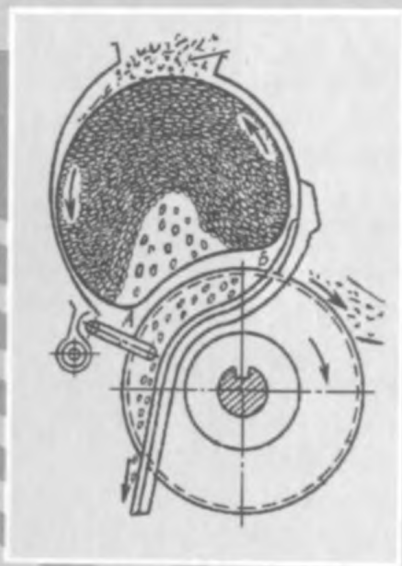


“ЎЗБЕКИСТОН”

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ

Ҳ. Мансуров

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ



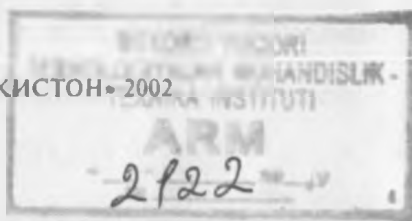
Ҳ. МАНСУРОВ

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ

Қайта ишланган иккинчи нaшри

*Пахтани дастлабки ишлаш
касб-хунар коллежлари
учун дарслик*

ТОШКЕНТ «ЎЗБЕКИСТОН» 2002



Такризчилар:

Х. Т. Аҳмадхўжаев, Д. Я. Ёқубов, М. Т. Ҳожиев.

Масъул муҳаррир: *С. Мажидов.*

М 3002000000-92 02
М 351 (04)-02

ISBN 5-640-03125-5

© «ЎЗБЕКИСТОН» нашриёти
ўзгаришлар билан. 2002 й.

СУЗ БОШИ

Дарслик «Автоматика ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» курси дастурига мувофиқ «Пахтани дастлабки ишлаш технологияси ва ускуналари» ихтисослиги бўйича таълим оладиган касб-ҳунар коллежлари талабалари учун ёзилган бўлиб, булғуси ҳунарманд-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 урганиш борасида ҳунармандлар 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, кузатиш сифати аниқлигига қўйиладиган талабларни асослай билиш ва пахтани дастлабки ишлаш технологик жараёнларини автоматлаштиришнинг келажакдаги ривожланиш йўналишларини тасаввур қила билиш каби қатор имкониятларга эга бўладилар.

Пахта заводларини автоматлаштириш муаммоларини ҳал қилишда одатда ҳамма мутахассислар — технолог, механик-конструктор ва автоматчи-ҳунармандлар фаол иштирок этадилар, аммо бу ишни аниқ амалга оширишда технолог ва механик мутахассисларнинг ҳиссаси ва масъу-

лияти жуда каттадир, чунки улар технологик жараён ва технологик машиналарни автоматлаштириш бўйича лойиҳа яратиш учун зарур бўлган курсатма — «техник топшириқ» тайёрлайдилар.

Техник топшириқда мутахассис технолог, механик ва конструкторлар томонидан яратиладиган илғор технология, юқори самарадорликка эга бўладиган технологик машина ва ускуналарни энг зарур сезгичлар — ўлчов ўзгарткичлар билан жиҳозлаш, қўлланадиган бошқариш, ростлаш, кузатиш ва бошқа системаларнинг турлари, ишлаш аниқликлари тўғрисида ҳар тарафлама мукамал маълумотлар ва курсатмалар баён қилинган бўлади. Бундай масъулиятли вазифани автоматика ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш фани асосларини пухта эгаллаган технолог, механик ва конструкторларгина муваффақиятли бажариши мумкин.

Дарсликда автоматлаштириш муаммоларининг талаблари ва ечимларини топиш, автоматика қурилмаларининг тузилишини, ишлаш асосларини урганишга, лойиҳа ва конструкторлик ишларини тайерлаш ҳамда пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш борасидаги илғор тажрибаларни урганишга асосий эътибор қаратилган. Пахта заводларини автоматлаштириш даражасининг ривожланишида электрон ҳисоблаш машиналари (ЭХМ) ҳамда технологик жараёнларни бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси (ТЖБАС) каби илғор техника ва технология асосларини урганишга 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 куп йиллик илмий-услубий ишларидан фойдаланилган.

Дарсликнинг қўлёзмасини ўқиб чиқиб, ўзларининг қимматли маслаҳатларини берган техника фанлари номзодлари М. Ж. Тиллаевга, Х. Т. Аҳмадхужаевга ва техника фанлари доктори, профессор Д. Я. Ёкубовга, техника фанлари доктори, профессор М. Т. Хожиевга, техника фанлари доктори Н. Камоловга муаллиф ўзининг миннатдорчилигини билдиради.

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

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИ АВТОМАТИКАСИ

I-606

АСОСИЙ ТАЪРИФ ВА ТУШУНЧАЛАР

1.1-§. Курс предмети ва вазифалари

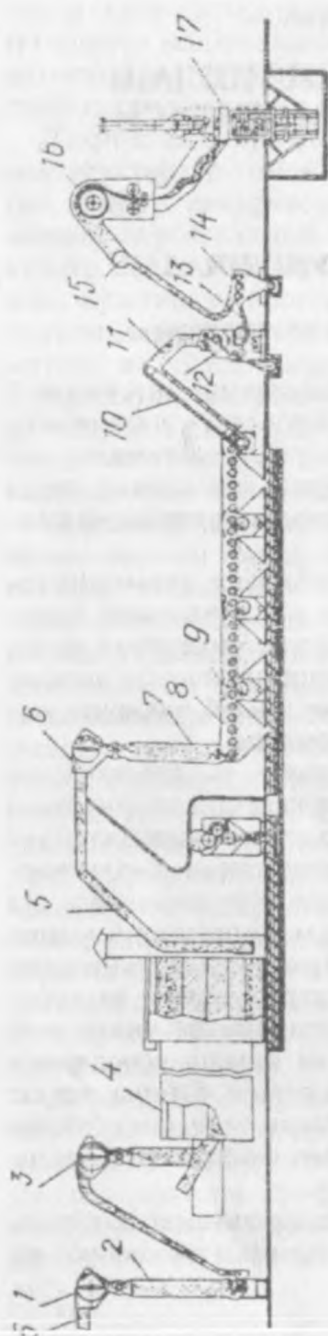
Автоматика* — автоматик бошқаришнинг умумий қонуниятларини ўрганадиган кибернетика фанининг техникага оид тармоғи бўлиб, автоматик системалар назариясини, уларни ҳисоблаш ва қўриш асосларини ҳамда саноатда қўллаш масалаларини ўрганадиган татбиқий фандир.

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 курсаткичларга эга бўлишини ва шу билан бирга меҳнат маданиятининг юқори бўлишини таъминлашдан иборат. Бунинг учун технологик жараёнларни тайёрловчи 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.

Фанни ўрганиш борасида талабалар автоматик қурилмаларнинг ишлаш асосларини, уларнинг афзалликлари

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



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

1, 3, 6 — СС — 15 маркали сепаратор; 2, 7 — таъминловчи бункерлар; 4 — 2СБ — куритиш барабани; 5, 13 — пахта ташувчи босимли ҳаво қувори (пневмотранспорт); 8 — майда хас-чўплардан тозаловчи машиналарнинг биринчи бўлими; 9 — йирик хас-чўп аралашмалардан тозаловчи бўлим; 10 — қия узаткич (транспортёр); 11 — таъминлагичли шахта; 12 — аррали тола ажратгич (жин); 14 — тола тозалагич; 15 — тола ажратгич; 16 — конденсор; 17 — гидравлик зичлагич.

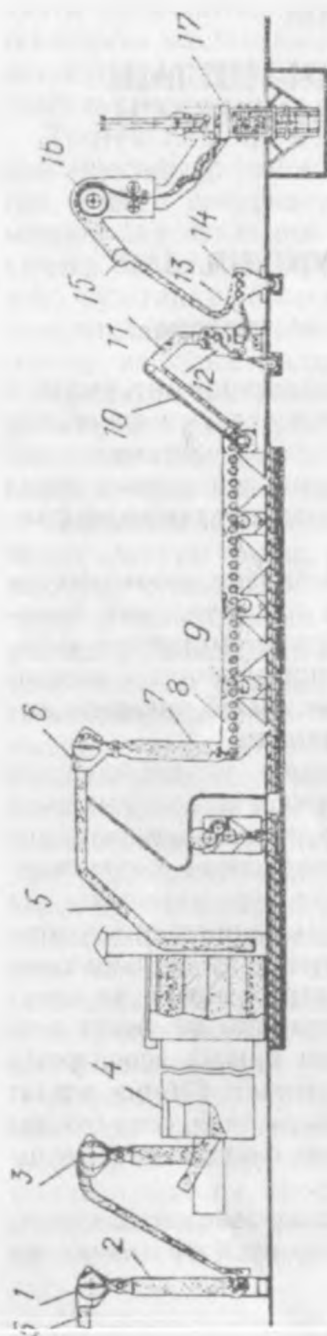
ва камчиликларини, қўлланиш соҳаларини, автоматлаштириш объектлари бўлмиш машина-механизмлар, агрегатларнинг хусусиятларини; автоматик бошқариш, назорат, рўстлаш ва бошқа системаларнинг назарий асосларини мукамал эгаллашлари ва уларнинг қўлланилиши борасида чуқур билимга эга бўлишлари керак. Улар алоҳида 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 рўстлаш 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

Урта Осиё заминиди, хусусан Ўзбекистонда пахта етиштириш ва пахта маҳсулотларидан халқ хўжалигида фойдаланиш янги эрамининг бошларидаёқ амалга оширилгани тўғрисида маълумотлар мавжуд. Бошланғич даврларда пахта толаси чигитдан қўл кучи билан ажратилган. Кейинчалик бундай вазифани бажариш учун қўл билан ҳаракатлантириладиган «ЧИФИРИҚ» деб номланган қурилмадан фойдаланилган. Чиғириқ устма-уст жойлаштирилган бир-бирига тегиб айланадиган иккита валикдан иборат бўлиб, валикларнинг бири қўл билан айлантирилади. Валиклар орасига қўйилган чигитли пахта толаси валиклар томонидан тортилиб, чигитдан ажратилади. Бундай иш қуроли ўз вақтида битта оила ёки хўжалик эҳтиёжини қондира олган ҳолос.

Жамият ривожи давомида одам бир қатор иш турларини ўз энергияси, ақлу-идрокидан фойдаланиб бажарган. Сўнгра оғир меҳнат турларини бажаришда имкони бори-ча уй ҳайвонларидан фойдаланган ва ниҳоят XIX аср давомида буғ ва электр машиналари, ички ёқув юриткичларининг ихтиро қилиниши билан улардан фойдаланиш имкониятларига эга бўлган.

Қўл меҳнати воситаларини ана шундай машина ва механизмлар билан алмаштириш; меҳнат фаолияти жараёнида уларни ҳаракатга келтириш учун турли хил меха-



1-рәс. Чыгыш пахтаһы даслабкы ишлашга мутжалланган ДХ-2 маркалы оқым тизмәһиниң (линиясының) технологик сәмәһи:

1, 3, 6 — СС — 15 маркалы сепаратор; 2, 7 — таһминловчы бункерлар; 4 — 2СБ — куриш барабаны; 5, 13 — пахта ташуучи босимлы хаво куурун (пневмотранспорт); 8 — майда хас-чүпләрдән тозаловчы машинаһарниң биринчи бүлим; 9 — ирик хас-чүп аралашмалардан тозаловчи бүлим; 10 — қия узаткыч (транспортир); 11 — таһминлагычли шахта; 12 — аррлы тола ажратгыч (жи); 14 — тола тозалыгы; 15 — тола ажратгыч; 16 — конденсор; 17 — гилравлик зичлагыч

ва камчиликларини, қўлланиш соҳаларини, автоматлаштириш объектлари бўлмиш машина-механизмлар, агрегатларнинг хусусиятларини; автоматик бошқариш, назорат, ростлаш ва бошқа системаларнинг назарий асосларини мукамал 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 ҳолатининг ривожланиши ва истиқболи тўғрисида тасаввурга эга бўлишлари керак.

1.2-§. Пахтани дастлабки ишлаш (ПДИ) жараёни

Урта Осиё заминиди, хусусан Ўзбекистонда пахта етиштириш ва пахта маҳсулотларидан халқ ҳужалигида фойдаланиш янги эрамининг бошларидаёқ амалга оширилгани тўғрисида маълумотлар мавжуд. Бошланғич даврларда пахта толаси чигитдан қўл кучи билан ажратилган. Кейинчалик бундай вазифани бажариш учун қўл билан ҳаракатлантириладиган «ЧИФИРИҚ» деб номланган қурилмадан фойдаланилган. Чиғириқ устма-уст жойлаштирилган бир-бирига тегиб айланадиган иккита валикдан иборат бўлиб, валикларнинг бири қўл билан айлантирилади. Валиклар орасига қўйилган чигитли пахта толаси валиклар томонидан тортилиб, чигитдан ажратилади. Бундай иш қуроли ўз вақтида битта оила ёки ҳўжалик эҳтиёжини қондира олган ҳолос.

Жамият ривожиди давомида одам бир қатор иш турларини ўз энергияси, ақлу-идрокидан фойдаланиб бажарган. Сўнгра оғир меҳнат турларини бажаришда имкони бори-ча уй ҳайвонларидан фойдаланган ва ниҳоят XIX аср давомида буг ва электр машиналари, ички ёқув юриткичларининг ихтиро қилиниши билан улардан фойдаланиш имкониятларига эга бўлган.

Қўл меҳнати воситаларини ана шундай машина ва механизмлар билан алмаштириш; меҳнат фаолияти жараёнида уларни ҳаракатга келтириш учун турли хил меха-

ник, буғ, электрик машиналардан фойдаланиш йули билан ишлаб чиқариш техника тараққиётини янги поғонаси булмиш механизациялаш даражасига эришилган.

Механизациялашдан асосий мақсад — меҳнат унумдорлигини ошириш ва инсонни оғир, сермеҳнат ва толиқтирувчи ишлардан озод қилишдир. Шу туфайли механизациялаш фан-техника тараққиётининг асосий йўналишларидан бири булиб, у ишлаб чиқариш кучлари тараққиётини таъминлаган, ижтимоий ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишда моддий асос булиб хизмат қилган. Ишлаб чиқариш жараёнини техника воситалари билан таъминланганлик даражасига ва ишларнинг турига кура у қисман ва комплекс механизациялаш турларига бўлинади, уз навбатда ишлаб чиқаришни автоматлаштиришга замин тайёрлайди.

Чигитдан тола ажратиш — жинлаш¹ техникасининг қўл меҳнати воситаси «чиғириқ» даражасидан қисқа вақт оралиғида механизациялашган жинлаш технологик машинаси даражасига кўтарилиши ва меҳнат маҳсулдорлигининг юз марталаб ошишига эришиш бу албатда фан-техника тараққиётининг маҳсулидир.

Ҳозирги вақтда пахтага дастлабки ишлов бериш жараёни мавжуд тартибга мувофиқ ишлайдиган технологик машиналарнинг оқим тизмаси буйича ўтади. Унда меҳнат қуроллари — машина ва механизмлар ҳамда транспорт воситалари меҳнат предмети булмиш 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 бундан олинган пахта босимли ҳаво қувири 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 шахталарида-

¹) жин машина (ингл. Engine — машина) — тола ажраткич, жинлаш машинаси. Илк бор Англияда яратилган.

ги пахта сатҳи баландлиги узгармас катталиклда булиши талаб қилинади. Бундай шарт-шароитлар автоматик ростлаш системаларини қўллаш йули 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 меъерда таъминлаб турадиган бункердан чиқадиган пахта босимли ҳаво қувури 5 ва сепаратор (СС-15) 3 орқали қуритиш барабани 4 ни таъминловчи бункерига тушади. Ундан босимли ҳаво қувури ёки таъминловчи винтли конвейер ёрдамида пахта қуритиш барабанига узатилади ва унда автоматик ростлаш системаси ёрдамида 8 % намликкача қуритилади. Бундай қуритилган пахта тозалаш агрегатларининг оптимал шароитда ишлашини таъминлайди. Қуритилган пахта босимли ҳаво қувури 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 гола ажратиш (жинлаш) батареясининг пахта тақсимловчи винтли қурилмасига узатилади.

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

Пахтани қуритиш барабанида автоматик бошқариш ва назорат системалари ўрнатилган бўлиб, унда қуритиш параметрлари иссиқ ҳаво ҳарорати ва таъминловчи валикларнинг унумдорлиги аниқлаб турилади ва керак бўлганда оператор томонидан ўзгартирилади. Унумдорликни автоматик кузатиш қурилмаси қуритиш 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 миқдорда намланади. Бунинг учун у намланган ҳаво оратиғидан утади ва тола намлиги автоматик кузатиб турилади. Босимли ҳаво қурури 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 оқим тизмасида пахтага ишлов бериш жараёнларини автоматлаштиришни юқори босқичларга кутариш, автоматик системаларнинг ҳамма турларини ҳамда бошқарувчи ЭХМ-компьютерларни, технологик жараёнларни ҳамда технологик машиналарни бошқаришда қўллашни талаб қилади.

1.3-§. Кибернетика

Кибернетика Норберт Винернинг таърифича, механизмлар, жонли организмлар ва жамиятдаги бошқариш ва боғланишлар тўғрисидаги фан бўлиб, мазкур фаннинг асосида турли физик табиатга хос бўлган системалардаги бошқариш жараёнларига умумий нуқтаи назардан қараш 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 миқдорий ўхшашлик, умумийликнинг борлигига асосланади. Бу умумийлик бошқариш жараёнининг хабарлар таъсири билан боғлиқлигидадир деб тушунтирилади.

Маълумки, бошқариш жараёни бошқарувчи ва бошқарилувчи томонлар орасидаги хабарлар таъсирида юз береди ва улардаги миқдорий 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 системасида жойлаштирилган ва олдиндан белгилаб қўйилган миқдор U_0 ёки дастурга мувофиқ содир бўлади. Бунга мисол сифатида энг оддий ахборотли системаларнинг (5,6-расм) турли физик табиатга (бункерлардаги пахта сатхи баландлиги, машинанинг айланиш тезлиги, ҳароратга) хос

булишидан қатъи 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 қатор фалсафий аҳамияти ҳам бор. Буларнинг энг муҳими — объектив оламнинг мавжуд ахборотли жараёнлар билан алоқдорлигини очиб беришидир. Бу фан ахборотларни мақсадга мувофиқ сақлаш, узатиш ва узгартириш жараёнларини урганиш, тирик организмлар билан машиналар уртасидаги боғланиш ва муносабатларни аниқлашга имкон беради, оламнинг моддий ҳамда маънавий бирлигини асослашда муҳим урин тутади.

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

Кибернетика фани бошқариш тўғрисидаги илмий билишнинг уч асосий йуналишини 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. Иқтисодий кибернетика. Бунда иқтисодий системалардаги (халқ хўжалигининг) бошқарилиш жараёнлари ўрганилади.

Мураккаб динамик системаларни бошқариш ҳақидаги кибернетика фани алоҳида (локал) автоматик ростлаш 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 ёпиқ занжирли автоматик системалардаги бошқариш (ростлаш) жараёнларини урганади.

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, тухтатиш, ҳаракат йўналиши ва тезлигини ўзгартириш каби ишларни бажариш учун хизмат қиладиган автоматик бошқариш системаси (2, 3-расмлар), объектнинг бирор технологик параметрини (ҳарорат, босим, материаллар сатҳи баландлиги, тезлик, намлик ва бошқалар) технологик жараён давомида ростлаб (барқарорлаштириб) туриш учун хизмат қиладиган автоматик ростлаш системалари ёки объектнинг технологик параметрини олдиндан берилган қонунга мувофиқ ўзгартириш системалари, технологик жараёни назорат, ҳимоя 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 авто-

матлаштириш ҳамда бошқариш масалаларининг ечимини иқтисодий-математик усуллар асосида топиш ва бунда одамнинг иштирок этишини кўзда тутадиган кўп босқичли мураккаб системалар комплексига айтилади. Пахтани дастлабки ишлаш технологик оқим тизмаси (уч босқичли) бунга ёрқин мисол бўлади. Бу система—бошқариш тўғрисидаги ечимларнинг пишиқ ва асосланган бўлишини, бошқариш жараёнининг жуда тезкор ва катта тезликларда утишини таъминлаш ва бошқарувчи одамнинг меҳнат фаолиятини енгиллаштиришни кўзда тутали. Янги, илғор техника (ЭХМ) ва янги услублар билан таъминланиши туфайли бу системада бошқариш ишлари бирмунча жадаллашади.

Бундай система қуйидаги учта вазифани бажаради:

1) бошқарилувчи объект тўғрисидаги ахборотларни туплани ва узатиш; 2) ахборотларга ишлов бериш ва бошқарувчи сигнал ҳосил қилиш; 3) бошқарилувчи объектга бошқарувчи таъсир кўрсатиш.

Бошқаришнинг автоматлаштирилган системаларида юқоридаги 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. (10-расм).

1.4-§. 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 қонун-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, ҳимоя, огоҳлантириш, пухталаш ав-

томатик системалари ҳамда бошқарувчи ЭХМ қўлланилади.

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

Локал автоматлаштириш босқичида завод цех булимлари алоҳида машина ва агрегатлардаги ишлаб чиқариш жараёнлари автоматлаштирилган бўлади. Бунинг учун бир қатор локал автоматик системалар: автоматик назорат, ростлаш, бошқариш, ҳимоя, оғоҳлантириш ва бошқа системалардан фойдаланилади. Агрегат ва машиналарнинг ишлашини ташкил қилиш, бошқариш (ишга тушириш, иш муддати тугаганда тухтатиш ва бошқалар) технологик машина шчитиди ўрнатилган қузатиш ўлчов асбобларидан олинган маълумотлар асосида оператор томонидан ба-жарилади.

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 киришини мумкин бўлади.

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

Комплекс автоматлаштириш шароитида марказлаштирилган қузатиш системаси қуйидаги вазифаларни бажаради:

1. Технологик параметрларни тинимсиз ўлчаб қузатиб туради, уларнинг берилган қийматга нисбатан оғишини аниқлайди ва операторни оғоҳлантиради.

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

3. Ҳамма ўлчанадиган параметрларнинг даврий қийматини ёзиб боради.

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

5. ЭХМ ишлаб чиқариш жараёнига тузатиш киритиш 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.

Тула автоматлаштириш. Автоматлаштиришнинг бу босқичида ишлаб чиқаришни бошқариш учун бошқарувчи электрон ҳисоблаш машиналаридан ҳар тарафлама фойдаланилади. Бундай машиналар корхоналарнинг оптимал иш ҳолатларида ишлашини таъминлайди ва автоматлаштирилган завод яратиш учун замин тайёрлайди. ЭХМ технологик жараённинг бузилиши сабабларини аниқлаш, оптимал иш ҳолатини яратиш, резервларни ишга солиш, кузатиш, ҳимоялаш, ростлаш ва бошқариш ишларини тула марказлаштириш учун қўлланилади.

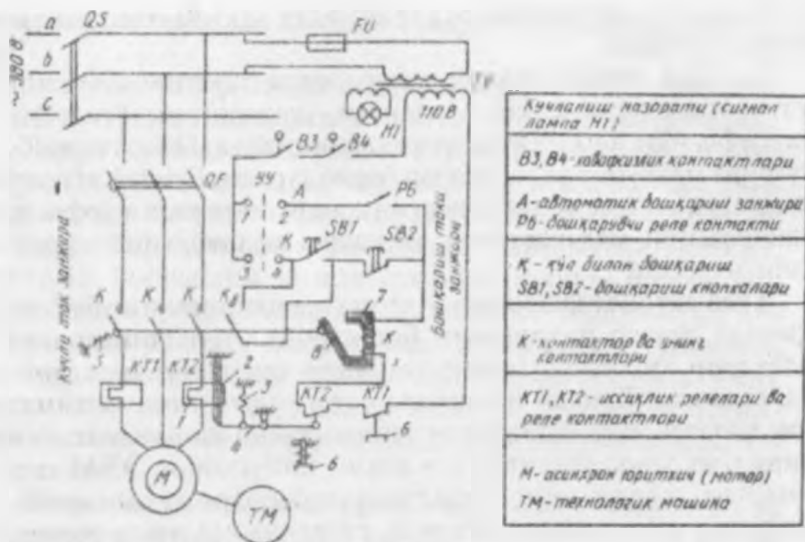
1.5-§. Локал автоматик системалар

1. Технологик машиналарни бошқариш схемалари

Бошқариш — ишлаб чиқариш жараёнининг маълум мақсадга мувофиқ ўтишини таъкил қилиш демакдир. Бу меҳнат буюми (предмети) бўлмиш чигитли пахтага ишлов берувчи технологик оқим машиналарини мақсадга мувофиқ, маълум тартибда системали ишга тушиши, ишлаши ва иш даври тугаши билан ишдан тухталишини назарда тутати.

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 ўқига механик боғланган асинхрон юриткич (мотор) «асинхрон юритма» деб аталади. Энг аввал асинхрон



2-расм. Асинхрон юритмани бошқариш системасининг йиғиқ электр схемаси:

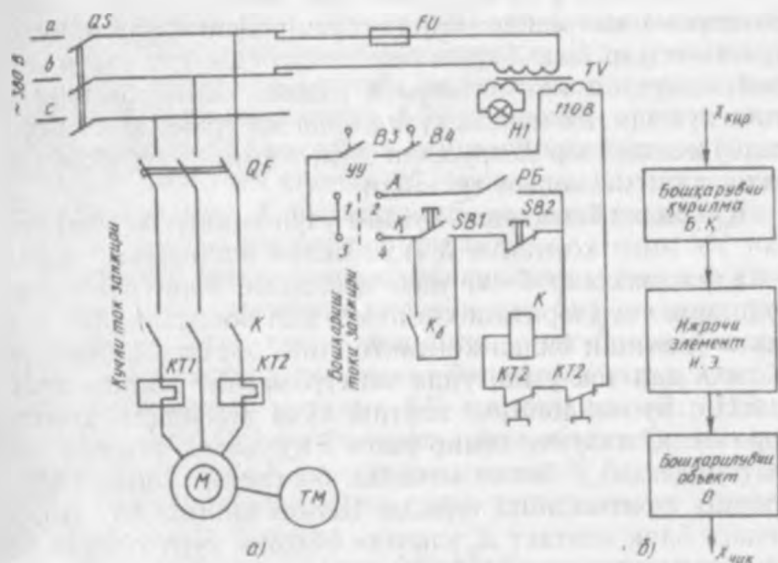
QS — узгич (рубилник); QF — автоматик узгич; FV — эрувчан сақлагич; УУ — узиб улагич; ТМ — технологик машина; М — юриткич (мотор);

1 — иссиқлик релесининг қиздиргичи; 2 — биметалл пластинка;

3, 5 — пружина; 4 — рычаг; TV — трансформатор.

юритманинг бошқариш системасининг тузилиши ва иш-лаш асосларини урганамиз (2-, 3- расм). 2-расмда асинхрон юритманинг бошқариш системасини йиғиқ электр схемаси, 3- а расмда ёйиқ электр схемаси ва 3- б расмда бошқариш системасининг функционал схемаси кўрсатилган.

Асинхрон юритманинг бошқариш системасини йиғиқ электр схемасида юритманинг бошқариш системаси икки хил: кучли ток ва кучсиз бошқариш токи занжирларидан иборат бўлиб, кучли ток занжири электр тармоғига 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 тўхтади. 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 турган-



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

да уланган бўлади. Бирор тасодифий ҳодиса юз берганда ихота эшикларининг биронтаси очиладиган булса, бошқариш занжиридаги контактлар В3, В4 узилади, юритма М ишлашдан тўхтайди. Технологик машина ишламай турган вақтдагина бу ихота қурилмаларини очиш, машина ички қисмларини кўриш 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 занжининг А нуқтасидаги контакти 1—2 олдиндан улаб қуйилади. Шундан сунг бошқарувчи реленинг контакти РБ уланса, асинхрон юритма (М) ишга тушади, аксинча контакт РБ узилса, асинхрон юритма ишдан тухтайди. Бундай бошқаришда одам иштирок этмайди. РБ контакти уланганда хавфсизлик контактлари В3, В4, узиб-улагичнинг контакти А, контакторнинг электромагнит ўрамаси К ва иссиқлик релесининг ёйиқ контактлари КТ1, КТ2 орқали утган бошқариш токи кон-

тактор урамаси K да электромагнит майдон ҳосил қилади. Электромагнит майдонининг тортиш кучи туфайли қўзғалувчан темир узак 8 қўзғалмас темир узак 7 га тортилади, контакторнинг контактлари K уланиб, асинхрон юритма ишга тушади. $PБ$ контакт узилганда эса урама K токсизланади, контактлар K пружина 5 ни тортиши туфайли узилади, юритма ишдан тўхтайди.

Қўл билан бошқариш. Бунинг учун универсал узиб-улагич УУ нинг контакти K (қўл билан бошқариш) занжирга (контактлар 3—4) улаб қўйилади. Юритмани ишга тушириш учун юритиш кнопкиси $SB1$ босилади. $SB1$ контакти уланиши билан контакторнинг электромагнит урамаси K дан ток ўтиб, унда электромагнит майдон ҳосил қилади. Бу майдоннинг тортиш кучи таъсирида контакторнинг қўзғалувчи темир узаги 8 қўзғалмас темир узак 7 га тортилади, у билан механик боғланган контактлар K уланиб, юритма ишга тушади. Шунда кнопка $SB1$ занжирдаги блок контакт K_6 уланган бўлгани учун кнопка $SB1$ бушатилиши мумкин. Кнопка $SB1$ нинг узилган контактини пухталовчи контакт K_6 улаб қолади. Тўхтатиш кнопкиси $SB2$ қўл билан босилганда унинг контакти узилади, контакторнинг электромагнит урамаси K токсизланади, пружина 9 кучи ёки қўзғалувчан узакнинг оғирлиги туфайли K контактлар узилиб, юритма ишдан тўхтайди.

Асинхрон юритмани бошқариш системасининг ёйиқ электр схемасида (3-а расм) бошқариш аппарати контакторнинг таркибий қисмлари: электромагнит урамаси K , темир узаклар, контактлар ва шунингдек иссиқлик реле-сини қиздиргичи, биметалл пластинкаси ва бошқа элементларининг шартли белгилари бошқариш занжирида ёйилган (тарқоқ) 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 $PБ$ нинг контакти уланиши билан контакторнинг электромагнит урамаси K дан ток ўтиб, унинг контактлари K уланади, асинхрон юритма ишга тушади. Бошқарувчи реле контакти $PБ$ узилганда эса контактор урамаси K токсизланади, унинг контактлари K пружина 5 нинг тортиш кучи ёки ўз оғирлиги билан узилади, юритма M ишлашдан тўхтайди.

Юритмани қўл билан бошқариш учун УУ нинг 3—4 контактлари олдиндан уланган, 1—2 контактлари узилган

булади. Шундан сунг кнопка $SB1$ қўл билан босилганда контакторнинг электромагнит урамаси K дан ток утади, унинг контактлари K уланиб, юритма ишга тушади. Блок контакт K уланиб, кнопка $SB1$ контактини пухталайди. Шунда кнопка $SB1$ дан қўлни олиш мумкин булади. Юритмани тўхтатиш учун кнопка $SB2$ босилади. Шунда контакторнинг урамаси K токсизланиб, унинг контактлари K узилади, юритма ишлашдан тухтайди.

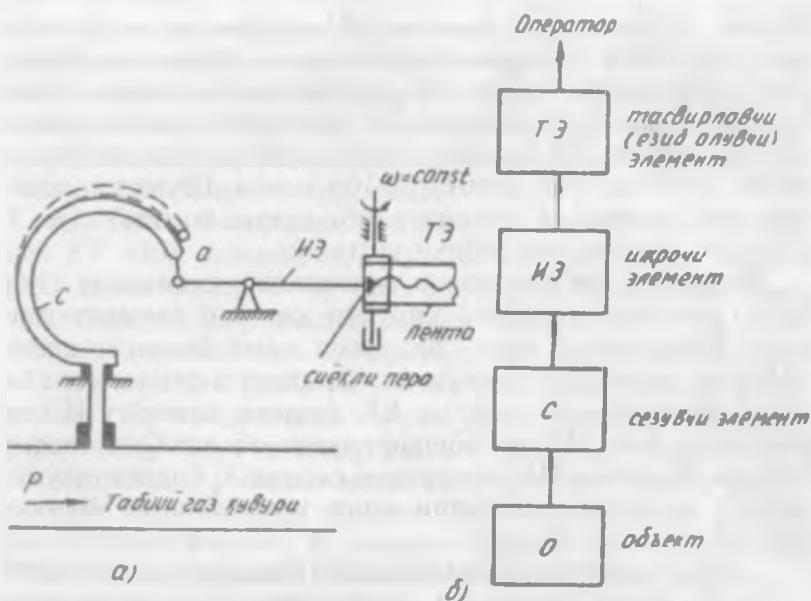
Бошқариш системасининг функционал схемасида (3-расм) система таркибига кирувчи ҳар бир элемент узининг бажарадиган иш — вазифаси номи билан аталади. Масалан, асинхрон юритманинг бошқариш схемасида (3-брасм) бошқарувчи қурилма БҚ ижрочи элемент ИЭ га таъсир қилади, ИЭ эса бошқарилувчи объект О га таъсир қилади. Қурилма БҚ га кирувчи сигнал X_1 бошқарилувчи объект асинхрон юритмани ишга туширади ва чиқувчи сигнал X_2 ҳосил булади.

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 (узғариши) туғрисида сигнал бериш, ишлаб чиқарилган маҳсулот 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 қуриштириш учун иссиқ ҳаво тайёрлайдиган утхоналарда (СТАМ — К—2) кўпинча ёқилғи сифатида табиий газ ишлатилади. Бунда қувурдаги газ босимини кузатиш ва ростлаб туриш, қуриштириш жараёнининг энг қулай шароитларда утишини таъминлайди. Унда қувурдаги газ босимининг оғишини (узғаришини) сезувчи элемент СЭ сифатида манометрик трубка, ижрочи элемент ИЭ сифатида ричаг ва босим узғаришини тасвирловчи элемент ТЭ сифатида босим узғаришини тасмага ёзиб оладиган қурилмалардан фойдаланилган. Лента узгармас тезлик ($\omega = \text{const}$) билан сурилиб туради.



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

Қувурдаги газ босими ошса, СЭ нинг а нуқтаси юқорига кутарилади, камайса пастга сурилади. Бу узгариш ИЭ орқали утиб, ТЭ лентасида уз аксини топади.

ТЭ нинг бажарадиган вазифасига кура АКС қуйидаги турларга бўлинади: 1. Автоматик улчаш системаси. 2. Автоматик сигналлаш системаси. 3. Навларга автоматик ажратиш системаси. Лентага ёзиб олинган газ босими узгариши туғрисидаги 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 ҳавфсизлигининг 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) ута

юкланганда *КТ1* ёки *КТ2* иссиқлик релеси уни тармоқдан 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 узаро боғлайди. Узаро боғланган уюшган элементлардан биронтасининг ҳолати ўзгарса, бу пухталаш системаси қолган бошқа элементларнинг иш ҳолатининг ўзгаришига йўл қўймайди. Амалда пухталашнинг қуйидаги уч тури кенг қўлланилади: тақиқли пухталаш, бузилиш ҳолларидаги пухталаш ва автоматик резервлаш (эҳтиётлаш).

Тақиқли пухталаш—агрегатни ёки оқим тизмасини бошқаришда айрим ноурин нуқсонларни (тиқилиш, ўтаюкланиш ва б.) пайдо бўлишини тақиқлашни назарда тутади.

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

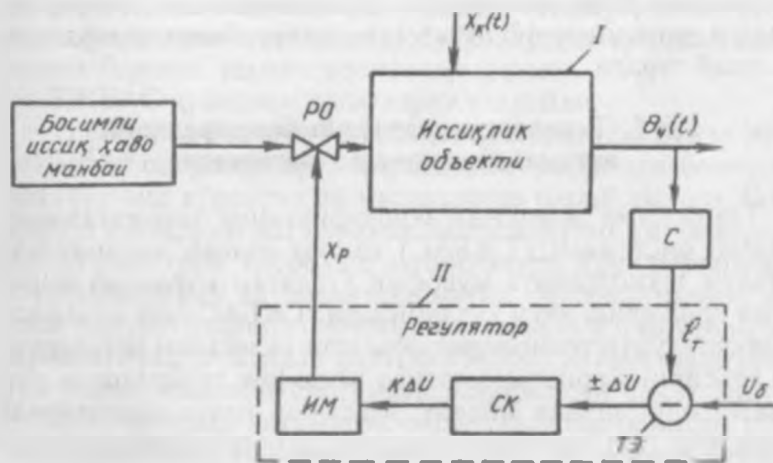
Автоматик резервлаш пухталиги—технологик оқим тизмасида биронта технологик машина ишдан чиқса, уни резервда турган бошқа машина билан алмаштиради ва оқим тизмаси амалда ишдан тўхтамайди.

4. Автоматик ростлаш системаси

Автоматик ростлаш системаси (АРС) ишлаб чиқариш жараёни давомида технологик параметрлар (ҳарорат, босим, бункерлардаги пахта маҳсулотларининг сатҳ баландлиги, таъминловчи валикларнинг айланиш тезлиги ва бошқалар) нинг қийматини берилган миқдорда сақлаб туриш ёки олдиндан берилган маълум дастурга мувофиқ ўзгаришини таъминлаш учун қўлланилади. Буни пахтани қуритиш жараёни мисолида курамиз. Маълумки, пахтани қуритиш жараёни олдиндан белгилаб қўйилган шарт-шароитда ўтиши керак. Бундай шарт-шароит уруғлик олинадиган чигитли пахтани қуритиш учун қуритиш барабанига кирадиган иссиқ ҳаво ҳарорати 280°C ва барабандан чиқиш жойидаги ҳарорати 55°C дан ошмаслиги керак. Лекин қуритиш жараёни давомида қуритиш ҳарорати барабанга тушадиган пахтанинг намлиги ва миқдорининг ўзгариб туриши туфайли ўзгаради. Агар барабанга намроқ ва кўпроқ пахта тушса, қуритиш ҳарорати пасаяди. Агар ба-

терможуфт ТЖ ёрдамида ўлчанади. Бу икки миқдор ($U_6(\theta)$ ва $e_r(\theta)$) ТЭда узаро таққосланади. Агар $U_6 = e_r = K\theta_6$ бўлса, барабаннинг ўлчанаётган зона С даги ҳарорати берилган катталиқ θ_6 га тенг бўлади. Бу ҳолда барабаннинг узунлиги бўйича қуритиш ҳарорати унинг асосий термотавсиф графиги (график 2) га мувофиқ бўлади (5-расм). Агар барабанга тушаётган пахтанинг намлиги юқори ёки массаси купроқ бўлса, бундай ташқи таъсир натижасида барабан ичидаги ҳарорат берилган катталиқка нисбатан пасаяди («оғади»). Автоматик ростлаш системаси булмаган шароитда қуритиш жараёни термотавсиф графиги 2'' га мувофиқ утади. Барабаннинг қуритиш ҳарорати θ_6 га нисбатан пасайган «оғган» бўлади. АРС бор бўлганда эса барабан ҳарорати термографик 2' бўйича ўзгаради. Чунки энди АРС вужудга келган ҳарорат оғишига қарши таъсир курсатади.

Амалда «оғиш» сигнали $\pm \Delta U = U_6 - e_r(t)$ жуда ожиз булгани сабабли сигнал кучайтиргич СК ёрдамида кучайтирилади. Бу сигнал энди ростловчи сигнал бўлиб, ижрочи механизм ИМ ни бошқариш урамаси W_6 га, ИМ эса уз



6-расм. АРСнинг функционал схемаси:

I—бошқарилувчи система (объект); II—бошқарувчи система (регулятор); С — сезгич — ўлчов ўзгарткич (терможуфт); ТЭ — сигнал таққослаш elementi; СК — сигнал кучайтиргич; ИМ — ижрочи механизм; РО — ростловчи орган; X_k — регулятордан чиқувчи, бошқарувчи таъсир; $X_k(t)$ — объектга кирадиган тасодифий ташқи таъсирлар; $\theta_v(t)$ — объектдан чиқувчи ростланувчи параметр (ҳарорат).

навбатида иссиқ ҳаво қувурида урнатилган ростловчи орган РО нинг тусиғига таъсир қилади, унинг ҳолатини узгартиради. Барабан ҳарорати ошганда иссиқ ҳаво йулини — ΔU га мувофиқ тусиб, барабанга иссиқ ҳаво келишини камайтиради. Камайганда эса $+\Delta U$ га мувофиқ барабанга келадиган иссиқ ҳаво миқдорини оширади.

АРС нинг ишлаш асосини унинг функционал схемаси орқали ҳам тушуниш мумкин (6-расм). Схемадан куринадик, АРС узаро ёпиқ занжир бўйича боғланган ва бири-бирига таъсир курсатувчи 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 $e_r(t)$ қуритиш барабанига тушадиган пахта намлиги ва массасининг узгариши таъсирида вақт бўйича тасодифан узгариб туради. Натижада қуритиш ҳарорати оғади: $\pm \Delta U(t) = U - e_r(t)$. Бу сигнал $\pm \Delta U$ жуда кучсиз бўлгани ва ростлаш органидаги тусиқни сура олмаслиги туфайли кучайтирувчи элемент СК ёрдамида бир неча юз марта кучайтирилади. Шунда ижрочи механизм ИМни бошқарувчи ўрамаси W_0 га таъсир курсата олади ва иссиқ ҳаво қувуридаги тусиқни суриб (очиб ёки ёпиб), объект ҳароратини ростлаб туради.

1.6-§. Технологик жараёни бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси

Технологик жараёни бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси (ТЖБАС) саноат ишлаб чиқаришида маълум технологияга мувофиқ утадиган 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 туғрисидаги маълумотларни йиғиш, ишлов бериш ва сақлаб туришдан, уларни оператор хо-

димларга маълум қилиш ёки кейинги қайга 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 курсатишдан 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 зарур булган техник воситалар (қурилмалар) мажмуи (ТВМ) ни 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 курсатма ва маслаҳатлар бериб туради. Бошқариш ишларини эса технолог операторнинг узи бажаради. Бунда электрон ҳисоблаш машиналари қурилмаларидаги 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 узи бажарса ва одам иштирок этмаса, бундай система автоматик бошқариш системасига айланган бўлади. Бундай система бошқариш ишлари тўла урганилган ишлаб чиқариш жараёнларидагина қўлланилиши мумкин.

ТЖБАСнинг саноат ишлаб чиқаришида қўлланилиши. маҳсулотнинг сони ва сифатини оширади, хом ашё ҳамда энергия сарфини камайтиради, ишлаб чиқариш ускуна-

ларини таъмирлаш даври узаяди, ишлаб чиқариш захира-ларидан фойдаланиш имкони туғилади.

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

Ҳозирги вақтда пахтани дастлабки ишлаш жараёнла-рини автоматлаштиришнинг II босқичи — комплекс ав-томатлаштириш босқичини ниҳоясига етказиш долзарб масала бўлиб қолмоқда.

1.7-§. БАСда оператор (одам) нинг роли

Мураккаб иерархияли системаларнинг ҳамма поғона-ларида одам (оператор) иштирок этади, у жумҳурият масштабидаги истиқболли режалаштиришдан тортиб, ишлаб чиқариш жараёнининг технологик иш амалларини бажаришгача бўлган бошқариш вазифаларини бажариш-да қатнашади.

Маълумки, БАС маъмурий ёки ташкилий бошқариш-даги 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 бажарилишини на-зорат қилиб туриш каби бошқариш вазифаларини бажаришдан иборат. Бундай ишларни бажарадиган одам бош-қарувчи (администратор) деб аталади. Ишлаб чиқариш системаларидаги бошқарувчи одам эса оператор деб ата-лади.

Оператор узининг бошқарув вазифасини техник воси-талар ва бошқарувчи ЭХМ ёрдамида бажаради. Бунинг учун у бошқаришувчи системанинг параметрлари ва ҳолатлари туғрисидаги ахборотларни тасвирловчи техник қурилма-лар, рақамли ва графикли таблолар, рақамли ва индика-торли асбоблар, овозли огоҳлантиргич воситалари орқа-ли олади. Бу ахборотларни таҳлил қилиш йўли билан опе-ратор уз қарорини аниқлайди. Қарорни амалга ошириш учун бошқаришнинг техник воситалари орқали у ишлаб чиқариш жараёнига таъсир кўрсатади. Агар бошқариш сис-темаси икки поғонали бўлса, у қуйи поғонадаги опера-

торга буйруқ бериш йўли билан ишлаб чиқариш жараёнига таъсир курсатади.

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

Машина (ахборотли ҳисоблаш комплекси) эса маълумотларга юқори аниқликда, катта тезликда ишлов бериш, узоқ муддат нуқсонсиз — бир меъёрда 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 қоидаларни) тайёрлашда актив иштирок этади, техника хизматини бажарадиган оператор вазифасини ҳам бажаради, ахборотларга ишлов бериш босқичларида маслаҳатчи сифатида иштирок этади, бошқариш жараёнларида узил-кесил ечим топиш учун керак буладиган алоҳида материаллар (топириқлар) ни тайёрлайди.

Булардан ташқари, шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, бошқарувчи машиналарнинг ҳеч бири ўзи учун бошқариш дастурини (алгоритминини) 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 туғри 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 урнатилиш 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 киради.

Ҳар бир тармоқ учун Давлат андозаси (станданти) ўлчов асбоблари ва блоklarга 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, блоklar ва системаларнинг таннархи камаяди, ишлатиш ва таъмирлаш осонлашади.

II б o 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 берилади.

Маълумки, ҳодиса ёки жараёни 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, узунликнинг ўлчов бирлиги эса м ва ҳоказо.

Ўлчашнинг асосий тенгламаси

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

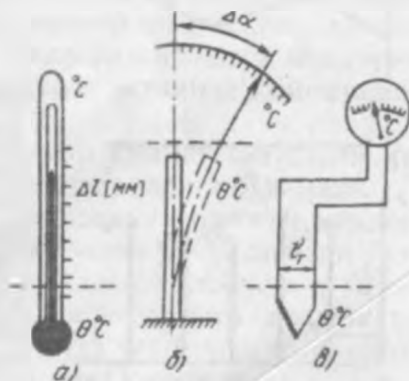
бу ерда: Q —ўлчанадиган миқдор; q —ўлчов бирлиги;

N —ўлчанадиган миқдорнинг сон қиймати (таққослаш коэффициенти).

Агар бир той пахта Q неча килограмм эканлигини би-
лиш керак бўлса, уни ўлчов асбоби—тарозига қўйиб, ўлчов бирлиги $q=1$ кг билан таққосланади. Шунда $Q=qN$ кг экани аниқланади.

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

Симобли термометр (7-а расм) муҳит ҳароратини симоб устунчаси-



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

нинг чўзилиш оралиғи Δl га мутаносиб бўлишига мувофиқ ўлчайди:

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

Биметалл пластинкалар (7-б расм) ёрдамида муҳит ҳарорати унга киритилган пластинкаларнинг бурилиш бурчагига мувофиқ 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:

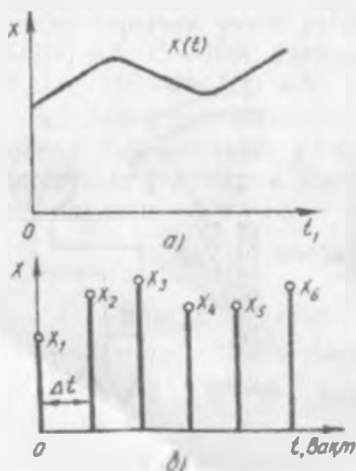
$$\Delta a = k \Delta \theta \text{ } ^\circ\text{C}.$$

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 миқдор узлуксиз ёки дискрет бўлиши мумкин. Узлуксиз миқдор ўлчаш диапазонида ($0-t_1$) чексиз қийматларга эга бўлади (8-а расм). Дискрет миқдор эса ўлчаш диапазонида (чекланган) бир неча қийматга эга бўлади. 8-б расмда олтита $X_1, X_2, \dots, X_6$ дискрет миқдорлар курсатилган.



8-расм. Узлуксиз ва дискрет миқдорлар графиклари.

2. Ўлчов ишлари олиб бориладиган муҳит 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.

3. Ўлчов натижаларини бир турли қийматларда талқин қилиш, уларни таққос-

лаш мақсадида физик катталиклар ўлчов бирликлари — эталонларига, яъни қонун чиқариш йўли билан белгилаб қўйилган эталонларига амал қилиниши керак.

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

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

5. Ўлчов асбобларининг ҳеч қайсиниси баъзи сабабларга кура ўлчанадиган миқдорнинг 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 миқдорнинг «ҳақиқий қиймати» $X_{\text{ҳқ}}$ 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 миқдорнинг сон қиймати туғридан-туғри ўлчов асбобининг бўлинимасидаги (шкаласидаги) қийматлар бўйича ёки ўлчовларнинг номинал қийматларига мувофиқ топилади. Масалан, ток қийматини амперметр шкаласидан, кучланиш қийматини вольтметр шкаласидан, масса миқдорини эса тарози ўлчов тошларининг номинал қийматидан аниқланади.

Бу усул ўз навбатида бевосита қиймат топиш, нолга келтириш ва дифференциаллаш усулларига бўлинади.

Бевосита қиймат топиш усулида ўлчанадиган миқдор туғридан-туғри 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 миқдор қиймати қийматлари аниқ бўлган ўлчовлар билан ўлчаш қўрилмасида таққосланади. Масалан, тарозининг бир палласига

улчанадиган миқдор қўйилса, унинг иккинчи палласига нормаллаштирилган ўлчовлар — ўлчов тошлари қўйилиб, тарози кўрсаткичи ноль ҳолатга келтирилади. Шунда ўлчов тошларининг қиймати ўлчанадиган миқдор қийматига тенг бўлади.

