабли, ўлчов асбобининг кўрсатиши шу қатъий хатоликнинг ҳақиқий қиймати деб қабул қилинади.

Агар X_n билан сановат кўрсатишдаги қийматини ифодалаб, $X_{\text{ак}}$ билан ҳақиқий қийматни белгиласак, қуйидаги формуладан ΔX абсолют хатолигини топиш:

$$\Delta X = X_n - X_{\text{ак}} \quad (2.2)$$

Ўлчов асбобининг абсолют хатолиги деб, шу асбобнинг кўрсатиши билан ўлчанаётган қатъий хатоликнинг ҳақиқий қиймати орасидаги фарқ айтилади. Бунда хатолар плус

ва минус ишораси билан қатъий хатоликнинг бирликларида ифода қилинади. Абсолют хатоликнинг қатъий хатолик қийматига нисбати нисбий хатолик деб аталади. Нисбий хатолик қатъий хатоликнинг аниқлиги даражасини характерлаш жуда қўлай:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{\text{ак}}} \cdot 100\% = \pm \frac{X_n - X_{\text{ак}}}{X_{\text{ак}}} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

Одатда, $X_{\text{ак}}$ — ҳақиқий қиймат ва X_n топишган қийматлар. Нисбатан " ΔX " жуда кичик бўлади, яъни

$$\Delta X \ll X_{\text{ак}} \quad \text{ва} \quad \Delta X < X_n$$

Шунинг учун қуйидаги формулани ёзиш мумкин:

$$b = \pm \frac{\Delta X}{X_{\text{ак}}} \cdot 100\% = \pm \frac{\Delta X}{X_n} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

Шундай қилиб, нисбий хатолигини ҳисоблашда абсолют хатоликнинг асбобнинг кўрсатишига нисбатини олиш мумкин. Нисбий хатолик % ларда ифодаланади.

Қатъий хатоликнинг асл қийматини аниқлаш учун ўлчов асбобининг кўрсатишига тузатиш киригилади. Унинг сон қиймати теккари ишора билан олинган абсолют қийматга тенг:

$$d = X_{\text{ак}} - X_n$$

ёки

$$d = -\Delta X \quad (2.5)$$

бу ерда d — тузатиш.

Асбобнинг хатолиги шкала диапазолининг процентларида ифодаланади. Бундан хатоликлар келтирилган хатолик дейилади ва абсолют хатоликнинг диапазонида бўлган нисбатига тенг бўлади, яъни

$$f = \frac{\Delta X}{N} \cdot 100\% \quad (2.6)$$

бу ерда N — асбобнинг ўлчаш чегараси (диапазон).

Мисол. Юқориги ўлчаш чегараси 300°C бўлган термометрнинг кўрсатиши $X_n = 240^\circ\text{C}$ ва ўлчанаётган температуранинг ҳақиқий қиймати $X_{\text{ак}} = 241,2^\circ\text{C}$ бўлганидаги абсолют, нисбий, келтирилган хатоликларни топиш.

Абсолют хатолик (2.2) формула бўйича: $\Delta X = -1,2^\circ\text{C}$, нисбий хатолик (2.4) формула бўйича $b = -0,1\%$, келтирилган хато (2.6) формула бўйича $f = -0,1\%$.

Хатолик қиймати ўлчаш асбоби аниқлигини, демак, ўлчаш натижасини ҳам характерлайди. Ўлчаш аниқ бўлиши учун хатоси кичик бўлган асбоблардан фойдаланиш лозим. Аммо хатосиз асбоблар тайёрлаш мумкин эмас. Хатоси кичик бўлган асбоблар билан ишлашда қатъий эҳтиёткорлик талаб этилади. Техник ўлчашлар учун белгиланган қийматдан ошмайдиган вул қўлланадиган хатоси бор асбоблардан фойдаланилади.

Улчов кўрсатишнинг стандартлар йўл қўядиган энг хилолиги йўл қўйиладиган хатолик дейилади. Хатolik микдори ўлчашлар олиб бориладиган ташқи муҳитга (роф-муҳит температураси, атмосфера босими, тебраниш босқичлари) боғлиқ бўлган асбоблар асосий ва қўшимча хатolikлар тушунчалари киритилади.

Ўлчаш асбоби учун техник шароитлар нисбатан берган, маънус яратилган нормал вил шароитида йўл қўйилган хатолик сиф хатолик дейилади. Атроф-муҳитнинг нормал ҳолатида 20 °C температурта ва 101325 Н/м² (760 мм с.м. уст.) атмосфера босими қабул қилинган. Ташқи шароит ўзгариши асбобларга бўлган таъсиратни келиб чиққан хато қўшимчалар. Ўлчаш асбобларининг сифати уларнинг хатolikларидан ташқари асбоблар вариацияси, сезгирлиги ва сезгирлик чегараси билан характерланади.

Бир катталанин кўп марта такрорий ўлчашлар натижаси асбоб кўрсатишлари орасидаги энг катта фарқ ўлчов асбобнинг вариацияси дейилади. Вариация ўлчашаётган хатolikнинг маълум бир микдоргача аста-секин ошириб ва келтириб чиқилади. Вариация ўлчов асбобининг механикаси, оптиклар, гистерезиси ва бошқа қисмларидаги ишқаланиш сабабли келиб чиқади. Вариация (±) ўлчов асбоби шкаласи маълум қийматининг процентни ҳисобидан ифодалиниб, асосий йўл қўйиладиган хатolik қийматидаги охири кетмаслиги лозим:

$$v = \frac{\Delta V}{N_{max} - N_{min}} \cdot 100\%, \quad (2.7)$$

бу ерда ΔV — асбоб кўрсатишнинг энг катта фарқ N_{max} ва N_{min} — асбобнинг энг юқори ва энг паст қийматлари.

Асбоб кўрсатишнинг аниқлигига унинг сезгирлиги ҳам катта таъсир қилади. Асбоб стрелкаси чизикли ёки бурчак силжиишнинг шу силжииш ҳосил қилган катталик ўзгаришига нисбати асбобнинг сезгирлиги дейилади:

$$S = \frac{\Delta l}{\Delta Q}, \quad (2.8)$$

бу ерда S — асбобнинг сезгирлиги, Δl — стрелка силжиишнинг ўзгариши, ΔQ — ўлчашаётган катталаниннинг ўзгариши.

Сезгирлиги юқори бўлган асбоблар асосан аниқ ўлчашлар учун нишатилади.

Ўлчашаётган катталик қийматининг асбоб кўрсатишига таъсир қила оладиган энг кичик ўзгариши сезгирлик чегараси дейилади.

Шкала ва стрелкага эга бўлган асбоблар учун асбобнинг сезгирлигига тесқари бўлган катталик шкала бўлинимаси қиймати дейилади:

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta e}, \quad (2.9)$$

бу ерда C — шкала бўлинимасининг қиймати

20

Иккита ёни-ён белги (штрик ёки нуқталар) орасидаги фарқ шкала бўлинимаси дейилади. Шкала бўлинимасининг қиймати стрелкани бир бўлинимага силжитган катталик қийматининг ўзгаришини характерлайди.

Баъзан катталикнинг ҳақиқий қийматини топиш учун асбоб кўрсатишнинг тузулиш коэффициентини K та кўпайтирилади:

$$X_{\text{н}} = K \cdot X, \quad (2.10)$$

Ўлчов асбоби кўрсатишнинг кечикиши унинг инерционлиги, яъни катталик ўзгарган вақтдан асбоб кўрсатишнинг силжиишгача ўтган вақтни характерлайди. Асбоб кўрсатишнинг кечикиши қанча кам бўлса, асбобнинг сифати шувча юқори бўлади.

Ўлчаш воситаларининг умумлашган характеристикаси асосий ва қўшимча хатolikларнинг чегаралиқ қийматлари билан, шуни билан, ўлчаш воситалари аниқлигига таъсир этган бошқа параметрлар билан ифодалинадиган аниқлик синфидан иборат. Параметрларнинг қиймати ўлчаш воситаларининг айрим шартлари учун стандартларда белгиланган. Ўлчаш воситаларининг аниқлик синфи уларнинг аниқлик ҳосилларини характерланади, ғаммо улар шу воситалар ёрдамида олиб бориладиган ўлчашларнинг бевоқифа кўрсаткичи бўла олмайди. Чунки аниқлик ўлчаш усулларида ҳамда уларни бажариш шароитларида ҳам боғлиқ. Йўл қўйиладиган асосий хатolikлар чегаралари келтирилган (нисбий) хатolikлар кўринишида берилган ўлчаш асбоблари учун қуйидаги сонлар қаторидан олинган аниқлик синфи бериллади:

(1; 1.5; 2.0; 2.5; 3; 4; 5; 6) · 10^l, бунда $l = 1, 0, -1, -2$ ва x .

Ўлчаш асбобининг аниқлик синфи процентларда ҳисобланган энг катта келтирилган хатolikка тенг:

$$K_x = I_{max} = \frac{\Delta X_{max}}{N} \cdot 100\% = \frac{\Delta X_{max}}{N_{max} - N_{min}} \cdot 100\%, \quad (2.11)$$

Турли ўлчов асбоблари учун Давлат стандартида турли аниқлик синфлари қабул қилинган. Улар асбобининг ийферблатида кўрсатилади. Масалан, шкаласи 0—100°С даи иборит бўлган логометрини даражалаш натижасида асбобнинг хатolikнинг қуйидаги қийматлари олинган:

Шкаласи белгиси: °С...	0	20	40	60	80	100
Абсолют хатolik: ΔX , °С...	0.4	1.6	1.0	0.4	0	-0.6

Бунда логометрининг келтирилган хатоси

$$j = \frac{\Delta X_{max}}{N} \cdot 100\% = \frac{1.6}{100} \cdot 100\% = 1.6\%$$

Юқорида келтирилган маълумотларга кўра аниқлик синфи-

21

Йўл қўйилган хатоларни чағаларни процентларда ифода қилинган иқсоби хатоларлардан иборат асбобларнинг аниқлик синфлари ҳақида ёзилган сонлар билан белгиланган (масалан, 5%). Бу сонлар йўл қўйилган асосий хатоларнинг хатолар қўйилган билан уст-усти тушади. Мисолан, 2,5 миқдор синфлари шкаласи 0 — 100 мВ булган милливольтлар учун шкаланинг ихтиёрий белгисида асосий иқсоби хатолар 2,5% дан ошмайди, яъни шкаланинг ихтиёрий белгисида асосий хатолар (мВ ларда)

$$\Delta X \leq \pm \frac{25}{100} \cdot X_n$$

бунда X_n — асбобнинг курсатиши.

Айў қўяйладиган хатоликлари шкала узунлиги билан аниқ-
лашадиган нормалдор қийматларга бeғлиқ процентларда инфо-
даландиган асбобларнинг аниқлиқ синфлари бурчакча билан
ижратиб қўйилган сонлар билан белгиланади (масалан, 0,1
1,5), бу сонлар айў қўйиладиган асосий келтирилган хатоли-
кани қиймати билан ўсма-ўст тушади.

Масалан, шкаласи 5—50 *mB* ва аниқлик синфи 2,5 бўлган милливольтметр учун йўл қўйиладиган асосий абсолют хатоли қўйидаги формула бўйича (*mB* ларда) ҳисобланади:

$$X_n = \pm \frac{2,5 \cdot N_H}{100} = \pm \frac{2,5 \cdot 45}{100} = \pm 1,1$$

буде $N_n = N_{max} - N_{min}$; N_{max} ва N_{min} —

асбоб шкаласининг охири ва бошланғич қийматлари.

Улчаш учун асбоб танлашда унинг аниқлик синфи асосий ҳисобга олинган. Абсолют ҳатолик билан аниқлаштириш эътиборга олинмайди. Бу ҳатолик шкаланing турли белгиларида нисбий ҳатоликнинг турли қийматларига мос келади.

Масалан, шкаласи 0 — 150 мВ ва аниқлик синфи 1,5 бўлган милливольтметр учун асосий чегаравий абсолют хатолиқ $2,25 \text{ мВ га}$ тенг бўлиб, шкаланинг 25 ва 100 мВ белгилари нисбий хатолик тегишлича қуйидагига тенг бўлади (% ларда)

$$b_{25} = \frac{\Delta X}{X_n} \cdot 100 = \pm \frac{2,25}{25} \cdot 100 = \pm 9,$$

$$\delta_{100} = \pm \frac{2,25}{100} \cdot 100 = \pm 2,25$$

Нисбий хатоликни кайтагириш мақсадларида ўлчаш асбоби шкаласининг юқориги чеграсини шундай талаш дозимети, улчанаётган катталикининг куйиладиган қиймати (курсатини).

нинг охиригى учинчи қисмида (ёки охиригى ярмида) жойлаш-
ан бўлсин.

Улчаш воситаларининг хатоликлари статистик ва динамик хатоликларга бўлинадн. Статистик хатолик узгармас катталикни ўлчаш учун фойдаланиладиган улчаш воситеси каттолгн-
нр. Агар улчанаётган катталик нактионгн функцияси бўлса,
ушунга улчаш воситаларининг инерционлиги охибатида улчаш
воситаларининг динамик хатолиги деб атавадиган умумий ха-
толигининг ташикл этгувчиси ҳосил бўлади. Динамик режнмда
умумий хатолик статистик ва динамик хатоликлар йнгииндиси-
га тенг.

22 §. КАТОЛИКЛАРНИНГ СТАТИСТИК ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Ўлчаш воситалари (ЎВ)нинг статистик ҳатолиги Δ ни му-
тазам Δ_m ва тасодифий Δ_t ҳатоликлардек тақсир этувчилар
Вигиндиси курунишида тасвирлаш мумкин:

$$\Delta = \Delta_M + \Delta_T \quad (2.12)$$

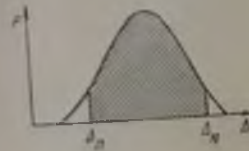
Δμ — ўзғармас ёки секин ўзгарадиган катталиқ; Δτ — ўрта қиймати
теги бўлган тасодифий катталиқ.

(2.12) муносабат ўВ хатоллиги моделини тавсифлайди. Δ хатоллиқ узғирмас ва тасодифий катталар йиғиндисидан сифатланадиган тасодифий катталар бўлади. Шунинг учун ўВ аниқ хос-саъларини тула ол объектив характерларда тасодифий катталарлар (микроларлар) назарисини апларати — эҳтимоллар назарисидан фойдаланиш зарур. Тасодифий микролар деб шундай микроларга айталадиган, у таъриба натижасида аввалдан матлуф бўлмаган бирор қиймати қабул қиладан. Узлуқсиз тасодифий микролар Δ эҳтимолини нуқтаи назаридан тақсимот зичлиги (эҳтимоллар зичлиги) $P(\Delta)$ билан тула характерланади. Гинетик нуқтаи назардан тақсимот зичлигининг шакли тақсимоти хатоллигига боғлиқ бўлган эри қизик билан тасвирланади (2.1-рисм). $P(\Delta)$ функцияни билиш, хусусан, Δ хатоллиқ бул қўйиладиган қийматлар майдонига тегишлилиги эҳтимолини таъриба билан тақсимот зичлиги (2.1-расмда штрихланган юз).

$$P(\Delta_n < \Delta < \Delta_{n+1}) = \int_{\Delta_n}^{\Delta_{n+1}} P(\Delta) d\Delta, \quad (2.13)$$

бунак Δ_n ва Δ_{n+1} — Δ хатоликнинг йўл
қўйиладиган қийматлари маълумлигининг
таъмин ва юқориги чегаралари.

$P(\Delta)$ функциянинг кўрини-
шини топиш кўп ҳолларда кат-
та қийинчиликлар тугдирadi.
Қўлини метрологик масалалар



21. ясым Тақсымоз мұңлы
яғри чыным.

ни ечиш учун $P(\Delta)$ тақсимотини алоҳида солин хара-
тикарини билиш етирли. Бу характистикалаар Δ нинг
қийматини аниқлайди, унинг атрафида хатолиқнинг му-
бўлган қийматлари гурулланади. Бу характистикалардан
бири ишончли ўрта қиймат хатолиқининг тақсимоти даражаси
Хатолиқлар тақсимога қонуниинг баъзи муҳим солин
характистикаларни киритади.

Биринчи ҳол (математик кутлама)

$$M[\Delta] = \int_{-\infty}^{\infty} \Delta P(\Delta) d\Delta = m$$

Δ нинг ўрта қийматини ёки (2.12) га кўра хатолиқнинг
тазам ташкил этувчиси Δm ни аниқлайди.

Иккинчи марказий ҳол (дисперсия)

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (\Delta - M[\Delta])^2 P(\Delta) d\Delta = \int_{-\infty}^{\infty} \Delta^2 P(\Delta) d\Delta$$

тасовифий хатолиқнинг мунтазам хатолик Δ_0 яқинида тар-
лишини характирлайди. Дисперсиянинг ўлчов бирлиги хатолик
квадратига тенг, шунинг учун у хатолик тақсимога кувват
ифодалаган эк булади. Тақсимлаш миқдорининг аниқ хара-
риктирини учун хатолиқнинг дисперсиядан олинган квадрат
иладига тенг булган ўрта квадратин четга чиқишидан фойда
ланамиз.

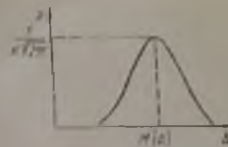
Экинчи асосийда тасовифий хатоликлар тақсимотини
турли қонуниларни утрайди. аимо тақсимотини нормал қонунга
(Гаусс қонуни) энг катта аҳамиятга эга. Нормал қонунининг
муҳим хусусияти унинг лимит қонун эканиладир, яъни ўлчов-
учун бир хил шароитлардаги бошқа тақсимога қонунилар
яқинлашади. Эҳтимоллар назариясида эркин ёки кучсиз
диган, бир текис кичик (яъни тахминан бир хил роль ўйна-
диган) қўшилувчилар йиғиндиси эҳтимолнинг зичлиги қўш-
илувчилар солин истаганча орттириб берилганда, бу қўшил-
увчилар қандай тақсимога қонунга эга бўлишини қатъи
тақсимога нормал қонунга истаганча яқинлашини исбот
лаган. Агар хатолик кун солиндаги факторлар таъсири
идан иборат эканини, бу факторлар роли аниқ ўлчашлар
оширилганда унча катта эмаслигини назарда тутсак, у ҳолда
ўлчашлар назариясида нормал қонун аҳамияти тушуна-
булади.

Нормал қонун бўйича тақсимилаган Δ хатолик эҳтимол-
ликлари зичлигини аниқловчи формула қуйидаги кўриниш-
эга:

$$P(\Delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\left[\frac{(\Delta - M[\Delta])^2}{2\sigma^2}\right]\right\}. \quad (2.16)$$

2.2-расмда нормал тақсимога $P(\Delta)$ графиги кўрсатилган.
Кўрииб турибдики, Гаусс эгри чизирги $M[\Delta]$ нуқтага нисба-

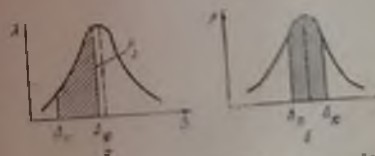
симметрик. Эҳтимолнинг мак-
симум зичлиги $1/\sigma\sqrt{2\pi}$ га тенг бў-
либ, унга $M[\Delta]$ нуқтага эриши-
лади. $M[\Delta]$ нуқтадан четга на-
нча узоқлашини билан $P(\Delta)$
рати асимптотик яқинлашади,
у шунинг кўрсатилиши, кичик
тасовифий хатоликлар $\Delta_0 = \Delta -$
(2.16) $M[\Delta]$ нинг павло бўлиши эҳ-
тимол Δ_0 нинг катта қийматлари
иладо бўлиши эҳтимолдан катта.
Улчаш асбоблари хатоликлари
нинг ишончли чегаралари Δ
хатолик берилган P_0 эҳтимол билан
ишони ва юқори чегараларидир. P_0 миқдор ишончли эҳтимол
ишонилади. Хатолиқнинг ишончли чегараларини тилиш учун
(2.13) муносабатдан фойдаланиш керак. Бунда эҳтимолнинг
тақсимога зичлиги $P(\Delta)$ ва хатолиқнинг ишонилаи ишончли че-
гараларга тушини эҳтимол Δ берилиши лозим. Агар қўшил-
увчилар киритилмаса, масала жуда қўйиниларга эга бўлади. Бун-
да 2.3-расмдаги мисолда ишончли ҳосил қилиш мумкин. Унда
масала шартига кўра берилган ишончли эҳтимол P_0 ишончли
интервал деб яталувчи $\Delta_0 - \Delta_0$ участкага $P(\Delta)$ эгри чизик
(2.13) муносабатдан штрихланган юза билан аниқланади. Кў-
рииб турибдики, битта ишончли эҳтимолга турли ишончли
ишончли турибдики, битта ишончли эҳтимолга турли ишончли
ишончли турибдики, битта ишончли эҳтимолга турли ишончли



2.2-расм. Тасовифий хатоликлар
нормал тақсимога зичлиги эгри
чизиги.

$$M[\Delta] - K \cdot \sigma \leq \Delta \leq M[\Delta] + K \cdot \sigma, \quad (2.17)$$

бу ерда K — берилган ишончли эҳтимол, P_0 га тенг тақсимога зичлиги
 $P(\Delta)$ га тенг бўлган коэффициент



2.3-расм. Ид қўшилган хатолик чийлони
чегараларининг $M[\Delta]$ га нисбатан асимметрик (а)
ва симметрик (б) жойлашши атрафлари.

[illegible][illegible]

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta \tau_i - \bar{\Delta \tau})^2, \quad (2.19)$$

12 19) дан кўрналики, кузатишлар натижасининг танланган дисперсияси ҳақолиқнинг тасодифий таъкид этувчиси билан нияқланади ва тасодифий ҳақолиқнинг танланган дисперсиясига тенг.

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta_{\mu}^2 - \bar{\Delta}_{\mu})^2}, \quad (2.20)$$
$$\frac{\bar{x}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}), \quad (2.21)$$

Таъриба маълумотирига асосланиб, аввалдін таъсиботи му-
нуни $P(A)$ ни топишдан улашча носиталарини қўпидаги пор-
туголи матросини ҳазақлаштиқасини топиш мумкин:

$$\tilde{q}_n = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^n \Delta_l, \quad (2.22)$$

Агар асбоб ўлчаш диапазонининг x нуқтасига ўлчанаётган катталикнинг катта ва кичик қийматлари томонидан яқинлашганда Δ_m қийматлар бир хил бўлмаса, у ҳолда мунтазам китоблик

$$\tilde{\Delta}_n = (\tilde{\Delta}_{cm} + \tilde{\Delta}_{co})/2, \text{ бунда } \tilde{\Delta}_{cm} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_{ci};$$

$$\bar{\Delta}_{\text{дт}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_{0i} \quad (\Delta_{0i} - \text{ўлчашётган катталикийнун кичик қиймат})$$

параметр X кинематичгача узгартиришда каталитикнинг f -қиймати; $\Delta_{\text{св}}$ — ушангача узаш фақат катта қийматларидан X қиймати-гача узгартиришда).

3. Айирмачилик абсолют қиймати каби аниқлашган вариация:

$$B = |\Delta_{\text{св}} - \Delta_{\text{св}}|. \quad (2.23)$$

Улчаш воситаси конкрет нусхаси каталитикнинг тасодифий ташкил этувчисининг ўрта квадратик четга чиқиши баҳоси:

$$\sigma |\Delta_T| = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_{\text{св}i} - \Delta_{\text{св}})^2 + \sum_{i=1}^n (\Delta_{\text{св}i} - \Delta_{\text{св}})^2}{n-1} \right|^{1/2}. \quad (2.24)$$

2.3.3. УЛЧОВ ВОСИТАЛАРИ СТРУКТУРАСИ

Улчов воситалари ерданда улчанаётган физик катталиклар улчаш ахбороти сийнали сифатида фидаланилладиган бирор чиқиш катталитига узгартирилади.

Физик катталитини улчашда улчов қурилмаси (асбоби) физик катталитини кўрсаткичининг пропорционал сийлишига узгартади:

$$\varphi = f(B). \quad (2.25)$$

буида φ — асбоб кўрсаткичининг бурчакли ёки чизикли сийлиши, B — улчанаётган физик катталит.

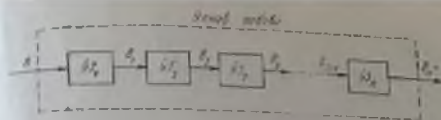
(2.25) боғланиш асбоб шкаласининг тенгламаси ёки характеристикаси дейилади.

Хар қандай улчов асбобининг иши оқибат натижада улчанаётган катталитини кўрсаткичининг сийлишига узгартиришга келтирилади. Шу сабабли улчаш асбобини схематик равишда, улчанаётган физик катталит B ни кўрсаткичининг механик сийлиши миқдори φ га узгартириладиган узгартириш деб қараш мумкин.

Оралиқ узгартиришлар сонига қараб асбобни бўғинларга бўлиш мумкин, бу бўғинларнинг ҳар бири асбоб ичида B миқдорини маълум тарзда узгартирилади. Ани шу бўғинлар мажмуаси улчанаётган катталитининг талаб этилган узгартиришни кўрсаткичининг сийлиши φ га узгартирилади.

Исталган улчов асбобининг структура схемаси, унинг ишлаш принциpidан қатъи назар, кетма-кет уланган улчаш бўғинлари $УЗ_1, УЗ_2, УЗ_3, \dots, УЗ_n$ (2.4-расм) қаторидан тузилган занжир каби тасвирланиши мумкин.

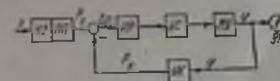
Биринчи бўғин $УЗ_1$ учун кириш миқдори бўлиб B катталит хизмат қилади. Ҳар бир бўғиннинг чиқиш миқдори кейинги бўғин учун кириш миқдори бўлиб хизмат қилади. Охириги $УЗ_n$ бўғиннинг чиқиш миқдори кўрсаткичининг $B_n = \varphi$ сийлишини аниқлатади.



2.4-расм. Улчов асбобининг умумий структура схемаси.

Умумий ҳолда улчов воситаларининг структура схемасини кириш принциpidа қараб икки гурупага бўлиш мумкин: тўғри узгартириладиган улчаш схемалари ва сийнали мослаштириладиган улчаш схемалари. Тўғри узгартириш принциpidи бўғинга қўрилган улчов воситаларида улчанаётган катталит дастлабки узгартиришга еки унинг улчов занжири қисмидан иборат бўлган сезгир элементга келади. Улчаш занжиринда, одатда, улчанаётган катталитни ахборотнинг бирор элтувчиси (электроникнинг кучи ёки қўққилиши, сийқилган ҳаво босими ва бошқалар) сийналига узгартириш амалга оширилади. Маъмур сийнал сийра қўққайтирилади на санаш қурилмасига узатилади. Ўшқ сойда вариантля шу схемалаи фийқт сезгир элемент на санаш қурилмаси қўққилиши мумкин. Тўғри узгартириш схемалари сойда, ишончли, егерди тезқоралиқка эга ҳаьда улча қиймат аниқ, аммо улардан амалда кичик энергия сийналларини улчашда фойдаланиб бўлмайди. Дифференциал узгартиришлар ва улчов бўғини улчаш схемалари сийнали тўғри узгартириш схемалари турларидан биридир.

Сийнали мувозанатлаштириладиган улчаш схемалари структура 2.5-расмда келтирилган. Улчанаётган катталит X дастлабки узгартириш $ПП$ га (ПП — перанчый преобразователь) ёки унинг сезгир элементи $ЧЭ$ (ЧЭ — чувствительный элемент) га келади ва P_1 сийналга ойлангирилади, бу сийнал компенсация қурилмаси $УК$ (устройство компенсации) дан чиққан P_2 сийнал билан мослаштирилади. Компенсация қурилмаси $УК$ чиқариш сийнали φ ни компенсация қилувчи P_3 сийналга узгартади. Нобайлик сийнали ΔP номувофиқлаштириш индикатори $ИР$ (ИР — индикатор рассогласования) орқали қўққайтириш $УС$ (УС — усилитель) киришига берилади. Қўққайтиришнинг чиқиш сийнали интегралловчи қурилма $ИУ$ га (масалан, резерсив двигателю) таъсир қилади ёки чиқиш сийнали φ қўққайтириш чиқишдан олинадиган сийнал ΔP бўлганда узгармай қолаверди. φ сийнал асбоб кўрсаткичи $УП$ (УП — указатель) киришига берилади.



2.5-расм. Сийнали мувозанатлаштирувчи улчов асбобларининг структура схемаси.

2.4. ТЕХНИК ҒИЛМЛАРДА ҒИЛАШ СИСТЕМАЛАРИ ХАТОЛИКЛАРИНИ БАҲОЛАШ

Системаи ҳар бир узварткинининг Давлат характе-
ристикаси $X_{i,j} = f(X_{i,j-1})$ кўринишига эа. Хусусий холди у
 $X_{i,j-1} = K \cdot X_{i,j-1}$ кўринишида булиши мумкин (K — узвартки
коэффициенти).

Ғ. Улашчи сўстемаси ҳаттоликларини баҳашишни янада устуни
мисол бўлиши билан улашчи сўстемаси қатъий чегара-
ларини белгилаш билан улашчи сўстемаларнинг бул қуйидаги
ған аҳвали да қўйиши ҳаттоликларни чегаралар билан баҳо-
лашда, жана аниқда баҳолик қўйиши баҳолашда, сўстема
ҳаттоликларини баҳолик қўйиши баҳолашда, Улашчи сўстема-
нинг бу бул қуйидаги ҳаттолик ҳаттоликларини бул қўйи-
лашчи қийматлари чегараларнинг қийматлари йигинашда
баҳолик қўйиши баҳолик қўйиши баҳолашда.

$$I_{11} = V(f_1' + f_2' + \dots + f_n'). \quad (2.26)$$

[illegible]
$$M|\Delta| = M|\Delta_{\mu}| \quad (2.27)$$
$$M\{\Delta\} = M\{\Delta_n\} + \frac{1}{n} \{k\}. \quad (2.28)$$
$$\sigma(\Delta) = \sigma(\Delta_i) + \psi_i(i). \quad (2.29)$$
$$M|\Delta_{-}| = \Delta_{1c} + \Delta_{2c} + \dots + \Delta_{nc} \quad (2.30)$$
$$\begin{aligned} D[\Delta_{1n \dots n}] &= D[\Delta_{12} + \Delta_{23} + \dots + \Delta_{nn} + \Delta_{r1} + \Delta_{r2} + \dots + \Delta_{rn}] = \\ &= D[\Delta_{11}] + D[\Delta_{r2}] + \dots + D[\Delta_{rn}]. \end{aligned} \quad (2.31)$$

Ўлчаш системасининг ўрта квадратик четга чиқиши қуйидаги формула билан топиллади:

$$\sigma(\Delta_{\text{с.с.}}) = \sqrt{D(\Delta_{\text{с.с.}})} = \sqrt{\sum_{i=1}^n D(\Delta_{\text{с.с.}})} \quad (2.32)$$

Техник ва лабораторий ўлчашлари амалиётида, қўлинича, билвосита ўлчашлар ҳам учрайди, бунда аниқланган параметр бир неча аргументларнинг функциясидаги иборат бўлади:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2.33)$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$ аргументлар тўғрисида тўғри ўлчашлар натижасида топиллади ва шу аргументларнинг ҳар бири хатоликларининг ўз таъсирига эга. Y параметрини билвосита ўлчаш хатолиги $\Delta_{\text{с.с.}}$ аргументлар хатоликларининг ҳам мунтазам, ҳам тасодифий таъсирига эга бўлади. Y параметрини ўлчаш хатолигининг мунтазам таъсирига эга бўлиши $x_1, x_2, \dots, x_n$ аргументлар хатоликларининг мунтазам таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг мунтазам таъсирига эга бўлиши мунтазам таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг тасодифий таъсирига эга бўлиши тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг тасодифий таъсирига эга бўлиши тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг тасодифий таъсирига эга бўлиши тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин.

$$m_Y = f(m_{x_1}, m_{x_2}, \dots, m_{x_n}). \quad (2.34)$$

Бунда $m_{x_1} = x_1 + \delta_{x_1}$; $m_{x_2} = x_2 + \delta_{x_2}$; $\dots$; $m_{x_n} = x_n + \delta_{x_n}$; $\delta_{x_1}, \delta_{x_2}, \dots, \delta_{x_n}$ — ўлчанган аргументлар қиймати;

$\Delta_{x_1}, \Delta_{x_2}, \dots, \Delta_{x_n}$ — хатоликнинг мунтазам таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг мунтазам таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг тасодифий таъсирига эга бўлиши тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг тасодифий таъсирига эга бўлиши тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин.

Агар $x_1, x_2, \dots, x_n$ аргументларнинг йўл қўйиладиган қийматлари диапазонда (2.33) функция етарли аниқликда чиқиштирилиши (чиқиқли функцияга аниқштирилиши) мумкин бўлган ва шу аргументлар мунтазам бўлган ҳолатдагина Y параметрини билвосита ўлчаш хатолигининг тасодифий таъсирига эга бўлиши топил мумкин. Ҳақиқатда ўлчаш хатолигининг тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин. Y параметрининг тасодифий таъсирига эга бўлиши билан мумкин.

$$\sigma(Y) = \sqrt{D(Y)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta_{x_i} \right)^2}. \quad (2.35)$$

Шундай қилиб, юқорида баъзи этилган усул билан изланиётган Y параметр билвосита ўлчаш натижасининг математик кутиласини топил ва юқоридаги шартлар бажарилганда уни ўлчашнинг тасодифий хатолигининг баҳолаш мумкин. Аммо Y параметр тасодифий хатолигининг тақсимот қонуни, олагда, номуълум бўлади, шунинг учун хатоликлар пайдо бўлиши эҳтимоли ҳамда ишончлили интерваллари ҳақида бирор хулоса чиқариш мумкин эмас.

2.3.5 Ўлчов воситаларининг статик ва динамик ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ ҲАҚИДА ТУШУНЧА

Ўлчаш қурилмалари ишнинг икки режими статик (барқарор) ва динамик (беқарор) режимида мавжуд. Кириш миқдорини чиқиш миқдорида ўзгартиришнинг ҳар икки режимида статик ва динамик характеристикалар билан белгиланади.

Барқарор иш режимида чиқиш миқдорининг кириш миқдорида боғлиқлиги ўлчов воситаларининг статик характеристикаси дейилади. Умумий ҳолда ўлчов воситасининг статик характеристикаси (шкала тенгласмаси) қуйидаги кўринишга эга:

$$\varphi = f(B). \quad (2.36)$$

бунда φ — санақ қурилмаси кўрсаткичининг координатаси (бурчакли ёки чизикли); B — ўлчанаётган физик катталиқ қиймати.

Ўлчанаётган B катталиқнинг чиқиш миқдори φ га ўзгартирилиши бевосита амалга оширилади, бундай оралиқ ўзгартириллар бир неча (баъзилда ўнлаб) бўлиши мумкин. Масалан, темир-рентген милливольтиметрга уланган термоэлектрик термометр ёрдамида ўлчанда туртки кетма-кет ўзгариш юз берган: муҳит температураси → термометрнинг термо ЭЭЖ и → элекстроникнинг ток кучи → милливольтиметр рамакидаги айланма момент → кўрсаткич стрелкасининг бурилиш бурчаги.

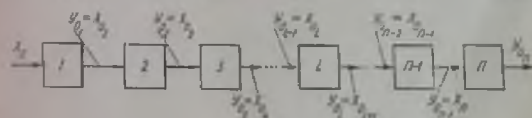
Бундай ўлчов восити кетма-кет уланган ва ҳар бири ўз статик характеристикасига эга бўлган бўгинлардан тузилган. 2.36-расмда очик занжирли ўлчов воситасининг n та бўгинли умумлашган структураси келтирилган. Кириш миқдорларини x_i , чиқиш миқдорларини эса y_i билан бўгиннинг тартиб номерига мос индекслар ёрдамида белгилаямиз. Нолга нисбатан катталиқларнинг барқарор қийматларини аниқлаш.

Бўгинларнинг ҳар бирининг статик характеристикасини қуйидаги умумий кўринишда тасвирлаш мумкин:

$$y_i = f_i(x_i). \quad (2.37)$$

бунда $i = 1, 2, \dots, n$ — бўгиннинг тартиб номери.

Биринчидан бошқа ихтиёрий бўгиннинг кириш миқдори бундан аввалги бўгин учун чиқиш миқдоридан иборат, яъни $x_0 = y_{n-1}$, демак, $y_i = f_i(y_{i-1})$, яъни $y_{i-1} = f_{i-1}(x_{i-1})$.



2.3-расм. Ўлчов воситасининг (датчикнинг) структуралы схемасы.

Мазкур қийматни (2.37) тенгламага қўямиз: $Y_{0i} = f_i(f_{i-1}(x_{0i-1}))$. Эндаи $x_{0i-1} = Y_{0i-1}$ ва ҳоказоларни эътиборга олиб тонамиз:

$$Y_{0i} = f_i(f_{i-1}(f_{i-2} \dots f_2(f_1(x_0))) \quad (2.38)$$

2.38 тенглама улчанаётган катталик билан ихтиёрий бўғиннинг чиқиш миқдори орасидаги боғланишни ифода қилади. Шу тенгламага кўра охиридан аввалги $(n-1)$ -бўғиннинг чиқиш миқдори қўйиладиганга топилади:

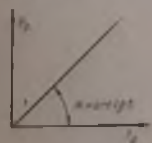
$$Y_{0n-1} = f_{n-1}(f_{n-2}(f_{n-3} \dots f_2(f_1(x_0))) \quad (2.39)$$

(2.39) тенглама асбобнинг бўғинлар характеристикаси орқали ифода қилинган статик характеристикасидан иборат.

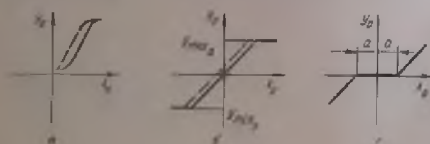
Агар кириш ва чиқиш миқдорлари орасидаги функционал боғланиш нин соҳасида узлуқсиз ва бир қийматли бўлса, унда ҳар бир x_0 қийматга биттагина Y_0 қиймат мос келади. Бундай бўғин статик бўғин дейилади. Агар бундай характеристика чиқиқли бўлса ёки чиқиқли функция билан аъмаллаштирилиши мумкин бўлса, бундай бўғинни чиқиқли бўғин дейилади. 2.7-расмда унинг характеристикаси келтирилган бўлиб, у қўйидаги боғланишни тасвирлайди:

$$Y_0 = a + k \cdot x_0 \quad (2.40)$$

буйда a — Y нинг бачон бирлигига эга бўлган ўзгармас; k — ўзгармас коэффицент ёки ўзгарткич коэффицент деб аталувчан ўзгармас миқдор. У чиқиш миқдорнинг кириш миқдорига барқарор режимида нисбатини ифода қилади.



2.7-расм. Чиқиқли бўғиннинг статик характеристикаси.



2.8-расм. Чиқиқсиз бўғинларнинг статик характеристикаси.

мумкин (2.8-расм, а). Ишга тушириш параметри деб аталувчан $x_0 = x$ нинг бирор қийматида чиқиш координатаси эътиборга олинган бўғинлар (2.9-расм) алоҳида аҳамият касб этади. Бундай бўғинлар релели бўғинлар дейилади ва чиқиқсиз бўғинлар турли та киради.

Ўлчаш ўзгарткичларига ва датчикларга нисбатан узатувчи коэффицент K асбоб ёки элементнинг сезгирлиги дейилади. Бундай чиқиқсиз элемент ва асбоблар учун статик ва дифференциал сезгирликлар фарқ қилинади. Статик сезгирлик умумий ҳолда ҳам турли нуқталарда турлича бўлади:

$$K_s = \frac{Y_0}{x_0} \quad (2.41)$$

Дифференциал сезгирлик ҳам умумий ҳолда турли нуқталарда турлича бўлади:

$$K_d = \frac{\Delta Y_0}{\Delta x_0} = \frac{dY_0}{dx_0} \quad (2.42)$$

Чиқиқли элементлар (бўғинлар) учун

$$K_s = K_d = \text{const.} \quad (2.43)$$

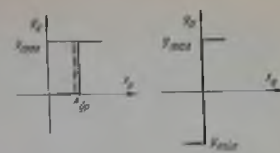
Ўлчаш асбобининг сезгирлиги унга кирадиган бўғинлар сезгирлиги билан белгиланади ва асбобнинг статик характеристикасидан иборат (2.39) тенгламани дифференциаллаш ёрдамида аниқланиши мумкин:

$$K = K_1 \cdot K_2 \dots K_{n-1} \quad (2.44)$$

Шундай қилиб очик занжирли ўлчаш асбобининг сезгирлиги қурilmанинг якуний бўғинларидан бошқа барча бўғинлари сезгирликлари кўпайтмасига тенг.

Агар асбобнинг барча бўғинлари чиқиқли бўлса, у ҳолда асбобнинг сезгирлиги ўзгармас миқдор бўлиб, унинг шаклига эва текис бўлади. Агар асбобнинг ҳеч бўлмаса битта бўғини чиқиқсиз характеристикага эга бўлса, у ҳолда унинг шаклига потекис бўлади.

Ишнинг беқарор режимида ўлчов воситаларига хос инерционликка нўра статик боғланиш бузилади. Бу ҳолларда ўлчов воситалари динамик характеристикалар билан характерланади. Ўлар ўзгарткичнинг динамик шарҳларида кириш ва чиқиш миқдорлари (координаталари) орасидаги функционал



2.9-расм. Релели бўғинларнинг статик характеристикаси.

боғланишдан иборат. Динамик характеристикаларнинг статик характеристикалардан четга чиқиш даражаси ўлчов воситалари ва унинг элементлари инерцион хоссага эга бўлишига боғлиқ.

Асбоб курсаткичининг беҳарор ёки ўттиш режимида ўлчанаётган катталиққа боғлиқлиги ўлчаш асбобининг динамик характеристикаси дейилади. Динамик характеристиканинг курилиши ўлчанаётган катталиқнинг ўзгариш харақисига боғлиқ. Асбобларнинг динамик характеристикалари уларга кирувчи бўғинларнинг параметрлари ва ўлчаш шартлари билан белгиланади.

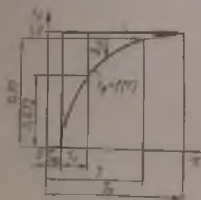
Динамик характеристикаларни белгилайдиган физик ҳодисалар топт мураккаб, шунинг учун уларни асбобга кирадиган барча бўғинларнинг инерцион хоссага эга бўлиши ҳолда аналитик аниқлаш анча машаққатли ишдир. Динамик характеристикалар баъзи содда ҳолатлардагина тақрибий ҳисобланиши мумкин; амалда улар тажриба ёрдамида аниқланади. Унинг учун кириш миқдори X нинг ўзгариши маълум бўлганда чиқиш миқдори Y нинг вақт бўйича ўзгариши топилади. Кириш миқдори зинасимон ўзгарганда чиқиш миқдорининг вақт бўйича ўзгаришининг график тасвири ўттиш характеристикасидан (ўттиш жараёнидан) иборат. Ўлчаш асбобининг ўттиш жараёнини топишда аввал кириш миқдори X га барқарорлаштириш имкони бериллади, бу ҳол маълум вақтдан кейин қиймати қайд қилинган чиқариш миқдори Y нинг барқарорлаштиришга олиб келади. Сўйра кириш миқдорини зинасимон (сакрош) қили билан (бирлик сакрош) ўзгарттирилади ва кириш миқдори зинасимон ўзгарттирилган пайтдан бошлаб маълум вақтдан кейин чиқиш миқдори қайд қилинади.

2.10-расмда масал сифатида ўлчанаётган катталиқ қиймати X (масалан, температура) нинг t вақт бўйича зинасимон ўзгаришидаги ўттиш жараёнининг графиги келтирилган. График-данки, ўлчанаётган катталиқ зинасимон ўзгарганда асбобнинг курсаткиши X_2 узининг барқарор қийматига дарҳол эриша олмайди, у доним ўлчанаётган катталиқ қийматига яқинлашиб боради. Асбобнинг курсаткиши ва ўлчанаётган катталиқнинг ҳақиқий қиймати орасидаги айирма (курсаткишнинг статик хатолиги йуқ булганда) айни пайтдаги динамик хатолик дейилади:

$$\Delta_d = X_2 - X, \quad (2.46)$$

буида X_2 — динамик шартларда асбобнинг курсаткиши.

Ўттиш жараёни графигида (2.10-расмга қаранг) куйидаги параметрлар курсаткишнинг таъсирланишининг бошланиши



2.10-расм. Ўттиш жараёнининг зинасимон таъсирланишидаги графиги

вақти $t_{0.9}$ — асбобнинг киришда ўлчанаётган катталиқ қиймати ўзгарган пайтдан курсаткишнинг чиқиш синали қийматининг ўзгари бошлаган пайтгача ўтган вақт;

ўттиш жараёни вақти T — асбоб киришда ўлчанаётган катталиқ (температура) ўзгаргандан кейин курсаткиш (чиқиш синали қиймати) 5% ли барқарор қийматлар зонасига ($X_2=0.95$) кирадиган вақт;

курсаткишларнинг тулиқ барқарор бўлиш вақти T_d — асбоб киришда ўлчанаётган катталиқнинг ўзгариш пайтидан ўзгармас курсаткишлар барқарор бўлишигача ўтган вақт;

вақт донимиси τ (экспоненца тенгламаси билан таъсирланидиган ўттиш жараёни учун) — курсаткиш (чиқиш синали қиймати) ўзгара бошлаган пайтдан курсаткишнинг барқарор ва бошланғич қийматлари орасидаги айирма еки (асбоблар учун) чиқиш синалларининг мос қийматлари ($X_2=0.632$) айирмаси 0.632 га етгунча ўтган вақт оралиғи: вақт донимиси — графикнинг бурлиги нуқтасига утказилган уринманинг уринма вақт уқи ва тўғри чизик ($X_2=1$) билан кесилган нуқталари орасидаги кесмасининг проекцияси.

Умумий ҳолда чиқиқли ўлчаш қурилмаларининг динамикасини таъсирлаш учун чиқиқли дифференциал тенгламалар қўйилади. Агар ўлчаш воситаси чиқиқсиз элементларга эга бўлса, унда қўйиқча уларнинг характеристикалари чиқиқлаштирилиши мумкин, яъни чиқиқли дифференциал тенгламаларга келтирилиши мумкин, бу иш ўттиш жараёнини етарли аниқликда таъсирланидиган қилиб олиб борилади.

2.10. ЎЛЧОВ-АСБОБЛАРИНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ ҲАКИДА АСОСИЙ ТУШУНУЧЛАР ВА МАЪЛУМОТЛАР

Ишлаб чиқариш жараёниларида мураккаб ўлчов асбоблари жуда ҳам кўп ишлатилиши муносабати билан автоматлаштиришда қўлланиладиган асбобларнинг ишончлилиги борган сари катта аҳамият касб этмоқда. Автоматика аппаратурига айлиқсиз, улар жумласига кирадиган технологик жараёнларнинг бориш ҳақида ахборот манбан булган ўлчаш асбоблари, датчиклар ва ўзгарткичлар бажирадиган вазифаларнинг кентайини автоматлаштириш асбоблари ва воситаларининг ишончлиликка алоҳида талаблар қўймоқда.

Ўлчов асбоблари 100 — 200 гача, марказлаштирилган назорат машиналари МНМ (рустаси МЦК — машини централизованного контроля) минглаб алоҳида компонентларни ўз ичига олади ва ҳар бир компонентга ишончли ва бузилмасдан ишлаш талаб қўйилади. Ўлчаш асбобларининг ишончлиликка лойиқлаштириш жараёнида, уларнинг ишлаш принципини оқилона танлаш, схем ва лойиқаларини ечишда шу принципдан фойдаланиш, ишлаб чиқариш технологиясини тўғри танлаш, сифат, режим ва алоҳида деталь ҳамда асбобларни таъйёрлашни назорат қилиш, шунингдек, фойдаланиш, қараб турниш ва ремонт қилишга булган талабларга риоя қилиш билан эришилади.

Ишончлилиқ дейилганда системанинг (асбоб, қурол ва бошқаларнинг) берилган вақт оралиғи мобайлида ўз параметрларини маълум берилган чегараларда сақлаб, бузиламасдан ишлаш олиш қобилияти тушунилади. Система ишлаш қобилиятининг бузилиши натижасида унинг параметрларининг қуйидагидан таъсирларга қўйилганда, системанинг бузиламасдан ишлаши қобилияти қисқариб кетган бўлади. Система нининг бузилиш сабаблари, таъсирлари ва оқибатлари турли-туман бўлиши мумкин. Системанинг бузилиш тусидан ва оқибатидан, тўлиқ ва қисман бўлиши мумкин. Бузилишнинг бошланиши, унинг характери ва оқибатлари асосий таъсирлар, эҳтимоли характерга ага бўлади.

Бузиламасдан (тузук ҳолат) ишлаш эҳтимоли $p(t)$ — система ишончлилиқнинг асосий характеристикасидир. Буни $p(t)$ берилган вақт оралиғида берилган шарҳлар баъжарилганда бирор вақт бузилиш руй бермаслик эҳтимолидир:

$$p(t) = p\{T > t\}. \quad (2.46)$$

Ишончлилиқнинг яна бир неча муҳим характеристикаларини кўрачиз.

Бузилиш эҳтимоли $g(t)$ — берилган вақт оралиғида ҳеч бўлмаган бир марта бузилиш руй бериши эҳтимоли:

$$g(t) = p\{T \leq t\}. \quad (2.47)$$

Маълумки, бузиламасдан ишлаш ва бузилиш эҳтимоллари нининини бирга тенг:

$$p(t) + g(t) = 1. \quad (2.48)$$

Бузилишлар частотаси

$$\alpha(t) = \frac{dp(t)}{dt}. \quad (2.49)$$

буни $\alpha(t) = \left(t - \frac{t_0}{2}\right)$ дан $\left(t + \frac{t_0}{2}\right)$ гача бўлган вақт оралиғида бузилиш буюмлар сонини n — буюмларнинг дастлабки сонини; t_0 — вақт оралиғи.

Бузилишлар частотаси яна қуйидаги курунишда таъсирлашни мумкин:

$$\alpha(t) = \frac{dp(t)}{dt} = \frac{d^2p(t)}{dt^2}. \quad (2.50)$$

Бузилишлар жадаллиғи (хавфлилиғи) $\lambda(t)$ — вақт бирлиги давомида бузилишлар сонининг берилган вақт оралиғида бузилиш ишлайдиган элементларнинг ўртача сонига нисбати билан аниқланадиган буюмларнинг бузилиш эҳтимоли, яъни

$$\lambda(t) = \frac{\alpha(t)}{p(t)}. \quad (2.51)$$

буни $\Delta p_x = \left(t - \frac{t_0}{2}\right)$ дан $\left(t + \frac{t_0}{2}\right)$ гача бўлган вақт оралиғида бузилиш буюмлар сонини,

$$p_x = \frac{p_{x-1} + p_1}{2}. \quad (2.52)$$

буни p_{x-1} ва $p_1 = \Delta t$ вақт оралиғи бўлида (p_{x-1} ва p_1 узлуksиз ишлайдиган буюмлар сонини)

Бузилишлар жадаллиғи яна қуйидагича ифодаланиши мумкин:

$$\lambda(t) = \frac{p'(t)}{p(t)}. \quad (2.53)$$

Бузилишга қалер бўлган ўртача ишлаш давомати (бузиламасдан ишлашларнинг ўртача вақти) биринчи бузилишгача буюмлар партиясини таъсирлашнинг ўртача қийматида ёки бузиламасдан ишлаш вақтининг математик ҳутилмадан иборат. Бузиламасдан ишлашнинг ўртача вақти қуйидаги тақрибий формула бўйича ҳисобланади:

$$T_m = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}, \quad (2.54)$$

буни t_i — i -элементнинг бузиламасдан ишлаш вақти; n — синоз партиясидаги элементлар сонини.

Қанча кўп элемент синоздан ўтказилса, бузиламасдан ишлашнинг ўртача вақти шунча янқроқ бўлади.

Бузилишлар жадаллиғи билан бузиламасдан ишлаш эҳтимоли орасидаги боғланиш (2.51) формулага бузилиш элементлар сонини қуйиш буни билан топилиши мумкин:

$$\Delta p_x = p_x - p_{x+1} = p\{p(t) - p(t + \Delta t)\}; \quad (2.55)$$

$$p_x = p(p(t)). \quad (2.56)$$

Натижада қуйидагича топилиш:

$$\lambda(t) = \frac{p(t) - p(t + \Delta t)}{p(t) \Delta t}. \quad (2.57)$$

ёки лимитга ўтсак

$$\lambda(t) = \frac{p'(t)}{p(t)} = \frac{a(t)}{p(t)}. \quad (2.58)$$

Бу тенгламани 0 дан t гача интеграллаб қуйидагича ҳосил қиламиз:

$$\int_0^t \lambda(t) dt = -[\ln p(t) - \ln p(0)]. \quad (2.59)$$

Энди $t=0$ да $p(0)=1$ бўлгани учун (2.59) лан:

$$-\int_0^t \lambda(t) dt = \ln p(t) \quad \text{ёки} \quad p(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} \quad (2.60)$$

Агар $\lambda(t) = \lambda = \text{const}$ бўлса, (2.60) дан

$$p(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.61)$$

муносабат келиб чиқади.

Ишонччиликнинг бошқа характеристикалари орасидаги боғланишлар ҳам шунга ўзгариш топилган мумкин. Масалан, бузилишлар частотаси $a(t)$ ва туғри ишлаш эҳтимоли $p(t)$ орасидаги муносабат

$$p(t) = 1 - \int_0^t a(t) dt \quad (2.62)$$

формула билан ифодаланади.

Бузилишлар интенсивлиги ўртача вақти T_m билан бузилиш жадвалиги $\lambda(t)$ орасидаги муносабат

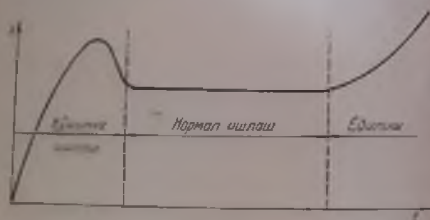
$$T_m = \int_0^\infty e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} \quad (2.63)$$

формула билан, бузилишлар частотаси $a(t)$ билан бузилишлар жадвалиги $\lambda(t)$ орасидаги боғланиш

$$a(t) = \lambda e^{-\lambda t} = \frac{1}{T_m} e^{-\frac{t}{T_m}} \quad (2.64)$$

формула билан ифодаланади.

Бирор асбоб, қўрилманинг бузилишлар жадвалиги унинг бутун хизмат қилиш даври мобайнида ўзгармас бўлиб қола олади. 2.11-расмда бузилишлар жадвалиги λ билан вақт t орасидаги типик график келтирилган. График бир-биридан осеилик билан фарқ қилинадиган учта участкага эга. Фойдаланишнинг биринчи даври яшнриқ ишлаб чиқариш нуқсонларига эга бўлган элементларнинг ишдан чиқиши натижасида бузилишлар жадвалигининг кескин ортиши билан характерлидир. Бу „қўшимча ишлаш“ давридир. Ўлчаш асбоблари учун



2.11-расм. Бузилишлар интенсивлиги билан иш вақти орасидаги боғланиш

у асбоб ишлатилиши тахминан биринчи олинга (даврига) мос келади. Кейинчалик бузилишлар жадвалиги тургунлашдан ва бутун нормал иш даврига тахминан ўзгармас бўлиб қолади, бу эътибор иккинчи даврига туғри келади. Учинчи даври бузилишлар жадвалигининг узлуксиз ортиб бориши билан характерли, бу қўрилма элементларининг еийлиги (ишдан чиқиши) ва эскириши билан тушунтирилади. Асбоблардан фойдаланиш даври мобайнида бузилишлар жадвалигининг ўзгариши фойдаланиш даврига қариб мос равишда ўзгаришлар ва хизмат қилиш шартлари киритишни талаб этади. Бузилишлар жадвалиги ёки бузилишлар орасидаги ўртача вақт устида гап борганда доим нормал иш даври кўзда тутилади.

Ўлчаш ва автоматлаштириш воситаларининг ишонччилиги характеристикаларини топишда лаборатория синовлари кенг тарқалган. Бу синовлар реал фойдаланиш шартлари билан бир хил шартларда (ўша температура, нэмлик, тебраниш ва Ҳ.к) ва режимларда олиб борилади. Ишонччилик характеристикасини аниқлашнинг бошқа усули асбобни фойдаланиш шартларида бевосита синиб қўришдан иборат. Бу усул системанинг инсталлан элементининг ишонччилигини синиб қўриш имкони бориши, синон ўтказишнинг арзонлиги ва шу қаби қатор устуникларга эга. Шунга қарамасдан бу усул зарур ахборотни олинганда кечиккиш ва ҳоказолар билан ифодаландиган камчиликларга ҳам эга.

Алоҳида элементлар ва асбобларнинг ишонччилиги характеристикаларини билиш турли қўрилмаларнинг ишонччилиги характеристикаларини ҳисоблаш имконини беради. Агар бирор элементнинг бузилиши системанинг бузилишига олиб келса, ишонччилик характеристикасини ҳисоблаш қуйидаги формулалар бўйича олиб борилади:

$$\frac{1}{T_{sp}} = \frac{1}{T_{sp1}} + \frac{1}{T_{sp2}} + \dots + \frac{1}{T_{spn}} \quad (2.65)$$

бунда T_{sp} — система бузилишлари орасидаги ўрта вақт;

$T_{sp1}, T_{sp2}, \dots, T_{spn}$ — системага қирадиган алоҳида элементлар ва асбоблар бузилишлари орасидаги ўртача вақт.

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n \quad (2.66)$$

бунда λ — система бузилишларининг жадвалиги, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ — системанинг алоҳида элементлари бузилишларининг жадвалиги.

Келтирилган формулалар шу нарсани тасдиқлайдики, элементлар соки ортиши билан системанинг ишонччилиги камайди, системанинг ишонччилиги шу системага кирган ҳар қандай элементнинг ишонччилигидан кам бўлади. Аммо бу тасдиқ ҳар қандай элементнинг бузилиши системанинг бузилишига олиб келадиган системалар учун туғри. Бундай системаларни (схемаларни) қўриш мажбурий эмас. Ишонччилик назарияси схемаларнинг ишонччилиги унн ташкил этувчи элементлар ишонччилигидан юқори бўлган схемалар қўриш усулларини

$p(t) = e^{-\frac{t}{T_m}}$ — берилган вақтда қолган бузилмай ишлаш эҳтимоли;
 $(1 - p(t))$ — бошланғич вақтда системанинг бузуқ ҳолатда

даги эҳтимоли; $P(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T_m}}$ — $t < T$ вақтда системанинг қолган вақтининг эҳтимоли; $p(t - \tau)$ — қолган вақт $(t - \tau)$ давомлашганда бузилмасдан ишлаш эҳтимоли, бу қўйилган масалани ечиш учун етди.

Амалда қайта текшириш вақти T_d , одатда, бузилмасдан ишлаш вақти T_m дан кичик, яъни $T_d < T_m$. Демак, (2.75) формула қодарлаштерилиши мумкин:

$$P(t) = \frac{T_m}{T_m + T_d} e^{-\frac{t}{T_m}} \quad (2.76)$$

Қурилманинг ишончилигини юқорида баён этилгандек ҳисоблаш техник долиҳа ва ҳисобларни яратиш даврида амалга оширилади. Якуний ҳисобларга зиур тузагишлар тайёр ўлчов асбоблари нуқсаларини лабораторияда (стендда) ва натурда (ишлатиш шароитларида) екиш асосида киритилади.

Ўзгич қурилмаларнинг ишлатиш жараёнида пайдо буладиган бузилмалар, турли камчиликлар ҳақидаги, шунингдек, шу камчиликларнинг пайдо булиш шароитлари ва сабаблари ҳақидаги статистик ахборотдан қайта ишлаш, ўлчов асбобларининг ишончилиги ҳақидаги маълумотлар олиш усулларидан биридир. Олинган ахборот махсус қайта ишланади, натижада ўлчов қурилмаларининг ишончилигини характерловчи катталиклар топилади.

Асбобларнинг ишлатишдаги ишончилиги куп жихатдан уларнинг конструктив ишончилиги ва тайерлаш сифатига боғлиқ. Аммо бу ишончи асбоб ҳам нотўғри ишлатилганда аниқлаш қийин келтириб қўйилиши мумкин. Шунинг учун асбобларнинг ишончилигини оширишда улардан тўғри фойдаланиш асосий шартлардан биридир.

3.006. ТЕМПЕРАТУРАНИ ЎЛЧАШ ҲАҚИДА АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА ЎЛЧОВ АСБОБЛАРИНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

3.1-§. ТЕМПЕРАТУРА ВА ТЕМПЕРАТУРА ШКАЛАЛАРИ ҲАҚИДА АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Температура — технологик жараёнларнинг муҳим параметри бўлиб, амалда ҳам паст, ҳам юқори температуралар билан иш қилишга тўғри келади.

Жисмининг температураси молекулаларнинг иссиқлик ҳаракатида ҳосил буладиган ички кинетик энергияси билан белгиланадиган қиздирилганлик даражаси билан характерланади. Температурани ўлчаш амалда иккинчисидан бирининг қиздирилиш даражаси маълум бўлган иккинчи жисмининг қиздирилиш таққослаш ёрдамидагина мумкин булади. Жисмларнинг қиздирилганлик даражасини таққослашда уларнинг температураси боғлиқ бўлган ва осонгина ўлчанадиган физик хоссалардан бирортасини ўзгаришдан фойдаланилади.

Молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси ва идеал газ температураси орасидаги боғланиш қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$E = \frac{3}{2} KT, \quad (3.1)$$

бунда $K = 1,380 \cdot 10^{-23}$ Ж, K^{-1} — Больцман доимийси; T — жисмининг абсолют температураси, К.

Агар жисмининг температураси турлича бўлса, улар бир-бирига тегиб турганда энергияларнинг тенглашуви руй беради. Юқоридаги температурага ва, демак, молекулаларнинг кулрок ўртача кинетик энергиясига эга бўлган жисм ўз иссиқлигини (энергиясини) камроқ температурага ва, демак, молекулаларининг камроқ ўртача кинетик энергиясига эга бўлган жисмга беради. Шундай қилиб, температура иссиқлик алмашиш, иссиқлик ўтказиш жараёнларининг ҳам сифат, ҳам миқдорий томонларини характерлайдиган параметрдир. Аммо температура бир қийматли боғлиқ бўлган қандайдир бошқа физик параметрлари бўйичагина аниқлаш мумкин. Температурани боғлиқ параметрларга масалан, ҳажм, узунлик, электр қаршилик, термoeлектр жоритувчи куч, нураанишнинг энергетик равишанлиги ва ҳоказолар киради.

Температура ўлчайдиган асбоби 1598 йилда Галлей таърифи бўлиб тавсия этган. Сўнгра М. В. Ломоносов, Фаренгейтлар термометр ишлаб чиқишди.

Ўлчанаётган температуранинг сон қийматини топиш учун температуралар шкаласини уриштириш, яъни саноқ бошқини ва температура оралиғининг ўлчов бирлигини тавлаш лозим.

Химиявий тоза моддаларнинг осон тикланадиган (асосан репер ва таянч) қайнаш ва эриш нуқталари билан чегараланган температура оралиғидаги қатор белгилар температура шкаласини ҳосил қилади. Бу температураларга t' ва t'' қийматлар берилган. У ҳолда ўлчов бирлиги

$$1 \text{ градус} = \frac{t'' - t'}{n} \quad (3.2)$$

бу ерда t' ва t'' — осон тикланадиган ўзгармас температуралар; n — t'' — t' таъин нуқталар орасидаги температура оралиғи бўлинадиган бутун сон.

Температура шкаласининг тенгламаси

$$t = t' + \frac{t'' - t'}{t'' - t'} \cdot (t'' - t'), \quad (3.3)$$

бу ерда t' ва t'' — модданинг таъин нуқталари (760 мм сым, уст. босимда ва сиринк хузининг 980,665 см³ тезлашида музнинг эриш ва сувнинг қайнаш температуралари); t' ва t'' — температуралардаги модданинг (сувнинг) ҳажми; t — температураини модданинг (сувнинг) ҳажми.

Табиатда ҳажмий кенгайиши ва температураси қизиқли боғланган суюқликлар бўлмайди. Шунинг учун температураларнинг курсатиши термометрга солинадиган модданинг (спирит, спирт ва бошқалар) табиатига боғлиқ. Фан ва техниканинг ривожланиши билан ягона термометрга солинадиган модданинг биронта хусусияти билан боғланмаган температура шкаласини яратиш зарурияти пайдо бўлади. 1848 йилда инглиз физиги Кельвин термодинамиканинг иккинчи қонуни асосида янги температура шкаласини тузишни таклиф қилди. Термодинамик температуралар шкаласининг тенгламаси:

$$T = \frac{Q}{Q_{100} - Q_0} \cdot 100\% \quad (3.4)$$

бу ерда Q_{100} ва Q_0 — суюқлик қайнаш ва музнинг эриш температураларидаги ын иссиқлик омадлари; Q — T температурга мос иссиқлик мактори.

Ўлчов ва вақтлар бўйича 1960 йил ўтказилган XI халқаро конференция қарорларида, ГОСТ 8550—61 да икки температура шкаласи: Кельвин градуси (К) ўлчов бирлиги билан ўлчанадиган термодинамик шкала ва Цельсий градуси (°С) ўлчов бирлиги билан ўлчанадиган халқаро амалий шкалаларнинг қўлланиши кўзда тутилган. Кельвин термодинамик шкаласидаги ластки нуқта — абсолют ноль нуқта (К) бўлиб, ягона экстеричентал асосий нуқта эса сувининг учлик нуқтасидир. Бу нуқтанинг сон қиймати 273,15 К. Сувининг муз, суюқ газ фа-

валларидаги муносибат нуқтаси бўлган сувининг учлик нуқтаси муз эриш нуқтасидан 0,01 К юқорида турлади. Термодинамик температурга T ҳарфи билан, сон қийматлари эса K билан ифодаланлади.

Амалий ўлчашларда ишлатиладиган халқаро амалий температурини шкаласи термодинамик шкала кўриятишида ишланган. Бу шкала химиявий тоза моддаларнинг бир қадар осон тикланадиган ўзгармас қайнаш ва эриш нуқталари асосида тузилган. Ўлчанинг соли қиймати газли термометрлар орқали аниқланган бўлиб, Халқаро амалий температура шкаласи ўлчов ва вақтлар бўйича ўтказилган XI умумий конференцияда қабул қилинган.

Халқаро амалий шкала бўйича ўлчанадиган температура t ҳарфи билан, сонли қиймати эса °С белгиси билан ифодаланган. Абсолют термодинамик шкала бўйича ифодаланган температура билан шу температуранинг халқаро шкала бўйича ифодаси орасидаги муносибат қуйидаги тенглама орқали аниқланади:

$$T = t + 273,15; \quad (3.5)$$

бу ерда T — абсолют термодинамик шкаладаги K температур; t — халқаро амалий шкаладаги °С температур.

Англия ва АКШ да 1715 йилда таклиф қилинган Фаренгейт шкаласи (°F) қўлланади. Бу шкалада икки нуқта музнинг эриш нуқтаси (32°F) ва сувининг қайнаш нуқтасига (212°F) асосланган. Халқаро амалий шкала, абсолют термодинамик шкала ва Фаренгейт шкаласи бўйича ҳисобланган температура муносибати қуйидагича:

$$t^{\circ}\text{C} = t^{\circ}\text{F} - 273,15 = 0,556 (t^{\circ}\text{F} - 32). \quad (3.6)$$

бу ерда t — Фаренгейт шкаласи бўйича градуслар сони.

Ҳозир 1965 йилда қабул қилинган ва 1971 йил 1 январдан мажбурий жорж этилган Халқаро амалий температура шкаласи (МПТШ-68) қўлланилади. У абсолют термодинамик температура шкаласининг амалда қўлланишида иборат. Бу шкала шундай танланганки, у бўйича ўлчаниш температура термодинамик температурага яқин бўлади ва улар орасидаги айирма замонавий ўлчаш аниқлиги чегараларида бўлади. МПТШ-68 замонавий ўлчаш аниқлиги чегараларида бўлади. МПТШ-68 замонавий ўлчаш аниқлиги чегараларида бўлади. МПТШ-68 замонавий ўлчаш аниқлиги чегараларида бўлади. МПТШ-68 замонавий ўлчаш аниқлиги чегараларида бўлади.

МПТШ-68 температуранинг 13,81 дан 6300 К гача оралиқда ўлчашини таъминлайди.

СССРда МПТШ-68 дан таъқари температуранинг 0,01 дан 100 000 К чегарада бир хил ўлчашини амалга ошириш учун муаллажланган амалий температура шкалалари (ГОСТ 8.157—75) ишлатилади.

АПТШ-68 нинг энг муҳим узгармас нуқталари

Мувозанат ҳаётлари	1	2	3
Водороднинг қаттиқ, суюқ ва газсимон фазалари орасидаги мувозанат (водороднинг учлаш нуктаси)	13,81	—259,34	
33330,6 Па (28,76 парик атмосфера босими) бо- симда водороднинг суюқ ва газсимон фазалари ора- сидаги мувозанат	17,042	—259,138	
Водороднинг суюқ ва газсимон фазалари ораси- даги мувозанат (водороднинг қайнаш нуктаси)	20,28	—252,87	
Неоннинг суюқ ва газсимон фазалари орасидаги мувозанат (неоннинг қайнаш нуктаси)	27,102	—249,043	
Кислороднинг қаттиқ, суюқ ва газсимон фазалари орасидаги мувозанат (кислороднинг учлаш нукта- си)	54,361	—218,790	
Кислороднинг суюқ ва газсимон фазалари ораси- даги мувозанат (кислороднинг қайнаш нуктаси)	90,183	—182,992	
Сувнинг қаттиқ, суюқ ва газсимон фазалари ора- сидаги мувозанат (сувнинг учлаш нуктаси)	273,15	0,01	
Сувнинг суюқ ва буғсимон фазалари орасидаги мувозанат (сувнинг қайнаш температураси нуктаси)	373,15	100	
Миснинг қаттиқ ва суюқ фазалари орасидаги мувозанат (миснинг қаттиқлаш нуктаси)	992,73	412,58	
Кумушнинг қаттиқ ва суюқ фазалари орасидаги мувозанат (кумушнинг қаттиқлаш нуктаси)	1295,98	961,59	
Олтиннинг қаттиқ ва суюқ фазалари орасидаги мувозанат (олтиннинг қаттиқлаш нуктаси)	1367,58	1304,43	

3.2-§. ТЕМПЕРАТУРА УЛЧАШ АСБОБЛАРИНИНГ КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Замонавий термометрия ўлчашнинг турли усул ва восита-
ларига эга. Ҳар бир усул ўзига хос бўлиб, универсаллик ҳу-
сусиятига эга эмас. Берилган шароитда оптимал ўлчаш усули
ўлчаш ва қўйилган аниқлик шарт ва ўлчашнинг давомчилиги
шарти, температуранинг қийда қилиш ва автоматик бошқариш
зарурати ёрдамида белгиланади.

Энг қулай, аниқ ва ишончли ўлчаш усуллари температура-
нинг бирлашчи датчиклари сифатида қаршиликнинг термоўз-
гарткичи ва термоэлектр ўтгарткичлардан фойдаланадиган кон-
тактли усуллардан иборат.

Назорат қилинадиган муҳитлар таъқи шароитни ўзгартир-
ганда физик хоссаларининг турли агрессиялиги ва турғулиги
даражаси билан суюқ, сочилувчан, газсимон ёки қаттиқ бўли-
ши мумкин.

Температуранинг назорат қилиш воситаларининг мавжудлиги
назорат қилинадиган муҳит, объект, ишлатилиш шароитлари
ва техник талабларнинг турли тўманилигидадир.

Температуранинг ГОСТ 13417 — 76 бўйича ўлчаш асбоби иш-
латилиш принциплари қараб қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

1. Кенгайиш термометрлари. Бу термометрлар температура
ўзгариши билан суюқлик ёки қаттиқ жисмлар ҳажми ёхуд чи-
қилиш ўлчамларининг ўзгаришига асосланган;

2. Манометрик термометрлар. Бу асбоблар моддалар ҳажми
ўзгармас бўлганда температура ўзгариши билан босимнинг ўз-
гаришига асосланган;

3. Температура таъсирида ўзгарган термоэлектр юритувчи
кучнинг ўзгаришига асосланган термоэлектр термометрлар;

4. Ўтказгич ва ирим ўтказгичларнинг температураси ўзга-
риши сабабли электр қаршиликнинг ўзгаришига асосланган
қаршилик термометрлари;

5. Нурланиш термометрлари. Улар орасида энг кўп тарқал-
ганлари: а) оптик пирометрлар — иссиқ жисмининг равшанлиги-
ни ўлчаш асбоби; б) рағли пирометрлар (спектрал нисбат
пирометрлари), жисмининг иссиқликдан нурланиш спектртавғи
энергиянинг тақсимланишини ўлчашга асосланган; в) равшан-
оя пирометрлар — иссиқ жисм нурланишининг қувватини ўл-
чашга асосланган.

3.2-жадвал

Саноатда температуранинг ўлчаш воситаларидан фойдаланиш чегаралари

Ўлчаш воситаси тури	Ўлчаш воситаларининг турли тўманилиги	Датчик фойдаланиш чегаралари, °С	
1	2	3	4
Кенгайиш тер- мометрлари	Суюқликка онд ишда термометр- лар	— 200	600
	Дилатометри ва биметалл тер- мометрлар	— 150	700
Манометрик термометрлар	Газли	— 150	1000
	Суюқлик Буг-суюқлик (конденсация)	— 150 — 50	600 300
Термоэлектрик термометрлар	Термоэлектрик термометрлар	— 200	2500
Қаршилик тер- мометрлари	Металл (ўтказгичлик) қаршилик термометрлари	— 260	1100
	Ярим ўтказгичлик қаршилик термо- метрлари	— 272	600
Пирометрлар	Кинематохроматик пирометрлар	700	1000
	Спектрал нисбатли пирометрлар	300	2800
	Туяқ нурланиш пирометрлари	— 50	3500

3.2-жадвалда саноатда энг кўп тарқалган ўлчаш воситала-
ри келтирилган ва серияли ўлчаш воситаларининг қўлланиш
чегаралари кўрсатилган.

4.1-§. СУЮҚЛИКЛИ, ДИЛАТОМЕТРИК ВА БИМЕТАЛЛИ
ТЕРМОМЕТРЛАР

[illegible]

4.1- жадна

Соединения	Коэффициент переработки, %	
	вещь	жидкость
Симон	— 35	500
Полукар	— 90	200
Эфир спирта (этанол)	— 80	70
Керосин	— 60	200
Петролей эфир	— 120	25
Пентан	— 200	20

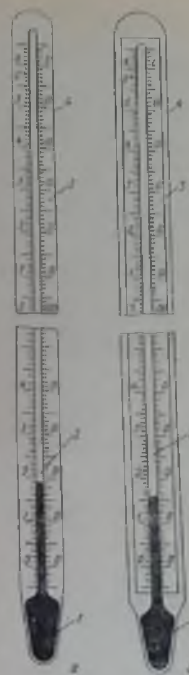
$$\beta_{\text{г.д.}} = \frac{v_{\text{г.д.}} - v_{\text{г.д.}}}{v_{\text{г.д.}} - v_{\text{г.д.}}} \cdot 1/\text{град}, \quad (4.11)$$

Я коэффициент қанча катта болса, ҳажмий кейгайиш температураларининг 1°C га өзгаришига шунча куйроқ мослашадн Термометрларда ҳажмий кейгайиш температура коэффициентини юкори булган суоқликлардан фойдаланиш мақсадага мувофиқ. Ҳашишини мақсаси ва днана ойнаи қараб термометрлар кейгайиш коэффициентини кичик булган турли маркази (ГОСТ 1224

1. Курсатиларига тузилган кинетикларидан термометрлар (кеңг миқеда қўлланиладиган термометрлар); а) снмобл термометрлар (-35 дн $+600^{\circ}\text{C}$ гача); б) органик суюқлиқли термометрлар (-200 дн $+200^{\circ}\text{C}$ гача);

Конструкцияларининг хилма-хиллигига қарамай берча сууюқликни термометрлар икки асосий турининг бирита: таъқча шакли-даги ёки шқаласи ичига урнати-тилган термометрлар турига те-гишли бўлади. Таъқча шқали-даги термометр (4.1-расм, а) қалин деворли, таъқчи диаметр-и 6...8 мм га тенг кириб тайёр-ланган капилляр найчалани исо-рат. Найчанинг пастки қисми сууюқли сақлангидган резерву-ар ҳосил қилади. Уларнинг шқа-ласи бевосита капиллярнинг сир-тида даражаденди.

Шкаласы ичига ўрнатилган термометрларда (4.1-расм, б) капилляр найчаси илгичка деворли бўлиб, симоб резервуари кенгайтирилган. Шкала даражалари сут рағс яқин шиша пластинкада жойлашган ва капилляр билан биргаликда резервуарга ёпишган шиша қобик ичига олтичига ўрнатилган ёки бурчакли 90°, 120 ва 135° ли бурчак ҳосилар таъбирланди. Юқори даража



4.1- раск. Термометрадо

Агар туяқ киритилганда даражаланган термометрди иш-
доголида шартларига кўра янгилаётгани муҳитга туяқ кири-
тган бўлмаса, унда унинг яе-еруви ва суяқлик устунга турли
температуралар бўлади. Туяқ туяқ устунга тузатма қунда-
ли формула бўйича киритилади:

Белки: ρ — чынык түтүк үстүгүнүн араажалар (радиустар) саны, β_{10} — жанажаны суюктуктун жанажаны коэффициентин (сыйык учу 0,00016, сантиметр түтүк 0,0001), $\frac{1}{\alpha_1}$ — термометр үстүгүнүн температурасы t_1 ; t_2 — экир-
түтүк сыйык түтүк үстүгүнүн үзгөчө бириктирилген бөлүмүн термометр аркылуу өлчөөдөн алынган жыктык түтүгүнүн үзгөчө температурасы.

Агар чиқиб турган устун температураси ўлчаватгандан кэм бўлса, унда эл тузатма ишраси мусбат, ортик бўлса, — манфий бўлади. Чанда турган устун ҳисобига паёдо бўладиган хатоллик анча катта бўлиши мумкин ва шунинг учун уни эътиборга олмасталикнинг алоҳиди йўқ.

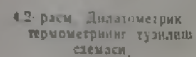
Шунки таъкидлаш лозимки, чиғиб турган устун хисобига тавоф улуу эҳолом сууқандариникига қараганда температура келгилеи коэффициентлара ҳисобининг катта Фарқ қилганига кўра бир тартибга яса.

Дозер шинали термометрларнинг қуйидаги турларидан фой-

1. Ичкига шикла жойлаштирилган техник симобли термометрларнинг (тўғри чизиқли ва бурчакли) II хил чиқарилади:

$-90 \dots +30; -60 \dots +50; -30 \dots +50; 0 \dots 100; 0 \dots$
 $160; 0 \dots 200; 0 \dots 300; 0 \dots 350; 0 \dots 450; 0 \dots 500$ на

бу ерда t_1 — температурада қаттиқ жисминнің ұзындығы; t_2 — шу жисминнің 1°C дағы ұзындығы; α — ұрғача қызылға кеінайыш коэффициенті $1/^\circ\text{C}$ дағы 1°C ғача бұлған температуразәр оралығында).



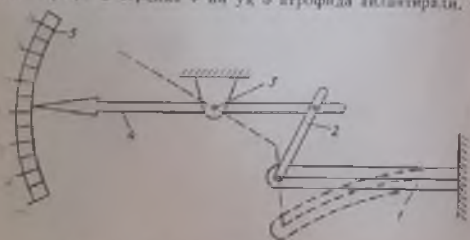
42-расм. Дилатометрик
термометрининг тузилыш
схемаси.

ган материал (мисалан, инвар) даги шиллини. Хатлаётган муҳитнинг температураси кўтарилиши билан найча 2 узайди. Бу ҳол стандарт 1 нинг соқилини олиб кетди. Шунга асосан 3 шилли 4 нинг бўш томонини янги туннелга, 3 шилли 5 нинг 6 нинг томонини янги туннелга, 3 шилли 7 нинг 8 нинг томонини янги туннелга қўйди. Стрелка 9 да ўлчанган температура қиймати кўрсатади.

Дилатометрик термометрлар сувоқликлар температурасини ўлчанда ҳамда температурани маълум даражада автоматик равишда соқилиш учун ва соқилишда қўлланади. Дилатометрик термометрлар 1,5 ва 2,5 анкилик алкасларида чиқарилади, уларнинг иккинчи ўлчанг чегараси 500°C гача, 150°C дан ошмаган температуралар учун найча жедди, стерилизация ва пастеризацияда, унда юқори температуралар учун найча элиминация бўлади, стерилизация ва пастеризацияда.

Аналитиклар: шиллини олиб ва соқилиш учун. Автоматиклар: асосан ўлчанган катталик, температуранинг бер натижа эмас, балки ҳамма ўлчанган, асосан индикаторнинг катталик, кўрсаткичларини масофага ўзатиш мумкин эмас.

Биометалл термометрларнинг сезгир элементини қаварилган инварга пластинкадан тайёрланган пружинадан иборат. Бу пластинкалар инвардан кенгайиш температура коэффициентини турлича бўлган металлдан тайёрланади. Температура ўзгаришида пластинкалар узайди. Пластинкалар бар-бирини асосан шиллини олиб қўйиб, сабабни пружина инвардан асосан температура коэффициентини кам бўлган пластинка томонга олади. Пластинкалар узайишига температура коэффициентини фарқи қанча катти бўлса, пружинанинг температура ўзгаришидаги оқимини шунча кўп бўлади. 4.3-расмда янги пластинкадан биометалл термометрнинг тузилиш схемаси кўрсатилган. Температура ўзгариши билан биометалл пружина 1 пастга эгилади. Тўртини 2 стрелка 4 ни ўқ 3 атрофида айлантиради. Стрелка 5



4.3-расм. Янги пластинкадан биометалл термометрнинг тузилиш схемаси.

релка шилли 5 да ўлчанган температура қиймати кўрсатади.

Биометалл пластинка қўлланганда ўлчанган қийматни асосан пастга пластинка тайёрланган материалнинг кенгайиш чегараси билан тақриблиқ. Сезгир элементлар соқилишда инвардан ёки инвардан спираллар қўлланади. Биометалл термометрлар билан температурани ўлчанг чегараси -100°C дан +700°C гача, хатоси 1...1,5%. Бу турдаги термометрлар температурани маълум даражада автоматик равишда соқилиш ва соқилишда учун қўлланади.

5.6.6. МАНОМЕТРИК ТЕРМОМЕТРЛАР

5.1-§. ГАЗЛИ, СУВОҚЛИКЛИ ВА КОНДЕНСАЦИОН МАНОМЕТРИК ТЕРМОМЕТРЛАР

Манометрик термометрлар таъиниқли асосан бўлиб, термосистеманинг иш моддаси жидатидан газли, сувоқликли ва конденсацион (бух сувоқликли) термометрларга бўлинади. Бу асосан сувоқ ва газли муҳитнинг -150° дан +1000°C гача бўлган температурасини ўлчанг учун қўлланади.

Манометрик термометрлар кўрсатувчи ва ўзгариш қилиб ишланади. Ўзгариш термометрлар доираси ёки лентасининг диаграмма қозони билан таъинланади. Диаграмма қозонини синхрон двигатель, баъзи турларда эса соат механизми ишга туширади.

Манометрик термометрлар химия саноатида кенг қўлланади, улар портлаш хавфи бор жойларда ишлатилиши мумкин. Бу ҳолда диаграмма қозони соат механизми билан юретади. Манометрик термометрларнинг схемаси 5.1- расмда кўрсатилган. Асосан термобаллон 1, капилляр найча 2 ва манометрик қисм 3-9 дан иборат. Манометрик пружина 8 нинг бир учи тугуч 4 га қаварилган. 5 канал орқали пружинанинг иккинчи бўш қисmini термобаллон билан улади. Пружинанинг иккинчи бўш қисmini герметикация ва по-



5.1-расм. Манометрик термометр.

Газли манометриктик термометрларнинг ҳаётга ҳос қилчилик-ларидан бири, уларнинг иссиқлик инерциясининг катталигидир. Бунинг сабаби термобаллон деширлари билан уни тулдирган газ ўртадаги иссиқлик алмашиш коэффициентиининг кичиклиги ва газнинг иссиқлик ўтказиш қобилиятининг камлигидир.

Суюқликли манометриктик термометрлар системаси бошланғич босим остида суюқлик билан тулдирилади. Бунинг учун симоб, ксилол, пропила алкогөл, метанкендөл ва ҳаказолар ишлати-лади. Суюқликли термометрлар учун боғловчи капиллярлар узунлиги 0,6 м дан 10 метргача бўлади. Бу термометрлар — 150°C дан +600°C гача бўлган температураларни ўлчашига имкон беради.

Термобаллон температураси t_0 дан t гача ортирилганда ундаги суюқлик кенгайди, ортиқча ҳажм капиллярда ва моно-метрик пружинага сиқилади. Термобаллон ва капилляр кат-тиқлиги манометрик пружинадан аниқгина куп, шунинг учун система ҳажмининг ортирилиши манометрик пружина ҳажмининг ўзгариши ҳисобидан бўлади. Манометрик капил-лярнинг деформацияланishi натижасида унинг эркин учи сил-жийди.

Суюқлик учун температура таъсирида ўзгарган босимни қуйидаги тенглама орқали топиш мумкин:

$$\Delta p = \frac{\rho}{\beta} \Delta t, \quad (5.6)$$

бунада Δp — босимнинг ўзгариши, Н/м²; ρ — берилган суюқликнинг ҳажми ҳаётдаги коэффициент; 1 град; β — берилган суюқлик ҳажмининг кенгайиш коэффициенти, м³ Н; Δt — температуранинг ўзгариши, °C.

Термобаллондан сиқиб чиқарилган ортиқча суюқлик ҳажми қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланиши мумкин:

$$\Delta V = V_0 (\beta - \beta_0) (t - t_0), \quad (5.7)$$

бунада V_0 — t_0 температурада термобаллондаги суюқлик ҳажми; β — термобаллон материали чизикли деформациянинг температур кoeffициенти; β_0 — суюқлик ҳажми кенгайишининг температура кoeffициенти.

(5.7) тенгламадан кўринадики, қиздиришда суюқлик ҳаж-мининг ўзгариши температуранинг чизикли функциясидаан ибор-рат экан. Шунинг учун суюқликли термометрларнинг шкаласи газли термометриктик каби текис бўлади.

Термометрдаги суюқлик қайнаб кет маслиги учун ундаги бошланғич босим 1,47 ... 1,96 МН/м² (15 ... 50 кг/см²) га етказилади.

Таъкидлаб айталикки, атроф-муҳит температурасининг ўз-гаришидан келиб чиқадиган хатолик суюқликли термометр-ларда газли термометрларга қараганда катта. Бу хатоликлар газли термометрлар учун ҳисобланадиган формулалар буйича ҳисобланаверади. Капилляр, температурасининг ўзгаришида ай-ниқса катта хатоликлар юзага келади. Шунинг учун капил-

лярнинг узунлиги катта бўлганда компенсацион қурилмадан фойдала-ниш зорур.

5.2-расмда компенсацион қурилма курсетилган. Унда асосий капилляр билан бир қаторда қўшимча (компен-сацион) капилляр ҳам бор. Унинг бир учини (термобаллон яқинида) қайтар-лаб бекитилган бўлиб, иккинчи учини эса ёрдамчи (компенсацион) пружина билан уланган. Инкал капилляр ик-кала пружина ҳам бир хил суюқлик билан тулдирилган ва бир хил ҳарак-теристикаларга эга. Атроф-муҳит тем-ператураси ўзгариши билан инкал капилляр ва инкал пружинада су-юқлик босими ўзгаради. Шунинг учун ердаги пружина ёйилиб еки бўра-либ асосий пружина ҳаракатиға тес-қари йуналишда ҳаракат қилади. Бу билан атроф-муҳит температураси-нинг асосий курсетишиға таъсири йу-қотилади.



