

644.2
11-24

Х. МАНСУРОВ

**АВТОМАТИКА
ВА ПАХТАНИ
ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ
ЖАРАЁНЛАРИНИ
АВТОМАТЛАШТИРИШ**

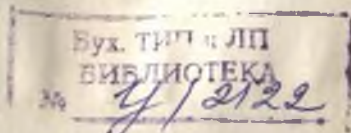
"ЎЗБЕКИСТОН"

677.2
М-24

Х. МАНСУРОВ

**АВТОМАТИКА
ВА
ПАХТАНИ
ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ
ЖАРАЁНЛАРИНИ
АВТОМАТЛАШТИРИШ**

Тошкент
«Ўзбекистон»
1996



Такризчилар: *Х. Т. Аҳмадхўжаев,*
Д. Я. Ёқубов, М. Т. Ҳожиёв.

Масъул муҳаррир — *С. Мажидов*
Муҳаррир — *Х. Пўлатхўжаев*

М $\frac{2402000000-58}{\text{М } 351(04) - 95}$ 95

© «Ўзбекистон» нашриёти, 1996 й.

СУЗ БОШИ

Дарслик «Автоматика ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» курси дастурига мувофик «Пахтани дастлабки ишлаш технологияси ва ускуналари» ихтисослиги бўйича таълим оладиган олий ўқув юрти талабалари учун ёзилган бўлиб, бўлғуси муҳандис-технолог ва механикларнинг автоматлаштириш фанининг назарий ва амалий асосларини пухта ўзлаштириши ҳамда автоматика элементлари ва системаларининг пахтани дастлабки ишлаш технологик жараёнларини автоматлаштириш учун қўллаши йўлидаги фаолиятини ошириш учун хизмат қилади.

Автоматлаштириш фанини ўрганиш борасида муҳандислар технологик жараён ҳамда машина ва агрегатларнинг тавсифларини, автоматика элементлари ва системаларининг тузилишини, ишлаш асослари, афзаллиги ва камчиликларини ҳамда қўлланиш соҳаларини билиб оладилар. Улар технологик машина, агрегат ва цехни автоматлаштиришнинг функционал схемасини туза билиш, пахтани дастлабки ишлаш технологик оқимидаги автоматлаштириладиган объектларни статик ва динамик иш ҳолатлари тавсифини тажрибада ёки назарияда кўрсата билиш, технологик параметрларнинг ростланиш, кузатилиш сифати аниқлигига қўйиладиган талабларни асослай билиш, автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш учун «техник топшириқ» тайёрлай билиш ва пахтани дастлабки ишлаш технологик жараёнларини автоматлаштиришнинг келажакдаги ривожланиш йўналишларини тасаввур қила билиш каби катор имкониятларига эга бўладилар.

Пахта заводларини автоматлаштириш муаммоларини ҳал қилишда одатда ҳамма мутахассислар — технолог, механик-конструктор ва автоматчи-муҳандислар фаол иштирок этадилар, аммо бу ишни аниқ амалга оширишда технолог ва механик муҳандисларнинг ҳиссаси ва масъулияти жуда каттадир, чунки улар технологик жараён ва технологик машиналарни автоматлашти-

риш бўйича лойиха яратиш учун зарур бўлган кўрсатма — «техник топширик» тайёрлайдилар.

Техник топширикда муҳандис технолог, механик ва конструкторлар томонидан яратиладиган илғор технология, юкори самарадорликка эга бўладиган технологик машина ва ускуналарни энг зарур сезгичлар — ўлчов ўзгарткичлар билан жихозлаш, қўлланадиган бошкариш, ростлаш, кузатиш ва бошка системаларнинг турлари, ишлаш аникликлари тўғрисида ҳар тарафлама мукамал маълумотлар ва кўрсатмалар баён килинган бўлади. Бундай мастўлиятли вазифани автоматика ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш фани асосларини пухта эгаллаган технолог, механик ва конструктор муҳандисларгина муваффақиятли бажариши мумкин.

Дарсликда автоматлаштириш муаммоларининг талаблари ва ечимларини топиш, автоматика қурилмаларининг тузилишини, ишлаш асосларини ўрганишга, лойиха ва конструкторлик ишларини тайёрлаш ҳамда пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш борасидаги илғор тажрибаларни ўрганишга асосий эътибор қаратилган. Пахта заводларини автоматлаштириш даражасининг ривожланишида электрон ҳисоблаш машиналари (ЭХМ) ҳамда технологик жараёнларни бошкаришнинг автоматлаштирилган системаси (ТЖБАС) каби илғор техника ва технология асосларини ўрганишга алоҳида эътибор берилган.

Дарсликнинг ёзилишида пахта саноати соҳасидаги етакчи илмий текшириш институтлари, конструкторлик ва лойиҳалаш ташкилотлари ўтказган илмий текшириш ишлари натижаларидан ва муаллифнинг автоматика ва пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш бўйича олиб борган кўп йиллик илмий-услубий ишларидан фойдаланилган.

Дарсликнинг қўлёзмасини ўкиб чиқиб, ўзларининг кимматли маслаҳатларини берган техника фанлари номзодлари М. Ж. Тиллаевга, Х. Т. Аҳмадхўжаевга, М. Т. Хожиевга ва техника фанлари доктори, профессор Д. Я. Екубовга, техника фанлари доктори, профессор А. А. Кодировга, техника фанлари доктори Н. Камоловга муаллиф ўзининг миннатдорчилигини билдиради.

Муаллиф ҳурматли китобхонлардан дарсликка онд ўз фикр-мулоҳазаларини билдиришларини сўрайди.

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИ АВТОМАТИКАСИ

1-б о б. АСОСИЙ ТАЪРИФ ВА ТУШУНЧАЛАР

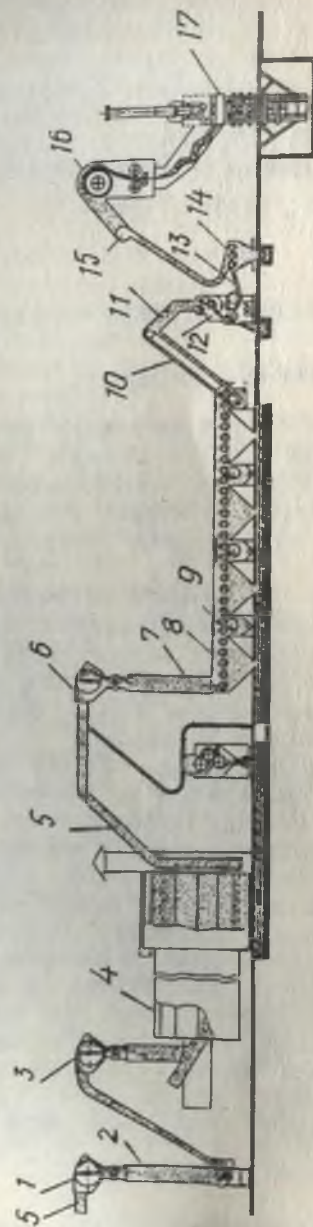
1.1- §. Курс предмети ва вазифалари.

Автоматика* — автоматик бошқаришнинг умумий қонуниятларини ўрганадиган кибернетика фанининг техникага оид тармоғи бўлиб, автоматик системалар назариясини, уларни ҳисоблаш ва қуриш асосларини ҳамда саноатда қўллаш масалаларини ўрганадиган татбикий фандир.

Пахтани дастлабки ишлаш жараёнлари автоматикаси технологик жараёнлардаги мавжуд иш турларини бажариш учун қўлланадиган автоматика элементларини ва автоматика системаларининг тузилишини, ишлаш асосларини, автоматлаштириш эса уларни ишлаб чиқариш жараёнларида қўллаш асосларини ўрганади.

Фанни ўрганишдан асосий мақсад — ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштиришни кенг ривожлантириш ва такомиллаштириш асосида технологик машиналарнинг энг қулай шароитларда ишончли ишлашини, маҳсулдорлик ва маҳсулот сифатининг юқори кўрсаткичларга эга бўлишини ва шу билан бирга меҳнат маданиятининг юқори бўлишини таъминлашдан иборат. Бунинг учун технологик жараёнларни тайёрловчи муҳандис-технологлар, механик ва конструкторлар автоматлаштириш асосларини ва унинг техник воситаларининг тузилиш ҳамда ишлаш асосларини мукамал билишлари, автоматлаштириш бўйича давлат стандарти талабларига амал қилишлари ва бу соҳа бўйича тузилган маълумотномалардан яхши фойдалана билишлари лозим.

*Авто — юнонча autos — ўзим; автоматика — маълум вазифани ўз-ўзи бажарадиган техник қурилмалар ҳақидаги фан.



1-расм. Чигитли пахтани дастлабки ишлашга мўжалланган ЛХ-2 маркали оким тизмасининг (линийасининг) технологик схемаси:

1, 3, 6 — СС — 15 маркали сепаратор; 2, 7 — таъминловчи бункераар; 4 — 2СБ — Ю маркали куритиш барабани; 5, 13 — пахта ташувчи босимли хаво кувури (пневмотранспорт); 8 — майда хас-чўплардан тозаловчи машиналарнинг биринчи бўлими; 9 — бирик хас-чўп аралашмалардан тозаловчи бўлим; 10 — кий узаткич (транспортер); 11 — таъминлагичли шахта; 12 — аррали тола ажратгич (жин); 14 — тола тозалатгич; 15 — тола ажратгич; 16 — концентор; 17 — гидравлик зичлатгич.

Фанни ўрганиш борасида талабалар — бўлғуси мухандислар автоматик қурилмаларнинг ишлаш асосларини, уларнинг афзалликлари ва камчиликларини, қўлланиш соҳаларини, автоматлаштириш объектлари бўлмиш машина-механизмлар, агрегатларнинг хусусиятларини; автоматик бошқариш, назорат, ростлаш ва бошқа системаларнинг назарий асосларини мукаммал эгаллашлари ва уларнинг қўлланилиши борасида чуқур билимга эга бўлишлари керак. Улар алоҳида технологик машина, агрегат, цех ва пахтани дастлабки ишлаш (ПДИ) оқим тизмасини автоматлаштиришнинг функционал схемасини туза билиш; автоматлаштириш объектини статик ҳамда динамик иш ҳолатларининг тавсифларини; технологик параметрларни кузатиш ҳамда ростлаш аниқликларига қўйиладиган талабларни асослай билишлари; автоматлаштириш системаларини лойиҳалаш бўйича «техник топшириқ» тайёрлай билиш ва ПДИ технологик жараёнларини автоматлаштириш ғоясининг ривожланиши ва истиқболи тўғрисида тасаввурга эга бўлишлари керак.

1.2- §. Пахтани дастлабки ишлаш (ПДИ) жараёни

Пахтага дастлабки ишлов бериш жараёни мавжуд регламентга мувофиқ ишлайдиган технологик машиналарнинг оқим тизмаси бўйича ўтади. Унда меҳнат қуроллари — машина ва механизмлар ҳамда транспорт воситалари меҳнат предмети бўлмиш чигитли пахтага ишлов беради. Натижада пахта толаси, чигит, линт ва бошқа маҳсулотлар тайёрланади. Шундай схемаларнинг бир тури ҳисобланган ЛХ-2 маркали оқим тизмасининг технологик схемаси 1-расмда кўрсатилган. Схемага мувофиқ бунтдан олинган пахта босимли ҳаво қувури 5 (пневмотранспорт) орқали СС-15А маркали сепаратор 1 га узатилади. Сепаратор ёрдамида ҳаводан ажратилган пахта таъминловчи бункер 2 га тушади. Бункер 2 оқим тизмасини берилган унумдорлик даражасида ишлашини таъминлаб туриш учун хизмат қилади. Бунинг учун у пахтани бункердан ишлов беришга бир меъёрда узатиб турувчи «таъминловчи валиклар» билан жиҳозланган. Оқим тизмаси унумдорлиги бир меъёрда бўлишини таъминлаш учун бункердаги ва шунингдек, технологик машиналарни таъминловчи шахталаридаги пахта сатҳи баландлиги ўзгармас катталиқда бўлиши талаб қилинади. Бундай

шарт-шароитлар автоматик ростлаш системаларини қўллаш йўли билан амалга оширилади. Оқим тизмасига (линиясига) узатиладиган чигитли пахта миқдорини автоматик кузатиш ва ростлаб туриш учун пахта оқимида ишлайдиган автоматик тарози қурилмасидан фойдаланиш ҳам мақсадга мувофиқдир.

Оқим тизмасини пахта билан бир меъёрга таъминлаб турадиган бункердан чиқадиган пахта босимли ҳаво қузури 5 ва сепаратор (СС-15) 3 орқали қуришти барабани 4 ни таъминловчи бункерига тушади. Ундан босимли ҳаво қузури ёки таъминловчи винтли конвейер ёрдамида пахта қуришти барабанига узатилади ва унда автоматик ростлаш системаси ёрдамида 8 % намликкача қуриштилади. Бундай қурилган пахта тозалаш агрегатларининг оптимал шароитда ишлашини таъминлайди. Қурилган пахта босимли ҳаво қузури 5 ва сепаратор 6 (СС — 15А) орқали тозаловчи агрегат 8 нинг таъминловчи бункери 7 га тушади. Йирик ҳамда майда бегона аралашмалардан тозаланган чигитли пахта транспортер 10 ёрдамида чигитдан тола ажратиш (жинлаш) батареясининг пахта таксимловчи винтли қурилмасига узатилади.

Пахта толаси тола тозолагич 14 ҳамда конденсор 16 дан ўтиб зичловчи қурилма 17 да пахта тойланади. Чигит эса ундаги момикни (линтни) ажратиб олиш учун момик ажратиш машиналарига (линтерга) узатилади, тозаланган чигит омборга, момик эса (зичловчи) машиналарда момик тойларига айлантирилади.

Пахтани қуришти барабанида автоматик бошқариш ва назорат системалари ўрнатилган бўлиб, унда қуришти параметрлари иссиқ ҳаво ҳарорати ва таъминловчи валикларнинг унумдорлиги аниқлаб турилади ва керак бўлганда оператор томонидан ўзгартирилади. Унумдорликни автоматик кузатиш қурилмаси қуришти барабанига узатиладиган пахта оғирлигини тинимсиз кузатиб, қайд қилиб туради ва тизманинг унумдорлигини автоматик ростлаш учун хизмат қилади. Пахта заводларида чигитдан тола ажратиш (жинлаш) ҳозирги вақтда 5ДП-130 маркали автоматлаштирилган аррали тола ажраткич (жин) машиналари ёрдамида бажарилади. Бу машинанинг иш унумдорлигини унинг аррали цилиндр асинхрон юритмасининг юкланиш токи ёки электр қувватининг «оғиши» бўйича автоматик система ростлаб туради.

Конденсор 15 новига тушишдан олдин пахта толаси маълум микдорда намланади. Бунинг учун у намланган ҳаво оралиғидан ўтади ва тола намлиги автоматик кузатиб турилади. Босимли ҳаво қувури орқали пахта ташиш системасидаги сепараторларда пахта тикилиши ҳолларининг олдини олиш учун автоматик кузатиш ва ростлаш қурилмалари ўрнатилган бўлади.

Машина — агрегатлар ва транспорт қурилмаларидан иборат технологик оким тизмасида пахтага ишлов бериш жараёнларини автоматлаштиришни юқори босқичларга кўтариш, автоматик системаларнинг ҳамма турларини ҳамда бошқарувчи ЭХМ ни технологик жараёнларни ҳамда технологик машиналарни бошқаришда қўллашни талаб қилади.

1.3-§. Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш

Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш (ИЖА) деб алоҳида-алоҳида иш турларини (операцияларини) одамнинг бевосита иштирокисиз бажара оладиган локал автоматик системалар ҳамда электрон ҳисоблаш машиналарини ишлаб чиқариш жараёнида қўлланилишига айтилади. Автоматик система — маълум тартибда ўзаро боғланган ва бир-бирига маълум конун-қоидага мувофиқ таъсир кўрсатадиган ҳамда ўзининг асосий вазифасини инсоннинг бевосита иштирокисиз бажарадиган элементлар ва машиналар мажмуидан иборат бўлган ягона техник қурилмадир. Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш учун ана шундай локал автоматик системалар — бошқариш, назорат қилиш, ростлаш, химоя, огоҳлантириш, пухталаш автоматик системалари ҳамда бошқарувчи ЭХМ қўлланилади.

Пахта заводларини автоматлаштириш локал, комплекс ва тўла автоматлаштириш босқичларини ўз ичига олади.

Локал автоматлаштириш босқичида завод цех бўлимлари алоҳида машина ва агрегатлардаги ишлаб чиқариш жараёнлари автоматлаштирилган бўлади. Бунинг учун бир қатор локал автоматик системалар: автоматик назорат, ростлаш, бошқариш, химоя, огоҳлантириш ва бошқа системалардан фойдаланилади. Агрегат ва машиналарнинг ишлашини ташкил қилиш, бошқариш (ишга тушириш, иш муддати тугаганда тўхтатиш ва бошқалар) технологик машина шчитиди

ўрнатилган кузатиш ўлчов асбобларидан олинган маълумотлар асосида оператор томонидан бажарилади.

Комплекс автоматлаштириш. Агрегатлар, транспорт ва технологик машиналардан иборат оқим тизмаси, цех ва завод комплекс автоматлаштирилган бўлиши учун аввало ундаги ҳамма (ёрдамчи ва асосий) иш жараёнлари комплекс механизациялашган бўлиши лозим, шундагина ишлаб чиқариш жараёнларини комплекс автоматлаштиришга киришиш мумкин бўлади.

Комплекс автоматлаштириш босқичида технологик жараённи бошқариш технологик параметрларни ҳамда технологик ускуналарнинг иш ҳолатларини назорат қилиш марказлаштирилган кузатиш системаси воситасида марказий диспетчер пунктдан олиб борилади. Кузатиш-ўлчов асбоблари, ростлагичлар, системанинг мнемосхемаси ва бошқалар диспетчер пунктидаги шчитда жойлаштирилган бўлади. Улар оператор орқали технологик жараённи оптимал шароитларда бошқариш учун зарур бўлган маълумотлар билан огоҳлантириб туради.

Комплекс автоматлаштириш шароитида марказлаштирилган кузатиш системаси куйидаги вазифаларни бажаради:

1. Технологик параметрларни тинимсиз ўлчаб кузатиб туради, уларнинг берилган кийматга нисбатан оғишини аниқлайди ва операторни огоҳлантиради.

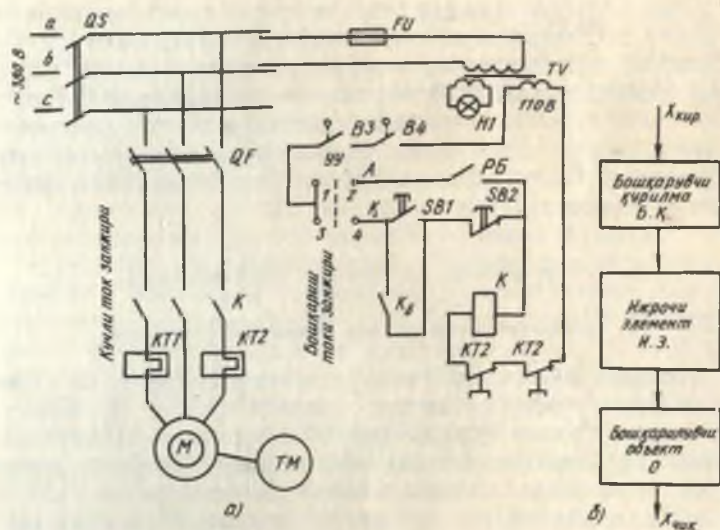
2. Иш жараёнида биронта параметр берилган кийматига нисбатан оғган ва яна меъёрий ҳолатга қайтган бўлса, ана шу вақтлар ёзиб қолдирилади.

3. Ҳамма ўлчанадиган параметрларнинг даврий кийматини ёзиб боради.

4. Авария (бузилиш) содир бўлиши ҳақида операторни огоҳлантиради.

5. ЭХМ ишлаб чиқариш жараёнига тузатиш кириши учун операторга керак бўладиган, жараённинг ўтишини тавсифлайдиган кўрсаткичларни аниқлайди. Операторга бу тўғрида маълумот ва тавсиялар бериб туради. Бундай кўрсаткичларга мисол қилиб энергия ҳамда материал сарфи ва тайёрланган маҳсулотнинг миқдори ва сифатини кўрсатиш мумкин.

Тўла автоматлаштириш. Автоматлаштиришнинг бу босқичида ишлаб чиқаришни бошқариш учун бошқарувчи электрон ҳисоблаш машиналаридан ҳар та-



3- расм. а — асинхрон юритмани бошқариш системасининг ёйик электр схемаси; б — бошқариш системасининг функционал схемаси.

Технологик оқим машиналарини бошқаришнинг икки хил усули — қўл билан бошқариш ҳамда автоматик бошқариш усуллари мавжуд. Қўл билан бошқариш усулидан технологик машиналарни таъмирлаш, созлаш, оптимал иш шароитларига мослаш учун фойдаланилади. Автоматик бошқариш технологик оқим машиналарининг асосий ишлаш тарзи ҳисобланади.

Пахтани дастлабки ишлаш жараёнининг ҳамма технологик машиналари асосан асинхрон юриткич (мотор) билан ҳаракатлантирилади. Ана шундай технологик машина ўқиға механик боғланган асинхрон юриткич (мотор) «асинхрон юритма» деб аталади. Энг аввал асинхрон юритманинг бошқариш системасининг тузилиши ва ишлаш асосларини ўрганамиз (2-, 3- расм). 2- расмда асинхрон юритманинг бошқариш системасини йиғик электр схемаси, 3- а расмда ёйик электр схемаси ва 3- б расмда бошқариш системасининг функционал схемаси кўрсатилган.

Асинхрон юритманинг бошқариш системасини йиғик электр схемасида юритманинг бошқариш системаси икки хил: кучли ток ва кучсиз бошқариш токи занжирларидан иборат бўлиб, кучли ток занжири электр

тармогига автоматик узгич QF, бошқариш токи занжири эса трансформатор TV орқали уланади. Асинхрон юритмани, бошқариш токи занжирига уланган контактор контактлари К бошқаради. К контакти уланганда юритма ишга тушади, узилганда эса ишлашдан тўхтайди. Хавфсизлик контактлари В3 ва В4 машина ишлаб турган вақтда инсонни ҳимоя қилиш ва уни ҳаракатдаги қисмларга яқинлаштирмаслик учун қўлланилган ҳимоя қурилмалари, ёпқичлари эшикларида ўрнатилган бўлиб, улар машиналар ишлаб турганда уланган бўлади. Бирор тасодифий ҳодиса юз берганда ихота эшикларининг биронтаси очиладиган бўлса, бошқариш занжиридаги контактлар В3, В4 узилади, юритма М ишлашдан тўхтайди. Технологик машина ишламай турган вақтдагина бу ихота қурилмаларини очиш, машина ички қисмларини қўриш ва таъмирлаш-тузатиш ишларини олиб бориш мумкин.

Схемада (2-расм) бошқариш аппаратлари: кучланиш назорати, хавфсизлик контактлари, автоматик ва қўл билан бошқариш воситалари: контактор, иссиқлик релеси ва бошқаларнинг ҳар бири алоҳида-алоҳида йиғилган ҳолда жойлашгани сабабли «йиғиқ» схема деб аталади.

Автоматик бошқариш. Бунинг учун схемадаги узиб-улагич УУ нинг бошқариш занжирининг А нуктасидаги контакти 1—2 олдиндан улаб қўйилади. Шундан сўнг бошқарувчи реленинг контакти РБ уланса, асинхрон юритма (М) ишга тушади, аксинча контакт РБ узилса, асинхрон юритма ишдан тўхтайди. Бундай бошқаришда одам иштирок этмайди. РБ контакти уланганда хавфсизлик контактлари В3, В4, узиб-улагичнинг контакти А, контакторнинг электромагнит ўрамаси К ва иссиқлик релесининг ёпиқ контактлари КТ1, КТ2 орқали ўтган бошқариш токи контактор ўрамаси К да электромагнит майдон ҳосил қилади. Электромагнит майдонининг тортиш кучи туфайли қўзғалувчан темир ўзак 8 қўзғалмас темир ўзак 7 га тортилади, контакторнинг контактлари К уланиб, асинхрон юритма ишга тушади. РБ контакт узилганда эса ўрама К токсизланади, К контактлар пружина 9 ни тортиши туфайли узилади, юритма ишдан тўхтайди.

Қўл билан бошқариш. Бунинг учун универсал узиб-улагич УУ нинг контакти К (қўл билан бошқариш) занжирига (контактлар 3—4) улаб қўйилади. Юритмани ишга тушириш учун юритиш кнопокasi SB1 босилади.

SB1 контакти уланиши билан контакторнинг электромагнит ўрамаси K дан ток ўтиб, унда электромагнит майдон ҳосил қилади. Бу майдоннинг тортиш кучи таъсирида контакторнинг қўзғалувчи темир ўзаги 8 қўзғалмас темир ўзак 7 га тортилади, у билан механик боғланган контактлар K уланиб, юритма ишга тушади. Шунда кнопка SB1 занжиридаги блок контакт K_6 уланган бўлгани учун кнопка SB1 бўшатилиши мумкин. Кнопка SB1 нинг узилган контактини пухталовчи контакт K_6 улаб қолади. Тўхтатиш кнопки SB2 қўл билан босилганда унинг контакти узилади, контакторнинг электромагнит ўрамаси K токсизланади, пружина 9 кучи ёки қўзғалувчан ўзакнинг огирлиги туфайли K контактлар узилиб, юритма ишдан тўхтади.

Асинхрон юритмани бошқариш системасининг ёйик электр схемасида (3-а расм) бошқариш аппарати контакторнинг таркибий қисмлари: электромагнит ўрамаси K , темир ўзақлар, контактлар ва шунингдек иссиқлик релесини қиздиргичи, биметалл пластинкаси ва бошқа элементларининг шартли белгилари бошқариш занжирида ёйилган (таркок) тарзда тасвирланади. Улар орасидаги механик боғланишлар кўрсатилмайди.

Юритма автоматик равишда ишлаши учун универсал узиб-улагич УУ нинг 1—2 контактлари олдиндан улаб қўйилади. Шунда бошқарувчи реле РБ нинг контакти уланиши билан контакторнинг электромагнит ўрамаси K дан ток ўтиб, унинг контактлари K уланади, асинхрон юритма ишга тушади. Бошқарувчи реле контакти РБ узилганда эса контактор ўрамаси K токсизланади, унинг контактлари K пружина 9 нинг тортиш кучи ёки ўз огирлиги билан узилади, юритма M ишлашдан тўхтади.

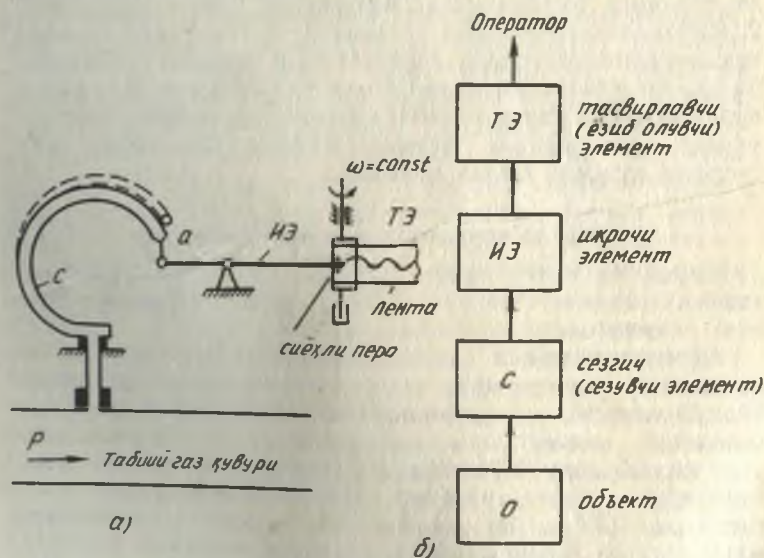
Юритмани қўл билан бошқариш учун УУ нинг 3—4 контактлари олдиндан уланган, 1—2 контактлари узилган бўлади. Шундан сўнг кнопка SB1 қўл билан босилганда контакторнинг электромагнит ўрамаси K дан ток ўтади, унинг контактлари K уланиб, юритма ишга тушади. Блок контакт K_6 уланиб, кнопка SB1 контактини пухталайди. Шунда кнопка SB1 дан қўлни олиш мумкин бўлади. Юритмани тўхтатиш учун кнопка SB2 босилади. Шунда контакторнинг ўрамаси K токсизланиб, унинг контактлари K узилади, юритма ишлашдан тўхтади.

Бошқариш системасининг функционал схемасида (3-б расм) система таркибига кирувчи ҳар бир элемент ўзининг бажарадиган иш — вазифаси номи билан аталади. Масалан, асинхрон юритманинг бошқариш схемасида (3-б расм) бошқарувчи қурилма БҚ ижрочи элемент ИЭ га таъсир қилади, ИЭ эса бошқарилувчи объект О га таъсир қилади. Қурилма БҚ га кирувчи сигнал X_k бошқарилувчи объект асинхрон юритмани ишга туширади ва чикувчи сигнал X_d ҳосил бўлади.

Схемага мувофиқ БҚ вазифасини бошқарувчи реле контакти РБ ҳамда бошқариш кнопкалари SB1, SB2 бажаради. ИЭ вазифасини бошқариш аппарати — контактор ёки магнитли ишга туширгич МИТ бажаради.

2. Автоматик кузатиш системаси

Автоматик кузатиш системаси (АКС) технологик жараён параметрларини (температура, босим, тезлик ва бошқалар) кузатиш, уларнинг оғиши (ўзгариши) тўғрисида сигнал бериш, ишлаб чиқарилган маҳсулот



4-расм. Табиий газ қувуридаги босимни автоматик кузатиш системасининг а — тўзилиши, б — функционал схемалари.

миқдорини ҳисобга олиш ёки маҳсулот сифатини кузатиб туриш учун хизмат қилади. Бунга мисол

сифатида қувурдаги газ босимини кузатиш системасининг (4-расм) тузилиш схемаси ва ишлаши билан танишамиз.

Пахтани қуришти учун иссик ҳаво тайёрлайдиган ўтхоналарда (СТАМ — К—2) қўпинча ёқилғи сифатида табиий газ ишлатилади. Бунда қувурдаги газ босимини кузатиш ва ростлаб туриш, қуришти жараёнининг энг қулай шароитларда ўтишини таъминлайди. Унда қувурдаги газ босимининг оғишини (ўзгаришини) сезувчи элемент С сифатида манометрик трубка, ижрочи элемент ИЭ сифатида ричаг ва босим ўзгаришини тасвирловчи элемент — ТЭ сифатида босим ўзгаришини тасмага ёзиб оладиган қурилмалардан фойдаланилган. Лента ўзгармас тезлик $\omega = \text{const}$ билан сурилиб туради.

Қувурдаги газ босими ошса, СЭнинг a нуқтаси юқорига қўтарилади, камайса пастга сурилади. Бу ўзгариш ИЭ орқали ўтиб, ТЭ лентасида ўз аксини топади.

ТЭ нинг бажарадиган вазифасига кўра АКС қуйидаги турларга бўлинади: 1. Автоматик ўлчаш системаси. 2. Автоматик сигналлаш системаси. 3. Навларга автоматик ажратиш системаси. Лентага ёзиб олинган газ босими ўзгариши тўғрисидаги маълумот газ берувчи ва газдан фойдаланувчи пахта заводи орасида газ сифати, босими устида юз бериши мумкин бўлган баҳсларни ҳал қилувчи ҳужжат бўлиб қолади.

3. Ҳимоя ва пухталаш (блокировка) системалари

Ҳимоя ва пухталашнинг автоматик системалари иш хавфсизлигининг юқори бўлиши ҳамда бузилишларнинг олдини олиш учун қўлланилади.

Автоматик ҳимоя системалари одам ёки технологик машиналар учун хавфли ҳолат вужудга келганда зарур бўлган хавфсизлик тадбирларининг бажарилишини таъминлайди, мисол учун электромотор (2, 3-расмлар) ўта юкланганда КТ1 ёки КТ2 иссиклик релеси уни тармокдан узиб, тўхтатиб қўяди. Хавфсизлик контактлари В3 ва В4 одамни ҳаракатдаги технологик машиналарга тегиб жароҳатланишдан сақлайди.

Автоматик пухталаш қурилмалари системадаги бир нечта элементлар ёки таркибий бўғинларнинг ишлашини ўзаро боғлайди. Ўзаро боғланган уюшган элементлардан биронтасининг ҳолати ўзгарса, бу пухталаш системаси қолган бошқа элементларнинг иш ҳолатининг ўзгариши-

га йўл қўймайди. Амалда пухталашнинг қуйидаги уч тури кенг қўлланилади: такикли пухталаш, бузилиш ҳолларидаги пухталаш ва автоматик резервлаш (эҳтиётлаш).

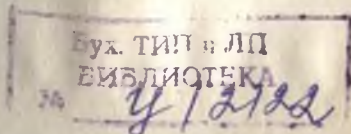
Такикли пухталаш — агрегатни ёки оким тизмасини бошқаришда айрим ноўрин нуксонларни (тикилиш, ўтаюкланиш ва б.) пайдо бўлишини тақиқлашни назарда тутади.

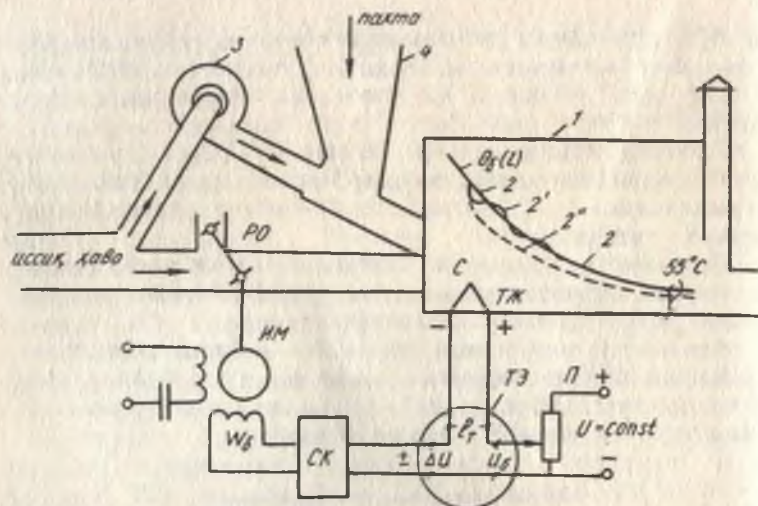
Бузилиш ҳолларидаги пухталаш — технологик оким тизмасида биронта машина ёки унинг элементи ишдан чиқса, бутун тизмани ишдан тўхтатади.

Автоматик резервлаш пухталиги — технологик оким тизмасида биронта технологик машина ишдан чиқса, уни резервда турган бошқа машина билан алмаштиради ва оким тизмаси амалда ишдан тўхтамайди.

4. Автоматик ростлаш системаси

Автоматик ростлаш системаси (АРС) ишлаб чиқариш жараёни давомида технологик параметрлар (харорат, босим, бункерлардаги пахта маҳсулотларининг сатҳ баландлиги, таъминловчи валикларнинг айланиш тезлиги ва бошқалар) нинг қийматини берилган микдорда саклаб туриш ёки олдиндан берилган маълум дастурга мувофиқ ўзгаришини таъминлаш учун қўлланилади. Буни пахтани қуриштиш жараёни мисолида кўрамиз. Маълумки, пахтани қуриштиш жараёни олдиндан белгилаб қўйилган шарт-шароитда ўтиши керак. Бундай шарт-шароит уруглик олинадиган чигитли пахтани қуриштиш учун қуриштиш барабанига кирадиган иссиқ ҳаво ҳарорати 280°C ва барабандан чиқиш жойидаги ҳарорати 55°C дан ошмаслиги керак. Лекин қуриштиш жараёни давомида қуриштиш ҳарорати барабанга тушадиган пахтанинг намлиги ва микдорининг ўзгариб туриши туфайли ўзгаради. Агарда барабанга намрок ва кўпроқ пахта тушса, қуриштиш ҳарорати пасаяди. Агар барабанга бункердан тушадиган пахтанинг намлиги ва микдори камайса, қуриштиш ҳарорати кўтарилади. Қуриштиш ҳарорати 55°C дан паст бўлганда эса пахта етарли қуримаган бўлиб, бу тозалаш машиналарида тикилишлар юз беришига ва оким тизмасининг унумдорлиги пасайишига сабаб бўлади. Шунинг учун ҳам АРС нинг асосий вазифаси қуриштиш жараёни давомида юқорида келтирилган шарт-шароитни яратиб туришдан, технологик параметрнинг (харо-





5-расм. Пахтани қуритиш ҳароратини автоматик ростлаш системасининг электр схемаси:

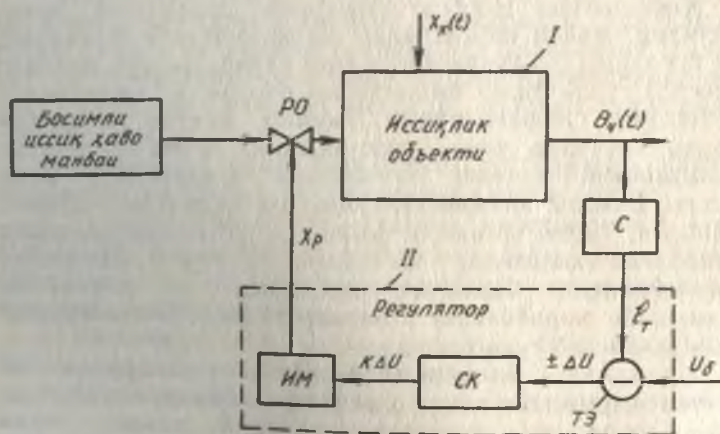
1 — пахта қуритиш барабани (технологик схемаси); 2 — барабани берилган меъёридаги термотавсиф графиги; 3 — вентилятор; 4 — чигитли пахта бункери; С — сезгич (термोजуфт — ТЖ); ТЭ — так-қослаш элементи; $\pm \Delta U$ — ростланувчи параметрни оғиши; СК — сигнал кучайтиргич; ИМ — ижрочи механизм; РО — ростловчи орган (айланувчи тўсиқ).

ратнинг) оғишини бартараф қилиб, ростлаб туришдан иборат бўлади.

Пахтани қуритиш ҳароратини автоматик ростлаш системасининг электр схемаси 5-расмда кўрсатилган. Схепада термोजуфт ТЖ ўрнатилган зонадаги ҳарорат барабанинг термотавсиф графиги (график 2) га мувофиқ олдиндан маълум бўлади. Зона С ҳароратига тегишли берилган кучланиш катталиги $U_0 = K\theta_0$ потенциометр П дан олинади. Худди шу зонадаги пахта намлиги ва массасининг ўзгариши билан боғлиқ ўзгариб турадиган термо ЭЮК $e_r(\theta)$ термोजуфт ТЖ ёрдамида ўлчанади. Бу икки микдор $U_0(\theta)$ ва $e_r(\theta)$ ТЭ да ўзаро такқосланади. Агар $U_0 = e_r = K\theta_0$ бўлса, барабанинг ўлчанаётган зона С даги ҳарорати берилган катталиқка θ_0 тенг бўлади. Бу ҳолда барабанинг узунлиги бўйича қуритиш ҳарорати унинг асосий термотавсиф графиги (график 2) га мувофиқ бўлади (5-расм). Агар барабанга тушаётган пахтанинг намлиги юқори ёки

массаси кўпроқ бўлса, бундай таъсир натижасида барабан ичидаги ҳарорат берилган катталиққа нисбатан пасаяди («оғади»). Автоматик ростлаш системаси бўлмаган шароитда қуришти жароғни термоставсиф графиги 2" га мувофиқ ўтади. Барабаннинг қуришти ҳарорати θ_0 га нисбатан пасайган «оған» бўлади. АРС бор бўлганда эса барабан ҳарорати термографик 2' бўйича ўзгаради. Чунки энди АРС вужудга келган ҳарорат оғишига қарши таъсир кўрсатади.

Амалда «оғиш» сигнали $\pm \Delta U = U_0 - e_r(t)$ жуда оғиз бўлгани сабабли сигнал кучайтиргич СК ёрдамида кучайтирилади. Бу сигнал энди ростловчи сигнал бўлиб, ижрочи механизм ИМ ни бошқариш ўрамаси W_0 га, ИМ эса ўз навбатида иссиқ хаво қувирида ўрнатилган ростловчи орган РО нинг тўсиғига таъсир қилади, унинг ҳолатини ўзгартиради. Барабан ҳарорати ошганда иссиқ хаво йўлини $-\Delta U$ га мувофиқ тўсиб, барабанга иссиқ хаво келишини камайтиради. Камайганда эса $+\Delta U$ га мувофиқ барабанга келадиган иссиқ хаво миқдорини оширади.



6-расм. АРСнинг функционал схемаси:

I — бошқарилувчи система (объект); II — бошқарувчи система (регулятор);

С — сезгич — ўлчов ўзгарткич (термомуфт); ТЭ — сигнал такқослаш элементи; СК — сигнал кучайтиргич; ИМ — ижрочи механизм;

РО — ростловчи орган; X_p — регулятордан чиқувчи, бошқарувчи таъсир;

$X_k(t)$ — объектга қирувчи тасолифий таъсирлар; $\theta_q(t)$ — объектдан чиқувчи ростланувчи параметр (ҳарорат).

АПС нинг ишлаш асосини унинг функционал схемаси орқали ҳам тушуниш мумкин (6-расм). Схемадан кўринадики, АПС ўзаро ёпик занжир бўйича боғланган ва бир-бирига таъсир кўрсатувчи бошқарувчи (регулятор) ва бошқарилувчи (объект) лардан иборат бўлиб, ҳароратни берилган катталиқ $U_0 = K\theta_0$ атрофида ростлаб туриш вазифасини бажаради. Термोजуфт — ТЖ дан олинadиган термо ЭЮК $e_T(t)$ қуритиш барабанига тушадиган пахта намлиги ва массасининг ўзгариши таъсирида вақт бўйича тасодифан ўзгариб туради. Натижада қуритиш ҳарорати оғади: $\pm \Delta U(t) = U_0 - e_T(t)$. Бу сигнал $\pm \Delta U$ жуда кучсиз бўлгани ва ростлаш органидаги тўсикни сура олмаслиги туфайли кучайтирувчи элемент СК ёрдамида бир неча юз марта кучайтирилади. Шунда ижрочи механизм ИМни бошқарувчи ўрамаси W_0 га таъсир кўрсата олади ва иссиқ ҳаво қувуридаги тўсикни суриб (очиқ ёки ёпиқ), объект ҳароратини ростлаб туради.

1.5- §. Кибернетика

Кибернетика Норберт Винернинг таърифича, механизмлар, жонли организмлар ва жамиятдаги бошқариш ва боғланишлар тўғрисидаги фан бўлиб, мазкур фаннинг асосида турли физик табиатга ҳос бўлган системалардаги бошқариш жараёнларига умумий нуктаи назардан қараши ва улар учун бошқаришнинг ягона математик назариясини яратиш мумкинлиги тўғрисидаги фикр ётади. Бундай назариянинг яратилиши машиналарнинг ишлаши, тирик организм фаолияти ва жамиятда содир бўладиган ҳодисалар орасидаги микдорий ўхшашлик умумийликнинг борлигига асосланади. Бу умумийлик бошқариш жараёнининг хабарлар таъсири билан боғлиқлигидадир деб тушунирилади.

Маълумки, бошқариш жараёни бошқарувчи ва бошқарилувчи томонлар орасидаги хабарлар таъсирида юз беради ва улардаги микдорий ҳамда сифат ўзгаришлари билан тавсифланади (6-расм). Бошқарувчи системадан (регулятордан) бошқарилувчи система (объект) томон бирор буйруқ ёки бошқарувчи хабар $\pm \Delta U$ берилса, бошқарилувчи объектдан ўз навбатида, бу бошқарувчи системани хабардор қилувчи ва у томон йўналган хабарлар вужудга келади. Хабарларнинг бундай ўзгариши ва таъсири бошқариш системаси-

да жойлаштирилган ва олдиндан белгилаб қўйилган миқдор U_0 ёки дастурга мувофиқ содир бўлади. Бунга мисол сифатида юкорида кўриб ўтилган энг оддий ахборотли системаларнинг (5, 6-расм) турли физик табиатга (бункерлардаги пахта сатхи баландлиги, машинанинг айланиш тезлиги, ҳароратга) ҳос бўлишидан катъи назар, бир хил функционал схема асосида автоматик бошқарилишини кўрсатиш мумкин.

Кибернетиканинг муҳим амалий аҳамиятга эгаллиги шундаки, у автоматлаштириш фанининг назарий асосларини ўз ичига олади.

Кибернетиканинг бир катор фалсафий аҳамиятлари ҳам бор. Буларнинг энг муҳими — объектив оламнинг мавжуд ахборотли жараёнлар билан алоқадорлигини очиқ беришидир. Бу фан ахборотларни мақсадга мувофиқ саклаш, узатиш ва ўзгартириш жараёнларини ўрганиш, тирик организмлар билан машиналар ўртасидаги боғланиш ва муносабатларни аниқлашга имкон беради, оламнинг моддий ҳамда маънавий бирлигини асослашда муҳим ўрин тутади.

Кибернетика жонли табиат, жамият ва машиналардаги ҳодиса ва ҳаракатларнинг бошқарилиш қонунлари ўзаро ўхшаш ва умумий боғланишда эканлигини, ҳаракат ва ривожланиш эса ички қарама-қаршилиқлар ва улар ҳақидаги ахборот асосида вужудга келишини тасдиқлайди.

Кибернетика фани бошқариш тўғрисидаги илмий билишнинг уч асосий йўналишини ўз ичига олади:

1. Техник кибернетика — саноат кибернетикаси (автоматика). Бунда саноат ишлаб чиқариши объектларидаги автоматик бошқарилиш жараёнлари ва автоматика қурилмалари ўрганилади.

2. Биокибернетика. Бунда биологик системалардаги бошқарилиш жараёнлари ўрганилади.

3. Иктисодий кибернетика. Бунда иктисодий системалардаги (халқ хўжалигининг) бошқарилиш жараёнлари ўрганилади.

Мураккаб динамик системаларни бошқариш ҳақидаги кибернетика фани алоҳида (локал) автоматик рўстлаш системаларидан тортиб, ҳозирги вақтда вужудга келаётган мураккаб агрегат, цех ва завод ишлаб чиқаришини бошқаришнинг «Одам-машина» дан иборат автоматлаштирилган системаларнинг назарий асосларини ўрганади.

Бундан ташқари, техник кибернетика (автоматика) фани саноат ишлаб чиқаришидаги мавжуд бошқарувчи ва бошқарилувчи системалардан иборат ахборотли системаларнинг ҳолати ва ривожланиш динамикасини кўрсатувчи ахборотли жараёнларни ўрганади. «Пахтани дастлабки ишлаш жараёнлари автоматикаси ва автоматлаштириш асослари» фани техник кибернетикага тааллуқли бўлиб, пахта саноати ишлаб чиқаришини автоматик бошқариш, ростлаш ва бошқа автоматлаштиришга оид масалаларни ўрганади.

Кибернетиканинг автоматика фани билан боғлиқлиги ва фарқи шундаки, кибернетика фақат ёпик занжирли автоматик системалардаги бошқариш (ростлаш) жараёнларини ўрганади.

Техник кибернетика ёки бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси курсининг асосий мақсади ишлаб чиқариш жараёнларининг меҳнат унумдорлигини ошириш, бошқариш жараёнларида юқори самарадорликка эришишни таъминлайдиган техник воситалар мажмуаси, уларнинг ишлаш асослари, ҳисоблаш ва ишлаш услубларини асослаш ва ишлаб чиқаришга татбиқ қилишдан иборат.

Кибернетика фанининг жадал суръатларда ривожланиши, ахборотларни катта тезликларда қайта ишлаб бера оладиган техник воситалар — электрон ҳисоблаш машиналарининг яратилиши ва саноатда қўлланилиши ҳамда ахборотларни қайта ишлашнинг янги технологияси («Одам-машина» дан иборат мураккаб бошқариш системаси) ни вужудга келтирди. Шу туфайли ҳозирги вақтда: 1) бошқаришнинг автоматик системаси; 2) бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси, деган тушунчалардан ишлаб чиқаришни автоматлаштиришда кенг фойдаланилмоқда.

Бошқаришнинг автоматик системаси деб, технологик жараёнларнинг берилган дастур асосида ўтишини одам иштирокисиз таъминлай оладиган бошқарувчи ва бошқарилувчи системалардан иборат техник қурилмалар системасига айтилади (2—6- расмлар).

Технологик машинани (умуман ҳар қандай иш объектини) ишга тушириш, тўхтатиш, ҳаракат йўналиши ва тезлигини ўзгартириш каби ишларни бажариш учун хизмат қиладиган автоматик бошқариш системаси (2, 3- расмлар), объектнинг бирор технологик параметрини (ҳарорат, босим, материаллар сатхи баландлиги,

тезлик, намлик ва бошқалар) технологик жараён давомида ростлаб (баркарорлаштириб) туриш учун хизмат қиладиган автоматик ростлаш системалари ёки объектнинг технологик параметрини олдиндан берилган конунга мувофик ўзгартириш системалари, технологик жараёни назорат, химоя ва сигналлаш вазифаларини ва ҳоказоларни одамнинг бевосита иштирокисиз бажариш учун хизмат қиладиган техник қурилмалар бошқаришнинг автоматик системаларини ташкил қилади.

Бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси (БАС) деб, ахборотларга ишлов беришни ЭХМ ёрдамида автоматлаштириш ҳамда бошқариш масалаларининг ечимини иктисодий-математик усуллар асосида топиш ва бунда одамнинг иштирок этишини кўзда тутадиган кўп босқичли мураккаб системалар комплексига айтилади. Пахтани дастлабки ишлаш технологик оким тизмаси (уч босқичли) бунга ёрқин мисол бўлади. Бу система — бошқариш тўғрисидаги ечимларнинг пишиқ ва асосланган бўлишини, бошқариш жараёнининг жуда тезкор ва катта тезликларда ўтишини таъминлаши ва бошқарувчи одамнинг меҳнат фаолиятини енгиллаштиришни кўзда тутди. Янги, илғор техника (ЭХМ) ва янги услублар билан таъминланиши туфайли бу системада бошқариш ишлари бирмунча жадаллашди.

Бундай система қуйидаги учта вазифани бажаради: 1) бошқарилувчи объект тўғрисидаги ахборотларни тўплаш ва узатиш; 2) ахборотларга ишлов бериш ва бошқарувчи сигнал ҳосил қилиш; 3) бошқарилувчи объектга бошқарувчи таъсир кўрсатиш.

Бошқаришнинг автоматлаштирилган системаларида юкоридаги вазифаларнинг биринчи иккитасини электрон ҳисоблаш машиналари (ЭХМ) бажаради. Объектга бошқарувчи таъсир кўрсатиш вазифасини бошқарувчи машиналар (ЭХМ) дан олинган ахборотлар асосида бошқарувчи одам бажаради. Шунинг учун бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси «Одам-машина системаси» деб аталади.

1.6- §. Технологик жараёни бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси

Технологик жараёни бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси (ТЖБАС) саноат ишлаб чиқаришида маълум технологияга мувофик ўтадиган мураккаб

жараёни бошқариш учун қўлланилади. ТЖБАСнинг вазифаси бошқарилувчи технологик объектга бўладиган бошқарувчи таъсирни берилган мезонга мувофиқ тайёрлаш ва уни амалга оширишдан иборат. Масалан, пахта заводларида бошқариш мезони ёки бошқариш мақсади унумдорликни ёки тола чиқиши энг кўп, маҳсулот нархи энг арзон бўлишига эришиши каби талаблар ТЖБАС бажариши лозим бўлган алоҳида вазифа ҳисобланади. Бундан ташқари ТЖБАСда хабарлашувчилик ҳамда бошқарувчилик вазифалари ҳам бор.

Хабарлашувчилик вазифасининг мақсади технологик объектнинг ҳолати тўғрисидаги маълумотларни йиғиш, ишлов бериш ва сақлаб туришдан, уларни оператор ходимларга маълум қилиш ёки кейинги қайта ишлашга узатишдан иборат бўлади. ТЖБАСнинг хабарлашувчилик вазифаси технологик объект ҳолатининг марказлаштирилган кузатиш системасини тузиш учун фойдаланилади.

Бошқарувчилик вазифасининг мақсади эса технологик объектга мақсадга мувофиқ бошқарувчи таъсир кўрсатишдан иборат бўлади.

ТЖБАСнинг бу икки вазифаси кам деганда қуйидаги техник воситалардан иборат бўлади: марказлаштирилган назорат; ёндош ва юқори системалар билан бошқариш ахборотларининг алмашинуви, технологик жараённинг рационал иш ҳолатларида ўтишини таъминлаш; бошқарувчи сигналларни тайёрлаш ва ижрочи механизмларга узатиш ва бошқалар.

ТЖБАС вазифаларини бажариш учун зарур бўлган техник воситалар (қурилмалар) мажмуини — (ТВМ) ташкил қилади. ТВМ таркибига технологик объектнинг ҳолати тўғрисидаги маълумотларни олиш воситалари СЭ (сезувчи элементлар); ахборотни шакллантириш ва узатиш қурилмалари, локал ростлаш ва бошқариш системалари, электрон ҳисоблаш машиналари мажмуи, оператор ходимларга ва ижрочи механизмларга (ИМ) бошқариш тўғрисида маълумот берувчи техник воситалар киради.

ТЖБАС қуйидаги ҳолатларда ишлайди:

1) Ахборот берувчи — маслаҳатчи сифатида. Бунда ЭХМ технолог операторларга жараённинг рационал бошқарилишига оид кўрсатма ва маслаҳатлар бериб туради. Бошқариш ишларини эса технолог операторнинг ўзи бажаради. Бунда электрон ҳисоблаш машиналари

курималаридаги топшириқларни ва локал автоматик системаларнинг ишлаш параметрларини автоматик равишда ўзгартириш ҳам мумкин бўлади. Бундай ҳолатда ТЖБАС автоматлаштирилган «одам-машина» системаси вазифасини бажаради.

2) Агар локал автоматик системалардан олинган ахборотлар асосида мураккаб системанинг бошқариш вазифасини ЭХМ комплексининг ўзи бажарса ва одам иштирок этмаса, бундай система автоматик бошқариш системасига айланган бўлади. Бундай система бошқариш ишлари тўла ўрганилган ишлаб чиқариш жараёнларидагина қўлланилиши мумкин.

ТЖБАСнинг саноат ишлаб чиқаришида қўлланилиши, маҳсулотнинг сони ва сифатини оширади, ҳам ашё ҳамда энергия сарфини камайтиради, ишлаб чиқариш ускуналарини таъмирлаш даври узаяди, ишлаб чиқариш захираларидан фойдаланиш имкони туғилади.

ТЖБАС яратилиши бир канча иқтисодий, ташкилий, техник омилларга боғлиқ, жумладан ишлаб чиқаришнинг механизациялаш ва автоматлаштиришнинг мавжуд босқичлари ва соҳанинг янги автоматлаштириш босқичига ўтишга тайёрлик даражаси билан боғлиқ бўлади.

Ҳозирги вақтда пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштиришнинг II босқичини — комплекс автоматлаштириш босқичини ниҳоясига етказиш 1995 йилга мўлжалланган.

1.7-§. БАСда оператор (одам) нинг роли

Мураккаб иерархияли системаларнинг ҳамма поғоналарида одам (оператор) иштирок этади, у жумхурият масштабидаги истикболли режалаштиришдан тортиб, ишлаб чиқариш жараёнининг технологик иш амалларини бажаришгача бўлган бошқариш вазифаларини бажаришда катнашади.

Маълумки, БАС маъмурий ёки ташкилий бошқаришдаги ТБАС ва ишлаб чиқариш системаларидаги ТЖБАС системаларига бўлинади.

Административ системада одам фаолияти бошқариш системасининг қуйи поғоналарида амалга ошириладиган режалаштириш, оператив бошқариш жараёнларида қарор қабул қилиш, шунингдек, қарорнинг бажарили-

шини назорат қилиб туриш каби бошқариш вазифаларини бажаришдан иборат. Бундай ишларни бажарадиган одам бошқарувчи (администратор) деб аталади. Ишлаб чиқариш системаларидаги бошқарувчи одам эса оператор деб аталади.

Оператор ўзининг бошқарув вазифасини техник воситалар ва бошқарувчи ЭХМ ёрдамида бажаради. Бунинг учун у бошқарилувчи системанинг параметрлари ва ҳолатлари тўғрисидаги ахборотларни тасвирловчи техник қурилмалар, рақамли ва графикли таблолар, рақамли ва индикаторли асбоблар, овозли огоҳлантиргич воситалари орқали олади. Бу ахборотларни таҳлил қилиш йўли билан оператор ўз қарорини аниқлайди. Қарорни амалга ошириш учун бошқаришнинг техник воситалари орқали у ишлаб чиқариш жараёнига таъсир кўрсатади. Агар бошқариш системаси икки поғонали бўлса, у қуйи поғонадаги операторга буйруқ бериш йўли билан ишлаб чиқариш жараёнига таъсир кўрсатади.

Одам ўзининг психологик сифатларига кўра, ихтисослашган билимга эга бўлиши ва бошқаришда юз бериши мумкин бўладиган вазиятларни яхши билиши керак. У бошқарувчи ЭХМ томонидан берилган маълумотларни қабул қилиб, уларга комплекс ишлов бера оладиган ва ўз вақтида энг мақбул ечим қабул қила оладиган бўгин сифатида хизмат қилади.

Машина (ахборотли ҳисоблаш комплекси) эса маълумотларга юқори аниқликда, катта тезликда ишлов бериш, узок муддат нуксонсиз — бир меъёردа ишлай олиш афзалликлари билан бошқариш жараёнида қатнашади.

Ишлаб чиқариш жараёнида одамнинг иштирок этиши бошқарувчи система олдига қўйилган, ечилиши керак бўлган масаланинг қай даражада ишланганлиги ва формаллаштирилганлигига боғлиқ. Одам бутун системанинг иши давомида ахборотларга ишлов бериш технологиясини (услуглар, кетма-кетликлар ва бошқа қондаларни) тайёрлашда актив иштирок этади, техника хизмати бажарадиган оператор вазифасини ҳам бажаради, ахборотларга ишлов бериш босқичларида маслаҳатчи сифатида иштирок этади, бошқариш жараёнида узил-кесил ечим топиш учун керак бўладиган алоҳида материаллар (топшириқлар) ни тайёрлайди.

Булардан ташқари, шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, бошқарувчи машиналарнинг ҳеч бири ўзи учун бошқариш дастурини (алгоритмини) ўзи тайёрлай олмайди, бундай автомат машиналарнинг ҳаммаси одамнинг эҳтиёжи учун хизмат қилади.

1.8-§. Ўлчов асбоблари ва автоматлаштириш воситаларининг давлат системаси (АДС)

Бошқариш жараёнининг сифати, самарадорлиги кўп жиҳатдан технологик жараён ҳақидаги маълумотларни тўғри ва юқори аниқликда акс эттирадиган ўлчов асбоблари — сезгичларнинг бўлишини талаб қилади. Сезгичлардан олинган маълумотлар бошқарувчи электрон ҳисоблаш машиналари системасига, ундан ижро этувчи элементлар системасига таъсир қилади. Бошқарувчи ахборотлар бир қатор автоматика элементлари, кузатиш ўлчов асбоблари орқали ўтади. Агар бундай элементлар ва улар орқали ўтадиган маълумотлар соддалаштирилмаса, умуман бир тартибга келтирилмаса, бошқариш системаларининг қурилишида катта иқтисодий ва ташкилий тартибсизликка йўл қўйилган бўлади. Ишлаб чиқариш жараёнларининг кўплиги ва турли-туманлиги сабабли сезгичлар — сигнал берувчи элементлар, бошқариш элементлари, ЭХМ контрол-ўлчов асбобларининг беҳисоб кўп ва турли хил физик табиатга (электрик, пневматик, гидравлик ва бошқалар) хос бўлиши назарга олинганда айтиб ўтилган тартибсизлик ва иқтисодий зарарларнинг қанчалик катта бўлишини тасаввур қилиш қийин бўлмайди.

Ўлчов асбобларининг Давлат системаси бу камчиликларнинг бўлмаслигини, ўлчов асбобларини ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланишда ягона тартиб ўрнатилиш чораларини амалга оширишни кўзда тутди.

Ўлчов асбобларининг Давлат системаси (АДС) учта асосий: электрик, пневматик ва гидравлик тармоқларга бўлинади. Бажарадиган вазифаси бўйича асбоблар объектлардан маълумотларни сезиб олувчи, сигналларни узатувчи ва ишлов берувчи қурилмаларга, ижро этувчи элементлар системаларига бўлинади. Булардан ташқари, икки тармоқ системалари элементларининг бажарадиган вазифаларини бирлаштирувчи (масалан, электрик ва пневматик) сигнал турларини бирдан иккинчисига ўзгартирувчи универсал элементлар ҳам АДС га қиради.

Хар бир тармоқ учун Давлат андозаси (стандарти) ўлчов асбоблари ва блокларга кирувчи ва улардан чикувчи сигналлар миқдори олдиндан белгилаб қўйилади. Масалан, электр тармоғи учун: ўзгармас токда 0—5 мА, 0—20 мА, 0—200 мА, 0—10В; ўзгарувчан токда 5—0—5 мА, 20—0—20 мА, 100—0—100 мА, 1—0—1В, 10—0—10В.

АДСнинг қўлланилиши туфайли унга кирадиган автоматика элементлари, ўлчов асбоблари, блоклар ва системаларнинг таннари камаяди, ишлатиш ва таъмирлаш осонлашади.

II б о б. МЕТРОЛОГИЯ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ЎЛЧАШ ТЕХНИКАСИ

2.1- §. Умумий тушунчалар

Пахта ва пахта маҳсулотларига ишлов бериш жараёнини мақсадга мувофиқ бошқариш, технологик параметрлар (ҳарорат, босим, сурилиш, тезлик ва бошқалар)ни, энергия ҳамда моддий ресурсларнинг миқдор ва сифат ўзгаришларини кузатиш ва ўлчаш натижаларига ишлов бериш, аниқлик киритиш асосида мумкин бўлади. Шу туфайли автоматлаштириш масаласини ҳал қилишда ўлчаш усуллари, техник воситалари тўғрисидаги фан — метрология (ўлчовшунослик) фани асослари ва ўлчов техникаси қонунларига амал қилиш, ўлчаш аниқликларини оширишга катта эътибор берилди.

Маълумки, ҳодиса ёки жараёнини тавсифловчи миқдор тўғрисидаги ахборотни ўлчов асбоби орқали олиш ўлчаш деб аталади. Ўлчов асбоби эса ўлчанадиган миқдорни ўлчов бирлиги билан таққослаш учун хизмат қиладиган қурилмадир. Бунда ўлчанадиган миқдор ва унинг ўлчов бирликлари бир хил турда бўлиши шарт. Масалан, массанинг ўлчов бирлиги кг, узунлиқнинг ўлчов бирлиги эса м ва ҳоказо.

Ўлчашнинг асосий тенгламаси

$$Q = qN, \quad (1)$$

бу ерда: Q — ўлчанадиган миқдор; q — ўлчов бирлиги; N — ўлчанадиган миқдорнинг сон киймати (таққослаш коэффициентини).

Агар бир той пахта Q неча килограмм эканлигини билиш керак бўлса, уни ўлчов асбоби — тарозига қўйиб, ўлчов бирлиги $q=1$ кг билан таккосланади. Шунда $Q=qN$ кг экани аникланади.

Агар ўлчов бирлиги ва ўлчанадиган микдорнинг ўлчови бир хил бўлмаса, бундай ҳолларда ўлчаш учун ўлчов — ўзгарткич деб аталадиган ўлчов асбоблари қўлланилади. Масалан, объект ҳароратини ўлчаш учун симобли термометрлар, биметалл пластинкалар, терможуфт (термопара) ва бошқалардан (7-а, б, в расм) фойдаланилади.

Симобли термометр (7-а расм) муҳит ҳароратини симоб устунчасининг чўзилиш оралиғи Δl га мутаносиб бўлишига мувофик ўлчайди:

$$\Delta l = k \Delta \theta \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Биметалл пластинкалар (7-б расм) ёрдамида муҳит ҳарорати унга киритилган пластинкаларнинг бурилиш бурчагига мувофик ўлчанади. Маълумки, иссиқликдан чўзилиш коэффициентлари турлича бўлган бир-бирига мустаҳкам пайвандланган иккита пластинкадан иборат асбоб (7-б расм) қизитилган муҳитга киритилса, бу пластинкалар чўзилиш коэффициенти кам бўлган пластинка томонга қараб бурилади. Бу бурилиш муҳит ҳароратига мутаносиб бўлади:

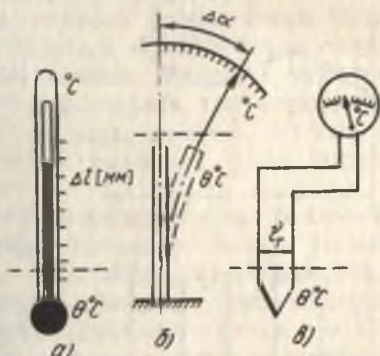
$$\Delta \alpha = k \Delta \theta \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Терможуфт муҳит ҳароратини термоэлектр юритувчи куч e_t га айлантиради (7-в расм)

$$\Delta e_t = k \Delta \theta \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Технологик параметрларни ўлчашни тўғри ташкил қилиш учун қуйидагиларга амал қилиш лозим:

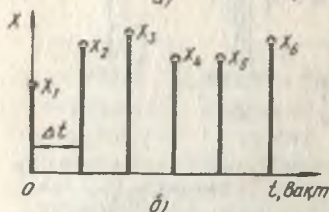
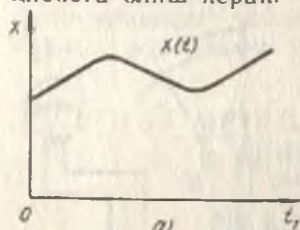
1. Ўлчанадиган микдор узлуксиз ёки дискрет бўлиши мумкин. Узлуксиз микдор ўлчаш диапазонида ($0-t_1$)



7-расм. Ўлчов ўзгарткичлар:
а — симобли термометр; б — биметалл пластинка; в — терможуфт.

чексиз кийматларга эга бўлади (8-а расм). Дискрет микдор эса ўлчаш диапазонида (чекланган) бир неча кийматга эга бўлади. 8-б расмда олтига $X_1, X_2, \dots, X_6$ дискрет микдорлар кўрсатилган.

2. Ўлчов ишлари олиб бориладиган мухит ўлчов асбобларига ва уларнинг хусусиятига таъсир қилмаслиги керак. Бундай таъсир юз бериши мумкин бўлган ҳолларда унга тегишли ўлчов усулини қабул қилиш ёки ўлчов натижаларини келтириб чиқаришни вақтида ҳисобга олиш керак.



8-расм. Узлуксиз ва дискрет микдорлар графиклари.

3. Ўлчов натижаларини бир турли кийматларда талкин қилиш, уларни таққослаш мақсадида физик катталиклар ўлчов бирликлари — эталонларига, яъни қонун чиқариш йўли билан белгилаб қўйилган эталонларига амал қилиниши керак.

4. АДС га мувофик нормаллаштирилган метрологик хусусиятларга эга бўлган техник воситалардангина ўлчов асбоблари сифатида фойдаланиш мумкин.

Ўлчаш усули ўлчанадиган микдорнинг ўлчов бирлиги билан таққослаш принципи ва ўлчаш қоидаларига мувофик қабул қилинади. У ўлчанадиган микдорнинг тури, катталиги, ўлчаш шароити, ўлчаш аниқлиги ва шу каби омилларга ҳам боғлиқ.

5. Ўлчов асбобларининг ҳеч қайсиниси баъзи сабабларга кўра ўлчанадиган микдорнинг абсолют аниқликдаги қийматини бера олмайди. Амалда намуна ўлчов асбоблари томонидан ўлчаниши мумкин бўлган аниқликдаги қийматдан фойдаланилади. Ўлчаш натижасида топилган бу энг юқори аниқликдаги қийматни ўлчанадиган микдорнинг «ҳақиқий қиймати» $X_{\text{ҳақ}}$ деб аталади.

2.2- §. Ўлчаш усуллари

Ўлчаш усуллари ўлчовлар ва ўлчов асбобларининг қўлланилиш усулига қараб бевосита ва билвосита турларига бўлинади.

1. *Бевосита ўлчаш усули.* Бу усул билан ўлчанадиган микдорнинг сон киймати тўғридан-тўғри ўлчов асбобининг бўлинмасидаги (шкаласидаги) кийматлар бўйича ёки ўлчовларнинг номинал кийматларига мувофиқ топилади. Масалан, ток кийматини амперметр шкаласидан, кучланиш кийматини вольтметр шкаласидан, масса микдорини эса тарози ўлчов тошларининг номинал кийматидан аникланади.

Бу усул ўз навбатида бевосита киймат топиш, нолга келтириш ва дифференциаллаш усуллариغا бўлинади.

Бевосита киймат топиш усулида ўлчанадиган микдор тўғридан-тўғри ўлчов бирлиги билан таққосланади ёки ўлчов асбоби билан ўлчанади. Масалан, узунлик метр ўлчови билан, электр занжиридаги ток амперметр билан ўлчанади. Бу услуб жуда содда ва жуда тез ўлчаш имконини беради, лекин ўлчов аниқлиги унча юқори эмас.

Нолга келтириш усулида ўлчанадиган микдор киймати кийматлари аниқ бўлган ўлчовлар билан ўлчаш қурилмасида таққосланади. Масалан, тарозининг бир палласига ўлчанадиган микдор қўйилса, унинг иккинчи палласига нормаллаштирилган ўлчовлар — ўлчов тошлари қўйилиб, тарози кўрсаткичи ноль ҳолатга келтирилади. Шунда ўлчов тошларининг киймати ўлчанадиган микдор кийматига тенг бўлади.

Бу усулнинг аниқлиги юқори, лекин ўлчаш учун кўп вақт сарф қилинади.

Дифференциал усулида ўлчанадиган микдор таъсирининг бир қисми олдиндан берилган аниқ кийматга эга бўлган ўлчов таъсири билан ва қолган иккинчи қисми эса ўлчов қурилмасининг шкаласидан ундаги кўрсаткич кўрсатишига мувофиқ аникланади. Бунга мисол сифатида рақамли тарозиларни кўрсатиш мумкин. Бу тарозиларда 1000 г гача бўлган масса тўғридан-тўғри тарози шкаласидаги кўрсаткичнинг кўрсатишига мувофиқ аникланади. Агар тарозига қўйиладиган юк 1000 г дан ошиқ бўлса, тарозининг иккинчи кичик палласига 1000 г лик ўлчов тошлари қўйилади, қолган қисми эса тарози кўрсаткичи кўрсатиши бўйича шкаладан аникланади. Бу икки микдорнинг йиғиндиси ўлчанадиган микдор массасига тенг бўлади.

2. *Билвосита ўлчаш усули.* Ўлчанадиган катталик киймати тўғридан-тўғри ўлчаш қурилмаси томонидан

аникланмайди. Бунинг учун энг аввал, ўлчаниши лозим бўлган катталиқ билан функционал боғлиқ бўлган бир неча катталиқларнинг киймати ўлчаш қурилмалари орқали бевосита ўлчов усулида топилади. Сўнгра бу кийматлар асосида тузилган тенгламалар ечилиб, топилиши лозим бўлган катталиқнинг киймати аникланади. Масалан, электр занжирининг қаршилиги R нинг кийматини топиш учун (агар қаршилиқ ўлчайдиган омметр бўлмаса) олдин занжирдаги ток I ва кучланиш U тегишли ўлчов асбоблари: амперметр ва вольтметр ёрдамида ўлчанади. Сўнгра $R=U/I$ формулага мувофиқ қаршилиқнинг киймати аникланади.

2.3- §. Ўлчаш хатолиги ва аниқлик гуруҳлари

Ўлчов асбобларининг ўлчаш хатолиги деб, уларнинг кўрсатиши бўйича аникланган киймат $X_{кўр.}$ билан ҳақиқий киймат $X_{ҳақ.}$ орасидаги фарқ ΔX га айтилади. Бу асосий хатолик қуйидаги уч хил кўринишда бўлади:

а) абсолют хатолик

$$\Delta X = X_{кўр.} - X_{ҳақ.} \quad (2)$$

бу ерда: $X_{кўр.}$ — ўлчов асбоби кўрсатган киймат; $X_{ҳақ.}$ — ўлчов асбоби кўрсатиши керак бўлган ҳақиқий киймат.

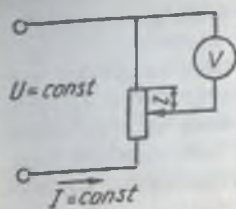
Абсолют хатолик ўлчаш техникасида аниқлик ўлчови бўла олмайди, чунки шкалада абсолют хатолик $\Delta X = 0,5_{мч}$ бўлса, бу микдор шкала кенглиги бўйича 100 мм ораликқа нисбатан кичик, 10 мм ораликқа нисбатан жуда катта сон бўлади. Шу туфайли ўлчов техникасида нисбий хатолик тушунчасидан фойдаланилади.

б) нисбий хатолик (фоиз ҳисобида)

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_{ҳақ.}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

Нисбий хатолик ҳам ўлчаш техникасида унча кўп қўлланилмайди, чунки ўлчанадиган микдор ўзгарувчан бўлса, нисбий хатолик ҳам ўзгаради. Буни 9-расмда кўрсатилган потенциометрик схема бўйича уланган вольтметрнинг тавсифловчи графиклари (10-расм) $X_{кўр.}(I)$ ва $X_{ҳақ.}(I_0)$ мисолида кўриш мумкин.

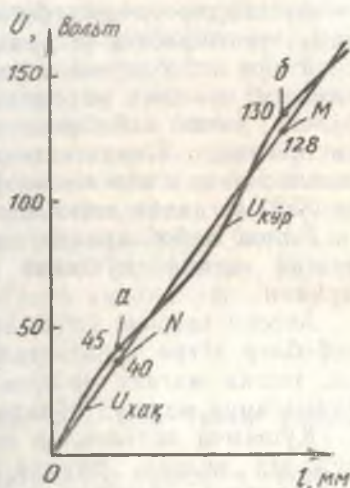
Айтайлик, вольтметр шкаласи 0...150 В бўлсин. Ўлчовни эса тавсиф графикининг «а» ва «б» нукталари-



9-расм. Потенциометр схемаси.

10-расм. Вольтметрнинг тавсиф графиклари:

$V_{\text{кур}}$ — вольтметрнинг кўрсатиши бўйича қурилган график, $V_{\text{хак}}$ — вольтметрнинг ҳақиқий графиги.



да ўтказайлик. Бунда вольтметрнинг ҳақиқий ўлчов графигининг M нуктасидаги нисбий хатолик $\gamma = \frac{\Delta X}{X_{\text{хак}}} \times 100\% = \frac{130 - 128}{128} \cdot 100\% = 1,562\%$ бўлса, N нуктада $\gamma = \frac{45 - 40}{40} \cdot 100\% = 12,5\%$ бўлади.