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

Дифференциал усулида ўлчанадиган миқдор таъсирининг бир қисми олдиндан берилган аниқ қийматга эга бўлган ўлчов таъсири билан ва қолган иккинчи қисми эса ўлчов қурилмасининг шкаласидан ундаги кўрсаткич кўрсатишига мувофиқ аниқланади. Бунга мисол сифатида рақамли тарозиларни кўрсатиш мумкин. Бу тарозиларда 1000 г гача булган масса тўғридан-тўғри тарози шкаласидаги кўрсаткичнинг кўрсатишига мувофиқ аниқланади. 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 аниқланади. Бу икки миқдорнинг йиғиндиси ўлчанадиган миқдор массасига тенг бўлади.

2. *Билвосита ўлчаш усули.* Ўлчанадиган катталиқ қиймати тўғридан-тўғри ўлчаш қурилмаси томонидан аниқланмайди. Бунинг учун энг аввал, ўлчаниши лозим бўлган катталиқ билан функционал боғлиқ бўлган бир неча катталиқларнинг қиймати ўлчаш қурилмалари орқали бевоcита ўлчов усулида топилади. Сўнгра бу қийматлар асосида тузилган тенгламалар ечилиб, топилиши лозим бўлган катталиқнинг қиймати аниқланади. Масалан, электр занжирининг қаршилиги R нинг қийматини топиш учун (агар қаршилиқ ўлчайдиган омметр булмаса) олдин занжирдаги ток I ва кучланиш U тегишли ўлчов асбоблари: амперметр ва вольтметр ёрдамида ўлчанади. Сўнгра $R=U/I$ формулага мувофиқ қаршилиқнинг қиймати аниқланади.

2.3-§. Ўлчаш хатолиги ва аниқлик гуруҳлари

Ўлчов асбобларининг ўлчаш хатолиги деб, уларнинг кўрсатиши бўйича аниқланган қиймат X_{exp} билан ҳақиқий қиймат $X_{\text{ис}}$ орасидаги фарқ ΔX га айтилади. Бу асосий хатolik қуйидаги уч хил кўринишда бўлади:

а) абсолют хатolik

$$\Delta X = X_{\text{exp}} - X_{\text{ис}} \quad (2)$$

бу ерда: $X_{\text{теп}}$ — ўлчов асбоби кўрсатган қиймат; $X_{\text{хақ}}$ — ўлчов асбоби кўрсатиши керак бўлган ҳақиқий қиймат.

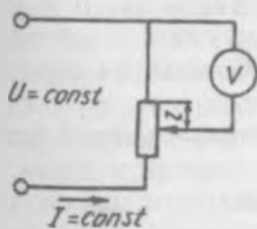
Абсолют хатолик ўлчаш техникасида аниқлик ўлчови бўла олмайди, чунки шкалада абсолют хатолик $\Delta X = 0,5 \text{ мм}$ бўлса, бу миқдор шкала кенглиги бўйича 100 мм оралиққа нисбатан кичик, 10 мм оралиққа нисбатан жуда катта сон бўлади. Шу туфайли ўлчов техникасида нисбий хатолик тушунчасидан фойдаланилади.

б) нисбий хатолик (фоиз ҳисобида)

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

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

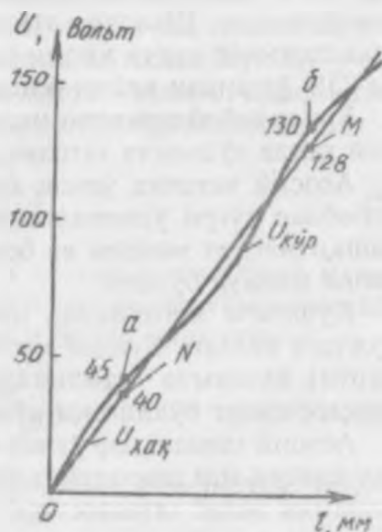
Айтайлик, вольтметр шкаласи 0... 150 В бўлсин. Ўлчовни эса тавсиф графикининг «а» ва «б» нуқталарида ўтказайлик. Бунда вольтметрнинг ҳақиқий ўлчов графикининг M нуқтасидаги нисбий хатолик $\gamma = \frac{\Delta X}{X_{\text{хақ}}} \cdot 100\% =$



9-расм.
Потенциометр схемаси

10-расм. Вольтметрнинг тавсиф графиклари:

$V_{\text{теп}}$ — вольтметрнинг кўрсатиши бўйича қурилган график
 $V_{\text{хақ}}$ — вольтметрнинг ҳақиқий график



$$= \frac{130-128}{128} \cdot 100\% = 1,562\% \text{ булса, } N \text{ нуқтада } \gamma = \frac{45-40}{40} \times 100\% = 12,5\% \text{ бўлади.}$$

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

в) келтирилган нисбий хатолик.

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

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

бу ерда ΔX —абсолют хатолик; X_x —ўлчов асбобининг шкаласидаги энг катта қиймат. Масалан, вольтметр шкаласи 0... 150 В булса, $X_x = 150$ В бўлади. Агар ўлчов асбобининг тавсиф графиклари бўйича топилган энг катта абсолют хатолик $\Delta X = 2$ В булса, келтирилган хатолик

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

бўлади. Бу миқдор ўлчов асбобининг аниқлик синфини (гуруҳини) тавсифловчи ўзгармас сон бўлиб қолади.

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

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

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

Қўшимча хатоликлар меъёрдаги шароит бузилганда вужудга келади. Бундай ҳолларда Давлат андозаси (стандарт) қўшимча хатоликлар учун ҳам тегишли қўйим миқдорининг бўлишини кўзда тутати.

Асосий хатоликлар ўлчов асбобларининг барқарорлашган статик иш шароитига тегишлидир. Бундан ташқари, динамик ҳолат хатоликлари, ўлчов асбобларининг титра-

ши, турткилар каби ташқи шароит таъсирлари ва ўлчанадиган миқдор ўзгариб туриши натижасида пайдо бўладиган хатоликлар қўшимча хатоликка тегишли бўлади. Ўлчаш аниқлигига юқорида айтиб утилган хатоликлардан ташқари тасодифий хатоликлар ҳам катта таъсир кўрсатади. Ўлчаш жараёни қанчалик эҳтиёткорлик ва сезгирлик билан ўтказилганига қарамай, бир миқдорни бир неча марта ўлчаганда турли натижалар олинishi тасодифий хатолик борлигини кўрсатади. Бу хатоликлар ўлчов асбобининг кўрсатишидаги сон қийматини олишда одам томонидан йўл қўйилиши, механизмдаги ишқаланиш кучининг, ташқи таъсирларнинг ўзгариб туриши натижасида вужудга келиши мумкин. Асосий ҳамда қўшимча хатоликлар купинча доимий хатоликлар деб аталади.

Хатоликлар умуман икки асосий қисмга: доимий ва тасодифий хатоликларга бўлинади.

Доимий хатолик—бир миқдорни бир неча бор ўлчаганда унинг катталиги ўзгармас бўлиб қолади. Бунга мисол қилиб ўлчов асбобининг даража кўрсатишини тузганда йўл қўйилган хатоликни, ўлчов асбобига иссиқлик ўзгаришининг, атмосфера босими ўзгаришининг таъсирини кўрсатиш мумкин. Тасодифий хатолик деб миқдор бир неча бор ўлчанганда ҳар гал ўзгариб турадиган хатоликларга айтилади. Бу хатолик бир неча қутилмаган сабабларга (иссиқлик ва босим, ўлчаш жараёнида юз берадиган қутилмаган ҳалақитлар ва б.) кўра юз беради. Бу хатоликни тажрибада йўқ қилиб бўлмайди, лекин уни ўлчаш натижаларига таъсирини бирмунча камайтириш мумкин. Бунинг учун ўлчанадиган миқдор бир неча марта ўлчаниб, 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:

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

бу ерда: X —ўлчанадиган миқдорнинг арифметик ўртача қиймати.

Ўлчаш аниқлиги. Ўлчов асбобларининг кўрсатиши ўлча-надиган миқдорнинг ҳақиқий қийматига яқинлашиш даражасини кўрсатувчи сифат белгисидир. Аниқлик гуруҳи 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 қиймати-дан 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 огоҳлантириш ишларида кенг қўлланилади.

2.4-§. Ўлчов асбобларига қўйиладиган асосий талаблар

Ўлчашлар ва ўлчов асбоблари қуйидаги талабларга жавоб бера оладиган бўлиши 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 узғаришининг энг катта қиймати ΔY нинг ўлчанаётган миқдор қийматининг узғариши ΔX га нисбатига ай-тилади:

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

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

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

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

3. Ташқи шароит ва ташқи таъсирлар ўзгармас булганда ўлчов асбобининг курсатиши ҳам ўзгармас бўлиб қолади.

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

5. Масофадан туриб ўлчаш, ўлчаш натижаларини узоқ масофаларга узатиш, ўлчаш хабарлаш системаси мажмуини тузиш ва бошқа имкониятлар бўлиши лозим.

6. Ўлчов асбоблари ва блокларидан автоматика системаларига хизмат қиладиган ўлчов тизимини йиғиш имконини бериши талаб қилинади.

2.5-§. Ҳароратни ўлчаш ва термоўлчов асбоблари

1. *Ҳароратни ўлчаш.* Ҳарорат (температура)—молекула-лар бетартиб ҳаракати ўртача кинетик энергиясининг ўлчови бўлиб, жисм ёки объектнинг иссиқлик даражасини кўрсатувчи параметрдир. Жисмлар молекулаларининг кинетик энергияси ва шунингдек, ҳарорати ўзгариши уларда ҳажм ўзгаришига ва уларнинг бир ҳолатдан иккинчи (қаттиқ, суюқ ва газ) ҳолатга ўтишига сабаб бўлади. Шу боисдан, жисмларнинг ҳароратини ўлчаш учун керак буладиган ўлчов бирлиги ва ўлчаш шкаласини яшашда уларнинг иссиқлик ҳолатларини ўзгариш нуқталарида мавжуд бўладиган ҳароратлар миқдорларидан 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 нуқтасидаги ҳарорати ёки «нолинчи ҳарорат»; θ'' — шу жисмнинг иккинчи

ҳолатга утиш нуқтасидаги ҳарорати; n — бутун сон (шкала бўлимлари сони).

Ҳозирги вақтда Ўзбекистонда икки хил ўлчов шкалари 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 буглашиш нуқталари орасидаги ҳарорат катталиги миқдори 100 бўлакка бўлинади. Агар сувнинг музлаш нуқтаси $\theta' = 0^\circ\text{C}$, қайнаш нуқтаси $\theta'' = 100^\circ\text{C}$ 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 юритилади.

Гей-Люссак қонуни

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

га мувофиқ ҳароратнинг бошланғич абсолют ноль нуқтасининг булишига 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 $T_0 = -273,16\text{ K}$ бўлади.

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

$V=f(\theta)$ функция графигига 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 буйича ҳарорат кельвин билан ўлчанса, унинг қиймати қуйидаги ифода буйича ҳисоблаб топилади:

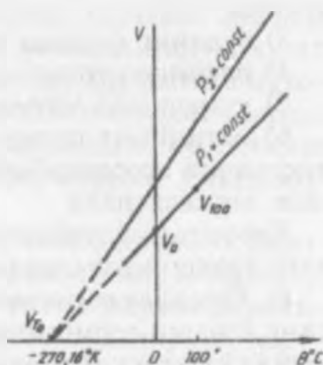
$$T = \theta^{\circ}\text{C} + 273,16.$$

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 ўрғанилади. Бирор жисмнинг ҳароратини ўлчаш лозим бўлса, термометрик модда (симобли термометр) ҳарорати ўлчаниши керак бўлган жисмга текказилади ёки ҳарорати ўлчаниши лозим бўлган муҳитга киритилади. Натижада бу икки жисм орасида ҳарорат мувозанати вужудга келади. Жисмнинг (мувозанат ҳолатдаги) ҳарорати ўлчаш асбобининг кўрсатишига мувофиқ аниқланади.

Халқаро бирликлар системасида ҳароратнинг ўлчов бирлиги сифатида кельвин (K), яъни сувнинг муз, сув, буг ҳолатида бўладиган нуқтаси деб аталадиган термодинамик ҳарорати қабул қилинган. Бундан ташқари, Халқаро бирликлар системасида ҳароратни Халқаро амалий шкалада — Цельсий шкаласида ($^{\circ}\text{C}$) ўлчаш ҳам тавсия қилинади. Бу шкала жисмларнинг ўзгармас ҳолатларидан олтитасининг мавжудлигига асосланади:

1) кислороднинг қайнаш нуқтаси — $182,97^{\circ}\text{C}$;



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

2) сувнинг бир вақтда уч ҳолатда (муз, сув, буғ) бўлиш нуқтаси;

3) сувнинг қайнаш нуқтаси $+100^{\circ}\text{C}$;

4) олтингугуртнинг қайнаш нуқтаси $+444,6^{\circ}\text{C}$;

5) кумушнинг қотиш нуқтаси $+961,93^{\circ}\text{C}$;

6) олтиннинг қотиш нуқтаси $+1064,43^{\circ}\text{C}$. Бу шартли нуқталарга 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 узакларнинг ҳажмий ёки чизиқли кенгайиши улар киритилган муҳит ҳароратининг ўзгаришига мутаносиб бўлишига асосланади.

I- жадвал

Ҳароратни ўлчайдиган асбоблар ва уларнинг ўлчаш чегаралари

Ўлчов асбоблари	Ўлчов чегаралари, $^{\circ}\text{C}$
Кенгайиш термометрлари:	
Симобли техник термометр	$-25 \dots +500$
Органик суюқликли (спиртли) термометр	$-200 \dots +65$
Манометрик термометр (газли термометр)	$60 \dots +700$
Электр қаршилиқ термометрлари:	
Платинадан ясалган термометр	$-200 \dots +650$
Мисдан ясалган термометр	$-50 \dots +180$
Терможуфтлар:	
Платинародий — платина	$-20 \dots +1300$
Хромель — алюмель	$-50 \dots +1000$
Хромель — копель	$-50 \dots +600$
Нурланиш термометрлари:	
Оптик термометр	$+ 800 \dots + 6000$
Фотоэлектрик термометр	$+600 \dots + 2000$
Радиацион термометр	$+20 \dots + 3000$

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

Симобли термометрлар симоб тулдирилган 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 улчаши мумкин (1- жадвал).

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

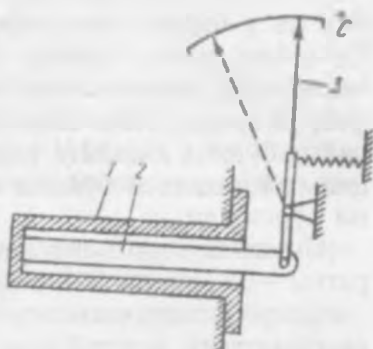
Суюқ термометрик моддали термометрларнинг асосий камчилиги шиша идишининг синиши билан боғлиқ бўлади. Бунинг олдини олиш учун бу термометрлар металл қин (гильза) ичига ўрнатилади. Термометрик суюқлик билан иссиқлиги ўлчанадиган муҳит орасидаги алоқани яхшилаш учун қиннинг шиша баллонга тегишли қисми иссиқликни яхши ўтказувчи моддалар билан тулдирилади. 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 тулдирилади. Бундай термометрларнинг ўлчов аниқлиги унча юқори бўлмайди.

б) *Биметалл термометрлар*. Уларнинг ишлаши бири-бирига пайванд йули билан ёпиштирилган икки хил қузилиш 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 курсаткичи 3 ни шкала бўйича буради. Муҳит ҳарорати Цельсий шкаласи бўйича аниқланади.

в) *Дилатометрик термометрлар*. Дилатометрик термометрларнинг ишлаши ундаги металл узакларнинг иссиқликдан қузилишига асосланади. Бундай термометрлардан энг соддасининг тузилиш схемаси 13- расмда курсатилган. Ундаги трубка 1 ва узак 2 ҳарорати ўлчаниши лозим бўлган муҳитга киритилганда, найча 1 ва унинг тубига мустаҳкам пайвандланган узак 2 ларнинг нисбий қузилишига мувофиқ ричаг силжийди ва курсаткич 3 ни шкала бўйича



12-рasm Биметалл термометр:
1—2—биметалл пластинкалар;
3— курсаткич.



13-рasm. Дилатометрик термометр:
1—никель ёки жез най; 2—инвар
узак; 3— курсаткич

буради. Агар найча 1 нинг иссиқликдан чўзилиш коэффициенти катта булган металл — никелдан, унинг ичидаги узак 2 нинг иссиқликдан чўзилиш коэффициенти α_2 жуда кичик булган инвардан тайёрланган ($\alpha_2 < \alpha_1$) булса, стерженларнинг ΔL нисбий чўзилиши $\Delta L = \Delta\theta(\alpha_1 - \alpha_2)$ формула буйича топилади, бу ерда $\Delta\theta$ — бошланғич ва сунгги 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 булса, суюқликли манометрик термометр, конденсацион (тез бугга айланадиган) суюқлик билан тўлдирилган булса, буғланувчи суюқликли манометрик термометр деб номланади. Уларнинг ўлчаш асослари газли манометрик термометр (14-рasm) га ўхшаш.

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

Термобаллон ҳарорати ўлчаниши керак булган муҳитга киритилади. Шунда муҳит ҳароратига мувофиқ герме-

тик идиш (термобаллон, капилляр, най, Бурдон трубаси, мембрана сильфон ва бошқалар) ичидаги газ, суюқлик ёки буғ босими ўзгаради. Бу ўзгариш миқдори курсаткич юрадиган ўлчаш шкаласидан аниқланади.

Газли манометрик термометрларда герметик идиш азот ёки гелий билан тўлдирилган бўлади. Бу газларнинг иссиқликдан кенгайиш коэффициенти идеал газларникига яқин булгани 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

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

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.



14-расм.

Манометрик термометр:
1—термобаллон, 2—капилляр най, 3— Бурдон трубкаси; 4 — рычаг системаси; 5 — кўрсаткич; 6 — шкала.

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 оралиқда ташқи муҳит таъсирида бўлиши бунга сабаб бўлади. Капилляр найнинг ўлчашга киритадиган хатоликни

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

ифода бўйича аниқлаш мумкин, бу ерда V_k — капилляр найча ҳажми, V_g — термобаллон ҳажми, θ_k — капилляр найча жойлашган муҳит ҳарорати, °С.

Термобаллон ҳажми, кўпинча термобаллон капилляр най ва термометрик пружина (Бурдон трубкаси) лардан иборат умумий ҳажмнинг 90 фоизини ташкил қилади.

Манометрик термометрларнинг қўлланилишига чеклаши 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 ташқи босим ўзгариши таъсир қилмайди. Ўлчов шкаласи бир текис бўлади.

в) Конденсацион (тез буғланувчи суюқликли) манометрик термометрлар ёрдамида 0 ... 200°C гача бўлган ҳароратни ўлчаш мумкин. Бундай термометрларнинг термометрик системаси метил хлорид, этил хлорид, ацетон, бензол каби тез буғланувчи суюқ моддалар билан тўлдирилади.

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

Манометрик термометрлар икки турда тайёрланади: курсаткичли 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 қаршиилигининг 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 $R=R(\theta)$ 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 қаршиилиги ёки ундан ўтадиган ток миқдори орқали топилади.

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

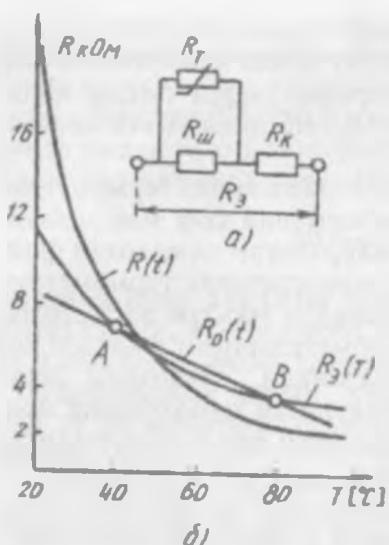
$$R_{\theta} = R_0 [1 + \alpha_m (\theta - \theta_0)],$$

бу ерда: $\alpha_m = \frac{R_{\theta} - R_0}{R_0 (\theta - \theta_0)}$ электр қаршиилигининг термик коэффициентини. 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 туғри чиқиқилигидадир. Солиштира қаршиилигининг кичиклиги $\rho = 0,017 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$ ва ҳарорат 100°C дан ортганда 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 коэффициентини анча катталиги $\left(\alpha = 3 \cdot 10^{-2} - 4 \cdot 10^{-2} \frac{1}{\text{град}} \right)$ ва электр ўтказувчанлигининг кичиклигидадир.



15-расм. Қаршиликли термо-
метрлар: а — термометрнинг
эквивалент схемаси. б — терми-
сторлар (КМТ-10, КМТ-10а,
КМТ-11 туридаги) ни тавсиф
графиклари: $R(t)$ — термистор
тавсиф графиги, $R_0(t)$ — гра-
фиги тўғри чизиқли термистор,
 $R_3(t)$ — термисторнинг эквива-
лент тавсиф графиги.

Бу термометрик қарши-
ликлар (термисторлар) нинг
афзаллиги яна шундаки,
уларнинг бошланғич қар-
шилиги катта ва геометрик
ўлчамлари жуда кичик бўла-
ди. Улардаги бошланғич

қаршиликнинг катта бўлиши ташқи занжирлардаги
қаршиликларнинг иссиқликдан ўзгаришини ҳисобга ол-
маслик имконини беради. Аммо термисторларнинг тавсиф
графикларининг (15-расм) экспоненциал эгри чизиқли
бўлиши улардан ҳароратни ўлчайдиган кенг шкалали ўлчов
асбобини тайёрлашни анча қийинлаштиради. Ҳарорат ўзга-
ришини аниқроқ ўлчайдиган термометр яшаш учун бундай
графикни имкони борича тўғри чизиқли графикка яқин-
лаштириш керак. Бунинг учун термометрга параллел ва
кетма-кет резисторлар R_w , R_k уланади (15-а расм). Термис-
тор R_t га параллел уланган R_w термистор графигининг тик-
лигини камайтиради. Кетма-кет уланган резистор R_k гра-
фикнинг пасайган қисмини ўзига параллел ҳолда юқорига
кўтарadi. Бу схеманинг эквивалент қаршилиги қуйидагича
ифодаланади:

$$R_x = R_k + \frac{R_t R_w}{R_t + R_w}$$

Бу қаршилик R_x нинг иссиқликдан ўзгариши тўғри чизиқ-
ли график $R_0(T)$ га анча яқинлашади ва тўғри чизиқнинг
икки нуқтасини (A ва B нуқталарини) ифодалайди. Гра-
фикнинг бу икки нуқтаси учун қуйидаги икки эквивалент
қаршилик тенгламасини ёзиш мумкин:

$$R_A = R_k + \frac{R_{TA} R_w}{R_{TA} + R_w}, \quad R_B = R_k + \frac{R_{TB} R_w}{R_{TB} + R_w}$$

Бу икки тенгламага асосан схемадаги резисторларнинг қийматларини топиш мумкин. R_A , R_B , R_{TA} ва R_{TB} эса 15-расмдаги графиклардан топилади.

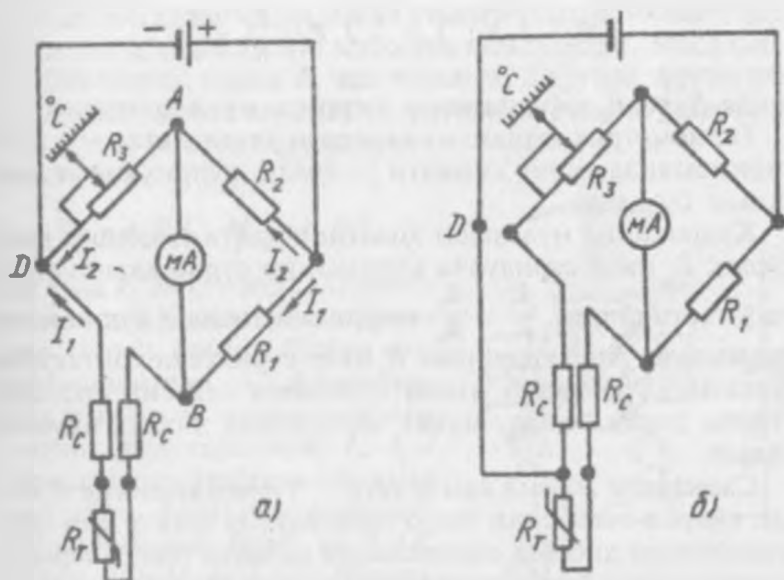
Яримутказгичли термоқаршилиқларнинг асосий камчиликлари қуйидагилардан иборат:

1. Термик графиги $R_x(T)$ нинг тугри чизикли эмаслиги.
2. Ўлчанадиган ҳарорат диапазонининг кичиклиги, масалан, КМТ-Ю, КМТ-Ю, КМТ-II каби термисторлар $0...120^\circ\text{C}$ оралиқдагина ҳароратни ўлчай олади. Бу турдаги термисторларнинг тавсиф графиклари 15-расмда кўрсатилган.

3. Термисторлар тавсиф графикларининг эгри чизиклилиги туфайли уларнинг термик коэффициентининг ўзгарувчанлиги.

Яримутказгичли термистор кўпроқ термосигнализация ва автоматик ҳимоя қурилмаларида қўлланилади.

Термоқаршилиқлар (мис, платина ва яримутказгичлар) ҳарорат ўлчаш асбобларининг сезувчи элементи, ҳарорат ўзгаришини электр қаршилиги ўзгаришига айлантирувчи элемент сифатида хизмат қилади. Қаршилиқ ўзгаришини



16-расм. Мувозанатланадиган куприк схемали термометр.
 а — ташқи занжир қаршилиги (R_x) ҳисобга олинмаган схема;
 б — ташқи занжир қаршилиги (R_x) ҳисобга олинган схема.

ўлчаш ва уни ҳарорат ўзгаришига айлантириш учун термоқаршилиқ стабиллаштирилган кучланиш $U = \text{const}$ манбаига уланган бўлади ва занжирдаги ток миқдорининг 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 А ва В нуқталарига уланган миллиамперметр mA кўприкнинг мувозанат ҳолатини баланс индикатор вазифасини бажаради. Кўприкнинг мувозанатланган ҳолатида индикатор курсатиши нолга тенг. Бу ҳолат қуйидаги тенгламалар билан ифодаланади:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2; \quad I_1 R_1 = I_2 R_3; \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

бунда R_1 ва R_2 қаршилиқлар ўзгармас миқдорлардир.

Термометрик қаршилиқ ҳарорати ўлчанидиган муҳитга киритилганда унинг қиймати ўзгаради, кўприк схемадаги баланс бузилади.

Кўприкнинг мувозанат ҳолатини қайта тиклашга қаршилиқ R_4 нинг сурилувчи контактини суриб қаршилигини ўзгартириш ва $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ тенгликни тиклаш йули билан эришилади. Агар қаршилиқ R_4 нинг сурилувчи контактига курсаткич ўрнатилиб, унинг сурилиши цельсий шкаласи бўйича даражаланса, муҳит ҳароратини ўлчаш мумкин бўлади.

Схеманинг асосий камчилиги — термоқаршилиқ R_1 билан кўприк схемасини узаро боғлайдиган электр сим қаршилигининг ҳисобга олинмаслиги сабабли ташқи ҳарорат ўзгаришининг ўлчов натижаларига анча хатолик киритишидир. Бу хатоликни бирмунча камайтириш имконини берадиган схема 16-б расмда кўрсатилган. Схемага мувофиқ, манба занжирининг D учи тўғридан-тўғри R_1 га уланади. Натижада кўприк билан қаршилиқ R_1 орасидаги сим-

нинг бир томони қаршилиги R_2 қаршилиқ R_1 билан қушилади, иккинчи томонининг қаршилиги R_1 қаршилиқ R_2 га қушилади. Бу ҳолда кўприк схемасини қуйидагича ёзиш мумкин:

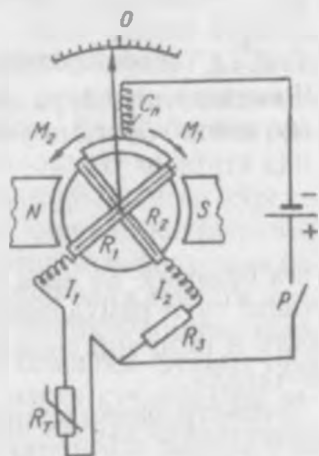
$$\frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_2}{R_1}.$$

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

VI. *Логометрлар*. Ҳароратни ўлчаш учун мулжалланган логометрнинг схемаси 17-расмда қўйилган. Ўзaro маълум бурчакда бир-бири билан механик боғланган ва ўз ўқи атрофида айланиш имконига эга бўлган сим урамларидан иборат икки рамка магнит қутблари N ва S орасига жойлаштирилган. Рамкалардан ўтадиган ўзгармас I_1 ва I_2 тоқларнинг йўналиши ҳам расмда қўйилган. 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 унг томонга айланишга интилади. Уларда ўзaro қарама-қарши моментлар юзага келади:

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

Бу ерда k_1 ва k_2 —рамкаларнинг геометрик ўлчамлари ва урамлар сонига боғлиқ бўлган коэффициентлар; B_1 , B_2 —рамкалар урами жойлашган жойдаги магнит индукциялари; I_1 , I_2 —рамкалардан ўтаётган тоқ кучи миқдори. Агар рамкаларнинг қаршилиқлари $R_1 = R_2$ ва $I_1 = I_2$ бўлса, $M_1 = M_2$ ва $I_1 = I_2$ бўлади. Бу ҳолатда рамкалар ва унинг ўқида урнатилган курсаткич қутблар орасидаги магнит индукция йўналишига тик жой-



17-расм.
Термоқаршилиқни логометр.

лашади. Логометр курсаткичи улчаш шкаласидаги нолни курсатиб туради. Логометрнинг курсаткичи узгич P узилган ҳолатда, яъни улчов олиб борилмаётганда ҳам нолни курсатиб туриши лозим. Улчаш вақтида рамканинг бурилишига курсатиладиган қаршилиқни камайтириш мақсадида логометрнинг рамкалари (R_1 , R_2 ва бошқалар) манбага нозик спираль симлар C_n билан уланган бўлади.

Улчаниши керак бўлган муҳит ҳарорати узгарса, термоқаршилиқ R_1 ҳам ўзгаради, рамкалардаги тоқлар энди тенг бўлмайди, моментлар тенглиги бузилади, натижада иккала рамка тоқи ва моменти куп бўлган рамка томонга бурилади. Агар рамка R_2 нинг моменти M_2 ни M_1 дан куп 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_1 нинг камайтириши 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 унга бурила бошлайди ва унга таъсир қиладиган индукция B_1 нинг камайтириши 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 $k_1 B_1 I_1 = k_2 B_2 I_2$ ёки $\frac{I_1}{I_2} = \frac{k_2 B_2}{k_1 B_1} = k \frac{B_2}{B_1}$ бўлади; $I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2}$ ва $I_2 = \frac{U}{R_2 + R_3}$ ҳисобга олинганда $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2} = k \frac{B_2}{B_1}$ бўлади.

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

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

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

Логометр рамкаларининг куприк схемасига уланиши ташқи ҳарорат таъсирини компенсациялаш ва улчаш аниқлигини ошириш имконини беради.

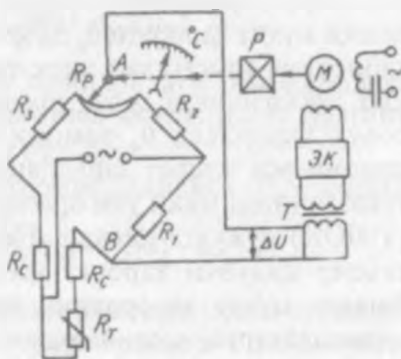
Ҳароратни ва бошқа технологик параметрларни улчаш учун қўлланиладиган бундай кўприк схемалардаги қарши-

лик R_3 ни юқори аниқликда тайёрлаш ва қўл билан мувозанатлаш жараёнининг қийинлиги схеманинг асосий камчилиги ҳисобланади.

VII. Автоматик мувозанатланадиган кўприк схемали термометрнинг схемаси 18-расмда кўрсатилган. Бунда ўлчаниши керак бўлган муҳит ҳарорати таъсирида термоқаршилиқ R_1 нинг ўзгариши билан боғлиқ бўлган схеманинг мувозанат ҳолатини қайта тиклаш, кўприкнинг R_3 елкасидаги реохорд қаршилиги R_p нинг автоматик равишда узгартрилиши натижасида вужудга келади. Бунинг учун электр юритма M редуктор P орқали реохорднинг сурилма контактини ҳарорат ўзгаришига мувофиқ суриб, R_p ни ошириб ёки камайтириб туради. Юритманинг бу ҳаракати, фақатгина кўприк мувозанати бузилганда пайдо бўладиган, схеманинг AB нуқталари орасидаги нобаланслик кучланиш амплитудаси ва фазасига боғлиқ бўлади.

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 уз навбатида реохорд контактини суриб, схемани мувозанат ҳолатига қайтариб туради. Сурилгич билан механик боғланган курсаткич 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 утказгич симнинг бир

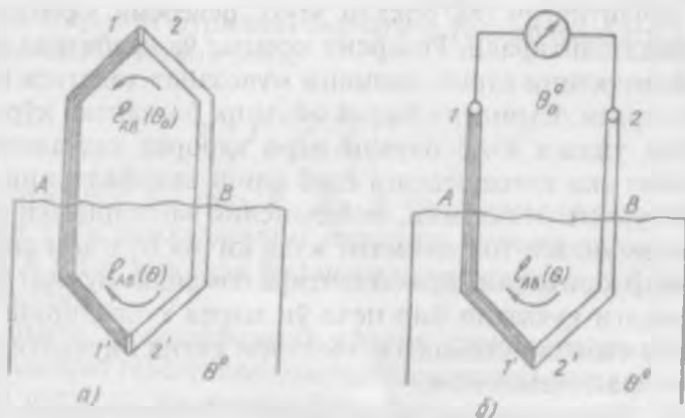


18-расм. Автоматик мувозанатланадиган кўприк схемали термометр

учи юқори ҳароратли муҳитга киритилса ва иккинчи учи ташқи муҳит ҳарорати θ_0 да қолса, утказгич симнинг юқори ҳароратли томонидан электронлар уз орбиталаридан чиқиб, утказгичнинг совуқ томонига ййгилади. Ўтказгичнинг совуқ ҳароратли θ_0 томони манфий, юқори ҳароратли томони эса мусбат зарядланган бўлиб қолади. Натижада утказгичнинг икки учи орасида термоэлектр юритувчи куч (ТЭЮК) вужудга келади. Бундай ТЭЮК миқдори симга таъсир қилувчи ҳарорат ўзгаришига мутаносиб бўлади. Амалда муҳит ҳароратини ўлчаш учун икки электродли термоэлектрик сезгичлардан, терможуфт деб аталадиган термоаппаратлардан ва уларда ҳосил буладиган ТЭЮКни ўлчайдиган милливольтметр ва потенциометрлардан иборат ўлчов асбобларидан фойдаланилади.

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

Терможуфтнинг ҳарорати улчаниши керак булган муҳитга киритилган томонини (пайвандланган иссиқ учи) иссиқ уланма ва ташқи муҳит температураси θ_0 да қоладиган томонини совуқ уланма деб аталади. Агар $e_{AB}(\theta_0)$ ва $e(\theta_0)$ икки муҳит ҳарораги таъсирида терможуфтнинг A ва B нуқталари орасида ҳосил буладиган потенциаллар десак (19-а расм), ёпиқ занжирдаги умумий ТЭЮКни қуйидагича ифодалаш мумкин:



19-расм. Терможуфт.

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

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

Ташқи муҳит ҳарорати ўзгармас сақланса ($\theta_0 = \text{const}$).

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

Ташқи муҳит ҳарорати сунъий равишда нолга тенглаштирилса, $\theta_0 = 0$ (бунинг учун термопаранинг 1 ва 2-нуқталари 0°C ли муҳитга киритилади).

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

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

Ташқи муҳит ҳароратининг терможуфтга таъсирини камайтириш учун амалда терможуфт билан милливольтметр турадиган жойгача (θ ва θ_0) бўлган оралиқдаги утказгич терможуфт электродлари симидан тайёрланган, терможуфтнинг 1 ва 2 нуқталари эса терможуфт каллагига узаро яқин жойлаштирилган бўлади.

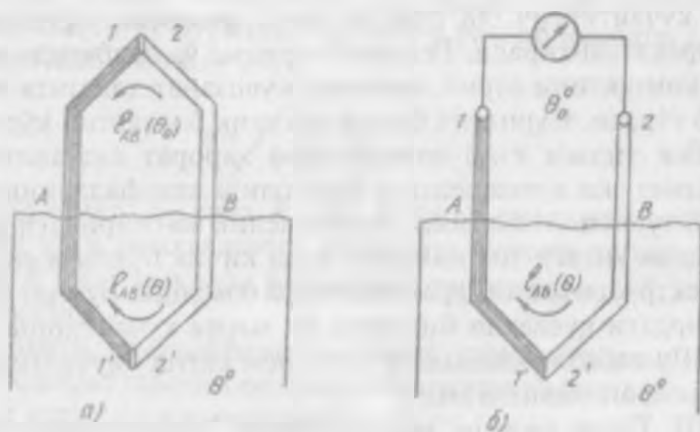
Лаборатория шароитида терможуфтнинг совуқ нуқталаридаги ҳарорат θ_0 стабиллаштирилган ёки нолга тенглаштирилган бўлиши керак. Стабиллаш учун терможуфтнинг θ_0 нуқталари термостат T_c га киритиб қўйилади. Нолга тенглаштириш учун эса θ_0 нуқталари мой ичида изоляцияланади ва бу мойли идиш музли сувга солиб 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.

учи юқори ҳароратли муҳитга киритилса ва иккинчи учи ташқи муҳит ҳарорати θ_0 да қолса, утказгич симнинг юқори ҳароратли томонидан электронлар ўз орбиталаридан чиқиб, ўтказгичнинг совуқ томонига йиғилади. Ўтказгичнинг совуқ ҳароратли θ_0 томони манфий, юқори ҳароратли томони эса мусбат зарядланган бўлиб қолади. Натижада ўтказгичнинг икки учи орасида термоэлектр юритувчи куч (ТЭЮК) вужудга келади. Бундай ТЭЮК миқдори симга таъсир қилувчи ҳарорат узгаришига мутаносиб бўлади. Амалда муҳит ҳароратини ўлчаш учун икки электродли термоэлектрик сезгичлардан, терможуфт деб аталадиган термоаппаратлардан ва уларда ҳосил буладиган ТЭЮКни ўлчайдиган милливольтметр ва потенциометрлардан иборат ўлчов асбобларидан фойдаланилади.

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

Терможуфтнинг ҳарорати ўлчаниши керак булган муҳитга киритилган томонини (пайвандланган иссиқ учи) иссиқ уланма ва ташқи муҳит температураси θ_0 да қоладиган томонини совуқ уланма деб аталади. Агар $\mathcal{E}_{AB}(\theta_0)$ ва $\mathcal{E}(\theta_0)$ икки муҳит ҳарорати таъсирида терможуфтнинг *A* ва *B* нуқталари орасида ҳосил буладиган потенциаллар десак (19-а расм), ёпиқ занжирдаги умумий ТЭЮКни қуйидагича ифодалаш мумкин:



19-расм Терможуфт.

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

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

Ташқи муҳит ҳарорати ўзгармас сақланса ($\theta_0 = \text{const}$).

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

Ташқи муҳит ҳарорати сунъий равишда нолга тенглаштирилса, $\theta_0 \approx 0$ (бунинг учун термопаранинг 1 ва 2-нуқталари 0°C ли муҳитга киритилади).

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

бўлади. Бундай терможуфт ёрдамида иссиқ муҳит ҳароратини улчаш учун унинг тавсифи $E_{AB} = f(\theta)$ ни олиш, яъни 1°C га қанча милливольт ТЭЮК тўғри келишини аниқлаш етарли (19-б расм). Муҳит ҳароратини улчаш учун ўлчов асбоби (милливольтметр) ҳароратнинг ташқи муҳитдаги 1 ва 2 нуқталари орасига уланади.

Ташқи муҳит ҳароратининг терможуфтга таъсирини камайтириш учун амалда терможуфт билан милливольтметр турадиган жойгача (θ ва θ_0) бўлган ораликдаги утказгич терможуфт электродлари симидан тайёрланган, терможуфтнинг 1 ва 2 нуқталари эса терможуфт каллагиди узаро яқин жойлаштирилган бўлади.

Лаборатория шароитида терможуфтнинг совуқ нуқталаридаги ҳарорат θ_0 стабиллаштирилган ёки нолга тенглаштирилган бўлиши керак. Стабиллаш учун терможуфтнинг θ_0 нуқталари термостат T га киритиб қўйилади. Нолга тенглаштириш учун эса θ_0 нуқталари 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	Даражала-ниши (були-ниш) белгиси	Ўлчаш диапазони		ТЭ-ЮК, МВ (ҳарорат 100 °С бўлган-да)
			узоқ муддат ишлаганда	қисқа муддат ишлаганда	
Платина-платина-родий (родий 10%)	ТПП	ПП—1	—20 дан +1300 гача	1600°C	0,643
Платинародий (родий 30%) Платинародий (родий 6%)	ТПР	ПР 30	—300 дан 1600 гача	1800°C	0,35
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 ҳимояланган 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 чизиқли (20-расм) бўлгани учун шкаласи бир текис бўлади.

ТХК туридаги терможуфтлар 200°C ... 1000°C гача ҳароратни ўлчаш учун қўлланади. Бошланғич ўлчаш ҳарорати

200°С дан юқори булгани учун бу терможуфт қўлланганда совуқ уланма томони ҳароратининг (ташқи муҳит) таъсирини компенсациялаш учун тузатишлар киритилмайди.

ТХК туридаги терможуфт бошқа стандарт терможуфтларга қараганда анча катта

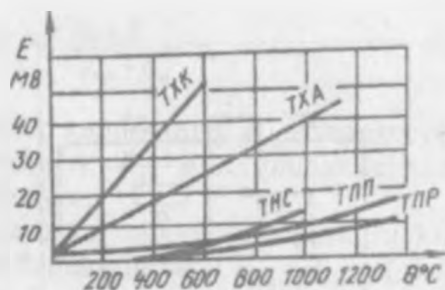
ТЭЮК ҳосил қила олади ва 800°С гача ҳароратни улчаш учун қўлланади. ТХА, ТНС, ТХК туридаги терможуфтлар диаметри 0,7 ... 3,2 мм бўлган симлардан тайёрланади. Манфий ва мусбат термоэлектродлар бир-биридан керамик трубкalar ёрдамида ажратилган бўлади.

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

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

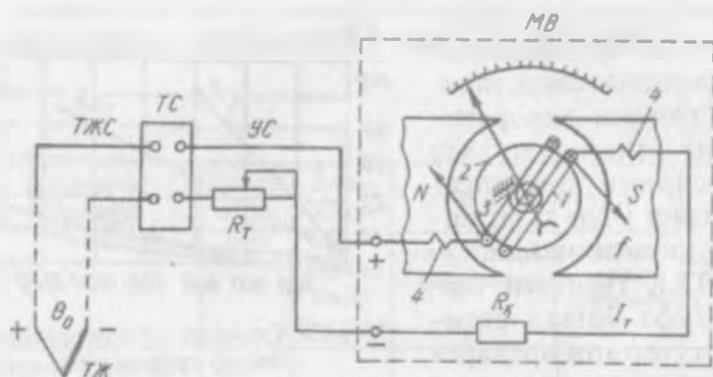
Терможуфтлардан олинadиган ТЭЮКни улчаш учун милливольтметрлар, қўл билан балансланадиган потенциометрлар ва автоматик балансланадиган потенциометрик схемалар қўлланилади.

б) **Милливольтметрлар.** Терможуфтдан чикувчи сигнал—ТЭЮКни ўлчаш учун 0,5 ўлчаш аниқлигига эга бўлган магнитоэлектрик системали милливольтметрлар (МВ) қўлланилади. 21-расмда бундай милливольтметрнинг тузилиши кўрсатилган. Унинг ишлаши токли утказгич билан магнит майдонининг узаро таъсирига асосланган. Цилиндр шаклидаги темир узакка урнатилган, урамлар сони W бўлган симли рамка 1 ўз ўқи атрофида эркин айлана олади. Бунинг учун рамка симининг учлари ташқи занжирга енгил спираллар 4 орқали уланади. Рамка бир томонининг актив узунлиги l булгани учун ундan 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 симлари; ТЖС — термостат; УС — улаш симлари; R_T — тенглаштирувчи қаршилик; R_K — қўшимча қаршилик; R_{Σ} — рамка симининг қаршилиги.

билан ифодаланади. Рамканинг икки томони ва урам 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 узаклар орасидаги ҳаво оралиғидаги магнит индукция; $k'=2lRW$ —рамканинг ўрамлари сони ҳамда геометрик улчамларига боғлиқ бўлган коэффициент. Агар темир узаклар оралиғидаги магнит индукция бир текис тарқалган деб фараз қилинса, рамкани айлантирувчи момент ундан утадиган 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 токиға боғлиқлиги қуйидагича ифодаланади:

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

Бундан хулоса шуки, милливольтметрнинг тавсиф графиги туғри чизиқли, шкаласи бир текис булади.

Милливольтметрлар кучма, стационар, ёзиб олувчи ва электрон ростлаш қурилмали қурилишида чиқарилади.

21-расмда термоэлектрик термометрнинг схемаси келтирилган. Бу схемаға мувофиқ, милливольтметрнинг кўрсатиши қуйидагича ифодаланади:

$$\varphi = Ic = \frac{E(\theta, \theta_0)}{R_{y_{тх}} + R_{тх} + R_m} \cdot \epsilon,$$

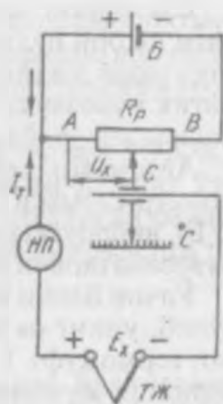
бунда: $R_{y_{тх}}$ —утказгич симлар қаршилиги; $R_{тх}$ —терможуфт электродларининг қаршилиги; R_m —милливольтметрлар рамкасининг актив қаршилиги.

$R_{y_{тх}}$ ва R_m нинг узгариши фақат ҳарорат узгаришига боғлиқ. Утказгич симларнинг қаршиликлари $R_{тх} = R_{тх} + R_{тх} + R_{тх}$ ҳарорат узгаришига ҳамда бу симлар узунлигининг узгаришига боғлиқ.

Улчаш натижаларининг туғри булишига эришиш учун улчаш жараёни давомида милливольтметрни шкаласи даражаланган вақтидаги шароитга мослаш зарур. Бунинг учун: 1) улчаш вақтидаги ташқи муҳит ҳарорати милливольтметрнинг шкаласи даражаланган ҳарорат $+20^\circ\text{C}$ га тенг ёки жуда яқин булишини таъминлаш; 2) ташқи занжир қаршилиги $R_{тж} = R_t + R_{y_{тж}}$ ни милливольтметрнинг ҳисобланган даражалаш қаршилигига тенг ёки жуда яқин булишини таъминлаш керак. Милливольтметрнинг шкаласи даражаланган вақтидаги қаршилиги унинг шкаласида курсатилган булади. Бу қаршилик 0,6; 1,6; 5; 15; 25 Ом қийматларга эга булиши мумкин.

Ташқи қаршиликни милливольтметр шкаласида курсатилган қаршиликка тенглаштириш учун узгарувчи қаршилик R_t 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 кучланиш билан мувозанатлаштирилади. Бундай мувозанатланувчи ёки компенсацион тизимлар ЭЮК, кучланиш, ток кучига мансуб бўлмаган миқдорларни ўлчаш ва ўзгартириш учун қўлланилади. Ҳароратни ёки ТЭЮКни ўлчаш учун қўлланиладиган потенциометрнинг тузилиши схемаси 22-расмда курсатилган.



22- расм. Қўл билан мувозанатлаштириладиган потенциометрик термометр схемаси.

Потенциометр узгармас ток манбаига (батарея Б га) уланган қаршилик реохорд AB дан ва унга қарама-қарши йуналишда уланган терможуфт ТЖнинг ЭЮК E дан иборат. Терможуфтнинг бир қутбини сурилгич C ёрдамида реохордга ва иккинчи қутби сезгир гальванометр (нолли прибор НП) орқали потенциометрнинг A нуқтасига уланади. Агар реохорд орқали манба токи ($I=\text{const}$) ўтса ва унинг AC нуқталари орасида $U_x=IR_{AC}$ кучланиш ҳосил бўлса, терможуфтнинг токи қуйидагича ифодаланади:

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

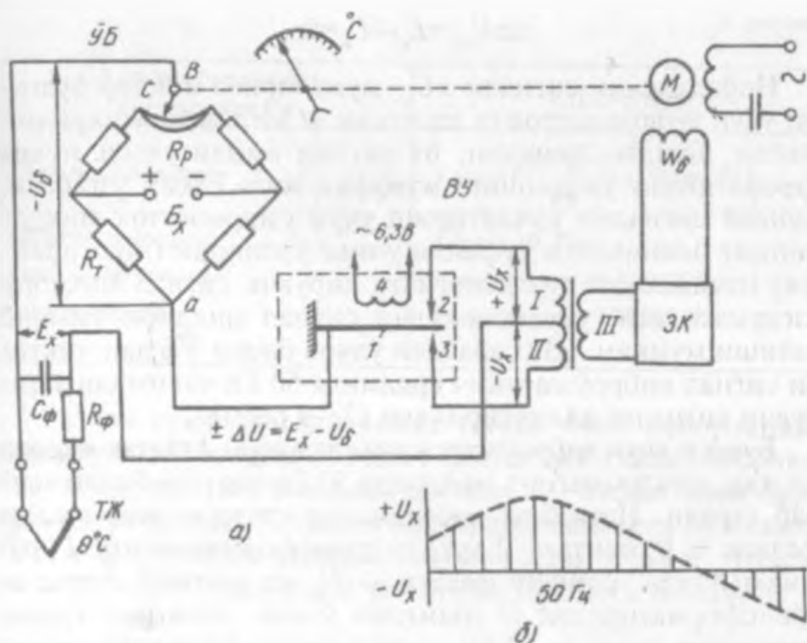
бу ерда: E_x —терможуфтнинг электр юритувчи кучи; R_{AC} —реохорднинг қаршилиги; $R_{ТЖ}$ —терможуфтнинг қаршилиги; R_r —гальванометр занжирининг қаршилиги.