5.2-расм Симобли термометрнинг температурани компенсация қилиш схемаси

Суюқликли термометрларда термо-баллоннинг манометрга қисбатан бў-ланглиги буйича турлича жойлаши-шидан келиб чиқадиган хатоликни ҳам эътиборга олиш лозим. Бу хатоликни, исобини ўриятганда келин, нолни туғрилаш ҳисобига компен-сация қилиш мумкин.

Манометрик конденсацион (буғ-с.с.с.с.с.с.) термометрлар — 50°C дан +300°C гача температураларни ўлчайди. Кон-денсат сифатида фреон (CHF_3 , Cl , —25°C ... +60°C гача); про-пилен C_3H_6 , —50°C ... +60°C гача; хлорид метил (CH_3Cl , 0 ... 125°C гача); ацетон ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, +100°C ... 200°C гача), этил бензол (C_8H_{10} , +160°C ... 300°C гача) ва ҳаказолар иш-латилади.

Бу термометрларнинг термобаллонлари ҳажмининг 2/3 қис-ми паст температурада қайнайдиған суюқлик билан тулдир-илади. Термометрларнинг берк системасида доим бўғланиш ва конденсацияланишининг динамик чувозанати мавжуд. Тем-пература кўтарилиши билан бирга бўғланиш кучайиб, буғнинг эластиклиги ўсади, шунинг учун конденсацияланиш жараёни кучаяди. Буғнинг натижасида тўйинган буғ маълум температу-рада мос муайян босимға эришади. Буғ босими температура ўзгариши билан ўзгариб, капиллярни тулдирган муҳит орқали манометрик найчаға ўтади.

Тўйинган буғ босимининг ўзгариши температура ўзгари-

шига пропорционал эмас, нулнинг учун конденсацион термометрнинг шкаласи потекис бўлади.

Капилляр ва манометрик дружина температурасининг узгариши конденсацион термометр системасида босим миқдорига таъсир этмайди, бундай тур термометрларда капилляр узунлиги асосан капилярдаги суюқлик ишқалиниши билан чегараланади. Конденсацион термометрлар бошқа турдаги термометрларга ҳаракатда янча сезгирдир. Бу тўйинган газ босимни температура аўтариларини орқасида жуда тез остиши билан тушутирилади.

Конструкцияси бўйича конденсацион термометрлар юқорида келтирилганларга ўхшаш, аммо уларда термобаллон улчамлари кичик (диаметри 10—12 мм, узунлиги 80—125 мм).

Термометр системасидаги босим ўлчанайган температураани юқорини чегарасида $3,5 \text{ МН/м}^2$ дан ошмайди, ластки чегарасида эса бир неча юз КН/м^2 ни ташкил этади. Шунинг учун уларнинг кўрсатишга, айниқса унча юқори бўлмаган температураларда, барометрик босимнинг узгариши таъсир этади.

Манометрик термометрлар барча турларининг кўрсатишлари тўлдирувчиларининг физик ҳолатларига ва уларнинг кескиклик физик характерисикаларига боғлиқ бўлиб, катта кескиклорга эга. Газли термометрлар энг кўп, бут-суюқликли термометрлар эса энг кам кескишга эга (газ билан тўлдирилганларга нисбатан 2,5 марта кам); суюқликли термометрлар ўрта ҳолатни эгаллайди.

Иккиламчи асбоблар билан ишлатиш учун кўрсатишнинг дистанцион уштанганга электрик ва пневматик манометрик термометрлар тасвирланади. Бу асбобларда температура унификацияланган электрик ёки пневматик сигналга ўзгаририлади.

Манометрик термометрлар тузатишнинг соддалиги ва автоматик ёллик билан иккалик туради. Унинг яна бир муҳим афзалликларида бири ундан ёнги ва портлаш хавфи бор бўлган хоналарда қобилиятини мумкинликлари. Унинг каичиликларига системанинг герметиклиги бузилганда тўзатиш қилиниши ва куш ҳолларда термобаллон улчамларининг катталиги киради.

Газли ва суюқликли манометрик термометрларининг ениқлик класси I: 1,5 ва 2,5; конденсацион термометрлариники — 1,5; 2,5 ва 4.

6-БОБ. ТЕРМОЭЛЕКТР ТЕРМОМЕТРЛАР

6.1. ТАЪТИРИН АСОСЛАВ-ВА-ТЕРМОЭЛЕКТР-ЗАДЖИРЛАР

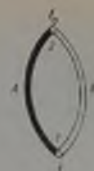
Температурани ўлчашнинг термoeлектр усули термoeлектр термометр (термопар) термо-ЭЮК ининг унинг температурасига боғлиқлигига асосланган. Бу асбоб -200°C дан $+2500^\circ\text{C}$ гача булган температураларини ўлчашда техниканинг турин соҳаларни ва илмий-текшириш ишларида кенг қўлланади.

Термoeлектр термометрлар ёрдамида температурани ўлчати 1821 йида Зеебек кашф қилган термoeлектр ҳодисасига асосланган. Бу ҳодисанинг температураларини ўлчашда қўлданлиниши икки хил металл симдан иборат занжирда уларнинг кавшарланган жойида температуралар фарқи ҳисобига ҳосил бўладиган ЭЮК эффектига асосланган. Ҳар хил А ва В ўтказгичлардан иборат занжирни кўриб чиқамиз (6.1-расм). Термометрнинг ўлчанайган муҳитга тегиб турган жоби кавшарланган уни I (иссиқ уланма), Ҳагармас температурали муҳитдаги жойи 2 эса эркин уни (созуқ уланма) дейиладн А ва В ўтказгичлар термoeлектроддар дейилади. Икундан кавшарланган ўтказгичлар эса термopара деб аталади, уларда ҳосил бўлалиган электр юритувчи куч термoeлектр юритувчи куч (ТЭЮК) дейилади. ТЭЮК ҳосил бўлишининг сабаби эркин электронлар эчилиги кўпроқ металлнинг эркин электронлар эчилиги кўпроқ металлга диффузияси билан изоҳланади. Шу пайтда икки хил металлнинг бириккиш жойида пайдо бўладиган электр майдон диффузияга каврилик курсидади. Электронларнинг диффузияси утиш тезлиги электр майдон таъсирида уларнинг қанте ўтиш тезлигига тенг бўлганда ҳаракатли мувозанат ҳолати қарор топади. Бу мувозанатда А ва В металллар орасида потенциаллар айирмаси пайдо бўлади. Электронлар диффузиясининг жаддаллиги ўтказгичлар бириккан жойининг температурасига ҳам боғлиқ бўлгани сабабля бирикки ва иккинчи уламоларда ҳосил бўлган ЭЮК ҳам турлича бўлади.

Агар кавшарланган ўтказгичлар бир хил бўлса ва уларнинг икки уни турлича температурада қиздирилса, у ҳолда ўтказгичнинг иссиқроқ қисмидан совуқроқ қисмига бўш электронларнинг диффузиялиниши тескари йўналишдаги диффузияси жаддалроқ бўлади. Потенциаллар айирмаси электронларнинг иссиқлик диффузиясига тескари йўналишда таъсир қилади, бунинг натижасида мувозанат ҳолати қарор топгунча ўтказгичнинг иссиқроқ уни мусбат ишорада зарарланади. Бинобарин, ҳар хил А ва В ўтказгичлардан ташкил топган энг сода термoeлектр занжирда тўртта турлича ТЭЮК ҳосил бўлади. Яъни иккита ТЭЮК А ва В ўтказгичларининг кавшарланган унида; битта ТЭЮК А ўтказгичининг унида; битта ТЭЮК В ўтказгичининг унида. Шунинг назарда тутиб, 6.1-расмда тасвирланган занжирдаги ТЭЮК катталигини аниқлаш мумкин. Занжирни соат стрелкаси ҳаракатига тескари йўналишда кузатсан, қуйидаги латикчи чиқади:

$$E_{AB}(t_1, t_2) = e_{AB}(t_1) + e_{BA}(t_2), \quad (6.1)$$

ёр ерда $E_{AB}(t_1, t_2)$ — иккала фактор таъсириндаги жамланган ТЭЮК; $e_{AB}(t_1)$



6.1-расм. Икки хил ўтказгичлар термометрик занжир.

ва $e_{AB}(t_0) = A$ ва B ўтказкичлар учларида потенциаллар ҳамма температу-
ралар айирмаси натижасида ҳосил бўлган ТЭЮК.

Агар қавшланган учларининг температураси бир хил бўл-
са ТЭЮК нолга тенг бўлади, чунки иккالا қавшларда ҳам
ҳосил бўлган ТЭЮК нинг қиймати бир-бирига тенг бўлиб,
ўзарли қарама-қарши томонга йўналган бўлади. Демак, $t = t_0$
бўлса,

$$E_{AB}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{BA}(t_0) = 0, \quad (6.2)$$

$$e_{BA}(t_0) = -e_{AB}(t_0). \quad (6.3)$$

(6.3) натижани (6.1) га қўйиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$E_{AB}(t, t_0) = e_{AB}(t) - e_{AB}(t_0). \quad (6.4)$$

(6.4) тенгламадан куришиб турибдики, ТЭЮК нискита ўзга-
рувчан t ва t_0 температуранинг мураккаб функциясида нобар-
рат экан.

Улаималардан бирининг температураси ўзгармас, масалан,
 $t_0 = \text{const}$ бўлса, унда

$$E_{AB}(t, t_0) = f(t). \quad (6.5)$$

(6.5) ифода маъқур термопара учун даражалаш бўли билан
ТЭЮК ва температура нисбатини топиш, температуранинг ўл-
чани масаласини тесқорли ечили кераклигини, яъни термопара-
нинг ТЭЮК ни ўлчан билан температуранинг қийматини аниқ-
лаш мумкинлигини билдиради.

Ўлчаш асбобини ўлчан учун улаималардан биридаги зап-
жирин (6.2-расм, а) эки термоэлектродлардан биричи узин
(6.2-расм, б) керак.

Термопара занжирига учинчи C ўтказкични ўлаш вариант-
ларидаги жамланган ТЭЮК ни куриб чиқамиз, 6.2-расм, а
даги вариант учун:

$$E_{ABC}(t, t_0, t_0) = e_{AB}(t) + e_{AC}(t_0) + e_{CB}(t_0). \quad (6.6)$$

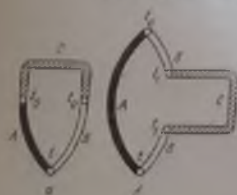
$t = t_0$, яъни улаималарининг тем-
ператураси тенг бўлса,

$$E_{ABC}(t_0) = e_{AB}(t_0) + e_{AC}(t_0) + e_{CB}(t_0) = 0, \quad (6.7)$$

бу тенгламадан маълумки,

$$e_{BC}(t_0) + e_{AC}(t_0) = -e_{AB}(t_0). \quad (6.8)$$

(6.8) тенглама натижасини (6.6)
га қўйиб чиқсак, (6.4) тенглама
келиб чиқади.



6.2-расм. Учунчи ўтказкични
ўлаш схемаси:
а — термоэлектродлардан биричи узин;
б — термоэлектродлардан биричи керак.

6.2-расм, б даги вариант учун:

$$E_{ABC}(t, t_0, t_0) = e_{AB}(t) + e_{AC}(t_0) + e_{CB}(t_0). \quad (6.9)$$

Агар $e_{BC}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ ва $e_{AC}(t_0) = -e_{AB}(t_0)$ ҳисобга олинса, (6.9)
тенглама (6.4) тенгламага айлана-
ди.

Бундан қуйидаги муҳим ҳуло-
саи чиқариш мумкин: термо-
паранинг занжирига учларидаги
температураси бир хил бўлган
учинчи ўтказкич уланганда ҳам
ТЭЮК ўзгармайди. Демак, термопара занжирига ўлаш симла-
ри, ўлчов асбоблари ва қаршиликларни ўлаш мумкин экан.

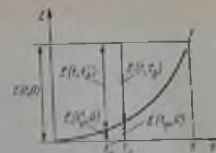
Температуранинг термоэлектр термометр ёрдамида ўлчаш
учун термометр ҳосил қиладиган термо ЭЮК ни на эркин
учларининг температурасини ўлчаш керак. Агар температуранинг
ўлчанида термометр учларининг температураси 0°C га тенг
бўлса, унда улангандаги температура даражалаш характе-
ристикаси (жадаллар, графикалардан) (6.3-расм) дарҳол то-
пилади. Бу даражалаш характеристикаси термо ЭЮК билан
иш улаимаси (рабочий слай) температураси орасида кучли нобар-
рат экан. Термометр термометрларининг даражалаш харак-
теристикаси, одатда, эркин учларининг температураси 0°C га
тенг бўлганда аниқланади. Агар эркин учларининг температу-
раси амалда 0°C дан фарқ қилса иш, яъни ўзгармас бўлса,
унда иш улаимаси температурасини даражалаш характе-
ристикасида топиш учун термоэлектр термометр ҳосил қиладиган
термо ЭЮК натижа эмас, балки эркин учлари температу-
раси t_0 ни ҳам билдири зарур. Эркин учлари температураси t_0
га $t_0 \neq 0$ бўлганда тузатиш киритиш учун термоэлектр термо-
метр ҳосил қиладиган термо ЭЮК $E(t, t_0)$ га ўзин $E(t_0, 0)$
ни қўйиш лозим; шунда термо ЭЮК $E(t, 0)$ қийматини то-
пилади:

$$E(t, t_0) + E(t_0, 0) = E(t, 0). \quad (6.10)$$

Термоэлектр термометр иш улаимаси температураси t ва
эркин учлари температураси t_0 0°C бўлганда, яъни даража-
лаш шарти бажарилганда шундай $E(t_0, 0)$ ЭЮКни ҳосил қи-
лади.

Агар ўлчаш жараёнида эркин учлар температураси бирор
янги t_0 қиймат қабул қилса, унда термометр ҳосил қиладиган
термо ЭЮК $E(t, t_0)$ га (6.3-расм) ва эркин учлар темпера-
турасини киритиладиган тузатиш $E(t_0, 0)$ га, даражалаш шар-
тига мос термо ЭЮК эса

$$E(t, t_0) + E(t_0, 0) = E(t, 0) \quad (6.11)$$



6.3-расм. Термоэлектр
термометрнинг эркин учлари
температурасини тузатиш

га тенг бўлади.

Термоэлектр термометрининг эркин учлари температурасига киритиладиган тузатма қиймати термометрининг даражалаш характеристикасига боғлиқ бўлади, у эса термоэлектр термометр тайёрланадиган ўлчаш материаллар билан белгиланади.

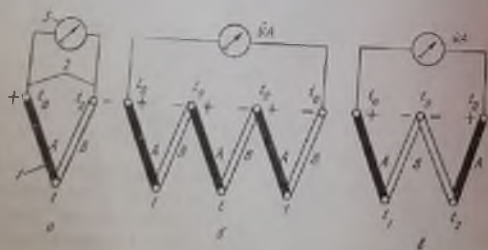
Тузатмани киритиш усулидан қатъи назар (хисобий ёки автоматик) тузатма қиймати ўзгармай қолади: қайси усул билан тузатма (хисобий ёки автоматик) киритилганидан қатъи назар, схемада $E(t, 0)$ қиймат олинади, бу қиймат кейин термопара термо ЭЮК ига қўшилади. Йиғинди термо ЭЮК $E(t, 0)$ даражалаш қийматига мос келади.

Температурани ўлчашга оид алоқидда масалаларни ечиш учун термоэлектр термометрларни ўлчаш асбоби билан улашнинг турли усуллари қўлланилади (6.4-расм).

6.4-расмда термоэлектр термометрни ўлчаш асбобида улаш схемаси кўрсатилган. Термометр комплектига термопара t_1 улаш сими 2 ва ўлчов асбоби 3 қиради.

Термоэлектр термометрни ўзгартиш коэффициентини олтириш учун бир неча термопараларки (термобатарейларни) кетма-кет улашдан фойдаланилади (6.4-расм, б). Бунда термопаралар ҳосил қиладиган термо ЭЮК қўшилади, яъни n та термопарадан тузилган термобатарейлар термо ЭЮК и алоқидда олинган термопара термо ЭЮК идан катта. Бундай улашдан кам фарқ қилувчи иш температураси t ни ва эркин учлари t_0 ни ўлчашда фойдаланилади.

Икки нуқта орасидagi температура фарқини ўлчаш учун дифференциал термоэлектр термометр қўлланилади. У иккита қарама-қарши уланган бир хил термометрдан тузилган (6.4-расм, в). Агар температуралари фарқи ўлчанаётган нуқталарнинг температураси ўзаро тенг бўлса, унда ўша нуқталарда



6.4-расм. Термоэлектр занжирлар:
а — термометрнинг ўлчаш асбобида улаш; б — термобатарейка;
в — дифференциал термометр.

термометр ҳосил қиладиган ТЭЮК лар ҳам тенг бўлади. Бундай ҳолда термометрдаги занжир токи нолга тенг бўлади, буни қарама-қарши уланганда бир термопаранинг ТЭЮК и билан термопаранинг ТЭЮК и билан компенсация қилинади ва ўлчов асбоби нолни кўрсатади. Агар t_1 ва t_2 температуралар тенг бўлса, у ҳолда қайси температура юқори бўлишига қараб, температуралар фарқига пропорционал бўлган занжир токи бирор йуналишда оқади, буни ўлчов асбоби кўрсатади.

6.2-§. ТЕРМОЭЛЕКТР МАТЕРИАЛЛАР ВА ТЕРМОЭЛЕКТР ЎЗГАРТИКИЧЛАР

Турли ўлчашчиларнинг ихтиёрини жуфти термоэлектр ўзгартикичи ташкил этиши мумкин, ammo ҳар бир жуфтлик ҳам амалда қўлланишга ялмайвермайди. Замонавий ўлчаш техникаси термоэлектр ўлчашчилар тайёрланадиган материалларга қўлдан-қўл талаблар қўйди, ammo бу талабларни жуда кам совида материалларгина қондиради. Асосий талаблар қўйиладиганлардан бири: юқори температуралар таъсирига чидамлик, ТЭЮК нинг каки бўйича ўзгармалиги, унинг иложи борича катта қийматга эга бўлиши ва температурага бир қийматли боғлиқлиги, қаршилиқ температура коэффициентининг катта бўлмаслиги ва катта электр ўтказувчанлиги.

Барча материаллар ва қўтишмалар учун ТЭЮК нинг температурага функционал боғлиқлиги мураккаб бўлиб, уни аналитик ифодалаш анча қийин. Платинородий-платина жуфти бундан истиснодир. Бу жуфтлик учун ТЭЮК билан температура орасидаси боғлиқлиқ 300° дан 1300° С гача бўлган оралиқда совуқ уланма температураси 0° С бўлганда етарлича аниқликда параболага мос келади:

$$E(t, t_0) = a + bt + ct^2, \quad (6.12)$$

бу ерда a , b ва c сурма ($530,5^\circ$ С), кумуш ($961,8^\circ$ С) ва олтин ($1031,0^\circ$ С) ларнинг қўиш температураси бўйича аниқланадиган конинилар.

СССРда СЭВ (СТ СЭВ 1059 — 78) стандартларига кўра кўиладиган металл термоэлектродли термоэлектр термометрлар қўлланади. Уларнинг характеристикалари 6.1-жадвалда келтирилган.

Хромель-копелли ($56\% \text{ Cu} + 44\% \text{ Ni}$) термоэлектр термометрлар стандарт термометрлар орасида энг катта ўзгартичи коэффициентига эга ($7,1 - 90 \text{ мкВ}^\circ\text{С}$). Термоэлектрод диаметр 1 мм дан кми бўлган термометрлар учун чегаравий қўланиш даври 600° С дан кми ва, масалан, диаметри $0,2 - 0,3 \text{ мм}$ бўлган термоэлектродлар учун фақат 400° С ни ташкил этиди. Юқорини ўлчаш чегараси копелли электродлар характеристикаларининг барқарорлигига боғлиқ.

Никельхром — никель алюминийли ($94\% \text{ Ni} + 2\% \text{ Al} + 2,5\% \text{ Mn} + 1\% \text{ Si} + 0,5\%$ қўишма) термометрлар турли муҳит тем-

Стандарт термоэлектр термометрлар

Термоэлектр термометр турлари	Даржашилмаси, белгиси (хиссан)	Ҳақиқат чегараси, °C	Юзгариш Ҳақиқат чегараси, °C	
			Узоқ вақт давомидида	Қисқа вақт қўлланишда
Мис-копелли	—	—200	100	600
Мис-мис-никелли	Т	—200	400	600
Темир-мис-никелли	—	—200	700	900
Хромель-копелли	(ХК)	—60	600	900
Никель-хром-мис-никелли	Е	—100	700	900
Никель-хром-никелли	К	—	—	—
Алюминий-хромель-алюмелли	(ХА)	—200	1000	1300
Платинородий (10%) — платина	S (ПП)	0	1300	1600
Платинородий (30%) — платинородий (6%)	В (ПР)	+300	1600	1800
Вольфрамрений (5%) — вольфрамрений (20%)	(ВР)	0	2200	2500

температураларини кенг чегараларда ўлчаш учун қўлланилади. Улар аввал хромель-алюмелли термометрлар деб юритилар эди. Никель-алюминий симдан тайёрланган термоэлектрод оксидланганга никель-хромга нисбатан камроқ чидамли. Қўлланишнинг юзгориги чегараси термоэлектрод диаметрига боғлиқ. Диаметри 3—5 мм бўлган термоэлектродлар учун қўлланишнинг юзгориги чегараси никель-хром-никель-алюминийли термометрларда 1000°C ни ташкил этади. 0,2—0,3 мм диаметр учун 600°C дан ортиқ эмас.

Платинородий (90% платина + 10% родий)-платинали термоэлектр термометрлар узоқ вақт давомидида 0 дан 1300°C температура оралиғида, қисқа вақт давомидида 1600°C гача бўлган оралиқда ишлаши мумкин. Мазкур термометрлар оксидланадиган ва нейтрал муҳитларда даражалаш харахтеристикасининг барқарорлигини сақлайди. Тикланадиган атмосферада платинородий-платинали термометрлар ишлаш оймайдн, чунки термометр термо ЭЮКнинг кескин ўзгариши юз беради. Булар улардан фойдаланиш мақсадига қараб эталон, намуна ва иш термометрлари бўлилади. Тўғри ишлатилганда даражалаш узоқ вақт давомидида ўзгармайди. Камчиликларига термоэлектр термометрларнинг бошқа турлариникига нисбатан ТЭЭЖК камчилиги киритса бўлади. Термоэлектрод сими диаметри 0,3 ёки 0,5 мм ни ташкил этади.

Платинородий (30% родийли)-платинородийли (6% родийли) термоэлектр термометрлар узоқ вақт давомидида температураларнинг +300°C дан то 1600°C гача оралиғида, қисқа вақт давомидида 1800°C гача қўлланилади. Мусбат электрод — 30% родий ва 70% платина қотишмасидан, манфий электрод — 6% родий ва 94% платина қотишмасидан ташкил топган. Мазкур

термометрлар платинородий-платинали термометрларга қараганда даражалаш харахтеристикаларининг барқарорлиги юзгорилити билан ажралиб туради, аимо бу термоэлектродлар ҳам тикланадиган муҳитда ёмон ишлайди. Платинородий-платинородийли термометрларда термо ЭЮК температураларининг 0...+3100°C +100°C нигервалида озгина ҳосил бўлади, бу ҳол эса совуқ уланмалар температурасига тузатиш киритишни талаб этади.

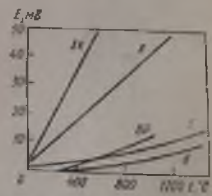
Вольфрамрений-вольфрамренийли (ТВР — 5/20 ва ТВР — 10/20) термоэлектр термометрлар узоқ вақт давомидида 0 дан 2200°C гача температураларни ва қисқа вақт давомидида 2500°C гача, шунингдек, вакуумда, нейтрал ва тикланадиган муҳитларда температураларни ўлчашга мулкжалланган. Мусбат термоэлектрод 95% вольфрамдан ва 5% ренийдан ёки 90% вольфрамдан ва 10% ренийдан ташкил топган қотишма, манфий электрод 80% вольфрамдан ва 20% ренийдан ташкил топган қотишма.

СССР давлат стандартлари СЭВ 1059—78 стандартига мослаштирилган бўлиб, шуларга мос равишда СССРда термоэлектр узгартичларнинг 9 туридан фойдаланилади. Термометрларнинг баъзи турлари (мис-копелли, хромель-копелли, вольфрамрений-вольфрамренийли ВР 5/20 ёки ВР 10/20) учун аввалги номлари ва даражалаш харахтеристикалари ҳам қолди. СЭВ стандарти бу термометрлар учун ҳеч қандай белгилешлар киритмади. Бошқа тур термометрлар учун янги номлар ва белгилешлар киритилди: никель-хром-никель-алюминийли термометрлар учун белгилешлар узгарили (ПП турига S, ПР турига В киритилди) ва даражалаш харахтеристикаси узгарили. Бундан ташқари, аввалда СССРда серияли ишлаб чиқарилмаган қатор янги термометрлар жорий қилинади:

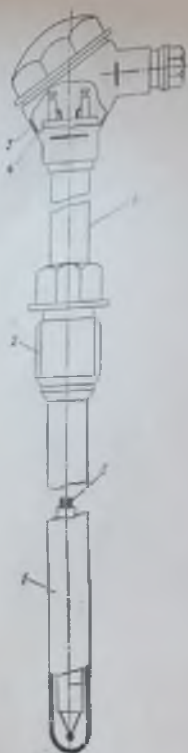
Мис-мис-никелли (мис-константан термометрасига яқин) Т тури, темир-мис-никелли (темир-константан термометрасига яқин) J тури ва никель-хром-мис-никелли, Е тури.

6.5-расмда баъзи стандартлаштирилган термоэлектр термометрларининг ЭЮК билан температура орасидаги боғланиш курсатилган. ТХК туридаги термометрларга қараганда анча катта ТЭЭЖК ҳосил қила олади.

Термоэлектр температур термометр сонитиш ва турли ўл-



6.5-расм. Стандарт термоэлектр термометрларининг харахтеристикалари



6.6-расс. Термопаранинг
структура схемаси

чов асбобларида ирим ўлчамли термопаралар ишлатилади. Уларнинг ТЭЖК металл на металл қўшиқчаларида ишлаган олдда термопаралар ТЭЖКда 5—10 марта катта. Бу термопараларда термоэлектрод материаллари сифатида $ZnSb$ ва $CdSb$ қўшиқчалари ишлатилади.

Турли муҳитлар температура-сини ўлчайдиган термопаранинг схемаси 6.6-расмда кўрсатилган. У гилоф 1, қўзғалмас ёки қўзғалувчан шүшсер 2, қўзғалмас шүшсер билан найча 6 орқали, шүшсер ҳаракада бўлганда эса гилоф билан бевоСИТА уланган металл 3 дан иборат. Қопқоқда изоляциячи материалдан ишлаган розетка 4 жойлашган. Бу розетканинг термопарани ўлчов асбоби билан улайдиган термоэлектрод 5 ва симлар учун қисқичлари бор.

Химия гилофлари кўпинча $+1000^{\circ}C$ гача температуралар учун пулатнинг турли маркаларидан тайёрланади. Бундан ҳам юқориқ температураларда қийин эрийдиган бирикмалардан (ГОСТ 13403-77) тайёрланган махсус гилофлар ишлатилади. Термоэлектр термометрларнинг химия ариятурасининг купиния лойиҳаси ҳозирги вақтда бир шаклга келтирилган. Улар асосан турли босимга мулжалланган химия гилофлари лойиҳаси ва шүшсерлар лойиҳаси билан фарқ қилади.

Охириги шаклда кабелли турли термоэлектр термометрлар кенг тарқалмоқда. Улар босим 40 МПа булганда -50° дан $+1100^{\circ}C$ гача бўлган температуралар оралиғида қўлданнилади. Кабелли турдаги термометрларнинг муҳим афзаллиги уларнинг АЭСларнинг энергетик реакторларида ишлаган икон туғдирадиган радиацион чиламлиги, шунингдек, иссиқлик зарбаларига тебранишга ва ме-

ханик яғрузкаларга исбатан олирилган чидамлилигилан иборат.

Сирт температураларини ўлчашга мулжалланган термоэлектр термометрлар махсус конструкцияга эга. Бундай термопаралардан химия саноатида иенг фийдаланилади, улар турли аппарат, трубопровод, машиналарнинг айланувчи жўваси ва ҳокказоларининг сирт температурасини ўлчашга хизмат қилади.

Махсус термоэлектр термометрлардан вертикал аппаратларда (аммиак синтези колонналарида, метанол ва ҳ.т. температурани ўлчаш учун ишлатиладиган кўп шакли термометрларни кўрсатиш мумкин.

Термопараларнинг асосий камчилиги сифатида уларнинг инерционлигининг катталигини кўрсатиш мушаш (1,5 минутдан ҳам ошадн).

6.3-§. УЗАТУВЧИ ТЕРМОЭЛЕКТРОД СИМЛАРИ

Термоэлектр термометрия ўлчов асбоби билан улайдиган симлар шундай материаллардан тайёрланаднн: улар ўзарн жуфт бўлиб, ўзлари улаган термоэлектр термометрлар ҳосил қиладиган ЭЮК ни (ушя температураларла) ҳосил қилади. Бундай талаб тахминан $100^{\circ}C$ температура билан чегараланади, бундан юқори температурада термоэлектр термометр ва улайдиган симларнинг характеристикалари бир-бирдан фарқ қилиши мумкин. Бундай бўлишига айа кўйиладн, кўнн улайдиган симларнинг температураси, одатда, кўнн бўлилади. Кўрсатилган талаблар бажарилганда термокомпенсацион симлар термоэлектр термометрия (термопарани) улайдиган симлар узунлиги қадар узайтиради, термопаранинг эркин учлари эса ТЭЖК ни ўлчашга мулжалланган асбобнинг клеммаларида бўлиб қолади. Юқорида кўрсатилган талабга рива қилимаслик термопаранинг эркин учларини ўлчаш симлари билан улайдиган жойларда уланмаларининг пайдо бўлиши каттажасида „паразит“ ТЭЖК ҳосил бўлишига олиб келиши мумкин. Агар узайтирувчи симлар термометрини каби даражалаш характеристикасига эга бўлса, „паразит“ ТЭЖК ҳосил бўлишдан халос бўлинади.

Узайтирувчи термоэлектр симлар бир ва кўп симли қилиб, изоляцияда ва ташқи қоплама ёки қобиқлик қилиб ишлнб чиқарилади, бу монтаж қилиш ва ётқизишда қулай. Изоляциялаш учун поливинилхлорид, полиэтилентерефталат ва фторопласт плёнкалардан фойдаланилади. Изоляциядан ташқари симлар кўпинча поливинилхлорид қобиқ ёки лавсан ил ёхуд шннша ил билап чирмаб ўралади.

Агар ташқи электр магнит майдондан ва механик таъсирдан сақланиш талаб этилса, унда мнс, пулат симли (ГОСТ 24335-80) қоплама ёки экранлар қўлланилади.

Ҳар бир сим материали изоляциянинг ўз рангиға ёки симларнинг ўрачасида ва қопламис рангидаги симларга эга бў-

лади, 6.2-жадвалда термопаралар, таъсия этиладиган узайтирувчи термоэлектрод симлар, уларнинг белгилари ва ранглари келтирилган.

6.2-жадвал

Таъсия этиладиган узайтирувчи термоэлектрод симлари

Термопара	Узайтирувчи термоэлектрод симлари		
	Белгилар	Жуфт-симлар	Ранг
Мас-копеллин	МК	Мас-копелл	Қизил (пушти)-сарис (тўқ сарис)
Мас-хромельдин	М	Мас-хромеллин	Қизил (пушти)-кўк (яшил)
Хромель-копеллин	ХК	Хромель-копелл	Бинафша (қоқа)-сарис (тўқ сарис)
Никель-хромель-копеллин	М, МТ-НН	Никел-хромелл	Қизил (пушти)-кўк (яшил)
Платина-родий-платина	П	Платина-родий	Қизил (пушти)-яшил
Вольфрам-рений-вольфрам-рений	М-НН	Мас-копеллин МН, 2,4	Қизил (пушти)-кўк (яшил)

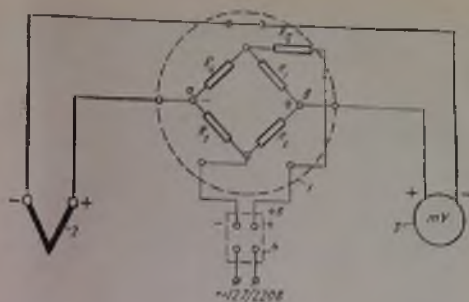
6.4-§. ТЕРМОЭЛЕКТР ТЕРМОМЕТР ЭРКИН УЧЛАРИ ТЕМПЕРАТУРАСИНИНГ ЎЗГАРИШИНИ КОМПЕНСАЦИЯЛАШ УСУЛЛАРИ

Термопара совуқ уланмалари температураси ўзгармас бўлгандагина тўғри ўлчам мумкин. Аммо бу температуранинг ўзгармас бўлиб қола олмайди. Шунинг учун термометрнинг совуқ уланмаларини ўлчам объектдан нарисда — температуранинг ўзгармас зонасига олиш лозим. Шу мақсадда махсус компенсацион (узайтирувчи) симлардан фойдаланилади.

Юқорида айтилганидек, термопара билан температуранинг ўлчамда термометрнинг эркин учларидаги температуранинг ўзгаришига қараб тузатиш киритилади. Саноатда автоматик равишда тузатиш киритиш учун кўприк схемалар қўлланилади (6.7-расм).

Кўприк термосарага кетма-кет уланади. Унинг R_1, R_2, R_3 томонлари магнитланади. R_4 томони эса мисдан ишланади. R_5 кўшимча ҳаракатли кўприкка берилган қуллашнинг етарли даражада етказиб бериш учун ҳизмат қилади. Энгиринг ўзгармас тоқ манбаидан олганда R_2 нинг ўзгаришига қараб кўприкни турлича даражаланган термосаралар билан ишлашга ростлаш мумкин. Термосарадан компенсацион кўприкка термоэлектрод симлар ўтказилади, кўприкдан ўлчам асбоби-гача эва мис симлар уланади.

Термопара эркин учларининг даражаланган температураси-да кўприк мувозанат ҳолатда бўлиб, кўприкнинг ая учлари-



6.7-расм. Термопара эркин учларининг температурасини автоматик компенсациялаш схемаси:
1 — компенсацион кўприк; 2 — термопара;
3 — милливольметр; 4 — тоқ манбаи

даги потенциаллар айирмаси нолга тенг бўлади. Эркин учларининг температураси ўзгариши билан барга R_2 қаршиликнинг қиймати ҳам ўзгаради, натижада кўприк мувозанати бузилади ва унинг ая учларидаги потенциаллар айирмаси ўзгаради. Бу айирманинг қиймати эркин учларидаги температуранинг ўзгариши сабабли пайдо бўлган ТЭОК нинг тесқари нисорани қий-матига тенг бўлади.

6.5-§. МИЛЛИВОЛЬТМЕТРЛАР

Ҳозир термоэлектр термометрлар (термосаралар) даги ТЭОК ни ўлчам учун магнитоэлектр милливольтметрлар, потенциал-метрлар ва ўзгарткичлар кенг қўлланилмоқда.

Милливольтметр — магнитоэлектр ўлчам асбоби бўлиб, улар-нинг ишлаш принципи унинг қўзғалувчан рамкасида ўтаёт-ган токнинг ўзгармас магнит майдони билан ўзаро таъсирга асосланган.

Милливольтметрнинг тузилиши 6.8-расмда кўрсатилган. До-ний магнит 1 нинг қутб учлари 2 ва таъия товонослари 3 да айланадиган ўқларда жойлашган ўзақ 3 орасидаги ҳаво оралигида рамка 5 бор. Рамканинг учлари ўқлар 7 га уланган Рамкага кронштейн 9, стрелка 10 уланган. Стрелканинг уча-шкала 11 бўйлаб силжийди. Рамка термопара занжирига ула-ганда спираль-пружина 6 орқали келадиган ток рамкадан ўта-ди. Рамканинг чулғами орқали ток ўтганда ҳосил бўлган магнит



1.8 рсм. Милливольметрнинг тузатиш.

дантирувчи момент қўлидаги ифода орқали аниқланади.

$$M_{\text{дл}} = C_1 \cdot B \cdot J, \quad (6.13)$$

бу ерда $M_{\text{дл}}$ — айлантирувчи момент; C_1 — рамканинг геометрик ҳажми ва чўзиқларини билан алоқаландириган доимий коэффициент; B — аззордаги магнит муҳимлиги; J — рамкадаги ток.

Айланмишга тескари таъсир этувчи момент

$$M_{\text{тес}} = C_2 \cdot E \cdot \varphi, \quad (6.14)$$

бу ерда C_2 — эластик ҳажмат (спираль-пружина ёки чўзилган тозалар) таъсирини ҳисобга олиган доимий коэффициент; E — спираль пружиналарнинг эластиклик модули ёки чўзилган тозаларнинг силаниш модули; φ — эластик ҳажматнинг буриш бурчаги. Агар $M_{\text{дл}} = M_{\text{тес}}$ яъни мувозанат ҳолати бўлса,

$$C_2 \cdot E \cdot \varphi = C_1 \cdot B \cdot J, \quad (6.15)$$

У ҳолда

$$\varphi = \frac{C_1}{C_2} \cdot \frac{B}{E} \cdot J = C \cdot \frac{B}{E} \cdot J, \quad (6.16)$$

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

$$\varphi = K \cdot J, \quad (6.17)$$

бу ерда

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

(6.17) ифодадан пирометрич милливольметр шкаласи чиқиқ эканлигини кўриш мумкин.

Асбоб қўзғалувчан системасининг бурилиш бурчаги рамкада ўтатиш ток кучидан ташқари яна термопара, улайдиган силлар ва милливольметрларнинг ички қаршилигига ҳам боғлиқ:

$$\varphi = KJ = K \cdot \frac{E_1}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (6.18)$$

бу ерда E_1 — ТЭЮК; R_1 — термипара қаршилиги; R_2 — улайдиган силлар қаршилиги; R_3 — милливольметрнинг ички қаршилиги.

(6.18) ифодадан асбоб стрелкасининг чегга чиқиши ТЭЮКнинг ўзгармас қийматида занжирнинг турли қаршиликларига боғлиқ эканлиги кўриниб турибди. Шунинг учун асбобнинг даражаланиши занжир ташқи қисмининг муайян қаршилигига ($R_{\text{ш}} = R_1 + R_2$) бажарилади ва қушимча хатоларга йўл қўймаслик учун пирометрич милливольметрни монтаж қилиш процессида шу қаршилиқ аниқ сақланиши шарт. Одатда, ташқи қаршилиқнинг даражаси миқдори 0,5; 1,5; 5; 15; 25 Омга тенг бўлиб, асбобнинг шкаласи ва паспортда кўрсатилади. Ташқи қаршилиқни милливольметр шкаласида кўрсатишга қаршилиққа тенглаштириш учун ўзгарувчи қаршилиқдан фойдаланилади.

Ўлчаш асбоби, сифатида ишлатиладиган милливольметрли термоэлектрлар комплексининг қамчилиги ўлчаш асбобида ток мавжудлигидар. Ток миқдорига, яъни милливольметрнинг кўрсатишига ТЭЮКдан ташқари занжирнинг қаршилиги ҳам таъсир қилади:

$$\Sigma R = R_1 + R_2 + R_3$$

Ҳар бир қаршилиқнинг ўзгариши ўлчашда содир бўладиган хатога олиб келади. Нозулай шартда бу хато асосий хато миқдоридан (аниқлик классидан) ошиб кетиши мумкин.

Техник милливольметрларда рамка қаршилигининг милливольметр умумий қаршилигига нисбати 1:3 дан ортқ эмас. Милливольметрнинг умумий қаршилигини орттириб борилса, унинг температурали коэффициенти камайиб боради. Шу билан ятроф-муҳит температураси тебранишидан келиб чиқадиган хатolik ҳам камайди. Агар термопара эркин учларининг температураси ўлчаш жараёнида кенг чегараларда ўзгарса, унда куприк схемасидан фойдаланган ҳолда совуқ уланмалар температурасини компенсация қилиш усули қўлланилади.

Сановатда ва лабораторияларда қўлланиладиган милливольметрлар курсатувчи, ўзи ёзувчи ва бошқариладиган бўлиши мумкин. Конструкциясининг бажарилиши нуқтани назаридан асбоблар шитда ўрнатиладиган ва кучма бўлади. Кўчма асбоблар учун 0,2; 0,5 ва 1,0 (ГОСТ 9736 — 80), шитда ўрнатиладиган 0,5; 1,0 ва 1,5 аниқлик класслари белгиланган.

Милливольметр шкаласида у билан бир комплекта ишлайдиган термопара ёки тула нурланиш пирометрининг даражаланиши кўрсатилади.

Бундай ҳолда компенсацион закирдаги ток кучи қўйилганга
ифодаланади:

$$I = \frac{E_{\text{сир}}}{R_{\text{сир}}} \quad (6.25)$$

Термопаранинг ТЭОЖ нинг ўлчовчи $П$ переключатель $К$ азия-
ятдан $З$ азиятга ўқивилган. Реохорд R_p нинг A сирланганини-
ни салжатиб B ва C нукталар орасидаги потенциаллар айир-
маси термопара ТЭОЖ га тенглаштирилади. Шу пайтда
термопара закирдаги ток кучи 0 га тенг, шунинг учун

$$E (I, I_0) = I \cdot R_{\text{сир}} = \frac{E_{\text{сир}}}{R_{\text{сир}}} \cdot R_{\text{сир}} \quad (6.26)$$

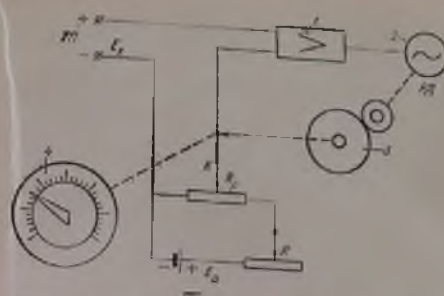
$E_{\text{сир}}$ ва $R_{\text{сир}}$ ларнинг миқдори ўзгармас бўлгани учун ТЭОЖ га
аниқлаш қариндаги тармоқининг узунлигини аниқлаш бевари
бараварлар.

ЭОЖ ни компенсацион усул бўйича ўзгарувчан ток шарон-
тада ҳам ўлчаи мумкин. Аммо бу ҳолда ўлчови аниқлиги
бирмунча пастроқ, ўзгарувчан токда ишлайдиган асбоблар эса
бирмунча мураккаброқдир. Қўчма потенциометрлар шех аз ла-
боратория шаронларига текширув ва даражалаш ишларига
ЭОЖ ни компенсацион усул бўйича ўлчаш учун қўлланилади;
намуна потенциометрлар аниқ ўлчашларни бажаришда ишла-
тади. Бу асбобларнинг ўлчаш схемалари эҳқориди кўрилади
схемага ўқивил, фақат фарқи шундаки, ўлчов реохорди наму-
на даражалашлардан ташқил топган секциялар шаклида тайёр-
ланади. Эҳқориди кўрилаган потенциометрларда ўлчаш эважи-
рининг нобаллиси токи ноли индикатор стрелкасини ҳаракатга
кетаради, автоматик потенциометрларда эса бу асбоб йўқ.
Унинг ўрнига ноли индикатор ишлатилади.

Қўчма потенциометрлардан фарқли ўлароқ автоматик потен-
циометрлардаги реохордининг сирлангани қўч билан эмас, мах-
сус курилма орқали автоматик равишда салжиди. 6.10-расм-
да электрон автоматик потенциометрнинг тузиланиш схемаси
кўрсатилган.

77 термопарада ТЭОЖ E , ни ўлчаш уни калиброванган
 R_p реохорд кучланганининг камайиши билан таққослаш ор-
қали бажарилади. Потенциометрнинг компенсацион схемаси
сирланган K ан реохорд R_p ўзгармас кучлангани E , ни ўзга-
рувчан кучланганига айлантириб берувчи ўзгартгичли электрон
кучайтиргич I , реверсив электр даягатель 2 ва ток манбаи
 E_0 дан иборат. Электр даягатель 2 редуктор 3 орқали сирлан-
ган K ва стрелка 4 билан боғланган. Компенсацион схеманинг
иши сирланган реохорд бўзлаб кучланани тушуви томон
автоматик салжиди. Бу салжини реверсив электр даягатель
 $РД$ ёрдамида бажарилади ва номувозанат кучланани нолига
тенг бўлувчи раком этади. Шундай ҳалиб, сирланган K ва
ўнга бирыктирилган стрелканинг вазияти ТЭОЖ нинг қийма-
тини, демак, ўлчаволиган температуранинг миқдорини кўрса-

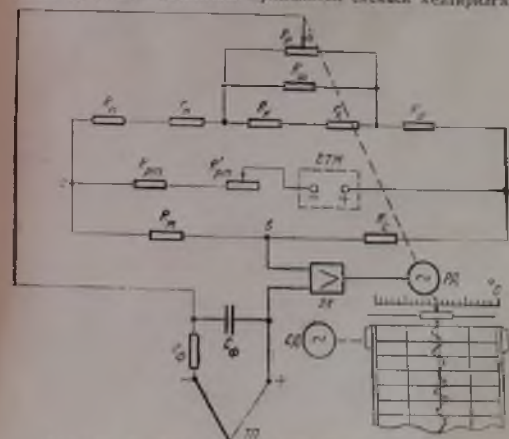
76



6.10-расм. Электрон автоматик потенциометрнинг тузиланиш схемаси.

тади. Қаринилик K компенсацион алажидаги иш томон рост-
лаш учун хизмат қилади.

6.11-расмда аламондаи электрон автоматик потенциометр
(КСП-4) ўлчаш қисмининг принципаи схемаси келтирилган.



6.11-расм. Электрон автоматик потенциометр ўлчаш қисмининг
принципаи схемаси

77

[illegible]

АВТОМАТИКЕ ПОУЩИЦНОМЕТРАЗДРИНИ ТЕКУЩЕ НАЗНАЧЕНОСТИ

Полнометражная тура (полная метрическая тура)	Планируемые расходы на один метрический затратный, руб.	Количество контрактов	Абсолютная величина затратного, руб.	Планируемые нагрузки, контракты	Коэффициент нагрузки
КСП-1 (1, 3, 6 на 12)	$\frac{1, 2, 3 \text{ на } 10}{250}$	40	$400 \times 100 \times 357$	20; 60; 140; 340; 600; 720; 1800; 2400; 8400; 2300; 24 контракта по 40 контрактов	$\frac{40}{1,0}$ $\frac{1,0}{1,0}$
КСП-3 (вар. метрическая) КСП-2 (1, 3, 6 на 12)	$\frac{3 \text{ на } 10}{150}$ $\frac{2,5 \text{ на } 10}{180}$	60	$320 \times 320 \times 380$ $240 \times 320 \times 450$	20; 40; 60; 120; 240; 630; 1200; 2100;	$\frac{0,1}{1,0}$ $\frac{0,2}{1,0}$
КСП-1 (вар. метрическая) КСП-1 (вар. метрическая) КСП-1 (1, 6 на 12)	$\frac{2,5 \text{ на } 5,0}{160}$ $\frac{2,5 \text{ на } 5,0}{300}$ $\frac{2,5 \text{ на } 10}{500}$	15	$160 \times 200 \times 500$ $160 \times 160 \times 500$ $240 \times 160 \times 535$	10; 30; 40; 60; 80; 120; — —	$\frac{1,0}{1,0}$ $\frac{1,0}{1,0}$ — $\frac{0,5}{1,0}$

Кўп ҳолларда температурани стандарт термоларлар билан ўлчаши учун типавий ўлчаш схемали потенциометр таълиши бўлиши. Стандарт термоларлардан фойдаланганда ёки потенциометрнинг даражасининг ўзгариши зарурати туғилганда автоматик электрон потенциометрнинг ўлчаш схемасини ҳисоблаб чиқишга тўғри келади.

Потенциометрнинг ўлчаш схемасини температуранинг белгиланган бўлиши ва сўнгги қийматида t_0 ва t_1 бўлиши ҳисоблаб ва термоларнинг даражасини ҳарактеристикасидан ТЭОҚлар E_0 ва E_1 нинг қийматлари топилади.

Юқоридаги ва пастки ўлчаш шохобчаларидаги тоқлар (6.11-расмга қаранг) реохорд ва резисторлардаги кучланиш тушу-рининг миқдори етарли бўлиши шартидан, шу билан бир вақтда резисторлар схемасининг сезиларли қизимаслиги шarti билан таълилади. Одатда $I_1 = 3$ мА ва $I_2 = 2$ мА деб қабул қилинади.

ТЭОҚ диапазони

$$E = E_1 - E_0 \quad (6.27)$$

Сўнгги таянч (таққословчи) резисторнинг R_0 қаршилигини ундаги кучланиш тушуви нормал элементнинг ЭОҚ ига тенг бўлиши шартидан топилади:

$$I_2 R_0 = E_{\text{нр}}, \text{ яъни } R_0 = \frac{E_{\text{нр}}}{I_2} \quad (6.28)$$

бунда $E_{\text{нр}} = 1,019$ В — нормал элемент ЭОҚи.

Балласт ва бошқаруш резисторларининг таъминлаш манбаи занжирдаги қаршилиги қийматини мос равишда $R_{\text{нр}} = 759$ Ом ва $R_{\text{нр}} = 56$ Ом қабул қилинади.

Шунинг учун I_1 тоқ оқётган R_0 қаршилидаги кучланиш тушуви ўлчаш диапазонида (E кучланиш тушуви) мос келиши, яъни $I_1 \cdot R_0 = E$ бўлиши лозим, бундан

$$R_0 = R_0 \cdot R_{\text{нр}}(R_0 + R_{\text{нр}}) \quad (6.29)$$

Эквивалент қаршилиқ берилган бўлса (90, 100, 300 Ом), $R_{\text{нр}}$ осонгина ҳисобланади:

$$R_{\text{нр}} = R_0 \cdot R_{\text{нр}}(R_0 + R_{\text{нр}}) \quad (6.30)$$

Реохорд занжирининг келтирилган қаршилиги R_0 параллел уланган қаршилиқлар R_0 , $R_{\text{нр}}$ ва R_0 лардан тузилган бўлади. Шунинг учун I_1 тоқ оқётган R_0 қаршилидаги кучланиш тушуви ўлчаш диапазонида (E кучланиш тушуви) мос келиши, яъни $I_1 \cdot R_0 = E$ бўлиши лозим, бундан

$$R_0 = \frac{E}{I_1} \quad (6.31)$$

Иккинчи томондан, реохорд занжири қаршилигининг келти-

рилган қийматини реохорднинг эквивалент қаршилиги R_0 ва шкала учи қаршилиги R_0 лар орқали ифода этиш мумкин:

$$R_0 = R_0 \cdot R_{\text{нр}}(R_0 + R_{\text{нр}}) \quad (6.32)$$

Энди (6.31) ва (6.32) формулаларнинг ўнг томонларини мос равишда тенглаштириб қуйидагиларни топилади:

$$R_0 = E \cdot R_{\text{нр}}(R_0 + R_{\text{нр}}) \quad (6.33)$$

резистор R_0 ва $R_{\text{нр}}$ ларнинг қаршилиги бошланғич температура (t_0) ўлчашда ўлчаш схемасининг мўъвозанат даражаси топилади (реохорд сирпангичи четки чап ҳолатда бўлади, (6.11-расм)). Ўлчаш схемасининг чап шохобчасида a ва b нүкталар орасида R_0 ва $R_{\text{нр}}$ резисторлардаги кучланиш тушуви ТЭОҚ билан компенсацияланади, яъни

$$R_0 = I_1 \cdot R_0 - I_2 \cdot R_{\text{нр}} \quad (6.34)$$

Термолар эркин учлари температураси ўзгаришининг чегара қиймати t_0 50°C дан ортмайди. Агроф-муҳит температураси ўзгаришининг шу диапазонида (6.34) тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$E_0 - E_{\text{нр}}(t_0, t_0) = I_1 \cdot R_0 - I_2 \cdot R_{\text{нр}}(t_0) - I_2 \cdot R_{\text{нр}} \quad (6.35)$$

бунда $E_{\text{нр}}(t_0, t_0)$ эркин учлар температураси t_0 дан t_0 га кўтарилганда термолар ТЭОҚи нинг тушуви: $\Delta R_{\text{нр}}$ — эркин учлар температураси t_0 дан t_0 га кўтарилганда резистор қаршилиги $R_{\text{нр}}$ нинг орттирмаси. Мис резистор қаршилигининг орттирмаси:

$$\Delta R_{\text{нр}} = R_{\text{нр}}(t_0) - R_{\text{нр}}(t_0) = R_{\text{нр}} \cdot \alpha \cdot t_0 \quad (6.36)$$

бунда α — мис учти электр қаршилигининг $4,26 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ га тенг бўлган температура коэффициентини

Энди (6.34) дан (6.35) тенгламанинг чап ва унг томонларини мос равишда айириб, I_2 ва $\Delta R_{\text{нр}}$ ларга (6.28) ва (6.36) лардан фойдаланиб алмаштирсак, эркин учлар температураси $t_0 = 0^\circ \text{C}$ га тенг бўлганда R_0 қаршилиқ қуйидаги формуладан топилади:

$$R_0(t_0) = \frac{E_{\text{нр}}(t_0, t_0) \cdot R_{\text{нр}}}{E_0 - E_{\text{нр}}(t_0, t_0)} \quad (6.37)$$

Агар (6.35) тенгламани $R_{\text{нр}}$ га нисбатан, $R_{\text{нр}} = (t_0) + \Delta R_{\text{нр}} = R_{\text{нр}}(t_0)$ эканлини эътиборга олиб ечсак, қуйидаги муносабатни оламиз:

$$R_0 = \frac{I_1 R_0(t_0) + E_0 - E_{\text{нр}}(t_0, t_0)}{I_1} \quad (6.38)$$

балласт резистор қаршилик R_0 ни улчаш схемаси уш шот-тобчаси мувозанатли шартдан фойдаланиб топилди, яъни

$$R_0 = R_1(1 - \alpha_1) = I_1 R_2 - I_2 R_0 - R_0 \cdot I_1 \quad (6.34)$$

Ушбу $I_1 R_2 = E_2$ ва $I_2 R_0 = E$ тенгликлардан фойдаланиб, қуйидаги муносабатни топамиз:

$$R_0 = \frac{E_2 - E = R_2(I_1 - I_2) - E}{I_1} \quad (6.40)$$

Шунинг схемаси ИПС-148П пилли стабилизатордан манбадан таянчиланади. $E_2 = 5В$ ўзгармас токининг кучи $I = 5мА$ бўлганда (берқарор (стабилизатор) қўқлаиш бўлишини таъминлайди).

Агар термометра температура компенсациясини талаб этмаса, унда $5 мА$ ни R_0 қаршилик манганидан тайёрланади.

Иш тек тузини чеклаш ва бошқариш учун балласт қаршиликлардан фойдаланилади: $R_{01} = 750 \Omega$ ва $R_{02} = 56 \Omega$. Схеманинг жириш филтрида $R_0 = 600 \Omega$ қаршилик ва $C_0 = 30 \mu F$ конденсатор бўлади.

7-БОБ. ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАРИ

1-§. ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАРИ ҲАҚИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Температурани қаршилик термометрлари билан улчаш температура ўзгариши билан электр ўтказгич ҳамда ярим ўтказгичлар электр қаршилигининг ўзгариши хусусиятига асосланган. Демак, ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг электр қаршилиги унинг температураси функциясида иборат, яъни $R = f(t)$. Бу функциянинг қурилиши термометр қаршилиги материалнинг ҳосилларига боғлиқ. Қўқчилик тоза металлларнинг электр қаршилиги температура кўтариллиги билан ортади, металл оксидлари (ярим ўтказгичлар)нинг қаршилиги эса камаяди. Қаршилик термометрларини тайёрлашда қуйидаги талабларга жавоб берувчи тоза металллар қўлланилади:

1. Ўтказгичлик мўҳитда метала оксидланмаслиги ва химиявий тарини ўзгаришмаслиги керак.
2. Металлнинг температура қаршилик коэффициенти отарли даражада катта ва барқарорлашган бўлиши лозим.
3. Қаршилик температура ўзгариши билан тўғри ёки раволири чизик бўйича кескин четга чиқишларсиз ва гистерезис ҳолатларсиз ўзгариши керак.
4. Солиштирма электр қаршилик денрли катта бўлиши керак. Маълум температуралар оралиғида юқоридаги талабларга платина, мис, никель, темир, вольфрам каби металллар жавоб беради.

Температура ўзгариши билан электр қаршилигининг ўзга-

ришини характерловчи параметр электр қаршилигининг температура коэффициенти дейилади.

Температура коэффициенти температурага боғлиқ бўлган металллар учун у фақат температурадан ҳар бир ҳаёлате учун аниқлаиши мумкин:

$$\alpha = \left(\frac{1}{R_0} \right) \left(\frac{dR}{dt} \right) \quad (7.1)$$

бунда R_0 ва $R_1 = 0$ ва $t^\circ C$ температурали қаршилик. Температура коэффициенти $^\circ C^{-1}$ ёки K^{-1} ларда ифодаланади. Қўқчилик сод металллар учун температура коэффициенти $0,0035 - 0,065 K^{-1}$ кўтириларда етади. Ярм ўтказгич металллар учун температура коэффициенти манфили ва металларикидан бир тартибга кўп ($0,01 - 0,15 K^{-1}$) бўлади.

Ҳозир қаршилик термометрларини тайёрлаш учун мис, платина, никель ва темирдан фойдаланилади.

Мис арзон материал бўлиб, унинг қаршилиги аналда температурага чизикдан боғлиқ, яъни

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \quad (7.2)$$

бунда R_0 ва $R_1 = 0$ ва $t^\circ C$ температурада термометр қаршилиги.

α — мис сикнинг температура коэффициенти: $\alpha = 4,28 \cdot 10^{-3} K^{-1}$.

Мис оксидланиши туфайли у $200^\circ C$ дан ортиқ бўлмаган температураларни улчашда қўлланилади. Миснинг камчиликларига унинг солиштирма қаршилигининг камлигини киритса бўлади: $\delta = 0,17 \cdot 10^{-4} \Omega \cdot m$. Солиштирма қаршилик қаршилик термометрининг габаритига таъсир этади: солиштирма қаршилик қанча кам бўлса, сик шунча кўп керак бўлади (шундай қаршиликни ураш учун), шунинг учун термометр габарити шунча катта бўлади.

ГОСТ 6651—78 га кўра мисдан тайёрланган қаршилик термометрлари -200 дан $+200^\circ C$ гача температураларни узоқ вақт давомида ўлчашда қўлланилади. Улар II ва III классларда чиқарилади. Номинал қаршиликлар $0^\circ C$ да $10, 50$ ва 100Ω ни ташкил этади.

Платина — қимматбаҳо материал. Химиявий жиҳатдан инерт ва сиф ҳолда осонлик билан олинади. Платинадан тайёрланган қаршилик термометрлари -269 дан $+1114^\circ C$ гача температураларни улчаш учун қўлланилади. Платина қаршилигининг температурага боғлиқлиги мураккаб боғланишдан иборат бўлиб, -183 дан $0^\circ C$ гача температура оралиғида қуйидагича езилиши мумкин:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + Ct^3(t - 100)], \quad (7.3)$$

0 дан $+630^\circ C$ гача оралиқда эса.

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2] \quad (7.4)$$

тарзда ифодаланади, бунда R_0 ва R_1 мос равишда t ва $0^\circ C$ температураларда платини қаршилиги; A, B, C — ўзгариш коэффициенти бўлиб, уларнинг қиймати термометри даража-

лашда кислород, суи ва олтингургуртнинг жайнаш нуқта-
буинча аниқланади. Стандарт қаршилик термометрларида
хисилланган ПЛ-2 маркали платина учун (7.3) ва (7.4) те-
малардаги коэффициентлар қуйидаги қийматларга эга:

$$A = 3,96847 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}; \quad B = -5,847 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}; \\ C = -4,22 \cdot 10^{-12} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Техник термометрларни тайёрлашда ишлатиладиган
маркали платина учун $R_{100}/R_0 = 1,391$.

0°C да платинали қаршилик термометрлари қуйидаги
қаршиликларга эга бўлиши мумкин: 1, 5, 10, 50, 100 ва 500 Ом
(амалда $R_0 = 46$ Ом ли термометрлар ишлатилади). Бу қар-
шилик термометрлари учун ўзгаришнинг номинал статис-
тико-рактикаси қуйидаги белгиланган киритилган: 10П,
10П, 50П, 100П ва 500П ($R_0 = 46$ Ом қаршиликли тер-
мометрлар Гр21 деб белгиланган).

Платинанинг камчиликларидан бири унинг тикловчи
хитиди металл бўғларни, углевод оксиди ва бошқа мод-
дани ифлосланишидир. Бу айниқса юқори температура-
да намоён бўлади.

СЭВ 1057—78 стандартига мувофиқ никелли ва тем-
ператураларни —60 дан $+180^\circ\text{C}$ гача температу-
ралар оралиғида чиқарилади. Улар III классда чиқарилади,
кель ва темир электр қаршиликнинг нисбатан катта тем-
пура коэффициентига эга:

$$\alpha_{Ni} = (6,21 - 6,34) \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}; \quad \alpha_{Fe} = (6,25 - 6,57) \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

ва солиштира қаршилиги нисбатан катта.

$$\beta_{Ni} = 1,18 - 1,38 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad \beta_{Fe} = 0,55 - 0,61 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Аммо бу металллар қуйидаги камчиликларга эга: улар
соф ҳолда олиш қийин, бу эса бир-бирини алмаштира ол-
ган қаршилик термометрларни тайёрлашда қийинчилик ту-
ради; темир ва, айниқса, никель қаршиликнинг температу-
ра боғлиқлиги оддий эмпирик формулалар билан ифода-
лашдаги қийинчиликлардан иборат эмас; никель ва, айниқса, темир
батан паст температураларда ҳам осонгина оксидланади,
камчиликлар қаршилик термометрларини тайёрлашда ни-
кель ва темирни қўлланганини чеклаб қўяди.

7.1-расмда солиштира электр қаршиликнинг юқорида
рилган металллар температурасига боғлиқлиги берилган.

Қаршилик термометрларини (термисторларни) тайёр-
лашда ярим ўтказгичлар (баъзи металлларнинг оксидлари)
ишлатилади. Ярим ўтказгичларнинг муҳим афзаллиги улар-
нинг температура коэффициентининг катталиғидир. Термоқарши-
ликлар тайёрлашда титан, магний, темир, марганец, кобальт,
кель, мис оксидлари ёки баъзи металлларнинг (масалан,
маллий) кристаллари турли аралашмалар билан биргаликда
ишлатилади.

Ярим ўтказгич термометр қар-
шилик (терморезистор қаршилиги)
қаршилик температура орасидаги боғ-
лиқлиги қуйидагича ифода-
ланади:

$$R_t = R_0 \exp \left(B \frac{T_0 - T}{T_0 T} \right). \quad (7.5)$$

Қиймат T_0 температурада термо-
метр қаршилиги билан аниқланади,
қиймат эса, термометр тайёрла-
шда қўлланган ярим ўтказгич материал-
лигига боғлиқ.

$1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ва ундан юқори темпера-
тураларни ўлчаш учун германийли
терморезисторлар айниқса кенг тар-
қалган.

—100 дан $+300^\circ\text{C}$ гача темпе-
ратураларни ўлчаш учун оксидла-
нган ярим ўтказгич материаллардан фойдаланилади.

Ярим ўтказгич терморезисторларнинг ўзгариш коэф-
фициентла-
ри металл симдан қилинган сезгир элементли қаршилик тер-
мометрлариникига қараганда бир неча тартибга ортиқ. Аммо
индивидуал даражалаш зарурати температуранинг ўлчашда
ярим ўтказгичли терморезисторларни кенг қўллангани имконини
чеклаб қўяди.

Температуранинг ўлчашда ММТ-1, ММТ-4, ММТ-6, КМТ-1,
КМТ-4 турлиги термоқаршиликлар ишлатилади.

Ярим ўтказгичли терморезисторлар кўпроқ термосигнали-
зация ва автоматик ҳимоя қўрилмаларида қўлланади.

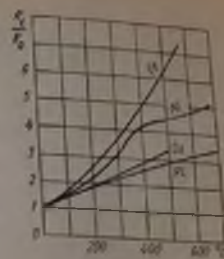
7.2-§. ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШИ

Бу термометрлар термоэлемент (сезгир элемент) ва ташқи
(ҳимоя) ағмуратдан тузилган.

Металл қаршилик термометрларининг сезгир элементи, одат-
да, ишша, кварц, керамика, слюда ёки пластмассадан қилин-
ган каркасга ўралган сим ёки лентадан иборат.

Сезгир элемент термометр учининг қисқичларига ўлчаб ас-
бобига борадиган симлар уланган.

Мис қаршилик термометрларининг сезгир элементи 0,1 мм
диаметрли, наркасга бир неча қават ўралган, изоляция қилин-
ган мис симдан ташкил топган. Сим қаватлари ўзаро ва кар-
кас лаки билан маҳкамланади. Симнинг иккала учига 1—1,5 мм
диаметрли мис қулоқчалар қавиқланади. Сезгир элементни
ҳимоя қобилигига жойлаштирилади. Каркасликлардан ташқари бу
термометрларнинг каркассиз сезгир элементлари ҳам чиқари-
лади. Сезгир элемент 1 изоляция қилинган 0,08 мм диаметрли
симдан индуктивликсиз каркассиз ўрамга эга бўлган ҳолда



7.1-расм. Платина солиштира қаршиликнинг температурга боғлиқлиги.



7.2-рasm. Мис қаршилук термометрининг сезгир элементи.

жасалады (7.2-рasm). Алоқида қаватлари лак билан маҳкамланады ва сўңғы барча сезгир элемент фторпластли пленка билан қопланады. Сезгир элемент юлқа деворли химоя меша қобикқа жойлаштирилади, унга керамик кукун сепиле ва герметизацияланады. Сим учлари 3 кулоқчаларга каварланады, улар термометр учи қискичларига уланады.

Платина термометрларининг сезгир элементи иккити түрттә керамик қаркас 1 нинг каналлар қаватларида жойлашган кетме-кет уланган спираллар 2 дан ташкил тогған (7.3-рasm).

Қаркас қаватлари керамик кукун 3 билан тўлдирилади, орошоқ изолятор бўлиб хизмат киледи ва спиралларнинг жинаға ўлчаш эгилувчанлигини таъминлайди. Спирал учлари платинази ёки иридий родийли (60% родийли) симдан ташкил тогған кулоқчалар 4 каварланган. Керамик қаркасда сезгир элемент махсус глазури (ёки термодомент) 5 билан термизацияланады. Қаркас каналлининг спираллари ва деворларининг орасидаги бўшлиқ алюминий оксиди кукун билан тўлдирилган, у изолятор бўлиб хизмат киледи ҳа-да спираллар на қаркас орасида иккилик контактини ошириди. Платина қаркас термометрларининг сезгир элементлари диаметри 0,14–0,07 мм, платина симдан тайёрланады.

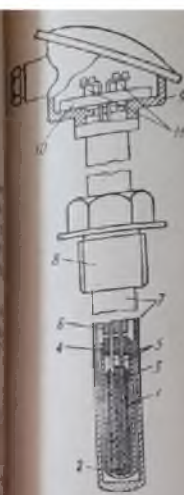


7.3-рasm. Платина қаршилук термометрининг сезгир элементи.

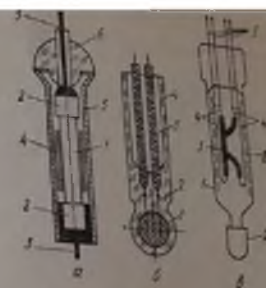
Сановтада чиқарилалагған қаршилук термометрларининг турлари, асосий параметрлари 7.4-рasmда келтирилган. Қаршилук термометрларининг сим 1 дан қилинган сезгир элементи түрт қаналаи керамик қаркас 2 га жойлаштирилган.

Қаршилук термометрларининг тузиллиги 7.4-рasmда келтирилган. Қаршилук термометрларининг сим 1 дан қилинган сезгир элементи түрт қаналаи керамик қаркас 2 га жойлаштирилган.

Механик шикастланишдан ва ўлчаватган объектларнинг зарарли таъсиридан сақланиш учун сезгир элемент химоя қобиги 3 га жойлаштирилган. У керамик итулка 4 билан жойлаштирилган. Сезгир элементининг кулоқчалари 5 изоляциян керамик труба 6 орқали утади. Шулариинг ҳаммаси ўлчаш объектида резистив шугуер 8 ёрдамида ўрнатилагған химоя гильзада жойлашган.



7.4-рasm. Қаршилук термометрининг тузиллиги.



7.5-рasm. Ярим ўтказкич химоя лак термометрининг сезгир элементи.

Химоя гильзининг учиде термометрининг улайлагған уч 9 жойлашган. Учиде термометр кулоқчаларининг маҳкамлаш ва уласачи симларини улаш учун винталари 11 бўлган изоляциян колодка жойлашган. Уч кулоққ билан ёнилади. Уласачи симлар шугуер орқали чиқарилади. Ташки электр ва магнитт майдонлари таъсирини кимайтириш учун қаршилук термометрларининг сезгир элементларини индуктивсиз урамали қилиб жасалады.

7.5-рasm, а да стерженьли терморезистор кўрсатилган. У кулоқчалар 3 каварланган контакти қопқоқчалар 2 га эға бўлган ниллар 1 дан ташкил тогған. Цилиндр эмаль бұёқ билан қопланган, унинг юқори қисмида шийа изолятор 6 бор.

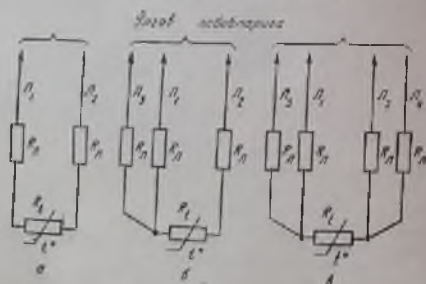
Мунчоқли терморезисторнинг (7.5-рasm, б) ярим ўтказкич элементи 1 диаметри 0,5 мм да ва шийа қобик 4 билан химоя қилинган шарча шаклиға эға. Шарчаға 0,05 мм диаметри платина симдан қилинган ва никелли кулоқчалари 3 билан уланган электродлар 2 жойлаштирилган.

Кам температураларни ўлчаш учун мўлжалланган германийли термометрлар мис гильзадан (7.5-рasm, а) иборат бўлиб, газсимион гелий билан тўлдирилган ва терметик тикри 2 билан ёнилагған. Гильза ичиде сурьма билан легирланган германий 3 нинг монокристалли жойлашган. Кристалл 4 га олтин ўтказкич 4 ёпиштирилган бўлиб, уларға платина кулоқчалари 5 каварланган. Кристалл плёнка 6 билан изоляциян қилинган. Бундай термометрлар 1,5 дан 80 К гача температураларни ўлчашда қўлланилади.

7.1.2. ҚАРШИЛИК ТЕРМОМЕТРЛАРИНИ УЛАШ УСУЛЛАРИ

Қаршилик термометрлари билан температурани ўлчашда ўлаш сымлари ёрдамида ўлчов асбобига уланган термометрнинг қаршилигини ўлчаш зарурати туғилади. Чунки ўлчов асбобига уланган қаршилик термометр қаршилик билан қатъи бўлади. Мазкур қўшимча қаршиликнинг ўлаш натижасига таъсирини камайтириш ёки йўқотиш учун турли усуллардан фойдаланилади. У термометрнинг ўлаш схемасига ва ўлаш усулига ёки ўлчов асбобининг схемасига боғлиқ. Ўлчовчи сымлар қаршиликни мословчи қаршилик ёрдамида асбобни даражалашдаги қаршилик қийматиغا мослигини доим. Ўлчовчи сымларнинг даражалаш қаршилиги қиймати асбоб паспортида ёки унинг шкаласида кўрсатилган бўлади.

Қаршилик термометрларини ўлчов асбобига улашнинг икки, уч ва тўрт симли схемалари учрайди (7.6-расм). Ўлашнинг икки симли схемасида қаршилик термометри ва уланган сымлар қаршилиги ўлаш схемасининг шохобчаларидан бирини кесме-кет ўзлаштирилади (7.6-расм, а). Ҳайдагил сымлар қаршилигини ўлашнинг даражалаш қийматларига мослаш кўпроқ қудирлигига амалга оширилади. Схеманинг икки симли ва ўлаш сымлари ўтказилганда кейин термометр ва ўлаш сымлари билан бирга кесме-кет тарзда мословчи жалтак $R_{\text{м}}$ (7.7-расм, а) ва эквивалент қаршилик $R_{\text{эк}}$ уланади. Эквивалент қаршилик қиймати термометрнинг аниқ температурасига, масалан, 50, 100 ёки 250°C температуралардаги қаршилигига мос келади. Термометр қисқичлари қисқа туташтирилади ва ўлаш сымлари сымли шохобчасига: реал ўлаш сымлари қаршилиги $R_{\text{с}}$ дан, эквивалент қаршилик $R_{\text{эк}}$ дан ва мословчи қаршилик $R_{\text{м}}$ дан (7.7-расм, б) иборат бўлиб қолади. Сўнгра ўлаш схемаси уланади ва $R_{\text{эк}}$ ни эквивалент қаршилик ҳисобланган температурага мос шкала белгисигача ўзгартириб борилади. Шундан



7.6-расм. Қаршилик термометрларини ўлаш схемаси.

кейин эквивалент қаршилик ё узиб қўйилади, ёки қисқа туташтирилади, термометр қисқичларини қисқа туташтириб турган сым оливади. Термометрнинг ўлаш сымлари қаршилиги унинг ҳисобий (даражалашдаги) қийматигача шундай мослаштирилади. Аммо агар ишловатил жараёнда ўлаш сымлари температураси (одатда икки сымлари даражалашдаги температурадан фарқ қилса, унда шу сымларнинг қаршилигининг ўзи даражалашдаги қийматдан фарқ қилади. Нотўғра мослаштириш ёки температура билан бирга қаршиликни ўзгартириш ҳаттоки термометрнинг ўлашнинг икки симли схемаси учун ўлчов асбобининг ўлаш диапазонидан қатъи назар, қуйидаги формула бўйича топилади:

$$\Delta t = (R_{\text{с}}^2 - R_{\text{эк}}^2) / S, \quad (7.6)$$

бунда Δt — ўлчов хатолиги, °C; $R_{\text{с}}$ — икки симли шохобчадаги (ўлаш сымлари) қаршилик қиймати, Ом; $R_{\text{эк}}$ — аниқ қаршиликнинг даражалашдаги (ҳисобий) қиймати, Ом; S — ўлчоватил температура бўлишда термометрнинг ўзгартириш коэффициенти, Ом/°C.

Ўлаш сымлари қаршилигининг даражалаш қийматига мос эмаслигини келиб чиқадиган хатоликни камайтириш учун қаршилик термометри ўлчов асбоби билан учта сым орқали уланади. Термометрнинг ўлашнинг уч симли схемаси бўйича (7.6-расм, б) ўлаш сымлари термометрнинг ўлаш шохобчасига, таққослаш шохобчасига, таъминлаш манбаига боради. Ўлаш ва таққослаш шохобчаларидagi қаршилик бир хил бўлганда ўлаш сымларидаги температуранинг ўзгариши хатоликка олиб келмайди, чунки сымларнинг қаршилиги фақат бир хил миқдорга ўзгаради. Ўлаш сымлари қаршилигини мослаш ўзаро исуфит ўлаш сымларини кесме-кет ўлаш бўли билан амалга оширилади.

Термометрнинг ўлашнинг тўрт симли схемаси (7.6-расм, в) одатда, қаршиликни ўлашнинг комплекслиги усулида қўлланилади. Бу усул ўлаш сымлари қаршилиги ўзгаришининг асбоб кўрсатишига таъсирини бутунлай йўқотиш имконини беради.

Қаршиликни ўлаш учун термометр бўлаб ток ўтиши доим. Бунда Жоуль—Ленц қонунига хўра иссиқлик ажралиб, у термометрнинг ўлчоватил муҳит температурасига қараганда юқориқ температурасига қизайиши. Натижада унинг қаршилиги тегишлича ўзгаради.

Саноат шароитларида ўлаш токнинг шундай ҳисоблангани-



7.7-расм. Икки симли ва ўлаш сымларининг қаршилигини мослаш тарзи.

жа, натижада таърифи қиймати диссобиот аз перидан да-
толик 0°C даги термометр қаршилтига 0.1% R_2 дан ыртиқ бў-
ларди.

Қаршилти термометрлардаги аамчилиги — қўшимча ток
манбаини қаруралидар.

Термометрларнинг ва бошқа қаршилти ўзгартрувачиларининг
қаршилтиларини ўлчиш учун, логометрлар, қўриқ схемалари
(ишқилиштирилган ва муволазлаштирилган) ва ком-
пенсациян усудан фойдаланилади.

7.4-§ ЛОГОМЕТРЛАР

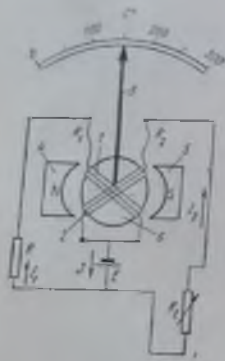
Магнитоканяр логометр, қўшимча, техниквий қаршилти
термометрларга била бирсанкда теилературани ўлчиш учун
қўлланилади. Логометрининг ишлати принципи икки электр зан-
жирлардаги токлар индукцияни ўлчишга асосланган. Занжирларда-
да бирита қаршилти термометри, иккинчисига эса ўзгармас
қаршилти ўлчили 7.5-расмда логометрининг схемаси келти-
рилади. 3 узаро ва стрелка 3 билан биқир қилиб наҳқамла-
ган нуктаи 1 ва 2 рамачалардан иборат. Бу рамачалар эса
доний магнит қўтб учликлари 4 ва 5 билан ҳазик орасидаги
ҳаво тиранишга жойлаштирилган. Бу тирқиш бир текис қилин-
маган, шунинг учун магнит индукцияси қийматлари унинг тур-
ли нукталарида (рамачалар ва стрелканинг бурлиш бурчак-
лари турлича бўлганда) турлича бўлади. Марказдан қўтб уч-
ликлари четларига қараб ҳаво
тирқиш қачаяди ва мос равиш-
да марказдан қўтб учликлари
четларига қараб тирқишда маг-
нит индукцияси ўсали.

Логометрининг иккала рамача-
си битта ўзгармас ток манбаи E
дан таъминланади, улар айла-
нувчи моментлари бир-бирига
қарши йуналадиган қилиб ўлча-
ган. Айланувчи моментлар M_1
ва M_2 нинг қиймати мос равиш-
да қуйидагига тенг:

$$M_1 = C_1 B_1 I_1, \quad (7.7)$$

$$M_2 = C_2 B_2 I_2, \quad (7.8)$$

бунда C_1 ва C_2 — рамачаларнинг
геометрик ўлчамлари ва уларда-
ги сим ўрамлари сонни билли
аниқланадиган ўзгармас коэффи-
циентлар; B_1 ва B_2 — рамачалар
жойлашган жойдаги магнит ин-
дукциялари; I_1 ва I_2 — рамача-
лардан ўтаётган ток кучлари.



7.8-расм. Логометрининг
принципиал схемаси.

Рамачалар қаршилти тенг, яъни $D_1 = D_2$ ва $R = R_1$ бўлса,
 $I_1 = I_2$ ва $M_1 = M_2$ бўлиб, қўзғалувчи система муволазат ҳо-
латда бўлади. Агар термометр қаршилти ўзгасса, рамачалар-
дан бирда ток кучаяди, шу сабабли моментлар муволазати
бузилади, қўзғалувчан система эса ҳаракатга келади. Ток
кучайган рамача магнит индукцияси анчаи тирқишга қиради,
иккинчи рамача эса магнит индукцияси калта тирқишга қира-
ди. Маълум бир қолатта рамачалар моменти муволазатлана-
ди, яъни:

$$C_1 B_1 I_1 = C_2 B_2 I_2, \quad (7.9)$$

Бу тенгламадан

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2}{C_1} \frac{B_2}{B_1} = C \cdot \frac{B_2}{B_1}, \quad (7.10)$$

келиб чиқали. I_1 ва I_2 нинг таъминлаш манбаи E орқали иф-
доланган қийматларини қўйсан, қуйидаги натижага эга бўла-
миз:

$$\frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2} = C \cdot \frac{B_2}{B_1}, \quad (7.11)$$

$B = f(\varphi)$ бўлгани учун

$$\frac{B_2}{B_1} = f(\varphi), \quad (7.12)$$

Шунинг учун

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2} = f(\varphi), \quad (7.13)$$

$$\varphi = f\left(\frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2}\right). \quad (7.14)$$

R_1 , R_2 ва R_3 — доний катталиклар бўлгани учун қўзғалувчан
системанинг бурлиш бурчаги термометр қаршилти қиймати-
га боғлиқ:

$$\varphi = f(R_1), \quad (7.15)$$

Шундай қилиб, қўзғалувчан системанинг бурлиш бурчаги
ёки M_1 ва M_2 моментлар тенг бўлгандаги системанинг муво-
лазат ҳолати) логометр қўрсатиши термометр қаршилтига
боғлиқ ва таъминлаш кучларининг боғлиқ эмас.

Тенгламаларни келтириб чиқаришда таъинлардаги ишқилиш,
иссиқлик ўтказувчиларининг қаршилти моментлари, қўзғалув-
чан системанинг инерция моментлари ва қатор бошқа фактор-
лар эътиборга олинмади. Шунинг учун амалда логометрининг
қўрсатиши билан таъминлаш кучларининг орасида қандайдир
боғлиқлик бор.

Логометрининг сезгирлигини ошириш учун ва температура
компенсациясини амалга ошириш имконияти бўлиши учун



7.9-расс. Логотипный мостовой датчик.

Логотипный мостовой датчик применяется для измерения температуры. Датчик устанавливается в месте измерения температуры. Датчик состоит из резистора, сопротивление которого зависит от температуры. Датчик подключается к мостовой цепи. Мостовая цепь подключается к источнику напряжения и к измерительному прибору.

Кроме того, датчик может использоваться для измерения сопротивления. Датчик устанавливается в месте измерения сопротивления. Датчик состоит из резистора, сопротивление которого зависит от сопротивления. Датчик подключается к мостовой цепи. Мостовая цепь подключается к источнику напряжения и к измерительному прибору.

7.9.3. КАРШИЛИКАЛА ҒАҶАШНИНГ КЎПРИК СХЕМАСИ

Термометрлар қаршиликни ўлчаши учун электротехникада фойдаланиладиган одатдаги мувозанатлаштирилган ва мувозанатлаштирилмаган кўприк схемаларни қўллаш мумкин.

Мувозанат кўприкларни икки хил: лабораторияда (автоматик) ва саноатда ишлатиладиган (автоматик) бўлади. Ярим ўтказкичли термоқаршиликларнинг ғажов асбоби сифатида эса, одатда, мувозанатлаштирилмаган кўприклар хизмат қилади.

7.10-расмда қаршилик термометри улангандаган, ўзгармас тоқда ишлайдиган мувозанатлаштирилган кўприкнинг принципал схемаси келтирилган. Кўприк иккита доимий қаршиликлар (резисторлар) R_1 ва R_2 , реохорд R_p , қаршилик термометри R_t ва уладанган симларнинг қаршиликлари R_{c1} дан иборат. Кўприкнинг бир диагоналига E ўзгармас тоқ таъминлаш манбаи, иккинчисига эса переклюатель II орқали ноль индикатор $НП$ уланади. Реохорд R_p нинг сирпангичи сизжиши тугидай кўприкнинг эришилган мувозанат ҳолатида унинг ди-

симетрик кўприкка ғажов схемасига эга бўлган логотип қўлланилади (7.9-расм).

Матнанидан тайёрланган ўзгармас қаршиликлар R_1 , R_2 , R_{c1} , R_{c2} кўприк схемасига тузатиш учун матнани қаршилик R_t қўзғалдириш системанинг оғиш бурчаклига тўғрिलाши учун, мас қаршилик R_t температурани компенсациялаш учун хизмат қилди. R_{c1} қаршиликдан улаш симлари қаршиликнинг ҳисобий қиёматларига мослаш учун фойдаланилади. Бунинг учун R_{c1} қисқа туташтирилади. R_{c2} дан эса қисқа улаш сими олиб ташланади. R_{c3} қарши-

лиги тоқ кучи қолди тенг бўлади. Шу ҳолда кўприкнинг қаршиликни b ва d улашнинг натижалар тенг бўлади. I манба кўприкнинг a улаш ноксига; I_1 ва I_2 та бўлади. Демак, R_1 ва R_2 қаршиликларнинг қанайиши бир-бирига тенг бўлган учун қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \quad (7.16)$$

Кўприкнинг b ва d ноксидан қаршиликнинг қанайиши ҳам тенг бўлган учун

$$I_1 R_1 = I_2 (R_2 + 2R_{c2}) \quad (7.17)$$

(7.16) тенгламани (7.17) тенгламага бўлсак,

$$\frac{R_1 I_1}{R_2 I_2} = \frac{R_1 I_1}{(R_2 + 2R_{c2}) I_2} \quad (7.18)$$

Агар $I_1 = 0$, $I_1 = I_2$ ва $I_2 = I_1$ бўлса,

$$R_1 (R_2 + 2R_{c2}) = R_2 \cdot R_3 \quad (7.19)$$

ва

$$R_1 = R_2 \cdot \frac{R_3}{R_2} - 2R_{c2} \quad (7.20)$$

Агар атрофдаги температурани доимий деб ҳисобласак, $2R_{c2} = \text{const}$. У ҳолда (7.19) тенглама қуйидаги кўринишни олади:

$$R_1 = KR_2 - K_1 - (NR_2) \quad (7.21)$$

Шундай қилиб, R_1 ўзгариши билан реохорд қаршилиги R_p ни ўзгаришиб, кўприкни мувозанат ҳолатига келтириш мумкин. Ҳақондаган муҳит температурасининг ўзгариши катта бўлиб, R_p нинг ўзгариши сабабли юзага келадиган хато миқдори кўпайиб кетиш хавфи пайдо бўлганда, қаршилик термометрнинг уч симли улаш схемаси қўлланилади (7.11-расм). Бундай улаш усулида бир симнинг қаршилиги R_1 қаршиликка, иккинчи симнинг қаршилиги эса R_p ўзгарувчи қаршиликка қўшилади. Кўприк мувозанатининг тенгламаси қуйидагича бўлади:

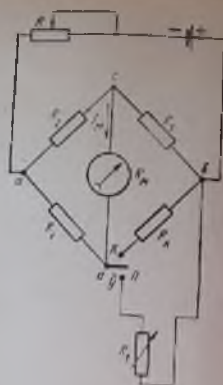
$$R_1 + R_{c2} = (R_p + R_{c2}) \cdot \frac{R_2}{R_3} \quad (7.22)$$



7.10-расс. Мувозанатлаштирилган кўприкнинг принципал электр схемаси.



7.11-расм. Уч симили ўлати схемаси.



7.12-расм. Мувозанатлаштирилмаган кўприkning принциплаи элекстр схемаси.

$$R_1 = R_2, \text{ бўлса, } R_1 + R_{0\text{в}} = R_2 + R_{0\text{а}} \quad (7.23)$$

Бу тенгламадан кўришиб турибдики, уч симили схемда сималарнинг қаршиллги ўлчаш натижасига таъсир қилмайди.

Уч симили схемаларда ҳар бир линия қаршиллги ҳар бир линиядаги алоҳида мослаш қаршилликларига бўламанча берилган $R_{0\text{в}}$ қийматгача олиб борилди. Мувозанатлаштирилган кўприк схемаларнинг камчилиги (қўл манипуляциясини бажариш зарурияти) мувозанатлаштирилмаган кўприклар схемасида бартараф этилган.