Бундан хулоса шуки, абсолют ва нисбий хатоликларни камайтириш учун ўлчов асбоби шкаласининг юкори кисмида ўлчаш зарур бўлади;

в) келтирилган нисбий хатолик.

Ҳозирги замон ўлчаш техникасида ўлчов аниқлигини кўрсатадиган асосий омил келтирилган хатолик ҳисобланади:

$$\gamma_0 = \frac{\Delta X}{X_k} \cdot 100\%, \quad (4)$$

бу ерда ΔX — абсолют хатолик; X_k — ўлчов асбобининг шкаласидаги энг катта қиймат.

Масалан, вольтметр шкаласи $0 \dots 150$ В бўлса, $X_k = 150$ В бўлади.

Агар ўлчов асбобининг тавсиф графиклари бўйича топилган энг катта абсолют хатолик $\Delta X = 2$ В бўлса, келтирилган хатолик

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_k} \cdot 100\% = \frac{2}{150} \cdot 100\% = 1,33\%$$

бўлади.

Бу микдор ўлчов асбобининг аниклик синфини (гуруҳини) тавсифловчи ўзгармас сон бўлиб қолади.

Ўлчов асбобларининг ҳатолиги одатда шкаланинг иш қисмига мувофиқ меъёрланади. Бир текис шкалага эга бўлган ўлчов асбоблари учун бутун шкала иш қисм ҳисобланади. Шкаласи текис бўлмаган ўлчов асбоблари шкаласининг ишчи қисми ўлчашнинг бошланғич қисмида 25% ўтгандан кейин бошланади.

Ўлчов асбобларининг ишлаш шароитларига қараб, асосий ҳамда қўшимча ҳатоликлар келиб чиқиши мумкин.

Асосий ҳатолик ўлчов асбоблари одатдаги шароитда: асбоблар тўғри ўрнатилганда, ҳарорат $20 \pm 5^\circ\text{C}$ бўлганда, ташки магнит майдон ва бошқа ташки таъсирлар бўлмаганда мавжуд бўлади.

Қўшимча ҳатоликлар меъёрдаги шароит бузилганда вужудга келади. Бундай ҳолларда Давлат андозаси (стандарт) қўшимча ҳатоликлар учун ҳам тегишли қўйим микдорининг бўлишини кўзда тутлади.

Асосий ҳатоликлар ўлчов асбобларининг барқарорлашган статик иш шароитига тегишлидир. Бундан ташқари, динамик ҳолат ҳатоликлари, ўлчов асбобларининг титраши, турткилар каби ташки шароит таъсирлари ва ўлчанадиган микдор ўзгариб туриши натижасида пайдо бўладиган ҳатоликлар қўшимча ҳатоликка тегишли бўлади. Ўлчаш аниклигига юқорида айтиб ўтилган ҳатоликлардан ташқари тасодифий ҳатоликлар ҳам катта таъсир кўрсатади. Ўлчаш жараёни қанчалик эҳтиёткорлик ва сезгирлик билан ўтказилганига қарамай, бир микдорни бир неча марта ўлчаганда турли натижалар олиниши тасодифий ҳатолик борлигини кўрсатади. Бу ҳатоликлар ўлчов асбобининг кўрсатишидаги сон қийматини олишда одам томонидан йўл қўйилиши механизмдаги ишқаланиш кучининг, ташки таъсирларнинг ўзгариб туриши натижасида вужудга келиши мумкин. Асосий ҳамда қўшимча ҳатоликлар қўпинча доимий ҳатоликлар деб аталади.

Ҳатоликлар умуман икки асосий қисмга: доимий ва тасодифий ҳатоликларга бўлинади.

Доимий ҳатолик — бир микдорни бир неча бор ўлчаганда унинг катталиги ўзгармас бўлиб қолади. Бунга мисол қилиб ўлчов асбобининг даража кўрсатишини тузганда йўл қўйилган ҳатоликни, ўлчов асбобиға

иссиқлик ўзгаришининг, атмосфера босими ўзгаришининг таъсирини кўрсатиш мумкин. Тасодифий хатолик деб микдор бир неча бор ўлчанганда ҳар гал ўзгариб турадиган хатоликларга айтилади. Бу хатолик бир неча қутилмаган сабабларга (иссиқлик ва босим, ўлчаш жараёнида юз берадиган қутилмаган халақитлар ва б.) кўра юз беради. Бу хатоликни тажрибада йўқ қилиб бўлмайди, лекин уни ўлчаш натижаларига таъсирини бир-мунча камайтириш мумкин. Бунинг учун ўлчанадиган микдор бир неча марта ўлчаб арифметик ўртача қиймати қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (5)$$

бу ерда: N — ўлчашлар сони, X_i — ҳар галги ўлчаш натижалари.

Шундан сўнг тасодифий хатолик σ қуйидаги квадратик ўртача қиймат формуласи билан аниқланади:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{X_i - \bar{X}}{N}} \quad (6)$$

бу ерда: $\bar{X}$ — ўлчанадиган микдорнинг арифметик ўртача қиймати. Тасодифий хатоликни унинг чекланган қиймати $\Delta = \pm 3\sigma$ бўйича ҳам топиш мумкин. Тасодифий хатоликнинг бундай чекланган қийматини топиш учун тасодифий хатоликни меъёрий тақсимланиш қонуни (Гаусс қонуни) графигидан фойдаланилади.

Ўлчаш аниқлиги. Ўлчов асбобларининг кўрсатиши ўлчанадиган микдорнинг ҳақиқий қийматига яқинлашиш даражасини кўрсатувчи сифат белгисидир. Аниқлик синфи ўлчов асбобларига қўйилиши мумкин бўлган келтирилган хатолик қиймати билан белгиланади. Аниқлик гуруҳи ўлчов асбобининг шкаласида қайд қилинган бўлади. Ўлчов асбоби шкаласининг ҳамма иш қисми бўйича олинган ўлчов аниқлиги бу шкалада кўрсатилган аниқлик гуруҳи қийматидан ошмаслиги керак. Масалан, ўлчов асбоби 0,5 аниқлик гуруҳига тегишли бўлса, ундаги келтирилган асосий хатолик 0,5 % дан ошмаслиги керак.

Ўлчов асбоблари ҳозирги вақтда қуйидаги аниқлик гуруҳлари билан чиқарилади: 0,005; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0.

Аниқлик гуруҳи 0,1 гача бўлган ўлчов асбоблари

лаборатория шароитларида ва техник ўлчаш асбобларини текшириш учун қўлланилади, аниқлик гуруҳи 0,1 ... 2,5 гача бўлган ўлчов асбоблари саноатдаги ўлчаш ишларида, аниқлик гуруҳи 4,0 ва 6,0 бўлган ўлчов асбоблари эса кузатиш ва огохлантириш ишларида кенг қўлланилади.

2.4- §. Ўлчов асбобларига қўйиладиган асосий талаблар

Ўлчашлар ва ўлчов асбоблари қуйидаги талабларга жавоб бера оладиган бўлишлари керак:

1. Ўлчаш аниқлиги юқори даражада бўлишини таъминлаш. Бунда ўлчов асбобининг кўрсатиши ўлчанаётган миқдорнинг ҳақиқий қийматига юқори даражада яқин бўлиши талаб қилинади.

2. Юқори сезгирлик. Сезгирлик S деб ўлчов асбоби кўрсаткичининг шкала бўйича чизикли ёки бурчак силжиши ўзгаришининг энг катта қиймати ΔY нинг ўлчанаётган миқдор қийматининг ўзгариши ΔX га нисбатига айтилади:

$$S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}.$$

Ўлчов асбобининг сезгирлиги S унинг шкала бўлинмаси қиймати C га тесқари нисбатда, яъни $S=1/C$ бўлади. Шкала бўлинмаси қиймати қуйидагича аниқланади:

$$C = \frac{\Delta X}{\Delta Y}.$$

Шкала бўлинмаси $\Delta Y=30$ бўлган ўлчов асбобида ўлчанадиган миқдор қиймати $\Delta X=3 \text{ A}$ бўлса, $C=3/30=0,1$; $S=1/0,1=10$ бўлади. $\Delta X=15 \text{ A}$ бўлса, $C=15/30=0,5$; $S=1/0,5=2$ бўлади. Бундан кўринадики, шкала бўлинмаси қиймати C қанча катта бўлса, ўлчов асбобининг сезгирлиги шунча кичик бўлади.

3. Ташқи шароит ва ташқи таъсирлар ўзгармас бўлганда ўлчов асбобининг кўрсатиши ҳам ўзгармас бўлиб қолади.

4. Ўлчов асбоби инерционлигининг кам бўлиши тез ўзгарувчан миқдорларни ўлчаш имконини беради.

5. Масофадан туриб ўлчаш, ўлчаш натижаларини узок масофаларга узатиш, ўлчаш хабарлаш системаси

мажмуини тузиш ва бошка имкониятлар бўлиши лозим.

6. Ўлчов асбоблари ва блокларидан автоматика системаларига хизмат киладиган ўлчовларини йиғиш имконини бериши талаб қилинади.

2.5- §. Ҳароратни ўлчаш ва термоўлчов асбоблари

1. *Ҳароратни ўлчаш.* Ҳарорат (температура) — молекулалар бетартиб ҳаракати ўртача кинетик энергиясининг ўлчови бўлиб, жисм ёки объектнинг иссиқлик даражасини кўрсатувчи параметрдир. Жисмлар молекулаларининг кинетик энергияси ва шунингдек, ҳарорати ўзгариши уларда ҳамм ўзгаришига ва уларнинг бир ҳолатдан иккинчи (каттик, суюқ ва газ) ҳолатга ўтишига сабаб бўлади. Шу боисдан, жисмларнинг ҳароратини ўлчаш учун керак бўладиган ўлчов бирлиги ва ўлчаш шкаласини ясашда уларнинг иссиқлик ҳолатларини ўзгариш нукталарида мавжуд бўладиган ҳароратлар микдорларидан фойдаланилади. Агар ҳарорат «градус» билан ўлчанса, унинг ўлчов бирлиги қуйидаги формула бўйича топилади:

$$1 \text{ градус} = \frac{\theta'' - \theta'}{n},$$

бу ерда: θ' — жисмнинг бошланғич чегара нуктасидаги ҳарорати ёки «нолинчи ҳарорат»; θ'' — шу жисмнинг иккинчи ҳолатга ўтиш нуктасидаги ҳарорати; n — бутун сон (шкала бўлимлари сони).

Ҳозирги вақтда Ўзбекистонда икки хил ўлчов шкалалари мавжуд: 1) Цельсий шкаласи. 2) Кельвин термодинамик шкаласи. Бундан ташқари чет давлатларда (Америка, Англия ва б.) Фаренгейт шкаласи 1°F дан ҳам фойдаланилади: $1^\circ\text{F} = 5/9^\circ\text{C}$.

Цельсий шкаласида ҳароратнинг ўлчов бирлигини топиш учун сувнинг уч ҳолати — музлаш, қайнаш ва буғланиш нукталари орасидаги ҳарорат катталиги микдори 100 бўлакка бўлинади. Агар сувнинг музлаш нуктаси $\theta' = 0^\circ\text{C}$, қайнаш нуктаси $\theta'' = 100^\circ\text{C}$ ва $n = 100$ деб қабул қилинса, ҳароратнинг Цельсий шкаласидаги ўлчов бирлиги

$$\frac{\theta'' - \theta'}{n} = \frac{100 - 0}{100} = 1^\circ\text{C}$$

бўлади.

Иккинчи шкала абсолют ҳароратлар шкаласини жорий этган инглиз олими Кельвин номи билан юритилди.

Гей-Люссак қонуни

$$V = V_0 (1 + \alpha \theta^\circ)$$

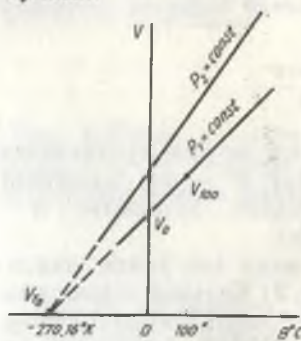
га мувофиқ ҳароратнинг бошланғич абсолют ноль нуктасининг бўлишига асосланади. Ифода идеал газ ҳажми V нинг ўзгариши ҳарорат θ° нинг ўзгаришига боғлиқлигини (босим ўзгармас бўлганда) кўрсатади.

V_0 — цельсий шкаласи бўйича ҳарорат ноль бўлгандаги газ ҳажми; $\alpha = \frac{1}{-273,16}$ — ҳамма газлар учун бир хил бўлган, ҳажмий кенгайиш термик коэффициент.

Абсолют ноль ҳароратда (T_0) газ ҳажми нолга тенг деб фараз қилинса,

$$0 = V_0 (1 + \alpha T_0)$$

абсолют ноль ҳароратнинг қиймати $T_0 = -273,16$ К бўлади.



11- расм. $V(\theta^\circ)$ графиклари.

Абсолют ноль температурани тажрибада ўлчаш мумкин эмас, чунки жуда паст ҳароратда газ ҳажми нолга яқинлашганда, суюқликка айланиб кетади. Буни 11- расмда кўрсатилган $V(\theta)$ графикдан кўриш мумкин. Графикнинг тажрибада олиб бўлмайдиган пастки қисми пунктир чизиғи билан давом эттирилган ва $V=0$ бўлган нукта абсолют ҳарорат (температура) $T = -273,16$ К деб қабул қилинган.

$V=f(\theta)$ функция графикига мувофиқ, кельвин шкаласидаги ноль температура абсолют ноль температурага, ундаги ҳар бир градус эса цельсий шкаласидаги градусга тенг бўлади.

Амалда ҳароратни ўлчаш учун халқаро амалий шкалалар — цельсий, кельвин ва фаренгейт қўлланилади. Цельсий шкаласи билан кельвин шкаласи ўлчов бирлиги 1°C , белгиланиши эса θ ва T .

Халқаро амалий шкала бўйича ҳарорат кельвин

билан ўлчанса, унинг киймати куйидаги ифода бўйича ҳисоблаб топилади:

$$T = \theta^{\circ}\text{C} + 273,16.$$

Маълумки, ҳарорат билвосита усул билан термометрик модда ёрдамида ўлчанади.

Ҳароратни ўлчаш учун термометрик жисмларнинг ҳарорат ўзгариши билан боғлиқ бўлган физик хусусиятларининг (ҳажм, босим ўзгариши, термо ЭЮК ҳосил бўлиши ва ҳоказо) ўзгаришидан фойдаланилади. Бунинг учун термометрик моддалар, яъни термометр ясаш учун ишлатиладиган моддаларнинг хусусиятлари ҳар тарафлама ўрганилади. Бирор жисмнинг ҳароратини ўлчаш лозим бўлса, термометрик модда (симобли термометр) ҳарорати ўлчаниши керак бўлган жисмга текказилади ёки ҳарорати ўлчаниши лозим бўлган мухитга киритилади. Натижада бу икки жисм орасида ҳарорат мувозанати вужудга келади. Жисмнинг (мувозанат ҳолатдаги) ҳарорати ўлчаш асбобининг кўрсатисига мувофиқ аниқланади.

Халқаро бирликлар системасида ҳароратнинг ўлчов бирлиги сифатида кельвин (К), яъни сувнинг муз, сув, буғ ҳолатида бўладиган нуктаси деб аталадиган термодинамик ҳарорати қабул қилинган. Бундан ташқари, Халқаро бирликлар системасида ҳароратни Халқаро амалий шкалада — Цельсий шкаласида (С) ўлчаш ҳам тавсия қилинади. Бу шкала жисмларнинг ўзгармас ҳолатларидан олитасининг мавжудлигига асосланади:

- 1) кислороднинг қайнаш нуктаси — $182,97^{\circ}\text{C}$;
- 2) сувнинг бир вақтда уч ҳолатда (муз, сув, буғ) бўлиш нуктаси;
- 3) сувнинг қайнаш нуктаси $+100^{\circ}\text{C}$;
- 4) олтингугуртнинг қайнаш нуктаси $+444,6^{\circ}\text{C}$;
- 5) кумушнинг қотиш нуктаси $+961,93^{\circ}\text{C}$;
- 6) олтиннинг қотиш нуктаси $+1\,064,43^{\circ}\text{C}$.

Бу шартли нукталарга асосланиб эталон ўлчов асбобларининг шкаласи даражаланади.

Ҳароратни ўлчайдиган асбобларнинг турлари ва уларнинг ўлчаш чегаралари I-жадвалда келтирилган.

II. *Кенгайиш термометрлари.* Кенгайиш термометрларининг ўлчаши термометрик моддалар — суюқ, биметалл ва металл ўзакларнинг ҳажмий ёки чизикли кенгайиши улар киритилган мухит ҳароратининг ўзгаришига мутаносиб бўлишига асосланади.

Ҳароратни ўлчайдиган асбоблар ва уларнинг ўлчаш чегаралари

Ўлчов асбоблари	Ўлчов чегаралари, С°
Кенгайиш термометрлари:	
Симобли техник термометр	—25 ... +500
Органик суюқликли (спиртли) термометр	—200 ... +65
Манометрик термометр (газли термометр)	—60 ... +700
Электр қаршилиқ термометрлари:	
Платинадан ясалган термометр	—200 ... +650
Мисдан ясалган термометр	—50 ... +180
Терможуфтлар:	
Платинаародий — платина	—20 ... +1300
Хромель — алюмель	—50 ... +1000
Хромель — копель	—50 ... +600
Нурланиш термометрлари:	
Оптик термометр	+ 800 ... + 6000
Фотоэлектрик термометр	+ 600 ... + 2000
Радиацион термометр	+ 20 ... + 3000

а) *Симобли техник термометрлар.* Суюқ термометрик моддалар сифатида симоб, керосин, этил спирти, толуол ва бошқалар ишлатилади.

Симобли термометрлар симоб тўлдирилган шиша баллон ва у билан туташтирилган шиша найчадан иборат. Симобли шиша баллон ҳарорати ўлчанадиган муҳитга киритилса, ундаги симоб ҳажми муҳит ҳароратига мувофиқ ўзгаради, яъни симоб устунининг баландлиги шиша найча бўйича юқорига ёки пастга силжийди. Бу силжиш цельсий шкаласи бўйича муҳит ҳароратининг ўзгаришини кўрсатади.

Симобли термометр давлат андозасига мувофиқ ҳароратни -25°C дан $+500^{\circ}\text{C}$ гача ўлчаши мумкин (1-жадвал).

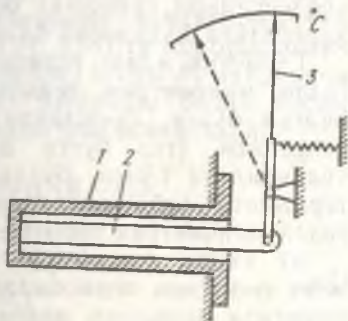
Суюқликли термометрлар технологик жараён давомида ҳароратни кузатиб туриш, термооғхлантириш, ҳароратни автоматик бошқариш ва ростлаш системаларини тузиш учун қўлланилади.

Суюқ термометрик моддали термометрларнинг асосий камчилиги шиша идишининг синиши билан боғлиқ

бўлади. Бунинг олдини олиш учун бу термометрлар металл қин (гильза) ичига ўрнатилади. Термометрик суюқлик билан иссиқлиги ўлчанадиган муҳит орасидаги алоқани яхшилаш учун қиннинг шиша баллонга тегишли қисми иссиқликни яхши ўтказувчи моддалар билан тўлдирилади. Ҳарорат 200°C гача ўлчанса, қиннинг пастки қисми машина мойи билан, ўлчанадиган ҳарорат 300°C гача бўлса, симоб билан ва 500°C гача ўлчанадиган бўлса, мис қипиғи билан тўлдирилади. Бундай термометрларнинг ўлчов аниқлиги унча юқори бўлмайди.



12-расм. Биметалл термометр:
1—2 — биметалл пластинкалар;
3 — кўрсаткич.



13-расм. Дилатометрик термометр:
1 — никель ёки жез най; 2 — инвар
ўзак; 3 — кўрсаткич.

б) **Биметалл термометрлар.** Уларнинг ишлаши бир-бирига пайванд йўли билан ёништирилган икки хил чўзилиш коэффициентига эга бўлган $\alpha_1 > \alpha_2$ бир жуфт 1—2 металл пластинканинг (12-расм) пластинка 2 томонига эгилиши уларга таъсир қиладиган иссиқлик миқдорига мутаносиблигига асосланади. Биметалл пластинканинг эгилиши редуктор орқали ўлчов асбобининг кўрсаткичи 3 ни шкала бўйича буради. Муҳит ҳарорати цельсий шкаласи бўйича аниқланади.

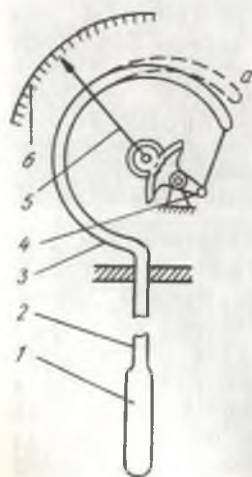
в) **Дилатометрик термометрлар.** Дилатометрик термометрларнинг ишлаши ундаги металл ўзакларнинг иссиқликдан чўзилишига асосланади. Бундай термометрлардан энг соддасининг тузилиш схемаси 13-расмда кўрсатилган. Ундаги трубка 1 ва ўзак 2 ҳарорати ўлчаниши лозим бўлган муҳитга киритилганда, найча 1 ва унинг тубига мустаҳкам пайвандланган ўзак 2 ларнинг нисбий чўзилишига мувофик ричаг силжийди ва кўрсаткич 3 ни шкала бўйича буради. Агар найча

1 нинг иссиқликдан чўзилиш коэффициентини катта бўлган металл — никелдан, унинг ичидаги ўзак 2 нинг иссиқликдан чўзилиш коэффициентини α_2 жуда кичик бўлган инвардан тайёрланган ($\alpha_2 < \alpha_1$) бўлса, стерженларнинг ΔL нисбий чўзилиши $\Delta L = \Delta\theta(\alpha_1 - \alpha_2)$ формула бўйича топилади, бу ерда $\Delta\theta$ — бошланғич ва сўнгги ҳароратлар фарқи, яъни муҳит ҳароратининг ўзгариши.

III. Манометрик термометрлар. Манометрик термометрларнинг ишлаши герметик ёпиқ идиш ичига жойлаштирилган термометрик моддалар (газ, суюқлик ва конденсацион суюқлик) босими улар киритилган муҳит ҳароратига мутаносиб бўлишига асосланади.

Герметик идиш термометрик газ билан тўлдирилса, газли манометрик термометр, суюқлик билан тўлдирилган бўлса, суюқликли манометрик термометр, конденсацион (тез бугга айланадиган) суюқлик билан тўлдирилган бўлса, бугланувчи суюқликли манометрик термометр деб номланади. Уларнинг ўлчаш асослари газли манометрик термометр (14-расм) га ўхшаши.

а) Газли манометрик термометрларда сезувчи элемент сифатида термобаллон 1, босим узатувчи элемент сифатида капилляр найча 2, ўлчов ўзгарткич элемент сифатида манометрик пружина 3 (Бурдон труба), ўлчов ўзгарткич механизми 4 ва ўлчаш натижаларини кўрсатувчи элемент сифатида кўрсаткич 5 ҳамда шкала 6 дан фойдаланилади.



Термобаллон ҳарорати ўлчаниши керак бўлган муҳитга киритилади. Шунда муҳит ҳароратига мувофиқ герметик идиш (термобаллон, капилляр, най, Бурдон труба, мембрана, сиффон ва бошқалар) ичидаги газ, суюқлик ёки буг босими ўзгаради. Бу ўзгариш миқдори кўрсаткич юрадиган ўлчаш шкаласидан аниқланади.

14-расм. Манометрик термометр:

1 — термобаллон; 2 — капилляр най; 3 — Бурдон труба; 4 — ричаг системаси; 5 — кўрсаткич; 6 — шкала.

Газли манометрик термометрларда герметик идиш азот ёки гелий билан тўлдирилган бўлади. Бу газларнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициентини идеал газларникига яқин бўлгани туфайли газ манометрик термометрларнинг тавсиф графиги $P(\theta)$ тўғри чизикли, ўлчаш шкаласи эса бир текис бўлади. Газли манометрик термометрлар 600°C гача ҳароратни ўлчашга мўлжалланади.

Манометрик термометрларнинг ўлчаш аниқлигига ташқи босим ва ташқи муҳит ҳароратининг ўзгариши сезиларли таъсир қилиши мумкин. Ташқи босим ўзгаришининг ўлчаш аниқлигига таъсирини камайтириш ёки йўқ қилиш учун герметик идиш (1, 2, 3) га газ бошланғич босим P_0 да тўлдирилади. Бошланғич босим P_0 миқдорини ҳисоблаб топиш учун ҳарорат ўзгариши билан босим ўзгариши орасидаги боғланишдан фойдаланилади:

$$\Delta P = P_{\theta} - P_0 = P_0 \alpha (\theta - \theta_0),$$

бундан

$$P_0 = \frac{\Delta P}{\alpha (\theta - \theta_0)}, \quad (7)$$

бу ерда $\alpha = \frac{1}{273,15}$ газнинг термик кенгайиш коэффициентини;

θ — ҳароратнинг юқори қиймати; θ_0 — бошланғич ташқи муҳит ҳароратининг қиймати, 20°C ; P_0 — герметик ҳажм ичидаги газнинг θ_0 даги бошланғич босими.

Бошланғич газ босими миқдори ўлчанадиган ҳароратнинг катталигига қараб аниқланади.

Ташқи муҳит ҳароратининг ўзгариши билан боғлиқ бўлган муҳит ҳароратини ўлчашдаги хатонинг асосий қисми капилляр найча туфайли вужудга келади, чунки унинг ички диаметри 0,2 ... 0,5 мм, узунлиги 1 ... 60 м гача ораликда ташқи муҳит таъсирида бўлиши бунга сабаб бўлади. Капилляр найнинг ўлчашга киритадиган хатоларини

$$\Delta \theta = \frac{V_k}{V_0} (\theta_k - \theta_0)$$

ифода бўйича аниқлаш мумкин, бу ерда V_k — капилляр найча ҳажми, V_0 — термобаллон ҳажми, θ_k — капилляр найча жойлашган муҳит ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$.

Термобаллон ҳажми, кўпинча термобаллон капилляр

най ва термометрик пружина (дурдон трубкаси) лардан иборат умумий ҳажмининг 90 фоизини ташкил қилади.

Манометрик термометрларнинг қўлланилишига чекланиш киритадиган камчиликлари сифатида ўлчов асбобининг инерциялилиги ва термобаллон ўлчамларининг катталигини кўрсатиш мумкин.

б) Суюқликни манометрик термометрларнинг термобаллон, капилляр трубка ва термометрик пружинадан иборат термометрик системаси (герметик ҳажми), агар ўлчанадиган ҳарорат $-40+2000^{\circ}\text{C}$ бўлса, метил спирт билан, $-40+400^{\circ}\text{C}$ бўлса, ксилол билан ва $-30+600^{\circ}\text{C}$ бўлса, симоб билан тўлдирилади. Суюқликларнинг сиқилувчанлиги амалда нолга тенг бўлгани учун суюқликли термометрларнинг ўлчов аниқлигига ташки босим ўзгариши таъсир қилмайди. Ўлчов шкаласи бир текис бўлади.

в) Конденсацион (тез бугланувчи суюқликли) манометрик термометрлар ёрдамида $0 \dots 200^{\circ}\text{C}$ гача бўлган ҳароратни ўлчаш мумкин. Бундай термометрларнинг термометрик системаси метил хлорид, этил хлорид, ацетон, бензол каби тез бугланувчи суюқ моддалар билан тўлдирилади.

Термобаллондаги тўйинган буғ ҳажмининг ўзгариши ҳарорат ўзгариши билан тўғри чизикли боғланмаслиги сабабли бундай термометрларнинг шкаласи бир текис бўлмайди.

Манометрик термометрлар икки турда тайёрланади: кўрсаткичли ва ёзиб олувчи.

Газ ва суюқлик билан тўлдирилган термометрларнинг ўлчаш аниқлиги 1; 1,6; 2,5, симоб билан тўлдирилган термометрларнинг ўлчаш аниқлиги 0,6; 1; 1,6 ва конденсацион термометрларнинг ўлчаш аниқлиги 1; 1,6; 2,5; 4 гуруҳларга бўлинади.

IV. *Қаршиликли термометрлар.* Қаршиликли термометрларнинг ишлаши электр ўтказгич ҳамда яримўтказгичлар — электр қаршилигининг ўзгариши уларга таъсир қиладиган ҳарорат даражасига мутаносиб эканлигига асосланади.

Қаршиликли термометрларни тайёрлашда термометрик модда (термосезгич) сифатида кимёвий соф мис, платина ёки ярим ўтказгичлардан тайёрланган симлардан фойдаланилади. Бу кимёвий соф моддаларнинг термометрик тавсиф графиклари $R=f(\theta)$ олдиндан

маълум ва ўзгармас бўлгани учун қаршиликли термометрларнинг шкаласи ана шу графикка мувофиқ даражаланади. Ўлчаниши керак бўлган муҳит ҳарорати унга киритилган термометрик модданинг — электр симнинг қаршилиги ёки ундан ўтайдиган ток миқдори орқали топилади.

а) Мисдан ясалган термосезгич. Мисдан ясалган электр сим учун симнинг қаршилиги ва ҳарорат орасидаги боғланиш қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$R_{\theta} = R_0 [1 + \alpha_m (\theta - \theta_0)],$$

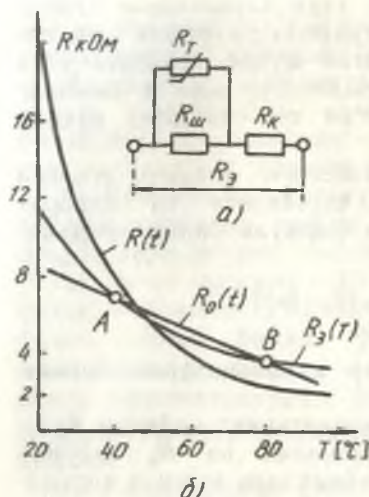
бу ерда: $\alpha_m = \frac{R_{100} - R_0}{R_0 (100 - \theta_0)}$ электр қаршилигининг термик коэффициентининг қиймати R_0 — ҳарорат 0°C бўлгандаги қаршилик ва R_{100} ҳарорат 100°C бўлгандаги қаршилик қийматлари асосида топилади:

$$\alpha_m = \frac{R_{100} - R_0}{R_0 (100 - \theta_0)}$$

Мисдан ясалган термоқаршиликларнинг афзалликлари миснинг арзонлиги, кимёвий соф мисни олишнинг осонлиги, иссиқлик коэффициентининг бошқа металлларникига нисбатан катталиги ва термик тавсифи $R(\theta)$ нинг тўғри чиқиб келишидир. Солиштира қаршилигининг кичиклиги ($\rho = 0,017 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$) ва ҳарорат 100°C дан ортиқда тез оксидлана бошлаши унинг асосий камчиликлари ҳисобланади.

б) Яримўтказгичли термосезгич. Яримўтказгичдан тайёрланган термометрик қаршиликларнинг электр ўтказгичларга (мис ёки платинадан ясалган термометрик қаршиликларга) нисбатан асосий афзаллиги уларнинг термик коэффициентининг анча катталиги ($\alpha = 3 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-2} \frac{1}{\text{град}}$) ва электр ўтказувчанлигининг кичиклигидадир.

Бу термометрик қаршиликлар (термисторлар) нинг афзаллиги яна шундаки, уларнинг бошланғич қаршилиги катта ва геометрик ўлчамлари жуда кичик бўлади. Улардаги бошланғич қаршиликнинг катта бўлиши



15-расм. Қаршиликли термо-
метрлар:
а — термометрнинг эквивалент
схемаси.
б — термисторлар (КМТ — 10,
КМТ — 10а, КМТ-11 туридаги)
ни тавсиф графиклари:

$K(T)$ — термистор тавсиф гра-
фи, $R_0(T)$ — графиги тўғри чи-
зиқли термистор, $R_3(T)$ — тер-
мисторнинг эквивалент тавсиф
графиги.

ташки занжирлардаги қар-
шиликларнинг иссиқликдан
ўзгаришини ҳисобга олмас-
лик имконини беради. Аммо
термисторларнинг тавсиф
графикларининг (15-расм)
экспоненциал эгри чизикли
бўлиши улардан ҳароратни

ўлчайдиган кенг шкалали ўлчов асбобини тайёрлашни
анча қийинлаштиради. Ҳарорат ўзгаришини аниқроқ
ўлчайдиган термометр ясаш учун бундай графикни
имкони борида тўғри чизикли графикка яқинлаштириш
керак. Бунинг учун термометрға параллел ва кетма-кет
резисторлар $R_{ш}$, R_K уланади (15-а расм). Термистор R_T га
параллел уланган $R_{ш}$ термистор графигининг тиклигини
камайтиради. Кетма-кет уланган резистор R_K графигининг
пасайган қисмини ўзига параллел ҳолда юқорига
кўтаради. Бу схеманинг эквивалент қаршилиги қуйида-
гича ифодаланади:

$$R_3 = R_K + \frac{R_T R_{ш}}{R_T + R_{ш}}.$$

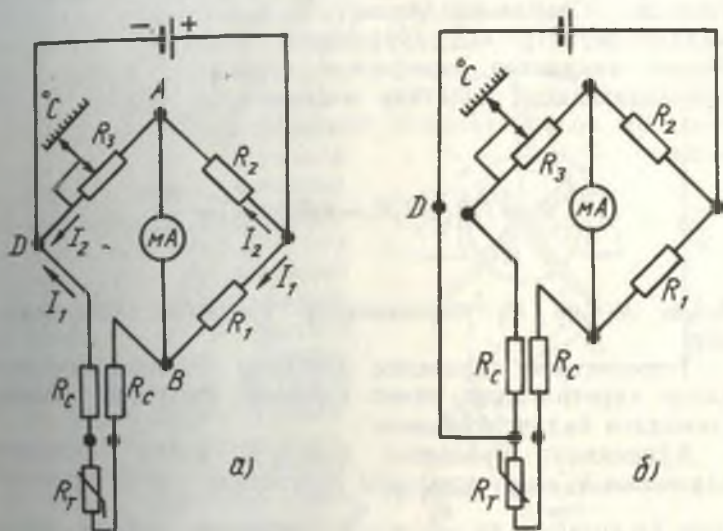
Бу қаршилик R_3 нинг иссиқликдан ўзгариши тўғри
чизикли график $R_0(T)$ га анча яқинлашади ва тўғри
чизикнинг икки нуктасини (А ва В нукталарини)
ифодалайди. Графикнинг бу икки нуктаси учун қуйида-
ги икки эквивалент қаршилик тенгламасини ёзиш
мумкин:

$$R_A = R_K + \frac{R_{ТА} R_{ш}}{R_{ТА} + R_{ш}}, \quad R_B = R_K + \frac{R_{ТВ} R_{ш}}{R_{ТВ} + R_{ш}}.$$

Бу икки тенгламага асосан схемадаги резисторлар-
нинг қийматларини топиш мумкин. R_A , R_B , $R_{ТА}$ ва $R_{ТВ}$ эса
15-расмдаги графиклардан топилади.

Яримўтказичли термокаршиликларнинг асосий камчиликлари куйидагилардан иборат:

1. Термик графиги $R_x(T)$ нинг тўғри чизикли эмаслиги.
2. Ўлчанадиган ҳарорат диапазонининг кичиклиги, масалан, КМТ-Ю, КМТ-Ю, КМТ-II каби термисторлар $0 \dots 120^\circ\text{C}$ ораликдагина ҳароратни ўлчай олади. Бу турдаги термисторларнинг тавсиф графиклари 15-расмда кўрсатилган.
3. Термисторлар тавсиф графикларининг эгри чизиклилиги туфайли уларнинг термик коэффициентининг ўзгарувчанлиги.



16-расм. Мувоzanатланадиган кўприк схемали термометр.

- а — ташки занжир қаршилиги (R_c) ҳисобга олинмаган схема;
 б — ташки занжир қаршилиги (R_c) ҳисобга олинган схема.

Яримўтказичли термистор кўпроқ термосигнализация ва автоматик химоя қурилмаларида қўлланилади.

Термокаршиликлар (мис, платина ва яримўтказичлар) ҳарорат ўлчаш асбобларининг сезувчи элементи, ҳарорат ўзгаришини электр қаршилиги ўзгаришига айлантирувчи элемент сифатида хизмат килади. Қаршилик ўзгаришини ўлчаш ва уни ҳарорат ўзгаришига айлантириш учун термокаршилиқ стабиллаштирилган

кучланиш $U = \text{const}$ манбаига уланган бўлади ва занжирдаги ток микдорининг ўзгаришини ўлчайдиган миллиамперметрлардан фойдаланилади. Бундай ўлчов асбобларининг шкаласи ҳарорат ўлчов бирлиги бўйича даражаланган бўлади. Бунинг учун амалда кўпинча мувозанатланидиган ва мувозанатланмайдиган кўприк схемаси, логометрлар ва автоматик электрон кўприк схемаларидан фойдаланилади. Ана шундай термометрларнинг схемаси ва ишлаш асослари билан танишамиз.

V. *Мувозанатланидиган кўприк схемали термометр.* Мувозанатланидиган кўприк схемали термометрлар 16-а расмда кўрсатилган. Схема ўзгармас ток манбаига уланади. Схеманинг A ва B нукталарига уланган миллиамперметр mA кўприкнинг мувозанат ҳолатини баланс индикатор вазифасини бажаради. Кўприкнинг мувозанатланган ҳолатида индикатор кўрсатиши нолга тенг. Бу ҳолат куйидаги тенгламалар билан ифодаланади:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2; \quad I_1 R_1 = I_2 R_3; \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_3}{R_1},$$

бунда R_1 ва R_2 каршилиқлар ўзгармас микдорлардир.

Термометрик каршилиқ ҳарорати ўлчанадиган мухитга киритилганда унинг қиймати ўзгаради, кўприк схемадаги баланс бузилади.

Кўприкнинг мувозанат ҳолатини қайта тиклашга каршилиқ R_3 нинг сурилувчи контактини суриб каршилигини ўзгартириш ва $\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_2}{R_1}$ тенгликни тиклаш йўли

билан эришилади. Агар каршилиқ R_3 нинг сурилувчи контактига кўрсаткич ўрнатилиб, унинг сурилиши цельсий шкаласи бўйича даражаланса, мухит ҳароратини ўлчаш мумкин бўлади.

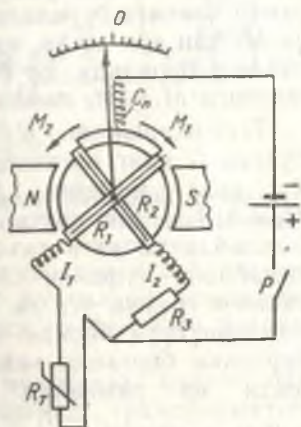
Схеманинг асосий камчилиги — термокаршилиқ R_3 билан кўприк схемасини ўзаро боғлайдиган электр сим каршилигининг ҳисобга олинмаслиги сабабли таъшиқ ҳарорат ўзгаришининг ўлчов натижаларига анча хатолик киритишидир. Бу хатоликни бирмунча камайтириш имконини берадиган схема 16-б расмда кўрсатилган. Схемага мувофик, манба занжирининг D учи тўғридан-тўғри R_1 га уланади. Натижада кўприк

билан қаршилик R_1 орасидаги симнинг бир томони қаршилиги R_c қаршилик R_3 билан қўшилади, иккинчи томонининг қаршилиги R_c қаршилик R_2 га қўшилади. Бу ҳолда кўприк схемасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{R_3 + R_c}{R_1 + R_c} = \frac{R_2}{R_1}.$$

Бу тенгламага мувофиқ, кўприк схемаси (16-б расм) билан термоқаршилик R_1 орасидаги ташқи муҳитдан ўтадиган занжир қаршилиги R_c кўприк схемасининг елкасида жойлашгани сабабли, унинг ташқи муҳит ҳарорати таъсирида ўзгариши, ҳароратни R_1 ёрдамида ўлчаш аниқлигига таъсир кўрсатмайди.

VI. Логометрлар. Ҳароратни ўлчаш учун мўлжалланган логометрнинг схемаси 17-расмда кўрсатилган. Ўзаро маълум бурчакда бир-бири билан механик боғланган ва ўз ўқи атрофида айланиш имконига эга бўлган сим ўрамларидан иборат икки рамка магнит қутблари N ва S орасига жойлаштирилган. Рамкалардан ўтадиган ўзгармас I_1 ва I_2 тоқларнинг йўналиши ҳам расмда кўрсатилган. Магнит майдонига киритилган тоқли ўтказгичлар (рамкалар) ҳаракати чап қўл қондасига мувофиқ аниқланади. Масалан, N қутбда турган рамка R_2 чап томонга, S қутбда турган рамка R_1 ўнг томонга айланишга интилади. Уларда ўзаро қарама-қарши моментлар юзага келади:



17- расм. Термоқаршиликли логометр.

$$M_1 = k_1 B_1 I_1; \quad M_2 = k_2 B_2 I_2. \quad (9)$$

Бу ерда k_1 ва k_2 — рамкаларнинг геометрик ўлчамлари ва ўрамлар сонига боғлиқ бўлган коэффицентлар; B_1 , B_2 — рамкалар ўрами жойлашган жойдаги магнит индукциялари; I_1 , I_2 — рамкалардан ўтаётган ток кучи микдори. Агар рамкаларнинг қаршиликлари $R_1 = R_2$ ва $R_1 = R_3$ бўлса, $M_1 = M_2$ ва $I_1 = I_2$ бўлади. Бу

ҳолатда рамкалар ва унинг ўкига ўрнатилган кўрсаткич кутблар орасидаги магнит индукция йўналишига тик жойлашади. Логометр кўрсаткичи ўлчаш шкаласидаги нолни кўрсатиб туради. Логометрнинг кўрсаткичи узгич P узилган ҳолатда, яъни ўлчов олиб борилмаётганда ҳам нолни кўрсатиб туриши лозим. Ўлчаш вақтида рамканинг бурилишига кўрсатиладиган қаршиликни камайтириш мақсадида логометрнинг рамкалари (R_2 , R_3 ва бошқалар) манбага нозик спираль симлар C_n билан уланган бўлади.

Ўлчаниши керак бўлган муҳит ҳарорати ўзгарса, термоқаршилиқ R_T ҳам ўзгаради, рамкалардаги тоқлар энди тенг бўлмайди, моментлар тенглиги бузилади, натижада иккала рамка токи ва моменти кўп бўлган рамка томонга бурилади. Агар рамка R_2 нинг моменти M_2 ни M_1 дан кўп десак, яъни $M_2 > M_1$ бўлса, рамкалар чап томонга бурилади. Бу бурилиш рамкалардаги моментлар тенглиги $M_1 = M_2$ пайдо бўлгунга қадар давом этади.

Термоқаршилиқ R_T нинг камайиши билан боғлиқ бўлган I_1 нинг ортиши натижасида ҳосил бўлган рамка R_1 нинг моменти $M_1 = k_1 B_1 I_1$ бошланғич пайтда $M_2 = k_2 B_2 I_2$ дан катта бўлади, рамка R_1 ўнгга бурила бошлайди ва унга таъсир қиладиган индукция B_1 нинг камайиши туфайли M_1 камая боради. Бу вақтда иккинчи рамка R_2 га таъсир қиладиган индукция B_2 миқдори орта боради. Рамкаларнинг бурилиши маълум бурчакка борганда икки қарама-қарши момент тенглашади ва рамкалар бурилишдан тўхтади. Бунда

$$k_1 B_1 I_1 = k_2 B_2 I_2 \text{ ёки } \frac{I_1}{I_2} = \frac{k_2 B_2}{k_1 B_1} = k \frac{B_2}{B_1} \text{ бўлади; } I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

$$\text{ва } I_2 = \frac{U}{R_2 + R_3} \text{ ҳисобга олинганда } \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_3 + R_2}{R_1 + R_1} = k \frac{B_2}{B_1}$$

бўлади.

Рамкаларнинг бурилиш бурчаги φ тоқлар нисбати I_1/I_2 га мутаносиб бўлгани учун

$$\varphi = f\left(\frac{R_3 + R_2}{R_1 + R_1}\right) \quad (10)$$

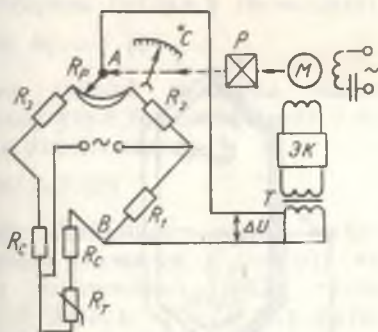
га эга бўламиз. Бу ерда R_1 , R_2 , R_3 ўзгармас қаршилиқлар бўлгани учун рамкаларнинг бурилиш бурчаги термоқаршилиқ R_T нинг миқдори билан аниқланиши $\varphi = f(R_T)$ келиб чиқади.

Логометр рамкаларининг кўприк схемасига уланиши ташқи ҳарорат таъсирини компенсациялаш ва ўлчаш аниқлигини ошириш имконини беради.

Хароратни ва бошқа технологик параметрларни ўлчаш учун қўлланиладиган бундай қўприк схемалардаги қаршилик R_3 ни юқори аниқликда тайёрлаш ва қўл билан мувозанатлаш жараёнининг қийинлиги схеманинг асосий камчилиги ҳисобланади.

VII. Автоматик мувозанатланадиган қўприк схемали термометрнинг схемаси 18-расмда кўрсатилган. Бунда ўлчаниши керак бўлган муҳит ҳарорати таъсирида

термоқаршилик R_1 нинг ўзгариши билан боглик бўлган схеманинг мувозанат ҳолатини қайта тиклаш, қўприкнинг R_3 елкасидаги реохорд қаршилиги R_p нинг автоматик равишда ўзгартирилиши натижасида вужудга келади. Бунинг учун электр юритма M редуктор P орқали реохорднинг сурилма контактини ҳарорат ўзгаришига мувофик суриб, R_1 ни ошириб ёки камайтириб туради. Юритманинг бу ҳаракати, фақатгина қўприк мувозанати бузилганда пайдо бўладиган, схеманинг AB нукталари орасидаги нобаланслик кучланиш амплитудаси ва фазасига боглик бўлади.

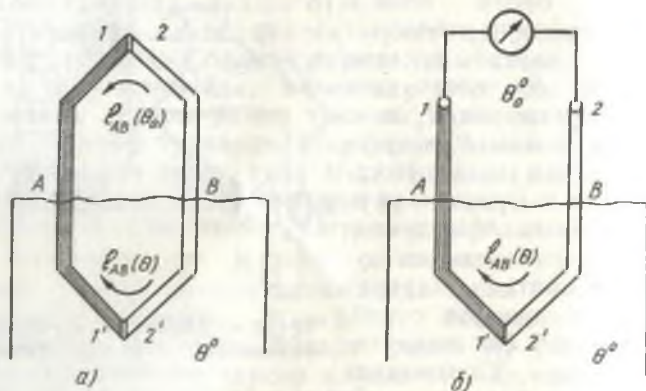


18-расм. Автоматик мувозанатланадиган қўприк схемали термометр

Ҳарорат ўзгариши сабабли мувозанат ҳолати бузилса, пайдо бўладиган ΔU кучланиш трансформатор T ва электрон кучайтиргич $ЭК$ орқали ўтиб, реверсив юритма M ни ҳаракатлантиради. Реверсив юритма ўз навбатида реохорд контактини суриб, схемани мувозанат ҳолатига қайтариб туради. Сурилгич билан механик богланган кўрсаткич ёки ундаги ёзиб олувчи перо ҳарорат катталигини кўрсатиш ёки қоғоз лентага ёзиб олиш вазифаларини бажариб туради. Маълумки, нобаланслик занжиридаги кучланиш ва ундаги ток қиймати жуда кичик бўлгани сабабли электр юритмани ҳаракатлантира олмайди. Бунинг учун занжирдаги қувватни бир неча ўн марта кучайтириш керак. Шу сабабли схемадаги электрон сигнал кучайтиргич $ЭК$ дан фойдаланилган.

VIII. Термоэлектрик термометрлар. Термоэлектрик термометрларнинг ишлаши термоэлектрик эффектдан

фойдаланишга асосланади. Агар электр ўтказгич симнинг бир учи юкори хароратли мухитга киритилса ва иккинчи учи ташки мухит харорати θ_0 да қолса, ўтказгич симнинг юкори хароратли томонидан электронлар ўз орбиталаридан чикиб, ўтказгичнинг совук томонига йигилади. Ўтказгичнинг совук хароратли θ_0 томони манфий, юкори хароратли томони эса мусбат зарядланган бўлиб қолади. Натижада ўтказгичнинг икки учи



19- расм. Терможуфт.

орасида термоэлектр юритувчи куч (ТЭЮК) вужудга келади. Бундай ТЭЮК микдори симга таъсир килувчи харорат ўзгаришига мутаносиб бўлади. Амалда мухит хароратини ўлчаш учун икки электродли термоэлектрик сезгичлардан, терможуфт деб аталадиган термоаннаратлардан ва уларда ҳосил бўладиган ТЭЮКни ўлчайдиган милливольтметр ва потенциометрлардан иборат ўлчов асбобларидан фойдаланилади.

а) **Терможуфт (термопара).** Атом тузилиши турлича бўлган икки электроддан иборат ёпик занжир (19- расм) терможуфт деб аталади.

Терможуфтнинг харорати ўлчаниши керак бўлган мухитга киритилган томонини (пайвандланган иссиқ учи) иссиқ уланма ва ташки мухит температураси θ_0 да қоладиган томонини совук уланма деб аталади. Агар $\mathcal{E}_{AB}(\theta_0)$ ва $\mathcal{E}_{AB}(\theta)$ икки мухит харорати таъсирида терможуфтнинг A ва B нукталари орасида ҳосил бўладиган потенциаллар десак (19-а расм), ёпик

занжирдаги умумий ТЭЮКни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$E_{AB}(\theta, \theta_0) = e_{AB}(\theta) - e_{AB}(\theta_0).$$

Электродларнинг уланган жойларидаги потенциаллар мухит ҳарорати билан функционал боғланишда бўлгани учун $E_{AB}(\theta, \theta_0) = f_1(\theta) - f_2(\theta_0)$ бўлади.

Ташки мухит ҳарорати ўзгармас сакланса ($\theta_0 = \text{const}$).

$$f_2(\theta_0) = a, E_{AB}(\theta, \theta_0) = f_1(\theta) - a.$$

Ташки мухит ҳарорати сунъий равишда нолга тенглаштирилса, $\theta_0 = 0$ (бунинг учун термопаранинг 1 ва 2-нукталари 0°C ли мухитга киритилади).

$$E_{AB}(\theta, \theta_0) = f_1(\theta)$$

бўлади. Бундай терможуфт ёрдамида иссиқ мухит ҳароратини ўлчаш учун унинг тавсифи $E_{AB} = f(\theta)$ ни олиш, яъни 1°C га канча милливольт ТЭЮК тўғри келишини аниқлаш етарли (19-б расм). Мухит ҳароратини ўлчаш учун ўлчов асбоби (милливольтметр) ҳароратнинг ташки мухитдаги 1 ва 2 нукталари орасига уланади.

Ташки мухит ҳароратининг терможуфтга таъсири ни камайтириш учун амалда терможуфт билан милливольтметр турадиган жойгача (θ ва θ_0) бўлган ораликдаги ўтказгич терможуфт электродлари симидан тайёрланган, терможуфтнинг 1 ва 2 нукталари эса терможуфт каллагига ўзаро яқин жойлаштирилган бўлади.

Лаборатория шароитида терможуфтнинг совуқ нукталаридаги ҳарорат θ_0 стабиллаштирилган ёки нолга тенглаштирилган бўлиши керак. Стабиллаш учун терможуфтнинг θ_0 нукталари термостат T_c га киритиб қўйилади. Нолга тенглаштириш учун эса θ_0 нукталари мой ичида изоляцияланади ва бу мойли идиш музли сувга солиб қўйилади. Терможуфтнинг ўлчаш хатолиги 1,5% дан ошмайди.

Термоэлектрод сифатида ишлатиладиган металллар жуда кўп, улардан амалда кенг қўлланиладиган турлари қуйидагилар: мусбат электрод сифатида мис, темир, хромель, платинародий ва бошқалар. Манфий электрод сифатида константан, копель, алюмель, платина ва бошқалар. Шу туфайли терможуфтларнинг турлари ҳам жуда кўп.

Амалда кенг қўлланиладиган намуна терможуфтлардан баъзиларининг тавсифлари 2-жадвалда келтирилган.

2- жадвал

Терможуфт моддалари	Терможуфт тури	Даражаланиши (булиниш) белгиси	Ўлчаш диапазони		ТЭ-ЮК, МВ (ҳарорат 100°C бўлганда)
			узоқ муддат ишлаганда	қисқа муддат ишлаганда	
Платина-платинародий (10% радий)	ТПП	ПП —1	—20 дан +1300 гача	1600°C	0,643
Платинародий (родий 30%)	ТПР	ПР 30	—300 дан 1600 гача	1800°C	0,35
Платинародий (родий 6%)					
Хромель-алюмель	ТХА	ХА	—50 дан 1000 гача	1300°C	4,10
Хромель-копель	ТХК	ХК	—50 дан 600 гача	800°C	6,95

ТПП туридаги терможуфтлар нейтрал ва оксидловчи муҳитларда ишончли ишлайди, лекин металл оксидлари яқинида тез ишдан чиқади. Платинага металл буғлари ва углерод оксиди ёмон таъсир қилади. Шу сабабларга кўра терможуфт ҳарорати ўлчанадиган муҳит таъсиридан пухта химояланган бўлиши талаб қилинади. Бундай терможуфт 1600°C гача ҳароратни ўлчаш учун қўлланади.

ТПР туридаги терможуфтлар 1800°C гача ҳароратни ўлчаш учун қўлланади. ТПР ва ТПП туридаги терможуфтлар диаметри 0,5 ёки 1 мм бўлган симлардан тайёрланади. Термоэлектродлари бир-биридан чинни найчалар билан ажаратилган бўлади.

ТХА туридаги терможуфтлар 1300°C гача ҳароратни ўлчаш учун қўлланади, оксидланиш ва коррозияга чидамли. узоқ муддат яхши ишлайди. Тавсиф графиги тўғри чизикли (20-рақм) бўлгани учун шкаласи бир текис бўлади.

ТНС туридаги терможуфтлар 200°C ... 1000°C гача

хароратни ўлчаш учун қўлланади. Бошланғич ўлчаш харорати 200°C дан юқори бўлгани учун бу терможуфт қўлланганда совуқ уланма томони хароратининг (ташки мухит) таъсирини компенсациялаш учун тузатишлар киритилмайди.

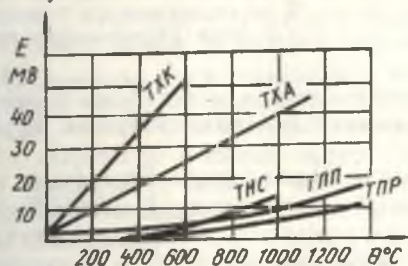
ТХК туридаги терможуфт бошқа стандарт терможуфтларга қараганда анча катта ТЭЮК ҳосил қила олади ва 800°C гача хароратни ўлчаш учун қўлланади. ТХА, ТНС, ТХК туридаги терможуфтлар диаметри $0,7 \dots 3,2$ мм бўлган симлардан тайёрланади. Манфий ва мусбат термоэлектродлар бир-биридан керамик трубкалар ёрдамида ажратилган бўлади.

Саноатда ишлаб чиқарилаётган ҳамма техник терможуфтларнинг термоэлектродлари металл гильза ичига жойлаштирилади ва бу ҳол уларни бузилиш ва шикастланишдан саклайди.

Терможуфтларнинг асосий камчилиги сифатида инерционлигининг катталигини кўрсатиш мумкин (1,5 минутдан ҳам ошади).

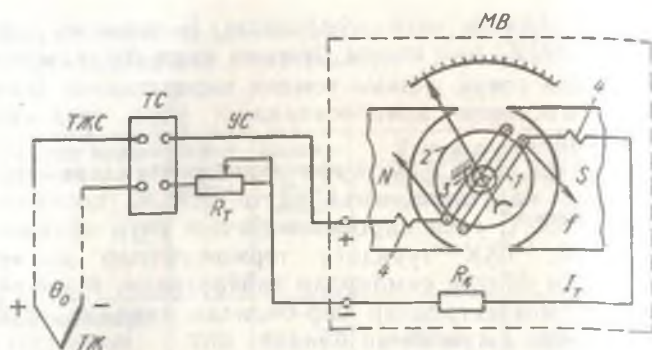
Терможуфтлардан олинadиган ТЭЮКни ўлчаш учун милливольтметрлар, қўл билан балансланадиган потенциометрлар ва автоматик балансланадиган потенциометрик схемалар қўлланилади.

б) **Милливольтметрлар.** Терможуфтан чикувчи сигнал — ТЭЮКни ўлчаш учун $0,5$ ўлчаш аниқлигига эга бўлган магнитоэлектрик системали милливольтметрлар (МВ) қўлланилади. 21-расмда бундай милливольтметрнинг тузилиши кўрсатилган. Унинг ишлатиш токли ўтказгич билан магнит майдонининг ўзаро таъсирига асосланган. Цилиндр шаклидаги темир ўзакка ўрнатилган, ўрамлар сони W бўлган симли рамка l ўз ўки атрофида эркин айлана олади. Бунинг учун рамка симининг учлари ташқи занжирга енгил спираллар 4 орқали уланади. Рамка бир томонининг актив узунлиги l бўлгани учун ундан терможуфт токи ўтганда ҳосил бўладиган электромагнит куч



20- расм. Стандарт терможуфтларнинг тавсиф графиклари.

$$f = BIl$$



21- расм. Термоэлектрик термометр схемаси:

ТЖ — терможуфт; МВ — милливольтметр; ТЖС — терможуфт симляри; ТС — термостат; УС — улаш симляри; $P_{\text{т}}$ — тенглаштирувчи қаршилик; R_K — қушимча қаршилик; $R_{\text{м}}$ — рамка симининг қаршилиги.

билан ифодаланади. Рамканинг икки томони ва ўрам сони ҳисобга олинганда $F = BI^2lW$. Рамканинг айлантирувчи электромагнит момент формуласи $M = FR = 2lRWBI = k'BI$, бу ерда R — рамканинг ўз ўқиға нисбатан радиуси; B — темир ўзаклар орасидаги ҳаво оралиғидаги магнит индукция; $k' = 2lRW$ — рамканинг ўрамлари сони ҳамда геометрик ўлчамларига боғлиқ бўлган коэффициент. Агар темир ўзаклар оралиғидаги магнит индукция бир текис тарқалган деб фараз қилинса, рамкани айлантирувчи момент ундан ўтадиган токка мутаносиб бўлиб қолади, $M = kI$. Айлантирувчи моментга қарши қўйилган пружина 3 нинг эластиклик momenti $M_{\text{пр}} = k_{\text{пр}}\varphi$, бунда φ — рамканинг буралиш бурчаги. Моментлар мувозанатда бўлганда $M = M_{\text{пр}}$; $kI = k_{\text{пр}}\varphi$. Шунга мувофиқ милливольтметр кўрсаткичи бурилиш бурчагининг терможуфт токига боғлиқлиги қуйидагича ифодаланади:

$$\varphi = \frac{k}{k_{\text{пр}}} \cdot I = cI.$$

Бундан хулоса шуки, милливольтметрнинг тавсиф графиги тўғри чизикли, шкаласи бир текис бўлади.

Милливольтметрлар кўчма, стационар, ёзиб олувчи ва электрон ростлаш қурилмалари кўринишида чиқарилади.

21- расмда термоэлектрик термометрнинг схемаси келтирилган. Бу схемага мувофиқ, милливольтметрнинг

кўрсатиши куйидагича ифодаланади:

$$\varphi = I_c = \frac{E(\theta, \theta_0)}{R_{\text{гтк}} + R_{\text{тж}} + R_{\text{м}}} \cdot c,$$

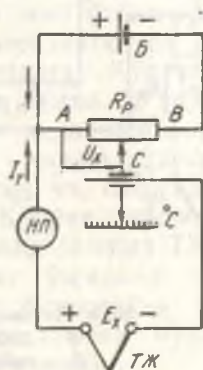
бунда: $R_{\text{гтк}}$ — ўтказгич симлар қаршилиги; $R_{\text{тж}}$ — терможуфт электродларининг қаршилиги; $R_{\text{м}}$ — милливольтметрлар рамкасининг актив қаршилиги.

$R_{\text{гтк}}$ ва $R_{\text{м}}$ нинг ўзгариши фақат ҳарорат ўзгаришига боғлиқ. Ўтказгич симларининг қаршиликлари $R_{\text{гтк}} = R_{\text{тж}} + R_{\text{тс}} + R_{\text{тс}}$ ҳарорат ўзгаришига ҳамда бу симлар узунлигининг ўзгаришига боғлиқ.

Ўлчаш натижаларининг тўғри бўлишига эришиш учун ўлчаш жараёни давомида милливольтметрни шкаласи даражаланган вақтидаги шароитга мослаш зарур. Бунинг учун: 1) ўлчаш вақтидаги ташқи муҳит ҳарорати милливольтметрнинг шкаласи даражаланган ҳарорат $+20^\circ\text{C}$ га тенг ёки жуда яқин бўлишини таъминлаш; 2) ташқи занжир қаршилиги $R_{\text{тжк}} = R_{\text{т}} + R_{\text{гтк}}$ ни милливольтметрнинг ҳисобланган даражалаш қаршилигига тенг ёки жуда яқин бўлишини таъминлаш керак. Милливольтметрнинг шкаласи даражаланган вақтидаги қаршилиги унинг шкаласида кўрсатилган бўлади. Бу қаршилик куйидаги 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Ом кийматларга эга бўлиши мумкин.

Ташқи қаршиликни милливольтметр шкаласида кўрсатилган қаршиликка тенглаштириш учун ўзгарувчи қаршилик R дан фойдаланилади.

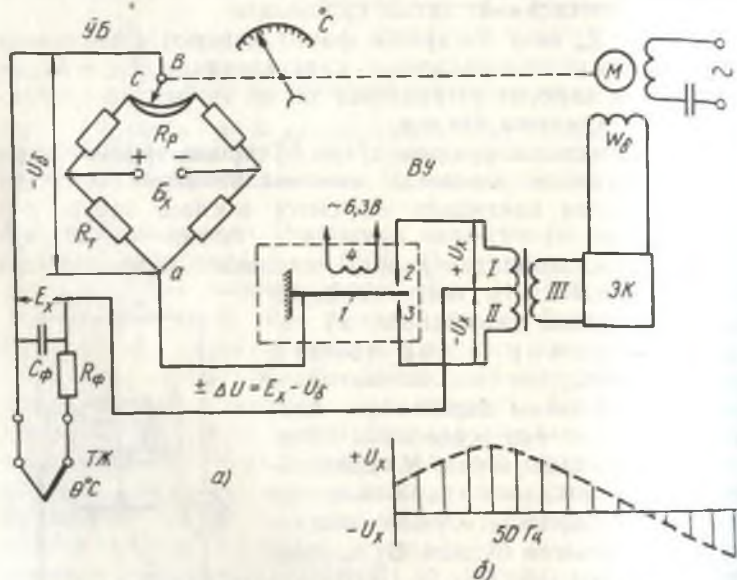
в) **Потенциометрлар.** Потенциометрлар ёрдамида ўлчаш компенсацион (мувозанатлаштирилган — нолга келтириладиган) ўлчаш усулига асосланади. Ўлчаниши керак бўлган ЭЮК (ёки кучланиш) ўзига тенг ва қарама-қарши белгига эга бўлган кучланиши билан мувозанатлаштирилади. Бундай мувозанатлашувчи ёки компенсацион тизимлар ЭЮК, кучланиш, ток кучига



22-расм. Қўл билан мувозанатлаштириладиган потенциометрик термометр схемаси.

мансуб бўлмаган микдорларни ўлчаш ва ўзгартириш учун қўлланилади. Ҳароратни ёки ТЭЮКни ўлчаш учун қўлланиладиган потенциометрнинг тузилиши схемаси 22-расмда кўрсатилган.

Потенциометр ўзгармас ток манбаига (батарея Б га) уланган қаршилик реохорд АВ дан ва унга қарама-қарши йўналишда уланган терможуфт ТЖнинг ЭЮК — E_x дан иборат. Терможуфтнинг бир қутбини сурилғич С ёрдамида реохордга ва иккинчи қутби сезгир гальванометр (нолли прибор НП) орқали потенциометрнинг



23-расм. Автоматик мувозанатланадиган потенциометр:

а — потенциометрнинг электр схемаси,

б — виброўзгарткичи тавсиф графиги.

А нуктасига уланади. Агар реохорд орқали манба токи ($I = \text{const}$) ўтса ва унинг АС нукталари орасида $U_x = IR_{AC}$ кучланиш ҳосил бўлса, терможуфтнинг токи қуйдагича ифодаланади:

$$I_x = \frac{E_x - U_x}{R_{AC} + R_{ТЖ} + R_r},$$

бу ерда: E_x — терможуфтнинг электр юритувчи кучи; R_{AC} — реохорднинг қаршилиги; $R_{ТЖ}$ — терможуфтнинг қаршилиги; R_r — гальванометр занжирининг қаршилиги.

Потенциометрнинг сурилувчи контакти C ни суриш йўли билан мувозанатга эришилганда $E_x = U_x = IR_{AC}$; $I_r = 0$ бўлади. Манбанинг ток кучи $I = \text{const}$ бўлгани учун $E_x = U_x = kR_{AC}$ Реохорд узунлиги AB цельсий шкаласи ($^{\circ}C$) бўйича даражаланганда, унинг C нуктасидаги кўрсатиши муҳит ҳароратига тенг бўлади. Ўлчаш аниклиги юқори бўлиши учун реохорднинг қаршилиги бир текис ва ўзгармас бўлиши ва ундан ўтайдиган манба токи I ҳам ўзгармас бўлиши талаб қилинади.

Схеманинг асосий камчилиги шундаки, ўлчаш аниклиги юқори бўлиши учун қўл билан мувозанатлашда анча вақт талаб қилинади. Бу камчилик бўлмаслиги учун автоматик мувозанатланадиган потенциометр ёки кўприк схемаларидан фойдаланилади.

Автоматик мувозанатланадиган потенциометрик термометр схемаси 23-а расмда кўрсатилган. У ўлчов блоки (ЎБ) виброузаткич (ВУ), электрон кучайтиргич (ЭК) ва мувозанатловчи юритма (МЮ) блокларидан тuzилган.

Ўлчов блоки кўприк схемали потенциометрдан иборат бўлиб, унинг ав диагоналига ташки мис ўтказгичлар орқали термोजуфт ТЖ, иккинчи диагоналига эса стабиллаштирилган кучланиш манбаи Б уланган. Кўприкдаги қаршилик R_t мис симдан ясалган бўлиб, у термोजуфтнинг ташки мис ўтказгичларига яқин жойлаштирилган ва улар билан бир хил ташки ҳарорат таъсирида бўлади. Кўприкнинг қолган уч елкасидаги қаршиликлар манганиндан ясалган. Кўприк диагонали AB га таъсир қилувчи ички R_t ва ташки занжир ТЖни уловчи занжирлар қаршиликларининг ўзгариши тенг бўлгани сабабли кўприк мувозанати бузилмайди. ТЖ қаршилигининг ўзгариши компенсациялашган бўлади ва у ўлчаш натижаларига таъсир кўрсатмайди.

Кўприкни балансловчи кучланиш U_6 билан ТЭЮК E_x ўзаро қарама-қарши йўналишда бўлгани ва E_x нинг ўзгариб туриши сабабли, ўлчаш блокидан чиқадаган балансни бузувчи ΔU кучланиш E_x билан U_6 нинг айирмасига тенг бўлади:

$$\pm \Delta U = E_x - U_6 \quad (12)$$

Бу микдор ўлчов системасида баланс бузилганини кўрсатади. Бунга сабаб, муҳит ҳарорати ва ТЭЮК E_x нинг ўзгариши бўлади. Бу ўзгаришни мувозанат ҳолга $(E_x - U_6) = 0$ келтириш учун U_6 ўзгартирилади. Бу

вазифани балансловчи юриткич M бажаради. У реохорд каршилиги R_p ни ва шу билан бирга балансловчи кучланиш U_6 ни ўзгартириб, кўприкни мувозанатлайди:

$$\pm \Delta U_{нб} = E_x - U_6 = 0.$$

Нобаланслик сигнали $\pm U_{нб}$ жуда кичик микдор бўлгани учун мувозанатловчи юриткич M ни ишга тушира олмайди. Бундан ташқари, бу сигнал амплитудаси мухит ҳароратининг ўзгаришига мувофиқ жуда секин ўзгаради. Бундай сигнални кучайтириш учун ўзгармас ток микдорининг ноаниқлиги туфайли унинг ўзгариши (ноль дрейфи) натижасида кучайтиргичга кирувчи сигнал микдори ўзгармаса ҳам, ундан чиқувчи сигнал микдори ўзгариб кетиши мумкин. Шу сабабдан ўлчов блоки ЎБ дан чиқувчи сигнал виброўзгарткич ёрдамида 50 Гц частотали ўзгарувчи сигналга айлантирилади (23-б, расм).

Бунинг учун виброўзгарткичнинг якори 1 ғалтак 4 ҳосил қилган электромагнит майдонда 50 Гц частота билан титраб туради. Натижада нобаланслик сигналнинг мусбат фазаси $+U_x$ контакт 2 орқали трансформаторнинг I ўрамадан ўтади, манфий фазаси $-U_x$ эса контакт 3 орқали трансформаторнинг II ўрамадан ўтади. Электрон кучайтиргичдан ўтган бу 50 Гц частота билан ўзгарувчи сигнал мувозанатловчи юриткични бошқарувчи электромагнит ўрамига таъсир қилади ва уни $\pm \Delta U$ га мувофиқ ишга туширади ҳамда шу билан бирга реохорд сурилгични суриб, E_x билан U_6 ни доим тенглаштириб туради.

2.6.- §. Босимни ўлчаш ва ўлчов асбоблари

Текис сиртга тик (нормал) таъсир кўрсатувчи текис тақсимланган куч босим деб аталади:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (13)$$

бунда S — текислик юзи; F — шу текислик юзига бир хил ва тик таъсир қиладиган босим кучи.

Халқаро бирликлар системасида босим паскаль (Па) билан ўлчанади. 1 Па — 1 м² юзага тик бўлган ва текис тақсимланган 1Н куч ҳосил қилган босимга тенг.

Амалда босимни ўлчайдиган асбоблар шкаласи

кг/м², атм, мм сув уст. мм симоб уст., бар, Н/см² билан даражаланган бўлади. Бундай ўлчов асбобларидан тўғри фойдаланиш учун, уларнинг ўлчов бирликлари орасидаги боғлиқликни бошқа бирликларга ўтказиш коэффициентларини билиш зарур (3-жадвал).

3- жадвал

Халқаро бирликлар системасида Си	1 ПА=1 Н/м ²
Техник атмосфера	1 атм=1 $\frac{\text{кг(куч)}}{\text{см}^2}$ =98066,5 Па
Физик атмосфера	1 бар=10 Па
мм симоб устуни	1 мм сим. уст.=133,322 Па
мм сув устуни	1 мм сув уст.=9,80665 Па

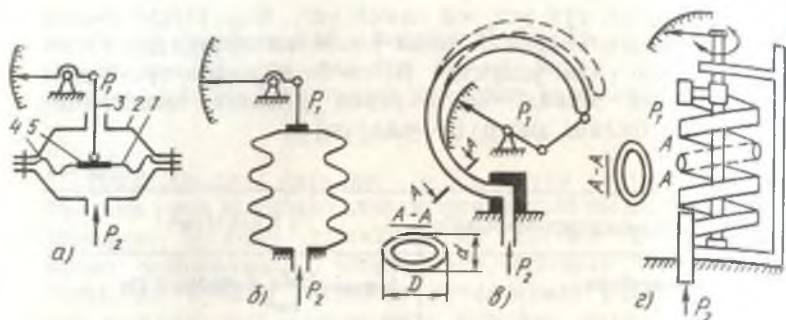
Газ ва суюқ моддаларнинг идиш ички деворларига кўрсатадиган босими абсолют босим дейилади. Абсолют босим $P_{\text{абс}}$ ташки атмосфера босими $P_{\text{атм}}$ билан доим бирга мавжуд бўлади. Технологик жараён давомида бу иккала босим ҳам ўзгариб туриши мумкин. Агар $P_{\text{абс}} > P_{\text{атм}}$ бўлса, унда идиш деворларини итарувчи ортикча босим $\Delta P_{\text{орт}}$ ҳосил бўлади:

$$\Delta P_{\text{орт}} = P_{\text{абс}} - P_{\text{атм}}$$

$P_{\text{абс}} < P_{\text{атм}}$ бўлганда эса ички босим камаяди (вакуум) — $\Delta P_{\text{орт}} = P_{\text{абс}} - P_{\text{атм}}$. Бу ҳолда идиш деворлари ичкарига тортилади. Агар идиш резинасимон эластик моддадан тайёрланган бўлса, унинг ҳажми кичраяди. Сезгичлар ва ўлчов асбоблари тайёрлашда босимнинг бу хусусиятларидан кенг фойдаланилади.

Ўлчанадиган микдорнинг физик хусусиятларига қараб босимни ўлчаш асбоблари қуйидаги турларга бўлинади:

- а) барометр — атмосфера босимини ўлчайди;
- б) манометр — абсолют ва ортикча босимни ўлчайди;
- в) вакуумметр — берк идиш ичидаги газ ва суюқлик босимининг камайиши (сийракланиши) ни ўлчайди;
- г) мановакуумметр — ўрта ёки юқори ортикча босим ва босим камайишини ўлчайди;
- д) напорометр — унча катта бўлмаган ҳажмда ҳосил бўладиган ортикча (50 м сув уст. дан катта бўлмаган) босимни ўлчайди;



24- расм. Пружинали босим ўлчаш асбоблари:
 а — мембранали ўлчаш асбоби; б — сифонли ўлчаш асбоби,
 в — Бурдон найи; г — куп ўрамли (ичи ковак) пружинадан ясалган
 (геликондал) ўлчаш асбоби.

с) дифманометрлар — босим ўзгаришини ўлчайди.

Босимни ўлчайдиган асбоблар ўзларининг тузилиши ва ишлаш асосларига кўра суюқликли, пружинали, поршенли, электрик ва радиоактив турларга бўлинади.

Пружинали асбоблар — мембрана, сифон, бир ўрамли Бурдон найчаси, куп ўрамли геликондал ёки спиралсимон ва бошқа найчаларда (24- расм) босим ўлчаш, уларнинг эластиклик кучи билан ўлчаниши керак бўлган босим кучини ўзаро солиштиришга асосланади. Эластик элементда босим кучи таъсирида вужудга келадигана деформация натижасида ўлчов асбобининг кўрсаткичи тўғри чизикли ёки бурчакли шкала бўйича сурилиб, босим микдори P ни кўрсатади.