Потенциометрнинг сурилувчи контакти C ни суриш йули билан мувозанатга эришилганда $E_x=U_x=I_x R_{AC}$, $I_x=0$ 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 нуқтасидаги кўрсатиши муҳит ҳароратига тенг бўлади. Ўлчаш аниқлиги юқори бўлиши учун реохорднинг қаршилиги бир текис ва узгармас бўлиши ва ундан утадиган манба токи I ҳам узгармас бўлиши талаб қилинади.

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

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

Ўлчов блоки куприк схемали потенциометрдан иборат бўлиб, унинг av диагонаliga ташқи мис ўтказгичлар орқали терможуфт ТЖ, иккинчи диагонаliga эса стабилаштирилган кучланиш манбаи Б уланган. Куприкдаги қаршилик R_r мис симдан ясалган бўлиб, у терможуфтни ташқи мис ўтказгичларига яқин жойлаштирилган ва улар билан бир хил ташқи ҳарорат таъсирида бўлади. Куприкнинг қолган уч елкасидаги қаршиликлар манганиндан ясалган. Куприк диагонали AB га таъсир қилувчи ички R_r ва ташқи занжир ТЖ ни ўловчи занжирлар қаршиликла-



23- расм. Автоматик мувозанатланадиган потенциометр:

а — потенциометрнинг электр схемаси,
б — виброузгарткичнинг тавсиф графиги.

рининг узгариши тенг булгани сабабли куприк мувозанати бузилмайди. ТЖ қаршилигининг узгариши компенсациялашган бўлади ва у улчаш натижаларига таъсир курсатмайди.

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

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

Бу миқдор ўлчов системасида баланс бузилганини курсатади. Бунга сабаб, муҳит ҳарорати ва ТЭЮК E_x нинг узгариши бўлади. Бу узгаришни мувозанат ҳолга $(E_x - U_6) = 0$ келтириш учун U_6 ўзгартирилади. Бу вазифани балансловчи юриткич М бажаради. У реохорд қаршилиги R_p ни ва шу билан бирга балансловчи кучланиш U_6 ни ўзгартириб, кўприкни мувозанатлайди:

$$\pm \Delta U_{\text{нб}} = E - U = 0.$$

Нобаланслик сигнали $\pm U_{\text{нб}}$ жуда кичик миқдор булгани учун мувозанатловчи юриткич M ни ишга тушира олмайди. Бундан ташқари, бу сигнал амплитудаси муҳит ҳароратининг ўзгаришига мувофиқ жуда секин ўзгаради. Бундай сигнални кучайтириш учун ўзгармас ток миқдорининг ноаниқлиги туфайли унинг ўзгариши (ноль дрейфи) натижасида кучайтиргичга кирувчи сигнал миқдори ўзгармаса ҳам, ундан чиқувчи сигнал миқдори 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 I ғалтак 4 ҳосил қилган электромагнит майдонда 50 Гц частота билан титраб туради. Натижада нобаланслик сигналининг мусбат фазаси $+ U$ контакт 2 орқали трансформаторнинг I урамидан ўтади, манфий фазаси $- U$ эса контакт 3 орқали трансформаторнинг II урамидан ўтади. Электрон кучайтиргичдан утган бу 50 Гц частота билан ўзгарувчи сигнал мувозанатловчи юриткични бошқарувчи электромагнит урамига таъсир қилади ва уни $\pm U$ га мувофиқ ишга туширади ҳамда шу билан бирга реохорд сурилгични суриб, E билан U_c ни доим тенглаштириб туради.

2.6-§. Босимни ўлчаш ва ўлчов асбоблари

Текис сиртга тик (нормал) таъсир курсатувчи 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 булган ва текис тақсимланган 1 Н 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).

Халқаро бирликлар системасида Си	1 ПА=1 Н/м ²
Техник атмосфера	1 атм=1 $\frac{\text{кг(квч)}}{\text{см}^2}$ = 98066.5Па
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 курсатадиган босими абсолют босим дейилади. Абсолют босим $P_{\text{абс}}$ ташқи атмосфера босими $P_{\text{атм}}$ билан доим бирга мавжуд булади. Технологик жараён давомида бу иккала босим ҳам узгариб туриши мумкин. Агар $P_{\text{абс}} > P_{\text{атм}}$ бўлса, унда идиш деворларини итарувчи ортиқча босим $\Delta P_{\text{орт}}$ ҳосил булади:

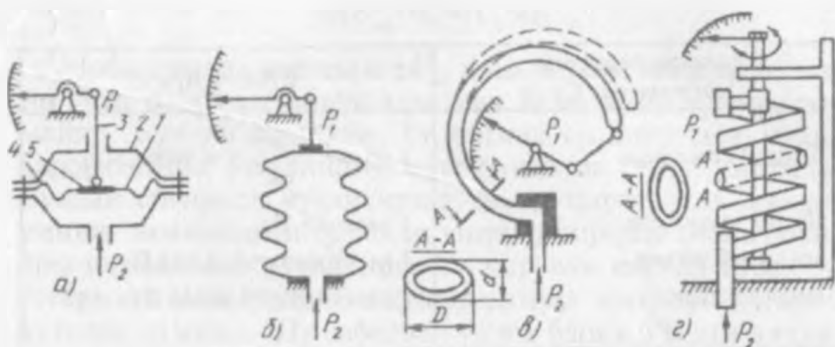
$$P_{\text{орт}} = P_{\text{абс}} - P_{\text{атм}}$$

$P_{\text{абс}} < P_{\text{атм}}$ 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. Сизгичлар ва улчов асбоблари тайёрлашда босимнинг бу хусусиятларидан кенг фойдаланилади.

Улчанадиган миқдорнинг физик хусусиятларига қараб босимни ўлчаш асбоблари қуйидаги турларга бўлинади:

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

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



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

Пружинали асбоблар — мембрана, сильфон, бир ўрамли Бурдон найчаси, қўп ўрамли геликоидал ёки спиралсимон ва бошқа найчаларда (24-расм) босим ўлчаш, уларнинг эластиклик кучи билан ўлчаниши керак бўлган босим кучини узаро солиштиришга асосланади. Эластик элементда босим кучи таъсирида вужудга келадиган деформация натижасида ўлчов асбобининг курсаткичи туғри чизиқли ёки бурчакли шкала бўйича сурилиб, босим миқдори 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 қолдиқ эластиклик ҳодисалари бўлмаслиги талаб қилинади.

Мембранали асбоблар ортиқча босим, вакуум, сиқилиш, 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 қобиғи 2 ва ўлчов асбобининг штоки 3 дан иборат бўлиб, агар P_2 босим P_1 дан катта бўлса, мембрана юқорига кўтарилади, шу билан бирга шток 3 ҳам юқорига сурилиб, ўлчов асбоби курсаткичинини шкала бўйича суради ҳамда ортиқча босим миқдори $\Delta P = P_2 - P_1$ ни кўрсатади.

Мембрананинг эгилиш эластиклиги унинг геометрик улчамларига (диаметри, қалинлиги, гофрларининг улчалари ва шаклига) ҳамда унга таъсир қиладиган босимга боғлиқ. Мембранадаги гофрлар 4 унинг қаттиқлиги (бикирлиги) ни оширади ва тавсиф графигининг туғри чиқиқли бўлишини таъминлайди. Мембрананинг қаттиқлигини ошириш учун унинг урта қисмига қаттиқ материалдан ясалган диск ёпиштирилади. Мембрана бериллий ёки фосфорли бронзадан тайёрланади, унинг қалинлиги улчанадиган босим миқдорига боғлиқ равишда 0,02 ... 1 мм бўлиши мумкин. Бундай манометрлар унча катта бўлмаган 15680 Н/м² босимни ўлчаш учун қўлланилади.

Эластик найчадан ясалган куп ўрамли (геликоидал) босим ўлчайдиган асбоб ишлаши жиҳатидан бир ўрамли найча (Бурдон найчаси) дан ясалган асбобдан фарқ қилмайди (24-г расм). Ўрамлар сони куплиги (6— 9 ўрамгача) ва цилиндрик шаклда бўлиши билан у бошқа босим ўлчов асбобларидан фарқ қилади. Ўрамлар сонининг куплиги ва цилиндрик шаклда кетма-кет уланганлиги сабабли, бу асбоб курсаткичининг бурилиш бурчаги бир ўрамли асбоб курсаткичининг бурилиш моменти ва бурчагидан анча катта бўлади. Шу сабабли геликоидал тузилишга эга бўлган босим ўлчаш асбоблари купинча ёзиб оладиган қилиб тайёрланади.

Юқорида 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 қаршилиқнинг босимга боғлиқлиги, металллардаги магнитострикция ҳодисаси, газлардаги иссиқлик ўтказувчанликнинг босимга боғлиқлиги, электрон лампалардаги ионизацион эффектлар бундай босим ўлчов асбобларининг асосини ташкил қилади.

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

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

ланилади. Бу манометрлар бир неча ун атмосфера таркибидаги босимларни улчашга мувожадланган.

Бир урамли Бурдон найчасидан ясалган асбоблар (24-в расм) энг куп тарқалган манометрлар; вакуумметрлар ва дифманометрларни тайёрлашда қулланилади. Бу улчов асбобларининг ишлаши найчага босим берилганда урамнинг ёйилиши ва унда вакуум ҳосил қилинганда урамнинг сиқилишига асосланади. Найча урамнинг ёйилиши ёки сиқилишининг самарали булишини таъминлаш учун найчанинг кундаланг кесими (А—А буйича) эллипссимон қилиб тайёрланади. Шу сабабли найчада босим ортган сари эллипснинг кичик диаметри d катталашали. Натижада эластик урам ёйилиб (пунктир билан курсатилган, курсаткич ричагини юқорига буради, найда (трубкада) босим камайганда (вакуум ҳосил булганда) эса аксинча, эластик урам сиқилади, курсаткич ричаги пастга сурилади. Курсаткичнинг сурилиши шкала буйича босим узгаришини курсатиб туради.

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

2.7-§. Намликни улчаш

Пахта саноати ишлаб чиқаришининг самарадорлигини ва маҳсулот сифатининг юқори булишини таъминлашда ишлаб чиқариш биноларида, пахта тозалаш цехларида ҳаво намлигининг пахта маҳсулотларига таъсирини ҳисобга олган ҳолда микроиклим ҳосил қилиш купинча 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 тозадагичларни маромли ишлаши учун пахтанинг намлиги 8 % дан юқори булмаслиги керак, акс ҳолда тозалагич ва бошқаларда пахта тикилиши оқибатида машиналарни тўхтатиш бирмунча иқтисодий зарар юз беришига сабаб булади.

Ҳаво намлигини улчаш усуллари турли хил бўлиб, моддаларнинг физик хусусиятларига боғлиқ булади. Масалан, пахта заводларида намликни улчаш учун купинча «психрометрик» улчов деб номланган усулдан фойдаланилади.

Пахта намлигини аниқлаш учун унинг намлиги билан функционал боғлиқ булган бошқа бирор параметри (электр ўтказувчанлиги) орқали улчайдиган билвосита усуллар таклиф қилинган. Бундай билвосита усуллар ичида «кондуктометрлик», «диэлектрик сингдирувчанлик» усуллари ва ўта юқори частотали ўлчов асбоблари пахта маҳсулотлари ва намлигини технологик жараён давомида узлуксиз автоматик ўлчаш имконини бериши мумкин. Шунга қарамай пахта заводларида пахтанинг намлигини ҳали ҳам қуриштиш шкафларида, масалан, УСХ маркали термоўлчаш гичлар ёрдамида аниқлаш давом этмоқда.

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

Ҳавонинг буғга тўйинишининг ҳар хил бўлиши цех ҳароратига ҳам боғлиқдир. Масалан, 1 м³ ҳажмдаги ҳаво намлиги 100% бўлиши, яъни ҳаво буғга тўйинган бўлиши учун буғ ҳарорати 100°C, тўйинган буғ босими $P = 760$ мм симоб устунига, ёки $760 \times 1333 = 101308$ Н/м² га тенг бўлиши кераклиги аниқланган. Бошқа шароитларда буғ билан тўйинган ҳаво босими P_0 ва намлиги ҳам ўзгариб туради. Шундай сабабларга кўра ҳаво намлигини аниқлашда нисбий намлик тушунчасидан фойдаланилади.

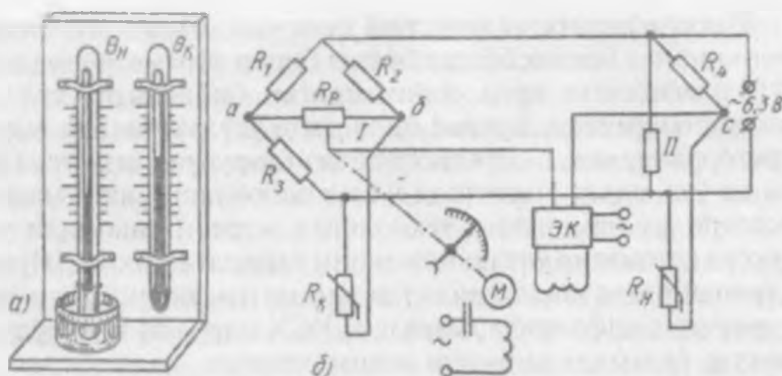
Ҳавонинг нисбий намлиги φ бир хил шароитда ҳавода и сув буғи босимининг (P) буғга тўйинган ҳаво босимиға (P_0) нисбати орқали аниқланади:

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

Ҳавонинг нисбий намлигини ўлчашнинг психрометрлик усули билан танишамиз.

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

Энг содда психрометр иккита бир хил термометрдан тузилган (25-а расм). Улардан бири текшириладиётган ҳаво



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

ҳароратини 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 буғланиши термометрни совитади. Ҳавонинг нисбий намлиги қанча юқори булса, бундай буғланиш шунча секин бўлади. Ҳаводаги нисбий намлик 100% булганда сув умуман буғланмайди 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

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

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

Нисбий намликни топиш учун:

1) ҳаводаги сув буғининг босими P нинг қиймати (14) формулага мувофиқ ҳисобланади,

ПСИХРОМЕТРИК ЖАДВАЛ

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

Ҳароратнинг психрометрик фарқи $\Delta\theta = \theta_a - \theta_d$	Қуруқ термометр курсатиши 0°С га мувофиқ ҳавонинг нисбий намлиги, 4 %							
	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

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

3) сунгра $\varphi = \frac{P}{P_0} \%$ буйича ҳавонинг нисбий намлиги ҳисобланади.

Психрометрик катталик A нинг қиймати психрометрнинг конструкцияси, нам термометрнинг ёнидаги газ ёки ҳавонинг ҳаракат тезлиги v ва атмосфера босими $P_{\text{бар}}$ га боғлиқ равишда аниқланади ва психрометрик жадвалдан топилади. Агар ҳаво ёки газ тезлиги $v > 0,5$ м/с бўлса, A нинг қиймати

$$A = 10^{-5} \left(65 + \frac{6,7}{v} \right)$$

эмпирик формула орқали ҳисоблаб топилади. Бунда v нам термометр ёнидаги ҳаво ёки газ ҳаракатининг тезлиги. Агар $<0,5$ 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 буғининг нам термометр кўрсатган ҳарорат бўйича босими P' ва қуруқ термометр кўрсатган ҳарорат бўйича босими P психрометрик жадваллардан топилади.

Нисбий намликни ўлчаш ва назорат қилишни автоматлаштириш учун оддий термометрлар ўрнида термोजуфтлар 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 вентильатордан фойдаланиш мумкин.

25-б расмда қаршиликли термометрлардан тузилган электропсихрометрнинг схемаси кўрсатилган. Ўлчов асбоби куприк I ва II лардан олинadиган сигналлар асосида ишлайди. Куприклар стабиллаштирилган 6,3 В ли ўзгарувчан ток (50 Гц) манбаига уланади. Қуруқ 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 қуруқ термометр ҳароратига, a ва c нуқталари орасидаги потенциаллар фарқи эса нам термометр ҳароратига мутаносиб бўлади.

Қуш кўприкнинг b ва c диагонали орасидаги кучланиш қуруқ ва ҳўл термометрларнинг ҳароратлари фарқи $\theta_k - \theta_n$ га мутаносиб бўлади. Ҳавонинг нисбий намлиги ана шу кучланишга мувофиқ компенсациялаш йўли билан ўлчанади. Қуш кўприкнинг диагонали b ва c орасидаги қаршиликлар R_k ёки R_n нинг ўзгариши билан боғлиқ бўлган кўприклар орасидаги мувозанатнинг бузилиши натижа-

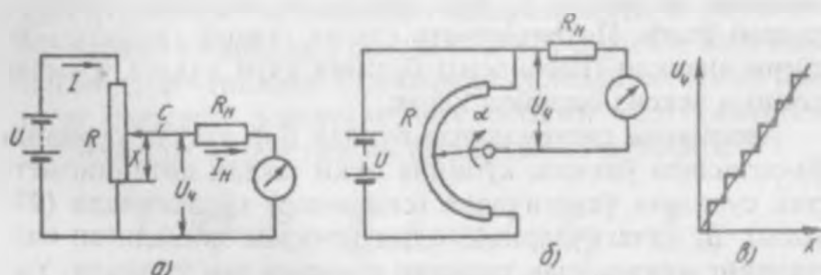
сида вужудга келадиган ΔU кучланиш электрон кучайтиргич (ЭК) да кучайтирилиб, ижро этувчи юритма M ни ишга туширади. Ижро этувчи юритма куприкнинг b ва c нуқталари орасидаги кучланиш нолга тенг бўлгунча реохорд қаршилиги R_p ни ўзгартиради ва янги мувозанат ҳолати ўрнатилгунча ҳаракат қилади. Бунда юритма ўқига 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 R_a ўзгаришига боғлиқ бўлади. Ўлчаш хатолиги атмосфера босими ҳароратнинг пасайиши билан ортиб боради.

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

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

Потенциометр U кучланишли манбага уланганда қаршиллик орқали ток утади. Агар сурилгич C қаршилиги R бўйича X оралиққа сурилса, ундан чиқувчи сигнал қуйидагича аниқланади:



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

$$U_{\text{ч}} = IR_x = U \frac{R_x}{R},$$

бундан:

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

Потенциометрнинг ўрамаси бир текис уралган ва унинг бирлик оралиқларидаги қаршилиги ўзгармас бўлса, қуйидаги тенглама ўринли бўлади:

$$\frac{R_x}{R} = \frac{U_{\text{ч}}}{U},$$

чиқиш сигнали

$$U_{\text{ч}} = \frac{U}{R} R_x = k R_x,$$

бунда $k = \frac{U}{R}$ — узатиш коэффициентини. R_x — сурилгич сурилган оралиқдаги қаршилик, R — потенциометрнинг тула қаршилиги. Бу формула потенциометрик сезгичлардан чиқувчи $U_{\text{ч}}$ кучланиш билан кирувчи сигнал (сурилиш оралиғи) X орасида тўғри мутаносиблик борлигини кўрсатади.

Потенциометр ўрамаси солиштирма қаршилиги катта ва иссиқлик коэффициентини 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 $U_{\text{ч}} = f(X)$ идеал тўғри чизиқ бўлмайди (26-в расм), чунки сурилгич бир ўрамдан иккинчи ўрамга ўтганда ундан чиқувчи кучланиш $U_{\text{ч}}$ бир поғонадан иккинчи поғонага сакраб ўтади. Потенциометр статик тавсиф графигининг тўғри чизиқли (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 олинадиган сигналнинг миқдоридан ташқари ишораси ҳам ўзгаради. Ундаги сигнал ўтказувчи симларнинг бир учи потенциометр қаршилигининг ўрта нуқтаси $1/2$ га уланади, иккинчи учи эса сурилгичга уланган бўлади. Агар сурилгич қаршилигининг ўрта $1/2$ нуқтасида турса, потенциометрдан сигнал

чиқмайди ($U_q=0$). Сурилгич 0 нуқтадан юқорида бўлганда чиқувчи сигнал мусбат ($+U_q$), пастда бўлганда манфий ($-U_q$) бўлади (27-расм).

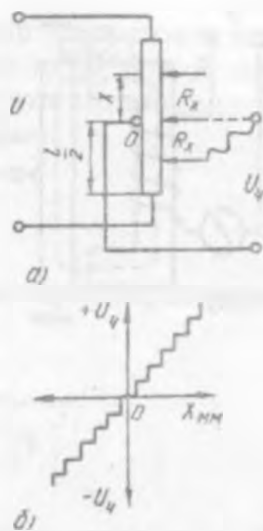
Потенциометрик силжиш улчагичлар кулпинча машина ва механизмларнинг маълум кичик оралиққа сурилишини ёки бурчакка бурилишини улчаш учун хизмат қилади.

Потенциометрик силжиш улчагичларнинг афзаллиги уларнинг тузилиши соддалиги, массаси ва ҳажм ўлчамларининг кичиклиги, узгармас ва узгарувчан ток манбаларига уланиши мумкинлиги, юқори стабилликка эгалиги ва созлаш ишларининг соддалигидадир. Ундаги сурилма контактнинг мавжудлиги унинг ишончли ишлаши ва иш муддати камайишига сабаб бўлади. Сезувчанлигининг юқори эмаслиги ва поғонали графикка эгалиги бундай сезгичларнинг асосий камчилиги ҳисобланади. Потенциометр чулғамининг реактив қаршилиги ҳисобга олинмайди.

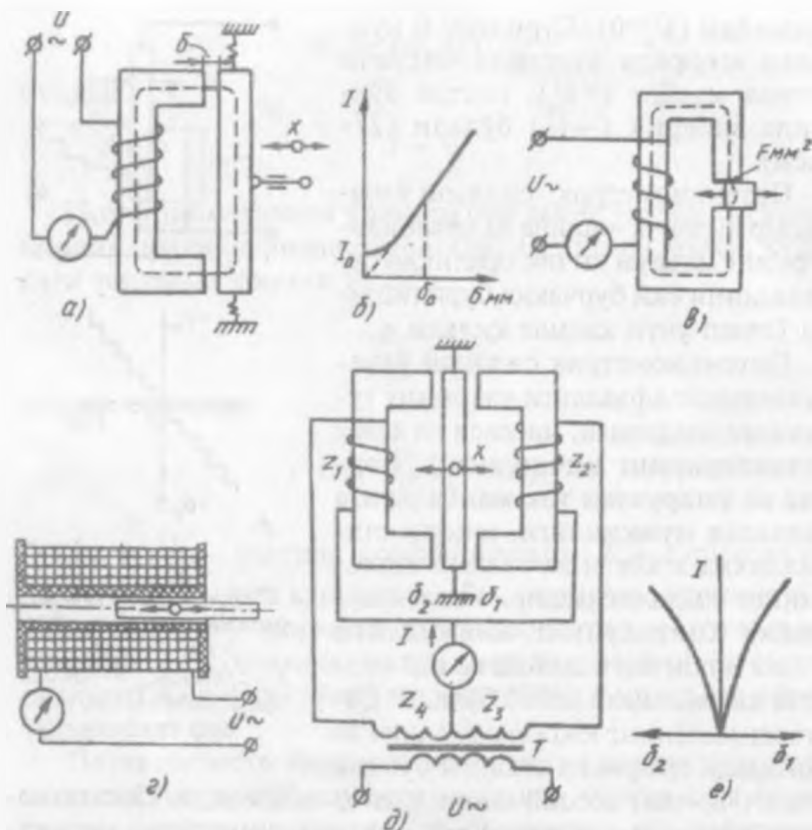
Индуктив силжиш улчагичлар. Индуктив силжиш улчагичларнинг ишлаши электромагнит системасининг қузғалувчи темир ўзагидаги ҳаво оралиғи δ га боғлиқ равишда электромагнит чулғамининг индуктивлиги L нинг унга мутаносиб ўзгаришига асосланади (28-а расм). Ўлчанадиган миқдор—силжиш X таъсирида қузғалувчан темир ўзакнинг силжиши электромагнит чулғами индуктивлигини ўзгартиради. Индуктивлик формуласига мувофиқ:

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

бу ерда: W —электромагнит чулғамидаги ўрамлар сони; R_M —магнит занжирининг қаршилиги; R_t —темир ўзакнинг магнит қаршилиги; R_δ —ҳаво оралиғининг магнит қаршилиги.



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



28-расм. Индуктив силжиш ўлчагичлар:

а — ҳаво оралиғи ўзгарадиган ўлчагич; б — ўлчагичнинг тавсиф графиги; в — ҳаво оралиғи юзаси ўзгарадиган ўлчагич; г — соленоидли, магнит сингдирувчанлиги μ ўзгарадиган ўлчагич; д — дифференциал силжиш ўлчагич; е — дифференциал силжиш ўлчагичнинг тавсиф графиги.

Темир узакнинг магнит қаршилиги R_t узгармас миқдор; ҳаво оралиғи қаршилиги R_δ эса темир узак силжишига боғлиқ булган ҳаво оралиғи δ нинг узгаришига мутаносиб равишда узгаради:

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

бу ерда F_0 — ҳаво оралиғининг кундаланг кесим юзи; μ ҳаво оралиғининг магнит сингдирувчанлиги.

Ҳаво оралиғининг қаршилиги темир узак магнит занжирининг магнит қаршилигидан жуда катта $R_0 \gg R_1$ 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 кундаланг 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 кундаланг 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 чиқиқилигини 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 утиб туради.

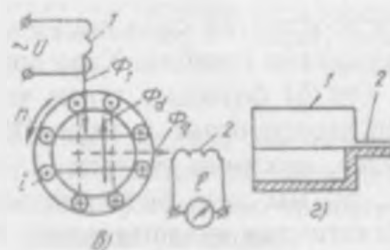
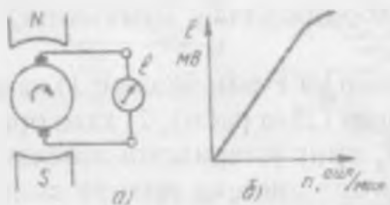
Силжиш улчагичнинг бундай камчилигини йўқотиш учун амалда индуктив дифференциал силжиш улчагичлар (28-д, расм) қўлланилади.

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

Қузатувчи темир узак (якорь) урта ҳолатда турганда $\delta_1 = \delta_2 = \delta_0$ чиқувчи сигнал нолга тенг бўлади ($I = 0$). Якорнинг бу ҳолат узгариши, кирувчи сигнал X таъсирида қузғалувчи темир узак ўнгга ёки чап томонга силжиши натижасида сигнал I ҳосил бўлади. Якорнинг δ_0 га нисбатан ўнгга ёки чапга оғиши билан ҳосил буладиган сигналлар бир-бирига қарама-қарши йуналишда (уларнинг фазаси 180° га бурилган) бўлади.

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

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



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

Тезлик улчагичлар. Технологик машиналарнинг айланиш (бурчак) тезликларини улчаш 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 тахогенераторининг схемаси 29-а,

расмда курсатилган. Ундан олинадиган электр юритувчи куч (ЭЮК):

$$e = C_e \cdot n.$$

Коллектор билан чутка орасидаги қаршиликнинг узгарувчанлиги тахогенератордан чиқувчи сигнал e нинг қийматига таъсир қилади. Иш вақтида тахогенератордан чиқадиган овознинг u қорилиги, габарит ўлчамлари ва массасининг катта бўлиши, тахогенераторнинг асосий камчиликлари ҳисобланади.

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

Асинхрон тахогенераторнинг тузилиш схемаси 29-в, расмда курсатилган. Асинхрон тахогенератор статорида узаро 90° га бурилган иккита ўрама ўрнатилган. Биринчи ўрама 1 узгарувчан 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 узаро 90° бурчакка бурилган икки хил ток ва улар туфайли вужудга келадиган Φ_2 ва Φ оқимларини ҳосил қилади. Тахогенераторнинг иккинчи ўрамасида индукцияланадиган ЭЮК миқдори роторнинг айланиш тезлиги n га мутаносиб ($\Phi = \text{const}$) булгани учун

$$I = C_e \cdot n$$

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

Фотоэлектрик ўлчашчлар ёруғлик энергиясини электр токи энергиясига айлантириб беради ва фотоэлементлар деб юритилади. Улар технологик параметрлар — ҳарорат, эритма концентрацияси, суюқлик ва сочилувчи моддаларнинг, пахта маҳсулотларининг бункерлардаги баландлигини ўлчаш, кузатиш учун, саналадиган яқка буюмларни ҳисоблаш ва сифатсизлиги буйича навларга ажратиш ва бошқалар учун қўлланилади.

Фотоэлементлар электрон эмиссияли, фотоқаршиликли ва вентилли турларга бўлинади.

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

30-расмда эмиссияли фотоэлемент, унинг электр занжири ва тавсиф графиги $I_\phi(\Phi)$ курсатилган. Фотоэлемент ичидан ҳавоси суриб олинган (вакуумли) ёки инерт газ — аргон билан тулдирилган шиша баллондан ва унга урнатилган анод 1 ва катод 2 электродлардан тузилган бўлади. Анод доира шаклидаги пластина ёки ҳалқадан, катод эса шиша баллоннинг ички деворига ёпиштирилган ёруғлик сезувчанлиги юқори булган купинча сурма-цезий қатламидан иборат бўлади.

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

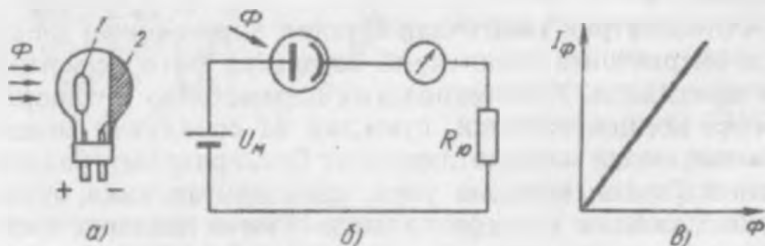
$$I_\phi = k_\phi(\Phi),$$

бу ерда k_ϕ — мутаносиблик коэффиценти, фотоэлементнинг сезувчанлиги

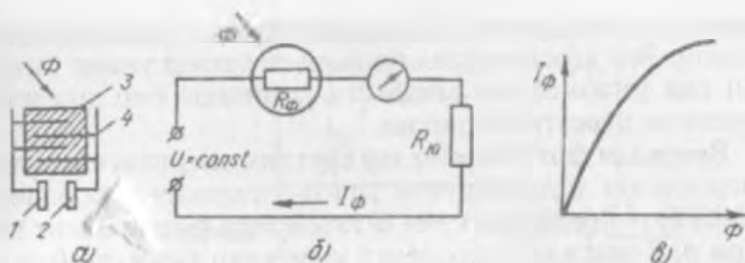
$$S_\phi = \frac{\Delta I_\phi}{\Delta \Phi} \left[\frac{\text{мА}}{\text{лм}} \right]$$

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.

Фотоқаршиликли фотоэлементлар яримутказгич материалларнинг электр сезувчанлигининг ёруғлик оқими кучи



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



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

таъсирида ўзгариши хусусиятига асосланади. Бундай фотоэлементлар селен, таллий сульфид, қўрғошин сульфид, висмут (III) сульфид, кадмий сульфид каби яримутказгичлардан тайёрланади.

Фотоқаршиликнинг тузилиши 31-а расмда курсатилган. Ундаги электродлар 1 ва 2 орасига яримутказгич қатлами 3 вакуумда буглатиш йўли билан киритилади. Фотоқаршилик пластмассали корпус 4 га ўрнатилган бўлади.

Фотоқаршиликка тушадиган Φ ёруғлик кучининг ўзгариши яримутказгич қаршилиги R_ϕ ни ўзгартиради, натижада юкланиш қаршилиги R_n орқали ўтайдиган ток I_ϕ ҳам ўзгаради:

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

бунда U — манба кучланиши.

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

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

бунда $0 < n < 1$.

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

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

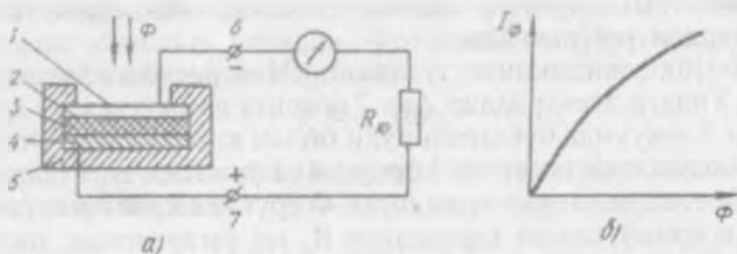
Ёруғлик ортиши билан фотоқаршиликнинг сезувчанлиги камаяди. Тавсиф графигининг тўғри чизиқли эмаслиги (31-в расм), инерционлиги, ўлчов аниқлигининг

ҳароратга боғлиқлиги фотоқаршилиқнинг камчилиги ҳисобланади. Энг асосий афзалликлари сифатида унинг узгарувчан ёки узгармас ток манбаига уланганда бир хил ишлай олишини курсатиш мумкин.

Вентилли фотоэлементлар ёруғлик энергиясини электр энергиясига айлантирувчи улчов-узгарткич ҳисобланади. Бунда ёруғлик оқими кучи Φ таъсирида фотоэлемент кутблари 6, 7 орасида фотоэлектр юритувчи куч $e_\phi = k\Phi$ ва юкланиш қаршилиги R_ϕ занжирида фототок

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

ҳосил булади (32-расм).



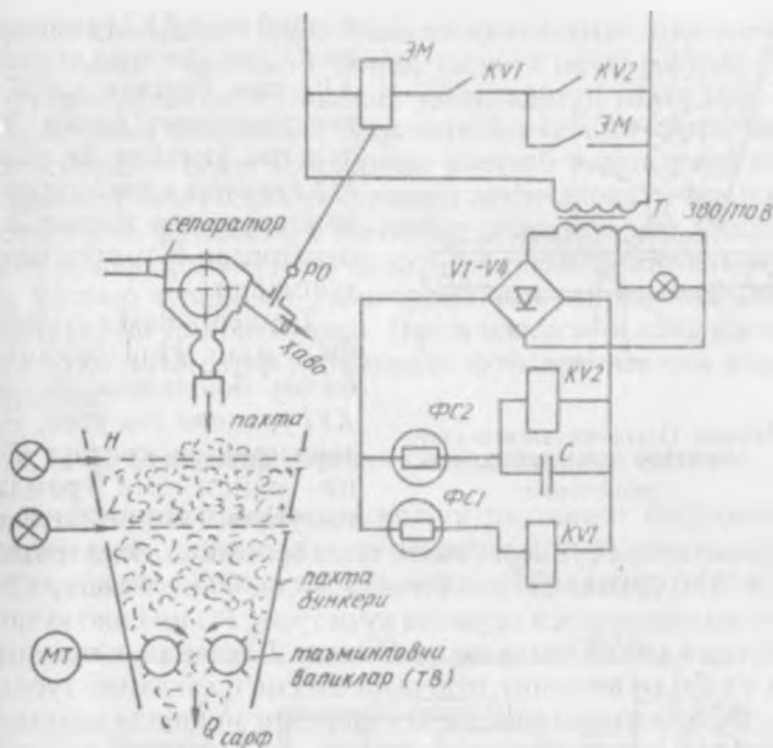
32- расм. Вентилли фотоэлемент:
а—тузилиш схемаси; б—таъсиф графиги.

Вентилли фотоэлемент юпқа олтин қатлами 1, беркитувчи қатлам 2, яримутказгич (селен) қатлами 3, металл электрод 4 ва пулат асос 5 дан иборат бўлиб, ёруғлик таъсирида ҳосил булган ЭЮК 1 ва 4 электродлар орқали ташқи занжирга берилади.

Беркитувчи қатлам 2 олтин ва яримутказгич қатламларига термик ишлов бериш йули билан ҳосил қилинади. Бу қатлам туфайли ёруғлик таъсирида вужудга келган эркин электрон фақат бир томонга ҳаракат қилади.

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

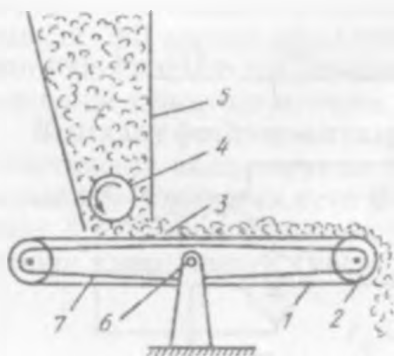
1. Пахта бункерлари, шахта ва лотокларидаги пахта ва пахта маҳсулотларининг сатҳи баландлигини улчаш, автоматик кузатиш ва ростлаш учун фотосезгич қурилмаларидан кенг фойдаланилади. Бундай қурилмалар ёруғлик манбаи (электр чироқлари) ва ёруғликни қабул қилувчи



33- расм. Таъминловчи бункердаги пахта сатҳи баландлигининг фотосезгичли АРСининг тузилиш схемаси

фотосезгич ΦC (фотоэлемент) лардан тузилади. Бу икки элемент купинча бункернинг қарама-қарши деворларига ўрнатилади. 33-расмда бункердаги пахта сатҳи баландлигининг ўзгаришини сезиш ва сигнал бериш учун электр лампалари H , L ва ёруғлик қабул қилувчи элемент сифатида фотоқаршилик $\Phi C1$ ва $\Phi C2$ лардан фойдаланилган. Бункердаги пахта сатҳи баландлиги H га етганда фотоқаршиликлар $\Phi C1$ ҳамда $\Phi C2$ га ёруғлик тушмайди ва уларнинг электр қаршилиги кескин ошиб кетади, реле $KV2$ ва $KV1$ дан ўтадиган ток кескин камайиб кетиши сабабли реле контактлари $KV1$ ва $KV2$ узилади, электромагнит $ЭМ$ токсизланади. Вентилятор қуввидаги тусиқ PO пружина кучи таъсирида ёпилади ва бункерга сепаратордан пахта тушиши тўхтайди.

Бункердан пахта сарфи тинимсиз булиб туриши Q туфайли ундаги пахта сатҳи камая боради, $\Phi C2$ нинг кўзи



34-расм. Пахта оғирлигини узлуксиз ўлчаб турадиган тарози транспортер

очилич реле $KV2$ уз контакти $KV2$ ни улаганда контакт $KV1$ узук булгани сабабли электромагнит урами ЭМ дан ток утмайди ва тусиқ РО пружина кучи таъсирида ёппиқлинича қолади, сепаратордан бункерга пахта тушмайди.

Бункерга пахта тушиши ФСИ нинг кузи очилиши билан бошланади. Шунда $KV1$ урамдан ток утиб, ЭМ занжиридаги контакт $KV1$ ни улайди, ЭМ урамдан ток утади. Тусиқ РО очилиб

сепаратордан бункерга пахта туша бошлайди. Электромагнит ЭМ урамидан ток утганда тусиқ РО очилади, (ЭМ токсизланганда эса пружина кучи тусиқ РО ни ёппиқ қўяди). Шундай қилиб пахта сатҳи H ҳамда L баландлик оралиғида ўзгаради ва унинг ўртача баландлиги сақланиб туради.

Фотосезгичли сатҳ улчагичларнинг ишончли ишлашига чигит ва пахта чанги ҳамда ташқи ёруғлик зарарли ҳисобланади. Ушбу камчиликни биров камайтириш мақсадида пахта сатҳ баландлигини улчаш, кузагиш ва ростлаш системаларида нур манбан сифатида ярим-ўтказгичли инфракизил нурлаткичлардан фойдаланиш уринли бўлиши мумкин.

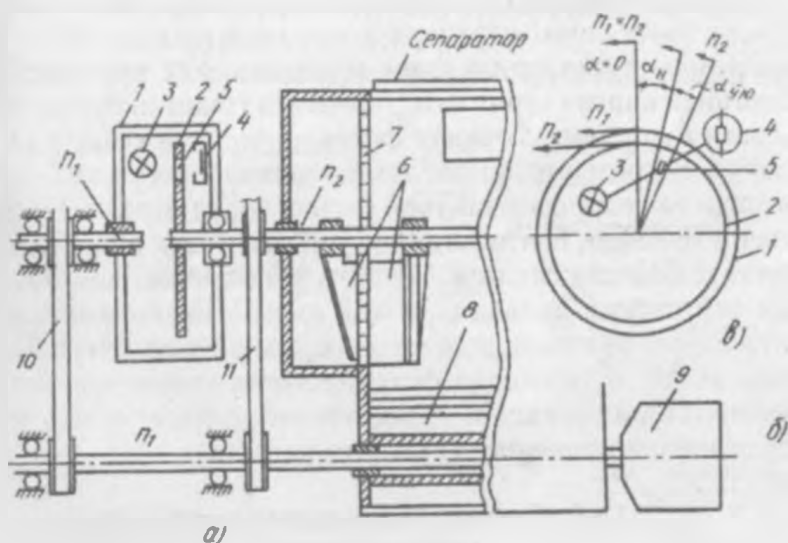
2.10-§. Технологик оқимда пахта массасини ўлчаш

Пахта, чигит ва пахта маҳсулотларининг миқдорини технологик оқим линиясида узлуксиз ўлчаб, ростлаб туришга мулжалланган конвейер типидagi тарози бир турининг соддалаштирилган схемаси 34-расмда кўрсатилган. Мувозанатланган ричаг рамка 7 қўзғалмас таянч нуқта 6 га урнатилган ва йуналтирувчи роликлар 2 да тинимсиз айланиб турадиган тасма 1 дан иборат. Конвейер тасмасига пахта 3 бункер 5 дан таъминловчи валик 4 ёрдамида узатилади. Тасмагаги пахта оғирлиги берилган катталиқ Q_0 дан ошганда раманинг унг елкаси пастга оғади, чап елкаси юқорига кутарилади, бункер 5 билан тасма 1 оралиғи яқинлашиб, валик 4 нинг пахта узатишини камай-

тиради. Конвейерга пахта тушиши камайганда эса валик 4 билан тасма 1 оралиғи очилиб, тасмага пахта узатилиши ўз-ўзидан кўпаяди, бу тасмага узатиладиган пахта масса-сининг ўзича тенглашиш хусусияти борлигини кўрсатади. Конвейердаги пахта миқдорини 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 уринли булади. 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 тусиғига (вакуум клапанига) тушса, қолган кичик қисми турли сиртга ёпишади. Турли сиртга ёпиш-



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 фотоқаршилиқ; 5—дискдаги нур ўтказувчи тешик; 6—қирғичлар; 7—турли сирт; 8—сийрак ҳаво тусиғи, n_1 тезликда айланади; 9—сийрак ҳаво тусиғи юритмаси; α_n — сепараторни меъёрли иш ҳолатидаги қирғичнинг сирпаниш бурчаги; α_0 — қирғични ўта юкланиши туфайли ҳосил бўладиган оғиш бурчаги.

ган чигитли пахтани айланиб турувчи қирғич ёрдамида сийрак ҳаво тусиғига (ваккум клапанига) туширилади.

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

Сезгич икки элементдан: қути I ҳамда унинг уртасида ўрнатилган тешикли диск 2 лардан тузилган. Қути I да ёруғлик манбаи 3 ҳамда фотоқаршилиқ 4 ўрнатилган бўлиб, у тасма 10 орқали n_1 тезликда айланади. Тешикли диск 2 қирғич 6 ўқида ўрнатилган бўлиб, тасма II томонидан n_2 тезликда айланади (35-а расм). Сепараторда пахта бўлмаганда, яъни унинг салт юриш ҳолатида қути ва дискнинг айланиш тезликларида фарқ бўлмайди. Ута юкланиш юз берганда қирғич сурилиб α_n зонасига утадиган бўлса, қути I даги нур тешиқ 5 орқали фотоқаршилиқка тушади (35-б расм). Фотоқаршилиқнинг ток утказувчанлиги кескин ошиб кетади ва сезгичдан чиқувчи сигнал ҳосил бўлади. Бу сигналга мувофиқ вентилятор қувуридаги тусиқ ижрочи элемент томонидан ёпилади. Сепараторга пахта келиши тухтайди ёки кескин камаяди. Бу ҳол қирғич дискидаги тешиқ нур оқими йўналишидан чиқиб α_n зонасига қайтгунча давом этади. α_n зонасида фотоқаршилиқка нур тушмайди, вентилятор қувуридаги тусиқ очилиб, сепаратор яна меъёрга ишлай бошлайди (13.7-§ га қаранг).

2.12-§. Сигнал таққослаш элементлари (қўрилмалари)

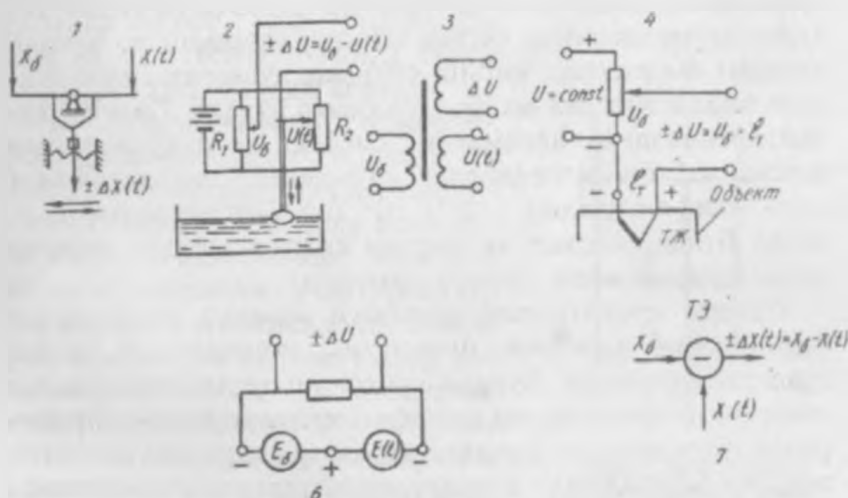
Автоматик ростлаш ва кузатиш системаларининг таққослаш элементи ростланувчи параметр $X(t)$ қийматини унинг мақсадга мувофиқ берилган қиймати X_0 билан таққослаб

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

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 улчаш аниқлигига боғлиқ бўлади.

АРСда энг кўп қўлланиладиган таққослаш элементларининг схемалари ва шартли белгиси 36-расмда кўрсатилган. Бундай элементлар сигнал таққослаш учун ишлатиладиган механик система тарози сифатида ишлайди. Унда берилган миқдор X_0 билан технологик параметр $X_1(t)$ таққосланади ва бир-бирига нисбатан «оғиши» $\pm \Delta X(t)$ аниқланади. Автоматик ростлаш системаси (АРС) эса ана шу «оғишни» йўқотиш ва миқдорлар тенглигини $X_0 = X_1(t)$ қайта тиклаш вазифасини бажаради.

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



36- расм. Таққослаш қурилмалари:

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

ментида ҳа' объект ҳароратининг узгариши термोजуфт томонидан амаллади, объект ҳарорати термоэлектр юритувчи куч e_T га айлантирилади ва ҳароратнинг берилган миқдори U_0 билан таққосланиб ҳарорат узгаришига мутаносиб булган бошқарувчи сигнал $\pm \Delta U(t) = U_0 - e_T$ чиқади.

Таққослаш элементлари схемаларида узаро қарама-қарши булган векторлар: X_0 —технологик параметрнинг мақсадга мувофиқ берилган қиймати ва $X_1(t)$ — ростланувчи технологик параметрнинг реал қийматлари таққосланиб, бошқарувчи сигнал $\pm \Delta X(t)$ ҳосил қилинади. Таққослаш элементларининг шартли белгиси 36-расмда (7) курсатилган.

III боб

СИГНАЛ КУЧАЙТИРУВЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР

3.1-§. Умумий маълумот

Таъсир кучи жиҳатидан ожиз булган бошқариш (кириш) сигналини бир неча ун ва юз марта кучайтириш учун хизмат қилувчи элемент сигнал кучайтиргич деб аталади. Сигнал кучайтиргичга кирувчи ва ундан чиқувчи сигналларнинг физик табиати узгармайди. Бундай элемент воситасида кириш сигнали қувватини кучайтириш ташқи энергия манбаи ҳисобига булади. Сигнал кучайтиргичларни автоматик системаларда қўллашнинг асосий сабаби сезгичлардан олинadиган сигналларнинг жуда заифлигидадир (10^{-4} — 10^{-5} Вт). Сезгичлардан чиқадиган бундай сигнал автоматик системалардаги ижрочи элементларни ишга тушира олмайди.

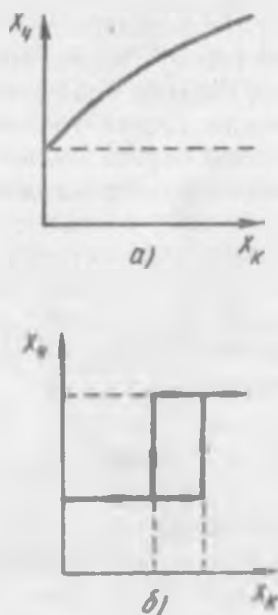
Сигнал кучайтиргичлар ташқи энергия манбаининг турига қараб электрик, пневматик, гидравлик ва бошқа турларга булинади. Бундай кучайтиргичлар статик ҳолат тавсифи ва кучайтириш коэффициентлари билан бир-бирдан фарқ қилади. Кучайтириш коэффициенти ва ташқи энергия манбаининг қуввати кучайтиргичларни тавсифловчи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

$$k = \frac{X_u}{X_k},$$

бунда X_1 — кучайтиргичнинг чиқишидаги сигнал, X_2 — кучайтиргичнинг киришидаги сигнал. Электрик сигнал кучайтиргичларнинг кучайтириш коэффиценти сигналнинг қуввати P , токи I ёки кучланиши U орқали ифодаланиши мумкин, улар мос равишда қувват бўйича кучайтириш коэффиценти, ток бўйича кучайтириш коэффиценти ва кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти деб аталади. Барқарор иш ҳолатдаги чиқиш сигнали X_2 билан кириш сигнали X_1 орасидаги боғланиш $X_2 = f(X_1)$ сигнал кучайтиргичларнинг статик тавсиф графиги деб аталади. Статик тавсиф графикларига кура кучайтиргичлар — узлуксиз ва узлукли (37-а, б расм) сигнал кучайтиргич турларига бўлинади. Узлуксиз тавсифли кучайтиргичлар сифатида электрон, магнит, гидравлик, пневматик сигнал кучайтиргичларни курсатиш 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 юқори, 3) инерционлиги кам ва 4) тавсиф графиги тўғри чиқиққа яқин бўлиши керак.