Мувозанатлаштирилмаган кўприклар температурани ўлчаш учун қаршиллик термометрлари билан биргаликда ҳам қўлланилади. Аммо улардан газ анализаторларда, концентраторларда ва қатор ўлчаш воситаларида кенг фойдаланилади.

Мувозанатлаштирилмаган кўприклар температурани беэосида ўлчаш имконини беради. 7.12-расмда бу кўприkning схемаси келтирилган. R — ростлаш қаршиллги; R_1, R_2, R_3 — кўприkning доимий қаршилликлар; R_0 — милливольтметр қаршиллги; R_4 — назорат қаршиллги; K (контроль) ҳолатидан (У) ўлчаш ҳолатига ўтказиш переключатель— P ; R_5 — қаршиллик термометри; P переключатель. U ҳолатда турганида R_1 нинг ўзгариши билан милливольтметр оралиги таъминлаш кучланишига

тўғри пропорционал бўлган ток ўтади. Демак, ток ўлчармас бўлиши керак, бу вазифани ростлаш қаршиллги R бажаради. Таъминлаш кучланишини назорат қаршиллги R_4 бажаради. R_1 нинг милликвора шундай таъминлаш берекси, қаршиллик ўлчанганда ёқиб стрелкаси шкаладаги қизил чизиқдан белгиланган кўрсаткич.

R_1 қаршиллик ўзгаришга, переключатель U вазифада турганида, милливольтметр оралиги кучи шу ўзгаришга тўғри пропорционал бўлган ток ўтади:

$$I_x = U_{\text{ом}} \cdot \frac{R_1 R_2 - R_1 R_3}{R_1 R_2} \quad (7.24)$$

бунда K (Ом² ларда) ушбу қийматга тенг:

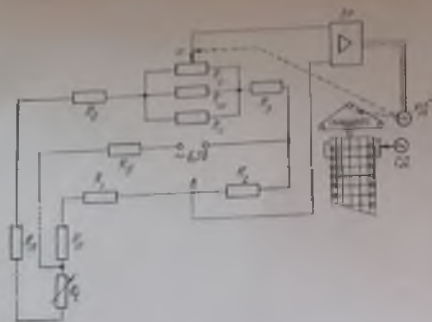
$$R_1(R_1 + R_2)(R_2 + R_3) + R_2 R_3(R_1 + R_2) + R_1 R_2(R_2 + R_3). \quad (7.25)$$

(7.2) тенгламадан кўринадик, милливольтметр оралиги ўтатган ток кучи таъминлаш кучланиши $U_{\text{ом}}$ га тўғри пропорционал, демак, токни ўлчармас сангаб турди керак экан.

Мувозанатлаштирилган кўприкларнинг афзалликларига схемасининг мувозанатлаштирилган кўприкнинг талаб этиладиган соддатинин, кичик қаршилликларни ўлчаш учун ишлатиш имкониятини кўриш мумкин. Мувозанатлаштирилган кўприкларнинг камчиликларига кўрсаткичларнинг таъминлаш кучланишини ўзгаришга боғлиқлигини, кўприк шаласининг чизилганлигини кўриш мумкин.

Автоматик мувозанат кўприкларда реохорднинг сирпангачи автоматик равишда силжийди. Бундай кўприкларнинг ўлчаш схемаси ўзгариш ёки ўзгаришчан ток манбидан таъминланади. Ўзгаришчан ток мувозанатлаштирилган кўприкларда ақтин қаршилликлар ҳал қилувчи аҳамиятга эга, шунинг учун ўзгаришчан ток кўприкларни учун яқинлашган юқоридеги тенгламалар ўзгаришчан кўприклар учун ҳам янади. Ўзгаришчан ток мувозанатлаштирилган кўприкларни бир қатор афзалликларга эга. Ўлчаш схемаси куч трансформаторининг бир ўрачидан таъминланади, яъни кўприкча таъминлаш манбаи талаб қилинмайди, шу билан бирга тебраниш ўзгаришчан (вибросизгаргич) ҳам зарурияти бўлмайди. Мувозанатлаштирилган автоматик кўприкларнинг тури кўп, лекин уларнинг иш принципи бир хил. Мисол сифатида кўрсатувчи ва ўзгаришчан токдан таъминланувчи принципал схемаси 7.13-расмда кўрсатилган.

Кўрсатувчи мувозанатлаштирилган кўприклар ҳам шу принципал схема бўйича ишлайди, лекин уларда ёзув блоки йўқ. 7.13-расмдаги принципал схемда қуйидаги шартан белгилар қабул қилинган: R_0 —реохорд; $R_{0\text{в}}$ —реохорд шунти; U R_1 қаршиллигини белгиланган қийматга етказиб туриш учун қизмат қилади; R_4 —ўлчаш диапазон белгиланган қаршиллги; R_5 —шкала бошланғич қийматини ростловчи қўшимча қаршиллик;



7.13-расм. Мувозиратлаштирилган автоматик электрон кўприкнинг принципиал схемаси.

R_1, R_2, R_3 — кўприк схемасининг қаршиликлари; R_0 — ток чекловчи балласт қаршилик; R_4 — қаршилик термометри; R_5 — линия қаршилигини ростловчи қаршилик; ЭК — электрон кучайтиргич; РД — асинхрон конденсаторли реверсив двигател; СД — диаграмма лептасини силжитувчи синхрон двигател.

Кўприк ўлчаш схемасидаги барча қаршиликлар манганий симдан тайёрланади. 7.13-расмдан кўриниб турибдики, қаршилик термометри уч симли ўлчаш схемаси усулида ўланган. Бу ҳолда термометри кўприк билан ўлчайдиган симларнинг қаршилиги кўприкнинг R_1 ва R_2 елқиларига тақсимланади. Шунинг учун атроф муҳит температурасининг ўзгариши сабабдан ҳосил бўлган хато миқдори камаيдади. Термометр қаршилиги R_4 нинг ўзгариши натижасида кўприк схемасининг мувозиратли бўқолади, а ва б чўққилардан кучайтиргичнинг кириш қисмига побалане кучланиш келади. Кучайтиргич бу кучланишни реверсив двигател ишга тушгунча кучайтиради. Двигателнинг чиқиш ваги реохорд сирпангичи ва қаретка билан кинематик боғланганлиги учун бу вал уларни побалласт кучланиш камайиб нолга тенг бўлгунча силжитади. Кўприк схема мувозират ҳолатига келганда, реверсив двигателнинг ротори тўхтабди, реохорд сирпангичи эса кўрсаткичли қаретка билан бирга ўлчанаётган термометр қаршилигига тенг ҳолатни эгаллайди. Ҳаётимас ток манбаидан яшайдиган мувозиратлаштирилган кўприкнинг ўлчаш схемаси ҳам юқориданиги ухшаш, фақат унинг электрон кучайтиргичи тебраниш ўзартгичи билан

95

тайёirlанган. Шунинг учун унинг кучайлириш узели потенциалометрига тенг.

Мувозиратлаштирилган автоматик кўприклар қуйидаги афзалликларга эга: 1) кўприкнинг кўрсатиши таъминлаш кучланишига борлик эмас; 2) афзалиги кўрсатиши температура ўзгариши билан чиқили биланган; 3) ўлчашлар (кўприкни мувозиратлаштириш) автоматик ашлага оширилади; 4) ўлчашнинг уч симли схемаси ўлаи симлари қаршилигини ўзгартиришдан ҳосил бўлган вўрсаткичлардаги хатоларни ҳисса камайтириш ёки хато йўқотиб чиқоши беради.

Қаршиликларга қуйидагилар киреди: 1) схемда мувозиратлаштириш учун қурилмаинг зарурлиги; 2) кичик қаршиликларни ўлчаш қийинлиги ёки нўлаққа мулкни эмаслиги.

7.8-§. ҚАРШИЛИКЛАРНИ ЎЛЧАШНИНГ КОМПЕНСАЦИОН УСУЛИ

Аниқ ўлчашларда, яъни хатоликларга йўл қўйилмаслик ёки хатоликлар минимумга келтирилиши лозим бўлганда, шунингдек, паст температураларни ўлчашда ўлчашнинг компенсацион усули тарқалган. Бу усулнинг моҳияти қуйидагидан иборат: ўлчанаётган резисторда ва у билан кетма-кет ўлчанган намуна резисторда кучланиш тушуви таққосланади. 7.14-расмда қаршиликни компенсацион усулда ўлчаш схемаси кўрсатилган. Резисторлардаги кучланиш тушуви, одатда, потенциалометр ёрдамида ўлчанади. Бу ҳолда таъминлаш кучланиши ўлчаш натижасига таъсир этмайди, шунингдек, ўлаи симлари қаршиликнинг таъсири бутунлай йўқоғилади, чунки ўлчаш пайтларида потенциалометрни ўлчаш резистори билан ўлчайдиган асвообларда ток нолга тенг бўлади.

Ўлчанаётган резистор R_x намуна резистор R_n (7.14-расм) билан кетма-кет ўланган. Намуна резистор сифатида қаршилик мағазилари ёки қаршиликнинг намуна галтакларидан фойдаланилади. Запжирдаги ўлчаш токи ўзгарувчан резистор R ёрдамида уриштилади. Ток миқдори қаршилик термометрларининг узидан қизиш термометр температурасини йўл қўйилган қийматдан ошириб юбормайдиган қилиб тайланади.

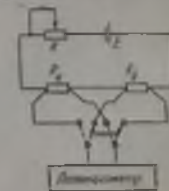
Бир томондан, ток намуна резисторда кучланиш тушуви бўйича аниқланади:

$$I = U_n R_n \quad (7.26)$$

булда U_n — намуна резисторда кучланиш тушуви; mB ; R_n — намуна резистор қаршилиги, Ом.

Иккинчи томондан,

$$I = U_x R_x \quad (7.27)$$



7.14-расм. Қаршиликни компенсацион усулнинг схемаси.

бунда U_c — ўлчанётган резисторда кучланиш тушуви, мВ; R_9 — ўлчанётган резисторнинг воқеъдун қаршичилиги, Ом.

(7.26) ва (7.27) лардан ўлчанётган резистор қаршичилигини топиш:

$$R_9 = R_{10} \cdot U_p / U_c \quad (7.28)$$

Қурилган вариантда компенсацион усул механик ўлчашлар учун ноқулай, чунки резистор қаршичилигини топиш учун навбат билан ўлчанётган намуналар резистордаги кучланиш тушувини ўлчаш дозим ва сунгра (7.4) формула буйича ўлчанётган резистор қаршичилигини ҳисоблаш керак.

Термометрларнинг кичик қаршиликларини техник ўлчаш учун автоматик компенсацион асбоблар ишлаб чиқилган, улар компенсацион ўлчаш усулининг ажойиб хоссаларига эга. Термометрнинг ўлчашнинг тўрт симли схемаси симлар қаршичилигининг ўлчаш натижаларига таъсирини бутунлай бартараф этиш имконини бери.

Кичик температураларни ўлчаш учун ўзгарувчан ток автоматик компенсацион асбобнинг принципиал схемаси 7.15-расмда келтирилган. Қаршилик термометри R_t таъминлаш майдондан ўзгарувчан I ток билан таъминланади. Асбобнинг ўлчаш схемаси T_p ток трансформаторидан шундай таъминланадиги, ўлчаш токи $I_p = KI$ бўлади. Агар термометрда кучланиш U_{ab} кучланиш билан компенсация қилинмаган бўлса, унда кучайтиргич киришига сигнал берилади. Бу сигнал реверсив дивателни ва реохорд сирпангичи R_p ни кучланиш U_{ab} кучланиш тушувини (R_t да) мувозанатлаштирмагунча ҳаракат қилишга (силжингга) мажбур қилади. Бу ҳолда қуйидаги тенглик бажарилади:

$$IR_t = U_{ab} = I_p R_{sp}$$

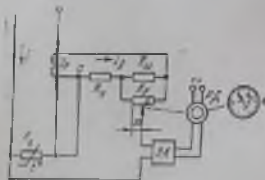
ёки

$$IR_t = KI(R_t + mR_{np}), \quad (7.29)$$

$$\text{бунда } R_{sp} = \frac{R_{sp} + R_{sp}}{R_p + R_{sp}}$$

$$R_t = K(R_t + mR_{np}) \quad (7.30)$$

R_{np} резистор асбоб шкаласининг санок бошини белгилашга хизмат қилади. R_{np} эса ўлчаш диапазонини ўрнатади. Трансформация коэффициент K ни ямадан ўзгармас деб қараб, асбоб курсатишлари m таъминот кучланиши тебранишига ва термометрнинг ўлчаш симларини қаршичилигининг ўзгаришига боғлиқ эмас деб ҳисоблаш мумкин.



7.15-расм. Паст температураларни ўлчаш учун автоматик компенсацион асбобнинг схемаси.

7.7-§. АВТОМАТИК КЎПРИК ЎЛЧАШ СХЕМАСИНИ ҲИСОБЛАШ

Кўп ҳолларда температурани қаршиликнинг стандарт термометрлари ёрдамида ўлчашда типавий ўлчаш схемали мувозанатлашнинг кўприкни танлаш мумкин бўлади. Кўприкнинг янгида даражадан зарурият туғилганда мувозанатлаштирилган автоматик электрон кўприкнинг ўлчаш схемасини ҳисоблаб чиқилади (7.16-расм).

Температура ўзгариши диапазонида қийматлари ($t_1 - t_2$) буйича қаршилик термометрларининг танланган тури учун термометр қаршичилигини даражадан харақатига R_{sp} ва R_{sp} буйича аниқланади. Максимал сезгирлик шартига кўра $R_{sp} = R_t$ (одатда 300, 400 ёки 500 Ом) ва $R_t = R_{sp}$ деб олинади. Реохорднинг эквивалент қаршилиги R_p одатда 90 Омга тенг деб олинади. Унда шунт миқдори R_{sp} реохорд қаршилигига тенг бўлади ва реохорднинг $R_{sp} = 90$ Ом таъминлашда топилади. Резистор қаршилиги $R_t = 4.5$ Ом. Ўзгарувчан токни мувозанатлаштирилган автоматик кўприк схемасида $R_{sp} = 2.5$ Ом (муқовачи ғалатқили алоқа линияси қаршилиги); $R_{sp} = 450$ Ом (ўлчаш схемасида ток кучини чегаралаш учун бўлса қаршилик). Схемая параметрларининг юқорида берилган қийматларида R_t ни топиш:

$$R_t = \frac{R_{sp} + R_{sp} - R_{sp} - 0.5R_{sp} + \Phi}{2} \quad (7.31)$$

бунда

$$\Phi = \sqrt{(R_{sp} - 0.5R_{sp} - R_{sp} - R_{sp})^2 + 4(R_{sp}R_{sp} + 0.5R_{sp}R_{sp}) + R_{sp}R_{sp} + 0.5R_{sp}R_{sp}}$$

Кейин реохорд занжирининг параллел уланган R_{sp} R_{sp} ва R_{sp} қаршиликларидан тузилган келтирилган қаршилиги R_{sp} топилади. Реохорд сирпангичининг чап ва ўнг четки ҳолатлари учун кўприкнинг ўлчаш схемаси мувозанат шартидан тенгликлар тузилади:

$$(R_{sp} + 0.5R_{sp} + R_{sp}) \cdot R_{sp} = (R_{sp} + 0.5R_{sp})(R_{sp} + R_{sp}) \quad (7.32)$$

$$(R_{sp} + 0.5R_{sp} + R_{sp})R_{sp} = (R_{sp} + 0.5R_{sp})R_{sp} \quad (7.33)$$

(7.32) ни (7.33) дан мос равишда айириб ва ҳосил булган тенгламани R_{sp} га нисбатан ечиб топиш:

$$R_{sp} = R_{sp}(R_{sp} - R_{sp})/R_{sp} + R_{sp} + 0.5R_{sp} \quad (7.34)$$

Шкаланинг сўнгги қийматини аниқловчи резистор қаршилиги R_{sp} ушбу

$$R_{sp} = R_{sp}R_{sp}/(R_{sp} - R_{sp}) \quad (7.35)$$

формула билан топилади ва шу миқдорни реохорддан фойдаланишнинг тўла эмаслигини ҳисобга олиш учун 5—7% га ортирилади.

Термометрнинг ундан ўтаётган токка қараб максимал қишши шу токни чегаралайди, яъни $I_{max} \leq 0.007$ А. Бундан бах-

ласт резистор қаршилтығанның соң қийматн топылиши мүмкнн:

$$R_d = \frac{U_0 - I_{\text{ном}} R_{\text{д}} + R_1 + N_1 + R_{\text{д}} + 25 K_1}{2 I_{\text{ном}}} \quad (7.36)$$

бунда N_1 — кўприк ўлчаш схемасини татынклаш кўчланиши, у 6.3 В га тенг.

8-боб. НУРЛАНИШ ПИРОМЕТРЛАРИ

8.1-§. ТЕМПЕРАТУРАНИ ЎЛЧАШ НАЗАРИЯСИ АСОСЛАРИ

Юқорида курилган, температуранн ўлчашга мўлжалланган барча термометрлар термометрнинг сезгир элементи билан улчанаётган жисм ёки муҳит орасида бевосита контакт бўлиши-ни таълоо эвир эди. Шунинг учун температуранн ўлчашининг бундай усуллари баъзан контактли усуллар деб юритилади. Бу усулнн қўлланиши юқори чегараси 1800—2200°C. Аммо сенсовда ва таъдқиқотларда бундан юқори температураларни ҳам ўлчашни туғри келади. Бундан ташқари, кўпинча, ўлча-наётган жисм ва муҳит билан термометрнинг бевосита кон-такти мүмкин бўлмади. Бундай ҳолларда температуранн ўл-чашининг контактез воситалари қўлланилади.

Нурланиш пирометрларининг ишлаш принципл қиздирилган жисмнинг иссиқлиги таъсирида ҳосил бўлган нурланиш энер-гиясини ўлчашга асосланган. Нурланиш пирометрлари 20 дан йиғи 100°C гача бўлган температураларни ўлчашда ишлатилади.

Иссиқлик нурланиши нурландётган жисм ички энергияси-нинг электромагнит тўлқинлари тарзида тарқалиш жарвондан иборат. Бу тўлқинлар бошқа жисмлар томонидан ютилганда умир қайтадан, яна қайтадан иссиқлик энергиясига айланади. Жисмлар узунлиги λ га тенг бўлган электромагнит тўлқинлар-ни 0 дан ∞ гача бўлган ораликда тарқатади. Каттик ва суюқ жисмларнинг кўпи нурланишининг узлуксиз спектрига эга, яъ-ни барча узунликлардаги тўлқинларни тарқатади. Бошқа жи-смлар (тоф металлар ва газлар) нурланишининг селектив спек-трига эга, яъни улар тўлқинларни спектрининг маълум уаст-каларидатгина тарқатади. Тўлқин узунлиги $\lambda = 0.4$ дан $\lambda = 0.76$ мкм гача бўлган участка кўринадиган спектрга мос келади. Кўринадиган спектрининг ҳар бир тўлқин узунлиги маъ-лум рангга мос келади.

$\lambda \approx 0.4$ дан $\lambda \approx 0.44$ мкм гача бўлган тўлқин узунликлари туқ бинафша рангга, $\lambda \approx 0.44$ дан $\lambda \approx 0.49$ мкм гача — кўк-зан-гори; $\lambda \approx 0.49$ дан $\lambda \approx 0.59$ мкм гача туқ ва оч яшил; $\lambda \approx 0.59$ дан $\lambda \approx 0.63$ мкм гача — сариқ — туқ сариқ; $\lambda \approx 0.63$ дан $\lambda \approx 0.76$ мкм гача — оч ва туқ қизил рангга мос келади.

$\lambda \approx 0.76$ узунликлари тўлқинлар кўраинмайдиган инфрақизил иссиқлик нурига киради.

Қиздирилган жисм температурасини орттириб борган сари унинг ранги узгариб бориши билан спектрал энергетик ра-вшанилик, яъни маълум узунликдаги тўлқинлар (равшанилик) тез-

да ортади, шунингдек, йиғи (интеграл) нурланиш сезилар-ли ортади. Қиздирилган жисмларнинг курастидан хоссалари-дан уларнинг температурасини ўлчашда фойдаланилади. Шу хоссаларга қараб нурланиш пирометрлари квазимонохроматик (оптик), спектрал нисбатли (рангли) ва тўлиқ нурланишли ра-диацион) пирометрларга бўлинади.

Назарий ҳолдан абсолют қора жисмининг нур чиқариши хосасиясига асосланиши мүмкин, унда нур чиқариш коэффи-циенти деб 1 ни қабул қилинади. Агар жисм узига тушаётган нур энергиясини бутунлай ютса, у жисми абсолют қора жисм декилади. Барча реал физик жисмлар узига тушаётган нур-ларнинг бирор қисмини қайтариш қобилиятига эга. Шунинг учун жисмнинг нур чиқариш коэффиценти бирлап кичик, шу билан бирга у маълум жисм табиатига ҳам, унинг сиртки ҳо-латига ҳам боғлиқ. Табиатда абсолют қора жисм йўқ, аммо уз хоссаларига қура абсолют қора жисмга яқин булган жисм-лар маъжуд. Масалан, қора газир-булур буюк (нефть қуруми) билан қолланган жисм барча нур энергиясини 96% гача ютади.

Спектрал энергетик равшанилик ва интеграл нурланиш мо-данинг физик хоссаларига боғлиқ. Шунинг учун пирометрлар шкласини абсолют қора жисм нурланиши бўйича даражалан-нади. Температура ортиши билан спектрал энергетик равшан-ликиннинг ортиши турли узунликдаги тўлқинлар учун турлича ва нисбатан унча юқори бўлмаган температуралар соҳасида абсолют қора жисм учун Вин тенгламаси билан таъсифланади:

$$E_{\lambda} = C_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} \quad (8.1)$$

бунда E_{λ} — λ узунликдаги тўлқин учун абсолют қора жисмининг спектрал энергетик равшанилиги; T — жисмининг абсолют температураси; C_1 ва C_2 нур-ланишининг қабул қилинган бирликлар системасига боғлиқ бўлган константа-ларн қиймати; $C_1 = 2\pi^5 k^4 / 15$ — Планк доминийси, $C_2 = hc$ — Ерүлук теълиги; $C_2 = 14328 \text{ K} \cdot \mu\text{м}$; N — Авогадро доминийси; R_g — универсал газ доминийси; e — натурал логарифм асоси.

Турли узунликдаги тўлқинларнинг спектрал энергетик ра-вшанилиги бир хил бўлмагани учун Вин тенгламасининг оптик пирометрияда маълум узунликдаги тўлқинлар учун қўллани-лади (одатда тўлқин узунлиги 0.65 ёки 0.66 мкм бўлган қизил ранг учун). Вин тенгламасидан тахминан 3000 К гача бўл-ган температуралар учун фойдаланса бўлади. Ундан ҳам юқо-рироқ температураларда абсолют қора жисмининг нурланиши жадаллиги Планк тенгламаси билан характерланади:

$$E_{\lambda} = C_1 \lambda^{-5} (e^{\frac{C_2}{\lambda T}} - 1)^{-1} \quad (8.2)$$

Абсолют қора жисмининг интеграл нурланиши Стефен — Больцман тенгламаси билан таъсифланади:

$$E_0 = C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (8.3)$$

буанда C_0 — абсолют қора жисмнинг нурланиш доимийси; T — куйидагига сиртининг абсолют температураси, К.

Реал физик жисмлар энергияни абсолют қора жисмга қараганда камроқ жадатлик билан нурлантиради. Квазимонохроматик пирометр билан ҳам тўла нурланиш пирометри билан ўлчаш натижасида шартли температура деб аталадиган температурага эга бўлинади. Шартли температурадан (равшанлик температурасидан) ҳақиқий температурга ўтish учун Вин тенгламасини ўзгартиришдан фойдаланилади.

Физик жисмнинг квазимонохроматик пирометр ёрдамида ўлчанган ёруғлик температураси T_e бўйича ҳақиқий температураси T қиймати тенглама билан ифодаланади:

$$T = \left(\frac{1}{T_e} - \frac{\lambda}{C_2} \ln \frac{1}{\epsilon_\lambda} \right)^{-1}. \quad (8.4)$$

буанда T_e — жисмнинг пирометр ёрдамида ўлчанган равшанлик (шартли) температураси, К; λ — тулқин узунлиги, мкм; C_2 — Вин тенгламаси доимийси; ϵ_λ — жисмнинг берилган тулқин узунлиги учун қоралик даражаси.

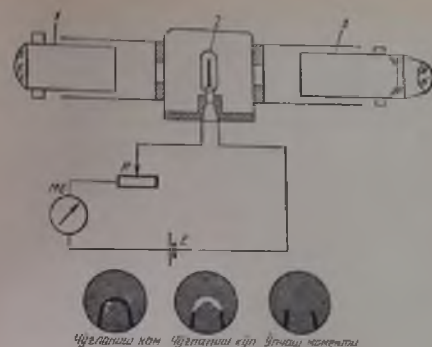
Реал жисм температураси T нинг тулқин нурланиш пирометри ёрдамида ўлчанган ҳақиқий қиймати қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$T = T_e \sqrt[4]{\frac{1}{\epsilon}}. \quad (8.5)$$

буанда T_e — тулқин нурланиш пирометри билан ўлчанган шартли температура, ϵ — барча узунликдаги тулқинлар учун жисмнинг қоралик даражаси.

8.2. §. КВАЗИМОНОХРОМАТИК (ОПТИК) ПИРОМЕТРЛАР

Оптик пирометрларнинг ишлаш принципи температураси ўлчануватган жисмнинг нурланиш равшанлигини эталон жисмларининг монохроматик нурланиш равшанлиги билан солиштиришга асосланган. Эталон жисм сифатида, одатда, нурланиш равшанлиги ростланидиган чуғланиш лампасининг толасидан фойдаланилади. Бу группалаги кенг тарқалган асбоблардан бири — чуғланиш толаси йуқолиб кетадиган монохроматик оптик пирометрлар. Бу асбобнинг принципиал схемаси 8.1-расмда келтирилган. Қийдирилган жисмнинг нурланиш оқими объектив 1 орқали йиғилади ва пирометрик лампа 2 нинг тоза юзасига проекцияланади. Окуляр 3 ёрдамида объектининг тасвири билан кесишган лампа толасининг тасвири кузатилади. Лампа толаси таъминлаш манбаи E нинг узгармас токидан чуғланади. Манбанинг кучланишини реостат R ёрдамида секин-аста ростлаш йули билан объект ва тола равшанликлари тенглашгунча ошириб борилади. Шу пайт объект тасвири билан кесишган толанинг қисми расмда кўрсатилганидек, йуқолиб кетади. Равшанликлари тенглашгандан сунг ток кучили



8.1-расм. Чуғланиш толаси кўринмай кетадиган оптик пирометрнинг принципиал схемаси

ёки лампа кучланишини ўлчайдиган асбоб билан пирометр курсатишлари ҳисобланади.

Оптик пирометрларнинг температурасини ўлчаш диапазони 500°C дан 10 000°C гача. Йул қуйиладиган асосий хатоликлар чегараси $\pm 1,5\%$ дан ошмайди. Оптик пирометр кўчма асбобдир. У билан уздуксиз ўлчаш ва температурани қайл қилиш мумкин эмас.

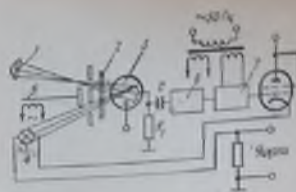
Бундай пирометрдан фарқи уларок, фотоэлементли пирометрлар (фотоэлектр пирометрлар) курсатишларни ёзиб олиш ва уларни масофага узатиш имконига эга. Бу асбоблардан тез утадиган процесслардаги температурани ўлчашда фойдаланилади.

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

$$I = a \cdot T^n \quad (8.6)$$

бу ерда a — асбобнинг сезирилгига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; n — асбобнинг спектр характеристикасига боғлиқ бўлган асбоб доимийси; T — физик жисмнинг температураси.

Олинган температуранинг нурланишини характерловчи фототок жуда кичик бўлиб, уни кучайтириш учун электрон кучайтиргичлар қўлланилади.



82-риск. ФЭП-типа фотоэлемент-потенциометр.

ФЭП (82-риск) тур-
рдаги фотоэлемент-по-
тенциометрларга нур оқи-
ми буйича манфий теска-
ра боғланган. Мазкур
боғланш ёрунлиги
электрон кучайтқиш
чигишда кучланш
функциясида иборат
булган қилдириш лам-
пасининг фотоэлемен-
тин ёриташ билан
амалга оширилади.
Нурланётган жисмдан
чиқётган нур оқими
линоа 1 билан бир жой-

та йиқилади ва қизил ёрунлиг филтри 2 кассетасининг юқори
тегини оради фотоэлемент 3 га тушади. Фотоэлементта кас-
сетанинг растаси тегиш оради ҳам қўзғалниш лампаси 4 дан
нур оқими тушади. Фотоэлементтин қадим-сол тоқ нурланёт-
ган жисмдан, тоқ қўзғалниш лампасидан ёричилиш ёрунлиг
филтри кассетасининг олдига ўрнатилаган ёрунлиг модулятор
рининг 50 Гц частота билан тебравушч тўсиги 5 ёраминда
таъминланади.

Ёрунлиг филтри кассетасида тебравушч тўсик ва тешик-
лар шакли шундай таъинланган, фотоэлементта иккала нурла-
ниш нурланётган синусларга ўзгарувчи нур оқимлари тушади.
Бунда иккала нур оқимларининг фазалари 180° га саланган
бўлади.

Фотоэлемент чигишда фототок пайдо бўлади, унинг қат-
талиги жисм ва лампа томондан ёричилишнинг даражасига
бўлиб. Шу ёричилишлар теги бўлмаса, фотоэлемент эн-
жирла ўзгарувчан фототок ҳосил бўлиб, у 6 жисм фототок
билан, 2 лампа фототок билан устма-уст тушади. Бу ток фо-
тоэлемент чигишда R, резисторда кучланешининг синусларда
тушуни ҳосил қилади, бу кучланеш C конденсатор оради
уч каскадда электрон кучланеш кучайтқишга 6 га ўзатилади.
Фототокнинг нур оқимларининг фарқига пропорционал булган
ўзгарувчи ташкил итувчиси 6 кучайтқишда кучайтирилади
ва фотосензор детектор 7 оради электрон лампага ўтказила-
ди. Шу лампа токи чигиш параметридан иборат. Электрон
лампадан амалда ижрига манфий тескари боғланшда лампа
4 уланган. Лампадан қилдириш токи ўлчанётган жисм ва лам-
пасининг ёричилишнинг ўзаро теги бўлганча ва фототокнинг
ўзгарувчи ташкил итувчиси ўзаро олган теги бўлганча ўзгар-
тириб борилади. Бу билан лампадан ток кучи ўлчанётган
жисмининг ёрунлиг температураси билан бир қийматли боғлиқ
бўлиб қолади.

Лампанн таъминловчи ток кучи тескор автоматик потен-
циометр билан лампа энжиридати $R_{\text{эм}}$ қаршилликдаги кучланеш
тушуни миқдори буйича ўлчанала. Потенциометр ёрунлиг тем-
ператураси даражалари билан даражаланган. Фотоэлемент пи-
рометрнинг ўлчан чегаралари 500 дан 4000°C гача. Ассей
хато ўлчанш юқори чегарасининг $\pm 1\%$ жик ташкил этади.

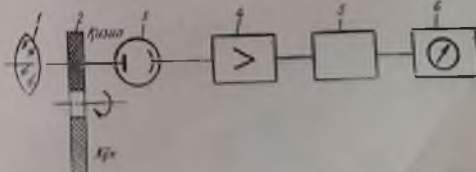
83-§. СПЕКТРАЛ НИСБАТЛИ (РАНГЛИ) ПИРОМЕТРЛАР

Рангли йки спектрал пирометрлар қодирланган жисмининг
нурланеш спектралдаги энержиянинг нисбий тақсимланши бу-
йича температурани ўлчаншга мўлжалланган. Температура қўз-
галниш жисмининг спектралда тақдирланган нисби соҳа, масалан, кўк
соҳалардаги раванликлар нисбатидан аниқланади. Агар қўз-
галниш жисмининг нурланеш спектралда λ_1 ва λ_2 тўқниқ узун-
лигидати нисбати монохроматик нурланеш (қизил ва кўк соҳа-
да) тақдирланган, температура ўзгариши билан бу нурланешлар
раванликларининг нисбати қим ўзгаради. Қора бўлмаган
жисм учун раванликлар нисбати қуйидаги ифода билан а-
нотерланади:

$$R = \frac{\epsilon_{\lambda_1}}{\epsilon_{\lambda_2}} R_{\lambda} \quad (8.7)$$

бунда ϵ_{λ_1} ва ϵ_{λ_2} — λ_1 ва λ_2 тўқниқ узунликларидаги нурланеш абсорб-
цион коэффициенти, R_{λ} — қора жисм учун λ_1 ва λ_2 тўқниқ узунликлари раван-
лиги нисбати.

Фотоэлементли рангли пирометрнинг принципал схемаси
8.3-расмда кўрсатилган. Ўлчанётган жисмдан қаққан нурла-
ниш объектив 1 оради ўтиб, фотоэлемент 3 га тушади. Фо-
тоэлемент олдига қизил ва кўк филтри алмашуви дискси-
мон обьектор 2 ўрнатилаган. Фотоэлемент тоқ қизил, тоқ кўк
ранглар билан ёричилиди ва шунга кўра тегишда импульслар
чиқаради. Бу импульслар электрон кучайтқиш 4 билан кучай-
тирилиб, логарифмловчи қурилма 5 оради ўзгармас токка
айланади. Бу ток температура бирликларида даражаланган
ўлчанш асбоби 6 билан қайда қилинади. Пирометрнинг ўлчанш



83-риск. Фотоэлементли рангли пирометрнинг принципал схемаси.

чегараси 1400°C дан 2800°C гача. Асосий хато миқдори ўлчаш юқориги чегарасининг $\pm 1\%$ дан ошмайди.

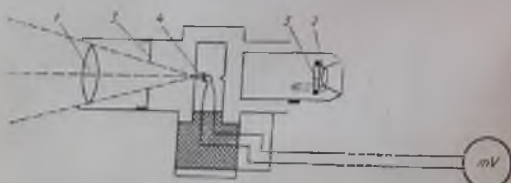
Ҳозирги заҳтда ҳақиқий температура пирометри ПНТ-1 деб аталовдиган пирометрлар кенг ёйилмоқда. Улар спектрал нисбатли пирометрдан ноборат бўлиб, ҳатирасида сеқланган ахборот асосида ҳисобланадиган тузатишчи автоматик киритади. Пирометр 800—2000°C ўлчаш диапазонида муўжалланган. Ҳақиқий температурани ўлчаш хатолари $\pm 1\%$ дан ошмайди.

8.4. Тўғлиқ нурларнинг (радиацион) пирометрлари

Радиацион пирометрлар (тўғлиқ нурларниш пирометрлари) қиздирилган жисмнинг температурасини ўлчашга муўжалланган. Пирометр оптик система (линза, ойна) билан таъминланган. Бу система жисмдан чиққан нурларни китти термобатарея, қаршилик термометри ва ярим ўткөзгичли термоқаршиликлардан ноборат узарткиричга тўғлайди. Ўлчаш асбоблари сифатида милливольметр, автоматик потенциометр ва мувозанахлаштирилган кулриклардан фойдаланилади.

8.4-расмда термобатареяли радиацион пирометрнинг принципал схемаси кўрсатилган. Пирометр объектига линза 1 ва окулярли телескоп 2 дан ноборат. Нурларниш менбандан чиққан нурларнинг йўлида чекловчи диафрагма 3 ўрнатилган, объектив линза фокусда эса термобатарея 4 жойлашган. Окуляр линза олдинга кўзин муҳофаза қилувчи рангли шипа 5 қўйилган. Термобатареяда тўғлазган нурлар уни қиздира бошлайди ва нурларнишнинг тўғлиқ энергиясига пропорционал бўлган ЭЮК пайдо бўлади. Бу ЭЮК милливольметр билан ўлчанади.

100°C дан 4000°C гача температурани ўлчайдиган радиацион пирометрларнинг турли конструкциялари мавжуд бўлиб, улар ўзларининг оптик системаси, термопараларни ўлчаш схемаси ва бошқа элементлари билан фарқ қилади. Узарткичлари қаршилик термометридан ноборат бўлган баъзи радиацион пирометрлар нисбатан кичик, масалан, 20°C дан 100°C гача температураларни ўлчай олади. Узарткич қабул қиладиган нурлар энергиясини аниқ ҳисобга олиш жуда қийин. Чунки ўз-



8.4-расм. Термобатареяли радиацион пирометрнинг принципал схемаси.

гартит ва шриф муҳит ўртасида ўзаро иссиқлик алмашиш мавжуд. Шунинг учун асбоб ҳисобга олиб бўлмайдиган хатоларга йўл қўйиш табиий.

Лекин бу кичик хатоларга қаршим, радиацион пирометрлар споватга жуда кенг қўлланади. Пирометрларнинг курсатишларини маҳсуфа узатиш ёки автоматик рақамда ёзиб олиш ва улар ёрдамида температураки ростлаш мумкин. 2500°C гача температурани ўлчашда пирометр курсатишларининг хатоси $\pm 1.5\%$ дан, 2500°C дан ортқ температурани ўлчашда эса $\pm 2.5\%$ дан ошмайди.

Сериялаб чиқарилаётган АПИР-С турдаги тўғлиқ нурларниш пирометрларни температурани 30 дан 2500°C гача бўлган оралиқда ўлчашга муўжалланган. Махсус таъминланган пирометрлар — 100° дан +3500°C гача тарихда қўлланади.

9.606. ТЕМПЕРАТУРАНИ МАХСУС ЎЛЧАШ УЧУН ТЕРМОМЕТРЛАР

9.1. ҚАТТИҚ ЖИСМЛАР СИРТИНИНГ ТЕМПЕРАТУРАСИНИ ЎЛЧАШ

Сиртларнинг температурасини контактли ва контактсиз усуллар билан ўлчаш мумкин. Температуранинг контактли термометрлар билан ўлчашда, олатда, иситиш муаммо мавжуд:

- 1) термометр ва ўлчанаётган сирт температураларининг генералнинг таъминлаш;
- 2) термометр билан ўлчаш жойида температуранинги ёки сиртининг температура майдонининг бузиб курсатилишини ёқотиш.

Термометр ва ўлчанаётган сирт температураларининг тенг-лигини таъминлаш учун ўлчаш объекти сиртидан термометрга иссиқлик ўтказишнинг энг яхши шароитларини яратиш лозим. Яхши иссиқлик контактини таъминлаш учун махсус таёрланган термометрини сиртга етилилаш, кавишарлаш ёки пайвандлаш мақсадга мувофиқ.

Ўлчаш объекти сиртининг температураси ёки температура майдонининг бузилишига термометрнинг ўлчанаётган сиртга қўшимча иссиқлик олиб келиши ёки олиб кетиши сабаби бўлиб, хизмат қилганда юз беради. Шунинг учун сирт температурасини ўлчаш жойида қўшимча иссиқлик алмашиш бўлмайдиган шароитлар яратиш керак. Баъзан термометр орқали иссиқлик алмашишдан қочиш мумкин бўлмаганда, шу иссиқлик алмашишнинг температура ўлчанадиган жойдан бошқа жойга кўчиринишга ҳаракат қилинади.

Сирт температурасини, масалан, трубопровод температурасини узлуксиз ўлчаш учун термометрини сиртга махсус қисқич билан тақаб қўйилади. Трубопроводнинг изоляцияси борлиги ўлчаш жойидан иссиқликнинг чиқиб кетиши (ёки иссиқлик кириб келиши) амалда мумкин эмаслигини тақозо қилади ва шу-

нинг учун термометр сирт температурасини бузиб кўрсатмайди.

Ҳаракатдаги сиртларнинг (паллаларнинг, каландларнинг ва б. ш.) температурасини ўлчаш аниқлиги мураккаб. Бундан ҳола нурланиш бўйича контактни ўлчаш усулларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Аммо бу усулларни қўллагани амалий қийин бўлади, чунки ўлчанаётган сиртни тўғридан-тўғри кўриш мумкин эмас ва ҳ. Шунинг учун контактни термометрлар кенг қўлланади. Бунда термопремияк билан температураси ўлчанаётган сирт тиккалишига боғлиқ бўлган қатор қўшимча хатоликлар пайдо бўлади. Шу хатоликлар термопремияк контактининг тўғрилигига, назорат қилинаётган сирт тозаллигига ва бошқа факторларга боғлиқ. Сирт айланма ҳаракат қилганда сиртнинг узатилиши айланма контактни қуралма орқали эмалга оширилади. Унинг содда варианты контакт қал-каларидир.

9.2. §. АЛАНГА (ГАЗ ОҚИМЛАРИНИНГ) ТЕМПЕРАТУРАСИНИ ЎЛЧАШ

Аланга температурасини ўлчаш ўзига хос хусусиятларга эга. Ўлчаш усулини танлашда ўлчанаётган температуралар даражаси, мақбул аниқлик ва аланга турини аниқлаш қилинади. Аланга температураси кўпгина саноат қурилмаларида 1600—1900°C атрофида бўлади. Уни нурланиш пирометрлари ёки контактни термометрлар ёрдамида ўлчанади. Бу температурани нурланиш бўйича ўлчашда уни пирометрнинг нурлаш ўқи бўйлаб фазоний ўрталаштириш юз беради. Ўлчаш натижаларига алангадаги нурланиш компонентлари таъсир этади. Пирометр қабул қиладиган тўлқинлар узунлигини таплаш катта аҳамият касб этади. Газларнинг нур тарқатмай-диган иссиқ ёки совуқ зоналарини махсус бўямасдан туриб, пирометрлар билан ўлчаш бўлмайди.

Бундай ўлчашнинг камчиликларидан бири температурани оптик ўқ бўйлаб ўрталаштиришдир. Шунинг учун топишган натижа аланганинг қайси нуқтасига тегишли эканини аниқлаб бўлмайди. Бу жиҳатдан ўлчамлари ўнча катта бўлмаган термoeлектр термометрларни қўллаш катта афзалликларга эга. Аммо бундай термометрнинг температураси газ температура-сидан янча (100—200°C га) фарқ қилиши мумкин, чунки у термометрнинг иссиқлик баланси бўйича аниқланади.

9.3. §. ЭРИТМАЛАРИНИНГ ТЕМПЕРАТУРАСИНИ ЎЛЧАШ

Эритмаларнинг температурасини ўлчаш мураккаблиги асо-сан термометр ҳимоя гилофининг актин занглаши билан боғ-лиқ. Бу эритмаларнинг температурасини ўлчашда ҳимоя ги-лофлари бир неча ўн соатдан кейин эритманинг агрессив таъ-сири сабабдан ишдан чиқади. Шунинг учун кўпинча гилофини сифатсиз, яъни, осонлик билан алмаштириладиган, бир вақт-

да термометр электродидан нобрат буладиган пўлатдан исала-ди. Шунинг эритмалари температурасини ўлчаш учун ҳимоя ги-лофлари углеродли блоклардан ёки қимматбаҳо металллардан ясалди.

Қовушқ мухитлар температурасини ўлчашда мушкул қийинчиликлар пайдо бўлади. Бу қолларда иссиқликка сезгир элементни осонгина тозалашни, кўпинча алмаштиришни ҳам таъминлаш зарур. Бунда сезгир элемент билан ўлчанаётган мухит орасида етарли даражада яхши контакт таъминланган бўлиши керак.

Бирор ўлчаш усулини танлаш ва унинг конструктив бажари-лиши эритма температурасини ўлчашнинг конкрет шароит-ларни, уларнинг турли материаллар билан ўзаро таъсирлашуви, нурланиш қобилияти ва бошқа физик ҳамда химиявий хосса-лари билан белгиланади.

Учинчи бўлим

СИГНАЛ ЎЗГАРТИКИЧЛАР ВА МАСОФАГА ЎЗАТИШ СИСТЕМАЛАРИ

Умумий маълумотлар

Ҳар қандай ўлчаш қурилмасида ўлчаш ахборотини ўзгартиш зарурлиги назарда тутилади. Шу нисни бажарадиган элементлар ўлчаш ўзгарткичлари дейилади. Қиринишга ўлчанаётган физик катталиқ келадиган ўзгарткич бирламчи ва ўлчаш сигналларини ўзгартишан амалга оширадиганлари ораллиқ ўзгарткич деб юритилади.

Технологик параметрларни ўлчаш учун қурилган купгана замонларни қурилмалар бирламчи ўзгарткич, иккиламчи асбоб ва уларни уловчи алоқа линияларидан ташкил бўлган системадан иборат.

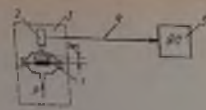
Бирламчи ўзгарткич ўлчаш жойига яқин ўрнатилади. У назорат қилинаётган муҳитга бевосита тегиб туради ва ўлчанаётган катталиқни бошқа физик табиатга эга бўлган (электрик, пневматик, камроқ — гидравлик) алоқа симлари бўйича бошқарини шчитига ўрнатишган иккиламчи асбобга ўзатиш учун қулай бўлган сигналга ўзгартишга мўлжалланган.

Умумий кўринишда бирламчи ўзгарткич сезгир элементдан ва узатувчи ўлчаш ўзгарткичидан иборат бўлади. Сезгир элемент ўлчанаётган параметрни қабул қилади ва уни бошқа физик табиатли сигналга ўзгартади. Агар бу сигнал масофага ўзатишга қулай бўлса, унда у алоқа линияси бўйича иккиламчи асбобга ўзатилади ва у билан ўлчанади.

Агар сезгир элемент ўлчанаётган катталиқни масофага ўзатиш мумкин бўлмайдиган физик катталиққа, масалан, силжиш ёки кучга ўзгартса, унда ораллиқ ўзгарткичга қўллаш зарурати туғилади. Бу ўзгарткич катталиқни (силжиш ёки кучни) электр ёки пневматик сигналга ўзгартади, кейин бу сигнал алоқа линияси бўйича иккиламчи асбобга ўзатилади. Мисол сифатида 10.1-расмда босим ўлчаш комплектининг схемаси келтирилган. Р босим ўзгарганда мембрана 1 (сезгир элемент) жилади, бунда унинг марказининг силжиши Х статик характеристика $X = f(P)$ га мос равишда босим билан бир қийматли боғланган бўлади. Агар бундай асбоб фақат хўрсатувчигина бўлса эди, унда босимни аниқлаш учун стрелкани мембрана

110

на маркази билан кинематик алоқа ёрдамида ўлаш етарли бўларди. Босимни масофадан ўлчашда механик катталиқни — Х силжишини, уни алоқа линияси 4 бўйича иккиламчи асбоб 5 га ўзатиш учун, пропорционал электр сигналга ўзгартиш зарурати туғилади. Бу ўзгартишни бирламчи асбоб 3 нинг ораллиқ ўзгарткичи 2 ёрдамида бажарилади.



10.1-расм. Босимни ўлчаш учун ўлчаш комплекти схемаси.

Чизиқли силжишни унификацияланган чиқиш сигнални ўзгартиш учун дифференциал-трансформаторли ва магнит компенсацияли ўзгарткичлар кенг қўллана бошланди. Бурчак силжишларини ўзгартиш учун ферродинамик ва частотали, кучларни ўзгартиш учун кучли компенсацияли (электр ва пневматик) ўзгарткичлар қулай. Ўзгарткич тури ўзгартирилаётган сигналнинг кўриниши ва алоқа линияси бўйича ўзатиладиган сигналнинг берилган кўринишига боғлиқ (ток, кучданнш, босим ва Ҳ.).

Замонавий ўзгарткичлар ва асбобларнинг муҳим хусусияти уларнинг чиқариш сигналларининг унификацияланганлигидир. Бу ўлчов воситалари ўзаро алмашинувчанликни, марказлаштирилган назорат қилишни таъминлайди ва иккиламчи асбоблар номенклатурасини қисқартишга имкон беради.

Ўзгармас токнинг унификацияланган чиқариш сигналга эга бўлган ўзгарткичлар энг истиқболдир. Шу билан бирга ўзгармас ток кучданншнинг чиқиш сигналга, частотали электр чиқиш сигналга эга бўлган ўзгарткичлар ҳам қўлланади. Ўзгарувчи токнинг чиқиш сигналга эга бўлган ўзгарткичлар кенг қўлланади. Бундай сигнал ё ўзаро индукциянинг ўзгариши кўринишида, ёки ўзгарувчан ток кучданншнинг ўзгариши кўринишида намоён бўлади. Химия саноатида унификацияланган пневматик чиқиш сигналга эга бўлган ўзгарткичлардан фойдаланилади. Чиқиш сигналларнинг ўзгариш чегаралари мазкур дарслиқнинг 1 бобидаги 1.3-§ да келтирилган.

Нормалаштирувчи ўзгарткич табиий чиқиш сигнални унификацияланган сигналга ўзгартиради. Нормалаштирувчи ўзгарткич алоҳида мустақил қурилмадан иборат.

ДАС системасида ўзаро алмашинувчан пневматик ва электр ўзгарткичларнинг блок типидagi унификацияланган қатори ишлаб чиқилган. Шундай турдаги ўзгарткичлар катта сондаги турли ўлчанаётган параметрларни нисбатан соддалик ва етарли аниқлик билан битта чиқариш катталиқига — кучга ўзгартирган.

Унификацияланган ўзгарткичларнинг аниқлик класси 0,6; 1,0 ва фақат баъзилари учунгина 1,5; 2,5.

111

Ноэлектр катталарини электр чиқиш сигналыга ўзгартириш
на курсетилларини массфга узатини учун куч компенсацияли
ўзгартикичлар, силжиш компенсацияли ўзгартикичлар на част
тали ўзгартикичлар энг куп қўлланилади.

10.1-§ КҮЧ КОМПЕНСАЦИЯЛИ УЗГАРТКИЧЛАР

Куч компенсацияли ўзгарткичлар биразмчи асбоб сезгир элементнинг кучи 0–5 ва 0–20 мА ли ўзгармас токнинг синхронизацияланган сигналига ўзгартишга мўлжалланган.

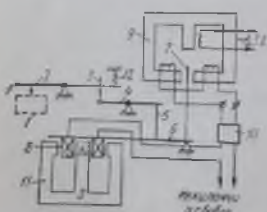
Электр-куч узгарткичларининг ишлаши кучни компенсациялаш принципіга асосланган: ссзгир элемент томонидан улчанган куч билан таъсирда ҳосил қилинган куч шу ссзгир элементга тескари алоқа қўрилмас томонидан таъсир этидиган куч билан мувозанатлашади.

ДАС аналог-объектнинг электр ўзгарткичларида электр-куч ўзгарткичларнинг икки турлидан фойдаланилади — куч ва чиқинчи сигнал орасида түгги пропорционаллик (чизикли) муносабатни ташкиллайдиган чизикли ўзгарткичлар ва чиқинчи сигнал куч қийматидан олгинан квадрат идига пропорционал бўлган квадратик ўзгарткичлар. Квадратик ўзгарткичлардан дифанометрларда — сарф ўлчаткичларда фойдаланилади. Улар чиқинчи сигналнинг ўлчавабатган суяқлик ва газ сарфига түгги пропорционал ўзгардиган ўзгармас тоқ хўйинида олшини ташкиллайдн. Ўзгарткичлар алоҳида блок кўрнишида да ясаладиган УП-20 типли кучайтиргич билан комплекта-
нади.

Чизикли ва квадратик ўзгарткичлар фақат куч механизми курилмаси билан фарқ қилади.

Куч компенсацияли электр аналог ўзгарткичнинг принци-
ал схемаси 10.2-расмда кўрсатилган. Ушунанётган параметр

10.2-рasm. Куч компенсациялы электр аналог батариини.



10.2- рasm. Куч компенсациялы
электр аналог ўзгарткичи.

чулувларининг бир-бирига қараб, улаинин иатикасида ҳосил бўлаган янширанган мувозалат ўртак ҳолатдан четга чи-
қиб, синаёт ҳастатиди ўзгарувчан тоқ синали пайдо бўлади.
тўйилган синал масофага ўзини яншиган ва шу билан
нинг галгати 8 га (тескари боғаниш) кезлади. Галтак 8 даги
синаги ўзлар талсир натижасида янчаг 6 ва куч пайдо бўла-
ди, бу куч ўчачанетган кириш (масалас, боғим ўзгармас нати-
жасида) кучини мувозалатлабди Асбобнинг ноди нуқтаи
пужина 12 орқали созланади. Асбоб ўзгартиқининг берил-
ган ўлаш дивизионига солаш учун роляк 3 ва лентали тор-
ти 5 ни сиклтилади.

Куч компенсацияси принципи шу сарфни исбатдан қўйил-
гидан фўрат: мувозинат пайтида сезгир элемент ҳосил қил-
ган куч F унга тескари алоқа томонидан таъсир этадиган куч
 F_m га тенг.

Чизикли ўзгарткичда доний магнит II билан аалтан 8 дан утаётган ток ҳосил қиладиган магнит майдони орасидаги ёзаро таъсир шу токка пропорционал бўлган, унчаг системаси орқали кирпи кучини мувозанатлаштирадиган шўҳ ҳосил қилади, яъни

$$R_{\text{eq}} = R \cdot I_{\text{max}} \quad (10.1)$$

булда $I_{\text{т}}$ — тескари аяка томонилан таъсир этадиги ток; K — умарма коэффициент; $I_{\text{чик}}$ — чикиш токи.

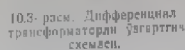
Квадратик узгартгичда тескари алоқа куч F_c билан чиқиш сигнали $I_{\text{чк}}$ орасидаги ўзаро таъсирлашув магнитотелектр механизм ўрнига электромагнит куч меканизмига қўйлаш ёрдамида таъмин этилди. Бу ҳолда тескари алоқа кучи билан чиқиш сигнали орасидаги муносабат қуйидаги ўрнишида бўлади:

$$F_H = K \cdot I_{\text{max}}^2 \quad (10.2)$$

УП 20 тилдаги ярим ўтказгич кучайтргич номувофиқлаштириш индикатори сигнални ўзгармас элэктр токни сигналга ўзгартдири. Сигнални масофага узатиш 10 км га еттиши мумкин. Ўзгарткичга уланадиган иккиламчи асбобларни икки гуруҳга бўлиш мумкин: ўзгармас токнинг унфикацияланган сигналдан ишлайдиган (миллиамперметрлар) ва ўзгармас кучланиш сигналдан ишлайдиган асбоблар (вольтметрлар, потенциометрлар, марказий назорат ва бошқаришнинг электр машиналари).

10.2-6. СИЛЖИШ ҚОМПЕНСАЦИЯЛИ ҲЗГАРТКИЧЛАР

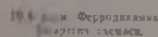
Силжишни компенсациялаш схемаси бўйича қўриладиган электр аналог ўзгарткичларидан нозлектр катталикларни электр чиқиш сигнаliga ўзгатириш ва кўрсатишларни масо-



Дифференциал-трансформаторлар узагтаткичлардаги бирлигим эсвоб узасиниң силжиши пкклидмчи эсвоб узасиниң силжиши билди мувознастлашадилар. Дифференциал - трансформаторлар узгатикичлар сарф, босим, сатх из бишки параметрларни уянда ишатилидала, бунда бу параметрларнинг киймати бирламчи эсвоб гадатки узасиниң силжишига узгастириладил.

[illegible]

ДАРС системасида телеушатишнинг дифференциал-трансформаторли системаси учун иккинчи даражаси асбобларга КСД ва КСУ ки-ради. Асбобларнинг қуйидаги турлари чиқарилади: жуда ки-

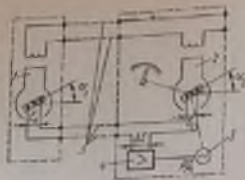


Ферродинамик Узагарткичларда бурчак силжилиш узагурувчан ток ЭЮКнинг пропорционал қий-
матига узагарткилади. Улар
босим, сирф, сатҳ ва бошқа
киттавийларни ўлчайда иш-
лағайлади. Бунда бу каттавийларнинг қиймати ферродинамик
узагарткич рамаксийнинг бурлиши бурчакга узагарткилиши
мумкин. Узагарткич (10.4-расм) унинг магнит системасини ҳо-
си қилувчи магнит устакзига 1, бошқос 2, ёки 3 ва ҳаракат-
чан пилуикер 7 қамда плуижер 7 нинг спиллийи вақтда уза-
ридаган никита ҳалқасини 4 ва ростванувчи 6 хаво оранж-
ларидан фброт. Ғалтак 9 да саноат частотали узагурувчи
тоқтин таъминланувчи уёғотли чулғамни қилувчи. Бу таъ-
тан ҳосил қилган магнит оқини уёғотли чулғамига фбралган
силжиш чулғам ва узагарткичнинг илалувчи рамакзига 5 да
ЭЮК индукциялайди. Рамакча, силжиш ва уёғотли чулғам-
ларининг учалар клеммалар панелъ 8 та чиқартаган.

5 рамкача бирламчи асбобнинг сезгир элементи билан боғланган. Рамкача нейтрал ҳолатдан четга чиққанда унда ЭЮКС индукцияланади:

$$E_p = \frac{u}{\sqrt{1-\beta^2}} B \cdot l \cdot r_{ps}^{-q}, \quad (10.3)$$

бунда ω — токнинг бурчак частотаси; B — магнит индукцияси;
 l — рамкачанинг магнит майдони кесиб ўтган ўтказгичи узун-
лиги; $r_{\text{ср}}$ — рамкачанинг ўртача радиуси; π — рамканинг бури-
лиш бурчаги.



10.5-рasm. Массофага узатиш ферродинамик системасининг принципал схемаси.

ни сабабли рамкача ва силжиш чулгами ЭЮКини ҳаво ора-

сини ростлаш йўли билан ўзгартириш мумкин.

Массофага узатиш ферродинамик системасининг ишлайш принципи ПФ датчикларини ишлатишга асосланган. Бу усул бирламчи асбоб датчикдан олинган ЭЮК ни иккиламчи асбоб ферродинамик ўзгартирчи ЭЮК билан компенсациялашдан иборат. Ферродинамик системаси (10.5-рasm) ўлчаш асбобининг узатувчи ўзгартирчи (датчик) 1, алоқа линияси 2 ва иккиламчи асбоб элементлари бўлган ўзгартирчи 2, электрон кучайтиргич 4 ва реверсив электр двигателъ 3 дан иборат. Ферродинамик ўзгартирчи 1 ва 2 ларнинг рамкачалари кетма-кет ўланган, улардаги ЭЮК лар бир-бирига қарама-қарши, шунинг учун электрон кучайтиргич 4 киришига иккала датчик ЭЮК ларининг фарқи $E = E_1 - E_2$ узатилади.

Агар $\Delta E = 0$ бўлса, система мувозанат ҳолатида бўлади. Агар ўзгартирчи 1 рамкачасининг ҳолати ўлчанаётган параметр таъсирида α , бурчакка бурилса, ЭЮК ҳам ўзгартириб, E_1 га тенг бўлиб қолади. Системанинг мувозанати бузилади, кучайтиргич 4 киришига ΔE ЭЮК узатилади, бу катталиқ кучайиб, электр двигателъ 3 га узатилади. Электр двигателъ иккиламчи асбоб рамкачасини α_1 ва α_2 бурчаклар тенглашгунча силжитида (E_1 ва E_2 ЭЮК лар ҳам тенглашади).

Ферродинамик ўзгартирчилардаги индукцияланган ЭЮК нинг рамка бурилиш бурчатиға боғланиши чизикли бўлгани сабабли, улар дифференциал-трансформаторли ўзгартирчиларга нисбатан катта ўлчаш чегараларига эга. Массофага узатилади-ган ферродинамик ўзгартирчилар ўзларининг ишончилиги, ишлатилиши содда ва қулайлиги, универсаллиги, юқори метрологик характеристикаларга кўра кенг тарқалган.

Саноатда қуйидаги турдаги ўзгартирчилар чиқарилади: ПФ — ферродинамик ўзгартирчилар; ПФФ — ферродинамик функционал ўзгартирчилар; ПФФ-К — ферродинамик функционал коррекциялик ўзгартирчилар.

Рамкача ўрамаари сони ва магнит индукцияси ўзгармас бўлганда ферродинамик ўзгартирчи катталиги E , бурчилиш бурчати α га ёки ўлчанаётган параметр қий-матига пропорционал, яъни

$$E, \alpha \sim K \cdot \varphi. \quad (10.4)$$

бунда K — ўзгартириш ко-эффиценти.

Магнит оқимининг кат-талиги бошқоқ 2 ва қўз-галувчан плунжер 7 ораси-даги массофага боғлиқ бўлган

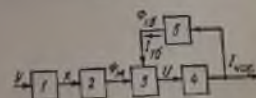
ПФФ ва ПФФ-К турдаги ўзгартирчиларда ПС, ПФ, ПП ва БД турдаги чиқиш ўзгартирчиларнинг бошқоқ 3 ва катталиққа пропорционал бўлган электр ва пневматик сигнал-ларни беришига имкон беради.

Турли (схемали) чиқиш ўзгартирчи ПС частотали сигнал беришига имкон беради. Ундан интегралловчи қурилмаларда ах-боротни рақамли автоматиканинг турли қурилмаларига, бош-қарилувчи ва ҳисоблаш машиналарига киритиш учун фойдала-нилади. Ферродинамик чиқиш ўзгартирчи ПФ ва БД ПФФ ва ПФФ-К турдаги ўзгартирчиларни турли ҳисоблаш системалари-да, телеушчи ва бошқариш системаларида қўлданшга имкон беради. Пневматик чиқиш ўзгартирчи ПП ўзгартирчилар билан пневматик аппаратура орасида боғланиши амалга ошириши, ахборотни пневматик рақамли-суювчи ва бошқариш машина-ларига киритиш, шунингдек, пневматик қурилмалар қўлданшга талаб этидиган алоқада схемалар билан алоқа болатиш имко-нини беради. Чиқиш сельсини БД нинг бошқариш ўзгартирчилар билан сельсинлар орқали ишлайдиган қурилмалар ўзгартир-чилар орасида дистанцион узатиш учун алоқани амалга ошириш-га имкон беради.

Магнитомодуляцияли ўзгартирчилар (магнит компенсацияли узатувчи ўзгартирчилар)нинг иши магнит оқимларини компен-сациялашга асосланган. Магнитомодуляцияли ўзгартирчилар бир-ламчи асбоб сезгир элементининг чизикли силжишини ўзгар-мас токининг унификацияланган чиқиш сигналга ўзгартириш учун мўлжалланган. Бузай ўзгартирчиларнинг ишлайш принци-пи қуйидагидан иборат: махсус қурилма-индикаторда ҳосил қи-линадиган бошқарувчи магнит оқим ҳаракатдаги элемент — ўзгармас магнитнинг (бирламчи ўзгартирчининг сезгир элемен-ти билан силжитиладиган) силжишида шу индикаторда теска-ри алоқа токи ёрдамида ҳосил қилинадиган магнит майдон билан компенсацияланади. Бунда чиқиш токи ва қўзгалувчи элементининг силжиши, ва демак, ўлчанаётган катталиқ қийма-ти орасида маълум муносабат ўрнатилади.

Ўзгартирчининг структуралли схемаси 10.6-рasmда келтирил-ган. Бирламчи ўзгартирчининг қайишқоқ сезгир элементи 1 ўл-чанаётган катталиқ Y ни ўзгартириб 2 ўзгармас магнитнинг чиқишли силжиши X га ўзгартиради. Магнитнинг силжишида бошқарувчи магнит оқими Φ_0 ўзгаради. 3 магнит оқимлари 3 нинг индикаторида тескари алоқа магнит оқими Φ_{12} билан тенглашади. Индикатор чиқишида магнит оқимлари айирмасы $\Delta\Phi = \Phi_0 - \Phi_{12}$ га пропор-ционал бўлган кучлавиш U пайдо бўлади. 4 кучайтир-гич ёрдамида чиқиш токи сигнали $I_{\text{чиқ}}$ га ўзгартирилади.

Чиқиш токи $I_{\text{чиқ}}$ массофа-даги узатиш линиясига ва бир вақтда тескари алоқа қў-



10.6-рasm. Ўзгартирчининг магнит компенсацияли структуралли схемаси.



10.7-рәс. Магнит компенсацияны үзгәрткүчтәге башка принципналар схемасы.

Үзгәрткүчтәге магнит компенсацияны принципналар схемасы (мәсәлән, өскәм) сәхтәр элемент (мәсәлән, бер үрәмкә пәйдә-симон пружина 7) билән үзгәрткүч магнит б сәхжәһиңә үзгәрткүчтәге У магнит оҗамы 3, күрәһиңәдә бәһжәһиңә тәһсирин дөһсәл қылаһиң.

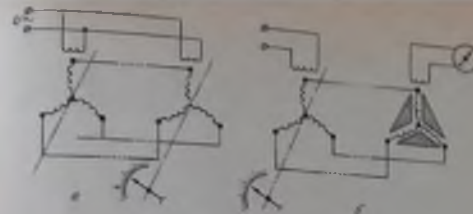
Бу оҗам чәһжәһиң сәхжәһиң тәһсирин алаһиң муһтаһамләһиң 4, дән үзгәрткүч ток $I_{\text{маг}}$ үткәһиңә пәйдә брәдәһиңә тәһсирин алаһиң магнит оҗамы $\Phi_{\text{маг}}$ билән компенсацияһиңәдә. $\Phi_{\text{маг}}$ оҗамына үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

Үзгәрткүч чәһжәһиңәдә сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

Магнит компенсацияһиң үзгәрткүчтәге дәһжәһиңәдә аһжәһиңәдә б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

Иһжәһиңәдә аһжәһиңәдә сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

Күрәһиңәдә тәһсирин дөһсәл қылаһиң муһтаһамләһиң 4, дән үзгәрткүч ток $I_{\text{маг}}$ үткәһиңә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.



10.8-рәс. Сәхжәһиңәдә магнитомодуляцияһиң үзгәрткүчтәге б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

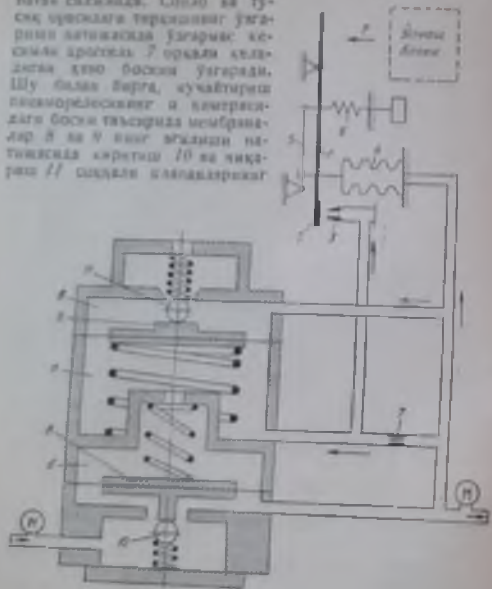
бурһиңәдә сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

Үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

Трансформаторһиңәдә режимдә (10.8-рәс. б) дән үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

Сәхжәһиңәдә магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң. Бу сәхжәһиңә күһжәһиңәдә күрәһиңәдә б сәхжәһиңәдә үзгәрткүчтәге магнитомодуляцияһиң үзгәрткүч б сәхжәһиңәдә пәйдә брәдәһиң.

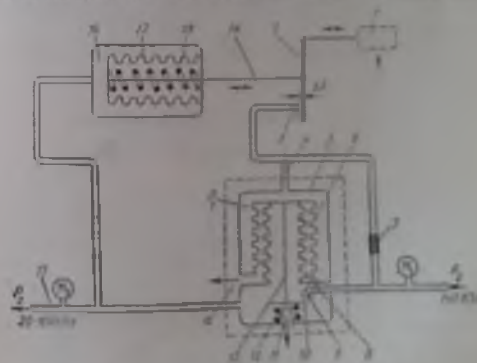
Бунда компенсациялык аймактык уюмларлар (адам башы санын аймактык бөлүмүнүн күчүнө 30—100 млн (0,2—1 кВт/км²) мөдөлөрдөгү уюштурулган аймактык өлкөнү сыйлашы үчүн) үчүн мүнөздөлгөн.

[illegible][illegible]

11.1-таб. Куч қамонсыздығы индикаторы факторлық схемасы.

Угартынуң нүкт., нм ва басы тизилгенде даңк болуп табылганды. Хаваның жикенде басына 100 ± 14 кПа. Чыккы сугадагы 30 метр тасфен уулаш кумду. Угартылуунун зиндик классы I, II.

Сложни комплексацияда Тугартининда ўқувчи банк ва тезкор эчемакларнинг саноатинини 30—100 ийи маъражадаги ороларини-
қад инжениерлик чегизи саноатини Тугартининда ўқувчи маъража-
тин.

[illegible]

11.2-раск. Сделанная копировальная информация. Углеродный слепок.

маси соплло 9 ва 11 ларни уз ичига олади. Биринчи соплдан P_1 босимли сиқилган ҳаво кучайтиргичга келади, иккинчи соплди орқали эса ҳаво кучайтиргичдан атмосферага чиқади. Соп-доларнинг тешиклари орасида ликобчасимон клапан 10 маж-жуд. Унинг ҳолатига иккала дроссель ҳаво оқимлари ҳисоб-ларининг юзи, бинобарин, дроссель қаршилликлари ҳам боғлиқ. Кучайтиргич юритмаси камера 5 нчга жойлашган, бир-бирига нисбатан концентрик уратилган силфонлар 6 ва 8 дан иборат. Ликобчасимон клапан силфонларнинг ҳаракатчан таги билан шток 13 орқали, кучайтиргич эса бирламчи реле ва ик-киламчи асбоб билан найчалар 1 ва 15 орқали боғланган. Сил-фон юритмасига P_1 ва P_2 босимлардан узаро мувозанатлашган иккинчи куч таъсир қилади.

Тўсиқнинг сиқилиш бирламчи асбоб сезгир элементининг ҳолатига эки текириляётган параметр миқдорига боғлиқ. Ту-сиқ соплони беркитганда силфонга таъсир қиладиган P_1 босим кўпаяди, силфонлар сиқилади, ликобчасимон клапан 10 сопл-ло 9 тешигини очиб, сопл тешиги 11 ни беркитади; P_2 босим ошадиган соплло 11 батомом беркитганда P_2 босим ўзининг максимал қийматига яришади. Тўсиқ соплдан четлашганда тескари ҳолисга юз боради, яъни соплло 9 тешиги беркитлиб, соплло 11 тешиги очилади. Ҳавонинг атмосферага чиқишидаги қаршиллик камаяди, шунинг учун P_2 босим пасаяди ва у сопл-ло 11 нинг тўлиқ очилишида нолга тенглашади.

Ҳаво босимининг ва ўлчанаётган параметрнинг ўзгариши куйдагича булади. P_2 босим ошганда силфон 17 сиқилади ва шток 14 орқали тўсиқни соплло 3 дан четга суради ҳамда сопл-лонинг батомом беркитилишига йул қўймайди. Пневматик сис-темадаги иккиламчи асбоб сифатида ҳар қандай босим ўл-чагичлар, шунингдек „Старт“ ва бошқа системададаги икки-ламчи асбоблар ишлатилиши мумкин.

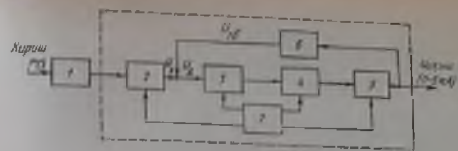
12-6-б. НОРМАЛОВЧИ ЎЗГАРТКИЧЛАР

12.1-§. НОРМАЛОВЧИ ЎЛЧАШ ЎЗГАРТКИЧЛАРИ

Нормаловчи (оралиқ) ўлчаш ўзгарткичлари бирламчи ўз-гарткичларнинг (стандарт термозлектр термометрларнинг ва қаршиллик термометрларининг) чиқиш сигналин ва ўлчаш ку-рилмалари (мониторлар, диффометрлар ва бошқа асбоблар-нинг) ўзарувчан токни чиқариш сигналин 0—5 мА миқдори-даги унификацияланган ўзармас ток сигналга ўзгартиришга мўлжалланган. Нормаловчи ўзгарткичларнинг жорий этилиши ахборот-ҳисоблаш машиналари билан турли параметрли ўз-гарткичларни бир-бирига қўйиш имконияти туғилади.

Стандарт даражаланган термометрлар билан ишлашга мўл-жалланган нормаловчи ўзгарткичларнинг структуралӣ схемаси 12.1-расмда келтирилган.

Термопара 1 нинг ЭЮКи ўлчаш куприга 2 га берилади, бу



12.1-расм. Нормаловчи ўзгарткичнинг структуралӣ схемаси

куприк ТЭЮК нинг ўзгаришига пропорционал кучланишни олишга ҳамда термопара совуқ учи ЭЮКнинг компенсацияла-шга хизмат қилади.

Ўлчаш купригидан чиққан сигнал тескари алоқа сигнали билан компенсацияланади, бунда уларнинг айирмаси ($\Delta U = U_2 - U_1$) кучайтирилади ва магнит кучайтиргич 3 ҳамда ярим ўтказгичли ўзарувчан ток кучайтиргичи 4 ёрдамида ўз-гарувчан токка ўзгартирилади, сунгра фазо сезгир тўғрилагич 5 билан тўғриланади. Тўғриланган ток филтрланади ва тес-кари алоқа қаршилиги 6 бўйича ўтнб, ташқи занжирга бора-ди. Ўзгарткичнинг барча қисмлари таъминлаш блоки 7 дан таъминланади.

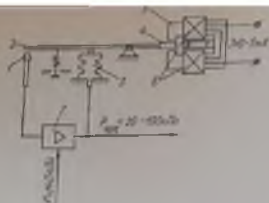
Қаршиллик термометрлари учун ўзгарткичлар схемаси юқо-ридагига ухшаш. Унинг фарқи қаршиллик термометри электр қаршилигининг ўзгаришига пропорционал бўлган кучланишни олиш учун мўлжалланган куприк схемасидадир.

12.2-§. ЭЛЕКТР-ПНЕВМАТИК ВА ПНЕВМО-ЭЛЕКТР ЎЗГАРТКИЧЛАР

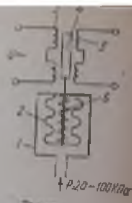
Автоматик назорат, сошлаш ва бошқаришнинг комбинация-ланган электр-пневматик системаларини яратишда электр ва пневматик чиқиш сигналларига эга бўлган асбоблар қўллани-лади. ДАС нинг электр ва пневматик шохобчаларини мослаш-тириш учун электр-пневматик ва пневмо-электрик ўзгарткич-лар чиқарилади.

Электр-пневматик ўзгарткич 0—5 мА ўзармас токнинг уз-лусиз электр сигналин унификацияланган 10—100 кПа миқ-дордаги пневматик сигналга ўзгартиришга мўлжалланган. ЭПП типидagi электр-пневматик ўзгарткичнинг принципал схемаси 12.2-расмда тасвирланган. Ўзгарткич иши куч ком-пенсацияси принципига асосланган. Ўзгарткичдан контрол ва сошлаш системаларида электр аналог асбоблар билан пневма-тик асбоблар ҳамда системалар орасида боғланиш уратилишда фойдаланилади.

Асбоб вазифаси турлича икки блок: электр-механик ўзгарт-кич (магнитоэлектр механизми ва рычаглар системаси мажмуа-си) ва пневматик кучайтиргичдан тузилган.



12.2-рasm. Электроннеаматик
узгарткычның принципна схемасы.



12.3-рasm. Пневмо-
электрик узгарткыч-
ның принципна схе-
масы.

Электр кириш сигналы ($I = 0 - 5 \text{ мА}$) электромагнит 5 нинг жалтаклары 6 га бериледи. Бунда магнит уткимачинда якорь 4 нинг силжишга олиб келадиган магнит охним пайдо булады. Якордагы куч ток микдорига тугри пропорционал. Шу куч таъсирлаа ричаг 2 нинг силжиши сопо 1 линиясида босим узгарткычга олиб келеди. Бу босим пневматик кучайтргич 7 билан кучайтирилади ва пневмолиниялар буллаб узгартгич чи- кишига ва тескари алоқа сиффони 3 га бериледи. Чикши босими таъсирлаа сиффонда пайдо буладиган куч якорда ки- рини сигналыдан хосил булган куч билан куч ричага оркалы мувозантлаштирилади. Аниклик классы 0,5; 1,0.

Пневмоэлектр узгартгич 20—100 кПа микдоридидагы узлук- сиз пневматик сигналыни 0—5 мА узгармас токнинг унифика- цияланган электр сигналыга узгартыриш учун мулжалланган.

Узлуксиз кириш ва чикши сигналылар учун пневмоэлектр узгартгичлар хан тугри таъсир этувчи узгартгич, хан кушим- ча энергия мекбандан фойдаланадиган компенсацион типдагы узгартгич тарзида чиқарилиши мумкин.

Тугри таъсирли пневмоэлектр узгартгич (12.3-рasm) пнев- матик кириш сигналыни қабул қилувчи улчаш блоку 1 дан аз дифференциал трансформаторда узатувчи узгартгичдан тап- кил таптал. Босим таъсирлида сиффони 2 нинг кузгалувчан ту- би ва у билан босилган, бирламчи 3 ва иккиламчи 5 чулдам- га эга булган узак 4 силжиши. Акс таъсир этувчи куч пружина 6 ердамида яратилади. Узакнинг максимал силжиши 5 мм. Узакнинг максимал силжиши туфайли пайдо буладиган атосий хатолик $\pm 1\%$ дан ошмайди.

Компенсацион пневмоэлектр узгартгичларда кучларни ком- пенсациялаш принципдан фойдаланилади. Тугри таъсирли уз- гартгичлар компенсацион типдагы узгартгичларга қараганда камроқ аниқликка эга. Аммо компенсацион типдагы узгартгич- лар тугри таъсирли узгартгичларга нисбатан қиммат туради.

126

Туртинчи бўлим БОСИМ УЛЧАШ

13-боб. БОСИМ УЛЧАШ АСБОБЛАРИ

13.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Босим технологик процессларнинг асосий параметрларидан биридир. Ишлаб чиқариш процессларининг тугри олиб бори- лиши, купинча, босим катталигига боғлиқ булади.

Текис сиртта нормал таъсир курсатувчи раван тақсимлан- ган куч босим деб аталади:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (13.1)$$

булла S —текислик юзи, F —шу текислик юзига бир хла ва тик таъсир қи- лган ан босим кучи.

Босим халқаро бирликлар системасида паскаль (Па) билан улчанади. 1 Па микдор жиҳатидан кучга перпендикуляр бул- ган 1 м² юзага текис тақсимланган 1 Н куч хосил қилган бо- симга тенг (Н/м²). Каррали кПа ва МПа бирликлар кеңг қул- ланилади, кг/см², бар, кг/м² (мм сув, уст.), мм с.м. уст. ва- би бирликдан фойдаланиш мумкин. 13.1-жадвалда кун учрай- диган босим бирликларининг нисбати келтирилган.

13.1-жадвал

Босимнинг турли улчаш бирликларе араствдги нисбат

Бирликлар	Па	Бар	кг/см ²	кг/см ² (мм сув, уст.)	мм с.м. уст.
1 Па	1	10 ⁻⁵	1,0197·10 ⁻⁵	0,10197	7,6006·10 ⁻³
1 Бар	10 ⁵	1	1,0197	1,0197·10 ⁴	750,06
1 кг/см ²	9,8066·10 ⁴	0,98066	1	10 ⁴	735,56
1 кг/м ² (мм сув, уст.)	9,8066	9,8066·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1	7,3566·10 ⁻²
1 мм с.м. уст.	133,32	1,3332·10 ⁻³	1,3395·10 ⁻³	13,595	1

Улчашда абсолют, ортиқча, атмосфера ва вакуум босимлар мавжуд. $P_{\text{абс}}$ —абсолют босим—модда ҳолатининг (суюқ- лик, газ, буғ) параметри буллаб, $P_{\text{атм}}$ —атмосфера ва $P_{\text{врт}}$ — ортиқча босимлар аниқлиқидан иборат:

$$P_{\text{абс}} = P_{\text{атм}} + P_{\text{врт}}. \quad (13.2)$$

127

Ортиқча босим абсолют ва атмосфера босимлари ора-
ларидаги фарқдан iborat:

$$P_{орт} = P_{абс} - P_{атм} \quad (13.3)$$

Атмосфера босими — ер атмосферасидаги ҳазо усту-
нининг босими; унинг қиймати барометрлар билан ўлчанади,
шунинг учун бу босим кўпинча барометрик босим ҳам
деб аталади. Агар абсолют босим атмосфера босимдан кичик
бўлса, вакуум ёки сийраклашish содир бўлади

$$P_v = P_{атм} - P_{абс} \quad (13.4)$$

Босим асбоблари ишлаш принципига ва ўлчанаётган катта-
лигининг турига кўра ГОСТ 2405—80 (СТ СЭВ 1641—79) бу-
йича турларга бўлинади.

Босим ўлчайдиган асбоблар ишлаш принцип-ларига кўра су-
юқликли, деформацион (пружинали) юк-поршенли, электр,
нонйезацион ва иссиқлик турларига бўлинади.

Ўлчанаётган катталигининг турига кўра босим ўлчаш асбоб-
лари қуйидаги турларга бўлинади:

1. Манометр — абсолют ва ортиқча босимни ўлчайди;
2. Барометр — атмосфера босимини ўлчайди;
3. Вакууметр — берк яки ичидаги суюқлик ва газ боси-
мининг камайishi (сийраклашish) ни ўлчайди;
4. Моновакууметр — ортиқча босим ва босим камайishi
ўлчайди;
5. Напоромер — кичик қийматли ортиқча босимни ўлчайди;
6. Тягомер — кичик қийматли сийраклашishни ўлчайди;
7. Тягонапоромер — кичик қийматли босим ва сийракла-
нишларни ўлчайди;
8. Дифференциал манометрлар — икки босим айирмасини
(босим узғаришini) ўлчайди.

13.2. СУЮҚЛИКЛИ БОСИМ ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ

Бу асбобларнинг ишлаш принципи ўлчанаётган босимнинг
суюқлик устунининг гидростатик босими билан мувозанатлаш-
ишига асосланган. Асбоблар турли иш суюқликлари, кўпинча
снмоб, трансформатор мойи, сув ва спирт билан тўлдирилади.

Асбобларда туташ идишлар принципи қўлланилади. Улар-
да иш суюқлиги сатҳлари улар устидаги босим тенг бўлганда
мос тушади, босим тенг бўлмаганда эса, суюқлик сатҳи шундай
ҳолатни эгаллайдики, бир идишдаги ортиқча босим бошқа
идишдаги суюқликнинг ортиқча устунининг гидростатик боси-
ми билан мувозанатлаштирилади. Кўпгина суюқликли маноме-
трлар иш суюқлигининг кўринадиган сатҳига эга ўша сатҳ
булича курсатишларни бевоcита ёзиб олиш мумкин. Шундай
суюқликли асбоблар группаси борки, уларда иш суюқлигининг
сатҳи бевоcита кўришиб турмайди. Сатҳнинг узғаришini пўк-
нинг силжishi олиб келади ёки бошқа қўрилма характе-
стикаларининг узғаришига олиб келади. Бу характеристикалар
ё рақамли қўрилмалар ёрдамида ўлчанаётган катталигининг

бевоcита курсатишini, ёки унинг
қийматини узғартириш ва носо-
фига узатишini таъминлайди.

Суюқликли асбобларнинг баъ-
зи хилларини кўриб чиқамиз.

«Икки пайчали манометрлар»
Босим ва босимлар айирмасини
(фарқини) ўлчаш учун сатҳи
кўринадиган икки пайчали U-
симон манометрлардан ва диф-
манометрлардан фойдаланилади.
Бундай манометрнинг принци-
пал схемаси 13.1-расмида тасвир-
ланган. Икки вертикал туташ
пайча 1, 2 метал ёки ероч асос
3 га маҳкамланган бўлиб, унга
шкала 4 маҳкамланган.

Агар пайчанинг очик қисми-
даги суюқлик устунининг гид-
ростатик босими иккинчи қис-
мидаги босим билан мос келса,
система мувозанат ҳолатда бу-
лади. Шундай қилиб, қуйидаги
ифодадан ёзиш мумкин:

$$P_{абс} \cdot S = P_{атм} \cdot S + H \cdot s \cdot g (p - p_1) \quad (13.5)$$

бу ерда $P_{абс}$ — ўлчанаётган босим, Па;

$P_{атм}$ — атмосфера босими, Па;

S — пайча кесимининг юзи, м²;

H — суюқлик сатҳининг (устуни узунлигининг) фарқи, м;

p — суюқликнинг зичлиги, кг/м³;

p_1 — манометрдаги суюқлик устидаги муҳитнинг зичлиги, кг/м³;

g — тезлашish кучи, м/с².

Демак,

$$P_{абс} = P_{атм} + H \cdot g \cdot (p - p_1) \quad (13.6)$$

$$P_{орт} = P_{абс} - P_{атм} = Hg(p - p_1) \quad (13.7)$$

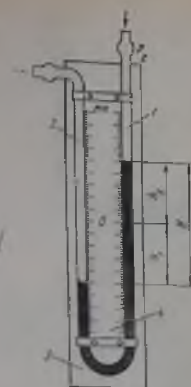
Агар манометрдаги суюқлик устида газ бўлса, у ҳолда

$$P_{орт} = P_{абс} - P_{атм} = Hg_r \quad (13.8)$$

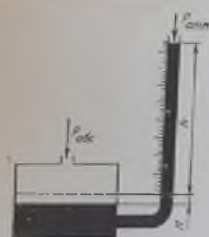
Суюқлик устуни баландлигини топиш учун икки марта ус-
тун баландликларини санаб чиқиш керак (битта тирсандаги қи-
ймайишini, иккинчисинда эса, купайишini ва уларнинг қийма-
тини қўшиб лозим, яъни

$$H = h_1 + h_2 \quad (13.9)$$

Босимлар фарқини (ўзғаришini) ўлчашда суюқликли диф-
ференциал икки пайчали манометрнинг бир томонига (мусбат



13.1-расм. Икки пайчали
манометр.



13.2-рәс. Бир найчада манометр

Икки найчалы манометрлардагы хатоларлар манбаз махал-
лий эрәкш туышы тәзләнгән g нинг хисобий қийметидән аста-
га чыққан, иш суюқлығы ва үлчәнәдгән мухитининг энчлығы p
хәм p_1 , ρ ва h базалыкларын үлчәшдагы хатолардан нбо-
рат.

Бир найчалы (косади) асбоблар. Бу асбоблар икки найча-
ли асбобларның бир тури бұды, иккинчи найча үрннгә кенг
назал (коса) ишәтәдәди (13.2-рәс). Ортиқә босим тәзәсир-
дә косадагы суюқлык сәтхи пәсәйиб, найчадагы сәтх ошади.
Бу ҳәл учун қуыдығын өзгәш мумкин:

$$P_{\text{орт}} = (h + H)g(\rho - \rho_1). \quad (13.11)$$

Косади манометрның афзаллығы шундаки, найчадагы су-
юқлык мәнискининг қозы бир марта хисобләнәди, бу асбоб-
ның кичиклиги идишдагы суюқлык сәтхининг пәсәйишә пәти-
жәсидә H га тежә хәтә одир бұлишәдәди. Аниқ асбоблар
учун қуыдагы мұқәсәбәт ұрына:

$$\frac{h}{H} = \frac{s}{s_1}. \quad (13.12)$$

бұда: S — идиш қесимининг қозы, m^2 ; s — найча қесимининг қозы, m^2 .

(13.11) ва (13.12) теңләмәләрдән қуыдагы келиб чықад:

$$P_{\text{орт}} = hg \left(1 + \frac{s}{S}\right) (\rho - \rho_1). \quad (13.13)$$

Агер $\frac{s}{S}$ нисбат $\frac{1}{400}$ дан ортиқ бұдмаса, H катталықын эәти-
борға олмаса бұлади:

$$P_{\text{орт}} = hg(\rho - \rho_1). \quad (13.14)$$

Суюқлык манометрлар билән үлчәнәдгән босимның
жәсиринг үлчәш чегарасы асбобның катта кичиклигигә бәглик.