Пружинали асбобларнинг ўлчаш аниқлиги юқори бўлиши учун улардаги эластик элементларнинг эластиклик модули ва термик кенгайиш коэффициентлари кам бўлган материаллардан тайёрланган бўлиши ва улардаги гистерезис ва қолдик эластиклик ходисалари бўлмаслиги талаб қилинади.

Мембранали асбоблар ортиқча босим, вакуум, сикилиш, тортилиш ва шу кабиларни ўлчаш учун кенг қўлланилади. 24- а расмда ортиқча босимни ўлчайдиган асбоб схемаси кўрсатилган. Бу асбоб босим ўзгаришини сезувчи элемент — мембрана 1, мембрана қобиги 2 ва ўлчов асбобининг штоки 3 дан иборат бўлиб, агар P_2 босим P_1 дан катта бўлса, мембрана юқорига қўтарилади, шу билан бирга шток 3 ҳам юқорига сурилиб,

ўлчов асбоби кўрсаткичини шкала бўйича суради ҳамда ортикча босим микдори $\Delta P = P_2 - P_1$ ни кўрсатади.

Мембрананинг эгилиш эластиклиги унинг геометрик ўлчамларига (диаметри, қалинлиги, гофрларининг ўлчамлари ва шаклига) ҳамда унга таъсир қиладиган босимга боғлиқ. Мембранадаги гофрлар 4 унинг каттик-лиги (бикирлиги) ни оширади ва тавсиф графигининг тўғри чизикли бўлишини таъминлайди. Мембрананинг каттиклигини ошириш учун унинг ўрта қисмига каттик материалдан ясалган диск ёпиштирилади. Мембрана бериллий ёки фосфорли бронзадан тайёрланади, унинг қалинлиги ўлчанадиган босим микдорига боғлиқ равишда 0,02 ... 1 мм бўлиши мумкин. Бундай манометрлар унча катта бўлмаган 15680 Н/м² босимни ўлчаш учун қўлланилади.

Эластик найчадан ясалган кўп ўрамли (геликоидал) босим ўлчайдиган асбоб ишлаши жихатидан бир ўрамли найча (Бурдон найчаси) дан ясалган асбобдан фарк қилмайди (24-г расм). Ўрамлар сопи кўплиги (6—9 ўрамгача) ва цилиндрлик шаклда бўлиши билан у бошқа босим ўлчов асбобларидан фарк қиладди. Ўрамлар сонининг кўплиги ва цилиндрлик шаклда кетма-кет уланганлиги сабабли, бу асбоб кўрсаткичининг бурилиш бурчаги бир ўрамли асбоб кўрсаткичининг бурилиш моменти ва бурчагидан анча катта бўлади. Шу сабабли геликоидал тузилишга эга бўлган босим ўлчаш асбоблари кўпинча ёзиб оладиган қилиб тайёрланади.

Юкорида айтиб ўтилган босим ўлчаш асбобларидан бошқа яна электрик, пьезоэлектрик, электрон ва бошқа бир неча турдаги манометрлар мавжуд. Бу манометрларни тайёрлашда электрон, ион ва радиоактив ўлчов асбобларидан фойдаланилади. Пьезоэлектрик эффект, актив қаршиликнинг босимга боғлиқлиги, металллардаги магнитострикция ҳодисаси, газлардаги иссиқлик ўтказувчанликнинг босимга боғлиқлиги, электрон лампалардаги ионизацион эффектлар бундай босим ўлчов асбобларининг асосини ташкил қиладди.

Электрик босим ўлчов асбоблари юкори тезликда ўтадиган жараён параметрларини юкори аниқликларда ўлчай олади.

Сильфонли манометрлар (24-б расм) гофрланган эластик фосфорли бронзадан тайёрланган цилиндрдан иборат бўлиб, ортикча босимни ёки вакуумни ўлчаш

учун қўлланилади. Бу манометрлар бир неча ўн атмосфера таркибидаги босимларни ўлчашга мўлжалланган.

Бир ўрамли Бурдон найчасидан ясалган асбоблар (24-в расм) энг кўп тарқалган манометрлар; вакуумметрлар ва дифманометрларни тайёрлашда қўлланилади. Бу ўлчов асбобларининг ишлаши найчага босим берилганда ўрамнинг ёйилиши ва унда вакуум ҳосил қилинганда ўрамининг сиқилишига асосланади. Найча ўрамининг ёйилиши ёки сиқилишининг самарали бўлишини таъминлаш учун найчанинг кўндаланг кесими (А — А бўйича) эллипсимон қилиб тайёрланади. Шу сабабли найчада босим ортган сари эллипснинг кичик диаметри d катталашади. Натижада эластик ўрам ёйилиб (пунктир билан кўрсатилган, кўрсаткич ричагини юқорига буради, найда (трубкада) босим камайганда (вакуум ҳосил бўлганда) эса аксинча, эластик ўрам сиқилади, кўрсаткич ричаги пастга сурилади. Кўрсаткичнинг сурилиши шкала бўйича босим ўзгаришини кўрсатиб туради.

Пружинали манометрларнинг кўрсаткичлиларидан ташқари назорат қилувчи ва электр контактли турлари ҳам ишлаб чиқарилади.

2.7-§. Намликни ўлчаш

Пахта саноати ишлаб чиқаришининг самарадорлигини ва маҳсулот сифатининг юқори бўлишини таъминлашда ишлаб чиқариш биноларида, пахта тозалаш цехларида ҳаво намлигининг пахта маҳсулотларига таъсирини ҳисобга олган ҳолда микроклим ҳосил қилиш кўпинча биринчи даражали масала бўлиб қолади. Шу туфайли пахта маҳсулотлари ва ҳавонинг намлигини технологик жараён давомида назорат қилиш ва ўлчашга катта аҳамият берилади. Масалан, технологик машиналар ва тозалагичларни маромли ишлаши учун пахтанинг намлиги 8% дан юқори бўлмаслиги керак, акс ҳолда тозалагич ва бошқаларда пахта тикилиши оқибатида машиналарни тўхтатиш бирмунча иктисодий зарар юз беришига сабаб бўлади.

Ҳаво намлигини ўлчаш усуллари турли хил бўлиб, моддаларнинг физик хусусиятларига боғлиқ бўлади. Масалан, пахта заводларида намликни ўлчаш учун кўпинча «психрометрик» ўлчов деб номланган усулдан фойдаланилади.

Пахта намлигини аниклаш учун унинг намлиги билан функционал боғлиқ бўлган бошқа бирор параметри (электр ўтказувчанлиги) оркали ўлчайдиган билвосита усуллар таклиф қилинган. Бундай билвосита усуллар ичида «кондукторметрик», «диэлектрик сингдирувчанлик» усуллари ва ўта юкори частотали ўлчов асбоблари пахта махсулотлари ва намлигини технологик жараён давомида узлуксиз автоматик ўлчаш имконини бериши мумкин. Шунга қарамай пахта заводларида пахтанинг намлигини ҳали ҳам қуритиш шкафларида, масалан, УСХ маркали термоўлчагичлар ёрдамида аниклаш давом этмоқда.

Ҳаво намлиги ва уни ўлчаш усуллари. Пахта заводлари цехларининг ҳавоси турли газлар ва сув бугининг аралашмасидан иборат бўлиб, ундаги ҳар қандай жисм сиртига тушадиган атмосфера босимининг бир қисмини ана шу сув буги босими ташкил қилади. Ҳаводаги сув бугининг мавжуд микдорига мувофиқ ҳаво намлиги ва босими ўзгариб туради. Маълум шароитда цех ҳавосининг бирор қисми тўйинган буг билан қопланган бўлса, бошқа бир қисми сув буғига кам тўйинган бўлиши мумкин.

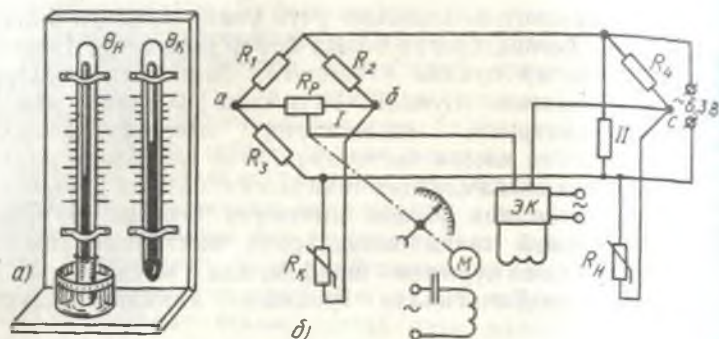
Ҳавонинг буғга тўйинишининг ҳар хил бўлиши цех ҳароратига ҳам боғлиқдир. Масалан, 1 м^3 ҳажмдаги ҳаво намлиги 100% бўлиши, яъни ҳаво буғга тўйинган бўлиши учун буғ ҳарорати 100°C , тўйинган буғ босими $P_0 = 760 \text{ мм}$ симоб устунига, ёки $760 \times 1333 = 101308 \text{ Н/м}^2$ га тенг бўлиши кераклиги аникланган. Бошқа шароитларда буғ билан тўйинган ҳаво босими P_0 ва намлиги ҳам ўзгариб туради. Шундай сабабларга кўра ҳаво намлигини аниклашда нисбий намлик тушунчасидан фойдаланилади.

Ҳавонинг нисбий намлиги φ бир хил шароитда ҳаводаги сув буғи босимининг (P) буғга тўйинган ҳаво босимига (P_0) нисбати оркали аникланади:

$$\varphi = \frac{P}{P_0}.$$

Ҳавонинг нисбий намлигини ўлчашнинг психрометрик усули билан танишамиз.

Психрометрик усул. Ҳавонинг нисбий намлиги психрометр деб аталадиган махсус асбоблар ёрдамида ўлчанади.



25-расм. Психрометрлар:
а — оддий симобли психрометр; б — автоматик электрон психрометр схемаси.

Энг содда психрометр иккита бир хил термометрдан тузилган (25-а расм). Улардан бири текшириляётган ҳаво ҳарорати^{ни} ўлчайди ва қуруқ термометр деб аталади. Иккинчи термометрнинг симобли баллони нам мато билан ўралган ва бу матонинг учи сувли идишга тушириб қўйилган бўлади, у намланган термометр деб аталади.

Ташқи ҳаво ҳарорати таъсирида сувнинг мато орқали бугланиши термометр^{ни} совитади. Ҳавонинг нисбий намлиги канча юқори бўлса, бундай бугланиш шунча секин бўлади. Ҳаводаги нисбий намлик 100% бўлганда сув умуман бугланмайди ва нам термометр ҳарорати қуруқ термометр кўрсатган ҳароратга тенг бўлиб қолади. Нисбий намликни аниқлашда психрометрнинг бу хусусиятидан фойдаланилади. Ҳаво ёки газсимон моддаларнинг нисбий намлиги, қуруқ ва нам термометрлар кўрсатган ҳароратлар фарқи $\theta_k - \theta_n$ асосида махсус психрометрик жадвал (4-жадвал) орқали топилади.

Нисбий намликни

$$P = P' - A(\theta_k - \theta_n)P_{\text{бар}} \text{ ёки } P = P' - k_n P_{\text{бар}} \quad (14)$$

психрометрик формулага мувофиқ ҳам ҳисоблаш мумкин. Бу ерда P — ҳаводаги сув бугининг парциал босими, Н/м²; P' — нам термометр кўрсагадиган ҳароратдаги тўйинган буг босими; $k_n = A(\theta_k - \theta_n)$ — психрометрик коэффициент; $P_{\text{бар}}$ — барометрик атмосфера босими; A — психрометрик катталиқ, 1/°С.

Нисбий намликни топиш учун:

- 1) ҳаводаги сув бугининг босими P нинг қиймати

ПСИХРОМЕТРИК ЖАДВАЛ

(Ҳавонинг ҳаракат тезлиги 2,5 м/с ва ундан ҳам юқори бўлган шароитлар учун)

Ҳароратнинг психромет- рик фарқи $\Delta\theta = \theta_{\text{қ}} + \theta_{\text{н}}$	Қуруқ термометр кўрсатиши θ °С га мувофиқ ҳавонинг нисбий намлиги, φ %							
	0	10	16	20	30	40	50	60
0,5	91	94	96	96	97	97	97	97
1,0	82	88	91	91	93	94	95	95
2,0	65	78	81	82	86	88	90	90
3,0	48	65	72	74	79	82	84	85
4,0	33	54	62	66	72	77	79	81
5,0	20	44	54	58	66	71	74	77
6,0	—	34	46	51	61	66	70	73
8,0	—	15	30	36	50	56	62	66
10,0	—	—	16	24	40	48	54	60
12,0	—	—	—	11	30	40	47	52
14,0	—	—	—	—	20	32	41	46
16,0	—	—	—	—	13	25	34	40
18,0	—	—	—	—	—	19	29	35
20,0							24	30
25,0							12	20
30,0								11

(14) формулага мувофиқ ҳисобланади;

2) буг билан тўйинган ҳаво босими P_0 психрометрик жадваллардан топилади;

3) сўнгра $\varphi = \frac{P}{P_0} \%$ бўйича ҳавонинг нисбий намли-
ги ҳисобланади.

Психрометрик катталик A нинг қиймати психро-
метрнинг конструкцияси, нам термометрнинг ёнидаги газ
ёки ҳавонинг ҳаракат тезлиги v ва атмосфера босими
 $P_{\text{атм}}$ га боғлиқ равишда аниқланади ва психромет-
рик жадвалдан топилади. Агар ҳаво ёки газ тезлиги

$v > 0,5$ м/с бўлса, A нинг қиймати

$$A = 10^{-5} \left(65 + \frac{6,75}{v} \right)$$

эмпирик формула орқали ҳисоблаб топилади. Бунда v нам термометр ёнидаги ҳаво ёки газ ҳаракатининг тезлиги. Агар $v < 0,5$ м/с бўлса, A нинг қиймати 5-жадвалдан олинади.

5-жадвал

м/с	0,11	0,14	0,16	0,21	0,33
A	$0,836 \cdot 10^{-3}$	$0,730 \cdot 10^{-3}$	$0,738 \cdot 10^{-3}$	$0,722 \cdot 10^{-3}$	$0,710 \cdot 10^{-3}$

Амалда, сув бугини нам термометр кўрсатган ҳарорат бўйича босими P' ва қурук термометр кўрсатган ҳарорат бўйича босими P психрометрик жадваллардан топилади.

Нисбий намликни ўлчаш ва назорат қилишни автоматлаштириш учун оддий термометрлар ўрнида термоджуптлар ёки қаршиликли термометрлардан тузилган психрометр схемаларидан фойдаланилади. Психрометрик коэффициент A нинг ўзгармас бўлишини таъминлаш учун ҳаво ёки газ тезлигини ўзгармас ва 3—4 м/с дан кам бўлмаслигини сунъий равишда таъминлаб турилади. Бунинг учун вентилятордан фойдаланиш мумкин.

25-б расмда қаршиликли термометрлардан тузилган электропсихрометрнинг схемаси кўрсатилган. Ўлчов асбоби кўприк I ва II лардан олинadиган сигналлар асосида ишлайди. Кўприклар стабиллаштирилган 6,3 В ли ўзгарувчан ток (50 Гц) манбаига уланади. Қурук қаршиликли термометр R_k ни I кўприкка, нам қаршиликли термометр R_n ни эса II кўприкка уланади.

Биринчи кўприк диагоналининг учлари a ва b орасидаги потенциаллар фарқи қурук термометр ҳароратига, a ва c нукталари орасидаги потенциаллар фарқи эса нам термометр ҳароратига мутаносиб бўлади.

Қўш кўприкнинг b ва c диагонали орасидаги қучланиш қурук ва ҳўл термометрларнинг ҳароратлари фарқи $\theta_k - \theta_n$ га мутаносиб бўлади. Ҳавонинг нисбий намлиги ана шу қучланишга мувофик компенсациялаш йўли билан ўлчанади. Қўш кўприкнинг диагонали b ва c орасидаги қаршиликлар R_k ёки R_n нинг ўзгариши

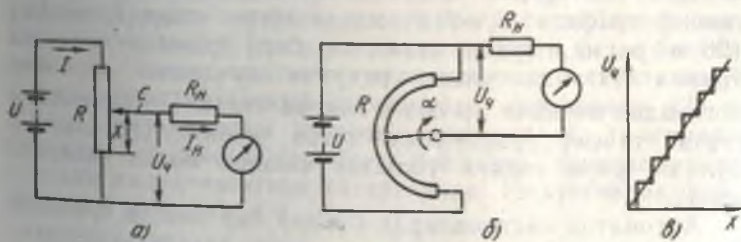
билан боғлиқ бўлган кўприклар орасидаги мувозанатнинг бузилиши натижасида вужудга келадиган ΔU кучланиш электрон кучайтиргич (ЭК) да кучайтирилиб, ижро этувчи юритма M ни ишга туширади. Ижро этувчи юритма кўприкнинг b ва c нуқталари орасидаги кучланиш нолга тенг бўлгунча реохорд қаршилиги R_p ни ўзгартиради ва янги мувозанат ҳолати ўрнатилгунча ҳаракат қилади. Бунда юритма ўқиға уланган ўлчов асбобининг кўрсаткичи ҳам сурилиб, ҳавонинг нисбий намлигини кўрсатиб туради.

Психрометрик усулнинг афзаллиги унинг ўлчаш аниқлигининг юқорилиги, ҳарорат нолдан юқори бўлганда, инерционликнинг анча камлигидадир. Камчилиги шундаки, ўлчов натижалари ҳаво ёки газнинг ҳаракат тезлиги ҳамда атмосфера босими $P_{\text{бар}}$ ўзгаришига боғлиқ бўлади. Ўлчаш ҳаттиги атмосфера босими ҳароратнинг пасайиши билан ортиб боради.

2.8.-§. Силжиш, куч, тезликни ўлчаш. Ўлчов асбоблари

Потенциометрик силжиш ўлчagичлар оралик X ёки бурчак «а» бўйича силжишни ўлчайди ва электрик сигналга айлантиради. Кириш сигнали оралик X ёки «а» бурчакка силжиш бўлса, оралик X ёки «а» даги кучланиш потенциометрдан чиқувчи сигнал U_q бўлади. (26- а, б расм).

Потенциометр U кучланишли манбага уланганда қаршилиқ орқали ток ўтади. Агар сурилгич C қаршилиқ R бўйича X ораликка сурилса, ундан чиқувчи



26- расм. Силжишни ўлчайдиган бир тактли потенциометр:
а — тўғри чизикли сурилгичли потенциометр; б — бурчак бўйича сурилгичли потенциометр; в — потенциометрнинг юкланишсиз ҳолатидаги тавсиф графиги.

сигнал куйидагича аниқланади:

$$U_x = IR_x = U \frac{R_x}{R},$$

бундан:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Потенциометрнинг ўрамаси бир текис ўралган ва унинг бирлик ораликларидаги қаршилиги ўзгармас бўлса, куйидаги тенглама ўринли бўлади:

$$\frac{R_x}{R} = \frac{U_x}{U},$$

чиқиш сигнали

$$U_x = \frac{U}{R} R_x = k R_x,$$

бунда $k = \frac{U}{R}$ — узатиш коэффициент. R_x — сурилгич сурилган ораликдаги қаршилик, R — потенциометрнинг тўла қаршилиги. Бу формула потенциометрик сезгичлардан чиқувчи U_x кучланиш билан кирувчи сигнал (сурилиш оралиғи) X орасида тўғри мутаносиблик борлигини кўрсатади.

Потенциометр ўрамаси солиштирма қаршилиги катта ва иссиқлик коэффициенти жуда кам бўлган сим (константан, манганин, нихром ва бошқалар) дан тайёрланади. Унинг ҳар бир ўрамининг қаршилиги ΔR га тенг деб фараз қилинса, потенциометрнинг статик тавсиф графиги $U_x = f(X)$ идеал тўғри чизик бўлмайди (26-в расм), чунки сурилгич бир ўрамдан иккинчи ўрамга ўтганда ундан чиқувчи кучланиш U_x бир поғонадан иккинчи поғонага сакраб ўтади. Потенциометр статик тавсиф графигининг тўғри чизикли (поғонасиз) бўлиши учун ундаги ўрамлар сонини чексиз ошириш керак.

Автоматик системаларда бундай бир тактли сурилиш ўлчагичлари ўрнида, кўпинча икки тактли потенциометрик сурилиш ўлчагичлари (сезгичлар) қўлланилади (27- расм). Бу ўлчагичларнинг сурилгичидан олинadиган сигналнинг микдоридан ташқари ишораси ҳам ўзгаради. Ундаги сигнал ўтказувчи симларнинг бир учи

потенциометр каршилигининг ўрта нуктаси $l/2$ га уланади, иккинчи уч эса сурилгичга уланган бўлади. Агар сурилгич каршиликнинг ўрта $l/2$ нуктасида турса, потенциометрдан сигнал чиқмайди ($U_v=0$). Сурилгич 0 нуктадан юқорида бўлганда чиқувчи сигнал мусбат ($+U_v$), пастда бўлганда манфий ($-U_v$) бўлади (27-расм).

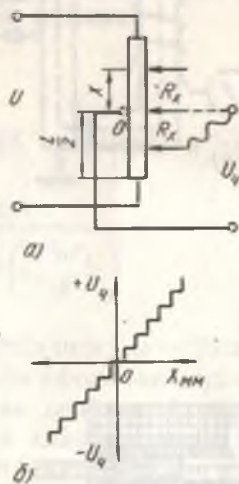
Потенциометрик силжиш ўлчагичлар кўпинча машина ва механизмларнинг маълум кичик ораликка сурилишини ёки бурчакка бурилишини ўлчаш учун хизмат қилади.

Потенциометрик силжиш ўлчагичларнинг афзаллиги уларнинг тузилиши соддалиги, массаси ва ҳажм ўлчамларининг кичиклиги, ўзгармас ва ўзгарувчан ток манбаларига уланиши мумкинлиги, юқори стабилликка эгаллиги ва содда ишларининг соддалигидадир. Ундаги сурилма контактнинг мавжудлиги унинг ишончли ишлаши ва иш муддати камайишига сабаб бўлади. Сезувчанлигининг юқори эмаслиги ва поғонали графикка эгаллиги бундай сезгичларнинг асосий камчилиги ҳисобланади. Потенциометр чулгамининг реактив каршилиги ҳисобга олинмайди.

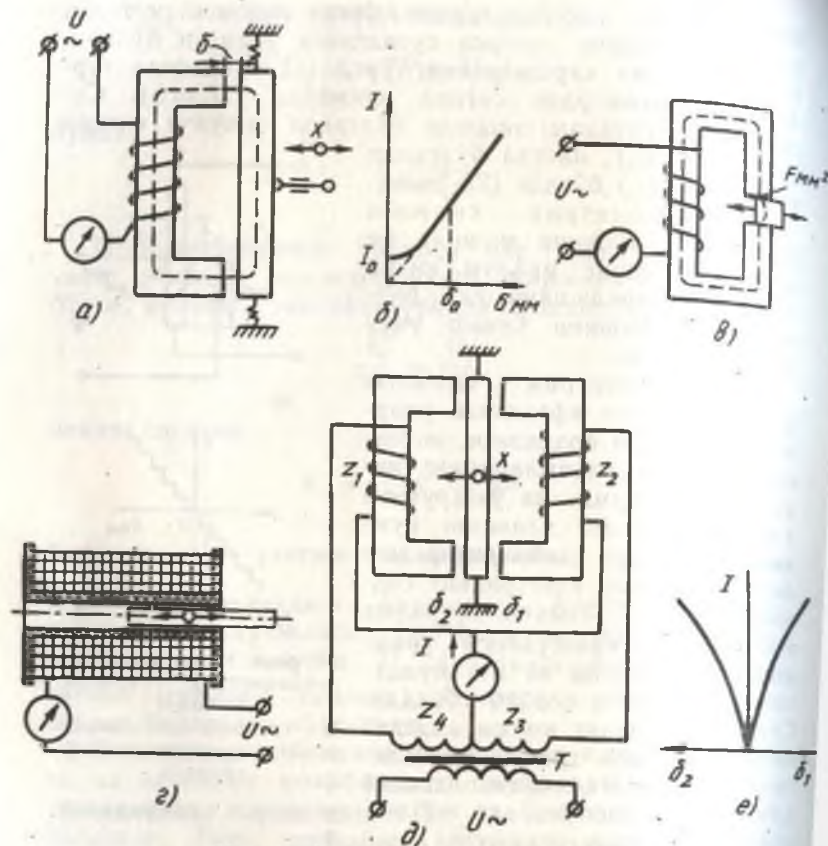
Индуктив силжиш ўлчагичлар. Индуктив силжиш ўлчагичларнинг ишлаши электромагнит системасининг кўзгалувчи темир ўзагидаги ҳаво оралиги δ га боғлиқ равишда электромагнит чулгамининг индуктивлиги L нинг унга мутаносиб ўзгаришига асосланади (28-расм). Ўлчанадиган микдор — силжиш X таъсирида кўзгалувчан темир ўзакнинг силжиши электромагнит чулғами индуктивлигини ўзгартиради. Индуктивлик формуласига мувофиқ:

$$L = \frac{\Phi W}{I}, \quad \Phi = \frac{IW}{R_M}, \quad \text{бундан} \quad L = \frac{W^2}{R_M} = \frac{W^2}{R_T + R_\delta},$$

бу ерда: W — электромагнит чулғаидаги ўрамлар сони;
 R_M — магнит занжирининг каршилиги; R_T — темир ўзак-



27-расм. Икки тактли потенциометрик силжиш ўлчагич:
 а — схемаси; б — юксиз ҳолатдаги статик тавсиф графикки.



28-расм. Индуктив силжиш ўлчагичлар:
 а — ҳаво оралиги ўзгарадиган ўлчагич; б — ўлчагичнинг тавсиф графиги; в — ҳаво оралиги юзаси ўзгарадиган ўлчагич; г — соленоидли, магнит сингдирувчанлиги μ ўзгарадиган ўлчагич; д — дифференциал силжиш ўлчагич; е — дифференциал силжиш ўлчагичнинг тавсиф графиги.

нинг магнит қаршилиги; R_0 — ҳаво оралигининг магнит қаршилиги.

Темир ўзакнинг магнит қаршилиги R_r ўзгармас микдор; ҳаво оралиги қаршилиги R_0 эса темир ўзак силжишига боғлиқ бўлган ҳаво оралиги δ нинг ўзгаришига мутаносиб равишда ўзгаради:

$$R_0 = \frac{2\delta}{\mu F_0},$$

бу ерда F_0 — ҳаво оралиғининг кўндаланг кесим юзи;

μ — ҳаво оралиғининг магнит сингдирувчанлиги.

Ҳаво оралиғининг қаршилиги темир ўзақ магнит занжирининг магнит қаршилигидан жуда катта $R_0 \gg R$, эканини назарга олганда электромагнит чулғамнинг индуктивлигини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$L = \frac{W^2 \mu F_0}{2\delta}.$$

Индуктивлик ифодасидан фойдаланиб, занжирдаги ток ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \omega^2 \left(\frac{W^2 \mu F_0}{2\delta} \right)^2}},$$

бу ерда: R — занжирнинг актив қаршилиги; ω — ўзгарувчан ток такрорийлиги (частотаси). Бу ифода занжирдаги ток I ўзгариши, ўлчагичдаги ҳаво оралиғи δ , ҳаво оралиғининг кўндаланг кесими F_0 ёки ҳаво оралиғининг магнит сингдирувчанлиги μ ўзгаришига мутаносиблигини ва шу ток орқали механик силжиш миқдорини ўлчаш мумкинлигини кўрсатади.

Индуктив силжиш ўлчагичлар уч турли бўлади: 1) ҳаво оралиғи δ ўзгаришига асосланган (28-а расм); 2) ҳаво оралиғи кўндаланг кесими юзи F_0 нинг ўзгаришига асосланган (28-в расм); 3) электромагнит система магнит сингдирувчанлиги μ нинг ўзгаришига асосланган силжиш ўлчагичлар (28-г расм).

Ҳаво оралиғи δ ўзгаришига асосланган силжиш ўлчагичлар 0...1 мм оралиғидаги силжишни ўлчайди. Ҳаво оралиғи бундан ортиқ бўлганда $L = f(\delta)$ функция тўғри чизиклилигини йўқотади. Ўлчаш хатоси ортиб кетади. Шу сабабли силжиш 5...8 мм бўлса, иккинчи турдаги (28-в расм) ўлчагич, силжиш 50...60 мм гача бўлганда эса учинчи турли (соленоидли) ўлчагичлар қўлланилади.

Индуктив силжиш ўлчагичларда (28-а, в, г расм) ўлчаниши лозим бўлган параметрнинг ўзгариши силжиш ўлчагичдан чиқувчи сигнал ток (I) нинг ўзгаришига мувофиқ ўлчанади. Бундай силжиш ўлчагичларда ўлчанадиган силжиш нолга тенг бўлганда ҳам ўлчов асбоби орқали ток ўтиб туради.

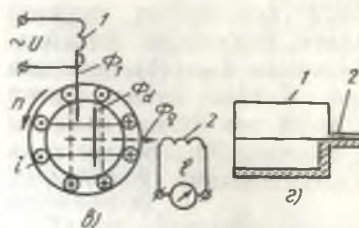
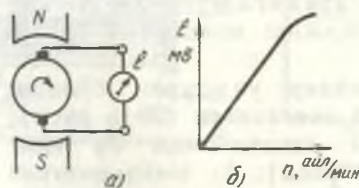
Силжиш ўлчагичнинг бундай камчилигини йўқотиш учун амалда индуктив дифференциал силжиш ўлчагичлар (28-д, расм) қўлланилади.

Дифференциал силжиш ўлчагичлар иккита бир хил индуктив силжиш ўлчагичнинг дифференциал схема бўйича уланишидан ҳосил бўлади (28-д расм).

Қўзғалувчи темир ўзак (якорь) ўрта ҳолатда турганда $\delta_1 = \delta_2 = \delta_0$ чикувчи сигнал нолга тенг бўлади ($I_q = 0$). Якорнинг бу ҳолат ўзгариши, кирувчи сигнал X таъсирида қўзғалувчи темир ўзак ўнгга ёки чап томонга силжиши натижасида сигнал I_q ҳосил бўлади. Якорнинг δ_0 га нисбатан ўнгга ёки чапга оғиши билан ҳосил бўладиган сигналлар бир-бирига карама-карши йўналишда (уларнинг фазаси 180° га бурилган) бўлади.

Буни дифференциал индуктив силжиш ўлчагичнинг статик тавсиф графигидан (28-в расм) кўриш мумкин. Силжиш ўлчагичнинг сезувчанлиги оддий индуктив ўлчагичлар сезувчанлигидан анча катта бўлиб қуйидаги формула асосида топилади:

$$\frac{\Delta I}{\Delta \delta} = \operatorname{tg} \alpha.$$



29-расм. Тахогенераторлар:
а — ўзгармас ток тахогенератори;
б — унинг тавсиф графиги;
в, г — ўзгарувчан ток тахогенератори ва унинг стакансимон ротори; 1, 2 — статор ўрамлари.

Тезлик ўлчагичлар. Технологик машиналарнинг айланиш (бурчак) тезликларини ўлчаш учун кичик қувватли ўзгармас ёки ўзгарувчан ток машиналари — тахогенераторлардан фойдаланилади (29-расм). Тахогенераторнинг вали технологик машина ўқиға механик боғланган бўлиб, ундан чиқадиган сигнал — электр юритувчи куч (ЭЮК) технологик машина ва механизмнинг айланиш тезлиги n га мутаносиб бўлади.

Ўзгармас ток тахогенераторнинг схемаси 29-

а. расмда кўрсатилган. Ундан олинадиган электр юритувчи куч (ЭЮК)

$$e = C_e \cdot n.$$

Коллектор билан чўтка орасидаги каршилиқнинг ўзгарувчанлиги тахогенератордан чиқувчи сигнал e нинг қийматига таъсир қилади. Иш вақтида тахогенератордан чиқадиган овознинг юқорилиги, габарит ўлчамлари ва массасининг катта бўлиши тахогенераторнинг асосий камчиликлари ҳисобланади.

Бундай камчиликлардан бирмунча холи бўлганлиги учун ҳозирги пайтда ўзгарувчан (асинхрон, синхрон) ток тахогенераторлари кенг қўлланилмоқда.

Асинхрон тахогенераторнинг тузилиш схемаси 29-в, расмда кўрсатилган. Асинхрон тахогенератор статорида ўзаро 90° га бурилган иккита ўрама ўрнатилган. Биринчи ўрама 1 ўзгарувчан ток манбаига уланади. Иккинчи ўрама 2 дан олинадиган ЭЮК эса тезликни ўлчаш учун хизмат қилади. Тахогенераторнинг ротори 1 жез ёки алюминдан стакансимон қилиб ясалган бўлиб, унинг ўқи 2 стаканнинг туб томонида бўлади (29-г расм).

Статорнинг манбага уланган ўрамида ҳосил бўладиган пульсацияланувчи оқим Φ_1 ротор деворларида индукцияланадиган ўзаро 90° бурчакка бурилган икки хил ток ва улар туфайли вужудга келадиган Φ_d ва Φ_q оқимлари ҳосил қилади. Тахогенераторнинг иккинчи ўрамасида индукцияланадиган ЭЮК микдори роторнинг айланиш тезлиги n га мутаносиб ($\Phi_q = \text{const}$) бўлгани учун

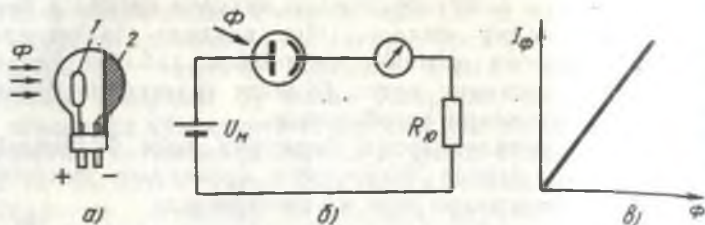
$$I_q = C_e \cdot n$$

бўлади. Бундай ЭЮКни кўрсатувчи милливольтметр шкаласидан технологик машинанинг айланиш тезлиги n аниқланади.

Фотоэлектрик ўлчагилар ёруғлик энергиясини электр токи энергиясига айлантириб беради ва фотоэлементлар деб юритилади. Улар технологик параметрлар — ҳарорат, эритма концентрацияси, суюқлик ва сочиловчи моддаларнинг, пахта маҳсулотларининг бункерлардаги баландлигини ўлчаш, кузатиш учун, сапаладиган якка буюмларни ҳисоблаш ва сифатсизлиги бўйича навларга ажратиш ва бошқалар учун қўлланилади.

Фотоэлементлар электрон эмиссияли, фотокаршилиқли ва вентилли турларга бўлинади.

Электрон эмиссияли фотоэлементларда ёруғлик энергияси таъсирида электронлар эмиссияси вужудга келади ва бу эркин электронлар манба кучланиши U_H таъсирида электр занжири бўйича ҳаракат қиладиган фототок I_ϕ га айланади.



30-расм. Электрон эмиссияли фотоэлемент:
а — тузилиши; б — схемаси; в — тавсиф графиги.

30-расмда эмиссияли фотоэлемент, унинг электр занжири ва тавсиф графиги $I_\phi(\Phi)$ кўрсатилган. Фотоэлемент ичидан ҳавоси сўриб олинган (вакуумли) ёки инерт газ — аргон билан тўлдирилган шиша баллондан ва унга ўрнатилган анод 1 ва катод 2 электродлардан тузилган бўлади. Анод доира шаклидаги пластина ёки ҳалқадан, катод эса шиша баллоннинг ички деворига ёпиштирилган ёруғлик сезувчанлиги юқори бўлган кўпинча сурьма — цезий катлаидан иборат бўлади.

Фотоэлемент занжири 150—200 В ўзгармас кучланиш $U = \text{const}$ манбаига уланади. Фотоэлементга ёруғлик тушганда ҳосил бўладиган фототок

$$I_\phi = k_\phi \Phi,$$

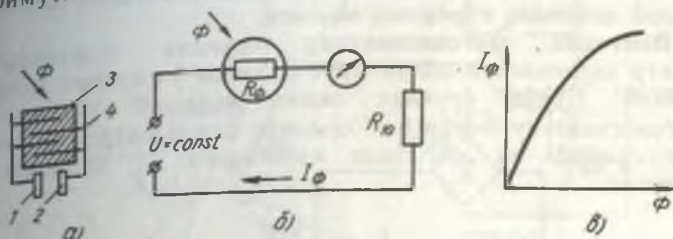
бу ерда k_ϕ — мутаносиблик коэффициенти, фотоэлементнинг сезувчанлиги

$$S_\phi = \frac{\Delta I_\phi}{\Delta \Phi} \left[\frac{\text{мА}}{\text{лм}} \right].$$

Сурма — цезий фотоэлементларининг сезувчанлиги 150—200 $\left[\frac{\text{мА}}{\text{лм}} \right]$ гача етади. Оддий вакуумли фотоэлементларда бу катталиқ 20 ... 30 $\left[\frac{\text{мА}}{\text{лм}} \right]$ дан ошмайди.

Фотокаршиликли фотоэлементлар яримўтказгич материалларнинг электр сезувчанлигининг ёруғлик оқими кучи таъсирида ўзгариши хусусиятига асосланади.

Бундай фотоэлементлар селен, таллий сульфид, кўрғошин сульфид, висмут (III) сульфид, кадмий сульфид каби яримўтказгичлардан тайёрланади.



31- расм. Фотокаршилиқ:
а — тузилиши; б — схемаси; в — тавсиф графиги.

Фотокаршилиқнинг тузилиши 31-а расмда кўрсатилган. Ундаги электродлар 1 ва 2 орасига яримўтказгич қатлами 3 вакуумда бўғлатиш йўли билан киритилади. Фотокаршилиқ пластмассали корпус 4 га ўрнатилган бўлади.

Фотокаршилиқка тушадиган Φ ёруғлик кучининг ўзгариши яримўтказгич қаршилиги R_ϕ ни ўзгартиради, натижада юкланиш қаршилиги $R_{ю}$ орқали ўтадиган ток I_ϕ ҳам ўзгаради:

$$I_\phi = \frac{U}{R_\phi + R_{ю}},$$

бунда U — манба кучланиши.

Агар манба кучланиши стабиллаштирилган бўлса, фотокаршилиқка тушадиган ёруғлик оқими Φ билан занжирдан ўтадиган ток I_ϕ орасидаги боғланишни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$I_\phi = k\Phi^n,$$

бунда $0 < n < 1$.

Фотокаршилиқнинг сезувчанлиги S_ϕ нинг тавсиф графиги $I_\phi = f(\Phi)$ га мувофиқ аниқланади (31-в расм).

$$S_\phi = \frac{\Delta I_\phi}{\Delta \Phi}.$$

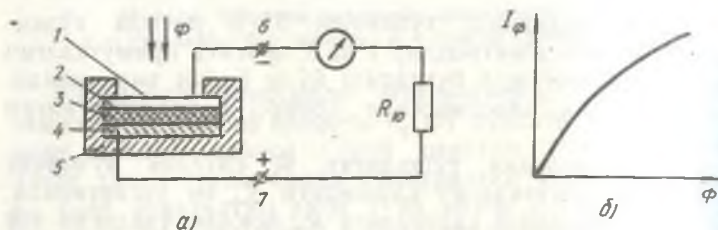
Ёруғлик ортиши билан фотокаршилиқнинг сезувчанлиги камаёди. Тавсиф графигининг тўғри чизикли эмаслиги (31-в расм), инерционлиги, ўлчов аниқлигининг

хароратга боғликлиги фотокаршилиқнинг камчилиги ҳисобланади. Энг асосий афзалликлари сифатида унинг ўзгарувчан ёки ўзгармас ток манбаига уланганда бир хил ишлай олишини кўрсатиш мумкин.

Вентилли фотоэлементлар ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантирувчи ўлчов-ўзгарткич ҳисобланади. Бунда ёруғлик оқими кучи Φ таъсирида фотоэлемент кутблари 6, 7 орасида фотоэлектр юритувчи куч $e_\Phi = k\Phi$ ва юкланиш каршилиги R_Φ занжирида фототок

$$I_\Phi = \frac{e_\Phi}{R_\Phi}$$

ҳосил бўлади (32- расм).



32- расм. Вентилли фотоэлемент:

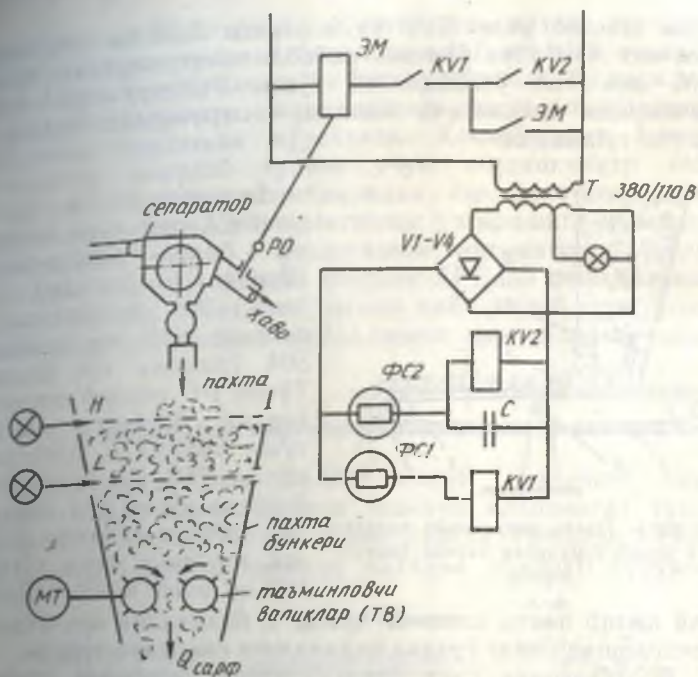
а — тузилиш схемаси; б — тавсиф графиги.

Вентилли фотоэлемент юпка олтин катлами 1, беркитувчи катлам 2, яримўтказгич (селен) катлами 3, металл электрод 4 ва пўлат асос 5 дан иборат бўлиб, ёруғлик таъсирида ҳосил бўлган ЭЮК 1 ва 4 электродлар орқали ташқи занжирга берилади.

Беркитувчи катлам 2 олтин ва яримўтказгич катламларига термик ишлов бериш йўли билан ҳосил қилинади. Бу катлам туфайли ёруғлик таъсирида вужудга келган эркин электрон факат бир томонга ҳаракат қилади.

2.9.- §. Бункердаги пахта сатҳи баландлигини кузатиш ва фотосезгичли АРСи

1. Пахта бункерлари, шахта ва лотокларидаги пахта ва пахта маҳсулотларининг сатҳи баландлигини ўлчаш, автоматик кузатиш ва ростлаш учун фотосезгич қурилмаларидан кенг фойдаланилади. Бундай қурилмалар ёруғлик манбаи (электр чироклари) ва ёруғликни

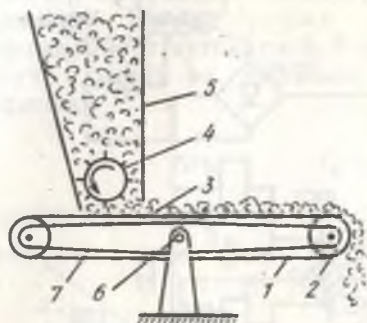


33- расм. Таъминловчи бункердаги пахта сатхи баландлигининг фотосезгичли АРСнинг тузилиш схемаси.

кабул килувчи фотосезгич ΦC (фотоэлемент)лардан тузилади. Бу икки элемент кўпинча бункернинг карама-карши деворларига ўриатилади. 33- расмда бункердаги пахта сатхи баландлигининг ўзгаришини сезиш ва сигнал бериш учун электр лампалари H , L ва ёруғлик кабул килувчи элемент сифатида фотокаршилиқ $\Phi C1$ ва $\Phi C2$ лардан фойдаланилган. Бункердаги пахта сатхи баландлиги H га етганда фотокаршилиқлар $\Phi C1$ ҳамда $\Phi C2$ га ёруғлик тушмайди ва уларнинг электр каршилиги кескин ошиб кетади, реле $KV2$ ва $KV1$ дан ўтадиган ток кескин камайиб кетиши сабабли реле контактлари $KV1$ ва $KV2$ узилади, электромагнит ЭМ токсизланади. Вентилатор кувуридаги тўсик РО пружина кучи таъсирида ёпилади ва бункерга сепаратордан пахта тушиши тўхтайди.

Бункердан пахта тинимсиз тушиб туриши $Q_{сарф}$ туфайли ундаги пахта сатхи камая боради. $\Phi C2$ нинг

кўзи очилиб реле $KV2$ ўз контакти $KV2$ ни улаганда контакт $KV1$ узук бўлгани сабабли электромагнит ўрами ЭМ дан ток ўтмайди ва тўсик РО пружина кучи таъсирида ёпиклигича қолади, сепаратордан бункерга пахта тушмайди.



34-расм. Пахта оғирлигини узлуксиз ўлчаб турадиган тарози транс-портёр

Бункерга пахта туши-ши ФСИ нинг кўзи очили-ши билан бошланади. Шунда $KV1$ ўрамдан ток ўтиб, ЭМ запжиридаги контакт $KV1$ ни улайди, ЭМ ўрамдан ток ўтади. Тўсик РО очилиб сепаратордан бункерга пахта туша бошлайди. Электромагнит ЭМ ўрамдан ток ўтганда тўсик РО очила-ди, ЭМ токсизланганда эса пружина кучи тўсик РО ни ёпиб қўяди. Шун-

дай қилиб пахта сатҳи H ҳамда L баландлик оралиғида ўзгаради ва унинг ўртача баландлиги сақланиб туради.

Фотосезгичли сатҳ ўлчагичларнинг ишончли ишла-шига чигит ва пахта чанги ҳамда ташки ёруғлик зарарли ҳисобланади. Ушбу камчиликни бироз камайтириш мақсадида пахта сатҳ баландлигини ўлчаш, кузатиш ва ростлаш системаларида нур манбаи сифатида ярим-ўтказгичли инфрақизил нурлаткичлардан фойдаланиш ўринли бўлиши мумкин.

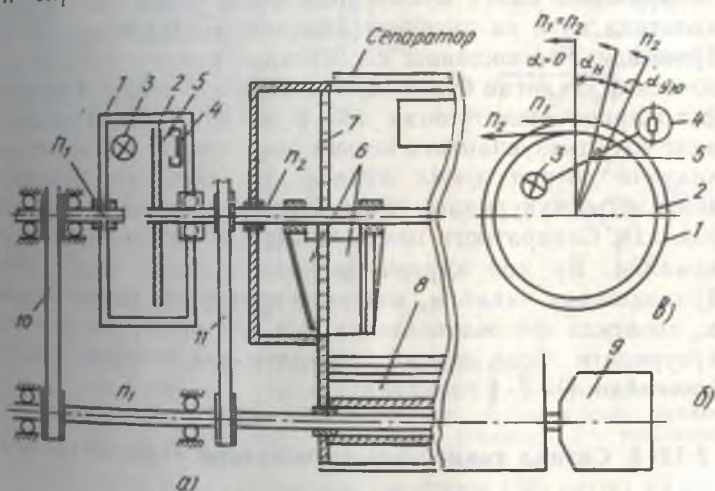
2.10-§. Технологик оқимда пахта массасини ўлчаш

Пахта, чигит ва пахта махсулотларининг миқдорини технологик оқим линиясида узлуксиз ўлчаб, ростлаб туришга мўлжалланган конвейер типидagi тарози бир турининг соддалаштирилган схемаси 34-расмда кўрсатилган. Мувозанатланган рычаг рамка 7 қўзғалмас таянч нукта 6 га ўрнатилган ва йўналтирувчи роликлар 2 да тинимсиз айланиб турадиган тасма 1 дан иборат. Конвейер тасмасига пахта 3 бункер 5 дан таъминловчи валик 4 ёрдамида узатилади. Тасмадаги пахта оғирлиги берилган катталиқ Q_0 дан ошганда раманинг ўнг елкаси пастга оғади, чап елкаси юқорига кўтарилади, бункер 5 билан тасма 1 оралиғи яқинлашиб, валик 4 нинг пахта

узатишини камайтиради. Конвейерга пахта тушиши камайганда эса валик 4 билан тасма 1 оралиғи очилиб, тасмага пахта узатилиши ўз-ўзидан кўпаяди, бу тасмага узатиладиган пахта массасининг ўзича тенглашиш хусусияти борлигини кўрсатади. Конвейердаги пахта микдорини ростлаб туриш учун потенциометр ёки индуктив сурилиш сезгичларидан ёки тензосезгичдан фойдаланиб конвейер оғирлигининг ўзгаришига мувофиқ таъминловчи валик 4 тезлигининг автоматик ўзгариб туришини таъминлайдиган оғирлик АРСдан фойдаланиш ўринли бўлади. Пахта массасини қайд қилиб турадиган интегратор қурилмадан фойдаланиш ҳам кўзда тутилади.

2.11- §. Сепаратор қирғичи сирпанишининг сезгичи

Сепараторга ҳаво билан келган пахтанинг бир қисми сийрак ҳаво тўсиғига (вакуум клапанига) тушса, қолган кичик қисми тўрли сиртга ёпишади. Тўрли сиртга ёпишган чигитли пахтани айланиб турувчи



35- расм. Сепаратор қирғичининг сирпаниш сезгичи:
1 — сезгич қутиси n_1 тезликда айланади; 2 — сезгич қутисидаги тешикли диск n_2 тезликда айланади; 3, 4 — қутида ўрнаштирилган ёруғлик манбаи ва фотоқаршилик; 5 — дискдаги нур ўтказувчи тешик; 6 — қирғичлар; 7 — тўрли сирт; 8 — сийрак ҳаво тўсиғи, n_1 тезликда айланади; 9 — сийрак ҳаво тўсиғи юритмаси; α_n — сепараторни меъёри иш ҳолатидаги қирғичнинг сирпаниш бурчаги; $\alpha_{\phi 0}$ — қирғични ўта юкланиши туфайли ҳосил бўладиган оғиш бурчаги.

киргич ёрдамида сийрак ҳаво тўсигига (вакуум клапани-га) туширилади.

Пахтанинг нотекис келиши сабабли турли сиртга пахта кўпроқ келиб урилса, кирғичнинг юкланиши ошади. Агар турли сиртда пахта тикилиб қолса, кирғич айланмай қолиши ва кучли ишқаланиш туфайли тасмали узаткич II куйиб кетиши ҳам мумкин. Бу бутун технологик окимнинг ишламай қолишига сабаб бўлади. Бундай ҳол юз бермаслиги учун кирғич сирпанишининг сезгичи бўлиши ва сепараторга пахта келишини ростлаб турадиган АРС яратилиши керак бўлади. 35-расмда ана шундай кирғич сирпаниши сезгичининг тузилиш схемаси келтирилган.

Сезгич икки элементдан: кути I ҳамда унинг ўртасида ўрнатилган тешикли диск 2 лардан тузилган. Кути I да ёруғлик манбаи 3 ҳамда фотоқаршилик 4 ўрнатилган бўлиб, у тасма 10 орқали n_1 тезликда айланади. Тешикли диск 2 кирғич 6 ўқида ўрнатилган бўлиб тасма II томонидан n_2 тезликда айланади (35-а расм). Сепараторда пахта бўлмаганда, яъни унинг салт юриш ҳолатида кути ва дискнинг айланиш тезликларида фарк бўлмайди. Ўта юкланиш юз берганда кирғич сурилиб $\alpha_{\text{у}}$ зонасига ўтадиган бўлса, кути I даги нур тешик 5 орқали фотоқаршиликка тушади (35-б расм). Фотоқаршиликнинг ток ўтказувчанлиги кескин ошиб кетади ва сезгичдан чиқувчи сигнал ҳосил бўлади. Бу сигналга мувофиқ вентилятор қувуридаги тўсик ижрочи элемент томонидан ёпилади. Сепараторга пахта келиши тўхтайдиган кескин камаяди. Бу ҳол кирғич дискидаги тешик нур оқими йўналишидан чиқиб α_n зонасига қайтгунча давом этади. α_n зонасида фотоқаршиликка нур тушмайди, вентилятор қувуридаги тўсик очилиб сепаратор яна меъёри ишлай бошлайди (13.7-§ га қараңг).

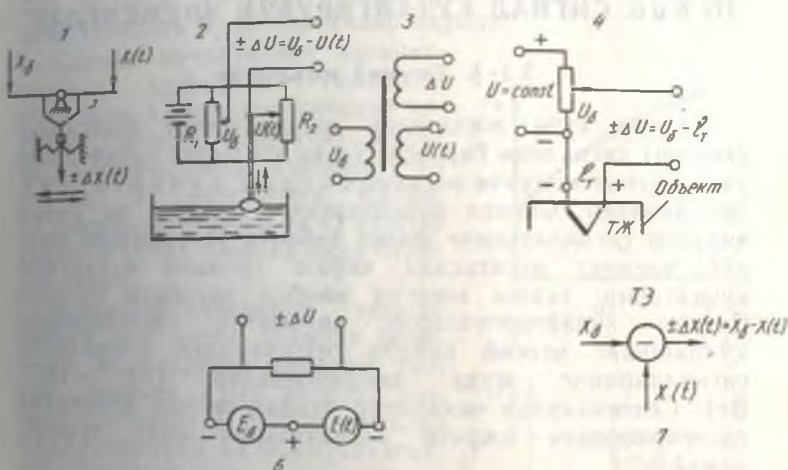
2.12-§. Сигнал таққослаш элементлари (қурилмалари)

Автоматик ростлаш ва кузатиш системаларининг таққослаш элементи ростланувчи параметр $X(t)$ қиймати-ни унинг максдга мувофиқ берилган қиймати X_0 билан таққослаб

$$\Delta X(t) = X_0 - X_q(t) \quad (15)$$

оғишини аниқлаш ва бошқарувчи сигнал $\pm \Delta X(t)$ ни тайёрлаш учун хизмат қилади. Бу элемент АРС тузилишида жуда масъулиятли ўринда туради, чунки ростлаш жараёнининг сифат кўрсаткичи ана шу оғишнинг ўлчаш аниқлигига боғлиқ бўлади.

АРСда энг кўп қўлланиладиган таккослаш элементларининг схемалари ва шартли белгиси 36-расмда кўрсатилган. Бундай элементлар сигнал таккослаш учун ишлатиладиган механик система тарози сифатида ишлайди. Унда берилган микдор X_0 билан технологик параметр $X_4(t)$ таккосланади ва бир-бирига нисбатан «оғиши» $\pm \Delta X(t)$ аниқланади. Автоматик ростлаш системаси (АРС) эса ана шу «оғишни» йўқотиш ва микдорлар тенглигини $X_0 = X_4(t)$ қайта тиклаш вазифасини бажар



36-расм. Таккослаш қурилмалари:

1 — механик қурилма (тарози) схемаси; 2—4 — потенциометрик схемалар; 3 — таккослаш трансформатори; 5 — селсингли таккослаш схемаси; 6 — электр таккослаш схемаси; 7 — таккослаш элементининг шартли белгиси.

Сув сатҳи баландлигининг ўзгариши (36-расм) калкигич томонидан сезилади ва реостат R_2 сурилгичини суради. Каршилиқ R_2 нинг ўзгариши $U(t)$ кучланиш ўзгаришига айланади. Натижада $U_0 = \text{const}$ бўлгани учун, схемадан сув сатҳи баландлигининг ўзгаришига муносиб бўлган бошқарувчи кучланиш $\pm \Delta U(t) = U_0 - U(t)$ чиқади. Шунингдек 36-расмдаги

потенциометрик таккослаш элементида ҳам объект ҳароратининг ўзгариши термोजуфт томонидан сезилади, объект ҳарорати термoeлектр юритувчи куч e , га айлантирилади ва ҳароратнинг берилган миқдори U_0 билан таккосланиб ҳарорат ўзгаришига мутаносиб бўлган бошқарувчи сигнал $\pm U(t) = U_0 - e$, чиқади.

Таккослаш элементлари схемаларида ўзаро қарама-қарши бўлган векторлар; X_0 — технологик параметрнинг мақсадга мувофиқ берилган қиймати ва $X_4(t)$ — ростланувчи технологик параметрнинг реал қийматлари таккосланиб, бошқарувчи сигнал $\pm \Delta X(t)$ ҳосил қилинади. Таккослаш элементларининг шартли белгиси 36-расмда (7) кўрсатилган.

III б о б. СИГНАЛ КУЧАЙТИРУВЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР

3.1-§. Умумий маълумот

Таъсир кучи жиҳатидан ожиз бўлган бошқариш (кириш) сигналини бир неча ўн ва юз марта кучайтириш учун хизмат қилувчи элемент сигнал кучайтиргич деб аталади. Сигнал кучайтиргичга қирувчи ва ундан чикувчи сигналларнинг физик табиати ўзгармайди. Бундай элемент воситасида кириш сигнали қувватини кучайтириш ташқи энергия манбаи ҳисобига бўлади. Сигнал кучайтиргичларни автоматик системаларда қўллашнинг асосий сабаби сезгичлардан олинadиган сигналларнинг жуда заифлигидадир ($10^{-4} - 10^{-2}$ Вт). Сезгичлардан чиқадиган бундай сигнал автоматик системалардаги ижрочи элементларни ишга тушира олмайди.

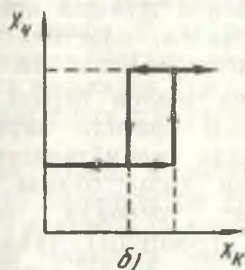
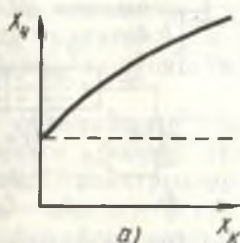
Сигнал кучайтиргичлар ташқи энергия манбаининг турига қараб электрик, пневматик, гидравлик ва бошқа турларга бўлинади. Бундай кучайтиргичлар статик ҳолат тавсифи ва кучайтириш коэффициентлари билан бир-биридан фарк қилади. Кучайтириш коэффициенти ва ташқи энергия манбаининг қуввати кучайтиргичларни тавсифловчи асосий параметрлар ҳисобланади. Кучайтириш коэффициенти қуйидагича ифодаланади:

$$k = \frac{X_4}{X_0}, \quad (16)$$

бунда X_k — кучайтиргичнинг чиқишидаги сигнал, X_k — кучайтиргичнинг киришидаги сигнал. Электрик сигнал кучайтиргичларнинг кучайтириш коэффициенти сигналнинг қуввати P , токи I ёки кучланиши U орқали ифодаланиши мумкин, улар мос равишда қувват бўйича кучайтириш коэффициенти, ток бўйича кучайтириш коэффициенти ва кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти деб аталади. Баркарор иш ҳолатдаги чиқиш сигнали X_k билан кириш сигнали X_k орасидаги боғланиш $X_k = f(X_k)$ сигнал кучайтиргичларнинг статик тавсиф графиги деб аталади. Статик тавсиф графикларига кўра кучайтиргичлар — узлуксиз ва узлукли (37-а, б расм) сигнал кучайтиргич турларига бўлинади. Узлуксиз тавсифли кучайтиргичлар сифатида электрон, магнит, гидравлик, пневматик сигнал кучайтиргичларни кўрсатиш мумкин. Узлукли тавсифли кучайтиргичларга эса реле туридаги кучайтиргичлар киради.

Сигнал кучайтиргич элементларига қуйидаги талаблар қўйилади: 1) кучайтиргичнинг чиқувчи сигнали (қуввати) ижрочи элементни ишга тушириш учун етарли, 2) сезгирлиги юкори, 3) инерционлиги кам ва 4) тавсиф графиги тўғри чирикка якин бўлиши керак.

Кучайтиргичларнинг тезкорлигига ҳам катта аҳамият берилади. Бу уларнинг динамик тавсиф графиги $X_k(t)$ асосида ёки вақт доимийси T бўйича аникланади. Электрон ва яримўтказгичли кучайтиргичлар энг юкори тезкорликка эга. Электрон кучайтиргичларнинг вақт доимийси $T = 10^{-7} - 10^{-10}$ с, пневматик кучайтиргичники эса $T = 1 - 10$ с га тенг. Сигнал кучайтиргичларнинг кириш ва чиқиш қаршиликлари турлича бўлади. Электрон сигнал кучайтиргичнинг кириш ва чиқиш қаршиликлари бошқа кучайтиргичларникидан катта $10^6 - 10^{12}$ Ом. Яримўтказгичли сиг-



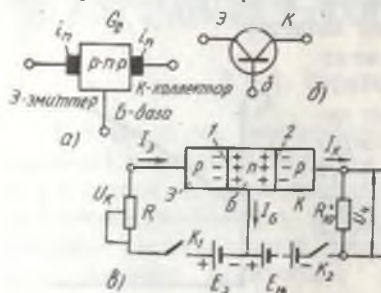
37- расм. Сигнал кучайтиргичларнинг статик тавсиф графиклари: а — узлуксиз статик тавсиф графиги; б — узлукли — реле тавсиф график.

нал кучайтиргичники эса 10^2 — 10^5 Ом бўлиши мумкин.

Кириш каршилиги кам кучайтиргичларга чиқиш каршилиги катта бўлган (сигимли фотодатчик ва бошқа) сезгич-сигнал узаткични улаш максадга мувофик эмас, чунки бунда сигнал узаткичининг чиқиш каршилиги билан кучайтиргичнинг кириш каршилиги орасида мослик вужудга келмайди, натижада кучайтиргичга кировчи кувват камайиб кетади.

3.2- §. Яримўтказгичли сигнал кучайтиргич

Яримўтказгичли кучайтиргичлар яримўтказгичли триодлардан тузилади. Бундай триодлар купинча транзистор деб ҳам юритилади.



38- расм. Ярим ўтказгичли сигнал кучайтиргич:

а — p - n - p ўтишли триоднинг тузилиши;

б — p - n - p ўтишли триоднинг шартли белгиси; i_n — Индий; Ge — германий; e — сигнал кучайтиргичнинг электр схемаси.

Яримўтказгичли транзистор тузилиши яримўтказгичларда бўладиган

аралашма электрон ўтказувчанлиги хоссасига асосланади. Менделеев даврий системасининг IV группасига тегишли яримўтказгич германий Ge моддасидан ясалган пластинанинг икки томонига III группага тегишли индий In моддасининг маълум микдори термик ишлов бериш йўли билан копланса (38- расм), улар орасида зарядлар силжиши юз беради, натижада яримўтказгич котишмасида учта p - n - p сохалар ҳосил бўлади. Германий пластинасининг чап ва ўнг томонида тешиқлар, яъни мусбат зарядлар p (positivus) тўпланади. Ўртада германий пластинасининг ўзида электронлар, яъни манфий зарядлар n (negativus) тўпланади. Бундай зарядларнинг диффузияси натижасида германий пластинаси билан индий моддаси туташган чегараларда икки хил потенциал тўсиқ p - n ва n - p вужудга келади (38- в расм). Ундаги бириччи соха — эмиттер, ўрта соха — база ва ўнг томондагиси —

коллектор деб аталди. Бундай транзистор эмиттер — база занжирига манба $E_{\text{э}}$ ва коллектор — база занжирига манба $E_{\text{к}}$ уланса, маълум шароитда кировчи кичик сигнал — $U_{\text{к}}$ бир неча ўн юз марта катта бўлган чикувчи сигнал $U_{\text{ч}}$ га айланиши мумкин.

Манба E нинг кутблари p - n ўтишига мос бўлгани туфайли (+—) потенциал тўсик p - n ларнинг қаршилиги жуда кичик ва манба $E_{\text{э}}$ нинг кучланиши ҳам кичик микдорга тўғри келди. Манба $E_{\text{к}}$ нинг кутблари n - p ўтишга тесқари уланлиги (++) сабабли потенциал тўсик (n - p)нинг қаршилиги катта, шу туфайли манба кучланиши $E_{\text{к}}$ ва куввати ҳам катта бўлиши лозим. Сигнал кучайиши манба ($E_{\text{э}}$) ҳисобига бўлади. Бунда юк қаршилиги (нагрузка, $R_{\text{ю}}$ дан ўтадиган коллектор токи $I_{\text{к}}$ манба $E_{\text{к}}$ га тегишли бўлиб, у эмиттер токи $I_{\text{э}}$ билан бошқарилади.

Электр кучайтиришнинг схемасига (38-в расм) мувофиқ эмиттер ўтиши (p — n) манбанинг кучланиши кутблари билан тўғри йўналишда, база коллектор ўтиши эса $E_{\text{к}}$ билан тесқари йўналишда уланган. Сигнал кучайтиригичнинг ишлатилиши куйидагича тушуниш мумкин.

Агар узгичлар K_1 ва K_2 очик (уланмаган) бўлса, яримўтказгичлар германий пластинаси билан индий элементи туташиган чатқараларда (1 ва 2) электронлар ва тешиклар диффузия натижасида p — n ва n — p турғун зарядлар ва уларнинг кутблари туфайли потенциал тўсиклар вужудга келади. Факат узгич K_1 уланган бўлса, кириш қаршилиги $R_{\text{э}}$ эмиттер ва база занжиридан эмиттер токи ўтади. Бу занжирдаги манба $E_{\text{э}}$ ва p - n ўтиш кутблари ўзар, тўғри йўналишда бўлгани учун p — n потенциал тўсик эмиттер токига қаршилик кўрсатмайди, эмиттердан бормунча катта микдорда ток ўтиши мумкин.

Агар K_1 узилган ва K_2 уланган бўлса, юкланиш қаршилиги $R_{\text{ю}}$ коллектор K ва база занжиридан ток ўтмайди. Бунга потенциал тўсик n — p кутблари манба $E_{\text{э}}$ кутбларига тесқари йўналишда эканлиги сабаб бўлади. Агар K_1 ва K_2 уланган бўлса, манба $E_{\text{э}}$ кучланишига пропорционал бўлган эмиттер токи $I_{\text{э}}$ (зарядлар оқими) манба $E_{\text{к}}$ кучланиш таъсирида база — коллектор томонига силжийди ва n — p потенциал тўсикни енгиб ўтиб, коллектор токи $I_{\text{к}}$ га айланади. Эмиттер токининг база орқали коллекторга бундай

ўтиши «инъекция» деб аталади. Эмиттер токи (тешиклар — мусбат зарядлар оқими) тўла равишда коллекторга ўта олмайди. Бу токнинг бир қисми эмиттердан базага ўтганда базадаги электронлар ва манбанинг манфий кутби электронлари билан бўладиган рекомбинациялар туфайли коллекторга ўтмайди ва база токи сифатида манбанинг (E_n) манфий кутбига қайтади. База токи I_0 эмиттер токи I_0 нинг 1—8 фоизини ташкил қилади, яъни $I_0 = (0,08-0,01)I_0$. Коллектор токи эмиттер токи I_0 билан база токи I_0 нинг айирмасига тенг: $I_k = I_0 - I_0$, шунинг учун уни қуйидагича ёзиш мумкин: $I_k = k'I_0$, бу ерда: $k' = 0,92-0,99$ — умумий базали триод схемасининг кучайтириш коэффициентини.

Кучайтиргичдан чикувчи сигнал

$$U_k = I_k R_k = k' R_k I_0 = k I_0$$

эмиттер токига мутаносиб бўлгани учун эмиттер токи I_0 орқали бошқарилади.

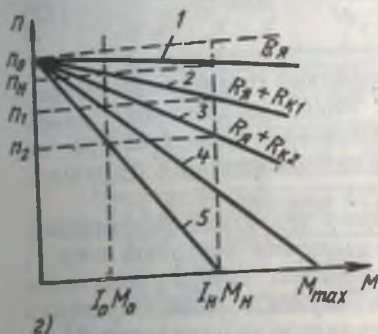
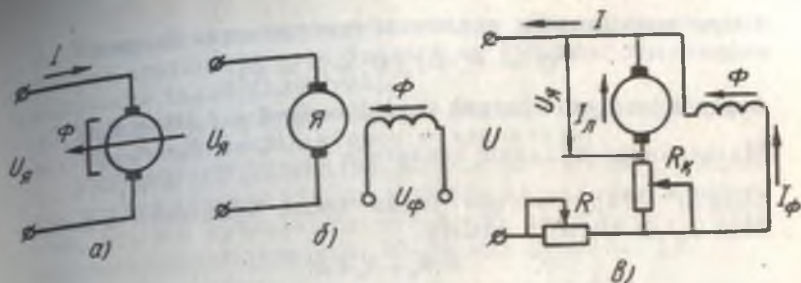
IV б о б ИЖРОЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР ВА РОСТЛОВЧИ ОРГАНЛАР

Технологик объектлардаги ростловчи ёки бошқарувчи органлар: туткичлар, қопқоклар, жўмраклар, айланувчи ёпқичлар, тўсиклар ва бошқаларни берилган бошқариш қонунига мувофиқ ишлатиш учун хизмат қиладиган машина ва механизмлар ижрочи элементлар деб аталади. Ижрочи элементлар бошқарувчи сигналларни механик ҳаракатга — айланиш ёки сурилишга айлантиради. Манба энергиясининг турига кўра улар электрик, пневматик ва гидравлик ижрочи элементларга бўлинади.

Ижрочи элементларга асосан қуйидаги талаблар қўйилади: юқори ишончлилик, бошқарувчи сигналнинг юқори аниқликда ишлаши, ишга тушиш тезлигининг юқорилиги, фойдали иш коэффициентининг юқори бўлиши, нархининг арзонлиги, геометрик ўлчамлари ва массасининг кичиклиги ва бошқалар.

4.1.- §. Электромеханик ижрочи элементлар

Электр ижрочи элементлар ток, кучланишнинг микдорий ўзгаришини ва электр сигнали фазасининг ўзгаришини бурилиш, сурилиш ва айланиш каби механик



39- расм. Ўзгармас ток юриткичлари:

а — магнитоэлектрик юриткич схемаси; б — мустакил магнит кўзғатишли электрик юриткич схемаси; в — параллел магнит кўзғатишли электрик юриткич схемаси; 2 — параллел магнит кўзғатишли юриткичнинг иш тавсиф графиклари.

харакатларга айлантиради. Ижрочи электр юритмалар сифатида кичик кувватли ўзгарувчан ва ўзгармас ток юриткичларидан фойдаланилади.

Ўзгармас ток юриткичлари магнит майдони кўзғатиш усулига кўра мустакил кўзғатишли, ўзгармас магнитли, параллел кўзғатишли, кетма-кет ва аралаш кўзғатишли юриткичларга бўлинади. Булар ичида автоматика талабларига мос келадиганлари ўзгармас магнитли, мустакил кўзғатишли ва параллел кўзғатишли юриткичлардир (39- а, б, в расм).

Хозирги вақтда ДПМ (двигатель с постоянным магнитом) серияли магнито-электрик юриткичлар ижрочи элементлар сифатида кенг қўлланилмоқда (39- а расм). Юриткичда магнит кўзғатиш учун ўзгармас магнитдан фойдаланилади.

Параллел кўзғатишли юриткичнинг магнит кўзғатиш ўрамаси якори ўрамасига параллел уланади (39- а расм). Кўзғатиш токи: $I_\phi = I - I_\pi$. Куввати 100—250 Вт бўлган юриткичларда кўзғатиш токи $I_\phi = (5-10\%)I_\pi$, куввати 5—10 Вт ли юриткичларда $I_\phi = (30-50\%)I_\pi$.

Электр сигналлар билан машинанинг айланиш тезлиги n орасидаги боғланишни топиш учун юриткичнинг

якорь занжиридаги кучланиш тенгламасини ёзамиз:

$$U = E_{\text{я}} + I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{к}} + R),$$

бунда $E_{\text{я}} = C_e n \Phi$ бўлгани учун $U = C_e n \Phi + I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{к}} + R)$.

$$\text{Машиналанинг айланиш тезлиги } n = \frac{U_{\text{я}} - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{к}} + R)}{C_e \Phi}$$

бўлади. Агар юриткич ўқида ҳосил бўладиган момент $M = C_m I_{\text{я}} \Phi$ ҳисобга олинса,

$$n = \frac{U_{\text{я}}}{C_e \Phi} - \frac{M(R_{\text{я}} + R_{\text{к}} + R)}{C_e C_m \Phi^2} \text{ мин}^{-1} \quad (17)$$

бўлади.

(17) формуладан ижрочи юриткич тезлигининг ўзгариши якорь кучланиши $U_{\text{я}}$ нинг ўзгаришига, якорь занжиридаги кўзғатиш занжирининг токи $I_{\text{ф}} = C_{\text{ф}} \Phi$ ва юриткич ўқида ҳосил бўладиган моментнинг ўзгаришига боғлиқ эканлиги кўринади.

Автоматлаштиришда юриткич тезлигини бошқарувчи сигнал сифатида якорь кучланиши ёки кўзғатиш токи $I_{\text{ф}}$ дан фойдаланилади. Агар кўзғатиш токи $I_{\text{ф}}$ юритмага кирувчи сигнал бўладиган бўлса, унда мураккаб кўзғатишли юриткичдан фойдаланиш самаралироқ бўлади.

Параллел кўзғатишли юриткичнинг механик тавсиф графиклари $n = f(I_{\text{я}})$ ёки $n = f(M)$ 39-расмда кўрсатилган. Бу графиклар $I_{\text{ф}} = \text{const}$ бўлган ҳол учун чизилган. Унда якорь кучланишини ўзгартириш учун якорь занжирига уланган кўшимча қаршилик $R_{\text{к}}$ дан фойдаланилган. Кучланишлар тенгламасига мувофиқ.

$$U_{\text{я}} = U - I_{\text{я}} \cdot R_{\text{к}}$$

кўшимча қаршилик $R_{\text{к}}$ кўпайиши билан $U_{\text{я}}$ камаяди. Бу ўз навбатида мотор тезлигини камайтиради.

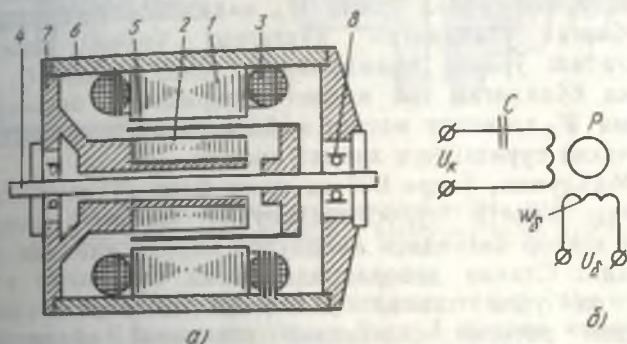
Кўшимча қаршилик $R_{\text{к}} = 0$ бўлганда юриткич ўзининг табиий тавсиф графигида (1) ишлайди. 5-тавсиф графигида юриткичнинг айлантирувчи (бурувчи) momenti M юкланиш momenti $M_{\text{ю}}$ билан тенг бўлганда, юриткич тўхтади, яъни $n = 0$ бўлади.

Қолган ҳамма кўшимча қаршиликларда юриткич ўзининг номинал юкланишида ишлайверади. Якорь кучланишининг ўзгариши юриткич тезлигини 0 дан $n_{\text{г}}$ гача ўзгартиради. Агар $U_{\text{я}}$ нинг кутблари ўзгарса, айланиш йўналиши ҳам тескарисига ўзгаради. Бунда кўзғатиш ўрамадаги ток йўналиши ўзгармаслиги керак.

Ўзгармас ток юриткичларининг асосий камчилиги уларда контакт чўткаси борлиги ва ўзгармас ток манбаи бўлишини талаб қилишидир.