Кучайтиргичларнинг тезкорлигига ҳам катта аҳамият берилади. Бу уларнинг динамик тавсиф графиги $X_2(t)$ асосида ёки вақт доимийси T бўйича аниқланади. Электрон ва яримўтказгичли кучайтиргичлар энг юқори тезкорликка эга. Электрон кучайтиргичларнинг вақт доимийси $T = 10^5 - 10^{-10}$ 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.



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

Яримутказгичли сигнал кучайтиргичники эса $10^2 - 10^5$ Ом булиши мумкин.

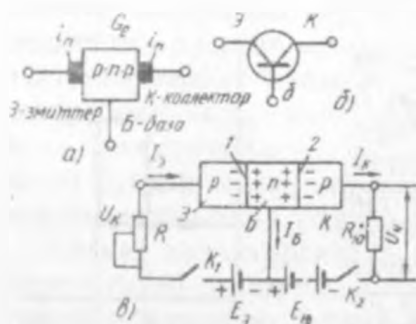
Кириш қаршилиги кам кучайтиргичларга чиқиш қаршилиги катта булган (сигимли фотодатчик ва бошқа) сезгич-сигнал узаткични улаш мақсадга мувофиқ эмас, чунки бунда сигнал узаткичининг чиқиш қаршилиги билан кучайтиргичнинг кириш қаршилиги орасида мослик вужудга келмайди, натижада кучайтиргичга кирувчи қувват камайиб кетади.

3.2-§. Яримутказгичли сигнал кучайтиргич

Яримутказгичли кучайтиргичлар яримутказгичли триодлардан тузилади. Бундай триодлар купинча транзистор деб ҳам юритилади.

Яримутказгичли транзистор тузилиши яримутказгичларда буладиган аралашма электрон уткузувчанлиги хос-сасига асосланади. Менделеев даврий системасининг IV группасига тегишли яримутказгич германий Ge моддасидан ясалган пластинанинг икки томонига III группага тегишли индий In моддасининг маълум миқдори термик ишлов бериш йули билан қопланса (38-расм), улар орасида зарядлар силжиши юз беради, натижада яримутказ-

гич қотишмасида учта *p-n-p* соҳалар ҳосил булади. Германий пластинасининг чап ва унг томонида тешиклар, яъни мусбат зарядлар *p* (positivus) тупланади. Уртада германий пластинасининг узида электронлар, яъни манфий зарядлар *n* (negativus) тупланади. Бундай зарядларнинг диффузияси натижасида германий пластинаси билан индий моддаси туташган чегараларда икки хил потенциал тусиқ *p-n* ва *n-p* вужудга келади (38-в расм). Ундаги биринчи соҳа — эмиттер, урта соҳа — база ва унг томондагиси —



38-расм. Ярим уткузгичли сигнал кучайтиргич:

а—*p-n-p* утишли триоднинг тузилиши;

б—*p-n-p* утишли триоднинг шартли белгиси; *i_n* — Индий; Ge — германий; *в* — сигнал кучайтиргичнинг электр схемаси.

коллектор деб аталади. Бундай транзистор эмиттер — база занжирига манба E_p , ва коллектор—база занжирига манба E_n уланса, маълум шароитда кирувчи кичик сигнал — U_k бир неча ўн юз марта катта бўлган чиқувчи сигнал U_n га айланиши мумкин.

Манба E нинг қутблари $p-n$ утишига мос бўлгани туфайли (+—) потенциал тусиқ $p-n$ ларнинг қаршилиги жуда кичик ва манба E_p нинг кучланиши ҳам кичик миқдорга туғри келади. Манба E_n нинг қутблари $n-p$ утишига тескари уланганлиги (++) сабабли потенциал тусиқ ($n-p$) нинг қаршилиги катта, шу туфайли манба кучланиши E_n ва қуввати ҳам катта бўлиши лозим. Сигнал кучайиши манба (E_n) ҳисобига бўлади. Бунда юк қаршилиги (нагрузка) R_n дан утадиган коллектор токи I_k манба E_n га тегишли бўлиб, у эмиттер токи I_e билан бошқарилади.

Электр кучайтиргичнинг схемасига (38-в расм) мувофиқ эмиттер утиши ($p-n$) манбанинг кучланиши қутблари билан туғри йуналишда, база коллектор утиши эса E_n билан тескари йуналишда уланган. Сигнал кучайтиргичнинг ишлашини қуйидагича тушуниш мумкин.

Агар узгичлар K_1 ва K_2 очиқ (уланмаган) бўлса, ярим-утказгичлар германий пластинаси билан индий элементи туташган чегараларда (1 ва 2) электронлар ва тешиқлар диффузияси натижасида $p-n$ ва $n-p$ турғун зарядлар ва уларнинг қутблари туфайли потенциал тусиқлар вужудга келади. Фақат узгич K_1 уланган бўлса, кириш қаршилиги R_e эмиттер ва база занжиридан эмиттер токи утади. Бу занжирдаги манба E_p ва $p-n$ утиш қутблари узаро туғри йуналишда бўлгани учун $p-n$ потенциал тусиқ эмиттер токига қаршилик кўрсатмайди, эмиттердан бирмунча катта миқдорда ток утиши мумкин.

Агар K_1 узилган ва K_2 уланган бўлса, юкланиш қаршилиги R_n , коллектор K ва база занжиридан ток ўтмайди. Бунга потенциал тусиқ $n-p$ қутблари манба E_n қутбларига тескари йуналишда эканлиги сабаб бўлади. Агар K_1 ва K_2 уланган бўлса, манба E_p кучланишга пропорционал бўлган эмиттер токи I_e (зарядлар оқими) манба E_n кучланиш таъсирида база — коллектор томонига силжийди ва $n-p$ потенциал тусиқни енгиб ўтиб, коллектор токи I_k га айланади. Эмиттер токининг база орқали коллекторга бундай утиши «инъекция» деб аталади. Эмиттер токи (тешиқлар

— мусбат зарядлар оқими) тула равишда коллекторга ута олмайди. Бу токнинг бир қисми эмиттердан базага ўтганда базадаги электронлар ва манбанинг манфий қутби электронлари билан буладиган рекомбинациялар туфайли коллекторга ўтмайди ва база токи сифатида манбанинг (E_1) манфий қутбига қайтади. База токи I_6 эмиттер токи I_2 нинг 1—8 фоизини ташкил қилади, яъни $I_6 = (0,08 \cdot 0,01) I_2$. Коллектор токи эмиттер токи I_2 билан база токи I_6 нинг айирмасига тенг: $I_3 = I_2 - I_6$, шунинг учун уни қуйидагича ёзиш мумкин: $I_3 = k' I_2$, бу ерда: $k' = 0,92 - 0,99$ —умумий базали триод схемасининг кучайтириш коэффициентини.

Кучайтиргичдан чиқувчи сигнал

$$U_3 = I_3 R_3 = k' R_3 I_2 = k I_2,$$

эмиттер токига мутаносиб бўлгани учун эмиттер токи I_2 орқали бошқарилади.

IV боб

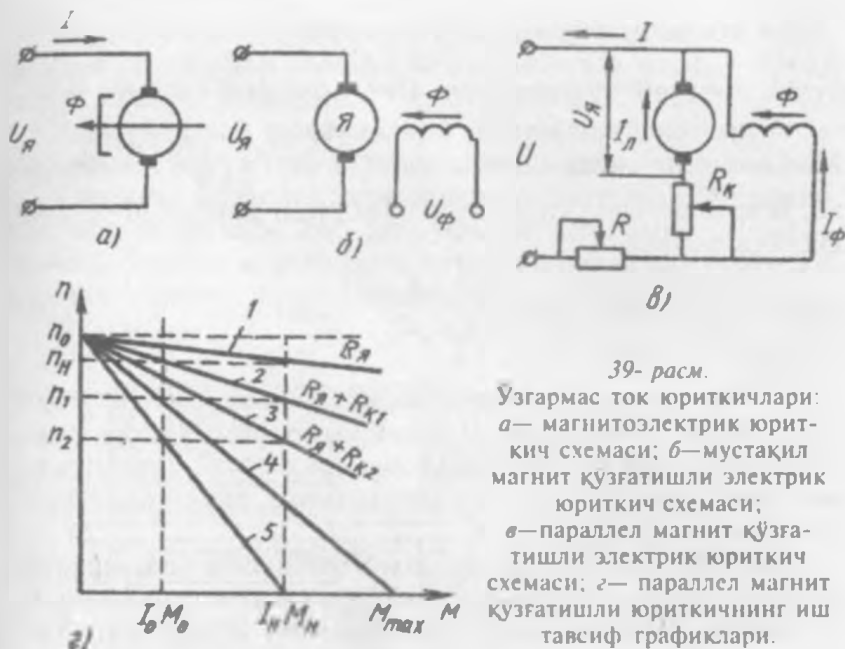
ИЖРОЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР ВА РОСТЛОВЧИ ОРГАНЛАР

Технологик объектлардаги ростловчи ёки бошқарувчи органлар: тутқичлар, қопқоқлар, жумраклар, айланувчи ёпқичлар, тўсиқлар 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 ишончлилиқ, бошқарувчи сигналнинг юқори аниқликда ишлаши, ишга тушиш тезлигининг юқорилиги, фойдали иш коэффициентининг юқори бўлиши, нархининг арзонлиги, геометрик улчамлари ва массасининг кичиклиги ва бошқалар.

4.1-§. Электромеханик ижрочи элементлар

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



39- расм.
 Узгармас ток юриткичлари:
 а— магнитоэлектрик юриткич схемаси; б— мустақил магнит қўзғатишли электрик юриткич схемаси; в— параллел магнит қўзғатишли электрик юриткич схемаси; г— параллел магнит қўзғатишли юриткичнинг иш тавсиф графиклари.

ҳаракатларга айлантиради. Ижрочи электр юритмалар сифатида кичик қувватли узгарувчан ва узгармас ток юриткичларидан фойдаланилади.

Ўзгармас ток юриткичлари магнит майдони қўзғатиш усулига кура мустақил қўзғатишли, узгармас магнитли, параллел қўзғатишли, кетма-кет ва аралаш қўзғатишли юриткичларга бўлинади. Булар ичида автоматика талабларига мос келадиганлари узгармас магнитли, мустақил қўзғатишли ва параллел қўзғатишли юриткичлардир (39-а, б, в расм).

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

Параллел қўзғатишли юриткичнинг магнит қўзғатиш урамаси якорь урамасига параллел уланади (39-а расм). Қўзғатиш токи: $I_\phi = I - I_\pi$. Қуввати 100—250 Вт бўлган юриткичларда қўзғатиш токи $I = (5-10\%)I_\pi$, қуввати 5—10 Вт ли юриткичларда $I_\pi = (30-50\%)I_\pi$.

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 $E_{\text{я}} = C_{\text{е}} n \Phi$ булгани учун $U = C_{\text{е}} n \Phi + I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{к}} + R)$.

Машинанинг айланиш тезлиги $n = \frac{U_{\text{я}} - I_{\text{я}}(R_{\text{я}} + R_{\text{к}} + R)}{C_{\text{е}} \Phi}$ бўлади. Агар юриткич ўқида ҳосил буладиган момент $M = C_{\text{м}} I_{\text{я}} \Phi$ ҳисобга олинса,

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

бўлади.

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

Автоматлаштиришда юриткич тезлигини бошқарувчи сигнал сифатида якорь кучланиши ёки қўзғатиш токи $I_{\text{я}}$ дан фойдаланилади. Агар қўзғатиш токи $I_{\text{я}}$ юритмага кивувчи сигнал буладиган бўлса, унда мустақил қўзғатишли юриткичдан фойдаланиш самаралироқ бўлади.

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

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

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

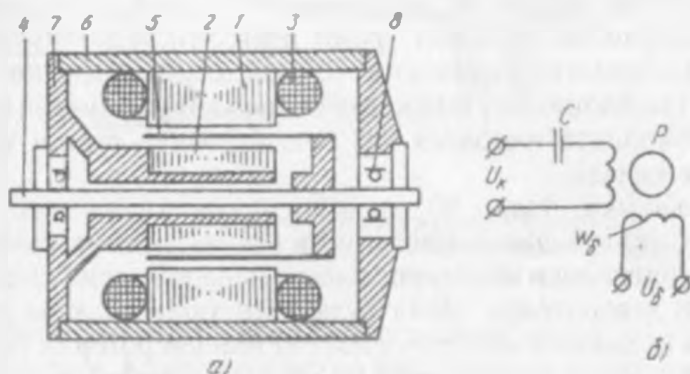
Қўшимча қаршилик $R_{\text{к}} = 0$ бўлганда юриткич узининг табиий тавсиф графигида (1) ишлайди. 5-тавсиф графигида юриткичнинг айлантирувчи (бурувчи) моменти M юкланиш моменти $M_{\text{ю}}$ билан тенг бўлганда, юриткич тўхтади, яъни $n = 0$ бўлади.

Қолган ҳамма қўшимча қаршиликларда юриткич узининг номинал юкланишида ишлайверади. Якорь кучланишининг ўзгариши юриткич тезлигини 0 дан $n_{\text{н}}$ гача ўзгартиради. Агар $U_{\text{я}}$ нинг қутблари ўзгарса, айланиш йўналиши ҳам тескарисига ўзгаради. Бунда қўзғатиш ўрамидаги 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 йуқ, шу туфайли ишқаланиш моменти кам, тезлиги кучланишга мутаносиб ва ҳоказо. Бундай юриткичларнинг тузилиши 40-расмда курсатилган.



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

Юриткич темир пластинкалардан йиғилган ташқи 1 ва ички 2 статорлардан иборат бўлиб, статор чулғами 3 купинча ташқи статор пазларига жойлаштирилади. Ички статорда чулғам булмайди, у магнит занжирининг қаршилигини камайтириш учун хизмат қилади. Ташқи статор юриткичнинг корпуси 6 га, ички статор эса юриткичнинг ён тарафидаги шчит 7 га урнатилади.

Юриткич уқи 4 ички статорнинг марказидаги тешикдан утказилиб, ён томонлари шчитлардаги подшипниклар 8 га урнатилади.

Юриткичнинг ротори 5 юпқа (0,3 мм) алюминийдан ясалган стакан (цилиндр) ички ва ташқи статорлар орасидаги бушлиқда айланадиган қилиб юриткич уқига мустақам урнатилган булади. Алюминий стакан деворлари юпқа бўлишининг сабаби, унда пайдо бўладиган уярма тоқларга бўладиган актив қаршилиқни ошириш йули билан юриткичнинг бошқарилувчанлиги юқори бўлишини таъминлашдан иборат. Бошқарувчи сигнал йуқолган заҳо-

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

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

Маълумки, ўзаро 90° га яқин фаза сурилишига эга бўлган иккита пульсацияланувчи магнит оқимларининг вектор йиғиндиси айланувчи магнит майдони ҳосил қилади. Стакан деворларида ҳосил бўладиган уярма тоқ 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.

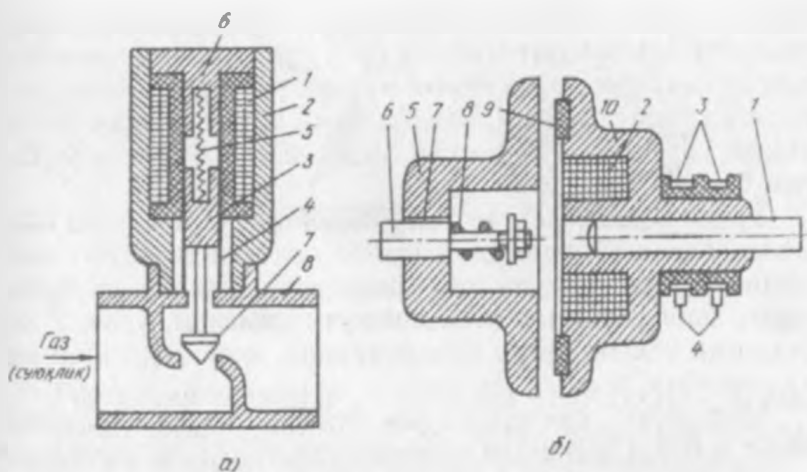
4.2-§. Электромагнитли ижрочи элементлар

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 қараганда анча арзон, уларнинг ишлаши ишончли ва ишга тушиш тезлиги юқоридир.

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



41-рasm. Электромагнитли ижрочи механизмлар:
 а—электромагнитли түсік; б—электромагнитли муфта

Электромагнит чулғами 1 қузғалмас темир ұзақ ичига жойлашади. Қузғалувчи темир ұзақ 3 жездан қилинган труба 4 ичида ҳаракат қилади. Бу труба пулат узакнинг қолдиқ магнитланиши туфайли юз берадиган ёпишқоқликдан сақлайди ва ишқаланишни камайтиради.

Агар электромагнит урамига кучланиш берилса, якорь-қузғалувчи пулат узак 3 пружина 5 нинг кучини енгиб қузғалмас пулат узак 6 томон латун труба ичида ҳаракат қилади ва түсік (клапан) 7 очилади. Кувур 8 дан утадиган газ ёки суяқлик миқдори ўзгаради. Бошқарувчи сигнал умуман йўқ булганда пружина 5 түсік 7 ни бутунлай беркитади.

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

Муфтанинг етакчи вали 1 да электромагнит майдони ҳосил қиладиган урама 2 ўрнатилган. Урамага ҳалқа 3 ва чутка 4 орқали кучланиш берилади. Ҳалқа етакчи валга механик боғланган ва у билан бирга айланади. Муфтанинг етакланадиган томони — якорь 5 ишчи механизм уқи 6 га пона 7 ёрдамида механик уланган, пона уни фақат айланиб кетишдан сақлаб туради.

Электромагнит урами 2 да ток булмаса, якорни пружина 8 чап томонга суради. Шунда ишчи механизминини

уқи айланмай қолади. Электромагнит урамдан ток ўтганда ҳосил бўлган магнит майдон кучи пружинанинг эластиклик кучини енгади ва якорь муфтанинг етакчи ярим палласига келиб ёпишади. Шайба 9 уни сирпанишдан сақлаб ўшлаб қолади ва технологик машина ўқи 6 етакчи ўқ билан бирга айланади.

Ўрама 2 дан ўтадиган ток миқдорини ўзгартириш йўли билан якорь ва фрикцион шайба орасидаги магнит майдоннинг тортиш кучи ҳам ўзгартирилади. Шунда фрикцион шайбанинг ишқатаниш кучи камаяди, урам 2 дан ўтадиган ток миқдори купайтирилса, аксинча, ишчи механизмнинг тезлиги ошади.

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

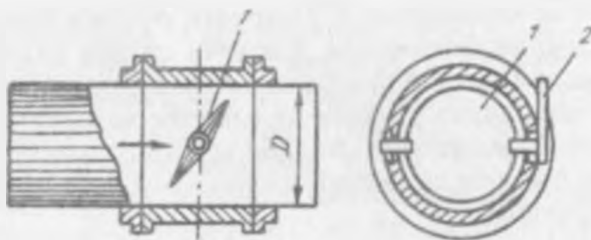
Бундай муфталар саноатда куплаб ишлаб чиқарилмоқда. Улар 27 ва 100 вольтли ўзгармас ток манбаига уланади ва 5—22 Вт қувват олади. Уланиш вақти 20—40 мс, узилиш вақти 15—30 мс.

4.3-§. Ростловчи органлар

Ростловчи органлар технологик оқим линиясида ишлаб чиқариш объектларига пахта маҳсулотларини узатиш, энергия, ҳаво, газ, сув, ёнилғи, суюқликлар, буг ва ҳоказолар оқимини (сарфини) ўзгартириб, технологик жараёнга бевосита таъсир қилувчи ва унинг оптимал шартшароитларда ўтишини таъминлайдиган асосий органлардан биридир.

Пахта заводларида пахта маҳсулотлари газ ва иссиқ ҳаво сарфини ростлаш учун тикинлар, айланувчи тўсиқлар, 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 энергиянинг ўтаётган ва максимал миқдорлари; $S = \frac{Y}{Y_{\max}}$ ростловчи органнинг нисбий сурилиши; Y ва $Y_{\max}$ ростловчи органнинг сурилиши ва унинг сурилиши мумкин бўлган максимал қиймати.



42-расм. Айланувчи тўсиқли темир қувур:
1—айланувчи тўсиқ; 2—тўсиқ дастаси.

Ростловчи органлар 1) ростлаш диапазони—ростловчи орган затворининг икки энг четки ҳолатларига сурилганда S пахтанинг нисбий сарфи q нинг узғаришига;

2) суриш кучи — ростловчи органни бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга утказиш (суриш) учун керак буладиган кучга кура баҳоланади.

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

Ростловчи органнинг нисбий сарфи тавсиф графиги тўғри чизиқли бўлиши талаб қилинади.

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

V б о б .

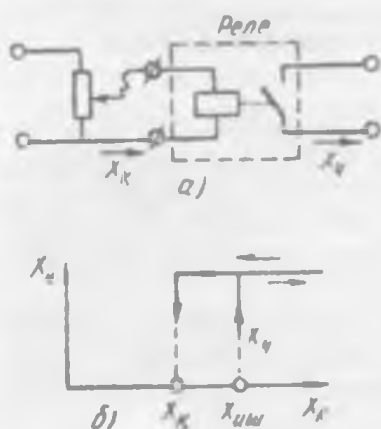
ДИСКРЕТ ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

5.1-§. Реле

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

чи сигнал қийматининг узгариши ошиши давомида чиқувчи сигнал узгармайди. Кирувчи сигнал қиймати камайиб, маълум миқдорга етганда эса чиқиш сигнали сакрашсимон характерда узилади ва олдинги ҳолатга қайтади.

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



43-расм Электромеханик реле:
а—тузилиш схемаси; б—статик тавсиф графиги; X_{ush} — ишга тушиш сигнали; X_{kayt} — қайтиш сигнали; X_k — релега кирувчи сигнал; X_v — реле контаклари орқали чиқувчи сигнал.

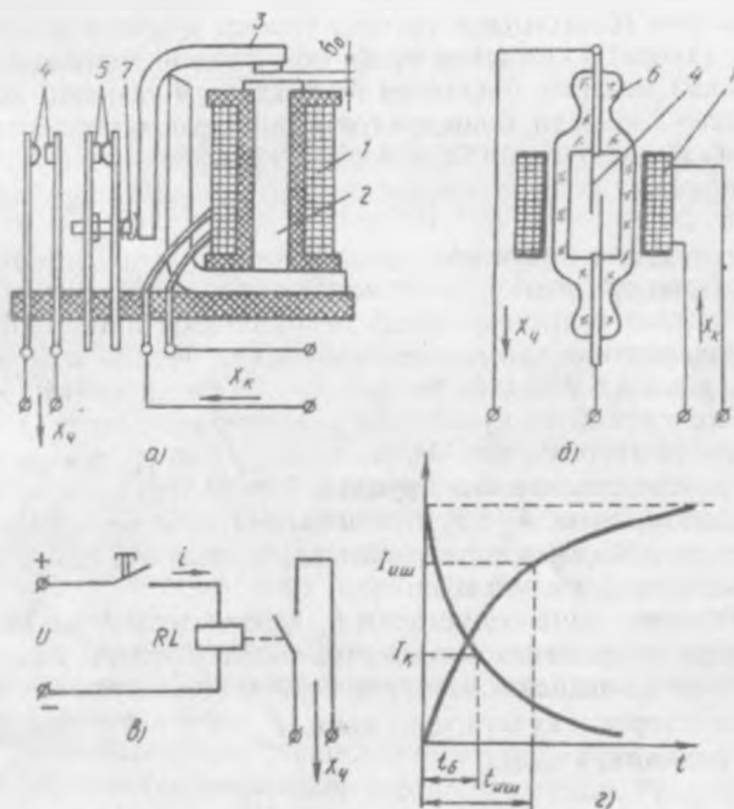
Реле чулғамига кирувчи ток I_k (сигнал X_k) потенциометр сурилгичини пастдан юқорига қараб суриш йули билан секин купайтириб борилганда ток катталиги I_{ush} га ёки сигнал X_{ush} га етганда реле ишга тушади, яъни унинг контакти орқали утадиган сакрашсимон тавсифга эга бўлган чиқиш сигнали I_v ёки X_v ҳосил бўлади, яъни реле ишга тушади. Шу сабабли релега кирувчи сигналнинг бу қиймати ишга тушиш сигнали X_{ush} деб аталади. Энди потенциометр сурилгичини пастга (орқага) суриб кириш сигнали катталигини камайтира бошласак, I_v ёки X_v бўлганда чиқиш сигнали кескин камая-

ди, яъни реле уз контактларини бушатиб юборади, чиқиш сигнали йуқолади. Релега кирувчи сигналнинг бу қиймати қайтиш сигнали X_{kayt} деб аталади.

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

$$k_n = \frac{X_k}{X_{ush}}; \quad (18)$$

4) реленинг ишга тушиш вақти — релега бошқариш сигнали берилгандан то ундан сигнал чиққунга қадар утадиган вақт. Реле ишга тушиш вақти ($t_{иш}$) га қараб тез ишловчи, нормал кечикишли ва вақт релеларига булинади. Масалан, реленинг ишга тушиш вақти $t_{иш} < 0,05$ с бўлса, тезкор ишловчи реле дейилади. $t_{иш} = 0,05 \dots 0,15$ с бўлса, нормал реле ва $t_{иш} > 0,15$ с бўлса, секинлатилган реле дейилади. Ишга тушиш вақти 1 с бўлиб, бу вақтни яна маълум оралиқларда узгартириш мумкин бўлган реле вақт релеси дейилади; 5) улаш имкониятлари реленинг контакт жуфтлари сони билан аниқланади; 6) улчамлари, массаси ва



44-расм. Узгармас ток релеси:

a— айланувчи якорли реле; *б* — якорсиз реле (геркон); *а* — реленинг электр схемаси; *г* — реленинг динамик тавсиф графиклари; 1 — электромагнит галтаги (урамаси), 2 — қўзғалмас пўлат узак; 3 — қўзғалувчи пўлат узак (якорь), 4 — токсиз ҳолатдаги очик контакт, 5 — токсиз ҳолатдаги ёпиқ контакт, 6 — шиша колбача.

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: якори 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 1 дан ток (бошқарувчи сигнал) ўтганда қўзғалувчи пўлат узак (якорь) 3 қўзғалмас пўлат узак 2 томон тортилади ва у билан механик боғланган контактлар 4 уланади, контактлар 5 узилади, бошқарилувчи занжирда чиқиш сигнали X ҳосил бўлади. Герконларда қўзғалувчи пўлат узак вазифасини контакт системасидаги пластиналар 4 бажаради.

Электромагнит релеларининг магнит занжиридаги бўшлиқ (ҳаво оралиғи) δ_0 контактлар очиқ ҳолатида катта ва контактлар уланган ҳолатида анча кичик бўлиши сабабли бу релеларнинг қайтиш коэффиценти бирдан анча кичик, яъни $k_k < 1$ бўлади, бу ерда k_k — реленинг қайтиш коэффиценти. Буни қуйидагича тушунтириш мумкин. Маълумки, электромагнит майдонининг кучи F_m қўзғалувчи пўлат узак оралиғи ёки пружина 7 нинг тортиш кучи $F_{пр}$ дан катта, яъни $F_{пр} < F_m$ бўлгандагина реле контактлари ишга тушади, яъни нормал очиқ контактлар ёпилади, ёпиқ 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 $F_{пр} = F_m^{yn} \approx F_m^{yz}$ деб Фарад қиламиз, у ҳолда

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

ёки

$$\frac{\delta_0^{min}}{\delta_0^{max}} = \frac{I_k^0}{I_{иш}} = k < 1.$$

Одатда, кучсиз ток релеларининг қайтиш коэффиценти $k_k = 0,3 - 0,5$ 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:

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

бунда $I_n = \frac{U}{R}$ — ғалтак токининг барқарор режимдаги қиймати ёки реленинг ишлаш (номинал) токи; $T = \frac{X_L}{R}$ занжирнинг вақт доимийси; U_n — реленинг номинал кучланиши; R , X_L — электромагнит ўраманинг актив ва индуктив қаршилиги.

Реленинг барқарор ишлаши учун унинг номинал токи I_n ишга тушиш токи $I_{иш}$ дан анча катта бўлиши керак.

Одатда $k_m = \frac{I_n}{I_{иш}}$ — реленинг захира коэффиценти дейилади. Ғалтакнинг динамик тавсифи тенгламасидан реленинг ишлаш тезлигини оширишнинг икки йўли борлигини кўриш мумкин: 1) реленинг токи I_n қийматини ошириш, 2) реленинг вақт доимийси T ни ўзгартириш (камайтириш).

Реленинг номинал токи қийматини ошириш ёки унинг захира коэффиценти ошириш, амалда, $1,5 < k_m < 2$ билан чегараланади.

Автоматиканинг ривожланиши туфайли реленинг конструкцияси такомиллашган турлари яратилди. Релеларнинг сезгирлиги ва ишончлилиги ортди, габарит улчамлари ва массаси камайди. Ҳозирги вақтда якорсиз релелар кенг қўлланилмоқда. Уларнинг ишлаш тезлиги якорли (қўзғалувчи пулат узакли) релеларнинг ишлаши тезлигидан бир неча ўн марта кичикдир. Якорли реленинг ишлаши учун ўнлаб миллисекундлар талаб қилинса, якорсиз релелар миллисекунддан 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 колбача 6 ичига расмда курсатилгандек ўрнатилади. Пермаллойнинг колбадан чиқувчи томони токни яхши ўтказувчи металлга пайвандланади. Пермаллой учларининг контактларини яхшилаш ва емирилишини камайтириш учун пластинкаларнинг учлари олтин, кумуш ёки радий билан қопланган бўлади. Колба ичида вакуум ҳосил қилинган ёки инерт газлар (аргон ёки азот) билан тўлдирилган бўлади. Геркон электромагнит майдонга (ғалтак / ичига) киритилса, пермаллой 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 ураמידан ток доим ўтиб туриши керак бўлса, якорсиз релеларда бундай эмас. Уларнинг контактлари феррит ёки пермаллойдан ясалади, улангандан кейин электромагнит ғалтагида ток бўлмаса ҳам пермаллойнинг магнитланиб қолиши сабабли узилмай қолаверади. Бундай контактларни узиш учун электромагнит ғалтагига тескари қутбли ток импульсини бериш керак. Ҳозир чиқарилаётган плунжер типигаги герконлар шиша баллонининг ҳажми $2,5 \text{ мм}^3$ дан ошмайди. Релеларга қўйиладиган талаблар куплиги ва турли-туманлиги реле типларининг беҳисоб кўпайишига 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 урамларининг сони, контакт группаларининг қурилиши ва сони, ишлаш вақти параметрлари ҳамда бошқалари билан фарқ қилади.

Қуввати бўйича, электромагнит релелар юқори сезгирликка эга бўлган 10 мВт ли, сезгирлиги нормал ҳисобланган кучсиз токли 1—5 Вт ли релеларга бўлинади. Контактларнинг қуввати жиҳатидан кичик қувватли (50 Вт гача) ўзгармас ток ва 120 Вт ли ўзгарувчан ток релелари мавжуд.

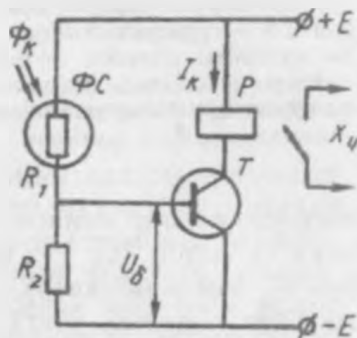
РП типигаги оралиқ релеларининг қуввати ўзгармас ток учун 150 Вт ва ўзгарувчан ток учун 500 Вт гача бўлади.

5.2-§. Фотоэлектрон реле

Фотореленинг жуда куп схемалари мавжуд. Энг оддий фотоэлектрон реле схемаси 45- расмда кўрсатилган. Бунда кировчи сигнал X_k фотоқаршилиқ ΦC га тушадиган ёруғлик оқими Φ_k бўлиб, чикувчи сигнал X_k электромагнит реле контакти P орқали олинади. Кировчи сигнал $n-p-n$ типигаги транзистор T ёрдамида кучайтирилади.

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

Фотоэлемент (ΦC) га ёруғлик тушганда унинг қаршилиги R_1 жуда камайиб, R_1 ва R_2 занжиридан ўтадиган ток катталиги ошиб кетиши туфайли база потенциали U_6 ошади. Натижада транзистор T очилади, коллектор токи ортиб, реле P ни ишга туширади ва унинг контакти ўлашиб чикувчи сигнал X_k ҳосил бўлади.

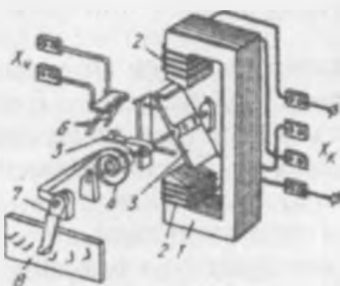


45- расм. Фотоэлектрон реле.

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 занжирида учрайдиган қисқа туташиб, электр юритмаларининг «ўта юкланиши» ва тармоқ кучланишининг 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 электро-техник қурилмаларни бошқариш системаларини уларда



46-рasm. Максимал ток релеси:
1—қузғалмас пұлат ұзак; 2—
электромагнит урамы; 3—
қузғалувчи пұлат ұзак; 4— пружина;
5 — сурилувчи контакт; 6— ток
миқдорини шкалада урнатувчи
кўрсаткич; 8—берилган ток
миқдорларининг шкаласи.

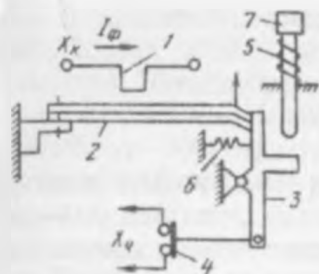
содир булиши мумкин булган қисқа туташиш ва ўта юкланиш токидан сақлаш учун амалда электромагнитли максимал ток релеси ва иссиқлик релесидан фойдаланилади. 46- расмда максимал ток релеси тузилишининг схемаси келтирилган. Унда қарама-қарши йўналган икки куч — пружина 4 билан электромагнитнинг тортиш кучи таққосланади.

Пружина кучининг миқдори 8 шкалада олдиндан берилган булади. Электромагнит урамы занжиридаги номинал ток катталиги электромагнит майдон кучини

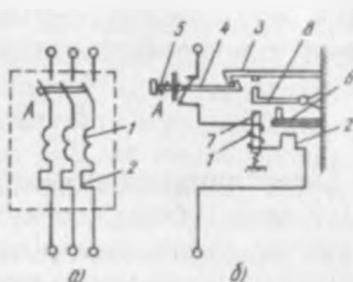
белгилайди. Агар майдон кучи F_m занжирда содир булган қисқа туташиш ёки ўта юкланиш сабабли пружинанинг кучи $F_{пр}$ дан ошиб кетса, қузғалувчи пұлат ўзак 3 ўз вали атрофида айланиб, ўзига механик боғланган қузғалувчи контакт 5 ни суриб, чиқувчи сигнал контактлари 6 ни улайди. Бу чиқувчи сигнал X_c бошқариш системасидаги элементларни ҳимоя 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 тузилиш 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 қиздиргичи 1 дан ўтган ток I_ϕ қиздиргичда иссиқлик ажралишини ошириб юборади $Q = 0,24 I_\phi^2 R_p$. Иссиқлик таъсирида биметалл пластинка юқори томонга қараб эгилади ва рычаг 3 ни бушатиб юборади. Натижада контакт жуфтлари 4 узилиб, реледан чиқувчи сигнал ҳосил булади. Бу сигнални юриткичнинг



47-рasm. Иссиқлик релеси:
1— қиздиргич; 2— биметалл
пластина; 3— рычаг системаси;
4— узиловчи контакт; 5, 6—
пружиналар; 7— реле контак-
ти 4 ни қайта уловчи кнопка.



48-рasm.
Автоматик узгич (автомат):
a— автоматни уч фазали электр зан-
жирига уланиш схемаси; б— авто-
матнинг бир фазали тузилиш
схемаси.

бошқариш занжирига таъсири натижасида юриткич иш-
лашдан тўхтайди.

Биметалл пластинка икки турли металлдан ясалган ва
бир-бирига параллел ёпиштирилган икки пластинкадан
иборат бўлиб, уларнинг иссиқликдан кенгайиш коэффи-
циентлари ҳар хил, устки металлнинг ҳузилиш (кенгай-
иш) коэффиценти пасткисиникидан бир неча марта
кичиклиги сабабли биметалл пластинка иссиқлик таъси-
рида юқорига қараб эгилади.

Автоматик узгич. Автоматик узгич — максимал ток ре-
леси ҳамда иссиқлик релеси тавсифлари асосида ишлайди-
ган аппарат бўлиб, электр юритмалар ва электр истеъмол-
чиларни электр занжиридаги қисқа туташиш ҳамда ута юк-
ланиш токи таъсиридан ҳимоя қилади. Автоматик узгичнинг
уч фазали уланиш электр схемаси 48-а расмда, бир фазаси-
нинг тузилиш схемаси 48-б расмда келтирилган.

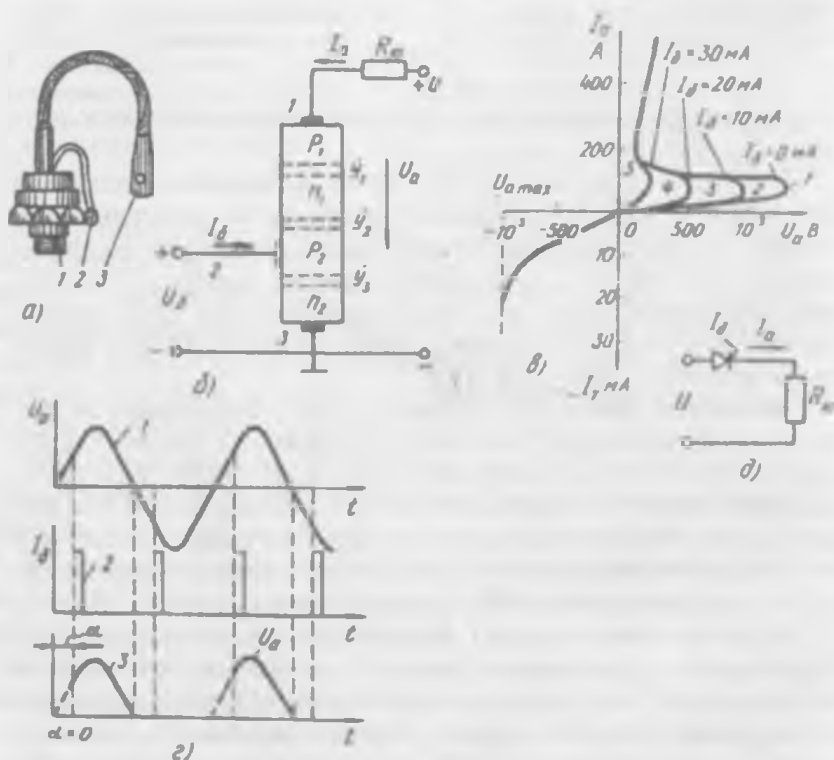
Юритма (истеъмолчи) занжирида қисқа туташиш юз
бергanda электромагнит урами 1 дан утадиган катта ток
темир ўзак 7 ни юқорига зарб билан кутаради: илмоқ 3
илмоқ 4 ни бушатиб юборади. Шунда пружина 5 узгич кон-
тактини тортиб узади. Истеъмолчи юритма тармоқдан узи-
либ ишлашдан тўхтайди.

Истеъмолчи занжирида ута юкланиш содир бўлганда
электр қиздиргич 2 да ҳосил бўлган иссиқлик энергияси
 $Q=0,24IR$ биметалл пластинка 6 ни қиздиради, пластин-
канинг учи юқорига кутарилиб, илмоқ 3 ни илмоқ 4 дан
ажратиб юборади. Натижада узгичнинг контактлари пружина

жина 5 томонидан тортилиб узилади. Истеъмолчи ёки электр юритма ишлашдан тухтайди.

5.4-§. Тиристор

Тиристорнинг ташқи кўриниши 49-а расмда курсатилган. У анод 1, бошқарувчи электрод 2, катод 3 дан иборат. Тиристор кучли электр занжиридаги токни контактсиз бошқариш (узиб-улаш) учун хизмат қиладиган коммутацион асбоб бўлиб, $p-n-p-n$ типли кремний яримўтказгичлардан тузилган. Унда учта: $\bar{y}_1$, $\bar{y}_2$ ва $\bar{y}_3$ утиш қатламлари мавжуд (49-б расм).



49-расм. Тиристор:

а—тиристорнинг ташқи кўриниши; б—тузилиши; в—вольтампер графиклари; г— фазаймпульсли бошқариш графиклари; 1—анод кучланиши; 2—бошқарувчи импульслар; 3—юк R_n даги кучланиш;
д— тиристорнинг уланish схемаси.

Тиристорнинг аноди юкланиш қаршилиги $R_{\text{ю}}$ орқали манбанинг мусбат қутбига, катода эса манфий қутбига уланади. Шунда утиш қатламлари Y_1 ва Y_2 тиристорининг анод кучланиши U нинг йўналишига мос равишда қутбланиб, $(p-n)$ уртадаги қатлам $Y_2 U$ га нисбатан қарама-қарши қутбларга $(n-p)$ эга бўлади (49-б расм). Қатлам Y_2 нинг қаршилиги жуда катта (100 кОм) бўлиши сабабли тиристордан анод токи I утмайди, тиристор ёпиқ бўлади.

Тиристорни очиш учун манба кучланишини ёки анод кучланишини орттириб, Y_2 қатлам қаршилигини енгизиш керак. Бундай кучланиш тиристорнинг очилиш кучланиши $U_{\text{оч}}$ ёки критик кучланиш деб аталади, миқдор жиҳатдан очилиш кучланиши 1000 вольтдан ҳам юқори бўлади. Тиристор очилиши билан унинг ички қаршилиги кескин камаёди. Анод кучланиши U тиристорнинг вольт-ампер графигидаги нуқта 1 дан 5 га сакраб утади (49-в расм), анод токи I кескин ортади. Бу ток катталиги энли Y_2 утиш қатламининг ички қаршилиги билан эмас, балки ташқи қаршилик $R_{\text{ю}}$ буйича аниқланади $I_{\text{а}} = \frac{U}{R_{\text{ю}}}$, чунки утиш қатлами Y_2 даги кучланиш тушуви кичик — 0,5 ... 1 В бўлади. Қаршилик $R_{\text{ю}}$ ни камайтириш (анод токи ёки занжирнинг юкланишини ошириш) йули билан анод токини 400 А дан ҳам ошириш мумкин (49-д расм). Тиристорнинг утказгичга айланишини (Y_2 қатламдаги электронлар ва тешикларнинг ҳаракат тезлиги ортиб кетишини) қатлам Y_2 нинг тешилиш ҳодисаси асосида тушунтириш мумкин.

Ташқи занжир қаршилиги $R_{\text{ю}}$ ортса, тиристорнинг анод токи камаёди. Вольт-ампер тавсиф графигининг критик нуқтаси 1 га утади. Бу ҳодиса утиш қатлами Y_2 нинг қаршилиги тикланганини кўрсатади. Энди анод токини ҳам камайтириш учун тиристорга қўйилган манба кучланишини камайтириш керак. $U=0$ бўлганда, $I=0$ бўлишини графикдан кўриш мумкин. Бундай ҳолатда утиш қатлами Y_2 нинг U га нисбатан қаршилиги яна тикланади. Тикланиш вақти 10—30 мкс дан ошмайди.

Анод кучланиши манфий — U йўналишда оширилса, бунга қатлам Y_2 қаршилик кўрсатмайди, чунки қатлам қутбланиши (p_2-n_1) ташқи анод кучланишининг йўналишига мос бўлади. Бундай ҳолатда U кучланишига утиш қатламлари Y_1 ва Y_2 қаршилик кўрсатади, уларнинг қутбланишлари (n_1-p_1) ва (n_2-p_2) анод кучланиши U га тескари йўналган бўлади. Анод кучланиши $U=1000$ вольтга етган-

да тиристор тескари томонга очилади, анод токи I кескин ортиб кетади. Тиристорда тешилиш содир булади ва у ишдан чиқади. Энди анод кучланиши $U_a = 0$ булганда тиристор утиш қатламларининг қаршилиги қайта тикланмайди.

Кучли электр занжиридаги токни тиристорнинг анод кучланишини узгартириш йули билан бошқариш катта техник қийинчиликларни келтириб чиқаради. Шу сабабли амалда электр занжиридаги токни бошқариш учун тиристорнинг U_a утиш қатламига алоҳида манба U_b дан бошқарувчи мусбат кучланиш (ток I_b) берилади. Бошқарувчи ток I_b одатда p_2-n утишга таъсир қилади (48-б расм).

Бошқарувчи ток I_b билан p_2-n утишга берилган зарядлар U_a қатламдаги атомлар диффузиясини оширади. Натижада қатлам U_2 да қўшимча зарядлар (ионлар) вужудга келади. Бу зарядли ионлар анод кучланиши U_a га мос йуналишда қутблангани сабабли (48-б расм) тиристорнинг очилиш кучланишини камайтиради.

Бошқариш токи I_b нинг узгариши — ошиши ($I_b = Q - 30$ мА) тиристорнинг очилиш кучланишини вольтампер графигидаги 1,2,3,4 нуқталарга мувофиқ камайтиради.

Тиристор фақат икки ҳолатда а — очик еки ёпиқ ҳолатларда булиши мумкин. Очик ҳолатда тиристор токни утказмайди.

Тиристор узгарувчан ток занжирига уланганда узидан фақат мусбат тулқинни тула утказади. Бунинг учун бошқарувчи мусбат ток импульсининг такрорийлиги анод кучланиши такрорийлиги билан тенг, анод ярим тулқини билан бир вақтда тиристорнинг $n-p$ утишига таъсир қилиши ва уни очиши керак булади. Агар бошқарувчи импульсининг такрорийлиги анод кучланишининг такрорийлигига тенг, лекин унинг таъсир қилиш фазаси анод мусбат ярим тулқинига нисбатан α бурчакка кечикадиган булса, тиристор узидан анод ярим тулқинини тула утказмайди, балки бир қисмини, тиристор очилгандан кейинги қисмини утказади (48-г расм, 3-график). Шунда занжирдаги кучланиш олдинги $\alpha = 0$ булгандаги тула тулқин миқдорига нисбатан кам булади. Тиристорни бундай бошқариш усули фаза — импульси бошқариш усулини курсатувчи графиклар орқали курсатилган. Ундаги бурчак α ростлаш бурчаги деб аталади. Бу бурчак қанчалик катта булса, тиристор шунчалик кичик вақт оралиғида очик булади. Шунга мувофиқ электр занжиридаги ток ҳам кичик булади.

Ҳозирги вақтда тиристорлар бошқарилувчи гуғрилагич, контактсиз коммутацион аппарат, частота узгарткич ва инверторларнинг асосий элементлари сифатида технологик машиналарнинг электр юритмаларининг (узгармас ва узгарувчан ток юриткичлари) тезлигини ростлаш учун асосий техник восита бўлиб қолмоқда.

VI боб

АВТОМАТЛАШТИРИШ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

6.1-§. Умумий маълумот

Ишлаб чиқариш жараёнида пахта ва пахта маҳсулотларига ишлов бериш жараёни утадиган технологик оқим пизмаси ва ундаги машина, аппарат, агрегат ва автоматик системаларнинг энг асосий элементи — объект ҳисобланади.

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

Мураккаб объектларнинг ростланадиган параметрлари икки ва ундан куплиги, энергиянинг тақсимланиши объектнинг ҳажми бўйича ҳар хил бўлиши ва ростланадиган параметр объектнинг геометрик улчамларига 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 меъёрли иш ҳолатига утишдан 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 узининг меъёрида ишлаш ҳолатига келтирилиши ва бунинг учун у маълум энергия ёки модда ресурслари билан тула таъминланиши керак. Масалан, қуритиш жараёни бошланишидан

олдин қуриштиш барабанини электр юритмасининг тезлиги номинал, бункердаги пахта белгиланган баландликда булиши, қуриштиш барабанига кирадиган ҳаво ҳарорати номинал даражада булиши 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 цилиндрида йиғилади. Объектнинг бундай энергия ёки модда ғамлаш хусусияти ундаги ростланувчи параметрларнинг узгариш тезлигига таъсир қилади. Ғамлама миқдори қанча катта булса, ростланувчи параметрнинг узгариш тезлиги шунча кичик булади. Бу хусусият автоматик ростлаш жараёнини ва регуляторнинг ишлашини енгиллаштиради. Буни пахта бункери мисолида куриш мумкин

Бункердаги пахта баланси тенгламаси

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

бу ерда: ΔQ —бункердаги пахта захирасининг узгариши; Q_1 — вақт бирлиги ичида бункерга тушадиган пахта миқдори; Q_2 —вақт бирлиги ичида бункердан оқим тизмасига узатиладиган пахта миқдори. Агар $\Delta Q > 0$ булса, бункердаги пахта захираси ва унинг сатҳи баландлиги орта бошлайди. $\Delta Q < 0$ булса, пахта захираси ва баландлиги камая бошлайди. $\Delta Q = 0$ булса, бункерга тушадиган пахта миқдори ундан чиқиб кетадиган пахта миқдорига тенг булади, пахта захираси ва берилган ўртача сатҳ баландлиги H_0 узгармайди.

Бу мисол асосида объектнинг (бункернинг) ўзаро функционал боғланган иккита параметри борлигини кўра-миз. Улардан бири миқдор ΔQ , иккинчиси объектнинг сифат кўрсаткичи — пахта сатҳ баландлиги ΔH булади.