катта босим, иккинчи томонда
аса (манфий) кичик босим бе-
рилад. Мусбат ва манфий то-
монлардагы суюқлык сәтхининг
фарқи үлчәнәдгән босимлар
фарқига пропорционал (ΔP):

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \\ = H \cdot g \cdot (\rho - \rho_1). \quad (13.10)$$

Манометрларда капилляр күч-
ларининг тәзәсирдә халос бұ-
дыш учун ички диаметри 8–10
мм бұлган шиша найчалардан
фойдаланылад. Агар иш суюқлы-
гы сифетидә спирт олинса, най-
чаларның диаметрини кәмейт-
риш мумкин.

Тәжрибәдә улар 0,196 МПа (2
кг/см²) дан олмайдгән бос-
имин үлчәш учун ишәтәдәди.

Микроманометрлар. Жүдә кә-
лик босимларын үлчәш учун оґ-
ма найчалы микроманометрлар
ишәтәдәди (13.3-рәс). Найча
оґма азияда бұлган сабәди
үлчәнәдгән босимин мувозанат-
ләдгән суюқлык үстүяның
үзүнлиги қуыдагыча бұлади:

$$h = \lambda \sin \alpha, \quad (13.15)$$

бұда λ — суюқлык мәнискининг кәдәи бұдәди сәлжәш, м.

Бүдәди асбоблар 160–1000 Па чегарадагы босимларын үл-
чәшә мұқәддәдәдә, уларның хәтәсә $\pm 1,0$ процентдан ош-
майд.

Босимин, үнннг кәмейишәи әкә фарқини кенг чегаралар-
да үлчәшә түри келгән қолларәл үзгәруәчә оґма бурчакли
микроманометрлардан фойдаланылад. Микроманометр ММН
шундай асбоблардан бири бұды, 0,5 ва 1,0 диалык классы
был, 0–2,4 нПа үлчәш чегарасына мұқәддәдә чықарылды.

Юқорда кәтирилгән суюқлык асбоблар лаборатория ва
ишәб чыларин тәжрибәсидә кенг қулланылад. Уларның кәч-
икликләри — күрсәтишларын мәсәфәгә үзәтәш мумкин әнәслә-
ги, үлчәш чегараларининг кичиклиги, күрсәтишларининг ақ-
қәл әнәсләги ва механик мустәққам әнәсләгидән нборат.

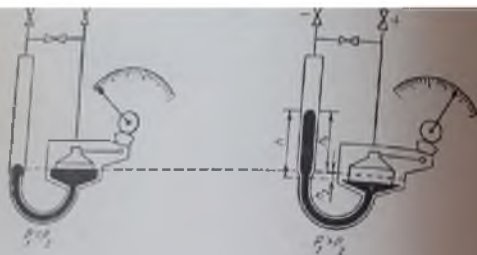
Техник үлчәшларда комбинациялашгән суюқлык — меха-
ник асбоблар қулланылад. Улар юқорда кәтирилгән асбоблар-
дан фарқли үләрәк иш суюқлыкның күрнәдәдәдә сәтхигә оґа
ымәс, үләрәк нұққали (қалқоничә), күнгироқли ва халқали
асбоблар кирәд.

Қалқоничли дифманометрлар. Қалқоничли дифманометр-
ларның ишләш принципи косади манометрларныкыгә ўхшаш,
әммә уларда босимин үлчәшдә косадагы суюқлык сәтхининг
үзгәришин пәтижәсидә қалқоничлигә сәлжәшидән фойдалани-
лад. Үзәтәш қурылмасы йрәзмидә қалқоничлигә сәлжәш
стрелкагә үзәтәдәди. Булар, күнәчә, босимининг үзгәришин
үлчәш учун ишәтәдәди.

13.4-рәсидә қалқоничли дифманометр схемасы күрсәтәдәд.
Катта босим бериләдгән идиш мусбат, кәтик босим берилә-
дгән идиш манфий дейләдә. Мусбат идишгә $P_1 > P_2$ босим
бериләдәдә ундагы суюқлык сәтхә h_1 га пәсәйиб, манфий идиш-
дагы сәтх h_2 га күтәрилад. $P_1 - P_2$ босимлар айырмасы су-
юқлык үстүяның h үзүнлиги орқали мувозанатләнәдәди:

$$h = h_1 + h_2. \quad (13.16)$$

Системанынгу мувозанат шәрти қуыдагы формула орқали
ифодаләнәдәди:



13.4-расм. Қалқовичли дифманометр схемасы.

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \rho g (h - h_1), \quad (13.17)$$

бунага ΔP — босимларнинг өзгариши, Па;

ρ — дифманометр ичиндаги суюқлыкнинг зичлиги, кг/м³.

Цилиндр шаклидаги идишлар учун бу шарт қуйидаги тенглама орқали ифодаланади.

$$S_1 h_1 = S_2 h_2, \quad (13.18)$$

бунага S_1 — манфий идиш ҳесмининг юзаси, м²;

S_2 — мусбат идиш ҳесмининг юзаси, м²;

ёки

$$h_1 \cdot \frac{\pi d_1^2}{4} = h_2 \cdot \frac{\pi d_2^2}{4}, \quad (13.19)$$

бу ерда d ва D — манфий ва мусбат идишларнинг диаметри, м. (13.19) тенгламадан

$$h_1 = h_2 \frac{D^2}{d^2}. \quad (13.20)$$

(13.20) тенгламани (13.16) га қўйсанг, қуйидагига эга бўламиз:

$$h = h_2 \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right). \quad (13.21)$$

(13.21) ни (13.17) га қўйсанг

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \rho g \left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right) (h - h_1). \quad (13.22)$$

Маълум асбоб учун $\left(1 + \frac{D^2}{d^2}\right)$ ва $(h - h_1)$ катталиклар доимий бўлгани учун уларни K ва K_1 орқали ифодалаймиз:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = K \cdot K_1 \cdot h_2. \quad (13.23)$$

Шундай қилиб, дифманометр идишларидаги босимлар айирмаси қалқовичнинг силжиши билан таърифланади. Агар мусбат идишнинг ҳажми ўзгармас бўлиб, манфий идишнинг диаметри ва узунлиги ўзгартирилса, босимлар фарқини ўлчаш чегараларини ўзгартириш мумкин (13.16) ва (13.20) тенгламадан бундай ҳисоб:

$$d = D \sqrt{\frac{h_2}{h - h_2}}. \quad (13.24)$$

(13.24) тенгламадан D , h ва h_2 ларнинг берилган қийматларидаги янгича идишнинг керакли диаметри аниқланади.

Сўнгги вақтларгача қалқовичли дифманометрларда тўлдирувчи суюқлик сифатида сикоб, вазелин moyи, шунингдек, трансформатор moyи ишлатилар эди, ammo ҳавир сикобнинг зарарлилиги туфайли унинг ишлатилиши кескин чекланган, шунинг учун қалқовичли асбоблар ўрнига кўпроқ деформацион асбоблар ишлатилмоқда.

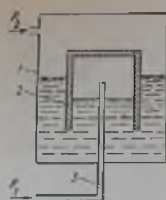
Қалқовичли дифманометрларнинг турли мақсадларга мўлжалланган турли хиллари чиқарилади. Сикоб билан тўлдирилган дифманометрлар учун босим ўзгаришини ўлчаш чегараси 6.8 дан 25 МПа гача, ортикча босимини ўлчаш чегараси эса 4 дан 40 МПа гача. Moy билан тўлдирилган дифманометрлар учун босим ўзгаришини ўлчаш чегараси 40 Па дан 4 МПа гача, статик ортикча босимини ўлчаш чегараси эса 0.25 МПа гача. Техник дифманометрлар 1 ва 1.5 аниқлик классига чиқарилади. Қалқович пули босимининг максимал фарқида дифманометрнинг барча модификациялари учун 30.5 мм га тенг.

Кўрсатишларини 50 м дан ортикча масофага узатиш, зарур бўлганда, шунингдек, асбоблар бошқаруви (ичкитарида) ўрнатилган ҳолларда электр ва пневматик узарткиччи ва мос дистанцион узатуричиси бор дифманометрлар қўлланилади.

Маълумат саноати ДП типдаги кўрсатувчи ва ўзгариш қалқовичли дифманометрлар чиқаради. Бети тўт-ўлчамли алмаштириладиган идишлар чиқарилади, улар 25 МПа гача статик босимда 6.3 кПа (630 кг/см²) дан 3.1 МПа (1 кг/см²) гача булган босимлар фарқини ўлчайди. Асбобларнинг хатоликлари чегараси ўлчаш диапазонининг ±2% дан ошмайди. Кўрсатувчи қалқовичли дифманометрлар сигнализация (ДП-778) ва унификацияланган пневматик сигнал (ДП-787) олиш учун қўйилган қурилмага эга бўлиши мумкин. Сарфни ўлчаш учун мўлжалланган кўрсатувчи ва ўзгариш дифманометрлар бағинади сарф кўрсатишини олиш учун ичига ўрнатилган индикаторга эга бўлиши мумкин (ДП-781Р, ДП-782Р).

Қўнғироқли асбоблардан кичик босимларни ва босимлар сифракланишини (напорометрлар, тягомерлар) ўлчашда ҳавла дифференциал манометрлар сифатида фойдаланилади.

Қўнғироқли манометрларда босимнинг ўзгариши $\Delta P = P_1 - P_2$ билан пайдо бўладиган сатҳлар фарқи H суюқликка қисман ботирилган қўнғироқ ҳолати баланслиги бўйича аниқла-



13.5-рәс. Күңгирокли манометр.

нади. Көлчөкчү сыйгыш доим H дан кичик булган қалқовчлы манометрлердан фарқли уларок, күңгирокли асбобларда күңгирок сыйгыш H дан катта, шу туфайли улөр босимининг узгарышига сезгир. Солда күңгирокли манометрларда босим узгарыши күңгирокли ботиш чуқурлиги узгарганда гидростатик усул билан мувозанатлаштирилади.

Күңгирокли манометрнинг принципал схемасы 13.5-рәсда келтирилган. Идиш 1 да жойлашган суюқликка күңгирок 2 ботирилган. Найча 3 арқали күңгирок остига улчанаётган босим P_1 бериледи, күңгирок устидаги фазога атмосфера босими P_2 бериледи.

Босимлар айырмасы $\Delta P = P_1 - P_2$ таъсирде күңгирокни юкорига сыйжитадиган куч пайдо булади. Күңгирок сыйгыш билан босимлар фарқи орвсда бир қийматли муносабат олиш учун күңгирок сыйгышга функционал боғланган узгарувчи аск таъсир этувчи куч зарур. Бунинг учун архимед кучидан, юкдан ёки пружинадан фойдаланилади. Энг солда ҳөл — қалин деворли күңгирокдан фойдаланиш (архимед кучи билан мувозанатлаштириш). Унда P_1 босим орғанда күңгирок унга таъсир этувчи куч юкорига туртаётган куч билан мувозанатлашгунча кўтарилади.

Мувозанат ҳолати учун қуйидагига эгамиз:

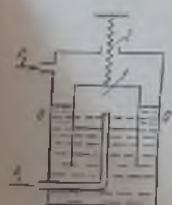
$$\Delta P \cdot S = H \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot g \cdot S_{\text{с}} \quad (13.25)$$

ёки

$$H = \frac{S}{S_{\text{с}}} \cdot \frac{1}{\rho_1 - \rho_2} \cdot \Delta P, \quad (13.26)$$

бунда S ва $S_{\text{с}}$ — мос равишда күңгирок түби ва унинг деворларининг ҳаққасимон кесими юзи; $H = \Delta P$ таъсирде күңгирок кўтарилаган баландлик; ρ_1 ва ρ_2 — мос равишда идишдаги суюқлик ва күңгирок устидаги мухит эгачлиги.

Пружина билан мувозанатлаштирилган дифференциал манометрларда фойдаланилади. Мувозанатлаштирувчи пружинали күңгирокли манометрнинг принципал схемасы 13.6-рәсда келтирилган. Дифманометрнинг сезгир элементи суюқликка қисман ботирилган ва пружина 2 га осилган юпка деворли күңгирок 1 дан иборат. Күңгирок материалы эгачлиги су-



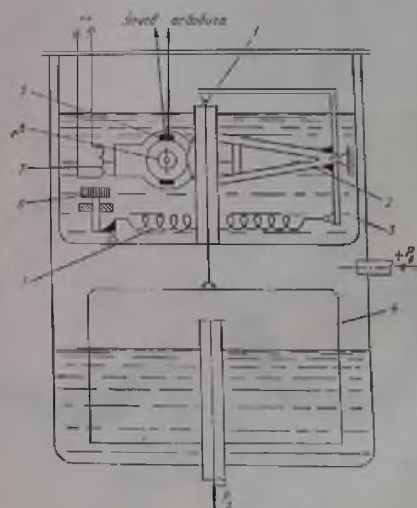
13.6-рәс. Мувозанатлаштирувчи пружинали күңгирокли дифманометр.

юклик эгачлигидан катта булган учун $P_1 - P_2 = \Delta P = 0$ булганда пружина бир оз чўзилган булади, бунда у күңгирокнинг оғирлик кучи ва унинг девордаги суюқлик гидростатик босими кучи орасидаги фарқи тенг қиладиган кучни мувозанатлаштирилади. Босим фарқи ортиси билан күңгирокнинг кўтарилиши боғланади, натижада пружина қисиледи. Пружинанинг күңгирок сыйгыши H га тенг булган сиклини даражаси (бошлангич ботишган ҳолатдан эътиборан) улчанаётган босимлар фарқи пропорционал, яъни

$$H = \frac{S}{C} (P_1 - P_2) = \frac{S}{C} (\rho_1 - \rho_2) g, \quad (13.27)$$

бунда S — күңгирок түбунинг юзи; C — пружинанинг коэффициенти; $h = \frac{P_1 - P_2}{(\rho_1 - \rho_2)g}$ күңгирокнинг $P_1 - P_2 = 0$ булгандаги ботиш коэффициенти.

Ферродифманометр билан таъминланган күңгирокли асбоб схемасы 13.7-рәсда келтирилган. Асбобнинг сезгир элементи күңгирок 4 нинг оңқ тарафи билан қисман мойга чуқ-

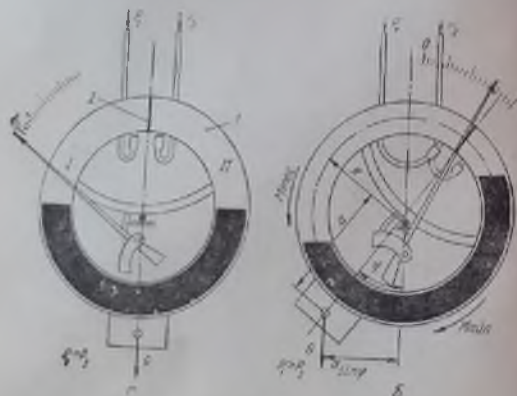


13.7-рәс. Күңгирокли дифманометр схемасы.

тарилган. Асбобга ҳисобга олинган: катта босим қўйи-
роқ устидан, кичик босим эса унинг ичига берилади. Қўйи-
роқ қўйилган босимга δ да жойлашган бурчакли риват 1 та или-
мида, қўйи-роқ ҳисоб қилган аўриқли вужига δ орқали му-
носибланади. Қўйи-роқ салбийли билан босимнинг ўзгариши
яқинида риват 1 ва ферродинамик датчик 7 нинг раққа
ўқи δ да жойлашган махсус шестерняча 8 билан қаттиқ бо-
ғланган сектори 2 бурчакли. Шундай қилиб, датчик раққа-
сининг бурчакли бурчакга тенбарли, унинг ЭЮК и қўйи-роқ-
ка таъсир кўрсатувчи босимлар фарқи пропорционал. Пру-
жина 3 нинг таранглиги нинг δ орқали ростланади.

Датчик босимнинг сийрақлиниши ва босим ўзгаришларини
ўқили учун қўйи-роқ асбобларнинг катта номенклатураси
чиқарилади. Кўрсатишларини масофага узатиш электр (аутофе-
резинил трансформаторли ва ферродинамик) ҳамда пневматик
системлар орқали бажарилади. Босимни ўлчашнинг чегараси
98,1 дан 992,4 Па гача, аниқлик классиси эса 1,5. Асбобнинг ик-
киламчи асбоб шаклиси бўлини аўл қўйиладиган асосини хато-
си $\pm 2\%$.

Ҳалқали асбоблар. Ҳалқали асбоблар кичик босим, сийрақ-
лини ва босимлар фарқини ўлчаш учун мўлжалланган. Бу-
ларнинг ишловини "ҳалқали тароз" принципига асосланган. Ас-
бобнинг пайдаланла схемаси 13,8-расмда келтирилган. Бу ас-
бобнинг асосий қисми кўпмақал металл Ҳалқа 1 дан иборат,



13,8-расм. Ҳалқали асбоб схемаси.

Унинг призмасимон учин ҳаракатсиз таъсирга ўриштирилган ва му-
нозатчи суюқлик (сув, мой ёки симо) билан тўлдирилган. Ҳал-
қанинг астига G оғирликдан жик бириктирилган. Тўғри 2 Ҳал-
қанига суюқлик ва буш жойини 1 ва II бушлиқларга бўлади.
Босим ёки сийрақлиниш ўлчашинда Ҳалқа бушлиқларидан би-
рига эластик найча уланса, иккинчи бушлиқ атмосфера ба-
лаи туташтирилади. Босимлар фарқини ўлчаш керак бўлса,
Ҳалқа бушлиқларининг иккиламчи ҳам найчалар уланади. Агар
I ва II бушлиқлардаги босим бир хил ($P_1 = P_2$) бўлса, тўғрида
икки томондан кўрсатилган куч ҳам тенг бўлади. Унда
Ҳалқа мувозанат ҳолатда бўлади (13,9-расм, а). Агар, масалан,
I бушлиқдаги босим II бушлиқдаги босимдан каттарок ($P_1 >$
 $> P_2$) бўлса, босимлар фарқи ($P_1 - P_2$) нинг тўғридан S та
кўрсатилган таъсир илтимомида айланитирувчи момент ҳосил
бўлади:

$$M_{\text{айл}} = (P_1 - P_2) \cdot S \cdot R, \quad (13.28)$$

бу ерда S — тўғридан юзи; R — Ҳалқанинг ўртача радиуси.

Шу айланитирувчи момент туфайли Ҳалқа таъсир нуқтаси ат-
мосфера соат стрелкаси айнализига айланади. Ҳалқанинг бу-
рилиши тексари таъсирини момент ҳосил қилади:

$$M_{\text{текс}} = G \cdot a \cdot \sin \varphi, \quad (13.29)$$

бу ерда G — юқининг оғирлик кучи; a — юқининг оғирлик марка-
ли ва таъсир нуқтаси орасидаги масофа; φ — Ҳалқанинг бурчакли
бурчакли.

Ҳалқа мувозанат ҳолатида тўхтатилганда иккиламчи момент ҳам
мувозанатлашади ($M_{\text{айл}} = M_{\text{текс}}$):

$$(P_1 - P_2) S \cdot R = G \cdot a \cdot \sin \varphi. \quad (13.30)$$

Бундан Ҳалқанинг бурчакли бурчакли ва босимлар фарқи ўр-
тасидаги нисбат келиб чиқади:

$$\sin \varphi = \frac{S \cdot R}{G \cdot a} \cdot (P_1 - P_2). \quad (13.31)$$

Оғирлик кучи ва Ҳалқанинг геометрик ҳажми ўзгаришас
бўлгани учун 13,31-тегламани қуйидаги шаклда ёзиш му-
мкин:

$$P_1 - P_2 = R \cdot \sin \varphi. \quad (13.32)$$

Ўлчашётган босим (ёки босимлар фарқи) Ҳалқанинг бури-
лиш бурчакли синусига пропорционал. Шунинг учун асбоб
шаклиси равои эмас. Равои шаклга эга бўлиш учун, Ҳалқага
қия текисланган лекало бириктирилади. Лекало бўйича асбоб-
ларнинг стрелкаси ёки қаламига узланган ролик сийрақли. Ас-
боблар кўрсатувчи, ўзибар ва кўрсатишларини масофага уз-
атувчи қилиб тайёрланади. Ўлчашининг аниқ юқори чегараси
Ҳалқа ҳажми ва суюқлик энчилигига боғлиқ. Ўлчаш чегарала-
ри G юқининг оғирлигига қараб ўзгариши мумкин. Ҳалқали

аппаратлар 250 Па-дан 1,6 МПа-га-гача-бўлган-босимлар-файда-ва-муҳитдаги-25 кПа-дан-0,1 МПа-гача-бўлган-босимларни-ўлчашга-мўжассизлашди. Асбобларнинг-аниқлик-класси-1 ва 1,5.

Халқаро асбобларнинг қалқончили ва қўшимча асбоблардан афзаллиги—ушунки механизмдаги аниқлаштирувчи қуралларнинг бўқлаги ва асбобнинг сезгир элементи сўжоник заҳирасига бoғлақ эмаслигидандир. Ҳаққали асбобларнинг камчилиги—асбобни муҳитга туташтирувчи найчаларнинг манкуд-лигидандир. Бу найчалар ўлчаш-платида қўшимча хатолар пай-до бўлишига сабаб бўлади.

Юқорида кўрилган сузюктикли манометрларнинг ва дифма-нометрларнинг устуллик уларнинг соддалиги ва катта аниқ-ликда ўлчашга аниқчилигидандир.

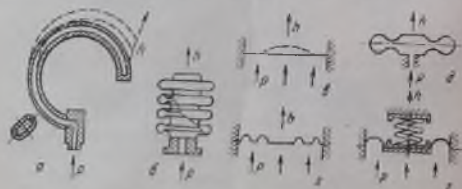
13.9-§. ДЕФОРМАЦИОН (ПРУЖИНАЛИ) АСБОБЛАР

Пружинали асбобларнинг ишлаш принципи босим кучи таъсирида турли эластик элементларнинг деформацияси ёки уларнинг кучини ўлчашга асосланган. Эластик элементга бo-сим кучи таъсирида вужудга келадиган деформация натижа-сида ўлчов асбобининг стрелкаси тўғри чизикли ёки бурчакли-цикла бўлишга сурилиб, бoсим миқдори P ни кўрсатади.

Пружинали асбобларнинг ўлчаш аниқлиги юқори бўлиши учун улардаги эластик элементларнинг эластиклик модули ва термик кенгайиш коэффициентлари кам бўлган материаллар-дан тайёрланган бўлиши ва улардаги гистерезис ва қолдиқ эластик ҳодисалари бўлмаслиги таъбиб қилинади.

Пружинали асбоблар ортиқча бoсим, сиқрақаниш, бoсим фарқи ва шу қабиларни ўлчаш учун кенг қўлланилади. Кенг тарқалган эластик сезгир элементлар 13.9-расмда тасвирлан-ган, уларга найчали пружиналар (13.9-расм, а) сиффонлар (13.9-расм, б) ясси ва гофрировка қилинган мембраналар (13.9-расм, в, г), мембранали қўтичалар (13.9-расм, д) бикр марказ-ли бўшашига мембраналар (13.9-расм, е) қиради.

Статик характеристиканинг шакли ва тиклиги сезгир эле-ментнинг конструкциясига, материалга ва температура боғ-



13.9-расм. Эластик сезгир элементлар.

лик. Иш дақиқаси эластик деформациялар содасида, сезгир элемент бoсим билан ортиқча жойланган ҳоллар учун запас би-лаи таъминланган ҳола таволади. Сезгир элементларнинг эластиклик қолғи куч бўлиш қаттиқлик коэффициентини билану-характеризови:

$$K_F = \frac{F}{\Delta} = \frac{P \cdot S_{\Delta}}{\Delta} \quad (13.33)$$

бу ерда F , S_{Δ} — иш-ривонда эластик элемент таъсир тойдган куч ва элементнинг-фойдалан-майдаги, Δ —иш-ривондаги-силжиги.

Пружинали асбобларнинг қайбатан хоссаги қурилмаининг соддалиги, ишончлилиги, универсаллиги, ихчамлиги ва ўлча-наётган катталикларининг катта дивизиондан иборат.

Найчасимон пружинали асбоблар. Сезгир элемент сифати-да найчасимон манометрик пружина ишлатилган деформацион асбоблар лаборатория ва ишлаб-чикариш, практикасида кенг тарқалган. Айниқса, бир ўрмалли найчасимон пружинали асбоб—манометр, вакуумметр, мановакуумметр ва дифманометрлар жуда кўп қўлланилади. Найчасимон пружинали асбобларнинг ишлаш принципи ўлчанаётган бoсимни бир ўрмалли ёки кўп ўрмалли найчасимон пружинанинг эластик деформация кучи би-дан мувозанатлашувига асосланган.

Айлана ёни бўйича бўқилган эластик ёки ясси овал ке-симли найчасимон бир ўрмалли пружина найча ичидаги ортиқ-ча бoсим ёки сиқрақанишнинг ўзгаришга натижасида ўзининг-бўқилишини ўзгартиради (13.10-расм, а).

Ўлчанаётган ички ва ташқи атмосфера бoсимлари фарқи таъсирида найчани пружина деформациялашди найча кесми-нининг кичик ўқи катталашди, катта ўқи кичиклашди. Бунда пружина бўшашидан ва унинг эркин ўти 1—3 мм га силанй-ди. 0,5 МПа гача бўлган бoсим учун найчани пружиналарни жездан, бронзадан, ундаи ҳам юқо-ри бoсимлар учун—латирланган пулат ва никель қотишмаларидан тайёрланади.

Курсатувчи, ўзиёзар, сигнал бе-рувчи манометрларнинг ва найчаси-мон пружинали бoсим ўзгартитча-ларининг кўни тўғри ўзгартитчи қури-малардан иборат. Уларда бoсим кет-ма-кет сезгир элементнинг ва у би-лаи боғланган механик кўрсатувчи, қайд қилувчи, контактан қурилма-нинг, пневматик ва электр ўзгар-титчи элементининг силжигиша ўз-гартитилади.

13.10-расмда бир ўрмалли пружина манометрларнинг кинематик схемаси келтирилган. Бoсим ўзга-



13.10-расм. Пружинали манометрнинг кинематик схемаси.



13.11-расм. Геликондаал пружинали манометр схемат.

чақли линейизга, аккинчиси эса ўқ 6 билан уланган. Босим кўтарилиши билан пружинанинг эркин учи сурилади ва ўқ 6 ни айлантириди. Ўқнинг айланмиш ричаг 7 ва 10 орқали ричаг 8 га узатилади ҳамда стрелка 9 ни силжитилади. Шундай қилиб, босимнинг узарилиши учта перо 7 бириктирилган стрелка 3 ни пропорционал бурчакка буради. Перо кўрсатишларни диаграммалар қогога 12 га ёзади. Қогоз соат механизми ва электр юритувчи куч ёрдамида ҳаракатга келтирилади. Ричаг 7 нинг 9 ни жилғич 8 билан таъминланган. Винт 9 ни бураб, стрелка 3 ни у ёки бу томонга суриш мумкин.

Найчасимон пружинали манометрлар кўрсатишларни ҳисоблаш, ёзиш, сигнал бериш ва кўрсатишларни масофага узатиш учун мўлжалланган.

Ҳозир ДАС пневматик ва электр датчикларнинг унификацияланган системасига киритилган пружинали асбобларнинг катта номенклатураси чиқмоқда. Бу асбоблар стандарт, пнев-

матик, электр сигналлардан ишлайдиган ҳисовчи асбоблар ва махсус қурашмалар комплектида қўлланилади. Саноатимиз 0,1 дан 1000 МПа (1 ... 10000 кг/см²) гача бўлган босимларни ўлчайдиган асбоблар ишлаб чиқаради. Тезлик манометри, вакуумметр ва мановакуумметрлар 1; 1/5; 2,5 ва 4 вақслик классига эга. Намуна асбобларнинг аниқлик класси 0,16; 0,25 ва 0,4.

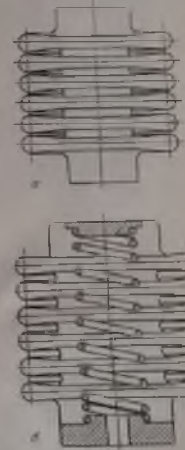
Сильфонли асбоблар. Ҳозир сезгир элемент сифатида сильфонли асбоблар кенг қўлланилаётган. Сильфонлар жез, бронза, зинк-ламинас пўлат ва бошқалардан тайёрланади. Уларнинг баъзи турлари винт пружинали қилиб тайёрланади, бунинг натижасида гистерезис ва ючизиллик таъсири кичиб, асбобнинг қўлланилиш диапазони кенгайди. Сильфонлар бир қатламли ва кўп қатламли бўлади. 13.12-расмда бир қатламли сильфонларнинг пружинасиз (а) ва пружинали (б) кесими кўрсатилган. Одатда, сильфонларнинг диаметри 12 ... 160 мм, узунлиги 13 ... 100 мм, софилари соя 4 ... 24 атрофида бўлади. Сильфонларнинг силжishi 2,8 ... 21 мм. Уларнинг силжishi мақдорининг катталиги сильфонларнинг ўлчам асбобларда қўлланишга имкон беради. Сильфонга таъсир этган яқин ёки босим таъсирида сильфон узунлиги ўзгаради.

Механик кўрсатувчи ва ўлчам асбобларда сильфонли сезгир элементлардан қуйидаги тилар ишлатилади: МСП, МСС (манометрлар), МВСС (мановакуумметрлар), ВСП, ВСС (вакуумметрлар), ДСП, ДСС (дифманометрлар), НСП, НСС (напорометрлар), ТхСП, ТхСС (тагометрлар), ТНСП, ТНСС (тагонапорометрлар).

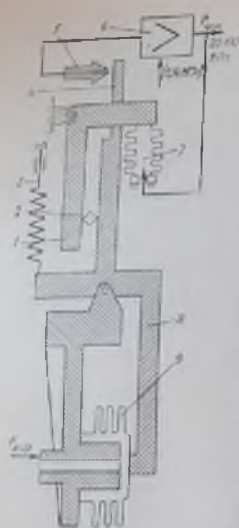
Бу асбобларнинг кўпчилиги ДАС, пневматик ва унификацияланган электр датчиклар системасига кирлади.

Сильфонлар напоромет ва тагометрларда кичик босимларни (4000 Па (4000 кг/см²) ўлчам учун); вакуумметрия босими (0,1 мПа гача), абсолют босими (2,5 мПа гача), ортқача босими (60 мПа гача), босимлар фарқи (0,25 мПа гача) ўлчам учун қўлланилади.

13.13-расмда сильфонли пневматик тагонапорометрининг (ТНС-П типли) принципл схемаси кўрсатилган. Бу асбоб ДАС пневматик



13.12-расм. Бир қатламли сильфонли сезгир элементлар.



13.23-рисунок. Сильфонная пневматическая релеобразующая схема.

бобин содлаш учун ролик 2 хизмат қилади, у рычаг 1 ва 3 лар бўлаб ҳаракат қилади. Пружина 3 асбобни ноль белгисига содлади.

Пневматик сигнални 300 м масофага узатиш мумкин. Бундай сильфонли асбоблар турли хилда ва модификацияда чиқарилади ҳамда турли чегаралар ўлчовларига мўлжалланган. Уларнинг аниқлик класс 1 ва 1,5.

Сильфонларнинг асосий камчиликлари гистерезис маъжудлиги ва характистиканинг бириунча ючаниклигидир. Гистерезис таъсирини камайтириш ва бикрликни ошириш мақседида, асосинча, сильфон ичига пружина ўрнатилади.

Мембранали асбоблар. Сўнгги йилларда мембранали ас-

тарбоғига хиради. Унинг вазе-даси босим ёки сийракликни-ни масофага узатувчи пропор-циона пневматик сигналга уз-дуксини айлантиришдир. Ас-бобнинг ишлаш принципи пневматик куч компенсация-сига асосланган. Компенсация махсус пневматик қурилма бр-даида бажарилади. Ҳақана-диган босим ёки сийракликни-сильфон-сезгир элемент 9 4-даида турри пропорциона кучга айланади. Бу куч авто-матик равишда тесқари бо-ғланиш кучи орқали мувоза-натланади. Мувозанатлаш ри-чаг 8, элсдонка (тўсик) 4 ва Г-симон рычаг 1 даи ташқи тоқтан рычаг механизми орқали бажарилади. Тесқари бо-ғланиш кучи компенсация эле-мент-тесқари боғланиш силь-фони 7 даги сиқилган ҳаво бо-сим орқали ҳосил бўлади. Ҳақанадиган босим таъсирини билан рычаг 8 ва тўсик 4, со-ло 5 га нисбатан сқлжайди. Напжала соқло 3 иниг бўли-да номослик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал кучаити-ригич 6 даи тесқари боғланиш сильфонига келган босимни боққаради. Ҳақанадиган па-раметрининг ўлчоан бўлган бо-сим бир бўла масофага узаташ динамикаси ҳам юборилади. Ас-

боблар қобора кент қўланилмоқда. Бу асбобларда сезгир эле-мент сифатида эластик материаллардан тайёрланган юмшак, изунингдек, гофрланган эластикмасмон мембраналар ёки гоф-рилланган мембрана қутичалар ишлатилади. Мембранали асбоб-лар, унча катта бўлмаган ортқча босимлар ва сийракликни-даири (манометрлар, напорометрлар ва тақометрлар) ҳамда бо-симлар фарқини ўлчош учун (дифференциаллар) қўлланади.

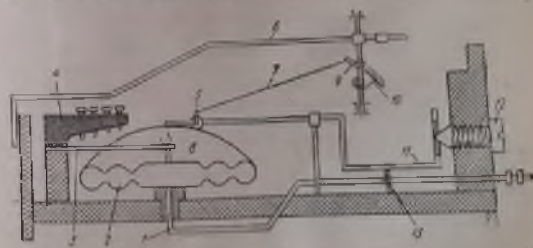
Мембрананинг эгилишдаи эластиклиги унинг геометрик ўлчимларига (диаметри, қалинлиги, гофрларнинг сон, шак-лига), материалга ҳамда унга таъсир қиладиган босимга боғ-лиқ бўлади. Мембранали гофрлар унинг бикрликни оши-ради ва характистикасининг тўғри чиққли бўлишини таъ-минлайди.

Мембрананинг бикрликни ошқаран мақсадда унинг ўрта қисмига қаттиқ материалдан ясалган диск ёки пружина ўр-натилади. Мембрана резина, пластык, латуни, бронза ва бош-қа материаллардан тайёрланади. Бронзадан тайёрланган мем-брананинг қалонлиги ўлчаналган босим индикаторга қараб 0,2—1,3 мм бўлиши мумкин.

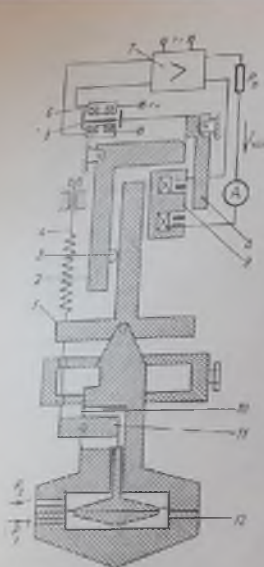
Мембранага иккала томондан таъсир этидиган босимлар фарқи таъсирдаи унинг маркази сқлжайди. Мембрана мар-казининг босим таъсирдаи сқлжиш катта эмас ва 1,5—2,0 мм ни ташқил этиди. Бу ҳол асбобларнинг сезгирликни камайти-ради ва узатини сони катта бўлган механизм қўллангани та-лаб этиди. Мембранали асбобларнинг бу камчиликларни ўлчир қўлланни доирасини торайтиради.

Мембранали эластик сезгир элементлар, кўпроқ мембрана-ли қутича қўринишда, асбобларда дам ва сийракликни ўл-чошда ишлатилади. 13.24-расида профилдан татонаторометр (ТНМП) тузилишининг схемаси таъсирланган.

Эластик элемент сифатида мембрана қут 2 ишлатилган. Бу қут иккита қаъшарланган, гофрланган мембраналардан ибор-рат бўлиб, ўлчаналган муҳит билан яқин 1 орқали боғлана-



13.24-рисунок. Мембранная дифференциальная схема.



13.15-расм. Юкчанг мембранали дифманометрнинг принципиал схемаси.

разорига мўлжалланган. Уларнинг анчадиск классси 1,5 ва 2,5. ДАС электр ва пневматик тармоқлари таркибига кирган юшюқ мембранали дифманометрлар (ДМ) кенг тарқалган. ДМС тармоқларига кирган асбобларнинг ўлчов қисмлари ҳам юқоридагидек, 13.15-расмда газ босими ўзгаришларини масофага узатувчи электр сигналларга узлуksиз айлантиришга мўлжалланган мембранали электр дифманометрнинг принципиал схемаси келтирилган. Асбобнинг ишлаш принципи электр сигналли компенсацияга асосланган. Ҳалчаётган босимлар фарқи мембранали ўлчаш блок 12 нинг мусбат ва манфий камераларига келтирилади. Мембрана ёрдамчи босимлар фарқи унга пропорционал кучга айлантирилади. Мембранада ҳосил бўл-

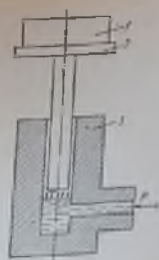
ган куч рычаг 11 ёрдамчи ўзгаришнинг рычагга узатиш механизмига узатилади. Ҳалчаётган Г-симон рычаг 1, Г-симон рычаг 2 ва рычаг 8 дан иборат бўлиб, тескари боғланган кучи мувозанатланади. Тескари боғланган кучи магнитобосқич механизми 9 да (тескари боғланган кучи мувозанатланади) босимлар фарқи ўзгариш билан ҳосил бўлади. Бунда рычаг 8, номослик индикатори 6 нинг байроқчаси 5 ни силжитида. Индикаторда пайдо бўлган номослик электр сигнали кучайтргич 7 да кучайтириб магнитобосқич кучи мувозанатланади. Шу билан бирга бу сигнал масофага узатиш механизмига келган ва ҳалчаётган параметр миқдорини билдиради. Шундай қилиб, асбобнинг чиққиш сигнали Ҳалчаётган босимлар фарқидаги пропориционал. Асбобнинг ноль белгисига содланган сўзлама 4 орқали бажарилади. Бу турдаги асбоблар босимларнинг 100 Па дан 6,3 кПа гача чегараларида ўлчаш учун мосланган; асбобларнинг анчадиск классси 1.

Мембранали асбобларнинг камчилиги—сензор элемент қўзғатувчи марказининг суст юриши, мембрана биэластикининг ҳисобдан чегараниши ва уни ростлаш мураккаблети. Сензор элементларнинг бу камчилиги электр ва пневматик куч компенсацияси схемаси бўйича қўзғатган асбобларда қўзғатилган.

Ковушюқ суюқликлар ва химиявий агрессив муҳитлар босимини ўлчаш учун манометрлар энг қўлай, чунки асбоб ишлатилганда тўғри ва кенг аниқликда мембрана остидаги катта бўшлиқ ковушюқ суюқлик учун эриш янча очиб беради ва ифлосланган эҳтимолнинг олдини олади. Асбоб сензор қисмининг содда шакли мембранани агрессив муҳит таъсирини сўзлама билан ҳимоя қилади. Бунинг учун мембрананинг пастки сирти химиявий чидамли металлдан қилганг юзга фольга билан ёки чидамли пластмасса (фторопласт ва ҳ.) дах қилган пленка билан қопланади.

13.4-§. ЮК-ПОРШЕНЛИ АСБОВЛАР

Юк-поршенли асбоблар аналон ва намуна асбоб сифатида асосан лаборатория шароитида, турли (пружинали) манометрларни текшириш ва даражалаш учун ишлатилади. Юк-поршенли манометрларнинг ишлаш принципи Ҳалчаётган босимнинг поршенга таъсир кўрсатадиган ташки юк билан мувозанатланишига асосланган. Юк-поршенли асбоблар юқори аниқлиги (0,02—0,2) ва ўлчаш диапазони (0,1 дан 1000 МПа гача) билан ажралиб туради. 13.16-расмда юк-поршенли манометр схемаси кўрсатилган. Ҳалчаётган Р босим ёғ билан тўлдирилган цилиндр 3 га берилди. Бу босим поршеннинг дикопча 2 ва юк 1 билан биргаликдаги массаси билан мувозанатланади. Ҳалчаётган босим миқдори дақиқа юклар ва поршень массаси миқдори бўйича таъсир мумкин. Берилган босимни олиш учун дикопчага поршень билан унинг



13.16-риск. Юк-поршень манометри.

массасини ҳисобга олиб маълум олин-
дик қуевчи ҳосил қилаётган юклар
қўйилади. Поршень билан юкларнинг
массалари энгилмасини ҳисобга олиш,
сувоқдаги ҳосил бўладиган босим уш-
бу формула билан топилади:

$$P = \frac{M + g}{S}, \quad (13.34)$$

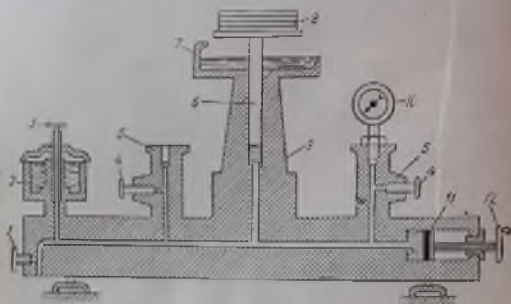
бунда M — юклар ва поршеньнинг мас-
саси, кг; S — поршеньнинг фойдалан-
иш, м² (бу юзга поршень ҳесоби юзи
билан поршень ва колонканинг ци-
линдрик қандал орасидаги ҳалқасимон
тиракш юзларнинг ярим ёнгилмасдан
ибора); g — эркин тушиш тезлани-
ши, м/с².

(13.34) дан қўринадик, юклар мас-
саси қанча кўп бўлса ва поршень
юзи қанча кам бўлса, P босим шунча

кўп бўлади. Одатда, поршень юзи унинг биқирлиги шартдадан топи-
лади. Поршень ва цилиндр орасидаги тиркш 0,01 мм дан
ошмайди.

13.17-рискда юк-поршеньли вакуум манометрининг принци-
пал схемаси келтирилган.

Юк қолмоқсиз 9 шиг марказида силанқиланган цилиндрлик
қанал бўлаб, бу қаналнинг ичига юк ликочаси 8 бўлган сил-
жуача поршень 6 жойланган. Колонканинг қандали поршени
11 га эга бўлаган пресс билан уланган. Бундан ташқари, у тек-



13.17-риск. Юк-поршеньли вакуум манометрининг принципал схемаси.

спираллётган манометр 10 билан боғловчи шланглар 5 га
уланган. Колонка ва шланг қандалар панасимон ағдирлар
қилади.

Иш бошлашдан аввал вентиль 3 очиб, ситим 2 ани
босимни гидравлик системаси иш сувоқлиги билан тўлдирла-
ди. Системани тўлдирш билан бир пайтда манометр 12 на соат
стрелкасининг ҳаракат бўвадигани қарш бўраб, поршень 11
аллаптирилади. 3 охиригача аллаптирилгани ҳолда ситим 2 да
иш сувоқлиги қисман қолшим қарш. Иш сувоқлиги сифатида
ўртача қовушқонликка эга бўлган манометр май ишланмади.
Ҳисоб тўлаганидан сўнг вентиль 3 берилтилади. Кейин манометр
12 май босими натижасида кўтарилган юк ликочаси кўрсат-
кичи 7 тўғрисида қолғунча бўралади. Ҳақиқатда босимнинг
катталиги ҳақида мувоозанатсизчи юклар қатталитига қараб
фикр юритиш мумкин.

Қанал ва поршень сиртлари ўртасида кичик бўлса ҳам за-
зор қорлиги натижасида май поршень устига ўтиб, уни ас-
та-секин пастга туширади. Ишқилидан таъсирини қамқитириш
учун поршень қўл билан ёки махсус қуралга ёрдамда ай-
ланитирилади.

Юклар ҳосил қиладиган максимал босим 2,45 — 4,9 МПа.
Манометрини бундан каттароқ босимга мослаш учун поршеньга
прессдан фойдаланилади.

Юқори босимларни (1000 МПа гача) ўлчамли улуи гидравлик
ультрапикнаторан поршеньли-дифференциал на юк-поршеньли
манометрлар қўлланилади.

13.3-8. ЭЛЕКТР АСБОБЛАР

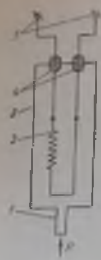
Бу группа асбобларнинг ишлаш принципи босимни у билан
функциюла боғлиқ бўлган бирор электр қатталитига бевосита
ёки билвосита ўзгартиришга асосланган. Бу асбоблар, асосан,
ўлчам қийин бўлган жойларда ёки лабораторияларда тадқи-
қот мақсадларида қўлланилади. Ушбу асбоблар грунасига
қаршиллик, синимли, пьезоэлектр, индуктив ва бошқа мано-
метрлар кирди.

Қаршиллик манометрларининг ишлаш принципи сезгир эле-
мент қаршиллигининг ташқи босим таъсирига ўзгаришга асос-
ланган. Сезгир элементлар қаторига манганин, платина, кон-
стантан, вольфрам, яримўтказгич ва ҳосиллар кирди. Қар-
шиллик манометрларида қўлалаш учун энг қўлай манганиндир.
Манганин ΔR электр қаршиллик орттирмасининг P босимга
нисбатан чизикли боғланишига эга:

$$\Delta R = K_p \cdot R \cdot P, \quad (13.35)$$

бу ерда K_p — манганин қаршилликнинг ўзгариш коэффициенти, 1/Па. R —
қаршиллик, Ом.

Манганин қаршилликнинг чизикли боғланишига тажриба маъ-



13.18-рәс.
Манганинлы
манометр
схемасы.

манометрлардан 3000 мПа босымгача тасдиқланады. Бундан ташқари, манганин электр қаршылыгының температура коэффициенті жуда кичік. Үзгәртгіч сезгірлігінің кичіклығы бу манометрларни жуа юқори (100 мПа дан ортик) босимларни улчаш учун куллансга айд куймайди. Манганин учун $K_p = 22,95 \cdot 10^{-2}$ дан $K_p = 24,61 \cdot 10^{-2}$ 1/Па гача.

13.18-рәс.да манганин сими үзгәртгічгә аса булган манометрнинг схемасы келтирилган. Манометрнинг корпуси 3 да иккита герметик металл стерженлар 4 да манганин қаршылык 2 ұрнатылган. Штуцер 1 үзгәртгічни объектга улаш учун хизмат қилади. Стерженларнинг устки қисмидаги қисқичлар 5 ердамыда үзгәртгіч улчаш асбобига уланады. Үзгәртгічдаги манганинлы галток қаршылығыни улчаш учун, одада куприклар, аниқ улчавлар учун аса потенциометрлар кулланлады. Манганин қаршылык манометрларнинг айд қуандган асосий хатоси $\pm 1\%$ дан ошмайды.

Мамлекатимизда чиқарилеелган ММ-2500 манганинлы манометрлар 2500 МПа гача босимни улчаш имконига эга.

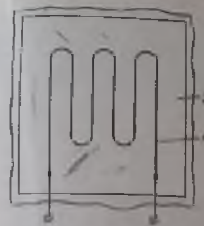
Үрімүтқазгичли датчикларнинг льеэкоэффициентни манганинликдан минг марта ортик, лекин датчиклар қаршылығының босимга булган боғлениши ноқизиклидир. Бундан ташқари, катта миқдордаги гистерезис мавжуд булиб, температура ҳам үз таъсирлини курсатади. Үрімүтқазгичли қаршылиги датчиклари механик жиқатдан пишк эивс, улар 10 мПа дан ортик босимларни улчашга яроқсиз.

Электр қаршылык усули буйича босимни улчашда сезгир элемент сифатида тензодатчиклар кулланлады. Тензометрнинг ишлаш принципи куч еки унга пропорционал булган деформацияни деформацияланган жисмга ёпиштирилган сим қаршылығының үзгәришига айлантйрилшав иборат.

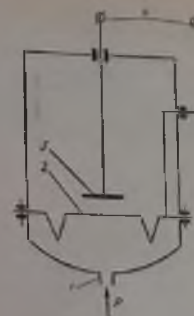
13.19-рәс.да тензометрик үзгәртгіч схемасы кўрсатылган. Тензодатчикнинг сезгир элементи диаметри 0,02 ... 0,05 мм булган манганин сим 1 дан иборат. Бу сим бир-бирига ёпишган юлға қоғоз 2 орасига сиртмоқ шаклида жойлашган. Симнинг учларига чиқиш клеммалари уланган. Тензометрнинг сезгир элементи эластик элемент юзасига ёпиштирилган. Эластик элемент босим таъсиринда деформацияланганда, тензодатчик сими чўзилыб, унинг кесими камаяди ва қаршылығы үзгәради.

Сезгир элемент деталига ёпиштирилган тензодатчиклар үлчанаётган босим P ни электр қаршылығының үзгәриши билан сезади. Бу тензосезгирлик коэффициентни K билан баёқланады:

$$K = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l} \quad (13.36)$$



13.19-рәс. Тензометрик
үзгәртгіч схемасы.



13.20-рәс. Сигимли манометр
схемасы.

булган $\Delta R/R$ — тензометр қаршылығының кисби үзгәриши; $\Delta l/l$ — симнинг кисби деформациясы; K коэффициент қиймати металллар учун 0,5—4,0 чегараларига стааи.

Тензодатчик электр куприк схемасига қаршылығыни улчаш учун уланады. Куприкнинг шкаласи босим бирликларида даражаланады.

Тензометрларнинг афзалликлари: электр қаршылығының босимга булган боғлениши чизикли, инерционлык даражеси кичик, асбобларни улчаш қийин булган ерларга жойлаштириш мумкин, хато $\pm 0,4\%$ дан ошмайды. Унинг камчиликлари: сезгирлик миқдори жуда кичик, температура үзгәришига боғлиқ. Қаршылык манометрлари босимни улчашда санават технология курилмаларига кам кулланады.

Юқорида курсатылган принцип буйича ишлайдиган ЭДД-22 тензоманометр 0,1 дан 0,6 МПа гача булган босимларни улчаш учун мулжалланган.

Сигимли манометрларнинг ишлаш принципи босим үзгәриши билан ясси конденсатор қопламлари уртасидаги масофани үзгәртириш натижасида унинг сизимининг үзгәришига асосланган. Сигимли манометрнинг принципиал схемасы 13.20-рәс.да келтирилган. Үлчанаётган босим асбобга наёча 1 орқали келади ва мембрана 2 орқали қабул қилинады. Мембрана 2 ва электрод 3 конденсатор қопламларини ҳосил қилады. Конденсатор аса улчаш схемасы клемма 4 лар орқали уланады. Конденсатор сизими қопламлар уртасидаги масофага боғлиқ:

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{l} \quad (13.37)$$

букиа 5 — конденсатор или 1 — конденсатор электрической цепи, а также конденсатор электрической цепи.

Босим таъсирида мембрана 1 икки, электрод 3 га яқинлашади. Мембрананинг яқинлашганда 1 массага ўзгаришган босимга нисбатан пропорционал ўзгаради. Конденсаторлар юзи ва диэлектрик сифатларининг ўзгариш процессида ўзгаришган. Шунинг учун (13.38) ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

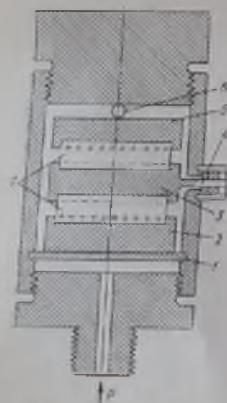
$$C = \frac{K}{l}, \quad (13.38)$$

бунда

$$K = S \cdot \epsilon,$$

Шундай қилиб, конденсатор ситими ўзгаришган босимга пропорционалдир. Ситимли манометрларнинг кўрсаткишига атроф-муҳитнинг температураси таъсир қилади. Чунки температура ўзгариши натижасида конденсаторлар ўртасидаги масофа ўзгаради. Ситимли манометрларнинг ила бир қимчилиги паразитик ситимлар таъсириндир. Ўлчаш хатолиги асбоб шкаласининг $\pm 1,5 \dots 2\%$ дан ошмайди.

Пьезоэлектрик манометрларнинг ишлаш принципи баъзи кристалл моддаларнинг механик куч таъсирида электр заряд қосна қилиш қобилиятига асосланган. Бу ҳодиса пьезоэффект деб аталади. Пьезоэффект кварц, турмалин, сегнет тузи, оғир титанат ва бошқа моддалар кристалларида кузатилади. Бу типдаги асбобларда қўлланадиган материалларда пьезоэлектрик эффект $+300^\circ\text{C}$ га бўлган температурга босанқ эмас, лекин $+500^\circ\text{C}$ дан ошган температураларда бу эффект юзаси тенг бўлиб қолади.



13.21-расм. Пьезоэлектрик манометр.

150

Пьезоэлектрик манометрнинг тузилиш схемаси 13.21-расмда келтирилган. Ўлчаниётган босим мембрана 1 орқали каяра пластинкалар 2 га таъсир қилади. Бу пластинкаларнинг металл қистирма 3 га тегиб турган ички томонда бир хил шораларни ҳаракат қилдирилади. Пластинкаларнинг ички томондаги потенциал қистирма 3 билан ўзгаришган ва изоляцияланган ўтказкич 4 орқали олинилади. Пластинкаларнинг устки томондаги потенциал эса корпус, металл қистирмалар

2 ва 6, мембрана 1 аз соқсача 6 орқали олинилади. Ўлчаниётган босимга пропорционал бўлган потенциаллар фарқи пластинкалар 7 дан олиниб, кучайтирувчи лампа 8 га таъсир қилади. Ўзгаришган кучайтирилган электр ўлчов асбоблари орқали ўлчанади. Ўлчов асбоблари сифатида электрометрик лампалар ва катодли ёки шлейфли осциллограф, ўзгариш ток вольтметрлари, шунингдек электростатик вольтметрлар қўлланилади.

Мембрана 1 томонидан тушадиган F куч таъсирида пластинка 7 текисликларда пайдо бўладиган электр заряди қуйидаги формула билан топилган:

$$Q = K \cdot F = K \cdot S \cdot P, \quad (13.39)$$

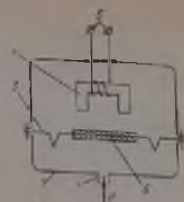
бунда P — эффектив юзи S бўлган мембрана 1 га таъсир қилган босим, K — пьезоэлектрик қиймати, Кл/Н.

100 мПа (100 кгс/см²) ва ундан юзори босимларни ўлчашга нисбатан пьезоэлектрик манометрлар тез ўзгаришган босимларни ўлчашда кенг қўлланади. Пьезоэффектнинг асбобларнинг ишончлилигини таъминлайди. Бу асбобларнинг босимлари тез ўзгаришган процессларни (қавқавлаш, порцелан) ўлчашда жуда қулай. Пьезоэлектрик манометрларда ўлчаш хатолиги $\pm 1,5 \dots 2\%$.

Индуктив манометрларнинг ишлаш принципи таъсир қилган индуктивнинг таъсир қилган босим таъсирида ўзгаришган асосланган. Индуктив манометрларнинг принциплар схемаси 13.22-расмда келтирилган. У мембранали сезгир элемент 3, унга бириктирилган темир ўзак 6 ва темир ўзакли индукцион галлак 4 дан иборат. Ўлчаниётган босим пайча 1 орқали бўлиқ 2 га мембрана 3 ни букади, натижада ўзак 6 галлак 4 га яқинлашади. Шундай қилиб, галлакнинг индуктивнинг ўзгаришган босимга пропорционал ўзгаради. Датчик ўлчаш схемасига клеммалар 5 орқали ўлчанади.

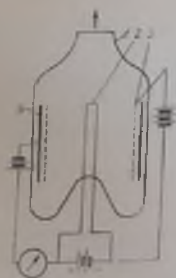
13.6-6. ИОНИЗАЦИОН АСБОБЛАР

Ионизацион манометр (вакуумметр) ларнинг ишлаш принципи газ молекулаларининг қиздирилган катод чиқариладиган электрон оқими орқали ионизацияга асосланган. 13.23-расмда қиздирилган катодли ионизацион вакуумметрнинг схемаси келтирилган. Вакуумметрнинг сезгир элемент сифатида ўзгаришган манометрик лампа ишлатилади. Лампа баллон 1 ўлчаниётган муҳит билан ўлган. Баллонда вольт-флам тода катод 2, түр 3 ва анод-коллектор 4 жойлашган. Катоддан

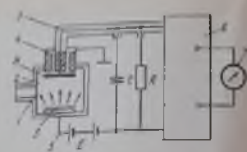


13.22-расм. Ионизацион манометр схемаси.

151



13.23-рasm. Ионизацион вакуумметр cxeмaтe.



13.24-рasm. Ионизацион манометр cxeмaтe.

частью электродов нисбат заряд- ланган алодга экваллзаан. Газ бос- сннга кура элктроапар уа аулда маълум мақдордаги молекулалар- ни ионлайди. Ионлар коллектор ор- қали айнади, алод токи на газ бо- снмга пропорционал I_0 токни до- сисл қилади:

$$I_0 = K \cdot I_0 \cdot P, \quad (13.40)$$

бу ерда I_0 — алод токи; P — газ босим; K — ўзгариш геометрик факторларга на газ тарсбига болас булган пропорционал коэффициенти.

Қайтарилган катодда ионизацион вакуумметр орқали $133,32 \cdot 10^{-4}$ дн $133,32 \cdot 10^{-6}$ Па ($10^{-4} \dots 10^{-6}$ мм см. усти гава вакуумметрларни ўлчаш мумкин. Ионизацион манометрлар техник асбоблар сифатида ишлаб чикариш таронтолаонга қўлланилмайди, лекин лабораторияларда кенг қўлланилади.

13.24-рasmда радиоизотоп ионизаторни газ босимни ўлчаш асбобининг принципал схемаси кўрсатилган.

Асбобнинг ишлаш принципи ионизацион камера орқала оқилган токнинг камерадаги газ босимга болганишга асос- ланган. Бунадай ҳола ўлчаниётган босим унча катта бўла- гинда на радиоизотоп манометрларнинг ўлчаш даи унча кат- та бўлмаганда заррачанинг 1 см узунлидаги аулда энг катта ионлаштирувчи қобилиятига эга булган «-иурланишдан фой- даданнш самараландар. Агар ионлаштурувчи камера ўлчашлари «-заррачалар босиб ўтган аул узунлигидан кескин кичик бўл- сс, унда манфий зарядланган коллекторла нов токи кучи бо- снмнинг чизикдан функцияси булади, яъни

$$I = K \cdot P, \quad (13.41)$$

бунада P — босим; K — асбоб доимийси.

Ионизацион камера 2 вакуум ўтказмайдиган гиллоф 1 ичи- да жойлашган, у наича 4 ёрдамида босимни (вакуумни) ўлчани- ши зарур булган бўшлиқ билан боғланади. Газ радиоактив маиба 3 билан «-зарралар орқали нурлантирилади. Радий, то-

рий, полоний, протактиний изотоплар нурлантирувчи бўли- димат қилади.

Камерада ионлар коллектори 8 жойлашган. Таъминлаш куч- ланиши ўзгариш тои жанбакдан секлар 5 орқали аналга ош- қилади. Ионлар коллекторни камера денорларига анибатан мин- фий потенциалга эа. Ион токи кузайтган 6 билан кучайти- рилади на босим берилганда даражаланган асбоб 7 билан ўлчанади. Асбоб $1-10^4$ Па ($10^{-2}-10$ мм см)б устуни) диа- пазонда абсолют босимни ўлчашга мумкинлашган.

Бунадай манометрлар ким изиризонлига, гистерезиснинг ауқ- лиги, кўрсаткишларни масофа босилек билан ўзатиш на ўл- чаш диапозонини ўзгариш мумкинлиги билан ажралиб ту- рлади.

13.7-§. ИССИҚЛИК ЎТКАЗУВЧИ АСБОБЛАР

Кичик абсолют босимда ёки вакуумда молекулаларнинг ар- кин юриш узунлигини системанинг геометрик ўлчовлари ор- қали аниқлаш мумкин, бунада таъминат иссиқлик ўтказиш ко- эффициенти унинг босимига боланк булади. Иссиқлик ўтказувчи манометрларда ани шу ҳолис асос килиб олинган. Бу боғла- ниш иссиқлик ўтказувчи манометрларда газларнинг $1-10^4$ Па гава булган босимларини ўлчашда қўлланилади. Асбобнинг датиши босим ўлчаниётган маишга жойлашган температура кичитиш на ўлчанишдан иборат. Температуранинг ўлчанишган асбоб сифатида термометр ёки қариндас термометр ишлати- лади.

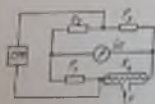
Термометрли манометрларда ўтказишнинг температураси ўлчанилади. Температура ТЭОК ўлчаниётган босимнинг функ- цияси булган термометр орқали ўлчанади. Термометрли манометрнинг принципал схемаси 13.25-рasmда кўрсатилган. Ма- нометр қиздирувчи элемент 1 на унинг тем- пературасини ўлчанишган термометр 2 дан иборат. Элемент ток маиба 3 дан кичийди. Термометрнинг ТЭОК милливольтметр (по- тенциометр) 4 орқали ўлчанади. Элемент $1 \dots 200^\circ\text{C}$ гава қизиш мумкин.

13.25-рasmда паст босимли иссиқлик ўтказишган манометрнинг схемаси келти- рилган. 3 мувозиратлаштирилмаган кў- рикдан иборат бўлиб, унга СТМ дан ста- ционар таъминот маибаи кучланиш бери- лади.

Қўриқнинг учта елкаси R_1 , R_2 на R_3 ўзгариш қариндасларга эа. R_1 эа ўлча- ниётган босим берилганган камерада жой- ланган, 20°C гава қизирилган вольфрам сиздан иборат. Газ босимни ўзгариш бн- дан унинг иссиқлик ўтказувчанлиги ўзга-



13.25-рasm. Термо- метрли манометрнинг принципал схемаси.



13.26-расм. Термостатический манометрның принципиал схемасы.

вакуумлаштирилган камерага жойлаштирилади.

Иссыклик ўтказувчи манометрлар улар қайси газга мўлжалланган бўлса, шу маълум газ бўйича даражаланади.

Иссыклик ўтказувчи манометрлар вакуум системага ёта бўлган лаборатория (масс-спектрометр, электрон микроскоп ва бошқалар) асбоблари сифатида қўлланилади.

ради, бу электр қаршилик R_4 нинг ўзгаришига ва, демак, кўпик мунозирати бузилишига олиб келади.

Вольфрам симонинг иссыклик беричик иссықлиқни ўтказишда интирок эътидаган молекулалар сонига ҳам, камера деворлари температурасига ҳам боғлиқ. Асбоб кўрсатишларига камеранинг R_4 та экин деворлари температурасини аниқлайдиган атроф муҳит температураси ўзгаришининг таъсирини камайтириш учун кўп-рик елқаси ўлчаш камерасига ўхшаш

14-БОБ. МОДДА МИҚДОРИ ВА САРФИНИ ЎЛЧАШ

14.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Модда миқдорини ўлчайдиган асбоблар счётичликлар деб аталади. Счётичликлар ўзларидан ўтган модда миқдорини исвалган вақт (сутка, ой ва ҳақазо) мобайнида ўлчайди. Унинг миқдори счётич кўрсаткичларни фарқи билан аниқланади. Модда миқдори ҳажми (литр, m^3) ёки масса (кг, т.) бирликларида ифодаланади. Счётичликлар бевосита ўлчаш асбоблари бўлиб, уларнинг шкаласи бўйича олинган кўрсаткичлар қўшимча ҳисоблашни талаб қилмайди.

Сарф ўлчаш учун ишлатиладиган асбоблар сарф ўлчагичлар деб аталади. Модданинг берилган қанчал қисми оққали вақт бирлиги ичида ўтган миқдори модда сарфин дейилади. Сарф ўлчайдиган асбоблар оний сарфини ўлчайди ва технологик режимлар (айниқса узлуксиз жараёнларда) ишнинг барқарорлигини назорат қилишга, технок. осик жараённинг ўтишини ҳар бир онда автоматик равишда ростлашга ва режими билан берилган айнаилишда сошлашга имкон беради.

Модданинг ҳажимий сарфи l/s , m^3/s , $m^3/соат$, масса сарфи $кг/с$, $кг/соат$, $т/соат$ ва ҳақазоларда ифодаланади. Асбоблар счётичликлар (интеграторлар) билан таъминланиши мумкин, унда бу асбоблар счётичли сарф ўлчагичлар дейилади. Бундай асбоблар модда сарфини ва миқдорини ўлчашига имкон беради.

Сансатда кенг тарқалган счётичликлар ва сарф ўлчагичлар ишлаш принциплари ва тузилишларига кура бир қанча гуруппаларга бўлинади (РФСТ-15528-70).

Суюқлик ва газларнинг миқдорини ўлчайдиган счётичликлар қуйидаги асосий гуруппаларга ажратилади:

1) ҳажми счётичликлар; 2) тезлик счётичликлар; 3) вазн счётичликлар.

Ишлаб чиқаришда суюқлик, буғ ва газларнинг сарфини ўлчайдиган асбобларнинг қуйидаги турларидан фойдаланилади:

1) босим фарқлари ўлғарувчан сарф ўлчагичлар; 2) босим фарқлари ўлғармас сарф ўлчагичлар; 3) тезлик босими сарф ўлчагичлари, 4) ўлғарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар; 5) индукцион сарф ўлчагичлар; 6) ультраовуш сарф ўлчагичлар; 7)

набориметри (иссидна) сарф ўлчашлар; б) нонизацион сарф ўлчашлар.

Ҳаётдаги модданинг турли кўра сарф ўлчашлари суя, шикат бут, газ ва ҳавзаларни ўлчашларга бўлилади.

14.2-§. СУЮҚЛИК ВА ГАЗЛАР МИҚДОРИНИ ЎЛЧАШ

Суюқлик ва газлар миқдорини ўлчашга муважжаъланган сўччиқлар ўлчашнинг ишлаш принциплари кўра ҳажм, теъалик ва ваъи сўччиқларига бўлилади. Кўпроқ ҳажм ва теъалик сўччиқларига ишлатилади. Газ миқдорини ўлчашда ҳажм сўччиқларидан фойдаланилади.

Вақт оралари $t_1 = t_2$ даги оқим, масса ва энергия йиғиндисини кўрсатувчи ўлчаш асбоби сўччиқ деб аталади. Сўччиқлар q функциясини куйдаги формулага мувофиқ билади:

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} g \cdot dt, \quad (14.1)$$

бу ерда Q — вақт ораларида сарфлаватган жонда миқдори; g — вақт бўлими кичка модда ёки энергия сарфи.

Ҳажм сўччиқлари модда миқдорини ҳажм бўйича, теъалик сўччиқлари эса оқим теъалиги бўйича ўлчайди. Иккала сўччиқ ҳам модданинг асоби талаб турган вақтда ундаги ўтган умумий миқдорини кўрсатади. Маълум вақт ораларидаги модда миқдорини аниқлаш учун олинган дзарикиг бошлансиди ва оқирдаги сўччиқ кўрсатишини белгиллаш керак. Сўччиқ кўрсатишларининг фарқи шу давр ичда асобида ўтган модда миқдорига тенг бўлади.

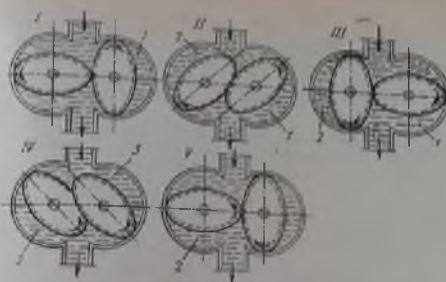
Ҳажм сўччиқларининг ишлаш принциплари суюқлик ёки газ оқими муайян миқдорига—порция (доза) зарга бўлиниб сарфлаватган ва бу порциялар сонини ҳисоблаш йўли билан сарфлаватган модда миқдорини аниқлашга асосланади.

Сарфлаватган порциялар сонини йиғиндисини ҳисоблаш механикни ёрдамида аниқланади. Ҳажм сўччиқлари асосан тоза, механик аралашмаларсиз бўлган суюқлик ва газлар миқдорини ўлчашга муважжаъланган. Уларнинг асосий афзалликлари ўлчаш хатолигининг кичиклиги ва ўлчаш диапазонининг катталигидир.

Туъалишига кўра ҳажм сўччиқлари овалсимон шестерняли, ротацион, поршеник, диафрагмали, барабанли ва бошқа хил турларга бўлилади.

Суюқ моддалар миқдорини ўлчаш учун овалсимон шестерняли ва поршеник сўччиқлар кенг қўлланилади. 14.1-расмда овалсимон шестерняли сўччиқнинг принципал схемаси кўрсатилган.

Шестернялар оқимининг киришига кўра бир-барини кетма-кет ҳаракатга келтиради. Улар айланганда шестерня овали ва бўлаш камераси девори билан чекланган суюқликнинг муайян



14.1-расм. Овалсимон шестерняли сўччиқ схемаси.

ҳажми чиқариб зоборилади. Шестернянинг бир марта тўлиқ айланишида сўччиқ ўлчаш камерасининг ҳажми йиғиндисига тенг бўлган тўртта маълум ҳажмдаги суюқлик оқиб ўтади. Сўччиқдан ўтган суюқлик миқдори шестерняларнинг айланишлар сонига кўра аниқланади I ҳолатда (14.1-расм) суюқлик ўнг шестернянинг соат стрелкаси ҳаракати йўналишида айлантиради. Ўнг шестерня эса ўз найбатида чап шестерняни соат стрелкаси ҳаракати йўналишига яқини айлантиради. Бу ҳолатда ўнг шестерня суюқликнинг I қисмини чиқариб ташлайди. II ҳолатда чап шестерня суюқликнинг иккинчи қисмини чиқарилади. Ўнг шестерня эса аввал чиқармаган I-ҳажмин сўччиқнинг чиқаришига узатади. Иш пайтида айлантирувчи момент иккала шестерняга ҳам таъсир қилади. III ҳолатда чап шестерня стақловчи бўлиб, суюқликнинг 2-ҳажмини чиқаради. IV ҳолатда ўнг шестерня 3-ҳажмини чиқаришни тавомиллайди, чап шестерня эса 2-ҳажмини сўччиқка киритади. V ҳолатда 3-сигим бачаком чиқарилади, иккала шестерня ҳам ярим айланишни бажариб, ўнг шестерня яна стақловчи бўлиб қолади. Шестернялар айланишининг оқибати ярим юқоридагилек ўтади. Суюқликнинг ҳажми шестернялар айланишига мос.

Овалсимон шестерняли суюқлик сўччиқлари 0,8 ... 36 м³/соат диапазондага ўлчашларни таъминлайди. Шарпан ўтин диаметрлари 15 ... 80 мм, асбобнинг хатолиги ±0,5%, иш боъали 1,57 МПа (≈ 16 кгс/см²). Сўччиқ ўрнатиллашдаги боъалининг йўқотилиши таъминан 0,02 МПа (0,2 кгс/см²). J

Ҳажимон моддалар миқдорини ўлчаш учун диафрагмали, ротацион ва барабанли сўччиқлар кенг қўлланилади. 14.2-расмда ГҚФ типидagi диафрагмали сўччиқ схемаси кўрсатилган. Диафрагма I билан бўлган сўччиқнинг иккинчи камераси (I ва II) маълум цака бўйича газга тўлиб ва бўшаб туради.

14.2-расс. ГАФ ПИЛДЭНН 140
СЫСТЕМЕ

берилган. Ҳисобга II камерга янгилан ва диафрагманинг
сўғи сўриб I камерадан газни тешик 3 орқали сарфга чиқа-
ради. Диффузия маълум орақда сурғиланган ричга 6 шун-
дан қиқрига қилинганлиги била, газ I камерга янгилан. Шу-
дан қийиб, камераларда теги қиқсирган газ порцаларни
маълум қиял билича сарфга чиқиб турали. Ричалнинг ҳар бир
қисмидаги қаралган сўғирик 7 қиқсирлатилган шакилда ҳи-
собланган турали.

Ротаторлар соётичи (14,3-расс) кўп миқдордаги газ хаймиши ўстирига мўлжалланган. Бу соётида ўлғун 8 рақими кўринишига эришга мўжиза доғир / Ёрдағида бағирлади. Бу ротаторлар ги-лар 2 ячқал айланган. Соётичиға газ турли фильтриниге кўри-миги тарғиғи орқали келди. Ротаторлар соётичи кўриши ва чи-қимидаға босимлар фарди ҳисобига айланган. Ротаторларда

14.3-раск. Ротация солёных солёных.

Бу камералар ригат б орқали
клапанлар 3-4 билан боздан
қилин бўлиб, юқори қисмлар
берилган газ 1 камерга,
пастки клапанлар берилган газ
2 камерга ўтади. Газ 1 каме-
рага кирганда унинг осма
сүзгү диафрагмани ўнг томони-
га сурлади. 2 камера тоза
бошқалидан на ундига газ ми-
қдор бир порция бўлиб, те-
шик 3 орқали сарфга ўтади.
Диафрагма ўнгга сурлади
маълум бастаниққа келганди,
ригат б пастки клапанлар

дирерага янгилан да анафразматик татали тешик 3 орқалда сарғича чикоралекка суралганда ричиг 6 эвалон, газ 6 калмера янгилала. Шунинг билеги микдордаги газ порцаларига чикиб туради. Ричалнинг хар бир 2 цифералатининг шкаласида хикрасеи кил микдордаги газ хажмининг асбобла дувон 8 рақамин кўриништинда бажариллади. Бу роторлар гилатикка газ турпин филатрининг хикисин. Роторлар селтечки кирити ва хикисобига айланалади. Роторлардан бири асбобдан уткан газ хажмининг кўрсатувчи хикисобил мехикизм билан боғланган. Селтечкининг улчин хажми гилоф дасори ал роторлар орасидаги килмера орқалди аникланади.

Ротацион сётёчниклар 40 ...
... 40000 м³/сонт сарфни ўзлаш-
тириш мўлкжаллаб чиқарилади. Иш
босимлари: 0,1; 0,6; 1,6 ва 6,4 МПа.
Шарти ушунга диаметрлари 50 ...
1200 мм, Асбобларнинг аниқлик
класси 1 ва 1,5. Сётёчник ури-
тилишидаги босим сарфи (бух-
талиниши) 35 ... 40 мм сул. ўст.
дан ошмайди.

Сууюклик микдория ўлчаданган тезлик счётчиклари дарёкатдаги оқимнинг ўртача тезлигини ўлчаш пайдализига эсосланган.

Суоқлик мўқорини оқим ҳаракатини реалити билан қўйиладиган ҳис-
сёт орқали белгиланган.

$$Q = v_{\text{flow}} \cdot S, \quad (14.2)$$

бу зраз Q — замкн. сф., н.с. $v_{\text{пр}} =$ одност. урив. поля, $\kappa_1, \delta =$ одност. ефік. елем. век. н.с.

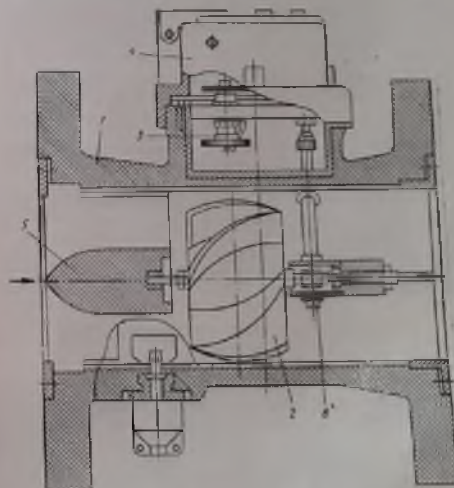
Оқим бўлган Ҳунарига паррелларнинг айланмиш сонига қарай эсбобдан ўтган суюқлик миқдорини аниқлаш мумкин. Парреллар айланмишининг тезлиги оқим тезлигига пропорционал:

$$n = R \cdot \sigma_{\text{opt}} \quad (14.8)$$

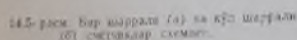
будет n — нарастающим абелевым сном, $1 \leq n$; K — любое число геометрич. значений K для n — заданного n , $n=1$.

Агар (14.2) тенгламани назарда тутсак:

$$n = K \cdot \frac{Q}{S} \quad (14.4)$$



144-расп. Сформирован парусом сужающейся септумы.


$$N = \pi r = \frac{K}{S} \cdot Qr, \quad (14.5)$$

Сифилиснинг паразитар ўлчангизини оқимга нисбатан шаллаб, қанотли паразитлар сую оқим ўқиса переносчиларулар жойлашсаин. Сифилиснинг паразити таълик сибегичлари кўп жиддада сую сарфини ўлчанга таъликланаин. 14-рассад сифилиснинг (гомоинтеп) паразити (сую ўлчангиз) сибегич кулгизаин. Суюқлик оқимга сибегични корпусу 1 га келса, шарра ўлчангиз 3 орданли кўп киримали сибегичида шаллабга шаллабга саррак кулгизачилари 2 га шаллабга. Паразитнинг абдангизини переносчик жидде 6 га ўзгичи механизмга 3 орданли сибегичи 4 га ўзгичи.

Бу селечилар 20 ... 200 мм шарли ўтишга мўлжалланиб, сирғи 70 ... 1700 м/соат ва $\pm 2 \dots 3\%$ хато билан ўлчайд. Муҳитнинг босими 0,98 мПа (10 кг/см²) дан ошмаслиги керак.

Сувоқликни тартиққа келтириш усулига кўра қанотли сёл-
тиқлар бир шәррели ва кўп шәррели бўлади.

11,5-расмда бир ширани (а) ва кўп ширани (б) сўғичилар схемаси кўрсатилган. Бу сўғичиларда суюқлик асосининг паровозининг таъсирини таъминлаш йўналиши йўналтирилган. Парралка сўғичиларда агрегати бўлмаган оқимда ишлаган ва оқим температураси 30°C дан ошмаса, уларнинг парраги ялғизмасдан тайёрланади. Оқим температураси 90°C дан юқори бўлса, парралар жездан тайёрланади.

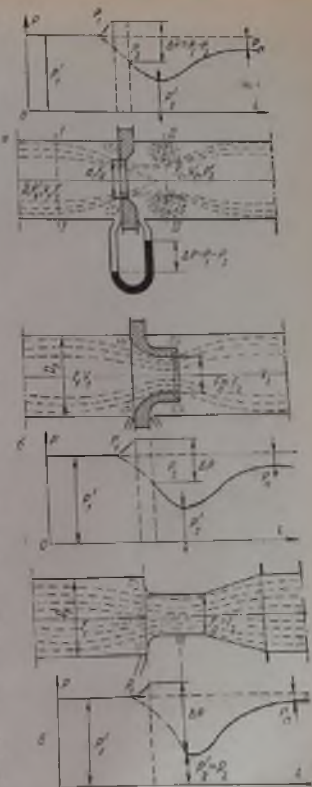
14.2-9. БОСИМЛАР ФАРҚИ ЭЛГАРУВЧАН САРФ ЭЛЧАГИЧЛАР

Трубопроводлардаси сууяқлык, газ ва буг сарфини босимлар фарқи узгартуучи сөрф узачагичлар билан улчаш кен тарқалган ва «Жиз» урганган. Сарфич бунай усул билан Ҷаъан сууяқлик ёки газ таятган трубопроводада кичик диаметрли түсик-диаметрлы, солло ёки Вентури соллоси узратиш таят-жисалда ҳосил булганган модал потенциал энергияси (статик босими)нинг узгаришяни узачага асосланган. Кичик диаметрли түсик вазифасыни бажаруучи тарайтириш курилмаси трубо-

пропада ўртача, ма-
халли тўраишчи ҳосил
қилади. Сувоқчи, газ ёзи
буғ трубопроводини ке-
сими тўраган мобилан
ўстаётганида тиниқ тезда-
га ошади. Тезликнинг ил,
бишбарини, аниқтас эне-
ргиеини олтиши оқимчи-
кесими тўраган мобилан
потенциал энергияини
камайлантира олиб келади.
Бундан тўсиқдан кейинги
саттас босим узалин ол-
динги саттас босимдан
кам бўлади/Шунақа қи-
яда, модал тўраириши
курмаишидан ўтишда бо-
сим фарқи $\Delta P = P_2 -$
 $= P_1$ ҳосил бўлади (14.6-
расм). Бу босимлар фар-
қи оқим тездаги ва мо-
дал сурфини муносиби бў-
лади. Демак, тўраириши
курмаиш ҳосил қилган
босимлар фарқи трубо-
проводдаги ўстаётган мо-
дал сурфини элчини бў-
лиши мумкин. Сурфини
сон қиймати эса диффе-
ренциер элчиган ΔP бо-
симлар фарқи бўйича
аниқланади.

Сувоқлик газ ва буғ-
ларнинг сарфини белги-
ш учун таянатириш қўрил-
маси сифатида стандарт-
ли диафрэгмалар, соно-
лар, Вентури сонолоси ва
Вентури трубаин ишла-
тилади, V

14,6-расм, а ла кўрсатилган диафрагма думаларқ тешикли жоққ лисқадди иборат. Тешиқиниң маркази трубнорвод ўқиди ёғиша керак. Оқиминиң торайиши диафрагма олдиди бошлди



14Б-расм. Сундак оқимини қара-
ниш ва трубноволила диафрагма (а),
сопо (б) ҳамда Бектура сопоки (в)
сунатқаладан саник босимини
ўсгариш диафрагма.

ияли ва ундан утгач, маълум масофадан сўнг, ўзининг минимал кесимига эришилади. Ундан кейин оқим тобора кенгайиб, трубопроводнинг тўлиқ кесимига эришади. 14.6-расм, б да жўри чизик орқали трубопровод деврлари буйича тақсимланган босимнинг ўзгариши тасвирланган; штрих-пунктир чизик олинган трубопровод ўқи бўйича тақсимланган босимни тасвирловчи эгри чизик кўрсатилган. Кўриниб турибдики, диафрагма қисмида босим дастлабки қийматида эришмайди. Молда диафрагмадан ўтгичла, диафрагма оққасидаги бурчакларда "ўлик" зона ҳосил бўлади. Бу ерда босимлар фарқи натижасида суюқликнинг тескари йўналишдаги ҳаракати ёки иккиламчи оқим пайдо бўлади. Суюқликнинг қовушоқлигида асосий ва иккиламчи оқим бир-бирига қарама-қарши ҳаракат қилиб, уюрмада ҳосил қилади. Бунда диафрагма оққасида бирмунча энергия сарфланади, демак, босим ҳам маълум даражада камайди. Диафрагма олдидан заррачалар йўналишининг ўзгариши ва уларнинг диафрагма оққасидаги сиқилиши потенциал энергиянинг ўзгаришига деярли таъсир қўймаслиги.

14.6-расм, а да кўрсатилганидек P_1 ва P_2 босимлар диафрагма дискиннинг олди ва оққасидаги диафрагма текислиги ҳамда трубопроводнинг ички юзаси уртасида ҳосил бўлган бурчакларга ўрнатилган алоҳида тешиклар ёрдамида ўлчанади. Сопо (14.6-расм, б) концентрик тешикли насадка шаклида ишланган. Унинг кириш қисми равои, торайиб чиқиш қисми эса цилиндрдан иборат. Сополининг профили заррачаларнинг тўлиқ сиқилишини таъминлайди ва сополдаги цилиндр тешигининг юзи оқимнинг минимал кесимида тенг деб ҳисобланиши мумкин ($F_0 = F_1$). Сопо оққасида ҳосил бўладиган уюрмали ҳаракат диафрагмадаги кўра кам энергия йўқотишларга олиб келади. Трубопровод деврлари ва ўқи пунктир чизик бўйича тақсимланган босим ўзгаришининг эгри чизиги диафрагмадаги босим ўзгаришининг эгри чизиги ухшаш, фақат сополдаги қолдиқли P_0 босимнинг йўқолиши диафрагмадаги йўқолишга кўра камроқ. Лекин, босимлар фарқи тенглашгандаги бир хил сарф учун диафрагманинг утиш тешигидаги F_0 юз сополинидан катта бўлган сабабли, босимлар йўқолиши бир хил. Сополининг олд ва оққасидаги P_1 ва P_2 босимлар худди диафрагмаикидек ўлчанади.

14.6-расм, в да Вентури сополи тасвирланган. Вентури сополи қисқа цилиндрлик қисмига ўтувчи цилиндрлик кириш қисми ва кенгаювчи конус диффузор қисмдан иборат. Торайтириш қўрилмасининг бундай шаклида, чиқиш диффузори мавжудлиги туфайли, босим сарфи диафрагма ва сополдаги босим сарфига нисбатан анча кам. P_1 ва P_2 босимлар Вентури сополининг ички бушлиги билан айлана бўйича жойлашган тешиклар орқали боғланган ҳалқа камералар ёрдамида ўлчанади.

Торайтириш қўрилмалари ажуудга келтирган босимлар фарқи орқали молда сарфини ўлчаш принцили ва уларнинг асо-

сий тенгламалари торайтириш қўрилмаларининг бечра турлари учун бира хил. Фақат бу тенгламалардаги тажриба орқали аниқланган босим коэффициентлар бир-бирларидан фарқ қилади. Трубопроводда иккита кесимни танилаймиз: I—I кесимда торайтириш қўрилмасининг таъсири йўқ, II—II кесимда (14.6-расм, в) оқим зарраси энг кўп сиқилади. Бу кесимлардаги статик босимлар ўзгаришасидир. Сиқилмаган суюқлик сарфи ва босимлар фарқи уртасидаги нисбат ҳамда бу оқим учун энергиянинг сақланиш қонуники йўқолишчи Бернулли тенгламаси оқимнинг узлуксизлиги тенгламаси аниқланиши мумкин. Агар ишқаланиш кучининг таъсири бўлмаса, горизонтал трубопровод учун бу тенглама қуйидаги шаклга эга бўлади:

$$\frac{P_1}{\rho_1} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{P_2}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2}, \quad (14.6)$$

$$\rho_1 \cdot v_1 \cdot F_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot F_2. \quad (14.7)$$

бу тенгламада тегишли кесимлар I—I ва II—II учун: P_1 ва P_2 абсолют статик босимлар, Па; v_1 ва v_2 —суюқлик оқимининг уртача тезлиги, м/с; ρ_1 ва ρ_2 —суюқлик зичлиги, кг/м³, F_1 ва F_2 —оқимнинг қўйлашган кесим юзи, м².

Суюқлик зичлиги торайтириш қўрилмасидан ўтганда ўзгаришга сабабли, яъни $\rho_1 = \rho_2 \Rightarrow$ булган учун

$$P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2); \quad (14.8)$$

$$v_1 \cdot F_1 = v_2 \cdot F_2. \quad (14.9)$$

Шуни ҳам таъкидлаш кераки, (14.8) ва (14.9) тенгламалар v_2 тезлик ўлчанаётган суюқликдаги тозу тезлигига тенг бўлган критик тезликдан кичик бўлган ҳол учун ўриналиди. (14.8) ва (14.9) тенгламалардан фойдаланиб F_2 кесимдаги ўртача v_2 тезликини аниқлаймиз:

$$v_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}. \quad (14.10)$$

Ҳажмий сарф тезлигининг оқим кесимидаги юзасига қўлайтмасига тенг, яъни:

$$Q_v = \frac{F_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}. \quad (14.11)$$

Лекин (14.11) тенгламани чиқаришда ҳақиқий суюқликнинг қовушоқлиги, унинг трубопровод ва торайтириш қўрилмасига ишқаланиши таъсирида оқим кесимдаги тезлигининг тақсимланиши истеъисиллиги эътиборга олинмаган. Бундан ташқари, бу

тенглама босимлар фарқи $I - I'$ ва $H - H'$ кесимларида (14.6-рисм, а) улчанмай, беномита торайтириш қурилмаси ёнида ўлчанганини ҳақда энг тор жойдаги кесимнинг F_2 юзи ўрнига торайтириш қурилмасининг тешигидаги F_0 ва олининини акс этгирмайди. Бу келтирилган четга чиқишлар сарфи коэффициент α орқали ифодаланади. Бунда ҳажмий сарф тенгламаси қуйидагича бўлади:

$$Q'_x = \alpha F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta P} \quad (14.12)$$

бу ерда Q'_x — ҳажмий сарф, м³/с; ΔP — торайтириш қурилмасининг ёнларида ўлчанган босимлар фарқи, Па; F_0 — торайтириш қурилмаси тешигининг юзиси, м².