Ўзгарувчи ток юриткичлари. Автоматик системаларда асинхрон юриткичлар кўпроқ қўлланилади.

Уларнинг афзалликлари: инерционлиги кам, сирпаниб ток олувчи чўткаси йўқ, шу туфайли ишқаланиш моменти кам, тезлиги кучланишга мутаносиб ва ҳоказо. Бундай юриткичларнинг тузилиши 40-расмда кўрсатилган.



40-расм. Стакансимон алюминий роторли асинхрон юриткич:
а — тузилиши; б — электр схемаси

Юриткич темир пластинкалардан йиғилган ташки 1 ва ички 2 статорлардан иборат бўлиб, статор чулғами 3 кўпинча ташки статор пазларига жойлаштирилади. Ички статорда чулғам бўлмайди, у магнит занжирининг қаршилигини камайтириш учун хизмат қилади. Ташки статор юриткичнинг корпуси 6 га, ички статор эса юриткичнинг ён тарафидаги шчит 7 га ўрнатилади.

Юриткич ўқи 4 ички статорнинг марказидаги тешикдан ўтказилиб, ён томонлари шчитлардаги подшипниклар 8 га ўрнатилади.

Юриткичнинг ротори 5 юпка (0,3 мм) алюминийдан ясалган стакан (цилиндр) ички ва ташки статорлар орасидаги бўшлиқда айланадиган қилиб юриткич ўқига мустаҳкам ўрнатилган бўлади. Алюминий стакан деворлари юпка бўлишининг сабаби, унда пайдо бўладиган уярма тоқларга бўладиган актив қаршилиқни ошнриш йўли билан юриткичнинг бошқарувчанлиги юқори бўлишини таъминлашдан иборат. Бошқарувчи сигнал йўқолган захоти ротор айла-

нишдан тўхташи кўзда тутилади. Шу сабабли бундай юриткичнинг фойдали иш коэффициенти (ФИК) жуда кам: $\eta = 20\%$ га якин бўлади. Статор ўрамалари ўзаро 90° га сурилгани сабабли улардаги токлардан айланувчи магнит майдони ҳосил қилинади (40-б расм).

Юриткичнинг айланиши статор ўрамида ҳосил бўладиган айланувчи магнит майдон билан алюминий стакан деворида ҳосил бўладиган уярма токнинг таъсири натижасида вужудга келади. Статор ўрамларидан бири бошқарувчи сигнал ўрами W_6 , иккинчиси ўзгарувчи ток манбаига уланадиган кўзғатиш ўрами дейилади. Кўзғатиш ўрами занжиридаги конденсатор C , унда ҳосил бўладиган ток магнит майдонининг бошқарувчи ўрама W_6 токининг магнит майдонига нисбатан 90° гача бурчакка суриш учун хизмат қилади.

Маълумки, ўзаро 90° га якин фаза сурилишига эга бўлган иккита пульсацияланувчи магнит оқимларининг вектор йиғиндиси айланувчи магнит майдони ҳосил қилади. Стакан деворларида ҳосил бўладиган уярма ток ва унга таъсир қиладиган айланувчи магнит майдон роторни (алюминий стаканни) айлантиради, шунда юриткич ўқига механик боғланган бошқарилувчи орган — ростлаш органи ҳам айланади.

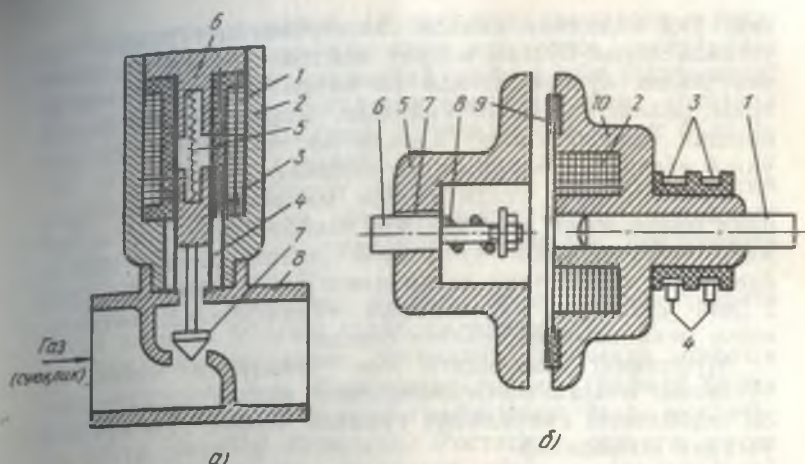
Ротор валида вужудга келадиган айлантирувчи момент бошқарувчи сигнал амплитудасига мувофиқ ўзгаради.

4.2-§. Электромагнитли ижрочи элементлар

Электромагнитли ижрочи элементлар механик, пневматик ва гидравлик системалардаги энергия ёки масса оқимини масофадан туриб бошқариш учун хизмат қилади. Бундай юритмалар асосан икки хил бўлади: 1) сурилувчи электромагнитли клапан, 2) электромагнитли сирпанувчи муфта.

Электромагнитли ижрочи элементлар электр юриткичларга караганда анча арзон, уларнинг ишлаши ишончли ва ишга тушиш тезлиги юқоридир.

Тортувчи электромагнитнинг тузилиш схемаси 41-а расмда кўрсатилган. У газ ёки суюқлик оқим труба-сидаги ростловчи тўсик (клапанни) бошқарувчи сигналга мувофиқ очиб-ёпиб туриш вазифасини бажаради.



41- расм. Электромагнитли ижрочи механизмлар:
 а — электромагнитли тўсик; б — электромагнитли муфта

Электромагнит чулғами 1 кўзгалмас темир ўзак ичига жойлашади. Кўзгалувчи темир ўзак 3 жездан қилинган труба 4 ичида ҳаракат қилади. Бу труба пўлат ўзакнинг қолдиқ магнитланиши туфайли юз берадиган ёпишқоқликдан сақлайди ва ишқаланишни камайтиради.

Агар электромагнит ўрамига кучланиш берилса, якорь-кўзгалувчи пўлат ўзак 3 пружина 5 нинг кучини енгиб кўзгалмас пўлат ўзак 6 томон латун труба ичида ҳаракат қилади ва тўсик (клапан) 7 очилади. Қувур 8 дан ўтадиган газ ёки суюқлик микдори ўзгаради. Бошқарувчи сигнал умуман йўқ бўлганда пружина 5 тўсик 7 ни бутунлай беркитади.

Электромагнитли муфта (41- б расм) ишчи механизмларни ишга тушириш, тўхтатиш ва уларнинг тезлигини ўзгартириш учун хизмат қилади.

Муфтанинг етакчи вали 1 да электромагнит майдони ҳосил қиладиган ўрама 2 ўрнатилган. Ўрамага халка 3 ва чўтка 4 орқали кучланиш берилади. Халка етакчи валга механик боғланган ва у билан бирга айланади. Муфтанинг етакланадиган томони — якорь 5 ишчи механизм ўқи 6 га пона 7 ёрдамида механик уланган, пона уни фақат айланиб кетишдан сақлаб туради.

Электромагнит ўрама 2 да ток бўлмаса, якорни пружина 8 чап томонга суради. Шунда ишчи механизми-

нинг ўқи айланмай қолади. Электромагнит ўрамдан ток ўтганда ҳосил бўлган магнит майдон кучи пружинанинг эластиклик кучини енгади ва якорь муфтанинг етакчи ярим палласига келиб ёпишади. Шайба 9 уни сирпа-нишдан саклаб ушлаб қолади ва технологик машина ўқи 6 етакчи ўқ билан бирга айланади.

Ўрама 2 дан ўтадиган ток микдорини ўзгартириш йўли билан якорь ва фрикцион шайба орасидаги магнит майдоннинг тортиш кучи ҳам ўзгартирилади. Шунда фрикцион шайбанинг ишқаланиш кучи камаяди, ўрам 2 дан ўтадиган ток микдори кўпайтирилса, аксинча, ишчи механизмнинг тезлиги ошади.

Муфтанинг камчилиги ток ўтказувчи халка ва чўтканинг ишлаш ишончлилигининг пастлиги ва фрикцион шайбанинг емирилиши туфайли муфта тавсифининг ўзгариб қолишидир.

Бундай муфталар саноатда кўплаб ишлаб чиқарилмоқда. Улар 27 ва 100 вольтли ўзгармас ток манбаига уланади ва 5—22 Вт қувват олади. Уланиш вақти 20—40 мс, узилиш вақти 15—30 мс.

4.3-§. Ростловчи органлар

Ростловчи органлар технологик оким линиясида ишлаб чиқариш объектларига пахта маҳсулотларини узатиш, энергия, ҳаво, газ, сув, ёнилғи, суюқликлар, буғ ва ҳоказолар окимини (сарфини) ўзгартириб, технологик жараёнга бевосита таъсир қилувчи ва унинг оптимал шарт-шароитларда ўтишини таъминлайдиган асосий органлардан биридир.

Пахта заводларида пахта маҳсулотлари газ ва иссик ҳаво сарфини ростлаш учун тикинлар, айланувчи тусиқлар, кранлар, золотниклар ва бошқалар қўлланилади.

Ростловчи органларнинг иши унинг нисбий сарфни тавсиф графиги $q=f(S)$ билан белгиланади, бунда $q = \frac{Q}{Q_{\max}}$ пахта маҳсулотлари ёки энергиянинг нисбий сарфи; Q ва $Q_{\max}$ пахта маҳсулотлари, ҳаво ва энергия-

нинг ўтаётган ва максимал микдорлари; $S = \frac{Y}{Y_{\max}}$

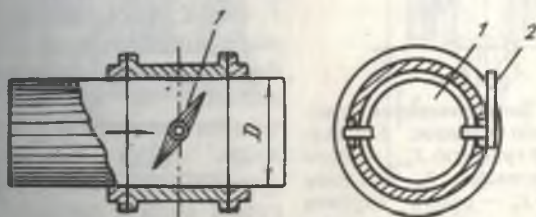
ростловчи органнинг нисбий сурилиши; Y ва $Y_{\max}$ ростловчи органнинг сурилиши ва унинг сурилиши мумкин бўлган максимал қиймати.

Ростловчи органлар 1) ростлаш диапазони — ростловчи орган затворининг икки энг четки ҳолатларига сурилганда S пахтанинг нисбий сарфи q нинг ўзгаришига; 2) суриш кучи — ростловчи органни бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтказиш (суриш) учун керак бўладиган кучга кура баҳоланади.

Ростловчи органнинг сарф тавсиф графиги — босим тушиши ўзгармаган ҳолда, ростланувчи модданинг сарфи билан тўсик сурилиши орасидаги боғланишга мувофиқ ифодаланади.

Ростловчи органнинг нисбий сарфи тавсиф графиги тугри чизикли бўлиши талаб қилинади.

Ростловчи органнинг автоматик системада ишлаши учун танлашда иш объектининг тавсиф графиги билан ростловчи органнинг тавсиф графигининг ўзаро мослигига катта эътибор берилади. Ростловчи органга мисол сифатида 42-расмда айланувчи тўсикли (заслонкали) қувурнинг тузилиши кўрсатилган.



42-расм. Айланувчи тўсикли темир қувур:
1—айланувчи тўсик; 2—тўсик дастаси.

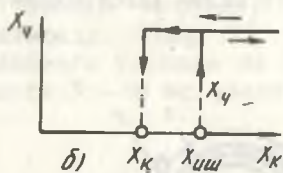
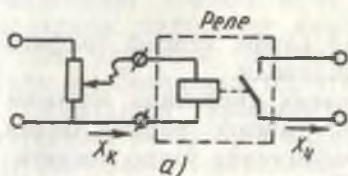
V б о б. ДИСКРЕТ ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

5.1- §. Реле

Реле — автоматик системаларда бошқариш, химоя, назорат, сигнализация, ростлаш ва бошқа дискрет операцияларни бажариш учун жуда кўп қўлланиладиган аппаратдир. Релега кирувчи сигнал узлуксиз равишда ўзгариб, маълум қийматга эга бўлгандагина унда сакрашсимон тавсифли чиқиш сигнали ҳосил бўлади.

Шундан сўнг кировчи сигнал кийматининг ўзгариши ошиши давомида чикувчи сигнал ўзгармайди. Кировчи сигнал киймати камайиб, маълум микдорга етганда эса чикиш сигнали сакрашсимон характерда узилади ва олдинги ҳолатга қайтади.

Реле хусусиятлари билан электромеханик реленинг уланиш схемаси ва тавсиф графиги оркали танишиш мумкин (43-расм).



43-расм. Электромеханик реле: а — тузилиш схемаси; б — статик тавсиф графиги; $X_{\text{иш}}$ — ишга тушиш сигнали; $X_{\text{к}}$ — қайтиш сигнали; $X_{\text{к}}$ — релега кировчи сигнал; $X_{\text{ч}}$ — реле контактлари оркали чикувчи сигнал.

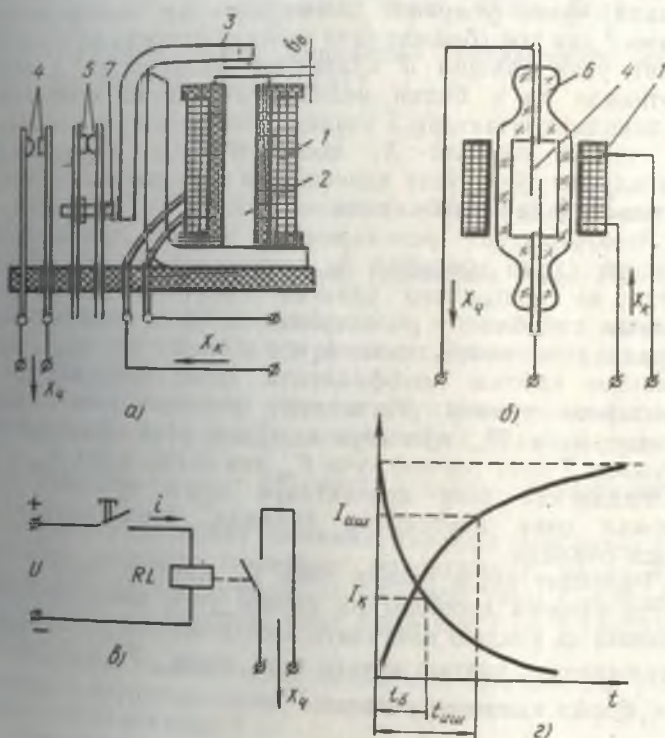
чикиш сигнали кескин камаяди, яъни реле ўз контактларини бўшатиб юборади, чикиш сигнали йўқолади. Релега кировчи сигналнинг бу киймати қайтиш сигнали $X_{\text{к}}$ деб аталади.

Реле ўзининг қуйдаги асосий параметрлари билан тавсифланади: 1) ишга тушириш қуввати; бу қувват реленинг ишончли ишлаши, яъни контактларининг барқарор уланиб туриши учун зарур бўлган ташқаридан таъсир қиладиган сигналнинг минимал қувватига тенг бўлади; 2) бошқариш қуввати: у релега таъсир қиладиган сигналнинг шундай минимал қувватидирки, бунда реле контактлари узилмай туради; 3) қайтиш коэффициенти:

$$k_{\text{к}} = \frac{X_{\text{к}}}{X_{\text{иш}}}; \quad (18)$$

4) реленинг ишга тушиш вакти — релега бошқариш сигнали берилгандан то ундан сигнал чиққунга қадар ўтадиган вақт. Реле ишга тушиш вакти ($t_{\text{иш}}$) га қараб тез ишловчи, нормал кечикишли ва вақт релеларига бўлинади. Масалан, реленинг ишга тушиш вакти $t_{\text{иш}} < 0,05$ с бўлса, тезкор ишловчи реле дейилади. $t_{\text{иш}} = 0,05 \dots 0,15$ с бўлса, нормал реле ва $t_{\text{иш}} > 0,15$ с бўлса, секинлатилган реле дейилади. Ишга тушиш вакти 1 с бўлиб, бу вақтни яна маълум ораликларда ўзгартириш мумкин бўлган реле вақт релеси дейилади;

5) улаш имкониятлари реленинг контакт жуфтлари сони



44- расм. Ўзгармас ток релеси:

а — айланувчи якорли реле; б — якорсиз реле (геркон); в — реленинг электр схемаси; г — реленинг динамик тавсиф графиклари: 1 — электромагнит фалтаги (ўрамаси), 2 — қўзғалмас пўлат ўзақ; 3 — қўзғалувчи пўлат ўзақ (якорь), 4 — токсиз ҳолатдаги очик контакт, 5 — токсиз ҳолатдаги ёпик контакт, 6 — шиша қолбача.

билан аникланади; 6) ўлчамлари, массаси ва ишончли ишлаши ҳам реленинг асосий параметрлари ҳисобланади.

Электр релелари электромагнит, магнитоэлектр, электрон вақт релеси каби турларга бўлинади.

Электромагнит реле автоматик системаларнинг бошқариш занжиридаги ток турига қараб икки хил бўлади: 1) ўзгармас ток релеси; 2) ўзгарувчан ток релеси. Ўзгармас ток релесининг икки тури 44-расмда: якор айланувчи реле 44-а расмда, герконлар — контактлари герметик беркитилган реле 44-б расмда кўрсатилган.

Бу турдаги ҳамма релеларнинг ишлаши бир хил бўлади, чунки уларнинг ҳаммасида ҳам электромагнит ўрами I дан ток (бошқарувчи сигнал) ўтганда кўзгалувчи пўлат ўзак (якорь) 3 кўзгалмас пўлат ўзак 2 томон тортилади ва у билан механик боғланган контактлар 4 уланади, контактлар 5 узилади, бошқарилувчи занжирда чиқиш сигнали X_c ҳосил бўлади. Герконларда кўзгалувчи пўлат ўзак вазифасини контакт системасидаги пластиналар 4 бажаради.

Электромагнит релеларининг магнит занжиридаги бўшлик (хаво оралиғи) δ_0 контактлар очик ҳолатида катта ва контактлар уланган ҳолатида анча кичик бўлиши сабабли бу релеларнинг қайтиш коэффициенти бирдан анча кичик, яъни $k_k < 1$ бўлади, бу ерда k_k — реленинг қайтиш коэффициенти. Буни қуйидагича тушунтириш мумкин. Маълумки, электромагнит майдонининг кучи F_m кўзгалувчи пўлат ўзак оралиғи ёки пружина 7 нинг тортиш кучи $F_{пр}$ дан катта, яъни $F_{пр} < F_m$ бўлгандагина реле контактлари ишга тушади, яъни нормал очик контактлар ёпилади, ёпик контактлар 5 эса очилади.

Реленинг ишга тушиш токи $I_{иш}$ қайтиш токи I_k дан катта бўлиши кераклигини билиш учун контактларнинг уланиш ва узилиш вақтидаги электромагнит майдон кучи пружинанинг тортиш кучига тенг, яъни $F_{пр} = F_{эм} \cong F_{гм}$, деб фараз қиламиз, у ҳолда

$$F = a \frac{I_{иш}^2 W^2}{\delta_{\max}} = a \frac{I_k^2 W^2}{\delta_{\min}}$$

$$\frac{\delta_0^{\min}}{\delta_0^{\max}} = \frac{I_{\kappa}^0}{I_{\text{нш}}} = k < 1.$$

Одатда, кучсиз ток релеларининг қайтиш коэффициенти $k_{\kappa} = 0,3 - 0,5$ бўлади.

Реле контактларининг уланиш-узилиш тезлиги ва бу параметрларни ўзгартира олиш имкониятлари борлиги катта амалий аҳамиятга эга. Буни реленинг динамик тавсиф графиги 44-г расм асосида кўриш мумкин. Бу график реле электромагнит ўрамасининг дифференциал тенгламаси $U = Ri + L \frac{di}{dt}$ ни ечиш йўли билан ёки

тажриба йўли билан қурилади. Тенгламанинг ечими қуйидаги кўринишда бўлади:

$$i = \frac{U_{\kappa}}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right),$$

бунда $I_{\text{н}} = \frac{U}{R}$ — ғалтак токининг барқарор режимдаги

киймати ёки реленинг ишлаш (номинал) токи; $T = \frac{X_L}{R}$

занжирнинг вақт доимийси; $U_{\text{н}}$ — реленинг номинал кучланиши; R , X_L — электромагнит ўраманинг актив ва индуктив қаршилиги.

Реленинг барқарор ишлаши учун унинг номинал токи $I_{\text{н}}$ ишга тушиш токи $I_{\text{нш}}$ дан анча катта бўлиши керак.

Одатда $k_{\text{за}} = \frac{I_{\text{н}}}{I_{\text{нш}}}$ реленинг захира коэффициенти

дейлади. Ғалтакнинг динамик тавсифи тенгламасидан реленинг ишлаш тезлигини оширишнинг икки йўли борлигини кўриш мумкин: 1) реленинг токи $I_{\text{н}}$ кийматини ошириш, 2) реленинг вақт доимийси T ни ўзгартириш (камайтириш).

Реленинг номинал токи кийматини ошириш ёки унинг захира коэффициентини ошириш, амалда, $1,5 < k_{\text{за}} < 2$ билан чегараланади.

Автоматиканинг ривожланиши туфайли реленинг конструкцияси такомиллашган турлари яратилди. Релеларнинг сезгирлиги ва ишончлилиги ортди, габарит ўлчамлари ва массаси камайдди. Ҳозирги вақтда яқорсиз релелар кенг қўлланилмоқда. Уларнинг ишлаш

тезлиги якорли (кўзгалувчи пўлат ўзакли) релеларнинг ишлаши тезлигидан бир неча ўн марта кичикдир. Якорли реленинг ишлаши учун ўнлаб миллисекундлар талаб қилинса, якорсиз релелар миллисекунддап кам вақт ичида ҳам ишлай олади. Бундай релеларнинг контактлари герметик беркитилган бўлади ва улар «геркон» лар деб аталади (44-б расм).

Геркон контактлари 4 пермаллойдан тайёрланади ва шиша қолбача 6 ичига расмда кўрсатилгандек ўрнатилади. Пермаллойднинг қолбадан чиқувчи томони токни яхши ўтказувчи металлга пайвандланади. Пермаллойд учларининг контактларини яхшилаш ва емирилишини камайтириш учун пластинкаларнинг учлари олтин, кумуш ёки радий билан қопланган бўлади. Қолба ичида вакуум ҳосил қилинган ёки инерт газлар (аргон ёки азот) билан тўлдирилган бўлади. Геркон электромагнит майдонга (ғалтак 1 ичига) киритилса, пермаллойд пластинкалари бир-бирига тортилиб, контактларни улаши мумкин. Геркон контактларини узиб-улашни бошқариш электромагнит ғалтагига ток ўтказиш-ўтказмаслик ёки ток йўналишини ўзгартириш билан амалга оширилади. Якорли релеларнинг контактлари улашиб туриши учун уларнинг электромагнит ўрамидан ток доим ўтиб туриши керак бўлса, якорсиз релеларда бундай эмас. Уларнинг контактлари феррит ёки пермаллойдан ясалади, улангандан кейин электромагнит ғалтагида ток бўлмаса ҳам пермаллойднинг магнитланиб қолиши сабабли узилмай қолаверади. Бундай контактларни узиш учун электромагнит ғалтагига тесқари қутбли ток импульсини бериш керак. Ҳозир чиқарилаётган плунжер типигаги герконлар шиша баллонининг ҳажми $2,5 \text{ мм}^3$ дан ошмайди. Релеларга қўйиладиган талаблар қўплиги ва турли-туманлиги реле типларининг беҳисоб қўпайишига сабаб бўлди, масалан, ҳозир чиқарилаётган биргина ўзгармас ток релесининг типи 200 дан ошиб кетди. РПН типигаги ўзгармас ток релесининг 800 га яқин тури бор. Улар бир-бирларидан қаршилиги, ғалтак ўрамларининг сони, контакт группаларининг кўриниши ва сони, ишлаш вақти параметрлари ҳамда бошқалари билан фарқ қилади.

Куввати бўйича, электромагнит релелар юкори сезгирликка эга бўлган 10 мВт ли, сезгирлиги нормал ҳисобланган кучсиз токли 1—5 Вт ли релеларга бўлинади. Контактларнинг куввати жиҳатидан кичик

кувватли (50 Вт гача) ўзгармас ток ва 120 Вт ли ўзгарувчан ток релелари мавжуд.

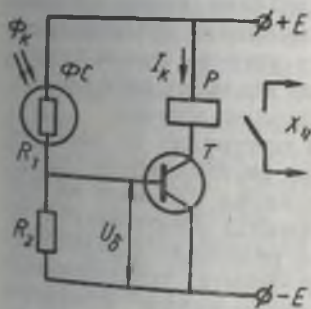
РП типдаги оралик релеларининг куввати ўзгармас ток учун 150 Вт ва ўзгарувчан ток учун 500 Вт гача бўлади.

5.2- §. Фотоэлектрон реле

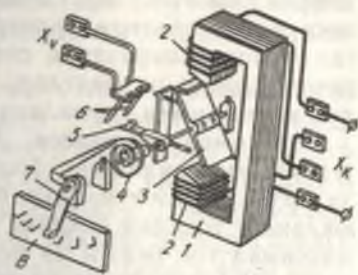
Фотореленинг жуда кўп схемалари мавжуд. Энг оддий фотоэлектрон реле схемаси 45-расмда кўрсатилган. Бунда қирувчи сигнал X_k фотоқаршилиқ ΦC га тушадиган ёруғлиқ оқими Φ_k бўлиб, чиқувчи сигнал X_q электромагнит реле контакти P орқали олинади. Қирувчи сигнал $n-p-n$ типдаги транзистор T ёрдамида кучайтирилади.

Ёруғлиқ тушмаганда фотоэлементнинг қаршилиғи R_1 катта бўлади ва база потенциали U_6 транзисторнинг очилиши учун етарли бўлмайди. Транзистор ёпик, коллектор-эмиттер занжиридан ўтадиган ток жуда кичик ва электромагнит релени ишга тушира олмайди.

Фотоэлемент (ΦC) га ёруғлиқ тушганда унинг қаршилиғи R_1 жуда камайиб, R_1 ва R_2 занжиридан ўтадиган ток катталиғи ошиб кетиши туфайли база потенциали U_6 ошади. Натижада транзистор T очилади, коллектор токи ортиб, реле P ни ишга туширади ва унинг контакти улашиб чиқувчи сигнал X_q ҳосил бўлади.



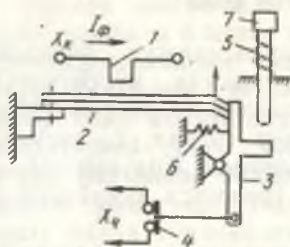
45-расм. Фотоэлектрон реле.



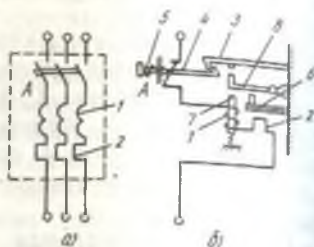
46-расм. Максимал ток релеси:
1 — қўзғалмас пўлат ўзақ; 2 — электромагнит ўрами; 3 — қўзғалувчи пўлат ўзақ; 4 — пружина; 5 — сурилувчи контакт; 6 — қўзғалмас контакт; 7 — ток микродорини шкалада ўрнатувчи кўрсаткич; 8 — берилган ток микродорларининг шкаласи.

5.3- §. Ҳимоя аппаратлари

Ҳимоя аппаратлари электр занжири ва унда ишлаб турган автоматик система элементлари — машина ва механизмларни рўй бериши мумкин бўлган зарарли ва хавфли ҳолатлардан сақлаш учун қўлланади. Электр



47- расм. Иссиқлик релеси:
1 — киздиргич; 2 — биметалл
пластина; 3 — рычаг системаси;
4 — узилувчи контакт; 5, 6 —
пружиналар; 7 — реле контакти
4 ни қайта уловчи кнопка.



48- расм. Автоматик узгич
(автомат):
а — автоматни уч фазали
электр занжирга улаиши
схемаси; б — автоматнинг
бир фазали тузилиш схе-
маси.

занжирида учрайдиган қисқа туташиш, электр юритмаларининг «ўта юкланиши» ва тармоқ қучланишининг нолга тушиб қолиши каби ҳодисалар зарарли ва хавфли ҳолатлардир. Бундай ҳолатлар содир бўлмаслиги ва ўз вақтида бартараф этилишини таъминлайдиган ҳимоя аппаратлари сифатида эрувчан симли сақлагичлар, узгич автоматлар, ток ва иссиқлик релеларини, пухталаш ҳимоя схемаларини кўрсатиш мумкин.

Максимал ток релеси. Электр юритмалар ва электротехник қурилмаларни бошқариш системаларини уларда содир бўлиши мумкин бўлган қисқа туташиш ва ўта юкланиш токидан сақлаш учун амалда электромагнитли максимал ток релеси ва иссиқлик релесидан фойдаланилади. 46- расмда максимал ток релеси тузилишининг схемаси келтирилган. Унда карама-қарши йўналган икки қуч — пружина 4 билан электромагнитнинг тортиш қучи таққосланади.

Пружина қучининг миқдори 8 шкалада олдиндан берилган бўлади. Электромагнит ўрами занжиридаги номинал ток катталиги электромагнит майдон қучини белгилайди. Агар майдон қучи $F_{\text{м}}$ занжирда содир бўлган

киска туташини ёки ўта юкланиш сабабли пружинанинг кучи $F_{пр}$ дан ошиб кетса, кўзгалувчи пўлат ўзак 3 ўз вали атрофида айланиб, ўзига механик боғланган кўзгалувчи контакт 5 ни суриб, чикувчи сигнал контактлари 6 ни улайди. Бу чикувчи сигнал X_4 бошқариш системасидаги элементларни химоя қилиш вазифасини бажаради.

Иссиқлик релеси. Иссиқлик релеси электротехник қурилма ва электр юриткичларни ўта юкланиш сингари зарарли ҳолатлардан сақлаш учун хизмат қилади.

47-расмда иссиқлик релесининг тузилиши схемаси кўрсатилган. Бу реле асосан асинхрон юриткичларни ўта юкланишдан сақлаш учун қўлланади. Бунинг учун юриткичнинг икки фазасига иккита иссиқлик релеси уланади. Релеларга кирувчи сигнал юриткичнинг фаза тоқлари I_ϕ ҳисобланади. Асинхрон юриткичнинг ўта юкланиши натижасида реленинг киздиргичи 1 дан ўтган ток I_ϕ киздиргичда иссиқлик ажралишини ошириб юборади $Q = 0,24 I_\phi^2 R_p$. Иссиқлик таъсирида биметалл пластинка юкори томонга қараб эгилади ва ричаг 3 ни бўшатиб юборади. Натижада контакт жуфтлари 4 узилиб, реледан чикувчи сигнал ҳосил бўлади. Бу сигнални юриткичнинг бошқариш занжирига таъсири натижасида юриткич ишлашдан тўхтайди.

Биметалл пластинка икки турли металлдан ясалган ва бир-бирига параллел ёпиштирилган икки пластинкадан иборат бўлиб, уларнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициентлари ҳар хил, устки металлнинг чўзилиш (кенгайиш) коэффициенти пасткисиникидан бир неча марта кичиклиги сабабли биметалл пластинка иссиқлик таъсирида юкорига қараб эгилади.

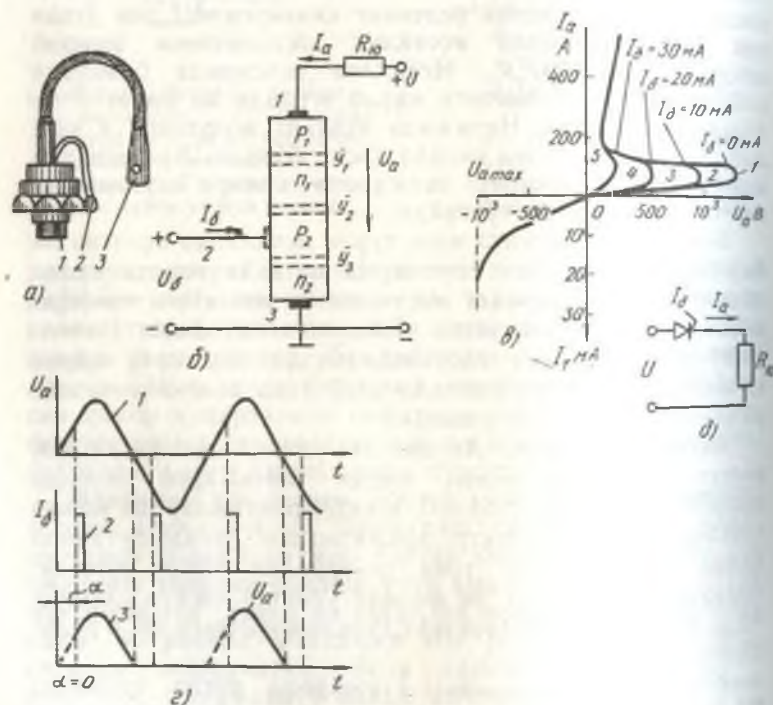
Автоматик узгич. Автоматик узгич — максимал ток релеси ҳамда иссиқлик релеси тавсифлари асосида ишлайдиган аппарат бўлиб, электр юритмалар ва электр истеъмолчиларни электр занжиридаги киска туташини ҳамда ўта юкланиш токи таъсиридан химоя қилади. Автоматик узгичнинг уч фазали уланиш электр схемаси 48-а расмда, бир фазасининг тузилиш схемаси 48-б расмда келтирилган.

Юритма (истеъмолчи) занжирида киска туташини юз берганда электромагнит ўрами 1 дан ўтадиган катта ток темир ўзак 7 ни юкорига зарб билан кўтаради: илмок 3 илмок 4 ни бўшатиб юборади. Шунда пружина 5 узгич контактини тортиб узади. Истеъмолчи юритма тармокдан узилиб ишлашдан тўхтайди.

Истеъмолчи занжирида ўта юкланиш содир бўлганда электр киздиргич 2 да ҳосил бўлган иссиқлик энергияси $Q=0,24I^2R$ биметалл пластинка 6 ни киздиради, пластинканинг учи юқорига кўтарилиб, илмок 3 ни илмок 4 дан ажратиб юборади. Натижада узгичнинг контактлари пружина 5 томонидан тортилиб узилади. Истеъмолчи ёки электр юритма ишлашдан тўхтайди.

5.4-§. Тиристор

Тиристорнинг ташки кўриниши 49-а расмда кўрсатилган. У анод 1, бошқарувчи электрод 2, катод 3 дан иборат. Тиристор кучли электр занжиридаги токни контактсиз бошқариш (узиб-улаш) учун хизмат қила-



49-расм. Тиристор:

а — тиристорнинг ташки кўриниши; б — тузилиши; в — вольтампер графиклари; г — фазангпульсли бошқариш графиклари: 1 — анод кучланиши; 2 — бошқарувчи импульслар; 3 — юк $R_{н}$ даги кучланиш; д — тиристорнинг уланиш схемаси.

диган коммутацион асбоб бўлиб, $p-n$ — $p-n$ типли кремний яримўтказгичлардан тузилган. Унда учта: $\mathcal{U}_1$, $\mathcal{U}_2$ ва $\mathcal{U}_3$ ўтиш катламлари мавжуд (49-б расм).

Тиристорнинг аноди юкланиш қаршилиги $R_{\text{ю}}$ оркали манбанинг мусбат кутбига, катода эса манфий кутбига уланади. Шунда ўтиш катламлари $\mathcal{U}_1$ ва $\mathcal{U}_3$ тиристорнинг анод кучланиши $U_{\text{а}}$ нинг йўналишига мос равишда кутбланиб, $(p-n)$ ўртадаги катлам $\mathcal{U}_2 U_{\text{а}}$ га нисбатан карама-қарши кутбларга $(n-p)$ эга бўлади (49-б расм). Катлам $\mathcal{U}_2$ нинг қаршилиги жуда катта (100 кОм) бўлиши сабабли тиристордан анод токи $I_{\text{а}}$ ўтмайди, тиристор ёпик бўлади.

Тиристorni очиш учун манба кучланишини ёки анод кучланишини орттириб, $\mathcal{U}_2$ катлам қаршилигини енгил қерак. Бундай кучланиш тиристорнинг очилиш кучланиши $U_{\text{оч}}$ ёки критик кучланиш деб аталади, микдор жихатдан очилиш кучланиши 1000 вольтдан ҳам юкори бўлади. Тиристор очилиши билан унинг ички қаршилиги кескин камаяди. Анод кучланиши $U_{\text{а}}$ тиристорнинг вольт-ампер графигидаги нукта 1 дан 5 га сакраб ўтади (49-в расм), анод токи $I_{\text{а}}$ кескин ортади. Бу ток катталиги энди $\mathcal{U}_2$ ўтиш катламининг ички қаршилиги билан эмас,

балки ташки қаршилик $R_{\text{ю}}$ бўйича аниқланади $I_{\text{а}} = \frac{U}{R_{\text{ю}}}$,

чунки ўтиш катлами $\mathcal{U}_2$ даги кучланиш тушуви кичик — 0,5 ... 1 В бўлади. Қаршилик $R_{\text{ю}}$ ни камайтириш (анод токи ёки занжирнинг юкланишини ошириш) йўли билан анод токини 400 А дан ҳам ошириш мумкин (49-д расм). Тиристорнинг ўтказгичга айланишини ($\mathcal{U}_2$ катламдаги электронлар ва тешикларнинг ҳаракат тезлиги ортиб кетишини) катлам $\mathcal{U}_2$ нинг тешилиш ҳодисаси асосида тушунтириш мумкин.

Ташки занжир қаршилиги $R_{\text{ю}}$ ортса, тиристорнинг анод токи камаяди. Вольт-ампер тавсиф графигининг критик нуктаси 1 га ўтади. Бу ҳодиса ўтиш катлами $\mathcal{U}_2$ нинг қаршилиги тикланганини кўрсатади. Энди анод токини ҳам камайтириш учун тиристорга қўйилган манба кучланишини камайтириш қерак. $U_{\text{а}}=0$ бўлганда, $I_{\text{а}}=0$ бўлишини графикдан кўриш мумкин. Бундай ҳолатда ўтиш катлами $\mathcal{U}_2$ нинг $U_{\text{а}}$ га нисбатан қаршилиги яна тикланади. Тикланиш вақти 10—30 мкс дан ошмайди.

Анод кучланиши манфий — $U_{\text{а}}$ йўналишда оширилса, бунга катлам $\mathcal{U}_2$ қаршилик кўрсатмайди, чунки

катлам кутбланиши (p_2-n_1) ташки анод кучланишининг йўналишига мос бўлади. Бундай ҳолатда U_a кучланишига ўтиш катламлари $\mathcal{Y}_1$ ва $\mathcal{Y}_2$ қаршилик кўрсатади, уларнинг кутбланишлари (n_1-p_1) ва (n_2-p_2) анод кучланиши U_a га тескари йўналган бўлади. Анод кучланиши $U_a=1000$ вольтга етганда тиристор тескари томонга очилади, анод токи I_a кескин ортиб кетади. Тиристорда тешилиш содир бўлади ва у ишдан чиқади. Энди анод кучланиши $U_a=0$ бўлганда тиристор ўтиш катламларининг қаршилиги қайта тикланмайди.

Кучли электр занжиридаги токни тиристорнинг анод кучланишини ўзгартириш йўли билан бошқариш катта техник қийинчиликларни келтириб чиқаради. Шу сабабли амалда электр занжиридаги токни бошқариш учун тиристорнинг $\mathcal{Y}_2$ ўтиш катламига алоҳида манба U_6 дан бошқарувчи мусбат кучланиш (ток I_6) берилади. Бошқарувчи ток I_6 одатда p_2-n_1 ўтишга таъсир қилади (48-б расм).

Бошқарувчи ток I_6 билан p_2-n_1 ўтишга берилган зарядлар $\mathcal{Y}_2$ катламдаги атомлар диффузиясini оширади. Натижада катлам $\mathcal{Y}_2$ да қўшимча зарядлар (ионлар) вужудга келади. Бу зарядли ионлар анод кучланиши U_a га мос йўналишда кутблангани сабабли (48-б расм) тиристорнинг очилиш кучланишини камайтиради.

Бошқариш токи I_6 нинг ўзгариши — ошиши ($I_6=0-30$ мА) тиристорнинг очилиш кучланишини вольтампер графигидаги 1,2,3,4 нукталарга мувофиқ камайтиради.

Тиристор факат икки ҳолатда — очик ёки ёпик ҳолатларда бўлиши мумкин. Очик ҳолатда тиристор токни ўтказмайди.

Тиристор ўзгарувчан ток занжирига уланганда ўзидан факат мусбат тўлқинни тўла ўтказади. Бунинг учун бошқарувчи мусбат ток импульсининг такрорийлиги анод кучланиши такрорийлиги билан тенг, анод ярим тўлқини билан бир вақтда тиристорнинг n_1-p_2 ўтишга таъсир қилиши ва уни очиши керак бўлади. Агар бошқарувчи импульсининг такрорийлиги анод кучланишининг такрорийлигига тенг, лекин унинг таъсир қилиш фазаси анод мусбат ярим тўлқинига нисбатан а бурчакка кечикадиган бўлса, тиристор ўзидан анод ярим тўлқинини тўла ўтказмайди, балки бир қисмини, тиристор очилгандан кейинги қисмини ўтказди (48-г

расм, 3- график). Шунда занжирдаги кучланиш оидинги $\alpha=0$ бўлгандаги тўла тўлқин микдорига нисбатан кам бўлади. Тиристорни бундай бошқариш усули фаза — импульси бошқариш усулини кўрсатувчи графиклар орқали кўрсатилган. Ундаги бурчак α ростлаш бурчаги деб аталади. Бу бурчак қанчалик катта бўлса, тиристор шунчалик кичик вақт оралиғида очик бўлади. Шунга мувофиқ электр занжиридаги ток ҳам кичик бўлади.

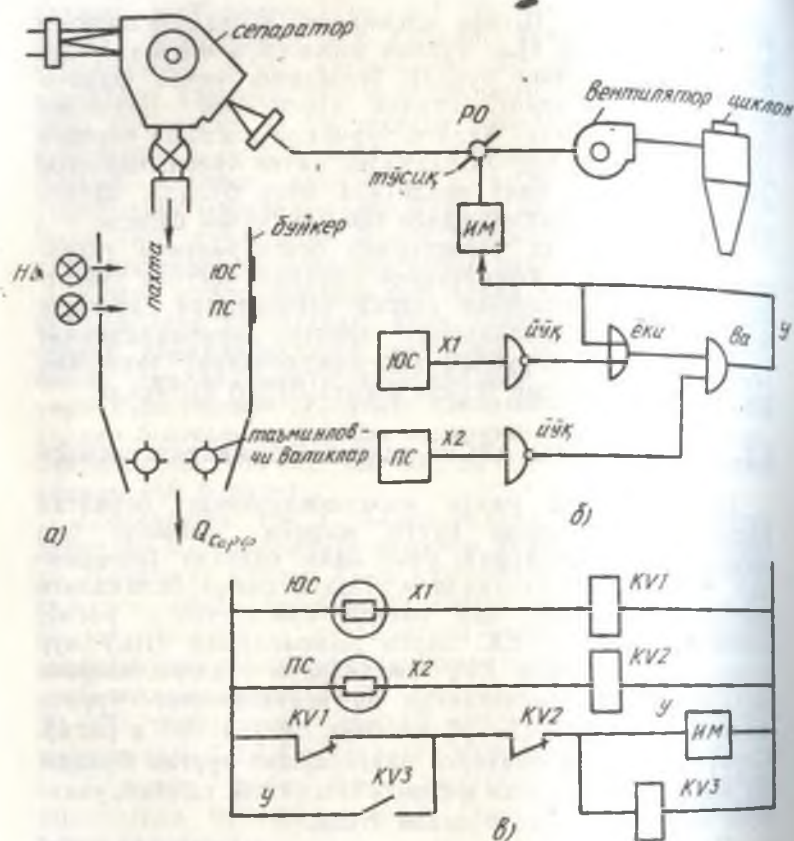
Хозирги вақтда тиристорлар бошқарилувчи тўғри-лагич, контактсиз коммутацион аппарат, частота ўзгарт-кич ва инверторларнинг асосий элементлари сифатида технологик машиналарнинг электр юритмаларининг (ўзгармас ва ўзгарувчан ток юриткичлари) тезлигини ростлаш учун асосий техник восита бўлиб қолмоқда.

5.5- §. Икки ҳолатли АРСни мантикий бошқариш схемаси

Бункерлардаги пахта маҳсулотларининг берилган ўртача баландлигини бутун жараён давомида бир микдорда саклаб туриш учун икки ҳолатли (позиция-ли) АРС кенг қўлланилади. Пахта сатҳи баландлиги пастки сезгич ПС дан пастда бўлса (50- а расм), сезгичлар ПС ва ЮС ларга лампалардан (НЛ) нур тушади. КV1 ҳамда КV2 контактлари узилган, ижрочи механизм ИМ токсизланган ва вентилаторни сўрувчи ҳаво қувиридаги РО — тўсиқ очик бўлади (50- в расм). Сепараторлардан бункерга пахта тушиб турган бўлади. Бу жараён пахта сатҳи юқориги сезгич ЮС га етиб, унинг кўзи бекилгунга қадар давом этади.

Пахта сатҳи баландлиги юқориги фотосезгич ЮС нинг кўзини бекитганда, унга нур тушмаганда фотореле-лар КV1 ҳамда КV2 нинг контактлари уланади, ижрочи механизм ИМ ишга тушади ва вентилаторнинг ҳаво сўрувчи қувиридаги тўсиқ — РО ни ёпади. Сепара-тордан бункерга пахта тушиши тўхтайд.

Бункердан таъминловчи валиклар орқали оким тизмасига тинимсиз узатилиб туриладиган пахта сарфи $Q_{\text{сиф}}$ туфайли энди бункердаги пахта сатҳи баландлиги пасая бошлади. Олдин юқориги сезгич ЮС нинг кўзи очилади, реле КV1 дан ток ўтади ва унинг контакти КV1 узилади, лекин КV2 ҳамда КV3 контактлари ёпик бўлгани учун ижрочи механизм (электромагнит) дан ток ўтиб тураверади, шу туфайли РО даги тўсиқ ёпик бўлади. Бункердаги пахта сатҳи баландлиги пастки



50- расм. Бункердаги пахта сатҳи баландлиги АРСининг мантикий ва реле контактли схемалари: а — бошқариш объекти; б — мантикий бошқариш схемаси; в — системанинг реле контактли бошқариш схемаси. ПС — пастки сезгич, ЮС — юқори сезгич.

сезгичдан ўтиб, унинг кўзи очилганда реле KV2 дан ток ўтади, унинг контакти KV2 узилади. Ижрочи механизм ИМ дан ток ўтмайди. Шунда тўсик РО пружина кучи таъсирида очилади. Сепаратордан бункерга пахта тушади. Шундай қилиб, берилган икки сатҳ баландлиги ПС ҳамда ЮС орасида бункердаги пахтани ўртача сатҳ баландлиги сакланиб-ростланиб туради.

Бундай системанинг мантикий бошқариш схемасини тузиш ва мантикий бошқариш функциясини топиш учун:

1. Бошқариш системасига кирувчи сигналлар X_1 , X_2 иккита сезгич (датчик) ЮС ҳамда ПС дан олиншини ҳисобга олганда, системадан чиқувчи сигналлар сони $n_s = 2^n = 2^2 = 4$ бўлади, бу ерда $n_s = 2$ системага кирувчи сигналлар сони.

2. Бошқариладиган жараённинг шарт-шароитига мувофиқ мантикий бошқариш системасининг ҳолатлар жадвали тузилади (6-жадвал).

6-жадвал

ЮС X_1	ПС X_2	ИМ Y	Ҳолатлар
0	0	1	1. Пахта сатҳи ЮСга етганда, иккала ПС ҳамда ЮС сезгичларини кўзини пахта беркитади. ИМга сигнал бўлади ва тўсиқ РО ёпилади. Бункерга пахта тушмайди.
1	0	1	2. Бункердан тинимсиз пахта сарфи $Q_{сарф}$ борлиги туфайли сезгич ЮСнинг кўзи очилади, лекин реле контактлари $KV3$ ҳамда $KV2$ ёпиқ бўлгани сабабли ИМга сигнал бўлиб туради, тўсиқ ёпиқ бўлади.
1	1	0	3. Сезгичлар — ЮС ҳамда ПСларни кўзи очилганда, ИМга сигнал бўлмайди. Вентиляторни сўрувчи қувиридаги тўсиқ пружина таъсирида очилади. Сепаратордан бункерга пахта тушади.
1	0	0	4. ЮС — очиқ, ПС — ёпиқ бўлади. Пахта сатҳи баландлиги ЮСга етунча ИМга сигнал бўлмайди. Тўсиқ ёпилмайди. Бункерга сепаратордан пахта тушиши давом этади. Бу ҳолатда $X_1=1$ ҳамда контакт $KV3$ узук бўлгани учун $y=0$ бўлади.

3. Бошқариш системасининг ҳолатлар жадвалининг шарт-шароитларига энг кўп мос келадиган мантикий функцияни қуйидагича ёзиш мумкин: $y = (X_1 + y) X_2$.

Мантикий функциянинг структурасига мувофиқ бошқариш схемаси иккита «йўқ», битта «ёки» ҳамда битта «ва» стандарт элементларидан иборат тузилган (50-б, в расм).

VI боб. АВТОМАТЛАШТИРИШ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

6.1-§. Умумий маълумот

Ишлаб чиқариш жараёнида пахта ва пахта маҳсулотларига ишлов бериш жараёни ўтадиган технологик оким тизмаси ва ундаги машина, аппарат, агрегат ва

автоматик системаларнинг эпг асосий элементи — объект ҳисобланади.

Ишлаб чиқариш жараёнлари каби объектлар ҳам оддий ва мураккаб бўлади. Оддий объектларнинг ўзгарувчи параметри битта бўлиб, ана шу параметрнинг на автоматик бошқариш ва ростлаш системаларининг ишлаш асослари ўрганилади. Масалан, қуритиш шкафида пахта маҳсулотларини қуритиш жараёни давомида фақат иссиқ ҳаво ҳароратини ростлаб туриш талаб қилинади.

Мураккаб объектларнинг ростланадиган параметрлари икки ва ундан кўплиги, энергиянинг тақсимланиши объектнинг ҳажми бўйича ҳар хил бўлиши ва ростланадиган параметр объектнинг геометрик ўлчамларига боғлиқ бўлиши каби хусусиятлари билан тавсифланади.

Биз олдин оддий объектларнинг асосий хусусиятлари, статик ва динамик тавсифлари билан танишамиз.

6.2- §. Объектнинг энергия ёки модда ғамлаш (аккумуляторлик) хусусияти

Объектнинг меъёри иш ҳолатига ўтишдан олдин маълум миқдордаги энергия ёки модда сифимини қабул қилиб олиши, унда ғамлаб олиш (аккумуляторлик) хусусияти борлигини кўрсатади. Шу сабабли ҳар қандай объект ишлаб чиқариш жараёни бошланишидан олдин ўзининг меъёрида ишлаш ҳолатига келтирилиши ва бунинг учун у маълум энергия ёки модда ресурслари билан тўла таъминланиши керак. Масалан, қуритиш жараёни бошланишидан олдин қуритиш барабанини электр юритмасининг тезлиги номинал, бункердаги пахта белгиланган баландликда бўлиши, қуритиш барабанига қирадиган ҳаво ҳарорати номинал даражада бўлиши ва бошқалар талаб қилинади. Шундан кейингина меҳнат буюмига (хом ашёсига) ишлов бериш жараёни бошланади. Электромагнит системаларида бундай энергия ғамламаси ундаги электр ва магнит майдонларида йиғилади. Механик системаларда эса бундай ғамлама инерция моментларини ҳосил қилади ва айланувчи ёки ҳаракатланувчи массаларда, масалан жин машинасининг аррали цилинтрида йиғилади. Объектнинг бундай энергия ёки модда ғамлаш хусусияти ундаги ростланувчи параметрларнинг ўзгариш тезлигига таъсир қилади. Ғамлама миқдори канча катта бўлса, ростланувчи

параметрнинг ўзгариш тезлиги шунча кичик бўлади. Бу хусусият автоматик ростлаш жараёнини ва регуляторнинг ишлашини енгиллаштиради. Бунини пахта бункери мисолида кўриш мумкин.

Бункердаги пахта баланси тенгламаси

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2, \quad (19)$$

бу ерда: ΔQ — бункердаги пахта захирасининг ўзгариши; Q_1 — вақт бирлиги ичида бункерга тушадиган пахта миқдори; Q_2 — вақт бирлиги ичида бункердан оқим тизмасига узатиладиган пахта миқдори. Агар $\Delta Q > 0$ бўлса, бункердаги пахта захираси ва унинг сатхи баландлиги орта бошлайди. $\Delta Q < 0$ бўлса, пахта захираси ва баландлиги камая бошлайди. $\Delta Q = 0$ бўлса, бункерга тушадиган пахта миқдори ундан чиқиб кетадиган пахта миқдорига тенг бўлади, пахта захира-си ва берилган ўртача сатх баландлиги H_0 ўзгармайди.

Бу мисол асосида объектнинг (бункернинг) ўзаро функционал боғланган иккита параметри борлигини кўрамиз. Улардан бири миқдор ΔQ , иккинчиси объектнинг сифат кўрсаткичи — пахта сатх баландлиги ΔH бўлади.

Объект сифими канча катта бўлса, унинг нисбий сарфи ΔQ шунча кичик ва шунга мувофиқ ростланувчи параметр ΔH нинг ўзгариш тезлиги ҳам кичик бўлади. Бундан объектнинг аккумуляторлик хусусияти автоматик ростлаш жараёнини бирмунча енгиллаштиради, деган хулоса келиб чиқади.

Сигим коэффиценти. Объектнинг (бункернинг) аккумуляторлик хусусиятининг ростлаш жараёнига таъсири сигим коэффиценти орқали ҳам кўриш мумкин. Сигим коэффиценти объектдаги пахта (ёки энергия) миқдорининг ўзгариши ΔQ билан объектнинг технологик (ростланувчи) параметрининг ўзгариш тезлиги $\left(\frac{dH}{dt}\right)$

ёки $\left(\frac{dx}{dt}\right)$ орасида мавжуд бўладиган боғланишдан келиб чиқади. Кичик вақт оралиғида бундай боғланиш $\frac{dH}{dt} = i(\Delta Q)$ графиги тўғри чизиқли бўлади ва қуйидагича ифодаланади:

$$C \frac{dH}{dt} = \Delta Q \quad \text{ёки} \quad \frac{dH}{dt} = \frac{\Delta Q}{C}, \quad (20)$$

бунда $C = \text{const}$ — объектнинг сғим коэффициенти. Объектдаги пахта сатҳи баландлигининг ўзгариш тезлиги $\frac{dH}{dt}$ пахта микдорининг ўзгариши ΔQ га тўғри ва сғим коэффициенти C га тескари муносиб эканлигини кўриш мумкин. Шунга мувофик сғим коэффициенти C кичик бўлса, $\frac{dH}{dt}$ катта ва, аксинча, C катта бўлса, ростланувчи параметрнинг ўзгариш тезлиги кичик бўлади.

Тажрибадан маълумки, сғим коэффициенти катта бўлган объектларда (пахта бункерларида) ростлаш жараёнини автоматлаштириш учун энг оддий икки ҳолатли регуляторлар қўлланилади.

6.3-§. Объектнинг ўзича тенглашиш хусусияти

Объектнинг ўзича тенглашиш хусусияти туфайли, энергия ёки модда оқимининг тенглиги биронта ташқи таъсир остида бузилган ҳолларда, ҳеч қандай регуляторсиз янги мувозанат ҳолатига ўта олади. Бундай ўзича тенглашиш объект параметрининг (бункердаги пахта сатҳи баландлигининг) биронта янги қийматга эга бўлиши билан боғлиқ. Объектнинг бу хусусияти ўзича тенглашиш кўрсаткичи деб аталадиган қиймат ρ билан ифодаланади:

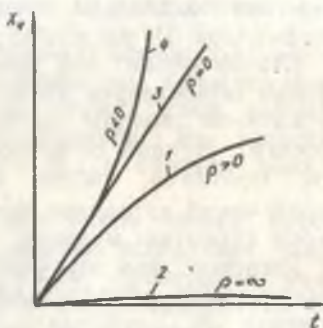
$$\rho = \frac{d\Delta q}{dy}, \quad (21)$$

бунда: $\Delta q = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_0}$ — ташқи тасодифий таъсир ёки объект юкланиши ўзгаришининг нисбий қиймати; Q_0 — объект юкланишининг (сарфнинг) берилган микдори; dy — ростланувчи параметр H нинг нисбий қийматининг ўзгариши; $y = \frac{H_1 - H_2}{H_0}$ — ростланувчи параметрнинг нисбий қиймати; H_0 — ростланувчи параметрнинг берилган қиймати.

Тенглама (21) дан кўриш мумкинки, агар $\rho = 0$ бўлса, ростланувчи параметрнинг нисбий қиймати чексиз катталикка интилади, ўзича тенглашиш мавжуд бўлмайди. $\rho < 0$ бўлса, у чексиз кичикликка интилади ва бунда ҳам тенглашиш мавжуд бўлмайди. Фақат $\rho > 0$ бўлгандагина ростланувчи параметр биронта янги мусбат

51-расм. Объектни ўтиш тарзи графиклари:

1 — ўзича тенглашишли статик объектнинг ўтиш графиги; 2 — ўзича тенглашишли идеал объектнинг ўтиш графиги; 3 — ўзича тенглашмайдиган астатик объектнинг ўтиш графиги; 4 — турғулиги йўқ (ўзича тенглаши йўқ) объектнинг ўтиш тарзи графиги.



кийматга интилади (51-расм). Шунда ўзича тенглашиш вужудга келади. Бундан хулоса шуки, ростланувчи параметр нисбий кийматининг ўзгариши dy канча кичик бўлса, p шунча катта бўлади. Бундай шароитда ростлаш жараёнини амалга ошириш ва регулятор танлаш ишлари ҳам осонлашади. Агар $p = \infty$ бўлса, объект идеал ўзича тенглашиш хусусиятига эга бўлади. Хар кандай ташки таъсир ростланувчи параметрни ўзгартира олмайди, унинг нисбий киймати нолга тенг ($y \approx 0$) бўлади. Шунда объектга бўладиган ташки таъсир (юкланишнинг ўзгариши) унча сезиларли бўлмайди. Объект регуляторсиз ҳам ўзича тенглашиш хусусиятига эга бўла олади. Масалан, катта идишдан олинган ёки унга куйилган бир стакан сув ундаги сув сатхи баландлигини сезиларли ўзгартирмайди.

Объектнинг сигнал узатиш коэффициенти k ўзича тенглашиш кўрсаткичи p нинг тескари кийматида тенг бўлади:

$$k = \frac{1}{p} = \frac{dy}{d\Delta q} = \frac{X_q}{X_k},$$

бунда: y — чикувчи сигнал; Δq — объектга кирувчи сигнал (ташки таъсир).

Объектнинг сигнал узатиш (кучайтириш) коэффициенти статик тавсиф графикларидан аникланади. Кучайтириш коэффициенти ташки таъсир натижасида объектнинг бир мувозанат ҳолатдан иккинчи — янги мувозанат ҳолатга ўтишида чикувчи сигнал X_q кирувчи сигнал X_k га нисбатан неча марта ўзгарганини кўрсатади. Объектларнинг ўзича тенглашиш кўрсаткичига мувофик статик, астатик (нейтрал), ўзича тенглашмайдиган ва идеал турларга ажратиш мумкин. Бундай объектларнинг

бир иш ҳолатидан бошқа бир иш ҳолатига ўтиш графиклари 51-расмда кўрсатилган.

Статик объект деб ўзича тенглашиш хусусиятига эга бўлган объектларга айтилади. Уларда ўзича тенглашиш кўрсаткичи полдан катта бўлади (51-расм, 1,2-графиклар). Бундай объектларга мисол сифатида ўзгармас ток юриткичи, пахта қуришти барабани, суюқлик кириб-чикиб кетадиган қувурли резервуарлар ва бошқаларни кўрсатиш мумкин.

Ўзгармас ток юриткичининг юкланиш momenti $M_{\text{ю}}$ оширилганда айлантирувчи момент M билан юкланиш momenti $M_{\text{ю}}$ орасидаги тенгсизлик $M \neq M_{\text{ю}}$ юриткич валининг тезлиги бир қиймат n_1 дан иккинчи қиймат n_2 га ўтиши билан йўқолади ва янги тезликда янги мувозанат ҳолат $M \approx M_{\text{ю}}$ юзага келади.

Қуришти печларида ҳам шундай бўлади. Печга қирувчи энергия ўзгарса, унинг ҳарорати ўзгаради ва мувозанат ҳолат янги ҳароратда ҳосил бўлади.

Астатик объектларда қирувчи микдор Q_1 билан чиқувчи микдор Q_2 нинг боғлиқлиги бир хил бўлмайди, натижада объектнинг энергия ёки модда сифимининг тинимсиз ошиши ёки камайиши вужудга келади ва ўзича тенглашиш юз бермайди, чунки бундай объектларда ўзича тенглашиш кўрсаткичи полга тенг: $\rho=0$ бўлади (51-расм, 3-график). Бунга мисол қилиб, бункердан чиқадиган пахта микдори ўзгармас ($Q_2=\text{const}$) бўлган жараёнини кўрсатиш мумкин. Бункерга тушувчи пахта микдори ΔQ га ўзгарса, ундаги пахта сатҳи баландлиги тинимсиз ошаверади ёки камаяверади, лекин ўзича тенглашиш юз бермайди. Ўзича тенглашиш шаронти вужудга келиши учун объектга қирувчи пахта микдори Q_1 таъминловчи валиклар орқали олинаётган пахта микдори Q_2 га тенглашиб туриши керак. Астатик объектда ростланувчи параметрларнинг ихтиёрий қийматида қирувчи микдorni ўзгартириш ростлаш йўли билан мувозанат ҳолатини ($Q_1=Q_2$) вужудга келтириш мумкин.

Беқарор объектнинг ўзича тенглашиш даражаси манфий ($\rho<0$) бўлади. Бундай объектларда ростланувчи параметрнинг огиши тенгсизлиқни камайтирмайди, аксинча, оширади (51-расм, 4-график).

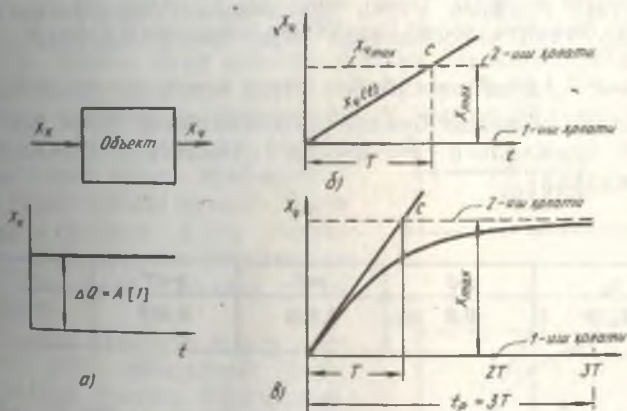
Астатик объект ва беқарор объектларда ростланувчи параметрларни ростлаш факат регулятор ёрдамида амалга оширилиши мумкин.

6.4-§. Объектнинг ўтиш вакти ва вақт доимийси

Объектнинг динамик иш ҳолатларидаги хусусиятлари уни бир иш ҳолатидан иккинчи иш ҳолатига ўтиш вакти T ва умуман ўтиш вақтидаги кечикишлари билан тавсифланади. Бу хусусиятлар объектнинг ўтиш графиги $X_u(t)$ асосида аниқланади.

Ўтиш графиги деб объектга бирон ташки таъсир (52-а расм) натижасида ундаги технологик параметрнинг (тезлик, ҳарорат, босим, бункердаги пахта сатҳи баландлиги) вақт бўйича ўзгаришини, яъни бир барқарор иш ҳолатидан иккинчи барқарор иш ҳолатига ўтишини кўрсатадиган график $X_u(t)$ га айтилади (52-б, в расм). Бу графиклар объектга маълум микдордаги ташки таъсир (52-а расм) энергия ёки модда оқими (кирувчи сигнал) мавжуд бўлган шароитда ҳисоб қилинади ёки тажриба йўли билан ёзиб олинади.

Вақт доимийси T деб объектнинг ростланиш параметри $X_u(t)$ ўзгармас тезлик билан ўзининг максимум қийматига эга бўлгунча кетадиган вақтга айтилади.



52-расм. Астатик ҳамда статик объектларнинг ўтиш тарзи графиклари:
 а — объектга кирувчи сигнал графиги, б — бир сифимли астатик объектнинг ўтиш тарзи графиги; в — бир сифимли статик объектнинг ўтиш тарзи графиги.

Вакт доимийсини объектнинг ўтиш графиги $X_c(t)$ асосида аниқлаш усули 52-б, в расмда кўрсатилган.

Ўзича тенглашиши бўлмаган астатик объектларни вақт доимийси T , тўғри чизик бўйича ўзгарувчи параметр $X_c(t)$ ни максимал қиймати $X_{c\max}$ дан ўтказилган чизик билан кесишган нуктаси C нинг вақт ўқидаги проекциясига тенг бўлади (52-б расм).

Ўзича тенглашиши бор бўлган статик объектларда бундай эмас, чунки уларнинг ўтиш графиги экспоненциал эгри чизикдан иборат бўлгани учун ростланувчи параметрнинг тезлиги эгри чизик бўйича ўзгаради. Шу сабабли ўзича тенглашишли объектларнинг вақт доимийсини топиш учун ўтиш графигининг бошланиш қисмига уринма ўтказилади ва бу уринмани $X_c(t)$ нинг максимал қиймати $X_{c\max}$ дан ўтказилган горизонтал чизик билан кесишиш нуктаси C топилади. Бу нуктанинг вақт ўқида проекцияси бўйича статик объектнинг вақт доимийси T аниқланади (52-в расм).

Объектнинг ўтиш вақти. Объектга кировчи сигнал $\Delta Q = A[1]$ таъсири остида чиқувчи сигнал $X_c(t)$ нинг бир барқарор ҳолатдаги қийматдан янги барқарор ҳолатдаги қийматга эга бўлгунча ўтадиган вақт объектнинг ўтиш вақти t_p дейилади.

Ўтиш графиги ўзича тенглашиши бор бўлган объектлар учун экспоненциал эгри чизик $X_c(t) = X_{\max}(1 - e^{-t/T})$ бўлгани сабабли ўтиш вақти чексиз қийматга интилади. Амалда бундай объектларнинг ўтиш вақти t_p вақт доимийлиги T орқали қуйидагича аниқланади (7-жадвал).

7- жадвал

t_p	$t=0$	$t=T$	$t=4T$	$t=5T$
$X_c(t)$	0,0	0,632	0,982	0,993

Жадвалдан кўриш мумкинки, ўтиш вақти $5T$ қилиб олинганда ростланувчи параметрдаги хато 0,7 фоизни ташкил қилади. Объектнинг ўтиш вақтини тажриба йўли билан ҳам топиш мумкин. Бунинг учун у энергия тармоғига улангандан бошлаб унинг технологик параметри $X_c(t)$ нинг вақт бўйича ўзгаришини ўлчов асбоби ёрдамида ёзиб олинади ва шу миқдорларга асосан

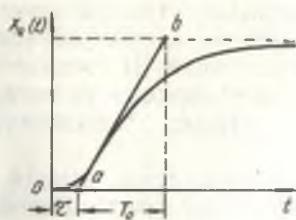
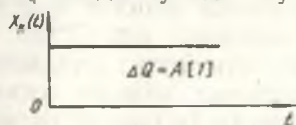
курилган график $X_q(t)$ дан объектнинг ўтиш вакти t_p аникланади. Ундаги технологик параметр X_q нинг олдинги барқарор ҳолатдан кейинги барқарор ҳолатга ўтгунча кетган вақт объектнинг ўтиш вакти t_p бўлади. Объектнинг меъёрадаги иш ҳолати ўтиш вакти t_p дан кейин бошланади (52-в расм).

6.5- §. Ўтиш жараёнидаги кечикишлар

Объектнинг бир иш ҳолатидан иккинчи иш ҳолатига ўтиш жараёнида чиқиш сигнали $X_q(t)$ кириш сигнали $X_k(t)$ га нисбатан вақт бўйича кечикади. Кечикиш вакти бир сигимли объектларда кам, кўп сигимли объектларда анча кўп бўлади. Бу кечикиш одатда объектнинг ўтиш графиги $X_q(t)$ орқали аникланади. Бир сигимли статик объектнинг ўтиш графигидан (52-в расм) кириш сигнали $X_k(t)$ билан объектдан чикувчи сигнал $X_q(t)$ ўзгаришлари орасидаги боғланишда кечикиш йўқлигини кўриш мумкин. Амалда, кўпинча бундай бўлмайди, ростланувчи параметр $X_q(t)$ нинг вақт бўйича ўзгариши $X_k(t)$ нинг ўзгаришига нисбатан бироз кечикиб пайдо бўлади. Мисол учун идишга тушган суюқлик энг аввал унинг таги юзасига кичик вақт оралиғида ёйилади, шундан сўнг сатхи баландлиги X_q пайдо бўлади. Буни икки ёки кўп сигимли статик объектнинг ўтиш графигидан (53- расм) кўриш мумкин. Унда чиқиш сигнали $X_q(t)$ кириш сигнали $X_k(t)$ нинг ўзгаришига нисбатан вақт оралиғи τ га кечикади.

Сигнал кечикиш вакти τ ни топиш учун объектнинг ўтиш графигига уринма ўтказилади, шунда вақт ўқидаги «оа» оралиғи кечикиш вақтини кўрсатади.

Объект хусусиятларини ўрганиш ва улардан мақсадга мувофиқ фойдаланиш ишлаб чиқариш жараёнларини авто-



53- расм. Статик (ўзича тенглашишли) объектларда сигнал кечикиши вакти τ ни аниқлаш.

ёнларини автоматлаштиришда энг асосий масала ҳисобланади. АРС тузиш, унга мувофик регулятор турини танлаш, созиш, таъмирлаш ишларини осонлаштиради. АРСнинг энг қулай шароитларда ишлашини таъминлайди.

Объект ҳусусиятларини билмай туриб, унга муносиб бўлган бошқариш, ростлаш, химоя, кузатиш ва бошқа автоматлаштириш воситаларини танлаш ва фойдаланиш яхши натижа бермайди.

Куйида автоматлаштиришнинг энг муҳим омили бўлмиш АРСнинг назарий ҳамда техник элементлари тўғрисида маълумот берилади.

АВТОМАТИК РОСТЛАНИШНИНГ ҚИСҚАЧА НАЗАРИЙ ВА ТЕХНИК ЭЛЕМЕНТЛАРИ

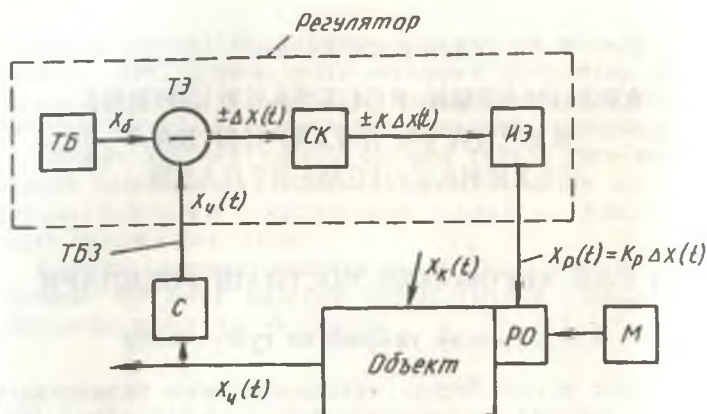
VII 66. АВТОМАТИК РОСТЛАШ УСУЛЛАРИ

7.1-§. Асосий таъриф ва тушунчалар

Пахтага ишлов бериш, технологик оким тизмасидаги машина-агрегатларда ўтадиган технологик жараённинг сифат кўрсаткичлари (параметрлари) билан тавсифланади. Бундай кўрсаткичлар (харорат, бошқарув, тезлик, қувват, пахта ёки чигит валиклари, шунинг элиги, аррали цилиндр юритмасининг юкланиш токи ва бошқалар)нинг миқдори (катталиги) технологик жараён давомида ўзгармас бўлиб қолиши ёки маълум олдидан берилган шарт-шароитга (конунга) мувофиқ ўзгарадиган бўлиши талаб қилинади. Масалан, чигити уруғлик учун олинадиган пахтанинг 55°C гача киздирилиши мумкинлиги тажрибада аниқланган. Уруғлик чигитнинг ҳарорати 55°C дан ошса, унинг униб чиқиш сусусияти пасаяди. Шунингдек, техник чигит ҳарорати 70°C дан ошса, ундан мой чиқиши камаёди. Толалик қуритиш ҳарорати эса 105°C дан ошмаслиги керак, акс ҳолда унинг пишиқлиги, узунлиги ва эгилувчанлиги камаёди. Технологик жараён давомида ростлаш турилиши керак бўладиган бундай кўрсаткичлар ростланувчи параметрлар деб аталади.

Ростлаш — ростланувчи параметрларнинг олдидан белгиланган кўйилган ростлаш шарт-шароитига мувофиқ сакланишини амалга ошириш демакдир. Шундай шарт-шароитлар технологик жараён давомида мавжуд бўлгандагина тишлаб чиқариш маҳсулотининг сифати ва маҳсулдорлиги юқори бўлади.

Ишлаб чиқариш жараёнида бундай шарт-шароитни яратувчи техник қурилма автоматик ростлаш системаси APC деб аталади. APC асосан икки қурилмадан: бошқарувчи (регулятор) ва бошқарилувчи (объект) дан иборат (54-расм). Хом ашёга (пахтага) ишлов бериш меҳнат қуроллари томонидан бошқарилувчи



54- расм. «Оғиш» бўйича АРСнинг функционал схемаси:
 РО — объектни ростлаш органи; ИЭ — ижрочи элемент; СК — сигнал кучайтирувчи элемент; ТЭ — таккослаш элементи; ТБ — топирик берувчи элемент; ТБЗ — тесқари боғланиш занжири; С — сезгич-сигнал ўзгарткич, М — энергия ёки модда (материал) манбаи.

технологик объектда амалга оширилади. Технологик жараён максадга мувофиқ ўтиши учун зарур бўлган шарт-шароитларни яратиш, технологик параметрни ростлаб туриш каби вазифаларни регулятор (одам иштирокисиз) бажаради. Объект билан регулятор ахборотли боғланишга эга бўлган ягона системани ташкил этади.

Регулятор технологик жараён давомида технологик параметрнинг ўзгариши тўғрисида сезгич (сигнал узаткич) С орқали объектдан ахборот олади, унга таккослаш элементи ТЭ да $\pm \Delta X(t) = X_6 - X_y(t)$ га мувофиқ ишлов беради; ростланувчи параметр $X_y(t)$ нинг берилган қиймати X_6 га нисбатан оғиши $\pm \Delta X(t)$ ни аниқлайди; объектга ана шу оғишни йўқ қилувчи ростловчи таъсир $X_p = K_p \Delta X(t)$ кўрсатиб, технологик параметр $X_y(t)$ ни берилган X_6 катталиқда ростлаб туриш вазифасини бажаради. Ростланувчи параметрнинг «оғиш»и $\pm \Delta X(t)$ ниҳоятда кучсиз микдор бўлгани учун у кўпинча сигнал кучайтирувчи элемент СК ёрдамида бир неча юз марта кучайтирилади ва ижрочи элемент ИЭ орқали ростловчи орган РО ни ҳаракатга келтиради.