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

Сизим коэффиценти. Объектнинг (бункернинг) аккумуляторлик хусусиятининг ростлаш жараёнига таъсири-

ни сиғим коэффициенти орқали ҳам кўриш мумкин. Сиғим коэффициенти объектдаги пахта (ёки энергия) миқдорининг ўзгариши ΔQ билан объектнинг технологик (ростланувчи) параметрининг ўзгариш тезлиги $\left(\frac{dH}{dt} \text{ ёки } \frac{dx}{dt}\right)$ орасида мавжуд бўладиган боғланишдан келиб чиқади. Кичик вақт ораллиғида бундай боғланиш $\frac{dH}{dt} = f(\Delta Q)$ графиги тўғри чизиқли бўлади ва қуйидагича ифодаланади:

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

бунда $C = \text{const}$ — объектнинг сиғим коэффициенти. Объектдаги пахта сатҳи баландлигининг ўзгариш тезлиги $\frac{dH}{dt}$ пахта миқдорининг ўзгариши ΔQ га тўғри ва сиғим коэффициенти C га тескари мутаносиб эканлигини кўриш мумкин. Шунга мувофиқ сиғим коэффициенти C кичик бўлса, $\frac{dH}{dt}$ катта ва, аксинча, C катта бўлса, ростланувчи параметрининг ўзгариш тезлиги кичик бўлади.

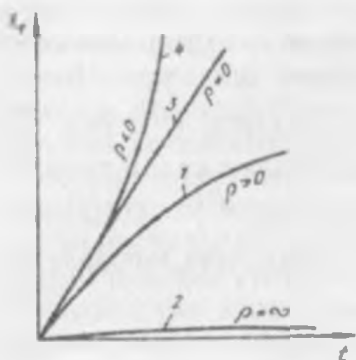
Тажрибадан маълумки, сиғим коэффициенти катта бўлган объектларда (пахта бункерларида) ростлаш жараёнини автоматлаштириш учун энг оддий икки ҳолатли регуляторлар қўлланилади.

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: $\Delta q = \frac{Q_1 - Q_0}{Q_0}$ ташқи тасодифий таъсир ёки объект юкланиши ўзгаришининг нисбий қиймати; Q_0 — объект



50-расм. Объектни ўтиш тарзи графиклари:

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

юкланишининг (сарфнинг) берилган миқдори; dy — ростланувчи параметр H нинг нисбий қийматининг ўзгариши; $y = \frac{H_1 - H_2}{H_1}$ — ростланувчи параметрнинг нисбий қиймати; H_1 — ростланувчи параметрнинг берилган қиймати.

Тенглама (21) дан куриш мумкинки, агар $\rho=0$ булса, ростланувчи параметрнинг нисбий қиймати чексиз катталикка интилади, ўзича тенглашиш мавжуд булмайди. $\rho<0$ булса, y чексиз кичикликка интилади ва бунда ҳам тенглашиш мавжуд булмайди. Фақат $\rho>0$ булгандагина ростланувчи параметр биронта янги мусбат қийматга интилади (50-расм). Шунда ўзича тенглашиш вужудга келади. Бундан ҳулоса шуки, ростланувчи параметр нисбий қийматининг ўзгариши dy қанча кичик булса, ρ шунча катта булади. Бундай шароитда ростлаш жараёнини амалга ошириш ва регулятор танлаш ишлари ҳам осонлашади. Агар $\rho=\infty$ булса, объект идеал ўзича тенглашиш хусусиятига эга булади. Ҳар қандай ташқи таъсир ростланувчи параметрни ўзгартира олмайди, унинг нисбий қиймати нолга тенг ($y=0$) булади. Шунда объектга буладиган ташқи таъсир (юкланишнинг ўзгариши) унча сезиларли булмайди. Объект регуляторсиз ҳам ўзича тенглашиш хусусиятига эга була олади. Масалан, катта илишдан олинган ёки унга қуйилган бир стакан сув ундаги сув сатҳи баландлигини сезиларли ўзгартирмайди.

Объектнинг сигнал узатиш коэффициенти k ўзича тенглашиш курсаткичи ρ нинг тескари қийматига тенг булади:

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

бунда: y —чиқувчи сигнал; Δq —объектга кирувчи сигнал (ташқи таъсир).

Объектнинг сигнал узатиш (кучайтириш) коэффициенти статик тавсиф графикларидан аниқланади. Кучайтириш коэффициенти ташқи таъсир натижасида объектнинг бир мувозанат ҳолатдан иккинчи — янги мувозанат ҳолатга ўтишида чиқувчи сигнал X_2 кирувчи сигнал X_1 га нисбатан неча марта ўзгарганини кўрсатади. Объектларнинг ўзича тенглашиш кўрсаткичига мувофиқ 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 булган объектларга айтилади. Уларда ўзича тенглашиш кўрсаткичи нолдан катта бўлади (51-расм, 1,2-графиклар). Бундай объектларга мисол сифатида ўзгармас ток юриткичи, пахта қуритиш барабани, суюқлик кириб-чиқиб кетадиган қувурли резервуарлар ва бошқаларни кўрсатиш мумкин.

Ўзгармас ток юриткичининг юкланиш моменти M_0 оширилганда айлантирувчи момент M билан юкланиш моменти M_0 орасидаги тенгсизлик $M \neq M_0$ юриткич валининг тезлиги бир қиймат n_1 дан иккинчи қиймат n_2 га ўтиши билан йўқолади ва янги тезликда янги мувозанат ҳолат $M = M_0$ юзага келади.

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

Астатик объектларда кирувчи миқдор Q_1 билан чиқувчи миқдор Q_2 нинг боғлиқлиги бир хил булмайди, натижада объектнинг энергия ёки модда сифимининг тинимсиз ошиши ёки камайиши вужудга келади ва ўзича тенглашиш юз бермайди, чунки бундай объектларда ўзича тенглашиш кўрсаткичи нолга тенг: $\rho = 0$ бўлади (51-расм, 3-график). Бунга мисол қилиб, бункердан чиқадиган пахта миқдори ўзгармас ($Q_2 = \text{const}$) булган жараёнини кўрсатиш мумкин. Бункерга тушувчи пахта миқдори ΔQ га ўзгарса, ундаги пахта сатҳи баландлиги тинимсиз ошаверади ёки камаяверади, лекин ўзича тенглашиш юз бермайди. Ўзича тенглашиш шароити вужудга келиши учун объектга кирувчи пахта миқдори Q_1 таъминловчи валиктар орқали олинаятган пахта миқдори Q_2 га тенглашиб туриши

керак. Астатик объектда ростланувчи параметрларнинг ихтиёрий қийматида кирувчи миқдорни узгартириш ростлаш йули билан мувозанат ҳолатини ($Q_1 = Q_2$) вужудга келтириш мумкин.

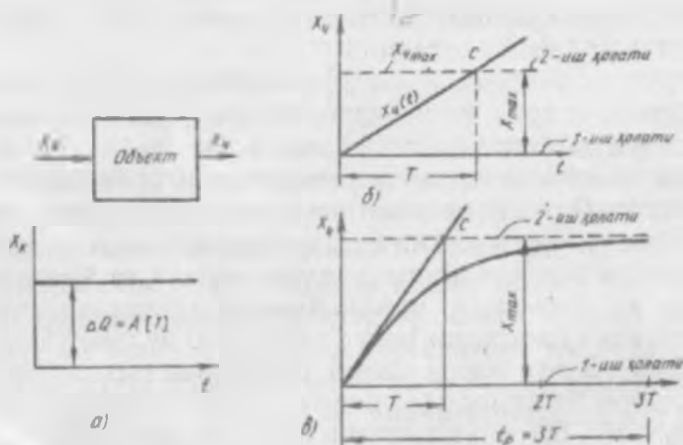
Беқарор объектнинг узича тенглашиш даражаси манфий ($\rho < 0$) булади. Бундай объектларда ростланувчи параметрнинг оғиши тенгсизликни камайтирмайди, аксинча, оширади (51-рasm, 4-график).

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

6.4-§. Объектнинг ўтиш вақти ва вақт доимийси

Объектнинг динамик иш ҳолатларидаги хусусиятлари уни бир иш ҳолатидан иккинчи иш ҳолатига ўтиш вақти t_p , вақт доимийси T ва умуман ўтиш вақтидаги кечикишлари билан тавсифланади. Бу хусусиятлар объектнинг ўтиш графиги $X_v(t)$ асосида аниқланади.

Ўтиш графиги деб объектга бирон ташқи таъсир (51-а рasm) натижасида ундаги технологик параметрнинг (тезлик, ҳарорат, босим, бункердаги пахта сатҳи баландлиги) вақт бўйича ўзгаришини, яъни бир барқарор иш



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

ҳолатидан иккинчи барқарор иш ҳолатига ўтишини кўрсатадиган график $X_q(t)$ га айтилади (51-б, в расм). Бу графиклар объектга маълум миқдордаги ташқи таъсир (51-а расм) энергия ёки модда оқими (кирувчи сигнал) мавжуд бўлган шароитда ҳисоб қилинади ёки тажриба йули билан ёзиб олинади.

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

Вақт доимийсини объектнинг ўтиш графиги $X_q(t)$ асосида аниқлаш усули 51-б, в расмда кўрсатилган.

Ўзича тенглашиши бўлмаган астатик объектларни вақт доимийси T , тўғри чизик бўйича ўзгарувчи параметр $X_q(t)$ нинг максимал қиймати $X_{q, \max}$ дан ўтказилган чизик билан кесишган нуқтаси C нинг вақт ўқидаги проекциясига тенг бўлади (51-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 $X_q(t)$ нинг максимал қиймати $X_{q, \max}$ дан ўтказилган горизонтал чизик билан кесишиш нуқтаси C топилади. Бу нуқтанинг вақт ўқида проекцияси бўйича статик объектнинг вақт доимийси T аниқланади (51-в расм).

Объектнинг ўтиш вақти. Объектга кирувчи сигнал $AQ=A[1]$ таъсири остида чиқувчи сигнал $X_q(t)$ 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 $X_q(t) = X_{\max} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}})$ бўлгани сабабли ўтиш вақти чексиз қийматга интилади. Амалда бундай объектларнинг ўтиш вақти t_p вақт доимийлиги T орқали қуйидагича аниқланади (7-жадвал).

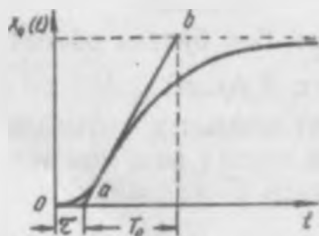
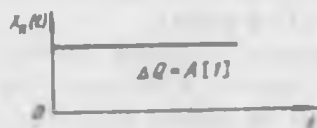
7- жадвал

t_p	$t = 0$	$\kappa = T$	$t = 4T$	$t = 5T$
$X_q(t)$	0.0	0.632	0.982	0.993

Жадвалдан куриш мумкинки, утиш вақти $5T$ қилиб олинганда ростланувчи параметрдаги хато $0,7$ фоизни ташкил қилади. Объектнинг утиш вақтини тажриба йули билан ҳам топиш мумкин. Бунинг учун у энергия тармоғига улангандан бошлаб унинг технологик параметри $X(t)$ нинг вақт буйича узгаришини улчов асбоби ёрдамида ёзиб олинади ва шу миқдорларга асосан қурилган график $X_q(t)$ дан объектнинг ўтиш вақти t_p аниқланади. Ундаги технологик параметр X_q нинг олдинги барқарор ҳолатдан кейинги барқарор ҳолатга ўтгунча кетган вақт объектнинг утиш вақти t_p бўлади. Объектнинг меъёردаги иш ҳолати утиш вақти t_p дан кейин бошланади (51-в расм).

6.5-§. Ўтиш жараёнидаги кечикишлар

Объектнинг бир иш ҳолатидан иккинчи иш ҳолатига утиш жараёнида чиқиш сигнали $X_q(t)$ кириш сигнали $X(t)$ га нисбатан вақт буйича кечикади. Кечикиш вақти бир сигимли объектларда кам, куп сигимли объектларда анча куп бўлади. Бу кечикиш одатда объектнинг утиш графиги $X_q(t)$ орқали аниқланади. Бир сигимли статик объектнинг ўтиш графигидан (51-в расм) кириш сигнали $X_q(t)$ билан объектдан чиқувчи сигнал $X_q(t)$ узгаришлари орасидаги



52-расм. Статик (ўзича тенглашишли) объектларда сигнал кечикиши вақти t ни аниқлаш.

боғланишда кечикиш йуқлигини куриш мумкин. Амалда, купинча бундай бўлмайди, ростланувчи параметр $X_q(t)$ нинг вақт буйича узгариши $X(t)$ нинг узгаришига нисбатан бир оз кечикиб пайдо бўлади. Мисол учун идишга тушган суюқлик энг аввал унинг таги юзасига кичик вақт оралиғида ёйилади, шундан сунг сатҳи баландлиги X_q пайдо бўлади. Буни икки ёки куп сигимли статик объектнинг утиш графигидан (52-расм) куриш мумкин. Унда чиқиш сигнали $X_q(t)$ кириш сигнали $X_q(t)$ нинг узгаришига нисбатан вақт оралиғи t га кечикади.

Сигнал кечикиш вақти t ни топиш учун объектнинг утиш

графигига уринма утказилади, шунда вақт уқидаги «Оа» оралиғи кечикиш вақтини курсатади. Объект хусусиятларини урганиш ва улардан мақсадга мувофиқ фойдаланиш ишлаб чиқариш жараёнларини авто ёнларини автоматлаштиришда энг асосий масала ҳисобланади. АРС тузиш, унга мувофиқ регулятор турини танлаш, созлаш, таъмирлаш ишларини осонлаштиради. АРС нинг энг қулай шароитларда ишлашини таъминлайди.

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

Қуйида автоматлаштиришнинг энг муҳим омили бўлмиш АРСнинг назарий ҳамда техник элементлари туғри-сида маълумот берилади.

**АВТОМАТИК РОСТЛАНИШНИНГ
ҚИСҚАЧА НАЗАРИЙ ВА
ТЕХНИК ЭЛЕМЕНТЛАРИ**

VII бoб

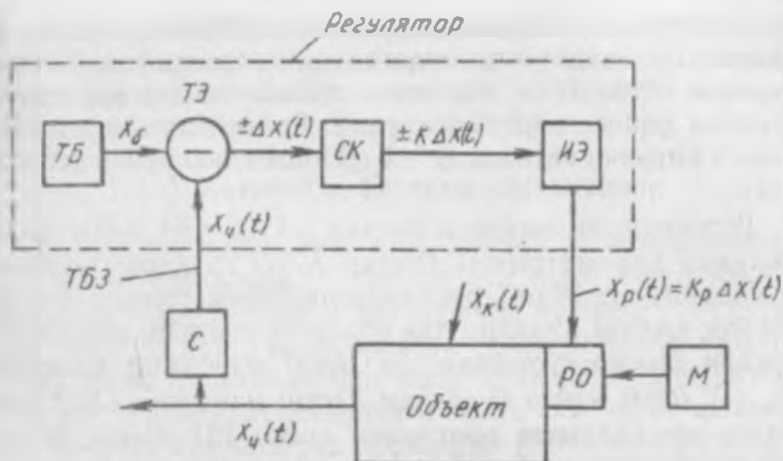
АВТОМАТИК РОСТЛАШ УСУЛЛАРИ

7.1-§. Асосий таъриф ва тушунчалар

Пахтага ишлов бериш, технологик оқим тизмасидаги машина, юритма ва агрегатларда утадиган технологик жараён бир қатор сифат кўрсаткичлари (параметрлари) билан тавсифланади. Бундай кўрсаткичлар (ҳарорат, босим, тезлик, қувват, пахта ёки чигит валикларининг зичлиги, аррали цилиндр юритмасининг юкланиш токи ва бошқалар) нинг миқдори (катталиги) технологик жараён давомида ўзгармас бўлиб қолиши ёки маълум, олдиндан берилган шарт-шароитга (қонунга) мувофиқ ўзгарадиган бўлиши талаб қилинади. Масалан, чигити уруғлик учун олинадиган пахтанинг 55°C гача қиздирилиши мумкинлиги тажрибада аниқланган. Уруғлик чигитнинг ҳарорати 55°C дан ошса, унинг униб чиқиш хусусияти пасаяди. Шунингдек, техник чигит ҳарорати 70°C дан ошса, ундан мой чиқиши камаёди. Толани қуритиш ҳарорати эса 105°C дан ошмаслиги керак, акс ҳолда унинг пишиқлиги, узунлиги ва эгилувчанлиги камаёди. Технологик жараён давомида ростланиб турилиши керак бўладиган бундай кўрсаткичлар ростланувчи параметрлар деб аталади.

Ростлаш — ростланувчи параметрларнинг олдиндан белгилаб қўйилган ростлаш шарт-шароитига мувофиқ сақланишини амалга ошириш демакдир. Шундай шарт-шароитлар технологик жараён давомида мавжуд бўлгандагина ишлаб чиқариш маҳсулотининг сифати ва маҳсулдорлиги юқори бўлади.

Ишлаб чиқариш жараёнида бундай шарт-шароитни яратувчи техник қурилма автоматик ростлаш системаси АРС деб аталади. АРС асосан икки қурилмадан: бошқарувчи (регулятор) ва бошқариловчи (объект) дан иборат (53-расм). Хом ашёга (пахтага) ишлов бериш меҳнат қуроллари томонидан бошқариловчи технологик объектда амалга



53-расм. «Оғиш» бўйича АРСнинг функционал схемаси:
 РО—объектни ростлаш органи; ИЭ—ижрочи элемент; СК—сигнал кучайтирувчи элемент; ТЭ—таққослаш элементи; ТВ—топшириқ берувчи элемент; ТВЗ—тескари боғланиш занжири; С—сезгичсигнал узгарткич, М—энергия ёки модда (материал) манбаи.

оширилади. Технологик жараён мақсадга 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 таққослаш элементи ТЭ да $\pm \Delta X(t) = X_0 - X_q(t)$ га мувофиқ ишлов беради; ростланувчи параметр $X_q(t)$ нинг берилган қиймати X_0 га нисбатан оғиши $\pm \Delta X(t)$ ни аниқлайди; объектга ана шу оғишни йуқ қилувчи ростловчи таъсир $X_p = K \Delta X(t)$ курсатиб, технологик параметр $X_q(t)$ ни берилган X_0 катталиклда ростлаб туриш вазифасини бажаради. Ростланувчи параметрнинг «оғиш»и $\pm \Delta X(t)$ ниҳоятда кучсиз миқдор 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 тасодикий таъсирлар оқибатида вужудга келади ва АРСнинг мувозанат ҳолати бузилиши-

га сабаб бўлади. Масалан, қуритиш барабанига тушадиган пахтанинг миқдори ва намлигининг тасодифан ўзгариб туриши технологик жараёнга салбий таъсир кўрсатади, барабан ҳароратини ўзгартиради. Бундай тасодифан системага кирувчи сигналлар $-X_k(t)$ ташқи таъсирлар деб аталади.

Регулятордан чиқувчи сигнал $\pm X_p(t) = \mp k_p \Delta X(t)$ ростланувчи параметрнинг оғиши $\Delta X(t)$ га қарама-қарши йўналишга эга бўлиб, ростланувчи параметрнинг оғишини йўқ қилиш йўналишида объектга ростлаш органи РО орқали таъсир кўрсатади, АРСнинг мувозанат ҳолатини $X_6 - X_q(t) = 0$ қайта тиклайди. Оғиш манфий $-\Delta X(t)$ қийматга эга бўлганда ростловчи орган РО манба M дан объектга (қуритиш барабанига) келадиган модда ёки энергия (иссиқ ҳаво) миқдорини $\Delta X(t)$ га мувофиқ камайтиради. Оғиш мусбат $+\Delta X(t)$ бўлганда эса РО тўсиқни очиб, объектга келадиган модда ёки энергия (иссиқ ҳаво) миқдорини кўпайтиради.

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

Иккинчи даражали ташқи таъсирлар сифатида ростлаш жараёнига кам таъсир қилувчи ҳаво ҳароратининг ўзгариши, энергия ёки пахта маҳсулотлари кўрсаткичларининг ўзгариши, энергия ёки модда манбаи кўрсаткичларининг кичик миқдордаги ўзгаришларини кўрсатиш мумкин. Бундай таъсирлар ҳалақит берувчи таъсирлар деб аталади, одатда улар берилган қўйимдан ΔX кичик қийматга эга бўлса, АРС уларнинг таъсирини сезмайди ва йўқота олмайди. Ростлаш жараёни АРС нинг бир барқарор ҳолатдан иккинчисига ўтгунича давом этади. Барқарор ҳолатларда $X(t) = 0$ бўлади, объектнинг ростловчи органи РО ҳаракатсиз туради.

Автоматик ростлаш системаларини тузишда қуйидаги ростлаш усулларида фойдаланилади: 1) объектнинг рост-

ланувчи параметрини унинг «юкланиши» буйича ростлаш; 2) объектнинг ростланувчи параметрининг унинг берилган миқдори X_6 га нисбатан «оғиши» $\pm \Delta X(i)$ буйича ростлаш; 3) шу икки усулни бирга қушиб ростлаш.

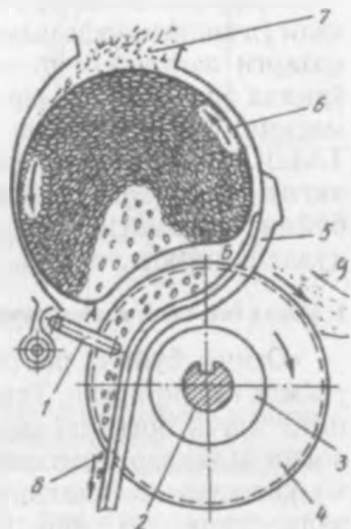
7.2-§. Автоматик ростлаш системалари

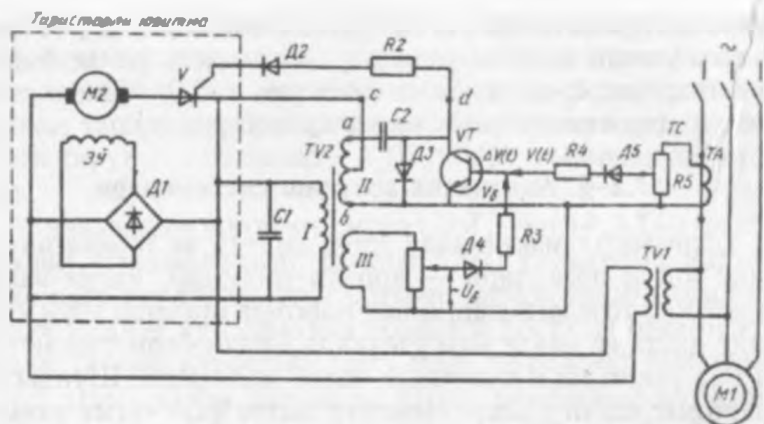
Технологик машиналар жин, линтер ва тозалагичларнинг ишчи органлари — аррали цилиндр, ишчи валик, барабанли тозалагичларни бир маромда ишлаши учун уларнинг пахта ва пахта маҳсулотлари билан берилган меъёрда бир текис таъминланиши талаб қилинади. Шундагина уларнинг ишчи камераларидаги пахта ёки чигит валигининг зичлиги бир меъёрда сақланади. 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 маҳсулдорлик камайишига сабаб бўлади. Пахта валиги зичлигининг белгиланган меъёрдан камайиши ҳам маҳсулдорликка салбий таъсир кўрсатади, технологик машиналар тўла қувват билан ишламайди.

Жин, линтер ва бошқа технологик машиналарда технологик жараёни автоматлаштиришнинг энг масъулиятли масаласи — ишчи камерага (54-расм) пахтани бир меъёрда тушириш, пахта валиги зичлигининг бутун иш вақти давомида бир хил — бир текис булишини таъминлашдан иборат. Бунинг учун олдинлари линтердаги чигит валиги зичлигини ўлчаш учун «зичлик клапани» деган меха-

54- расм

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





55-расм. Пахта ёки чигит валиги зичлигининг юкланиш «оғиши» бўйича АРСнинг электр схемаси.

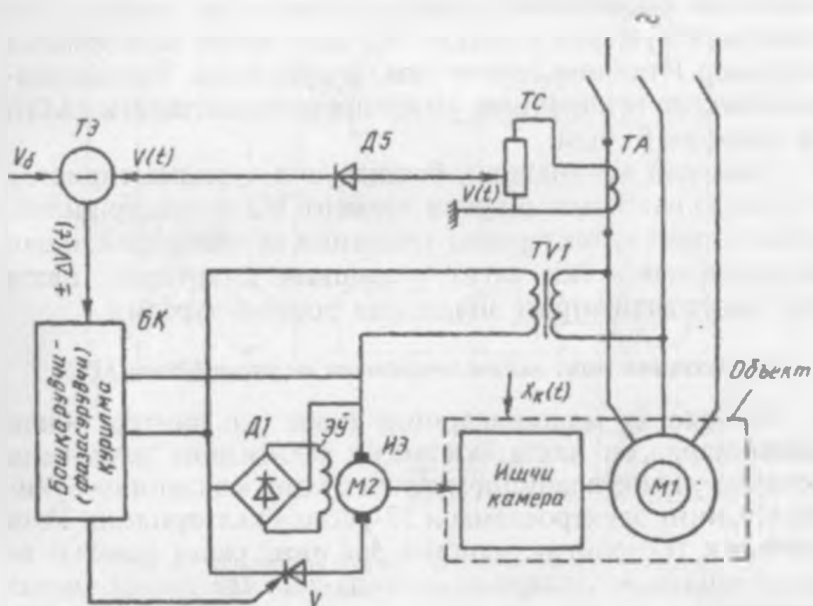
ник зичлик сезгич-улчагичдан ва импульсли вариатор деган регулятордан фойдаланилган [1]. Бундай механик зичлик ўлчагични ўлчов аниқлигининг старли эмаслиги ва ўлчов инерциясининг катталиги, ишончсизлиги сабабли ҳозирги вақтда бундай сезгичлар электрик сезгичлар ва регуляторлар билан алмаштирилмоқда. Пахта саноати марказий илмий текшириш институтида ўтказилган илмий текшириш ишлари натижасида аррали жин ва линтерда пахта ёки чигит валиги зичлигини, уларнинг ишчи органлари (аррали цилиндр) юритмасининг юкланиш токи орқали ўлчашнинг афзаллиги аниқланган. Шунинг учун ҳам ҳозирги вақтда «зичлик клапанлари», қўзғалувчи қопқоқ ўрнида аррали цилиндр ва бошқа ишчи органлари юритмасининг фаза токини ўлчайдиган ток трансформатори ТАдан (55-расм) фойдаланилади. Ток сезгичи ТА пахта ва чигит валикларининг зичлигини «оғиш» ва «юкланиш» бўйича автоматик ростлаш системаларини тузиш учун қўлланилмоқда.

1. Пахта ёки чигит валиги зичлигини юкланманинг «оғиши» бўйича АРСи

«Оғиш» бўйича ростлаш АРСнинг электр схемаси 55-расмда келтирилган. Технологик машиналар жин, линтернинг ишчи органларини пахта ёки чигит билан таъминловчи валиклар юритмаси *M2* ва уни якорь занжирига кетма-кет уланган бошқарувчи тиристор *U* ишчи орган (аррали цилиндр) юритмаси *M1* ни иккита фазасига

трансформатор TVI орқали уланган. $M2$ нинг электромагнит ўрама $\mathcal{E}U$ ҳам электр туғрилагич $D1$ орқали трансформатор $TU1$ га уланган.

Тиристорли юритма M_1 нинг айланиш тезлиги бошқарувчи тиристор V ёрдамида пахта ёки чигит валиги зичлигининг «оғишига» ёки юритма $M1$ юкланишининг «оғишига» мувофиқ бошқарилади. Бунинг учун регулятор қуйидагича ишлайди. Жин ёки линтернинг ишчи камерасидаги пахта ёки чигит валигининг зичлиги меёрдан ошса, аррали цилиндрнинг юритмаси $M1$ нинг токи (юкланиш) шунга мувофиқ ошади. Натижада ток сезгичи TC 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 утазувчанлигини (электр қаршилигини) ўзгартиради. $U_0 < U(t)$ да вужудга келган $-\Delta U(t)$



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

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

транзисторнинг қаршилигини оширади. Бу ўз навбатида трансформатор $TV2$ нинг ўрамаси II, сифими $C2$ ва транзистор VT қаршилигидан иборат фаза сурувчи элементни cd нуқталаридан чиқувчи 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 $0—U_*$, унинг тезлиги эса $0—n_*$ 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 тула бажаради. Юкланишнинг «оғиши» бўйича пахта ва чигит валигининг зичлигини ростлаш АРСнинг тузилиш (блок) схемаси 56-расмда келтирилган. Объектнинг юкланиши тўғрисидаги сигнал $U(t)$ ток трансформатори TA қурилмасидан олинади.

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

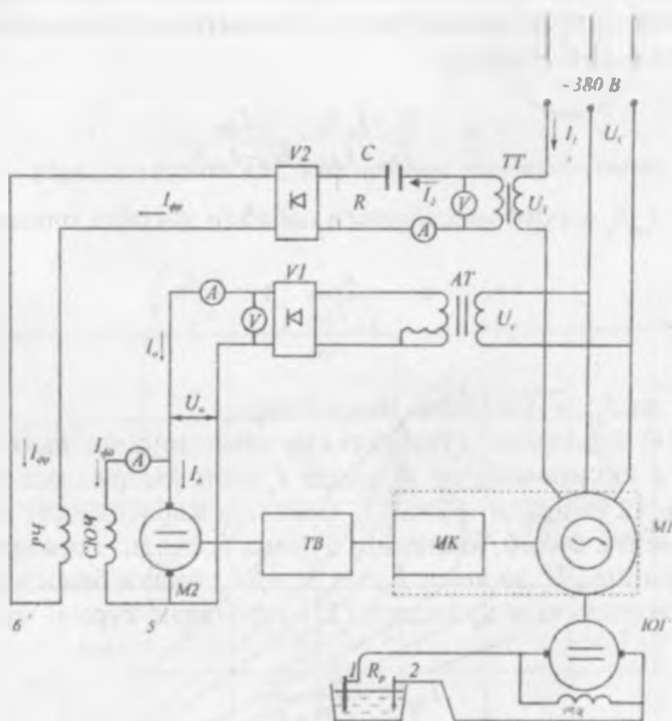
II. Пахта ёки чигит валиги зичлигининг юкланиш бўйича АРСи

Технологик машиналарнинг (жин ёки линтер) ишчи камераларидаги пахта ёки чигит валигининг зичлигини ростлаш учун қўлланиши мумкин бўлган «юкланиш» бўйича АРСнинг электросхемаси 57-расмда келтирилган. Унга мувофиқ технологик машина $M1$ нинг сальт (юксиз) ва юкли ишлаш ҳолатларини алоҳида-алоҳида таҳлил қилиш мумкин.

Сальт юриш ҳолатида унинг ишчи камерасида ($ИК$) ҳамда таъминловчи валикларида ($ТВ$) пахта ёки чигит бўлмайди. Бундай ҳолатда $ТВ$ нинг юриткичи $M2$ нинг сальт юриш тезлиги n_p вентил VI ва автотрансформатор AT орқали U_0 га мувофиқ ўрнатади ва қуйидагича ифодаланади:

(22)

Юкли ишлаш ҳолатида технологик машина M_1 нинг фаза токи I_1 ток трансформатори $ТТ$, конденсатор C , ток тўғрилагич V , орқали $ТВ$ нинг юриткичи M_2 нинг тезлигини ростлаш чулғами $РЧ$ га таъсир курсатади (57-расм).



M1 - аррали цилиндр юритмаси; *HK* - ишчи камера; *TB* - таъминловчи валик; *M2* - аралаш қўзғатишли таъминловчи валик юриткичи; *СЮЧ-М2* нинг сальт юриш чулғами; *РЧ* - чигит валиги zichлигини *M1* нинг юкланиши буйича ростлаш чулғами; *VI, V2* - ток тўғрилагичлар (вентиллар); *AT* - автотрансформатор; *C* - конденсатор; *ТТ* - ток трансформатори; *R* - *ЮГ* юкланиш генератори *РЧ* занжирининг актив қаршилиги; *МЧ* - магнитловчи (электр қўзғатувчи) чулғам;

123

Унинг тезлигини M_1 нинг юкланиш токи I_1 бўйича ростлаш вазифасини бажаради ва қуйидагича ифодаланади:

$$n = c_n \frac{U_o - I_o R_o}{I_{\phi o} + I_{\phi p}} \quad (23)$$

бу ерда: $I_o R_o$ — $M2$ нинг якорь кучланишининг тушиши,

$I_{\phi p} = \beta I_2 = \beta \frac{I_1}{K_T}$ — $M2$ нинг юкланиш токи I_1 бўйича магнитловчи (ростловчи) ток, K_T — TT нинг трансформациялаш коэффициенти.

Ҳисоблашни енгиллаштириш, ҳамда тезлик коэффициенти c_n бўлмаслиги учун, қуйидаги нисбий ифодадан фойдаланиш ўринли:

$$\frac{n}{n_o} = \frac{U_o - I_o R_o}{I_{\phi o} + I_{\phi p}} \cdot \frac{I_{\phi o}}{U_o - I_{o o} R_o}$$

Агар $I_{o o} R_o$ кичик миқдорлиги сабабли ҳисобга олинмаса

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{I_{\phi p}}{I_{\phi o}}} \cdot \left(1 - \frac{I_o R_o}{U_o} \right) \quad (24)$$

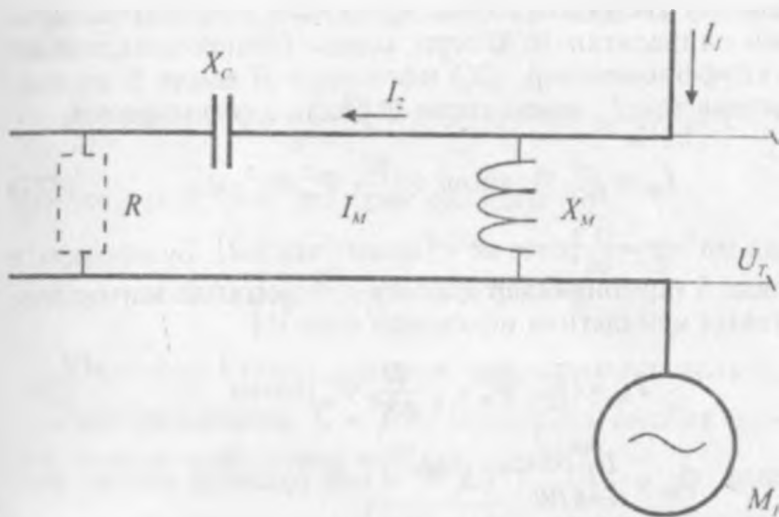
n_o, U_o ва $I_{\phi o}$ — ўзгармас миқдорлар.

(24) ифодадан кўринадики, таъминловчи валик тезлиги n иккита миқдор $I_{\phi p}$ ҳамда I_o нинг ўзгаришига боглиқ равишда ўзгаради. Бунда $I_{\phi p}$ ростлаш жараёнининг асосий аргументи бўлиб, юкланиш бўйича ростлаш занжирининг кучланиши U_T ва токи I_1 ёки $U_T = f(I_1)$ билан бевосита боглиқ эканлигини қуйидаги (25) ифодадан куриш мумкин:

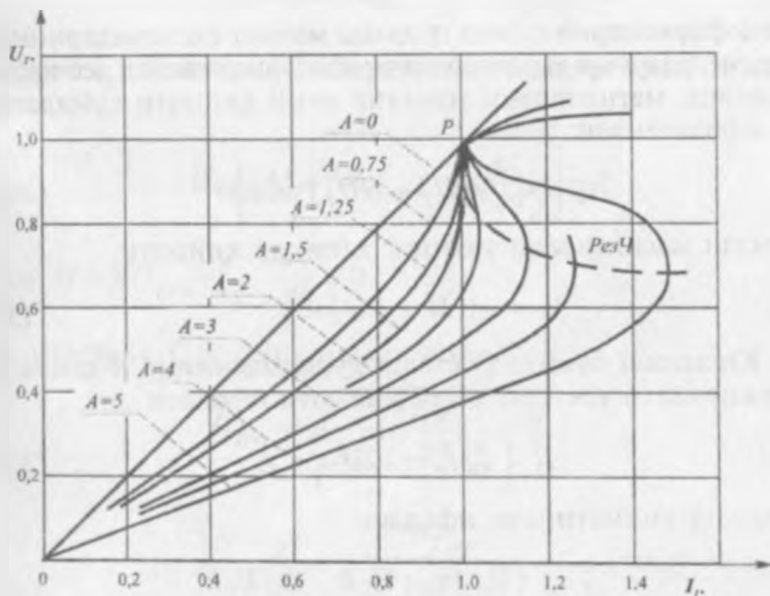
$$I_{\phi p} = \frac{\beta U_T \cdot k_T}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} \quad (25)$$

$M2$ нинг айланиш тезлигини $M1$ нинг юкланиши бўйича ростлаш занжирини (58-расм) вольтампер тавсифининг $U_T = f(I_1)$ математик ифодасини топиш учун ток трансформатори TT нинг магнитланиш эгри чизиги ифодасидан фойдаланилади:

$$H = \alpha B + \beta B^5 \quad (26)$$



58-расм. Юкланиш бўйича АРС занжирининг эквивалент схемаси.



59-расм. Юритма \$M_2\$ нинг юкланиш бўйича бошқаришнинг нисбий
вольт-ампер тавсиф графиклари $U_{T\bullet} = f(I_{T\bullet})$
РезЧ — резонанс чизиги.

Бунда α ва β берилган магнит материали учун тажриба йули билан олинадиган $H(B)$ эгри чизиги бўйича аниқланадиган коэффициентлар. (26) ифодадаги H ҳамда B ни магнитловчи ток I_m ҳамда оқим Φ билан алмаштирилса,

$$I_m = \frac{\alpha I}{WS} \Phi_m \sin \omega t + \frac{\beta I}{WS^3} \Phi_m^3 \sin^3 \omega t, \quad (27)$$

бунда $\sin^3 \omega t = \frac{1}{16} [10 \sin \omega t - 5 \sin 3\omega t + \sin 5\omega t]$. Бу ифодадаги 3 ҳамда 5 гармоникалар ҳисобга олинмаганда магнитловчи токни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$I_m = \left(\frac{\alpha I}{WS} \Phi_m + \frac{5}{8} \frac{\beta I}{WS^3} \Phi_m^3 \right) \sin \omega t, \quad (28)$$

бу ерда: $\Phi_m = \frac{U_T \cdot 10^8}{4,44 f W}$, I, S, W — мос равишда магнит занжирининг узунлиги, кўндаланг кесими, трансформаторнинг иккинчи чулғамидаги ўрамлар сони. Агар

$$M = \frac{\alpha I \cdot 10^8}{\sqrt{2} \cdot 4,44 S W}; \quad N = \frac{5}{8\sqrt{2}} \frac{\beta I}{WS^3} \left(\frac{10^8}{4,44 f W} \right)^3 \quad (29)$$

трансформаторнинг электр ҳамда магнит системаларининг параметрларини характерловчи коэффициентлар деб қабул қилинса, магнитловчи токнинг оний қиймати қуйидагича ифодаланadi:

$$i_m = \sqrt{2} (M U_T + N U_T^3) \sin \omega t \quad (30)$$

Бундан магнитловчи токнинг ҳақиқий қиймати

$$I_m = -j(M + N U_T^2) U_T. \quad (31)$$

Юкланиш бўйича ростлаш қурилмасининг R ҳамда X_c занжиридаги токнинг оний қиймати ифодаси

$$I_2 = \sqrt{2} I_2 \cos(\omega t + \varphi_2); \quad (32)$$

ҳақиқий қийматининг ифодаси

$$I_2 = \frac{U_m}{R - jX_c} = \frac{U_T R}{R^2 + X_c^2} + j \frac{U_T X_c}{R^2 + X_c^2}. \quad (33)$$

Технологик машинанинг юкланиш токи I_1 параллел занжиридаги тоklar I_m ҳамда I_2 йиғиндисига тенг бўлгани

учун унинг комплекс қийматини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I_1 = I_m + I_2 = \frac{U_T R}{R^2 + X_c^2} - jU_T \left[(M + NU_T^4) - \frac{X_c}{R^2 + X_c^2} \right] \quad (34)$$

бундан ток I , нинг ҳақиқий қиймати

$$I_1 = U_T \sqrt{\left(\frac{R^2}{(R^2 + X_c^2)^2} + \left[(M + NU_T^4) - \frac{X_c}{R^2 + X_c^2} \right]^2 \right)} \quad (35)$$

Юкланиш бўйича ростлаш занжирининг вольтампер тавсиф графиклари $I_1 = \frac{I_1}{I_{\text{рез}}}$; $U_T = \frac{U_T}{U_{\text{рез}}}$ нисбий бирликлар орқали қуйидагича ифодаланади:

$$I_1 = U_T \sqrt{A(U_T^4 - 1)^2 + 1}, \quad (36)$$

бунда:

$$A = N^2 U_{\text{рез}}^4 R^2 \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right)^2 \quad (37)$$

$U_{\text{рез}}$ ва $I_{\text{рез}}$ занжирда юз берадиган тоқлар резонанси шарти

$$U_T \left[(M + NU_{\text{рез}}^4) - \frac{X_c}{R^2 + X_c^2} \right] = 0$$

ёки $M + NU_{\text{рез}}^4 - \frac{X_c}{R^2 + X_c^2} = 0$

га мувофиқ (35) тенгламадан топилади:

$$U_{\text{рез}} = 4 \sqrt{\frac{X_c/R}{RN(1 + X_c^2/R^2)}} \frac{M}{N} \quad (38)$$

$$I_{\text{рез}} = \frac{U_{\text{рез}}}{R(1 + X_c^2/R^2)} \quad (39)$$

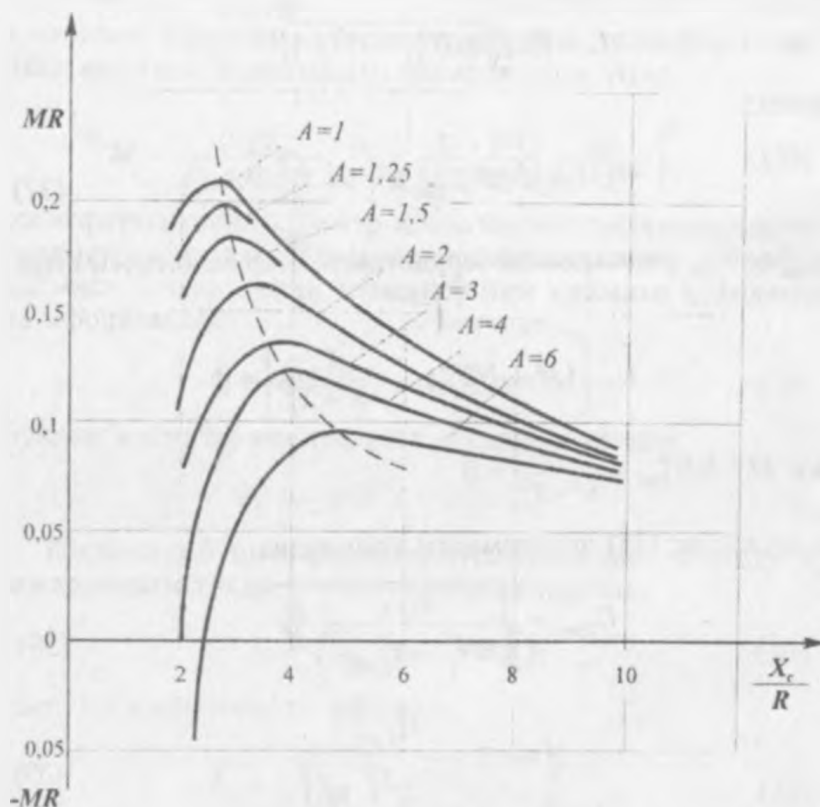
Ростлаш занжирини коэффицент $A=0+5$ бўлгандаги нисбий вольтампер тавсиф графиклари $U_n=f(I_n)$ 59-расмда

келтирилган. Унда $A = 0 + 1,5$ бўлгандаги графиклар ростлаш жараёнининг таъсири узлуксиз бўлишини таъминлайди.

Агар (37) тенгламадаги U_{TPT} урнига унинг ифодасини (38) тенгламадан олиб қўйилса, у қуйидагича ёзилади:

$$A = \left[\frac{X_c}{R} - MR \left(1 + \frac{X_c^2}{R^2} \right) \right]^2 \quad (40)$$

(40) ифодадан куринадики, коэффициент A пахта ёки чигит валиги зичлигини ростлаш қурилмасининг ҳамма элементларини трансформатор (TT), конденсатор батареяси (X) ва занжирнинг актив қаршилиги (R) параметр-



60-расм. $MR = f\left(\frac{X_c}{R}\right)$ графиклари; $A \geq 1$.

ларини ўз ичига олади. Шу туфайли юкланиш бўйича ростлаш занжирининг вольт-ампер тавсифининг қиймати A нинг ўзгариши бўйича таҳлил қилиш ва қурилма параметрларини (M , R , X_c) ҳисоблашда катта амалий аҳамиятга эга бўлади. Шу мақсадда ифода (40) га мувофиқ қурилган боғланиш $MR = f(\frac{X_c}{R})$ графикларидан (60-расм) фойдаланиш мумкин. Масалан, агар $A = 1,5$ деб қабул қилинса, техника-иқтисодий жиҳатдан энг маъқул миқдорлар $MR \approx 1,5$, $\frac{X_c}{R} \approx 2,8$ аниқланади. Агар R ни маълум миқдор дейилса, феррорезонанс занжири параметрлари (M ҳамда X_c) маълум миқдорлар бўлиб қолади.

Таъминловчи валик тезлигини технологик машина юкланиши (пахта ёки чигит валигининг зичлиги) бўйича ростлаш тавсиф графигини ҳисоблаш ва тажрибада текшириш қуйидагича амалга оширилади:

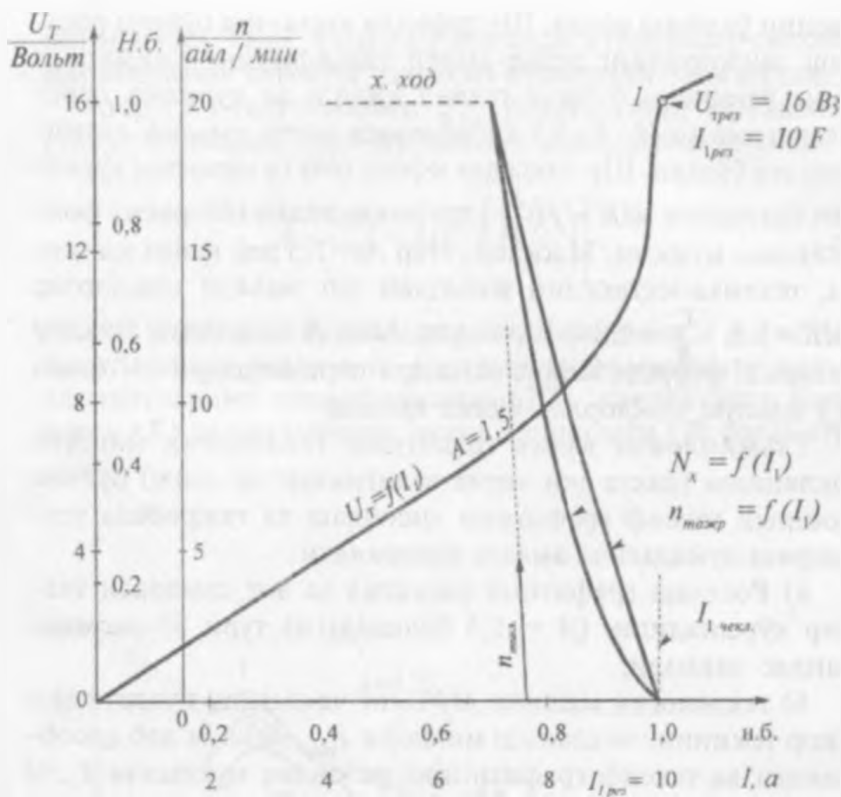
а) Ростлаш графигини узлуксиз ва энг самарали таъсир кўрсатадиган ($A = 1,5$ бўлгандаги) тури 59-расмдан танлаб олинади;

б) технологик машина $M1$ нинг чекланиш қуввати ёки якор токининг чекланиш миқдори $I_{\text{чек}}$ маълум деб ҳисобланади ва тавсиф графигининг резонанс нуқтасига $I_r = I$ ва $U_r = I$ тенглаштирилади. Шу вақтда $U_{\text{рез}} = f(I_{\text{чек}} = I_{\text{рез}})$ бўлади.

Тажриба модели схемасида (57-расм) бу миқдор $I_{\text{чек}} = I_{\text{рез}} = 10\text{A}$ деб қабул қилинган. Резонанс нуқтасининг кучланиши $U_{\text{рез}}$ ифода (39) га мувофиқ ҳисоб қилинади.

Шундай қилиб, график $U_{\text{рез}} = f(I_r)$ нинг резонанс нуқтасидаги қийматлари $U_{\text{рез}} = 16\text{ В}$ ҳамда $I_{\text{чек}} = I_{\text{рез}} = 10\text{A}$ маълум бўлганлиги туфайли графикнинг $U_{\text{рез}} = f(I_r)$ ҳамма нуқталарини абсолют миқдорларда ёзиш мумкин бўлади (61-расм).

Таъминловчи валик ёки барабан тезлигини технологик машина $M1$ юкланишини — пахта валиги ёки чигит валиги зичлиги бўйича ростлаш тавсифининг тақрибий математик ифодасини (24) ҳамда (25) ларга мувофиқ қуйидагича ёзиш мумкин:



61-расм. $U_{T1} = f(I_1)$ графиги асосида қурилган $n_A = f(I_1)$
 $n_{max} = f(I_1)$ тавсиф графиклари.

$$n = \frac{n_o \cdot I_{\phi o} \sqrt{R^2 + X_c^2}}{\sqrt{R^2 + X_c^2} I_{\phi o} + \beta U_{T1} k_T} \cdot \left(1 - \left(\frac{I_o R_d}{U_o} \right) \right)$$

ёки

$$n = \frac{cn_o}{c + \beta U_{T1} k_T} \cdot \left(1 - \frac{I_o R_d}{U_o} \right) \quad (41)$$

Бунда: $c = I_{\phi_0} R \sqrt{1 + X_c^2 / R^2}$, n_0, c, β, k_T, U — маълум ўзгармас миқдорлар I_a, R_a — таъминловчи валик юриткичининг якоридagi кучланишининг тушиши.