Масса сарфи ҳажмий сарф ва суюқлик зичлиги ҳўпайтмасига тенг:

$$Q'_m = \alpha F_0 \sqrt{2\rho \Delta P} \quad (14.13)$$

Тажрибаларнинг кўрсатишича, сарф коэффициенти модда турига боғлиқ бўлмай, асосан торайтириш қурилмасининг турри ва ҳажмига ҳаёда Рейнольдс сонига, яъни оқимнинг физикавий хоссаларига боғлиқ.

$$\alpha = f(Re, F_0, D), \quad (14.14)$$

бу ерда D — трубопровод диаметри.

Сиқилувчи муҳит (газ, буғ) сарфини ўлчашда, айниқса, босимлар фарқи катта бўлганда, модда оқими торайтириш қурилмасидан ўтаётгандаги босимнинг ўзгариши натижасида модда зичлигининг ўзгаришини эътиборга олиш зарур. Лекин газ ёки буғнинг торайтириш қурилмасидан ўтиш вақти кўп бўлмагани сабабли, модданинг сиқилиши ва кенгайиши адиабатик равишда, яъни иссиқлик алмашинувиисиз ўтади. Унда қуйидаги тенглама урилин бўлади:

$$\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{F'_2}{F'_1} \right)^{1/n} \quad (14.15)$$

бу ерда n — аднабата кўрсаткичи.

(14.6), (14.7) ва (14.15) тенгламаларни бириктириб ечсак, газ ёки буғ сарфини ҳисоблаш формулалари қуйидаги шаклга келади:

$$Q'_x = \alpha \cdot \epsilon \cdot F_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta P}, \quad (14.16)$$

$$Q'_m = \alpha \cdot \epsilon \cdot F_0 \sqrt{2\rho \Delta P}, \quad (14.17)$$

бу ерда ϵ — кенгайиш коэффициенти,

$$\epsilon = f\left(\frac{p_1 - p_2}{p_2}, m, H\right), \quad (14.18)$$

Демак, газ ва буғ сарфини ҳисоблаш формулалари суюқлик сарфини ҳисоблаш формуласидан ϵ коэффициентининг маъжудлиги билан фарқ қилади. Агар $\epsilon = 1$ бўлса, бу формулаларни сиқилмайдиган суюқликлар учун ҳам қўллаш мумкин. Ҳисоблашни қўлайлаштириш учун торайтириш қурилмаси тешигининг юзи ўрнига унинг диаметри олинади. Бундан ташқари, тажрибада бир соатлик сарфдан фойдаланиш қўлай. Шунинг назарга тутиб, бир қатор ўзгаришлардан сўнг қуйидаги совғи ҳажмий ва массавий сарф формуласига эга бўламиз:

$$Q_x = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \quad (14.19)$$

$$Q_m = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot d^2 \sqrt{\rho \Delta P}, \quad (14.20)$$

Кўпйинча сарфини трубопровод диаметри D орқали ифода-лаш лозим бўлади. Унда „торайтириш қурилмаси модули“ ту-шунчаси киритилади

$$m = \left(\frac{d}{D} \right)^4. \quad (14.21)$$

(14.19) ва (14.20) формулаларга m ни киритсак,

$$Q_x = 3,9986 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \approx \approx 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ м}^3/\text{соат}, \quad (14.22)$$

$$Q_m \approx 4 \cdot 10^3 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \Delta P}, \text{ кг/соат}. \quad (14.23)$$

Практикада (14.22) ва (14.23) формулаларни қуйидаги кўри-нишда ишлатиш мумкин:

$$Q_x = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ м}^3/\text{соат}, \quad (14.24)$$

$$Q_m = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\rho \Delta P}, \text{ кг/соат}. \quad (14.25)$$

(14.24) ва (14.25) формулалар асосий ҳисоблаш формулала-ридир. Уларни қўлланиб, торайтириш қурилмаларининг ҳисо-би бажарилади ва босимлар фарқини ўлчашга мулжалланган дифференциал манометрининг параметрлари танланади. Асосий формулалардаги қийматлар қуйидаги бирликларда ифодалана-ди: D , мм; ΔP , кгс/м²; ρ , кг/м³.

Газ сарфини ўлчаганда кўпйинча газ ҳолатини нормал ҳо-латга келтириш лозим. Нормал ҳолатга келтирилган м³/соат лардаги қуруқ газ ҳажмий сарфини қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$Q'_x = 0,01252 \cdot \alpha \cdot \epsilon \cdot m \cdot D^2 \sqrt{\frac{p_1 \cdot T_n \cdot \Delta P}{p_n \cdot T \cdot K}}, \quad (14.26)$$

Нормал ҳолатга келтирилган ҳам газнинг ҳаёмий сирғи қуйдаги формула бўйича ҳисобланади:

$$Q_g = 0,01252 \cdot a \cdot a \cdot m \cdot D^2 \cdot \frac{P_g - P_{at}}{P_{at} \cdot T_g} \sqrt{\frac{P_g \cdot T_{at}}{P_{at} \cdot T_g}} \quad (14.27)$$

букиа P_g — суюқлик қуримас олганда ҳаёмий абсолют босим; Па; P_{at} — нормал температураси ва ҳам газга суи нисбатини босим; Па; T_g — нормал шартли исс ривинга таъин босим ва температураси (20° С; 101325 кПа); a — 120 мм; m — газнинг таъинлашлик коэффициентини; T_{at} — нормал шартли газ температураси.

Сарфин ўлчашга мўлжалланган торайтириш қурималарини ҳисоблаш усули ва тартиби СССР Давлат Стандартлар Комитети тасдиқланган норматив ҳужжатда "газ ва суюқликлар сарфини стандарт торайтириш қурималари орқали ўлчаш қондалари" да (РД 50—213—80) аниқланган.

Стандарт торайтириш қурималарига РД 50—213—80 қондалар талабларини қайта таъинлашувчи ва модал сарфини индицида даражасиз ўлчашда қўлланедиган диафрагмалар, соплалар, Вентури соплалари ва Вентури трубалари кирати. РД 50—213—80 қондаларига сарф ўлчаш қурималарини чиқаришда уларни лойиҳалашга, монтаж қилишга, ишлатишга ва текширишга бўлган талаблар курситилган. Қондаларда келтирилган ҳолатлар қуйдаги ўлча шартлари бажариладиганлиги ўринли:

1) оқим ҳаракатининг характери трубопроводларнинг тўғри участкаларида торайтириш қуримасдан лавал ҳам, кейин ҳам турбулент, барқарор бўлиши керак;

2) оқимлар ҳолати у торайтириш қуримаси орқали оққанда ўзгармаслиги лозим (суюқлик буғланмайдиган, суюқлик эритмасдан газ ажралмайдиган, газдан чиқалиган суи буғи конденсацияланмайдиган, бунда торайтириш қуримаси яқиндаги трубопроводда суюқ ҳолатининг ажрелиши ҳам никор этилади);

3) трубопроводлар тўғри участкаларининг ички текисликларига торайтириш қуримасига ва ундан кейин чанг, қум, металл предметлар ва бошқа қуринишдаги ифосликлар ингилоб қолмайди;

4) торайтириш қуримасининг сиртларида унинг конструктив параметрларини ва геометриясини ўзгартирадиган чўққинлар ҳосил бўлмайди;

5) буғ қиздирилган булади; бунда буғ учун газнинг сарфини ўлчашга тегишли барча ҳолатлар ўринли.

Нам буғ сарфини диафрагмалар билан буғ эчилиги ($g_{\text{буғ}}$) ва суюқлик эчилиги ($g_{\text{сув}}$) нисбати $\frac{g_{\text{буғ}}}{g_{\text{сув}}} \leq 0,002$ бўлганда ҳамда буғ

суюқлик аролашмада суюқ компонентнинг масса қисми 0,2 дан ошмаганда ўлчаш тавсия этилади.

Трубопроводлар диаметлари D нинг йул қўйилдиган қийматлари диаграммалари ва торайтирувчи қурималарининг нисбий юзлари m қуйдаги чегараларда бўлиши лозим:

а) 50 мм $\leq D \leq 1000$ мм; 0,05 мм $\leq m \leq 0,64$ — босим фарқини ўлчашнинг бурчак усули диафрагмалари учун;
б) 50 мм $\leq D \leq 160$ мм; 0,04 $\leq m \leq 0,56$ — босим фарқини ўлчашнинг фланецли усули диафрагмалари учун; диафрагма қатъи нисбат $d \geq 12,5$ мм;

в) 50 мм $\leq D$; 0,05 $\leq m \leq 0,64$ — газ сарфини ўлчаш ҳолатида соплалар учун;

г) 50 мм $\leq D$; 0,05 $\leq m \leq 0,64$ — суюқлик сарфини ўлчаш ҳолатида соплалар учун;

д) 50 мм $\leq D \leq 500$ мм; 0,05 $\leq m \leq 0,6$ — Вентури соплалари учун; соплалар ва Вентури соплалари тешигининг диаметри $d \geq 15$ мм;

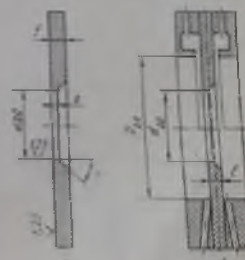
е) 50 мм $\leq D \leq 1400$ мм; 0,10 $\leq m \leq 0,60$ — Вентури трубалари учун.

Газ сарфини ўлчашда торайтириш қуримасдан чиқинишда абсолют босимнинг унинг киришдаги босимга нисбати 0,75 дан қатъи ёки тенг. Газ ва суюқлик сарфини ўлчашда диафрагмаларда босим фарқини ўлчаш учун ҳам бурчакли, ҳам фланецли усулдан ҳамда нормал соплалар ва Вентури соплаларида ва Вентури трубаларида ўлчашнинг бурчакли усулидан фойдаланиш тавсия этилади.

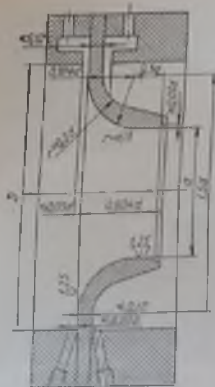
14.7-расмда стандарт диафрагма тасвирланган. Диафрагманинг оқим қирадиган томони концентрик тешикли (d_0) юнқа дискдан иборат (14.7-расм, а). Диафрагма диски қалинлиги B 0,05 D_0 дан ошмаслиги лозим. Диафрагма тешиги цилиндрик қисмининг узунлиги 0,005 D_0 $\leq l \leq 0,02 D_0$ чегараларда этиши керак. Қалинлиги 0,02 D_0 дан ошганда цилиндрик қисминик конуссимон чиқариш қисмига ўтиши лозим. Диафрагма тешиги конуссимон қисмининг қиялиги (скос) бурчакли $\alpha \leq \varphi \leq 45^\circ$ чегараларда бўлиши керак. Диафрагма трубопровод

деворларига нисбатан концентрик шаклда ўрнатилади. Диафрагмани тайёрлашда унинг материални ўлчашеётган муҳит хусусиятларига кўра танланади. Стандарт диафрагмалар камерали (14.7-расм, б ўқдан юқорик) ва камерасиз (14.7-расм, б ўқдан паст) бўлиши мумкин. Камерали диафрагмалар диаметри D_0 дан 500 мм гача бўлган трубопроводлар учун қўлланилади. Стандарт камерали диафрагмалар ДК, камерасизлари (дисклилари) ДН билан белгиланади.

14.8-расмда кўрсатилган стандарт соплалар қиялирилган газ, буғ ҳамда агрессив суюқликлар



14.7-расм.
Стандарт диафрагма.



14.8-рәс. Соплалар соплы

нинг учун бундай торайтырғыш куралмадыры Вентури стандарт соплосы номини олган. Вентури соплосы (14.9-рәс) профили кириш кисме, цилиндрик урта кисе ва чыкыш конусыдан тәшкил тәтәтә. Цилиндрик тешик бәләсита конустә утиши керәк. Вентури соплосы чыгарыш конусы бурчыгы $5^\circ < \varphi < 30^\circ$ тәгәрдә тәшкәргә чыкмастыгы ләзими.

Вентури соплосы узун ёки кыска диффузорлы кыяб таберләниши мумкин. Узун диффузорлы Вентури соплосынинг зат катта диаметри трубопровод диаметригә тәг бөлиши мумкин (14.9-рәс, аяккы кисми). Кыска диффузорлы Вентури соплосынинг диаметри аяк трубопроводныкыдан кычак (14.9-рәс, уяккы кисми) бөлад. Узун Вентури соплослары киш ишләтәдә, чыкыш уларынинг парки кыммәт ая бәсиә йәкәтилиши кыска Вентури соплосларыныкыгә нисбәтән бәк оз кам. Кыска Вентури соплосы конустәнинг узунлыгы ая урта цилиндр кисмининг диаметри d_2 ләк кычак бөлиши керәк. Бәсиәлар фаркы халәкәлә камера орқалы асбәгә узатылады. Вентури соплосы бәсиәнинг йәкәтилиши мумкин ахәмәлтәгә ая бөлгән хәлләрәй ишләтәдә.

Вентури трубагы (14.10-рәс) кириш цилиндрик трубагы L_1 , кириш конусы L_2 , бәгиз (урта цилиндрик трубадән) L_3 ая диффузор L_4 дәк тәшкәлгән. Вентури трубагаларынинг шәртләи дна-

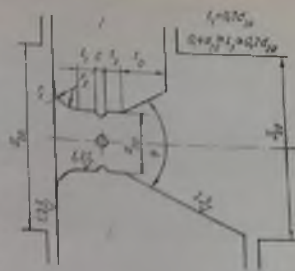
метра D_2 , аяккы бәсиә P_2 ая материалла кәрәк уя хәл таберләниши.

Вентури трубагы чыкыш конустәнинг зат катта диаметри трубопровод диаметригә тәг бөлгәндә узун дөйәләдә. (14.10-рәс, кудыи кисми) ёки агар аяккы диаметри трубопровод диаметригә кычак бөлсә (14.10-рәс, юкәри кисми), уя кыска дөйәләдә.

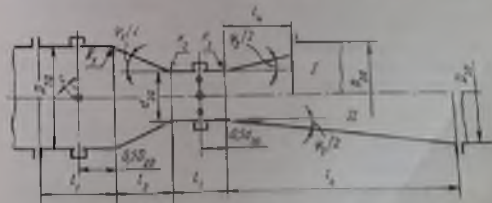
Бәгиз ая киришдәги цилиндрик трубагыдәги бәсиәни дөйәргә тәшкәләр ая камера орқалы олынады. Вентурининг одаддагы трубагалары камчыккыларга уларынинг катта йәкәмәләр ая огирангын кириши ләзими, бу уларны таберләниши кычаклаштырады ая уриәтилиши кычаклаштырады. Шунинг учун Вентурининг калтәләштырилгән трубагалары кәләкәлиш йәкәсәдә мумофиқ. Вентури трубагаларынинг аяккыларга бәкәкә тиләдәги торайтырғыш куралмалардәгә нисбәтән бәсиәнинг кам йәкәтилиши кириши мумкин. Шунинг учун улары катта тәшкәләр сәбәбәи бәсиәни йәкәтиш катта бөлгән кәтиши мумкин бөлгән хәлләрәй тәвәсәл утиш мумкин.

Кириш конустәнинг маркәзий бурчыгы $\varphi_1 = 21 \pm 1^\circ$. Чыкыш конусы диффузорынинг маркәзий бурчыгы φ_2 кыска трубагалар учун $14-20^\circ$; узун трубагалар учун $7-8^\circ$.

Амалда сарфий Рейнольдс сәмәләр кычак бөлгәндә кәп-роқ йәкәш зарурәти тәгәләдә: $Re < Re_{кр}$ мисәлән, конустәк



14.9-рәс. $n > 0.44$ шәрт үчүн кыска ая узун Вентури соплосы



14.10-рәс. Вентури трубагы

моддаларнинг, эчкилиги кам газларнинг сарфини ўлчашда, кичик диаметрдаги трубопроводларда ўлчашларда ва бошқаларда юқоридаги ҳол юз беради.

Сингланган махсус торайтирувчи қурилмалар ичида иккилик газ диафрагмалар, чорак доиралии профили сополлар ва иккиликликлик сополлари адирагма мала ахши натижа беради.

Ифлослашган суюқликларнинг ва, айниқса, газларнинг сарфини ўлчашда горизонтал ёки оғма трубопроводлардан стандарт диафрагмаларда чўқиндилар пайдо бўлиши мумкин. Шу сабабдан бўлиб оқимлар учун торайтирувчи қурилмалар сифатда сегмент диафрагмалардан фойдаланилади.

Газлар ажралиши мумкин бўлган суюқликлар сарфини ўлчашда ҳам сегмент диафрагмалардан фойдаланиш мумкин, аяммо уларда газ оқиб чиқиш тешиклари труба кесминининг юқори қисмида жойлашган бўлиши лозим.

Босимлар фарқи узгарувчан сарф ўлчагичлар қуйидаги асосий афзалликлари сабабдан гоятда кенг қўлланилади:

1) торайтирувчи қурилмалар—сарф ўлчашининг содда, арзон ва нишончли воситаси;

2) торайтирувчи қурилмалар универсалдир, яъни улар босимлар, температура ва трубопровод диаметрларининг кенг диапазонида амалда ихтиёрий бир фазали (баъзида икки фазали ҳам) муҳитларнинг сарфини ўлчашда қўлланилиши мумкин;

3) стандарт торайтирувчи қурилмаларни даражалаш хараakterистикаси ҳисоблаш йули билан топилиши мумкин, шунинг учун намуна сарф ўлчагичларга ҳожат қолмайди;

4) турли шартларда ўлчаш учун ишлатиш бўйича бир типли дифманометрлар ва иккиламчи асбоблардан фойдаланиш мумкинлиги; ҳар бир сарф ўлчагич учун фақат торайтирувчи қурилмалар индивидуал бўла олади.

Афзалликлари билан бир ҳаторда бундай сарф ўлчагичларнинг камчиликлари ҳам бор:

1) сарф ва босимлар фарқи орасидаги боғланишнинг чиққисизлиги, бу ўлчаш хатолигининг катталиги сабабдан $0,3 Q_{\text{ср}}$ дан кам сарфини ўлчашга имкон бермайди;

2) сарфларни кичик Re сонларда ёки кичик диаметри трубаларда ўлчаш учун торайтирувчи қурилмаларни даражалаш алоҳида-алоҳида олиб борилиши зарурлиги;

3) торайтирувчи қурилмалари сарф ўлчагичлар чегараланган аниқликка эга, бунда ўлчаш хатолиги трубопровод ҳолатига, босим узгармаслигига ва ўлчанаётган муҳитга боғлиқ равишда кенг чегараларда (1,5—3%) узгаради;

4) узун импульслии трубалар борлиги сабабдан чегараланган тезкорлик (инерционлиги катта) ва шу муносабат билан тез узгарадиган сарфларни ўлчашдаги қийинчиликлар.

14.4-§ Стандарт торайтирувчи қурилмаларни ҳисоблаш

1982 йилдан бошлаб „Газ ва суюқлик сарфини стандарт торайтирувчи қурилмалар РД 50 213—80 ёрдамида ўлчаш қоидалари“ жорий этилди.

Қондалар газ ва суюқлик сарфини узгарувчи босимлар фарқи усули билан ўлчаш асосларини ва сарф ўлчагичларга қўйиладиган умумий техник талабларни белгилаб берган.

Торайтирувчи қурилмани танилашда қуйидаги мулоҳазалардан фойдаланиш зарур:

1) торайтирувчи қурилмаларда босимнинг йуқолиши қуйидаги кетма-кетликда ортиб боради: Вентури труба, Вентурининг узун сополи, Вентурининг қисқа сополи, сопо, диафрагма;

2) m ва ΔP ларнинг бир хил қийматларида ва бошқа шарт-шартларда сопо диафрагмага қаратганда катгароқ сарфини ўлчаш имконини беради ва диафрагмага қаратганда юқорирак аниқликни (айниқса кичик m лар учун) таъминлайди;

3) торайтирувчи қурилма кириш профилининг узгариши ёки ифлославиши фойдаланиш жарёида диафрагманинг сарф коэффициентига сополнинг сарф коэффициентига нисбатан куярроқ таъсир этади.

Дифманометрнинг типли ва хили қуйидаги шартларга қўра танланади:

1) дифманометр айна асбобини ишлатишга оид қўлланимда курсатилаган муҳитларнинггина сарфини ўлчаш учун қўлланиши мумкин (агар дифманометр сезгир элементини узлуксиз химия қилинмаётган ёки ажратувчи идишлар қўлланинмаётган бўлса);

2) электр энергиядан фойдаланувчи дифманометр мос норматив ҳужжатлар талаблари қондириш лозим;

3) трубопроводдаги махсуслаш иш босими торайтирувчи қурилма олдига дифманометр мўлжалланган максимал иш босимидан катта бўлмаслиги керак.

ГОСТ 18140—77 бўйича мамлакатимизда қуйидаги ҳатордаги босим фарқи чегараларига мос келадиган дифманометрлар чиқарилади: 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1600; 2500; 4000; 6300; 10000; 16000 ва 25000 Па ҳамда 0,04; 0,063; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4 ва 0,63 МПа. Дифманометрнинг юқориги ўлчаш чегараси берилган максимал сарфга мос келиши керак.

Сериялаб чиқарилаётган дифманометрлар узун босимнинг номиниал фарқи чегараси ΔP , ушбу ГОСТ 18140—77 да курсатилган сонларнинг стандарт қаторида олинishi лозим. Бунда қуйидагиларни назарда тутки керак:

1) босим фарқи ΔP , қанча катта бўлса, берилган сарфини ўлчаш учун торайтирувчи қурилманинг нисбий юзи m шунча кичик бўлиши керак, m қанча кичик бўлса, берилган сарфини

Трубопроводнинг шартли диаметрини мос стандарт таълиқларга қараб танланади, бунда торайтирувчи қурилмаларнинг ҳисобга олинган юзлари учун Рейнольдс сонини таъминлаш нуқтаси оғирлардан ҳелиб чиқилади.

Ҳисоблаш учун етишмаган маълумотлар аниқланади, ушбу қуйидагилар жараёни: температуранинг абсолют қиймати ва газ босими; адиабата кўрсаткичи; газ оқимининг иш шароитларида сжикувачилик коэффициенти ва қозушоқчилиги; Рейнольдс сони, нини температурасида трубопроводнинг ички диаметри.

Кўшимча (ёрдамчи) C катталигини қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади: қуруқ газ сарфини ўлчашда

$$C_1 = \frac{Q_{\text{ном. пр}}}{0,2109 \cdot D^2} \sqrt{\frac{P_{\text{ном. пр}} \cdot T \cdot K}{P}} \quad (14.33)$$

нам таъини қуруқ қисми сарфини ўлчашда

$$C_2 = \frac{Q_{\text{ном. пр}} \cdot T \cdot K \cdot \psi}{0,2109 \cdot D^2 \cdot (P - P_{\text{н.п. пр}})} \quad (14.34)$$

C нинг ҳисобланган, учта маъноли рақамгача яхлитланган қиймати бўйича ва $P_{\text{н.п.}}$ нинг номограммалар билан берилган қиймати бўйича изланган $\Delta P_{\text{н}}$ ни ва m нинг тақрибий қиймати топилади.

Агар изланган нуқта икки эгри чизиқ орасида жойлашган бўлса, унда $\Delta P_{\text{н}}$ нинг яқин кичик қиймати қабул қилинади, у қиймат бўйича C нинг ушбу қийматида m ни топилади. $\Delta P_{\text{н}}$ нинг қийматларидан (номограммалардаги яхлит чизиқлар) торайтирувчи қурилмани ҳалқали, қўпгирқили, мембранали ва силфили дифманометрлар билан комплекта ҳисоблашда фойдаланишани. Қалқовули дифманометрлар қўлланганда $\Delta P_{\text{н}}$ қийматларидан (пунктир чизиқлар) ўлчанаётган молда озми-нинг зичлиги (иш босими P ва $t = 20^\circ \text{C}$ да) 1000 кг/м^3 бўлганда, унинг қийматларидан (штрих-пунктир чизиқлар) $\rho' = 2000 \text{ кг/м}^3$ бўлганда, $\Delta P_{\text{н}}$ қийматларидан (узлуксиз чизиқлар) ρ' жуда кичик (ҳисобга олмаб бўлаётган даражада кичик) бўлганда фойдаланилади. ρ' нинг орталик қийматлари учун чизиқли интерполляция бажарилади.

$Re > Re_{\text{кр}}$ (Re ни $Q_{\text{ном. пр}}$ да ҳисобланади) шарт текширилади, агар у бажарилса, ҳисоблаш давом эттирилади. Ёрдамчи миқдор (m_2) туртки маъноли рақамгача ҳисобланади:

$$(m_2)_1 = \frac{C}{\alpha_1 \cdot \rho \cdot \Delta P} \quad (14.35)$$

бунага α_1 — дифманометр босими фарқининг юқори чегараси учун аниқланадиган газ ҳаётгайиш коэффициенти; ΔP — торайтирувчи қурилмада $Q_{\text{ном. пр}}$ га мос энг катта босим фарқи.

m_2 нинг маълум қийматлари учун m_2 ни α нинг мос қий-

мати бўлган, m нинг қиймати туртки маъноли рақамларгача топилади.

Энга ΔP (ёки $\Delta P_{\text{н}}$) ва P дард ҳисобга олинган, α_2 қиймат топилади: суғира $\alpha_2 = \alpha_1$ айирма ҳисобланади. Агар бу айирма 0.0005 дан ортмасе, унда m ва α_2 қийматлар узил-кесил деб ҳисобланади. $\alpha_2 = \alpha_1 > 0.0005$ бўлса, ёрдамчи катталиқ (m_2), ни α_2 да ҳисоблаш керак:

$$(m_2)_2 = \frac{C}{\alpha_2 \cdot \rho \cdot \Delta P} \quad (14.36)$$

кейин m_2 ва унга мос α_2 қиймат топилади. Ҳисоблашларни $\alpha_{2,1} = \alpha_2 < 0.0005$ тенгсизлик бажарилгунча давом эттирилади, m нинг топишган узил-кесил қиймати бўйича торайтирувчи қурилма тешвиғи диаметри қуйидаги формуладек топилади.

$$d_{2\text{т}} = \frac{D}{K_1} \sqrt{\alpha_1} \quad (14.37)$$

Ҳисоблашларнинг тўғирлигини топишган m , d ва α қийматлар учун $\Delta P_{\text{н}}$ (ΔP) га мос $Q_{\text{ном. пр}}$ сарфини ҳисоблаб текширилади.

Ута қиздирилган буғ сарфини ўлчаш учун торайтирувчи қурилмани ҳисоблашга мисол

1. Берилган: энг катта ўлчанаётган сарф $Q_{\text{ном. пр}} = 63.9 \text{ кг/с}$; энг кичик ўлчанаётган сарф $Q_{\text{ном. пр}} = 50 \text{ кг/с}$; торайтирувчи қурилма олдидан буғнинг абсолют босими $P = 9.807 \text{ МПа} = 9807000 \text{ Па}$; торайтирувчи қурилма олдидан буғ температураси $T = 783.15 \text{ К}$; сарф $Q_{\text{ном. пр}}$ бўлганда босимнинг йул қийлиги йуқолиши $P_{\text{н.п.}} = 0.20 \text{ МПа} = 200000 \text{ Па}$; торайтирувчи қурилма олдидан 20°C бўлганда трубопровод ички диаметри $D_{\text{н}} = 0.217 \text{ м}$; трубопровод силлиқ, гадир-будуриги К/Д йул қуйидадиган гадир-будуриқдан кам (5 булим)^{*}; трубопровод материални — пўлат 20.

II. Ҳисоблашлар учун етишмайдиган маълумотларни топиш:

1) буғ температурасини (40) формула бўйича толамиз: $t = T - 273.15 = 783.15 - 273.15 = 510^\circ \text{C}$;

2) торайтирувчи қурилма олдидан буғ босимини 7-жадвалдан толамиз:

$$P = 9807000 \cdot 1.01972 \cdot 10^{-5} = 100 \text{ кг/см}^2;$$

3) иш шароитларида (P ва t) буғ зичлигини 7-иловда бўйича толамиз:

$$\rho = 29.35 \text{ кг/м}^3;$$

* Булимларга, формулазорга, жадвалларга, иловаларга кўрсатмалар РД 50—213—80 бўйича берилган.

4) трубопровод материалларнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициенти K_t РД 50-213-80 ни (ВНИИФТРИ институтининг Қозон филиали ишлаб чиққан методик материалнинг 22-пунктига асосан топиш (Қозон, 1932, 111 б.);

5) трубопроводнинг унинг ичидаги буғнинг иш тегишлик рақига мос келган ички диаметри (155) — формула бўйича топилади:

$$D = D_{20} \cdot [1 + \rho' (t - 20)] = D_{20} \cdot K_t' = 0,217 \cdot 1,0058 = 0,2185 \text{ м},$$

бунда ρ' — трубопровод материал иссиқликдан чиқиққан кенгайишнинг уртача коэффициенти, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

6) иш шартларида (P ва t) буғнинг динамик қорушқоқлиги 25-иловадаги графиклардан топилади ва 8-жадвал бўйича СИ системага ўтказилади.

$$\mu = 3,03 \cdot 10^{-6} \cdot 9,80665 = 297 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{С}.$$

7) H аднабата кўрсаткичи 13-иловадан топилади;

$$a) 500^{\circ}\text{C} \text{ да } H = 1,2686, 600^{\circ}\text{C} \text{ да } H = 1,2628;$$

б) H аднабата кўрсаткичининг 510°C да топиш учун 500 ва 600 $^{\circ}\text{C}$ орасида чиқиққан интерполяциядан фойдаланамиз.

$$H_2 = H_1 + (H_2 - H_1) \frac{510 - 500}{600 - 500} = 1,2686 + (-5,8 \cdot 10^{-3}) = 1,2680.$$

III. Торайтирувчи қурилма ва дифманометрни танлаш.

8) 12.1.1 пунктига асосан босимни бурчакли усул билан ўлчайдиган диффрагмани танлаймиз, материал Ст. 18;

9) 12.1.2 пунктига асосан мембранали, кўрсатувчи дифманометрни танлаймиз;

10) 12.1.4 пунктига асосан дифманометрнинг юқориги ўлчаши чегарасини танлаймиз $Q_{\text{м.т.р.}} = 80 \text{ кг/с}$.

IV. Дифманометрнинг номинал босим фарқини топиш:

11. Босимнинг йўл қуйилган йўқолиши дифманометрнинг танланган юқориги ўлчаши чегараси $P_{2, \text{н}}$ га тенг сарф булганда (163) формула бўйича ҳисобланади:

$$P_{2, \text{н}} = P_{2, \text{н}} \left(\frac{Q_{2, \text{н}}}{Q_{\text{м.т.р.}}} \right)^2 = 0,2 \cdot \left(\frac{21,9}{63,9} \right)^2 = 0,313 \text{ МПа}.$$

12. СИ системада ёрдамчи C_2 қиймати (165) — формула ва 35-илова бўйича аниқланади:

$$C_2 = \frac{Q_{\text{м.т.р.}}}{0,0125 \cdot D^2 \cdot \mu} = \frac{80}{1,1105 \cdot 0,2185^2 \cdot 29,35} = 278,5.$$

13) Ёрдамчи C_2 катталиқ асосий бирликлар системаси РД 50-213-80 да

$$C_2 = 0,319 \cdot 278,5 = 88,8.$$

14) босимнинг йўл қуйилган йўқолиши $P_{2, \text{н}}$ ни асосий бирликлар системаси РД да 7-жадвал бўйича топиш:

$$P_{2, \text{н}} = 0,313 \cdot 10^5 \cdot 1,01972 \cdot 10^{-5} = 3,19 \text{ кг/см}^2.$$

15) Босимнинг чегаравий номинал фарқи $P_{2, \text{н}}$ асосий бирликлар системасида номограмма бўйича (32-илова) топилади:

$$\Delta P_n = 6,3 \text{ кг/см}^2.$$

16) m ва m_1 учун биринчи яқинлаштиши номограмма бўйича топилади (32-илова):

$$m_1 = 0,505.$$

17) СИ системасидаги босимнинг чегаравий номинал фарқига мос босим фарқи ΔP_n ни 7-жадвал бўйича СИ системага ўтказамиз.

$$\Delta P_n = 6,3 \cdot 98,0665 \cdot 10^3 = 0,618 \text{ МПа}.$$

18) СИ системада чегаравий номинал босим фарқини сериялаб чиқарилган дифманометрлар учун ГОСТ 18140-77 нинг 12.1.3 пунктига кўра танлаш:

$$\Delta P_n = 0,40 \text{ МПа}.$$

19) Босимнинг максимал фарқи ΔP торайтирувчи қурилмада $p' < 14 \text{ кг/м}^2$ зичликка эга булган модда сарфини мембранали дифманометр билан ўлчаганда (34) формула ёрдамида аниқланади:

$$\Delta P = \Delta P_n = 0,40 \text{ МПа}.$$

20) Рейнольдс сонини 35-иловадаги (81) формула бўйича ҳисоблаймиз:

$$Re = 1,2744 \frac{Q_{2, \text{н}} \cdot P}{D \cdot \mu} = 1,2744 \cdot \frac{21,9 \cdot 29,35}{0,2185 \cdot 29,35} = 15,71 \cdot 10^3.$$

V. Торайтирувчи қурилма параметрларини топиш:

21) буғнинг торайтирувчи қурилмадан ўтганда зичлигининг ўзгаришини ҳисобга оладиган буғ кенгайиш коэффициенти 35-илованинг (59) формуласи бўйича топилади:

$$\epsilon_D = 1 - 10^4 (0,41 + 0,35 m^2) \frac{\Delta P}{P \cdot H} = 1 - (0,41 + 0,35 \cdot 0,505^2) \times \frac{0,40}{9,807 \cdot 1,268} = 0,9839;$$

22) ёрдамчи катталиқ $\frac{C_2}{\sqrt{\Delta P}}$ ни 35-илованинг (160) формуласи бўйича топиш:

$$\frac{C_2}{\sqrt{\Delta P}} = \frac{278,5}{\sqrt{0,40 \cdot 10^3}} = 0,440.$$

VI. Торайтирувчи қуралма қириш қирасининг тузатмашунига тузатмаш коэффициентини K_n ни ҳисоблаш:

23) λ , b ва a коэффициентларни топамиз:

$$\begin{aligned}\lambda &= 4,25 + 142,94 (C - 0,05)^{1,52} = 4,25 + 142,94 \times \\ &\times (0,2185 - 0,05)^{1,52} = 8,930; \\ b &= 0,0020 + 0,2558 \cdot C - 1,68 \cdot C^2 + 2,867 \cdot C^3 = \\ &= 0,0020 + 0,2558 \cdot 0,2185 - 1,68 \cdot 0,2185^2 + \\ &+ 2,867 \cdot 0,2185^3 = 0,0759.\end{aligned}$$

$$a = 1 + 0,011 \exp[-55,2 (C - 0,05)^{1,3}] = 1 + 0,011 \exp[-55,2 \times \\ \times (0,2185 - 0,05)^{1,3}] = 1,00005;$$

24) (22)-формула бўйича тузатма коэффициент K_n ҳисоблаш:

$$K_n = a + b \exp[-\lambda (m - 0,05)] = 1,00005 + \\ + 0,00759 \exp[-8,930 (0,6014 - 0,05)] = 1,00013;$$

25) сарф коэффициентини α_y ни (20) формула бўйича ҳисоблаш:

$$\begin{aligned}\alpha_y &= \frac{1}{\sqrt{1 - m^2}} [0,5959 + 0,0312 \cdot m^{1,05} - 0,1840 m^2 + 0,0029 \times \\ &\times m^{2,25} \cdot \left(\frac{10^6}{Re}\right)^{0,75}] \cdot K_n \cdot K_{\text{ш}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,505^2}} [0,5959 + 0,0312 \times \\ &\times 0,505^{1,05} - 0,1840 \cdot 0,505^2 + 0,0029 \cdot 0,505^{2,25} \cdot \left(\frac{10^6}{15,71 \cdot 10^4}\right)^{0,75}] \times \\ &\times 1,00013 \cdot 1,00013 = 0,6944,\end{aligned}$$

бунда K_n — трубопроводнинг гидр-будурлик коэффициентини;

26) ёрдамчи катталиқни $F_1 = m \cdot \alpha_y \cdot \epsilon_1$ (16) формула бўйича ҳисоблаймиз:

$$F_1 = 0,501 \cdot 0,6944 \cdot 0,9839 = 0,345;$$

27) нисбий оғиш δ_1 ни қуйидаги формула билан топамиз:

$$\delta_1 = \left(\frac{F_1}{C_2 \sqrt{\Delta P}} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{0,345}{0,440} - 1 \right) \cdot 100\% = -21\%;$$

28) $|\delta| > 0,2\%$ тенгсизлик ўринли бўлгани учун m ни топиш жарёни давом эттирилади. F соин 22-бандда топилган $C_2 \sqrt{\Delta P}$ дан кичик бўлгани учун навбаддаги босқичда m_2 ни 0,505 дан катта қилиб танлаймиз;

29) m_2 ни $m_2 = 0,6014$ деб танлаймиз;

30) торайтирувчи қуралма қириш қираси тўмтоқлашувига тузатма коэффициент K_n ни (22) формула бўйича топамиз:

$$K_n = 1,00005 + 0,00759 \exp[-8,930 (0,6014 - 0,05)] = 1,00010;$$

31) сарф коэффициентини α_y ни (20) формула бўйича топамиз:

$$\alpha_y = 0,7405;$$

32) кенгайиш коэффициентини ϵ_2 ни (59) формула бўйича топамиз:

$$\epsilon_2 = 1 - (0,41 + 0,35 \cdot 0,6044^2) \cdot \frac{0,43}{9,807 \cdot 1,258} = 0,9827;$$

33) ёрдамчи катталиқни топамиз:

$$F_2 = m_2 \cdot \alpha_y \cdot \epsilon_2 = 0,6044 \cdot 0,7405 \cdot 0,9827 = 0,4398;$$

34) нисбий оғиш топамиз:

$$\delta_2 = \left(\frac{F_2}{C_2 \sqrt{\Delta P}} - 1 \right) \cdot 100\% = \left(\frac{0,4398}{0,440} - 1 \right) \cdot 100\% = -0,03\%.$$

Энди $|\delta_2| < 0,2\%$ тенгсизлик ўринли бўлгани учун m ни топиш жарёни якунлайди:

$$m = m_2 = 0,6044; \alpha = \alpha_y = 0,7405 \text{ ва}$$

$\epsilon = \epsilon_2 = 0,9827$ қийматлар узил-кесил ҳисобланади:

35) Рейнольдснинг минимал санини 35-илованинг (81) формуласи бўйича топамиз:

$$Re = 1,2744 \frac{Q_{\text{ном}}}{D \cdot \mu} = 1,2744 \cdot \left(\frac{50}{0,2185 \cdot 29,7 \cdot 10^{-3}} \right) = 9,819 \cdot 10^4.$$

36) $Re_{\text{ном}}$ нинг минимал жоиз қийматини $m = m_2$ бўлганда 31-пунктга қура топамиз: $Re_{\text{мин}} = 2 \cdot 10^4$

$$Re > Re_{\text{мин}} (9,819 \cdot 10^4 > 2 \cdot 10^4) \text{ шарт бажарилди};$$

37) торайтирувчи қуралма материалнинг иссиқликдан кенгайишига тузатма ϵ_2 коэффициентини РД 50-213-80 га методик материалнинг 22-бандига қура топамиз:

$$K_1 = 1,00715;$$

38) торайтирувчи қуралма тешиги диаметри d_{20} ни 20°C да (22) формула бўйича ҳисоблаймиз:

$$d_{20} = \frac{D}{K_1 \sqrt{m}} \frac{0,2185}{1,00715} \sqrt{0,6014} = 0,1687 \text{ м.}$$

VII ҳисоблашларни текшириш:

39) босимнинг негаравий номинал фарқига мос сарф Q_m ни 35-илованинг (13) формуласига қура ва РД 50-213-80 ни қўлланиш бўйича методик материалнинг 31-бандига мос равишда ҳисоблаймиз:

$$\begin{aligned}Q_m &= 1,1105 \cdot \alpha \cdot K_1^2 \cdot \epsilon \cdot d_{20}^2 \sqrt{\Delta P} = \\ &= 1,1105 \cdot 0,7405 \cdot 1,00715^2 \cdot 0,9827 \cdot 0,1687^2 \cdot \sqrt{29,35 \cdot 400000} = \\ &= 79,93 \text{ кг/с.}\end{aligned}$$

40) ҳисоблаш хатолигини топиш. Ҳисоблаш хатолиги 0,2% дан ортиқ бўлмаслиги лозим. Акс ҳолда ҳисоблашларга тўғрिलाб киритилади:

$$\delta = \frac{Q_{\text{мар}} - Q_{\text{теор}}}{Q_{\text{теор}}} \cdot 100\% = \frac{90 - 79,99}{79,99} \cdot 100\% = 0,088 \approx 0,1\%$$

Энди $\delta \approx 0,1 < 0,2\%$ бўлгани учун ҳисоблашлар тўғри баҳарланган деса бўлади. Шу билан қиздирилган буг сарфшун улчаш учун тўғридан-тўғри қўрилади ҳисоблаш процесси бўлади.

14.5-§. БОСИМ ФАРҚЛАРИ ЎЗГАРМАС САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Босим фарқлари ўзгармас сарф ўлчагичлар — рота-метрлар лабораторияларда ва саноатда кенг ишлатилиб, ноза ҳамда бир оз инфосланган бир жинсли суюқлик ва газларнинг сарфини улчашга мувожазланган.

Асбобнинг ишлатиш принципи ўлчанаётган муҳитнинг пастдан юқорига ўтишида конуссимон найча ичига жойлашган қалқовичнинг вертикал силжиги асосланган. Қалқовичнинг ҳолати ўзгариши билан қалқович ва конуссимон найчанинг ички деворлари орасидаги ўтиш кесими ўзгаради, натижада ўтиш кесимидаги оқимнинг тезлиги ҳам ўзгаради. Босимлар фарқи қалқович кундалиги кесими юзининг бирлигидаги массага тенглашгунча у ҳаракатда бўлади. Берилган муҳитнинг ҳар бир сарф катталиги қалқовичнинг муайян ҳолати мос келади. Ротаметрлар босим фарқи ўзгариувчан сарф ўлчагичларга нисбатан бир қатор афзалликларга эга: ротаметрларнинг шкалалари тенг бўлишга бўлиб, унча катта бўлмаган сарфларни улчашга имкон беради; босимнинг йўқолиши кичик ва у сарф катталигига боғлиқ эмас, ротаметрларнинг улчаш дивозони катта:

$$\left(\frac{Q_{\text{мар}}}{Q_{\text{теор}}} \right) = \frac{1}{1}$$

Асбобнинг улчаш қисми (14.11-расм) вертикал жойлашган конуссимон найча 1 ва қалқович 2 дан иборат.

Конуссимон найчадаги ҳалқанинг кесими юзи баландликка пропорционал ўзгаради. Пастдан юқорига ўталган суюқлик ёки газ оқими томонидан қалқовичга кўрсатиладиган кучлар мувозанатлашгунча уни юқорига кўтаради. Кучлар мувозанатлашганда қалқович маълум баландликда тўхтайдиган, бу эса сарф миқдорини кўрсатади. Қалқовичнинг иш ҳолатидаги, яъни ўлчанаётган муҳитга батамом қўшқан пайтидаги оғирлиги

$$Q_k = V_k (J_k - J), \quad (14.38)$$



14.11-расм. Қалқовичли ротаметр схемаси.

бу ерда Q_k — қалқовичнинг оғирлиги, кг; V_k — қалқович ҳажми, м³; J_k — қалқович таъмирланган материалнинг солиштирма оғирлиги, кг/м³; J — ўлчанаётган муҳитнинг солиштирма оғирлиги, кг/м³.

Бу ҳолда қалқовичнинг оғирлиги кучи пастга қаратилган, қалқовичнинг оғирлиги юқорига йўналган оқим кучи билан мувозанатлашади:

$$\delta = (P_1 - P_2) J_k \quad (14.39)$$

бу ерда P_1 ва P_2 — муҳитнинг қалқовичдан олдинки ва кейинги босими, Па; J_k — қалқовичнинг таъмирланган материалнинг солиштирма оғирлиги, кг/м³.

Қалқовичнинг муҳитнинг ўзгармас оқимига мос бўлган мувозанат ҳолатидаги оғирлиги кучи ва итарувчи куч ўртасидаги тенглик қуйидагича:

$$V_k (J_k - J) = (P_1 - P_2) J_k \quad (14.40)$$

Бу ҳолда ишқаланиш кучи эътиборга олинмайди, (14.40) тенглама асосида қалқовичдаги босимлар фарқи:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{V_k (J_k - J)}{J_k} \quad (14.41)$$

ΔP — босимлар фарқи, Па.

(14.41) тенглама босимлар фарқининг қалқович ҳажмига, кесими юзига, қалқович ва муҳитнинг солиштирма оғирликлари, яъни улчаш процессида ўзгармайдиган катталикларга боғлиқлигини кўрсатади. Демак, сарф ўлчанаётгандаги босимлар фарқи ўзгармас. Ўлчанаётган муҳитнинг конуссимон найча деворлари ва қалқович орасидаги ўтиш тезлиги:

$$v = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{J_k - J}} \quad (14.42)$$

бу ерда v — ўтиш тезлиги, м/с (14.42) тенгламадан

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{v^2 J_k}{2g} \quad (14.43)$$

(14.41) ва (14.43) тенгламаларни тенглаштирсак, ораниқ оқим тезлигига эга бўламиз:

$$v = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{J_k - J}} \quad (14.44)$$

Оқимнинг ҳалқа оранигидаги тезлиги ва унинг юзеси маълум бўлган, ўлчанаётган муҳитнинг ҳажми сарфини аниқлаш мумкин:

$$Q_k = \alpha F \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{J_k - J}} \quad (14.45)$$

бу ерда Q_k — ўлчанаётган муҳитнинг ҳажми сарфи, м³/соат;

α — сарф коэффициент, бу таърибда олинган катталиқ бўлиб, суюқликнинг қалқовичи ишқаланиш таъсирини, муҳит



14.12-рисунок. Шика труба рота-метр.

уормаси хосил бўлгандаги босим сар-фини назарда тутаяди. Илдиш ости-даги катталар улармас бўлиши учун уларни K коэффициент билан айлантириш мумкин:

$$Q_v = x \cdot F \cdot K, \quad (14.16)$$

Бу боғланиш чизилган бўлган сабаб-ли рота-метрнинг шкаласи тенг бўлиши билан бўлади. Рота-метрнинг сарф коэффициентини x ни аналитик усулда аниқлаш қийин бўлган бир қатор кат-таларга боғлиқ. Шунинг учун ҳар бир рота-метр тажриба йўли билан даражаланади. Сарф тенгламасига кўраган барча катталар даражаланиш шартларига мувофиқ бўлганда-гина шкаланинг бу тарзда даража-ланиши аниқ бўлади. Қалқоннинг устки қисми қий қисилар тарзда ишланади, шў сабабли қалқонни вер-тикал ўқ атрофида айланади (14.11-рисунок). Қалқонни найча ичидеги деворларига тегмай айланади, бундан унинг сезгирлиги ошади.

Лаборатория ва саноатда ишда (сарфин жойида ўлчайдиган) ва ме-талл корпусан (кўрсаткичларини масо-фига ўлчайдиган) рота-метрлар ча-қиради. Металл корпусли рота-метр-лар шкаласи ўлчов асбобиدير.

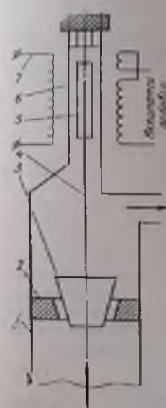
14.12-рисунокда шика найчали рота-метрнинг тузилуни схемаси кўрсати-лган. Бу асбоб корпус 5 га ўстуналар 4 ўрамада ўрнатилган конуссимон найча 2 дан иборат. Найча ичидеги ластдан юқориги оқилган суюқлик ёки газ осани таъсиринда вертикал ҳаракат қилувчи қалқонни 1 бор. Ас-бобнинг шкаласи 3 босонига найча устида (чизилган йўли билан) даража-ланади. Ҳисоблашлар қалқоннинг устки горизонтал текислиги бўйича олиб боради.

Шика конуссимон найчали рота-метрлар сув бўйича 3000 л/соат ва ҳаво бўйича 40 м³/соат ўлчов че-гарасига; 0,6 МПа (6 кг/см²) гача иш босимига мўлжалланган.

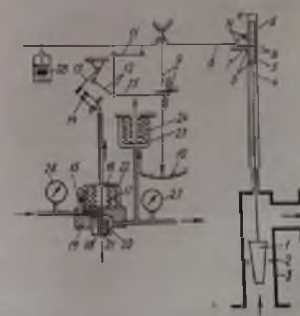
14.13-рисунокда кўрсаткичларни масофига элек-тр диффе-ренциал трансформатор орқали ўлчайдиган рота-метр схемаси кел-тирилган. Рота-метрнинг ўлчов қисми диаметрда 2 мм икки-арик металл корпус 1 дан иборат (12×18 197 маркада бўлади).

Диаметрда 2 тешикда ишга 1 га байор қилиб ўрнатилган конуссимон қалқонни 3 ҳаракат қилади. Штоснинг устки қис-мида дифференциал трансформаторни ўлчовнинг ўлчи 5 ўрнатилган. Улак найча 6 ичидеги жойлашган, найча ташқари-сида эса ўлчовнинг галтага 7 бор.

Шкаласи рота-метрлар кўрсатувчи ёки қил қилувчи икки-лаичи дифференциал трансформаторни асбоб тартибда иш-тилади. Рота-метрлар ортқича иш босим таъсириндаги муҳит сарфини ўлчаш учун (6,27 МПа) чиқарилади. Бу асбоблар кат-тарок ортқича босимларга ҳам мўлжаллаб чиқарилади (ГОСТ 13045—81). Бундан ташқари, ўлчовни 0...5 мА тоғли чи-қиш сигнали билан ишлайдиган рота-метрлар ҳам мавжуд (ГОСТ 13045—81). Уларнинг сув бўйича ўлчов чегараси 16000 л/соат.



14.13-рисунок. Кўрсатки-ларни масофига элек-тр диффе-ренциал транс-форматор орқали ўлчайдиган рота-метр схемаси.



14.14-рисунок. Кўрсаткичларни масофига элек-тр диффе-ренциал транс-форматор орқали ўлчайдиган рота-метр схемаси.

жойынган цилиндрлар металл найча 3 дан иборат. Қалқонча қолдосимен трубка ичиде ҳаракат қилувчи ролметр моделлари ҳам қолжа. Штык 4 да иккита цилиндрлар магнит 5 баректеридеги. Бу магнитлар бир-бирига бир хал ишорали қутблари билан қарайды. Магнитлар қалқонча билан бирга найча 6 ичиде солаиди. Найча 3 да магнитмас материалдан тайёрланади. Ташқаридан найча речат 8 га ўрнатилган магнит 7 билан ўрналган. Цилиндрлар магнитлар 5 билан ташқар магнит 7 магнитли муфта-ни қоса қалади. Қалқончанинг магнит муфта ва речат 8 орда-ида ҳаракатланган ўзгариштан сарф миқдорини шкала 10 да жойлашган кўрсатувчи стрелка 9 га ўзатади. Массофига пневма-тик узаткич металникан компенсация тхемиси асосида ишлайди-ган ўзгарттичдан иборат 1. Пневматик ўзгарттичларга қаранг, 11-боби. Ҳақаш системасидеги тебранишларни камайтириш учун демпферларни қурама 28 ишлатилади. Пневмо узаткичи рол-метрларнинг тебаниш ишлатиладиган моделлари 6,27 МПа иш босимига мўлажалланган. Бу асбоблар билан (суи бўйича) 16 м'омт геча сарфлар ўлчаиди.

14.5-расс. Тезлик босими бўйича сарф ўлчагичлар

Тезлик босими бўйича сарфини ҳақаш динамик босимнинг қилинган нуқат оқини тизилган боқлиқлигига асосланган. Биринчи тебанишнинг мувофиқ тўлиқ ва статик босимлар айириси

$$P_t - P_s = \frac{\rho v^2}{2}, \quad (14.47)$$

бу ерда

$$v = \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_t - P_s)} = \sqrt{\frac{2}{\rho} P_d} \quad (14.48)$$

бу ерда ρ — диффузиянинг муқат тизилган тезлиги, м/с; P_t — тўлиқ босим, Па; P_s — статик босим, Па; P_d — динамик босим, Па; v — ўзгаришган муқат тезлиги, м/с.

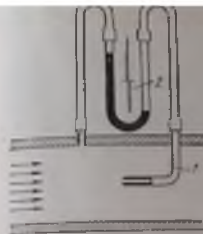
Шундан келиб, динамик босимни, бенобарин, суқоқлик ёки газ қилинган тезликнинг ақидаси утуи тўлиқ ва статик босимлар айирисини ўлчаи моти. Тўлиқ ва статик босимлар айирисини трубореволда оқин найча 1 ва диффузиетрлар 2 ни 14.5-р-сиде кўрсатилгандек ўрнатил бўли билан ўлчаи мотики. Диффузиетр билан ўлчанган динамик босим

$$P_d = P_t - P_s = k \cdot g \cdot (b_1 - b_2), \quad (14.49)$$

бу ерда k — диффузиетрдаги суқоқлик қилинган фарқи, м; g — оғирлик қилинган тизилган, м/с²; b_1 — диффузиетрдаги ни суқоқлигини ақидаси, м/с.

Динамик босимнинг (14.49) теңламедаги қийматини (14.48) формулага қўйиб

$$v = \sqrt{\frac{2g}{\rho} k (b_1 - b_2)}. \quad (14.50)$$



14.15-расс. Динамик босимни ўлчиш схемаси.

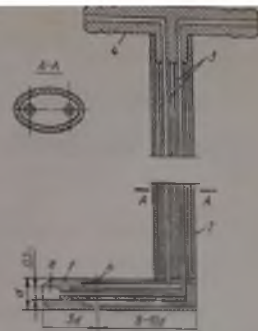
Қурилган найча босимли найча орқали ўлчаи усули француз олими Пито томо-идаи тилиф қилган. Қол-и гидродинamik босимни ўлчаи учун қўшалоқ нор-идаланган найчалар ишля-тилади. Бу найчаларда тўлиқ ва статик босимларни ўлчаиди-ган найчалар конструктив бириктиган. Иккита найчанинг бири-ганини ҳам тўлиқ, ҳам статик босимларга бир нуқтада ў-лчаиға олиб қалади, шу сабабли ўлчанган бириктиган таъси-га бул қўйилиши мотики. Шунинг учун (14.50) формулага туз-тиш коэффициентни қилинган. Унда оқин тезлиги

$$v = \epsilon \sqrt{\frac{2g}{\rho} k (b_1 - b_2)}. \quad (14.51)$$

ϵ коэффициент турли найчалар учун таърифа бўли билан ақид-ланади. Яқин тайёрланган найчалар учун $Re > 700$ да ϵ ко-эффициент бирга оқин бўлади, агар $Re < 700$ бўли, ϵ қилинган боради.

Ишлатиладиган тезлик найчалари конструкцияси босида қориланган армиферрий ёки қонусионик (иткир) учли қўшалоқ найчалар кенг тарқалган (14.16-расс). Бу найчалар учун $\epsilon = 1$.

Нормал қўшалоқ найча марказий а тешиги бўлган ўлчаи цилиндр 1 дан иборат, а тешик тўлиқ босимни қўбул қила-ди. Ҳақаш цилиндрда иккита ёки тўртта а тешиклар мотики. Бу тешикларда статик босим ўлчаиди. Ҳақаш цилиндрнинг бир учи овал ёсими тўтқич 2 га ўрнатилган. Тўтқич ўз на-батига нова штык 4 га ига. Бу штыклар диффузиетр билан қилинган. Ҳақаш цилиндрнинг марказий тешиги муқбат штык билан ўлчаи цилиндр ва тўтқичда жойлашган метала



14.16-расс. Гидродинамик босимни қўшалоқ қориланган найча билан ўлчиш.

найча ишдаги калал орқали боғланган. Тезлик найчаси трубопроводда парилланган тешикка суяқлик қилинган ўлчагичлардан модда оқимининг ўқиға мос келадиган қилиб уриятилади. Сарфни тезлик найчалари билан ўлчашда оқимнинг ўртача тезлиги аниқлашга керак. Аммо оқим ўқиялганда камаяди, мах бўлиб, трубопровод деворларига яқинлашганда камаяди. Оқимнинг ўртача ва максимал тезлиги ўртасидаги нисбат қуйидаги тенглама орқали ифода этилади:

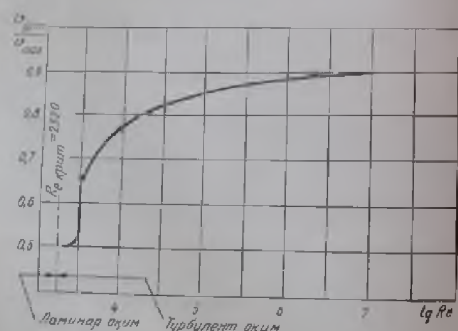
$$\frac{v_{\text{орт}}}{v_{\text{макс}}} = f(Re) \quad (14.52)$$

бу ерда $v_{\text{орт}}$ — оқимнинг ўртача тезлиги, $v_{\text{макс}}$ — оқимнинг трубопровод ўқи бўйича максимал тезлиги; Re — трубопровод диаметрига оид Рейнольдс сон.

14.17-расмда $\frac{v_{\text{орт}}}{v_{\text{макс}}}$ нисбатининг Рейнольдс сонига боғлиқ бўлган, тажриба йўли билан олинган эгри чизиги келтирилган. Ўртача тезлики бу усулда аниқлаш учун тезлик найчаси трубопровод ўқи бўлиб уриятилади. $v_{\text{макс}}$ ўлчанади, кейин Re ҳисобланади, шундан сўнг график бўйича ўртача тезлигининг қиймати топилади. Оқимнинг ўртача тезлиги ва трубопроводнинг қуйидаги кесими маълум бўлса, сарф қуйидагича аниқланади:

$$Q = S \cdot v_{\text{орт}} \quad (14.53)$$

бу ерда, S — трубопровод кесими, m^2 ; Q — ўлчанаётган муҳит сарфи, m^3/s .



14.17-расм. $v_{\text{орт}}/v_{\text{макс}}$ нисбатининг Рейнольдс сонига боғлиқлиги графика.

Ўртача тезлик босимини ўлчаш мураккаблиги, тезлик найчаси тешикларининг ифлосланиши, сезгир дифманометрларни қандайдир зарурлиги ўлчашнинг юқоридаги усулини чеклайди. Тезлик босими сарф ўлчагичлари, асосан, лаборатория шароитида экспериментал ишлардаги катта диаметрли трубопроводада суяқлик ва газларнинг катта тезликдаги оқим сарфини ўлчашда ишлатилади.

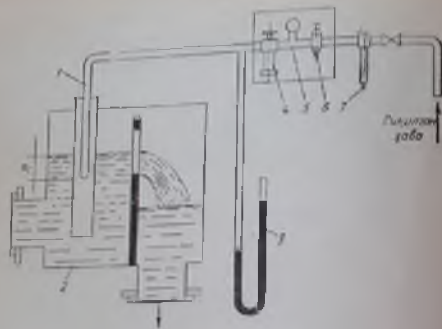
Ўлчанаётган муҳит тоза бўлиб, унинг таркибиде қаттиқ зарралар бўлмаслиги лозим. Тезлик найчалари ишлатилганда деярли босим йўқотилиши ҳузатиламайди. Бу эса ушбу усулнинг афзаллигидир.

14.7-§. ЎЗГАРУВЧАН САТҲЛИ САРФ ЎЛЧАГИЧЛАР

Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичларнинг ишлаш принциби суяқликнинг идиш тубидаги ёки унинг ён деворларидаги тешикдан эркин оқиб чиқишидаги сатҳли ўлчашга асосланган. Бу асбоблар химия саноатида жуда агрессив суяқликлар сарфини ўлчашда, шунингдек, газ билан аралашган пульсланувчи оқим ва суяқликлар сарфини ўлчашда ишлатилади. Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар барча қолларда суяқлик сарфини атмосфера босимида ўлчайди, шунинг учун бу асбобларнинг ишлатилиши чекланган.

Ўзгарувчан сатҳли сарф ўлчагичлар таркибига қабул қилувчи ситим (идиш) ва суяқлик сатҳини ўлчайдиган асбоб кирази. Сатҳ ўлчагичлар сифатида исталган асбоб ишлатилиши мумкин. Кабул қилувчи ситим сифатида эса думалоқ (диафрагма) ёки тирқич тешикли цилиндрлик ёхуд турбуртак идиш хизмат қилади. Бундай идишлардаги суяқлик сарфи унинг сатҳ баландлиги бўйича аниқланади. Диафрагма идиш тағида ёки унинг ён деворларида жойлашиши мумкин, лекин суяқлик сатҳи у оқиб чиқадиган тешикдан юқорида бўлиши лозим. Тирқичнинг тешиклари идишнинг фақат ён деворларида жойлашган бўлиши мумкин, бу ҳолда идишдаги суяқлик сатҳи тешикнинг устки четидан баланд бўлмаслиги керак.

14.18-расмда кўрсатилган сарф ўлчагич икки штуцерли турбуртак кираус 2 дан иборат. Штуцерлардан бири корпуснинг ёнида жойлашган ва суяқликни киритиш учун, иккинчиси эса пастла жойлашиб, суяқликнинг оқиб чиқиши улун хизмат қилади. Корпус икки томонидан тусиқ билан бўлинган, бу тусиққа профилланган тешикли шчит герметик разишла маҳкамланган. Идишдаги суяқлик оқиб чиқадиган тирқич олдида муҳофазаловчи гилофли пьезометрик трубка 4 чуқуртиралади. Ҳайдалган ҳаво миддори назорат стаканичаси 4 ёрдамида текширилади. Ҳаво босими редуктор 6 орқали ўзгармас қилиб сакданлиб турилади ва манометр 5 билан ўлчанади. Филтр 7 ҳавони тозалайди. Силқилган ҳавони ростловчи ва дозловчи аппаратура махсус панелга уриятилади. Пьезометрик найчадаги босим тирқич олдидаги суяқлик устунининг зичлиги ва



14.18-рasm. Сифонлик оқиб чиқадаган тиркеш тегишли сарф билади.

баладликни билан, демак, суюқликнинг массавий сарфи билан бир хилда боғлиқ. Пьезометрик найчадаги гидроанкалик бо-
симнинг қиймати дифманометр β билан ўлчабди. 14.18-расме-
да кўрсатилган сарф ўлчагичнинг хусусиятларидан бири икки-
леччи асбоб шаклининг бўлимчалари тенглигидадир.

Иккинчи шаклдаги тешик учун Q ва H нисбатини аниқла-
йми (14.19-рasm).

x кенглик ва dy баладликдаги ds элементар кў учун сарфнинг дифференциал шаклда олинган асосий (14.12) тенг-
ламасини қўйиб мумкин:

$$dQ = \alpha \cdot d \cdot S \cdot \sqrt{2g \cdot (H - y)} = \alpha \cdot x \cdot \sqrt{2g \cdot (H - y)} dy. \quad (14.54)$$

(14.54) тенгламани интеграллаб, сарф кат-
талигига эга бўламиз:

$$Q = \sqrt{2g} \int_0^H \alpha \cdot x \cdot \sqrt{H - y} dy. \quad (14.55)$$

(14.55) тенгламани ечиш учун x ва y боғ-
ланишини билиш керак.

Асбоб шакли теги бўлимчасе бўлиши
учун Q ва H ўртасидаги нисбат қизиқли
бўлиши керак, яъни

$$Q = K \cdot H, \quad (14.56)$$

14.19-рasm. Оқиб
чиқадаган оқиб
чиқиб тешик.

бу ерда K — пропорционалик коэффициент, у қуйидаги шарт-
дан аниқланади:

$$K = \frac{Q_{max}}{H_{max}}$$

Q нинг (14.56) даги қийматини (14.55) га қўйсак,

$$\int_0^H \alpha x \sqrt{H - y} dy = \frac{K}{\sqrt{2g}} H. \quad (14.57)$$

ҳосил бўлади.

Бу тенгламадан ялғизлибгина нисбатни аниқлабди:

$$x = f(y).$$

у ўсиши билан x хамайиб бориши керак, шу боисдан (14.57)
тенглами учун x ва y ўртасидаги тиркешлик боғланиш ўрнига:

$$x = \frac{C}{\sqrt{H - y}} \quad (14.58)$$

бу ерда C — маълум доимий катталиқ.

Агар α сарф коэффициентни ўзгармас бўлса, (14.57) тенгла-
мани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{K}{\alpha C \sqrt{2g}} H = \int_0^H \sqrt{H - y} dy = \left[\sqrt{y(H - y)} + H \arcsin \sqrt{\frac{H - y}{H}} \right]_0^H = \frac{\pi}{2} H.$$

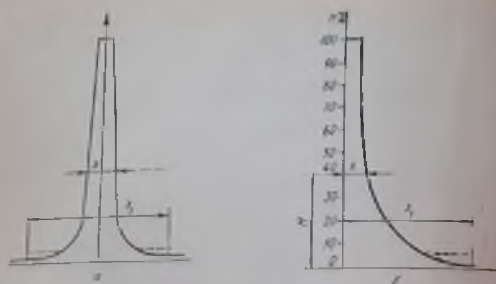
Шундай қилиб, (14.58) тиркешлик боғланиш (14.57) тенг-
ламани қановатлантиради ва теги бўлимчали шаклини таям-
лайди.

Доимий катталиқ C нинг қиймати қуйидаги ифода орқали
аниқланади:

$$C = \frac{2K}{\alpha \sqrt{2g}} = \frac{\sqrt{2} Q_{max}}{\alpha \sqrt{g} H_{max}}. \quad (14.59)$$

(14.58) тенглама бўйича тайёрланган оқиб чиқиб тешикнинг
шакли 14.20-рasm, a да тасвирланган. (14.58) тенгламадан
 $y = 0$ бўлишда тешик кенглиги $x = \infty$ бўлиши келиб чиқади.
Демак, баладликнинг 0 дан H_{max} бўйича теги бўлимчали
шаклда жў бўлиши мумкин бўлмади. Шунинг учун тешик-
нинг бошланғич қисми x , кенгликдаги тўғри тўртбурчак ша-
лида тайёрланади (14.20-рasm, b). Тешикнинг бу потекис ша-
лидан қисми унча катта бўлмаган катталиқ, яъни Q_{max} нинг
5...10% ини ҳосил қилади.

Тиркешлик сарф ўлчагичнинг сарф коэффициентни тиркеш-
ликнинг геометрик шаклига, яъниқас қисмидаги қирраларнинг
утқирлигига боғлиқ. Тақрибий ҳисобда сарф коэффициентни



14.20-рәс. Сарф ба адиалыг суюклык сәтте йотыксы пропорциональлыгы тәһсилләтә өскә чыкып чыкканлыгы сымалы: а — диаметры чыккан; б — диаметры тәһсил.

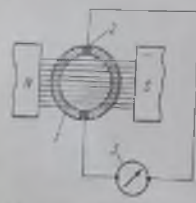
нәтижәләре 0,6 га тәңгәл дөб қабул қылналы. Сарф коэффициентнаы анык қыяты асбонның ұзыны даражалында анықланады.

Тиреңсәли сарф ұлчачықларда босым мембраналы дифференциметр орақлы ұлчанады. Сарф ұлчачық билан дифференциметр ұртасқалы индуктивтіс пайналы ұзынлығы 35 м дән, дифференциметр аз индуктивтіс асбонларын ұлчаны пайналы ұзынлығы аса 300 метрден асмаслығы керек. Ұлчаны даражалы 10...50 м², сәт булган құралынның асыяй хатысы = 3,0 процент.

14.8. ИНДУКЦИОН САРФ ҰЛЧАЧЫҚЛАР

Индукцион (электромангнит) сарф ұлчачықларынның ишләш принципі тәһсил магнит майдон тәһсиләтә электр тогыны ұтказушы суюклык оқиында хосна булган ЭЮК ия ұлчаша асбонланган. Индукцион сарф ұлчачықның схемасы 14.21-рәсидә күрсәтиләди.

Магнитның А ва Б кутблары орасында магнит майдонны күч чыкышлары йуналышына перпендикуляр равнида суюклык трубопроводалы I ұтады. Трубопроводның магнит майдондан ұталанган қисми юмагнит материал (фторопласт, асбонит ва бошқалар) дан тәһсиләтә яады. Трубопровод деворларында бир-биринә диаметрал қарана-қар-



14.21-рәс. Индукцион сарф ұлчачық схемасы.

ын йиңиләшәй Ұлчаны электродлары 2 йуналышты. Магнит майдон тәһсиләтә суюклыкдагы ишлар харақаты кәләм ва ұтказушлыгыны Ұлчаны электродларына берип, Ұлчарда Е ЭЮК хосна қылады. У оқиы тәһсиләтә пропорционалы. ЭЮК ияи хосналы, магнит майдонны Ұлчарыс булганда, электромагнит индукциясының асыяй тәһсиләтә орақлы анықланады:

$$E = B \cdot D \cdot v_{\text{пр}} \quad (14.67)$$

Бү сәтте B — магнит кутблары орасында анык булган магнит индукциясы; D — трубопроводның ияи диаметры (электродлар орасындагы м); $v_{\text{пр}}$ — оқиының ұртасы тәһсиләтә.

Тәһсиләтә Q қисмий сарф орақлы ифодаласык,

$$E = \frac{4\pi}{\mu_0} \cdot Q \quad (14.68)$$

Бу формуладан Ұлчарыс магнит майдонда ЭЮК ияи анык мата сарфта тәһсил пропорционалы аныклығы кәләм чыккан. Хәзер индукцион сарф ұлчачықлар электр ұтказушы қобилияты $10^{-3} \dots 10^{-5}$ см/м дән хан бәлмәтә суюклықларда ишләтәледі. Ұлчарыс магнит майдонда аға булган индукцион сарф ұлчачықларынның асыяй хосналыгы — магнит электродларында кутбланыш ва тәһсиләтә ЭЮК ияи кәләм бәлмәтәләр. Бу аныклығылар харақатыдагы суюклыкда магнит майдон тәһсиләтә индуктивтісәс ЭЮК ияи тәһсиләтә Ұлчаны аға кәләм анык қыялыштырады. Шунның үзүн Ұлчарыс магнит майдонда аға булган сарф ұлчачықлар суюк металллар, суюклыкның нульсәләнәтә оқиы сарфын Ұлчаныш ва кутбланыш Ұт тәһсиләтә күрсәтәтә Ұлчарыс анык қыялыш анык Ұлчачықларда ишләтәледі. Хәзер индукцион сарф ұлчачықларынның күнәләнәтә Ұлчарыс магнит майдондан фойдаланылады. Аға магнит майдон тәһсиләтә i хосналы булган Ұлчарыс, ЭЮК кәләм тәһсиләтә орақлы анықланады:

$$E = \frac{4\pi B_{\text{маг}}}{\mu_0} \sin 2\pi f t \quad (14.69)$$

Бү сәтте $B_{\text{маг}} = \frac{B}{\sin 2\pi f t}$ — индукцияның амплитудасы хосналы.

Ұлчарыс магнит майдонда электрохимиялы процесслар Ұлчарыс майдонда қарағалы кәләм тәһсил күрсәтәді. Ұлчарыс магнит майдонда индукцион сарф ұлчачықның принципі схемасы 14.22-рәсидә күрсәтиләди. Чыккан қыялыш бәлмәтә қабул қыялыш: СБЭУ — Ұлчарыс магнит майдонда сарфынның бирләшчә электромагнит Ұлчарыс магнит майдон электромагнит f бәлмәтә хосналы бәлмәтә: Ож — орақлашты Ұлчаны күчәйтәтәтә $0 \dots 5$ мА Ұлчарыс ток чыккан сәлмәтә аға булган Ұлчарыс: R_a — тәһсиләтә хосналы, масалан, кәләм анык асбон, интегратор ва хосналы. R — қаршылык.

$$Q_m = \frac{K \cdot C_p \cdot \Delta T}{0.24 \cdot \rho \cdot R} \quad (14.69)$$

(14.67) и (14.68) ифодалар восила масса сарфий толими:

$$R = 0.24 \rho R \quad (14.68)$$

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

14.10-§. Капорметрик (иссиқлик) сарф ўзгаришлар

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

$$\Delta T = T_1 - T_2 = \frac{Q}{\dot{Q}} \quad (14.66)$$

$$T_2 = T_1 - \frac{Q}{\dot{Q}} \quad (14.65)$$

$$T_1 = \frac{Q}{\dot{Q}} + T_2 \quad (14.64)$$

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

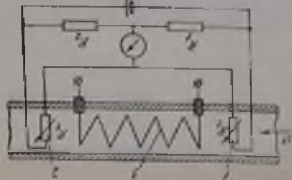
14.11-§. Капорметрик сарф ўзгаришлар

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат



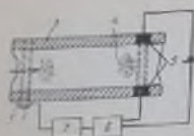
Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат

Капорметрик сарф ўзгаришларни оқибат иссиқлик, оқибат, шекл, кўларини оқибат берилиш, бу ҳолат



14.25-расм. Ионизацион сарф ўлчайгич схемаси.

14.25-расмда кўплаган молекулалар ҳосил қилиш йўли билан сарф ўлчайдиган асбоб схемаси келтирилган. Асбобнинг ишлаш принципи қуйидагича: радиоактив манба 2 нурлари трубопровод ёнида жойлашиб, модулятор 3 ёрдамида трубопроводдан ўтаётган газга таъсир қилади. Бунинг натижасида трубопровод ичида муҳитнинг ионлашган қисми вужудга келади (улар ион нишонлар 4 деб аталади) ва газ оқими билан бирга ҳаракат қилади. Нишон кўплаган молекулалар қобиғини иборат. Нурланиш пайтида модулятор ҳисоб қўрилмаси 7 га нақтия ҳисоблаш учун импульс юборади. Ионлашган нишонлар оқим бўйлаб нурланиш манбаидан маълум масофага жойлашган қабул қилгич 5 орқали тутилади. Қабул қилгич трубопровод деворларига ўрнатилган ва улардан изоляция қилинган икки пластинкадан иборат. Пластинкаларга кучайтиргич 6 нинг биринчи каскади юқори оқим қаршилик билан кетма-кет уланган таъминлаш манбаининг потенциаллар фарқи ўзатилади. Ионлашган молекулалар қобиғи коллектор ёнидан ўтishi пайтида ҳисоб қўрилмаси 7 га кучайтиргичдан импульс кетади. Бу импульс модулятор ҳосил қилган импульсга инсбаган газ оқими тезлигига пропорционал вақтга кечкилади. Асбоб шкаласи бевосита газ сарфи бирлигида даражаланади. Асбобларнинг энг катта хатоги ўлчаш чегарасининг $\pm 1,5 \dots \dots 2\%$ яни ҳосил қилади.

Ионизацион асбоблар ишда ғоят қўлай ва ишончли, амм уларни ишлашиш, қўзғатиш ва ремонт қилиш учун махсус хизматхона, хизмат кўрсатувчи ходимлар талаб қилинади, радиоактив нурланишдан тегишли химоя керак бўлади. Шунинг учун амалда сарфин ўлчаш учун нейтрал нурланиш, масалан, ультратовуш нурланиш маъқулроқ.

Олтинчи бўлим

15-б.б. СУЮҚЛИК ВА СОЧИЛУВЧИ МОДДАЛАР САТҲИНИНГ БАЛАНДЛИГИНИ ЎЛЧАШ

15.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Суюқлик ва сочилувчи моддалар сатҳининг баландлигини ўлчаш технологик жараёнларни автоматлаштиришда муҳим аҳамиятга эга. Сатҳ баландлигини ўлчаш модданинг нақиядаги миқдорини аниқлаш ва технологик жараёнда иштроқ атаётган ишлаб чиқарish аппаратиде сатҳ ҳолатини назорат қилишдан иборат.

Ишлаш характери жиҳатидан сатҳ баландлигини ўлчайгичлар ўзлуксиз ва ўзлукли (релели) бўлади. Релели сатҳ ўлчайгичлар модданинг сатҳи маълум баландликке етганда ишлай бошлиди, улар сигнализация мақсадида ишлатилиди ва сатҳ баландлиги сигнализатори дейилади.

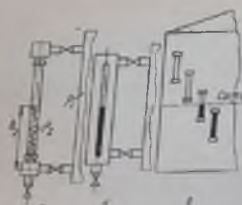
Бу асбоблар ишлаш принципи ва тавзилиши жиҳатидан биридан фарқ қилади. Масалан, суюқлик сатҳ баландлигини ўлчашга муважжалланган асбобларнинг кўпи сочилувчи моддалар сатҳини ўлчаш учун яроқсиз, усти очик резервуарларда ишлатилидиган асбоблар эса юқори босимда ишлайдиган резервуарлар учун яроқсиздир ва қокэзо.

Сатҳ баландлигини назорат қилиш асбоблари шкалалари ва цикаласиз бўлади. Шкаласиз асбоблар, одатда, иккиламчи асбоблар билан бирга ишлайди ёки сатҳ баландлигининг чегараси ҳақияда мустақил сигнал беради.

Ўлчанадиган муҳитнинг характери ва ишлаш принципига кўра сатҳ баландлигини ўлчаш асбоблари қуйидаги гуруларга бўлиниди: кўрсатиш ойнаси; қалқовичли; гидростатик; электрик (сигимли, актив қаршидикларининг ўзгаришига мувофиқ ва индуктивли), радиоизотопли; ультратовушли; радиотўлқинли; термокондуктометрили; ядани ва бошқалар. Шуларнинг айримлари билан талишиб чиқамиз.

15.2-§. КЎРСАТИШ ОЙНАСИ

Кўрсатиш ойнаси суюқлик сатҳининг баландлигини ўлчайдиган энг содда мослама. Кўрсатиш ойналари туташ идишлар принципи буйича ишлайди. Кўрсатиш ойнаси идишга настки учи (очик идишлар учун) ёки иккава учи билан уланган бў-



15.1-расм. Курсатиш ойналари:
а — ётувчи ёруғлиқни; б — қайтган ёруғлиқни; в — баланси резервуарларга бир неча курсатиш ойналарини ўрнатиш.

Ёруғлиқ ўтадиган (15.1-расм, а) ва аксланадиган (15.1-расм, б) курсатиш ойналари мавжуд. Ўтадиган ёруғлиқ ойналарида суюқликнинг сатҳи унинг курсатиш найчасидаги ҳолатини кузатиш ёрдамида ўлчанади. Юқори босимларда ёруғлиқ аксланадиган курсатиш ойнаси қўлланилади, уларнинг сиртида суюқлик томонидан вертикал қиррали ариқчалар тизиб қўйилган. Ёруғлиқ нурлари ойнага тушиб газ соҳасидаги ариқчаларнинг оғма қирраларида аксланади ва суюқлик билан тулдирилган соҳа ичига ўтади. Шунинг учун ойнанинг суюқликка тегиб турган қисми қорамтир бўлиб туюлади, ойнанинг буг ёки газга тегиб турган қисми эса қумуш-оқ бўлиб қўрилади. Бундай курсатиш ойналари 2,94 Мпа гача босимга ва 300°C гача температурага мувожазланган. Мустақкамлик шартига қараб узунлиги 0,5 м дан ортиқ бўлган курсатиш ойналари тавсия этилмайди. Шунинг учун сатҳнинг катта ҳаҷми чегараларида бир неча ойналар (15.1-расм, в) шундай ўрнатилдики, аввалгисининг юқориси кейингисининг пастга биёлиб беркилиб туради. Бундай ўлчовчиларнинг асосий қўшимча хатолиги манбаи назорат қилинмаган идиш ва ойнадаги суюқлик зичликларининг температура турличалигидан келиб чиқадиган фарқдан иборат (айниқса, агар идишдаги суюқлик юқори температурада бўлиб, курсатиш ойнаси анча нарида бўлса). Зичликларнинг турличалиги идиш ва курсатиш ойнасида сатҳларнинг турли бўлишига олиб келади. Бунда ўлчашнинг абсолют хатолиги қуйидаги формула билан ҳисобланиши мумкин:

$$\Delta h = h_2 - h_1 = h_2 \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_2} \right) \quad (15.1)$$

бунида h_1 ва h_2 идиш ва курсатиш ойнасидаги суюқлик балансликлари; ρ_1 ва ρ_2 идиш ва курсатиш ойнасидаги суюқликларнинг зичлиги.

леди (ортиқча босими ёки сийрақланган идишлар учун). Шунга найчадаги суюқлик сатҳи ҳолатини кузатиш натижасида идишдаги сатҳнинг ўзгариши ҳақида фикр юритиш мумкин.

Курсатиш ойналари уларни идишдан узиб қўйиш ва системани ҳаво ҳайдаб тозалаш учун вентиллар ёки жуьраклар билан таъминланади. Босим остида ишлайдиган идишларнинг курсатиш ойналари арматурасида, одатда, сақловчи қурилмалар ўрнатилган бўлади, улар ойна тасодифан синганд, каналларни автоматик беркитади.

Хатолик катта ҳаймакада эришми мумкин, шунинг учун уни кляйириш мақсадида ё асбобни иссиқликдан изоляциялаш, ёки ҳисоб олишдан аввал идишдаги суюқликни ҳайдаб уни тозалаш зарур.

15.3-§. ҚАЛҚОВИЧЛИ САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАР

Бу асбоблар билан идишдаги суюқлик сатҳи ўлчанади. Асбобнинг сезгир элменти — қалқович суюқлик сиртида қалқиб туради (15.2-расмда) ва суюқлик сатҳи баланслигидаги ўрни унга таъсир қиладиган кучлар мувозанатига боғлиқ бўлади. Архимед қонунига мувофиқ, қалқович оғирлиги унинг суюқликка ботган қажмидаги суюқлик оғирлигига тенг бўлади. Унда ташқари, қалқовични ўраб олган суюқлик устидаги муҳит ҳаво бўлиб, зичлиги ρ_0 га тенг бўлган модал бўлса, унда қалқович қажмидаги бу модал оғирлиги ҳам қалқовични пастга босади, унинг суюқликка ботишини оширади. Бу икки кучга қарши бўлалган, қалқовични юқорига қўиладиган куч F ни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$F(x) = \rho_0 g V + (\rho - \rho_0) g \int S(x) dx. \quad (15.2)$$

бунида ρ_0 — суюқлик устидаги муҳит зичлиги; g — оғирлик кучи тезлашми; V — қалқовичнинг ҳажми; ρ — қалқович ботиб турган суюқлик зичлиги; x — қалқович ботган қисмининг баланслиги; S — қалқовичнинг қўидаланг кесми юзи.

Агар қалқовичнинг қўидаланг кесими S баланслиги h бўйича ўзгармас бўлса,

$$F = Sh\rho_0 g + (\rho - \rho_0) g \cdot S \cdot x. \quad (15.3)$$

Суюқлик устидаги муҳит газ ёки ҳаво бўлса, $\rho_0 = 0$, у ҳолда

$$F = \rho g \int S(x) dx. \quad (15.4)$$

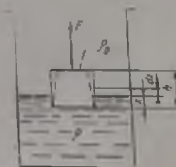
Қалқовичнинг қўидаланг кесми ўзгармас бўлса,

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot X. \quad (15.5)$$

Қалқовичли сатҳ ўлчовчиларда донмий ва даврий чуқадиган (бўйхали) қалқовичлар ишлатилади.

Доимий чуқадиган қалқовичли сатҳ ўлчовчиларда қалқовични юқорига қўиладиган мувозанатловчи куч қалқович оғирлигига тенг ва ўзгармас бўлади:

$$F = Q = \text{const.}$$



15.2-расм. Қалқович сийлашнинг схемаси.

Бундан фойдаланиб, қалқовичнинг сууқликка ботган қисмининг баландлигини топиш мумкин:

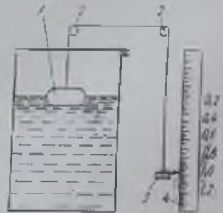
$$x = \frac{G}{\Delta \cdot F \cdot g} = \text{const.} \quad (15.3)$$

Бу ҳолда кучлар мувозанатини татминлайдиган қалқович сууқлик сатҳи бўладиганига мувофиқ келишиди. 15.3-расмда шу принцинга асосан ишлайдиган доний чуқадиган қалқовичли сатҳ улчагининг оддий схемаси кўрсатишган. Саноатда қўлланиладиган қўшқилик сатҳ улчагичлар шу схема асосида ишлайди. Қалқович 1 ролиқлар 2 ёрдамида мувозанатловчи юк 3 билан эластик тросе (пўлат сим) орқали боғланган. Юк билан бириктирилган стрелка шкала 4 га мувофиқ сууқлик сатҳи бўладиганини кўрсатиб туради.

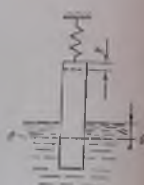
Бу улчагичнинг асосий камчилиги — шкаласининг тескарилиги ва тросе оғирлигининг ўзгариши ҳисобга олинмаслиги, бундан натижаларда ҳисоблаш қийинлиги ва ҳақозо.

Қалқовичли сатҳ улчагичларнинг турли модификациялари мавжуд. Улар бир-бирдан тузилиши, ўлчаш характери (уздукни ёки қайда қилувчи), масофага узатиш системасини (пневматик, электр ва бошқалар) ишлатиш шартлари ва бошқа ҳусусиятлари билан фарқ қилади.

Идишдаги сууқлик сатҳининг ўзгаришига қараб қалқовичнинг силжигини камайтириш мақсадида чиқиқли характеристикага эга бўлган даярий чуқадиган цилиндрлик қалқовичдан фойдаланиш мумкин. Даярий чуқадиган қалқовичли сатҳ улчагичининг ишлаш принципи қалқович (бунка) массасининг сууқликка чуқиш чуқуригига қараб ўзгаришига асосланган. Бундай сатҳ улчагичларининг сезгир элементи оғир жисм (масалан, цилиндр), яъни идиш идиша вертикал осилган ва назорат қилинаётган сууқликка қисман ботирилган (15.4-расм) қалқовичдан иборат. Қалқович бикирлиги C бўлган ва қалқовичга маълум куч билан таъсир этадиган эластик илгакка маҳ-



15.3-расм. Қалқовичли сууқлик сатҳи баландлигини ўлчаш схемаси.



15.4-расм. Ўзгарувчан ботиқлик цилиндрлик қалқович силжигининг схемаси.

камчилган (15.4-расмда бундай элемент пружинадир). Сууқлик сатҳини OD ҳолатдан A га оғтирилса, итарувчи куч ортади. Бу бунка ни x миқдорда оғтиришга олиб келади, бунда унинг кўтарилиши билан чуқиш қўпаяди, яъни $x < h$. Бу билан куч ўзгаради, шу куч билан илгак бункага таъсир қилади. Ўзгариш бунканинг чуқиши $h - x$ га ортиши натижасида итариш кучининг ўзгаришига тенг:

$$x \cdot C = (h - x) \Delta \cdot g \cdot F = (h - x) \Delta \cdot g \cdot F. \quad (15.8)$$

Бунда C — илгакнинг бикирлиги, Δ — сууқлик ва саноат илгакни F — бунка қалқович чуқадиган қисмигаги масса.

Бундан қалқовичли сатҳ ўлчатиш статик характеристикасининг ифодасини оsonлаш билан топиш мумкин:

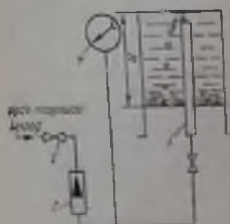
$$x = \frac{h}{1 + \frac{C}{\Delta \cdot g \cdot F}} \quad (15.9)$$

Шундай қилиб, қалқовичли сатҳ улчагичнинг статик характеристикаси чиқиқлидир. Бунда унинг сезгирлиги F ортиши билан ёки илгакнинг бикирлиги C ни камайтириш билан оғтирилиши мумкин.