Ростланувчи параметрнинг «оғиши» $\pm \Delta X(t)$ объектга бўладиган ташқи ва ички тасодифий таъсирлар оқибатида вужудга келади ва АРСнинг мувозанат ҳолати бузилишига сабаб бўлади. Масалан, қуриштиш барабани-

га тушадиган пахтанинг микдори ва намлигининг тасодифан ўзгариб туриши технологик жараёнга салбий таъсир кўрсатади, барабан ҳароратини ўзгартиради. Бундай тасодифан таъсирларни системага кирувчи сигналлар $X_k(t)$ ташки таъсирлар деб аталади.

Регулятордан чикувчи сигнал $\pm X_p(t) = \mp k_p \Delta X(t)$ ростланувчи параметрнинг оғиши $\Delta X(t)$ га карама-карши йўналишга эга бўлиб, ростланувчи параметрнинг оғишини йўқ қилиш йўналишида объектга ростлаш органи РО орқали таъсир кўрсатади, АРСнинг мувозанат ҳолатини $X_0 - X_k(t) \approx 0$ қайта тиклайди. Оғиш манфий — $\Delta X(t)$ кийматга эга бўлганда ростловчи орган РО манба М дан объектга (қуритиш барабанига) келадиган модда ёки энергия (иссиқ ҳаво) микдорини $\Delta X(t)$ га мувофик камайтиради. Оғиш мусбат $+\Delta X(t)$ бўлганда эса РО тўсикни очиб, объектга келадиган модда ёки энергия (иссиқ ҳаво) микдорини кўпайтиради.

АРСнинг мувозанат ҳолатини бузадиган ички таъсирлар сифатида АРС элементларининг параметрлари вақт ўтиши билан (эскириши) ўзгариб қолишини ва асосий ташки таъсирлар оқибатида объект юкланишининг ўзгариб туришини кўрсатиш мумкин. Пахтага ишлов бериш жараёнида бундай асосий таъсирларга мисол қилиб оқим тизмасига узатиладиган пахта микдорини (массасининг) ва намлигининг бир хил эмаслигини кўрсатиш мумкин. Бундай ҳолат оқим тизмасидаги ҳар бир технологик машинанинг нотекис юкланишига ва «оғиш» $\pm \Delta X(t)$ пайдо бўлишига сабаб бўлади.

Иккинчи даражали ташки таъсирлар сифатида ростлаш жараёнига кам таъсир қилувчи ҳаво ҳароратининг ўзгариши, энергия ёки пахта маҳсулотлари кўрсаткичларининг ўзгариши, энергия ёки модда манбаи кўрсаткичларининг кичик микдордаги ўзгаришларини кўрсатиш мумкин. Бундай таъсирлар ҳалакит берувчи таъсирлар деб аталади, одатда улар берилган қўйимдан ΔX_k кичик кийматга эга бўлса, АРС уларнинг таъсирини сезмайди ва йўқота олмайди. Ростлаш жараёни АРСнинг бир барқарор ҳолатдан иккинчисига ўтгунича давом этади. Барқарор ҳолатларда $X_p(t) \approx 0$ бўлади, объектни ростловчи органи РО ҳаракатсиз туради.

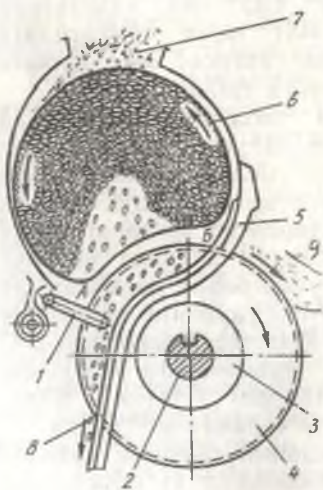
Автоматик ростлаш системаларини тузишда қуйидаги ростлаш усулларида фойдаланилади: 1) объектнинг ростланувчи параметрини унинг «юкланиши» бўйича ростлаш; 2) объектнинг ростланувчи параметрини унинг

берилган микдори X_6 га нисбатан «огиши» $\pm \Delta X(t)$ бўйича ростлаш; 3) шу икки усулни бирга қўшиб ростлаш.

7.2- §. Автоматик ростлаш системалари

Технологик машиналар жин, линтер ва тозалагичларни ишчи органлари — аррали цилиндр, ишчи валик, барабанли тозалагичларни бир маромда ишлаши учун уларни пахта ва пахта махсулотлари билан берилган меъёрга бир текис таъминланиши талаб қилинади. Шундагина уларни ишчи камераларидаги пахта ёки чигит валигининг зичлиги бир меъёрга сакланади. Ишчи камерага пахта меъёридан ортиқ тушса, пахта валигининг зичлиги меъёрдан ошиб кетади, кам тушса камаяди. Пахта валиги зичлигининг ошиши ва пахта намлигининг юқори бўлиши колосникларда пахта тикилиши, машинанинг тўхташига ва махсулдорлик камайишига сабаб бўлади. Пахта валиги зичлигининг белгиланган меъёрдан камайиши ҳам махсулдорликка салбий таъсир кўрсатади, технологик машиналар тўла қувват билан ишламайди.

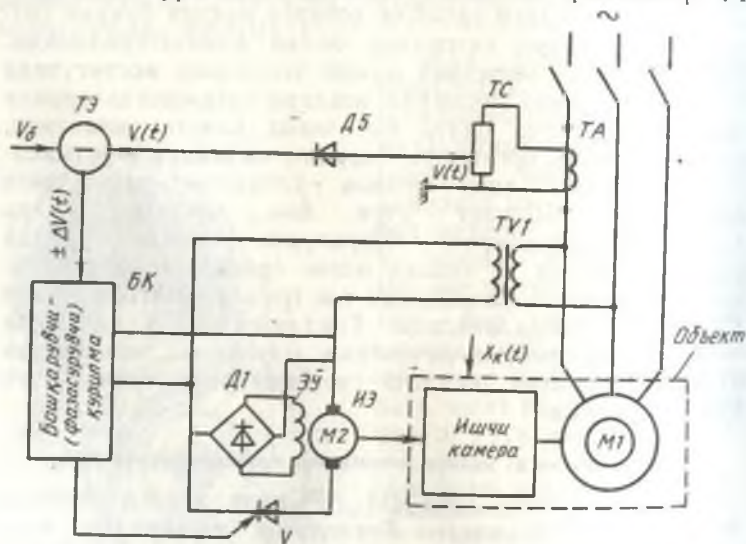
Жин, линтер ва бошқа технологик машиналарда технологик жараёни автоматлаштиришнинг энг масъулиятли масаласи — ишчи камерага (55- расм) пахтани бир меъёрга тушириш, пахта валиги зичлигининг бутун иш вақти давомида бир хил — бир текис бўлишини таъминлашдан иборат. Бунинг учун олдинлари линтердаги чигит валиги зичлигини ўлчаш учун «зичлик клапа-



55- расм. Ишчи камерада тола ажратиш жараёнининг технологик схемаси: 1 — чигит тароғи; 2 — аррали цилиндр; 3 — арра диски орасидаги қисгирма (прокладка); 4 — арра диски; 5 — колосниклар; 6 — пахта валиги; 7 — таъминловчи валиклар орқали камерага тушадиган пахта; 8 — чигит; 9 — тола.

M_2 нинг электромагнит ўрама ЭУ ҳам электр тўғрилагич $D1$ оркали трансформатор $TV1$ га уланган.

Тиристорли юритма M_2 нинг айланиш тезлиги бошқарувчи тиристор V ёрдамида пахта ёки чигит валиги зичлигининг «оғишига» ёки юритма $M1$ юкланишининг «оғишига» мувофик бошқарилади. Бунинг учун регулятор қуйидагича ишлайди. Жин ёки линтернинг ишчи камерасидаги пахта ёки чигит валигининг зичлиги меъёрдан ошса, аррали цилиндрнинг юритмаси $M1$ нинг токи (юкланиш) шунга мувофик ошади. Натижада ток сезгичи $ТС$ дан чиқувчи кучланиш $U(t)$ ҳам ошади. Бу сигнал транзистор VT га киришдан олдин берилган зичликка тенг кучланиш U_0 билан солиштирилади ва зичликнинг ёки юритма $M1$ токининг оғиши ёки шунга мос кучланишнинг «оғиши» $\pm \Delta U(t) = U_0 - U(t)$ транзистор VT нинг базасига таъсир қилиб, унинг ток ўтказувчанлигини (электр қаршилигини) ўзгартиради. $U_0 < U(t)$ да вужудга келган $-\Delta U(t)$ транзисторнинг қаршилигини оширади. Бу ўз навбатида трансформатор $TV2$ нинг ўрамаси II , сиғими $C2$ ва транзистор VT



57-расм. Пахта ёки чигит валигининг зичлигини юкланишни «оғиши» бўйича АРСнинг тузилиш (блок) схемаси:

$M1$ — аррали цилиндр юритмаси; $M2$ — таъминловчи валикларнинг тиристорли юритмаси; V — тиристор; TA — ток трансформатори; $ТС$ — ток сезгичи — сигнал узатувчи элемент; $T3$ — таққослаш elementi; $ИЭ$ — ижрочи элемент.

қаршилигидан иборат фаза сурувчи элементни cd нукталаридан чикувчи ва тиристорнинг очилиш фазасини (бурчагини сурувчи) бошқарувчи сигналга айланади. Бу сигнал таъсирида тиристорнинг очилиш бурчаги α $0-180^\circ$ гача сурилиши мумкин. Натижада юритма $M2$ нинг якоридаги кучланиши $0-V_1$ унинг тезлиги эса $0-n_1$ гача ўзгаради. Жин ёки линтер машиналарини пахта ёки чигит билан таъминловчи валикларининг айланиш тезлигини бундай ўзгариши пахта ёки чигит валиги зичлигининг «оғиши» бўйича ростлаш вазифасини тўла бажаради. Юкланишнинг «оғиши» бўйича пахта ва чигит валигининг зичлигини ростлаш АРСнинг тузилиш (блок) схемаси 57-расмда келтирилган. Объектнинг юкланиши тўғрисидаги сигнал $V(t)$ ток трансформаторлари TA қурилмасидан олинади.

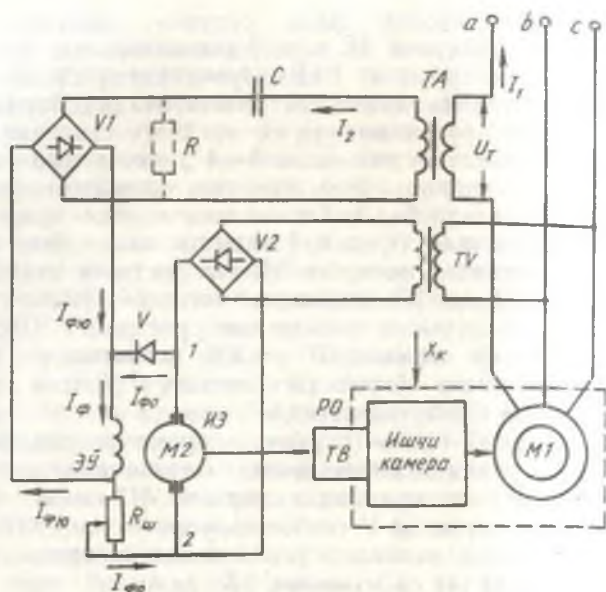
Бошқарувчи (фаза сурувчи) қурилма таккослаш элементидан чиқадиган юкланиш «оғиши»нинг сигнали $\Delta V(t)$ таъсирига мувофик юриткич $M2$ нинг якорь занжиридаги тиристор V га бошқарувчи таъсир кўрсатади. Таъминловчи валиклар тезлигининг ўзгариши оғиш катталиги $\pm \Delta V(t)$ га мувофик бўлади.

Схемадан кўринадики, бошқарувчи қурилма тиристор V га ва ўз навбатида ижрочи элемент $M2$ га таъсир қилиб, таъминловчи валикларнинг тезлигини ва шунингдек, ишчи камерага пахта ёки чигит тушишини ўзгартириб, пахта ёки чигит валигининг зичлигини ростлаб туради.

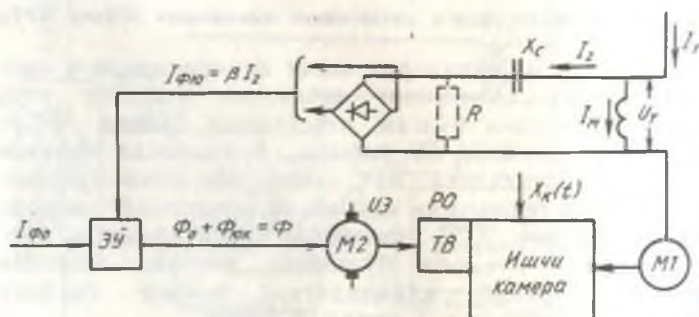
II. Пахта ёки чигит валиги зичлигининг «юкланиш» бўйича АРСи

Технологик машиналарни ишчи камераларидаги пахта ёки чигит валигининг зичлигини ростлаш учун қўлланиши мумкин бўлган, «юкланиш» бўйича АРСининг электр схемаси 58-расмда, функционал схемаси 59-расмда кўрсатилган. АРС «инвариантлик» хусусиятига эга. Унда технологик машина юритмасининг юкланишини ўзгаришига АРС томонидан кўрсатиладиган қарши таъсирида кечикиш бўлмайди, ростлаш жараёни олдиндан берилиб қўйиладиган тавсиф графиги $U_T = f(I_T)$ га (60-расм) мувофик ўтади.

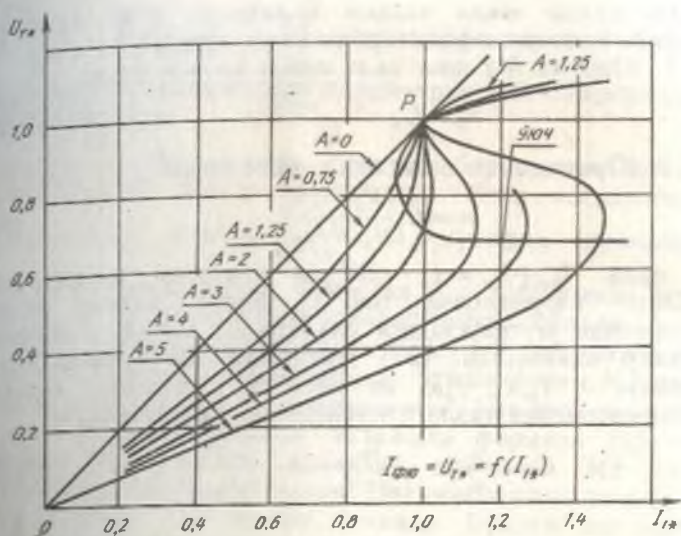
Схемага мувофик аррали цилиндрни юритма $M1$, таъминловчи валикларни юритма $M2$ ҳаракатлантиради. Юритма $M2$ нинг якорь занжири ток тўғрилагич V_2 ва трансформатор TV орқали асинхрон юритманинг в,



58-расм. «Юкланиш» буйича АРСини электр схемаси:
 $I_{\phi y}$ — юритма M_2 нинг айланиш тезлигини «юкланиш» буйича бошкарувчи (магнитловчи) токи; $I_{\phi o}$ — юритма M_2 нинг салт юришидаги магнитловчи ток; $I_{\phi} = I_{\phi o} + I_{\phi y}$ — юритма M_2 нинг магнитловчи токлари.



59- расм. «Юкланиш» буйича АРСнинг функционал схемаси:
 М1 — аррали цилиндр юртмаси; М2 — таъминловчи валиклар юрт-
 маси; ЭУ-М2 ни магнитловчи электромагнит ўрамаси; ТВ — таъ-
 минловчи валиклар.



60- рас.м. Юритма M_2 нинг юкланиш бўйича бошқаришнинг тавсиф графиклари: $U_{1*} = f(I_{1*})$; ЮЧ — ўта юкланиш чизиғи (чегараси).

с фазаларига уланган, электромагнит ўрама ЭЎ, диод V ва каршилиқ $R_{ш}$ юритма M_2 нинг якорь занжирининг I_1 , 2 нўкталарига уланган ва ундан магнитловчи ток $I_{\phi 0}$ ўтади. Бундан ташқари, электромагнит ўрама ЭЎ, диод V ва конденсатор C орқали ток трансформатори ТАга улангани туфайли унда юритма M_1 нинг фаза токи I_1 га мутаносиб бўлган «юкланиш» бўйича магнитловчи ток $I_{\phi 0} = \beta I_2$ ҳам ўтади. Юритма M_2 нинг салт юриш ҳолатини трансформатор TV таъминласа, юкланиш ҳолатини ток трансформатори ТА таъминлайди. Юритма M_2 нинг салт юриш тезлигини ($n_0 \approx const$) магнитловчи ток $I_{\phi 0}$ белгиласа, юкли юришдаги тезлигини магнитловчи ток $I_{\phi 0}$ белгилайди. Адабиётдан маълумки, юритма M_2 нинг айланиш тезлиги куйидагича ифодаланади:

$$n = C_n \frac{V_a - I_a R_a}{\Phi}, \quad (22)$$

бу ерда: C_n — тезлик коэффициенти; V_a — юритма M_2 нинг якорига қўйилган кучланиш; $\Phi = \Phi_0 + \Phi_{юк}$ — ЭЎ даги магнит оқимлари; $I_a R_a$ — M_2 нинг якори занжиридаги кучланишнинг тушиши. (22) тенглама асосида юритма M_2 нинг ишлашидаги икки ҳолат — салт

юриш ҳамда юкли ишлаш ҳолатлари учун қуйидаги тақрибий тезлик ифодаларини ёзиш мумкин:

1. Юритма $M2$ нинг салт юриш ҳолати учун:

$$n_0 = C_n \frac{V_a - I_a R_a}{I_{\phi 0}} \quad (23)$$

2. Юритманинг юкли иш ҳолати учун:

$$n = C_n \frac{V_a - I_a R_a}{I_{\phi 0} + I_{\phi ю}}, \quad (24)$$

бу ерда: $I_{\phi 0} + I_{\phi ю} = I_{\phi} - \mathcal{E}$ дан ўтадиган магнитловчи тоқлар. Магнитловчи ток I_{ϕ} билан магнит оқими Φ орасида мутаносиблик сақланади, магнит тўйиниши ҳисобга олинмайди. (23) тенгламаларда кучланишнинг тушиши — $I_a R_a$, $I_a R_v$ ни ҳисобга олмаганда, юритма $M2$ нинг нисбий тезлиги қуйидагича ифодаланади:

$$n = \frac{n}{n_0} \simeq \frac{I_{\phi 0}}{I_{\phi 0} + I_{\phi ю}} = \frac{1}{1 + I_{\phi ю}} \quad (25)$$

бу ерда: $I_{\phi 0} \simeq \text{const}$ деб фараз қилинади, $I_{\phi ю} = \frac{I_{\phi ю}}{I_{\phi 0}}$

Ифода (25)га мувофиқ таъминловчи валиклар юритмаси $M2$ нинг тезлиги уни магнитловчи ток $I_{\phi ю}$ га тесқари мутаносиб равишда ўзгаради. Юкланиш бўйича магнитловчи ток $I_{\phi ю}$ ифода $V_T = f(I_1)$ га мувофиқ топилади. (58 ва 59- расмлар). Юритма $M2$ нинг тезлигини юкланиш токи I_1 га мувофиқ автоматик бошқариш тавсифини топиш учун адабиётда [8] маълум бўлган қуйидаги нисбий ифодадан фойдаланилади:

$$I_1 = V_T \sqrt{A(V_T - 1)^2 + 1}, \quad (26)$$

бунда: $I_1 = \frac{I_1}{I_{1 \text{ рез}}}$, $V_T = \frac{V_T}{V_{T \text{ рез}}}$ — нисбий катталиқлар;

$$I_{1 \text{ рез}} = \frac{V_{T \text{ рез}}}{R \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right)} - V_T \quad \text{занжирида резонанс ҳолати юз}$$

бергандаги катталиқлар;

$$V_{T \text{ рез}} = \sqrt{\frac{X_{C/R}}{RN \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right)}} - \frac{M}{N} \quad \text{«юкланиш» бўйича бош-}$$

қариш занжирининг вольт-ампер характеристикасининг умумлаштирилган коэффиценти;

$A = \left[\frac{X_c}{R} - MR \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right) \right]^2$ — трансформаторнинг электр
ҳамда магнит системалари параметрларини тавсифловчи
коэффициентлар.

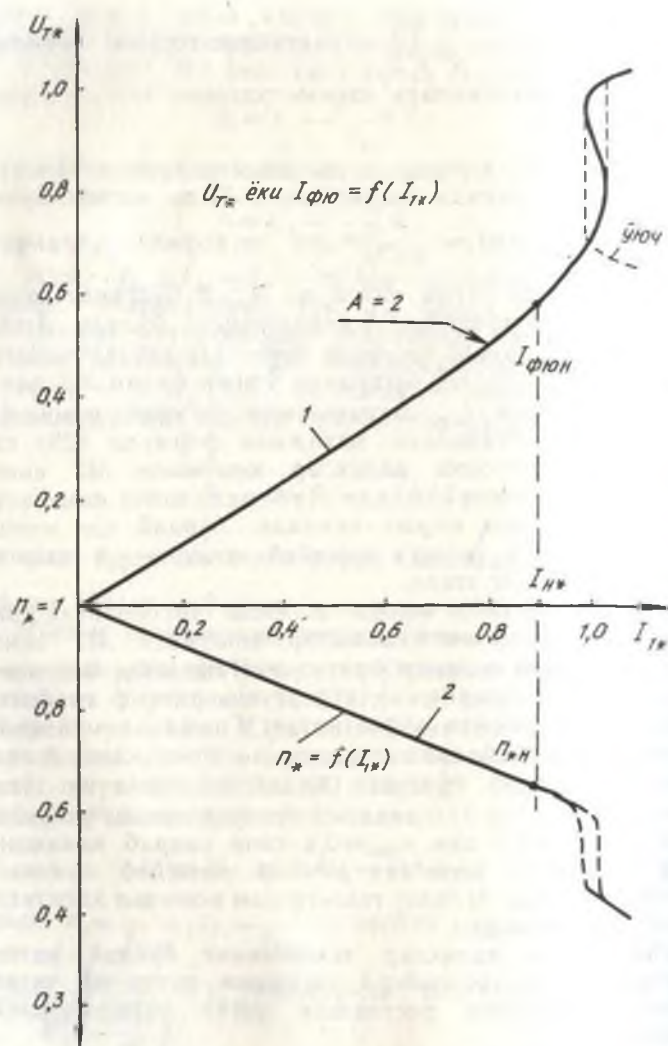
Формула (26) асосида қурилган бир туркум тавсиф
графиклари 60-расмда келтирилган. Унда магнитловчи
ток ифодаси $I_{\text{юк}} = \beta I_2 = \frac{V_T}{R - jX_c}$ га мувофиқ кучланиш

$U_A = 0$ бўлганда тўғри чизик ва $A > 2$ бўлганда эгри
чизикли ва реле тавсифли (сакрашсимон) бўлади. Агар
 $M1$ нинг ўтаюкланиш чегараси 0,95—1,0 деб қабул қи-
линса, юкланиш I_{1*} шу чегарадан ўтиши билан $M2$ нинг
магнитловчи токи $I_{\text{юк}}$ сакрашсимон ўзгариб резонанс
нуктаси P га кўтарилади, натижада формула (25) га
мувофиқ таъминловчи валиклар юритмаси $M2$ нинг
тезлиги сакрашсимон камаяди. Натижада ишчи камерага
пахта тушиши ҳам кескин камаяди. Бундай ҳол ишчи
камерадаги пахта зичлиги камайиб меъёрли иш ҳолати
тиклангунча давом этади.

(25) ҳамда (26) ифода асосида ҳисобланган ва
қурилган таъминловчи валиклар юритмаси $M2$ нинг
тезлигини аррали цилиндр юритмаси $M1$ ни юкланиш токи
 I_{1*} га мувофиқ ўзгаришини кўрсатувчи тавсиф графиги
 $n_* = f(I_{1*})$ 61-расмда кўрсатилган. Графикка мувофиқ
юритма $M2$ нинг айланиш тезлиги n_* ишчи камеранинг
юкланиши $I_{1*} = 0,9$ бўлгунга қадар узлуксиз ва ўта
юкланиш ΔI_{1*} пайдо бўлганда эса (сакрашсимон) узлукли
равишда $n_{1*} = 0,6$ дан $n_{\text{юк}} = 0,4$ гача сакраб камаяди.
Пахта ёки чигит валигини зичлиги камайиб номинал
ҳолатга қайтганда $M2$ нинг тезлиги ҳам номинал ҳолатига
($n_{1*} = 0,65$) қайтади.

Таъминловчи валиклар тезлигининг бундай катта
тезланиш билан инерциясиз ўзгариши пахта ва чигит
валигини зичлигини ростлашда катта самарадорлик
келтиради.

58-расмда параллел ўрамали (шунт) моторни бош-
қариш схемаси келтирилган. Бунда феррорезонанс
ҳодисасидан самарали фойдаланиш учун мотор $M2$ нинг
якорь кучланиши кичик вольтли, магнит кўзғатувчи
параллел ўрамаси занжирининг актив қаршилиги ҳам
кичик бўлиши талаб қилинади. Бу эса бир қатор
конструктив қийинчиликлар билан боғлиқ бўлади. Шу
сабабли бу ўринда компаунд мотордан фойдаланиш бир



61- расм. Юритма M_2 ни статик тавсиф графиклари:
 1 — юкланиш бүйича магнитловчи ток графиги $I_{фю} = f(I_{T*})$; $I_{фo} = \text{const}$
 бўлганда; 2 — M_2 нинг айланиш тезлиги графиги $n_* = f(I_{T*})$; $I_{фo} = \text{const}$
 бўлганда.

катор афзалликларга эга. Моторнинг параллел (шунт) магнит кўзгатувчи ўрамаси уни салт юриш ҳолатини таъминлайди. Кетма-кет (сериес) ўрамаси эса алоҳида феррорезонанс занжиридан иборат бўлиб, таъминловчи валиклар юритмаси $M2$ нинг айланиш тезлиги I нинг аррали цилиндр юритмаси $M1$ нинг юкланиш токи $I_{\text{ю}}$ бўйича бошқариш жараёнининг юкори талабларга мувофиқ ўтишини таъминлайди.

7.3- §. Тескари боғланиш тушунчаси

«Оғиш» бўйича ростлаш автоматик системасининг функционал схемасига мувофиқ (54- расм) объектдан чикувчи сигнал $X_q(t)$ ўлчов элементи C дан таккослаш элементи ТЭ га ўтади ва унда ростланувчи параметрнинг берилган киймати X_6 га нисбатан оғиши $\pm \Delta X(t) = X_6 - X_q(t)$ аниқланади. Бу сигнал кучайтирувчи СК ва ижрочи элемент ИЭ дан ўтиб регулятордан чиқадиған ростловчи сигнал $X_p(t)$ га айланади ва ростловчи орган РО оркали объектда пайдо бўлган «оғиш»ни йўқ қилиш йўналишида ростловчи таъсир кўрсатади. Бундай боғланиш занжири бош тескари боғланиш занжири деб аталади. Бош тескари боғланиш занжири системасининг ёки объектнинг ишлаш жараёнида пайдо бўладиган ростланувчи $X_q(t)$ параметрнинг берилган киймати X_6 га нисбатан «оғиш»ни йўқ қилиш йўналишида объектга тескари таъсир кўрсатади. Ростланувчи параметр $X_q(t)$ нинг киймати унинг берилган киймати (катталиги) X_6 га тенг ёки унга жуда яқин бўлишини таъминлайди.

Автоматик ростлаш системаларини тузишда манфий ишорали $X_q(t)$ тескари боғланиш занжири қўлланилади. Агар тескари боғланиш занжиридан олинадиган сигнал мусбат ишорали $+X_q(t)$ бўлса, система мусбат тескари боғланишли бўлади. Мусбат ишорали тескари боғланишли системаларда ростланувчи параметрларнинг ўзгариши куйидагича ифодаланади:

$$\Delta X_q(t) = X_6 + X_q(t).$$

Мусбат тескари боғланиш занжири технологик параметрларнинг ростлаш схемаларини тузиш учун қўлланилмайди, чунки улар системага қўшимча кўзғалиш киритади, система барқарор режимга ўта олмайди, стабилланимайди. Амалда мусбат тескари боғланишли системалар сигнал кучайтиргич вазифасини бажаради.

VIII б о б. АРС ВА УНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

8.1- §. АРСни тадқиқ қилиш масалалари

Автоматик ростлаш схемаларига қўйиладиган талабларнинг энг асосийси уларнинг юкори сифат кўрсаткичлари билан ишончли ишлашини таъминлашдир. Шу туфайли технологик жараёни автоматлаштириш учун танланадиган автоматик система ва унинг элементлари автоматик ростлашга доир мезон бўйича тахлил қилинади. Системанинг баркарор (статик) тарзда ишлагандаги тавсиф графиклари ва хусусиятлари, системага турли хил ташки таъсирлар, юкланиш ўзгаришларининг таъсири натижасида вужудга келадиган динамик ҳолатларда ишлагандаги тавсифлари ва хусусиятлари, статик ҳамда динамик иш ҳолатларида юз берадиган системани ростлаш хатоликлари текширилади. Бу масалалар АРСнинг арифметик ҳамда дифференциал тенгламаларини тузиш ва унинг ечимини топиш йўли билан ёки экспериментал текширишлар асосида бажарилади.

Маълумки, АРСнинг динамик ҳолатларини ифодалайдиган дифференциал тенгламалар, системага кирувчи таъсир билан унинг вақт бўйича ўзгарадиган ростланувчи параметри (чикувчи таъсир) орасидаги боғланишни ифодалайди. Бундай дифференциал тенгламаларни ечиш йўли билан ростланувчи параметрнинг вақт бўйича ўзгаришини ифодалайдиган ечими топилади ва бу ечимга мувофик АРСнинг ўтиш жараёни графиги қурилиб, бу графикка мувофик системани ростлаш жараёни тахлил қилинади.

Умуман айтганда, АРСни тахлил қилиш унинг элементлари дифференциал тенгламалари ва уларнинг ўзаро боғланишлари асосида тузилган АРСнинг дифференциал тенгламаси ечимига мувофик тузилган ўтиш жараёнининг графигини қуриш ва бу графикка асосан АРСнинг сифат кўрсаткичларини аниқлашдан иборат бўлади. Системанинг тузилиши ўзгармагани ҳолда унинг иш сифатини оширадиган тадбирларни қуриш имкони кидирилади.

Ҳозирги вақтда АРСнинг иш ҳолатларини текшириш учун аналитик, физик ва математик моделлаш усуллари қўлланилади.

8.2- §. Автоматика элементларини математик ифодалаш

Автоматика элементлари ва системаларининг статик ҳамда динамик иш тарзларини таҳлил қилиш учун кўпинча элемент ёки системанинг тузилиш схемаси мантикий схемалар тажриба орқали олинган график ва жадваллар асосида, математик ифодалар, боғланишлар, яъни дифференциал тенгламаларнинг ечимлари асосида текшириш усулларидан фойдаланилади. Бу усулларнинг ҳар бири ўзига хос афзалликка ва камчиликларга эга.

АРС элементларини асос (бош) схемага мувофик таҳлил қилиш анча тушунарли ва яққол бўлишига қарамай, у бир қийматли бўлгани сабабли, умумий таҳлил учун қўл келмайди ва уни барча кўрсаткичларини ҳисоблаш учун қўлланиб бўлмайди.

Мантикий схемалар асосида таҳлил қилиш усули ҳам умумий эмас.

Тажриба асосида олинган график ва жадваллар бўйича таҳлил қилиш ишончли натижалар беришига қарамай, анча мураккаб ва ундан фойдаланиш кўп вақтни олади. Умумий таҳлил учун ишлатилиши мумкин бўлган дифференциал тенгламани олиш учун эса регрессив текшириш усулидан фойдаланиш керак бўлади.

АРС ва унинг элементларини дифференциал тенгламалар кўринишида ифодалаш ўзининг статик ва динамик ҳолатларидаги боғланишларининг умумийлиги билан бошқа усуллардан фаркланади.

Бу усул автоматик ростлаш системасини тузишда, таҳлил қилиш ва энг қулай шароитларда ишлаш масалаларини ҳал қилишда кенг қўлланилади. Математик модель, аналог машиналар (ЭХМ) дан кенг фойдаланишни таъминлайди.

Автоматика элементларини математик ифодалаш (моделлаш) мавжуд физика қонунларига асосланади. Буни қуйидаги мисоллардан кўриш мумкин.

1. **Технологик машина — автоматика объекти.** Технологик машина айланувчи ўқ ва унга келтирилган инерция моменти J га эга бўлган қурилма бўлиб, унинг ўқида актив момент M_a ва қаршилик (юкланиш) моментлари M_c қўйилган бўлади. Бошқарувчи таъсир X , технологик машинанинг ростлаш органига таъсир қилиб, унинг сурилгичини суради ва технологик машинага келадиган энергия ёки модда (пахта маҳсулотлари)

микдорини ва шунингдек, машина ўқидаги актив моментни ўзгартиради. Натижада объектнинг бошқари-
лувчи параметри бўлган ўқнинг айланиш частотаси ω ни ўзгартиради, ростлайди. Бундай машинадаги таъсирлар схемаси 62- расмда кўрсатилган.

Ньютоннинг иккинчи қонунига мувофик машина-
нинг бурчак тезлигининг ўзгариши куйидаги диффе-
ренциал тенглама билан ифодаланади:

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_a - M_{ю}$$

Машина ўқидаги актив момент M_a икки пара-
метрга — ростловчи параметр X_p ва бурчак тезлиги
 ω нинг ўзгаришига боғлиқ равишда ўзгаради: $M_a =$
 $= M_a(X_p, \omega)$. Машина ўқидаги қаршилик ёки юкланиш
моменти $M_{ю}$ факат бурчак тезлигига боғлиқ равишда
ўзгаради: $M_{ю} = M_{ю}(\omega)$.

Бу моментлар эгри чизикли график бўйича ўзгариши
сабабли технологик машинанинг тавсиф графиги ҳам
эгри чизикли бўлади ва куйидаги дифференциал тенгла-
ма билан ифодаланади:

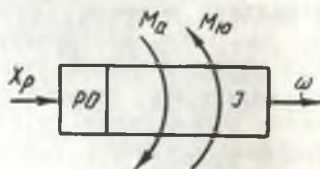
$$J \frac{d\omega}{dt} = M_a(X_p, \omega) - M_{ю}(\omega)$$

ёки

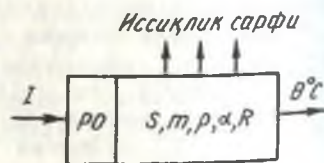
$$J \frac{d\omega}{dt} + M_{ю}(\omega) = M_a(X_p, \omega),$$

бунда X_p — элементга (объектга) кйрувчи (ростловчи)
сигнал; ω — чикувчи сигнал (машина ўқининг айла-
ниш тезлиги).

2. Иссиқлик камераси — автоматика объекти. Электр
энергияси билан киздириладиган иссиқлик камераси-
нинг тузилиш схемаси 63- расмда кўрсатилган.



62- расм.



63- расм.

Камерага киритиладиган энергиянинг бир қисми камера ичидаги ҳароратни кўтариш учун кетади, иккинчи қисми камеранинг ташқи юзаси орқали ташқи муҳитга тарқалиб сарф бўлади.

Исиклик энергиясининг сакланиш қонунига мувофиқ исиклик камерасининг математик ифодаси қуйидагича ёзилади:

$$m\rho \frac{d\theta}{dt} = I^2 R - \alpha S(\theta - \theta_0),$$

бунда m — камеранинг массаси; ρ — камеранинг солиштирма исиклик сифими; θ_0 — ташқи муҳит ҳарорати; R — электр қиздиргичнинг қаршилиги, α — солиштирма исиклик бериш коэффициент; S — камеранинг исиклик тарқатувчи ташқи сиртининг юзи.

Регельтрансформаторнинг сурилувчи контактли ричаги ростловчи орган РО бўлиб хизмат қилади.

Бошқарилувчи (ростланувчи) параметр — камеранинг ички ҳарорати θ , бошқарувчи параметр — электр қиздиргичга келадиган ток I бўлгани учун камеранинг дифференциал тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$m\rho \frac{d\theta}{dt} + \alpha S(\theta - \theta_0) = I^2 R,$$

бунда $I^2 R$ — элементга кирувчи сигнал, $\theta_0 C$ — чикувчи сигнал.

3. Термोजуфт автоматика элементи — сезгич-сигнал ўзгарткич.

Термोजуфт исиклик камерасидаги ҳароратни ўлчайди ва уни узатиш учун қулай бўлган электр сигнал — термоэлектр юритувчи кучга айлантиради. Термोजуфт учун кирувчи сигнал ҳарорат θ , чикувчи сигнал термо ЭЮК — e_t бўлади. Термोजуфт дифференциал тенгламаси қуйидагича ёзилади:

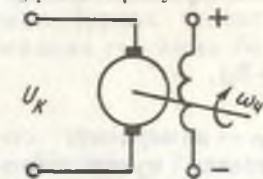
$$T \frac{de_t(t)}{dt} + e_t(t) = k\theta(t),$$

бунда T — термोजуфтнинг инерцион вақт доимийси.

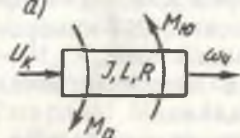
4. Ўзгармас ток юриткичи — автоматиканинг ижрочи элементи.

Юриткичнинг электр схемаси 64-а расмда кўрсатилган. Электр юриткич механик инерция моменти j электр занжиридаги индуктивлик L ва актив қаршилиқ

R дан иборат энергия тўплаш ва уни сарфлаш хусусиятига эга бўлган мураккаб элементдир (64-б расм). Элементга кирувчи (бошқарувчи) таъсир X_p , юриткич якорига қўйиладиган кучланиш U_k , бошқарилувчи параметр юриткич ўқининг бурчак тезлиги ω ёки бурилиш бурчаги γ бўлади.



a)



b)

64- расм. Ўзгармас ток юриткичи:

a — юриткичнинг электр схемаси.

b — юриткичдаги мавжуд таъсирлар схемаси.

олганда юриткич ҳаракатини ифодалайдиган дифференциал тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

Юриткич иккита дифференциал тенглама билан ифодаланади:

1) механик занжир учун

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_a - M_{\text{ю}};$$

2) электр занжир учун $L \frac{di}{dt} +$

$+ Ri + e = U_k$; бунда $e = C_1 \omega$ — акс таъсирли электр юритувчи куч. Бу ЭЮК якорь ўрамасида унинг магнит майдонида айланиш тезлиги ω га мувофиқ ҳосил бўлади.

Юриткич якориди ҳосил бўладиган механик (актив) момент якорь токига пропорционал бўлади: $M_a = C_m I$. Шуларни ҳисобга

$$\left. \begin{aligned} J \frac{d\omega}{dt} - C_m I &= -M_{\text{ю}}, \\ L \frac{dI}{dt} + RI + C_1 \omega &= U_k. \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

(27) тенгламани ω га нисбатан ўзгартирамиз:

$$\frac{jL}{C_1 C_m} \frac{d^2 \omega}{dt^2} + \frac{jR}{C_1 C_m} \frac{d\omega}{dt} + \omega + \frac{L}{C_1 C_m} \frac{dM_{\text{ю}}}{dt} + \frac{RM_{\text{ю}}}{C_1 C_m} = \frac{1}{C_1} U_k$$

Агар юриткич ўқида юкланиш моменти йўқ десак,

$$M_{\text{ю}} = \frac{dM_{\text{ю}}}{dt} \approx 0, \text{ юриткичнинг вақт доимийси } T_s = \frac{L}{R};$$

$$T_m = j \frac{R}{C_1 C_m} \text{ ва юриткичнинг кучайтириш коэффициенти}$$

$K_g = \frac{1}{C_1}$ дейилса, юриткич тенграмаси куйидагича ёзилади:

$$T_m T_m \frac{d^2 \omega}{dt^2} + T_m \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_g U_k.$$

Бу иккинчи даражали тенглама умуман эгри чизикли дифференциал тенгламадир. Амалда кўпинча $T_m \gg T$, бўлишини ҳисобга олinsa, юриткични 1-даражали тенглама билан ифодалаш мумкин:

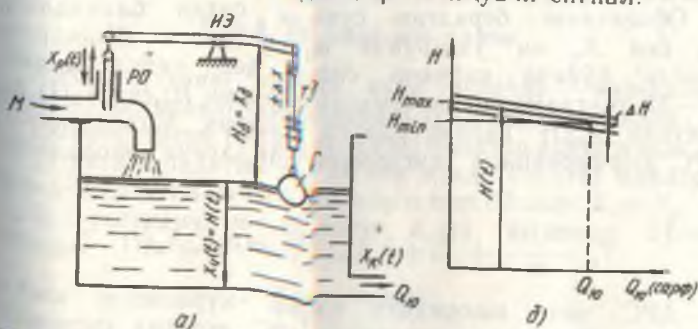
$$T_m \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_g U_k,$$

бунда U_k — кйрвчи сигнал; ω — чикувчи сигнал.

Агар юриткич ижрои элемент вазифасини бажарса, ундан чикувчи таъсир φ бурчакка бурилади. Шунда юриткичининг тенграмаси куйидагича ёзилади:

$$T_m \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \frac{d\varphi}{dt} = k_g U_k, \quad \omega = \frac{d\varphi}{dt}.$$

бунда: U_k — кйрвчи сигнал; φ — чикувчи сигнал.



65-расм. Статик АРС: а — узилиш схемаси; б — статик тавсифи.

8.3-§. АРСнинг математик ифодалаш

АРСнинг математик ифодаси унинг функционал схемаси ва ундаги ҳар бир функционал элементнинг математик ифодалари асосида тузилади.

Статик АРСни (65-а расм) ва унинг элементларини қуйидагича ифодалаймиз¹⁾:

1) объект — суюклик резервуари

$$T_0 \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = k_p X_p(t), \quad (28)$$

бунда: $X_q(t)$ ёки $H(t)$ — сув сатҳи баландлигининг ўзгариши; $X_p(t)$ — РО тўсигининг сурилиши;

2) ижрочи элемент ИЭ — рычаг тизими:

$$X_p(t) = k_{из} \Delta X(t), \quad (29)$$

3) такқослаш элементи:

$$\pm \Delta X(t) = X_6 - X_q(t), \quad (30)$$

бунда: X_6 ёки H_6 сув сатҳи баландлигининг берилган миқдори,

4) сезгич

$$X'_q(t) = k_c X_q(t), \quad (31)$$

бунда: $K_c=1$ деб қабул қилинса, $X'_q(t)=X_q(t)$ бўлади. Қалқигичнинг суюкликдаги ҳаракати билан боғлиқ бўлган инерционлиги ҳисобга олинмайди.

Объектнинг берилган суюклик сатҳи баландлиги H_6 ёки X_6 ни ўзгарувчи ва системага бошқариш канали бўйича қирувчи сигнал деб қабул қилиб, 28—31- тенгламалар системасини қирувчи H_6 ёки $X_6(t)$ ва чиқувчи $X_q(t)$ параметрларга мувофиқ ўзгартирилса, АРС дифференциал тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$T_0 \frac{dX_q(t)}{dt} + (1 + k_p k_{из}) X_q(t) = k_p k_{из} X_6(t).$$

АРС нинг юқоридаги ижрочи қирилмаси электр юриткич билан алмаштирилса, АРС астатик системага айланади. Шунда ИЭ1- даражали дифференциал тенглама билан ифодаланади. Бундай астатик системани қуйидаги тенгламалар системаси орқали ифодалаш мумкин:

$$\text{объект тенгламаси: } T_0 \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = K_p X_p(t),$$

¹⁾ АРС ва ундаги элементларнинг параметрлари умумий ишора билан ёзилган.

ижрочи элемент тенгламаси:

$$T_{из} \frac{dX_p(t)}{dt} + X_p(t) = K_{из} \Delta X(t),$$

такқослаш elementi тенгламаси: $\Delta X(t) = X_0 - X_q(t)$.

АРСнинг дифференциал тенгламаси 2- тартибли бўлади:

$$T_0 T_{из} \frac{d^2 X_q(t)}{dt^2} + (T_0 + T_{из}) \frac{dX_q(t)}{dt} + (1 + K_p K_{из}) X_q(t) = K_{из} K_p X_0(t).$$

Объект 2- тартибли дифференциал тенглама билан ифодаланса, унда АРС 3- тартибли тенглама билан ифодаланadi. Сезгичнинг инерционлиги ҳисобга олиниб, уни 1- тартибли тенглама билан ифодаланса, АРСнинг тенгламаси 4- тартибли бўлади.

Хулоса қилиб айтиш мумкинки, АРСни ростлаш жараёни қанча юқори аниқликларда ўтиши талаб қилинса, уни ифодалайдиган дифференциал тенглама ҳам ўшанча юқори тартибли бўлади. Бундан ташқари, автоматик системанинг мураккаблиги ҳам уни ифодалайдиган дифференциал тенглама тартибини оширади.

8.4- §. АРСнинг иш тарзи

АРС ва унинг объекти икки ҳолатда — мувозанат (статик) ва ҳаракатдаги (динамик) ҳолатларда ишлайди.

Объект статик (мувозанатдаги) ҳолатда ишлаганда:

1) унга келадиган энергия ёки модда (пахта) микдори ундан чиқадиган микдор қийматига тенг бўлади: $X_q \simeq X_k$.

2) ростланувчи параметр $X_q(t)$ ўзгармас бўлиб қолади:

$$X_q(t) \simeq \text{const}.$$

3) ростловчи энергия ёки модда микдорининг объектга келиши ёки сарфини ўзгартириб турадиган АРСнинг ростлаш органи (вентиль, клапан, тўсик ва бошқалар) ҳаракатсиз туради.

Объектга қирувчи таъсирнинг қиймати X_k ундан чиқувчи таъсир X_q қийматига тенг бўлиб турадиган шарондaги объектнинг иш ҳолати статик мувозанат ҳолат деб аталади.

Объектнинг статик ҳолатда ишлашини ифодалайдиган оддий мисол сифатида электр энергияси билан кизитиладиган иссиқлик объектини кўрсатиш мумкин. Объектга кирадиган электр қуввати I^2R унинг ички ҳароратини ошира бошлайди, лекин объект ҳарорати маълум вақт ўтиши билан ўзгармас бўлиб қолади. Бундай шароитда объект статик иш ҳолатига ўтган бўлади, объектга кираётган энергия бутунлай объект сиртидан теварак-атрофга тарқалувчи иссиқлик энергиясига айланади. Объектнинг ички иссиқлиги ўзгармас бўлиб қолади. Объектга кирувчи микдор I^2R унинг сирт юзасидан теварак-атрофга тарқалувчи — чиқувчи микдор $\alpha S(\theta - \theta_0)$ га тенг бўлади:

$$\alpha S(\theta - \theta_0) = I^2R,$$

бунда θ_0 — объектнинг бошланғич ҳарорати; θ — объект ҳароратининг сўнгги ўзгармас қиймати; α — объектнинг сиртки юзасининг солиштирма иссиқлик тарқатиш коэффициентини; S — объектнинг иссиқлик тарқатувчи юзи.

Агар $k_0 = \frac{R}{\alpha S}$ — объектнинг сигнал узатиш коэффициенти деб қабул қилинса, объектнинг статик ҳолатдаги тавсифи қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$\theta^0 = k_0 I^2.$$

Бу тенглама объект статик ҳолатининг модели дейилади. Формулага мувофиқ объектнинг статик ҳолати тавсифи эгри чизик бўлади.

Объектга бўладиган ташқи таъсирлар оқибатида унинг юкланиши технологик жараён давомида ўзгариб туради. Шу туфайли АРС ёки унинг объекти динамик ҳолат тавсифларини топиш система тадқиқотининг энг асосий масаласи ҳисобланади.

АРС ёки унинг объекти динамик ҳолати тавсифини топишда икки хил усулдан фойдаланилади.

1. *Аналитик усул.* Бунда объектда технологик жараённинг боришини белгилайдиган мавжуд физик-кимёвий қонунлар асосида объектнинг математик модели (динамик модели) тузилади (8.3-§) ва динамик моделнинг дифференциал тенгламасининг ечими орқали динамик ҳолатлари тавсифининг изланаётган графиги қурилади.

Бу усулнинг афзаллиги шундаки, модель тенгламаларига технологик жараёни ва АРС ни тузиш учун қўлланилган ускуналарнинг ҳамма параметрлари киряди. Аналитик усул билан олинган математик моделни (8.3-§) ўхшаш технологик жараён ва объектларнинг ҳаммасини таҳлил қилиш учун қўллаш мумкин бўлади.

Аналитик усулнинг камчилиги унинг мураккаблиги, кўп меҳнат ва вақт талаб қилишидир. Аммо ҳозирги вақтда электрон-хисоблаш машиналарининг бундай математик моделларнинг ечимларини топиш учун қўлланиши туфайли аналитик усулни қўллаш, АРСнинг тавсифларини хисоблаш ва қуриш ишларида меҳнат унумдорлигини нихоятда оширади.

2. *Таъжриба ҳамда аналитик усул.* Бунда математик моделнинг параметрлари номаълум бўлади. Бу параметрлар реал объектнинг ўзида ёки унинг физик модели — макетида ўтказилган таъжрибалардан олинган маълумотларга регрессион усул ёрдамида ишлов бериш йўли билан аниқланади. Объектнинг турли иш ҳолатларидаги хусусияти таъжриба йўли билан топилган параметрларни математик моделга қўйиш асосида таҳлил қилинади.

Бу усулнинг афзаллиги олинган натижаларнинг юқори аниқликларга эга бўлишидадир. Камчилиги эса таъжрибадан олинган маълумотлар асосида тузилган математик модель фақат текшириляётган объектнинг ўзини таҳлил қилиш учун яроқли бўлади. Бундай математик моделда бошқа ўхшаш объектларни таҳлил қилиш ва тўғрироқ натижалар олиш мумкин бўлмайди.

8.5-§. АРСнинг динамик тавсифлари

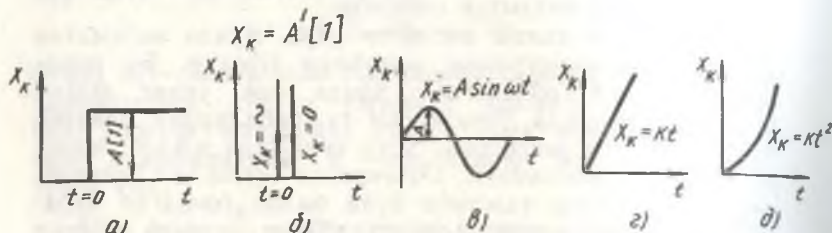
АРСнинг барқарорлик ҳолатининг бузилиши, объектга ёки АРСга таъсир қилувчи (кирувчи) сигнал $X_k(t)$ туфайли юз беради. Бундай шароитда:

1) ростланувчи параметрнинг оний қиймати $X_q(t)$ унинг берилган қиймати X_0 га тенг бўлмайди; 2) объектга кираётган энергия ёки модда микдори Q ундан чикаётган микдор Q_q га тенг бўлмайди; 3) системанинг ростловчи органи ҳаракатга келган бўлади.

АРС ва ундаги элементларнинг бундай динамик ҳолатдаги хусусиятлари уларнинг ўтиш ҳолати функцияси ўтиш ҳолати тавсифи ва такрорий (частотавий) тезлиги тавсифлари асосида таҳлил қилинади.

Ўтиш ҳолати тавсифи деб АРС ёки унинг элементига кириш сигнали X_k таъсир қилганда пайдо бўладиган чикувчи сигналнинг вақт бўйича ўзгариши $X_k(t)$ га айтилади.

Ўтиш ҳолати тавсифлари АРС ёки ундаги элементларнинг хусусиятларидан ташқари, унга қандай кирувчи сигнал таъсир қилишига ҳам боғлиқдир. Бундай сигналлар турли ва тасодифий кўринишда таъсир кўрсатади. Шунинг учун системанинг динамик иш ҳолатларини таҳлил қилишни енгиллаштириш мақсадида бир нечта танланган кирувчи сигнал турларидан фойдаланилади (66-расм).



66-расм. Системага таъсир қилувчи (кирувчи) сигнал турлари: а — сакрашсимон сигнал; б — импульсли сигнал; в — гармоник сигнал; г — туғри чизикли сигнал; д — квадратик тавсифли сигнал.

Кирувчи сигнал сакрашсимон бўлганда:

$$\begin{aligned} t < 0 \text{ бўлса, } X_k(t) &= 0, \\ t > 0 \text{ бўлса, } X_k(t) &= 1 \\ \text{ёки} \\ X_k(t) &= A(t) = A(1) \end{aligned}$$

бўлади (66-а расм).

Кирувчи сигнал импульссимон бўлганда,

$$\begin{aligned} t > 0 \text{ бўлса, } X_k(t) &= 0, \\ t = 0 \text{ бўлса, } X_k(t) &= 1 \end{aligned}$$

бўлади. Бу сигнал сакрашсимон сигнал $X_k(t)$ нинг ҳосиласи сифатида вужудга келади:

$$\begin{aligned} \frac{dX_k}{dt} &= A(t) = 0, \\ X_k &= A[1] = \text{const}. \end{aligned}$$

Буни дельта-функция $\delta(t)$ деб ҳам юритилади (66-б расм).

Кирувчи сигнал гармоник функция бўлганда (66-в расм)

$$X_k = A \sin \omega t \text{ ёки } X_k = A \cos \omega t$$

бўлади, бунда A — таъсир амплитудаси; $\omega = \frac{2\pi}{T}$ давр-ли такрорийлик; T — тебраниш даври.

АРС ва ундаги элементларнинг хусусиятларини аниклаш ва тахлил қилишда кўпинча сакрашсимон, импульссимон, гармоник кўринишдаги кирувчи функцияларнинг таъсиридан фойдаланилади.

Динамик хусусиятлари тахлил қилинадиган автоматика элементининг математик модели қуйидаги тенглама билан ифодааланган ва унга таъсир қиладиган кирувчи сигнал $X_k(t)$ амплитудаси $A[1]$ га тенг сакрашсимон функция 66-а расм бўлсин:

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = kX_k(t).$$

Бу тенглама ечимини топишнинг икки усули: классик ва оператор усуллари билан танишамиз.

Классик усулга мувофик тенгламапинг умумий ечими мажбурий $X_q^*(t)$ ва ихтиёрий X_q^{**} ўзгарадиган қисмлардан иборат бўлади:

$$X_q(t) = X_q^*(t) + X_q^{**}(t),$$

бунда $X_q^*(t) = kX_k(t)$ — элементнинг барқарор ҳолатда ишлашини ифодалайди; $X_q^{**}(t) = Ce^{-\frac{t}{T}}$ элементнинг ихтиёрий ўтиш тарзини ифодалайди.

Ихтиёрий ўтиш тарзи ечими $X_q^{**}(t)$ ни топиш учун тенгламанинг ўнг томони нолга тенглаштирилади:

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = 0$$

ва ундаги ихтиёрий ўзгарувчи параметрлар қуйидагича ёзилади:

$$\frac{X_q^{**}(t)}{dX_q^{**}(t)} + \frac{T}{dt} = 0.$$

Бу ифодани интеграллаш натижаси:

$\ln X_q^{xx}(t) + \frac{t}{T} + C = 0$. Шунда ихтиёрий ўзгарувчи ечимнинг ифодаси $X_q^{xx}(t) = Ce^{-\frac{t}{T}}$ бўлади, бунда C — интеграллаш доимийси.

Умумий ечимга мувофик

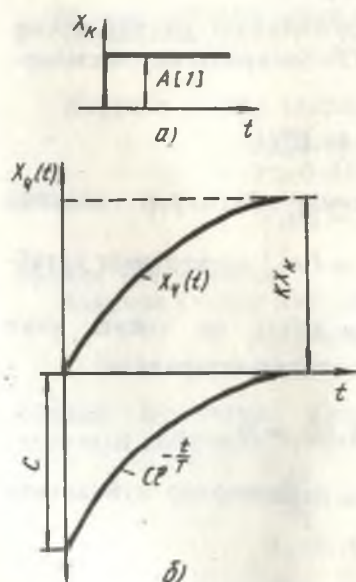
$$X_q(t) = kX_k(t) + Ce^{-\frac{t}{T}}. \quad (32)$$

Бундаги интеграллаш доимийси C , $t=0$ бўлгандаги бошлангич шароитларга мувофик топилади, яъни $t=0$ бўлганда $X_q(t)=0$ бўлади. (32) тенгламага мувофик:

$$0 = kX_k(t) + C; \quad C = -kX_k(t).$$

Энди интеграллаш доимийси C нинг топилган ушбу қийматини (32) тенгламага қўйиб, АРС элементининг ўтиш тарзи функцияси топилади:

$$X_q(t) = kX_k(1 - e^{-\frac{t}{T}}),$$



67- расм. АРС элементининг динамика тавсифлари.

бунда k — элементнинг сигнал узатиш коэффициенти; T — элементнинг вақт доимийси. Бу ечимга мувофик элементнинг ўтиш ҳолатининг тавсифи графигини (67- расм) қуриш ва унинг хусусиятларини таҳлил қилиш мумкин.

Амалда АРС ёки унинг элементидаги ўтиш тарзини таҳлил қилишда, қўпинча, вазн функциясидан фойдаланилади. Чунки технологик жараён давомида, системага, қўпинча, импульсли сигналлар (дельта функция) таъсир қилади (66- б расм). Бундай шароитда системадан чиқувчи сигналнинг вақт бўйича ўзгариши вазн функцияси деб аталади. Системага кировчи импульсли

сигнал (дельта функция) амплитудаси бирга тенг сакраш-
симон функциянинг хосиласига тенг бўлгани учун вазн
функцияси ҳам ўткинчи функциянинг вақт бўйича
хосиласи билан ифодаланади.

8.6- §. Сигнал узатиш функцияси

Автоматик ростлаш ва бошқариш системалари ёки
улардаги элементларнинг сигнал узатиш функцияси деб
Лаплас алмаштириши бўйича ифодаланган чиқувчи
сигнал тасвири $X_u(P)$ нинг кировчи сигнал тасвири $X_k(P)$
га нисбатини айтилади:

$$k(P) = \frac{X_u(P)}{X_k(P)}, \quad (33)$$

бунда

$$X_u(P) = L[X_u(t)]; \quad X_k(P) = L[X_k(t)].$$

Узатиш функцияси АРС ёки унинг элементи тенгламаси-
нинг ўнг ва чап томонларига тегишли Лаплас алмашти-
ришининг тасвири асосида топилади. Бунда ўтиш
параметрининг чиқувчи сигнали бошланғич қиймати
нолга тенг деб фараз қилинади, яъни:

$$t=0, \quad X_u(0)=0.$$

Масалан, АРС ёки унинг элементининг тенгламаси

$$T \frac{dX_u(t)}{dt} + X_u(t) = kX_k(t)$$

учун Лаплас алмаштириши қуйидагича ёзилади:

$$\int_0^{\infty} \left[T \frac{dX_u}{dt} + X_u(t) \right] e^{-pt} dt = \int_0^{\infty} kX_k(t) e^{-pt} dt,$$

бундан Лаплас алмаштириши хоссаларидан фойдаланиб,
қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:

$$TPX_u(P) + X_u(P) = kX_k(P) \text{ ёки } (TP+1)X_u(P) = kX_k(P),$$

шунда элементнинг узатиш функцияси

$$k(P) = \frac{X_u(P)}{X_k(P)} = \frac{k}{TP+1} \quad (34)$$

бўлади.

Амалда дифференциал тенгламадан тасвирий тенгламага ўтиш учун ундаги интеграллаш ва дифференциаллаш ишораларини $\frac{d}{dt} = P$ оператор $\int dt = \frac{1}{P}$ билан тўғридан-тўғри алмаштирилади. Буни қуйидаги тенглама мисолида кўрамиз:

$$a_0 \frac{d^n X_q(t)}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} X_q(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dX_q(t)}{dt} + a_n X_q(t) = b_0 \frac{d^m X_k(t)}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} X_k(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_m X_k(t).$$

Дифференциаллаш ишораси $\frac{d}{dt}$ ни тўғридан-тўғри оператор P билан алмаштирамиз. Шунда

$$(a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n) X_q(P) = (b_0 P^m + b_1 P^{m-1} + \dots + b_m) X_k(P).$$

Бу тасвирий тенгламадан системанинг узатиш функцияси топилади:

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{b_0 P^m + b_1 P^{m-1} + \dots + b_{m-1} P + b_m}{a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n}. \quad (35)$$

Бундан ҳар қандай тўғри чизикли системанинг узатиш функцияси ихтиёрий ўзгарувчи оператор P нинг рационал касрли функциясидан иборат эканлигини кўриш мумкин.

Агар $P=0$ бўлса, системанинг ёки АРС элементининг узатиш функцияси оддий узатиш коэффициенти k бўлиб қолади.

Автоматик системаларда (35) ифода махражининг даражаси ҳар доим суратининг даражасидан катта ёки унга тенг бўлади.

Автоматик системаларни таҳлил қилишда узатиш функциясининг қуйидаги ифодаси катта амалий аҳамиятга эга:

$$X_q(P) = k(P) X_k(P).$$

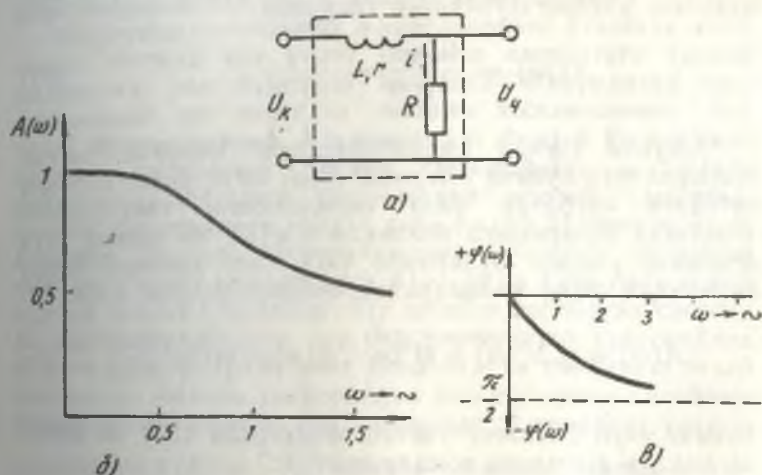
8.7- §. АРСнинг такрорийлик (частота) бўйича тавсифлари

Тавсиф графиги чизикли бўлган автоматик системага ёки унинг биронта элементиға қирувчи сигнал гармоник бўлса:

$$X_k = a \sin \omega t,$$

элементдан чикувчи сигнал ҳам гармоник бўлади.

Чикувчи сигналнинг такрорийлиги (частотаси) кирувчи сигнал такрорийлигига тенг бўлади. Чикувчи сигналнинг амплитудаси $A(\omega)$ ва фаза силжиши $\varphi(\omega)$ ҳам кирувчи сигнал такрорийлигига (частотасига) боғлиқ равишда ўзгаради. Бунга энг оддий мисол — индуктив ва актив қаршиликлардан тузилган автоматика элементини кўриш мумкин (68-а расм).



68- расм. RL элементи:

а — элементнинг электр схемаси; б — чикувчи сигнал амплитудасининг кирувчи сигналнинг такрорийлиги бўйича ўзгариши графиги; в — чикувчи сигнал фазасини кирувчи сигналнинг такрорийлиги бўйича ўзгариши графиги.

Ўзгарувчан ток манбаига уланган ушбу элементга кирувчи сигнал $U_k = U_m \sin \omega t$ бўлса, элементдан чикувчи сигнал $U_y(\omega t) = R_i(\omega t) = I_m R \sin(\omega t - \varphi)$ бўлади.

Занжирдаги комплекс ток ифодаси

$$I = \frac{\dot{U}_k}{r + R + j\omega L} = \frac{\dot{U}_k}{Z}$$

га мувофиқ чикувчи сигнал комплекс кучланишининг такрорийлик (частота) бўйича ўзгаришини куйидагича ёзиш мумкин:

$$U_a(\omega) = I(\omega)R = \frac{U_k(\omega) \cdot R}{r+R+j\omega L} = \frac{kU_k(\omega)}{j\omega T+1}, \quad (36)$$

бунда $z = r+R+j\omega L$ — занжирнинг комплекс карши-лиги, $k = \frac{R}{r+R}$ — элементнинг узатиш коэффициенти,

$T = \frac{L}{r+R}$ — элементнинг вақт доимийси.

Чикувчи сигнал ифодаси (36) дан элементнинг комплекс узатиш функцияси топилади:

$$k(j\omega) = \frac{U_a(\omega)}{U_k(\omega)} = \frac{k}{j\omega T+1}. \quad (37)$$

Чикувчи сигнал амплитудасининг кирувчи сигнал такрорийлиги бўйича ўзгариши $A(\omega)$ ни ва унинг кирувчи сигналга нисбатан фаза силжишининг такрорийлик (частота) ўзгаришига боғлиқлиги $\varphi(\omega)$ ни топиш учун комплекс узатиш функцияси (37) нинг хакикий $N(\omega)$ ва мавхум $M(\omega)$ қисмларидан фойдаланилади, яъни

$$A(\omega) = \sqrt{N^2(\omega) + M^2(\omega)}; \quad \varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{M(\omega)}{N(\omega)}.$$

Бунинг учун комплекс узатиш функцияси (37) ни актив ва мавхум қисмлари орқали ёзамиз:

$$k(j\omega) = \frac{k}{j\omega T+1} \cdot \frac{j\omega T-1}{j\omega T-1} = \frac{k}{\omega^2 T^2+1} - j \frac{k\omega T}{\omega^2 T^2+1}$$

ёки

$$k(j\omega) = N(\omega) - jM(\omega),$$

бундан

$$N(\omega) = \frac{k}{\omega^2 T^2+1}; \quad M(\omega) = \frac{k\omega T}{\omega^2 T^2+1}.$$

Энди элементнинг такрорийлик бўйича амплитуда $A(\omega)$ ва фаза $\varphi(\omega)$ ўзгариши тавсифлари учун қуйидаги ифодаларни ёзиш мумкин:

$$A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{\omega^2 T^2+1}}; \quad \varphi(\omega) = -\operatorname{arctg} \omega T.$$

Бу ифодалар асосида курилган такрорийлик тавсифлари 68-б. в расмда кўрсатилган. Бу тавсифлардан чикувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ ва фаза силжиши $\phi(\omega)$ нинг кирувчи сигнал такрорийлигига канчалик боғликлигини кўриш мумкин.

Автоматик системалар ёки уларнинг элементлари оптимал шароитда ишлашини таъминлаш учун улардаги чикувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ бирга ва фаза силжиши $\phi(\omega)$ нолга тенг ёки нолга жуда хам якин бўлиши талаб қилинади. Бунинг учун кирувчи сигналнинг такрорийлиги нолга якин бўлиши керак.

Маълумки, технологик жараёнларнинг ўтишида автоматик система ёки унинг биронта элементиға таъсир қиладиган, уни баркарор ҳолатдан чиқарадиган таъсирларнинг энг асосийси система юкланишининг бир текис бўлмаслигидир. Юкланишнинг бундай ўзгаришида кирувчи сигналнинг ўртача такрорийлиги ω бўлади дейилганда, юкланиш ўзгаришининг асосий гармоникасининг такрорийлиги нолдан анча юқори бўлиши мумкин. Кирувчи таъсир такрорийлигининг бундай ўзгариши чикувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ га ва фаза силжишиға салбий таъсир кўрсатади. Шу сабабли автоматик система ва унинг таркибидаги ҳар бир элементнинг такрорийлик бўйича тавсифларини аниқ ҳисоблаш ва текшириш талаб қилинади. Амалда такрорийлик тавсифларини ҳисоблаш формулалари элемент ёки автоматик системанинг узатиш

функцияси $k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)}$ оркали топилади. Масалап, элементнинг (68-расм) такрорийлик тавсифларини топиш учун унинг дифференциал тенгламаси

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = kX_k(t).$$

Лаплас алмаштиришиға биноан қуйидаги тасвирий тенглама шаклида ёзилади:

$$(TP + 1)X_q(P) = kX_k(P)$$

ва ундан элементнинг узатиш функцияси

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k}{TP + 1}$$

топилади. Узатиш функциясидаги оператор P ни комплекс оператор (мавхум аргумент $j\omega$) билан, алмаштириш йўли билан элементнинг комплекс узатиш функциясини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$k(j\omega) = \frac{k}{j\omega T + 1}. \quad (38)$$

Такрорийлик тавсифларини $A(\omega)$ ва $\varphi(\omega)$ комплекс узатиш функцияси (38) га мувофиқ, юқорида кўрсатилган йўл билан ҳисоблаш мумкин.

IX боб. ДИНАМИК БЎҒИНЛАР ВА АРСнинг ТУЗИЛИШ СХЕМАЛАРИ

9.1- §. АРСнинг динамик бўғинлари

Автоматика элементлари ўзларининг бажарадиган вазифалари (ростлаш ва бошқариш объектлари, сезгичлар, ўлчаш элементлари, сигнал кучайтиргичлар, ижрочи элемент ва ҳоказолар) бўйича фарқланишдан ташқари, динамик тавсифлари ва уларни ифодалайдиган дифференциал тенгламалари турлари бўйича ҳам фарқланади. Уларни инерциясиз, инерцияли, дифференциалловчи, интегралловчи, сигнал тебрантирувчи, сигнал кечиктирувчи бўғинлар деб аталади. Автоматика элементларини бундай турдаги бўғинларга ажратиш учун уларга қирувчи сигнал сифатида фақат амплитудаси бирга тенг бўлган сакрашсимон сигнал (66- а расм) қабул қилинган. Уларнинг такрорийлик тавсифи графигини олиш учун эса гармоник қирувчи сигналдан (66- в расм) фойдаланилади.

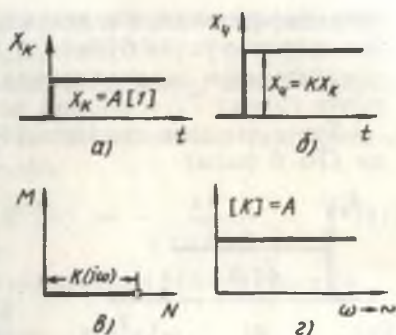
Бўғинларнинг ҳар бир турини алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

1. **Инерциясиз бўғин.** Инерциясиз бўғин қуйидаги алгебраик тенглама билан ифодаланади: $X_q = kX_k$, бунда X_k , X_q — бўғинга қирувчи ва ундан чикувчи сигналлар; k — сигнал узатиш ёки кучайтириш коэффициенти. Бу бўғин баъзан сигнал кучайтирувчи ёки сизимсиз (инерциясиз) бўғин деб ҳам юритилади. Бўғинга қирувчи ва ундан чикувчи сигналларнинг графиклари 69- а, б расмда кўрсатилган.

$$\text{Бўғиннинг сигнал узатиш функцияси } k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)}.$$

69-расм. Инерциясиз бўғин тавсифлари:

а — бўғинга кирувчи; б — чикувчи сигнал графиклари; в, г — бўғиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари.



Бўғиннинг комплекс сигнал узатиш функцияси $k(j\omega) = k$. Бу функциянинг модули $k(\omega) = k$, фазасининг такрорийлик бўйича силжиш бурчаги $\varphi(\omega) = \arctg 0 = 0$ бўлади.

Бўғиннинг такрорийлик тавсифлари 69-в, г расмда кўрсатилган.

Инерциясиз бўғинларга мисоллар сифатида электрон ёки яримўтказгичли сигнал кучайтиргичларни, потенциометрлар, реостатли датчик, рычаг, редуктор ва бошқаларни кўрсатиш мумкин.

2. Инерцияли (апериодик) бўғин қуйидаги дифференциал тенглама билан ифодаланади:

$$T \frac{dX_v(t)}{dt} + X_v(t) = kX_k, \quad (38)$$

бунда k — бўғиннинг кучайтириш (узатиш) коэффициент; T — бўғиннинг вақт доимийси.

Бўғиннинг сигнал узатиш функцияси $K(P)$ қуйидаги операторли тенгламага мувофиқ топилади:

$$(TP + 1)X_v(P) = kX_k(P),$$

$$k(P) = \frac{X_v(P)}{X_k(P)} = \frac{k}{TP + 1} = k \frac{\frac{1}{T}}{P + \frac{1}{T}}$$

ёки

$$X_v(P) = X_k(P) \cdot k \frac{a}{P + a}, \quad (39)$$

бунда

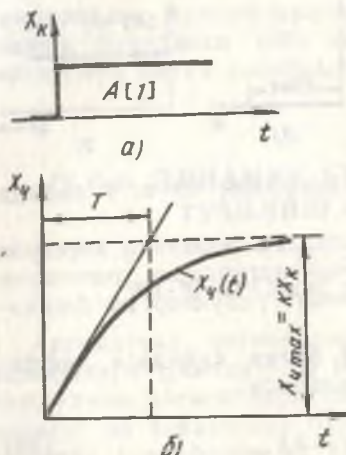
$$a = \frac{1}{T}.$$

Бўғиннинг ўтиш функцияси:

$$X_v(t) = kX_k(1 - e^{-\frac{t}{T}}). \quad (40)$$

(38) дифференциал тенгламани интеграллаш йўли билан ёки оператор усули бўйича, $X_u(P)$ га мувофиқ (39) Лаплас алмаштириши жадвалларидан топилади. Системага кىрувчи сигнал 70-а расмда келтирилган.

Ўтиш тавсифи графиги (40) формула бўйича қўрилади (70-б расм).



70- расм. Инерцияли бўғин тавсифлари:

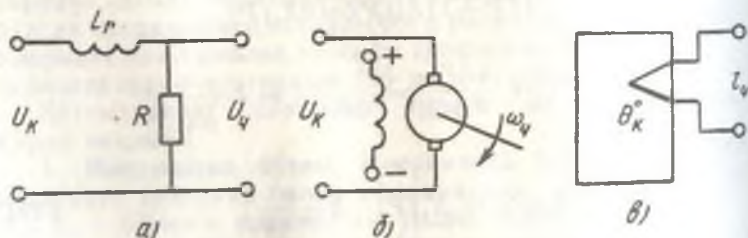
а — бўғинга кىрувчи сигнал графиги, б — ўтиш тавсифи (чىкувчи сигнал) графиги.

Инерцияли бўғинга мисоллар 71- расмда кўрсатилган.

Бўғиннинг такрорийлик бўйича узатиш функциясини топиш учун (39) формуладаги оператор P мавҳум аргумент $j\omega$ билан алмаштирилади. Ҳосил бўлган комплекс функцияни ҳақиқий ва мавҳум қисмларга ажратиб, бўғиннинг такрорийлик бўйича амплитудаси ва фаза силжиши тавсифларини ифодаловчи функциялар (41), (42) топилади:

$$k(j\omega) = \frac{k}{1 + T^2\omega^2} - j \frac{kT\omega}{1 + T^2\omega^2}$$

$$\text{ёки } k(j\omega) = N(\omega) - jM(\omega),$$



71- расм. Инерцияли бўғинлар:

а — тўрт кутбли электр занжири; б — ўзгармас ток юриткичи; в — термोजуфт.