(41) ифодадан куринадики, таъминловчи валикнинг айланиш тезлиги асосан $U_n = f(I_1)$ графикга мувофиқ ўзгаради. Юриткичининг якори занжирида кучланишни тушиши U_0 га тенглашганда ёки $I_a R_a = U$ булганда уни автоматик равишда тўхташи, $n = 0$ бўлиши таъминланади. ишчи камерага пахта ёки чигит тушмайди. Бундай шароитда, аррали цилиндр ишлаб туриши натижасида унинг юкланиши камаяди. Бу таъминловчи валикнинг ишчи камерага пахта ёки чигит узатишининг яна ўз-уздан бошланиб кетишини таъминлайди. Таъминловчи валик тезлиги ($n_{\text{тикл}}$) яна тикланади. (61-расм).

$U_n = f(I_1)$ графиги асосида ҳисоб ва тажриба йўли билан қурилган $n = f(I)$ графиклари 61-расмда келтирилган.

Тавсиф графиги $n = f(I)$ ни тажриба йўли билан олиш учун юриткич MI валикка механик боғланган юкланиш генератори ЮГ дан фойдаланилган (57-расм). Генераторнинг якор занжири идишдаги тузли сувга ботирилган электродлар (1, 2) билан боғланган. Технологик машина MI ни юкланишини ўзгартириш электродлар орасидаги қаршилиқ R_p ни ўзгартириш йўли билан амалга оширилади.

7.3-§. Қайтма (тескари) боғланиш тушунчаси

«Оғиш» буйича ростлаш автоматик системасининг функционал схемасига мувофиқ (53-расм) объектдан чиқувчи сигнал $X_c(t)$ ўлчов элементи C дан таққослаш элементи ТЭ га ўтади ва унда ростланувчи параметрнинг берилган қиймати X_0 га нисбатан оғиши $\pm \Delta X(t) = X_0 - X_c(t)$ аниқланади. Бу сигнал кучайтирувчи СК ва ижрочи элемент ИЭ дан утиб регулятордан чиқадиган ростловчи сигнал $X_p(t)$ га айланади ва ростловчи орган РО орқали объектда пайдо булган «оғиш»ни йўқ қилиш йўналишида ростловчи таъсир кўрсатади. Бундай боғланиш занжири бош тескари (қайтма) боғланиш занжири деб аталади. Бош тескари

боғланиш занжири системасининг ёки объектнинг ишлаш жараёнида пайдо бўладиган ростланувчи $X_q(t)$ параметрнинг берилган қиймати X_0 га нисбатан «оғиш»ни йўқ қилиш йўналишида объектга тескари таъсир курсатади. Ростланувчи параметр $X_q(t)$ нинг қиймати унинг берилган қиймати (катталиги) X_0 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 $+X(t)$ бўлса, система мусбат тескари боғланишли бўлади. Мусбат ишорали тескари боғланишли системаларда ростланувчи параметрларнинг ўзгариши қуйидагича ифодаланади:

$$\Delta X_q(t) = X_0 + X_q(t)$$

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

VIII бўб

АРС ВА УНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

8.1-§. АРСни тадқиқ қилиш масалалари

Автоматик ростлаш системаларига қуйиладиган талабларнинг энг асосийси уларнинг юқори сифат курсаткичлари билан ишончли ишлашини таъминлашдир. Шу туфайли технологик жараённи автоматлаштириш учун танланадиган автоматик система ва унинг элементлари автоматик ростлашга доир мезон бўйича таҳлил қилинади. Системанинг барқарор (статик) тарзда ишлагандаги тавсиф графиклари ва хусусиятлари, системага турли хил ташқи 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 ариф-

метик ҳамда дифференциал тенгламаларини тузиш ва унинг ечимини топиш йўли билан ёки экспериментал текширишлар асосида бажарилади.

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

Умуман айтганда, АРСни таҳлил қилиш унинг элементлари дифференциал тенгламалари ва уларнинг ўзаро боғланишлари асосида тузилган АРСнинг дифференциал тенгласи ечимига мувофиқ 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 қидирилади.

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 купинча элемент ёки системанинг тузилиш схемаси мантиқий 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 мувофиқ 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.

Мантиқий 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 куринишида ифодалаш узининг статик ва динамик ҳолатларидаги боғланишларининг умумийлиги билан бошқа усуллардан фарқланади.

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 куриш мумкин.

1. Технологик машина — автоматика объекти. Технологик машина айланувчи уқ ва унга келтирилган инерция моменти J га эга булган қурилма булиб, унинг уқига актив момент M_a ва қаршилиқ (юкланиш) моментлари M_{κ} қўйилган бўлади. Бошқарувчи таъсир X_p технологик машинанинг ростлаш органига таъсир қилиб, унинг сурилгичини суради ва технологик машинага келадиган энергия ёки модда (пахта маҳсулотлари) миқдорини ва шунингдек, машина уқидаги актив моментни ўзгартиради. Натижада объектнинг бошқарувчи параметри булган уқнинг айланиш частотаси ω ни ўзгартиради, ростлайди. Бундай машинадаги таъсирлар схемаси 62- расмда курсатилган.

Ньютоннинг иккинчи қонунига мувофиқ машинанинг бурчак тезлиги ўзгариши қуйидаги дифференциал тенглама билан ифодаланади:

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

Машина ўқидаги актив момент M_a икки параметрга — ростловчи параметр X_p ва бурчак тезлиги ω нинг ўзгаришига боғлиқ равишда ўзгаради: $M_a = M_a(X_p, \omega)$. Машина ўқидаги қаршилиқ ёки юкланиш моменти M_{κ} фақат бурчак тезлигига боғлиқ равишда ўзгаради: $M_{\kappa} = M_{\kappa}(\omega)$.

Бу моментлар эгри чизиқли график буйича ўзгариши сабабли технологик машинанинг тавсиф графиги ҳам эгри

чизиқли бўлади ва қуйидаги дифференциал тенглама билан ифодаланади:

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

ёки

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

бунда X_p — элементга (объектга) кировчи (ростловчи) сигнал; ω — чиқувчи сигнал (машина ўқининг айланиш тезлиги).

2. Иссиқлик камераси — автоматика объекти. Электр энергияси билан қиздириладиган иссиқлик камерасининг тузилиш схемаси 63-расмда курсатилган.

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

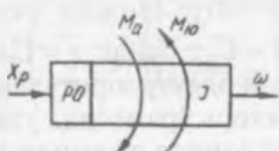
Иссиқлик энергиясининг сақланиш қонунига мувофиқ иссиқлик камерасининг математик ифодаси қуйидагича ёзилади:

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

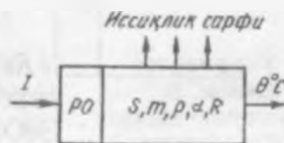
бунда m — камеранинг массаси; ρ — камеранинг солиштирма иссиқлик сифими; θ_0 — ташқи муҳит ҳарорати; R — электр қиздиргичнинг қаршилиги, α — солиштирма иссиқлик бериш коэффиценти; S — камеранинг иссиқлик тарқатувчи ташқи сиртининг юзи.

Регельтрансформаторнинг сурилувчи контактли ричаги ростловчи орган РО булиб хизмат қилади.

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



62-расм.



63-расм.

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

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

3. Терможуфт автоматика элементи — сезгич-сигнал ўзгарткич.

Терможуфт иссиқлик камерасидаги ҳароратни улчайди ва уни узатиш учун қулай бўлган электр сигнал — термоэлектр юритувчи кучга айлантиради. Терможуфт учун кирувчи сигнал ҳарорат θ , чикувчи сигнал термо ЭЮК — e_T бўлади. Терможуфт дифференциал тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$T \frac{de_T(t)}{dt} + e_T(t) = k\theta(t),$$

бунда T — терможуфтнинг инерцион вақт доимийси.

4. Ўзгармас ток юриткичи — автоматиканинг ижрочи элементи.

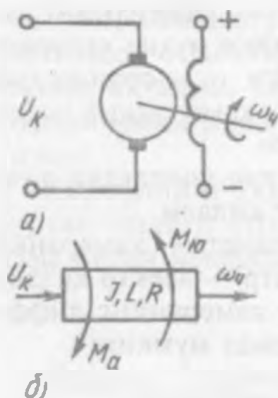
Юриткичнинг электр схемаси 64-а расмда кўрсатилган. Электр юриткич механик инерция моменти J электр занжиридаги индуктивлик L ва актив қаршилик R дан иборат энергия туплаш ва уни сарфлаш хусусиятига эга бўлган мураккаб элементдир (64-б расм). Элементга кирувчи (бошқарувчи) таъсир X_p , юриткич якориға қўйиладиган кучланиш U_k , бошқарилувчи параметр юриткич ўқининг бурчак тезлиги ω ёки бурилиш бурчаги γ бўлади.

Юриткич иккита дифференциал тенглама билан ифодаланади:

1) механик занжир учун

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_o - M_a;$$

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 тезлигига мувофиқ ҳосил бўлади.



64-расм. Ўзгармас ток юриткичи:

а — юриткичнинг электр схемаси, б — юриткичдаги мавжуд таъсирлар схемаси.

Юриткич якорида ҳосил буладиган механик (актив) момент якорь токига пропорционал булади: $M_a = C_m I$. Шуларни ҳисобга олганда юриткич ҳаракатини ифодалайдиган дифференциал тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

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

(27) тенгламани ω га нисбатан ўзгартирамиз:

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

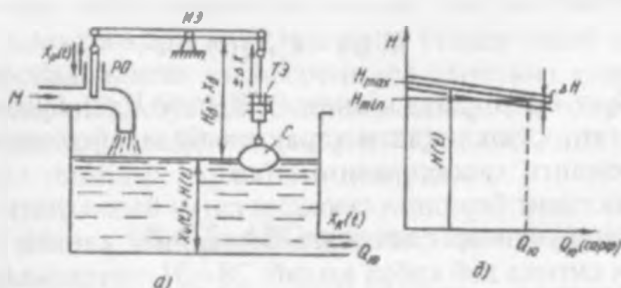
Агар юриткич ўқида юкланиш моменти йўқ, десак, $M_{\omega} = \frac{dM_{\omega}}{dt} \approx 0$, юриткичнинг вақт доимийси $T_s = \frac{L}{R}$; $T_m = j \frac{R}{C_i C_m}$ ва юриткичнинг кучайтириш коэффициенти $K_s = \frac{1}{C_i}$ дейилса, юриткич тенгламаси қуйидагича ёзилади:

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

Бу иккинчи даражали тенглама умуман эгри чизиқли дифференциал тенгламадир. Амалда купинча $T_m \gg T_s$ бўлишини ҳисобга олинса, юриткични 1-даражали тенглама билан ифодалаш мумкин:

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

бунда U_k — кировчи сигнал; ω — чиқувчи сигнал.



65-расм. Статик АРС:

а — тузилиш схемаси; б — статик тавсиф графиклари.

Агар юриткич ижрочи элемент вазифасини бажарса, ундан чиқувчи таъсир φ бурчакка бурилади. Шунда юриткичнинг тенгламаси қуйидагича ёзилади:

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

бунда: U_k — кировчи сигнал; φ — чиқувчи сигнал.

8.3-§. АРСни 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 — суюқлик 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 узгариши; $X(t)$ — РО тусигининг сурилиши;

2) ижрочи элемент ИЭ — ричаг тизими:

$$X_p(t) = k_{из} \Delta X(t), \quad (29)$$

3) таққослаш 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, $X'_q(t) = X_q(t)$ булади. Қалқигичнинг суюқликдаги ҳаракати билан боғлиқ булган инерционлиги ҳисобга олинмайди.

Объектнинг берилган суюқлик сатҳи баландлиги H_6 ёки X_6 ни узгарувчи ва системага бошқариш канали бўйича кировчи сигнал деб қабул қилиб, 28—31-тенгламалар сис-

¹⁾ АРС ва ундаги элементларнинг параметрлари умумий ишора билан ёзилган.

темасини кирувчи H_6 ёки $X_6(t)$ ва чикувчи $X_q(t)$ параметрларга мувофиқ ўзгартирилса, АРС дифференциал тенгламаси қуйидагича ифодаланади:

$$T_0 \frac{dX_q(t)}{dt} + (1 + k_p k_{нз}) X_q(t) = k_p k_{нз} X_6(t).$$

АРС нинг юқоридаги ижрочи қурилмаси электр юриткич билан алмаштирилса АРС астатик системага айланади. Шунда ИЭ1-даражали дифференциал тенглама билан ифодаланади. Бундай астатик системани қуйидаги тенгламалар системаси орқали ифодалаш мумкин:

$$\text{объект тенгламаси: } T_0 \frac{dX_p(t)}{dt} + X_p(t) = k_p X_r(t),$$

ижрочи элемент тенгламаси:

$$T_{нз} \frac{dX_p(t)}{dt} + X_p(t) = k_{нз} \Delta X(t),$$

таққослаш элементи тенгламаси: $\Delta X(t) = X_6 - X_q(t)$.

АРСнинг дифференциал тенгламаси 2-тартибли бўла-

ди:

$$T_0 T_{нз} \frac{d^2 X_q(t)}{dt^2} + (T_0 + T_{нз}) \frac{dX_q(t)}{dt} + (1 + k_p k_{нз}) X_q(t) = (k_{нз} k_p) X_0(t).$$

Объект 2-тартибли дифференциал тенглама билан ифодаланса, унда АРС 3-тартибли тенглама билан ифодаланади. 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 ушанча 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) миқдори ундан чиқадиган миқдор қийматига тенг бўлади: $X_q = X_k$.

2) ростланувчи параметр $X_q(t)$ ўзгармас бўлиб қолади:

$$X_q(t) = \text{const.}$$

3) ростловчи энергия ёки модда миқдорининг объектга келиши ёки сарфини ўзгартириб турадиган АРСнинг ростлаш органи (вентиль, клапан, тўсиқ ва бошқалар) ҳаракатсиз туради.

Объектга кирувчи таъсирнинг қиймати X_k ундан чиқувчи таъсир X_q қийматига тенг бўлиб турадиган шароитдаги объектнинг иш ҳолати статик мувозанат ҳолат деб аталади.

Объектнинг статик ҳолатда ишлашини ифодаладиган оддий мисол сифатида электр энергияси билан қизитиладиган иссиқлик объектини курсатиш мумкин. Объектга кирадиган электр қуввати PR унинг ички ҳароратини ошира бошлайди, лекин объект ҳарорати маълум вақт утиши билан ўзгармас бўлиб қолади. Бундай шароитда объект статик иш ҳолатига утган бўлади, объектга кираётган энергия бутунлай объект сиртидан теварак-атрофга тарқалувчи иссиқлик энергиясига айланади. Объектнинг ички иссиқлиги ўзгармас бўлиб қолади. Объектга кирувчи миқдор PR унинг сирт юзасидан теварак-атрофга тарқалувчи — чиқувчи миқдор $\alpha S(\theta - \theta_0)$ га тенг бўлади:

$$\alpha S(\theta - \theta_0) = I^2 R,$$

бунда θ_0 — объектнинг бошланғич ҳарорати; θ — объект ҳароратининг сўнгги ўзгармас қиймати; α — объектнинг сиртқи юзасининг солиштирма иссиқлик тарқатиш коэффициенти; 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 чизиқ 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 киради. 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, куп меҳнат ва вақт талаб қилишидир. Аммо ҳозирги вақтда электрон-ҳисоблаш машиналарининг бундай математик моделларнинг ечимларини топиш учун қўлланиши туфайли аналитик усулни қўллаш, АРСнинг тавсифларини ҳисоблаш ва қуриш ишларида меҳнат унумдорлигини ниҳоятда оширади.

2. *Тажриба ҳамда аналитик усул.* Бунда математик моделнинг параметрлари номаълум бўлади. Бу параметрлар реал объектнинг ўзида ёки унинг физик модели — макетида ўтказилган тажрибалардан олинган маълумотларга регрессион усул ёрдамида ишлов бериш йўли билан аниқланади. Объектнинг турли иш ҳолатларидаги хусусияти тажриба йўли билан топилган параметрларни математик моделга қўйиш асосида таҳлил қилинади.

Бу усулнинг афзаллиги олинган натижаларнинг юқори аниқликларга эга бўлишидадир. Камчилиги эса тажрибадан олинган маълумотлар асосида тузилган математик модель фақат текширилаяётган объектнинг узини таҳлил қилиш учун яроқли бўлади. Бундай математик моделда бошқа ўхшаш объектларни таҳлил қилиш ва туғрироқ 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 $X_k(t)$ унинг берилган қиймати X_0 га тенг булмайди; 2) объектга кираётган энергия ёки модда миқдори Q ундан чиқаётган миқдор Q_1 га тенг булмайди; 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 буладиган 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 қуринишда таъсир курсатади. Шунинг учун системанинг динамик иш ҳолатларини таҳлил қилишни енгиллаштириш мақсадида бир нечта танланган кирувчи сигнал турларидан фойдаланилади (66-расм).

Кирувчи сигнал сакрашсимон булганда:

$$t < 0 \text{ булса, } X_k(t) = 0,$$

$$t > 0 \text{ булса, } X_k(t) = 1$$

ёки

$$X_k(t) = A(t) = A(1)$$

булади (66-а расм).

Кирувчи сигнал импульссимон булганда,

$$t < 0 \text{ булса, } X_k(t) = 0,$$

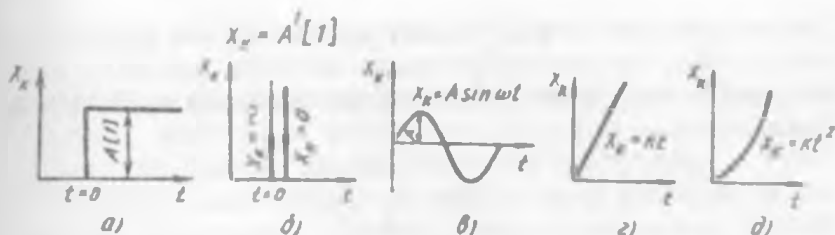
$$t = 0 \text{ булса, } X_k(t) = 1$$

булади. Бу сигнал сакрашсимон сигнал $X_k(t)$ нинг ҳосиласи сифатида вужудга келади:

$$\frac{dX_k}{dt} = A(t) = 0,$$

$$X_k = A[1] = \text{const.}$$

Буни дельта-функция $\delta(t)$ деб ҳам юритилади (66-б расм).



66-расм. Системага таъсир қилувчи (кирувчи) сигнал турлари:
 а — сакрашсимон сигнал; б — импульсли сигнал; в — гармоник сигнал;
 г — тўғри чизиқли сигнал; д — квадратик тавсифли сигнал.

Кирувчи сигнал гармоник функция булганда (66-в расм)

$$X_k = A \sin \omega t \text{ ёки } X_k = A \cos \omega t$$

булади, бунда A — таъсир амплитудаси; $\omega = \frac{2\pi}{T}$ даврли так-
 рорийлик; T — тебраниш даври.

АРС ва ундаги элементларнинг хусусиятларини аниқ-
 лаш ва таҳлил қилишда купинча сакрашсимон, импульс-
 симон, гармоник курунишдаги кирувчи функцияларнинг
 таъсирдан фойдаланилади.

Динамик хусусиятлари таҳлил қилинадиган автомати-
 ка элементининг математик модели қуйидаги тенглама
 билан ифодаланган ва унга таъсир қиладиган кирувчи
 сигнал $X_k(t)$ амплитудаси $A[1]$ га тенг сакрашсимон функ-
 ция 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 мувофиқ тенгламанинг умумий ечими
 мажбурий $X_q^*(t)$ ва ихтиёрий X_q^{**} узгарадиган қисмлар-
 дан иборат булади:

$$X_q(t) = X_q^*(t) + X_q^{**}(t),$$

бунда $X_q^*(t) = kX_k(t)$ — элементнинг барқарор ҳолатда иш-
 лабини ифодалайди; $X_q^{**}(t) = Ce^{-\frac{t}{T}}$ элементнинг ихтиёрий
 утиш тарзини ифодалайди.

Ихтиёрий утиш тарзи ечими $X_q^{**}(t)$ ни топиш учун тенг-
 ламанинг унғ томони нолга тенглаштирилади:

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + dX_q(t) = 0$$

ва ундаги ихтиёрий ўзгарувчи параметрлар қуйидагича ёзилади:

$$\frac{X_q^{mx}(t)}{dX_q^{mx}(t)} + \frac{T}{dt} = 0.$$

Бу ифодани интеграллаш натижаси:

$\ln X_q^{mx}(t) + \frac{t}{T} + C = 0$. Шунда ихтиёрий ўзгарувчи ечимнинг ифодаси $X_q^{mx}(t) = Ce^{-\frac{t}{T}}$ булади, бунда C — интеграллаш доимийси.

Умумий ечимга мувофиқ

$$X_q(t) = kX_k(t) + Ce^{-\frac{t}{T}} \quad (32)$$

Бундаги интеграллаш доимийси C , $t = 0$ булгандаги бошланғич шароитларга мувофиқ топилади, яъни $t = 0$ булганда $X_q(t) = 0$ булади. (32) тенгламага мувофиқ:

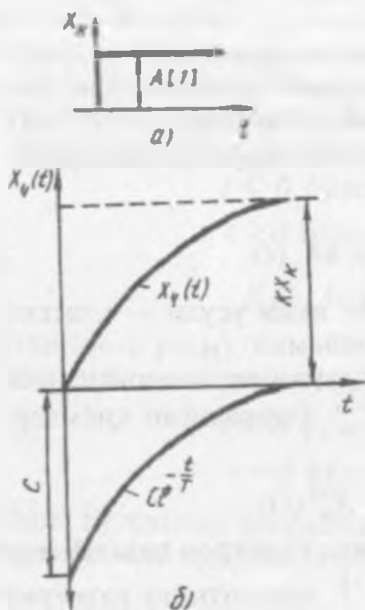
$$0 = kX_k(t) + C;$$

$$C = -kX_k(t).$$

Энди интеграллаш доимийси C нинг топилган ушбу қиймати (32) тенгламага қўйиб, АРС элементининг ўтиш тарзи функцияси топилади:

$$X_q(t) = kX_k(1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

бунда k — элементнинг сигнал ўзатиш коэффиценти; T — элементнинг вақт доимийси. Бу ечимга мувофиқ элементнинг ўтиш ҳолатининг тавсифи графигини (67- расм) қуриш ва унинг хусусиятларини таҳлил қилиш мумкин.



67-расм. АРС элементининг динамик тавсифлари.

Амалда АРС ёки унинг элементидаги утиш тарзини таҳлил қилишда, кўпинча, вазн функциясидан фойдаланилади. Чунки технологик жараён давомида, системага, кўпинча, импульсли сигналлар (дельта функция) таъсир қилади (66-б расм). Бундай шароитда системадан чиқувчи сигналнинг вақт бўйича ўзгариши вазн функцияси деб аталади. Системага кирувчи импульсли сигнал (дельта функция) амплитудаси бирга тенг сакрашсимон функциянинг ҳосиласига тенг бўлгани учун вазн функцияси ҳам уткинчи функциянинг вақт бўйича ҳосиласи 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 $X_q(P)$ нинг кирувчи сигнал тасвири $X_k(P)$ га нисбатини айтилади:

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)}, \quad (33)$$

бунда

$$X_q(P) = L[X_q(t)]; \quad X_k(P) = L[X_k(t)].$$

Узатиш функцияси АРС ёки унинг элементи тенгламасининг ўнг ва чап томонларига тегишли Лаплас алмаштиришининг тасвири асосида топилади. Бунда утиш параметрининг чиқувчи сигнали бошланғич қиймати нолга тенг деб фараз қилинади, яъни:

$$t=0, \quad X_q(0) = 0.$$

Масалан, АРС ёки унинг элементининг тенгламаси

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = kX_k(t)$$

учун Лаплас алмаштириши қуйидагича ёзилади:

$$\int_0^{\infty} \left[T \frac{dX_q}{dt} + X_q(t) \right] e^{-pt} dt = \int_0^{\infty} kX_k(t) e^{-pt} dt,$$

бундан Лаплас алмаштириши хоссаларидан фойдаланиб, қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:

$TPX_q(P) + X_q(P) = kX_k(P)$ ёки $(TP+I)X_q(P) = kX_k(P)$,
шунда элементнинг узатиш функцияси

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k}{TP+1} \quad (34)$$

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:

$$\begin{aligned} a_0 \frac{d^n X_q(t)}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} X_q(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dX_q(t)}{dt} + a_n X_q(t) = \\ = b_0 \frac{d^m X_k(t)}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} X_k(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_m X_k(t). \end{aligned}$$

Дифференциаллаш ишораси $\frac{d}{dt}$ ни тўғридан-тўғри оператор P билан алмаштирамиз. Шунда

$$\begin{aligned} (a_0 P^n + a_1 P^{n-1} + \dots + a_{n-1} P + a_n) X_q(P) = \\ = (b_0 P^m + b_1 P^{m-1} + \dots + b_m) X_k(P). \end{aligned}$$

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 чизиқли 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 булиб 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 чизиқли бўлган автоматик системага ёки унинг биронта элементидаги кирувчи сигнал гармоник бўлса:

$$X_k = a \sin \omega t,$$

элементдан чиқувчи сигнал ҳам гармоник бўлади.

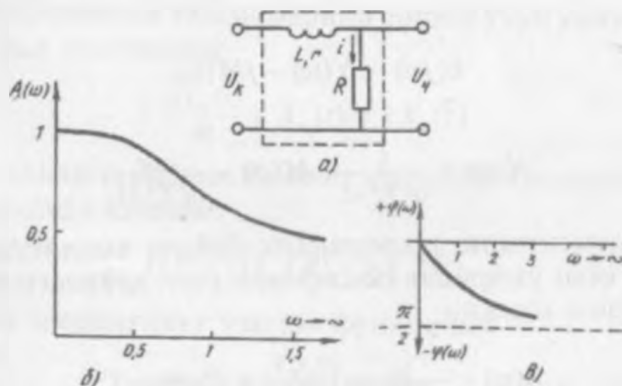
Чиқувчи сигналнинг такрорийлиги (частотаси) кирувчи сигнал такрорийлигига тенг бўлади. Чиқувчи сигналнинг амплитудаси $A(\omega)$ ва фаза силжиши $\varphi(\omega)$ ҳам кирувчи сигнал такрорийлигига (частотасига) боғлиқ равишда ўзгаради. Бунга энг оддий мисол — индуктив ва актив қаршиликлардан тузилган автоматика элементини кўриш мумкин (68-а расм).

Ўзгарувчан ток манбаига уланган ушбу элементга кирувчи сигнал $U_k = U_m \sin \omega t$ бўлса, элементдан чиқувчи сигнал $U_q(\omega t) = R_i(\omega t) = I_m R \sin(\omega t - \varphi)$ бўлади.

Занжирдаги комплекс ток ифодаси

$$I = \frac{U_k}{r + R + j\omega L} = \frac{U_k}{Z}$$

га мувофиқ чиқувчи сигнал комплекс кучланишининг такрорийлик (частота) бўйича ўзгаришини қуйидагича ёзиш мумкин:



68-расм. RL элементи:

- a — элементнинг электр схемаси; b — чиқувчи сигнал амплитудасининг кирувчи сигналнинг такрорийлиги бўйича ўзгариши графиги;
 c — чиқувчи сигнал фазасини кирувчи сигналнинг такрорийлиги бўйича ўзгариши графиги.

$$U_q(\omega) = I_q(\omega)R = \frac{U_k(\omega)R}{r+R+j\omega L} = \frac{kU_k(\omega)}{j\omega T+1}, \quad (36)$$

бунда $z = r + R + j\omega L$ — занжирнинг комплекс қаршилиги, $k = \frac{R}{r+R}$ — элементнинг узатиш коэффиценти, $T = \frac{L}{r+R}$ — элементнинг вақт доимийси.

Чиқувчи сигнал ифодаси (36) дан элементнинг комплекс узатиш функцияси топилади:

$$k(j\omega) = \frac{U_q(\omega)}{U_k(\omega)} = \frac{k}{j\omega T+1}. \quad (37)$$

Чиқувчи 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 ҳақиқий $N(\omega)$ ва мавҳум $M(\omega)$ қисмларидан фойдаланилади, яъни

$$A(\omega) = \sqrt{N^2(\omega) + M^2(\omega)}; \quad \varphi(\omega) = \arctg \frac{M(\omega)}{N(\omega)}.$$

Бунинг учун комплекс узатиш функцияси (37) ни актив ва мавҳум қисмлари орқали ёзамиз:

$$k(j\omega) = \frac{k}{j\omega T+1} = \frac{k\omega T-1}{j\omega T-1} = \frac{k}{\omega^2 T^2+1} - j \frac{k\omega T}{\omega^2 T^2+1}$$

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:

$$A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{\omega^2 T^2+1}}; \quad \varphi(\omega) = -\arctg \omega T.$$

Бу ифодалар асосида қурилган такрорийлик тавсифлари 68-б, в расмда кўрсатилган. Бу тавсифлардан чиқувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ ва фаза силжиши $\varphi(\omega)$ нинг ки-

рувчи сигнал такрорийлигига қанчалик боғлиқлигини куриш мумкин.

Автоматик системалар ёки уларнинг элементлари оптимал шароитда ишлашини таъминлаш учун улардаги чиқувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ бирга ва фаза силжиши $\varphi(\omega)$ нолга тенг ёки нолга жуда ҳам яқин бўлиши талаб қилинади. Бунинг учун кирувчи сигналнинг такрорийлиги нолга яқин бўлиши керак.

Маълумки, технологик жараёнларнинг утишида автоматик система ёки унинг биронта элементи таъсир қилдиган, уни барқарор 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 чиқувчи сигнал амплитудаси $A(\omega)$ га ва фаза силжишига салбий таъсир курсади. Шу сабабли автоматик система ва унинг таркибидagi ҳар бир элементнинг такрорийлик бўйича тавсифларини аниқ ҳисоблаш ва текшириш талаб қилинади. Амалда такрорийлик тавсифларини ҳисоблаш формулалари элемент ёки автоматик системанинг узатиш функцияси $k(P) = \frac{X_y(P)}{X_x(P)}$ орқали топилади. Масалан, элементнинг (68-расм) такрорийлик тавсифларини топиш учун унинг дифференциал тенгламаси

$$T \frac{dX_y(t)}{dt} + X_y(t) = kX_x(t).$$

Лаплас алмаштиришига биноан қуйидаги тасвирий тенглама шаклида ёзилади:

$$(TP + 1)X_y(P) = kX_x(P)$$

ва ундан элементнинг узатиш функцияси

$$k(P) = \frac{X_y(P)}{X_x(P)} = \frac{k}{TP + 1}$$

топилади. Узатиш функциясидаги оператор P ни комплекс оператор (мавҳум аргумент $j\omega$) билан, алмаштириш йули 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 курсатилган йўл билан ҳисоблаш мумкин.

IX 606

ДИНАМИК БУҒИНЛАР ВА АРСнинг ТУЗИЛИШ СХЕМАЛАРИ

9.1-§. АРСнинг динамик бугинлари

Автоматика элементлари узларининг бажарадиган вазифалари (ростлаш ва бошқариш объектлари, сезгичлар, улчаш 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 бугинлар деб аталади. Автоматика элементларини бундай турдаги бугинларга ажратиш учун уларга кирувчи сигнал сифатида фақат амплитудаси бирга тенг бўлган сакрашсимон сигнал (66-а расм) қабул қилинган. Уларнинг такрорийлик тавсифи графигини олиш учун эса гармоник кирувчи сигналдан (66-в расм) фойдаланилади.

Бугинларнинг ҳар бир турини алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз.

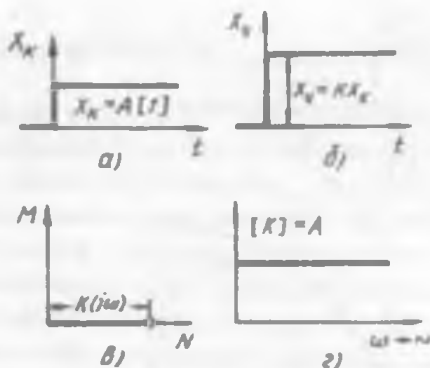
1. Инерциясиз бугин. Инерциясиз бугин қуйидаги алгебраик тенглама билан ифодаланади: $X_1 = kX_2$, бунда X_1 , X_2 — бугинга кирувчи ва ундан чиқувчи сигналлар; k — сигнал узатиш ёки кучайтириш коэффициенти. Бу бугин баъзан сигнал кучайтирувчи ёки сифимсиз (инерциясиз) бугин деб ҳам юритилади. Бугинга кирувчи ва ундан чиқувчи сигналларнинг графиклари 69-а, б расмда курсатилган.

Бугиннинг сигнал узатиш функцияси $k(P) = \frac{X_1(P)}{X_2(P)}$.

Бугиннинг 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.

69-расм Инерциясиз бўгин тавсифлари:

a — бўгинга кировчи; *b* — чикувчи сигнал графиклари; *в*, *г* — бўгиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари.



Бўгиннинг такрорийлик тавсифлари 69-в, г расмда кўрсатилган.

Инерциясиз бўгинларга мисоллар сифатида электрон ёки яримутказгичли сигнал кучайтиргичларни, потенциометрлар, реостатли датчик, ричаг, редуктор ва бошқаларни кўрсатиш мумкин.

2. Инерцияли (апериодик) бўгин қуйидаги дифференциал тенглама билан ифодаланади:

$$T \frac{dX_v(t)}{dt} + X_v(t) = kX_k, \quad (38)$$

бунда k — бўгиннинг кучайтириш (узатиш) коэффициент; T — бўгиннинг вақт доимийси.

Бўгиннинг 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

$$X_v(P) = X_k(P) \cdot k \frac{a}{P + a}, \quad (39)$$

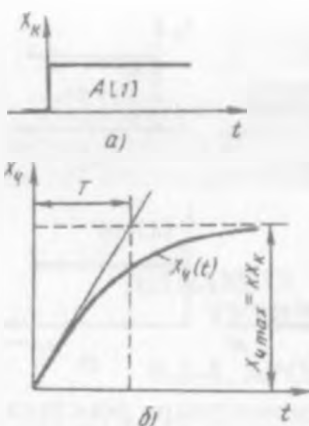
бунда

$$a = \frac{1}{T}.$$

Бўгиннинг ўтиш функцияси:

$$X_v(t) = kX_k(1 - e^{-\frac{t}{T}}). \quad (40)$$

(38) дифференциал тенгламани интеграллаш йули билан ёки оператор усули бўйича, $X_v(P)$ га мувофиқ (39) Лаплас алмаштириши жадвалларидан топилади. Системага кировчи сигнал 70-а расмда келтирилган.



70-расм. Инерцияли бўгин тавсифлари:
 а — бўгинга кировчи сигнал графиги, б — ўтиш тавсифи (чиқувчи сигнал) графиги.

Ўтиш тавсифи графиги (40) формула бўйича курилади (70-б расм).

Инерцияли бўгинга мисоллар 71-расмда кўрсатилган.

Бўгиннинг 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, бўгиннинг такрорийлик бўйича амплитудаси ва фаза силжишини тавсифларини ифодаловчи функциялар (41), (42) топилади:

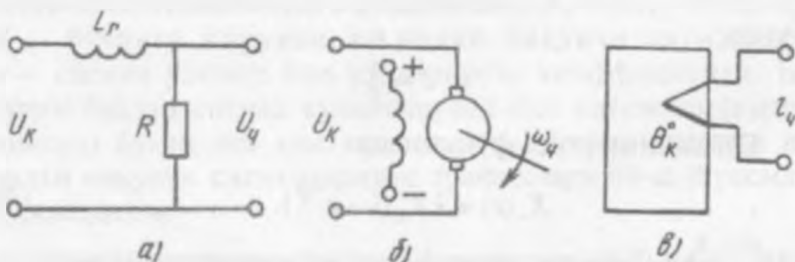
$$k(j\omega) = \frac{k}{1+T^2\omega^2} - j \frac{kT\omega}{1+T^2\omega^2}$$

$$k(j\omega) = N(\omega) - jM(\omega),$$

бунда $N(\omega) = \frac{1}{1+T^2\omega^2}$ комплекс миқдорнинг актив қисми,
 $M(\omega) = \frac{kT\omega}{1+T^2\omega^2}$ комплекс миқдорнинг мавҳум қисми. Бўгиндан чиқувчи сигнал амплитудасининг такрорийлик бўйича ўзгаришининг тавсифи:

$$A(\omega) = \sqrt{N^2(\omega) + M^2(\omega)} = \frac{k}{\sqrt{1+T^2\omega^2}} \quad (41)$$

Бўгин фаза силжишининг такрорийлик бўйича тавсифи:



71-расм. Инерцияли бўгинлар:
 а — турт қутбли электр занжири; б — ўзгармас ток юриткичи;
 в — термोजуфт.

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{M}{N} = -\arctg T\omega. \quad (42)$$

Инерцияли бўғиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари 68-расмда кўрсатилган. Инерцияли бўғиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари шуни кўрсатадики, агар системага кирувчи сигнал (объектнинг юкланиши) юқори такрорийликда узгарса, бундай системада инерцияли бўғинни қўлаб бўлмайди. Чунки ундан чиқувчи 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 купинча тажриба асосида бўғиннинг утиш тавсифи графиги $X_q(t)$ орқали топилади. Инерцияли бўғин (68-а расм) ўзгармас ток кучланишига уланса, $U_q = iR$ бўғиндан чиқувчи сигнал бўлади. Кирувчи сигналнинг амплитудаси бирга тенг бўлган сакрашсимон сигнал ($U_k [1] = 220$ В) деб қабул қилинса, бўғинга кирувчи сигнал ($U = 220$ В) таъсир қилган дақиқадан бошлаб, осциллограф ёрдамида ёзиб олинган график $U_q(t)$ бўғиннинг утиш графиги бўлади.

Ўтиш жараёни жуда секин борадиган элементларда, масалан, иссиқлик объектнинг утиш графиги (объект ҳароратининг узгариши) $\theta(t)$ ни термометр ҳамда секунддомер ёрдамида ёзиб олиш ҳам мумкин. Бу маълумотлар асосида бўғиннинг утиш тавсиф графиги қурилиб (70-б расм), ундан бўғиннинг параметрлари T ва k аниқланади.

Коэффициент k ни кирувчи U_k ва чиқувчи U_q кучланишлар (барқарор иш ҳолатидаги қийматлари бўйича қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$k = \frac{U_{q \max}}{U_k}$$

3. Сигнал тебрантирувчи бўғин. Сигнал тебрантирувчи бўғин автоматика элементларининг физик табиатидан қатъи назар, купинча 2-тартибли дифференциал тенглама

$$T_1^2 \frac{d^2 X_q(t)}{dt^2} + T_2 \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = kX_k \quad (43)$$

билан ифодаланади. Тенгламанинг ечими бўғиннинг тавсифий тенгламаси

$$T_1^2 \lambda^2 + T_2 \lambda + 1 = 0$$

ва унинг илдизлари

$$\lambda_{1,2} = \frac{-T_2 \pm \sqrt{T_2^2 - 4T_1^2}}{2T_1^2}$$

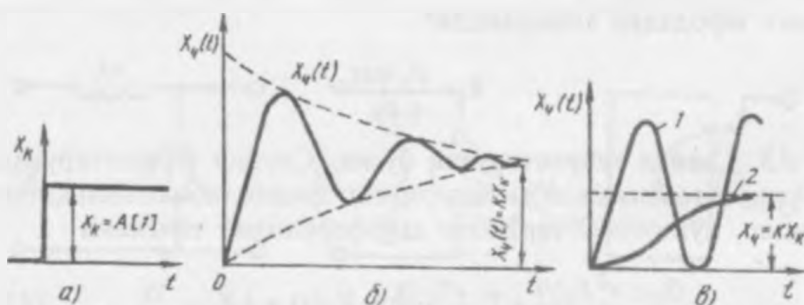
асосида қуйидагича ёзилади:

$$X_v(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + R X_k,$$

бунда C_1 ва C_2 — тенгламанинг интеграллаш доимийликлари.

Тавсифий тенгламанинг илдизлари қийматига кура, системага кирувчи сигнал амплитудаси $A[1]$ булганда (72-а расм) дифференциал тенгламанинг ечими ва утиш тарзи графиги уч турли булади: 1) $T_2^2 - 4T_1^2 < 0$ булса, утиш тарзи графиги тебраниб сунувчи (72-б расм); 2) $T_2 = 0$ булса, утиш тарзи графиги узининг хусусий такрорийлиги билан тебранувчи ва сунмайдиган (72-в расм, 1-график); 3) $T_2^2 - 4T_1^2 > 0$ булса, буғиннинг утиш тарзи графиги теб-ранмайдиган — аperiодик характерга эга (72-в расм, 2-график) булади.

Автоматик системаларда утиш тарзи графиги тебраниб, сунадиган буғинлар куп қулланилади. Бундай буғинлар-нинг тавсифий тенгламасининг илдизлари $T_2^2 - 4T_1^2 < 0$ шартга мувофиқ ҳақиқий ва мавҳум қисмлардан иборат булади:



72- расм. Сигнал тебрантирувчи буғин:

а - буғинга кирувчи (таъсир қилувчи) сигнал графиги;
б, в — буғиндан чиқувчи сигнал тавсифлари.

$$\lambda_{1,2} = \frac{T_2}{2T_1^2} \pm j \frac{1}{T_1} \sqrt{1 - \frac{T_2^2}{4T_1^2}},$$

$j = (-1)$ 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:

$$X_q(t) = Ce^{-at} \sin(\omega_0 t + \varphi) + kX_k. \quad (44)$$

(44) ечим бўғиндаги ўтиш жараёнини такрорийлик ω_0 билан тебранувчи ва сунувчи

$$t \rightarrow \infty; \quad X_q(t) \approx kX_k.$$

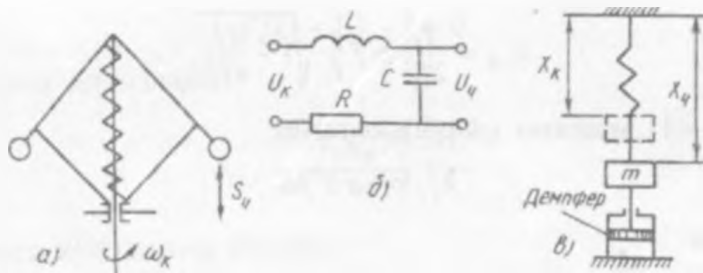
эканини курсатади. Бўғинга кирувчи сигнал $X_k = A[1]$ бўлгандаги ўтиш жараёни графиклари 72-б, в расмда кўрсатилган. Сигнал тебрантирувчи бўғинлар икки энергия сифмига эга бўлиши ва уларда тупланган энергия бир сифмдан иккинчисига ўтиб туриши билан тавсифланади. Сифимларнинг бирида кинетик энергия йиғилса, иккинчисидан потенциал энергия йиғилади ва аксинча, бу энергия турлари ўтиш жараёни давомида маълум такрорийлик ω_0 билан урин алмашиб туради.

Агар тебрантирувчи энергиянинг амплитудаси вақт ўтиши билан камай 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).

Сигнал тебрантирувчи бўғиннинг узатиш функцияси-ни топиш учун (43) дифференциал тенгламани қуйидаги операторли тенглама билан алмаштирамиз:

$$(T_1^2 P^2 + T_2 P + 1)X_q(P) = kX_k(P).$$



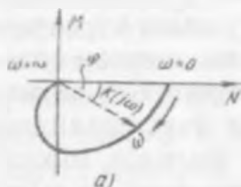
73- расм. Сигнал тебрантирувчи бўгинлар

Бўгиннинг узатиш функцияси $k(P)$ қуйидагича ёзилади:

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k}{T_1^2 P^2 + T_2 P + 1}.$$

Бўгиннинг такрорийлик функциясини топиш учун узатиш функциясидаги оператор P ни $j\omega$ билан алмаштирилади:

$$k(j\omega) = \frac{k}{-T_1^2 \omega^2 + jT_2 \omega + 1},$$

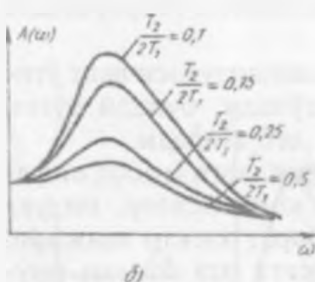


такрорийлик функциясининг модули:

$$|R(j\omega)| = A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{(1 - \omega^2 T_1^2)^2 + \omega^2 T_2^2}},$$

фаза силжиш бурчаги

$$\varphi = \arctg \left(-\frac{\omega T_2}{1 - \omega^2 T_1^2} \right).$$



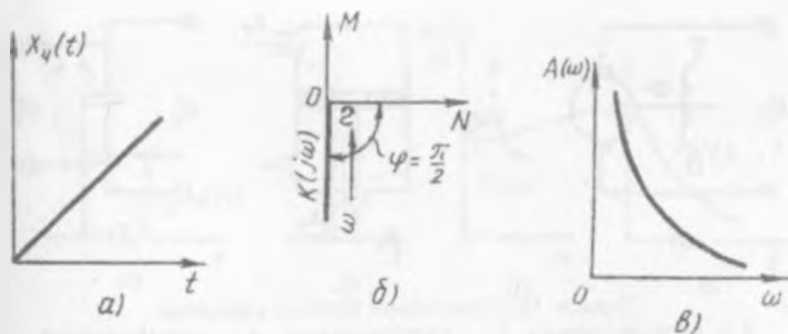
Бўгиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари 74-а, б расмда кўрсатилган.

4. Интегралловчи бўгин. Бўгиндан чиқувчи сигнал X_q бўгинга кирувчи сигналнинг вақт бўйича интегралига тенг бўлади:

$$X_q(t) = \frac{k}{T} \int X_k dt. \quad (45)$$

Бўгинга кирувчи сигнал $X_k = A[1]$ бўлгани учун (45) тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

74-расм. Сигнал тебрантирувчи бўгиннинг такрорийлик бўйича тавсифлари: а — АФ нинг такрорийлик бўйича тавсифи $K(j\omega)$ б — А нинг такрорийлик бўйича тавсифи $A(\omega)$.



75-расм Интегралловчи буғиннинг тавсифлари
 а — ўтиш тарзи графиги $X_u(t)$; б — АФ тавсифини такрорийлик бўйича тавсиф графиги; в — А ни такрорийлик бўйича графиги $A(\omega)$.

$$X_u(t) = \frac{K}{T} X_k \cdot t. \quad (46)$$

(46) формулага мувофиқ қурилган интегралловчи буғиннинг ўтиш тарзи графиги 75-а расмда кўрсатилган.

Интегралловчи буғинга мисоллар сифатида: поршенли гидроюрткич, ўзгармас ток электр юриткичи, идеаллаштирилган интегралловчи конденсаторли электр занжири ва бошқаларни кўрсатиш мумкин (76-а, б, в расм).

Интегралловчи буғинларни астатик буғин ҳам дейилади. Бунинг боиси унинг ўтиш тарзи тавсифи (75-а расм) тўғри чизиқли ва тезлиги ўзгармас бўлишидир.

Интегралловчи буғиннинг узатиш функцияси (45) тенгламага мувофиқ қуйидагича ифодаланади:

$$k(P) = \frac{k}{TP}$$

такрорийлик функцияси эса

$$k(j\omega) = \frac{k}{jT\omega}$$

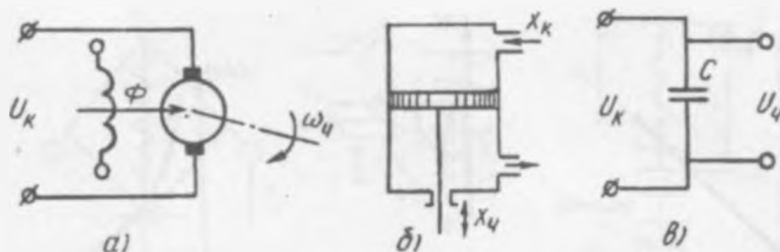
Бундан вектор $k(j\omega)$ нинг модули

$$|k(j\omega)| = A(\omega) = \frac{k}{T\omega}$$

такрорийликнинг мусбат ораликда $0 \sim \infty$ узгаргандаги фазавий бурчаги

$$\varphi(\omega) = \arctg(-\infty) = -\frac{\pi}{2}$$

топилади.



76-расм. Интегралловчи бўғинга мисоллар:
 а — электрюриткич, б — гидроюриткич; в — интегралловчи
 электр занжир

Интегралловчи бўғинни такрорийлик буйича тавсиф-
 лари 75-б, в расмда кўрсатилган. Такрорийлик буйича
 амплитуда — фаза ўзгариши тавсифига кўра (75-б расм)
 такрорийлик 0 дан $+\infty$ гача ўзгарганда унинг функцияси
 $k(\omega)$ нинг қиймати $-\infty$ дан 0 гача ўзгаришини, чиқувчи
 сигнал $\frac{\pi}{2}$ бурчакка кечиқишини кўриш мумкин. Такро-
 рийлик буйича амплитуда ўзгаришининг тавсифи (75-в
 расм) такрорийлик ω ошиши билан чиқувчи сигнал ам-
 плитудаси $A(\omega)$ нинг камайтишини кўрсатади.

5. Дифференциалловчи бўғин. Дифференциалловчи
 бўғиндан чиқадиган сигнал унга кировчи сигналнинг ўзга-
 риш тезлигига мутаносиб бўлади:

$$X_{\text{ч}}(t) = T \frac{dX_{\text{к}}}{dt} \quad (47)$$

Бунга мисол сифатида ўзгармас ток тахогенераторини
 кўрсатиш мумкин. Агар тахогенераторнинг қўзғатувчи маг-
 нит оқими ўзгармас $\Phi = \text{const}$ бўлса, унинг якоридан оли-
 надиган Э. Ю. К. — е роторнинг бурчак тезлиги ω га мута-
 носиб:

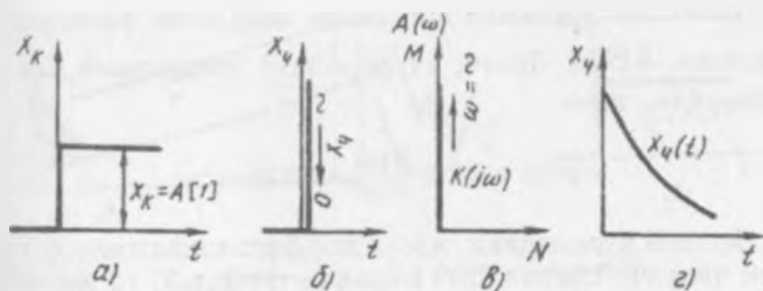
$$e_{\text{ч}} = k\omega.$$

Бурчак тезлиги эса роторнинг бурилиш бурчагининг ўзга-
 риш тезлигига мутаносиб бўлади:

$$\omega = \frac{d\alpha}{dt},$$

бунда α — роторнинг бурилиш бурчаги. Шу туфайли

$$e_{\text{ч}} = k \frac{d\alpha}{dt}.$$



77-расм. Дифференциалловчи бўғиннинг тавсифлари:
 а — кировчи сигнал; б — идеал бўғиннинг ўтиш тарзи тавсифи;
 в — идеал бўғиннинг амплитудаси ва фазасининг такрорийлик
 бўйича тавсифи; г — реал бўғиннинг ўтиш тарзи тавсифи.