(15.9) формуладан кўриниб турибдики, конкрет сатҳ улчагичдан фойдаланганда қўшимча ҳатоликлар ушбу C , F , Δ ва каттадиқларнинг ўзгариш ҳисобига пайдо бўлиши мумкин. Шу каттадиқларнинг ўзгаришига идишдаги температура ва босимнинг ўзгариши сабаб бўлади, бунда $\rho_m = \rho$, айирмачилик ўзгаришдан ҳосил бўладиган хатолик энг катта бўлади.

15.5-расмда даярий чуқадиган қалқовичли сатҳ улчагичининг схемаси кўрсатишган. Бу асбоб курсетишларни пневматик усулда масофага узатади. Қалқович 1 торсионли найча 3 учига урилатилган рычаг 2 га ссилган. Қалқович 3а оғирлиги билан торсионли найча ва унинг ичидаси пўлат стержень 4 ни буради, бурилиш бурчани сатҳ ўзгаришда қалқовичнинг ўзгаришдан оғирлик кучига пропорционал. Қалқович шундай оғирликка эгаки, у сууқликка батамон чуққанда, қалқиб чиқмайди. Стержень 4 нинг буш учига пневмоқурилма 7 нинг заслонкаси 5 маҳкамланган. Торсионли найча унинг стержени бурилганда сопо 6 га нисбатан шу бурилиш бурчагига тенг бурчакка очилади. Пневмоқурилма 7 түсиқининг бурчакли силжигини иқйаламчи асбоб 8 орқали ўлчанадиган босимнинг пропорционал ўзгаришига айлантиради. Босим ўлчагидиган асбобнинг шкаласи 8 сатҳ бирлигида даражаланган.

Сууқлик сатҳини масофадан ўлчаш учун куч компенсацияси принципига асосланган, ўзгармас токнинг 0 — 5 ва 0 — 20 мА унификацияланган чиқиш сигналига (УБ-Э типли) ёки 20 — 100 кПа ҳаво босими мулжалланган (УБ-П типли) қалқовичли сатҳ улчагичларини қўлланлади ва қалқовичли сатҳ улчагичларининг сатҳ ўлчами диапозони ушбу қатордан тан-

[illegible]

$$= \mathcal{E}[\dot{\phi}^T(H^{-1} - \eta) - \dot{H}\dot{\phi} - \dot{\phi}^T] = \dot{\phi}^T \dot{\phi} \quad (15.16)$$

III. Указан кирил. дифференциал таъсир этадилан босим фарк
Δ₁ куйлагатифонда таъсир этадилан:

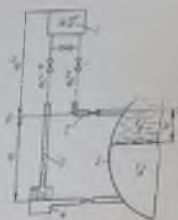
$$(15.15) \quad \delta^p(H - y) + \delta^1 \delta^0 H + \delta^1 \delta^0 y = H^p.$$

Восстановление и развитие лесов в условиях деградации лесных ресурсов является одной из основных задач лесного хозяйства. В настоящее время в мире наблюдается тенденция к сокращению площади лесов, что связано с увеличением спроса на древесину и другими факторами. Поэтому восстановление и развитие лесов является важной задачей для обеспечения устойчивого развития.

$$P_i = (h + h_0) \cdot p_i \cdot \delta_i \quad (15.14)$$

[illegible]

157-й полк. Восток отряда
1941 г. (состав)
Информация о составе
составил



Вот и наступил день, когда мы должны были выехать из деревни. Но в этот день в деревне было многолюдно. Все население собралось на площадь. Люди стояли поодаль, а в центре площади стояли несколько человек. Они были одеты в красивые платья и костюмы. Они стояли в кругу. В центре круга стояла женщина. Она была одета в очень красивое платье. Она стояла с руками в стороны. Люди вокруг нее стояли с руками в стороны. Они все вместе стояли в кругу. В центре круга стояла женщина. Она была одета в очень красивое платье. Она стояла с руками в стороны. Люди вокруг нее стояли с руками в стороны. Они все вместе стояли в кругу.

фақчалар сони ортади. Босимнинг бундай ўзгаришини манометр 4 ўлчайди, манометр шкаласи суюқлик сатҳи баландлигига мувофиқ даражаланган бўлади.

Суюқлик сатҳи системаларда сарқдорланган босим бўлганга топилади.

$$P = P_x + \rho g h, \quad (15.7)$$

бувадан

$$H = \frac{P - P_x}{\rho g}$$

бувада P_x — идишда суюқликлар устиданги босим, $P - P_x$ бошим манометр 4 билан топилади.

Суюқлик сатҳини ўлчашда маълум шаронгларда статик электр токи пайдо бўлиши мумкин. Шунинг учун тез алангайишувчи ва портлаш хавфи бор суюқликларни назорат қилишда инерт газ сифатига карбонат ангидрид, азот, тутушли газлар ёки махсус пьезометрик сатҳ ўлчагичлар ишлатилади.

Шу типдаги сатҳ ўлчагичлар ер ости идишларида, ёнилғи, балласт ва бошқа цистерналарда агрессив суюқликлар ва қатор бошқа ҳолларда сатҳ ўлчаш учун кенг қўлланилади. Бундай асбоблар суюқликнинг доимий зичлигида $\pm 1,5\%$ аниқлик билан ўлчайди.

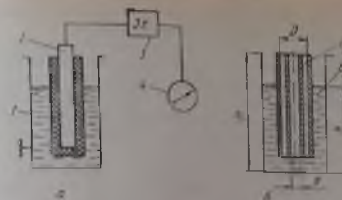
15.8-§. ЭЛЕКТР САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАР

Электр сатҳ ўлчагичларда суюқлик сатҳининг ҳолати бирор электр сигналга ўзгартирилади. Электр сатҳ ўлчагичлар орасида энг кўп тарқалгани сигимли ва актив қаршилиқларнинг ўзгаришига мувофиқ ўлчашга асосланган асбоблардир.

Суюқлик сатҳи баландлигининг ўзгариши билан боғлиқ равишда электродлар орасидаги электр сигими ўзгаришига асосланган асбоб сигимли сатҳ ўлчагич деб аталади. Бунда суюқликнинг диэлектрик хусусиятлари назорат қилинади. Суюқлик сатҳини сигимли сатҳ ўлчагич ёрдамида ўлчашнинг принципа- аз схемаси 15.9-расмда кўрсатишган. Бу ўлчагич цилиндрик конденсатор ва ўлчов асбобидан иборат. Сатҳ баландлиги ўлчангани керак бўлган суюқлик қўйилган идиш 1 га изоляцияи материал билан қопланган электрод 2 туширилади. Электрод идиш деворлари билан биргаликда цилиндрик конденсаторни ҳо.ил қилади, унинг сигими суюқлик сатҳи ўзгариши билан ўзгаради. Сигимнинг катталиги электрон кўчайтиргич 3 орқали кўчайтирилиб, сигнализатор ёки ўлчов асбоби 4 га узатилади.

Сигимли сатҳ ўлчагичларини цилиндрик ва пластинкали тип- да, шунингдек, қаттиқ сгержень кўринишида чиқарилади.

Ўзгартгичнинг сигими икки участка сигими — суюқликка боғлиқ ва диэлектрик ўтказувчанлик ва муҳитда жой- лаган ϵ_r (ҳатто учун $\epsilon_r = 1$) диэлектрик ўтказувчанликии участкалар сигимлари йиғиндисига тенг.



15.9-расм. Сигимли сатҳ баландлиги ўлчагичнинг схемаси.

Цилиндрик ўзгартгичнинг сигими (15.9-расм, б) қуйндаги- ча ифодаланади:

$$C = C_A + C_{H-h} = 0,24 \cdot \frac{\epsilon_r - \epsilon}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} + 0,24 \cdot \frac{\epsilon_r(H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)} = 0,24 \cdot \frac{\epsilon_r \cdot h + \epsilon_r(H-h)}{\lg\left(\frac{D}{d}\right)}, \quad (15.18)$$

бунда h — сатҳнинг ўлчанган баландлиги см, H — идиш баландлиги, см; D ва d ўзгартгич найчаларининг ташқи ва ички ди.метр.ри, см; C — цилиндрик ўзгартгичнинг сигими, пФ.

Агрессив, лекин электр токини ўтказмайдиган суюқликлар сатҳини ўлчашда ўзгартгич қопламалари химиявий турғун қо- тишмалардан тайёрланади ёки ҳар бир қопламачи коррозияга қарши плёнка (винилпласт ёки фторопласт) билан қопланади. Бу қопламаларнинг диэлектрик хусусиятлари ҳисоблашларда эътиборга олинади. Электр ўтказадиган суюқликлар сатҳини ўлчашда ҳам қопламалар изоляцияи плёнка билан қопланади.

Электр сигими, одатда, резонанс усулида ўлчанётган сигим индук- тивлик контурига параллел уланади ва резонанс контурининг ҳосил қилади. Резонанс контури ўзгартгичнинг маълум бош- ланғич сигимдаги таъминловчи частота резонансига ростлана- ди. Ўзгартгичнинг сигими назорат қилинаётган муҳит керакли сатҳга эришган ёки эришмагандигини кўрсатади. Бу сигим ўз- гариши натижасида унинг частотаси ўзгаради ва резонанс бў- зилади. Бу усул кўпчилик сигимли сатҳ сигнализаторларида ишлатилади.

Кўприк усулида назорат қилинаётган сигим кўприкнинг бир палласига уланади. Сатҳ ўзгариши билан сигим ўзгаради ва кўприкда номувозват ҳолат вужудга келади. Номувозватлик

15.11-рәсм. Сатх баландлыгы
сигнализаторының схемасы.

камайтириш қатлам қалинли-

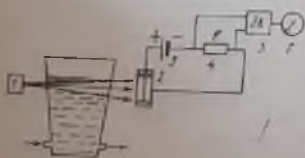
гига ҳароб қуввадаги амплитудининг муносабат билан ифода-
ланади:

$$I_p = I_0 \exp(-\mu x), \quad (15.20)$$

бунда I_0 — J -нурланнинг боғланган интенсивлиги; μ — мод-
даннинг табиати ва унинг қатлами қадимлиги x га боғлиқ бўла-
ган J -нурланнинг сусмолининг коэффициенти.

Радиоизотопли сатҳ ўлчашнинг принципал схемаси 15.12-
расмда кўрсатилган. J -радиоактив нурланши манбаи 1, кон-
тактли нурланнинг қабул қилувчи сўғичи 2, электр ток-
манбаи E , резистор 3, электрон кучайтиргич 4 ва ўлчаш асбо-
би 5 билан иборат. Сўғичик металлдан исалган цилиндр бўлади,
ичи инерт газ билан тўлдирилади. Цилиндр мажмада ушша
изолятор билан ажратилган металл сым ўрнатилган. Цилиндр
девори электр жалбанилиг манфий қутбга, металл сым эса
мушбат қутбга уланган. Цилиндр инерт газ билан ўлчаш-
ган бўлгани учун сўғичик замирида ток бўлмади. Сўғичи-
ка радиацияга нур таъсир этиб, янада инерт газ ионланиши
боғлангандагина сўғичик 2 ва резистор 3 замирида ток ҳо-
сия бўлади. Бу ток миқдори инерт газнинг ионланиш дара-
жасига боғлиқ бўлади. Газнинг ионланиши эса радиоактив
нурланши манбаи билан сўғичик орасига ўрнатилган резервуар
ичидagi суюқликнинг эки сочилувчи модданинг баландлигига
боғлиқ равишда ўзгаради. Резервуардаги суюқлик баландлиги
нур йўлини тўла берилган, резистордан ўтаган ток нолга
икси бўлади, нур йўли очилган билан, икки суюқлик баланд-
лиги пасайиши билан резистор замирида ток орта боғланади.
Резервуар ичидagi суюқлик баландлиги ана шу резистордан
 I кучланиш миқдори билан ўлчанади. Бунинг учун резистор-
данги кучланиш миқдори олдин электрон кучайтиргич 4 ёрда-
мида кучайтирилади, сўнгга эса ўлчаш асбоби 5 га ўзатила-
ди.

Радиоизотопли сатҳ ўлчашчилар бошқа асбобларга нисбатан
уйингерсалди. Бу асбоблар сатҳ ўлчашни назорат қилишни
дискрет ва ушлуқсиз равишда амалга оширади; улар очик ва
берк резервуарлардаги суюқлик ҳамда сочилувчи моддалар



15.12-расм. Радиоизотопли сатҳ ўлчаш-
нинг принципал схемаси.

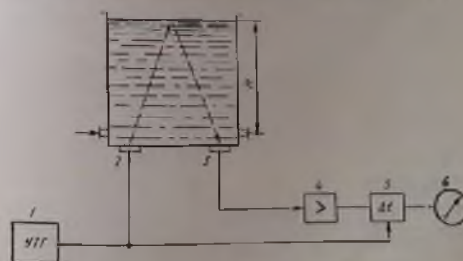
турб, оламни, электр ўтказувчанлик, заҳлик ва бошқа физик
асосларнинг) ўзгаришига боғлиқ эмас. Барча радиоизотопли
асбобларнинг умумий қиммати радиацияга нурланнинг ти-
рик организмга зарарли таъсирлар. Асбобларнинг қатоси
— 0,5 — 1% дан ошмайди. Булар асосан бошқа турдаги асбо-
бларни ишлаши мумкин бўлмаган ҳолатлардагина қўлланилади.

15.7-§. УЛЬТРАТОНУШИ САТҲ ЎЛЧАШЧИЛАР

Ҳозирги пайтда сановатда ультратонуши сатҳ ўлчашчилар
кени тарқалмоқда. Бу асбоблар бошқа асбобларга нисбатан
контактсизлик, юқори аниқлик, кичик амплитудали, катта да-
пазонда ва агрессив суюқликларда ишлатилиши каби бир
қатор муҳим афзалликларга эга. Аниқ ўлчаш схемаларнинг
мураккаблиги, шунингдек, етарли даражада кичик бўлма-
гани сабабли, бу асбоблар бошқа кўриқчилардан боғланган
мумкин бўлмагандагина ишлатилади.

Ультратонуши сатҳ ўлчашчиларнинг ишлаш принципа сую-
қлик, газ (ҳаво) чегарасидан товуш тўлқинларининг қайтиш
принципида асосланган. Ультратонуш импульсининг ҳаво ва
ўлчанаётган муҳит (суюқлик) чегараси сиртқили қайтиш кат-
талилари акустик қоршиликнинг юқори даражада кичик
сони бўлади. 15.13-расмда ультратонуши сатҳ ўлчашчилар
структура схемаси кўрсатилган.

Импульс ультратонуши тебранишлар генератори 1 ани нур-
лангич 2 орқали сатҳи ўлчанаётган сатҳга ўзатилади. Ульт-
ратонуш тўлқинлар ўлчанаётган муҳитда тарқалади ва суюқлик—
ҳаво чегарасидан қайтади. Қайтган тўлқинлар муҳитдан то-
кири йўналишда ўтади, нурлангич 2 га ўзган ультратонуши
тебранишлар қабул қилгичи 3 га келади, у ердан ультрато-
нуши импульс кучайтиргич 4, вақт оралиғини ҳисоблайдиган
курнлма 5 ва ўлчаш асбоби (потенциометр) 6 га келади.



15.13-расм. Ультратонуши сатҳ ўлчашнинг схемаси.

Суюқлик сатҳи ўлчаш импульсининг юборилиши ва қабыл олиш орасидаги τ вақт бўйича аниқланади, яъни:

$$\tau = \frac{2H}{C} \quad (15.21)$$

буанда H — суюқлик сатҳи; C — қўрилганда ультратовушнинг тарқатилиш тезлиги.

Вақт ўлчашда олинган ақсилланган (қайтган) сигналнинг кечиктириш вақтига пропорционал бўлган ўзгаришсиз кучланиш шкаласи сатҳ бирликларида даражаланган автоматик потенциометрга берилади. Нурлаткич сифатида барий титанат, пьезокварц, магнитострикцион элементлар ишлатилади. Қўпинча ультратовушли тебранишларни юборадиган ва қабул қиладиган асбоб сифатида бир қўрилмалар фойдаланилади. Бу асбоб ўлчаш жараёнининг бошида нурлаткич назарбасни бажариб, импульс юборилганидан сўнг қабул қилкич сифатида ишлайди.

Ультратовушли сатҳ ўлчашчилар 45 мм дан бىр неча ўн метргача ўлчаш диапазониغا эга. Ўлчанаётган муҳит температураси -50 дан $+200^\circ\text{C}$ гача этиши мумкин. Ўлч қўйиладиган асосий хато $\pm 2,5\%$.

15.8. §. РАДИОЎТЎҚИЛИ САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАР

Суюқ металл сатҳини ўлчашда истиқболли усул — радиотўқинли усулдир. Электромагнит тўқинлари тебраниш параметрларининг суюқлик сатҳи баландлигига боғлиқлигига асосланган сатҳ ўлчашчилар радиотўқинли сатҳ ўлчашчилар деб аталади.

Радиотўқинли усулларга радиолакация, радисинтерференция, эндовибраторли ва резонансли усуллар кирadi.

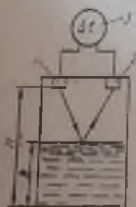
Радиотўқинли сатҳ ўлчашчиларнинг ишлаши электромагнит тўқинларнинг электр ва магнит хоссалари билан фарқ қиладиган муҳитларнинг четарасидан қайтиши ҳодисасига асосланган.

Электромагнит тўқинларининг тарқатилиш тезлиги v муҳитда унинг диэлектрик ва магнит ўтказувчанлиги ϵ қийматлари билан топилади:

$$v = \frac{C}{\sqrt{\epsilon \mu}}, \quad (15.22)$$

буанда C — вакуумда ёруғлик тезлиги.

Сатҳ ўлчатиш схемаси (15.14-расм) нур тарқаткич 1, электромагнит энергияси қабул қилкичи 2 ва вақт оралиғини ўлчаш қўрилмаси 3 дан иборат. Сатҳ h қиймати нур тарқаткич сигнални жунатиш пайти би-



15.14-расм. Радиолакация сатҳ ўлчатиш схемаси.

219

дан қайтган сигнал қабул қилкич 2 га келган пайт орасидаги вақтни аниқлаш ёрдамида топилади. Шу катталиклар ушбу

$$\tau = 2(H-h) \frac{\sqrt{\epsilon \mu}}{C} \quad (15.23)$$

муносабат билан боғланган.

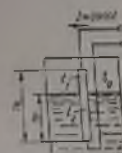
Шунингдек, локация газ муҳити орқали суюқлик устида юборилган (азер суюқлик электр ўтказувчанлиги бўлма, локация принциплари жидатидан суюқлик орқали ҳам амалга оширилади мумкин). Локациянинг газ (ҳаво) орқали олиб бериладиган маълумот, чунки нур тарқаткичлар суюқлик таъсирига берилмайди, бундан ташқари, газларнинг магнит ва диэлектрик ўтказувчанлиги катта эмас ва 1 мм дан кичик тўқиннинг тарқатилиш кўрсаткичларининг амалда суюқлик хоссаларига боғлиқ эмас. Бу сатҳ ўлчатиш кичик вақт оралиғини аниқ ўлчаш қўйиладигандир. Улар нурланиш зонасида турган бошқа предметларга тояқ сезгир. Суюқ металлларнинг сатҳ ўлчашчилари 200 мм гача ўлчаш диапазониغا эга, ўлчашнинг асосий хатолиси $\pm 2\%$.

15.9. §. ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРЛИ САТҲ ЎЛЧАГИЧЛАР

Термоконтдуктометрли сатҳ ўлчашчилар деб шундай сатҳ ўлчашчиларга айтадиларки, уларда электр занжирининг элементлари электр қаршилиги суюқлик сатҳига боғлиқ бўлган электр қаршилигининг катта температура коэффициентига эга бўлган, ток билан қиздириладиган резистордан иборат. Бундай сатҳ ўлчашчиларнинг ишлаши суюқлик ва газларда иссиқлик алмашиш шароитларининг турличалигига асосланган.

Бундай сатҳ ўлчашчиларнинг сезгир элементлари электр қаршилиги унинг температураси билан аниқланадиган узун терморезистордан иборат. Одатда, улар платина ёки вольфрамдан тайёрланади, унда ўзгарткич сезгирлиги материал электр қаршилигининг температура коэффициенти орқали билан ўсади. Термоконтдуктометрли ўзгарткич идишга шундай жойлаштириладики, унинг бир қисми суюқликда, қолган қисми — газли бўшлиқда (15.15-расм) бўлади. Сатҳ ўзгариши билан шу участкалар узунлиги ҳам ўзгаради.

Термоконтдуктометрли ўзгарткичнинг ишлаш принциплари қиздирилган терморезистордан суюқлик ва газга иссиқлик ўтказишнинг турличалигидан фойдаланишга асосланган, бунда суюқлик ва газда жойлашган участкалари турли температураларга эга бўлади ва, демак, турли қаршиликка



15.15-расм. Термоконтдуктометрли сатҳ ўзгарткич схемаси.

220

эга бўлади. Шундай қилиб, уларнинг қариндошлари ёғиндан ситх баландлиги билан аниқланади.

Фараз қилайлик, сувоқлик буюқ бўлганда ўзгарткич ΔR температурага эга бўлсин, буни унинг янги ўзгариш бирлигига қаршилик r_0 га ва қариндошнинг температура коэффициентини α га тенг. Ўзгарткич узунлиги H бўлганда унинг тўла қариндош

$$R_0 = r_0 \cdot H. \quad (15.24)$$

бўлади. Сувоқлик ситхи h бўлганда сотиралган қисм температураси t_2 бўлиб қолади, унда ўзгарткичнинг тўлақ қариндош куйидаги арада баалан топилади:

$$R_h = r_0 H [1 + \alpha(t_2 - t_1)] + r_0(H - h). \quad (15.25)$$

Шундай қилиб, қариндош ортирмаси ΔR ва ситх h (статик харақтеристика) орасидаги боғланиш куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\Delta R = R_h - R_0 = r_0 \alpha(t_2 - t_1) h. \quad (15.26)$$

(15.26) теңламадан кўринадик, ўзгарткичнинг статик харақтеристикаси қанчал экан (терморезистор харақтеристикаси аниқлаи бўлганда). Бунадай ситх ўлчагичлар қўланишнинг асосий соҳаси криоген техникалар, унда улардан сувоқтирилган газлар ситхнинг бааланлигини ўлчаш учун фойдаланалади.

Термокондуктометрик ўзгарткичлар, одатда, махсус ҳимоя қопламани ичига сандан тайёрланади. Иккиламчи асослар сифатида терморезисторда кучланиш тушинини ўлчайдиган асослар ёки кўприклардан фойдаланиш мумкин.

15.16-ғ. СОЧИЛУВЧАН МОДДАЛАРИНИНГ САТХИНИ ЎЛЧАШ

Бункер ва бошқа қўриқчалардаги сочилувчан моддаларнинг ситхини ўлчаш сувоқликлар ситхини ўлчашдан янча фарқ қилади, чунки материалнинг объектда жойлашмиш харақтери унинг ситхи дақила сориюнтал сирт каби фикр юртишга имком беришди. Химия, энергетика ва озиқ-овқат саноатининг кўпгина теңнология жароёларида сочилувчан материаллар ситхининг бааланлигини уалқисиз ўлчаш керак бўлади. Бунинг учун ҳалқочечлар, наздик, электрик ва радиоактив ситх ўлчагичлар ишлатилади.

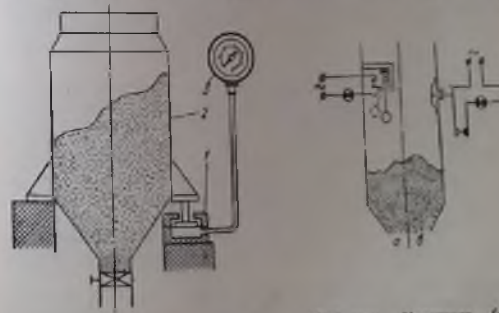
Доимий чиқаришга қаловечли ситх ўлчагичининг ишлаш принципи қаловечининг сочилувчан материал ичига тушиб кетмай, унинг сиртида қалаиб туркишга асосланган. Сочилувчан жисмлар ситх ўлчагичларининг схемаси 15.3-расмда кўрсатилганга ўхшаш.

Сочилувчан моддаларининг наздики ситх ўлчагичлари материалларининг бункерга солиниши ҳамда ундан тўкилиши бир

мекерда бажариладиган ишларда ишлатилади. Сирткин сифатия турли наздики қўриқчалар қўланилади. Наздики ситх ўлчагичларда ўзгариш сифатида мессдозлар ишлатилиши мумкин. Буна бункер таъинига кўрсатилган босим ўлчовига бу ҳақда босим бункерни материал билан тўлдирган сифатида иборат. Мессдозлар ситх ўлчагичининг схемаси 15.16-расмда кўрсатилган. Асосий харақтеристика ситх ёки вази барилга гирайлик мессдоза 1 дан иборат, бункер 2 оқладан бааланлигини таъини бўлади мессдоза поршень металл қорусдан иборат. Поршень эластик мембрана билан термизиланган. Мессдоза, улайдиган наздики ва манометриет пружинаси тўқлик билан тулдирилган. Мессдоза — манометр системасидан босим материал билан тўлдирилган бункер оғирлик кучининг мессдоза поршени юзасига бўлаган қийматиға тенг.

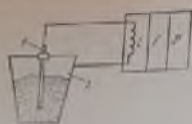
Бунадай ситх ўлчагичлар учун манометр стрелкасининг ишлатилиши бошлангич (нола) ҳолати бункернинг буни ҳолатига мос келади. Шундай қилиб, шайла бункерни тўлдирган материал наздини кўрсатади.

Наздики ситх ўлчагичларнинг хатоси $\pm 10\%$ дан ошмайди. 15.17-расмда сочилувчан моддалар ситхи сочилувчанларининг принципа схемаси кўрсатилган. Бу асослар наздики қилинадиган модала босимини ўзгартирувчи ўзгарткичларнинг қўланишига асосланган. Бункернинг деворига турли бааланлиқда учига пластинка ёхуд шай ўрнатилган мантинг оқладан ёки мембрана ўрнатилган. Бункердаги ситх кўтарилганда мантингнинг четта чиқиши (сиклиши) затикасида контактлар уаланади. Сочилувчан модданин босими таъсирда мембрана эгилган ва контактларга уланган пружинаси силанган. Пружиналар

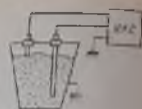


15.16-расм. Вақтин ситх ўлчагич.

15.17-расм. Мантинга (а) ва мембрана (б) контактлик ситх ситхалигиди схемаси.



15.18-расм. Сигнали сатҳ сигнализатори схемаси.



15.19-расм. Сатҳнинг кондуктометрик сигнализатори схемаси.

тегишли электр сигнални таъминлайди. Сатҳнинг пасайиши билан иржия мембрана ва контактларни бошлангич ҳолатга қайтарали.

Ўлчашнинг барча электрлик усуллари ичда сифимли усул кўпроқ қўлланилади. Бу сифимли ўзгарткичлар лойиҳасининг соддалиги, уларнинг бир жиҳатидан кам сезгирлиги билан тўлқинланади. Ишлатишдаги асосий қийинчиликлар ўзгарткичнинг изоляция қоламасининг бузилиши, материалнинг енишқоқлиги, қўрастишларнинг материал электр хоссавларининг ўзгаришига, масалан, унинг таркиби ёки намлигининг ўзгаришига боғлиқлигидан иборат.

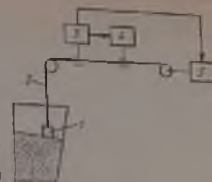
Сатҳ сигнализаторлари шифатида ўлчашнинг резонанс схемали (кўприкли эмас) сифимли сигнализаторларидан фойдаланиш мумкин, масалан ЭСУ-1, ЭСУ-2 ва бошқа типларидан.

Бундай қўрилмаларда электрод 1 ва бункер девори 2 (15.18-расм) дан тузилган сифимли ўзгарткич индуктивлик ҳадаги билан бирга тебраниш контурини ташкил этади. Унинг резонанс частотаси ўзгарткич сифими билан, яъни сатҳнинг қиймати билан аниқланади. Контурнинг резонанс частотаси билан генератор L нинг кучланми частотаси (сатҳнинг чегаравий қийматига мос келган) устма-уст тушса, P реле сигнализиция схемасини улайди.

Электр утказувчан материаллар учун сатҳнинг кондуктометрик сигнализаторлари (масалан, ИКС типидегиси) энг содаси ҳисобланади. Сигнализатор ё фақат бункердаги сичилувчан материалнинг юқори сатҳини, ёки пастки ва юқориги сатҳларини назорат қилиш мумкин. Бундай сигнализаторларнинг иш принципи (15.19-расм) бункер девори — материал — электроддан иборат электр занжирини материал сирти электродга тегили билан улашдан иборат. Ишлатишдаги асосий камчиликлар: материал таъсирида электродларнинг механик бузилиши, чанглавган муҳит орқали сизиш борлигидан — ёлгондакам ишга тушиб кетиши.

Сичилувчан материаллар учун ўзига хос сатҳ ўлчагич лотли ўлчагичдир (15.20-расм). Бундай сатҳ ўлчагичларнинг сезгир элементи оғир жисм (лот) 1 дан иборат бўлиб, у қайишқоқ трос 2 га осилган. Ўлчашлар цикли бошида лот энг юқо-

риги ҳолатда бўлади. Сатҳнинг ўлчаш цикли лотни бунатиб юборилишидан бошланади. Бунда у оғирлик кучи таъсирида пастга туша бошлайди. Шу пайтда троснинг тортилишига реакция қўрастуручи сигнал қўрилмаси 3 ёрдамда лотнинг дастлабки ҳолатига нисбатан сичилишини қай қилувчи санаш қўрилмаси 4 ула-нади. Лот сиртга тегиш пайтда трос тортилиши камаяди ва сигнал қўрилмаси санаш қўрилмасини узиб қўяди, шу билан бир вақтда лотни қутариш механизми 5 ни улайди. Бу механизм лотни дастлабки ҳолатига қутаради, шундан кейин ўлчаш цикли қайтарилади. Санаш қўрилмасининг қўрастишлари сатҳ ба-ландлигининг қийметларини аниқлаш имконини беради. На-батдаги ўлчаш цикли бошлангичидан аввал санаш қўрилмаси қўрастишлари учириб юборилиши лозим. Қўрилган сатҳ ўл-чагич 20 м гача сатҳ ба-ландлигини ±10 см хатолик билан ўлчашига имкон беради.



15.20-расм. Сичилувчан материалнинг лотли сатҳ ўлчагичи схемаси.

16-БОБ. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ АНАЛИЗ ҚИЛИШ

16.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Технологик процессларни температура, босим, сифат ва саноат параметрларга кура бошқариш, купинча, талаб этилган сифатдаги маҳсулотлар олишга кафолат бера олмайди. Қўпгина ҳолатларда ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг таркибини автоматик тарзда назорат қилиш зарурати туғилади. Технологик процесслар жароянда қайта ишланаётган моддаларнинг таркиби ва уларнинг хоссалари ўзгаради. Бу параметрларни назорат қилиш процесс режими туғрисида бевосита фикр юритишга имкон беради, чунки улар олинаятган маҳсулотларнинг сифатини йўқолайди, шунинг учун суюқликларнинг таркибини назорат қилиш ишлаб чиқаришнинг бошқариш ва қандай системасининг мажбурий элементларидан биридир. Автоматлаштиришнинг ривожланиши ян аниқсва, химия, газ ва нефть-химия, энергетика, озиқ-овқат ва бошқа саноат турларининг комплекс автоматлаштирилиши технологик поттокнинг анализ қилиш учун яроқли усулларни ҳамда асбобларни ишлаб чиқишни талаб этади. Шу муносабат билан кейинги йилларда аналитик асбобсозликнинг жадал ривожланиши содир бўлмоқда.

Умумий ҳолда суюқликлар таркибини анализ қилиш дейилганда уларнинг элементар, функционал ёки молекуляр таркибини аниқлаш тушунилади. Таркибини аниқлаётган асбоблар аналитиклар деб аталади. Мухитда фақат битта компонентнинг миқдорини аниқлаш учун мувожалланган анализаторларни баъзан *концентрационлар* деб яритилади. Суюқликлар концентрациясини ўлчаш учун қўйидаги ўлчов бирликлари энг кўп тарқалган, $г/см^3$, $г/см^3$, $г/см^3$, массаси ёки ҳажми бўйича: %.

Температура, босим ва шу каби факторларнинг ўлчаш натижаларига кучли таъсир этиши аналитик ўлчашларнинг ўзинга хос хусусиятларидан биридир. Бу факторлар аниқсва ўлчаш аниқлигига таъсир қилади. Шунинг учун автоматик анализаторлар, одатда, намуналар танлаб олиш, уларни анализга тайёрлаш, ўлчаш шароитларини стабиллаш ёки тузатишларни автоматик қиритиш ва ҳоказолар учун қўшимча мураккаб жиҳозлар билан таъминланган бўлади.

Анализ қилинадиган суюқликларнинг турли-туманлиги ва уларнинг таркиби ҳамда хоссаларининг кенг диапозонда бўлиши анализ қилиш усуллари тузилмаси бўлган автоматик асбоблар ишлаб чиқаришни тақозо этади. Асбобсозлик саноатининг анализаторлар ишлаб чиқарилиши ҳамда-хил автоматик анализаторлар ишлаб чиқарилиши тақозо этади. Суюқликларнинг анализ қилишнинг саноатда энг кўп тарқалган усулларига кондуктометрия, потенциометрия, оптик, титриметрик ва радионуклид усуллари киради.

16.2-§. ЭРИТМАЛАРНИ АНАЛИЗ ҚИЛИШНИНГ КОНДУКТОМЕТРИК УСУЛИ

Электродит эритмаларининг кондуктивлигини уларнинг электр ўтказувчанлигига кура ўлчаш (кондуктометрия) лаборатория шароитида ҳам, саноат шароитида автоматик назорат қилиш учун ҳам кенг қўлланилади. Кондуктометрик концентрацияларнинг ишлаши эритмалар электр ўтказувчанлигининг ўлар концентрациясига боғлиқлигига асосланган.

Аррениус назариясига кура электродитлар сувада эритилганда молекулалар ионларга диссоциацияланиб, шу ионларнинг эритмада мавжуд бўлиши эритманинг электр ўтказувчанлигига сабабдир. Диссоциацияланиш даражасига кура кучли ва кучсиз электродитлар бўлади. Кучли электродитлар деярли бағамом ионларга диссоциацияланган бўлади, кучсиз электродитларнинг эритмаларида эса маълум миқдорда диссоциацияланмаган молекулалар ҳам бўлади.

Турли моддалар эритмаларининг электр ўтказувчанлигини баҳолаш учун Колърауш эквивалент электр ўтказувчанлик тушунчасини киритди, у $1 см^3$ эритмада $1 г$ -эко модда бўлган эритманинг электр ўтказувчанлиги сифатида аниқланади:

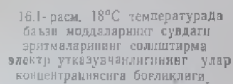
$$\lambda = \frac{\kappa}{c}, \quad (16.1)$$

бу ерда λ — эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлиги, κ — эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги, $С$ — $г/см^3$; κ — эритма модданинг эквивалент концентрацияси, $г-экв/см^3$.

Барча электродитлар учун эквивалент электр ўтказувчанлик диссоциацияланиш кучайиши натижасида эритма сувада бириши билан ортади. Эритма тула диссоциацияланганда (яъни эритма чексиз суюлганда) у энг катта қиймагига эришади. Эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги билан суюлтирилган электродитнинг табиати ҳамда унинг концентрацияси уртасидаги боғлиқлик Колърауш қонунин билан аниқланади:

$$\kappa = \alpha + \eta (\nu_1 - \nu_2). \quad (16.2)$$

бу ерда α — электродит диссоциацияланиш даражаси; ν — ионлар (катионлар ν_1 ва анионлар ν_2)нинг эритма чексиз суюлгандаги қўзғалтувчанлиги, яъни уларнинг кучаяиши градиентини $1 В см$ бўлган электр майдонидagi сит- жини тезлиги, $См/с$ билан йўқолаанади.



Қутига ҳодимда кондуктометрик усулдан бир компонентли эришмаларни назорат қилиш учун фойдаланилади.

Электродныг концентрацисийн улариаг электр указуу-
члалига кура улчаш учун электроли ва электролиз усуд-
лар кулалнадаи. Электролиз улчаш усулиаг асосан кислот,
ншкорларнийг концентрацисийн улчашда фойдалалнадаи.

$$R = \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \quad (16.3)$$

бу ерда σ — эритманың есептеширме электр утказувчанлиги; S_m см; k —
электродлар оксидати массега, см; S — электродларнинг юзи, см².

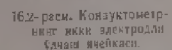
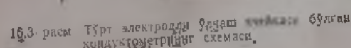
Кондуктометрик улчашлар амалии-
тида I/S нисбат улчаш яъейкаляр-
нинг таърибада зиккланадиган кон-
станталар деган ном олади. Буни-
г учун яъейка эталон эритма билан тў-
дирилади (бу эритма сифатида, одат-
да, калий хлориднинг эритмасидан
фойдаланилади), яъейканинг кўриш-
лиги K нисбати ва куйидаги тенгла-
мадан K нинг катталиги аниқланади:

$$K = R \cdot \sigma, \quad (16.4)$$

Электр ўтказувчанлигини уллашдан саноат частотасидаги ёки частотаси оширилган ўзгармас токдан ҳам, ўзгарувчан токдан ҳам фойдаланиш мумкин.

Икки электродли ўлчаш ячейаси

билиш бир напарды түрткү электродтор чыңдалардан дааи фольдалыналды (163-раци). Ток эригмала чыккы тилики электродтор / на / оротда уади. Бу электродлар куулауиш манбаси U_0 та ууланган булган. Резистор R ишке чыкканлык каринишине катталган турулган чыккан кинжиралды ток кууи I , эригмалааи каринишине ууланган



қатын назар, ұзғармасдан қалады. Екінші электрод 2-ші потенциалометр вазифасын бажарып ва эритмалық кучланыш тушувини улчаш учун мулжалланады:

$$\Delta U_{2,3} = I \cdot R_{23} \quad (16.5)$$

бу ерда $R_{23} = K' =$ электродлар 2 ва 3 орасидики эритманың қаршылыгы (K' — ішкі электродлар улчаш ячейкасының константасы, у электродлар 2 ва 3 ның орасында ва улар сыртының юзига боляндир).

Бинобарин,

$$\Delta U_{2,3} = \frac{KI}{\alpha} = K'/\alpha, \quad (16.6)$$

бу ерда

$$K' = KI / \alpha = \text{const.}$$

Шундай қилиб, электродлар 2 ва 3 орасыдагы потенциаллар фарқи назорат қилинаётган эритманың концентрациясы биле бир қыйматта анықланады. Улчанадыган катталық $\Delta U_{2,3}$ мувозанатловчи кўприкнинг а ва в учларыдагы потенциаллар айырмасы U_{ab} биле таққосланады. Агар $U_{ab} \neq \Delta U_{2,3}$ бўлса, у ҳолда электрон кучайтыргич ЭК янне қаршыда мувозанатнинг бузылыш сәғәли $\Delta U_{2,3} = \Delta U_{ab} - U_{2,3}$ киради. Мувозанат вақтида $U_{ab} = \Delta U_{2,3}$ бўлади, бунда 2 ва 3 электродлар занжирда ток булмайды.

Улчашдагы температура хатолықларини автоматик компенсациялашны мувозанатловчи кўприкнинг елкаларыдан бирига улашган металл қаршылык термометри R_t бажарады. Назорат қилинаётган эритманың температурасы узгартылганда R_t қаршылык хэм узгарады, бунинг нәтижәсидә потенциаллар айырмасы U_{ab} хэм узгарады. R_t узгаргандагы ортырма ΔU_{ab} (Δt) назорат қилинаётган эритманың температурасы узгариш Δt туғайлы қосыл булган ортырма $\Delta U_{2,3}$ (Δt) га катталыгы жиҳатидан тенг ва пшорасы жиҳатидан қарама-қаршы бўлыны керәк. Бу тенглыкка компенсацияловчи кўприкнинг параметрларини (R_1, R_2, R_3 резисторлариниң қаршылыкларини) ҳамда кучланыш U_0 ни танлаш йәли биле эришилади.

Эритмаларның электр ўтказуучылығы температурага жула боляны. Эритма температурасы 1°C га ортса, уның солистырма электр ўтказуучылығы $1.5 - 2\%$ га ошады. Эритмаларның температурасы анықта жула кеңг чегараларда узгарады, шунинг учун кондуктометриқ концентратомерлар температура узгаришынның улчаш нәтижеларыга таъсир қилишын бартаф қилувчи автоматик компенсаторларга эға бўлыны керәк. Химия саноатыда автоматик температура компенсаторлары энг кеп тарқалган бўлыб, суюқдыкни компенсаторлар уларның турлардан биридыр.

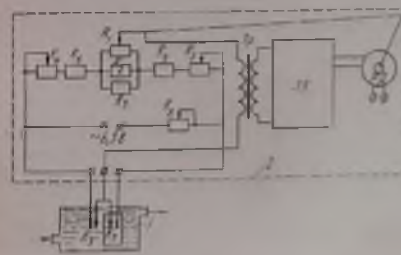
Суюқдыкни компенсатор параметрлары улчаш ячейкасының параметрларыга улчаш электрод датчикдан иборатдыр. Ком-

пенсатор электр ўтказуучылык температура коэффициенти назорат қилинаётган суюқдыкның температура коэффициентига таъынылган тенг булган эталон суюқдык биле тәллирәлади. Компенсатор назорат қилинаётган суюқдыкни концентраторның улчаш ячейкасы биле биргәликдә қиритилады. Компенсатор кўприкни улчаш схемасының елкасыга уланады. Эталон ва назорат қилинаётган суюқдыкның температуралары бир қил булганлығы ва температура коэффициентлары бир-бирига қыя булганлығы сабабды температуралар узгарганда улчаш ячейкасы қаршылыгының узгаришын суюқдыкни компенсаторның қаршылыгының узгартыш буан биле тула компенсациялаш мүмкин.

Сульфат кислота концентратомеры КСО-у (16.4-рәс) эритмадагы сульфат кислота концентрациясыны назорат қилиш, қайа эннш ва растлаш учун мулжалланган.

Концентратомер электродны датчик 1 ва иккилавычы асбоб 2 КСМЗ дан иборат. Концентратомерның датчик идишдан иборат бўлыб, уның ичига тешиклар биле енма-ён қилиб паст гомони очык стакан урнатылган ҳамда улчаш ва таққослаш ячейкалары жоблаштырилган. Улчаш ячейкасы иккита улчаш электроддан иборат бўлыб, уларның ҳәр әниси электрод қавшарланган очык шийа найчәдан иборат. Таққослаш ячейкасы температурны автоматик тарза компенсациялаш учун мулжалланган бўлыб, шийа найчәга қавшарланган электродлардан иборатдыр, найчаларга сульфат кислота түлдирилган бўлады, уның концентрациясы әсә адыб иккалагыздыгы ўрта белгыга мос кәлады.

Электр ўтказуучылык мувозанатдагы кўприк схемасы баянча улчанады, улчайдиган R_t ва таққослашдыган R , электрод ячейкалары кўприкның икки елкасы бўлыб хызмәт қилады. Кўприк схеманың қолдан икки елкасыны R_1, R_2, R_3, R_4 уз-



16.4-рәс. Сульфат кислота концентратомерның принципал схемасы.

гармас резисторлар ва $R2$ ҳамда $R3$ шунтоғчи резисторлари бор реохорд $R1$ ташкил қилади. Кўдрик саноат частотасидаги ўзгарувчан ток билан таъминланади. Ўлчаш схемасидаги ток кучи ўзгарувчан ток манбаига параллел қилиб куприкнинг таъминлаш диагоналияга уланган резистор $R8$ ни силжитиш йўли билан ростланади.

Датчик орқали оқиб ўтадиган эритманинг концентрацияси ўзгарганда ўлчаш ачелкасининг қаршилиги ўзгаради, бунинг натижасида ўлчаш куприкнинг мувозанати бузилади. Номуво-занат кучланиши КСМЗ куприкнинг электрон кучайтиргичи ЭКнинг трансформатори Tr нинг бирламчи чулғамига келиб, кучайтирилади ва реверсива двигателъ $РД$ нинг роторини айлантиради, бу двигателъ реохорд R_1 нинг сурилтичи ва асбоб стрелкаси билан кинематик боғланган бўлади.

Концентрацтомернинг ўлчаш чегаралари: 75 — 79; 93 — 96 ва 95 — 99% сульфат кислота.

Асосий хатолик $\pm 0,2$ дан $\pm 0,5\%$ гача.

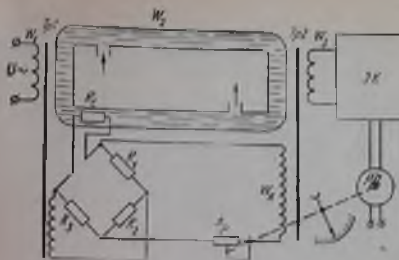
КК сериясидаги кондуктометрлар суюқликда анализаторларнинг кенг тарқалган турларига киради, уларда икки ва тўрт электродли ўзгарткичлар ҳам, контактсиз ўзгарткичлар ҳам бўлади. Бу сериядаги асбоблар ёрдамида иш температуралари диапазони $25 \pm 15^\circ\text{C}$ ва чегаравий асосий хатолик $\pm 2,6\%$ бўлганда 10^6 дан 1 см/см гача бўлган электр ўтказувчанликни ўлчаш мумкин.

Электродли кондуктометрларнинг энг катта камчилиги электродларнинг кутбланиши ва электродлар сиртида содир булган электр-химиявий реакцияларда ҳосил бўладиган моддалар билан ифлосланиши, шунингдек, эритмадаги мавжуд мақсулотлар билан ифлосланишидир.

Контактсиз кондуктометрларда ўлчанаётган муҳит билан бевосита контактига эга бўлмаган бирламчи ўзгарткичлар бўлади, шу сабабли уларда бундан 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.

Паст частотали контактсиз кондуктометрларда анализ қилинаётган эритма берк ҳалқа ҳосил қилувчи трубаларда оқади. Труба диэлектрик материалдан тайерланган. Трубага ташқи томондан икки трансформатор уйғотувчи $Tr1$ ва ўлчаш трансформаторлари $Tr2$ нинг (16.5-расм) чулғамлари уралган бўлади. $Tr1$ трансформаторнинг бирламчи чулғами ўзгарувчан ток манбаига уланган. Электродит эритмаси трубада ҳосил қилган берк суюқлик ўрамини трансформатор $Tr1$ нинг иккиламчи чулғами вазифасини бажаради. Суюқлик ўрамидаги электромагнит таъсирилашув натижасида ЭЮК индукцияланади.

$$E_y = \frac{w_1}{x} U, \quad (16.7)$$



16.5 расм. Контактсиз паст частотада кондуктометрнинг принципал схемаси.

бу ерда w_1 — трансформатор $Tr1$ нинг бирламчи чулғамидан ўрамлар сони; w_2 — суюқлик ўрамлари сони, одагда ($w_2=1$); U — трансформатор $Tr1$ нинг бирламчи чулғамини таъминловчи кучланиш.

ЭЮК таъсирида суюқликдан ўтаётган ток кучи

$$I_p = \frac{E_y}{R_p} = \frac{E_y \cdot x}{K_p} = \frac{w_1 U}{K_p x} \quad (16.8)$$

бу ерда R_p — суюқлик ўраминиң қаршилиги, K_p — паст частотали кондуктометрис ачелкасининг константаси; унинг қиймати суюқлик ўрамини ҳазналикнинг унинг ўтказувчи қисмини юзига нисбатига тенг бўлиб, одагда K_p нинг катталиги таърифа бўли билан топилади; x — эритманиң электр ўтказувчанлиги.

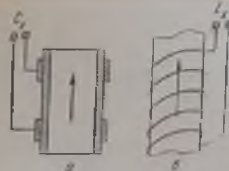
(16 — 8) тенгламаниң ун қисмидаги x катталикдан бошқа ҳамма катталиклар ўзгармасдир. Шунинг учун ток кучи I_p назорат қилинаётган эритманиң концентрациясига тенг бўлади.

Ток кучи I иккинчи трансформатор $Tr2$ билан ўлчанади, суюқлик ўрамини унинг учун бирламчи чулғам булиб хизмат қилади. Ўлчаш трансформатори $Tr2$ нинг иккиламчи чулғамиде ҳосил бўладиган ЭЮК E_{y2} нинг катталиги концентрацияга пропорционал бўлади. Кўпгина ҳолларда уни компенсацион усулда ўлчанади, бунинг учун трансформатор $Tr2$ нинг қўшимча чулғами w_4 дан фойдаланилади, бу трансформаторнинг акпер ўрамлари сони эритманиң ампер — ўрамларига кўра ҳисобланади.

Компенсация шарти

$$I_4 w_4 = I_2 w_2 \quad (16.9)$$

Компенсацияловчи чулғам орқали ўтадиган ток кучини ўлчаш учун реверсива двигателъ $РД$ дан фойдаланилади, у су-



16.6-расм. Контактсиз кондуктометрларнинг юқори частотали ўзгарткичлари. а — снгими, б — индуктивлиги.

тролитларнинг концентрациясини назорат қилишда фойдаланилади.

КК сериясидаги кондуктометрларда 10^{-2} дан 1 См/см гача бўлган электр ўтказувчанлигини ўлчаш КК-8 ва КК-9 кондуктометрлари билан бажарилади.

Юқори частотали кондуктометрларда анализ қилинаётган эритманинг концентрациясини ўлчаш эритманинг унга боғлиқ бўлган реактив қаршилигини назорат қилиш йўли билан бажарилади.

Юқори частотали контактсиз кондуктометрларнинг бирламчи ўзгарткичлари ўлчаналиган реактив қаршилиқнинг турига қараб снгими ва индуктивли хилларга бўлинади. Ҳар икки турдаги ўзгарткичларнинг схемаси 16—6-расмда кўрсатилган. Эритманинг концентрацияси билан ўзгарткичларнинг чиққиш параметрлари C , ва L , ўртасида мураккаб боғлиқлик мавжуд бўлганлиги сабабли (бу боғлиқликка эритманинг табиатидаги ташқари ўзгарткичнинг геометрияси ва материали, таъминлаш частотаси ва бошқалар таъсир қилади) уларнинг даражаланиш характеристикалари ҳар қайси конкрет ўзгарткич ва эритма учун таъриба йўли билан аниқланади.

Юқори частотали кондуктометрларнинг ўлчаш ўзгарткичлари сифатида юқори частотали генераторлардан таъминланадиган куприкли ва резонансли схемалардан фойдаланилади. Резонансли схемаларда резонанс контурианинг бирламчи ўзгарткич индуктивли ёки снгими қаршилиқларига боғлиқ бўлган хусусий тебранишлари ўлчанади.

16.3-§. АНАЛИЗ ҚИЛИШНИНГ ПОТЕНЦИОМЕТРИК УСУЛИ

Потенциометрик усул муайян индикатор электродлар ҳосил қилган ЭЮК ни ўлчаш йўли билан ионлар концентрациясини аниқлашга асосланган. Бунда концентрацияни бевосита потенциаллар фарқини ўлчаш билан аниқлаш мумкин.

риллич R_p ни силжитади. Реохорд сурилгичининг на асбобининг у билан боғланган стрелкасининг вазияти назорат қилинаётган эритма концентрациясига пропорционал бўлади. Ўлчашдаги температура ҳаголикларини компенсациялаш учун қаршилиқ термометри R_t мулкжалланган, у куприк схемага ўланган бўлиб, назорат қилинаётган эритма ичида туради.

Контактсиз паст частотали кондуктометрлардан солиштирма электр ўтказувчанлиги $1-10^{-6}$ См/см чегарасида бўлган электр

Тетростеми текширишларда эритма концентрацияси, купикча, рН нинг қиймати бундан аниқланади. Агар $pH < 7$ бўлса, кислоталар, $pH = 7$ бўлса нейтрал, $pH > 7$ бўлса, ишқорли эритма бўлади.

Автоматик асбобларда рН ни ўлчаш учун электр усулдан фойдаланилади, у текширилаётган эритмага ботирилган, шишадан таёёрланган ўлчаш электродининг эритма рН қийматига кўра электрод эритма чегарасида потенциаллар фарқини ўзгарттиришга асосланган. Бироқ фақат битта электрод ва эритма ўртасидаги потенциаллар фарқини ўлчаб бўлмайди, чунки ўлчаш асоси ўланганда асбобни эритмага ўлчашдан ўтказиш билан эритма орасида ҳам потенциаллар фарқи ҳосил бўлиб, у ҳам эритмадаги водород ионлари концентрациясига боғлиқ бўлади. Шу сабабли электрод потенциалларини ўлчашда ўлчаш электродни билан бир қаторда ёрдамчи электроддан ҳам фойдаланилади, унинг потенциалы ўзгармас бўлиб, эритманинг хоссаларига боғлиқ бўлмайди. Ёрдамчи электрод сифатида каломель ёки кумуш хлорид қопланган электродлар ишлатилади.

Ҳар икки электрод гальваник элемент ҳосил қилади. Суяли эритмаларга татбиқ этиладиган Нернст тенгламасига кўра бундай гальваник элементнинг ЭЮК ни, агар ёрдамчи электроднинг потенциалы нольга тенг бўлса, қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$E = -2,3(RT/F) \cdot pH, \quad (16.10)$$

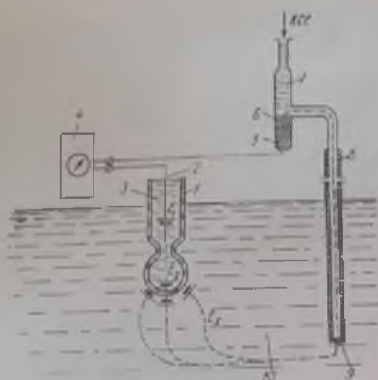
бу ерда R — универсал газ доимийси; T — эритманинг абсолют температураси, К; F — Фарадей сони.

(16—10) тенглама шуни кўрсатадики, шиша электроднинг ЭЮК и эритманинг рН миқдорига ва умал температурасига боғлиқ экан. Эритманинг температураси ўзгармас бўлганда шиша электроднинг ЭЮК и фақат эритманинг рН миқдори функциясида иборат бўлади. Бу тенгламатга R , T ва F нинг сон қийматларини қўйиб, 20°C учун шиша электроднинг потенциалы қийматини (В ҳисобида) топаёиз.

$$E = -0,0581 \text{ pH} \quad (16.11)$$

16.7-расмда текширилаётган эритма 10 га түширилган шиша 1 ва каломель электродлар 7 дан фойдаланилган ҳолда эритманинг рН миқдорини ўлчаш схемаси кўрсатилган. Уларда ҳосил булган потенциаллар фарқи эритманинг рН миқдорига пропорционал бўлиб, потенциометр 4 билан ўлчанади.

Шиша электрод шиша найчадан иборат бўлиб, уни электрод шишасидан ясалган юпка деворли ($0,1-0,2$ мм) ичи каварча каварлаб қўйилган. Шарчага рН миқдори маълум бўлган эритма 3 түлдирилган бўлиб, эритмага эса кумуш хлорид қопланган контактли ёрдамчи электрод 2 ботирилган, у шарикнинг ички сиртнда потенциаллар фарқини олиш учун хизмат қилади. Шиша электродларининг хусусияти шуидан иборатки,



16.7-риск. Шинча ва каломель электродлари бўлган pH-метрнинг схемаси.

уларнинг ички электр қаршилиги жуда катта бўлиб, 20°C да 100—200 Мом га еталай.

Каломель электрод 7 диэлектрикдан тайёрланган корпусдан иборат, ичига зинзивий тоза симооб 3 тўдирилган бўлади. Унинг устидан ёмғир эриган хастасининг қатлами 6, тўйинтирилган калий хлорид эритмиси 8 жойлаштирилган. Электр контакт доғал қилиш учун ҳам ўтказалган тўсиқ 9 ўрнатилган бўлиб, у ердаги калий хлорид аста-секин сизиб ўтади ва бу билан текшириладиган эритмадан ёрдамчи электродга чет ионлар ўтиб қилишнинг олдини олади. Шундай қилиб, шинча ва каломель электродлардан иборат pH-метрнинг электр занжирини хатма-кет уланган элементлар қаторидан ташқил топган бўлиб, уларнинг потенциални ўлчаш асбоби қийд этилган йиғинди ЭНОК ни беради:

$$E_x = E_1 + E_2 + E_3 + E_4, \quad (16.12)$$

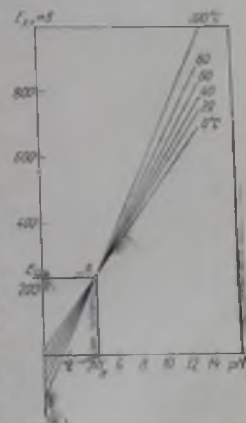
бу ерда E_1 —кумуш хлорид қопланган контактан электрод билан хлорид кислотаси орасидаги потенциалнинг сакраши (қосқан ўзгариши); E_2 —хлорид кислотаси эритмиси билан шинча электрод шариғи ички юзаси ўртасидаги потенциалнинг сакраши; E_3 —симооб билан каломель ўртасидаги ёрдамчи электроддаги потенциалнинг сакраши; E_4 —шинча электрод шариғи ташқи сирти билан текшириладиган эритма ўртасидаги потенциалнинг сакраши.

E_1 , E_2 ва E_3 қатламлилар назорат қилинадиган эритманинг табиғига бинлик бўлибди ва фойдат температураси қараб ўзгарибди. Шинча электрод шариғининг ташқи юзасида қосқил бўладиган электр қоритишча кут E_4 эритманинг pH-мисқори ва температураси билан аниқланади ҳамда (16.16) тенглама билан ҳисоблангани мумкин. Бинобарин, pH-метр электр занжирининг бағида ЭНОКни маълум температура учун текшириладиган эритмадаги водород ионлари активлигининг функциясидаки иборатлар. Бу ЭНОК ни ўлчаб текшириладиган эритма учун pH қатламлики тоғни мумкин.

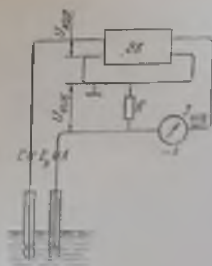
Назорат қилинадиган эритманинг температураси ўзгаришида шинча электроднинг электрод потенциалли ўзгаради. Бунинг натижасида эритманинг турли температураларидаги айван бир хил қатламлиқдаги pH-ларга электрод системасининг турли қийматлари мос келади.

16.8-рискда электрод системаси ЭНОКни икки назорат қилинадиган эритманинг турли температураларидаги pH-ларига боғлиқлик ҳариктежи кўрсатилган. Эритманинг температураси оптик билан система хара-теристикасининг тиклиги шилади. Изопотенциал нуқта деб этилган А нуқтада турли чизиқлар қосқилган ва, демак, электрод системасининг ЭНОКни эритманинг температураси боғлиқ бўлибди. Бу нуқтада эритма температурасининг шинча электрод ички ва ташқи потенциал-ларига таъсири ўзгара компенсацияланган. Изопотенциал нуқта-нинг E_4 ва pH₄ билан белгиланган координаталари электрод системасининг энг муҳим хара-теристикалари ҳисобланади, уларга pH-метрнинг температу-ра компенсацияси схемасини ҳисоблашда амал қилинади.

Савоат pH-метрларида ўлчаш электрод ва ёрдамчи электрод битта корпусда жойлаштирилган ва сингиларида ўрнатилган, ботираб қўйилдиган датчиклар тарзида ёки труборозовларда ўрнатилган, оқар сувада турладиган датчик тарзида тайёрланади. pH-занжирининг ЭНОК икки ўлчашда одатда кириш қарши-лиги катта бўлган автоматик по-тенциометрлардан фойдаланилади, уларнинг шқаласи pH-бер-ликларида даражаланади. Тек-шириладиган эритмаларнинг тем-



16.8-риск. Электрод системасидаги температураси боғлиқлиги.



16.9 расм. Электрохимия системаси ЭОКнинг узгарткичи П-201 билан ўлчаш схемаси.

рН-метрнинг комплектига оқар сувада турадиган датчик — сезгир элемент ДМ-5М ишида кумуш хлорид қопланган электродлар билан, юқори частотали сановат узгарткичи П-201 ва ўзгачар потенциалметр КСП2 кирди.

Сановат узгарткичи П-201 рН ларин ўлчашда қўлланиладиган электрод системаларининг сезгир элементлари ЭОК нини унификацияланган ўлчаш электр сигналларига узгартириш учун мувожааланган. Узгарткич курсатувчи асбоб М1730А (еки М325) билан жиҳозланган. Узгарткич чиқиш токи бўйича манфий тесқари алоқа билан қамраб олинган ўзгачмас ток кучайтиргичдан иборат, бу эса катта чиқиш қаршилликларни олиштириш мумкин беради. П-201 узгарткичи билан электрод системасининг ЭОК нини ўлчаш схемаси 16.9-расмда курсатилган. Электрод системасининг ўлчанадиган ЭОК нини E_x тесқари ипорали $U_{\text{куч}}$ кучлавиш билан таққосланади. Бу кучлавиш резистор R дан кучайтиргичнинг чиқиш токи $I_{\text{куч}}$ ўтаётганида кучлавиш тушуван нағижасида ҳосил бўлади. Бинобарин, электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига $U_{\text{куч}} = E_x - U_{\text{куч}}$ кучлавишлар энгирмаси берилди, бундан

$$E_x = U_{\text{куч}} + U_{\text{куч}}.$$

Электрон кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициентини (у кучайтиргич чиқиш кучлавишининг кириш кучлавишига нисбатига тенг) қиймати анча катта булганида $U_{\text{куч}} \gg U_{\text{куч}}$ бўлади, шунинг учун $U_{\text{куч}}$ нинг қийматини ҳисобга олмася ҳам бўлади. У ҳолда

$$E_x = U_{\text{куч}} = I_{\text{куч}} R.$$

температураси кенг четираларда ўлчаниб турганида ўлчаш системасида эритма температураларининг ўзгариб туришини автоматик компенсацияловчи қурилма булиши керак.

Ватанимизда ишлаб чиқариладиган рН-метрларнинг энг кўп тарқалган турларига рН-201 ва рН-261 хиллари кирди. Уларнинг ўлчаш узгарткичлари ўзгачмас кучлавиш бўйича 0—50 мВ ва ток бўйича 0—5 мА чиқиш сигналларига эга бўлади. Бу эса уларнинг автоматик потенциалметрлар, назорат қилиш ва ростлаш қурилмалари билан комплекта ишлашига имкон беради.

рН-метрнинг комплекти рН-201 эритмалардаги водород конлари активлигини ўлчаш, қайд этиш ҳамда ростлаш учун мувожааланган. рН-метрнинг комплектига оқар сувада турадиган датчик — сезгир элемент ДМ-5М ишида кумуш хлорид қопланган электродлар билан, юқори частотали сановат узгарткичи П-201 ва ўзгачар потенциалметр КСП2 кирди.

Сановат узгарткичи П-201 рН ларин ўлчашда қўлланиладиган электрод системаларининг сезгир элементлари ЭОК нини унификацияланган ўлчаш электр сигналларига узгартириш учун мувожааланган. Узгарткич курсатувчи асбоб М1730А (еки М325) билан жиҳозланган. Узгарткич чиқиш токи бўйича манфий тесқари алоқа билан қамраб олинган ўзгачмас ток кучайтиргичдан иборат, бу эса катта чиқиш қаршилликларни олиштириш мумкин беради. П-201 узгарткичи билан электрод системасининг ЭОК нини ўлчаш схемаси 16.9-расмда курсатилган. Электрод системасининг ўлчанадиган ЭОК нини E_x тесқари ипорали $U_{\text{куч}}$ кучлавиш билан таққосланади. Бу кучлавиш резистор R дан кучайтиргичнинг чиқиш токи $I_{\text{куч}}$ ўтаётганида кучлавиш тушуван нағижасида ҳосил бўлади. Бинобарин, электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига $U_{\text{куч}} = E_x - U_{\text{куч}}$ кучлавишлар энгирмаси берилди, бундан

$$E_x = U_{\text{куч}} + U_{\text{куч}}.$$

Электрон кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициентини (у кучайтиргич чиқиш кучлавишининг кириш кучлавишига нисбатига тенг) қиймати анча катта булганида $U_{\text{куч}} \gg U_{\text{куч}}$ бўлади, шунинг учун $U_{\text{куч}}$ нинг қийматини ҳисобга олмася ҳам бўлади. У ҳолда

$$E_x = U_{\text{куч}} = I_{\text{куч}} R.$$

Шундай қилиб, резистор орқали ўтатган ток кучи амалда электрод системасида ҳосил бўладиган ЭОК га пропорционал бўлади. Ушунг катталигини $U_{\text{куч}}$, E_x нинг на бинобарин, эритма рН мақдарида ишлаб чиқарилади.

Узгачмасда ўлчаш четиралари 10 дан 100 мВ гача бўлган ўзгачар потенциалларини ўлчаш учун кучлавиш ва ток бўйича чиқишлари бир. Температура компенсацияси (қулла) 0 дан 100°C гача. Сезгир элементлар узгарткичига эга қўлладанган энг катта мақсф 150 м. Чиқиш сигналлари ўзгачмас ток бўйича 0—5 мА, ўзгачмас ток кучлавиши бўйича 0 дан 10—100 мВ гача. Курсаткичлари билиб олиш вақти 10 с. рН-201 асбобиди рН сонларини ўлчашнинг беш диапазони бор: 1; 2.5; 5; 10; 15. Электр чиқиш сигналлари бўйича жосий хатолик $\pm 1\%$, курсатувчи асбоб бўйича $\pm 2\%$.

16.4. СУЮҚЛИК ТАРҚИВИНИ АНАЛИЗ ҚИЛИШНИНГ ОПТИК УСУЛИ

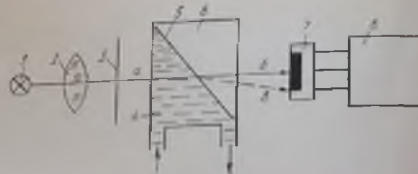
Оптик анализаторларда анализ қилинаётган суюқлик тарқил билан шу суюқлик орқали ёруғлиқнинг тарқалиш ҳомили уртасидаги боғланишдан фойдаланилади. Эритмаларини анализ қилишнинг оптик усуллари суюқликлар оптик хоссаларининг синдириш ва қайтарш коэффициентини, оптик зичлигини, қутбланиш бурчаги ва бошқа курсаткичларининг таъсирлаётган модда концентрациясига боғлиқлигига асосланган. Энг кўп тарқалган оптик анализаторларга фотоэлектрик рефрактометрлар, фотоэлектрик колориметрлар, фотоэлектрик нефелометрлар ва фотоэлектрик полириметрлар кирди.

Рефрактометрларда анализ учун ёруғлиқнинг бир мухитдан иккинчи бир мухитга ўтишида (бу мухитларнинг оптик хоссалари турлича булганига сабабли) ўз йўналишини ўзгартириш хусусиятидан фойдаланилади. Агар мухитлардан бирининг оптик хоссаси ўзгачмасдан қолса (эталон мухит), иккинчисининг хоссаси эса суюқликдаги компонентларнинг концентрациясига боғлиқ бўлса, у ҳолда ёруғлиқ нурининг четга чиқиши бўйича бу компонентнинг концентрациясини ўлчаш мумкин.

Ёруғлиқ нурининг четга чиқишини (синиш курсаткичини) аниқлашнинг бир неча усули мавжуд бўлиб, улардан асосийлари спектрометрик ва тўла ички қайтарш усуллариди.

Спектрометрик усул ёруғлиқ оқимининг назорат қилинаётган шиша призмаларда энг кам четга чиқиш бурчаги бўйича ёруғлиқнинг синиш курсаткичининг аниқлигига асосланган.

16.10-расмда автоматик рефрактометриянинг принциплал схемаси курсатилган бўлиб, унда анализ қилинаётган эритма икки кювет 4 ва 6 дан иборат дифференциал кювет орқали ўтказилади. Ҳар икки кювет умумий деворча 5 га эга призмадан иборат. Кювет 4 орқали анализ қилинаётган эритма ўтказиладиган, кювет 6 да эси эталон суюқлик турди.



16.10-рasm. Автоматик рефрактометрнинг схемаси.

Брунлик маъба 1 дан линза 2 ва диафрагма 3 ёрдамида брунлик нуруси a га ўзгаради, у янакка юзетган ўтиб, қунарик фоторезистор 7 га тушади. Агар 4 ва 6 юзетлардаги суюқликларнинг оптик хоссалари бир хил бўлса, чиқаётган брунлик оқими b нинг йўналиши брунлик оқими a нинг йўналиши билан бир хил бўлади. Бу ҳолда ҳар икки фоторезистор бир хилла ёритилган ва уларнинг қаршилликлари тенг бўлади.

Анализ қилинётган суюқликнинг оптик хоссалари ўзгаришда брунлик оқими u з йўналишини икки марта ўзгаришилади: яъни юзет 6 га киришда ва ундан чиқишда. Нурнинг a йўналишида сўзлашиб натижасида пастки резисторнинг ёритилганлиги ошади, юқорини фоторезисториники эса камакди. Фоторезисторлар қаршилликнинг ўзгариши кўприк схема 8 ёрдамида ўлчанади.

Яна бир кенг тарқалган группалардан бири автоматик рефрактометрлар бўлиб, уларнинг ишлари тўла ички қантарош ҳодисасига асосланган.

Рефрактометрлар бензин, керосин, хлорид ва нитрат кислоталари, спиртлар ва бошқа суюқликларини анализ қилишда қўлланади. Баъзи рефрактометрлар юзетларнинг конструктивиси улардан агрессив, яхдари, полимерланадиган ва юқори температурани муҳитларини анализ қилишда фойдаланишга имкон беради. Миқдор жидатдан анализ қилишнинг колориметрик методи рақт қўлланган эритмаларнинг улардан ўтаётган брунлик оқимини бир хилла юзмаслигига асосланган. Миқдорий нисбатлар Ламберт—Бер қонунига мувофиқ аниқланади.

Фотометрик колориметрлар спектрнинг қуриладиган участкасида ишлатиш учун мўлжалланган. Концентрацияни баъзан анализ қилинётган модданинг бўлиш интенсивлиги бўйича баъжарилади, асосининг номи ҳам шундан олинган („колор“—ранг дегани). Одатда фотоколориметрлар спектрнинг кенг соҳасида ишлайди, шунинг учун уларда нурланиш манбалари сифатида ўлганит лампаларидан фойдаланилади. Ҳақини сезилганга ва танланишини ошириш учун фотоколориметрларда брунлик филтрларидан кенг фойдаланилади. Брунлик оқимларининг интенсивлигини қайд этиш учун қабул қилинчилов

сифатида турли фотоэлементлар, фотоқаршилликлар ва фотоқунайтиргичлардан фойдаланилади.

Автоматик фотоколориметрларда одатда икки каналли (дифференциал) схемалар қўлланади. Бу схемалар брунлик манбалани ўзгаришларга сезар эмас, тунан уларни ўлчиш ишлари таққослаш усулига баъжарилади. Икки каналли колориметрларда (16.11-рasm) икки фотоэлементнинг фототоклари таққосланади; фототоклардан биринчи катталиги назорат қилинётган эритма орқали ўтаётган брунлик оқимига, иккинчи фототокнинг катталиги эса яъни эритмаларни ўлчан брунлик оқимига пропорционал бўлади.

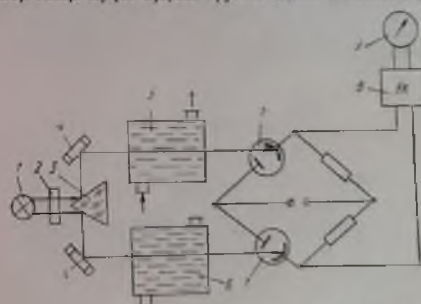
Эталик ва текшириладиган суюқликларнинг оптик хоссалари бир хил бўлган ҳолларда ҳар икки фотоэлементнинг ёритилганлиги бир хил бўлади ва кўприк диагональда ток бўлмайди. Агар текшириладиган суюқлик эталик суюқликидан фарқ қилганган концентрацияга эга бўлса, ҳақини ёки кучсиз бўлган бўлса, у ҳолда кўприкнинг диагональда ток пайдо бўлиб, унинг катталиги концентрацияга функционал боғлиқ бўлади.

Оптик қисмининг нисбатан мураккаблиги ва схема элементлари сентрал характеристикаларнинг ўлчан натижаларига таъсир қилиши бу асбобларнинг камчилиги ҳисобланади.

Бундай асбобларнинг катталиги юзет даржаларининг ва нурлар бўлидиган бошқа элементларнинг бир хилла инфоқланмаслиги туфайли катта бўлади.

Суюқликка эримай қолган муаллақ зарралар концентрациясига назорат қилиш учун лойқа муҳитларда брунликнинг сочилишига асосланган усуллар қўлланади.

Агар лойқа муҳит орқали брунлик оқимига ўтказилса, у ҳол-



16.11-рasm. Икки каналли фотоколориметрнинг схемаси.

1—брунлик манба; 2—брунлик филтри; 3—диафрагма; 4—кувета; 5—кувета; 6—линза; 7—линза; 8—фоторезистор; 9—фоторезистор; 10—галванометр.

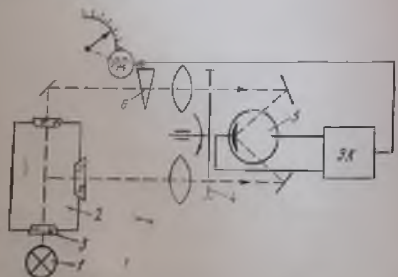
да унинг бир қисми сууюқликдаги зарралар орқали сочилиди. Назорат қилинётган сууюқликда муаллақ зарралар концентратсияси қанча юқори бўлса, ёруғлик оқимининг шунча катта қисми сочилиди. Бунақа назорат қилинётган сууюқлик орқали ўтаётган ёруғлик оқими интенсивлигининг ўлчовли бўлиши (турбидиметрик ўлчов), ёруғлик оқимининг сочилиш интенсивлиги ҳам (нефелометрик ўлчов) концентрация ўлчови бўлиши мумкин.

Икки оптик каналда бор нефелометрнинг принципиал схемаси 15.12-расмда кўрсатилган. Ёруғлик оқими манба 1 дан чиқиб, шиша ларчларлар 3 билан жиҳозланган ўлчаш камераси 2 орқали ўтади. Камера 2 орқали ўтган ёруғлик оқими таққослаш каналига йўналади, сочилган ёруғлик оқими эса ўлчаш каналига йўналади. Ҳар икки оқим обтуратор 4 ёрдамида навбатма-навбат фотоэлемент 5 га тушади. Сочилган ёруғлик оқими билан таққослаш оқими ўртасидаги фарқ (айирма) муаллақ зарралар концентратсиясига боғлиқ бўлади. Нефелометрларда ёруғлик оқимларининг компенсацияланиш принциплари қўлланилади, бунинг учун уларнинг нотенглиги мавжуд бўлганда электрон кучайтиргич чиқишига уланган реверсив дивангатель РД асосб стрелкасини оптик пона 6 сари силжитиб, ёруғлик оқимларини тенглаштирилади.

Нефелометрлар асосан эмульсияларни анализ қилишда ва қисман оқова суалардаги нефть маҳсулотлари миқдорини анализ қилишда ишлатилади.

Турбидиметрик анализаторлар ичимлик ва оқова суаларнинг лойқалигини, тиндиргичлар ва технологик аппаратлардаги тўқам сатҳини, суспензиялардаги зарралар концентратсиясини ўлчашда қўлланилади.

Турбидиметрик анализаторлар сув лойқалигини ўлчайдиган 0—3 дан 0—500 мг/л гача ўлчаш диапозонига эга, ўлчаш хатолиги $\pm 2\%$ дан ошмайди.



15.12-расм. Нефелометрнинг принципиал схемаси.

Концентратсияни аниқлашнинг поляриметрик усули баъзи оптик жиҳатдан актив моддаларнинг улардан ўтаётган қутбланган ёруғликнинг қутблантириш текислигини айлантириш хосасини қўлданништига асосланган.

Оптик жиҳатдан актив моддалари бор эритмалар қутбланиш учун қўтбланиш текислигини айлантириш бурчаси α эритма қалинлиги бир хил турганда шундай эритма қатламга пропорционал бўлади:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot l \cdot c, \quad (15.13)$$

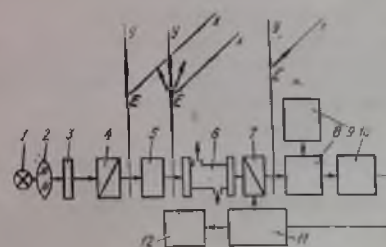
бу ерда α_0 —қутбланиш текислигининг қутбланган ёруғлик температурасига эриш туқини узунлигига боғлиқ бўлган солиштирма аниқлиги; l —қатлам қалинлиги; c —эритманинг концентратсияси.

Шундай қилиб, α_0 нинг қиёматини билган ҳолда, l нинг ўлчанган қиёмати бўйича концентратсия c ни аниқлаш мумкин.

15.13-расмда автоматик поляриметрнинг принципиал схемаси келтирилган.

Ёруғлик нурулари манба 1 дан чиқиб линза 2 ёрдамида параллел тутамга яқинроқ ёруғлик тутамга айлантирилган. Интерференцион филтр 3 дан ўтиб, монохроматик бўлиб қолади. Поляризатор 4 бу нуруларини асимутти маълум қутбланган чизиқли нуруларини айлантиради. Модулятор 5 (масалан, Фарадей пчейкаси) қутбланиш асимуттининг f частота билан ўрта вазиятдан бир хилдаги қаттиқликка ўзгартиради. Анализатор 7 қутбланиш асимуттининг ўртача вазиятига нисбатан 90° бурчак ҳосил қилиб урнатилган (айқаш вазият) бўлиб, фотопреемник 8 га қутбланиш асимутти ўзгаришининг қўшалоқ частотаси ($2f$) га тенг модуляцияли амплитуда билан киради. Фотопреемник таъминлаш блоки 9 дан ишлайди ва нуруларини электр сигналга ўзгартиради.

Агар модулятор билан анализатор ўртасига оптик жиҳатдан актив объект 6 жойлаштирилса, у ҳолда қутбланиш ази-



15.13-расм. Автоматик поляриметрнинг схемаси.

Қутбланыш-оптик усуллар амалда инерциясиз булиб, юқори аниқликка эгадир.

Титрлаш—эритмаларни миқдорий анализ қилишнинг энг кенг тарқалган универсал усулларидан бири, завод лабораторияларида бажарилган анализларнинг асосий қисми шу усулга тўғри келади. Автоматик титрлаш учун асбоблар (автоматик титриметрлар)нинг қўлланганини анализлар ўтказиш тизлигини кескин оширади, қўпгина ҳолларда уларнинг аниқлигини орттирилади. Кўп сонли лабораториялар-аналитикларни буюшатади.

$$A \div B \rightarrow M + N, \quad (16.14)$$

Титрловчи модда B ни намунадаги модда A нинг ҳаммаси реакцияга кирмаганига қадар қушилади. Бунда титрловчи модда миқдори Q_B бошланғич намунадаги титрланаётган модданинг миқдори Q_A га эквивалент бўлади.

бу ерда K_p — титрлаш реакцияларининг стехиометрик коэф-
фицинти.

$$Q_A = C_A \cdot Q_{\text{пр}} \quad (16.16)$$

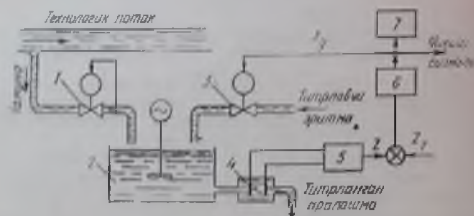
236

231

Узлуksиз ишлайдиган автоматик титрометрнинг принципиал схемаси 16.14-расмда кўрсатилган. Назорат қилинаётган технологик оқимдан намуна олинади, у сарф стабилизатори 7 орқали аралаштиригич 3 га узлуksиз тушиб туради. Бу ерда титрловчи эритма тушади, унинг сарфини ростловчи орган 3 (маълум ва титрловчи эритма оқимлари узлуksиз равишда аралашиб ва ўзаро реакцияга киришиб туради. Агар аралаштиригичга нақт бирлиги нисбатида намуна билан бирга тушиб турган титрловчи модда миқдорига эквивалент бўлса, у ҳолда реакцияга кирган аралашма титрлашнинг охириги нуқтасига мос келади. Акс ҳолда титрлаб булинган аралашмада моддалардан бирининг миқдори ортқича бўлади.

Аралашмадаги титрловчи эритма билан титрловчи модданинг миқдорлари нисбати ёрдамчи автоматик концентратор 5 ва ёрдамчи узгаргич 4 ёрдамида назорат қилиб турилади. Датчикнинг чиқиш сигналы 2 титрлашнинг охириги нуқтасига мос келадиган 2, нинг берилган қиймати билан таққосланади. Улар тенг бўлганида титрловчи эритма сарфи узгармайди ва намунанинг назорат қилинаётган компонентининг концентрацияси яхшиланади. Акс ҳолда номувофиқлик сигналы регулятор 6 ёрдамида маълум қонун бўйича узгартириладиган номувофиқлик сигналы ростловчи орган 3 га берилади ва бу орган берилётган титрловчи эритма миқдорини ўзгартиради. Ростловчи орган 3 нинг характеристикаси чиқиш бўлганида титрловчи эритма сарфи бошқарувчи сигнал 4, га пропорционал бўлади. Бинобарин, 4 нинг катталигини қайд этувчи йқинлашми асбоб 7 ни аниқланаётган модда концентрациясининг бириклариде ларажалаш мумкин.

Батъи ҳолларда узлуksиз автоматик титрометрнинг конструкциясини намуна ва титрловчи эритмаларнинг оқимларини стабиллаш йўли билан соддалаштириш мумкин. Агар бунда характеристик параметрининг ўзгариши назорат қилинаётган



16.14-расм. Узлуksиз автоматик титрометрнинг схемаси.

компонентнинг чиқиш функциясида иборат бўлади, у ҳолда бундай асбобдан автоматик ростлаш системасининг датчини сифатида фойдаланиш мумкин.

16.15-РАСМ. АНАЛИЗ ҚИЛИШНИНГ РАДИОИЗОТОП УСУЛИ

Радиоизотоп усулининг асосий афзаллиги—контактсиз ўлчашдир. Бу агрессив, жуда қовуноқ суюқликларни, шунингдек температураси яа босими юқори суюқликларни анализ қилишни имконият беради. Радиоизотоп анализаторларда одатда 8 ва 7 кимно суюқликлардан фойдаланилади. Энергияси тахминан 1 кВ—150 кВВ булган 1-нурланиш кимноқ нурланиш дорабланади.

Суюқликнинг зичлиги 0 ва қатлами қалинлиги x ни билган ҳолда ва энергетик жиҳатдан бир жинсли бўлган 1-нурлар тўқиманинг интенсивлиги I ни ўлчаб, наланаётган компонент C_A нинг масса улушини аниқлаш мумкин:

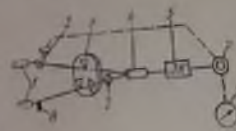
$$C_A = \frac{I_0 \mu_0}{I \cdot x (\mu_{FA} - \mu_{FB})} - \frac{\mu_{FA}}{\mu_{FA} - \mu_{FB}} \quad (16.20)$$

бу ерда I_0 —қатлам сиртдаги 1-нурланишнинг интенсивлиги; μ_{FA} —кимоқ нурлар заифлашувиининг фотоэлектрон массавий коэффициент; μ_{FB} —анализ қилинаётган муҳитда оғир элементларнинг заифлашувиининг ўртача коэффициент; μ_{FB} —анализ қилинаётган муҳитда енгил элементлар заифлашувиининг ўртача коэффициент.

Бу усул нефть маҳсулотларида олтингурутни, хлорли органик суюқликларда хлорли ва ҳоказоларни аниқлашда қўллапилади.

Радиоизотопли автоматик компенсацион суюқлик анализаторининг функционал схемаси 16.15-расмда келтирилган. Иккинчи манбадан чиққан нурланиш (Ге изотоплари) обьектор 9 билан узилганидан кейин асбобнинг иш ва таққослаш каналлариде навабта-навабат утади. Иш каналда назорат қилинаётган оқар суюқликни кювет 2, таққослаш каналда эса компенсацион поллизтиден пона 3 жойлашган. Тенг даражада кученлашган оқимлар битта сцинтилляцион детектор 4—фотоэлектрон кўпайтирич ФЭУ га киради.

ФЭУ нинг чиқишдаги кучланиш импульслари электротрон кучайтиргич 5 га келиб, бу ерда куввати бўйича ва амплитудаси бўйича кучайтирилади ва қўшилади. Кучайтиргич чиқишдаги сигналнинг катталиги ва фазаси $I_p - I_s$ айирманинг катталиги ва ишораси билан аниқланади, бу



16.15-расм. Суюқликнинг радиоизотопли автоматик компенсацион анализаторининг функционал схемаси.

ерда I_1 ва I_2 — тегишлича иш ва таққослаш каналларишнинг урган нурланиш оқимларининг интенсивлиги. Сигнал/кучайтиргич 5 дан компенсацион пона 3 ва улчаш асбоби 7 билин кинематик боғланган реверсив двигатель 6 га тушади. Сигналнинг фазасига қараб реверсив двигатель ҳарикки каналдаги оқимларнинг интенсивлиги бир хил бўлмаганига қараб понани суради; бунда сигнал нолга тенг бўлади. Компенсацион понанинг вазияти анализ қилинаётган муҳитнинг компенсациясининг ўлчови бўлади. Шкаланнинг ноль нуқтаси замонча 8 билан қўйилади. Шкаланнинг диапозони компенсацион понанинг дуилини узарттириш ёрдамида ростланади.

Сувоқлик анализаторларида β -нурланишдан фойдаланилганда ўлчашнинг икки усули — сувоқликнинг β -нурланиш тутамлини сувайтириши ва унинг қайтарилиши қўлланилиши мумкин. Биринчи усул анализ қилинаётган муҳитдан утган β -нурланиш интенсивлигини ўлчашга, иккинчи усул анализ қилинаётган муҳит қайтарган β -нурланиш интенсивлигини ўлчашга асосланган. Иккинчи усулда радиоактив манба ва нурланиш детектори нурланиш бевоcита детекторга тушмайдиган қилиб уринтилади.

β -ва γ -нурланишлардан фойдаланиш учта ва ундан ортиқ компонентли сувоқликлар таркибини анализ қиладиган анализаторлар яратишга ҳам имкон беради. Уч компонентли сувоқликларни анализ қилиш учун, масалан, β -заррлар тутамларининг заифланиш ва қайтарилиш коэффициентларини айни бир вақтда ўлчашдан фойдаланиш мумкин, чунки бу эффектлар энергиялари етарли даражада турлича бўлган юмшоқ γ -нурланиш тутамларининг таркибига турлича даражада боғлиқ бўлади.

17-БОБ. СУВОҚЛИКЛАРНИНГ ЗИЧЛИГИНИ ЎЛЧАШ

17.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Моддаларнинг зичлиги технологик мақсулотнинг сифатига, баъзи ҳолларда эса таркибини ҳам характерловчи асосий параметрлардан ҳисобланади. Зичлигини автоматик ўлчаш асбоблари химия, озиқ-овқат ва бошқа саноат тармоқларидаги бир қатор процессларни комплекс автоматлаштиришдаги муҳим элементлардандир. Масалан, буғлатувчи қурилмалар, абсорбер, дистилляция, ректификация ва бошқа аппаратураларни назорат қилиш ҳамда бошқариш зичлигининг узлуksиз ўлчаш турлишини талаб қилади. Баъзи ишлаб чиқаришда сувоқликларнинг зичлиги эриган модда концентрациясини аниқлаш мақсадида ўлчанади.

Модда массасининг ҳажмга нисбати зичлик дейлади, яъни

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (17.1)$$

бу ерда ρ — зичлик, кг/м³; m — модданинг массаси, кг; V — модданинг ҳажми, м³.

Сувоқликнинг зичлиги температурага боғлиқ ва нормал (20° С) температурада қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 - \beta(20 - t)], \quad (17.2)$$

бу ерда ρ_t — сувоқликнинг t температурасидаги зичлиги, кг/м³; β — сувоқлик ҳажмий кенгайишнинг ўртача коэффициентини 1/°С; t — сувоқликнинг температураси, °С.