бунда $N(\omega) = \frac{1}{1+T^2\omega^2}$ комплекс микдорнинг актив қисми, $M(\omega) = \frac{kT\omega}{1+T^2\omega^2}$ комплекс микдорнинг мавҳум қисми.

Бўғиндан чикувчи сигнал амплитудасининг такрорийлик бўйича ўзгаришининг тавсифи:

$$A(\omega) = \sqrt{N^2(\omega) + M^2(\omega)} = \frac{k}{\sqrt{1+T^2\omega^2}}. \quad (41)$$

Бўғин фаза силжишининг такрорийлик бўйича тавсифи:

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{M}{N} = -\arctg T\omega. \quad (42)$$

Инерцияли бўғиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари 68-расмда кўрсатилган. Инерцияли бўғиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари шуни кўрсатадики, агар системага кировчи сигнал (объектнинг юкланиши) юкори такрорийликда ўзгарса, бундай системада инерцияли бўғинни кўллаб бўлмайди. Чунки ундан чикувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ камайиб, фаза силжиши $\varphi(\omega)$ 90° гача ошиб кетади. Бу эса автоматик системанинг ишлашини ёмонлаштиради.

Инерцияли бўғиннинг параметрлари T ва K кўпинча тажриба асосида бўғиннинг ўтиш тавсифи графиги $X_u(t)$ орқали топилади. Инерцияли бўғин (68-а расм) ўзгармас ток кучланишига уланса, $U_k = iR$ бўғиндан чикувчи сигнал бўлади. Кировчи сигналнинг амплитудаси бирга тенг бўлган сакрашсимон сигнал ($U_k[1] = 220$ В) деб қабул қилинса, бўғинга кировчи сигнал ($U_k = 220$ В) таъсир қилган дақиқадан бошлаб, осциллограф ёрдамида ёзиб олинган график $U_u(t)$ бўғиннинг ўтиш графиги бўлади.

Ўтиш жараёни жуда секин борадиган элементларда, масалан, иссиқлик объектнинг ўтиш графиги (объект ҳароратининг ўзгариши) $\theta(t)$ ни термометр ҳамда секундомер ёрдамида ёзиб олиш ҳам мумкин. Бу маълумотлар асосида бўғиннинг ўтиш тавсиф графиги қурилиб (70-б расм), ундан бўғиннинг параметрлари T ва k аниқланади.

Козффициент k ни кировчи U_k ва чикувчи U_u кучланишлар (барқарор иш ҳолатидаги кийматлари) бўйича қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$k = \frac{U_{u \max}}{U_k}.$$

3. Сигнал тебрантирувчи бўғин. Сигнал тебрантирувчи бўғин автоматика элементларининг физик табиатидан катъи назар, кўпинча 2-тартибли дифференциал тенглама

$$T_1^2 \frac{d^2 X_u(t)}{dt^2} + T_2 \frac{dX_u(t)}{dt} + X_u(t) = kX_k \quad (43)$$

билан ифодаланади. Тенгламанинг ечими бўғиннинг тавсифий тенгламаси

$$T_1^2 \lambda^2 + T_2 \lambda + 1 = 0$$

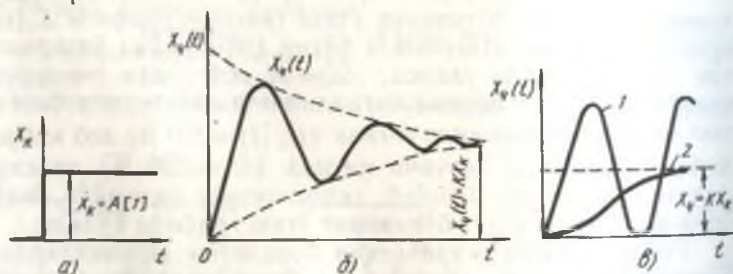
ва унинг илдизлари

$$\lambda_{1,2} = \frac{-T_2 \pm \sqrt{T_2^2 - 4T_1^2}}{2T_1^2}$$

асосида қуйидагича ёзилади:

$$X_u(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + kX_k,$$

бунда C_1 ва C_2 — тенгламанинг интеграллаш доимийликлари.



72- расм. Сигнал тебрантирувчи бўғин: а — бўғинга кирувчи (таъсир қилувчи) сигнал графиги; б, в — бўғиндан чикувчи сигнал тавсифлари.

Тавсифий тенгламанинг илдизлари қийматига кўра, системага кирувчи сигнал амплитудаси $A[1]$ бўлганда (72- а расм) дифференциал тенгламанинг ечими ва ўтиш тарзи графиги уч турли бўлади: 1) $T_2^2 - 4T_1^2 > 0$ бўлса, ўтиш тарзи графиги тебраниб сўнувчи (72- б расм); 2) $T_2=0$ бўлса, ўтиш тарзи графиги ўзининг хусусий такрорийлиги билан тебранувчи ва сўнмайдиган

(72- в расм, 1- график); 3) $T_2^2 - 4T_1^2 > 0$ бўлса, бўғиннинг ўтиш тарзи графиги тебранмайдиган — аperiодик характерга эга (72- в расм, 2- график) бўлади.

Автоматик системаларда ўтиш тарзи графиги тебраниб, сўнадиган бўғинлар кўп қўлланилади. Бундай бўғинларнинг тавсифий тенгламасининг илдизлари $T_2^2 - 4T_1^2 < 0$ шартга мувофиқ хакикий ва мавҳум қисмлардан иборат бўлади:

$$\lambda_{1,2} = -\frac{T_2}{2T_1^2} \pm j\frac{1}{T_1} \sqrt{1 - \frac{T_2^2}{4T_1^2}},$$

$j = (-1)$ эканини ҳисобга олганда

$$\lambda_{1,2} = -a \pm j\omega_0,$$

бунда

$$a = \frac{T_2}{2T_1^2}, \quad \omega_0 = \frac{1}{T_1} \sqrt{1 - \frac{T_2^2}{4T_1^2}}.$$

(43) тенгламанинг ечими қуйидагича бўлади:

$$X_u(t) = Ce^{-at} \sin(\omega_0 t + \varphi) + kX_k. \quad (44)$$

(44) ечим бўғиндаги ўтиш жараёнини такрорийлик ω_0 билан тебраниувчи ва сўнувчи

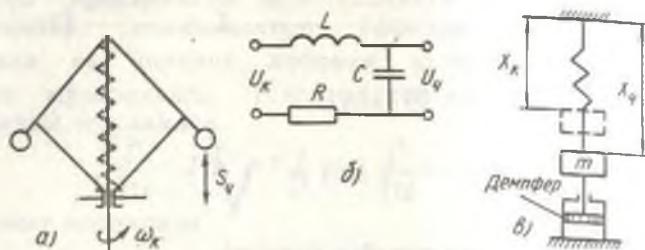
$$l \rightarrow \infty; X_u(t) \simeq kX_k$$

эканини кўрсатади. Бўғинга кирувчи сигнал $X_k = A[1]$ бўлгандаги ўтиш жараёни графиклари 72-б, в расмда кўрсатилган. Сигнал тебрантирувчи бўғинлар икки энергия сифимига эга бўлиши ва уларда тўпланган энергия бир сифимдан иккинчисига ўтиб туриши билан тавсифланади. Сифимларнинг бирида кинетик энергия йиғилса, иккинчисида потенциал энергия йиғилади ва аксинча, бу энергия турлари ўтиш жараёни давомида маълум такрорийлик ω_0 билан ўрин алмашиб туради.

Агар тебрантирувчи энергиянинг амплитудаси вақт ўтиши билан камая-борса, тебраниш сўнади, бундай бўғин сигнал тебрантирувчи турғун бўғин деб аталади.

Сигнал тебрантирувчи турғун бўғинларга мисол сифатида марказдан қочирма тахометр, конденсатор,

индуктивлик ва актив қаршиликлардан иборат электр занжири; тинчлантиргич (демпфер) қурилмасига эга бўлган пружинага осиб қўйилган масса каби қурилмаларни кўрсатиш мумкин (73- а, б, в расм).



73- расм. Сигнал тебранирувчи бўғинлар.

Сигнал тебранирувчи бўғиннинг узатиш функцияси-ни топиш учун (43) дифференциал тенгламани қуйдаги операторли тенглама билан алмаштирамиз:

$$(T_1^2 P^2 + T_2 P + 1) X_y(P) = k X_k(P).$$

Бўғиннинг узатиш функцияси $k(P)$ қуйдагича ёзилади:

$$k(P) = \frac{X_y(P)}{X_k(P)} = \frac{k}{T_1^2 P^2 + T_2 P + 1}.$$

Бўғиннинг такрорийлик функциясини топиш учун узатиш функциясидаги оператор P ни $j\omega$ билан алмаштирилади:

$$k(j\omega) = \frac{k}{-T_1^2 \omega^2 + jT_2 \omega + 1},$$

такрорийлик функциясининг модули:

$$[k(j\omega)] = A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{(1 - \omega^2 T_1^2)^2 + \omega^2 T_2^2}}.$$

фаза силжиш бурчаги

$$\varphi = \arctg \left(-\frac{\omega T_2}{1 - \omega^2 T_1^2} \right).$$

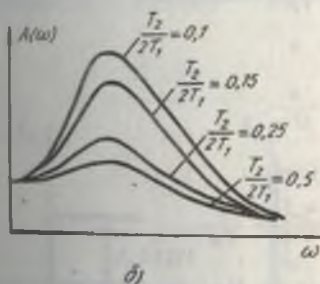
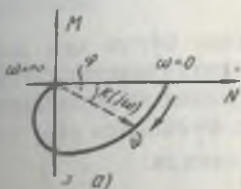
Бўғиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари 74- а б расмда кўрсатилган.

4. Интегралловчи бўгин. Бўгиндан чикувчи сигнал X_n бўгинга кирувчи сигналнинг вақт бўйича интегралига тенг бўлади:

$$X_n(t) = \frac{K}{T} \int X_n dt. \quad (45)$$

Бўгинга кирувчи сигнал $X_n = A[1]$ бўлгани учун (45) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

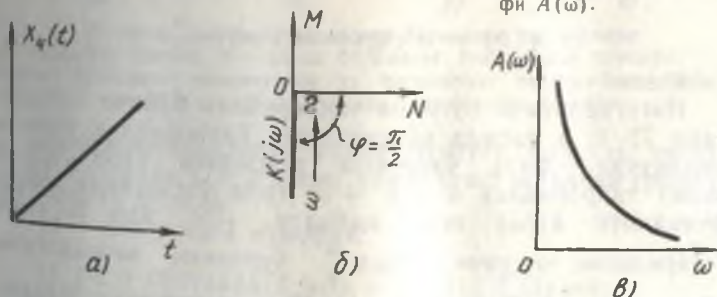
$$X_n(t) = \frac{K}{T} X_n \cdot t. \quad (46)$$



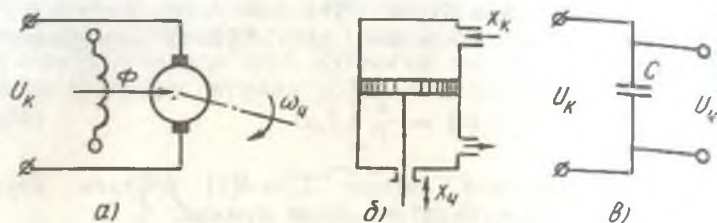
(46) формулага мувофиқ қўрилган интегралловчи бўгиннинг ўтиш тарзи графиги 75-а расмда кўрсатилган.

Интегралловчи бўгинга мисоллар сифатида: поршенли гидрокүриткич, ўзгармас ток электр күриткичи, идеаллаштирилган интегралловчи конденсаторли электр занжири ва бошқаларни кўрсатиш мумкин (76-а, б, в расм).

74-расм. Сигнал тебраниувчи бўгиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари: а — АФ нинг такрорийлик бўйича тавсифи $K(j\omega)$, б — А нинг такрорийлик бўйича тавсифи $A(\omega)$.



75-расм. Интегралловчи бўгиннинг тавсифлари: а — ўтиш тарзи графиги $X_n(t)$; б — АФ тавсифини такрорийлик бўйича тавсиф графиги; в — А ни такрорийлик бўйича графиги $A(\omega)$.



76-расм. Интегралловчи бўгинга мисоллар:
 а — электрюрткич, б — гидроюрткич; в — интегралловчи электр
 занжир

Интегралловчи бўгинларни астатик бўгин ҳам дейи-
 лади. Бунинг боиси унинг ўтиш тарзи тавсифи (75-а
 расм) тўғри чизикли ва тезлиги ўзгармас бўлишидир.

Интегралловчи бўгиннинг узатиш функцияси (45) тенг-
 ламага мувофиқ куйдагича ифодаланади:

$$k(P) = \frac{k}{TP},$$

такрорийлик функцияси эса

$$k(j\omega) = \frac{k}{jT\omega}.$$

Бундан вектор $k(j\omega)$ нинг модули

$$[k(j\omega)] = A(\omega) = \frac{k}{T\omega}$$

такрорийликнинг мусбат ораликда $0 \sim \infty$ ўзгаргандаги
 фазавий бурчаги

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg}(-\infty) = -\frac{\pi}{2}$$

топилади.

Интегралловчи бўгинни такрорийлик бўйича тавсиф-
 лари 75-б, в расмда кўрсатилган. Такрорийлик бўйича
 амплитуда — фаза ўзгариши тавсифига кўра (75-б
 расм) такрорийлик 0 дан $+\infty$ гача ўзгарганда унинг
 функцияси $k(j\omega)$ нинг қиймати $-\infty$ дан 0 гача
 ўзгаришини, чикувчи сигнал $\frac{\pi}{2}$ бурчакка кечикишини

кўриш мумкин. Такрорийлик бўйича амплитуда ўзгари-
 шининг тавсифи (75-в расм) такрорийлик ω ошиши
 билан чикувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ нинг камайиши-
 ни кўрсатади.

5. Дифференциалловчи бўгин. Дифференциалловчи бўгиндан чикадиган сигнал унга кирувчи сигналнинг ўзгариш тезлигига мутаносиб бўлади:

$$X_q(t) = T \frac{dX_k}{dt}. \quad (47)$$

Бунга мисол сифатида ўзгармас ток тахогенераторини кўрсатиш мумкин. Агар тахогенераторнинг кўзгатувчи магнит оқими ўзгармас $\Phi = \text{const}$ бўлса, унинг якоридан олинадиган Э. Ю. К. — е роторнинг бурчак тезлиги ω га мутаносиб:

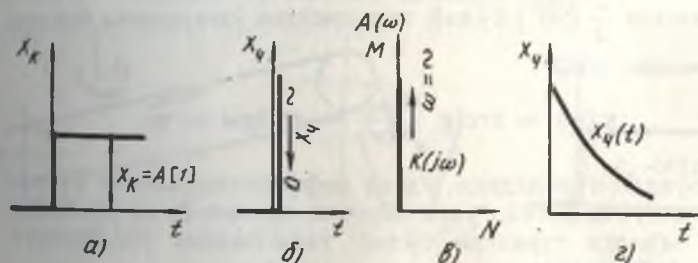
$$e_q = k\omega.$$

Бурчак тезлиги эса роторнинг бурилиш бурчагининг ўзгариш тезлигига мутаносиб бўлади:

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt},$$

бунда α — роторнинг бурилиш бурчаги. Шу туфайли

$$e_q = k \frac{d\alpha}{dt}.$$



77-расм. Дифференциалловчи бўгиннинг тавсифлари: а — кирувчи сигнал; б — идеал бўгиннинг ўтиш тарзи тавсифи; в — идеал бўгиннинг амплитудаси ва фазасининг такрорийлик бўйича тавсифи; г — реал бўгиннинг ўтиш тарзи тавсифи.

Дифференциалловчи идеал бўгинга кирувчи сигнал $A[1]$ бўлганда (77-а расм) унинг ўтиш жараёни графиги импульсли бўлади.

(47) формулага мувофиқ:

1) $t < 0$ бўлганда $X_k = 0$; $\frac{dX_k}{dt} = 0$, $X_q(t) = 0$;

2) $t = 0$ бўлганда $\frac{dX_k}{dt} = \infty$, $X_q(t) = \infty$;

3) $t > 0$ бўлганда эса $X_k = A[1] = \text{const}$ бўлгани учун $\frac{dX_k}{dt} = 0$; $X_q(t) = 0$ бўлади.

Дифференциалловчи идеал бўгиннинг сигнал узатиш функцияси (47) тенгламага мувофик қуйидагича ифодаланади:

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = TP.$$

Бўгиннинг такрорий тезлиги бўйича комплекс функцияси эса $k(j\omega) = jT\omega$, бунда $N(\omega) = 0$, $M(\omega) = \omega T$. Такрорийлик функциясининг модули

$$A(\omega) = |k(j\omega)| = \sqrt{N^2(\omega) + M^2(\omega)} = \omega T$$

бўлади. Бу формулага мувофик $\omega = 0$ бўлганда $A(\omega) = 0$, $\omega \rightarrow \infty$ бўлганда $A(\omega) \rightarrow \infty$. Хулоса шуки, ω 0 дан ∞ гача ўзгарганда такрорийлик функциясининг модули $A(\omega)$ ҳам 0 дан ∞ гача ўзгаради (77-в расм).

Комплекс функция аргументи $\varphi(\omega)$ нинг фазовий сурилиши $\frac{\pi}{2}$ (90°) бўлиб, такрорийлик ўзгаришига боғлиқ бўлмайди, яъни

$$\varphi(\omega) = \text{arctg} \frac{M(\omega)}{N(\omega)} = \text{arctg} \omega = \infty.$$

Бундан кўринадики, идеал дифференциалловчи бўгиндан чиқувчи сигнал унга кирувчи сигнал X_k га нисбатан 90° олдинга сурилган бўлиб, такрорийлик ўзгаришига боғлиқ бўлмайди.

Шундай қилиб, идеал дифференциалловчи бўгиннинг такрорийлик бўйича амплитуда — фаза тавсифи шунинг мусбат томонига жойлашган бўлади. Идеал дифференциалловчи бўгинни амалда тайёрлаб бўлмайди. Амалда қўлланидиган дифференциалловчи бўгинларда ўткинчи жараён оний тезликда ўтмайди, уларнинг дифференциал тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилади:

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = k \frac{dX_k}{dt}. \quad (47)$$

Бўгинга кирувчи сигнал $X_k = A[1]$ бўлгани учун

$\frac{dX_k}{dt} = 0$ бўлишини ҳисобга олиб, (47) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = 0 \text{ ёки } TP + 1 = 0. \quad (48)$$

(48) тенгламанинг ечими

$$X_q(t) = Ce^{Pt} = Ce^{-\frac{t}{T}} \quad (49)$$

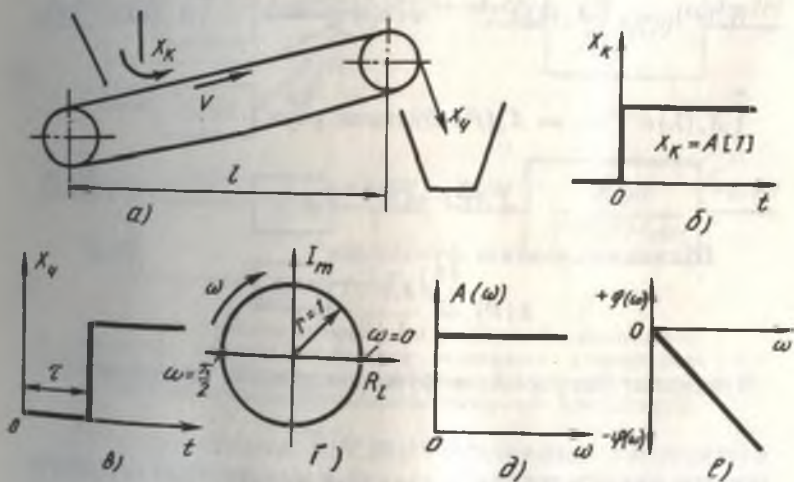
бўлади, бунда C — интеграллаш доимийси, $P = -\frac{1}{T}$ — тавсиф тенгламанинг илдиши. (49) формулага мувофиқ $t=0$ бўлганда, $X(t) = C$; $t \rightarrow \infty$ бўлганда $X_q = 0$ бўлади.

Реал дифференциалловчи бўғиннинг ўтиш тарзи тавсифи 77-г рasmда кўрсатилган.

6. Сигнал кечиктирувчи бўғин. Бундай бўғиннинг математик модели қуйидагича ифодаланади:

$$X_q(t) = X_k(t - \tau),$$

бунда τ — чикувчи сигналнинг кечикиш вақти.



78-рasm. Сигнал кечиктирувчи бўғин:

а — транспортёр; б — кивувчи сигнал графиги; в — чикувчи сигнал графиги; г — бўғиннинг такрорийлик бўйича АФ ўзгаришининг тавсифи; д — бўғиннинг такрорийлик бўйича амплитудаси ўзгаришининг тавсифи; е — бўғиннинг фаза силжишининг такрорийлик бўйича тавсиф графиги.

Бундай бўғинларга транспортёр оркали пахта маҳсулотларини узатиш қурилмасини мисол қилиб кўрсатиш мумкин (78- а расм). Транспортёрга сигнал $X_k = A[1]$ бўлади (78- б расм) ёки унга пахта маҳсулоти тушади.

Транспортёрнинг сурилиш тезлиги v ва материални узатиш оралиғи l бўлса, соф кечикиш вақти $\tau = \frac{v}{l}$ бўлади.

Сигнал кечиктирувчи бўғиннинг узатиш функциясини топамиз. Бунинг учун Лаплас алмаштиришидан фойдаланамиз:

$$X_q(P) = \int_0^{\infty} X_k(t) e^{-Pt} dt.$$

Формуладаги $X_k(t)$ ўрнига $X_k(t-\tau)$ қўйилса, $X_q(P) = \int_0^{\infty} X_k(t-\tau) e^{-Pt} dt$ бўлади. Агар $t-\tau = \lambda$ дейилса,

$$X_q(P) = \int_0^{\infty} X_k(\lambda) e^{-P(\lambda+\tau)} d(\lambda+\tau) = e^{-P\tau} \int_0^{\infty} X_k(\lambda) e^{-P\lambda} d\lambda,$$

$$\int_0^{\infty} X_k(\lambda) e^{-P\lambda} d\lambda = X_k(P) \text{ бўлгани учун}$$

$$X_q(P) = e^{-P\tau} X_k(P).$$

Бўғиннинг узатиш функцияси

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = e^{-P\tau}.$$

Бўғиннинг такрорийлик бўйича комплекс функцияси

$$k(j\omega) = e^{-j\omega\tau}.$$

Такрорийлик бўйича функциянинг модули $A(\omega) = 1$ такрорийликка боғлиқ бўлмайди (78- г расм).

Такрорийлик бўйича комплекс функциянинг аргументи

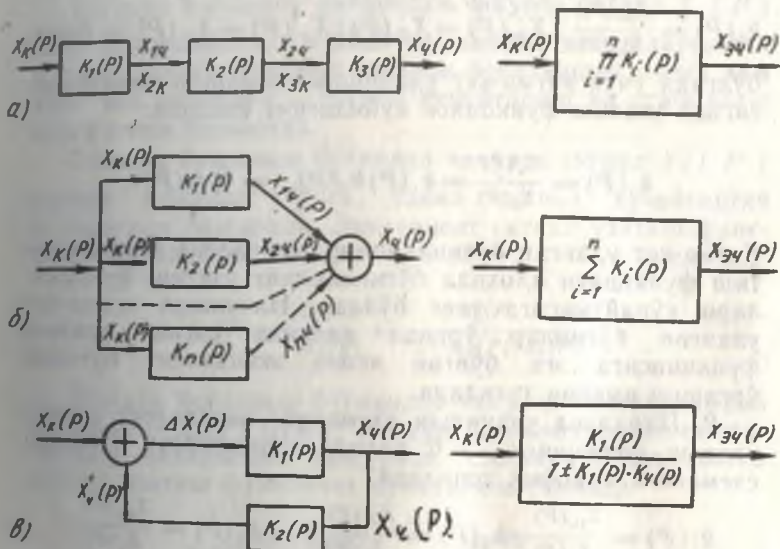
$$\varphi(\omega) = -\omega\tau$$

такрорийлик 0 дан ω гача ўзгарганда фазавий кечикиш (сурилиш) $\varphi(\omega)$ 0 дан $-\infty$ гача ошади (78-е расм).

Бўғиннинг амплитуда — фазасининг такрорийлик бўйича тавсифи радиуси 1 га тенг бўлган доира бўлишини кўрамиз (78-г расм).

9.2- §. АРСнинг тузилиш схемалари ва эквивалент алмаштириш усуллари

Автоматик схемаларни текшириш учун системанинг асосий ва функционал схемаларидан бошқа уларнинг тузилиш схемаси ҳам катта роль ўйнайди. Тузилиш схемаси АРСнинг динамик иш ҳолатларини текшириш ва таҳлил қилишни бирмунча осонлаштиради.



79- расм. Тузилиш схемаларини эквивалент алмаштириш: а — кетма-кет уланган бўғинларни эквивалент алмаштириш; б — параллел уланган бўғинларни эквивалент алмаштириш; в — тесқари бўғламинида схема бўғинларини эквивалент алмаштириш.

Тузилиш схемаси АРСнинг функционал схемасидаги функционал элементлар ўрнига уларнинг сигнал узатиш функциялари қийматини қўйиш йўли билан тузилади ва АРСнинг қандай динамик бўғин турларидан тузилганлигини, уларнинг бўғланиши ва ўзаро таъсир йўналишларини кўрсатиб туради (79- расм).

АРСнинг тузилиш схемаларида асосан уч хил ўзаро боғланиш бўлиши мумкин. Улар кетма-кет, параллел уланган бўғинлар ва тескари боғланишли бўғинлардан иборат бўлади. АРС схемаларига кирувчи бундай боғланишли бўғинларни эквивалент бўғинларга алмаштириш йўли билан АРСнинг тузилиш схемаси соддалаштирилади. Куйида кетма-кет, параллел уланган ҳамда тескари боғланишли схемаларининг эквивалент тузилиш схемасига келтириш усуллари билан танишамиз.

1. Кетма-кет уланган бўғинларни эквивалент бўғин билан алмаштириш (79-а расм).

$$\text{Схемага мувофик } k_1(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)}; \quad k_2(P) = \frac{X_{2q}(P)}{X_{2k}(P)};$$

$$k_3(P) = \frac{X_{3q}(P)}{X_{3k}(P)}; \quad X_{1q}(P) = X_{2k}(P); \quad X_{2q}(P) = X_{3k}(P) \text{ ва бошқ.}$$

бўлгани учун кетма-кет уланишли схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси куйидагича ёзилади:

$$k_s(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = k_1(P) k_2(P) \dots = \prod_{i=1}^n k_i(P).$$

Кетма-кет уланган бўғинларнинг эквивалент сигнал узатиш функцияси алоҳида бўғинларнинг узатиш функциялари кўпайтмасига тенг бўлади. Натижада кетма-кет уланган бўғинлар ўрнида алоҳида сигнал узатиш функциясига эга бўлган ягона эквивалент бўғинни ўрганиш имкони туғилади.

2. Параллел уланишли схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси 79-б расмда кўрсатилган тузилиш схемасига мувофик топилади:

$$k_1(P) = \frac{X_{1q}(P)}{X_k(P)}; \quad k_2(P) = \frac{X_{2q}(P)}{X_k(P)}; \dots; \quad k_n(P) = \frac{X_{nq}(P)}{X_k(P)}.$$

Бу схемага кирувчи сигнал $X_k(P)$ ҳамма бўғинлар учун бир хил бўлади. Бўғинлардан чикадиган сигналлар ҳар хил кийматга эга бўлиб, уларнинг ҳар бирини сигнал узатиш функцияси билан белгиланади.

Схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси куйидагича ифодаланади:

$$k_s(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = k_1(P) + k_2(P) + \dots + k_n(P) = \sum_{i=1}^n k_i(P).$$

3. Тескари боғланишли схеманинг (79- в расм) эквивалент сигнал узатиш функцияси $k_1(P) = \frac{X_q(P)}{\Delta X(P)}$.

$$k_2(P) = \frac{X'_q(P)}{X_q(P)} \text{ хамда}$$

$\Delta X(P) = X_k(P) \pm X'_k(P)$ тенгламалар асосида топилади ва куйидагича ёзилади:

$$k_3(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k_1(P)}{1 \pm k_1(P) \cdot k_2(P)}.$$

Тескари боғланиш бўғинидан чикувчи сигнал $X_q(P)$ икки хил ишорага — мусбат ва манфий ишораларга эга бўлади. Шунга мувофиқ тескари боғланишли схема ҳам икки хил вазифани — сигнал кучайтириш ва стабиллаш вазифасини бажаради.

Тескари боғланиш бўғиндан чикувчи сигнал $X_q(P)$ мусбат ишорали бўлса, схема сигнал кучайтиргич вазифасини бажаради. Эквивалент сигнал узатиш функцияси куйидагича ёзилади:

$$k_3(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k_1(P)}{1 - k_1(P) \cdot k_2(P)}.$$

Тескари боғланиш бўғинидан чикувчи сигнал манфий ишорали — $X_q(P)$ бўлса, тескари боғланишли схема стабиллаш вазифасини бажаради. Схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси куйидагича ёзилади:

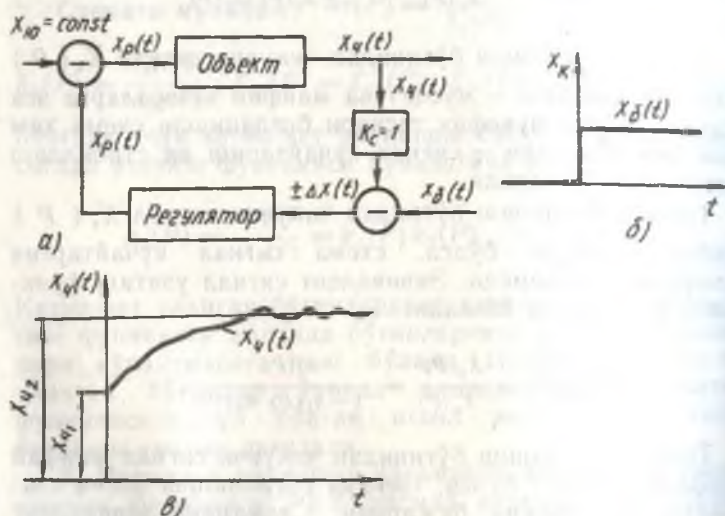
$$k_3(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k_1(P)}{1 + k_1(P) \cdot k_2(P)}.$$

Автоматик ростлаш системаларини тузиш учун стабилловчи тескари боғланиш схемасидан ва сигнал узатиш функциясидан фойдаланилади. Бунда тескари боғланиш занжиридан чикувчи сигнал $X_q(P)$ нинг ишораси системага кирувчи сигнал $X_k(P)$ нинг ишорасига нисбатан карама-карши йўналишда, яъни манфий ишора билан боғланган бўлади, бу эквивалент сигнал узатиш коэффициентининг камайишини ва чикувчи сигнал $X_{\text{н}}(P)$ нинг стабиллашувини таъминлайди.

Х 6 0 6. ТУРГУНЛИК ВА АРСнинг ИШ СИФАТИ

10.1- §. АРСдаги ўтиш жараёnlари тўғрисида

АРС динамик система бўлгани учун ташки таъсирлар унинг мувозанат ҳолатига таъсир қилади, ростланувчи параметр $X_u(t)$ вақт ўтиши билан ўзгариб, янги қийматга эга бўлади ёки ўзининг олдинги қийматига қайтиб келади. Ростланувчи параметрнинг вақт бўйича бундай ўзгариши ростланиш жараёни ёки ўтиш жараёни деб



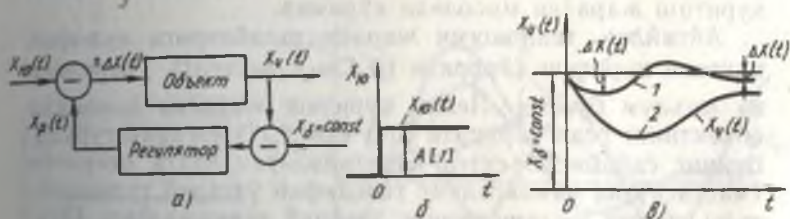
80- расм. Бошқариш канали бўйича ростлаш:

а — АРС схемаси; б — системага бошқариш канали бўйича қирувчи сигнал; в — ўтиш тарзи графиги $X_u(t)$; X_{u1} , X_{u2} — ростланувчи параметрнинг олдинги ва кейинги барқарор ҳолатларидаги қийматлари.

аталади. Ўтиш жараёни ростланувчи параметрнинг ўзгариш графиги $X_u(t)$ билан тавсифланади. АРСнинг ўтиш жараёни графиклари унинг дифференциал тенгламаларининг ечими ёки эксперимент асосида қўрилади. Биз энг олдин биринчи даражали дифференциал тенглама билан ифодаланадиган (объект аperiодик бўгин, регулятор эса инерциясиз бўгин бўлганда) энг оддий стабилловчи АРСнинг ўтиш жараёни графигини кўра-миз. Бунинг учун унга қирувчи сигнал сифатида ўзгармас амплитудали сакрашсимон ташки таъсир $X_{uA}[1]$ курса-

тилади ва системадан чикувчи сигналнинг (ростланувчи параметрнинг) вақт бўйича ўзгариши $X_u(t)$ ёзиб олиниб, ўтиш жараёни графиги қурилади ва шу график асосида АРСнинг сифат кўрсаткичлари таҳлил қилинади.

1. Бошқариш канали бўйича АРСга таъсир кўрсатиш системасининг функционал схемаси 80-а расмда, системага бошқариш канали бўйича қирувчи (бошқарувчи) сигнал X_6 80-б расмда ва бундай бошқарувчи сигнал таъсирида АРСнинг бир барқарор ҳолатдан иккинчисига ўтиш графиги 80-в расмда кўрсатилган. Бунда объектнинг юкланиши ўзгармас $X_u(t) = \text{const}$ ва бошқа тасодикий ташки таъсирлар йўқ деб фараз қилинган бўлади. Бошқариш канали бўйича АРСга таъсир кўрсатиш жараёнида регулятор ростланувчи параметр қиймати $X_p(t)$ нинг олдинги бир микдор X_{p1} дан иккинчи чикувчи микдор X_{p2} га юкори аниқликларда ўтишини таъминлаш вазифасини бажаради.



81-расм. Юкланиш канали бўйича ростлаш:

а — АРС схемаси; б — юкланиш канали бўйича системага қирувчи сигнал графиги; в — ўтиш жараёнлари графикалари; 1 — регулятор бор бўлганда, 2 — регулятор бўлмагандаги, $X_6 = \text{const}$ — ростланувчи параметрнинг берилган қиймати.

2. Объект юкланишининг ўзгариши ва объектга тасодикий ташки таъсирлар $X_u(t)$ канали бўйича бошқариш вужудга келадиган ўтиш жараёнларини текшириш 81-а расмда кўрсатилган схемага мувофиқ бажарилади. Бунда регулятор технологик жараён давомида ростланувчи параметрнинг берилган қийматини бир меъёрда сақлаб туриш вазифасини бажаради. Бунинг учун регулятордан чикадиган сигнал $X_p(t)$ юкланишнинг ўзгариши билан пайдо бўладиган, системага қирувчи $X_u(t)$ ҳар қандай ташки таъсирга қарама-қарши йўналган бўлади.

Агар регулятордан чикадиган сигнал $X_p(t)$ нинг амплитудаси ва ўзгариш фазаси объект юкланишининг

Ўзгариши натижасида пайдо бўладиган ташки таъсир $X_0(t)$ нинг (81-б, расм) амплитудаси ва ўзгариш фазасига тенг бўлса, АРСда ўтиш жараёни сезилмайдиган даражада ўтган ва ростланувчи параметр киймати ўзгармаган бўлар эди. Реал шароитда бундай бўлмайди. Бунинг сабаби АРСнинг инерцион система эканлиги натижасида унинг занжиридаги ростловчи сигнал $X_p(t)$ юкланиш сигнали $X_0(t)$ га нисбатан кечикиб пайдо бўлади, юз берган оғишни бутунлай йўқ қилолмайди. Регуляторнинг инерционлиги туфайли ҳар доим регулятордан чиқадиган ростловчи сигнал $X_p(t)$ нинг амплитудаси ва фаза ўзгаришида ташки таъсир $X_0(t)$ ўзгаришига нисбатан кечикиш ва микдорий камайиш мавжуд бўлади. Бу эса ростлаш хатоси

$$\pm \Delta X(t) = X_0(t) - X_p(t)$$

ни келтириб чиқаради. Ўтиш жараёнининг бу турини бир сигимли (энг оддий) иссиқлик объектларида, материал қуритиш жараёни мисолида кўрамиз.

Айтайлик, технологик жараён талабларига мувофиқ пахтани қуритиш ҳарорати ($\theta_0 C = X_0 = \text{const}$) берилган ва маълум бўлсин. Лекин қуритиш жараёни давомида объектнинг реал ҳарорати $\theta(t)$ ёки $X_q(t)$ ўзгариб туради. Бунинг сабаби объектга киритиладиган пахта оғирлиги (массаси) ва намлигининг тасодифан ўзгариб туришида, яъни объект юкланишининг ўзгариб туришидадир. Объект ҳароратининг барқарорлигини таъминлаш учун регулятор объектга келадиган иссиқлик энергияси микдорини ҳарорат ўзгаришига мувофиқ ўзгартириб туради. Объект ҳарорати камайса ($X_q(t) < X_0$), регулятор объектга келадиган иссиқлик энергиясини оширади ва, аксинча, объект ҳарорати ошганда ($X_q(t) > X_0$) регулятор объектнинг ростловчи органи (жўмрак, тикин, тўсиқ, автотрансформатор ва бошқалар) га таъсир этиб объектга келадиган иссиқлик энергияси микдорини камайтиради.

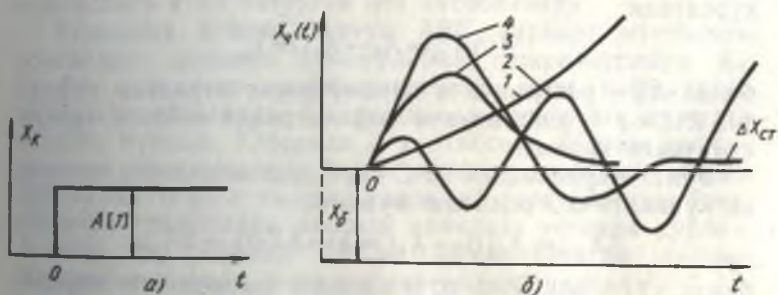
Объект ҳароратини ростлаш жараёнининг графиги 81-в расмда кўрсатилган. Объект юкланиши (пахта микдори ва намлиги) сакрашсимон $X_k(t) = A[1]$ ошса, унинг ҳарорати камая бошлайди. Регулятор бунга қарши таъсир кўсатиб, объектга келадиган энергия иссиқ ҳаво микдорини оширади. Натижада объект ҳарорати (ростланувчи параметр $X_q(t)$) вақт ўтиши билан қайта тикланади (81-в расм 1-график).

Такқослаш мақсадида 81-в расмда ростланувчи параметрнинг регулятор бўлмаган ҳолдаги графиги ҳам кўрсатилган (2-график).

10.2- §. Ўтиш жараёнларининг турлари

Автоматик ростлаш системаларига ташки сигнал $X_c = A[1]$ таъсир қилганда (82-а расм) юз бериши мумкин бўлган ўткинчи жараёнлар ва уларнинг турлари ростланувчи параметрнинг ўткинчи ҳолат давомида қандай ўзгаришини кўрсатадиган ўтиш тарзи графиклари билан тавсифланади (82-б расм). Бу графиклар ростланувчи параметрнинг берилган қиймати $X_c = \text{const}$ ва ташки таъсир $X_u(t)$ нинг сакрашсимон ўзгариши мавжуд бўлган шароит учун қурилган. АРСнинг ростлаш хатоси ҳамма графиклар учун

$$\Delta X(t) = X_c - X_u(t)$$



82- расм. Ўтиш жараёнлари графиклари — $X_u(t)$

бўлади. Ўтиш жараёнининг энг оғири 1-график билан тасвирланган. Графикка кўра ростланувчи параметр ва АРС ни ростлаш хатосининг абсолют қиймати монотон тарзда ошади. Реал системада бундай ўзгариш узоққа чўзилмайди, автоматик ҳимоя системаларининг ишлаши натижасида технологик жараён тўхтайтиди. Бу ҳилдаги ўтиш жараёни кўпинча регуляторнинг нотўғри улашиши, тесқари боғланиш занжирининг манфий ишора ўрнига мусбат ишора билан боғланиши оқибатида юз беради. 2-график ҳам АРС нинг нотурғунлигини кўрсатади. Лекин бунда тесқари боғланиш занжири тўғри (манфий ишора билан) уланганлигига қарамай, система ўз турғунлигини бир неча тебранишдан сўнг йўқотади. Бу

хол регуляторнинг узатиш коэффициентининг катта бўлишига, объектнинг ўтиш жараёни тавсифида кечикиш борлигига ва умуман объектнинг ўтиш жараёни тавсифида кечикиш борлигига ва умуман объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ бўлади.

Қолган 3 ва 4-графиклар ростланувчи параметрнинг берилган киймати X_0 га яқинлашувини, турғунлиги бор бўлган ўтиш жараёнини тасвирлайди. 3-график аperiодик жараёни, 4-график эса тебраниб сўнувчи жараёни тасвирлайди. Турғун жараёнларда абсолют хато киймати вақт ўтиши билан камаяди, АРС ўзининг янги турғун ҳолатига ўтади.

Регуляторнинг қайси турга тегишли эканига қараб янги турғун ҳолатда ростланувчи параметр ўзининг олдинги кийматига қайтиши ёки бирор янги кийматга эга бўлишини кўриш мумкин. Агар ростланувчи параметр ўтиш жараёни натижасида бирор янги кийматга эга бўлса, унда бу АРСнинг статик хатоси борлигини кўрсатади:

$$\pm \Delta X_{\text{ст}} = X_0 - X_q(\infty),$$

бунда X_0 — ростланувчи параметрнинг берилган киймати; $X_q(\infty)$ — ростланувчи параметрнинг кейинги турғун ҳолатдаги киймати.

Ўтиш жараёнидаги АРС нинг динамик ҳолати хатосини куйидагича ифодалаш мумкин:

$$\Delta X_{\text{дин}} = X_q(t) - X_q(\infty) = \Delta X(t) - \Delta X_{\text{ст}},$$

бунда $\Delta X(t) = X_q(t) - X_0$ — ростлаш жараёнининг умумий хатоси, $\Delta X_{\text{ст}}$ — системанинг статик ҳолатдаги ростлаш хатоси.

10.3-§. АРС нинг турғунлиги

АРС ростланувчи параметрнинг кийматини, бирорта ташки таъсир бўлишига қарамай, берилган қўйимга мувофиқ саклаб тура олса, у ўз функциясини бажара оладиган турғун система ҳисобланади. Ташки таъсирлар сифатида, кўпинча сакрашсимон ўзгарадиган, амплитудаси $A[1]$ бўлган ёки гармоник ўзгарувчи таъсирлардан фойдаланилади. Чунки бундай таъсирлар объект юкланишининг ўзгаришини ўзида кўпроқ акс эттиради. Объект юкланиши шундай таъсир кўрсатиб ўзгарганда ростланувчи параметрнинг берилган

кийматга кайтиб келишини таъминлайдиган АРС меъ-
ёрли ишлаш имкониятига, яъни турғунликка эга бўлади.
АРС нинг бундай имконияти ўтиш жараёни графиклариға
(82- расм) мувофик аниқланади.

Ростланувчи параметр ўтиш жараёни оқибатида
тебранувчи ва берилган баркарор режимга яқинлаш-
майдиган бўлса, бундай АРС нинг баркарорлиги йўқ
хисобланади ва амалда қўлланилмайди.

Тавсиф графиги чизикли бўлган АРС ларнинг ўтиш
жараёни графиклари аperiодик ёки тебраниб-сўнуvчи
хусусиятга эга бўлгандагина улар турғун бўлади.

АРСнинг турғунлиги объект ва регуляторнинг дина-
мик тавсифлари ўзаро қай даражада мослашганига
боғлиқ, лекин баъзи ҳолларда юқорида қўрилган жараён
тавсифида кечикиш мавжуд бўлган статик объект
ва интегралловчи регулятордан тузилган АРС ҳеч
қачон турғун бўлмаслиги маълум. Бундай АРСлар
тузилишига кўра нотурғун деб хисобланади.

Тузилиши бўйича турғун АРС ларнинг кўпчилиги
объектнинг динамик тавсифларини, параметрлари K_0 ,
 T_0 ёки регулятор коэффициентлари K_p нинг кийматлари
маълум нисбатларда ўзгарсагина нотурғунлик вужудга
келиши мумкин. Юқорида 3- тартибгача бўлган диффе-
ренциал тенгламалар билан ифодаланган энг оддий
АРСларни таҳлил қилиш, уларнинг турғунлигини ўтиш
жараёни графиклари асосида аниқлаш усулини кўрдик.
Аслида ҳар қандай АРСни ифодалайдиган диффе-
ренциал тенгламалар юқори тартибли бўлади:

$$\begin{aligned} a_n \frac{d^n X_q}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} X_q}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dX_q}{dt} + a_0 X_q = \\ = b_m \frac{d^m X_k}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} X_k}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dX_k}{dt} + b_0 X_k. \end{aligned} \quad (50)$$

Бундай юқори тартибли тенгламалар билан ифодалана-
диган мураккаб АРСларнинг турғунлигини таҳлил
қилишнинг умумий усулини А. М. Ляпунов тавсия
қилган, АРС турғун бўлиши учун зарур ва етарли бўлган
шарт-шароитларни аниқлаган. Ляпунов методи ёпик
занжирли юқори тартибли АРСнинг турғунлигини ани-
қлашда кенг қўлланилади. У тўғри мутаносибликка
эга бўлган (чизикли) динамик системаларнинг турғун-
лигини уларнинг ихтиёрий ҳаракатини ифодалайдиган

дифференциал тенгламаларни таҳлил қилиш асосида аниқлаш мумкинлигини кўрсатиб берган.

Системанинг ихтиёрий ҳаракатини ифодалайдиган дифференциал тенглама қуйидагича ёзилади, (50) тенгламанинг ўнг томони бўлмайди:

$$a_n \frac{d^n X_q(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} X_q(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dX_q(t)}{dt} + a_0 X_q(t) = 0 \quad (50)$$

Бундан АРС нинг характеристик тенгламаси Лаплас ўзгартиришига мувофиқ қуйидагича ёзилади:

$$a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_1 P + a_0 = 0. \quad (51)$$

Тенгламанинг умумий ечими

$$X_q^{y_{TK}}(t) = \sum_{i=1}^n C_i e^{P_i t}, \quad (52)$$

бунда P_i — характеристик тенгламанинг илдизлари; n — тенгламанинг тартиби; C_i — интеграллаш доимийси.

Ечим ифодасини таҳлил қилганда ростланувчи параметрнинг ихтиёрий ҳаракати сўнувчи бўлиши, тенгламанинг ҳамма ечимлари нолга интилиши ($t \rightarrow \infty$;

$X_q^{y_{TK}}(t) \rightarrow 0$) шарт ва бунинг учун тавсиф тенгламасининг ҳамма илдизлари манфий ($P_i < 0$) бўлиши керак. Бу ҳолда аperiодик ўтиш жараёнини ифодаловчи ҳамма экспонентлари сўнувчи бўлади.

Агар характеристик тенгламанинг ечимида бирор комплекс қўшалок илдиз $P = \alpha + j\delta$ бўлса, ўтиш жараёни тебранувчи бўлади. Ўтиш жараёнининг амплитудаси сўнувчи бўлиши учун комплекс қўшалок илдизнинг ҳақиқий қиймати манфий $\alpha_i < 0$ бўлиши етарли, чунки унинг мавҳум қисми ўтиш жараёнининг амплитудаси ўзгаришига таъсир кўрсатмайди.

Хулоса шуки, чизикли АРС турғун бўлиши учун система тавсиф тенгламасининг ҳамма ҳақиқий илдизлари P_i ёки илдизларнинг ҳамма ҳақиқий қисмлари α_i манфий қийматга эга бўлиши шарт.

Агар тавсифий тенглама илдизларидан биронтаси нолга тенг ва қолганлари манфий ҳақиқий қийматга эга бўлса, бундай система нейтрал ёки астатик система бўлиб қолади. Системанинг ташки таъсирдан кейинги мувозанат ҳолати ростланувчи параметрнинг қиймати-га боғлиқ бўлмайди.

Ҳақиқатан, агар илдиэларнинг биронтаси P_k да ($1 \leq k \leq n$) бўлса, (52) ифодани $X_q^{y_{tk}}(t) = C_k e^{P_k t} + \sum_{i=1}^{n-1} C_i e^{P_i t}$ кўринишда ёзиш мумкин. Агар илдиэ $P_k = 0$ бўлса,

$$X_q^{y_{tk}}(t) = C_k + \sum_{i=1}^{n-1} C_i e^{P_i t}$$

системанинг мувозанат ҳолатида ($t = \infty$): $X_q^{y_{tk}} = C_k \neq 0$. Бундан кўринадики, нейтрал АРСларда ўтиш жараёни тугаганда ҳам ростланувчи параметр $X_q^{y_{tk}}(t)$ нолга тенг бўлмайди, балки унинг $C_k \neq 0$ бўлган киймати сақланиб қолади.

Агар тавсифий тенгламанинг илдиэларидан биттаси мусбат ишорага ёки ундаги комплекс илдиэнинг ҳақиқий қисми мусбат кийматга эга бўлса, бундай АРС турғун бўлмайди. Ростланувчи параметр ихтиёрий ҳаракат давомида чексиз ошиб кетишга интилади. Шундай қилиб, қизикли АРС нинг турғунлигини таҳлил қилиш унинг тавсифий тенгламаси илдиэларини ҳисоблашдан иборат бўлиб қолади.

1, 2 ва 3- тартибли системаларнинг тавсифий тенгламалари илдиэларини ҳисоблаш унча қийинчилик туғдирмайди, аммо ундан юқори тартибли системаларнинг илдиэларини ҳисоблаш қийин ва ЭХМсиз мумкин бўлмайди. Шу сабабли амалда турғунликни таҳлил қилиш алоҳида мезонларга мувофиқ бажарилади. Бундай мезонлар турғунлик тўғрисидаги маълумотни тенглама илдиэларини ҳисобламасдан аниқлаш имконини беради.

Ҳозирги пайтда АРС баркарорлигини (турғунлигини) аниқлаш учун алгебраик ва такрорийлик мезонларидан фойдаланилади.

Турғунлиқнинг алгебраик мезонлари сифатида Раус-Гурвиц такрорийлик мезонлари сифатида Михайлов мезонини кўрсатиш мумкин.

Раус-Гурвиц мезони. Турғунлиқнинг алгебраик (Раус-Гурвиц) мезони АРСнинг тавсифий тенгламаси коэффициентлари бўйича тузилади.

Системанинг тавсифий тенгламаси 1 тартибли бўлса, $a_0 P + a_1 = 0$, унинг турғунлиги учун тавсифий тенглама

коэффициентлари a_0 ва a_1 мусбат кийматларга эга $a_0 > 0$ ва $a_1 > 0$ бўлиши зарур ҳамда етарли.

Системанинг тавсифий тенгламаси 2- тартибли бўлса,

$$a_0 P^2 + a_1 P + a_2 = 0$$

системанинг тургунлиги учун унинг коэффициентлари $a_0 > 0$, $a_1 > 0$ ва $a_2 > 0$ бўлиши зарур ва етарли.

Системанинг тавсифий тенгламаси 3- тартибли бўлса,

$$a_0 P^3 + a_1 P^2 + a_2 P + a_3 = 0$$

система тургун бўлиши учун унинг коэффициентлари $a_0 > 0$, $a_1 > 0$, $a_2 > 0$ ва $a_3 > 0$ бўлиши зарур, лекин етарли бўлмайди. Энди қўшимча шарт бўлиши талаб қилинади: $a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0$.

АРСнинг тавсифий тенгламаси 4- тартибли бўлса,

$$a_0 P^4 + a_1 P^3 + a_2 P^2 + a_3 P + a_4 = 0, \quad (51)$$

унинг тургун бўлиши учун тенгламанинг ҳамма коэффициентлари мусбат бўлиши $a_0 > 0$, $a_1 > 0$, $a_2 > 0$, $a_3 > 0$ ва $a_4 > 0$ ҳамда қуйидаги қўшимча шарт $a_1 a_2 a_3 - a_1^2 a_4 - a_0 a_3^2 > 0$ бажарилиши зарур.

Юкори тартибли системалар учун зарур ва етарли шартлар ҳам шу йўсинда Раус-Гурвиц томонидан тузилган алохида жадвалга мувофик аниқланади.

Мисол. АРСнинг тавсифий тенгламаси $P^3 + 3P^2 + 7P + 4 = 0$ берилган; бунда $a_0 = 1$, $a_1 = 3$, $a_2 = 7$ ва $a_3 = 4$, тенглама коэффициентлари a_0 , a_1 , a_2 ва a_3 мусбат кийматларга эга бўлгани ва қўшимча шарт $a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0$ ёки $3 \cdot 7 - 1 \cdot 4 > 0$ ҳам мавжудлиги учун Раус-Гурвиц мезонига мувофик, текширилаётган АРС тургун система ҳисобланади.

Михайлов мезони. Такрорийлик мезони сифатида олим Михайлов томонидан 1938 йилда таклиф этилган геометрик мезон билан танишамиз. АРС тургунлигини аниқлаш усулига кўра системанинг тавсифий тенгламаси (51) даги оператор P комплекс такрорийлик ёки мавҳум аргумент $j\omega$ билан алмаштирилади. Натижада системанинг тавсифий тенгламаси ҳақиқий ва мавҳум кийматлардан иборат комплекс тенглама

$$D(j\omega) = a(\omega) + jb(\omega)$$

га айланади. Комплекс юза текислигида такрорийликни $\omega=0$ дан $\omega=\infty$ гача ўзгартириб тенглама $D(j\omega)$ векторини соат стрелкасига тескари томонга айлантирилса, $D(j\omega)$ векторининг годографи ҳосил бўлади. Бундай годограф Михайлов мезони ана шу годографга асосан қуйдагича таърифланади, n -тартибли АРС турғун бўлиши учун тенглама $D(j\omega)$ векторининг годографи комплекс юза текислигининг ҳақиқий ўқи α ни $\omega=0$ нуктасидан бошлаб соат стрелкасига тескари томонга айлантирилганда кетма-кет n квадратни босиб ўтиши керак. Буни қуйидаги мисолда кўриш мумкин.

3- тартибли АРСнинг тавсифий тенгламаси берилган

$$P^3 + 3P^2 + 7P + 4 = 0$$

(бунда $a_0=1$, $a_1=3$, $a_2=7$, $a_3=4$). Оператор P ни мавҳум аргумент $j\omega$ билан алмаштириб ва $j = \sqrt{-1}$, $j^2 = -1$, $j^3 = -j$ ни ҳисобга олганда ҳосил бўладиган комплекс тенглама қуйидагича ёзилади:

$$D(j\omega) = -j\omega^3 - 3\omega^2 + 7j\omega + 4 = 0.$$

Бу тенгламани ҳақиқий $a(\omega)$ ва мавҳум $jb(\omega)$ қисмларга ажратиш мумкин:

$$\begin{aligned} a(\omega) &= 4 - 3\omega^2 = 0, \\ b(\omega) &= 7\omega - \omega^3 = 0. \end{aligned}$$

Шунда $D(j\omega) = a(\omega) + jb(\omega)$ бўлади. Бундай вектор координаталари $a(\omega)$ ва $b(\omega)$ нинг такрорийлиги 0 дан ∞ гача ўзгаргандаги қийматлари 8- жадвалда берилган. Вектор $D(\omega)$ нинг годографи 83- расмда кўрсатилган. Унда 3- тартибли системанинг годографи кетма-кет комплекс юза текислигининг I, II ва III квадратларида бўлади. Михайлов мезонига мувофиқ бундай система

8- жадвал

ω	0	0,5	1	2	2,5	3	∞
$a(\omega)$	4	3,25	1	-8	-14,7	-23	$-\infty$
$b(\omega)$	0	3,4	6	6	2	-6	$-\infty$

турғун ҳисобланади. Бундай 3- тартибли системанинг турғунлиги юқорида Раус-Гурвиц мезонида ҳам текшириб кўрилган эди.

Системанинг баркарор бўлмаслиги унинг параметрларини ўзгариши ёки регуляторнинг нотўғри (мусбат) тескари боғланиш билан уланиши натижасида содир бўлади. Буни АРС тенгламасида коэффициент $a_2=7$ ни $a_2=1$ га ўзгартириш билан кўриш мумкин. Бу тескари боғланиш занжирининг узатиш коэффициенти камайиб кетганлигини кўрсатади. Системанинг комплекс тенгламаси $D(j\omega) = -j\omega^3 - 3\omega^2 + j\omega + 1$, тенгламанинг хакикий ва мавхум қисмлари

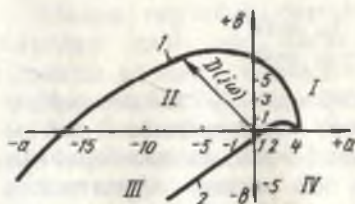
$$a(\omega) = 4 - 3\omega^2,$$

$$b(\omega) = \omega - \omega^3.$$

бўлади. Система годографи 83- расм, 2- график, 9- жадвал асосида қурилган. Бундай система Михайлов мезонига мувофик нотурғун ҳисобланади.

9- жадвал

ω	0	0,5	1	2	2,5	3	∞
$a(\omega)$	4	3,25	1	-8	-14,7	-23	∞
$b(\omega)$	0	0,375	0	-6	13	-24	∞



83- расм. Михайлов годографлари:
1 — турғун система годографи; 2 — нотурғун система годографи.

10.4- §. Ўтиш жараёнларининг сифат кўрсаткичлари

АРСнинг ўткинчи жараёнлари баркарорлик талабларига жавоб бера олиш билан бирга технологик жараён талабларига мувофик сифат кўрсаткичларига ҳам эга бўлиши зарур. Акс ҳолда АРС ўзининг асосий вазифасини бажара олмаган бўлади.

АРСнинг иш сифати унинг ўткинчи жараён тавсиф графиги асосида қуйидаги кўрсаткичларга мувофик таҳлил қилинади ва баҳоланади:

1. Ростланувчи параметрнинг максимал оғиши — $\Delta X_{\max}$

2. Ростланувчи параметрнинг ўткинчи жараён тамом бўлгандан кейин қолдик хатоси — ΔX .

3. Ўтиш жараёни вақти — t_p .

4. Ўтиш жараёнининг сўниши (тебранувчанлиги) — ϕ .

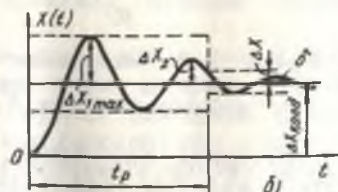
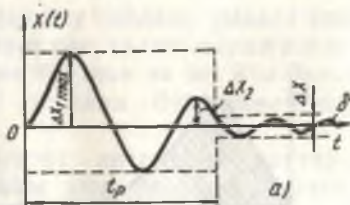
Бу кўрсаткичлар АРС учун энг оғир ўтиш жараёнини вужудга келтирадиган объект юкланишининг сакрашсимон ўзгариши $X_k = A[1]$ шароитида аникланади.

Ростланувчи параметрнинг максимал оғиши $\Delta X_{\max}$ ўтиш жараёнидаги ростланувчи параметрнинг максимал кийматига тенг бўлади. Астатик система учун 84-а расм ростланувчи параметрнинг максимал оғиши $\Delta X_{\max}$ вақт ўқидан ҳисобланади, статик система учун эса ростланувчи параметрнинг янги турғун ҳолатидаги қолдик киймати $\Delta X_{\text{қол}}$ дан бошлаб ҳисобланади. $\Delta X_{\text{қол}}$ АРСнинг статик хатоси (84-б расм). Ростланувчи параметрнинг максимал оғиши АРСнинг динамик ҳолатини, статик хато $\Delta X_{\text{қол}}$ эса унинг статик ҳолатини тавсифлайди.

Ростланувчи параметрнинг ўтиш жараёни давомида ва янги турғун ҳолатга ўтгандаги оғишлари ($\Delta X_{\max}$, $\Delta X_{\text{қол}}$) ҳар бир АРС учун олдиндан берилган қўйим кийматидан, АРСнинг ишлаш сифатини баҳолаш учун белгиланган чегарадан (пунктирли чизик) четга чиқмаслиги талаб қилинади.

Ростланувчи параметрнинг ўтиш жараёнидан кейинги қолдик хатоси $\Delta X_{\text{қол}}$ фақат статик системаларга хос бўлиб, астатик системаларда бундай хато бўлмайди (84-а, б расм). Статик системанинг қолдик хатоси ошган сари унинг иш сифати пасая боради.

Ўтиш жараёнининг вақти t_p системага ташқи таъсир кўрсатилган ондан ростланувчи параметрнинг носезувчанлик зонасига киргунча ўтган вақт оралиғини белгилайди (84-а, б расм). Ростланувчи параметрнинг максимал оғишининг катта бўлиши системанинг тебра-



84-расм. Ўтиш жараёнининг сифат кўрсаткичларини аниқлашга доир графиклар:
а — астатик система учун; б — статик система учун.

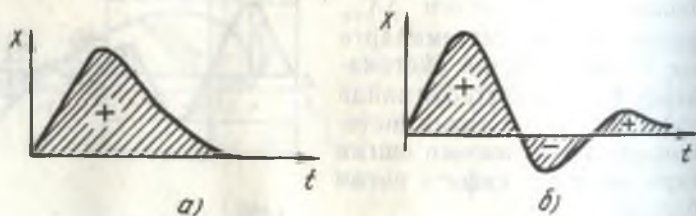
максимал оғишининг катта бўлиши системанинг тебравчанлигини оширади ва ростланиш вақти t_p ни узайтиради.

АРСнинг барқарор ҳолатларидаги носезувчанлиги ҳам унинг сифат кўрсаткичларини пасайтиради. Носезувчанлик ростланувчи параметрининг ўзгаришидаги шундай бир кичик микдорки, ундан олинadиган сигнал система элементларидаги ишқаланиш кучи, люфтлар, электр контактларидаги ўзгарувчи қаршиликлар ва ростлаш органининг ҳаракат йўналишини ўзгартириши учун керак бўладиган қарши кучларни енгилшгагина сарф бўлади. Шу туфайли носезувчанлик оралиғи δ ростланувчи параметрнинг барқарор ҳолатида пайдо бўладиган энг сўнги кичик оғиш билан тавсифланади. Микдор жиҳатидан $\delta \leq \Delta X$ бўлади.

Ўтиш жараёнининг сўниши ундаги кетма-кет ўтадиган иккита оғиш амплитудасининг айирмасига тенг бўлиб, нисбий бирликда қуйидагича ифодаланади (84-а, б расм):

$$\varphi = \frac{\Delta X_{1\max} - \Delta X_2}{\Delta X_{1\max}}.$$

Бу микдор тебранувчи системаларни ростлаш сифатини аниқлашда универсал кўрсаткич ҳисобланади.



85-расм. Ўтиш жараёнининг интеграл сифат мезонларига доир графиклар:
а — тебранмайдиган, б — тебранувчи системалар учун.

Юқорида биз АРСни ростлаш сифатларини унинг ўтиш жараёни графикларига асосан бевосита баҳолаш мезонларини кўрдик. Амалда бирмунча билвосита мезонлардан ҳам фойдаланилади. Бу усулларнинг энг оддийси интеграл мезонлар бўлиб, унда ростлашнинг сифати ўтиш жараёни графигидаги штрихланган юзалар йиғиндиси билан баҳоланади.

Агар ўтиш жараёни аperiодик тавсифга эга бўлса (тебранувчи бўлмаса). унинг юзаси

$$S = \int_0^{\infty} X(t) dt$$

формула билан ҳисобланади (85- а расм).

Ўтиш жараёни тебранувчи бўлса, унинг ўтиш жараёни графигининг умумий юзасини ҳисоблаш учун квадратик интеграл

$$S = \int_0^{\infty} X^2(t) dt$$

формуласидан фойдаланилади. Бу формуланинг афзал-ликлари шундаки, графикдаги ишоралар (+, -) нинг ўзгариши системанинг сифат кўрсаткичини аниқлашда аҳамияти бўлмайди.

Интеграл мезоннинг мазмуни шундаки, ўткинчи жараён графикларидаги умумий юза (штрихланган юза) қанчалик кичик бўлса, АРСни ростлаш сифати шунчалик юкори бўлади.

10.5- §. Регуляторни (ростлагични) оптимал созлаш

Автоматик регуляторни оптимал созлаш, ундаги созлаш элементлари параметрларининг талаб даражасидаги сифат кўрсаткичига мувофик бўлиши ва шу йўл билан АРСнинг ростлаш жараёни оптимал бўлишини таъминлашдан иборатдир.

1. Икки ҳолатли (позицияли) автоматик ростлаш системаларини оптимал бўлиши учун ижрочи элемент унча катта бўлмаган такрорийликда ишлагандаги авто-тебраниш амплитудасининг минимал бўлиши талаб қилинади.

II. Ўзлуксиз ростлаш системаларининг ростлаш жараёнларининг оптимал бўлиши учун юкорида кўриб ўтилган тургунлик талабини сўзсиз бажариш билан бирга яна қуйидаги талаблар ҳам бажарилиши шарт:

- 1) ўтиш жараёни вакти (ростланиш вакти) минимал бўлиши;
- 2) қайта ростланишдаги биринчи максимал оғиш бўлмаслиги ёки кам бўлиши;
- 3) ўтиш жараёни квадратик интеграл қийматининг минимал бўлиши.

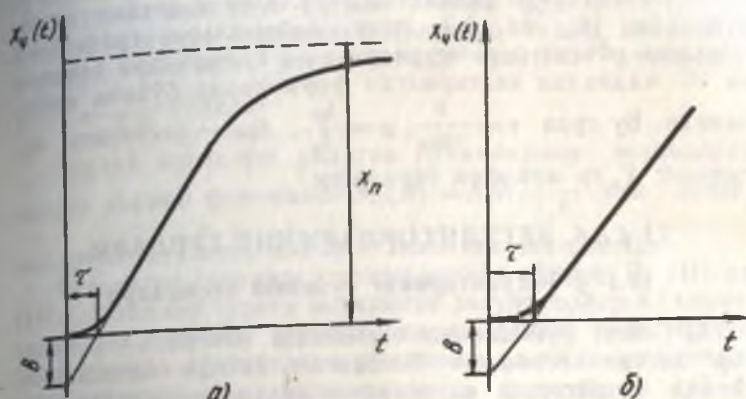
Узлуксиз ростлаш системаларида ростлаш жараёнининг оптимал бўлишини таъминлайдиган ва юкорида айтилган талабларни ҳам ўз ичига оладиган энг биринчи кўрсаткич бу ўтиш жараёнининг сўниш жадаллиги хисобланади. Ўтиш жараёнининг сўниш жадаллиги тебранувчи жараён графигига (84- а, б расм) мувофик куйидагича ифодаланади:

$$\varphi = \frac{\Delta X_{1\max} - \Delta X_2}{\Delta X_{1\max}} = 1 - \frac{\Delta X_2}{\Delta X_{1\max}}. \quad (52)$$

(52) формуладан кўринадики, агар: 1) $\Delta X_2 = \Delta X_{1\max}$ бўлса, $\varphi = 0$, ўтиш жараёни сўнмайди, АРС ўзгармас амплитуда билан тебраниб туради. Бундай АРС амалда қўлланилмайди; 2) $\Delta X_2 > \Delta X_{1\max}$ бўлса, $\varphi < 0$, ўтиш жараёни давомида ростланувчи параметр тебраниб ошиб кетади, АРСнинг турғунлиги бўлмайди; 3) $\Delta X_2 = 0$ бўлса, $\varphi = 1$, бу ҳолда ўткинчи жараён аperiодик тусда, энг қулай шароитда ўтади.

(52) формулага мувофик ўтиш жараёнининг сўниш даражалари $0 < \varphi < 1$ оралиғида бўлиши маъқул бўлади. Ҳозирги пайтда АРС нинг амалдаги техник-иктисодий кўрсаткичларига асосланиб, ўтиш жараёнининг энг қулай сўниш тезлиги учун $\varphi = 0,7 \dots 0,8$ қабул қилинган. Бу ҳолда аperiодик ўтиш жараёнига нисбатан ($\varphi = 1$) жараённинг сўниш сифатлари пасаяди; ростлаш вақти бир оз узаяди; оз бўлса ҳам тебраниш бўлади, лекин ростланувчи параметрнинг максимал оғиши $\Delta X_{\max}$ кескин камаяди. Шунинг учун амалда регуляторни соzлаш параметрларининг оптимал қиймати деганда ўтиш жараёнининг сўниш тезлиги $\varphi = 0,75$ бўлганда жараённинг ростланиш вақти t_p етарли даражада минимал қийматга эга бўлиши кўзда тутилади.

Ҳозирги вақтда регуляторнинг оптимал соzлаш параметрларини жуда ҳам юкори аникликларда хисоблаш усуллари мавжуд. Лекин амалда энг оддий тахминий усул, АРС ва унинг элементлари — объект ва регулятордаги ўтиш жараёнларини аналитик ва тажрибада ўрганишда эмпирик формулалардан фойдаланишга асосланадиган графоаналитик усул кенг қўлланилади. Бу усулга мувофик, объектларнинг статик ва астатик турлари учун П ва ПИ типдаги регуляторларни оптимал соzлаш параметрларини аниклаш куйидаги тартибда бажарилади:



86- расм. Регуляторни созлаш параметрлари (ϵ , ρ , τ , b) ни объектни ўтиш тарзи графигидан аниклаш: а — статик объектининг ўтиш тарзи графиги; б — астатик объектининг ўтиш тарзи графиги.

1. Объект динамик тавсифининг параметрлари (T_0 , τ , ϵ , ρ ва қўпайтма $\epsilon \rho \tau$) тажриба йўли билан олинган ўтиш тарзи тавсифи 86- а, б расм асосида графоаналитик усул билан аникланади.

2. Қўлланилиши мумкин бўлган регуляторнинг типи (П ёки ПИ) танлаб олинади.

10- жадвал

Регуляторларни созлаш параметрларининг оптимал қийматлари

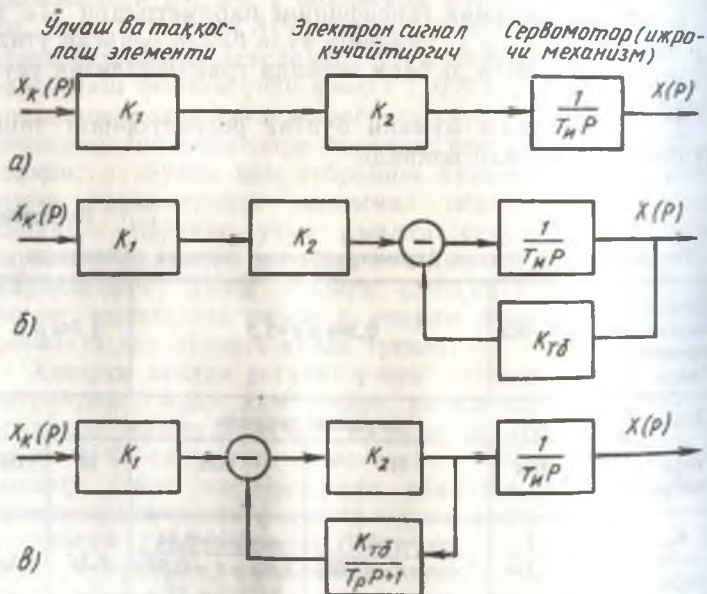
Объект харак- теристи- каси	$\epsilon \rho \tau = 0 - 0,2$		$0,2 < \epsilon \rho \tau < 1,5$		$1,5 < \epsilon \rho \tau$	
	регулятор типлари					
Рост- лаш пара- метри	П	ПИ	П	ПИ	П	ПИ
K_p (про- порц.)	$\frac{1}{\epsilon \tau}$	$\frac{1}{1,1 \epsilon \tau}$	$\frac{\rho(\epsilon \rho \tau + 0,7)}{2,6(\epsilon \rho \tau - 0,08)}$	$\frac{\rho(\epsilon \rho \tau + 0,6)}{2,6(\epsilon \rho \tau - 0,08)}$	$0,5\rho$	$0,5\rho$
$K_{ин-}$ тегр.)	—	$\frac{1}{3,6\epsilon\tau^2}$	—	$1,25\epsilon\rho K_p$	—	$0,83\frac{\rho}{\tau}$

3. Объект учун танланган регуляторни созлаш параметрлари (k_n ва k_u) нинг кийматлари графикдан топилган объект параметрлари ϵ р т кийматлари асосида ва 10- жадвалда келтирилган формулалар бўйича аниқланади. Бу ерда: $\epsilon = \frac{b}{t\Delta\mu_0}$, $\rho = \frac{\Delta\mu}{X_2}$, $\Delta\mu_0$ — ростловчи органнинг X_p га мувофик сурилиши.

Х I б о б. РЕГУЛЯТОРЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

11.1- §. Регуляторнинг тузилиш схемалари

АРСнинг функционал схемасида (54-расм) регулятор асосан кетма-кет боғланган сигнал таккослаш, сигнал кучайтириш ва ижрочи механизмдан тузилган. Регуляторнинг бундай тузилиш схемаси 87- а расмда келтирилган. Унда таккослаш элементи кўприк ёки потенциометрик қурилмалардан иборат инерциясиз бўғин бўлгани учун сигнал узатиш функцияси K_1 , сигнал



87-расм. Регуляторнинг тузилиш (структура) схемалари: а — интегралловчи (И) регулятор, б — пропорционал (П) регулятор, в — пропорционал интегралловчи (ПИ) регулятор, K_1 ва K_2 — инерциясиз бўғинлар (таккослаш ва кучайтириш элементлари).

кучайтириш элементи электрон сигнал кучайтиргичдан иборат бўлгани учун сигнал узатиш функцияси K_2 ва ижрочи элемент сервомотор (электро, гидро, пневмомоторлар) бўлгани учун сигнал узатиш функцияси $K(P) = \frac{1}{T_n P}$ бўлади.

Бундай кетма-кет уланган бўғинларнинг эквивалент сигнал узатиш функцияси $K_s(P) = K_1 K_2 \frac{1}{T_n P}$ уни интегралловчи регулятор схемаси эканлиги аниқланади.

Автоматик ростилаш системаларида кўпроқ П, ПИ ва ПИД бўғинлар турига кирадиган регуляторлар қўлланилади. Бу турдаги регуляторларни ҳосил қилиш учун 87-а расмда кўрсатилган схеманинг алоҳида элементларига тескари боғланиш занжири киритилади (87-б, в расм).