Дифференциалловчи идеал бўғинга кировчи 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 бўғиннинг сигнал узатиш функцияси (47) тенгламага мувофиқ қуйидагича ифодланади:

$$k(P) = \frac{X_q(P)}{X_K(P)} = TP.$$

Бўғиннинг 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 мувофиқ $\omega = 0$ 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 су-
рилиши $\frac{\pi}{2}$ (90°) булиб, такрорийлик узгаришига боғлиқ
булмайди, яъни

$$\psi(\omega) = \arctg \frac{M(\omega)}{N(\omega)} = \arctg \omega = \infty.$$

Бундан куринадики, идеал дифференциалловчи буғин-
дан чиқувчи сигнал унга кирувчи сигнал X_k га нисбатан
 90° олдинга сурилган булиб, такрорийлик узгаришига боғ-
лиқ булмайди.

Шундай қилиб, идеал дифференциалловчи буғиннинг
такрорийлик бўйича амплитуда — фаза тавсифи X_k ўқининг
мусбат томонига жойлашган булади. Идеал дифферен-
циалловчи буғинни амалда тайёрлаб булмайди. Амалда
қўлланадиган дифференциалловчи буғинларда ўткинчи
жараён оний тезликда ўтмайди, уларнинг дифференциал
тенгламаси қуйидаги курунишда ёзилади:

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = k \frac{dX_k}{dt}. \quad (47)$$

Буғинга кирувчи сигнал $X_k = A[1]$ булгани учун $\frac{dX_k}{dt} = 0$
булишини ҳисобга олиб, (47) тенгламани қуйидагича ёзиш
мумкин:

$$T \frac{dX_q(t)}{dt} + X_q(t) = 0 \quad \text{ёки} \quad TP + 1 = 0. \quad (48)$$

(48) тенгламанинг ечими

$$X_q(t) = Ce^{Pt} = Ce^{-\frac{t}{T}} \quad (49)$$

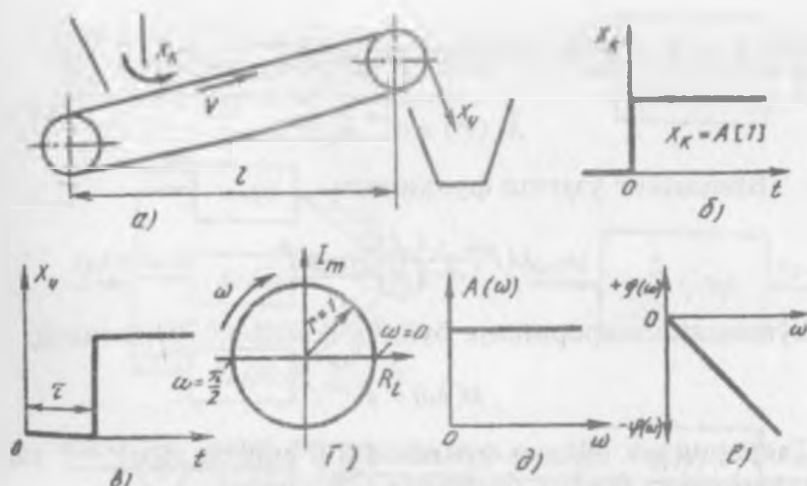
булади, бунда C — интеграллаш доимийси. $P = \frac{1}{T}$ — тав-
сиф тенгламанинг илдиши. (49) формулага мувофиқ $t = 0$
булганда, $X(t) = C$; $t \rightarrow \infty$ булганда $X_q = 0$ булади.

Реал дифференциалловчи буғиннинг ўтиш тарзи тав-
сифи 77-г расмда курсатилган.

6. Сигнал кечиктирувчи буғин. Бундай буғиннинг мате-
матик модели қуйидагича ифодаланади:

$$X_q(t) = X_k(t - \tau),$$

бунда τ — чиқувчи сигналнинг кечикиш вақти.



78-расм. Сигнал кечиктирувчи бўғин:

a — транспортёр; b — кичиктирувчи сигнал графиги; c — чиқувчи сигнал графиги; d — бўғиннинг такрорийлик буйича АФ ўзгаришининг тавсифи; e — бўғиннинг такрорийлик буйича амплитудаси ўзгаришининг тавсифи; e — бўғиннинг фаза сийишининг такрорийлик буйича тавсиф графиги.

Бундай бўғинларга транспортёр орқали пахта маҳсулотларини узатиш қурилмасини мисол қилиб кўрсатиш мумкин (78- a расм). Транспортёрга сигнал $X_k = A[1]$ булади (78- b расм) ёки унга пахта маҳсулоти тушади.

Транспортёрнинг сурилиш тезлиги v ва материални узатиш оралиғи l булса, соф кечикиш вақти $\tau = \frac{l}{v}$ булади.

Сигнал кечиктирувчи бўғиннинг узатиш функциясини топамиз. Бунинг учун Лаплас алмаштиришидан фойдаланамиз:

$$X_v(P) = \int_0^{\infty} X_k(t) e^{-Pt} dt.$$

Формуладаги $X_k(t)$ ўрнига $X_k(t-\tau)$ қўйилса, $X_v(P) = \int_0^{\infty} X_k(t-\tau) e^{-Pt} dt$ булади. Агар $t-\tau = \lambda$ дейилса,

$$X_v(P) = \int_0^{\infty} X_k(\lambda) e^{-P(\lambda+\tau)} d(\lambda+\tau) = e^{-P\tau} \int_0^{\infty} X_k(\lambda) e^{-P\lambda} d\lambda.$$

$$\int_0^{\infty} X_{\kappa}(\lambda) e^{-\lambda P} d\lambda = X_{\kappa}(P) \text{ бўлгани учун}$$

$$X_{\kappa}(P) = e^{-\lambda} X_{\kappa}(P).$$

Бўғиннинг узатиш функцияси

$$k(P) = \frac{X_{\kappa}(P)}{X_{\kappa}(P)} = e^{-\lambda}.$$

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 ∞ гача ўзгарганда фазавий кечикиш (сурилиш) $\varphi(\omega)$ 0 дан $-\infty$ гача ошади (78-е расм).

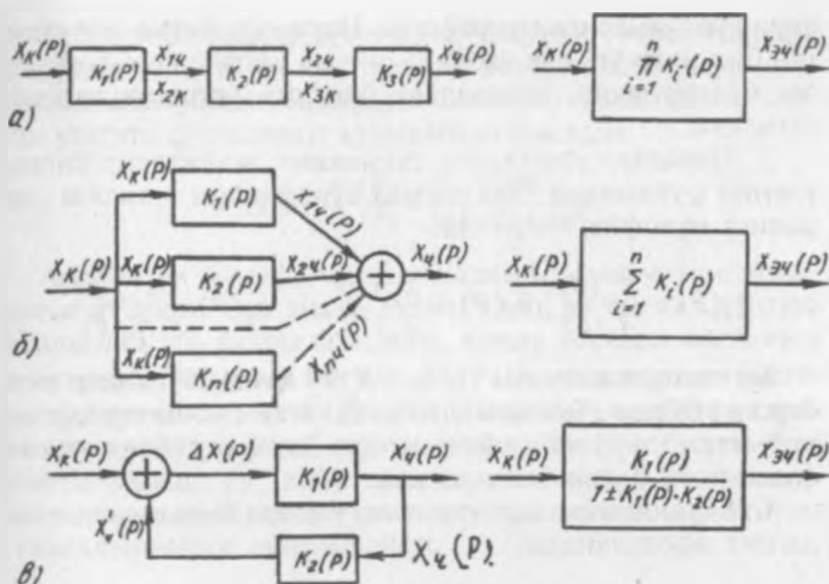
Бўғиннинг амплитуда — фазасининг такрорийлик бўйича тавсифи радиуси 1 га тенг бўлган доира бўлишини кўра-миз (78-г расм).

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.

Тузилиш схемаси АРСнинг функционал схемасидаги функционал элементлар ўрнига уларнинг сигнал узатиш функциялари қийматини қўйиш йули билан тузилади ва АРСнинг қандай динамик бўғин турларидан тузилганлигини, уларнинг боғланиши 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



79-расм. Тузилиш схемаларини эквивалент алмаштириш:
 а — кетма-кет уланган бўғинларни эквивалент алмаштириш; б — параллел уланган бўғинларни эквивалент алмаштириш; в — тескари боғланишли схема бўғинларини эквивалент алмаштириш.

бўғинларни эквивалент бўғинларга алмаштириш йўли билан АРСнинг тузилиш схемаси соддалаштирилади. Қуйида 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).

Схемага мувофиқ $k_1(p) = \frac{X_{2K}(p)}{X_K(p)}$; $k_2(p) = \frac{X_{3K}(p)}{X_{2K}(p)}$;

$k_3(p) = \frac{X_{3K}(p)}{X_K(p)}$; $X_{1K}(p) = X_K(p)$; $X_{2K}(p) = X_{3K}(p)$ ва бошқ.

Бўлгани учун кетма-кет уланишли схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси қуйидагича ёзилади:

$$k_3(p) = \frac{X_{3K}(p)}{X_K(p)} = k_1(p)k_2(p)\dots = \prod_{i=1}^n k_i(p).$$

Кетма-кет уланган бўғинларнинг эквивалент сигнал узатиш функцияси алоҳида бўғинларнинг узатиш функция-

лари купайтмасига тенг бўлади. Натижада кетма-кет уланган бўғинлар урнида алоҳида сигнал узатиш функциясига эга бўлган ягона эквивалент бўғинни урганиш имкони туғилади.

2. Параллел уланишли схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси 79-б расмда курсатилган тузилиш схемасига мувофиқ топилади:

$$k_1(P) = \frac{X_{1q}(P)}{X_k(P)}; k_2(P) = \frac{X_{2q}(P)}{X_k(P)}; \dots; k_n(P) = \frac{X_{nq}(P)}{X_k(P)}.$$

Бу схемага кирувчи сигнал $X_k(P)$ ҳамма бўғинлар учун бир хил бўлади. Бўғинлардан чиқадиغان сигналлар ҳар хил қийматга эга бўлиб, уларнинг ҳар бирини сигнал узатиш функцияси билан белгиланади.

Схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси қуйидагича ифодаланади:

$$k_2(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = k_1(P) + k_2(P) + \dots + k_n(P) = \sum_{i=1}^n k_i(P).$$

3. Тескари боғланишли схеманинг (79- в расм) эквивалент сигнал узатиш функцияси $k_1(P) = \frac{X_q(P)}{\Delta X(P)}$,

$k_2(P) = \frac{X'_q(P)}{X_k(P)}$ ҳамда $\Delta X(P) = X_k(P) \pm X'_q(P)$ тенгламалар асосида топилади ва қуйидагича ёзилади:

$$k_2(P) = \frac{X'_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k_1(P)}{1 \pm k_1(P) \cdot k_2(P)}.$$

Тескари боғланиш бўғинидан чиқувчи 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 чиқувчи сигнал $X'_q(P)$ мусбат ишорали бўлса, схема сигнал кучайтиргич вазифасини бажаради. Эквивалент сигнал узатиш функцияси қуйидагича ёзилади:

$$k_2(P) = \frac{X_q(P)}{X_k(P)} = \frac{k_1(P)}{1 - k_1(P) \cdot k_2(P)}.$$

Тескари боғланиш бугинидан чиқувчи сигнал манфий ишорали — $X_1(P)$ бўлса, тескари боғланишли схема стабиллаш вазифасини бажаради. Схеманинг эквивалент сигнал узатиш функцияси қуйидагича ёзилади:

$$k_2(P) = \frac{X_2(P)}{X_1(P)} = \frac{k_1(P)}{1 \pm k_1(P) \cdot k_2(P)}.$$

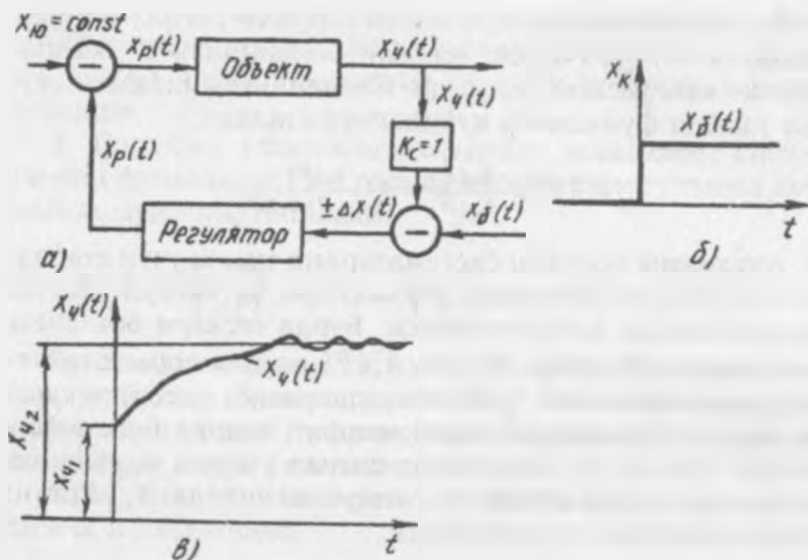
Автоматик ростлаш системаларини тузиш учун стабилловчи тескари боғланиш схемасидан ва сигнал узатиш функциясидан фойдаланилади. Бунда тескари боғланиш занжиридан чиқувчи сигнал $X_1'(P)$ нинг ишораси системага кирувчи сигнал $X_1(P)$ нинг ишорасига нисбатан қарама-қарши йуналишда, яъни манфий ишора билан боғланган бўлади, бу эквивалент сигнал узатиш коэффициентининг камайишини ва чиқувчи сигнал $X_2(P)$ нинг стабиллашувини таъминлайди.

Х 606

ТУРБУНЛИК ВА АРСНИНГ ИШ СИФАТИ

10.1-§. АРСдаги ўтиш жараёнлари тузисиди

АРС динамик система бўлгани учун ташқи таъсирлар унинг мувозанат ҳолатига таъсир қилади, ростланувчи параметр $X_1(t)$ 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 аталади. Ўтиш жараёни ростланувчи параметрнинг ўзгариш графиги $X_1(t)$ 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 бугин, регулятор эса инерциясиз бугин бўлганда) энг оддий стабилловчи АРСнинг ўтиш жараёни графигини қўрамыз. Бунинг учун унга кирувчи сигнал сифатида ўзгармас амплитудали сакрашсимон ташқи таъсир $X_A[1]$ қўрсатилади ва системадан чиқувчи сигналнинг (ростланувчи параметрнинг) вақт бўйича ўзгариши $X_1(t)$ ёзиб олиниб, ўтиш жараёни графиги қўрилади ва шу график асосида АРСнинг сифат қўрсаткичлари таҳлил қилинади.

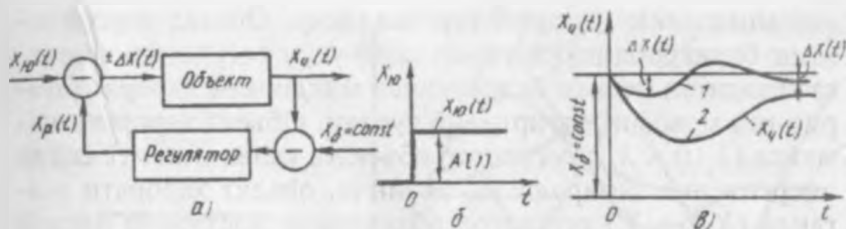


80-расм. Бошқариш канали бўйича ростлаш:

а— АРС схемаси; б— системага бошқариш канали бўйича кировчи сигнал; в— утиш тарзи графиги $X_u(t)$, X_{u1} , X_{u2} — ростланувчи параметрнинг олдинги ва кейинги барқарор ҳолатларидаги қийматлари.

1. Бошқариш канали бўйича АРСга таъсир кўрсатиш системасининг функционал схемаси 80-а расмда, системага бошқариш канали бўйича кировчи (бошқарувчи) сигнал X_u 80-б расмда ва бундай бошқарувчи сигнал таъсирида АРСнинг бир барқарор ҳолатдан иккинчисига ўтиш графиги 80- в расмда кўрсатилган. Бунда объектнинг юкланиши ўзгармас $X_{ю}(t) = const$ ва бошқа тасодифий ташқи таъсирлар йўқ деб фараз қилинган бўлади. Бошқариш канали бўйича АРСга таъсир кўрсатиш жараёнида регулятор ростланувчи параметр қиймати $X_u(t)$ нинг олдинги бир миқдор X_{u1} дан иккинчи чиқувчи миқдор X_{u2} га юқори аниқликларда ўтишини таъминлаш вазифасини бажаради.

2. Объект юкланишининг ўзгариши ва объектга тасодифий ташқи таъсирлар $X_{ю}(t)$ 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 чи-



81-расм. Юкланиш канали буйича ростлаш:

а — АРС схемаси; б — юкланиш канали бўйича системага кирувчи сигнал графиги ва ўтиш жараёнлари; 1 — регулятор бор бўлганда, 2 — регулятор бўлмагандаги, $X_0 = \text{const}$ — ростланувчи параметрнинг берилган қиймати.

қадиған сигнал $X_p(t)$ юкланишнинг ўзгариши билан пайдо бўладиган, системага кирувчи $X_{ю}(t)$ ҳар қандай ташқи таъсирга қарама-қарши йўналған бўлади.

Агар регулятордан чиқадиған сигнал $X_p(t)$ нинг амплитудаси ва ўзгариш фазаси объект юкланишининг ўзгариши натижасида пайдо бўладиган ташқи таъсир $X_{ю}(t)$ нинг (81-б, расм) амплитудаси ва ўзгариш фазасига тенг бўлса, АРСда ўтиш жараёни сезилмайдиган даражада ўтган ва ростланувчи параметр қиймати ўзгармаған булар эди. Реал шароитда бундай бўлмайди. Бунинг сабаби АРСнинг инерцион система эканлиги натижасида унинг занжиридаги ростловчи сигнал $X_p(t)$ юкланиш сигнали $X_{ю}(t)$ га нисбатан кечикиб пайдо бўлади, юз берған оғишни бутунлай йўқ қилолмайди. Регуляторнинг инерционлиги туфайли ҳар доим регулятордан чиқадиған ростловчи сигнал $X_p(t)$ нинг амплитуда ва фаза ўзгаришида ташқи таъсир $X_{ю}(t)$ ўзгаришига нисбатан кечикиш ва миқдорий каммайиш мавжуд бўлади. Бу эса ростлаш хатоси

$$\pm \Delta X(t) = X_{ю}(t) - X_p(t)$$

ни келтириб чиқаради. Ўтиш жараёнининг бу турини бир сифимли (энг оддий) иссиқлик объектларида, материал қуритиш жараёни мисолида кўрамиз.

Айтайлик, технологик жараён талабларига мувофиқ пахтани қуритиш ҳарорати ($\theta_0 C = X_0 = \text{const}$) берилған 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 узгариб туришидадир. Объект ҳароратининг барқарорлигини таъминлаш учун регулятор объектга келадиган иссиқлик энергияси миқдорини ҳарорат узгаришига мувофиқ узгартириб туради. Объект ҳарорати камайса ($X_q(t) < X_6$), регулятор объектга келадиган иссиқлик энергиясини оширади ва, аксинча, объект ҳарорати ошганда ($X(t) > X_6$) регулятор объектнинг ростловчи органи (жўмак, тикин, тўсиқ, автотрансформатор ва бошқалар) га таъсир этиб объектга келадиган иссиқлик энергияси миқдорини камайтиради.

Объект ҳароратини ростлаш жараёнининг графиги 81-в расмда курсатилган. Объект юкланиши (пахта миқдори ва намлиги) сакрашсимон $X_q(t)=A[1]$ ошса, унинг ҳарорати камая бошлайди. Регулятор бунга қарши таъсир курсатиб, объектга келадиган энергия иссиқ ҳаво миқдорини оширади. Натижада объект ҳарорати (ростланувчи параметр $X_q(t)$) вақт ўтиши билан қайта тикланади (81-в расм 1-график).

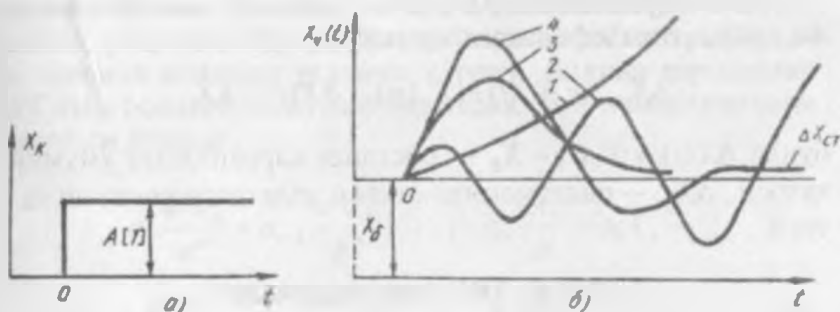
Таққослаш мақсадида 81-в расмда ростланувчи параметрнинг регулятор булмаган ҳолдаги графиги ҳам курсатилган (2-график).

10.2-§. Ўтиш жараёнларининг турлари

Автоматик ростлаш системаларига ташқи сигнал $X_q=A[1]$ таъсир қилганда (82-а расм) юз бериши мумкин бўлган уткинчи жараёнлар ва уларнинг турлари ростланувчи параметрнинг уткинчи ҳолат давомида қандай ўзгаришини курсатадиган ўтиш тарзи графиклари билан тавсифланади (82-б расм). Бу графиклар ростланувчи параметрнинг берилган қиймати $X_6 = \text{const}$ ва ташқи таъсир $X_q(t)$ нинг сакрашсимон ўзгариши мавжуд бўлган шароит учун қурилган. АРСнинг ростлаш хатоси ҳамма графиклар учун

$$\Delta X(t) = X_6 - X_q(t)$$

бўлади. Ўтиш жараёнининг энг оғири 1-график билан тасвирланган. Графикка қўра ростланувчи параметр ва АРС ни ростлаш хатосининг абсолют қиймати монотон тарзда ошади. Реал системада бундай ўзгариш узоққа чўзилмайди, автоматик ҳимоя системаларининг ишлаши натижа-сида технологик жараён тухтайди. Бу ҳилдаги ўтиш жараё-



82-расм Ўтиш жараёnlари графиклари— $X_k(t)$

ни кўпинча регуляторнинг нотўғри уланиши, тескари боғланиш занжирининг манфий ишора ўрнига мусбат ишора билан боғланиши оқибатида юз беради.

2-график ҳам APC нинг нотўғрунлигини кўрсатади. Лекин бунда тескари боғланиш занжири тўғри (манфий ишора билан) уланганлигига қарамай, система уз турғунлигини бир неча тебранишдан сунг йўқотади. Бу ҳол регуляторнинг узатиш коэффициентининг катта бўлишига, объектнинг ўтиш жараёни тавсифида кечиккич борлигига ва умуман объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ бўлади.

Қолган 3 ва 4-графиклар ростланувчи параметрнинг берилган қиймати X_0 га яқинлашувини, турғунлиги бор бўлган ўтиш жараёнини тасвирлайди. 3-график аperiодик жараёни, 4-график эса тебраниб сунувчи жараёни тасвирлайди. Турғун жараёнларда абсолют хато қиймати вақт ўтиши билан камаяди, APC ўзининг янги турғун ҳолатига ўтади.

Регуляторнинг қайси турга тегишли эканига қараб янги турғун ҳолатда ростланувчи параметр ўзининг олдинги қийматига қайтиши ёки бирор янги қийматга эга бўлишини кўриш мумкин. Агар ростланувчи параметр ўтиш жараёни натижасида бирор янги қийматга эга бўлса, унда бу APCнинг статик хатоси борлигини кўрсатади:

$$\pm \Delta X_{\text{ст}} = X_0 - X_{\infty},$$

бунда X_0 — ростланувчи параметрнинг берилган қиймати; X_{∞} — ростланувчи параметрнинг кейинги турғун ҳолатдаги қиймати.

Ўтиш жараёнидаги АРС нинг динамик ҳолати хатоси ни қуйидагича 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 қийматини, бирорта ташқи таъсир бўлишига қарамай, берилган қуйимга мувофиқ сақлаб тура олса, у ўз функциясини бажара олади-ган турғун система ҳисобланади. Ташқи 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 қийматга қайтиб келишини таъминлайдиган АРС меъёрли ишлаш имкониятига, яъни турғунликка эга бўлади. АРС нинг бундай имконияти ўтиш жараёни графикларига (82-расм) мувофиқ аниқланади.

Ростланувчи параметр ўтиш жараёни оқибатида тебранувчи ва берилган барқарор режимга яқинлашмайдиган бўлса, бундай АРС нинг барқарорлиги йўқ ҳисобланади ва амалда қўлланилмайди.

Тавсиф графиги чизикли бўлган АРС ларнинг ўтиш жараёни графиклари аperiодик ёки тебраниб-сўнувчи хусусиятга эга бўлгандагина улар турғун бўлади.

АРСнинг турғунлиги объект ва регуляторнинг динамик тавсифлари ўзаро қай даражада мослашганига боғлиқ, лекин баъзи ҳолларда юқорида қурилган жараён тавсифида кечикиш мавжуд бўлган статик объект ва интегралловчи регулятордан тузилган АРС ҳеч қачон турғун бўлмаслиги маълум. Бундай АРСлар тузилишига кўра нотурғун деб ҳисобланади.

Тузилиши бўйича турғун АРС ларнинг қўпчилиги объектнинг динамик тавсифларини, параметрлари K_p , T_0 ёки регулятор коэффициенти K_p нинг қийматлари маълум нисбатларда ўзгарсагина нотурғунлик вужудга келиши мумкин. Юқорида 3-тартибгача бўлган дифференциал тенг-

ламалар билан ифодаланган энг оддий АРСларни таҳлил қилиш, уларнинг турғунлигини ўтиш жараёни графиклари асосида аниқлаш усулини кўрдик. Аслида ҳар қандай АРСни ифодаладиган дифференциал 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 ифодаланадиган 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 ёпиқ занжирли юқори тартибли АРСнинг турғунлигини аниқлашда кенг қўлланилади. У тўғри муносибликка эга бўлган (чизиқли) динамик системаларнинг турғунлигини уларнинг ихтиёрий ҳаракатини ифодаладиган дифференциал тенгламаларни таҳлил қилиш асосида аниқлаш мумкинлигини кўрсатиб берган.

Системанинг ихтиёрий ҳаракатини ифодаладиган дифференциал тенглама қуйдагича ёзилади, (50) тенгламанинг унг 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 ўзгартаришига мувофиқ қуйдагича ёзилади:

$$a_n P^n + a_{n-1} P^{n-1} + \dots + a_1 P + a_0 = 0. \quad (51)$$

Тенгламанинг умумий ечими

$$X_q^{yn}(t) = \sum_{i=1}^n C_i e^{\lambda_i t}, \quad (52)$$

бунда P —характеристик тенгламанинг илдизлари; n —тенгламанинг тартиби; C_i —интеграллаш доимийси.

Ечим ифодасини таҳлил қилганда ростланувчи параметрнинг ихтиёрий ҳаракати сунувчи бўлиши, тенгламанинг ҳамма ечимлари нолга интилиши ($t \rightarrow \infty$; $X_q^{yn}(t) \rightarrow 0$) шарт ва бунинг учун тавсиф тенгламасининг ҳамма илдизлари манфий ($P < 0$) бўлиши керак. Бу ҳолда аперриодик ўтиш жараёнини ифодаловчи ҳамма экспонентлари сунувчи бўлади.

Агар характеристик тенгламанинг ечимида бирор комплекс қушалоқ илдиз $P = \alpha + j\beta$ бўлса, ўтиш жараёни гебранувчи бўлади. Ўтиш жараёнининг амплитудаси сунувчи бўлиши учун комплекс қушалоқ, илдизнинг ҳақиқий қиймати манфий $\alpha < 0$ бўлиши етарли, чунки унинг мавҳум қисми ўтиш жараёнининг амплитудаси ўзгаришига таъсир курсатмайди.

Хулоса шуки, чизиқли АРС турғун бўлиши учун система тавсиф тенгламасининг ҳамма ҳақиқий илдизлари P ёки илдизларнинг ҳамма ҳақиқий қисмлари α манфий қийматга эга бўлиши шарт.

Агар тавсифий тенглама илдизларидан биронтаси нолга тенг ва қолганлари манфий ҳақиқий қийматга эга бўлса, бундай система нейтрал ёки астагик система бўлиб қолади. Системанинг ташқи таъсирдан кейинги мувозанат ҳолати ростланувчи параметрнинг қийматига боғлиқ бўлмайди.

Ҳақиқатан, агар илдизларнинг биронтаси P_k да ($1 \leq k \leq n$) бўлса, (52) ифодани $X_q^{yn}(t) = C_k e^{\lambda_k t} + \sum_{i=1}^{n-1} C_i e^{\lambda_i t}$, кўринишда ёзиш мумкин. Агар илдиз $P_k = 0$ бўлса,

$$X_q^{yn}(t) = C_k + \sum_{i=1}^{n-1} C_i e^{\lambda_i t},$$

системанинг мувозанат ҳолатида ($t = \infty$): $X_{q \rightarrow \infty}^{yn} = C_k \neq 0$. Бундан куринадики, нейтрал АРСларда ўтиш жараёни тугаганда ҳам ростланувчи параметр $X_q^{yn}(t)$ нолга тенг бўлмайди, балки унинг $C_k \neq 0$ бўлган қиймати сақланиб қолади.

Агар тавсифий тенгламанинг илдизларидан биттаси мусбат ишорага ёки ундаги комплекс илдизнинг ҳақиқий қисми мусбат қийматга эга бўлса, бундай АРС турғун бўлмайди. Ростланувчи параметр ихтиёрий ҳаракат давомида чексиз ошиб кетишга интилади. Шундай қилиб,

чиизиқли АРС нинг турғунлигини таҳлил қилиш унинг тавсифий тенгламаси илдизларини ҳисоблашдан иборат бўлиб қолади.

1, 2 ва 3-тартибли системаларнинг тавсифий тенгламалари илдизларини ҳисоблаш унча қийинчилик туғдирмайди, аммо ундан юқори тартибли системаларнинг илдизларини ҳисоблаш қийин ва ЭХМсиз мумкин бўлмайди. Шу сабабли амалда турғунликни таҳлил қилиш алоҳида мезонларга мувофиқ бажарилади. Бундай мезонлар турғунлик тўғрисидаги маълумотни тенглама илдизларини ҳисобламасдан аниқлаш имконини беради.

Ҳозирги пайтда АРС барқарорлигини (турғунлигини) аниқлаш учун алгебраик ва такрорийлик мезонларидан фойдаланилади.

Турғунликнинг алгебраик мезонлари сифатида Раус-Гурвиц такрорийлик мезонлари сифатида Михайлов мезонини кўрсатиш мумкин.

Раус-Гурвиц мезони. Турғунликнинг 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 қийматларга 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 турғунлиги учун унинг коэффициентлари $a_0 > 0$ ва $a_1 > 0$ 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 турғун 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 турғун 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.

Юқори тартибли системалар учун зарур ва етарли шартлар ҳам шу йўсинда Раус-Гурвиц томонидан тузилган алоҳида жадвалга мувофиқ 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 қийматларга 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 мувофиқ, текшириладиган АРС турғун система ҳисобланади.

Михайлов мезони. Такрорийлик мезони сифатида олим Михайлов томонидан 1938 йилда таклиф этилган геометрик мезон билан танишамиз. АРС турғунлигини 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 қийматлардан 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 годографи деб аталади. Михайлов мезони ана шу годографга асосан қуйидагича таърифланади, n -тартибли АРС турғун бўлиши учун тенглама $D(j\omega)$ векторининг годографи комплекс юза текислигининг ҳақиқий ўқи a ни $\omega = 0$ нуқтасидан бошлаб соат стрелкасига тескари томонга айлантирилганда кетма-кет n квадратни босиб ўтиши керак. Буни қуйидаги мисолда кўриш мумкин.

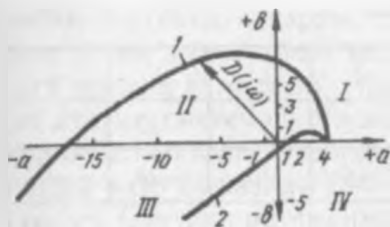
3-тартибли АРСнинг тавсифий тенгламаси берилган

$$P^3 + 3P^2 + 7P + 4 = 0$$

(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:

$$D(j\omega) = -j\omega^3 - 3\omega^3 + 7j\omega + 4 = 0.$$

Бу тенгламани ҳақиқий $a(\omega)$ ва мавҳум $jb(\omega)$ қисмларга ажратиш мумкин:



83- расм. Михайлов годографлари:
1 — турғун система годографи;
2 — нотурғун система годографи.

$$\begin{aligned} a(\omega) &= 4 - 3\omega^2 = 0, \\ b(\omega) &= 7\omega - \omega^3 = 0. \end{aligned}$$

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 юзга текисликнинг 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 барқарор 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 коэффиценти камайиб кетганлигини кўрсатади. Системанинг комплекс тенгламаси $D(j\omega) = -j^3 - 3\omega^2 + j\omega + 1$, тенгламанинг ҳақиқий ва мавҳум қисмлари

$$\begin{aligned} a(\omega) &= 4 - 3\omega^2, \\ b(\omega) &= \omega - \omega^3. \end{aligned}$$

бўлади. Система годографи 83-расм, 2-график, 9-жадвал асосида қурилган. Бундай система Михайлов мезонига мувофиқ нотурғун ҳисобланади.

ω	0	0,5	1	2	2,5	3	∞
$\sigma(\omega)$	4	3,25	1	-8	-14,7	-23	∞
$b(\omega)$	0	0,375	0	-6	13	-24	∞

10.4-§. Утиш жараёнларининг сифат кўрсаткичлари

АРСнинг уткинчи жараёнлари барқарорлик талабларига жавоб бера олиш билан бирга технологик жараён талабларига мувофиқ сифат кўрсаткичларига ҳам эга бўлиши зарур. Акс ҳолда АРС узининг асосий вазифасини бажара олмаган бўлади.

АРСнинг иш сифати унинг уткинчи жараён тавсиф графиги асосида қуйидаги кўрсаткичларга мувофиқ таҳлил қилинади ва баҳоланади:

1. Ростланувчи параметрнинг максимал оғиши — $\Delta X_{\max}$.
2. Ростланувчи параметрнинг уткинчи жараён тамом бўлгандан кейин қолдиқ хатоси — ΔX .
3. Утиш жараён вақти — t_r .
4. Утиш жараёнининг суниши (тебранувчанлиги) — φ .

Бу кўрсаткичлар АРС учун энг оғир утиш жараёнини вужудга келтирадиган объект юкланишининг сакрашсимон узгариши $X_k = A[1]$ шароитида аниқланади.

Ростланувчи параметрнинг максимал оғиши $\Delta X_{\max}$ утиш жараёнидаги ростланувчи параметрнинг максимал қийматига 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 қолдиқ қиймати $\Delta X_{\text{қ.о.1}}$ дан бошлаб ҳисобланади. $\Delta X_{\text{қ.о.1}}$ АРСнинг статик хатоси (84-б расм). Ростланувчи параметрнинг максимал оғиши АРС нинг динамик ҳолатини, статик хато $\Delta X_{\text{қ.о.1}}$ эса унинг статик ҳолатини тавсифлайди.

Ростланувчи параметрнинг утиш жараёни давомида ва янги турғун ҳолатга утгандаги оғишлари ($\Delta X_{\max}$, $\Delta X_{\text{қ.о.1}}$) ҳар бир АРС учун олдиндан берилган қўйим қийматидан, АРСнинг ишлаш сифатини баҳолаш учун белгиланган чегарадан (пунктирли чизиқ) четга чиқмаслиги талаб қилинади.

Ростланувчи параметрининг утиш жараёнидан кейинги қолдиқ хатоси ΔX фақат статик системаларга хос бўлиб, астатик системаларда бундай хато бўлмайди (84-а, б расм). Статик системанинг қолдиқ хатоси ошган сари унинг иш сифати пасая болади.

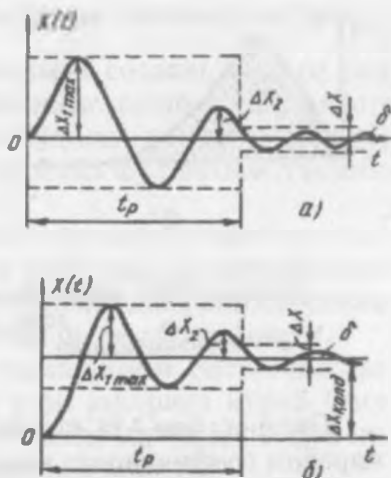
Ўтиш жараёнининг вақти t_p системага ташқи таъсир кўрсатилган ондан ростланувчи параметрининг носезувчанлик зонасига киргунча ўтган вақт оралиғини белгилайди (84-а, б расм). Ростланувчи параметрининг максимал оғишининг катта бўлиши системанинг тебранувчанлигини оширади ва ростланиш вақти t_p ни узайтиради.

АРСнинг барқарор ҳолатларидаги носезувчанлиги ҳам унинг сифат кўрсаткичларини пасайтиради. Носезувчанлик ростланувчи параметрининг узгаришидаги шундай бир кичик миқдорки, 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 параметрининг барқарор ҳолатида пайдо бўладиган энг сўнгги кичик оғиш билан тавсифланади. Миқдор жиҳатидан $\delta < \Delta X$ бўлади.

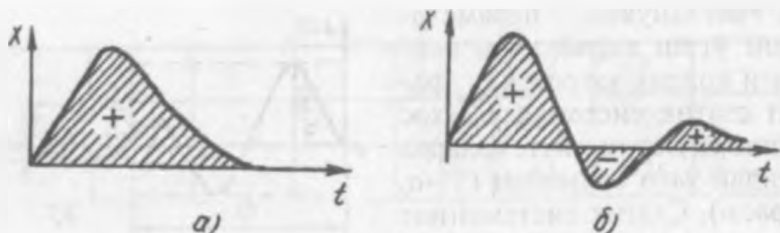
Ўтиш жараёнининг сўниши ундаги кетма-кет утадиган иккита оғиш амплитудасининг айирмасига тенг бўлиб, нисбий бирликда қуйидагича ифодаланади (84-а, б расм):

$$\varphi = \frac{\Delta X_{1\max} - \Delta X_2}{\Delta X_{1\max}}$$

Бу миқдор тебранувчи системаларни ростлаш сифатини аниқлашда универсал кўрсаткич ҳисобланади.



84-расм. Ўтиш жараёнининг сифат кўрсаткичларини аниқлашга доир графиклар:
а — астатик система учун;
б — статик система учун.



85- расм. Утиш 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 йиғиндисидан баҳоланади.

Агар ўтиш жараёни аperiодик тавсифга эга бўлса (тебранувчи бўлмаса), унинг юзаси

$$S = \int_0^T X(t) dt$$

формула билан ҳисобланади (85-а расм).

Ўтиш жараёни тебранувчи бўлса, унинг ўтиш жараёни графигининг умумий юзасини ҳисоблаш учун квадратик интеграл

$$S = \int_0^T X^2(t) dt$$

формуласидан фойдаланилади. Бу формуланинг афзалликлари 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 юқори бўлади.

10.5-§. Регуляторни (ростлагични) оптимал созлаш

Автоматик регуляторни оптимал созлаш, ундаги созлаш элементлари параметрларининг талаб даражасидаги сифат кўрсаткичига мувофиқ бўлиши ва шу йўл билан АРСнинг ростлаш жараёни оптимал бўлишини таъминлашдан иборатдир.

I. Икки ҳолатли (позицияли) автоматик ростлаш системаларининг оптимал бўлиши учун ижрочи элемент унча катта бўлмаган такрорийликда ишлагандаги автотебраниш амплитудасининг минимал бўлиши талаб қилинади.

II. Узлуксиз ростлаш системаларининг ростлаш жараёнларининг оптимал бўлиши учун юқорида кўриб утилган турғунлик талабини сўзсиз бажариш билан бирга яна қуйидаги талаблар ҳам бажарилиши шарт:

1) ўтиш жараёни вақти (ростланиш вақти) 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 юқорида айтилган талабларни ҳам ўз ичига оладиган энг биринчи кўрсаткич бу ўтиш жараёнининг сўниш жадаллиги ҳисобланади. Ўтиш жараёнининг сўниш жадаллиги тебранувчи жараён графигига (84-а, б расм) мувофиқ қуйидагича ифодаланади:

$$\varphi = \frac{\Delta X_{1\max} - \Delta X_2}{\Delta X_{1\max}} = 1 - \frac{\Delta X_2}{\Delta X_{1\max}}, \quad (52)$$

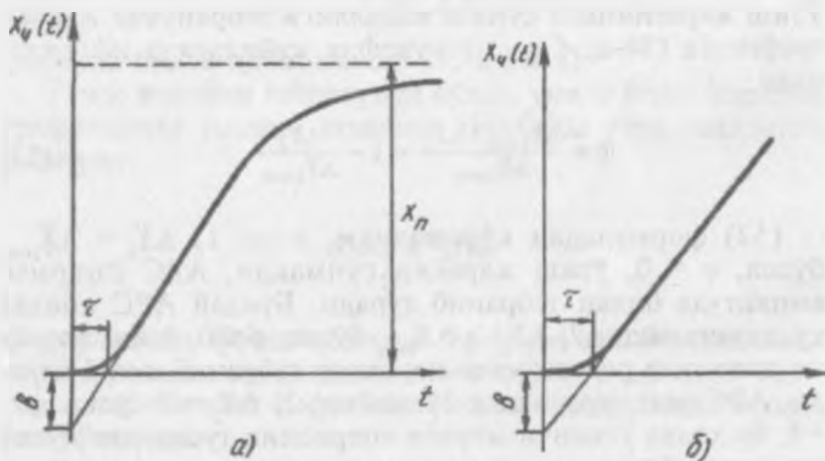
(52) формуладан кўринадикки, агар: 1) $\Delta X_2 = \Delta X_{1\max}$ бўлса, $\varphi = 0$, ўтиш жараёни сўнмайди, АРС ўзгармас амплитуда билан тебраниб туради. Бундай АРС амалда қўлланилмайди; 2) $\Delta X_2 > \Delta X_{1\max}$ бўлса, $\varphi < 0$, ўтиш жараёни давомида ростланувчи параметр тебраниб 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 мувофиқ ўтиш жараёнининг сўниш даражалари $0 < \varphi < 1$ оралиғида бўлиши маъқул бўлади. Ҳозирги пайтда АРС нинг амалдаги техник-иқтисодий

курсаткичларига асосланиб, утиш жараёнининг энг қулай сўниш тезлиги учун $\varphi = 0,7 \dots 0,8$ қабул қилинган. Бу ҳолда апериодик утиш 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 сошлаш параметрларининг оптимал қиймати деганда утиш жараёнининг сўниш тезлиги $\varphi = 0,75$ бўлганда жараённинг ростланиш вақти t_r етарли даражада минимал қийматга эга бўлиши кўзда тутилади.

Ҳозирги вақтда регуляторнинг оптимал сошлаш параметрларини жуда ҳам юқори аниқликларда ҳисоблаш усуллари мавжуд. Лекин амалда энг оддий тахминий усул, АРС ва унинг элементлари — объект ва регулятордаги утиш жараёнларини аналитик ва тажрибада урганишда эмпирик формулалардан фойдаланишга асосланадиган графоаналитик усул кенг қўлланилади. Бу усулга мувофиқ, объектларнинг статик ва астатик турлари учун П ва ПИ типидagi регуляторларни оптимал сошлаш параметрларини аниқлаш қуйидаги тартибда бажарилади:

1. Объект динамик тавсифининг параметрлари (T_0 , τ , ϵ , ρ ва купайтма $\epsilon \rho \tau$) тажриба йули билан олинган утиш тарзи тавсифи 86-а, б расм асосида графоаналитик усул билан аниқланади.



86- расм. Регуляторни сошлаш параметрлари (ϵ , ρ , τ , σ) ни объектни утиш тарзи графигидан аниқлаш: а — статик объектнинг утиш тарзи графиги; б—астатик объектнинг утиш тарзи графиги.

2. Қўлланилиши мумкин бўлган регуляторнинг типи (П ёки ПИ) танлаб олинади.

10-жадвал

Регуляторларни созлаш параметрларининг оптимал қийматлари

Объект харак- теристи- каси	$\epsilon\tau = 0 - 0,2$		$0,2 < \epsilon\tau < 1,5$		$1,5 < \epsilon\tau$	
	регулятор типлари					
Рост- лаш пара- метри	П	ПИ	П	ПИ	П	ПИ
k_n (про- порц.)	$\frac{1}{\epsilon\tau}$	$\frac{1}{1,1\epsilon\tau}$	$\frac{\rho(\epsilon\tau+0,7)}{2,6(\epsilon\tau-0,08)}$	$\frac{\rho(\epsilon\tau+0,6)}{2,6(\epsilon\tau-0,08)}$	$0,5\rho$	$0,5\rho$
k_n (ин- тегр.)	—	$\frac{1}{3,6\epsilon\tau^2}$	—	$1,25\epsilon\rho k_n$		$0,83 \frac{\rho}{\tau}$

3. Объект учун танланган регуляторни созлаш параметрлари (k_n ва k_n) нинг қийматлари графикдан топилган объект параметрлари $\epsilon\tau$ қийматлари асосида ва 10-жадвалда келтирилган формулалар бўйича аниқланади. Бу ерда:

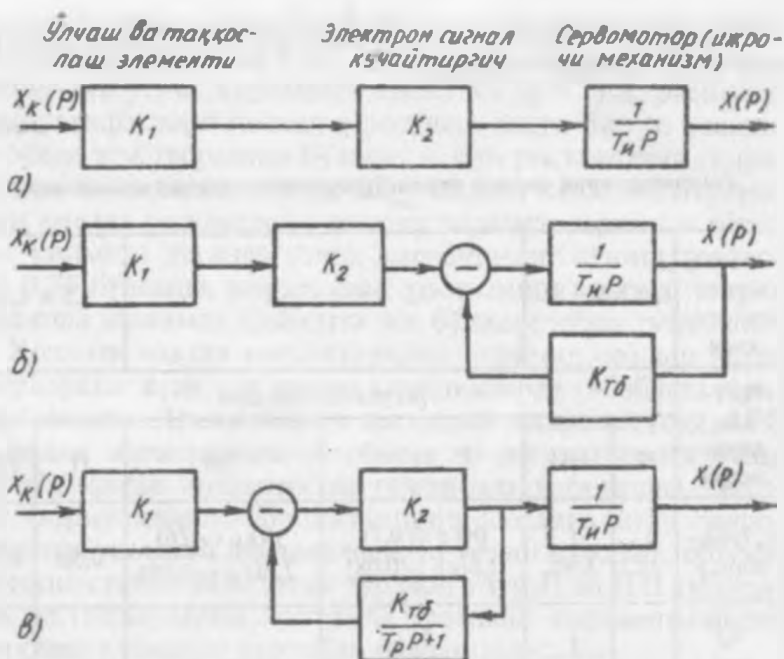
$\epsilon = \frac{b}{\tau\Delta\mu_0}$, $\rho = \frac{\Delta\mu}{X_2}$, $\Delta\mu_0$ — ростловчи органнинг X_p га мувофиқ сурилиши.

ХІ БОБ

РЕГУЛЯТОРЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

11.1-§. Регуляторнинг тузилиш схемалари

АРСнинг функционал схемасида (54-расм) регулятор асосан кетма-кет боғланган сигнал таққослаш, сигнал кучайтириш ва ижрочи механизмдан тузилган. Регуляторнинг бундай тузилиш схемаси 87-а расмда келтирилган. Унда таққослаш элементи куприк ёки потенциометрик қурилмалардан иборат инерциясиз бугин бўлгани учун сигнал узатиш функцияси K_1 , сигнал кучайтириш эле-



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 (таққослаш ва кучайтириш элементлари).

менти 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 ростлаш 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 қонуни бўйича ишлайдиган регулятор схемасини тузиш керак бўлса, схемадаги (87-а расм) ижрочи механизмнинг пропорционал

буҒин (K_{10}) орқали тескари боғланиш занжирини тузиш керак бўлади. Шунда схеманинг эквивалент сигнал узатиш функциясини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$K_s(P) = K_1 K_2 \frac{\frac{1}{T_n P}}{1 + \frac{1}{T_n P} K_{10}} = \frac{K_1 K_2}{T_n P + K_{10}}$$

бунда K_{10} — тескари боғланиш занжирининг сигнал узатиш коэффициентини. Ижрочи механизмнинг инерция доимийси T_n тескари боғланиш занжирининг кучайтириш коэффициенти K_n га нисбатан куп марта кичик бўлишини ҳисобга олганда, регуляторнинг янги тузилиш схемасининг эквивалент узатиш функцияси сигнал узатиш коэффициентига айланади: $K_s(P) = \frac{K_1 K_2}{K_{10}} = \text{const}$. Ҳосил бўлган эквивалент схема (87-б расм) мутаносиб (П) ростлагичнинг схемасини ифодалайди.

ПИ регулятор схемасини тузиш учун 87-а расмда кўрсатилган тузилиш схемасидаги электрон кучайтиргич элементи буҒин K_2 билан инерцияли буҒин $\frac{K_{10}}{TP+1}$ дан тузилган манфий ишорали тескари боғланишли ёпиқ занжирдан фойдаланилади (87-в расм).