Саноатда сувоқликнинг зичлигини ўлчаш учун қалқовичли, ва-знили, гидростатик ва радионейтронли зичлик ўлчашчилар энг кўп қўлланилади.

17.2-§. ҚАЛҚОВИЧЛИ ЗИЧЛИК ЎЛЧАШ АСБОБЛАРИ

Қалқовичли зичлик ўлчашчиларда архимедий қалқовичга таъсир этувчи итариб чиқарувчи кучининг сувоқлик зичлигига боғлиқлигидан фойдаланилади. Бу асбоблар сузиб юрувчи ва батамом чўкадиган қалқовичли бўлади. Биринчи тур асбоблар

17.1. р/сч. Сузоб
с/р/сч. д/д/сч.сч.
с/сч. с/сч.сч.
с/сч.сч.

нингга тиз-сир этувчи «тарувчи» куч Архимед қонунига кўра таъсир этади:

$$F_x = \rho_0 g \int_{x=0}^x s(x) dx + \rho_0 g \int_x^x s(x) dx \quad (17.3)$$

б) жана в) сүлжүлө устандык мүнөттөргө эналгы; г) аркы түшкөч төлө-
көндө; д) калкынын иштин жерин ботторунан сүлжүлөдөгү эналгы; е)
келерин устандык жер. А) калкынын башкадгы; Б) калкынын
сүлжүлө боттор (271).

Загармас кесимле қалқович учун

$$F_{\text{ext}} = \rho_0 g S \delta + (p - p_0) g S x, \quad (17.4)$$

Агар сувоқлик устида ҳаво бўлса, у ҳолда $p_0 = 0$. Унда умумий ҳолат

$$F_{(x)} = \gamma \cdot \kappa \int_0^x s_{(x)} dx, \quad (17.5)$$

Ўзгармас ҳосилли қалқончи учун итарувчи куч ифодаси кўйидаги кўринишда бўлади:

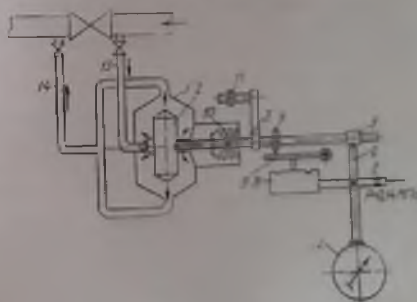
$$F = p \cdot g \cdot s \cdot x, \quad (17.6)$$

17.1-расмда сузиб жорувчи қалқовичли энчлик ўлчаш асбоби-нинг принципиал схемаси кўрсатилган. Асбоб қалқович 2, сузиб жорувчи ўлчаш илғизи 1 дан иборат. Суюқлик асбобга тартим 3 орқали келиб, тартим 4 орқали чиқиб кетади. Оқимнинг

тезінгі домың кезінде яросель 5 бірденге азайады.
Пластикалар 6 қалыптанып тұрса, яросель 5-ке дейін.

[illegible]

Оралдағам үлгіріккеннен тымға араб зәңгес үлгіріккен
 өскіріккен өкілдігімізден үлгіріккеннен тымға араб зәңгес
 өкілдігімізден үлгіріккеннен тымға араб зәңгес

[illegible]

172-раск. Визначення відповідності експерименту і теоретичним розрахункам.

17.4-§. ГИДРОСТАТИК ЗИЧЛИК УЛЧАГИЧЛАР

Гидростатик зичлик улчагичлар ўзгармас баландликдаги суюқлик устунининг босимини ўлчаш учун хизмат қилади. Гидростатик зичлик улчагичлар кенг тарқалган, чунки бу асбоблар содда тузилган ва яхши қилинётган суюқликда ўрнатиладиган датчикларда ҳаракатланадиган қисмлар йўқ. Уларнинг ишлаш принципи қуйидагича. Суюқлик сиртига нисбатан H чуқурликдаги P босим қуйидагича ифодаланади:

$$P = \rho \cdot g \cdot H, \quad (17.7)$$

бу ерда ρ —суюқликнинг зичлиги, g — m/s^2 ; H —объект кўчининг теълаиши, m .

Суюқлик устунининг баландлиги H ўзгармас бўлса, босим P суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади. Гидростатик зичлик улчагичларда суюқлик устунининг босими, одатда, суюқлик орасидан инерт газ (ҳаво) ни узлуксиз ҳайдаб ўлчаб турилади. Бу газ (ҳаво) нинг босими суюқлик устун босимиға пропорционал (пьезометрик зичлик улчагичлар). Суюқлик устунининг босимини бу усулда ўлчаш кўрсатишлари масофага узатиш имкониятини беради. Ҳайдаладиған инерт газ суюқлик хусусиятларига кура танланади. Ҳайдаладиған газ сарфи катта бўлмай доимий бўлиши шарт, чунки сарфининг ўзгариб туриши ўлчашда кўшимча хатоликларга олиб келиши мумкин.

Одатда, суюқликнинг турли баландликдаги иккита устундаги босимлар фарқи ўлчанади (дифференциал усул). Бу эса ўлчанаётган зичликнинг аниқлигига таъсир кўрсатадиган сатҳ ўзгаришларини йўқотади, (17.7) формуладан

$$P_1 - P_2 = (H_1 - H_2) \rho \cdot g \quad \text{ёки} \quad \Delta P = \Delta H \cdot \rho \cdot g \quad (17.8)$$

бу ерда P_1 ва P_2 —суюқлик устунларининг босими, H_1 ва H_2 —суюқлик устунлари сатҳининг баландлиги, m .

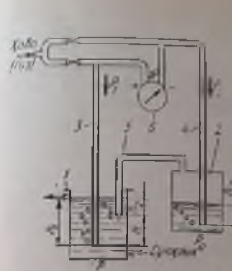
Ҳаво (инерт газ) узлуксиз ҳайдаладиған пьезометрик дифференциал икки суюқлики зичлик улчагичда (17.5-расм) текширилаётган суюқлик идиш 1 дан узлуксиз оқиб утади, бу идишда суюқлик сатҳи доимий сақланади. Доимий сатҳи идиш 2 маълум зичлики эталон суюқлик билан тўлдирилган бўлади. Инерт газ найча 3 орқали текширилаётган суюқлик қатлами орқали ўтади ва асбобдан чиқиб кетади. Худди шу инерт газ найча 4 орқали эталон суюқлик қатламиндан ўтади, кейин қўшимча найча 5 орқали текширилаётган суюқликининг маълум қатламиндан ўтаб асбобдан чиқади.

Пьезометрик найчаларининг чуқуш чуқурлиги ва эталон суюқликининг зичлиги маълум бўлса, дифференциал манометр 6 нинг кўрсатишлари текширилаётган суюқлик зичлигининг ўлчови бўлади.

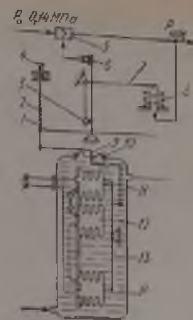
(17—8) формулага мувофиқ дифманометрнинг кўрсатишлари қуйидагича бўлади:

$$\Delta P = h_1 \cdot \rho \cdot g - (h_2 + h_0 \rho_0) g = (h \cdot \rho - h_0 \rho_0) g. \quad (17.9)$$

246



17.5-расм. Пьезометрик зичлик улчагичнинг схемаси.



17.6-расм. ПЖЗ II типдаги сиффонли зичлик улчагичнинг схемаси.

Эталон суюқликининг зичлиги текширилаётган суюқликининг зичлигига яқин қилиб таъинланади. У ҳолда $h_1 = h$ бўлса, босимлар фарқи $\Delta P = 0$ унда текширилаётган суюқликининг зичлиги минимал бўлади. Агар текширилаётган суюқликининг зичлиги максимал бўлса, босимлар фарқи максимал қийматга эга бўлади.

Асбобда эталон суюқлики идиш 2 текширилаётган суюқлики идиш 1 дан юқориқоқда жойлашган. Эталон ва текширилаётган суюқликининг температура коэффициентни бир хил бўлиб, уларнинг температураси тенг бўлса, температура компенсацияси автоматик равишда таъминланади.

Гидростатик зичлик улчагичлар саноатда $900 \dots 1800 \text{ kg/m}^3$ ўлчаш диапозонига мувожаалаб чиқарилади. Бу асбобларнинг асосий хатолиги $\pm 4\%$.

Сиффонли, тензометрик, химотрон ва бошқа зичлик ўлчаш кичлари гидростатик зичлик улчагичларнинг турларидир.

Сиффонли зичлик улчагичларда (17.6-расм) ўлчанаётган муҳит зичлигининг ўзгариши назорат қилинётган идишда жойлаштирилган бошқа элементларнинг деформациясини вужудга келтиради.

Ўлчаш камераси ичида бир-биридан маълум масофада сиффонлар 11 ва 14 жойлаштирилган бўлиб, улар коромисло 13 билан бирлаштирилган бўлади. Ўлчаш камераси ичидаги суюқликининг зичлиги ўзгаришида сиффонларнинг деформацияси ўзгариши ва коромисло 13 ўзининг таянч нуқтаси атрофида бурилади. Коромисло 13 бурчакли рычаг 9 орқали унификацияланади.

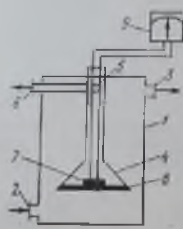
247

ган насосом бағарықчаның 7-симон рычаги 1 билан бирлашқан. Рычагның чықшындағы герметиклики мембрана 10 таъминланады. Чықшы конструкциясы рычаг 9 нинг бурилиши эҳтимоллини кўзда туталди.

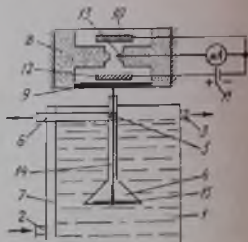
Сильфонлар 11 ва 14 нинг, шунингдек, ўзгариштан суюқлик температурасининг ўзгариши асатириб, чиқаришдан хатоликни компенсациялаш учун мулкелланган. Сильфон 12 нинг ички бўйликлари кетма-кет вентили дейча билан бирлаштирилган. Сильфонлар зичлиги минимал бўлган назорат қилинаётган суюқлик билан тўлдирилган. ПЖС-П зичлик ўлчашчиси 500—2500 мГ/м² диапазондаги зичлиқни ўлчаётган имкон беради.

17.7-расмда тензометрик зичлик ўлчашчидининг схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик идиш 1 га штуцер 2 орқали чиқиб кетади, бу эса идишда доимо бир хил сатҳ бўлишини таъминлайди. Асосий идиш 1 нинг ичидан эталон суюқлик билан тўлдирилган идиш 4 жойлаштирилган бўлиб, унинг зичлиги назорат қилинаётган маҳсулотнинг минимал зичлигига тенг бўлиши керак. Эталон суюқлик туйиқ 3 орқали киради, орикчаси эса туйиқ 6 орқали чиқиб кетади. Бу билан сатҳнинг доимийлигига, балласт босимининг ва температура ўзгаришларининг компенсация қилинишига эришилади.

Назорат қилинаётган маҳсулот зичлиги оғина ўзгариши билан эластик элемент 8 нинг қаршилиги ўзгаради. Зичлик ўлчашчиси 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 на зичлиги текширилатган суюқликнинг минимал зичлигига тенг бўлган суюқлик билан тўлдирилганда аниқланади.



17.7-расм. Тензометрик зичлик ўлчашчидининг схемаси.



17.8-расм. Химотроп зичлик ўлчашчидининг схемаси.

17.8-расмда химотроп зичлик ўлчашчидининг схемаси келтирилган. Зичлиги ўлчаниши керак бўлган суюқлик идиш 1 га кўриш штуцери 2 орқали узулуксиз чиқиб туради ва ундан туйиқ штуцери 3 орқали чиқиб кетади. Идиш 1 нинг ичидан эталон суюқлик солинган идиш 4 жойлаштирилган. Эталон суюқлик идиш 4 га туйиқ 5 орқали берилади ва ундан туйиқ 6 орқали чиқиб кетади. Эталон суюқлигининг зичлиги назорат қилинаётган суюқликнинг минимал зичлигига тенг қилиб олинади. Асбобнинг конструкцияси сатҳнинг ўзгаришларининг ва балласт босимининг компенсациялашнинг таъминлаш. Назорат қилинаётган суюқлик қараётган оқимнинг маълумлиги эҳтимоллининг оддини олиш учун тўсиқ 7 кўзда тутилган.

Пластмасса корпусли химотроп датчик 8 электролит билан тўлдирилган. Электролит калий гидроксиди бир оз йод қўшиб тайёрланган сувадаги эритмасидир. Датчикнинг эластик мембранаси 9 босим оғина ўзгаришида ҳам ағилади. Датчик корпусининг ичидан иккита турсимон платина электрод бор, улардан бири қўшимча катод 10 бўлиб хизмат қилади ва ток чықарган 11 нинг минуси билан бирлаштирилган, иккинчиси анод 12 бўлиб хизмат қилади ва таъминлаш манбаининг зичлиги ўлчашган. Тўсиқдаги паррон тешикда ўрнатилган учинчи электрод анод ҳамда катод камераларини ажратиб туради ва тўсиқ катод 13 ҳисобланади.

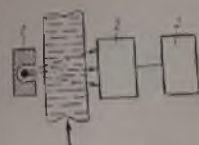
Химотроп датчикнинг мембранаси 9 шток 14 ёрдамда идиш 4 нинг эластик элементи 15 билан бириктирилади. Зичлигининг оғина ўзгариши эластик элемент 15, бинобарин, химотроп датчикнинг мембранаси 9 нинг ағилишини ажуда келтиради.

Датчик мембранасининг елкасини катодкада электролит анод камерасидан катод камерасига оқиб ўтади, бу эса амперметр занжирда токнинг аниқ қўлайлигига олиб келади, унинг шкаласи босонига зичлик бирликларида даражалашган бўлади.

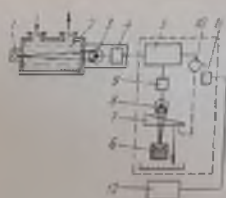
17.9-расм. Радиоизотопли зичлик ўлчашчидининг схемаси.

Радиоизотопли зичлик ўлчашчидининг ишдаги принциплари радиоактив манба тўнраларининг суюқликдаги флуоресценцияси асосланган. Булар суспензия, пульпа, агрегация ва катта босимли суюқликларнинг зичлигини ўлчашда ишлатилиши мумкин. Ўлчаш асбоблари ўлчанаётган муҳит билан контактига берилади. Бу эса бундай асбобларнинг афзаллигига киради.

Радиоизотопли зичлик ўлчашчидининг (17.9-расм) тўнралинишлар манбаи 1 ва приёмники 2 киради, унинг чықшы сифати авто-



17.9-расм. Радиоизотопли зичлик ўлчашчидининг схемаси.



17.10-расм. ПЖР-2 типдаги радиоизотопли компенсацион зичлик ўлчагичнинг принципиал блок-схемаси.

баблн асбобни даражалашда олинган тузатмани кўрсатишларга кириш пўли билан ҳисобга олинади.

17.10-расмда ПЖР-2 типдаги суюқлик зичлигини ўлчаш радиоизотопли асбобнинг блок-схемаси келтирилган. Суюқлик утадиган трубопровод 2 да радиоактив нурланиш манбаи 1 ва нурланиш приёмниги 3 ўрнатилган. Нурлагич сифатида радиоактив изотоплар (Co^{60} , Cs^{137}) ишлатилган.

Гамма нурлар трубопровод деворлари на нязорат қилинаётган суюқлик қатламидан ўтиб, нурланиш приёмнигига келади.

Ўлчаётган зичлиқнинг функцияси булган приёмниқнинг электр сигнали блок 4 да шаклланади ва электрон ўзгарткич 5 киришига узатилади. Манба 6 дан чиққан нурлар компенсацион пона 7 дан ўтиб, приёмниқ 8 га келади ва блок 9 да ишланган электр сигнали ҳамда юқорида айтилган электрон ўзгарткич 5 га келади. Манба 6 приёмниқ 8 ва блок 9, манба 1 приёмниқ 3 ва блок 4 га ўхшаш. Сигналлар фарқи электрон ўзгарткич орқали кумайтирилади ва реверсив двигатель 10 га узатилади. Реверсив двигатель компенсацион пона 7 ва пикетлашчи асбоб 12 нинг дифференциал-трансформаторли датчигадаги плунжер 11 билан боғлиқ.

Сигналнинг катталиги ва кшорасига қараб реверсив двигатель понаи сигналлар фарқи подга тенглашгунча силжитади. Қўсатувчи асбоб билан боғланган пона силжшининг қиймати суюқлик зичлигининг ўзгаришига пропорционал.

ПЖР-2 зичлик ўлчагичининг ўлчаш диапазоли 600 ... 2000 кг/м³, асбобнинг ўлчаш хатолиги ± 2%.

Санаат радиоизотопли зичлик ўлчагичлардан ПЖР-2, ПЖР-214, ПЖР-5, ПР-1024 ва бошқа маркаларини ишлаб чиқаради.

матик потенциометр 3 га боғлиқ. Приёмниқ 2 қабул қиладиган нурланиш интенсивлиги трубопроводдан оқиб ўтадиган суюқликнинг зичлигига боғлиқ бўлади: зичлик қанча катта бўлса γ-нурларнинг ютилиши шунча кучли ва приёмниқ 2 нинг киришида сигнал шунча кучсиз бўлади. Бу сигналнинг катталлигига труба деворларининг қалинлиги, суюқлик таркиби ва манба нурланишини камайтирадиган бошқа факторлар таъсир қилади. Бу факторларнинг таъсири стабил булганлиги сабабли

Тўққизинчи бўлим

18-боб. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ҚОВУШОҚЛИГИНИ ЎЛЧАШ

18.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯ

Саноатнинг бир қанча тармоқларида, масалан, сунъий тоғлар, синтетик смолалар, каучук эритмалари, бўёқлар, сурков моллари ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқаришда қовушқлик маҳсулот таркиби ва сифатини аниқловчи катталик ҳисобланади. Шунинг учун кўпгина ҳолларда қовушқликни автоматик тарзда ўлчусиз ўлчаб туриш мўҳим аҳамиятга эга бўлади.

Суюқликларнинг сирганиш ёки силжшга қаринлик кўрсатиш хусусияти қовушқлик дейилади.

Берилган оқимда суюқлик икки қатламнинг силжшида тангенциал куч вужудга келади. Шу куч Ньютон қонунига кўра қуйидагича аниқланади:

$$F = \eta S \frac{dv}{dy} \quad (18.1)$$

бу ерда F — силжш куч, Н; η — динамик қовушқлик ёки қовушқлик коэффициент, Па·с; S — икки ишқаданли юзаси, м²; $\frac{dv}{dy}$ — ҳаракатлаш қатлам қалинлиги бўйича тезлик градиенти (силжш тезлиги), 1/с; v — қатлам оқимининг тезлиги, м/с; y — ҳаракатлаш қатлам қалинлиги, м.

(18.1) тенгламадан динамик қовушқликнинг аниқлавиш:

$$\eta = \frac{F}{S \frac{dv}{dy}} \quad (18.2)$$

СИ системасида динамик қовушқлик бирлиги килиб, суюқлик оқимининг шундай қовушқлиги қабул қилинганки, бу оқимда 1 Н/м² силжш босими таъсирида чизикли тезлигининг градиенти силжш текислигига перпендикуляр бўлган 1 м масофада 1 м/с бўлади. Динамик қовушқликнинг бу бирлиги Н·с/м² ёки Па·с ўлчовига эга.

Амалда кўпгина динамик қовушқликнинг суюқлик зичлиги ρ га булган нисбатидан фойдаланувчи кинематик қовушқликдан фойдаланилади, яъни

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad (18.3)$$

Кинеметик қовушоқлик СИ системасида m^2/s улчовига эга. Тажрибада, шунингдек, пауз (П) ва свитипауз қовушоқлик бирликларига улчанади. Бу бирликлар СИ системасидаги қовушоқликнинг бирлиги билан қуйидагича боғланган:

$$1 \text{ П} = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}; 1 \text{ сП} = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с}.$$

Қовушоқликни ўлчаш пайтида температуранинг таъсирини эътиборга олиб, тегишли тузатишлар киритиш лозим.

Ҳозир суюқлик қовушоқликни ўлчайдиган бир қатор асбоблар мавжуд. Бу асбоблар ишлаш принцили жиҳатидан капилляр, шарикли, ротацион ва тебранишли асбобларга (вискозиметрларга) бўлинади.

18.2. §. КАПИЛЛЯР ВИСКОЗИМЕТРЛАР

М. П. Воларовичнинг маълумотларига кўра қовушоқликни ўлчашнинг тахминан 80% и капилляр асбоблар билан утказилиб, улар назарий жиҳатдан энг кўп ишлаб чиқилган ва амалда тадқиқ қилинган.

Капилляр вискозиметрлар ўлчаш аниқлигининг юқорилиги, ўлчашнинг катта диапазони ва нисбатан соддалиги тўғрисида кенг тарқалган. Кейинги йилларда технологик процесснинг ўтишидаги қовушоқликни автоматик тарзда назорат қилиш ва ростлашга муволажалланган капилляр вискозиметрлар яратилган. Бу асбоблар нисбатан тоза ва бир хисли суюқликлар қовушоқликни назорат қилишда ишлатилади.

Капилляр вискозиметрларнинг ишлаш принцили Пуазейл капилляр найчасидан суюқликнинг оқиб чиқиш қонунига асосланган. Бу қонуни қуйидагича ифодаланади:

$$Q = \frac{\pi d^4}{128 \eta l} \Delta P, \quad (18.4)$$

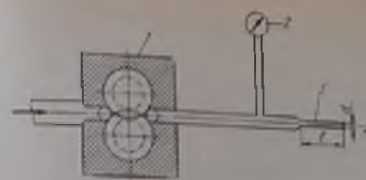
бу ерда Q — найчадан оқиб чиқадиган суюқликнинг ҳажмий сарфи, d — найча диаметри, η — суюқликнинг динамик қовушоқлиги, $\text{Па} \cdot \text{с}$, l — найчанинг тузунлиги, m ; ΔP — найча учларидаги босимлар фарқи, Па .

Агар Q , d , l катталикларнинг қиймати доимий бўлса, қовушоқликни аниқловчи формула қуйидаги куралишга келади:

$$\eta = K \Delta P, \quad (18.5)$$

Шундай қилиб, суюқлик қовушоқлигини ўлчаш суюқлик ўтадиган капилляр найча учларидаги босимлар фарқини ўлчашдан иборат. Бунда 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 кирди. Суюқлик эркин оқиб чиқадиган асбоблар ўз навбатида икки



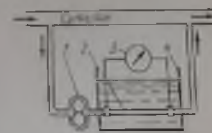
18.1-расм. Капилляр вискозиметр схемаси.

классга; сатҳ ўзгаришдан ва ўзгармайдиган асбобларга бўлинади.

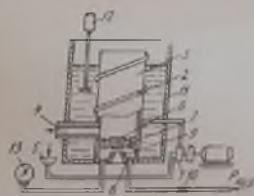
18.1-расмда капилляр вискозиметр схемаси келтирилган. Шестерняли насос 1 аниқла қилинаётган суюқликнинг мулоқо доимий шикдорини капилляр найча 3 га ўзатади. Капилляр найчанинг кириши ва чиқишидаги босимлар фарқи сезгир дифманометр 2 орқали ўлчанади. Дифманометрнинг шкаласи қовушоқлик бирлигида даражадананади. Капилляр найчанинг диаметри d ва тузунлиги l ўлчаш чегаралари ва улчанаётган суюқлик турига қараб танланади. Ўзгармас температуранинг таъмиллаш учун вискозиметр найчаси одада, температуранинг автоматик ростловчи термостатга уланади. Капилляр вискозиметрнинг ўлчаш чегаралари 0,001...10 $\text{Па} \cdot \text{с}$. Лаборатория асбобларида ўлчаш хатолиги 0,3, автоматик асбобларда ўлчаш хатолиги $\pm 3 \dots 5\%$.

18.2-расмда автоматик капилляр вискозиметрнинг конструкцисы бир оз ўзгариш принципади схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик ўзгармас сарф билан дозаловчи насос 1 ёраамда капилляр найча 2 орқали тўртлб олинади. Найчадаги босимнинг пасаяишини дифманометр 3 билан ўлчанади, унинг шкаласи қовушоқлик бирликларига даражаланган. Вискозиметр термостат 4 га урнатилган. Одада асбоб, диаметри ва тузунлиги турлича булган капиллярлар комплекти билан таъмилланган булади. Капиллярнинг диаметри ва тузунлиги ўлчаш чегараларига қараб танланади.

Ишлаш принцили уз оғирлиги таъсирида суюқ махсулотларнинг оқиб чиқишига асосланган вискозиметрлар энг кўп тарқалган. Уларнинг асосий органи датчик булди, у паст томонда калибрланган найча билан тугайдиган сийимдан иборат. Сийимга узлуksиз равишда



18.2-расм. Автоматик капилляр вискозиметрнинг принципади схемаси.



18.3-рисунок. Мембранна пневматик вискозиметрнинг схемаси.

сарфи, капиллярнинг силиниши, капиллярнинг диаметри ёки узунлиги ва ҳоказо) ўлчанади. Биринчи тип асбоблар ўзгарувчан сатҳли вискозиметрлар деб, иккинчи тип асбоблар эса ўзгармас сатҳли вискозиметрлар деб аталади.

Тошкент политехника институтининг ходимлари томонидан суюқ маҳсулотларнинг эркин оқиб чиқишига асосланган пневматик ва электрик вискозиметрларнинг ҳар хил конструкциялари яратилган. Эркин оқиб чиқишга асосланган вискозиметрлардан ўзгарувчан сатҳли асбоблар кенг қўлланилмоқда.

18.3-рисулда мембранли пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Текшириладиган суюқлик насос-дозатор 1 ёрдамчи суюқлик олиниши ва ёсқинлик алмашиш 2 орқали шилданлик идиш 3 га ҳайдалади, у ердан капилляр 4 орқали ситим 5 га оқиб чиқади. Капилляр 4 идиш 3 нинг ён деворида жойланган бўлиб, гидравлик камера 7 нинг юқорига мембранаси 6 шу идишнинг түбиде бўлиб хизмат қилади.

Гидравлик камера остида чакқарни солабча 9 билан пневматик камера 8 жойланган. Ҳаво пневматик камерага маълум 0,14 МПа босим билан доимий дроссель 10 орқали берилади. Асбоб бутунига айлантирилган двигатель 12 билан таъминланган термостат 11 да туради.

Текшириладиган суюқликнинг қонушқлиги ўзгарганда унинг идиш 3 даги сатҳи ўзгаради. Бунинг натижасида гидравлик камеранинг юқориги мембранаси эгилади ва у ўз пазитида ҳаёдонка ролини бажарувчи мембрана 6 ни эгилишига мажбур этади. Натижада солабча 9 нинг очилиш ёки ёпилиш даражасини ўзгартиради, бу солабча пневматик камера 8 ни атмосфера билан туташтириб туради, бунда камера 8 да ҳаво босими ўзгаради ва бу ўзгаришни ўлчам асбоби 13 ёрдамида ўлчанади. Унинг шкаласи бевосита кинематик қонушқлиқ барилларида даражаланган.

18.4-рисулда шарикли пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Пасмокамерага атмосфера билан туташтирувчи шарикли клапанининг қўлланилиши жуда юқори аниқликда ўл-



18.4-рисунок. Шарикли пневматик вискозиметрнинг схемаси.

чагин таъминлайди. Суюқликнинг қонушқлигини ўлчамда унинг капилляр 2 да идиш 1 даги сатҳи ўзгаради. Қонушқлиқнинг ортиси суюқликнинг гидравлик босим дросселига мембрана 3 нинг пазити эгилишига сабаб бўлади. Натижада шарикли мембрана билан бириктирилган шарикли клапан 4 ҳаво билан туталириган пасмокамера 5 нинг юқорига асослиги қонушқлиқ тошқини берилади. Ҳаво пасмокамерага магистраль ҳаво йўлидан доимий дроссель 7 ёрдамида 0,14 МПа босимда берилади. Босим суюқлик сатҳини ўзгаришига пропорционал равишда ортади, бунга асосида 12 нинг силиниши натижасида ёпилиши. Қонушқлиқ қаватли шарикли клапан кутарилади ва ҳаво тошқин 6 орқали атмосферага чиқиб кетади. Капилляр 2 даги оқиб чиқадиган суюқлик сатҳи 9 га тушади, у ердан пасмокамера насос 10 ёрдамида сўриб олинади, пасмокамера редукторли сикхрон двигатель 11 ҳаракатга келтирилади. Насос текшириладиган суюқликни термостат орқали тортиб олиди (чакмада кўрсатилган). Иккинчи асбоб 6 сифатида ўзгариш 18429 ёки маълум манометрлик қўлланилган бўлиб, уларнинг шкаласи қонушқлиқ бирликларида даражаланган бўлади.

Ўлчам четаралари (212 — 938) 10³ Па·с ни ташкил қилади. Нисбий келтирилган хатолик ± 2% ни ташкил қилади.

18.5-рисулда ҳалқали вискозиметрнинг принципла схемаси



18.5-рисунок. Ҳалқали вискозиметрнинг принципла схемаси.

келтирилган. Ҳалқасимон камера 3 призма 2 нинг таянч оёқлари ёрдамида ўз геометрик марказига асно қўйилган. Ҳалқанинг пастки қисмига юк 4 маҳкамлаб қўйилган. Сууюқлик термостат орқали Ҳалқасимон камера 3 га тортиб олинган ва капилляр трубка 5 дан идиш 6 га оқиб чиқади. Сууюқликнинг қовушоқлиги ўзгарганда айланттирувчи момент ҳосил бўлади, унинг таъсирида Ҳалқасимон камера стрелкаси билан таянч нукта атрофида айланши тескари таъсир этувчи момент билан мувозанатлашмагунча қадар бурилади. Шкала 1 беловсита қовушоқлик бирликлариде даражаланган. Қовушоқликни ўлчаш чегараларини юк 4 оғирлигини ошириш ёки камайтириш ўди билан ўзгарттириш мумкин. Асбобнинг максимал хатолиги тажриба бўли билан белгиланган бўлиб, 1,5% ни ташкил қилади, Ҳалқанинг максимал бурилиш бурчаги 60° , ўлчаш чегараси эса 20 мПа · с.

Ичи ковак Ҳалқада сууюқлик сатҳининг ўзгариши қуйидаги айланттирувчи моментни ташкил қилади:

$$M_{алл} = H \cdot \gamma \cdot S \cdot R, \quad (18.6)$$

Бунинг таъсирида Ҳалқа соат стрелкаси ҳаракати йўналвишида бурилади. Ҳалқанинг бурилиши тескари таъсир этувчи моментни юзга келтиради:

$$M_{тес} = F \cdot b \cdot \sin \alpha, \quad (18.7)$$

Моментлар тенг бўлганида ичи ковак Ҳалқа янги мувозанат вазиятида тухтади.

$$M_{алл} = M_{тес}$$

ёки

$$H \cdot \gamma \cdot S \cdot R = Fb \sin \alpha, \quad (18.8)$$

бу ерда H — сууюқлик сатҳи; γ — сууюқликнинг солиштирма оғирлиги; S — Ҳалқа ярим қисилари атрасидаги тўсқинчи юзи; R — Ҳалқанинг ўртача радиуси; F — юкнинг оғирлик кучи; b — система оғирлик марказининг таянч нуктасигагача масофаси; α — Ҳалқанинг бурилиш бурчаги.

Айни Ҳалқа учун F , b , S , R катталиклар ўзгармас, шунинг учун

$$H \cdot \gamma = K \cdot \sin \alpha, \quad (18.9)$$

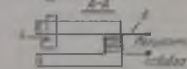
бу ерда $K = Fb/SR$.

(18.9) тенглама асбобнинг статик характеристикасини ифодалайди ва яшидаги сууюқлик сатҳи бир хил бўлганида унинг оғирлиги Ҳалқа бурилиш бурчагининг синусига пропорционал ва факат қовушоқликка боғлиқлигини билдиради. Вискозиметр шкаласининг нотекислигини лекало ёрдамида бартараф этиш мумкин.

Доимий сатҳли вискозиметрининг ишлаши сатҳли белгиланган бааланликда сақлаб туриш принцилига асосланган. Ўзгарувчан сатҳли асбоблардан фарқли равишда бу ерда сууюқлик сатҳининг қатъий бир доимийликда бўлиши шарт эмас.

256

18.6-расмда доимий сатҳли вискозиметрининг схемаси келтирилган. Паянларик идиш 1 га эластик бириктирувчи 2 ёрдамида, масалан, учини 10° га бутилган капилляр 3 маҳкамлаб турлади. Капилляр индукторли латчин 5 нинг қисқа туташтирилган чулғами (экрани) 4 билан бикр қилиб бириктирилган. Датчик индуктив чулғами 6 бўлган П-симон «тержендан» иборат.



18.6-рasm. Ўзгарувчан сатҳли вискозиметрининг схемаси

Сууюқлик лигич идишдан насос ёрдамида идиш 1 га берилган ва капилляр 3 орқали оқиб чиқади. Капиллярдан чиқадиган сууюқликнинг сатҳи оқиб чиқибётган сууюқликнинг сатҳига боғлиқ бўлган реактив куч ҳосил қилади. Бу куч капилляр 3 нинг эркин учини силжишга мажбур қилади. Текширилатган сууюқликнинг қовушоқлиги ўзгарганда унинг капиллярдан ўтаётган сарфи ўзгаради. Бунинг натижасида реактив куч ҳам ўзгариб, капиллярнинг эркин учини керекли катталиқка силжитади. Капиллярнинг учи билан бикр қилиб бириктирилган қисқа туташтирилган чулғам 5 силжибди.

Ўзгарувчан ток билан таъминланадиган индуктив чулғам 6 П-симон магнит утказгич стержень ва бу стерженьнинг эркин учи орасидаги зазор орқали ўзгарувчан магнит оқими ҳосил қилади. Стержень 5 нинг битта ярим қисмига қисқа туташтирилган чулғам 4 қийдирилган, у магнит куч чизиқларини беркитиш хоссасига эга бўлади, чунки бу Ҳалқанинг силжиши натижасида стержень 5 нинг эркин учлари орасидаги зазор орқали магнит оқими ўтадиган юза ўзгаради. Натижада индуктив чулғам 6 ҳосил қиладиган магнит оқими қисқа туташтирилган чулғамдан нарига утмайди, яъни бекилиб қолади. Бунда индуктивлик ўзгаради ва уни иккиламчи асбоб қайд этади. Шундай қилиб, қовушоқлик ўзгарганида экран 4 билан бикр бириккан капилляр стержень 5 бўйлаб силжийди. Бунинг натижасида иккиламчи асбоб қайд этадиган индуктивлик ўзгаради.

Тошкент политехника институтини ходимлари ишлаб чиққан бу вискозиметрлар ўлчаш аниқлиги ва асбобнинг ишончли ишлашини оширишга нисбатан беради.

18.3-§. ШАРИҚЛИ ВИСКОЗИМЕТРЛАР

Шарикли вискозиметрлар сууюқликларнинг қовушоқлигини ўлчада кенг ишлатилади.

Қовушоқликни эркин тушувчи жисм усули билан ўлчаш Стокс қонунига асосланган. Бу қонунга мувофиқ эркин тушув-

17—1245

257

чи жисмининг суюқликдаги тезлиги шу суюқлик қозушқлигини билдири бoғланган. Бу бoғланиш қуйидагича ифoдаланади:

$$\rho = K \frac{(p_1 - p_2) g \cdot r^2}{v} \quad (18.10)$$

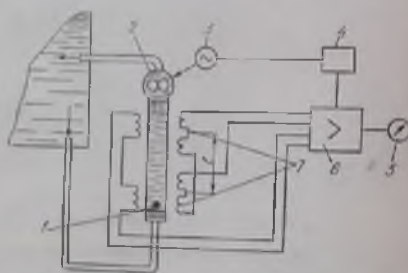
бу ерда p_1 ва p_2 — шарик материалларине ва суюқликнинг зичликлери, кг/м³; g — оғирлик кучининг тезлашиши, м/с²; r — шарикнинг радиуси, м; v — шарикнинг бир метрча тушиш тезлиги, м/с; K — чабул қалонган ўлчовга бoғлиқ бўлаган сизим диний коэффициент.

Стокс қонуни бир жинсли суюқликнинг мулкко сферик шарикка нисбатан ламинар ҳаракатида ишлатилиши мумкин (18.10) формуладан маълумки, текшириладиган суюқликнинг қозушқлигини ўлчаш суюқликдаги шарикнинг тушиш тезлигини ёки шарикнинг белгиланган масофадан ўтиш вақтини ўлчашдан иборат. Қозушқликнинг шарик тушиш вақтига бoғлангичи қуйидагича ифoдаланади:

$$\rho = K \cdot \tau, \quad (18.11)$$

бу ерда K — асбоб динийбис, Па; τ — шарикнинг белгиланган масофадан ўтиш вақти, с.

Қозушқликнинг шарикнинг эркин тушиш вақти бўйича аниқлайдиган автомат қурилманинг принципиал схемаси 18.7-расмда кўрсатилган. Суюқлик оқими шарик 1 ни бошлангич ҳолатга шестерняли насос 2 ёралида кўтаради. Бу шестерняли насос электр дингителди 3 га эга. Шарикни кўтариш билан бирга насос суюқликдан намуна олиб, уни синайди. Шарик юздорига чекалони турга етгач, насос тўхтайдди, шарик дарҳозин муҳитга эркин пастга тушади. Индукцион талтақлар 4 орқали шарикнинг белгиланган йўл 1 дан ўтиш вақти ҳисобланади. Шарикнинг индукцион талтақлардан ўтишида вокувоэвнатлик сигналлари ҳосил бўлади ва бу сигнал электрон кучайтргичи



18.7-расм. Эркин тушиш шарикли автоматик вискозиметрнинг принципиал схемаси.

6 орқала кучайтирилади. Шестерняли насоснинг автоматик ра- жашда ўлавиши ва вақтнинг ҳисоблангани реле блоки 4 на ўл- чаш асбоби 5 ёралида бажарилади.

Асбобнинг ўлчаш натаралари индукцион талтақлар ораси- даги масофа 1 ва шарча динийтргичнинг ўзгариши билан таъли- нади.

Бундай асбобларда 100 Па с диапазондаги суюқлик қозу- шқлигини ўлчаш мумкин, Асбобларнинг ўлчаш аниқлиги ±2%.

18.8-§. РОТАЦИОН ВИСКОЗИМЕТРЛАР

Суюқликлар қозушқлигини ўлчашда ҳамда уларнинг рео- логик хусусиятларини ўрганишда ротацион вискозиметрлардан фойдаланиш қулай. Бу асбоблар текшириладиган суюқлик ҳо- ли қилувчи каршилик моментлари ва айлантргичи момент- ларни ўлчашга асосланган.

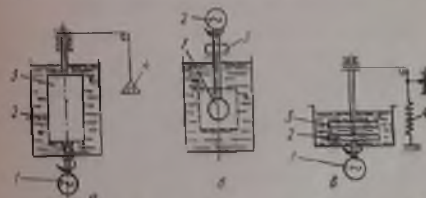
Қозушқ суюқликда жисм айланганда қозушқлик қарши- даги тасири таъсир этувчи момент ҳосил қилади. Агар жисм диний тезлик билан айланса, бу момент суюқлик ҳосил қи- ладиган айлантргичи моментга тенг ва диний қозушқликка пропорционал бўлади:

$$M = K \cdot \rho \cdot \omega, \quad (18.12)$$

бу ерда M — айлантргичи момент, Н·м; K — асбоб динийбис; ρ — диний қозушқлик, Па·с; ω — айланувчи жисмининг бурчак тезлиги, 1/с.

Ротацион вискозиметрлар айланувчи жисм шакли ва айлан- тргичи моментни ўлчаш усулига кўра бар-бирдан фарқ қи- лади. Бодқа асбобларга нисбатан коаксиал цилиндрли, айла- нувчи жисм ва анализ қилинадиган суюқликка чўктириладиган айланувчи параллел дискли асбоблар кўроқ ишлатилади. 18.8-расмда ротацион вискозиметр турларининг принципиал схемалари кўрсатилган.

Коаксиал цилиндрли вискозиметр (18.8-расм, а) ташқи ци- лндри анализ қилинадиган суюқлик билан тўлдирилган ички цилиндрдан иборат. Ташқи цилиндр 2 ўзгариш тезлиги билан



18.8-расм. Ротацион вискозиметр.

лар частотаси пластинга геометрияси орқали, сўниш амплитудаси эса суяқлик қовушоқлиги орқали аниқланади. Импульслик эса суяқлик қовушоқлиги орқали ва детектирлаш операцияси билан бир вақтда кучайтириш ва детектирлаш операцияси кучайтириш 5 ва детектор 6 да бажарилади, натижада шуниси кучайтириш берилган. Пластинанинг тебранишида триггер генераторини берилади. Пластинанинг тебранишида тескари магнитострикцион эффект туфайли ғалтақда пластинанинг тебраниш частотасига тенг бўлган кучланиш (ЭЮК) ҳосил бўлади.

$$U = U_m \exp(-\alpha t) \cdot \sin(\omega t), \quad (18.14)$$

бу ерда U — пластинидаги кучланиш; U_m — кучланишнинг бошланғич амплитудаси; α — тебранишнинг суяқлик қовушоқлигига боғлиқ бўлган сўниш коэффициент; t — вақт; ω — пластинанинг тебраниш частотаси. Бу кучланиш амплитудаси генераторини пластинга тебранишларининг сўниш туфайли берилган туради, шундан сўнг генератор қайта уйғонади.

Шундай қилиб, сўниш нятисивлигининг ўлчови импульслар генераторининг кетма-кет уйғонишидаги вақт оралиғи катталигиндан иборат. Суяқлик қовушоқлиги қанча катта бўлса, импульслар орасидаги вақт оралиғи шунча кичик бўлади. Ўлчаш сигнал детектордан иккиламчи асбоб 7 га келади.

Қовушоқлик бирлигида даражаланган ўлчаш асбоби импульслар интервалининг ўртача қийматини ўлчайди. Асбобнинг ўлчаш хатолиги $\pm 1\%$.

Ультратовушли вискозиметрлар технологик оқимлардаги турли суяқликларни узлуксиз назорат қилиш учун ишлатилади. Бу вискозиметрларнинг ўлчаш диапозони 0,0001...100 Па·с.

Тебраниш, айниқса, ультратовушли вискозиметрларнинг қўлланилиш соҳаси ньютон суяқликлари билан чеклаб қўйилади, бу суяқликларнинг қовушоқлиги механик таъсир нятисивлигига боғлиқ бўлмайди. Ньютон суяқликларда улар кайтариб кўрсатади, бу ҳолда ҳам улардан фақат қовушоқлик индикаторлари сифатидагина фойдаланиш мумкин.

18-БОБ. ГАЗЛАРНИНГ ТАРКИБИНИ АНАЛИЗ ҚИЛИШ

18.1-§. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Газ анализаторлари текширяётган газ аралашмасидаги компонент ёки компонентлар йиғиндисини концентрацияси ҳақида маълумот берадиган қурилмалардир. Газ анализаторлари саноатнинг барча соҳаларида ва илмий-тадқиқот ишларида кенг ишлатилади. Газларнинг таркибини узлуксиз автоматик назорат қилиш асосида металлургияда, кокс-химия саноатида, нефтни қайта ишлашда, газ саноатида ва бошқа жойларда газ ҳосил қилиш ва ундан фойдаланиш билан боғлиқ бўлган химиявий-технологик процессларни автоматик бошқариш амалга оширилади. Мисалан, иссиқлик электр станцияларида органик ёқилғиларни ёқишда ёниш процессини назорат қилиш ва керакли ҳаво миқдорини (ортиқча миқдорини) аниқлаш учун автоматик газ анализаторлари ишлатилади. Технологик объектларнинг хавфсиз ишлашнинг таъминловчи системаларда ишлатиладиган газ анализ қилиш асбоблари ҳам катта аҳамиятга эга. Кейинги йилларда атроф-муҳитни муҳофаза қилишга катта эътибор берилганлигини муносабати билан саноат корхоналари чиқаришлари таркибидаги зарарли қўшимчалар чиқариш, ишлаб чиқариш хоналари ва атмосферадаги зарарли қўшимчалар миқдорини назорат қилишга мўлжалланган газ анализаторлари ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш кескин кенгайди. Аҳоли яшайдиган пунктлар ҳавосининг сифатини назорат қилиш учун ҳавони ифлослантирадиган ис газ, азот қўшқисид, чанг ва бошқа шу каби моддалар концентрацияси ўлчанади.

Технологик процессларни назорат қилишда ва автоматлаштиришда турли шaroитларда бўлган (температуралари, босимлари ва ҳоказолари турлича бўлган) аралашмаларни анализ қилишга, газ анализаторларининг турли-туман хилларини аниқлашга тўғри келади.

Саноатда ишлатиладиган автоматик газ анализаторларининг кўпчилиги газ аралашмаларидаги битта компонентнинг концентрациясини ўлчаш учун мўлжалланган. Бу ҳолда газларнинг аралашмалари бирикма деб қаралиб, ундаги аниқлана-

диган компонент ўлчанаётган аралашманинг физик-химиявий хоссаларига таъсир қилади. Ҳолан компонентлар эса, уларнинг таркиби ва концентрациясидан қатъи назар, уларнинг хоссаларига таъсир қилмайди ва аралашманинг иккинчи компоненти ҳисобланади. Қўп компонентли газ аралашмаларининг турли таркибда бўлишларини анализ қилиш учун мўлжалланган газ анализаторлари ҳам мавжуд.

Газ анализаторлари ишлаш принциплари (анализ қилиш усули), анализ қилинаётган муҳитнинг хоссалари, аниқланадиган компонентлар сон, ишлов тури, чиқиш сигналнинг унфиниқлиги усули ва ўлчаш натижаларини бериш усули каби белгиларига кўра классификацияланиши мумкин.

Энг оддий ҳолда намунани ўзгартирмасдан анализ қилиш мумкин, бунда анализ қилинаётган аралашма таркиби тўғрисида ўлчанаётган параметрга қараб бевосита ҳулоса чиқарилади. Анализ қилишда намунани ўзгартириш аналитик ўлчаш танловчанлигини ошириш имконини беради. Намунани ўзгартириш учун физик усуллардан ҳам, химиявий 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 химиявий ўзгартириш деб аталади.

Газ анализаторлари ҳажмига нисбатан % ларда, г/м³, мг/л ларда даражаланади. Биринчи бирлик янча қулайдир, чунки газ аралашмалари компонентларининг процент ҳисобиди миқдори температура ва босим ўзгаришида доимийлигига эришади.

Газ анализаторлари комплектига датчик ва чиқиш сигналларини ўлчовчи ташкари, асбобнинг нормал ишлашини таъминловчи бир қанча узеллар ҳам кирди. Асосий ёрдамчи узеллар газ аралашмаси намунасини танловчи, тозаловчи, узатувчи ва анализга тайёрловчи қурilmалардир.

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

Газларни автоматик анализ қилиш учун қуйидаги усуллар қўлланилади: (классификация ГОСТ 13320-81 бўйича): намунани олдиндан ўзгартирмасдан — термокондуктометрик, термомагнит, абсорбцион-оптик (инфракисиял ва ультрабинафша нур ютिलाдиган), пневматик усуллар; намуна олдиндан ўзгартириладиган усуллар — электрохимиявий (кондуктометрик, кулонометрик, полярографик, потенциалометрик), фотоколориметрик, аланга-ионлашув, аэрозол-ионлашув, хроматографик, массаспектрометрик усуллар. Қуйида саноатда энг кенг тарқалган усуллар ва асбоблар кўриб чиқилган.

10.2.4. ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИК ГАЗ АНАЛИЗАТОРЛАРИ

Термокондуктометрик газ анализаторларнинг ишлаш принциплари газ аралашмаси иссиқлик ўтказиш қобилиятининг текшириладиган компонент концентрациясига боғлиқлигига асосланади. Агар бирор аралашмадаги компонентларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги ҳаф хил бўлса, бу усулни қўллаш қулай. Қўп компонентли газ аралашмани анализ қилишда юқоридиганинг иссиқлик ўтказувчанлиги бир-биридан унча фарқ қилмай, аниқланаётган компонентнинг иссиқлик ўтказувчанлигини улардан анча фарқ қилиши керак.

Қўпчилик газ аралашмаларининг иссиқлик ўтказувчанлигини қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$\lambda = \frac{C_1}{100} \lambda_1 + \frac{C_2}{100} \lambda_2 + \frac{C_3}{100} \lambda_3 + \dots + \frac{C_n}{100} \lambda_n \quad (19.1)$$

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

Аниқланмайдиган компонентларнинг йиғинди концентрацияси C_B (19.1) га кўра мос келадиган иссиқлик ўтказувчанлиги λ_B бўлган аралашманинг иссиқлик ўтказувчанлиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\lambda = \frac{C_A}{100} \lambda_A + \frac{C_B}{100} \lambda_B \quad (19.2)$$

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 бўлганда, қуйидаги кўринишда бўлади:

$$C_A = (\lambda - \lambda_B) / (\lambda_A - \lambda_B) \quad (19.3)$$

Газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлигини ўлчаш учун анализ қилинаётган аралашма билан тўдариладиган камерага жойлаштирилган қадарқадарлиқ фойдаланилади. Агар ўтказиладиган камера асбобларига фойдаланиладиган иссиқлик ўтказувчанлиги маълум бўлганда, қуйидаги ифода тўғри бўлади:

$$Q = 2\pi l (\lambda_A - \lambda_B) / \ln(D/d) \quad (19.4)$$

бу ерда Q — ўтказиладиган иссиқлик миқдори; λ, d — газ аралашманинг иссиқлик ўтказувчанлиги ва диаметри; λ_B, d_B — газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги ва диаметри; l — газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги; T_A, T_B — ўтказиладиган камера деворларининг температураси.

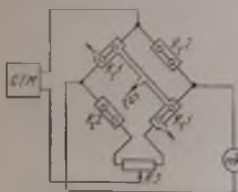
Утказгыч берадиган иссиқлик Q ва камера деюрларининг атраф-муҳит температурасида боғлиқ бўлган температурани t_2 ўлчамас бўлганда газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги ўтказгычнинг температурасини, бинобарин, унинг ўтказувчанлигини бир хил қийматда элиқлайди. Утказгыч сифатида электр қаршилликнинг температура коэффициенти юқори ва химиквий жиҳатдан чидамли металл синадан фойдаланилади; платина кўпроқ, вольфрам, никель, тантал камроқ ишлатилади.

Термокондуктометрик газ анализаторларнинг ўлчаш элементлари ўан қийилган қаршиллик термометри режимда ишлайдиган, платина тола жойлашган камера шаклидаги ўзгаришдан иборат. Газ аралашмаси таркибининг ўзгариши унинг иссиқлик ўтказиш қобилиятини ўзгариради, натижада қийматан тола ва газ аралашмаси ўртасида ўзаро иссиқлик алмашувчанлиги нисбатининг ҳам ўзгаради. Толанинг электр қаршиллиги текширилаётган компонент концентрациясини билдиреди.

Бу турдаги саноат газ анализаторларида ўлчашнинг дифференциал усули қўлланилади, бунда текширилаётган ва нисбатан газ аралашмасининг иссиқлик ўтказувчанлиги шилловчи ва солиштирма камералар ёрдамида солиштирилади. Ишловчи камера оқиб ўталган қилиб ишланади, солиштирма камера эса таркибига консервациясини ўлчашнинг пастки, ўрта ва юқори ҳастарасига мос келадиган ўлчаниётган компонент қарган газ аралашмаси билан тўлдерилади.

Ўлчаш схемалари бевосита ҳисоблаш ёки автоматик мувоозанатлаш принципларига кўра қурилади. 19.1-расмда кўрсатилган термокондуктометрик газ анализатори концентрацияни мувоозанатлашган кўприк ёрдамида ўлчайди. Дониий сарфга эга бўлган текширилаётган газ аралашмаси R_1 ишловчи камераларга келади. Кўприкнинг қолган елкасига эталон аралашмалар R_2 ёрдамида камералар уланган. Салғир элементнинг толлари кўприк схемасининг таъминлаш токи (СТМ — стабиллашган таъминлаш манба) ҳисобига қилинади. Кўприк схемаси R_3 реостат орқали соझанади. Бу турдаги саноат газ анализаторининг ўлчаш асбоблари стандарт автоматик компенсатор асосида бажарилади. Термокондуктометрик газ анализаторларида ҳато асосан, қуйидаги сабабларга кўра содир бўлади:

- а) атраф-муҳит температурасининг ўзгариши, бунда ўлчаш камераларининг деюрларидидаги температура ўзгарилади;



19.1-расм. Термокондуктометрик газ анализатори.

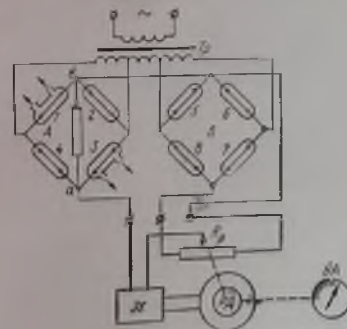
б) ўлчаш кўприги таъминловчи манба кучланишининг ўзгариши;

в) газ аралашмасининг камералар (ичейкалар) орасидаги теъдиллигининг ўзгариши;

г) иссиқлашчи текширилаётган компонентларнинг (хусусан, сув буқлари) мавжудлиги.

Ўлчаш блокни термостатлаш ва стабиллашган таъминлаш манбаларидан фойдаланиш зарурати асбобни мураккабластиради ва қийматлаштиради. Ҳақидаги ёки газ аралашмаларидидаги (водороддан ташқари таркибда CO , CO_2 , CH_4 , N_2 ва O_2 бўлган) водород миқдорини, шунингдек, кўри компонентли аралашмаларда CO_2 миқдорини аниқлаш учун III типдаги термокондуктометрик газ анализаторлардан фойдаланилади (19.2-расм).

Схема мувоозанатлашмаган иккита А ва Б кўприклардан иборат бўлиб, улар ўзаро мувоиза токи манбадан трансформатор орқали таъминланади. Кўприкларнинг елкалари асосан симлардан тайёрланган ва ишчи баллонларга жойлаштирилган. Ўлчаш кўпригининг иккита иш елкаси 1 ва 3 иккит атраф-муҳит аниқлаш қилинган газ ўтиб туради. Қолган иккита елкаси 2 ва 4 газ муҳитида туради, бу газнинг таркиби асбоб шкаласининг бошланғичига мос келади. Таққослаш кўприги Б иккит елкаси 6 ва 8 газ муҳитида туради, унинг таркиби асбоб шкаласининг бошланғичига мос келади, елкалар 5 ва 7 эса таркиби шкала охирига мос келадиган газ муҳитида туради.



19.2-расм. III типдаги атраф-муҳит газ анализаторининг схемаси.

Таққослаш кўприги B нинг диагональга реохрд R_p уланган, унинг сурмаси ва A кўпригининг учини электрон кучайтиргич ЭК нинг киришига уланган. Релевнинг двигатели РД реохрднинг сурмасини ва асобнинг кўрсаткич стрелкасини a ни a кўприк учларидаги шкалада то кучланиш сурмасининг реохрддан оладиган кучланиши билан мувозунлашмаганига қидар суради. Газ анализаторининг кўрсаткичи таъминлаш манбаи кучланишнинг ўзгаришига ва атроф-муҳит температурасининг ўзгаришига боғлиқ эмас.

ТП типидagi газ анализаторлари бир неча модификацияда чиқарилади: ТП 1120 — бишар ва кўр компонентли газ аралашмаларда водород миқдорини аниқлаш учун; ТП 1102 — ҳаводаги гелий миқдорини аниқлаш учун; ТП 1102 — ҳаводаги азот ва гелий миқдорини аниқлаш учун. Анализ қилинаётган газ турли 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 $70\text{--}130 \text{ кПа}$. Кўрсатишларини аниқлаш вақти 30 дан 110 с гача. Чықиш сигналлари $0\text{--}5 \text{ мА}$; $0\text{--}100 \text{ мВ}$; $0\text{--}10 \text{ В}$.

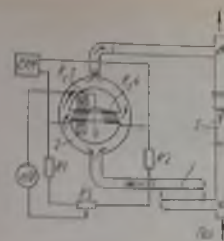
19.3-§. ТЕРМОМАГНИТ ГАЗ АНАЛИЗАТОРИ

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 анализ қиладиган) магнитли газ анализаторлари термомангнит ва магнитомеханик асбобларга бўлинади.

Кислороднинг температураси ўзгарганда унинг магнит хоссаларининг ўзгариш эффекига асосланган термомангнит усули кенг тарқалган. Бу усул термомангнит конвекция ҳодисасига асосланган. Агар ток билан қиздирилган ўтказгич бир жипси бўлмаган магнит майдонга ўрнатилса, газ аралашмасининг хоссаси камаяди, шу сабабли ўтказгич атрофида магнит майдоннинг кучли ерларидан кучсиз ерларига томон аралашманинг ҳаракати бошланади. Температуранинг кўтарилиши сабабли газнинг магнит хоссаси камаяди, натижада газ аралашмасининг ички оқими ажулға келади. Бу оқимда кизган газ аралашмаси термомангнит конвекция ҳодисаси сабабли узлуксиз сиқиб чиқарилади. 19.3-расмда термомангнит газ анализаторининг принципнаа схемаси келтирилган.

Текширилатган газ аралашмасининг температураси иссиқлик алмаштиргич ёрдамида турғунлашади. Аралашма сарфининг доимийлиги ўлчаш ўзгартгичи 2 ни ротаметр 3 орқали шунтлаш йули билан таъминланади. Шу сабабли система киришидаги газ сарфининг тебранишлари ўзгартгичдаги ўтиш тезлигига таъсир қилмайди, чунки a ва b нуқталар орасидаги босимлар фарқи доимий бўлиб қолади. Ўзгартгичнинг газли бўлишига қўндаланг каналли ҳалқа камера 4 шаклида диамагнит

материалдан ишланади. Капалнинг кириш қисми доимий магнит майдон орасига жойлашадди, унинг ичида эса R_1 ва R_2 икки секцияда платина чулғамлар ўрнатилган, бу чулғамларнинг қаршиликни номувозават кўпригининг икки олқасини ҳосил қилади. Агар бошлангич аралашмада кислород бўлмаса, қўндаланг капалда ҳаракат бўлмайди. Аралашмада кислород бўлса, унинг молекулалари магнит майдонига ййналиб, капалга тортилади, R_1 чулғамлар ўлчаш схемаси манбаининг токи таъсирида $100\text{--}200^\circ\text{C}$ гача қиздирилгани сабабли канал



19.3-расм Термомангнит газ анализаторининг принципнаа схемаси

4 га келган кислород ҳам қизий бошлайди. Температура кўтарилиши билан магнитнинг кислородга таъсири камаяди, шунинг учун газнинг янги қисми магнит майдон зонасига тортилиб, қизиган кислородни ҳалқа камерага итараяди.

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

R_{13} ва R_{14} қаршиликларнинг текширилатган газ концентрациясига пропорционал ўзгариш натижасида кўпригининг ўлчаш диагональда нобаланслик сигнали пайдо бўлади. Бу сигнал шкаласи кислороднинг процент миқдорига апроксиматик автоматик потенциометр орқали ўлчанади. Ўзгариш кўприги стабиллашган таъминлаш манбаидан (СТМ) таъминланади. Қаршилик R_5 кўприк манбаининг ток кучини бериш учун хизмат қилади; R_1 ва R_2 доимий магнитни қаршиликлар.

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

- атроф-муҳит температурасининг ўзгариш натижасида газ аралашмасининг магнитланиш ўзгариши;
- сезгир элемент иссиқликнинг ўзгариши (ўлчаш кўприги манбаи кучланишнинг ўзгариши);
- текширилатган газ аралашмаси ёки атмосфера босимининг ўзгариши;
- магнитларнинг эскириши натижасида магнит майдон кучланишнинг ўзгариши.

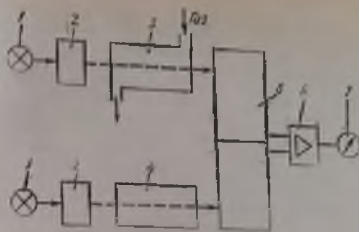
Сезгирликни ошириш ва хатоларни камайтириш учун саполатда фойдаланиладиган газ анализаторларида ўлчаш ва таққослаш кўприкларининг уттинал каналларига уланган аккити ҳалқали компенсация ўлчаш схемалари қўлланилади.

Анализ қилинаётган газ температураси ва босимининг ўзгариши

Тутун газларидagi кислород миқдорини ўлчашуни аниқлаш.
МН 5106-2 типидagi термогазлик газ анализатори ишда-
тилганда, унинг ёлғиз чегаралари бир неча бўлиб, улардан эн-
гаксимаси $\alpha = 10\%$. Қўйриги ёлғиз чегарасининг асосий зо-
наси $\pm 2\%$, МН 5136-1 типидagi газ анализатори ваки еси ў-
қовчанганга газ аралашмаларидagi кислород концентрация-
сини ўлчашуни ёлғизга аниқ стандарт электр сигналлари берли-
ш учун мўкаддаланган. Сигнал бериш қўрмаси билан жиҳоз-
ланган. Ўлчаш натижаларини қўратилиш ва ёниш учун газ а-
нализатори билан бир комплектада иккитами ўлчасабдан
фойдалланилганда, Кислородли ёлғиз чегаралари $0-0,5$ дан $80-
100\%$ гача. Асосий хатolik ± 2 дан 10% гача (ёлғиз чегара-
ларига қараб). Газ аралашмасининг ҳажмин сарфи $12 \text{ см}^3/\text{с}$,
босими $90-105 \text{ кПа}$. Ўлчаш вақти 120 с . Чикши сигналлари
 $0-5 \text{ мВ}$, $0-100 \text{ мВ}$.

Оптик газ анализаторларда оптик зичлик, синдириш коэффициент ва бошқа оптик хосаларининг текширишга ётадиган қомпо-
нент концентратларга боғалганлидан фойдаланилади. Элек-
тромагнит нурлашни интенсивлигининг пасайиши ёки нурла-
шиш оқимининг текшириладиган газ спектрининг инфракизил,
ультрабинафша ёки қурунлидан қисмларидан юталишини ўла-
штириш асосланган абсорбцион-оптик усул кўпроқ тарқалган.
Водород, аминияк, метан каби газлар инфракизил нурларни,
хлор, озон, суюқ буғлари эса ультрабинафша нурларни юта-
ди. Шунинг учун аналит қисматдаги қомпонент турғта қараб
буналай газ анализаторларда инфракизил ёки ультрабинафша
нурларининг фойдаланилади.

Оптик-абсорбцион газ анализаторларнинг кўпи дифференциал схема бўёбга қурилган (19.4-расм). Маълум 1 дан олindiган нурлашнинг оқини бўёбга эргакли филтратлар 2 орасида текширилади ва газ аралашмиси ўтганган ишловчи камера 3 да зинқлалаётган компонент қўшилганга газ аралашмиси билан ўлдирилган таққослаш камералари 4 ўрнатилади. Прямая 5 иш ва таққослаш камераларидаги нурлашнинг интенсивлиги фарқини қабул қилади, зинқлалаётган компонент зинқларга пропорционал бўлган ноабсолютлиги сигналга эса кучайтиргич 6 да кучайиб, ўлчаш асбоби 7 да қайд қилинади.



Одатда, оптик газ анализаторлари комиссиясида сизга бўлибча ишланган, баъзан схемаси оптик, газ ёки электр усуллари ёрдамидаги мувозанатланадиган. Оптик қосқичидаги усулда теъдир алоқа ситилган тўсиқ ёки оптик газ қосқичидаги алаштирилади. Бу оқ таъқислаш усулида нурувнинг интенсивлигини тегишлича ўзгарттиради. Иккинчи ҳолда, таъқислаш қосқичида нурувнинг оқими ёқилда қосқислангандаги қарашли қосқичнинг қосқичидаги ўзгариш. Ва, ақсид, электр қосқисланган усулида қосқичда электр бўла таъқислаш қосқичида ўзгаришлади.

Бундай мур қабул қилгичга газ босқинлиги таъсирининг акустика эффект номига олган. Бундай газ анализаторлари эса оптик-акустик эсбоблар дейилади. Бу эсбобларнинг афзаллиги уларнинг универсаллигидадир, чунки қўшмак моддаларнинг таъсирининг юзалиш спектри бир-бирдан фарқ қилади.

Оптик-акустик газ анализаторлари газ ва буғларнинг маълум тўлқин узунлиқдаги инфрақизил нурларини (0,76 дан 750 микрометр гача) таниб-билишни асослаган. Бу газ анализаторларда, одатда, фақат тўлқин узунлиги 2,5–25 микрометр инфрақизил нурлардан фойдаланилади. Агар газ қатлави орқали инфрақизил нурлар ўтказилса, ҳарқанга фақат тебраниш частотаси қизил нурларнинг тўлиқ тебраниш частоталарига тенг газ молекулаларининг ҳусусий тебраниш частоталарига тенг бўлган нурларгина ютилади. Бунда ютилган нурларнинг энер-

тисси молекулаларнинг кинетик энергиясини кўпайтиришга сарфланади ва иссиқлик тарзида тарқалади. Молекулаларнинг тибраниш частотасидан фарақ қиладиган частотидаги нурлар тибраниш частотасидан ўтади. Ҳар қайси газ ўзига хос янгиликларга эга газдан ўзгармасдан ўтади. Ҳар қайси газ ўзига хос янгиликларга эга газдан ўзгармасдан ўтади. Ҳар қайси газ ўзига хос янгиликларга эга газдан ўзгармасдан ўтади.

Танлаб ютиш ҳодисаси Ламберт-Бер қонуни билан шифталади, у тулқин узунлиги бўлган монохроматик нурларнинг учун қуйидаги қурилишга эга бўлади

$$C = (K_1 - I) \cdot \lg(I/I_0) \quad (19.5)$$

бу ерда C — текширилатган газ намунасида ютадиган модданинг концентратсияси; K_1 — тулқин узунлиги бўлганда модданинг ютиш коэффициентини; I — шунча қатламнинг қалинлиги (кюветнинг узунлиги); I_0 — шунча олдинги ва номуна олтидан кейин нурланган интенсивлиги.

Саноатда фойдаланиладиган инфракүзил ютилиш оптик-акустик газ анализаторларида вақти-вақти билан инфракүзил нурлар ўтказиб туриладиган кювет бўйича йўналиштириб туриладиган мураккаб газ аралашмасида текшириладиган газ намунаси бўлиб хизмат қилади. Бунда нурларнинг бир қисми ютилади, бир қисми эса иккинчи асбоб билан боғланган сезгир элементга тушади.

Нурлар намунадан ўтганидан кейин интеграл нурланмишлар фарқини ўлчайдиган сезгир элемент шифтида таъловчи нур приёминида фойдаланилади. Бу приёмник анализ қилинаётган газ аралашмасидаги, концентрацияси аниқланаётган компонент билан тулдирилган камерада иборат бўлиб, инфракүзил нурлар ўтиши учун туйуқ билан жикозланган. Агар нур приёмининг вақти-вақти билан инфракүзил нурлар тушиб турса, у ҳолда камерада турган газ вақти-вақти билан исб-совно туради.

Ўзгармас ҳажмли камерада турган газ температурасининг ўзгариши патнжасида унинг босими ҳам ўзгаради, босимнинг бу ўзгаришини нур қабул қилгич пинда турган мембрана қабул қилади. Нур қабул қилгич битта газ билан тулдирилгани учун нур энергиясини ютиш процесси таъловчи бўлади ва у билан боғлиқ бўлган температура ҳамда босим ўзгаришлари нур қабул қилгични тулдириб турган газнинг ютиш спектрига мос келувчи маълум тулқин узунлигидагина содир бўлади.

Газ аралашмаси ўтказиладиган кюветда, аниқланаётган компонентнинг концентрациясига қараб, нур энергияси оқими сусида, шунинг учун нур қабул қилгич камерасида температура ва босимнинг ўзгариш амплитудаси бу компонентнинг газ аралашмасидаги миқдорига тескари пропорционал равишда ўзгаради.

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

19.5-расмда оптик-акустик газ анализатори ОА-2209 ни принципал схемаси кўрсатилган, у газ аралашмаларида углерод қўшоқсидини аниқлаш учун муъжаланган. Газ анализатори узлуксиз ишлабдиган автоматик асбоб бўлиб, приёмник блоки ва иккинчи асбоб ҚСУ2 дан иборат.

Газ аралашмасидаги анализ қилинаётган компонентнинг миқдори компенсацион усул билан ўлчанади. Электр токи қиъдирадиган иккита синхрон спирал 3 инфракүзил нурланмиш манбаи бўлиб хизмат қилади. Нурларнинг йўналган оқимини ҳосил қилиш учун ҳар қайси спирал қайтаргич 2 нинг фокусига жойлаштирилган. Инфракүзил нурлар оқими қизган спираллардан айни бир вақтда обтуратор 4 ёрдамида 5 Гц частота билан ўзилади ва икки оптик каналга йўналтирилади, обтураторни синхрон дилгатель 1 айлантиради.

Ўнг каналда инфракүзил нурларнинг узлукли оқими: филтрлаш камераси 5 ва иш камераси 6 дардан хетма-хет ўтиб, қайтарувчи пластинка 7 нинг сиртига тушади ва қудан нур қабул қилгич 9 нинг ўнг цилиндри 8 га йўналади. Чап каналда инфракүзил нурларнинг узлукли оқими филтрлаш камераси 5 ва компенсацияловчи камера 13 дан ўтиб, нур қабул қилгич 9 нинг чап цилиндрига тушади. Фақат ўлчанмайдиган компонент билан тулдирилган филтрлаш камералари 5 газ анализаторларининг ҳаттолигини қўшимча равишда қаматиришга имкон беради, бу ҳаттоликларга газ аралашмасида ўлчанмайдиган компонентлар миқдорининг ўзгариши сабаб бўлади. Компенсацияловчи камера 13 чап каналдаги инфракүзил нурлар оқимининг йўлида газ аралашмаси қатламнинг қалинлигини ўзгартириш, шунингдек, бу оқимнинг йўналишини ўзгартириш учун хизмат қилади.

Текширилатган газ аралашмаси иш камераси 6 орқали узлуксиз ўтиб туради. Агар аралашмада анализ қилинаётган компонент бўлмаса, у ҳолда нур қабул қилгичнинг камерасида инфракүзил нурларнинг бир хил оқимлари келади, мембрана тебранмайди ва нур қабул қилгичдан сигнал чиқмайди. Агар газ аралашмасида қиъдирилатган компонент бўлса, у ҳолда иш



19.5-расм. Оптик-акустик компенсацион газ анализаторнинг схемаси.

камераси 6 да инфракрасил нурларнинг қисман ютилиши натижада нур қабул қилгичнинг ўнг цилиндрига уларнинг заифлашган оқими, чап цилиндрига эса заифлашмаган оқими тушиб беради. Бу эса цилиндрлардаги газ температураси ва босимининг фарқлари ҳисси бўлишига олиб келади.

Объектнинг таъсирига нур чиқариб турганида нур қабул қилгич цилиндрларидан газ созилиди ва босим камаяди: натижадаги цилиндрларда босимнинг вақти-вақти билан пульсацияланиши кўрилади. Газ анализаторининг кўрсатишлари аниқлаштирилади. Газ анализаторининг кўрсатишлари аниқлаштирилади. Газ анализаторининг кўрсатишлари аниқлаштирилади.

Нур қабул қилгич 9 да босимнинг ўзгариши конденсаторли микрофон 10 да ўзгарувчан токки айланади. Бу ток кучайтиргич 11 да кучайтирилиб, резервув дивергенция 12 га берилади ва босимнинг ротори айлана бошлайди. Бунда компенсацияловчи камера 13 нинг қайтарувчи поршени бирор томонга сурчишиб, ҳушқат қатламнинг қалинлигини оширади ёки камайтиради. Нур қабул қилгич цилиндрларига тушаётган нур оқимлари бир-бирига тенг бўлиб қолган пайтда нур қабул қилгичдан чиқиб кетган электр сигнали йўқолади ва дивергенция тўхтабди. Шундай қилиб, камера 13 поршенининг назидати доимо анализ қилинаётган компонент концентрациясига мос келади. Поршенининг бу назидати ўз навбатида реохорд 14 орқали иккиламча асбоб 15 билан қайд этилади. Углерод қўшоқсидини ўлчаш чегаралари 0—1 дан 0—100% гача. Ассейл хатолик $\pm 2,5\%$. Газ аралашмаси сарфи $8,3 \text{ см}^3/\text{с}$, босим $0,3 \text{ кПа}$. Кўрсатишларни аниқлаш вақти 30 с. Чикшиш сигнали 0—5 мА.

Баси қилинган ОА-2209 типдаги газ анализатори дифференциал (икки нурли, икки қанчали) компенсацияловчи асбобдир. Унинг асосий камчилиги нурлаткичларнинг эскириши, иш қиёветларининг ифлосланиши, шилалар шаффофлигининг ўзгариши ва шу қабилар туфайли шкала ноли назидатининг ўзгариб туришидир.

Бевосита ўлчайдиган бир нурли газ анализаторида нолининг турғунлиги анча юқори бўлади. Бу асбоб дифференциал асбобга қараганда тапловчанлиги юқорилиги билан фарқ қилади. Масалан, метани анализ қилишда CO_2 , CO ва намининг таъсири бир нурли асбоб учун икки нурли асбобга қараганда 3—5 марта кам бўлади. Камералари оптик кетма-кетликда жойлашган бир нурли асбобнинг тапловчанлиги юқорилигига сабаб шуки, босимнинг натижавий ортишида ютиш полосасининг фақат марказий участкаси қатнашади ва, шундай қилиб, полосанинг актив қисми тораяди.

Ультрабинафша нурларни ютиладиган газ анализаторларида

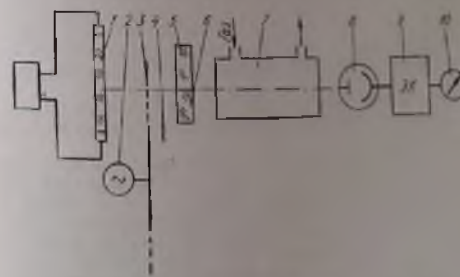
ҳаводаги симоб буғлари концентрацияси, хлор, водород сульфид, азот қўшоқсид ва бошқа моддаларнинг концентрациясини ўлчайди қўлланади.

Ультрабинафша нурларнинг изибан симобли лампалар бўлиб, улар чиқарган нурларнинг кўп қисми ультрабинафша нурлар бўлади. Нурларининг қўшимча монохроматлаш учун шилалар свегеформлардан фойдаланилади, улар анализ қилинаётган модда ютилишининг максимуми назидатига қараб танланади.

Ультрабинафша нурларининг кўп оқимига қараб танланади, учун фотоэлементлар ва фоторезисторлардан фойдаланилади. Амалда ультрабинафша нурларни ютиладиган асбоб компенсацияли икки нурли газ анализаторлари, оптик компенсацияли газ анализаторлари, шунингдек, бевосита ўлчайдиган, ультрабинафша нурларни ютадиган бир нурли газ анализаторлари қам ишлатилади.

19.6-расмда бир нурли ультрабинафша нурларни ютадиган газ анализаторининг блок-схемаси кўрсатилган. Асбобда битта манба 1 ва битта фотоприёмник 8 бор. Манбанинг нурларининг электр дивергенция 2 айлантирадиган обьекторатор 3 чикшиш ва у қарама-қарши фазаларда ўзгарадиган якинга бир хил оқимга бўлилади. Бу оқимларнинг ҳар қайси тегизи оптик ёруғлик филтри — иш филтри 5 ва таққослаш филтри 6 дан ўтади.

Филтрларнинг шаффофлик полосалари беркитилмайди ва f_1 , f_2 частоталар диапозонда тулланган. Нурларнинг филтрланган оқимлари иш қиёвети 7 дан ўтади, бу қиёвет орқали нурларининг f_1 частотада ютадиган анализ қилинаётган газ қайдалади, сўнгра оқим умумий нур қабул қилгичга келади. Қиёвет 7 да анализ қилинаётган компонент бўлмаганда иш ва таққослаш оқимларининг интенсивлиги нолини ростлаш замончаси 4 ни сўриш йўли билан бараварлаштирилади. Бу ҳолда



19.6-расм. Бир нурли ультрабинафша газ анализаторининг блок-схемаси.

система мувовазатланган ва фотосенсибилизаторнинг фарқ саноғи нолга тенг бўлади. Анализ қилинган газ ҳа-
тта кўрашда I_1 частотадаги нуруланиш оқимининг нуру-
сига тенг келиши, I_2 частотадаги нуруланиш оқимининг нуру-
сига тенг келиши.

Фотосенсибилизаторнинг фарқ саноғи ҳисоб бўлади ва у
кучайтмас I_1 да кучайтирилади. Фарқ саноғининг кучайту-
риши анализ қилинган компонент концентрациясининг ўлчу-
ви бўлиб хизмат қилади. Концентрация иккиламчи асбоб 10
белан ўлчилади.

Температура тўғрисида юзга қадаргача хатолиқ бўлганда
учун асбоб термостатланади. Ҳамаи чегарилари 0—30 мг/л;
масса бўлиши 0—3%; асосий хатолиқ шкала диапазонининг
±4% н атрафда.

19.5-§ ЭЛЕКТРОХИМИЯВИЙ ГАЗ АНАЛИЗАТОРЛАРИ

Электрохимиявий усуллардан газларни ва буғларни ўлчу-
шда тарзда автоматик анализ қилишда фойдаланилади. Айниқ-
са бу усуллар ҳақидаги маълум газларни газларнинг микрокон-
центрациясини, тоза газлар ишлаб чиқаришда, фторсоданиш
газлар концентрациясини, шунингдек, суяқанларда эритма
газлар концентрациясини аниқлаш учун кенг қўлланилади.

Электрохимиявий газ анализаторларида бирор компонент-
нинг концентрациясини аниқланаётган компонент билан реакция-
га киритган газ аралашмасининг электр-химиявий хоссадарин-
ини ўлчушда қараб аниқланади. Қуйида эит кўп тарқал-
ган асбоблар кўриб чиқилади.

Кондуктометрия газ анализаторлари газ аралашмасининг
ўлчушдаги компонентини абсорбцияловчи ютувчи эритмалар-
нинг электр ўтказувчанлигини ўлчушга асосланган.

Контактли кондуктометрия усуллари шу билан характери-
зацияланади, ютувчи эритма ўлчуш нисбатининг электродлари бил-
ан бевоқифа контактланади. Бу асбоблар мураккаб қурашма-
лар бўлишни талаб қилмайди, кўрсаткишларини бевоқифа ҳи-
собида боришга шикон бериши, тайёрлашни ва аниқлашни
содда.

Ютувчи эритма сифатида, одатда, шундай эритма танла-
дики, у анализ қилинган компонент билан қайтмас реакция-
га киришад.

Диссоциацияланган молекулалар сони камайиши натижа-
да эритманинг электр ўтказувчанлиги ютилган компонент маъ-
дорига пропорционал равишда камайди. Ютувчи эритмалар
анализ қилинган компонент билан қайтмас реакцияга кир-
иш натижасида асбоб қанчаларининг деворларида ҳамда ўл-
чуш электродларида чўкмавлар ҳосил бўлади, бу эса ўлчуш
натижаларини анча бузади ва компонентларнинг микроконцен-
трацияларини аниқлашда газ анализаторларидан фойдаланиш-
ни мекдаб қўяди.

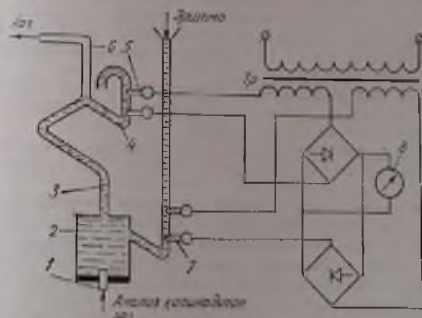
Кондуктометрия ўлчушда ўлчушдаги компонент аб-
сорбциясининг қайтар реакцияларидан ҳам фойдаланиш мум-
кин; уларнинг афзалликлари: реакцияларда чўкмавлар абсорб-
цияланмайди ва ютувчи эритмаларнинг регенерациясини ни-
мон бор. Бироқ, кўпгина ҳолларда бундай ютувчи эритмалар-
нинг танлаш даражаси кам бўлади.

19.7-расмда кондуктометрия принциплари ишлайдиган газ
анализаторининг схемаси келтирилган. Анализ қилинган
газ асбоблар найча 1 орқали ўтади ва реакция боридан
идиш 2 ҳамда асосий 3 га борилади, у ерда аниқланадиган
компонент ўлчушга тезликда бериб тузилаётган электролит
эритмаси билан абсорбцияланади. Шундан кейин электролит
эритмаси бир жупт электродлари 5 турган ўлчуш асбоб
ўтади, газ фазаси эса газ анализаторидан найча 6 орқали чи-
қарилади. Тақдослаш электродлари 7 найчада туради, бу най-
ча орқали электролитнинг янги эритмаси берилади.

Шундай қилиб, газ анализаторларида электролит эритмаси-
нинг электр ўтказувчанлиги ўлчушдаги компонент абсорбция-
ланганда ва абсорбцияланганда кейин ўлчулади. Ўтказувчан-
лик қийматларидаги фарқлар аниқланадиган компонентининг
иккиламчи асбоб 8 бўлишида ўлчушдаги компонентининг
пропорционал бўлади. Электролит вақтида чўкмавлар ҳосил бў-
лишининг олдин олдиш учун кўйиш электродларига ўлчуш-
чи қулашни берилади, кейин бу қулашни тўғриланади.

Электр ўтказувчанлигини ўлчушга асосланган газ анализ-
торларида O_2 , CO_2 , H_2S , SO_2 , NH_3 , сув буғи ва бошқа компо-
нентларни анализ қилишда фойдаланиш мумкин.

Кулонометрия газ анализаторлари электролит вақтида
сарфланган электр миқдорини ўлчушга асосланган. Фарғдай
қонунига кўра электролитда G миқдордаги модда ажралиб чи-



19.7-расм. Кондуктометрия газ анализаторининг схемаси.

қилиш учун эритма орқали I вақт мобайнида I тоқни ўтказиш зарур:

$$Q = M \cdot I \cdot t (96492 \cdot n). \quad (19.6)$$

бу ерда M — оксидланган ёки тикланган (қайтарилган) модданинг молекулалар массаси; n — электролиз процессида қатнашувчи электронлар сон.

Электролизи вақтида ажралиб чиққан модда газ араланималарнинг асосий қилинаётган компоненти билан батамом боғланилади, шу тўғрисида компонент концентратсияси (лиг) ўлчови бўлиб ўтказиш ток I хизмат қилади. Ток эритманинг нейтраллашнинг таъминланадиган қилиб танланади.

Кулонометрик газ анализаторлари ўлчанилиги компенсацион усули қўлланилганлиги тўғрисида ўлчаш натижаларининг юқори аниқлигини таъминлайди, уларнинг қўрсатиши газнинг натижалига, босимига, температурасига, атроф-муҳитнинг параметрларига боғлиқ бўлмайди.

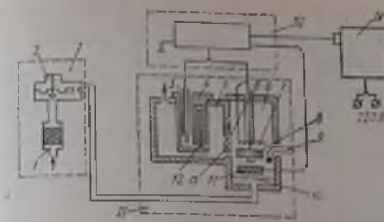
Виталикни анализаторлари ҳаводаги SO_2 , H_2S , Cl_2 , O_3 ларнинг микроконцентратсиясини ўлчашга мўлжалланган «Атмосфера 1» ва «Атмосфера 2» газ анализаторлари чиқарилди.

Полярографик газ анализаторлари индикаторли, таққословчи ва ёрдамчи электродлари бор уш электродли электролитик ячейка замирида диффузион токнинг юғарувчи кучини ўлчашга асосланган. Ҳақиқатда индикатор электрод билан таққословчи электрод уртасидаги потенциаллар фарқи лаворат қилинади, таққословчи электроднинг потенциал ўзгариши бўлади. Потенциаллар фарқи таъминлаш блокдан олинадиган таъин қўллаш билан таққосланади. Потенциаллар фарқи таъин қўллашнинг ўзгаришида электродларга берилмаган қўллашнинг ўзгариши, бундан натижада потенциаллар фарқи билан таъин қўллашнинг тенглиги тикланганга қадар ёрдамчи ва индикаторли электродлар потенциаллар фарқи ўзгарилади. Агар электродда электр-химиявий жиҳатдан актив моддалар бўлмаса, индикаторли электрод қўллашади ва ўлчаш замирида ток кучи нолга тенг бўлади.

Ячейкага электр-химиявий жиҳатдан актив модда киритилса, ўлчаш замирида ток пайдо бўлиб, унинг кучи моддалар концентратсиясига пропорционал бўлади.

Кислородни анализ қилаётган полярографик газ анализаторининг газлардан тозалашгандаги схемаси 19.8-расмда кўрсатилган.

Газ анализатори намуна тайёрлаш блок I , ячейка II , таъминлаш блок III , потенциометр IV дан иборат. Индикаторли электрод 5 ва ёрдамчи электрод 7 индикатор камераси 6 да жойлаштирилган стерженга ўрилатилган. Таққословчи электрод 3 камера 5 га запас электролит билан бирга жойлашган алоҳида корпус 4 да жойлашган ва иш электролит билан ош тузидан тайёрланган куприк 12 ёрдамида бирлашган. Индикатор камерасида электролитнинг талаб этилган сатҳини сақлаб ту-



19.8-расм. Полярографик газ анализаторининг схемаси.

риш учун каналлар a ва b хизмат қилади. Индикатор камерасида камеранинг иш ҳажмини термостатлаш учун қиздириш элемент 11 ва температура индикатори 9 ўрилатилган.

Индикаторли ва ёрдамчи электродлар олтидан тайёрланган таққословчи электроди сифатида эса тўйинтирилган каломель ёки кумуш югуртирилган хлор электродлардан фойдаланилади. Ячейкада электролит ёрдамида кислородни аниқлашда $NaOH$ нинг 0.1 н. эритмаси ёки NH_4CO_3 нинг 0.1 н. эритмаси аниқлигини мумкин.

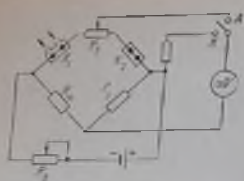
Газ анализаторига берилмаган газ намунани механик қўшмалардан тозалашганда филтър I орқали юборилади. Намунани бериш тезлиги сарф регулятори ёрдамида ростланади. Шундан кейин газ ячейкага келади, электролитда ўз босимига пропорционал равишда эрийди. Анализ қилинаётган газ электролит устида йиғилиб, электролитни индикаторли камерадан чиқиб чиқаради, канал a нинг пастки қосиғи сатҳига калай, сўнгги запас электролит билан камера орқали барботирланиб, атмосферага чиқариб ташланади.

Газ анализатори кислороднинг бешта ўлчаш днапозонига ва $0-0.1$; $0-0.2$; $0-0.5$; $0-1$; $0-2$. Асосий хатолик ўлчаш днапозонининг $\pm 5\%$ га тенг.

10.6-§. ТЕРМОХИМИЯВИЙ ГАЗ АНАЛИЗАТОРЛАРИ

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

Бу асбобларнинг биринчи группасида ёниш катализик актив бўлган платина толада содир бўлади, бу тола айни бир вақтда сезгир элемент — ўлчаш кўпригининг елкаси ҳисобланади. Бу группадан асбобларда анализ қилиш аниқланадиган компонент ёнганида температуранинг орттишини ўлчашга асосланган.



19.9-расм. Термoeлектрик газ анализаторнинг ўлчаш схемаси.