Мутаносиб (пропорционал) бўғин конуни бўйича ишлайдиган регулятор схемасини тузиш керак бўлса, схемадаги (87-а расм) ижрочи механизмнинг пропорционал бўғин ($K_{тб}$) оркали тескари боғланиш занжирини тузиш керак бўлади. Шунда схеманинг эквивалент сигнал узатиш функциясини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$K_s(P) = K_1 K_2 \frac{\frac{1}{T_n P}}{1 + \frac{1}{T_n P} \cdot K_{тб}} = \frac{K_1 K_2}{T_n P + K_{тб}},$$

бунда $K_{тб}$ — тескари боғланиш занжирининг сигнал узатиш коэффициенти. Ижрочи механизмнинг инерция доимийси T_n тескари боғланиш занжирининг кучайтириш коэффициенти $K_{тб}$ га нисбатан кўп марта кичик бўлишини ҳисобга олганда, регуляторнинг янги тузилиш схемасининг эквивалент узатиш функцияси сигнал узатиш

коэффициентига айланади: $K_s(P) = \frac{K_1 K_2}{K_{тб}} = \text{const}$. Ҳосил бўлган эквивалент схема (87-б расм) мутаносиб (П) ростилагичнинг схемасини ифодалайди.

ПИ регулятор схемасини тузиш учун 87-а расмда кўрсатилган тузилиш схемасидаги электрон кучайтиргич элементи бўғин K_2 билан инерцияли бўғин $\frac{K_{тб}}{T_n P + 1}$ дан тузилган манфий ишорали тескари боғланишли ёпик занжирдан фойдаланилади (87-в расм).

11.2- §. Ростлаш конунлари ва регуляторлар

Ростлаш жараёнида регулятор объектнинг ростлаш органига олдиндан берилган ростлаш конунига мувофик таъсир қилиб объектнинг ростланувчи параметри $X_q(t)$ ни берилган микдор X_0 га нисбатан оғиши $\Delta X(t) = X_q(t) - X_0$ ни йўқ қилиш ёки мумкин бўлган қадар камайтириш учун хизмат қилади. Бунда регуляторни ростлаш конуни деб ростловчи таъсир $X_p(t)$ билан ростланувчи параметрнинг оғиши $\Delta X(t)$ орасидаги математик боғланишга айтилади. Бундай математик боғланишни автоматик регулятор тенгламаси деб ҳам юритилади. Регулятор тенгламаси, яъни ростлаш конуни тўғри чизикли ёки эгри чизикли бўлиши мумкин. Амалда регулятор тенгламаси соддалаштирилади. Имкони бўйича ростлаш конунлари тўғри чизикли бўлишига эришиш учун ҳаракат қилинади.

«Оғиш» бўйича ростлаш принципига асосланадиган регуляторда ростлаш конуни қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$X_p(t) = f[\Delta X(t)].$$

Қўпинча бу ифоданинг ўнг томони фақат оғиш $\Delta X(t)$ ни эмас, балки унинг ҳосиласига (дифференциалига) ва интегралига ҳам эга бўлади. Оғиш бўйича таъсир кўрсатадиган бундай регуляторнинг математик модели чизикли тенглама конунига мувофик қуйидагича ёзилади:

$$X_p(t) = K_1 \Delta X + K_2 \frac{d\Delta X}{dt} + K_3 \int \Delta X dt + K_4 \frac{d^2 \Delta X}{dt^2}. \quad (53)$$

Регулятор тузилишига оғиш ҳосиласи ва интеграл бўйича ростлашни киритиш система турғунлигини, ростлаш жараёнининг сифатини ва ишлаш аниклигини ошириш учун хизмат қилади.

П-регулятор энг оддий регулятор ҳисобланади. Унда ростловчи орган ростланувчи параметрнинг оғиши бўйича таъсир кўрсатади. Ростлаш жараёнида (53) тенгламанинг фақат биринчи ҳади $K\Delta X$ гина иштирок этади, яъни ростловчи таъсир X_p ростланувчи параметрнинг оғишига мутаносиб, яъни $X_p(t) = K_1 \Delta X(t)$, яна ҳам соддалаштирилганда $X_p = K_p \Delta X$ бўлади. Бундай конун билан ишлайдиган регуляторлар «пропорционал», яъни

П-регуляторлар деб аталади. Коэффициент K_p мутаносиблик (пропорционаллик) регуляторни кучайтириш коэффициенти деб ҳам юритилади. Саноатда қўлланиладиган регуляторда K_p нинг қийматини ўзгартириш йўли билан регуляторни созлаш кўзда тутилади. Шу сабабли K_p ни регуляторнинг созлаш параметри деб аталади. K_p нинг қиймати ошса, оғиш қиймати ΔX ўзгармаган ҳолда ростловчи таъсир X_p ошади. K_p камайтирилганда эса X_p камаяди.

П-регуляторнинг афзаллиги тузилишининг соддалигидир. Асосий камчилиги — регуляторнинг ростловчи таъсири X_p ростланувчи параметр ΔX га нисбатан мутаносиб равишда ўзгаришидир, яъни ΔX катта бўлса, X_p ҳам катта бўлади. П-регулятор ростланувчи параметрнинг оғишини бутунлай йўқ қила олмайди. Буни қуйидаги ифодадан ҳам кўриш мумкин:

$$\frac{dX_p}{dt} = K_p \frac{d\Delta X}{dt}.$$

Дифференциал тенгламадан кўринадики, ростловчи орган таъсирининг ўзгариши $\frac{dX_p}{dt} = 0$ бўлганда, яъни регулятор ҳаракатдан тўхтаганда ростланувчи параметрнинг ўзгариши $\frac{d\Delta X}{dt}$ икки ҳолатда $\Delta X = 0$ ёки $\Delta X = \text{const}$ бўлганда нолга тенг бўлади. Бу ҳол регуляторнинг ишлашида статик хато мавжудлигини кўрсатади. Бу П-регуляторнинг камчилигидир.

Интегралловчи И-регулятор АРС даги статик хатони йўқ қилиш ёки имкони борича камайтириш учун хизмат қилади. Буни И-регуляторни ростлаш конунига мувофиқ кўриш мумкин:

$$X_p = K_n \int \Delta X dt = \frac{1}{T_n} \int \Delta X dt.$$

Ростловчи таъсирнинг ростлаш жараёнида ўзгариши $\frac{dX_p}{dt} = K\Delta X$ бўлади. Ростловчи орган $\frac{dX_p}{dt} = 0$ да ишлашдан тўхтайдди. Бу ҳол факат $\Delta X = 0$ бўлгандагина мумкин. Демак, И-регулятор қўлланганда статик хато ΔX бўлмайди, $\Delta X \approx 0$ бўлади. АРС статик иш ҳолларида хатосиз (оғишсиз) ишлайди. Интеграллаш коэффициенти

енти $K_s = \frac{1}{T_s}$ бўлади, бунда T_n — регуляторнинг созлаш параметри ёки интеграллаш доимийси.

Амалда И-регуляторни тузишда интегралловчи бўгин турларидан фойдаланилади. Айтилган афзалликларга қарамай И-регуляторлар амалда ҳам қўлланади, чунки бундай регуляторнинг динамик хусусиятлари П-регуляторларникига нисбатан анча ёмондир. Ҳақиқатан ҳам, АРС нинг ростланувчи параметрида ўзгармас хато (оғиш) $\Delta X = \Delta X_0 = \text{const}$ пайдо бўлганда:

$$\text{П-регуляторда } X_{po} = K_p \Delta X_0.$$

$$\text{И-регуляторда } X_{po} = \frac{1}{T_n} \int \Delta X_0 dt = \frac{\Delta X_0}{T_n} \cdot t.$$

П-регуляторни ростлаш қонуни вақтга боғлиқ эмас. ΔX_0 пайдо бўлиши билан тегишли ростловчи таъсир пайдо бўлади. И-регуляторни ростлаш қонунида X_{po} вақт t билан ҳам боғланган. $t=0$ бўлганда $X_{po}=0$ бўлади. Демак, ростлаш жараёнининг бошланишида X_{po} пайдо бўлмайди, вужудга келган оғиш ΔX ни йўқ қилиш учун маълум вақт ўтиши зарур бўлади. Бошқача қилиб айтганда, ростлаш жараёни оғишнинг пайдо бўлиши ва ўзгаришига нисбатан кечикади. Бундай бошқарувчи сигналнинг кечикиши ростланувчи параметрнинг берилган қиймати атрофида секин сўнувчи тебранишни вужудга келтиради. Бу регуляторнинг асосий камчилигидир.

ПИ- регулятор. Пропорционал ҳамда интегралловчи регулятор айтилган камчиликларни йўқотади ва П ҳамда И-регуляторларнинг афзалликларидан фойдаланиш имконини беради. Регуляторни ростлаш қонуни:

$$X_p = K_p \left(\Delta X + \frac{1}{T_n} \int \Delta X dt \right).$$

Бу қонунга мувофиқ ростланувчи параметрда ўзининг берилган қийматига нисбатан оғиш пайдо бўлганда энг аввал $t=0$ ҳолатида П- регулятор қонунига, кейин И-регулятор қонунига мувофиқ ишлайди. Ростлаш жараёнида статик хато (оғиш) бўлмайди. Шу сабабли ПИ регуляторлар саноатда кенг қўлланилади. Регуляторни созлаш параметрлари K_p ҳамда T_n .

Пропорционал — интегралловчи-дифференциалловчи (ПИД) регулятор ростловчи органининг ростланувчи параметрининг оғиши унинг интеграли ва оғиш

тезлиги $\frac{d\Delta X}{dt}$ бўйича сурилишини таъминлайди:

$$X_p = K_p \left(\Delta X + \frac{1}{T_n} \int \Delta X dt + T_d \frac{d\Delta X}{dt} \right),$$

T_d — дифференциалловчи бўғиннинг вақт доимийси регулятор конунига оғиш тезлиги бўйича ростлаш конунини киритади.

Икки позицияли регуляторларнинг ростлаш органи ростланувчи параметрининг оғиши $\pm \Delta X$ бўлганда сакрашсимон ҳаракат қилади. Реле конунига мувофиқ ростловчи орган икки белгиланган ҳолатларда бўлади:

$$\Delta X > 0 \text{ да } +X_{\text{рmax}}$$

$$\Delta X < 0 \text{ да } -X_{\text{рmax}}$$

Натижада ростловчи таъсир X_p икки дискрет қийматларга $\pm \Delta X_{\text{рmax}}$ эга бўлади. Бунга мисол сифатида бункерлардаги пахта ва пахта маҳсулотлари сатҳи баландлигини ростлаш учун қўлланадиган фотосезгичли регуляторларни кўрсатиш мумкин.

11.3- §. Регулятор танлаш

Юкорида кўрилган автоматик регуляторларнинг биронтаси ҳам системанинг ростлаш хатосини тўла йўқ қила олмайди. Бунинг сабаби системанинг тескари боғланиш занжиридаги сезгич ротланувчи параметрнинг оғишини фақат ростлаш хатоси пайдо бўлганидан кейин ва оғиш микдори маълум қийматга етгандагина сеза бошлайди, шундан кейингина регуляторда бошқарувчи сигнал вужудга келади. Шунинг учун ҳам регулятор танлашда ростлаш хатосини тўла йўқ қилиш эмас, балки уни имкони борича берилган қўйим микдори даражасига келтириш талаб қилинади.

Турли динамик хусусиятларга эга бўлган объект учун регуляторнинг маълум серияси ва турларини танлашда объектнинг динамик тавсифлари, регуляторнинг ишлаш шарт-шароитлари, яъни технологик жараённинг таъсири, ростлаш сифатига қўйиладиган талаблар, ростлашнинг сифат кўрсаткичлари қандай бўлишини ва бошқаларни билиш лозим бўлади.

Регуляторнинг турини (узлуксиз, релели ёки импульсли) аниқлаш учун объектнинг динамик тавсифи бўйича

аникланадиган параметрлар: сигнал кечикиши вақти τ ва вақт доимийси T маълум бўлиши керак. Агар $\frac{\tau}{T} < 0,2$ бўлса, релели (дискрет) регулятор танланади, $0,2 < \frac{\tau}{T} < 1$ бўлса, узлуксиз ишлайдиган регулятор, $0,2 < \frac{\tau}{T} < 1$ бўлса, импульсли ёки узлуксиз ишлайдиган регулятор. $\frac{\tau}{T} > 1$ бўлса, импульсли ёки узлуксиз регулятор танланади.

Танланган регуляторнинг объект билан уланишида вужудга келадиган носозликни йўқотиш, оптимал ҳолатларда ишлашини ва юқоридаги талабларнинг бажарилишини таъминлаш учун регуляторнинг объект билан бирга ишлашини созлаш керак. Созлашдан асосий мақсад регуляторнинг созлаш коэффициентларини ҳисоблаш, созлаш кўрсаткичларини аниклаш ва қўллашдан иборат бўлади.

Узатиш коэффициенти K , изодром вақти T_n , дифференциаллаш вақти T_d каби параметрлар регуляторнинг созлаш параметрлари ҳисобланади. Саноатда ишлаб чиқарилаётган қатор автоматик регуляторлар ушбу параметрларни ўрнатиш мосламалари билан жиҳозланади. Ана шундай мосламалар ёрдамида регулятор тенграмасидаги (ростлаш қонунидаги) коэффициентларнинг қийматлари кераклича ўзгартирилади: объектнинг маълум динамик хусусиятларига ва технологик шарт-шароитларига мувофиқ талаб қилинадиган ростлаш сифати белгиланади.

Регуляторнинг созлаш параметрлари қабул қилинган ростлаш қонунига (регуляторнинг турига), объектнинг динамик параметрлари: сигнал кечикиши τ , вақт доимийси T , уларнинг нисбати $\frac{\tau}{T}$ ва объектнинг сигнал узатиш коэффициенти K_{∞} га мувофиқ ҳисоб қилинади ва аникланади.

Узлуксиз таъсирли регуляторларнинг созлаш параметрларини айтиб ўтилган объект параметрлари асосида қуйидаги эмпирик формулалар асосида танлаш мумкин:

И-регулятор учун $K_0 = 1 / (4,5 K_{\infty} T)$,

П-регулятор учун $K_1 = 0,3 / (K_{\infty} \cdot \frac{\tau}{T})$,

ПИ-регулятор учун $K_1 = 0,6 / (K_{\infty} \cdot \frac{\tau}{T})$, $T_n = 0,67T$,

ПИД-регулятор учун $K_1 = 0,95 / (K_{\infty} \cdot \frac{\tau}{T})$.

$$T_n = 2,4\tau,$$

$$T_d = 0,4\tau.$$

Бунда T_n — регулятор интегралловчи бўғинининг вақт доимийси, T_d — регуляторнинг дифференциалловчи бўғинининг вақт доимийси; K_0 ва K_1 — регуляторнинг созлаш параметр (коэффициент)лари.

* * *

Пахтани дастлабки ишлаш жараёнларининг автоматикаси ҳамда автоматик ростлашнинг назарий техник элементлари тўғрисидаги юқорида келтирилган бошланғич маълумотлар ПДИ жараёнларининг комплекс ва тўла автоматлаштириш поғоналарига кўтарилишини тезлаштиришни кўзда тутди.

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XII б о б. АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ЛОЙИХАЛАШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

12.1- §. Умумий маълумот

Пахта заводларидаги технологик оқим тизмаси ва ундаги алоҳида технологик объектлар: пневмотранспорт, куритиш барабани, пахтани бегона аралашмалардан тозалаш, чигитдап пахта толасини ажратиш (жинлаш), пахта толасини бегона аралашмалардан тозалаш, чигитдан момик ажратиш (линтерлаш), пахта толаси ва линтни тойлаш, технологик машиналарни пахта маҳсулотлари билан таъминловчи бункерларни ва бошқаларни автоматлаштириш лойиҳасини тузишдан олдин улардаги технологик жараёнларни ҳар томонлама ўрганиш, улардаги механизациялаш даражаси автоматлаштириш талабларига жавоб бера оладиган бўлишини таъминлаш талаб қилинади. Оқим тизмаси бўйича технологик занжир узлуксиз бўлиши, ундаги машина ва агрегатлар мақсадга мувофиқ тартибда ишлаши, энергия ва пахта маҳсулотлари оқимга мос равишда узатилиши талаб қилинади. Технологик жараённинг ана шу талаблар даражасида амалга оширилиши, автоматлаштиришдан кутилган асосий мақсад ишлаб чиқариш самарадорлиги ва маҳсулот сифатининг юқори бўлишини таъминлайди. Бу талаблар орасида юқорида қайд этилган объектларни автоматлаштиришга тайёрлаш масаласи биринчи ўринда туради.

Технологик объектни автоматлаштиришга тайёрлаш учун унинг хусусиятлари, статик ва динамик ҳолат тавсифлари алоҳида ўрганилади; объектнинг асосий параметрлари: инерцион вақт доимийлиги — T , сигнал кечикиши вақти — τ , сигнал узатиш коэффициенти — $K_{об}$, сигнал узатиш функцияси — $K(P)$ ва бошқалар аниқланади. Объектни автоматлаштиришга тайёрлаш учун зарур бўлган объект хусусиятлари ва параметрларини аниқлаш мақсадида кўпинча тадқиқот ишлари

хам ўтказилиши зарур бўлади. Ўтказилган тажрибалар асосида объектнинг ўткинчи ҳолат тавсифи ҳамда тақрорийлик тавсифлари ва ўзича тенглашиш хусусиятлари аниқланади.

Тажриба-синов ишлари технологик объектнинг ўзида ўтказилганда объект параметрлари T , $K_{об}$ ва $K(P)$ анча юқори аниқликларда топилади, бу ўз навбатида автоматик бошқариш ва ростлаш воситаларини танлашнинг анча осонлаштиради. Баъзи қийинчиликларга кўра объектда тажриба ўтказиш мумкин бўлмайдиган ҳолларда унинг модели (физик ва математик) тузилади ва автоматлаштириш учун зарур бўладиган маълумотлар ана шу моделда ўтказилган текширишлар йўли билан аниқланади.

Алоҳида машина ва агрегатлардаги технологик жараёни автоматлаштиришга тайёрлаш ўз навбатида уларни зарур асбоб-ускуналар, техник воситалар билан жиҳозлашни тақозо этади. Бундай автоматлаштириш воситалари нормаллаштирилган бўлиши, давлат стандарти асосида қабул қилиниши, тузилиши жиҳатидан мақсадга мувофиқ бўлиши, ишончли ишлаши, статик ва динамик ҳолат тавсифлари автоматлаштириш талабларига тўла жавоб бера олиши лозим. Объектни автоматлаштириш учун зарур бўлган шарт-шароитлар ва уларни қайси тартибда ишлаб чиқариш технологиясига киритиш чоралари аниқланади. Шундан кейингина объектни автоматлаштириш лойиҳасини тузишга киришилади.

12.2- §. Лойиҳалаш босқичлари

Объект ёки технологик жараёни лойиҳалаш тартибига кўра уларни автоматлаштириш лойиҳаси уч босқичдан: 1) эскиз лойиҳа; 2) техник лойиҳа; 3) ишчи лойиҳа босқичларидан иборат бўлган «техник топшириқ»лар асосида тузилади.

Автоматлаштириш учун бериладиган бундай техник топшириқлар технологик объектни ва унга тегишли машина ва ускуналарнинг ишлаш тартиблари, тавсифлари ва оптимал технологик параметрлари танлангандан сўнг тузилади.

Техник топшириқда автоматлаштириладиган объектнинг асосий техник кўрсаткичлари технологик жараёндаги ўрни, иш ҳолатлари (режимлари) ва авто-

матлаштириш системасига қўйиладиган талаблар кўрсатилади. Машина ва ускуналарнинг рўйхати, техник тавсифлари, қабул килинган технологик схемалари, юкланишининг ўзгариш чегараси, машина ва қурилмаларнинг ишлаши ва асосий схемаси берилади. Булардан ташқари, техник топшириқда объектни автоматлаштириш даражасига алоҳида эътибор берилади; химоя асбоблари ёрдамида кузатишни такозо этадиган параметрлар рўйхати ва уларни сошлаш қийматлари; ростлаш талаб қиладиган параметрлар рўйхати ва уларнинг зарур кўрсаткичларининг (берилган катталигининг) ўзгариш чегараси ва талаб қилинган ростлаш аниқлиги; лозим бўлган ишлаш ҳамда бузилиш сигналларининг рўйхати ва улар тўғрисида аниқ кўрсатмалар берилади. Энергия таъминоти (электр системалари учун — ток тури, қучланиш катталиги, пневмосистемалар учун — ҳавонинг ишчи босими) тўғрисида маълумот; ёнғин ва портлашдан сақлаш қурилмаларига қўйиладиган талаблар техник топшириқда кўрсатилган бўлади.

Эскиз лойиҳа (I босқич) да автоматлаштириш схемаларининг вариантлари ишланади, асосий техник ечимлар қабул қилинади, бошқариш, ростлаш ва химоя йўллари аниқланади, автоматлаштириш воситалари, асбоб-ускуналари тахминий танланади.

Автоматик техник воситалар ва асбобларни танлашда уларнинг саноатда ишлаб чиқарилган стандартлаштирилган номларидан фойдаланилади. Қеракли асбоб ёки автоматика элементи ҳали саноатда чиқарилмаётган бўлса ёки мавжуд элементлар лойиҳа талабига мос бўлмаса, эскиз лойиҳани тузишда зарур элементни тайёрлаш учун алоҳида техник топшириқ ишлаб чиқарилади. Эскиз лойиҳага автоматлаштириш схемаларининг турли вариантларини ифодаловчи ҳисоб-тушунтиришлар ва лойиҳа муаллифининг қулай ва ўринли вариант тўғрисидаги таклифлари қиради. Бундай вариант техник-иктисодий ҳисоблашлар асосида аниқланади.

Техник лойиҳа (II босқич) қабул қилинган (танланган) эскиз лойиҳа варианты асосида тузилади. Лойиҳалашнинг ана шу иккинчи босқичида автоматлаштириш схемаси, қўлланадиган асбоблар ва автоматика воситалари яна ҳам туларок аниқланади. Принципиал (электрик, пневматик, гидравлик) схемала-

ри ишлаб чиқилади. Бошқариш пульти, шчитларни танлаш ва қабул қилиш ишлари бажарилади. Уларда ўлчов асбоблари, бошқариш ва сигналлаш органлари жойлаштирилади. Техник лойиҳанинг тушунтириш хатида автоматлаштиришнинг қабул қилинган вариантини асословчи далиллар келтирилади, техник иқтисодий ҳисоблаш, асбоблар ва автоматика воситаларининг хусусиятлари баён қилинади.

Ишчи лойиҳа (III босқич) автоматлаштириш системаларини яратиш бўйича қилинадиган ишлар тўғрисидаги асосий ишчи ҳужжатлардан иборат бўлади. Унга ҳужжатлардан ташқари автоматлаштириш воситалари, шчитлар, бошқариш пултлари, электр монтаж схемалари, электр ўтказгич тизмалари ҳамда кабелларни ётқизиш чизмалари, шунингдек техник шарт-шароитлар, техник ёзувлар, созлаш ва ишлатиш бўйича кўрсатмалар ҳам қиради.

12.3- §. Автоматлаштиришнинг технологик схемаси

Технологик жараёни ёки алоҳида объект ва агрегатларни автоматлаштириш лойиҳасини ишлаб чиқиш борасида энг аввал уларнинг технологик схемаси ҳар томонлама ўрганилади ва технологик схеманинг энг қулай шароитларда ишлашини таъминлайдиган автоматлаштириш воситаларидан фойдаланишга эришиш кўзда тутилади.

Пахта ва пахта маҳсулотларига ишлов бериш жараёнлари асосан қуйидаги 5 та бўлим-цехдан иборат бўлган технологик схемага (1- расм) мувофиқ ўтади:

1. Пахтани тайёрлаш ва сақлаш жараёнлари ўтадиган бўлим-цех.

2. Пахтани ишлов беришга узатиш жараёнлари ўтадиган цех.

3. Пахтани қуритиш ҳамда тозалаш жараёнлари ўтадиган цех.

4. Чигитдан тола ажратиш, тозалаш, пневмотранспортда узатиш, намлаш ва зичлаш-тойлаш жараёнлари ўтадиган цех.

5. Чигитдан калта тола-момик ажратиш, пневмотранспортда узатиш ва зичлаш-тойлаш жараёнлари ўтадиган цех.

Цехларнинг ҳар бири ўзининг технологик схемаси

асосида тузилган автоматлаштиришнинг лойихалаш схемасига эга бўлади. Шундай схемалардан бири — пахтани оқим тизмасига узатиш жараёнлари ўтадиган цехни автоматлаштиришнинг ишчи лойиҳасининг схемаси мисол сифатида 88- расмда кўрсатилган.

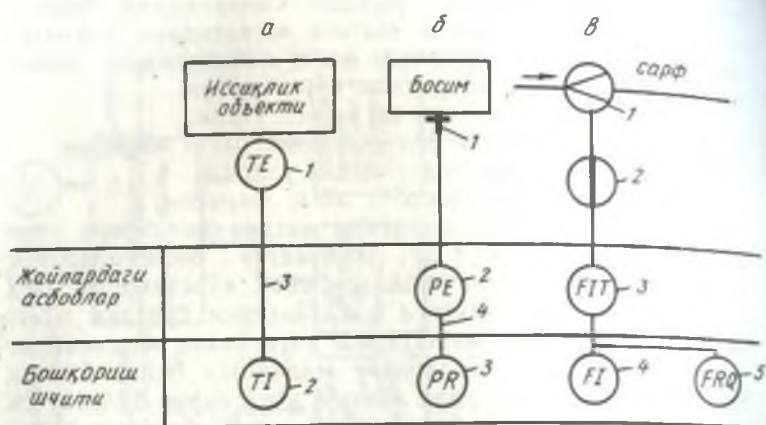
Бу цехда учта жараён кетма-кет ўтади:

- 1) пахтани бунтдан ёки омбордан олиш жараёни;
- 2) пахтани пневмотранспортда узатиш;
- 3) пахта сарфини ҳисобга олиш жараёни.

Схемада ҳар бир жараёни автоматлаштириш учун зарур бўлган сезгичлар, автоматик системаларнинг номлари ва қўлланиш жойлари аниқ кўрсатилган. Цех ўзини бошқариш пультага эга. Пахтани бунтдан олиш жараёнларини автоматлаштириш учун пахта массасининг сезгичи ПМС, юритмаларнинг юкланиши билан боғлиқ бўлган химоя чораларини яратиш учун зарур бўлган ток сезгичи ТСлардан фойдаланиш асосида бунтдан пахта олгич қурилмасини автоматик бошқариш, жараён тўхтаган вақтларини қайд қилиш, химоявий тўхтатиш ва сигналлаш автоматик системаларини қўлланиш ва б. кўзда тутилади. 2 ва 3- жараёнлар учун ҳам шундай тадбир-чоралар қўрилганлигини схемадан кўриш мумкин.

12.4- §. Автоматлаштиришнинг функционал схемаси

Функционал схема автоматлаштиришни тавсифловчи, унинг таркибий қисмлари, улар орасидаги боғланишлар, технологик объектни ва унинг автоматлаштириш элементлари бўлмиш бошқариш, кузатиш, ростлаш, химоя автоматик схемалари билан таъминлаш чора-тадбирларини кўрсатиб турувчи техник ҳужжатдир. Функционал схема автоматлаштириш лойиҳасини амалга оширишнинг бошланишидир. Схемада объектнинг кузатиладиган параметри ва кузатиш ўрни; қўлланадиган сезгич (датчик) ва ўлчов асбоблари, оралikka сигнал узатиш усули (электрик, пневматик ва гидравлик); ижрочи механизм ва ростлаш органи турлари, таккословчи қурилмалари, узиб-улагичлар, ижрочи механизмлар, бошқариш аппаратлари, марказлаштирилган кузатиш ва бошқариш машиналари (ЭХМ), телемеханика қурилмалари, химоя ва ҳисоблаш элементлари кўрсатилади. Ердамчи қурилмалар, филтрлар; редукторлар, таъминлаш манбалари, реле, магнитли ишга туширгич-



89- расм. Автоматлаштиришнинг функционал схемалари

лар, автоматлар, сақлагичлар, манба занжирларининг узгичлари ва бошқалар функционал схемада кўрсатилмаслиги ҳам мумкин.

Схемадаги сезгичлардан кейин технологик оким тизмасида бевосита ўрнатиладиган ўлчов-ўзгарткичлар, иккиламчи ўлчов қурилмалари, узатиш ва кўрсатув асбоблари, автоматика воситалари, асбоб-ускуналари, ундан сўнг функционал схеманинг энг пастки қисмида бошқариш пульти ва бошқариш аппаратлари ўрнатиш билан бўлади.

Функционал схемаларда бундай техник қурилмалар иккита (пастки ва устки) рамакалар ичига олинган бўлади.

Функционал схемаларда (89, 90, 91- расмлар) ўлчов асбобларининг бошқариш шчитидagi аппаратлар билан боғланиши чизиклар билан кўрсатилади ва бу чизикларда ўлчанадиган ёки ростланадиган технологик ва бошқа параметрларнинг чегара қийматлари акс этади.

Схемани ўқиш осонлашуви учун объект параметрларини ўлчаш билан боғлиқ ҳамма қурилмалар тартибли сонлар ва ҳарфлар билан белгиланади. Масалан, объект ҳароратини ўлчайдиган термометр-сезгич (ТЕ) 1 билан белгиланса, унинг ўлчов асбоби (ТИ) 2 билан, сезгич билан ўлчов асбобини боғловчи занжир 3 билан белгиланади (89- расм).

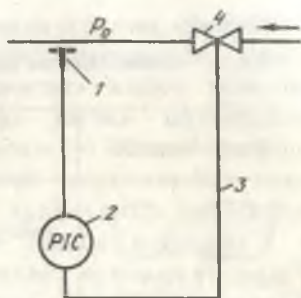
Автоматлаштириш воситаларини танлашда пахтани ёниш ва портлашдан сакланиш таълаблари хисобга олинади. Ёнгин рўй бериши мумкин бўлган орадик ва цехларда автоматлаштиришни лойихалаш учун ўлчов асбоблари давлат системаси (АДС) нинг пневмо шахобчасига тегишли автоматлаштириш воситаларидан фойдаланилади. Пахта заводларини автоматлаштиришда асосан АДС нинг электр шахобчасига тегишли автоматлаштириш воситаларидан фойдаланилади.

Пахтани дастлабки ишлаш технологик оким тизмасини автоматлаштириш функционал схемаларини тузишда Давлат намуналарида берилган шартли график белгилар қўлланилади.

91-расм. Оким тизмасига узатилган пахта ёки чигит массасини ўлчаш, интеграллаш ва лентага ёзиб қолдириш қурилмасининг функционал схемаси:

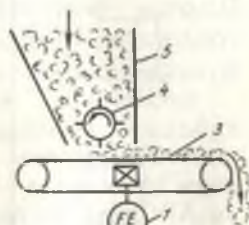
FE — пахта ёки чигит сарфининг сезгичи,

FRQ — сарфни вақт бўйича ёзиб, жамлаб турадиган қурилма.



90-расм. Босим АРСининг функционал схемаси:

1 — босим сезгичи; 2 — босимни кўрсатувчи ва ростловчи асбоб; 3 — сигнал узатиш йўли; 4 — ростлаш органи.



Жайлардаги асбоблар	
Бошқариш шити	

12.5- §. Функционал схеманинг тузилиши

Автоматик кузатиш ва бошқаришнинг функционал схемаси технологик жараёнларни автоматлаштиришда қабул қилинган асосий техник ечимларни тасвирлаш учун фойдаланилади. Бундай схема лойиҳанинг энг асосий (зарур) ҳужжати бўлиб, лойиҳалашнинг ҳамма босқичларидаги техник ҳужжатларни тайёрлашда лойиҳанинг таркибий қисми бўлиб қолади.

Функционал схемани тайёрлаш жараёнида яратил-
диган автоматик системанинг тузилиши, бошқариш
объекти билан системанинг функционал элементлари
аппаратура қисми ораларидаги функционал боғла-
нишлар ҳамда технологик жараён ҳолатлари тўғриси-
даги ахборотларни йиғиш, ишлов бериш ва бошқариш
асбоблари шаклланади.

Схемадаги ишлаб чиқариш қурол-яроғлари одатда
ўзаро технологик оқим тизмасига мувофиқ боғланган
булади ва пахта маҳсулотлари оқими ёки энергия
оқимини акс эттирувчи шартли белгилар орқали
кўрсатилади. Функционал схемада кузатиш, ростлаш,
масофадан бошқариш, сигналлаш, химоя системалари
ва уларнинг ишлашини пухталаш (блокировка) қурил-
малари функционал боғланишлар орқали ягона система-
га айланади ва шартли белгилар орқали кўрсатилади.
Шартли белгиларга берилган ҳарфли кўрсаткичлар
(белгилар) бошқариш қурилмаларининг бажарадиган
функциясини акс эттиради.

Бошқариш қурилмалари функционал схемада
қуйидаги тартибда ўрнатилади:

1. Технологик объектлар, агрегатлар ва технологик
оқим тизмасида — сезгичлар, ўлчов ўзгарткичлар ҳам-
да АРСнинг ростловчи органлари ўрнатилади.

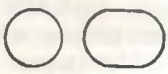
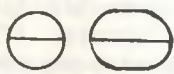
2. Технологик агрегатлар ва оқим тизмасига яқин
жойларда — кучайтириш блоклари, сигнал ўзгарткич-
лар, магнитли ишга туширгичлар, жойлардаги контрол
ўлчов асбоблари, ижрочи механизм ва бошқалар
ўрнатилади.

3. Бошқариш шчитиди (пультида) — иккиламчи
ўлчов асбоблари, регуляторлар, бошқариш қалитлари,
сигнал лампалари ва бошқалар ўрнатилади.

Монтаж қилиш, созлаш ва ишлатиш жараёнида
лойиҳани ўрганиш функционал схема билан ҳар
томонлама танишишдан бошланади.

Ҳозирги вақтда функционал схема тузиш, ўлчов
асбоблари ва автоматлаштириш воситаларидан фойдала-
нишда Давлат намунасига (стандартига) амал қилиш
талаб қилинади. Функционал схемаларни тузишда
қўлланиладиган ўлчов ҳамда автоматлаштириш воси-
таларидан баъзиларининг шартли белгилари II-жадвал-
да кўрсатилган.

Автоматика асбоблари ва автоматлаштириш воситаларининг шартли белгилари

Автоматика элементлари номи	Шартли белгиси
Бирламчи ўлчов асбоби (сезгич-ўлчов ўзгарткич)	
Бошқариш шчитила (пультда) ўрнатиладиган асбоб	
Доимий уланиб турмайдиган ва фақат созлаш, ишлаш қобилиятини (объектни) аниқлаш, таъмирлаш керак бўлганда уланадиган ўлчов асбоблари	
Ижрочи механизм	
Қўл билан ҳамда автоматик ишга тушириладиган ижрочи механизм	
Ростловчи орган	
Функционал боғланиш чизиги	

Ўлчов асбоблари ва сигнал узатгичларнинг функционал аломатларини акс эттирувчи белгилар сифатида куйидаги харфлардан фойдаланилади:

Е — сезгич, бирламчи ўлчов ўзгартгич;

Т — ораликка сигнал узатишни белгилайди;

К — бошқариш станцияси;

Е, Р, Г — электрик, пневматик ва гидравлик сигналлар.

Технологик параметрларнинг белгилари, функционал аломатлар доиранинг юқори қисмига ёзилади

(14- жадвал). Харфли белгиларни ўнгдан чапга қараб қуйидагича жойлаштирилади: асосий ўлчанадиган катталик; ўлчов асбобининг белгиси (кўрсатувчи); ўлчов асбоби бажарадиган вазифаси (ростловчи, қайд қилувчи) каби функционал белгилар алохида тартибда ёзилади. Масалан *TIRC* — ҳарорат (*T*), кўрсатувчи (*I*), қайд қилувчи (*R*), ростловчи (*C*) асбоблардан иборат эканлигини кўрсатади.

Иссиқлик ҳолатини назорат қилиш ва бошқариш ўлчов асбобларининг белгиларини қуйидагича ёзиш тавсия этилади: *TE* — ҳароратни (*T*), бирламчи ўлчов ўзгартгичи (*E*); *TS* — ҳароратни (*T*), пухталаш контактларини узиб-улагичи (*S*) (алмашлаб улагич).

TA — ҳарорат сигнализатори (лампали);

TC — ҳарорат регулятори (ростлагичи);

TIT — ҳароратни кўрсатувчи ва ўзгартирувчи асбоб;

TIR — ҳароратни сурилувчи контактли қурилма билан қайд қилувчи асбоб;

TIRC — ҳароратни кўрсатувчи, қайд қилувчи, ростловчи асбоб.

Ўлчанадиган (бошқариладиган) технологик параметрлар ва уларни бажарадиган қурилмаларнинг вазифалари қуйидаги латин ҳарфлари билан белгиланади:

D — зичлик, *F* — сарф, *G* — ўлчам, сурилиш, *H* — қўл билан таъсир кўрсатиш, *K* — вақт, вақтли программа, *L* — сатҳ баландлиги, *M* — намлик, *N* — резерв (электр юриткичларни бошқариш аппарати), *O* — захира, *P* — босим, *R* — радиоактивлик, *S* — тезлик, такрорийлик, *T* — ҳарорат.

Ахборотни ақс эттирувчи ҳарфлар:

A — хабарлаш; *I* — кўрсатиш, *R* — қайд қилиш (регистрация).

Чикувчи сигналларнинг шаклланиши: *C* — ростлаш, *S* — улаш-узиш, қайта улаш, сигналлаш, *H* ҳамда *L* — параметрнинг юқори ҳам пастки қийматлари тўғрисида хабарлаш (сигналлаш).

Қўшимча ҳарфлар: *D* — фарк (айирма), *F* — нисбат, *Q* — интеграллаш, вақт бўйича жамлаш, *j* — сурилма контактли автоматик узиб-улагич.

12.6- §. Функционал схемаларнинг турлари

1. Хароратни автоматик кузатишнинг функционал схемаси 89, а-расмда кўрсатилган. Схема харорат сезгичи (TE), хароратни кўрсатувчи асбоб (TI) ва сигнал узатиш чизиги 3 лардан иборат. Кузатиш асбоби (TI) бошқариш шчитиди (пультда) ўрнатилади.

2. Босимни автоматик кузатишнинг функционал схемаси 89, б-расмда кўрсатилган. Схема босим сезгичи (PE), босимни қайд қилувчи асбоб (PR) ва сигнал узатиш тизмаси 4 дан тузилган. Босимни қайд қилувчи PR бошқариш шчитиди ўрнатилади.

3. Суюклик ва газ сарфини назорат қилиш схемаси 89, в-расмда кўрсатилган. Схема торайтириш элементи 1, конденсацион идиш 2, кўрсатувчи (шкалали) сигнал ўзгартирувчи ўлчов асбоби 3 (FIT) ва бошқариш шчитига ўрнатиш сарфни кўрсатувчи асбоб 4 (FI) ҳамда интеграторли ёзиб олувчи асбоб 5 (FRQ) дан тузилган.

4. Суюклик ёки газ босимини автоматик ростлаш схемаси 90- расмда кўрсатилган. Бу схема суюклик ёки газсимон моддаларнинг сарфланишини ўзгармас босим ($P_0 = \text{const}$) остида бўлишини таъминлайди. Бунинг учун сезиб олувчи ва қайд қилувчи асбоб 1 суюклик ўтказувчи қувурнинг ростловчи тўсиғидан кейинги зонасига ўрнатилади. Монометрик регулятор ва ёзиб олувчи асбоб 2 (PIC) сезгич 1 дан чикувчи сигналга мувофик ишлаб, технологик жараён давомида босимнинг ўзгаришини кўрсатиб туради, уни лентага ёзиб олади ва регулятор қонун бўйича ростлаб туради. Босимнинг берилган миқдори $P(i) = P_0$ га тенг ёки яқин бўлишини таъминлаш учун ростловчи тўсиқ 4 га таъсир қилади, тўсиқнинг сарф ўзгаришига мувофик равишда очиб ёки ёпиб, газ қувуридаги босимни ростлаб туради.

5. Технологик оқим линиясига узатиладиган пахта сарфини автоматик ростлаш схемаси 91- расмда кўрсатилган.

Схемада автоматлаштириш объекти лентали транспортёрдан технологик жараён давомида ўтиб турадиган пахта миқдорини сезувчи бирламчи ўлчов асбоби 1 (FE) ва сарфларини қайд қилиб турадиган ўлчов асбоби 2 (FRQ) қурилмаси транспортёр тарози 3 билан жиҳозланган. Қурилманинг моҳияти шундаки, лентали

транспортёр 3 таянч нуктасига нисбатан тарозининг икки палласи вазифасини бажаради. Агар транспортёрга бункер 5 дан тушган пахта микдори берилгандан ошик бўлса, транспортёрнинг ўнг томони кўпроқ босилади, чап томони кўтарилади, натижада чап томондан таъминловчи валик 4 дан транспортёрга пахта тушадиган оралик қисқариб лентага тушадиган пахта микдори камаёди. Бу эса транспортёрнинг ўзи тенглашиш хусусиятига эга эканлигини кўрсатади, оқим тизмасига ўтадиган пахта микдорини бирмунча ростланиш имкониятини беради.

6. Тарози транспортёрни, таъминловчи бункерни ва сепаратор қурилмасини автоматлаштиришнинг функционал схемаси 97-расмда кўрсатилган. Бундай автоматлаштиришдан асосий мақсад технологик оқим тизмасига узатиладиган пахта микдорининг бир текис бўлишини таъминлашдир. Бунинг учун схемада бункердаги пахта баландлигини ростлаб туриш, бункер тагидаги таъминловчи валик тезлиги ўзгармас бўлишини сепараторда пахта тикилишининг олдини олиш, транспортёрдаги пахта оғирлигини тинимсиз ўлчаш ва интегратор қурилма ёрдамида ёзиб, қайд қилиб бориш каби амалларни локал автоматик қурилмалар ёрдамида бажариш кўзда тутилади.

Схемада сепаратор, вентилятор ва таъминловчи валикларнинг юритмалари $M1$, $M2$ ни қўл (H) билан юргизиш $SB1$, $SB3$ ва тўхтатиш $SB2$, $SB4$ кнопокларини босиш билан бошқариш ҳам кўрсатилган.

ХIII б о б. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

13.1- §. Пахта заводларини автоматлаштириш

Пахтани дастлабки ишлаш оқим тизмаси технологик жараёнларни автоматлаштириш масаласини ҳал қилишда анча мураккаб объектлар каторида туради. Ундаги технологик жараён ўзининг тинимсизлиги, ҳисобга олиниши керак бўлган технологик параметрлар, уларнинг сезгичлари орқали олинadиган маълумотлар ва ўзаро боғланишларнинг кўплиги ҳамда тасодифий ташки таъсирларнинг мавжудлиги билан тавсифланади. Бундай объектни комплекс автоматлаштириш, унинг

хамма агрегат, бўлим ва цехларида илғор техника ва технологиядан, ЭХМ ҳамда автоматлаштириш система-ларидан фойдаланиш асосида мавжуд бўлади. Шундаги-на одам меҳнати янгича ташкил қилинган, меҳнат маданияти юқори поғонага кўтарилган бўлиши мумкин.

Маълумки, ҳозирги вақтда жумҳуриятимиз маши-насозлари томонидан тайёрланиб, пахта заводларида ишлаётган технологик машина, механизм ва қурилмалар ўзининг технологик кўрсаткичлари бўйича бошқа дав-латларда тайёрланаётган шундай машина ва меха-низмлардан ҳамма параметрлари бўйича қолишмайди. Шунга қарамай пахта заводларидаги комплекс механизациялашган оким тизмаси технологик жараёнларни автоматлаштириш соҳасида анчагина орқада қолиш ҳамон сақланиб қолмоқда. Технологик жараёнларни кузатиш учун қўлай имкониятлар яратилмаган, махсу-лотнинг сифати ва миқдори бевосита оким линиясининг ўзида кўп ҳолларда автоматик равишда кузатилиб турилмайди.

Пахта ва пахта махсулотларига оким линиясида тинимсиз ишлов бериш жараёнида уларни сифат ҳамда миқдор кўрсаткичларининг ўзгаришини кузатувчи, се-зувчи-сигнал берувчи техник қурилмалар ханузгача қўлланилмаётир. Шу сабабли ишлаб чиқаришда сифат кўрсаткичларининг ўзгариши тўғрисидаги маълумотлар, ҳозирги вақтда пахта ва пахта махсулотидан олинган «намунани» заводнинг технологик лабораториясида текшириш йўли билан аниқланмоқда. Шунинг учун ҳам технологик жараёни сифат кўрсаткичлари бўйича бошқариш оким тизмасини тинимсиз иш жараёнида эмас, балки бир смена давомида 2—3 марта махсу-лотдан намуна олиш йўли билан амалга оширилади. Бу ҳол тола, чигит ва линт махсулотлари сифатининг пасайишига, технологик машина ва ускуналарнинг ишсиз туриб қолишига, энергия ресурсларининг ошқоча сарф бўлишига сабаб бўлмоқда. Бундай камчиликларни тугатиш пахта заводларини «комплекс автоматлашти-риш» даражасига кўтариш билан боғлиқ бўлган долзарб масаладир.

Автоматлаштиришнинг функционал схемаси комплекс автоматлаштирилган пахта заводларини яратиш учун зарур бўлган илмий изланишлар, тажриба-конструктор-лик ишлари ва бошқаларни, аниқ мақсадлар асосида

олиб бориш ишларининг асосий йўналишларини белгилаб беради, юкорида таъкидланган маҳсулот сифати ва самарадорликка эришишни таъминлайди.

13.2- §. Технологик жараёнларни бошқариш системаларининг иерархик тузилиши

Ўзбекистон пахта саноати марказий илмий-текшириш институти (ПСМИТИ) нинг маълумотларига кўра пахта заводларидаги технологик жараёнларни бошқариш системалари учта иерархик* поғонага бўлинади (92- расм).

Биринчи иерархик поғонада бошқарилувчи технологик объектлардаги технологик жараён ва технологик машиналарни бошқаришни автоматлаштириш, локал автоматик системаларни қўллаш билан амалга оширилади. Буни бўлим (цех) лардаги алохида-алохида жараёнларнинг автоматлаштирилган системаларининг тузилиш схемалари мисолида кўриш мумкин. Масалан, пахтани технологик оқим тизмасига бир меъёردа узатишни ташкил қилиш учун локал автоматик системалар: пахта оғирлигини кузатиб ёзиб турадиган тарози транспортери ва уни таъминловчи бункеридаги пахта баландлигини ростлаб турадиган АРС, ўтаётган жараёни информатик тасвирлаш ва ёзиб олиш, сепараторда юз бериши мумкин бўлган пахта тикилишининг олдини олиш, сигналлаш ва пухталаш қурилмаларидан фойдаланилади.

Иккинчи иерархик поғонада технологик ўтиш бўлимлари (цехлари) даги ускуна ва машиналарни марказлаштирилган автоматик бошқариш, назорат қилиш ишлари амалга оширилади. Бунинг учун математик моделлаш ҳамда кўп мезонли оптималлаштириш масалаларини ечиш керак бўлади. Бу йўналиш бўйича пахта саноати марказий илмий-текшириш институти ва бошқа илмий-текшириш институтларида бир қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ҳозирги вақтда пахтани қуриш, тозалаш, чигитдан тола ажратиш (жинлаш) технологик жараёнларининг математик модели яратилмоқда. Пахтага ишлов бериш технологик

* Иерархия — қуйи поғонада турадиган бошқариш системаларининг юкори поғонадаги бошқариш системасига тўла итоат қилиш маъносини беради.

жараёнларини кўп мезонли оптималлашнинг алгоритмик ҳамда иш дастури билан таъминлаш масалалари ўз ечимини топмоқда.

Учинчи иерархик бошқариш погонасида пахта ва пахта махсулотларига ишлов бериш технологик жараёнларини марказлаштирилган кузатиш ва бошқариш ишлари завод микёсида амалга оширилади. Меҳнат кўроқларининг ва автоматлаштириш воситаларининг ишлаши туғрисидаги ҳамма ахборотлар, ахборотларни ифодалайдиган ва технологик жараёнларга масофадан таъсир қиладиган техник воситалар заводнинг марказий диспетчер пунктида жойлаштирилади.

Иерархик бошқаришнинг асосий афзаллиги — ҳар қандай янгитдан тайёрланган, мукамаллашган қурилмалар, асбоб-ускуналар, ўлчов-ўзгарткичлар тайёр бўлиши биланок автоматлаштириш системасининг тузилишига ҳеч қандай зарар етмагани ҳолда ўз ўрнида ишга киритилиши ва қўлланиши мумкин бўлади.

Завод микёсида тузиладиган ТЖБАС пахта саноати марказий илмий-текшириш институти (ПСМИТИ) томонидан тавсия этилган схемага (92- расм) мувофиқ қуйида келтирилган ўтиш бўлимлари (цехлари) ТЖБАС ларни ўз ичига олади:

1 — пахтани тайёрлаш ва омбор ёки бунтларда саклаш ТЖБАСи; 2 — омбор ёки бунтдан, ишлов беришга узатилаётган пахтанинг микдорини ҳисобга олиш ТЖБАСи; 3 — пахтани қуриштириш ва тозалаш ТЖБАСи; 4 — ўрта толали пахтани жинлаш, тозалаш ва жойлаш жараёнларини автоматлаштириш ТЖБАСи; ингичка толали пахтани валикли жинда жинлаш, тозалаш ва тойлаш ТЖБАСи; 5 — чигитни линтерлаш, линтни тозалаш ва тойлаш ТЖБАСи.

Автоматлаштириш системаларининг тузилиш схемаларида (88- расм) автоматик системаларнинг сезгичлари ПМС, ТС, ТКС, ЧС ва техник воситалар — локал автоматик системаларнинг бажарадиган вазифалари (бошқариш, ростлаш, автоматик кузатиш, назорат, химоя, сигналлаш ва бошқалар) кўрсатиб қўйилган бўлади.

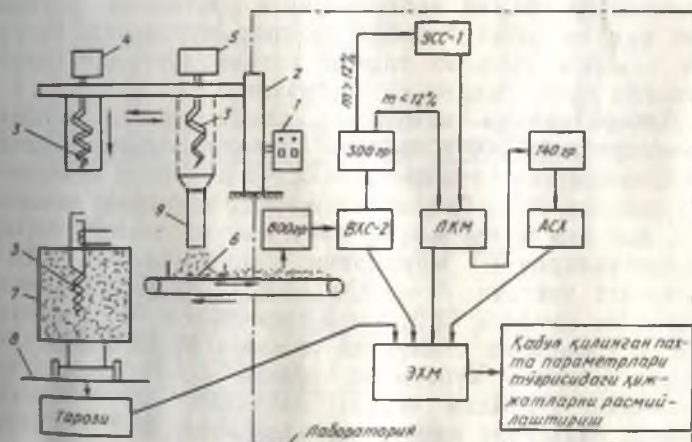
13.3- §. Пахтани автоматлаштирилган қабул қилиш системасининг тузилиши

Пахта тайёрлаш жараёнидаги жадаллик суръати жамoa хўжаликларидан олинадиган пахтани юқори тезликда қабул қилиб олиш имконини бера оладиган

механизациялашган ва автоматлаштирилган ўлчов асбоблари системаси яратилишини, шунингдек пахта маҳсулотлари параметрлари ва номлари тўла ва аниқ белгиланган бўлишини талаб қилади. Шундагина қабул қилинган пахтанинг параметрлари юқори аниқликларда ўлчанган ва ўлчов натижалари одамга боғлиқ бўлмаслиги мумкин.

Бундай ўлчаш имкониятларини яратиш ва такомиллаштириш ҳозирги вақтда икки босқичдан иборат бўлиши кўзда тутилмоқда.

1. Пахтанинг параметрлари (асосий кўрсаткичлари) — намлиги, бегона аралашмалар миқдори, пахтанинг нави ва бошқаларни, пахта келтирилган аравадан намуна олиш ва лабораторияда ўлчаш, таҳлил қилиш йўли билан аниқланади. 2. Иккинчи босқичда эса шундай ўлчов асбоблари комплекси ва системаси яратилиши керакки, улар ёрдамида пахтани тавсифловчи параметрлар: намлик кўрсаткичи (НК), тозалик кўрсаткичи (ТК), пахтанинг нави кўрсаткичи (НавК) ва бошқаларни тўғридан-тўғри пахта ортилган арава-



33-расм. Пахта қабул қилиш жараёнлари автоматлаштирилган системасининг тузилиш схемаси:

1 — намуна олгинчи бошқариш пульти; 2 — намуна олгич ўрнатилган устун (девор); 3 — намуна олгинчининг ишчи органи; 4 — ишчи органи пахта ичига ботирувчи юритма; 5 — олинган намунани транспортёр 6 устига сурувчи ва намунани туширувчи юритма; 6 — намунани лабораторияга узатувчи транспортёр; 7 — пахта ортилган арава; 8 — юк платформаси; 9 — намуна туширувчи туйнук.

нинг ўзида тургани ҳолда ўлчай оладиган ўлчов асбоблари системаси яратилиши ва улар орқали ўлчашни таъкил қилишни кўзда тутди. Бу йўналишлар бўйича жумҳуриятимиз илмий-текшириш институтларида ва пахта саноати марказий илмий-текшириш институтида тегишли ишлар олиб борилмоқда.

Ҳозирги вақтда пахта заводларининг тайёрлов жойларида биринчи поғонага мансуб «пахтани автоматлаштирилган қабул қилиш системаси» дан фойдаланилмоқда. Бундай системанинг тузилиш схемасининг вариантлари-дан бири 93- расмда кўрсатилган.

Пахта олиб келган арава 7 лаборатория ёнида тарози платформаси (палласи) 8 устига келиб тўхтайди. Намуна олғич 3 ни ишга тушириш учун бошқариш пультадаги ишга тушириш кнопкаси 1 босилади, юритма 4 ишга тушади. Намуна олғичнинг ишчи органи 3 арава-чадаги пахта ичига кириб, маълум миқдордаги пахтани олади, тепага кўтарилиб, транспортёр 6 устида тўхтайди. Шунда юритма 5 ишчи орган 3 ни очди, ундаги намуна пахта транспортёр 6 га тўйнуқ 9 орқали тушади ва транспортёр орқали лабораторияга узатилади. Шундан сўнг намуна олғич 3 олдин юқорига кўтарилиб, сўнгра чап томонга сурилиб тарози устида тўхтайди, пахта ортилган янги аравани кутиб туради.

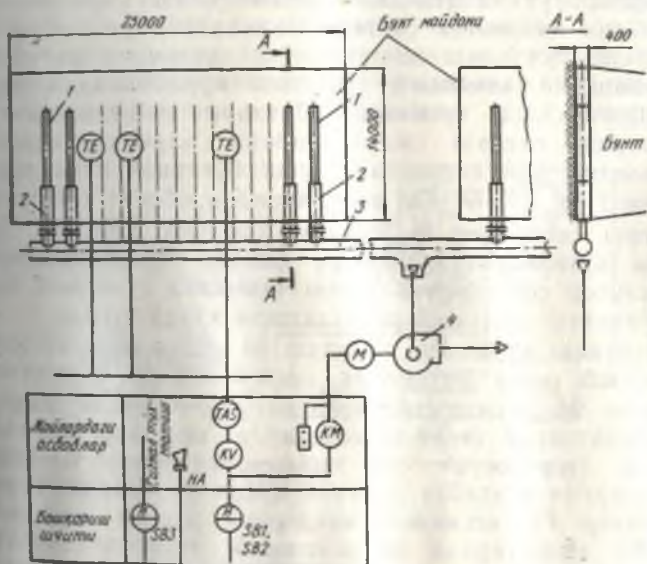
Лабораторияда намунани кутиб турган лаборант транспортёрдан 800 г пахтани аналитик тарозида ўлчаб олиб, намлигини ўлчайдиган ВХС—2 апарати камерасига туширади. Агар ўлчаш натижасида пахтанинг намлиги 12% дан кам бўлса, ундан 300 г намуна олиниб, бегона аралашмаларнинг миқдорини аниқлайдиган ЛКМ апаратга узатади. Агар ВХС—2 да ўлчанган намуна пахтанинг намлиги 12% дан юқори бўлса, 300 г намуна УСС—1 маркали апаратда намлиги М 12% бўлгунга қадар қўшимча қуритилиб, сўнгра ЛКМ апаратига узатилади. ЛКМдан чиққан пахтадан 140 г намуна олиниб, пахтанинг навини аниқлайдиган АСХ—1 маркали апаратга узатилиб, нави аниқланади.

Пахтанинг ҳамма кўрсаткичлари—оғирлиги ва сифати тўғрисидаги маълумотларни ЭХМ ёзиб олиб, шунга мувофиқ қабул қилинган пахта параметрлари тўғрисидаги ҳужжатлар расмийлаштирилади. Қабул қилинган пахта, параметрларига мувофиқ, тегишли пахта омборига аравачада олиб борилиб тўкилади ва пахта бунтлари тайёрланади.

13.4- §. Бунтланган пахтани сақлаш жараёнини автоматлаштириш

Пахтани узок вақт сақлаш учун уни бунтга ва омборларга жойлаштириш вақтида нави ва намлигига катта эътибор бериллади. Пахтанинг бунтга жойлаштириш вақтидаги намлиги Давлат андозасига (стандартига) мувофиқ 1- нав учун 9%; 2- нав учун 10 %; 3- нав учун 11 %, 4- нав пахта учун 13 % дан ошмаслиги керак.

Сақланаётганда кизиб кетмаслиги учун 1- ва 2- нав пахтанинг ҳароратини ҳар 5 кунда лаборантлар термоўлчагич ёрдамида текшириб туришади. Пахтанинг ҳарорати унинг навига мувофиқ берилган микдор 20—30°C дан ошадиган бўлса, уни совитиш чораларини кўриш, яъни бунт ичидаги кизиган ҳавони тортиб олиш керак бўлади.



94- расм. Пахта бунтини кизишини кузатиш ва совитиш системасининг функционал схемаси:

TE — ҳарорат сезгичи; TAS — контактли термосигнализатор; KV — электромагнитли реле; KM — магнитли ишга туширгич; SB1, SB2, SB3 — қўл билан бошқариш кнопкалари; 1, 2, 3 — иссиқ ҳавони тортувчи қувурлар, 4 — вентилятор.

Бунтларда сақланаётган пахта кизиганда ундан кизиган нам ҳавони сўриб олиш учун ҳозирги вақтда махсус стационар вентилятор ускуналардан фойдаланилади (94-расм). Бу ускуна $25 \times 14 \text{ м}^2$ ли бунт майдончасида металл панжара билан ўралган 14 та канал 1 дан иборат бўлиб, бу каналлар қувурлар 2 орқали умумий труба 3 га ва бунтдан ҳаво тортадиган ВЦ-10 маркали вентилятор 4 га уланган бўлади.

Пахта омбори ва бунтлардаги пахта параметрларини энг юқори сифат даражаларида сақлаш масаласи автоматлаштириш — автоматик назорат ва ростлаш системаларидан фойдаланиш йўли билангина ҳал қилиниши мумкин. Шунинг учун пахтани бунтларда сақлаш жараёнларини автоматлаштириш жуда катта иқтисодий аҳамиятга эга. Бунтдаги пахтани сақлаш системасининг технологик схемасига мувофиқ пахтани омборга ёки бунтга жойлаш жараёнида бир қатор чоратadbирлар: ўт чиқишининг олдини олиш учун хизмат қиладиган автоматик система марказлаштирилган ишга тушириш, пухталаш ва тўхтатиш системаси ва ишчи машиналарни химоявий тўхтатиш қурилмасидан фойдаланиш кўзда тутилади. Пахтани омборларда ва бунтларда сақлаш жараёнларида ҳарорат сезгичи сигналдан фойдаланилган ҳолда бунтнинг ички ҳароратини TAS , KV ва KM асбобларидан иборат автоматик кузатиш системаси ва ҳарорат нормаси $20-30^\circ\text{C}$ дан юқори кўтарилганда кизиган ҳавони тортиб оладиган вентилятор системасини автоматик ишга тушириш ҳамда тўхтатиш системалари бўлишини кўзда тутати.

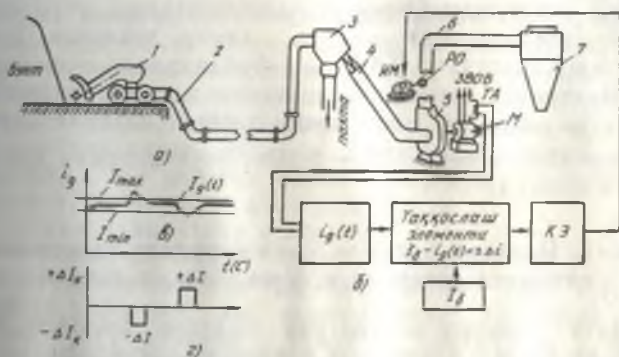
Бунтнинг кизишини кузатиш ва ундан кизиган ҳавонини сўриб олиш автоматик системасининг функционал схемаси 94-расмда келтирилган. Бунт ичида маълум координатларда (ҳавфли зоналарда) иссиқлик сезгичлари TE (терможуфт ёки терморезисторлар) олдиндан белгиланган тартибда ўрнатиб қўйилган бўлади. Термосезгичлар TE иссиқлик микдорини электр микдорига $e_t = K\theta$ айлантиради ва контактли термосигнализатор TAS га таъсир қиладди. Термосигнализатор контакти орқали чиқувчи сигнал ўз навбатида электромагнит реле KV га таъсир қиладди. Реле KV нинг контактлари орқали чиқувчи сигнал бошқариш аппарати KM ёрдамида мотор M ни бошқаради.

Термосигнализаторга пахтанинг нави ва намлигига қараб $20^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$ микдорлар оралиғида топириқ

берилган бўлади. Шунда термосигнализаторга сезгичлардан келган сигнал берилган топиширик катталигига тенглашиши билан у ўз контактини улайди, реле KV ва бошқариш аппарати KM вентилятор юритмаси M ни ишга туширади. Вентилятор, бунтнинг ички ҳарорати топиширик бўйича берилган ҳароратнинг пастки катталиги даражасига тушиши билан ўз-ўзидан тўхтади. Кўлда (H) бошқариш кнопоклари $SB1$, $SB2$ ва $SB3$ бошқариш шчитиди ўрнатилади. Бунт ички ҳароратининг ошганлиги тўғрисидаги овозли сигналга мувофиқ вентиляторни оператор томонидан $SB1$, $SB2$ лар ёрдамида) бошқарилиши ҳам кўзда тутилган.

13.5- §. Пахтани технологик оким тизмасига узатиш жараёнларини автоматлаштириш

Пахтани технологик оким тизмасига узатиш жараёни омбордан ёки бунтдан РБД маркали филдиракда сурилувчи машина 1 (95-расм) ёрдамида пахтани бир метрда олиш, пахта ташийдиган босимли ҳаво қувурига (пневмотранспортга) узатадиган таъминлагичларнинг ишлаши ҳамда босимли ҳаво қувурида



95-расм. Босимли ҳаво қувури вентиляторининг автоматлаштиришнинг функционал схемаси:

a — пахтани босимли ҳаво қувурида ташишни технологик схемаси;
 $б$ — вентилятор юритмасининг юкланишини, «оғиш» бўйича АРСининг функционал схемаси; $в$ — вентилятор юритмасини юкланиш графиги $I_g(t)$, $г$ — юкланишнинг оғиши (бошқарувчи сигнал) графиглари; $ИМ$ — ижрочи механизм (тўсик юритмаси); PO — ростловчи орган (қувурдаги тўсик).

пахта ташиш, шунингдек оким тизмасига узатиладиган пахта сарфини ҳисобга олиш жараёнларидан иборат бўлади. Бу жараёнларни автоматлаштириш максатида ишчи лойиҳа схемасига (88-расм) мувофиқ, пахта массаси сезгичи ПМС, ток сезгичи — ТС ва РБД ва РП каби бунтдан пахта олиб босимли ҳаво билан пахта ташигичга узатувчи машина ва механизмларни автоматик бошқариш системаси машиналарнинг тўхтаб қолганлигини қайд қилувчи қурилма ҳамда электр занжирини химоявий узиш-тўхтатиш қурилмаси каби техник воситалардан фойдаланиш кўзда тутилган.

Пахтани омбор ва бунтлардан ишлов беришга узатиш жараёни кўпинча босимли ҳаво қузури орқали бажарилади. Бу жараёни автоматлаштириш учун ток сезгич — ТС, тезликни (қувурдаги ҳаво тезлигини) кузатиш сезгичи — ТКС ва қувурда пахта бўлақларини чўғланиш датчиги — ЧС дан фойдаланилган техник воситалар — ҳаво билан пахта ташиш БАСи ва АРСи, пахта чўғланиши ва ўт олишидан саклаш автоматик системаси, сепараторни тикилишдан саклаш системаси, машиналарни тўхтаб қолганлигини қайд қилиш қурилмалари қўлланилган (88-расм).

Пахтани ишлов беришга узатилгандаги сарфини ҳисобга олиш жараёнини автоматлаштириш учун тензосезгич (тензодатчик) — ТензС ҳамда тезликни ўлчаш (кузатиш) сезгичи — ТКС дан фойдаланиш мўлжалланган. Пахтанинг массасини динамик ҳолатда ўлчашнинг автоматик тарози системаси ҳамда пахтани ишлов беришга узатишнинг АРСи техник воситаларини қўллаш кўзда тутилган.

13.6-§. Пахтани босимли ҳаво қузурида ташишнинг автоматлаштирилган бошқариш системаси

Пахта тозалаш саноатида пахтани босимли ҳаво қузурида ташиш системаси кўпроқ қўлланилади. Системанинг технологик схемаси 95-а расмда кўрсатилган. Схема қуйидаги асосий элементлардан: босимли ҳаво қузурига пахта узатгич 1, ишчи қувур 2, сепаратор 3, сўриш қузури 4, вентильатор 5, ишлатилган ҳавони чиқариш қузури 6, циклон 7 дан иборат. Системанинг ишлашидаги энг оғир ҳолат технологик оким тизмасига пахтанинг нотекис узатилиши, оким тизмаси машиналари, айниқса сепараторнинг ишлаш ҳолатига бўладиган

таъсири катталигидадир. Маълумки, вентилятор юриткичи M нинг юкланиши босимли ҳаво қувурида пахта бўлмаса, энг катта бўлади, пахта микдори ошган сари унинг юкланиши камайиб боради ва ниҳоят, сўриш қувуридаги тўсик тўла ёпилганда вентилятор юриткичи M нинг юкланиши энг кам бўлиб, у сальт юриш ҳолатига ўтади. Босимли ҳаво қувурида пахта бўлмаганда вентиляторнинг юриткичи энг оғир — ўта юкланиш ҳолатида ишлайди. Шунингдек, вентиляторни ишга тушириш жараёни тўсик очик бўлганда энг оғир, тўсик ёпик бўлганда эса энг енгил бўлади, электр юритгичнинг тармокдан оладиган энергияси (токи) тўсик ёпик бўлганда энг кам, тўсик очик бўлганда энг кўп бўлади. Шунинг учун ҳам вентиляторнинг автоматик бошқариш системасига қуйидаги талаблар қўйилади:

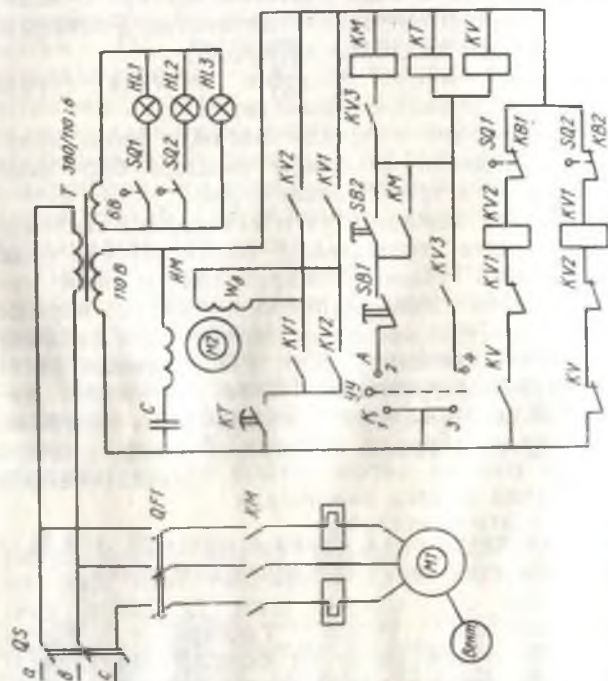
1. Вентиляторни ишга тушириш вақтида сўриш қувуридаги тўсик PO ёпик бўлиши керак.

2. Нормал юкланиш ҳолатида босимли ҳаво қувури орқали узатиладиган пахтанинг микдори бир текис ва берилган микдорга тенг бўлиши керак.

Биринчи талабни бажариш учун автоматика системаси вентилятор ишга тушишидан олдин тўсик ёпик бўлишини ва ишга тушиши жараёнида маълум секинликда очилишини таъминлаши керак бўлса, нормал иш ҳолатида пахта узатилишининг нотекислиги сабабли вентиляторнинг юкланишини тўсик PO ёрдамида ростлаб туриш зарурияти туғилади. Пахта узатишнинг нотекислиги туфайли бу вазифа босимли ҳаво қувурида пахта кўпайганида тўсикни маълум бурчакка ёпиш, камайганда эса очишни автоматлаштириш системасини қўллаш йўли билан амалга оширилади.

Система қуйидагича ишлайди:

Ток сезгичи TA дан олинган сигнал (95-б расм) кузатиш ўлчов асбоби орқали юриткич токи $I_q(t)$ ни берилган меъёрий иш ҳолати токи I_0 билан таққослаш қурилмасига ўтади. Токларнинг фарқи $I_0 - I(t) = \pm \Delta I(t)$ тўсик ҳолатини бошқарувчи сигналга айланади. Бу сигнал кучайтирувчи элемент ($KЭ$) томонидан кучайтирилади ва ўз навбатида тўсик ҳолатини ўзгартирувчи ижрочи механизм ($ИМ$) га таъсир қилади, вентилятор юкланишини меъёрий ҳолатга қайтаради. Вентилятор юкланиши ёки юритмасининг токи $I_q(t)$ берилган ток I_0 дан ортса, тўсик шу микдорга ($-\Delta I$) мутаносиб равишда ёпилади, аксинча камайганда тўсик ΔI га мувофиқ очилади.



Тўсиқ очиб
Тўсиқ ёпиқ
Кучланиш назорати
Тўсиқ қаратмаси М2 ни бошқариш
Вентилятор қаратмаси М1 ни қўй ёлан бошқариш
Юстича М1 ни автоматик бошқариш
Тўсиқ очилади
Тўсиқ ёпилади

Вентилятор юкланишининг узгариш графиги ва унга тегишли бошқариш сигналлари 95- в, г расмларда кўрсатилган.

Вентилятор юритмасини бошқариш. Вентиляторни ишга туширишни бошқаришнинг электр схемаси 96- расмда кўрсатилган.

Схема электр тармоғига узгич *QS* орқали уланганда сигнал лампалар *HL3* ҳамда *HL2* ёнади. Бунда *HL3* бошқариш занжирларида кучланиш борлигини кўрсатади. *HL2* пахтали хавони тортувчи (сўрувчи) қувурдаги тўсик *PO* нинг (95- а расм) ёпик эканлигини билдириб туради.

Қўл билан бошқариш ҳолатида универсал узиб улагичнинг 1, 2 контактлари уланган, 3, 4 контактлари узилган бўлади.

Вентилятордан олдин технологик тартибга мувофиқ сепаратор ишга тушган бўлиши керак, шунда блок контакт *KV3* уланган (ёпик) бўлади. Акс ҳолда (сепаратор ишга тушмаган бўлса) вентилятор ишга тушмайди. Шундан сўнг ишга тушириш кнопки *SB2* босилганда магнитли ишга туширгичнинг ўрами *KM* вақт реле *KT* ҳамда бошқарувчи реле *KV* ўрамларидан ток ўтади. Магнитли ишга туширгичнинг контактлари *KM* улаиб вентилятор ишга тушиб кетади. Бу пайтда тўсик *PO* (95- а расм) ёпик ҳолда бўлади. Вақт реле *KT* ижрочи механизмни бошқарувчи ўрамаси *W₆* занжиридаги контакти *KT* ни биров кечикиб улайди. Шунда реле *KV* реле *KV2* занжирдаги контакт *KV* ни улаган ва реле *KV1* занжирдаги ёпик контакти *KV* ни узган бўлади. Реле *KV2* ижрочи механизмни бошқарувчи ўрамаси *W₆* занжиридаги ўз контактлари *KV2* ларни улайди. Ўрама *W₆* орқали ток ўтиб ижрочи механизм *ИМ* тўсикни очиш томонига қараб бура бошлайди. Бу жараён вентилятор ишга тушиши биланок бошланиши мумкин. Тўсик 90° бурчакка ёки вентилятор берилган юкланишга қараб камрок бурчакка бурилиши мумкин. Вентиляторни берилган юкланишга қараб тўсикнинг бурилиш бурчаги 90° гача бурчак оралиғида олдиндан аниқланиб, шундай бурчакка чекловчи узгич *SQ1* ўрнатилган бўлади. Бу бурчак тўсикнинг энг катта очилиш бурчаги бўлиб, тўсик бурилиб шу бурчакка етганда *SQ2* реле *KV2* занжирини узади. Ўрама *W₆* токсызланади ва *ИМ* тўхтади. Шундан бошлаб вентиляторнинг меъёрий иш ҳолати бошланади. Лампа *HL1* ни

занжирдаги контакт *SQ1*га уланади ва лампа *HL1* ёниб туради.

Вентиляторни тўхтатиш учун кнопка *SBI* босилади, *KM* токсизланади, магнитли ишга туширгич юриткичи *M1* занжиридаги контактлари *KM* узилиб, юриткич ишдан тўхтайди. Шунда реле *KV* ўрами токсизлангани учун унинг реле *KV1* занжиридан ток ўтади ва *W*₆ занжиридаги контактлари *KV1* уланади. Шунда *ИМ* энди тескари томонга, тўсикнинг ёпилиши томонига айланади. Тўсик тўла ёпилганда чекловчи контакт *SQ2* узилади, реле *KV1* токсизланади, вентилятор ишламай турган бўлади, бу пайтда лампа *HL2* ёниб туради.

Вентиляторнинг автоматик ҳолатда ишлаши технологик оким тизмасидаги бошқа машиналарнинг автоматик ишлаши билан автоматик боғланган бўлади. Масалан, вентиляторни ишга тушириш учун сепаратор ишга тушган бўлиши керак. Шунда пухталовчи реле *KV3* нинг контакти сепаратор ишга тушиши билан уланади. Шувакт универсал узиб-улагич автоматик режимга уланган бўлса контактлар 3, 4 уланган бўлади ва вентилятор автоматик равишда ишлаб кетади.

13.7-§. Сепаратор, таъминловчи бункер ва тарози транспортёрни автоматлаштиришнинг функционал схемалари

Бундай схемалар 97- расмда келтирилган.

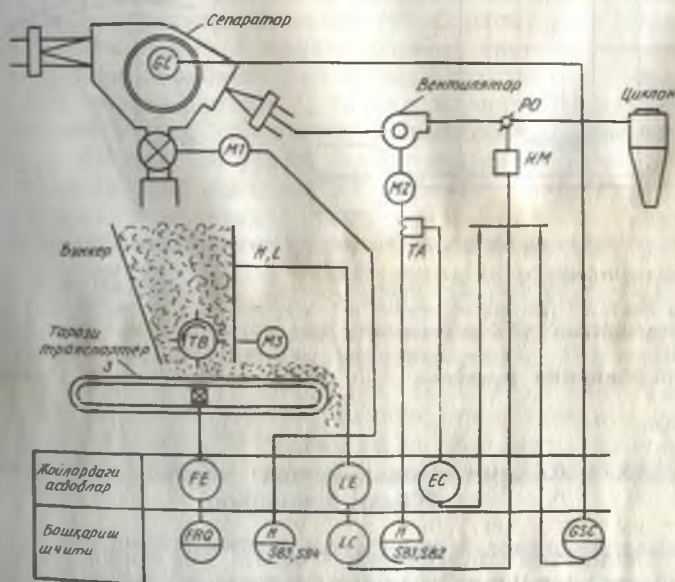
1. Сепараторда тикилиш вужудга келганда унинг киргичининг айланиши тезлигида орқага сирпаниш пайдо бўлади. Бу сирпанишни фотосезгич — сигнал узатгич *GE* ўлчайди ва сепараторга пахта келиб тушишини камайтирувчи икки ҳолатли *APC* — *GSC* ни ишга туширади. *GSC* ижрочи механизм *ИМ*га таъсир қилиб, вентилятор ҳаво қувуридаги тўсик *PO* ҳолатини ўзгартиради, пахта тортадиган ҳавонинг кучини пасайтиради. Натижада сепараторга пахта тушиши камаяди. Бундай камайиш сепаратордаги пахта тикилиши камайиб киргични олдинга силжиб тезлиги метёрлашгунча давом этади. Шунда сепараторга тушадиган пахтанинг миқдори ҳам муқобиллашади. Бунинг учун вентилятор қувуридаги тўсикни киргич сирпаниши бўйича бошқариш системасидан фойдаланилади.

2. Таъминловчи бункер пахтанинг дастлабки ишлаш оким тизмасига узатиладиган пахта миқдорини бир

меъёрда, берилган махсулдорлик даражасида саклаб туриш учун хизмат килади. Бундай натижага эришиш учун бункердаги пахта сатхи баландлигини ҳамда таъминловчи валикларнинг (ТВ) айланиш тезлигини ростлаб туриш керак бўлади. Агар пахта сатхи баландлиги узгармас сакланса, таъминловчи валикларнинг айланиш тезлиги берилган даражада узгармас бўлиб қолиши ҳам мумкин, уни автоматик ростлаб туришнинг ҳам кераги бўлмайди.

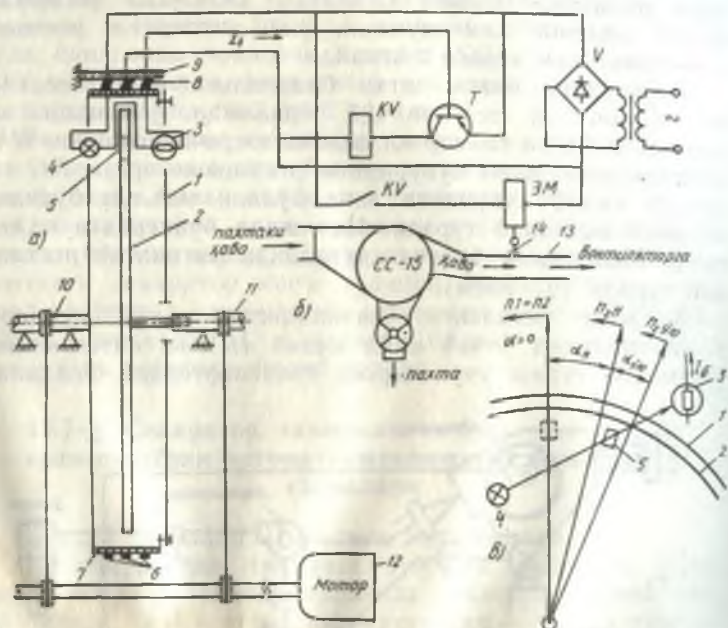
Бункердаги пахта сатхи баландлиги икки ҳолатли *HL* баландлик сезгичи *LE* ёрдамида ўлчанади ва регулятор *LC* га таъсир килади ва ижрочи механизм *ИМ* вентиляторни ҳаво қувуридаги ростловчи орган *РО* га таъсир қилиб қувурдаги ҳаво йўлини маълум бурчакка очиб ёки ёпиб туради. Натижада бункердаги пахта сатхи баландлиги ўртача катталиқда автоматик ростланади туради (97- расм).

3. Оқим тизмасига узатиладиган пахта миқдори *F* ни тизимсиз ўлчаб қайд қилиб (*R*) ва интеграллаб (жамлаб) туриш учун тарози транспортёрдан фойдала-



97- расм. Сепаратор, таъминловчи бункер ва тарози транспортёрнинг функционал схемалари.

ниш мумкин. Бунинг учун унинг тагига тензосезгич (ТензС) ўрнатилади, бу сезгич ва сарф (оғирлик) ўлчагич (FE) оқим тизмасига узатиладиган пахта оғирлигини ўлчаб, электросигналга айлантиради ва қурилма FRQ бу микдорни автоматик ўлчаб, қайд қилиб, интеграллаб (жамлаб), ҳисоблаб туради.



98-расм. Сепаратор юкланишининг қирғич сирпаниши бўйича бошқариш:

1 — сезгич қутиси, 2 — тешикли диск, 3 — фотосезгич; 4 — ёруғлик манбаи; 5 — дискдаги тешик; 6 — контакт халқалари; 7 — изоляция қатлами; 8 — ток ўтказувчи чўткалар; 9 — чўткаларни ушлаб турувчи тахтача; 10 — сезгич қутисининг айланиш ўқи, 11 — қирғич ўқи, 12 — сепаратор юриткичи, 13 — вентилятор қувири, 14 — қувурдаги тўсиқ.

13.8-§. Сепаратор юкланишини қирғич сирпаниши бўйича бошқариш

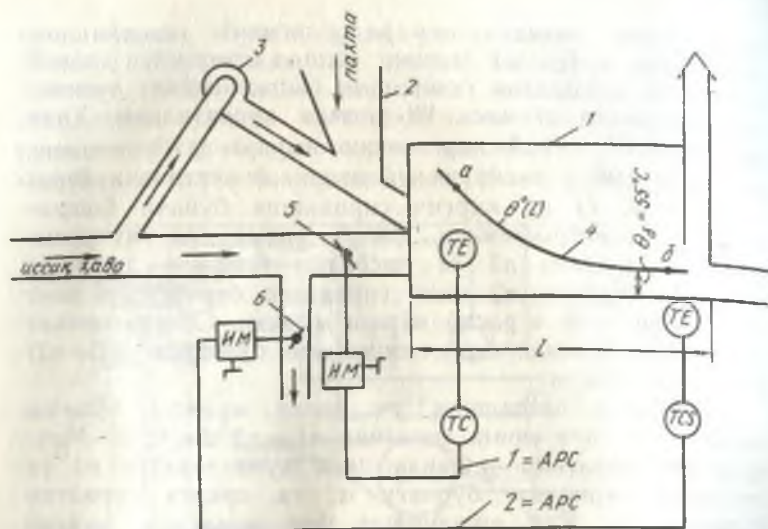
Сепаратор қирғичининг пахта тикилиши туфайли орқага сирпаниши оқим тизмасига пахта узатиш жараёнини қийинлаштиради, қирғич ўқидаги тасманинг ишқаланиш туфайли кизиб кетиши ва узилиши

бутун оқим тизмаси самарадорлигининг пасайишига сабаб бўлади. Бундай ҳолнинг олдини олиш учун хизмат қиладиган автоматик бошқариш системасининг тузилиши ва электр схемаси 98-расмда кўрсатилган. Унда сепаратор СС — 15А кирғичининг сирпаниш сезгичининг тузилиши (98-а расм), вентилаторнинг сўрувчи қувиридаги тўсик 14 ни кирғич сирпаниши бўйича бошқаришнинг электросхемаси (98-б расм), ва кутининг айланиш тезлиги n_1 га нисбатан тешикли дискнинг айланиш тезлиги n_2 нинг сирпаниш бурчаги α нинг ўзгаришини (98-в расм) кўриш мумкин. Сепараторнинг салт юриш ҳолатида кирғич сирпаниши бўлмайти ($n_1 = n_2$) ёки $\alpha \approx 0$ бўлади.

Сепаратор ишлашида уч ҳолат мавжуд бўлиши мумкин: 1) салт юриш ҳолатида $n_1 = n_2$ $d \approx 0$; 2) Меъёрли иш ҳолатида тешикли диск кути тезлиги n_1 га нисбатан сирпаниш бурчаги α_n га орқага сурилган бўлади; 3). Ўта юкланишли иш ҳолатида кирғич сирпаниш бурчаги $\alpha_{\text{ую}} > \alpha_n$ бўлади (98-в расм). Бу ҳолатда дискдаги тешик 5 орқали фотосезгич 3 га лампа 4 дан нур тушади, бошқарувчи сигнал I_6 пайдо бўлади. Буни электр схемадан (98-б расм) ҳам кўриш мумкин. Фотосезгич 4 қаршилигининг ёруғлик тушиши билан кескин камайиши натижасида транзистор Т базасига уни очувчи сигнал I_6 таъсир қилади. Шунда ток тўғрилагич V дан транзистор коллектори орқали реле ўрамаси KV дан ток ўтади. Электромагнит ўрамаси ЭМ занжиридаги реле контакти KV уланади. Электромагнит ўрамасидан ток ўтади. Электромагнит кучи тўсик 14 даги пружина кучини енгит тўсикни ёпади. Вентилаторнинг сўрувчи қувири ёпилиб сепараторга пахта келиши камайди ёки бутунлай тўхтайти. Сепаратордаги тикилиш ва кирғич сирпаниши камайди. Тешикли диск фотосезгич орқалидан чиқади, унга ёруғлик тушмайди. Шунда транзистор Т базасига I_6 таъсир қилмайди, у ёпилади. Реле KV дан ток ўтмайди, унинг контакти узилиб электромагнит ЭМ токсизланади. Натижада пружина кучи тўсикни очади. Сепаратор меъёрли ишлаш ҳолатига ўтади.

13.9-§. Пахтани қуришти жараянини автоматлаштириш

Технологик оқимдаги пахта қуришти барабанининг иш жараянини автоматлаштириш, барабан ичидаги иссиқ ҳаво ҳароратини ва намликни бевосита ўлчашни



99- расм. Қуришиш барабани ҳарорати АРСининг функционал схемаси: 1 — қуришиш барабани; 2 — таъминловчи шахта (бункер); 3 — вентилятор; 4 — барабанининг термографи, l — барабанининг ички узунлиги (10 м).

талаб қилади. Шундай бўлгандагина қуритилган пахтанинг миқдори маълум ва кўрсаткичлари юқори бўлиши мумкин.

Ҳозирги вақтгача технологик оқимда пахта қуришиш жараёнини автоматлаштириш тўла такомиллашган эмас. Бир неча АРС вариантлари устида жумҳуриятимиз олимлари илмий тадқиқот ишларини олиб боришмоқда. «Пахтани қуришиш ҳароратини ростлаш системаси» икки АРСдан иборат бўлиши мумкин. Шу тарзда ишлайдиган пахта қуришиш АРСининг функционал схемаси 99- расмда кўрсатилган.

Биринчи АРС барабанга қирувчи иссиқ ҳаво ҳароратини берилган миқдори даражасида стабиллаб туриш вазифасини бажаради. Иккинчи АРС барабандан чиқувчи иссиқ ҳаво ҳароратини кузатиш ҳамда барқарорлаштириш вазифасини бажаради.

Иссиқ ҳаво қуришиш барабанига икки йўл билан қирилади. Биринчи йўлдаги иссиқ босимли ҳаво вентилятор 3 ёрдамида босими кучайтирилиб барабан шахтаси 2 га тушаётган пахтани барабан ичига йўналти-

ради. Иккинчи йўл — қувурдаги иссик ҳаво ростловчи орган 5 оркали барабан ичига узатилади.

Қувурда ўрнатилган тўсик (ростловчи орган) — 5 барабанга қирадиган иссик ҳаво микдорини барабаннинг берилган термографиги 4 нинг a нуктасидаги ҳароратга мувофиқ бўлишини автоматик ростлаб туриш вазифасини бажаради. Ҳарорат сезгичи TE худди шу максатда қуритиш тавсиф графиги a қисмда ўрнатилади.

Сезгич TE дан олинган сигнал регулятор $ТС$ ни ишга туширади, $ТС$ ўз навбатида ижрочи механизм $ИМ$ оркали тўсик 5 нинг ҳолатини $\pm \Delta\theta(t) = \theta_0 - \theta(t)$ га мувофиқ ўзгартириб туради. Ҳарорат «огиши» $+\Delta\theta(t)$ бўлса, тўсик очилиш томонга, $-\Delta\theta(t)$ бўлганда эса ёпилиш томонга бурилади. Агар регулятор $ТС$ барабанни термографиги 4 нинг «а» нуктасидаги ҳароратини талабга мувофиқ (берилган қўйим чегарасида) ростлаб-стабиллаб тура олса, барабаннинг чиқиш жойидаги ҳаво ҳарорати ҳам ўз-ўзидан термографик 4 га мувофиқ берилган микдор θ_0 га яқин ёки тенг стабилланган бўлади. Бу ҳолда автоматик ростлаш жараёни барабаннинг термографигига мувофиқ ўтади.

Пахтани қуритиш жараёни сон ва сифат кўрсаткичларининг муқобил даражада бўлишини барабаннинг чиқиш жойидаги қуритиш (хавосини) ҳарорати белгилайди. Қуритиш температураси $\theta(t)$ ўзининг берилган микдори θ_0 дан юқори бўлса, пахта толаси ва чигитининг биологик ҳолатига зарар етади, яъни тола эгилувчанлигини, чигит эса униб чиқувчанлик хусусиятларини йўқотади. Шунинг учун ҳам амалда пахтанинг барабандан чиқиш жойидаги қуритувчи ҳаво ҳароратининг стабиллигига алоҳида эътибор берилади. Шу сабабли схемада (99-расм) барабаннинг чиқиш жойига иссиклик сезгичи TE ўрнатилган, бу сезгич термосигнализаторни ва контактли икки ҳолатли регулятор $ТС$ ни ишга туширади. Регулятор $ТС$ ўз навбатида ижрочи механизм $ИМ$ оркали тўсик 6 нинг ҳолатини ўзгартириб туради. Ҳарорат юқори бўлса, тўсик 6 очилиб иссик ҳавонинг бир қисми ҳавога чиқарилади. Бундай ҳолат қуритиш ҳарорати ўзининг берилган максимал $\theta_{б\max}$ қийматига яқинлашгандагина вужудга келади. Шу сабабли иссик ҳаво сарфи унча катта бўлмайди.

Маълумки, пахтани тозалаш машиналарининг опти-

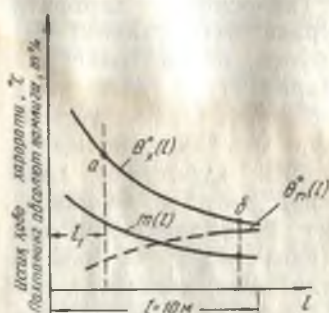
мал ҳолатда ишлаши учун пахта намлиги 8 % гача бўлиши керак. Шунинг учун ҳам пахтани қуритиш жараёнининг энг асосий параметри — пахтанинг намлиги, қуритиш барабанининг асосий параметри — қуритиш тезлиги ҳисобланади. Қуритиш тезлигидан қуритиш барабанининг ўлчамларини ҳисоблаш ва тузилишини аниқлаш учун фойдаланилади.

Пахтани қуритиш тезлиги деб пахтани қуритиш жараёни давомида вақт бўйича пахта намлигининг ўзгаришига айтилади.

Барабанга киритилган пахта шундай тезликда барабан термографига мувофиқ қуриши керакки, ундаги 10 метрлик ораликни ўтиши билан пахтанинг намлиги 8% гача камайсин. Барабанинг техник кўрсаткичлари ана шундай талабга жавоб бериши керак.

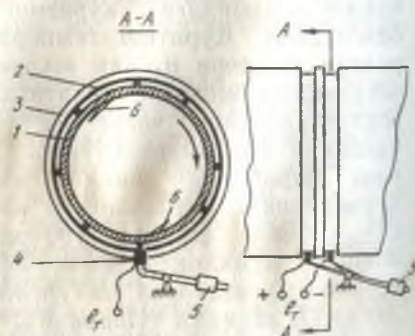
Қуритиш барабанининг 10 метр ораликдаги статик термографиклари пахта намлиги $m(l)$ ва қуритиш ҳарорати $\theta_x^0(l)$ нинг тажриба асосида қурилган графиклари 100-расмда келтирилган.

Бу графиклар қуритиш жараёнида барабан узунлиги l бўйича бир неча ораликларда намликни ва ҳароратни ўлчаш йўли билан олинган маълумотлар асосида қурилади. Шу йўл билан пахтанинг ҳарорати θ_n нинг ўзгариш графиги $\theta_n^0(l)$ ни ҳам чизиш мумкин.



100-расм. Қуритиш барабанининг тавсифлари:

$\theta_x^0(l)$ — барабан узунлиги бўйича ҳаво ҳароратининг ўзгариш графиги; $m(l)$ барабан узунлиги бўйича пахта намлигининг ўзгариш графиги; $\theta_n^0(l)$ барабан узунлиги бўйича пахта ҳароратининг ўзгариш графиги.



101-расм. Барабанининг ички деворида ўрнатилган термोजуфт ёки терморезистордан ток олиш қурилмасининг тузилиш схемаси:

1 — барабанининг ички девори; 2 — контакт халқаси; 3 — яққалагич (изоляция); 4 — ток ўтказувчи чўткалар; 5 — босим тоши; 6 — термोजуфт ёки терморезистор.

Барабанинг тавсиф графиклари $m(l)$, $0_x^0(l)$ ва $0_n^0(l)$ асосида пахта қуритиш жараёнини автоматлаштириш ва юкори аниқликларда ўтказиш мумкин.

Пахта қуритишни автоматлаштиришда бевосита намлик сезгичларидан фойдаланишдан кўра билвосита ҳарорат сезгичи TE дан фойдаланиш қулайроқ. Бунинг учун термोजуфт ёки терморезистор барабанинг ички деворига контрол нукталар «а» ҳам «б» да камида иккитадан ўрнатилади (100-расм). Сезгичлар (б) нинг учлари (101-расм) барабан сиртида ўрнатилган контакт ҳалқаси 2 га уланган. Сезгичдан чиқувчи термо ЭЮК $e_1(TE)$ чўтка 4 орқали ташки занжирга TC ёки TCS га (регуляторга) узатилади (99-расм). Сезгичлардан ток олиш (коммутация) системасининг тузилиши 101-расмда кўрсатилган. Барабанинг айланиш тезлиги $10m^{-1}$ бўл-дай қурилмани ишончли ишлашини таъминлайди.

13.10-§. Жин машиналари батареясини автоматлаштириш

Жин машиналари батареяси параллел ишлайдиган технологик машиналардан иборат бўлиб, чигитли пахта-ни чигит ҳамда толага ажратиш учун хизмат қилади. Батареядаги ҳар бир машина ўзини таъминловчи шахтаси, таъминловчи валиклари ва унинг юритмаси, аррали цилиндр ва унинг юритмаси ва хоказолардан иборат тўла механизациялашган ва автоматлаштиришга тайёрланган ишлаб чиқариш қурилмасидир. Жин машиналарида ўтадиган технологик жараёнларни авто-матлаштириш учун қуйидаги локал автоматик система-лардан фойдаланиш кўзда тутилади:

1. Жин батареясини бошқаришнинг автоматик системаси.

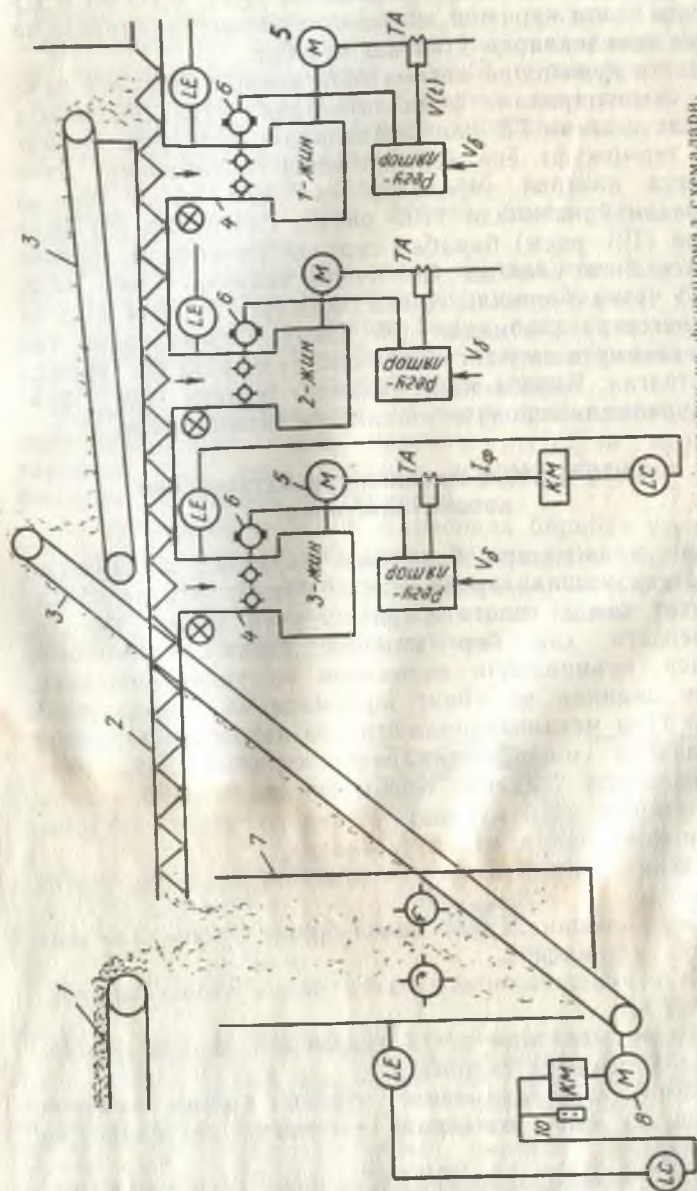
2. Жин машиналарини пахта билан таъминланишини кузатиш системаси.

3. Жин машиналарини пахта билан таъминланиши-нинг АРСи.

4. Ишчи камерада пахта тикилиш ҳолатини бошқа-ришнинг автоматик системаси.

5. Жин машиналарининг тўхтаб қолган вақтини кузатиш ва ёзиб қолдириш автоматик системаси ва бошқалар.

Бундай вазифаларни амалга ошириш учун жин маши-налари батареясининг энг қулай технологик системадан

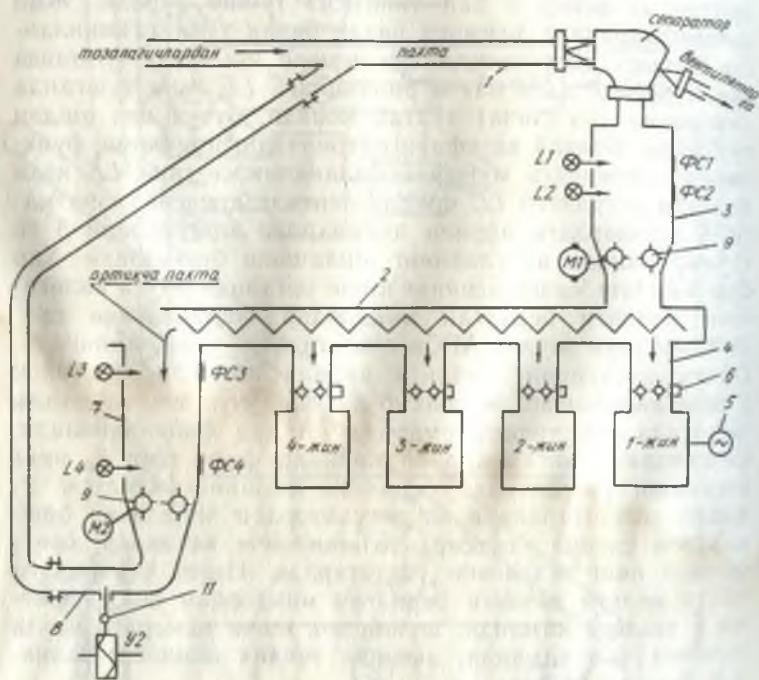


102-расж. Жиндаш батареясини автоматлаштиришнинг техноложига функционал схемалари.
1 — оқим конвейери; 2 — винтли конвейер; 3 — лентали конвейер; 4 — таъминловчи шхта; 5 — аррали шлинлар
юртмаси; 6 — лентали конвейер ҳамда таъминловчи валиклар юритмеси; 7 — ортикча пахта бункери.

фойдаланиш керак бўлади. Бунинг учун қўлланаётган ва қўлланиши мумкин бўлган технологик схемаларнинг бир неча тури мавжуд. Масалан, жин машиналари батареясига босимли ҳаво қувири ва сепаратор оркали пахта узатилганда, тасмали транспортёр оркали пахта узатилгандаги технологик жараёнлари автоматлаштириш, ундаги таъминловчи ва ортикча пахта бункерларини автоматлаштириш системалари техник-иктисодий имкониятлари билан ўзаро фаркланади. Шундай технологик схемаларнинг бир варианты 102-расмда келтирилган. Бу технологик схеманинг бошқа схемалардан фарқи шундаки, схемадаги ортикча пахта бункери, энди жинлаш батареясини пахта билан таъминловчи бункер вазифасини ҳам бажаради. Бункер 7 га пахта оқим конвейери 1 ҳамда жинлардан ортиб қолган пахта винтли конвейер 2 дан тинимсиз тушиб туради. Жин машиналарининг ҳаммаси пахта билан тўла таъминланган бўлади. Жин машиналари цехнинг иш вақти тугаганда ёки бункер 7 даги пахта баландлиги LE гача тушганда автоматик (ўз-ўзича) тўхтаб қолади, бутун цех ишдан тўхтайди. Бундай вазифани автоматлаштиришнинг функционал схемасига мувофиқ баландлик сезгичи LE икки ҳолатли регулятор LC оркали лентали конвейер юритмаси 8 жинлардаги аррали цилиндрлар юритмалари 5 га таъсир қилади ва уларнинг ишлашини бошқаради. Ҳар бир жинлаш машинасининг ишчи органида пахта валигининг зичлиги берилган миқдордан ошмаслигини таъминлаш учун зичлик APC и ишлатилиши талаб қилинади. Пахта валигининг зичлиги аррали цилиндр юритмаси 5 нинг юкланишига мутаносиб бўлгани учун зичлик сезгичи сифатида ток трансформатори TA дан фойдаланилади. Сезгичдан олинган аррали цилиндр фаза токи I_{ϕ} нинг ўзгариши регуляторда берилган юкланиш миқдори V_6 билан солиштирилади ва регулятордан чиқадиган бошқарувчи сигнал (таъсир) таъминловчи валиклар юритмаси 6 нинг тезлигини ўзгартиради. Ишчи камерадаги пахта валиги зичлиги берилган миқдордан ошса, юритма 6 тезлиги камаяди, шунингдек ишчи камерага пахта тушиши ҳам камаяди, аксинча зичлик камайса, валиклар тезлиги ошади.

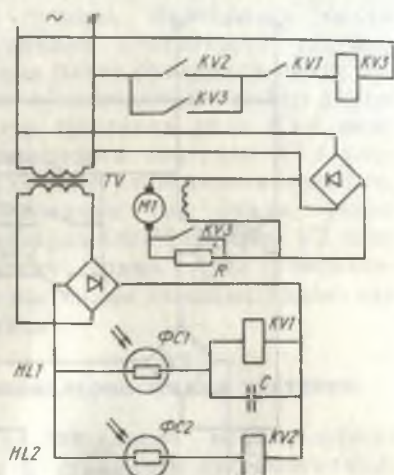
13.11- §. Жинлаш батареясининг таъминловчи бункерини автоматлаштириш

Таъминловчи бункерни автоматлаштириш, ундаги пахта сатҳи баландлиги ўзгариб туришига қарамай, таксимловчи шнек 2 га узатиладиган пахта сарфини (жиш машиналарининг ҳаммасига етарли бўлган пахта микдорини) бир меъёрда бўлишини таъминлашдан иборат бўлади (103-расм). Бунинг учун таъминловчи валик юритмаси *M1* бункерда пахта сатҳи баландлиги кўтарилиб маълум баландликка етганда айланиш тезлигини маълум микдорга камайтириши ва пахта сатҳи баландлиги камайганда эса айланиш тезлигини ошириши керак бўлади. Сарфнинг бундай APCи жинлаш жараёнининг 103- расмда кўрсатилган технологик схемасининг



103- расм. Жинлаш жараёнининг технологик схемаси:
1,8— пневмотранспорт кувурлари; 2— винтли конвейер (шнек); 3— таъминловчи бункер; 4— жишлаш машиналарининг таъминловчи шахтаси; 5— аррали цилиндр юритмаси; 6— таъминловчи валиклар юритмаси; 7— ортикча пахта бункери; 9— таъминловчи валиклар.

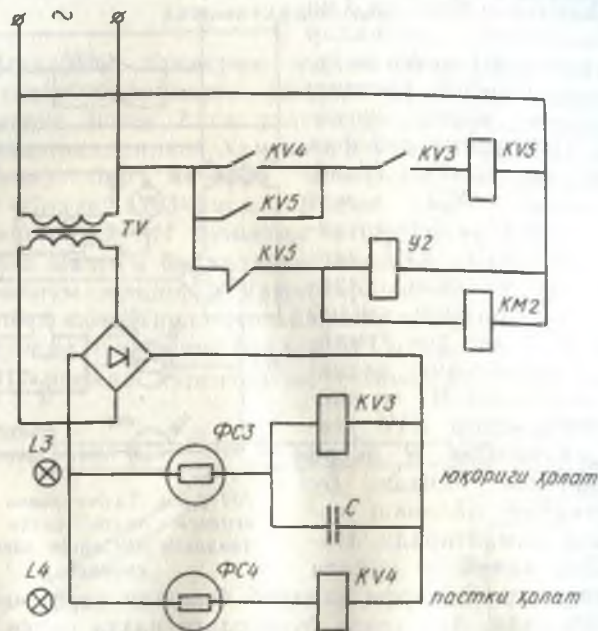
таъминловчи бункери 3 ва таъминловчи валиклар юритмаси *M1* асосида тузилган. Сарфни ростлаш АРСининг электр схемасига (104- расм) мувофиқ бункерда пахта тўлиб, сезгичлар *ФС2* ҳамда *ФС1* нинг кўзи беркилганда реле *KV2*, *KV1* лардан ток ўтмайди, уларнинг контактлари ўзилиб реле *KV3* дан ток ўтмайди. Таъминловчи валиклар юритмаси *M1* ни якоридаги контакт *KV3* ўзилиб, қаршилик *R* якори занжирига ўланади. Бу юритмайнинг айланиш тезлигини камайтиради. Натижада валиклар орқали ўтадиган пахта сарфи камайиб берилган сарф микдорига яқинлашади. Акс ҳолда бункердаги пахта сатҳи баланд бўлганда валиклар устига тушадиган пахта босими ошиши сабабли сарф ҳам ошиб кетган бўлади. Бункердаги пахта баландлиги пастки сезгич *ФС2* дан пасайса, *ФС1* ҳамда *ФС2* га ёруклик тушганлиги сабабли уларнинг қаршилиги кескин камаёди, *KV1*, *KV2* дан ток ўтади, уларнинг контактлари ўланади, реле *KV3* дан ток ўтади. Унинг контактлари ўланиб қаршилик *R* ишдан чиқади, юритма *M1* нинг айланиш тезлиги кўпаяди. Натижада валиклардан ўтадиган пахтанинг ўртача сарфини ўзгармас сақлаш имкони туғилади.



104- расм. Таъминловчи бункердаги пахта сатҳи баландлиги АРСининг электросхемаси.

13.12- §. Ортиқча пахта бункерини автоматлаштириш

Ортиқча пахта бункери жинлаш машиналари батареясининг тўла юкланиш билан ишлашини таъминлайди. Бунинг учун винтли конвейер (шнек) 2 га тушадиган пахта микдори батареянинг ҳамма машиналари учун етарли микдордан кам бўлмаслиги керак. Шунда машиналардан ортиб қолган пахта бункер 4 га тўкилади. Бункер 4 да йиғилган пахта сатҳи *L3* баландликка етганда (103- расм) икки ҳолатли АРС (105- расм)



105- расм. Ортикча пахта бункерини автоматлаштириш схемаси.

электромагнит $V2$ га бошқарувчи таъсир кўрсатиб, босимли ҳаво қувири 8 даги тўсик 11 ни очади. Магнитли ишга туширгич $KM2$ эса бункердаги валиклар юритмаси $M2$ ни ишга туширади. Шунда бункердан валиклар орқали босимли ҳаво қувири 8 га узатилаётган пахта босимли ҳаво қувири 1 томонидан сўрилиб, сепараторга ва ундан таъминловчи бункер 3 га тушади.

Бункер 4 да пахта тамом бўлганда, пахта сатҳи $L4$ дан пасайганда электромагнит $V2$ токсизланади ва пружина кучи тўсикни ёпади, магнитли ишга туширгич $KM2$ токсизлангани сабабли $M2$ ҳам юришдан тўхтайд. Бункердаги пахта сатҳи кўтарилиб $L3$ га етганда сезгич $FC3$ ва $FC4$ нинг кўзига нур тушмайди, уларнинг қаршилиги кескин ошиб, реле $KV3$ ва $KV4$ ўрамларидан ток ўтмайди, уларнинг контактлари $KV3$ ва $KV4$ узилган бўлади. Бошқарувчи реле $KV5$ токсизланади, шунда электромагнит $V2$ ҳамда магнитли ишга туширгич $KM2$ занжиридаги контакт $KV5$ уланади. Натижада босимли ҳаво қувири 8 даги тўсик 11 электромагнит

V2 пружина кучини енгизи туфайли очилади, валиклар юритмаси M2 ҳам ишга тушади, бункердаги пахта босимли ҳаво қувури I орқали сепараторга узатила бошлайди. Бу жараён ортикча пахта бункерида пахта туғаб, пастки сезгич *ФС4* нинг кўзи очилгунга қадар давом этади. *ФС4* нинг кўзига нур тушганда реле *KV4* нинг бошқарувчи реле *KV5* занжиридаги контакти *KV4* уланади. Контактлар *KV3* ҳамда *KV4* уланганлиги туфайли, бошқарувчи реле *KV5* ўрамидан ток ўтади, унинг контакти *KV5* узилади. Натижада электромагнит V2 ҳамда магнитли ишга туширгич ўрами *КМ2* токсизланади. Тўсик *11* пружина кучи билан ёпилади. Валиклар юритмаси M2 ишдан тўхтади.

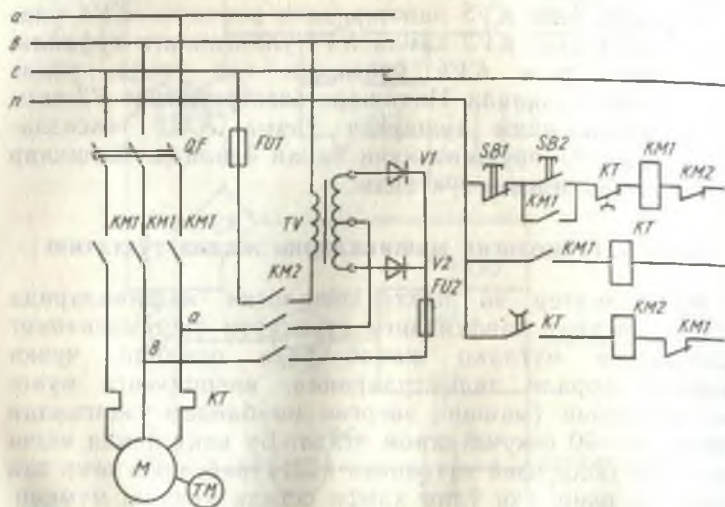
13.13- §. Технологик машиналарни жадал тўхтатиш

Жин, линтер ва пахта тозалагич машиналарида ишлаш «мехнат хавфсизлиги стандарти системаси»нинг талабларига мутлақо жавоб бера олмайди, чунки уларнинг аррали цилиндрларининг инерциясига мувофиқ айланиши (машина энергия манбаидан узилгандан кейин) 60—90 секунд давом этади. Бу вақт ичида ишчи ходимлар тасодифий ҳатоликка йўл қўйиб, анча оғир тан жароҳати олиш ёки ўлим хавфи остида қолиши мумкин. Бундай ҳоллар юз бермаслиги учун ишчи органлар — аррали цилиндр айланишдан қанча тез тўхтаса юқоридаги талаб шунча самарали бажарилган бўлади. Бунинг учун, амалда машинанинг айланувчи қисмларини турли хил қарши куч (механик, электродинамик ва бошқалар) таъсири остида жадал тўхтатиш усулларидан фойдаланилади.

Пахта заводларида хавфсизлик талабларига жавоб бера оладиган усул сифатида электродинамик тўхтатиш усули қабул қилинган. Шу усул бўйича тўхтатиш системасининг электр схемаси ва ишлаш асослари билан танишамиз.

Электродинамик тўхтатиш системасининг энг оддий схемаси 106- расмда келтирилган. Унда асинхрон юритма тармоқдан узгичлар *QF* ёки *КМ* ёрдамида узилиб, унинг ротори аррали цилиндр билан инерция бўйича бирга айлана бошлаганда уни бирдан тез тўхтатиш учун юриткич статорининг икки фазаси (*a* ва *b*) га ўзгармас ток берилади. Статор ўрамларида ўзгармас магнит майдони ҳосил бўлади. Бу майдонда айланаётган ротор

ўрамида индукцияланган токдан ҳосил бўлган магнит майдонининг кучи ўзгармас ток майдонининг кучига қарама-қарши йўналишда бўлгани сабабли юриткич у билан механик боғланган аррали цилиндр айланишдан тезда тўхтайди.



106-расм. Электродинамик қарши таъсир билан тўхтатиш системасининг электр схемаси.

Автоматик узгич QF тармоқка улангандан сўнг кнопка $SB2$ ни босиш билан юриткич (мотор) M ни ишга туширувчи магнитли ишга туширгичнинг ўрамаси $KM1$ дан ток ўтиб ўз контактлари $KM1$ ни улайди ва юриткич M ишга тушади. Шунда вақт релеси KT ишга тушиб, ўзининг $KM2$ занжиридаги контакти KT ни улайди. Шу занжиридаги контакт $KM1$ узук бўлгани учун ўрама $KM2$ дан ток ўтмайди, унинг контактлари $KM2$ очик бўлади.

Бирор сабаб билан мотор M ни тўхтатишда ёки тўхтатиш кнопкаси $SB1$ босилганда вақт релеси KT занжиридаги контакт $KM1$ узилади, $KM2$ занжиридаги контакт $KM1$ уланади. Бу пайтда вақт релесининг контакти улоғлик бўлгани учун магнитли ишга туширгич $KM2$ ўрамидан ток ўтиб, унинг контактлари $KM2$ ни улайди. Шунда асинхрон мотор M нинг a ва b фазасига уланган ток тўғрилагичдан ўзгармас ток ўтади ва юриткич роторининг айланиши жадал секинлашади.

Роторнинг тўхташ вақти ўзгармас токнинг миқдорига боғлиқ бўлади. Тез тўхтатиш учун тажрибаларнинг кўрсатишига кўра қарши таъсир токи юриткични номинал токи I_n га нисбатан (1,7—1,8) I_n марта катта бўлиши кераклиги аниқланган. Қарши таъсирли тўхтатувчи токнинг катталиги $140 \text{ А} = 1,8 I_n$ бўлганда роторнинг тўхташ вақти 2 с бўлган. Шунга мувофиқ, амалда вақт релесининг контакти $КТ$ нинг берилган узилиш вақти вақт релесиди 2 с қилиб қўйилади.

Бу қурилма тузилиш жиҳатдан анча содда, лекин асосий камчилиги қарши таъсир токининг катталиги ва юриткичга катта механик зарба билан таъсир қилишидадир. Бу камчиликни енгиллатиш йўналишида пахта саноати марказий илмий-текшириш институтининг автоматика лабораторияси электродинамик қарши таъсир системасини ишлаб чиққан. Бу системанинг афзаллиги қарши таъсир токи энг олдин 0,7 I_n А бўлиб 1,8—2 с оралиғида 1,8 I_n ампергача (берилган программага мувофиқ) ўзгаради. Бунинг учун алоҳида тиристорли бошқариш системасидан фойдаланилган.

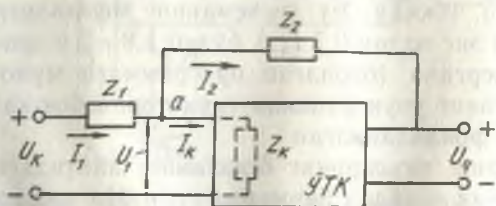
Бу система қарши таъсирнинг бошланиш вақтидаги катта электромеханик зарбдан бирмунча ҳоли бўлгани ва юқори даражали самарали қарши таъсир эффектига эга бўлгани учун ҳозир кўплаб ишлаб чиқарилмоқда ва пахта заводларида жин, линтер машиналарининг аррали цилиндрларини жадал тўхтатиш учун кенг қўлланилмоқда.

ХV б о б. ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШДА ЭХМ нинг ҚўЛЛАНИШИ

Электрон-ҳисоблаш машиналари (ЭХМ) муайян бир масаланинг ечимини топиш ва бошқариш масалаларини ҳал қилиш учун қўлланадиган техник қурилмадир. Бундай қурилмалар автоматлаштириш системаларида кенг қўлланилади. Ахборотлардан фойдаланиш усулига кўра улар аналогли ҳисоблаш машиналари (АХМ), рақамли ҳисоблаш машиналари (РХМ) турларига бўлинади.

14.1- §. Аналогли ҳисоблаш машиналари

Аналогли ҳисоблаш машиналари (АХМ) технологик объектларни ва автоматик бошқариш ҳамда ростлаш системаларини моделлаш йўли билан технологик жараённинг динамик ҳолат тавсифларини ҳисоблаш ва энг қулай иш ҳолати кўрсаткичларини (параметрларини) аниқлаш учун қўлланилади. АХМ таркибига қўшиш, айириш, интеграллаш ва бошқа амалларни бажарадиган функционал блоклар, коэффициентлар қийматини белгилайдиган блоклар ва функционал ўзгарткичлар кирази. Шундай блоклар ёрдамида ишлаб чиқариш жараёнларини математик моделлаш, автоматик бошқариш ва ростлаш системалари дифференциал тенгламаларининг ечимини топиш йўли билан технологик жараённинг энг қулай кўрсаткичлари аниқланади.



107- расм. Ўзгармас ток кучайтиргичининг умумий блок схемаси.

АХМнинг асосий функционал элементи ўзгармас ток кучайтиргичи (107- расм) ҳисобланади. Бу блокнинг кучайтириш коэффициенти жуда катта ($K_{\text{куч}} > 10000$) бўлиши керак.

Бошқа амалий блоклар (қўшиш, айириш, интеграллаш, масштаблаш ва б.) нинг уланиш схемалари. ўзгармас ток кучайтиргичи (УТК) даги Z_1 ва Z_2 ларнинг қийматини амалий блокларнинг тури ва қийматига мувофиқ бўлган кўрсаткичлар билан алмаштириш йўли билан топилади. Бунинг учун УТК схемаси «а» узелига тегишли қуйидаги тенгламаларни ёзамиз:

$$I_1 - I_2 - I_k = 0,$$

$$I_1 = \frac{U_k - U_1}{Z_1}; I_2 = \frac{U_1 - U_2}{Z_2}; I_k = \frac{U_1}{Z_k}; U_k = K_k U_1.$$

Бу тенгламалардан УТКнинг кучайтириш коэффициенти $K_k > 10\,000$ эканлигини ҳисобга олганда $\frac{U_1}{Z_1 K_k} \approx 0$,

$\frac{U_q}{Z_2 K_k} \approx 0$ ва $\frac{U_q}{Z_k K_k} \approx 0$ бўлади. Шунда тенгламаларнинг U_k ва U_q кучланишларга нисбатан ечими

$$U_q = -\frac{Z_2}{Z_1} U_k \text{ ёки } U_q = -K_k U_k, \quad (54)$$

бу ерда $K_k = \frac{Z_2}{Z_1}$ — УТКнинг кучайтириш коэффициенти.

(54) тенгламадан кўринадики, кучайтиргичдан ўтган сигнал ўз ишорасини ўзгартиради. (54) тенгламага асосан УТК амалий блокларининг тенгламаларини қуйидагича ифодалаш мумкин:

1. Масштаб блоки тенгламаси $Z_1 = R_1$, $Z_2 = R_2$, $K = \frac{R_2}{R_1}$

бўлганда $U_q = K U_k$ бўлади.

2. Йиғувчи блок тенгламаси $Z_1 = R_1, R_2, \dots, R_n$, $Z_2 = R_2$, $K_i = \frac{R_2}{R_i}$ бўлганда $U_q = -\sum K_i U_i$ бўлади.

3. Инвертирловчи блок тенгламаси $Z_1 = R$, $Z_2 = R$, $K = 1$ бўлганда $U_q = -U_k$ бўлади.

4. Интегралловчи блок тенгламаси $Z_1 = R$, $Z_2 = \frac{1}{j\omega C_2}$, блокни узатиш функцияси $K(P) = -\frac{1}{PRC} = -\frac{1}{IP}$ га мувофиқ $U_q = -\int K U_k(t) dt$ бўлади.

Блокнинг вақт доимийси $T = 1$ с бўлиши учун $R_1 = 1$ МОМ ҳамда $C = 1$ мкФ бўлиши лозим.

Аналоги ҳисоблаш машиналари ёрдамида моделлашнинг структур схемасини тузишни қуйидаги мисолда кўрамиз. Фараз қиламиз, иккинчи тартибли

$$\frac{d^2 X}{dt^2} + b_1 \frac{dX}{dt} + b_2 X = Y \quad (54)$$

тенглама билан ифодаланадиган автоматик бошқариш системасидаги динамик жараёни текшириш керак бўлсин. Бунинг учун тенглама (54) нинг аналог машинавий тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{d^2 U}{d\tau^2} + m_1 \frac{dU}{d\tau} + m_2 U = U_m$$

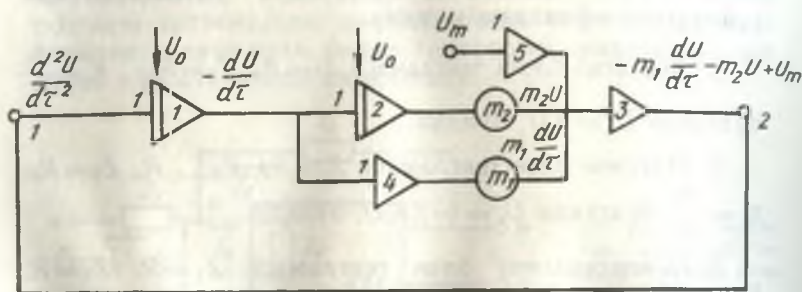
ёки

$$\frac{d^2 U}{d\tau^2} = -m_1 \frac{dU}{d\tau} - m_2 U + U_m. \quad (55)$$

Бу ерда: m_1 — вақт масштаби. τ — машина вақти (машинное время), $m_1 = \frac{b_1}{m_1}$; $m_2 = \frac{b_2}{m_2}$ — коэффициентлар,

$U_m = \frac{1}{m_2} y \left(\frac{\tau}{m_1} \right)$ — системага кировчи сигнал.

(55) тенглама ечимининг структура схемаси 108- расмда кўрсатилган:



108- расм. АХМда моделлашнинг тузилиш (структура) схемаси.

(55) тенгламанинг ечими интегралловчи блоклар 1 ҳамда 2 ёрдамида икки марта интеграллаш йиғувчи блок 3, интеграллаш (йиғиш) блоклари 4, 5 ҳамда кучланишни бўлувчи (делитель) блоклар m_1 ва m_2 дан фойдаланиш йўли билан топилади.

Оригинал системани ўтиш тарзи графиги $X(t)$ моделнинг структур схемасидаги 2- интегратори чиқишидан олинган график $U(t)$ га мувофиқ бўлади.

Структур схемада 1 ва 2 нукталар тенг потенциалли бўлгани учун улар бирлаштириб қўйилади, буни (55) тенгламадан ҳам кўриш мумкин.

14.2- §. Рақамли ҳисоблаш машиналари

Рақамли ҳисоблаш машиналари (РХМ) қўлланган автоматлаштириш системаларида бошқарувчи таъсирни аниқлаш учун маълумотларга ишлов бериш

ракамлар билан тасвирланган сонлар оркали олиб борилади ва дискрет вақт оралиқларида амалга оширилади. Сонлар позицион системада, кўп ҳолларда иккили системада берилади. Сонларнинг берилиши ва қайта тикланиши учун уларнинг берилиш аниқлиги ва диапазон билан боғлиқ бўлган разрядлилик (катъий аниқланган иккили разрядлар) ўрнатилган бўлади. Автоматлаштириш масалаларини ҳал қилишда кўпинча 12—16 хона (разряд) етарли бўлади. Биронта координата бўйича бошқаришни ҳисоблаш масаласи, бошлангич маълумотларга ҳамда оралиқ натижаларини бир қатор кетма-кетликлардаги амалларга бўлиб юбориш йўли билан ечилади. Ҳосил бўлган алоҳида координаталар бўйича бошқаришни ҳисоблаш ҳам ўз навбатида маълум кетма-кетликда амалга оширилади. Алоҳида вақт оралиқларида фақат битта амал бажарилиши мумкин.

РХМ қўлланган автоматлаштириш системаларидаги ҳисоблаш жараёнида дастур бўйича бошқариш асосларидан фойдаланилади. Бунда таъсирлар тартиби дастур тарзида олдиндан бериб қўйилади, яъни сонлар устида қандай амалларни ва қандай кетма-кетликда бажариш кераклиги тўғрисида кўрсатмалар берилган бўлади. Дастур эса командалар мажмуи кўринишида эслаб қолувчи қурилмада ёзиб қўйилади.

Ҳисоблаш жараёнини ташкил қилиш, олиб бориш ва бунга тегишли қурилмаларни бажарадиган асосий вазифалари устида тўхталамиз.

Ҳар қандай масалани ечиш учун бошлангич маълумотлар (ракамлар билан берилган), оралиқдаги ҳисоблаш натижалари тўғрисидаги маълумотлар ва ҳисоблаш жараёнини бошқариш дастури бўйича зарур бўлган ахборотлар бўлиши керак. Бундай ахборотлар эслаб қолиш қурилмаларида (ЭҚ) ёзилиб қўйилади ва сақланади.

Эслаб қолиш қурилмалари ўзининг қўлланиши, маълумотни сақлаш муддати бўйича оператив, доимий ва ташқи маълумот қурилмаларига бўлинади.

Оператив эслаб қолиш қурилмаларида (ОЭҚ) айти вақтда масалани ечиш учун керак бўладиган ахборот вақтинча сақланади.

Доимий эслаб қолиш қурилмаларида (ДЭҚ) истаган вақтда фойдаланиш учун зарур бўлган ахборотлар сақланади.

Ташқи эслаб қолиш қурилмаларида (ТЭҚ) берилган масалани ечиш учун фойдаланилмайдиган маълумотлар сақланади.

Маълумотларни (рақамли) киритиш қурилмаси (МКҚ) ЭХМ ни бошлангич маълумотлар ҳамда ҳисоблаш дастури билан таъминлайди. Бошқарувчи ҳисоблаш машиналари эса бошқарилувчи объект тўғрисидаги маълумотларни берувчи қурилмалар билан боғланган бўлади.

Арифметик-мантик қурилмалари (АМК) арифметик қўшиш, айириш, қўнайтириш ҳамда мантикий (кодлар устидаги амаллар, бошқаришни узатиш ва бошқалар) амалларни бажаради. Айтилган масалаларни ечиш учун зарур бўлган дастлабки маълумотлар эслаб қолиш (ЭҚ) қурилмасига узатилади, маълумотларга ишлов бериш натижалари эса арифметик-мантик қурилмаси (АМК) да сақланади ёки яна ЭҚга ёки рақамларни (маълумотларни) киритиш қурилмасига ўтказилади.

Бошқариш қурилмаси (БК) берилган ҳисоблаш дастурининг буйруқ маълумотларини иккиламчи бошқарувчи сигналларга айлантириш йўли билан автоматик амалга оширишни таъминлайди.

АМК ва БК ягона блокка бирлаштирилиб, процессор деб аталади. Процессор ҳисоблаш машиналарининг асосий элементи ҳисобланади.

Маълумот бериш қурилмаси (МБК) ҳисоблаш натижаларини чиқувчи сигналга айлантириш ва уларни кейинги қурилмаларга ва ижрочи органларга узатиш ва фойдаланиш учун қўлланилади. Баъзида МБК мослаштирувчи қурилма вазифасини ҳам бажаради.

Процессорнинг самарадорлигини ошириш учун ахборотларни киритиш ва чиқариш қурилмасининг иши ахборот алмаштириш қурилмаси томонидан мувофиқлаштирилади.

РХМлар ўз имкониятларини аниқловчи техник хусусиятлари бўйича бир-биридан фарқ қилади. Масалан, сонларни ифодалаш ва белгилаш системаси (иккили, ўнли, ўн олтили) уларнинг берилиш усулини аниқлайди.

Разрядлилик (хоналар сони) масала ечимидаги аниқликни кўрсатади. Ҳозирги замон РХМ 64 разрядгача етади.

Тезкорлик алоҳида амалларнинг бажарилиш вақти билан аниқланади. Бир секундда миллионгача амал бажарилиши мумкин.

Эслаб қолувчи қурилманинг ЭҚ сифими бир вақт ичида сақланадиган маълум хоналиликка эга бўлган сонларнинг максимал микдори билан тавсифланади. Бу микдор бир канча мегабайтга етиши мумкин. Бундан ташқари ЭҚ бир сонни маълум код адресига ёзиш ва ҳисоблаш учун кетадиган вақти билан ҳам тавсифланади. Бу бир канча микросекундларга тенг бўлиши мумкин.

Ахборотларни киритиш ва чиқариш тезлиги киритувчи ҳамда қабул қилувчи қурилмаларнинг турига боғлиқ.

РХМни баҳолаш вақтида кўрсатилган белгилардан ташқари унинг нарҳини, қабул қилиши қувватини, ишончли ишлаши ва бошқаларни ҳисобга олиш керак.

РХМ қўлланиши бўйича универсал, бошқарувчи ва ихтисослаштирилган машиналарга бўлинади. Ҳозирги вақтда универсал РХМ турлича техник имкониятларга эга бўлган машиналарнинг ягона системаси ЕС 1020; ЕС 1030; ЕС 1045; ЕС 1050 ва бошқаларга эга.

Бошқарувчи РХМ ҳар хил техник имкониятларга эга бўлган агрегатлаштирилган ҳисоблаш техникаси воситалари системаси кўринишида берилади: М4000, М6000, СМ1 — СМ4 ва бошқалар.

Ўзининг техник имкониятларига кўра РХМ катта, ўрта, кичик (мини) ЭХМ ва микропроцессорларга ажралади.

Катта ЭХМга — ЕС 1050, ўртачасига — ЕС 1030, кичик ЭХМ га СМ турлари, мини ЭХМга — «Электроника» турига қирувчи, микропроцессорларга — микропроцессор комплекти К587 мисол бўлади.

Пахтага дастлабки ишлов бериш оқим тизмасидаги технологик жараёнларни автоматлаштириш учун кичик ЭХМ ва микропроцессорлардан фойдаланиш афзалроқдир.

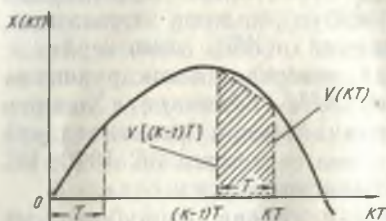
14.3-§. РХМ системаларини бошқариш қонунлари

РХМ қўлланган бошқариш системаларида бошқарувчи таъсирлар бир-биридан дискрет вақт T (дискретлик даври) ораликларида кетма-кет жойлашган нукталар учун дискрет бошқариш қонунлари асосида ҳисобланади. Бошқарувчи таъсир ҳисобланадиган ихтиёрӣ вақтни KT деб белгиласак (бунда K — дискрет

даврлар сони), РХМда бошқариш конунларининг мавжуд узлуксиз бошқариш конунлари (П, ПИ, ПИД) га мувофик қуйидагича ёзиш мумкин:

1. Бошқаришнинг мутаносиблик (пропорционаллик --- П) конуни узлуксиз кўринишда қуйидагича ифодаланади: $U(t) = K_p X(t)$. Ушбу қонуниинг дискрет кўринишдаги ифодаси $U(KT) = K_p X(KT)$ бўлади.

2. Бошқаришнинг узлуксиз интегралловчи конуни-нинг узлуксиз кўринишдаги ифодаси: $U(t) = K_i \int X(t) dt$.



109- расм. Бошқаришнинг дискрет интеграллаш конунига доир график.

Бу ифодани дискрет кўри-нишда ёзиш учун РХМ ёрдамида интегрални (юзани) топишда турли тахминий ҳисоблаш усул-ларидан фойдаланиш мумкин. Масалан, трапе-ция усули. Бунинг учун ҳисобланиши керак бўлган юза дискретлик даври T ораликларида бир қатор трапецияларга

бўлинади ва ҳосил бўладиган трапециялар юзаси билан алмаштирилади (109- расм). Фараз қиламиз, $(K-1)T$ бўлганда бошқарувчи таъсир ҳисобланган ва у $U[(K-1)T]$ га тенг бўлсин. Шунда бошқарувчи таъсир $U(KT)$ ни ҳисоблаш учун кейинги трапеция юзасини, яъни ин-теграл

$$K_i \int_{(K-1)T}^{KT} X(t) dt$$

ни ҳисоблаб олдинги трапеция юзаси билан қўшиш керак бўлади.

$$V(KT) = V[(K-1)T] + K_i \int_{(K-1)T}^{KT} X(T) dt.$$

Тенгламадаги иккинчи қўшилувчи ҳадни трапеция юзаси билан алмаштириш мумкин, натижада бошқарувчи таъсир бошқаришни интеграллаш конунига мувофик қуйидагича ҳисобланади:

$$V(KT) = V[(K-1)T] + K_i T/2 [X(KT) + X[(K-1)T]].$$

Тенгламаларнинг ўнг томони куйидаги маълумотларга асосан топилади: $U[(K-1)T]$ олдинги дискретлик давр оралигидан маълум, оператив эслаб қолиш қурилмасидан (ОЭҚ) танлаб олинади, коэффициент $K_0 T/2$ доимий эслаб қолиш қурилмаси ДЭҚ дан, оғиши $X(KT)$ эса ўлчаш қурилмасидан олинади, ўтган дискрет вақт оралигидаги оғиши $X[(K-1)T]$ оператив эслаб қолиш қурилмаси ОЭҚдан танлаб олинади.

3. Бошқаришни дифференциаллаш қонунининг узлуксиз тарздаги қўриниши

$$V_q(t) = K_q X^1(t).$$

Ҳосила $X^1(t)$ ни ҳисоблаш учун уни вақтнинг икки нукта оралигидаги оғишининг ўсишини ҳисоблашга келтириш мумкин. Шунда дискрет тарздаги бошқаришни дифференциаллаш қонуни қуйидаги қўринишда бўлади:

$$V_q(KT) = K_q \{X(KT) - X[(K-1)T]\}.$$

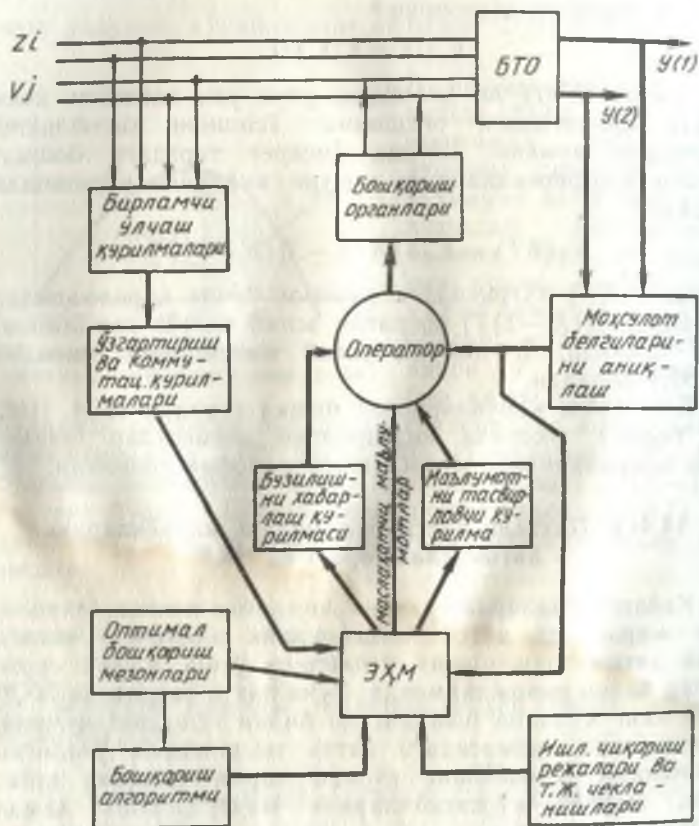
Оғиш $X(KT)$ тўғрисидаги ахборот ўлчов қурилмасидан олинади, $X[(K-1)T]$ оператив эслаб қолиш қурилмасидан олинади; K доимий эслаб қолиш қурилмасидан (ДЭҚ) олинади.

Бошқариш қонунларининг бошқа турлари (ПИ, ПИ2 ва бошқ.) юқорида келтирилган элементлар бошқариш қонунларининг қўшилишига мувофиқ топилади.

14.4- §. Пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш ва ЭХМ

Кейинги йилларда пахтани дастлабки ишлаш технологик жараёнида автоматлаштиришни иккинчи — «комплекс автоматлаштириш» босқичига ўтиш жадал суръатлар билан ривожланмоқда. Буни пахта саноатида ЭХМнинг кенг қўллана бошлангани билан тушуниш мумкин. Чунки оқим тизмасидаги катта тезликларда ўтадиган технологик жараённинг кўплаб параметрларини кузатиш, жараён кўрсаткичларини махсулдорлик ҳамда махсулот сифатини таҳлил қилиш меҳнат қуроллари — технологик машиналарнинг иш тартибларини аниқлаш ва танлаш, ишлаб чиқариш жараёнини оптималлаш каби зарур масалаларни ҳал қилиш ҳозирги вақтда факат ҳисоблаш техникаси ва бошқарувчи ЭХМ дан кенг фойдаланиш йўли билан амалга ошиши

мумкин. Бунга пахтани дастлабки ишлаш технологик жараёнларини бошқаришнинг автоматлаштирилган системаларининг (ТЖБАС) тузилиш схемаларидаги (7, 93, 110-расмлар) ЭХМнинг тутган ўрни ёрқин далил бўлади. Схемалардан, жараённинг ўтиш бўлимларидаги ТЖБАС локал автоматик системалардан олинadиган ахборотлар асосида, завод микёсидаги ТЖБАС эса ўтиш бўлимларидан (цехлардан) олинadиган ахборотлар асосида ишлашини кўриш мумкин. Бу ерда РХМ



110-расм. Бошқаришнинг автоматлаштирилган «маслахатчи» системасининг функционал схемаси:
 Z_i , U_j — қўзатиловчи ва бошқариловчи кириш сигналлари; $U(1)$, $U(2)$ — асосий ва қўшимча махсулотларни чиқиш параметрлари; БТО — бошқариловчи технологик объектлар.

бажарадиган вазифалари куйидагилардан иборат бўлади: жараённинг техник-иктисодий тавсифларини аниқлаш; технологик параметрларнинг кийматини кузатиш, марказлаштирилган ўлчаш ва қайд қилиш, берилган кийматларидан огганида сигналлаш; комплекс параметрларни ҳисоблаш ва улар кийматларини кечикишсиз кузатиш; жараённинг энг қулай ҳолатларда ўтишини ҳисоблаш; жойлардаги локал автоматик ростлаш системаларига ёки тўғридан-тўғри ижрочи механизмларга бўладиган бошқарувчи таъсирларни ҳисоблаш ва бошқарувчи (тузатувчи) таъсир кўрсатиш ва бошқалар.

Пахта заводи ТЖБАС ида (110- расм) ЭХМ технологик оким тизмасидаги бошқарилувчи технологик объектлардан (БТО) олинган ахборотларга, энг қулай бошқариш мезонларини, бошқариш алгоритми, ишлаб чиқариш дастури, маҳсулотнинг сифати, миқдорини ва бошқаларни ҳисобга олган ҳолда ишлов бериш вазифасини бажаради. Ишлов бериш натижалари, бузилишни огоҳлантириш қурилмалари, ахборотларни тасвирловчи қурилмалар орқали оператор шчитига узатилади. Бундан ташқари ЭХМ технологик жараёни оптималлаштириш юзасидан операторга тегишли маслаҳатларни беради. Оператор маҳсулот сони ва сифатини аниқлаш қурилмасидан ҳам ахборот олади. Оператор катта мутахассис сифатида олинган маълумотларни таҳлил қилиб, ўзининг буйруғини Б.Т.О. нинг бошқариш органларига беради. Шу тарика Б.Т.О нинг оптимал ишлаш жараёни сакланиб туради. Бундай вазифани пахта заводларининг комплекс автоматлаштириш босқичига мансуб ТЖБАС бажаради. ТЖБАСнинг бундай тузилиш схемаси (110- расм) пахта sanoati марказий илмий-текшириш институти (ПСМИТИ) томонидан тавсия қилинган, 1995 йилгача жумҳуриятимиз пахта заводларида жорий этилиши режалаштирилган.

АДАБИЁТ

1. Жабборов Г. Ж. ва бошқ. «Чигитли пахтани ишлаш технологияси». Т. «Ўқитувчи», 1987.
2. Каргу Л. И., Литвинов А. П., Майборода и др. «Основы автоматического регулирования и управления». М., «Высшая школа», 1974.
3. Наумов В. Н., Пятов Л. И. «Автоматика и автоматизация производственных процессов в лёгкой промышленности». М., «Легкая и пищевая промышленность», 1981.
4. Хамидхонов М. З., Мажидов С. «Электр юритма ва уни автоматик бошқариш асослари». Т., «Ўқитувчи», 1970.
5. Болтабосв С. Д., Парпиев А. П. Сушка хлопка-сырца. Т., «Ўқитувчи», 1980.
6. Мажидов С. «Русско-узбекский словарь электротехнических терминов». Т., «Ўқитувчи», 1992.
7. Мансуров Х. «Автоматика ва ишлаб чиқариш процесслари ни автоматлаштириш». Т., «Ўқитувчи», 1987.
8. «Автоматические приборы, регуляторы и управляющие машины». Справочное пособие под редакцией Г. Д. Кошарского, 1976.
9. Емельянов А. И., Копник О. В. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов». М., Энергоатомиздат, 1989.

МУНДАРИЖА

Суз боши	3
--------------------	---

Биринчи бўлим. ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИ АВТОМАТИКАСИ

I боб. АСОСИЙ ТАЪРИФ ВА ТУШУНЧАЛАР	5
1.1- §. Курс предмети ва вазифалари	6
1.2- §. Пахтани дастлабки ишлаш (ПДИ) жараёни	6
1.3- §. Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш	9
1.4- §. Локал автоматик системалар	11
1.5- §. Кибернетика	20
1.6- §. Технологик жараёни бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси	23
1.7- §. БАС да оператор (одам)нинг роли.	25
1.8- §. Ўлчов приборлари ва автоматлаштириш воситаларининг давлат системаси (АДС)	27

II боб. МЕТРОЛОГИЯ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ЎЛЧАШ ТЕХНИКАСИ

2.1- §. Умумий тушунча	28
2.2- §. Ўлчаш усуллари	30
2.3- §. Ўлчаш хатолиги ва аниқлаш гуруҳлари	32
2.4- §. Ўлчаш асбобларига қўйиладиган асосий талаблар	36
2.5- §. Ҳароратни ўлчаш ва термо ўлчаш асбоблари	37
2.6- §. Босимни ўлчаш ва ўлчов асбоблари	60
2.7- §. Намликни ўлчаш	64
2.8- §. Силжиш, куч, тезликни ўлчаш. Ўлчов асбоблари.	69
2.9- §. Бункердаги пахта сатхи баландлигини кузатиш ва фотосезгичли АРСи	78
2.10- §. Технологик окимда пахта массасини ўлчаш	80
2.11- §. Сепаратор қирғичи сирпанишининг сезгичи	81
2.12- §. Сигнал таққослаш элементлари (қурилмалари).	82

III боб. СИГНАЛ КУЧАЙТИРУВЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР

3.1- §. Умумий маълумот	84
3.2- §. Ярим ўтказигичли сигнал кучайтиргич	86

IV боб. ИЖРОЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР ВА РОСТЛОВЧИ ОРГАНЛАР

4.1- §. Электромеханик ижрочи элементлар	88
4.2- §. Электромагнит ижрочи элементлар	92
4.3- §. Ростловчи органлар	94

V боб. ДИСКРЕТ ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

5.1- §. Реле	95
5.2- §. Фотоэлектрон реле	101
5.3- §. Химоя аппаратлари	102
5.4- §. Тиристор	104
5.5- §. Икки ҳолатли (позицияли) АРСни мантикий бошқариш схемаси	107

VI боб. АВТОМАТЛАШТИРИШ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

6.1- §. Умумий маълумот	109
6.2- §. Объектнинг энергия ёки модда ғамлаш (аккумуляторлик) хусусияти	110
6.3- §. Объектнинг ўзича тенглашиш хусусияти	112
6.4- §. Объектнинг ўтиш вақти ва вақт доимийси	115
6.5- §. Ўтиш жараёнидаги кечикишлар	117

Иккинчи бўлим АВТОМАТИК РОСТЛАШНИНГ НАЗАРИЙ ВА ТЕХНИК ЭЛЕМЕНТЛАРИ

VII боб. АВТОМАТИК РОСТЛАШ УСУЛЛАРИ

7.1- §. Асосий таъриф ва тушунчалар	119
7.2- §. Автоматик ростлаш системалари	122
7.3- §. Тескари боғланиш тушуничаси	131

VIII боб. АРС ВА УНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ТАДКИК КИЛИШ

8.1- §. АРС ни тадқиқ қилиш масалалари	132
8.2- §. Автоматика элементларини математик ифодалаш	133
8.3- §. АРС ни математик ифодалаш	137
8.4- §. АРС нинг иш тарзи	139
8.5- §. АРС нинг динамик тавсифлари	141
8.6- §. Сигнал узатиш функцияси	145

8.7-§. АРСнинг такрорийлик (частота) бўйича тавсифлари	146
--	-----

IX боб. ДИНАМИК ЗВЕНОВАР ВА АРСнинг ТУЗИЛИШ СХЕМАЛАРИ

9.1-§. АРСнинг динамик бўғинлари	150
9.2-§. АРСнинг тузилиш схемалари ва эквивалент алмаштириш усуллари	163

X боб. ТУРҒУНЛИК ВА АРСнинг ИШ СИФАТИ

10.1-§. АРСдаги ўтиш жараёнлари тўғрисида	166
10.2-§. Ўтиш жараёнларининг турлари	169
10.3-§. АРСнинг турғунлиги	170
10.4-§. Ўтиш жараёнларининг сифат кўрсаткичлари	176
10.5-§. Регулаторни (ростлагични) оптимал созлаш	179

XI боб. РЕГУЛЯТОРЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

11.1-§. Регулаторнинг тузилиш схемаси	182
11.2-§. Ростлаш қонунлари ва регуляторлар	184
11.3-§. Регулатор танлаш	187

Учинчи бўлим. ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XII боб. АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ЛОЙИХАЛАШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

12.1-§. Умумий маълумот	190
12.2-§. Лойиҳалаш босқичлари	191
12.3-§. Автоматлаштиришнинг технологик схемаси	193
12.4-§. Автоматлаштиришнинг функционал схемаси	195
12.5-§. Функционал схеманинг тузилиши	197
12.6-§. Функционал схемаларнинг турлари	201

XIII боб. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

13.1-§. Пахта заводларини автоматлаштириш	202
13.2-§. Технологик жараёнларни бошқариш системаларининг иерархик тузилиши	204
13.3-§. Пахтани автоматлаштирилган қабул қилиш системасининг тузилиш	205

13.4- §. Бунтланган пахтани саклаш жараёнини автоматлашти- риш	209
13.5- §. Пахтани технологик оким линиясига узатиш жараёнларини автоматлаштириш	211
13.6- §. Пахтани босимли хаво қувурида ташишни автоматлашти- рилган бошқариш системаси	212
13.7- §. Сепаратор, таъминловчи бункер ва тарози транспортёрни автоматлаштиришнинг функционал схемалари	216
13.8- §. Сепаратор юкланишининг қирғич сирпаниши бўйича бош- қариш	218
13.9- §. Пахтани қуришти жараёнини автоматлаштириш	219
13.10- §. Жин машиналари батареясини автоматлаштириш	223
13.11- §. Жинлаш батареясининг таъминловчи бункерини автомат- лаштириш	223
13.12- §. Ортикча пахта бункерини автоматлаштириш	227
13.13- §. Технологик машиналарни жадал тўхтатиш	229

XV боб. ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШДА ЭХМ НИНГ ҚўЛЛАНИШИ

14.1- §. Аналогли ҳисоблаш машиналари	232
14.2- §. Рақамли ҳисоблаш машиналари	234
14.3- §. РХМ системаларини бошқариш қонунлари	237
14.4- §. Пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлашти- риш ва ЭХМ	239
Адабиётлар	242

Мансуров Хасан Саидхонович

**АВТОМАТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ
ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ХЛОПКА**

На узбекском языке

Учебник для студентов вузов

Издательство «Ўзбекистон» — 1996, Ташкент, 700129,
Навои, 30

Бадий муҳаррир Т. Каноатов
Техн. муҳаррир М. Хўжамкулова
Мусаххих С. Тоҳирова

Теришга берилди 30.05.95. Босишга рухсат этилди 25.12.95. Бичими
84×108¹/₃₂ «Таймс» гарнитурда юкори босма усулида босилди. Шартли
б. т. 13,02 Нашр т. 13,19. 2500 нусхада чоп этилди. Буюртма № 645.
Баҳоси шартнома асосида

«Ўзбекистон» нашриёти, 700129, Тошкент, Навоий
кўчаси, 30. Нашр № 155—94

Ўзбекистон Республикаси Давлат матбуот кўмитаси ижарадаги Тошкент
матбаа комбинатида босилди. 700129, Тошкент, Навоий кўчаси, 30.