метан кўприкдан иборат. Иш ичакчаси деб юритиладиган оқим ўлчаш ичакчаси кўприкнинг битта елкаси R_1 ни ҳосил қилади. Кўприкнинг R_2 елкасини ҳосил қиладиган тақдирдаш ичакчаси ўқ параметрлари ва конструкциёси жиҳатидан иш ичакчасига эквивалент бўлиб, ҳама тўлдирилган бўлади. Кўприкнинг R_3 , R_4 елкалари ўзгармас қаршиликлар бўлиб, улар манганидан тайёрланган. Кўприкни схеманинг нол реостат R билан қўйилади. Анализ қилинадиган қатламнинг ёнида температуранинг ортиши билан платина толаси электр қаршилигининг ўзгариши ўлчаш кўприги мувозанатини бузилишига олиб келади. Мувозанат бузилганда ток кучи газ аралашмасидаги компонент миқдорига пропорционал бўлади. Ўлчаш асбоби анализ — назорат переключателар ёрдамида схематга киритилган махсус ўзгармас резисторга уланган яъ асбобишнинг стрелкаси R реостат билан талиб этилган репор нуқтага қўйилади. Милливольтметрнинг икки елкасида платина толасини қиладиган, турли компонентларни анализ қилиш учун зарур бўлган ток кучини қиладиган учта репор нуқта бор.

Бу типдаги асбоблар асосан ҳаводаги ёнувчи (метан, бензин буғлари ва ҳ.) газларнинг поргаш ҳазфини юзига келтирадиган концентрациясининг индикаторлари ва анализаторлари сифатида ишлатилади. Улар кўпинча кўчма (кўтариб юрадиган) типда чиқарилади. Ўлчаш хатолиги тахминан $\pm 10\%$.

Саломат биполари хомалари ҳавосининг ёнувчи газлар билан афлослашининг автоматик назорат қилиш учун ёнувчи газларга мўлжалланган СГС типдаги, метанга мўлжалланган СМС типдаги, бензинга мўлжалланган ГПБ типдаги ва бошқа сигналаторлар чиқарилади.

19.7. §. ФОТОКОЛОРИМЕТРИК ГАЗ АНАЛИЗАТОРЛАРИ

Бу газ анализаторларида эритма модданинг концентрацияси эритма ёки лентанинг интенсив бўлишига қараб аниқланади. Суяқанки ва лентали фотоколориметрик газ анализатор-

лари газларнинг микроконцентрациясини аниқлаш учун ишлатилади. Бу газлар (H_2S , SO_2 , NH_3 , Cl_2 , NO , NO_2) махсус танланган реактивлар билан рангли реакцияга киради. Бу асбобларнинг физикавий асоси Бугер—Ламберт—Бер қонунидир. Ўзгариш компонентлар (ёки реакцияга кирган газ массаси)нинг концентрацияси қуйидаги формула бўйича аниқланади:

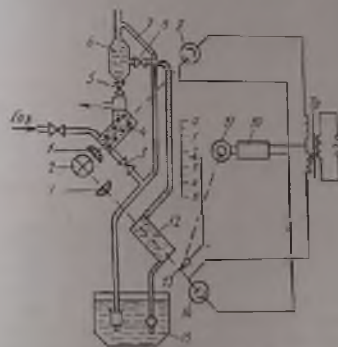
$$C = D_0 / (I_0 \cdot l) \quad (19.7)$$

бу ерда D_0 — оғиш индикатор I_0 — шўхлик коэффициент, l — қатламнинг узунлиги.

Фотоколориметрик анализ қилиш усули келми селтирилган ва тайловчанликка эга. Бу усулнинг селтирилганлик келмиш анализ қиладиган компонентдан эритмада ёки индикатор лентасига йиғиш имконияти борлиги билан белгиланади. Усулнинг тайловчанлиги юқорилигига анализ қилинадиган компонент билан реакция индикатор эртасидаги реакция сабаб бўлади.

19.10-расмда эритма ёки газ ларий реакцияга уратилган ФКГ типдаги фотоколориметрик газ анализаторнинг схемаси кўрсатилган. Асбобда икки оғиш қанна: иш ва таққослаш қанналари бўлиб, уларнинг ички иш қанна 4 ва таққослаш қанна 12 жойлаштирилган.

Абсорбцияловчи эритма бак 15 дан асос эрдикда таққослаш қанна орқали даятор 6 га қайдалади. Даяторда тўқни қанна 7 бор бўлиб, у орқала ортиқча эритма бакка қайтиб қўйилади. Команда берувчи реле белгиланган теги каторлариди электромангнит қанна 3 ишга тушади, у қанна 4 дан ишлаб бўлган эритмани бакка чиқариб қорайди, бу ерда



19.10-расм. Фотоколориметрик газ анализаторнинг схемаси.

эритма регенерацияланади. Кюветлар бўшатиладиган кейин 5 ва 6 клапанлар ишига тушиб, дозатор улар ёрдамида эритма сурувчи трубадан узиллади ва янги бир лотда кювет 4 билан бирлашиб, унга эритманинг ўлчанган ҳажминини қуяди. Клапанлар 5 ва 6 дозаторни янги эритма билан тўлдирish учун дастлабки вазиятларига қайтади. Кювет 4 да эритманинг янги берилган порцияси орқали текшириладиган газ чиқиб кетганидан кейин рангли реакция содир бўлади. Маълум вақт тутиб турганидан кейин команда релеси клапан 3 ни очади ва напбатдаги нилка бошланади. Ҳар иккала кювет орқали эритмани лампа-си 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 электроп кучайтиргич 10 нинг чиқиндисига дифференциал тарзда уланган бўлиб, у янги фотоэлементнинг сигналлари фарқини кучайтиради. Кучайтирилган сигнал резервув двигатели 11 нинг бошқарувчи чулғамига келади, двигател конденсацияловчи оптик юнга 13 ни кювет 12 нинг оптик қана-лида ҳар янги фотоэлемент бир хилдаги эритилганликка эга бўлганига қадар керакли йўналишда силжитилади. Оптик юн-гани сўрилиш катталиги ва у билан боғлиқ бўлган асбоб кўрсаткичининг сўрилиш катталиги текшириладиган газдаги аниқ-лашадиган компонент концентрациясининг ўлчови бўлади.

Ишлаб чиқариш хоналари ҳавосидаги ҳлор асарларини (кө-дидларини) ўлчаш диапозонидан $\pm 20\%$ хатолик билан аниқ-лашга имкон берадиган газ анализаторларидан саноат ФКГ-141 типдаги фото колориметрик анализаторларни чиқаради.

Батанфимис асбобсизлик хавфли ФКГ-1 типдаги фотоколориметрик газ анализаторларини чиқаради. Унинг ишлаши хи-миявий реакцияга натижасида ҳосил булган лентадан доғдан қайтган ёруғлик оқимини атолон ёруғлик оқими билан таққос-лашга асосланган.

ФКГ-1 типдаги лентали газ анализаторларнинг бошқа мо-дификациялари ишлаб чиқариш хоналари ва технологик линия-ҳавосидаги фосген, водород сульфид, шнандл кислотали аниқ-лаш учун чиқарилади. Ишлаб чиқариш хоналарининг ҳавоси-даги аниқлаш мақдори $0-5 \cdot 10^{-3}$ ва $0-3 \cdot 10^{-3} \%$ чегараси-да аниқлаш учун ФКГ-11, 107 типдаги фотоколориметрик газ анализаторларни чиқарилади.

Лентали фотоколориметрик газ анализаторлари учун иш-эритмаси сарфининг жуда камлиги ва у билан боғлиқ булган юкори сезгирликка эришиш осонлиги характерлидир, чунки газларнинг реакцияга кирувчи миқдори билан эритма миқдо-рининг нисбати жуда катта бўлиши мумкин. Бироқ лентанинг сирги бир жинсли бўлмаганлиги ва бошқа бир қанча фактор-лар туфайли лентали фотоколориметрик газ анализаторлари-нинг хатолиги суяқлики фотоколориметрик газ анализаторла-рининг хатолигидан юқоридир.

19.8. ИОНИЗАЦИОН ГАЗ АНАЛИЗАТОРЛАРИ

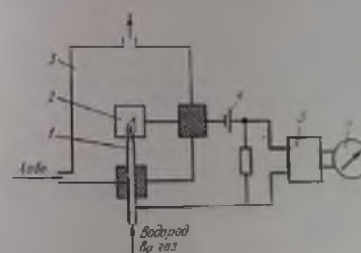
Ионизацион газ анализаторларидан ҳаводан зарарли мо-ддаларни аниқлашда, шунингдек, портлаш хавфи бор газ ара-лаларини назорат қилишда фойдаланилади.

Улар ишлаш принципи бўйича икки гурппага: аналити-ионизацион ва перозоли-ионизацион газ анализаторларига бўлинади.

Аналити-ионизацион газ анализаторлари органик модал-ларнинг водород аниқлигида ионлашувида асосланган. Аналити-ионизацион ўзгарткич электр майдонга жойлаштирилган водород горелкасида иборат. Соф водород аниқлигида ионлар деярли ҳосил бўлмайди, шунинг учун соф водороднинг электр ўтказувчанлиги жуда ҳам паст бўлади. Органик модалларнинг аниқлиги пайдо бўлганда уларнинг ионлашуви содир бўлади ва аналитининг электр ўтказувчанлиги кескин ортади.

Бу газ анализаторининг принципиал схемаси 19.11-расмда келтирилган. Улчаш электродларидан бири горелка 1 бўлиб, унга манба 4 дан $60-300$ В ли ўзгармас кучданиш берилади, горелка коррозиябардорш бўлат ёни титандан тайёрланади. Иккинчи (коллекторли деб юритиладиган) электрод ўрнида юпка деворчали цилиндр хизмат қилади, у горелка 1 билан уқдош бўлиб, нодир металллар (платина, олтин, титан) дан тайёрланади. Ўзгарткичининг ионизация камерасига ёнишни сақ-лаб туриш ва водороднинг ёниш маҳсулоти билан сувики конденсацияланишининг олдини олиш учун ҳаво киритиб ту-рилади.

Ўзгарткичда занжирда ионизация токнинг пайдо бўлиши-га реакция давоманда электродларда мусбат ва манфий заряд элтувчиларнинг ҳосил булиши сабаб бўлади. Ионизация токи-нинг кучи $10^{-7} - 10^{-8}$ А дан ошмайди. Шу муносабат билан ўзгарткичининг ток сигнали ўзгармас ток кучайтиргичи 5 га бе-



19.11-расм. Аналити-ионизацион газ анализаторининг схемаси.

рилади. Кучайтирилган сигнал иккиламчи асбоб б га (масалан, автоматик потенциометрга ёки сигнализация қўрилмасига) кетлади, бу ҳурлима концентрация берилган қийматидан ортиб кетганида сигнал чиқаради.

Аэрозолли-ионизацион газ анализаторлари газ анализ қиладиган радионизотопли асбобларга тааллуқли бўлиб, уларда газ муҳитининг физик параметри—газларнинг электр ўтказувчанлиги, ионизацияловчи нурланиш таъсирида бўлган газларнинг электр ўтказувчанлиги ўлчанади. Бу асбобларда газнинг α ёки β актив изотоп кўринишидаги нчки ионизация манбаига эга бўлган ионизацион ток камераси сезгир элемент бўлиб хизмат қилади. Муҳитнинг назорат қилинаётган компонентни концентрациясининг ўлчови бўлиб камеранинг электролаари орасида уларга кучланиш берилганда ҳосил бўладиган ионизация токи хизмат қилади.

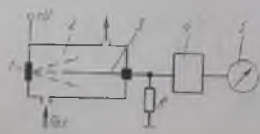
Бу газ анализаторларининг хусусияти шундан иборатки, уларда назорат қилинаётган компонент олдин аэрозоль ҳолатига келтирилади. Бунда ҳосил бўладиган аэрозоль зарралари сони назорат қилинаётган компонент концентрациясига пропорционал бўлиб ионизация токнинг ўлчанаётган кучини ўзгартириши аниқлайди.

Аэрозоль зарралари таъсирида камера ионизация токи I нинг ўзгариши қуйидаги муносабат билан ифодаланади:

$$I = I_0 \cdot e^{-\lambda x} \quad (19.8)$$

бу ерда I_0 —камерада аэрозоль зарралари бўлмагандаги бошланғич ток кучи; λ —биркад донийлиси бўлиб, уни газ ионларининг аэрозоль зарраларга ўтириш эҳтимоллиги бўлган назардан аниқланади; x —газдаги аэрозоль зарраларининг концентрацияси; t —газ ионларининг камера ичиди дашши вақти бўлиб, уни ионизация камерасининг конструкциса аз электр майдонини кучланишига қараб аниқланади; λ —аэрозоль зарраларининг ўртача радиуси.

19.12-расмда аэрозольли-ионизацион газ анализаторининг принципал схемаси кўрсатилган. Нурланиш манбаи I ва ионлар коллектори 3 жойлаштирилган ионизацион оқим камераси 2 га газ сарфи уйғотгич билан аналз қилинаётган ҳаво суриб олинади. Айни бир вақтда камерага тегишли химиявий реагентнинг буглари киритилади. Камера ичиде химиявий реакция содир бўлиб, бунинг натижасида аниқланаётган компонент аэрозольга айланади. Ионизация токи қаринлиги катта нагрузка резистори R да кучланиш тушувни вужудга келтиради, бу кучланиш ўзгармас ток кучайтиргичи 4 да кучайтирилади; аэрозоль зарраларининг концентрациясига кўра ўзгарадиган



19.12-расм. Аэрозоль-ионизацион газ анализаторининг схемаси.

ионизация токининг кучи аниқланаётган компонент концентрациясининг ўлчови ҳисобланади. Иккиламчи асбоб б аниқланаётган компонентнинг концентрациясини кўрсатади.

Асбобдан ҳаволаги зарарли моддаларни, шу жумладан азот оксидлари, водород хлорид, аммиак, аммиак ва бошқаларни назорат қилишда фойдаланиш мумкин. Ваэифосига қараб газ анализаторлари шкаласининг юқориги чегараси аниқланаётган компонентнинг 0,5 дан 50 мг/м³ миқдорида ўрнақилади. Асосий хатолик шкала диапозонининг 10—15% к атрафида.

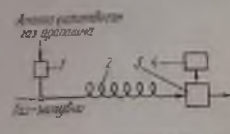
19.9. ХРОМАТОГРАФИК ГАЗ АНАЛИЗАТОРЛАРИ

Газ анализаторларнинг кўриб ўтилган ҳамма типлари газ аралашмасидаги фақат битта компонентнинг концентрациясини аниқлашга нисбат беради. Хроматографик газ анализаторлари (хроматографлар) улардан фарқи равишда газ аралашмасини тула анализ қилишга, яъни бу аралашмани ташкил этувчи ҳамма газларнинг концентрациясини аниқлашга нисбат беради.

Хроматографик ажратиш йули билан куп компонентли газ аралашмаларини анализ қилиш учун мўлжалланган асбоблар хроматографлар деб аталади.

Уларнинг принципал схемаси 19.13-расмда келтирилган. Ажратиш процесси хроматографда икки босқичда ўтади: олдин аралашма алоҳида компонентларга ажратилади, сўнгра аралашмадаги ҳар қайси компонентнинг миқдори ўлчанади. Газ аралашмасини ажратиш ажратиш колонкаси 2 да содир бўлади. Бу колонка юпқа найчадан иборат бўлиб, уз сиртида газларни ўшлаб олиш аз тўтиб туриш хусусиятига эга бўлган модда—сорбент билан тулдирилган бўлади. Анализ қилинаётган газнинг дозатор 1 да ўлчаб олинган порцияси даярий равишда ётувчи газ деб аталадиган ердаси газнинг узлуксиз оқимида бериб турилади. Колонка орқали аралашма порцияси ҳайдалганида тегишли компонентаарга ажрайди. Ажралиш газларнинг турлича абсорбцияланиши тўғрисида беради. Абсорбцияланиш қанча юқори бўлса, элтувчи газ газ молекулаларини сорбент сиртидан шунчо қийинлик билан ажратиб олади. Шунинг учун элтувчи газ колонкага тухтовсиз кириб туриб, ундан компонентаарни навбати билан сиқиб чиқаради: олдин аралашманинг кучсиз абсорбцияланидиган компоненти, сўнгра олдинларинин. Шундай қилиб, колонкадан ҳақиқатан олганда бинар аралашма чиқади, унинг компонентаардан бири элтувчи газ бўлиб, бошқаси анализ қилинаётган аралашма бўлади.

Бинар аралашмалар детектор 3 ёрдамида анализ қилинади. Детекторларнинг энг куп тарқалган типларида бири термоскон-



19.13-расм. Хроматографик газ анализаторининг схемаси.

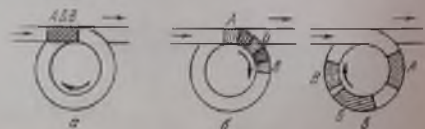
дуктометр газ анализаторлар. Детекторнинг чиқиш сағна-
ли ҳаёт эълон асбоб 4 га берилди.

Газларни анализ қилиш учун газ адсорбцион ва газ тақсим-
лаш хроматография усуллари энг кўп тарқалган. Буларнинг
биринчисида ҳаракатчан фаза—газ ва қўзғалмас фаза—майдон-
ланган қаттиқ модал бўлади. Иккинчи хил асбобларда ҳаро-
катчан фаза—газ ва қўзғалмас фаза—товас асосга сурқалган
суюқлик бўлади. Газ-адсорбцион хроматографларда компонент-
ларнинг ажралишига уларнинг қўзғалмас қаттиқ фаза сиртига
турича адсорбцияланиши, газ тақсимлаш хроматографларда
эса қўзғалмас суюқ фазада турлича эриши сабаб бўлади.

19.14-расмда газлар аралашмасининг компонентларга газ-
адсорбцион усулда хроматографик ажралишининг принциплар
схемаси кўрсатилган. Газ аралашмасининг учта *A*, *B* ва *B*
компонентларидан таркиб топган намунаси (19.14-расм, *a*) ва-
тувчи газ бўлимида узун юпқа nayча—ажратинг колонкаси ор-
қали сиқиб чиқарилади, nayча спираль тарзида букилган ва
адсорбент билан тўлдиритган бўлади.

Аралашма компонентлари турлича адсорбцияланган сабаб-
ли уларнинг колонкада ҳаракатланиши турлича секинлашади.
Айни компонент молекулалари қанча кўп адсорбцияланишса,
уларнинг тормозланиши шунича катта бўлади, ва аксинча, Шу-
нинг учун аралашманинг айрим компонентлари колонкада тур-
лича тезликда ҳаракатланади. Маълум вақтдан кейин (19.14-
расм, *b*) биринчи бўлиб кам адсорбцияланган *B* компонент,
ундан кейин компонент *B* ва nihoyт энг кўп адсорбцияланган
ва шу сабаб бошқаларига қараганда секинроқ ҳаракатлана-
диган *A* компонент кетади. Кейинги вақт оралиқларида ком-
понентларнинг ҳаракатланиш тезлиги турлича бўлганига ту-
ғайли компонентлар тўла ажради (19.14-расм, *в*) ва хромато-
график колонкадан кетма-кет 6 эълувчи газ, 8 ки эълувчи
газ—компонентдан иборат бишар аралашма чиқади.

Кўп компонентли газни анализ қилишда компонентлар ко-
лонкадан уларнинг молекуллар массалари ортиб бориши тар-
тибда чиқади. Компонентлар ажралишининг маълум ўзгармас
шаронларида (температура, эълувчи газ сарфи, адсорбентнинг
хоссалари ва *x*) ҳар қайси компонентнинг айли хроматогра-
фик колонкадан ўтиш вақти, бинобарин, унинг чиқиш вақти



19.14-расм. Газ аралашмасини компонентларга хроматогра-
фик тарзда ажратилишнинг адсорбцион схемаси.

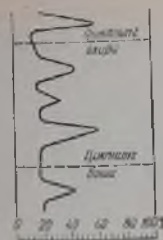
ўзгармайди. Шунинг учун ҳар қайси
компонентнинг чиқиш вақти хроматогра-
фик анализнинг сифат кўрсаткичи ҳи-
собланади.

Газ-адсорбцион хроматографияда эл-
тувчи газ сифатида азот, гелий, ҳаво ва
бошқа газлардан фойдаланилади; ад-
сорбент сифатида эса актив кўмир, си-
ликагель, алюмогель, мағний оксид ва
бошқалардан фойдаланилади.

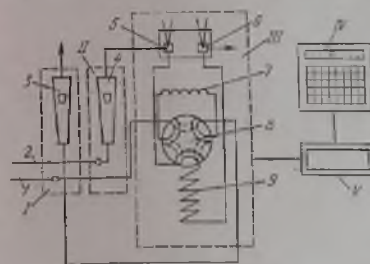
Анализ натижаларини иккиламчи ас-
боб қайта ятади. 19.15-расмда уч ком-
понентли аралашмани анализ қилиш на-
тижаларининг лентали диаграммга ба-
лини кўрсатилган. Анализ қилинаётган
аралашманинг хроматограммаси бир неча
чүкки нуқталари бўлган эгри чизик-
дан иборат. Числа бошлангандан кейин
чүккиларнинг пайдо бўлиш вақти аралаш-
ма компонентининг турли, чүккининг барча чүккилар
йилида юзига келтирилган юз эса айли компонентнинг кон-
центрациясини белгилайди.

Газ—тақсимлаш хроматографиясида эса кўп компонентли
газ аралашмалари худди шу тарзда анализ қилинади.

19.16-расмда газ—адсорбцион хроматографик схемаси
келтирилган. Анализ қилинадиган газ намуна олқиш линияси 1
бўйича анализ қилинадиган газни тайёрлаш панели 1 га кел-
тирилади, датчик III га тушади, кран-переключателедан ўтади,
диффузион спираль 7 дан ва эла кран-переключателе 8 дан
ўтади ва ротаметр 3 орқали атмосферага чиқариб юборилади.
Эълувчи газ баллондан линия 2 бўйича тайёрловчи панели 11



19.15-расм. Газ аралашмасининг хроматографик
схемаси.



19.16-расм. Газ-адсорбцион хроматографик схемаси.

нинг ротаметри 4 орқали берилган, асбоб датчиги детекторининг таққослаш камераси 5, кран—переключателъ 8, ажратиш колонкаси 9, детекторнинг ўлчаш камераси 6 дан утади ва ташқарига чиқиб кетади.

Кран—переключателъ 8 бир-бирига ишқаб мосланган икки-та пластинадан тайёрланган бўлиб, улардан бирига канал қилинган ва электр даягатеги билан айлантирилади. Шунинг учун у ҳар 60° дан кейин икки вазиятга эгаллаши мумкин. 19.16-расмда шундай вазият кўрсатилганки, бунда элтувчи газ кран—переключателъга келиб, унинг канали бўйлаб ажратиш колонкасига йўналди, анализ қилинадиган газ аралашмаси эса намуна оладиган ёлмаштирилдиган спираль 7 дан утади, у найча куришида ишланган бўлиб, ҳажми 2, 3, 5 ва 10 мл ни ташкил этиши мумкин.

Кран—переключателънинг пластинаси 60° га бурилганида унинг каналлари расмда штрих чизиқ билан кўрсатилган вазиятга олади. Бунда элтувчи газ анализ қилинаётган белгиланган ҳажмдаги газ намунасини дозалаш спирали 7 дан ажратиш колонкасига сиқиб чиқаради, газ аралашмасининг асосий оқими эса бу зақтда кран-переключателънинг сошқа канали бўйича атмосферага ҳайдалади. Кран-переключателънинг қўзғалтаччан пластинаси ўзгармас вақт оралиқларида (3 дан 5 мин гача) таймер билан автоматик тарзда бурилади, бу вақт анализ қилинаётган газ аралашмасининг таркиби ва унинг ажрелишига қўйилдиган талабга қараб ўрнатилади.

Ажратиш колонкаси 9 зангламайдиган пўлатдан ёки мисдан ички диаметри 6 мм ва узунлиги 2—10 м қилиб (анализ қилиш шароитларига қараб) тайёрланган ҳамда ичига сорбент тўлдирилган спираль найчадан иборатдир. Анализ қилинаётган аралашманинг намунаси колонка 9 га тушиб, уни ташкил этувчи компонентларга ажрелади ва детекторларга юборилади.

Датчик детектори анализ қилинаётган газ аралашмаси компонентларининг ажрелишини аниқлаш учун хизмат қилади. Унинг ишлаши элтувчи газ ва анализ қилинаётган компонент бинар аралашмаси иссиқлик ўтказувчанликларининг айирмасидан фойдаланишга асосланган. Детектор зангламайдиган пўлатдан тайёрланган массив блокдан иборат бўлиб, унинг иккита: 5 ва 6 камералари бўлади, ҳажми тахминан 0,2 см³ келадиган бу камераларда эса қаршилик термометрлари (термисторлар) бўлиб, улар ўлчаш купритининг елкасини ташкил қилади. Датчик камерасини термостатлашга температура регулятори ёрдамида эришилади.

Элтувчи газ детекторнинг камералари 5 ва 6 дан ўтганида ҳар икки камерада иссиқлик берги шароити бир хил бўлади; ўлчаш схемаси мувозанатда бўлади ва иккиламчи асбобнинг диаграммасида ноль чизиқ ёзилади. Кран-переключателънинг қўзғалтувчан пластинаси 60° га бурилганида элтувчи газ дозалаш камерасида ажратиш қолинган намунаси сиқиб чиқарилади ва уни ажратиш колонкасига юборади, у ердан детекторнинг

ўлчаш камерасига тоҳ элтувчи газ, тоҳ тегишли бинар аралашма берилган. Ўлчаш камерасига иссиқлик ўтказувчанлиги соф газ элтувчининг иссиқлик ўтказувчанлигидан бошқача бўлган бинар аралашманинг кириши натижасида қаршилик термометрининг температураси ва қаршилиги, бинарларин купритининг мувозанати ўзгаради. Мувозанатнинг бундай ўзгаришини қанд элтувчи асбоб IV чўққи куришида қайд этади.

Хроматографининг бошқариш блоки V га асбобнинг ўлчаш схемаси электрон температура регулятори, вақт белгилувчи—таймер, ноль автоматик қўйиш курилмаси, переключателъ 8 ни бошқариш курилмаси ва реле кирган.

Саноатда ишлатиладиган ХП-499 хроматографи газсимон маҳсулотлар иоугеводорли газлар ва уларнинг изомерларини анализ қилиш учун мўлжалланган. Хроматограф технология лотоклардан олинган газларни анализ қилишга имкон беради, анализ натижаларини ўзлуксиз қайд этишни таъмин қиладди, шунингдек, стандарт электр ва пневматик чиқип сигналлари олашга таъминалади ва бошқариш системасида фойдаланишга мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси 0,05—100%, асосий хатолиги ±1%. Хроматограф портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

Саноатда ишлатиладиган «Нефтехим-СКЭП» хроматографи кўп компонентли газ аралашмалари, буғлар ва суюқликларнинг таркибини ажратиш колонкаларининг температураси 200°C гача булган шароитда аниқлашга имкон беради. Ўзлуксиз режимда ишлайди ва бошқариш системаларида датчик сифатида фойдаланиш мумкин. Концентрация бўйича ўлчаш чегараси 0—100%, чиқип сигналлари 0—5 мА; 0—10 В; 0,02—0,1 МПа. Портлашдан ҳимояланган тарзда чиқарилади.

19.10-§ МАССА-СПЕКТРОМЕТРИК ГАЗ АНАЛИЗАТОРЛАРИ

Масса-спектрометрлар газларни анализ қилишда эгд тако-миллашган асбоблардандир. Улар химиявий ва физик хоссаларидан қатъи назар, моддаларнинг изотоп ва молекуляр таркибининг аниқлашга мўлжалланган.

Масса-спектрометрия усули мураккаб аралашмалардаги кўпгина компонентларнинг миқдорини аниқлашга имкон бериб, бунда анализни жуда тез ўтказишни таъминлайди.

Анализ қилишда анализ қилинаётган модданинг молекула-лари қизиган катод эмиттирлайдиган электронлар ёрдамида ионланади, электр линзалар системаси воситасида тор даста тарзида фокусланади, тезлатувчи электронининг электр майдониде тезлатилади ва электронлар коллекторида тутиб қоллинади. Ион дастанинг таркиби анализ қилинаётган газ аралашм-сининг молекуляр таркибига мос келади. Қўндалапг матнни майлони таъсирида оқим ионлар массасининг уларнинг эарад-ларига нисбатини билан фарқ қиладиган ион нурларига ажра-лади, булар кейин коллекторга келади. Коллектор занжиринда массалари турлича ионлар электр токи ҳосил қилади, бу ток-

19—1245

283

лар олдин кучайтирилганидан кейин ўлчамади ва электрон қанол этувчи қурилма ёрдамида ёпиб қўйилади. Магний майдо-
лининг кучайтирилган аста-секин ўзгариб бораётганида
текирилатган газнинг молекуляр таркибини характерловчи
ион тоқлари спектри ёни масса-спектрлар ёпилади. Миқдорий
анализ ўтказиш учун масса-спектрометрнинг текирилатган мод-
даде бор деб тахмин қилинган ҳар қайси компонент бўйича ол-
диндан даяржланади.

Масса-спектрометрларнинг конструкцияси аналитик ва ўл-
чаи қисмларидан иборат. Аналитик қисмда ион дасталари мас-
са-лари бўйича ҳосил қилинади, шакллантирилади ва ажрати-
лади. Ўлчаш қисми ионлар қанбасини ва ишга тушириш
системасини стабиллашган кучланиш билан таъминлаш, ион
тоқларини ўлчаш ва қайда этиш, вакуум системасида босимни
ўлчаш, масса сонларини индекслаш ва ҳоказолар учун мўлжал-
ланган.

ГОСТ 12862-81 га кўра масса-спектрометрлар учта типга:
химиявий таркибини анализ қилиш учун — МХ; модаларнинг
структураси ва хоссаларини текириш учун — МС; изотоп ана-
лизи қилиш учун — МИ типларга бўлинади. МС типдаги мас-
са-спектрометрлар лаборатория шароитларида ўтказиладиган
чимий тадқиқотлар учун мўлжалланган.

Вагоннинг изотоп химиявий таркибини анализ қиладиган
МХ-7201, МХ-7304, МХ-1320 ва изотоп анализ қиладиган
МИ-1201Б масса-спектрометрларини чиқаради.

МХ-7201 масса-спектрометри металлларда ва уларнинг қос-
тишмаларида Н, О, N, C₂ газлари ва уларнинг газ ҳосил қи-
лувчи қўшилмаларни миқдорини аниқлаш учун мўлжалланган.
Текирилатган материалдан газ ажратиб чиқиш вакуумда
суяқлантириш йўли билан ёки графитли тигелда амалга оши-
рилади. Газсимон қўшилмаларнинг таркибини аниқлаш моно-
ионлар (бир кутбни) масса-спектрометр ёрдамида амалга оши-
рилади. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2-60.

Магнитсиз МХ-7304 масса-спектрометри сўриб (тортиб)
олиш системалари билан таъминланган вакуумли системалар-
да қолдиқ газларини сифат жиҳатидан анализ қилиш учун мўл-
жалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—200,
анализ қилиш хатолиги ±2,5%.

МХ-1320 масса-спектрометри газ аралашмаларини, суяқ-
лиқларини ва 400°C гача температурада газсимон ҳолатга ўта-
диган қаттиқ моддаларини миқдор ва сифат жиҳатидан анализ
қилиш учун мўлжалланган. Масса сонлари бўйича ўлчаш чега-
раси 1—4000, анализ қилиш хатолиги ±5 · 10⁻⁴ %.

МИ-1201Б масса-спектрометри газларини ва қаттиқ мод-
даларнинг изотоп таркибини саноат шароитида анализ қилиш
учун мўлжалланган. Ўлчаш натижаларини ўлчаш СМ1 база-
вий ҳисоблаш комплекси ёрдамида амалга оширилади. Масса
сонлари бўйича ўлчаш чегаралари 2—720, анализ қилиш ха-
толиги ±0,15%.

20-боб. МОДДАЛАРНИНГ НАМЛИГИНИ ЎЛЧАШ

20-1. АСОСИЙ МАЪЛУМОТЛАР ВА КЛАССИФИКАЦИЯСИ

Газлар, қаттиқ жисмлар ва суяқ муҳитларнинг намлиги
химия, озиқ-овқат, металлургия, тўқимачилик саноатида ва
бошқа саноат тармоқларидаги ҳақиқат ҳақидаги кўпгина тех-
нологик процессларнинг муҳим кўрсаткичларида ҳисобла-
нади.

Ҳар қандай жисмда намлиқнинг мавжудлиги унинг абсо-
лют ҳамда нисбий намлиги билан характерланади.

Газнинг абсолют намлиги дейилганда нормал шароитларда
1,0 м³ газ аралашмасидаги суяқ буғи массаси тушунилади. Абсо-
лют намлиқнинг бирликлари г/м³ ёки кг/м³.

Нисбий намлиқ дейилганда 1,0 м³ аралашмадаги суяқ буғи
массаси (ҳажми)нинг шу температурадаги 1,0 м³ аралашмада-
ги суяқ буғининг максимал массаси (ҳажми) га нисбати тушуни-
лади. Нисбий намлиқ ўлчовсиз катталиқ, баъзан унинг процент-
ларда ифодаланади.

Материалдаги нам миқдорини миқдор жиҳатидан характер-
ларини учун намлиқ катталиқ — нам сақлави ва намлиқдан фой-
даланилади.

Нам жисм массасининг абсолют қуруқ материал массасига
нисбати нам сақлави деб аталади ва қуйидагича ифодала-
нади:

$$H = \frac{M}{M_0}, \text{ ёки } H = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \cdot 100\%, \quad (20.1)$$

бу ерда M — нам массаси; M_0 — абсолют қуруқ материалнинг массаси;
 M_1 — нам материалнинг массаси.

Қаттиқ жисмларнинг намлиги дейилганда жисмдаги нам
массасининг нам материал массасига нисбати тушунилади ва
қуйидагича ифодаланади:

$$W = \frac{M_1}{M_0} \quad (20.2)$$

Нам сақламдан намликка ўтиш ва аксинча ҳолларда қуй-
даги нисбатдан фойдаланилади

$$H = W(1 - W), \quad W = \frac{H}{1 + H}$$

Газ намлигини ўлчаш усулларига психометрик, шудринг
нуқтаси, гигрометрик (сорбцион), конденсацион, спектрометрик,
электрохимиявий, иссиқ ўтказувчанлик усуллари киради. Бу-
лардан биринчи учтаси энг қўн тарқалган.

Сувоқликларнинг намлигини ўлчаш учун сисқимли, абсорб-
цион асбоблар ва сувоқликнинг намликка элоқаси бор бирор
хоссаишга ўлайдингган асбоблардан фойдаланилади.

Қаттиқ ва сопилауван жисмларнинг намлигини ўлчаш учун
бевосита ва билвосита усуллар қўдаланилади.

Қуритиш, экстракция ва химиявий усуллар бевосита ўл-
чаш усулларининг ичиди энг қўн тарқалганлар.

Кондуктометрик, диалекрометрик, ўта юқори частотали, оп-
тик, ядровий магнит резонанси, термовакуум, теплофизика усул-
лари билвосита ўлчаш усулларига киради.

Қуйида саноатда энг қўн тарқалган усулларни қўриб чиқа-
миз.

20.2. §. ГАЗЛАРИНИНГ НАМЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Ҳозир технология процессларда газларнинг ва ҳавонинг
намлигини ўлчашнинг психометрик, шудринг нуқтаси ва ги-
грометрик усуллари энг қўн тарқалган.

Психометрик асбоблар билан намликни ўлчаш принципи
сув бузишнинг эластиклиги ҳамда қуруқ ва нам термометрлар-
нинг кўрсаткишлари ўртасидаги боғланишга асосланган. Псих-
рометрик эффектни ўлчаш учун психрометр исқита бир ҳа
термометрга эга бўлиши керак. Булардан бирининг (ҳўа тер-
мометрининг) иссиқлик қабул қилувчи қисми идишдан сувни
сўриб олувчи гигроскопик жисмга тутаниб туради ва доимо
нам ҳолда сақланади. Ҳўа термометрининг сиртиндаги намлик
бузилиганда унинг температураси пасаяди. Натияжада қуруқ ва
ҳўа термометрлар ўртасида психрометрик фарқ деб аталувчи
температуралар фарқи пайда бўлади.

Психрометрик фарққа боғлиқ бўлган нисбий намлик қуй-
даги нисбатдан аниқланади:

$$\varphi = \frac{P_n - A(t_n - t_k)}{P_k}, \quad (20.3)$$

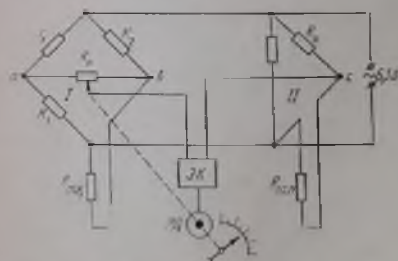
бу ерда P_n — ҳўа термометрининг t_n — температурасида тек-
ширалаётган муҳитнинг тўйинтирувчи буглар эластиклиги, Па;
 P_k — қуруқ термометрининг t_k — температурасида текшири-
лаётган муҳитнинг тўйинтирувчи буглар эластиклиги, Па; A —
психрометрик коэффициент бўлиб, у психрометрининг тузили-
ши, нам термометрга газ ҳайаалиш тезлиги ва газ босимига

боғлиқ, $1/^\circ\text{C}$. A коэффициент маълум конструкцияли психро-
метрлар учун тузилган маълум жадваллардан олинди. Бу ко-
эффициентга ҳўа термометрга газ ҳайаалиш тезлиги қатта таъ-
сир қилади. Газ оқимининг тезлиги ошмиш билан A коэффи-
циент камаяди ва 2,5...3 м/с дан ортқи тезликда доимий бўлиб
қолади. Саноат психрометрларида газ оқимининг тезлигини
ўзгартирмайдиган қурилмалар бор. Бу тезлик 3...4 м/с дан
кам эмас.

Электр психрометрларда температурами аниқлаш учун тер-
мометрлар, ярим ўтказгичли термоқаршилликлар ва стандарт
металл қаршиллик термометрлари ишлатилади.

20.1-расмда қаршиллик термометрларига эга бўлган электр
психрометрининг принципаи схемаси кўрсатилган. Асбобнинг
ўлчаш қисми I ва II қўриқлардан иборат. Исқала қўриқ ҳам
электрон кўчайтиргичнинг исқита умумий R_0 ва R_1 елкалари-
га эга. $R_{\text{тн}}$ ҳўа қаршиллик термометри I қўриқнинг елкаси-
га, $R_{\text{тк}}$ ҳўа қаршиллик термометри II қўриқ елкасига ўланган.
I қўриқ R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 қаршилликлардан иборат. II қўриқ
 $R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}$ қаршилликлардан иборат.

I қўриқ диагоналининг a ва b учаларидаги потенциаллар
фарқи қуруқ қаршиллик термометрининг температурасига, a ва
 b учаларидаги потенциаллар фарқи эса ҳўа қаршиллик термо-
метрининг температурасига пропорционал. Қўшмаиқ қўриқ ди-
агоналининг c ва d нуқталари орасидаги кўчланишнинг па-
сийиш қуруқ ва ҳўа қаршиллик термометрларининг темпера-
туралари фарқига пропорционал. Ўлчаш системасининг нуво-
зининг РД реверсиви двигатели ёрдамида ҳаракатга кестири-
ладиган $R_{\text{р}}$ реохорда спиралинининг автоматик равишда силжи-
тиш йўли билан ҳосил қилинади. Шу билан бирга двигатели
асбоб стрелкасини ҳам силжитилади. Асбобнинг исқаласи нисбий
намлик процентларида даражаланган.



20.1-расм. Электр психрометрининг схемаси.

Психрометрик усулнинг афзалликлари — мусбат температурада ўлчашнинг етарли даражада аниқлиги ва инерционлиги кичиклиги; камчиликлари — ўлчаш натижаларининг газ даравати тезлигига ва атмосфера босими ўзгаришларига боғлиқлиги; температура пасайиши билан сезгирлигининг камайиши ва ҳаттонинг қупайиши.

Автоматик психрометрик намлик ўлчагич АПВ-201 турли-туманли объектлардаги буғ-газ аралашмасининг нисбий намлигини узлуksиз назорат қилиш учун мўлжалланган. Унинг ишлаш принципи нисбий намликни ўлчашнинг психрометрик усулига асосланган.

Нам ўлчагич учта блокдан: бирламчи ўзгарткич, иккинламчи ўзгарткичдан ва мувозанатлаштирилган кўприк КСМ-3 дан иборат. Нисбий намликни ўлчаш чегаралари 10 ... 100%. Ўлчаш пайти муҳитнинг температураси 30 ... 100°C. Асосий абсолют хатолик нисбий намликнинг 3% ига тенг.

Шудринг нуқтаси усули ёки газларнинг намлигини конденсацион усул бўйича ўлчаш қуйидаги боғланишга асосланган:

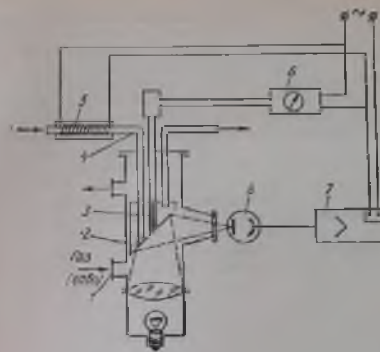
$$\varphi = \frac{P_2}{P_1} \quad (20.4)$$

бу ерда P_1 — шудринг нуқтасининг t температурасида бутунли эластиклиги, Па; P_2 — туйинган бутунли t температурадаги эластиклиги, Па.

Шундай қилиб, шудринг нуқтасини ва текширилаётган газнинг t температурасини билсак, унинг нисбий намлигини аниқлаш мумкин. Шудринг нуқтаси усули катта қулайликка эга, чунки у намликни газнинг истилган босими шароитида ўлчашга имкон беради (10 ... 15 МПа ва ундан ортиқ). Бу усул бўйича намликни ўлчаш температурани ўлчашдан иборат. Шу усул бўйича ўлчаш асбобининг тузилиши 20.2-расмда кўрсатилган.

Текширилаётган газ ёки ҳаво канал 1 орқали труба 4 дан келадиган соvuқ ҳаво билан совятиладиган кўзгу 2 гача келади. Сезгир элемент кўзгуча сиртига кичи инерционли термометр 3 ўрнатилган, унга милливольтметр 6 уланган. Кўзгучада шудринг пайдо бўлиш пайти фотореле схемаси бўйича уланган фотоэлемент 8 ёрдамда қайд қилинади ва шу пайтда контактлар 7 туташиб, милливольтметр уланади ҳамда кўзгуча температурасини ўлчайди. Айни бир вақтда ҳаво иситгич 5 нинг электр қиздириш элементи уланади, бу элемент кўзгуча қизиб, равшанлангунча уланган ҳолда туради. Кўзгуча сиртидаги шудринг батамом бўғлаганда иситгич узилади ва кўзгуча ясийди. Шундай қилиб, ўлчаш процесси такрорланиб туради.

Бу асбобларнинг бир қанча конструкциялари бор. Улар бир-биридан сезгир элементини совитиш, конденсация пайтини қайд этиш, шудринг лайло бўлиш температурасини ўлчаш усуллари билан фарқ қилади. Лекин деярли барча намлик ўлчагичлар мураккаб тузилишга эга бўлиб, ишлатишда катта малака ва



20.2-расм. Конденсацион намлик ўлчагичнинг тузилиш схемаси.

эйтиборни 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 тетишлича 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 характеристикаларининг нотўғрилигини, шунингдек, уларнинг кўрсатишга температуранинг ва эритма концентрациясининг таъсирини қиратиш мумкин.

Қиздиришли электролитик ўзгарткичлар тузилиш жиҳатидан электролитик ўзгарткичларга яқин. Бироқ ишлаш принципи бўйича фарқ қилади. Газ намлиги ўзгариш натижасида ўзгарткич электр ўтказувчанлиги ўзгариб, унинг температураси ҳам ўзгаради. Агар газнинг намлиги ортса, ўзгарткичнинг электр ўтказувчанлиги ҳам ортиб, токнинг қупайишига, ўзгарт-

кич температурасининг кўтарилшига ва ўзгартичдан намининг буғланлишига олиб келади. Бу эса ўз навбатида электр ўтказувчанлигининг, токнинг ва ўзгартич температурасининг қийманишига олиб келади. Шундан қилиб, анализ қилинбётган газдаги сув буғларининг парциал босимлари билан электролитнинг ўйинган эригмачи устидаги парциал босимларининг муносабат ҳолатига мос келадиган режим автоматик тарзда танланади. Бу муносабат ҳолатига мос келувчи температура бирор термометр билан ўлчанади. Қўядиришда температура термометрлар нисбатан содда ва ишончлиларлар. Уларнинг хараakterистикаси амалда газнинг чагиринишига ёки ифлосланишига, тезлигига, босимига ва таъминлаш кучланишига боғлиқ эмас.

Сорбицион гигрометрларда сорбицион материаллар (керамика, микроговакли материаллар, алюминий оксидлар ва бошқалар) физик хоссаларининг ўлардаги газ камлигига боғлиқ бўлган нам миқдорига қараб ўзгарадиган ўзгаришдан фойдаланилади. Одатда, нам сақлаш ўзгариши билан ўлчаш ўзгартичларининг ё электр қаршилиги, ёки сизими, ёхуд диэлектрик пероформлар таъсири бўлмаса, бирор бошқа параметри ўзгаради. Асбобнинг ўлчаш схемаси ўлчаш ўзгартичнинг чықиш сигнал билан белгиланади. Бу типдаги асбоблар индивидуал паражаланлиш хараakterистикалари билан фарқ қилади, шунинг учун ўларнинг саноатда кенг қўлланилиши чеклаб қўйилган.

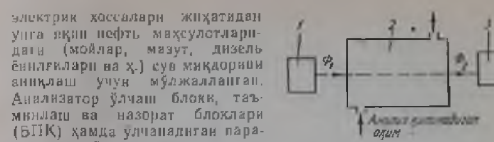
20.3-§. СУЮҚЛИКЛАРНИНГ НАМЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Суюқликларнинг намлигини ўлчаш учун махсус нам ўлчаш асбоблари ҳам ёки суюқликнинг бирор бошқа хоссасини ўлчайдиган асбоблар ҳам қўлланилади (бу хосса суюқликнинг намлигига боғлиқ бўлиши керак). Масалан, пульпанга хараakterлайдиган хараakterистикалардан бири унинг таркибидagi суюқлик: қаттиқ модда нисбатидир. Бу қаттиқлик одатда эчкилик ўлчагичлар билан ўлчанади. Пульпадан фақат суюқ фаза чиқариб ташланаётган ҳолларда (буғлатиш, филтрлаш йўли билан) эчкилик ўлчагичнинг кўрсаткичлари пульпадаги суюқлик миқдори билан аниқланади. Бу ҳолда эчкилик ўлчагич нам ўлчагич вазифасини бажаради.

Суюқликлар учун мўлжалланган махсус нам ўлчагичларда сизими ва абсорбицион ўлчаш усулларидан фойдаланилади.

Сизими нам ўлчагичларининг ишлаши суюқликда сув миқдори камайганда унинг диэлектрик сингдирувчанлигининг ўзгаришига асосланган. Бундай нам ўлчагичнинг электр схемаси сизими сатҳ ўлчагичнинг электр схемасига ўхшаш. Суюқлик намлигининг ўзгариши сизимнинг ва чықиш кучланишининг ўзгаришига олиб келади. Бундай нам ўлчагичлар билан нефтдаги сув миқдори ўлчанади.

Ватанимиз асбобсозлик заводлари ПАВН типидagi анализаторлар ишлаб чықаради, унинг ёрдамида нефть ва нефть маҳсулотларидаги сув миқдори аниқланади. У нефтдаги ва ди-



20.3-рәсім. Абсорбицион намлиги ўлчагичнинг схемаси.

электрик хоссалари жиҳатида унга икки нефть маҳсулотларидagi (мўйлар, мазут, дизель ёнғиллари ва ҳ.) сув миқдорий аниқлаш учун мўлжалланган. Анализатор ўлчаш блокти, таъминлаш ва назорат блоклари (БПБК) ҳамда ўлчанадиган параметрини қайт этадиган автоматик потенциометр КСП4И дан иборат. Анализаторнинг ишлаш принципи назорат қилинбётган маҳсулотнинг диэлектрик сингдирувчанлигини ўлчашга асосланган бўлиб, бу қаттиқликнинг қиймати маҳсулотдаги сув миқдорига пропорционал бўлади. Ўлчаш диапазонлари 0...5 ва 5...15%, ўлчавадиган муҳитнинг температураси 5...50°C, ўлчанадиган муҳитнинг эчкилиги 0,320...0,900 г/см³.

Абсорбицион нам ўлчагичнинг ишлаш принципи (суюқлик учун) сувнинг инфракизил нур соҳасига яқин спектр соҳасидagi нурланиш энергиясини ютишга асосланган. Бундай нам ўлчагичнинг принципал схемаси 20.3-расмда кўрсатилган.

Суюқлик камера 2 дан ўтказилади, у ерда суюқлик орқали манба 1 дан нурланиш оқими Φ_1 ўтади. Камерада энергиянинг бир қисмини нам ютганлиги учун чиқаётган нурланиш оқими Φ_2 нинг энергияси аралашмадаги нам концентрацияси қанча кўп бўлса, шунча кам бўлади. Оқим Φ_2 ни приёмник 3 ўлчайди.

Нурланиш манбаи бўлиб чўғланиш лампаси, приёмник бўлиб эса фоторезистор хизмат қилади. Саноатда ишлатиладиган нам анализаторлари ацетон ва спиртдаги нам концентрациясини 0 дан 5% гача аниқлаш учун хизмат қилади.

20.4-§. ҚАТТИҚ ВА СОЧИЛУВЧАН МАТЕРИАЛЛАРНИНГ НАМЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш усуллари шартли равишда икки гуруппага бўлинади: 1) намунадаги нам ёки қуруқ модда массасини аниқлашга имкон берадиган бевосита усуллар (қуритиш, экстракцион ва химиявий усуллар); 2) намлигини унга боғлиқ параметрини ўлчаш йўли билан аниқлайдиган билвосита усуллар (кондуктометрик, диэлькометрик, 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 жуда юқори тезликда бажарилишига ўлчаш аниқлиги анча наглиги билан хараakterланади.

Техник ўлчашларда деярли ҳамма вақт билвосита усуллар қўлланилади. Билвосита усуллардан кондуктометрик, диэлько-

метрик (синимиди), ўта юқори частотали ва оптик усуллар кенг тарқалган.

Одатда саноатда ишлатиладиган материалларнинг қўпчилиги капилляр-говак жинслар бўлиб, уларда нам говакларда сақланади. Материал ютиши мумкин бўлган нам миқдори капиллярларнинг шакли, ўлчами ва жойлашувига, шунингдек, сувнинг материал билан боғланиш жиҳатига боғлиқ. Намнинг материал билан турлича боғланиши унинг физик хараakterистикаларига турлича таъсир қилади ва бу боғланишни аниқлаш анча қийинчиликларга боғлиқ. Шунинг учун қаттиқ ва сочилувчан материалларнинг намлигини ўлчаш қийинчиликлар туғдиради ва даражаланган хараakterистикаларнинг етарли бўлмаслигига олиб келади.

Капилляр-говак материаллар қуруқ ҳолида солиштирма қаршилиги 10^4 Ом. м ва ундан юқори бўлган диэлектрик моддалар ҳисобланади. Капилляр-говак материаллар намланганида солиштирма қаршилиги 10^4 Ом. м бўлган ўтказгичларга айланиши мумкин.

Кондуктометрик намлик ўлчагичлар қаттиқ ва сочилувчан материаллар намлигини ўлчада кенг ишлатилади. Кондуктометрик усул модда намлиги билан унинг электр қаршилиги ўртасидаги боғланишга асосланган. Бу боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$R = \frac{C}{Wn} \quad (20.5)$$

бу ерда R — материалнинг қаршилиги, Ом; C — материал табиъатга боғлиқ бўлган доимий катталики; W — материалнинг намлиги, %; n — текширилатган материалнинг структураси ва табиъатга боғлиқ бўлган даража кўрсаткичи (турли материаллар учун кенг чегараларда ўзгариб туради).

C доимий ҳам, даража кўрсаткичи n ҳам қар қайси материал учун тажриба йўли билан аниқланади.

Қаршилиқнинг намликка бўлган даражалаш нисбати капилляр-говак материаллар намлигини кондуктометрик усул бўйича аниқлаш усулининг юқори сезгирлигини кўрсатади. Лекин қаршилиқнинг бошқа факторларга (температура, материал таркиби, зичлик, химиявий таркиб, электролитлар мавжудлиги ва бошқалар) мураккаб боғлиқлиги намликни автоматик равишда узлуксиз ўлчада бу усулни яроқсиз қилиб қўяди. Шунинг учун кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг ишлатилиши чекланган.

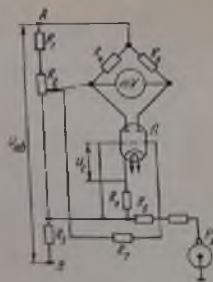
Кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг ўзгарткичлари ясси пластиналар, цилиндрик трубкалар, роликлар ва ҳоказо кўринишда ишланган икки электроддан иборат. Кондуктометрик намлик ўлчагичларнинг кўрсаткичлари фақат тортималарнинг прессланишидагина тикланади, шунинг учун сочилувчан материалларга мўлжалланган ўзгарткичларнинг қўпчилиги электродлар орасидаги тортималарни прессловчи қурилмалар билан таъминланган.

Ўлча шемалари орасида энг унумлиси кўприкли шемалардир. Кўприкли ўлча шемалари юқори сезгирликка эга бўлиб, ўртача ва юқори (5...25%) намликларни ўлчада ишлатилади. 20.4-расмда кўприкли ўлча шемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагичнинг принципл шемаси кўрсатилад. Текширилатган материал ролик ва вал орасидан ўтказилади (ролик валдан изоляцияланган). Занжирнинг асосий элементи кўприкдир, кўприкнинг R_1 ва R_2 елкалари доимий қаршилиқлар, бошқа икки елкаси эса қўш триоднинг икки қаршилиқларидир (схемада икки қўшимча R_3 ва R_4 қаршилиқлар мавжуд). Кўприк диагонали бўйлаб милливольтметр ўланган. Лампанинг чан ярми түридаги U_a манфий кучланиш R_1 қаршилиқдаги кучланишнинг пасайиши орқали аниқланади ва у доимий бўлади. Шунинг учун триоднинг чан ярмидаги қаршилиқ ҳам доимий бўлади. Унг триод түридаги манфий кучланиш U_a дан IR_a катталиқка фарқ қилад. I ток эса кўрилатган материалнинг R_2 қаршилиги ва R_2 реохорд сирпангичининг ҳолатига боғлиқ. Реохорд сирпангичи милливольтметр стрел касининг ноль ҳолатида (кўприк мувозанати бузилган) четга чиқишида R_2 да кучланишнинг пасайиши, R_3 ва R_4 ларда кучланишнинг пасайиши билан мувозанатлашунча компенсатор орқали ҳаракатга келтирилади.

Триоднинг иккала ярмидаги силжиш кучланишлари бир хил бўлганида кўприк мувозанат ҳолатига келади. Намликнинг, бинобарин материал қаршилиги R_1 нинг ўзгариши билан R_2 қаршилиқда ток ҳосил бўлади, кўприк мувозанати бузилади, натижада R_2 сирпангич тегишли қийматга силжийди. Қар би: намлик қийматига реохорд сирпангичи R_2 нинг муайян ҳолати мос келади.

Юқорида айтилганидек, ўзгарткич қаршилиги материал намлигида ташқари бошқа факторларга ҳам боғлиқ. Шунинг учун қаршилиқ ва намлик ўртасидаги нисбатни таърифловчи эгри чизикларнинг хараakterи бир хил бўлса ҳам турли моддаларга мос келмайди (ҳар бир модда учун даражалаш эгри чизик ёки ҳисоблаш жадваллари керак бўлади).

Диэлькометрик усул капилляр-говак жинслар намлигининг ўзгариши уларнинг диэлектрик сингдирувчанлигини жуда ўзгартриб юборишига асосланган. Қуруқ жинсларда диэлектрик



20.4-расм. Кўприкли ўлча шемасига эга бўлган автоматик намлик ўлчагич.

синтезирувачлик $\kappa = 1 \dots 6$, сувички эса $\kappa = 81$. Материалнинг намлиги ўзгариши натижасида диэлектрик синдирувчанликнинг ўзгариши, одатда, қопламалари орасига анализ қилинган материал жойлаштирилган конденсатор синимини ўзгариши бўлиши аниқланади. Диэлектрик намлик ўлчашининг ўзгариши иккита яси пластини ёки иккита концентраторлар тарзида ясалиб, уларнинг ораси анализ қилинган материал билан тўлдирилади. Геометрик ўлчамлари маълум конденсаторнинг синимини қуйидаги формула билан ифода қилиш мумкин

$$C = K \cdot \epsilon, \quad (20.6)$$

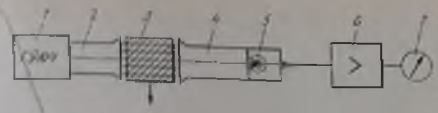
бу ерда K — конденсаторнинг геометрик ўлчамлари ва шаклига келиб қилинган доимий; ϵ — материалнинг намлиги бўлиши аниқланади.

Синимли ўзгаришнинг юқори частотали тебраниш контурига ўланishi ўзгаришнинг синимини ва унга қараб материалнинг намлигини ўлчаш учун лампага ёки ярим ўтказгичли асбобларнинг резонанс схемаларидан фойдаланишга имкон беради. Синимли ўзгаришлар материалнинг таркиби, унинг тузилиши ҳамда электрод билан материал ўртасидаги контакт қаршилиқка кам сезгир. Чунки кўпчилик материалларнинг диэлектрик синдирувчанлиги температурага боғлиқ бўлади, сапоси асбобларда температуранинг ўзгаришига тузатмани автоматик киритиш кўзда тутилади. Синимли намлик ўлчашчиларнинг хатолиги 0,2...0,5% ни ташкил этиши мумкин. Бироқ номуна олиш усули (конденсатор қопламалари орасини материал билан тўлдирish) ўлчаш натижаларига таъсир қилиши мумкин. Масалан, қатто анализ қилинган материал зарраларининг ўзгариши намлик ўлчашининг кўрсатишига жуда катта таъсир қилади. Шу сабабли қаттиқ ва сочлудучан жисмларнинг намлигини ўлчайдиган синимли намлик ўлчашчилар техник ўлчашларда кайроқ қўлланилади.

Қаттиқ, сочлудучан, шунингдек, толали материаллар намлигини ўлчашнинг мураккаблиги шундаки, датчик материал билан ўзаро таъсирлашганида унинг структураси, тўқилма зичлиги ва бошқа факторлар ўзгариши ва улар асбоб хатолигини жуда кўпайтириб юбориши мумкин. Шунинг учун саботда асосан контакtsiz ўлчаш усуллари қўлланилган: ўта юқори частотали ва оптик усуллар.

Ўта юқори частотали (УЮЧ) намлик ўлчашчиларда сув ва қуруқ модданинг электр хоссалари энча (ўнлаб марта) фарқ қилишидан фойдаланилади. Намлик концентрацияси анализ қилинган материал қатламидан ўтаётган юқори частотали нурланishларининг сусайишига қараб ўлчанади.

Ўта юқори частотали (УЮЧ) усул ультрақисқа сантиметрли радиотўқинлар соҳасида (3000...10 000 МГц) материалларнинг электр хусусиятлари улардаги намликка боғлиқ эканлигига асосланган. УЮЧ намлик ўлчашчиларнинг тузилиш схемаси 20.5-расмда тасвирланган.



20.5-расм. Ўта юқори частотали намлик ўлчашининг тузилиш схемаси.

Текшириланган материал 3 УЮЧ генератор 1 дан таъминланувчи узатувчи антенна 2 ва қабул қилувчи антенна 4 орасидан ўтади. Қабул қилувчи антеннада УЮЧ ли нурланishнинг заифлашган сигнални қабул қилувчи детектор 5 жойлашган. Кучайтиргич 6 орқали кучайтирилган бу сигнал ўлчаш асбоби 7 га келади.

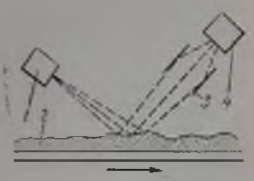
УЮЧ ли усул контакtsiz ва инерцияsiz бўлиб, маъжуд электронтларга ва бошқа электр усулларга кўра материалдаги намликнинг нотекис тарқалishiга унчалик сезгир эмас.

УЮЧ ли намлик ўлчашчиларнинг асосий камчилиги асбоб шаклланишининг мураккаблигидир. Бундан ташқари, бу асбоблар назорат қилинган материалнинг доимий зичлиги даражасининг ёки зичлиги ҳақидаги маълумотни талаб қилади.

УЮЧ ли намлик ўлчашчилар 0...100% ли кенг диапазонда намликни юқори аниқлик билан ўлчашга имкон беради.

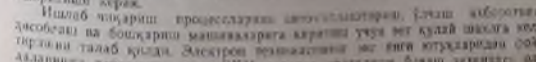
Оптик намлик ўлчашчиларда модданинг намлиги билан ундан қайтган нурланishнинг орасидаги боғланишдан фойдаланилади. Энг катта сезгирлик ҳосил қилиш учун спектонинг инфракизил соҳасидаги нурланishдан фойдаланилади. Уни маяба 1 ҳосил қилади (20.6-расм). Анализ қилинган материал 2 дан қайтган ёруғлик оқими тўлаш қўрилмаси 3 ёрдамида приёмник 4 га юборилади. Материалнинг намлиги қанча катти бўлса, у инфракизил нурларни шунча яхши ютади ва қайтган оқим биқдори шунча кам бўлади.

Бу усул билан фақат юққа қатламнинг (5...30 мм) намлигини ўлчаш мумкин бўлганлигидан намлик ўлчашдан, одатда, конвейер ленталарида ташинган сочлудучан материаллар учун фойдаланилади. «Берег» типдаги оптик намлик ўлчашчилар намлиги 80% гача бўлган материалларни анализ қилишга имкон беради.



20.6-расм. Оптик намлик ўлчаш.

Микропроцессор тарихига арифметик мантиса ҳурлимаи, бонҳарини қў-
маси ва ички регистрлар били караи.



[illegible]

21.2-б. ТП АБС нові джерела інформації системного

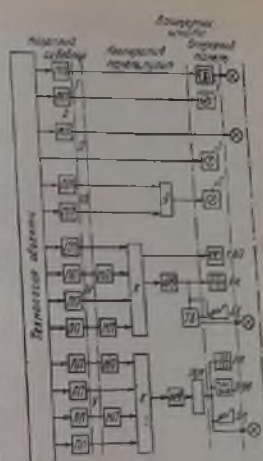
[illegible]

Ўзбекида кўпчилик ўйлаганича жиб-бар ва ўзгаришчилар Б. Ёр-
данга термостатлар, термоэлектрон, термометрлар, басим ўлчамасини
қосимлар, фарди, сиффи, сатт ўлчамасини, суғдишлар ва таълар таро-
қини анализаторлар) ўзлашда тегишли катталарини баъзи ва ўлар-
ни тегишли катталарга ўзгаришчи электрик аналог сифатларини
қосимлар.

[illegible][illegible]

Ушундан системалар тарапынан келтирилген мураллабтуулуктар, реттар джамгыртып кулаштын чечимин I—III системалар жобасын келтирилген шектендириш жана операторлорго ыкканият дин. Шу мумкундак биздин бул мураллабтуулуктар I дин фойдаланылышталар параметрлер системасы IV иинг келдирилди. рет кун каналда аналит мураллабтуулуктар дин келдирилди.

IV системада унификация
ўзгарткчлар III дан қолдирилган
сигналар 4 КАН и



21.2. pH в ABC вода окружающей среды.

Билекчилер олдига келаткан ебон
 уяшган ва йирилганнинг кўп
 мураккабликта объектлари бошлар
 эк. Олдинроқ объектларда уяшган ва
 кини ва уяшганларини олдига келаткан
 алага ояшган

[illegible]

тағы тек сигналдары IIII дән екі жүзге
кейінге ауысқан. К. те қалада, ушаға
социометрияға, біра аналогтардығы

44-сө ниспаламач асасолар булалди, IV-V структура-ларда бирламач па норма-

100

Дисплейдан фойдаланиб ахборотларни тақдим этишнинг энг яқинида формалардан бири экранга объектинин эммоскемалари фрагментларини параметрларини ялғизлаштириб ҳақиқат рақамли ахборотни ўқиб тақдим этилади. Эммоскемалар тегишлик объект ёки унинг асосий қисмларини функционал элементларнинг статик схемини тасвирлайди. Эммоскеманинг тегишли жойларига қўйилганлиги динамика маълумоти хисоблаш машинасининг буферли хотираси қўрамада БЗУ да сақланади. Дисплей қўлатишдан сўнг бериладиган қандайдир бўлиб эммоскеманинг маълум фрагменти ва БЗУ дан тегишли маълумоти чиқарилади.

Рақамли ахборотларни рақам босиш қўрилмалари рақамли таблолар ва ЭНИ ёрдамида тақдим этиш унга ҳатто нисбатан киритмайди. Алтиб ўттириш қўрилмаларининг ишлаши қўйиш сўбали ахборотни тақдим этишда юзга келадиган ҳаттоликлар бу ерда кўриб чиқилайди.

21.3. §. Автоматизация извора́т қилиш воситаларининг самарадорлиги

Назорат қилишнинг автоматизация воситаларидан фойдаланишнинг самарадорлиги агар бу воситалар улар жорий этилганга қадар натижасини меҳнатнинг ҳақиқий сарфланган ларвансига нисбатан натижасини меҳнатга тежасини таъминласа, бу самарадорлигини исботлаш деб ҳисоблаш мумкин.

Натижасини меҳнат сарфларини экинча ва уларнинг зарарларини таққослаш самарадорлиги мезонлари деб аталадиган турли усуллар ва баҳолашлар ёрдамида аниқлаш ошарилади мумкин. Ишлаб чиқаришнинг ҳозирги ривожланиш босқичида ТП АБС нинг ва ахборот-уллош системасининг иқтисодини самарадорлигини ҳисоблашда қўйидаги мезонлар: келтирилган харажатларнинг минимуми, рентабеллик кўрсаткичи, мақсадларининг вазн коэффициентлари билан фойдаланилади.

Келтирилган харажатлар минимумининг кўрсаткичи жорий харажатларни қўйидаги капитал харажатлар билан таққослашда келтириб чиқарилади ва қўйидаги математик нидога ага булади:

$$Z = Cn + EK = \min, \quad (21.1)$$

бу ерда Z — йиллик маҳсулот аниқлашга кетган келтирилган харажатлар йилгисини; n — йиллик топшириқ, допа; C — битта деталнинг таннархи, сўм; E — самарадорлиги нормаси (ўзини қўлаш муадатига тескари катталиги); K — назорат воситаларини жорий этиш муносабати билан асосий ва оборот фондларга қўйилган капитал харажатлар.

Ҳисоблашларда маҳсулот бирлигига қўйидаги келтирилган харажатлар билан фойдаланиш аниқ қўйидаги, яъни

$$z = Z/n = C + E = \min, \quad (21.2)$$

бу ерда

$$E = EK/n,$$

Бу ҳолда келтирилган харажатлар маҳсулот бирлиги таннархи билан самарадорлиги нормасини ҳисоб а олиш ҳолда маҳсулот бирлигига қўйилган капитал харажатларнинг йилгисига тенг, $z = \min$ бўлишини таъминлайдиган ҳисоблаш вариант ошарилади ҳисобланади.

Базавий вариант билан таққослаганда Z_1 ва Z_2 харажатлар таққосланади

$$Z_1 = C_1n + EK_1 \quad (21.3)$$

$$Z_2 = C_2n + EK_2 \quad (21.4)$$

Харажатларининг камейиши ΔZ нинг вариантда базавий вариантга таққослаганда қўйидагига тенг:

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2 = C_1n - C_2n + EK_1 - EK_2 = n(C_1 - C_2) + E(K_1 - K_2) = -n(C_1 - C_2) - E(K_1 - K_2). \quad (21.5)$$

Таннархдан келган тежасини $(C_1 - C_2)n - EK$ деб ва таннархга келтирилган капитал қўйидамалар айирмасини $E(K_1 - K_2) = \Delta K$ деб баҳолаб харажатларини максимал тежаси ҳисобланади, яъни

$$\Delta Z = \Delta C - \Delta K = \max, \quad (21.6)$$

Келтирилган харажатларининг минимуми кўрсаткичи (21.6) даги математик нидога қўйидаги математик босқичли системаларни қўйидаги қўйидаги самарадорлигини йириклаштираб ҳисоблашда қўйидаги.

Рентабеллик кўрсаткичи — олиган фойдаланиш асосий ва оборот фондларининг йилгисига нисбатидан иборат бўлиб, қўйидаги фойдаланиш баҳо берилган асосий параметр ҳисобланади ва қўйидаги формула билан аниқланади:

$$R = (C - Z_2)/K, \quad (21.7)$$

бу ерда C — келтирилган маҳсулотнинг нидога келган нидога келган қўйидаги маҳсулотларга таннарх бўлиб қўйидаги зарарлати; K — капитал қўйидаги.

Ишлаб чиқариш қўйидаги турли баҳолаш натижаларини таққослашда ва маҳсулот ишлаб чиқаришда қўйидаги қўйидаги нидога келган баҳолашда турли самарадорлиги қўйидаги катталиги билан фойдаланилади

$$\Delta_{\text{вар}} (C - C_1)n_1 - (C - C_1)n_2. \quad (21.8)$$

(21.8) айирмасини қўйидаги таннарх аниқлашда қўйидаги қўйидаги маҳсулот билан олинадиган қўйидаги қўйидаги $(C_1 - C_2)(n_1 - n_2)$ қўйидаги маҳсулот ишлаб чиқаришда таннархнинг пасайиши $(C_1 - C_2)(n_1 - n_2)$ биринчи вариантда кўрсатилган қўйидаги маҳсулот ишлаб чиқаришдан таннархнинг пасайиши $(C_1 - C_2)n_1$ га ажратиш мумкин.

Назорат қилиш воситаларини жорий этишдан олинадиган самарадорлигининг муҳим кўрсаткичи бўлиб, фойда олишдан ва таннархнинг пасайиши билан келадиган самарадорлигини ҳисоб а олиш қўйидаги ўзини қўйидаги муадатига хизмат қилади:

$$L_{\text{ож}} = \frac{K_2 - K_1}{(C - C_2)n_2 - (C - C_1)n_1}. \quad (21.9)$$

Назорат қилиш самарадорлигини аниқлашда қўйидагидан математик моделлар, инвариантлар мақсад функциясини сифатли ва ёки бу самарадорлиги мезонидан (жами келтирилган харажат, таннарх, рентабеллик ва қ. к.) фойдаланишдан қўйидаги назорат ўзгармасдан қўйидаги.

Локал автоматлаштириш, тежасдорлиги параметрларини стабиллаш самарадорлиги учун назорат қилиш воситаларини ишлаб чиқаришда қўйидаги автоматлаштиришда назорат воситаларини қўйидаги самарадорлигини баҳолашнинг иқтисодий мезонига асосланиб бўлавермайди. Бу ҳолда мақсадларининг вазн коэффициентлари усулдан фойдаланилади.

Масала шундай қўйидаги, бунда назорат қилиш воситаларини фойдаланиш бир қанча, масалан, z_1, z_2, z_3 мақсадларга етишга қўйидаги қўйидаги. Қўйидагидан мақсадларга етишга бир неча йўл (стратегия) — A_1, A_2, A_3 олиб бориш мумкин. Экспертлар ёрдамида вазн коэффициентлари аниқланади.

$z_1 = 0,4; z_2 = 0,2; z_3 = 0,1$ бўлсин. Қўйидаги қўйидаги стратегияларининг қўйидагидан мақсадга етишдаги таъсири уларнинг самарадорлигини билан аниқланади. Қўйидагидан деб фарз қилайлик:

$$A_1 \text{ да } \begin{cases} z_1 \rightarrow 0,1 \\ z_2 \rightarrow 0,3 \\ z_3 \rightarrow 0,4 \end{cases} \\ A_2 \text{ да } \begin{cases} z_1 \rightarrow 0,9 \\ z_2 \rightarrow 0,8 \\ z_3 \rightarrow 1,0 \end{cases} \\ A_3 \text{ да } \begin{cases} z_1 \rightarrow 0,7 \\ z_2 \rightarrow 0,4 \\ z_3 \rightarrow 0,6 \end{cases}$$

3 — система мюрин атларини қалар ми вақтин ҳақини йўқотишига қўмуши ми фойдалан ч ангабди; f — ш ҳақини кўзда тутгани усини; β — маҳсулот умумий таъмирлаш қилинча қарама-қарши; ω — умумий қўшимча қаражатлар суммасида шартан — тоғини қаражатлар умуми; α — шартан 1 доний қўшимча қаражатларда ми ҳақини узати, %

Ассосий ўзгарувчан катталик $\frac{b \cdot 100}{100 - \beta} = B$ маҳият умумдорлигини усини эҳтимолли тўғрисида тасаннур беради; (21.10) ифодами соддавланган равиш

$$\Delta C = C \frac{1}{100} \left[\frac{B}{100 + \beta} (m + \beta \cdot B) - f \right], \quad (21.11)$$

бу ерда m, k, f — асосий ўзгармас коэффициентлар

$$m = a + \beta \cdot z / 100 + b \cdot \alpha \cdot \omega \cdot f / 100^2, \\ k = a / 100 - b \cdot \alpha \cdot \omega / 100^2; f = \alpha \cdot \omega / 100 \quad (21.12)$$

Олам масолимида қабиб, (21.12) ифодадан фойдаланиш ҳолда мисбати ўзгармас коэффициентларини топамиз:

$$m = 6,0 + \frac{12 \cdot 60}{100} + \frac{12 \cdot 60 \cdot 1,12 \cdot 3,3}{100^2} = 8,0 + 7,2 + 0,00266 = 15,203;$$

$$k = \frac{8,0}{100} - \frac{12 \cdot 60 \cdot 1,2}{100^2} = 0,08 - 0,08064 = -0,00064;$$

$$f = \frac{8,0}{100} \cdot 3,3 = 0,264; \beta = 9,2; \beta = 12,4;$$

$$B = \frac{9,2 \cdot 100}{100 - 12,4} = 10,5$$

Бундан таъмирнинг пасайиши

$$\Delta C^* = \frac{B}{100 + \beta} (m + \beta B) - f = \frac{10,5}{100 + 10,5} (15,203 - 0,00064 \cdot 10,5) - 0,264 = 0,095 (15,203 - 0,00672) = 0,095 \cdot 15,196 - 0,264 = 1,18\%.$$

Фойдаланилган адабиёт

1. Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств: Учебник. — 3-е изд. — М.: Машиностроение, 1983. — 424 с.
2. Промышленные приборы и средства автоматизации. Справочник. Вып. 1. В. В. Черенкова. — Л.: Машиностроение, 1987. — 447 с.
3. Иванов Г. М., Кузнецов И. Д., Чирков В. С. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 232 с.
4. Кузнецов Н. Д., Чистяков В. С. Основы науки в аппаратуре по теплотехническим измерениям и приборам: Учебник. — 2-е изд. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 128 с.
5. Крестьянский П. П. Расходомеры и счетчики расхода: — 3-е изд. — Л.: Машиностроение, 1975. — 776 с.
6. Крестьянский П. П. Измерение расхода микропроцессорами: — Л.: Машиностроение, 1982. — 214 с.
7. Шкатов Е. Ф. Технологические измерения и приборы на предприятиях химической промышленности: Учебник. — М.: Химия, 1980. — 328 с.
8. Вершинин О. Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов. — Л.: Энергоатомиздат, 1988. — 208 с.
9. Лаптев Г. И., Полохин Л. М. Автоматизация производственных процессов и химической промышленности: Технические средства и лабораторные работы: учебное пособие. — 3-е изд. — М.: Химия, 1988. — 288 с.
10. Петров И. К. Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности: Учебник. — 2-е изд. — М.: Агропромиздат, 1983. — 343 с.
11. Мирский Г. Я. Микропроцессоры в измерительных приборах — М.: Радио и связь, 1984. — 161 с.
12. Мелик-Шахназаров А. М. и др. Микропроцессоры и приборы на встраиваемых микропроцессорах. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 244 с.
13. Каратев Ф. Н., Колырин М. А. Расходомеры постоянного перепада давления. — М.: Машиностроение, 1980. — 95 с.
14. Юсуфбеков Р. Н., Мухамедов Б. Р., Булматов Ш. М. Автоматизация на основе микропроцессоров автоматизированных линий. Ташкент, «Экспресс», 1982. — 353 с.
15. Леонид М. В. Технологические измерения и приборы в пищевой и деревообрабатывающей промышленности: Учебник. — М.: Легкая промышленность, 1984. — 352 с.
16. Малиновский В. И. и др. Электрические измерения: Учебное пособие. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 416 с.
17. Юсуфбеков Р. Н., Мухамедов Б. Р. (и др.). Автоматизация жилищных сред. Авт. св. СССР, № 01 и, № 421 100 М 196428, 130251, 3 И 1967, № 11.

18. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Устройство для измерения плотности жидких сред. Авт. св. СССР G 601 п. К442 1 7/01 № 206026, 15.10.67, Б. И. 1968, № 4.
19. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Плотномер для жидких сред. Авт. св. СССР G 601 п. К442 1 7/03 № 211136, 23.11.67, Б. И. 1968, № 7.
20. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Капиллярный вискозиметр. Авт. св. СССР G 601 п. К442 1 7/01 № 222593, 23.03.68, Б. И. 1968, № 19.
21. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Капиллярный вискозиметр. Авт. св. СССР G-01 п. К442 1 7/02 № 232593, 23.09.68, Б. И. 1969, № 1.
22. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Вискозиметр для жидких сред. Авт. св. СССР G 601 п. К442 1 7/01 № 238873, 18.12.68, Б. И. 1969, № 10.
23. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Автоматический контроль и регулирование процесса обезвоживания нефти — «Механизация и автоматизация производства», 1966, № 11.
24. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Новые химические датчики — Бюллетень научно-технической информации «Янги техника», 1967, № 6.
25. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Электрохимический влагомер для измерения влажности хлорид-соды и других ионообменных материалов. — Бюллетень научно-технической информации «Янги техника», 1966, № 12.
26. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Новый плотномер для измерения плотности различных жидкостей. — Бюллетень научно-технической информации «Янги техника», 1967, № 12.
27. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Новые плевматические вискозиметры для непрерывного измерения вязкости жидкостей. — Бюллетень научно-технической информации «Янги техника», 1969, № 6.
28. Юсупбеков Н. Р., Мухамедов Б. И. (и др.). Непрерывнодействующий кольцевой вискозиметр. — Сборник ТашПИ, серия Химия и химическая технология, 1969, вып. 55.
29. Хакимов Р. А. Капиллярные вискозиметры. Ташкент, «Фан», 1977, — 60 с.

МУНДАРИЖА

Сўзбоши	3
Биринчи бўлим	5
Метрология ислоҳлари ва ўлчаш воситалари	5
1-бўб. Ўлчашлар ҳақида умумий маълумотлар	5
1.1-§. Ўлчашлар. Ўлчаш турлари	5
1.2-§. Ўлчаш воситалари, уларнинг элементлари ва параметрлари	8
1.3-§. Асбобларнинг давлат системаси (АДС)	13
2-бўб. Ўлчаш хатоликлари ва уларни баҳолаш	16
2.1-§. Ўлчаш хатоликлари ва ўлчаш асбоблари ҳақида умумий маълумотлар	16
2.2-§. Хатоликларнинг статистик характеристикаси	21
2.3-§. Ўлчаш воситалари структураси	28
2.4-§. Техник ўлчашларда йўналиш системалари хатоликларини баҳолаш	30
2.5-§. Ўлчаш воситаларининг статик ва динамик характеристикалари ҳақида тушуниқ	33
2.6-§. Ўлчаш асбобларининг ишончлилиги ҳақида асосий тушуниқлар ва маълумотлар	37
Иккинчи бўлим	45
Температурани ўлчаш	45
3-бўб. Температурани ўлчаш ҳақида асосий маълумотлар ва ўлчаш асбобларининг классификацияси	45
3.1-§. Температура ва температура шкаллари ҳақида асосий маълумотлар	45
3.2-§. Температура ўлчаш асбобларининг классификацияси	48
4-бўб. Қонғиш термометрлари	50
4.1-§. Сувқилиқ, дилатометрик ва биометалла термометрлар	50
5-бўб. Манометрик термометрлар	55
5.1-§. Газли, суюқликли ва конденсация манометрик термометрлар	55
6-бўб. Термоэлектр термометрлар	60
6.1-§. Назарий асослар ва термоэлектр занжирлар	60
6.2-§. Термоэлектр материаллар ва термоэлектр қўзғаткичлар	65
6.3-§. Ҳаётли термоэлектрод системлари	69
6.4-§. Термоэлектр термометр эркин ўлчаш температурасининг баҳолашнинг компенсациялаш усуллари	70
6.5-§. Муқовимлиқ термометрлар	71
6.6-§. Потенциометрлар	74
6.7-§. Автоматик потенциометрнинг ўлчаш схемасини ҳисоблаш	80
7-бўб. Қаршилик термометрлари	82
7.1-§. Қаршилик термометрлари ҳақида умумий маълумотлар	82
7.2-§. Қаршилик термометрларининг тузилиши	85
7.3-§. Қаршилик термометрларининг ўлчаш усуллари	88
7.4-§. Логометрлар	90
7.5-§. Қаршиликлар ўлчашнинг қўзғаткич схемаси	94
7.6-§. Қаршиликларнинг ўлчашнинг компенсациялаш усули	97
7.7-§. Автоматик қўзғаткич ўлчаш схемасини ҳисоблаш	99
8-бўб. Нурланиш пирометрлари	100
8.1-§. Температурани ўлчаш нурланиш ислоҳлари	100

8.2-§. Квантихохроматик (фотик) опрометрлар	210
8.3-§. Спектрал нисбатли (радиал) опрометрлар	211
8.4-§. Ҳаққ бурчли (радиал) опрометрлар	212
9-б.б. Температурани махсус ўлчаш учун термометрлар	213
9.1-§. Каттик жисмлар сиртлаги температурасини ўлчаш	214
9.2-§. Азот (газ оқимларини) температурасини ўлчаш	215
9.3-§. Эритмаларнинг температурасини ўлчаш	216
Учинчи бўлим	217
Сигнал ўзгарткичлар ва масофани ўлчатиш системалари	218
Умумий маълумотлар	219
10-б.б. Электр ўзгарткичлар	220
10.1-§. Кучи компесивацияли ўзгарткичлар	221
10.2-§. Силлиш компесивацияли ўзгарткичлар	222
10.3-§. Частотали ўзгарткичлар	223
11-б.б. Пневматик ўзгарткичлар	224
11.1-§. Кучи компесивацияли ўзгарткичлар	225
11.2-§. Силлиш компесивацияли ўзгарткичлар	226
12-б.б. Нормаловчи ўзгарткичлар	227
12.1-§. Нормаловчи ўзгарткичлар	228
12.2-§. Электр-пневматик ва пневмо-электр ўзгарткичлар	229
Тўртинчи бўлим	230
Босим ўлчаш	231
13-б.б. Босим ўлчаш асбоблари	232
13.1-§. Асосий маълумотлар ва классификацияси	233
13.2-§. Суюқлик босим ўлчаш асбоблари	234
13.3-§. Деформацион (пружинияли) асбоблар	235
13.4-§. Икк поршенли асбоблар	236
13.5-§. Электр асбоблар	237
13.6-§. Ионизацион асбоблар	238
13.7-§. Иссиқлик ўтказувчи асбоблар	239
Бешинчи бўлим	240
14-б.б. Маълум мақдор ва сарфни ўлчаш	241
14.1-§. Асосий маълумотлар ва классификацияси	242
14.2-§. Суюқлик ва газлар мақдорини ўлчаш	243
14.3-§. Босимлар фарқи ўлчаш асбоблари	244
14.4-§. Стандарт толайитрувчи қурилмаларнинг ҳисоблаш	245
14.5-§. Босим фарқлари ўлчаш асбоблари	246
14.6-§. Теъдид босим бўйича сарф ўлчаш асбоблари	247
14.7-§. Ҳаққ бурчли сатҳли сарф ўлчаш асбоблари	248
14.8-§. Индукцион сарф ўлчаш асбоблари	249
14.9-§. Ультратовушли сарф ўлчаш асбоблари	250
14.10-§. Калориметрик (иссиқлик) сарф ўлчаш асбоблари	251
14.11-§. Ионизацион сарф ўлчаш асбоблари	252
Олтинчи бўлим	253
15-б.б. Суюқлик ва суюқлашган моддалар сатҳининг баъзиларини ўлчаш	254
15.1-§. Асосий маълумотлар ва классификацияси	255
15.2-§. Қўрсатиш ойиси	256
15.3-§. Қалқончили сатҳ ўлчаш асбоблари	257
15.4-§. Гидростатик сатҳ ўлчаш асбоблари	258
15.5-§. Электр сатҳ ўлчаш асбоблари	259

16-б.б. Суюқликларнинг таркибини анализ қилиш	260
16.1-§. Асосий маълумотлар ва классификацияси	261
16.2-§. Термикондуктометрик газ анализаторлари	262
16.3-§. Термикондуктометрик газ анализаторлари	263
16.4-§. Абсорбцион-оптик газ анализаторлари	264
16.5-§. Электрхимиявий газ анализаторлари	265
16.6-§. Термохимиявий газ анализаторлари	266
16.7-§. Фотохромиявий газ анализаторлари	267
16.8-§. Ионизацион газ анализаторлари	268
16.9-§. Хроматографик газ анализаторлари	269
16.10-§. Масса-спектрометрик газ анализаторлари	270
Олтинчи бўлим	271
17-б.б. Молдаларнинг намлигини ўлчаш	272
17.1-§. Асосий маълумотлар ва классификацияси	273
17.2-§. Газларнинг намлигини ўлчаш	274
17.3-§. Суюқликларнинг намлигини ўлчаш	275
17.4-§. Каттик ва суюқлашган материалларнинг намлигини ўлчаш	276
Олтинчи бўлим	277
18-б.б. Автоматлаштирилган назорат системалари ва унинг самарадорлиги	278
18.1-§. Микропроцессорлар ва ЭХМ лардан автоматлаштирилган назорат системасида фойдаланиш	279
18.2-§. ТП АБСнинг ахборот-ўлчаш системаси	280
18.3-§. Автоматик назорат қилиш воситаларининг самарадорлиги	281

34.9
М 93

Муҳамедов Б.

Метрология, технологик параметрларни
ўлчаш усуллари ва асбоблари: Олий техника
ўқув юрт. «Технологик жараёнларни ва ишлаб
чиқаришни автоматлаштириш» ихтисослиги
талабалари учун дарслик // Масъул муҳар-
рир Ж. Исроилов/. — Т.: Ўқитувчи, 1991. —
320 б.

Мухамедов Б. Э. Метрология, технологические из-
мерения и приборы.

ББК 34.9я 73 + 30.10

№
давл.

2000
Карт. тиражи 4000

На узбекском языке

МУХАМЕДОВ БАХТИЁР ЭРГАШЕВИЧ

МЕТРОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ

Ташкент — «Ўқитувчи» — 1991

Масъул муҳаррир Ж. Исроилов
Нашриёт муҳаррири А. Аҳмедов
Бадний муҳаррир Ф. Некҳадамбоев
Техн. муҳаррир Т. Скиба
Корректор Д. Умарова

ИБ № 4993

Тирингга берилди 7.02.90. Босишга рухсат этилди 19.07.91. Формати 60 × 90/16. Тип. қоғози
№ 2. Литературная гарнитура. Кегли 10 шпонам. Юқори босма усулида босилди. Шартли
б. л. 20. Шартли кр-отт. 20,125. Нашр. л. 15,23. Тиражи 3000. Зак. № 1245. Баҳоси 2 с. 50 т.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, 129. Навоий кўчаси, 80. Шартнома 11-276-89.

Область газеталарининг М. В. Морозов номидаги босмахопаси ва бирлашган нашриёти. Са-
марқанд ш. У. Турсунов кўчаси, 82. 1991.

Объединённое издательство и типография областных газет им. М. В. Морозова. Самарканд
ул. У. Турсунова, 82.