11.2-§. Ростлаш қонунлари ва регуляторлар

Ростлаш жараёнида регулятор объектнинг ростлаш органига олдиндан берилган ростлаш қонунига мувофиқ таъсир қилиб объектнинг ростланувчи параметри $X_q(t)$ ни берилган миқдор X_0 га нисбатан оғиши $\Delta X(t) = X_0 + X_q(t)$ ни йўқ қилиш ёки мумкин бўлган қадар камайитириш учун хизмат қилади. Бунда регуляторни ростлаш қонуни 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 қонуни тўғри чизиқли ёки эгри чизиқли бўлиши мумкин. Амалда регулятор тенгламаси соддалаштирилади. Имкони борида ростлаш қонунлари тўғри чизиқли бўлишига эришиш учун ҳаракат қилинади.

«Оғиш» буйича ростлаш принципи асосланадиган регуляторда ростлаш қонуни қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$X_p(t) = f[\Delta X(t)].$$

Кўпинча бу ифоданинг ўнг томони фақат оғиш $\Delta X(t)$ ни эмас, балки унинг ҳосиласига (дифференциалига) ва интегралига ҳам эга бўлади. Оғиш буйича таъсир курсатадиган бундай регуляторнинг математик модели чизиқли тенглама қонунига мувофиқ 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 буйича ростлашни киритиш система турғунлигини, ростлаш жараёнининг сифатини ва ишлаш аниқлигини ошириш учун хизмат қилади.

П- регулятор энг оддий регулятор ҳисобланади. Унда ростловчи орган ростланувчи параметрнинг оғиши буйича таъсир курсатади. Ростлаш жараёнида (53) тенгламанинг фақат биринчи ҳади $K\Delta X$ гина иштирок этади, яъни ростловчи таъсир X_p ростланувчи параметрнинг оғишига мутаносиб, яъни $X_p(t) = K\Delta X_p(t)$, яна ҳам соддалаштирилганда $X_p = K\Delta X$ бўлади. Бундай қонун билан ишлайдиган регуляторлар «пропорционал», яъни П-регуляторлар деб аталади. Коэффициент K мутаносиблик (пропорционаллик) регуляторни кучайтириш коэффициенти деб ҳам юритилади. Саноатда қўлланиладиган регуляторда K 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 қонунига 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 фақат $\Delta X = 0$ бўлгандагина мумкин. Демак, И-регулятор қўлланганда статик хато ΔX бўлмайди, $\Delta X = 0$ бўлади. АРС статик иш ҳолларида хатосиз (оғишсиз) ишлайди. Интеграллаш коэффициенти $K_n = \frac{1}{T_n}$ бўлади, бунда T_n — регуляторнинг созлаш параметри ёки интеграллаш доимийси.

Амалда И-регуляторни тузишда интегралловчи бўгин турларидан фойдаланилади. Айтилган афзалликларга қарамай И-регуляторлар амалда кам 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:

$$\text{П-регуляторда } X_{po} = K\Delta p X_0.$$

$$\text{И-регуляторда } X_{po} = \frac{1}{T_n} \int \Delta X_0 dt = \frac{\Delta X_0}{T_n} \cdot t.$$

П-регуляторни ростлаш қонуни вақтга боғлиқ эмас. ΔX_0 пайдо бўлиши билан тегишли ростловчи таъсир пайдо бўлади. И-регуляторни ростлаш қонунига X_{po} вақт t билан

ҳам боғланган. $t = 0$ бўлганда $X_{\text{рн}} = 0$ бўлади. Демак, ростлаш жараёнининг бошланишида $X_{\text{рн}}$ 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 айtilган 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 соzлаш параметрлари K_p ҳамда T_n .

Пропорционал — интегралловчи-дифференциалловчи (ПИД) регулятор ростловчи органининг ростланувчи параметрининг оғиши унинг интегралли 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 қонунига оғиш тезлиги бўйича ростлаш қонунини киритади.

Икки позицияли регуляторларнинг ростлаш органи ростланувчи параметрининг оғиши $\pm \Delta X$ бўлганда сакрашсимон ҳаракат қилади. Реле қонунига 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

Юқорида курилган автоматик регуляторларнинг бирон-таси ҳам системанинг ростлаш хатосини тўла йўқ қила олмайди. Бунинг сабаби системанинг тескари боғланиш занжиридаги сезгич ростланувчи параметрнинг оғишини фақат ростлаш хатоси пайдо бўлганидан кейин ва оғиш миқдори 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 миқдори 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 аниқланадиган 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 коэффицентларини ҳисоблаш, созлаш кўрсаткичларини аниқлаш ва қўллашдан иборат бўлади.

Узатиш коэффициенти K , изодром вақти T 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 тенгламасидаги (ростлаш қонунидаги) коэффициентларнинг қийматлари кераклича ўзгартирилади: объектнинг маълум динамик хусусиятларига ва технологик шарт-шаронтларига мувофиқ талаб қилинадиган ростлаш сифати белгиланади.

Регуляторнинг созлаш параметрлари қабул қилинган ростлаш қонунига (регуляторнинг турига), объектнинг динамик параметрлари: сигнал кечиқиши τ , вақт доимийси T , уларнинг нисбати $\frac{\tau}{T}$ ва объектнинг сигнал узатиш коэффициенти $K_{об}$ га мувофиқ ҳисоб қилинади ва аниқланади.

Узлуксиз таъсирли регуляторларнинг созлаш параметрларини айтиб утилган объект параметрлари асосида қуйидаги эмпирик формулалар асосида танлаш мумкин:

$$\text{И-регулятор учун } K_0 = 1/(4,5 K_{об} T),$$

$$\text{П-регулятор учун } K_1 = 0,3 / (K_{об} \cdot \frac{\tau}{T}),$$

$$\text{ПИ-регулятор учун } K_1 = 0,6 / (K_{об} \cdot \frac{\tau}{T}), T_n = 0,67T,$$

$$\text{ПИД-регулятор учун } K_1 = 0,95 / (K_{об} \cdot \frac{\tau}{T}).$$

$$T_n = 2,4\tau,$$

$$T_d = 0,4\tau.$$

Бунда T_n — регуляторнинг 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 туғрисидаги юқорида келтирилган бошланғич маълумотлар ПДИ жараёнларининг комплекс ва тула автоматлаштириш поғоналарига кутарилишини тезлаштиришни кўзда тутди.

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

Х II Б о б

АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ЛОЙИҲАЛАШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

12.1.-§. Умумий маълумот

Пахта заводларидаги технологик оқим тизмаси ва ундаги алоҳида технологик объектлар: пневмотранспорт, қуриштиш барабани, пахтани бегона аралашмалардан тозалаш, чигитдан пахта толасини ажратиш (жинлаш), пахта толасини бегона аралашмалардан тозалаш, чигитдан момиқ 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 коэффициент — $K_{\text{об}}$, сигнал узатиш функцияси — $K(P)$ ва бошқалар аниқланади. Объектни автоматлаштиришга тайёрлаш учун зарур бўлган объект хусусиятлари ва параметрларини аниқлаш мақсадида кўпинча тадқиқот ишлари ҳам ўтказилиши зарур бўлади.

Ўтказилган тажрибалар асосида объектнинг уткинчи ҳолат тавсифи ҳамда такрорийлик тавсифлари ва узиचा тенглашиш хусусиятлари аниқланади.

Тажриба-синов ишлари технологик объектнинг ўзида ўтказилганда объект параметрлари T , K_{∞} ва $K(P)$ анча юқори аниқликларда топилади, бу ўз навбатида автоматик бошқариш ва ростлаш воситаларини танлашни 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 автоматлаштириш системасига қўйиладиган талаблар кўрсатилади. Ма-

шина ва ускуналарнинг рўйхати, техник тавсифлари, қабул қилинган технологик схемалари, юкланишининг ўзгариш чегараси, машина ва қурилмаларнинг ишлаши ва асосий схемаси берилади. Булардан ташқари, техник топшириқда объектни автоматлаштириш даражасига алоҳида эътибор берилади; ҳимоя асбоблари ёрдамида кузатишни тақозо этадиган параметрлар рўйхати ва уларни созлаш қийматлари; ростлаш талаб қиладиган параметрлар рўйхати ва уларнинг зарур курсаткичларининг (берилган катталигининг) ўзгариш чегараси ва талаб қилинган ростлаш аниқлиги; лозим бўлган ишлаш ҳамда бузилиш сигналларининг рўйхати ва улар туғрисида аниқ курсатмалар берилади. Энергия таъминоти (электр системалари учун — ток тури, кучланиш катталиги, пневмосистемалар учун — ҳавонинг ишчи босими) туғрисида 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 ҳимоя йўллари аниқланади, автоматлаштириш воситалари, асбоб-ускуналари тахминий танланади.

Автоматик техник воситалар ва асбобларни танлашда уларнинг саноатда ишлаб чиқарилган стандартлаштирилган номларидан фойдаланилади. Керакли 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 уринли вариант туғрисидаги таклифлари киради. Бундай вариант техник-иқтисодий 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 тулароқ аниқланади. Принципиал (электрик, пневматик, гидравлик) схемалари ишлаб чиқилади. Бошқариш пульти, шчитларни танлаш ва қабул қилиш ишлари ба-

жарилади. Уларда улчов асбоблари, бошқариш ва сигнал-лаш органлари жойлаштирилади. Техник лойиҳанинг тушунтириш хатида автоматлаштиришнинг қабул қилинган вариантыни асословчи далиллар келтирилади, техник иқтисодий ҳисоблаш, асбоблар ва автоматика воситаларининг хусусиятлари баён қилинади.

Ишчи лойиҳа (III босқич) автоматлаштириш системаларини яратиш бўйича қилинадиган ишлар туғрисидаги асосий ишчи ҳужжатлардан иборат бўлади. Унга ҳужжатлардан ташқари автоматлаштириш воситалари, шчитлар, бошқариш пульталари, электр монтаж схемалари, электр ўтказгич тизмалари ҳамда кабелларни ётқизиш чизмалари, шунингдек техник шарт-шароитлар, техник ёзувлар, созлаш ва ишлатиш бўйича курсатмалар ҳам киради.

12.3-§. Автоматлаштиришнинг технологик схемаси

Технологик жараёни ёки алоҳида объект ва агрегатларни автоматлаштириш лойиҳасини ишлаб чиқиш борасида энг аввал уларнинг технологик схемаси ҳар томонлама урганилади ва технологик схеманинг энг қулай шароитларда ишлашини таъминлайдиган автоматлаштириш воситаларидан фойдаланишга эришиш кузда 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 қуриштириш ҳамда тозалаш жараёнлари ўтадиган цех.

4. Чигитдан тола ажратиш, тозалаш, пневмотранспортда узатиш, намлаш ва зичлаш-тойлаш жараёнлари ўтадиган цех.

5. Чигитдан калта тола-момиқ ажратиш, пневмотранспортда узатиш ва зичлаш-тойлаш жараёнлари ўтадиган цех.

Цехларнинг ҳар бири узининг технологик схемаси асосида тузилган автоматлаштиришнинг лойиҳалаш схемасига эга бўлади. Шундай схемалардан бири — пахтани оқим тизмасига узатиш жараёнлари ўтадиган цехни автоматлаш-

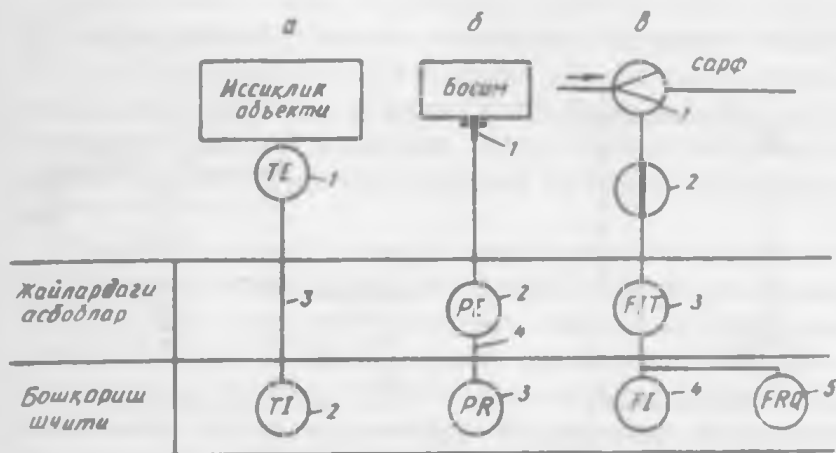
тиришнинг ишчи лойиҳасининг схемаси мисол сифатида 88-расмда кўрсатилган. Бу цехда урта жараён кетма-кет утади:

- 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 жараёнини автоматлаштириш учун пахта массасининг сезгичи ПМС, юритмаларнинг юкланиши билан боғлиқ бўлган ҳимоя чораларини яратиш учун зарур бўлган ток сезгичи ТСлардан фойдаланиш асосида бунтдан пахта олгич қўрилмасини автоматик бошқариш, жараён тўхтаган вақтларини қайд қилиш, ҳимоявий тўхтатиш ва сигналлаш автоматик системаларини қўлланиш ва бошқалар 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 бўлиши бошқариш, кузатиш, ростлаш, ҳимоя автоматик схемалари билан таъминлаш чора-тадбирларини кўрсатиб гурувчи техник ҳужжатдир. Функционал схема автоматлаштириш лойиҳасини амалга оширишнинг бошланишидир. Схемада объектнинг кузатиладиган параметри ва кузатиш ўрни, қўлланадиган сезгич (датчик) ва ўлчов асбоблари; оралиққа сигнал узатиш усули (электрик, пневматик ва гидравлик); ижрочи механизм ва ростлаш органи турлари, таққословчи қўрилмалари, ўзиб-улагичлар, ижрочи механизмлар, бошқариш аппаратлари, марказлаштирилган кузатиш ва бошқариш машиналари (ЭХМ), телемеханика қўрилмалари, ҳимоя ва ҳисоблаш элементлари кўрсатилади. Ёрдамчи қўрилмалар, филтрлар; редукторлар, таъминлаш манбалари, реле, магнитли ишга туширгичлар, автоматлар, сақлагичлар, манба занжирларининг узгичлари ва бошқалар функционал схемада кўрсатилмаслиги ҳам мумкин.



89-расм. Автоматлаштиришнинг функционал схемалари.

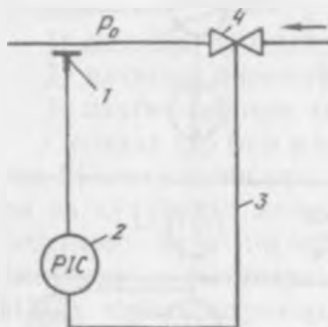
Схемадаги сезгичлардан кейин технологик оқим тизмасида бевосита ўрнатиладиган ўлчов-ўзгарткичлар, иккиламчи ўлчов қурилмалари, узатиш ва курсатув асбоблари, автоматика воситалари, асбоб-ускуналари, ундан сунг функционал схеманинг энг пастки қисмида бошқариш пулти ва бошқариш аппаратлари ўрнатиш булади.

Функционал схемаларда бундай техник қурилмалар иккита (пастки ва устки) рамкалар ичига олинган булади.

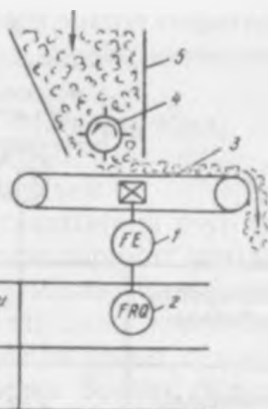
Функционал схемаларда (89, 90, 91-расмлар) ўлчов асбобларининг бошқариш шчитидagi аппаратлар билан боғланиши чизиклар билан курсатилади ва бу чизикларда ўлчанадиган ёки ростланадиган технологик ва бошқа параметрларнинг чегара қийматлари акс этади.

Схемани ўқиш осонлашуви учун объект параметрларини ўлчаш билан боғлиқ ҳамма қурилмалар тартибли сонлар ва ҳарфлар билан белгиланади. Масалан, объект ҳароратини ўлчайдиган термометр-сезгич (TE) 1 билан белгиланса, унинг ўлчов асбоби (TI) 2 билан, сезгич билан ўлчов асбобини боғловчи занжир 3 билан белгиланади (89-расм).

Автоматлаштириш воситаларини танлашда пахтани ёниш ва портлашдан сақланиш талаблари ҳисобга олина-



90-рasm. Босим АРСининг функционал схемаси:
1 — босим сезгичи; 2 — босимни кўрсатувчи ва ростловчи асбоб; 3 — сигнал узатиш йўли; 4 — ростлаш органи.



91-рasm. Оқим тизмасига узатиладиган пахта ёки чигит массасини ўлчаш, интеграллаш ва лентага езиб қолдириш қурилмасининг функционал схемаси:

FE—пахта ёки чигит сарфининг сезгичи, FRQ— сарфни вақт бўйича езиб, жамлаб турадиган қурилма.

ди. Ёнғин руй бериши мумкин булган оралиқ ва цехларда автоматлаштиришни лойиҳалаш 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 оқим тизмасини автоматлаштириш функционал схемаларини тузишда Давлат намуналарида берилган шартли график белгилар қўлланилади.

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 яратилдиган автоматик системанинг тузилиши, бошқариш объекти билан системанинг функционал элементлари аппаратура қисми ораларидаги функционал боғланишлар ҳамда технологик жараён ҳолатлари туғрисидаги ахборотларни йиғиш, ишлов бериш ва бошқариш асбоблари шаклланади.

Схемадаги ишлаб чиқариш қурол-яроғлари одатда ўзаро технологик оқим тизмасига мувофиқ боғланган бўлади ва пахта маҳсулотлари оқими ёки энергия оқимини акс эттирувчи шартли белгилар орқали кўрсатилади. Функционал схемада кузатиш, ростлаш, масофадан бошқариш, сигналлаш, ҳимоя системалари ва уларнинг ишлашини пухталаш (блокировка) қурилмалари функционал боғланишлар орқали ягона системага айланади ва шартли белгилар орқали кўрсатилади. Шартли белгиларга берилган ҳарfli 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 ҳамда АРС-нинг ростловчи органлари ўрнатилади.

2. Технологик агрегатлар ва оқим тизмасига яқин жойларда — кучайтириш блоклари, сигнал ўзгарткичлар, магнитли ишга туширгичлар, жойлардаги контрол ўлчов асбоблари, ижрочи механизм ва бошқалар ўрнатилади.

3. Бошқариш шчитида (пультида) — иккиламчи ўлчов асбоблари, регуляторлар, бошқариш калитлари, 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 фойдаланишда Давлат намунасига (стандартига) амал қилиш талаб қилинади. Функционал схемаларни тузишда қўлланиладиган ўлчов ҳамда автоматлаштириш воситаларидан баъзиларининг шартли белгилари 11-жадвалда кўрсатилаган.

**Автоматика асбоблари ва автоматлаштириш воситаларининг
шартли белгилари**

Автоматика элементлари номи	Шартли белгиси
Бирламчи ўлчов асбоби (сезгич-ўлчов узгарткич)	
Бошқариш шчитиди (пультда) урнатиладиган асбоб	
Доимий уланиб турмайдиган ва фақат сошлаш, иш- лаш қобилиятини (объектни) аниқлаш, таъмир- лаш 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 функцио-
нал аломатларини акс эттирувчи белгилар сифатида қуйи-
даги ҳарфлардан фойдаланилади:

Е — сезгич, бирламчи ўлчов узгартгич;

Т — оралиққа сигнал узатишни белгилайди;

К — бошқариш станцияси;

Е, Р, G — электрик, пневматик ва гидравлик сигнал-
лар.

Технологик параметрларнинг белгилари, функционал
аломатлар доиранинг юқори қисмига ёзилади (14-жадвал).

Ҳарфли белгиларни унгдан чапга қараб қуйидагича жойлаштирилади: асосий улчанадиган катталиқ; улчов асбобининг белгиси (курсатувчи); улчов асбоби бажарадиган вазифаси (ростловчи, қайд қилувчи) каби функционал белгилар алоҳида тартибда ёзилади. Масалан *TIRC* — ҳарорат (*T*), курсатувчи (*I*), қайд қилувчи (*R*), ростловчи (*C*) асбоблардан иборат эканлигини кўрсатади.

Иссиқлик ҳолатини назорат қилиш ва бошқариш улчов асбобларининг белгиларини қуйидагича ёзиш тавсия этилади: *TE* — ҳароратни (*T*), бирламчи улчов узгартгичи (*E*); *TS* — ҳароратни (*T*), пухталаш контактларини узиб-улагичи (*S*) (алмашлаб улагич).

TA — ҳарорат сигнализатори (лампали);

TC — ҳарорат регулятори (ростлагичи);

TIT — ҳароратни курсатувчи ва узгартирувчи асбоб;

TIR — ҳароратни сурилувчи контактли қурилма билан қайд қилувчи асбоб;

TIRC — ҳароратни курсатувчи, 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 акс эттирувчи ҳарфлар:

A — хабарлаш; *I* — кўрсатиш, *R* — қайд қилиш (регистрация).

Чиқувчи сигналларнинг шаклланиши: *C* — ростлаш, *S* — улаш-узиш, қайта улаш, сигналлаш, *H* ҳамда *L* — параметрнинг юқори ҳам пастки қийматлари туғрисида хабарлаш (сигналлаш).

Қушимча ҳарфлар: *D* — фарқ (айирма), *F* — нисбат, *Q* — интеграллаш, вақт бўйича жамлаш, *j* — сурилма контактли автоматик узиб-улагич.

12.6-§. Функционал схемаларнинг турлари

1. Ҳароратни автоматик кузатишнинг функционал схемаси 89, а-расмда курсатилган. Схема ҳарорат сезгичи (TE), ҳароратни курсатувчи асбоб (TI) ва сигнал узатиш чизиги 3 лардан иборат. Кузатиш асбоби (TI) бошқариш шчитиди (пультида) урнатилади.

2. Босимни автоматик кузатишнинг функционал схемаси 89, б-расмда курсатилган. Схема босим сезгичи (PE), босимни қайд қилувчи асбоб (PR) ва сигнал узатиш тизмаси 4 дан тузилган. Босимни қайд қилувчи PR бошқариш шчитиди урнатилади.

3. Суюқлик ва газ сарфини назорат қилиш схемаси 89, в-расмда курсатилган. Схема торайтириш элементи 1, конденсацион идиш 2, курсатувчи (шкалали) сигнал узгартирувчи улчов асбоби 3 (FIT) ва бошқариш шчитига урнатилган сарфни курсатувчи асбоб 4 (FI) ҳамда интеграторли ёзиб олувчи асбоб 5 (FRQ) дан тузилган.

4. Суюқлик ёки газ босимини автоматик ростлаш схемаси 90-расмда курсатилган. Бу схема суюқлик ёки газсимон моддаларнинг сарфланишини узгармас босим ($P_0 = \text{const}$) остида булишини таъминлайди. Бунинг учун сезиб олувчи ва қайд қилувчи асбоб 1 суюқлик утказувчи қувурнинг ростловчи тусиғидан кейинги зонасига урнатилади. Монометрик регулятор ва ёзиб олувчи асбоб 2 (PIC) сезгич 1 дан чиқувчи сигналга мувофиқ ишлаб, технологик жараён давомида босимнинг узгаришини кўрсатиб туради, уни лентага ёзиб олади ва регулятор қонуни бўйича ростлаб туради. Босимнинг берилган миқдори $P(t) = P_0$ га тенг ёки яқин булишини таъминлаш учун ростловчи тусиқ 4 га таъсир қилади, тусиқнинг сарф узгаришига мувофиқ равишда очиб ёки ёпиб, газ қувуридаги босимни ростлаб туради.

5. Технологик оқим линиясига узатиладиган пахта сарфини автоматик ростлаш схемаси 91-расмда курсатилган.

Схемада автоматлаштириш объекти лентали транспортёрдан технологик жараён давомида ўтиб турадиган пахта миқдорини сезувчи бирламчи улчов асбоби 1 (FE) ва сарфларни қайд қилиб турадиган улчов асбоби 2 (FRQ) қурилмаси транспортёр тарози 3 билан жиҳозланган. Қурилманинг моҳияти шундаки, лентали транспортёр 3 таянч нуқ-

тасига нисбатан тарозининг икки палласи вазифасини бажаради. Агар транспортёрга бункер 5 дан тушган пахта миқдори берилгандан ошиқ бўлса, транспортёрнинг унги томони кўпроқ босилади, чап томони кўтарилади, натижада чап томондан таъминловчи валик 4 дан транспортёрга пахта тушадиган оралиқ қисқариб, лентага тушадиган пахта миқдори камаяди. Бу эса транспортёрнинг узи тенглашиш хусусиятига эга эканлигини кўрсатади, оқим тизмасига ўтадиган пахта миқдорини 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 миқдорининг 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, вентильатор ва таъминловчи валикларнинг юритмалари *M1*, *M2* ни қўл (*H*) билан юргизиш *SB1*, *SB3* ва тўхтатиш *SB2*, *SB4* кнопкаларини босиш билан бошқариш ҳам кўрсатилган.

XIII боб.

ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

13.1-§. Пахта заводларини автоматлаштириш

Пахтани дастлабки ишлаш оқим тизмаси технологик жараёнларни автоматлаштириш масаласини ҳал қилишда анча мураккаб объектлар қаторида туради. Ундаги технологик жараён ўзининг тинимсизлиги, ҳисобга олиниши керак бўлган технологик параметрлар, уларнинг сезгичлари орқали олинadиган маълумотлар ва узаро боғланишларнинг кўплиги ҳамда тасодифий ташқи таъсирларнинг мавжудлиги билан тавсифланади. Бундай объектни комплекс автоматлаштириш, унинг ҳамма агрегат, булим ва

цехларида илғор техника ва технологиядан, ЭХМ ҳамда автоматлаштириш системаларидан фойдаланиш асосида мавжуд бўлади. Шундагина одам меҳнати янгича ташкил қилинган, меҳнат маданияти юқори поғонага кўтарилган бўлиши мумкин.

Маълумки, ҳозирги вақтда жумҳуриятимиз машинасозлари томонидан тайёрланиб, пахта заводларида ишлаётган технологик машина, механизм ва қурилмалар узининг технологик курсаткичлари бўйича бошқа давлатларда тайёрланаётган шундай машина ва механизмлардан ҳамма параметрлари бўйича қолишмайди. Шунга қарамай пахта заводларидаги комплекс механизациялашган оқим тизмаси технологик жараёнларни автоматлаштириш соҳасида анчагина орқада қолиш ҳамон сақланиб қолмоқда. Технологик жараёнларни кузатиш учун қулай имкониятлар яратилмаган, маҳсулотнинг сифати ва миқдори бевосита оқим линиясининг ўзида куп ҳолларда автоматик равишда кузатилиб турилмайди.

Пахта ва пахта маҳсулотларига оқим линиясида тинимсиз ишлов бериш жараёнида уларни сифат ҳамда миқдор курсаткичларининг ўзгаришини кузатувчи, сезувчи-сигнал берувчи техник қурилмалар ҳанузгача қулланилмаётир. Шу сабабли ишлаб чиқаришда сифат курсаткичларининг ўзгариши туғрисидаги маълумотлар, ҳозирги вақтда пахта ва пахта маҳсулотидан олинган «намунани» заводнинг технологик лабораториясида текшириш йўли билан аниқланмоқда. Шунинг учун ҳам технологик жараёни сифат курсаткичлари бўйича бошқариш оқим тизмасини тинимсиз иш жараёнида эмас, балки бир смена давомида 2—3 марта маҳсулотдан намуна олиш йўли билан амалга оширилади. Бу ҳол тола, чигит ва линт маҳсулотлари сифатининг пасайишига, технологик машина ва ускуналарнинг ишсиз туриб қолишига, энергия ресурсларининг ошиқча сарф бўлишига сабаб бўлмоқда. Бундай камчиликларни тугатиш пахта заводларини «комплекс автоматлаштириш» даражасига кўтариш билан боғлиқ бўлган долзарб масаладир.

Автоматлаштиришнинг функционал схемаси комплекс автоматлаштирилган пахта заводларини яратиш учун зарур бўлган илмий изланишлар, тажриба-конструкторлик ишлари ва бошқаларни, аниқ мақсадлар асосида олиб

бориш ишларининг асосий йуналишларини белгилаб беради. юқорида 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 кура 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. Бунинг бўлими (цех) лардаги алоҳида-алоҳида жараёнларнинг автоматлаштирилган системаларининг тузилиш схемалари мисолида кўриш мумкин. Масалан, пахтани технологик оқим тизмасига бир меъёрга узатишни ташкил қилиш учун локал автоматик системалар: пахта оғирлигини кузатиб ёзиб турадиган тарози транспортери ва уни таъминловчи бункеридаги пахта баландлигини ростлаб турадиган АРС, утаётган жараённи информатик тасвирлаш ва ёзиб олиш, сепараторда юз бериши мумкин бўлган пахта тикилишининг олдини олиш, сигналлаш ва пухталаш қурилмаларидан фойдаланилади.

Иккинчи иерархик поғонада технологик утиш бўлиmlари (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 йуналиш бўйича пахта саноати марказий илмий-текшириш институти ва бошқа илмий-текшириш институтларида бир қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ҳозирги вақтда пахтани қуриштириш, тозалаш, чигитдан тола ажратиш (жинлаш) технологик жараёнларининг математик модели яратилмоқда. Пахтага ишлов бериш технологик жараёнларини кўп мезонли оптимал-

* Иерархия — қуйи поғонада турадиган бошқариш системаларининг юқори поғонадаги бошқариш системасига тўла итоат қилиши маъноси-ни беради.

лашнинг алгоритмик ҳамда иш дастури билан таъминлаш масалалари уз ечимини топмоқда.

Учинчи иерархик бошқариш поғонасида пахта ва пахта маҳсулотларига ишлов бериш технологик жараёнларини марказлаштирилган кузатиш ва бошқариш ишлари завод миқёсида амалга оширилади. Меҳнат қуролларининг 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, мукаммаллашган қурилмалар, асбоб-ускуналар, ўлчов-ўзгарткичлар тайёр бўлиши биланоқ автоматлаштириш системасининг тузилишига ҳеч қандай зарар етмагани ҳолда ўз ўрнида ишга киритилиши ва қўлланиши мумкин бўлади.

Завод миқёсида тузиладиган ТЖБАС пахта саноати марказий илмий-текшириш институти (ПСМИТИ) томонидан тавсия этилган схемага (92-расм) мувофиқ қуйида келтирилган ўтиш бўлимлари (цехлари) ТЖБАС ларни уз ичига олади:

1 — пахтани тайёрлаш ва омбор ёки бунтларда сақлаш ТЖБАСи; 2—омбор ёки бунтдан, ишлов беришга узатилаётган пахтанинг миқдорини ҳисобга олиш ТЖБАСи; 3— пахтани қуритиш 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, ҳимоя, сигналлаш ва бошқалар) курсатиб қўйилган бўлади.

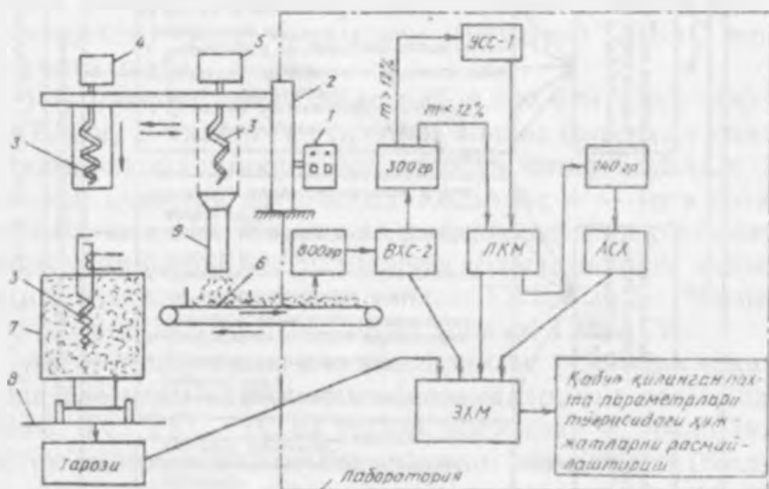
13.3-§. Пахтани автоматлаштирилган қабул қилиш системасининг тузилиши

Пахта тайёрлаш жараёнидаги жадаллик суръати жамоа хужаликларидан олинadиган пахтани юқори тезликда қабул қилиб олиш имконини бера оладиган механизациялаш-

ган 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 курсаткичлари) — 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 курсаткичи (НК), тозалик курсаткичи (ТК), пахтанинг нави курсаткичи (НавК.) ва бошқаларни туғридан-туғри пахта



93-расм. Пахта қабул қилиш жараёнлари автоматлаштирилган системасининг тузилиш схемаси:

1—намуна олгични бошқариш пульти; 2— намуна олгич ўрнатилган устун (девор); 3— намуна олгичнинг ишчи органи; 4— ишчи органи пахта ичига ботирувчи юритма; 5— олинган намунани транспортер 6 устига сурувчи ва намунани туширувчи юритма; 6— намунани лабораторияга узатувчи транспортер; 7— пахта ортилган арава; 8— юк платформаси; 9— намуна туширувчи туйнуқ.

ортилган араванинг узида тургани ҳолда ўлчаб оладиган ўлчов асбоблари системаси яратилиши ва улар орқали ўлчашни ташкил 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 вариантларидан бири 93-расмда кўрсатилган.

Пахта олиб келган арава 7 лаборатория ёнида тарози платформаси (палласи) 8 устига келиб тўхтайди. Намуна олгич 3 ни ишга тушириш учун бошқариш пультадаги ишга тушириш кнопокasi 1 босилади, юритма 4 ишга тушади. Намуна олгичнинг ишчи органи 3 аравачадаги пахта ичига кириб, маълум миқдордаги пахтани олади, тепага кутарилиб, транспортёр 6 устида тўхтайди. Шунда юритма 5 ишчи орган 3 ни очади, ундаги намуна пахта транспортёр 6 га туйнук 9 орқали тушади ва транспортёр орқали лабораторияга узатилади. Шундан сўнг намуна олгич 3 олдин юқорига кутарилиб, сўнгра чап томонга сурилиб тарози устида тўхтайди, пахта ортилган янги аравани кутиб туради.

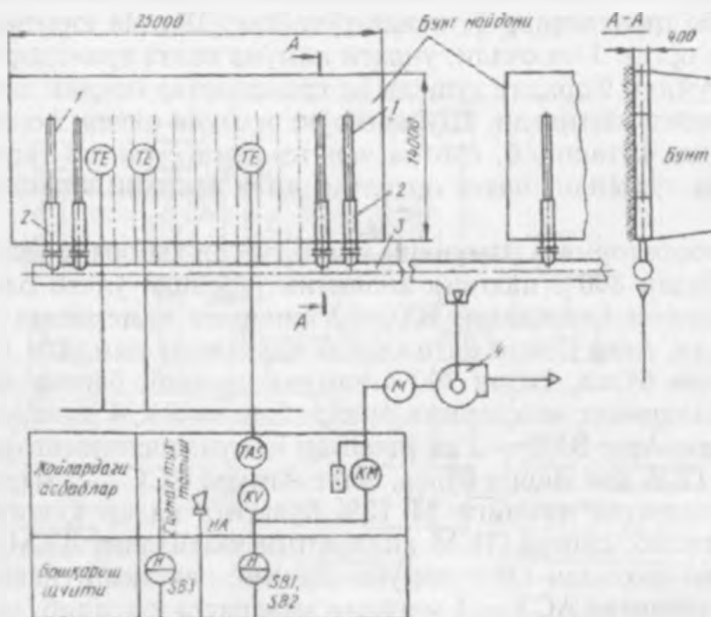
Лабораторияда намунани кутиб турган лаборант транспортёрдан 800 г пахтани аналитик тарозида ўлчаб олиб, намлигини ўлчайдиган ВХС—2 аппарати камерасига туширади. Агар ўлчаш натижасида пахтанинг намлиги 12% дан кам бўлса, ундан 300 г намуна олиниб, бегона аравачаларнинг миқдорини аниқлайдиган ЛКМ аппаратга узатади. Агар ВХС — 2 да ўлчанган намуна пахтанинг намлиги 12 % дан юқори бўлса, 300 г намуна УСС — 1 маркали аппаратда намлиги М 12% бўлгунга қадар қушимча қурилиб, сўнгра ЛКМ аппаратига узатилади. ЛКМдан чиққан пахтадан 140 г намуна олиниб, пахтанинг навини аниқлайдиган АСХ — 1 маркали аппаратга узатилиб, нави аниқланади.

Пахтанинг ҳамма кўрсаткичлари — оғирлиги ва сифати туғрисидаги маълумотларни ЭХМ ёзиб олиб, шунга мувофиқ қабул қилинган пахта параметрлари туғрисидаги ҳужжатлар расмийлаштирилади. Қабул қилинган пахта, параметрларига мувофиқ тегишли пахта омборига аравачада олиб борилиб тукилади ва пахта бунтлари тайёрланади.

13.4-§. Бунтланган пахтани сақлаш жараёнини автоматлаштириш

Пахтани узоқ вақт сақлаш учун уни бунтга ва омборларга жойлаштириш вақтида нави ва намлигига катта эътибор берилади. 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 қизиб кетмаслиги учун 1- ва 2- нав пахтанинг ҳароратини ҳар 5 кунда лаборантлар термоўлчегич ёрдамида текшириб туришади. Пахтанинг ҳарорати унинг навига мувофиқ берилган миқдор 20—30°C дан ошадиган бўлса, уни совитиш чораларини куриш, яъни бунт ичидаги қизиган ҳавони тортиб олиш керак бўлади.



94-расм Пахта бунтини қизишини кузатиш ва совитиш системасининг функционал схемаси:

TE—ҳарорат сезгичи; TKS—контакти 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 қизиганда ундан қизиган нам ҳавони сўриб олиш учун ҳозирги вақтда махсус стационар вентилятор ускуналардан фойдаланилади (94-расм). Бу ускуна 25×14 м² ли бунт майдончасида металл панжара билан уралган 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 йули 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 чора-тадбирлар: ўт чиқишининг олдини олиш учун хизмат қиладиган автоматик система марказлаштирилган ишга тушириш, пухталаш ва тўхтатиш системаси ва ишчи машиналарни ҳимоявий тўхтатиш қурилмасидан фойдаланиш кўзда тутилади. Пахтани омборларда ва бунтларда сақлаш жараёнларида ҳарорат сезгичи сигналидан фойдаланилган ҳолда бунтнинг ички ҳароратини *TAS*, *KV* ва *KM* асбобларидан иборат автоматик кузатиш системаси ва ҳарорат нормаси 20—30°C дан юқори кўтарилганда қизиган ҳавони тортиб оладиган вентилятор системасини автоматик ишга тушириш ҳамда тўхтатиш системалари бўлишини кўзда тутати.

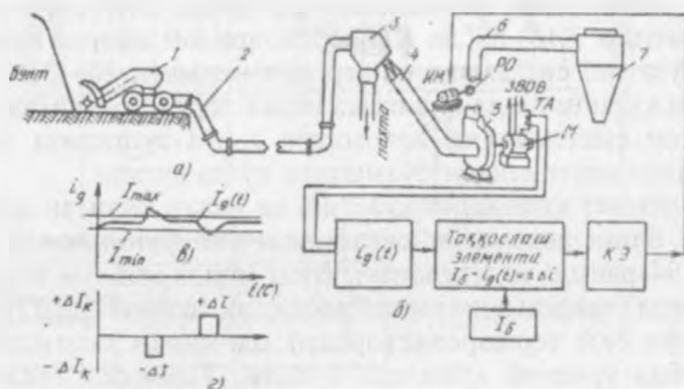
Бунтнинг қизишини кузатиш ва ундан қизиган ҳавони сўриб олиш автоматик системасининг функционал схемаси 94-расмда келтирилган. Бунт ичида маълум координатларда (хавфли зоналарда) иссиқлик сезгичлари *TE* (терможуфт ёки терморезисторлар) олдиндан белгиланган тартибда ўрнатиб қўйилган бўлади. Термосезгичлар *TE* иссиқлик миқдорини электр миқдorigа $e_T = K\theta$ айлантиради ва контактли термосигнализатор *TAS* га таъсир қилади. Термосигнализатор контакти орқали чиқувчи сигнал ўз навбатида электромагнит реле *KV* га таъсир қилади. Реле *KV* нинг контактлари орқали чиқувчи сигнал бошқариш аппарати *KM* ёрдамида мотор *M* ни бошқаради.

Термосигнализаторга пахтанинг нави ва намлигига қараб 20°C — 30°C миқдорлар оралиғида топшириқ берил-

ган бўлади. Шунда термосигнализаторга сезгичлардан келган сигнал берилган топшириқ катталигига тенглашиши билан у ўз контактини улайди, реле KV ва бошқариш аппарати KM вентилятор юритмаси M ни ишга туширади. Вентилятор, бунтнинг ички ҳарорати топшириқ 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 оқим тизмасига узатиш жараёнларини автоматлаштириш

Пахтани технологик оқим тизмасига узатиш жараёни омбордан ёки бунтдан РБД маркали ғилдиракда сурилувчи машина 1 (95-расм) ёрдамида пахтани бир меъёрда олиш, пахта ташийдиган босимли ҳаво қувирига (пневмотранспортга) узатадиган таъминлагичларнинг ишлаши ҳамда босимли ҳаво қувирида пахта ташиш, шунингдек



95-расм. Босимли ҳаво қувири вентиляторини автоматлаштиришнинг функционал схемаси:

- a — пахтани босимли ҳаво қувирида ташишнинг технологик схемаси;
 b — вентилятор юритмаси юкланишининг, «оғиш» бўйича АРСининг функционал схемаси; θ — вентилятор юритмасининг юкланиш графиги $i(t)$, z — юкланишнинг оғиши (бошқарувчи сигнал) графикалари;
 $ИМ$ — ижрочи механизм (тусиқ юритмаси); PO — ростловчи орган (қувиридаги тусиқ) $КЭ$ — кучайтирувчи элемент.

оқим тизмасига узатиладиган пахта сарфини ҳисобга олиш жараёнларидан иборат бўлади. Бу жараёнларни автоматлаштириш мақсадида 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 занжириини ҳимоявий 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 булақларини чуғланиш датчиги — ЧС дан фойдаланилган техник воситалар — ҳаво билан пахта ташиш БАСи ва АРСи, пахта чуғланиши ва ут олишидан сақлаш автоматик системаси, сепараторни тикилишдан сақлаш 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, суриш қузури 4, вентиллятор 5, ишлатилган ҳавони чиқариш қузури 6, циклон 7 дан иборат. Системанинг ишлашидаги энг оғир ҳолат технологик оқим тизмасига пахтанинг нотекис узатилиши, оқим тизмаси машиналари, айниқса сепараторнинг ишлаш ҳолатига бўладиган таъсири катталигидадир. Маълумки, вентиллятор юриткичи М нинг юкланиши босимли ҳаво қузурида пахта бўлмаса, энг катта бўлади, пахта

миқдори ошган сари унинг юкланиши камайиб боради ва ниҳоят, сўриш қувуридаги тўсиқ тула ёпилганда вентилятор юриткичи M нинг юкланиши энг кам бўлиб, у салт юриш ҳолатига утади. Босимли ҳаво қувурида пахта бўлганда вентиляторнинг юриткичи энг оғир — ута юкланиш ҳолатида ишлайди. Шунингдек, вентиляторни ишга тушириш жараёни тўсиқ, очик бўлганда энг оғир, тўсиқ ёпик бўлганда эса энг енгил бўлади, электр юритгичнинг тармоқдан оладиган энергияси (токи) тўсиқ ёпик бўлганда энг кам, тўсиқ очик бўлганда энг кўп бўлади. Шунинг учун ҳам вентиляторнинг автоматик бошқариш системасига қуйидаги талаблар қўйилади:

1. Вентиляторни ишга тушириш вақтида сўриш қувуридаги тўсиқ PO ёпик бўлиши керак.

2. Нормал юкланиш ҳолатида босимли ҳаво қувури орқали узатиладиган пахтанинг миқдори бир текис ва берилган миқдорга тенг бўлиши керак.

Биринчи талабни бажариш учун автоматика системаси вентилятор ишга тушишидан олдин тўсиқ ёпик бўлишини ва ишга тушиши жараёнида маълум секинликда очилишини таъминлаши керак бўлса, нормал иш ҳолатида пахта узатилишининг нотекислиги сабабли вентиляторнинг юкланишини тўсиқ PO ёрдамида ростлаб туриш зарурияти туғилади. Пахта узатишнинг нотекислиги туфайли бу вазифа босимли ҳаво қувурида пахта купайганида тўсиқни 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 $I(t)$ ни берилган меъёрий иш ҳолати токи I_0 билан таққослаш қурилмасига утади. Токларнинг фарқи $I_0 - I_q(t) = \pm \Delta I(t)$ тўсиқ ҳолатини бошқарувчи сигналга айланади. Бу сигнал кучайтирувчи элемент ($KЭ$) томонидан кучайтирилади ва ўз навбатида тўсиқ ҳолатини ўзгартирувчи ижрочи механизм ($ИМ$) га таъсир қилади, вентилятор юкланишини меъёрий ҳолатга қайтаради. Вентилятор юкланиши ёки юритмасининг токи $I(t)$ берилган ток I_0 дан ортса, тўсиқ шу миқдорга ($-\Delta I$) мутаносиб равишда ёпилади, аксинча камайганда тўсиқ ΔI га мувофиқ очилади.

Вентилятор юкланишининг ўзгариш графиги ва унга тегишли бошқариш сигналлари 95-в, 2 расмларда курсатилган.

Вентилятор юритмасини бошқариш. Вентиляторни ишга туширишни бошқаришининг электр схемаси 96-расмда курсатилган.

Схема электр тармоғига узгич *QS* орқали уланганда сигнал лампалар *HL3* ҳамда *HL2* ёнади. Бунда *HL3* бошқариш занжирларида кучланиш борлигини курсатади. *HL2* пахтали ҳавони тортувчи (сурувчи) қувурдаги тусиқ *PO* нинг (95-а расм) ёпиқ 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 (ёпиқ) бўлади. Акс ҳолда (сепаратор ишга тушмаган бўлса) вентилятор ишга тушмайди. Шундан сўнг ишга тушириш кнопкаси *SB2* босилганда магнитли ишга туширгичнинг ўрамаи *KM* вақт релеси *KT* ҳамда бошқарувчи реле *KV* ўрамларидан ток ўтади. Магнитли ишга туширгичининг контактлари *KM* уланиб вентилятор ишга тушиб кетади. Бу пайтда тусиқ *PO* (95-а расм) ёпиқ ҳолатда бўлади. Вақт релеси *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 ёпиқ контакти *KV* ни узган бўлади. Реле *KV2* ижрочи механизмни бошқарувчи ўрамаси *W₆* занжиридаги ўз контактлари *KV2* ларни улайди. Урама *W₆* орқали ток ўтиб ижрочи механизм *ИМ* тусиқни очиш томонига қараб бура бошлайди. Бу жараён вентилятор ишга тушиши биланоқ бошланиши мумкин. Тусиқ 90° бурчакка ёки вентилятор берилган юкланишига қараб камроқ бурчакка бурилиши мумкин. Вентиляторни берилган юкланишга қараб тусиқнинг бурилиш бурчаги 90° гача бурчак оралиғида олдиндан аниқланиб, шундай бурчакка чекловчи узгич *SQ1* ўрнатилган бўлади. Бу бурчак тусиқнинг энг катта очилиш бурчаги бўлиб, тусиқ бурилиб шу бурчакка етганда *SQ2* реле *KV2* занжирини узади. Ўрама *W₆* токсизланади ва *ИМ* тухтайди. Шундан бошлаб вентиляторнинг меъёрий иш ҳолати бошланади. Лампа *HL1* ни

занжирдаги контакт *SQ1* га уланади ва лампа *HL1* ёниб туради.

Вентиляторни тўхтатиш учун кнопка *SB1* босилади, *KM* токсизланади, магнитли ишга туширгич юриткичи *M1* занжиридаги контактлари *KM* узилиб, юриткич ишлан тўхтади. Шунда реле *KV* урами токсизлангани учун унинг реле *KV1* занжирдан ток ўтади ва *W₆* занжиридаги контактлари *KV1* уланади. Шунда *ИМ* энди тескари томонга, тўсиқнинг ёпилиши томонига айланади. Тўсиқ тула ёпилганда чекловчи контакт *SQ2* узилади, реле *KV1* токсизланади, вентилятор ишламай турган бўлади, бу пайтда лампа *HL2* ёниб туради.

Вентиляторнинг автоматик ҳолатда ишлаши технологик оқим 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. Шу вақт 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.

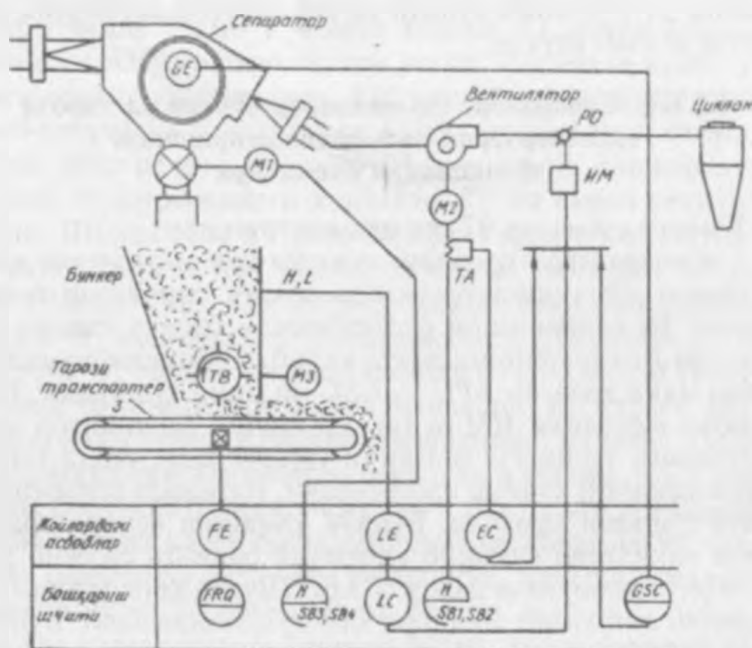
1. Сепараторда тиқилиш вужудга келганда унинг қирғичининг айланиши тезлигида орқага сирпаниш пайдо бўлади. Бу сирпанишни фотосезгич — сигнал узатгич *GE* улчайди ва сепараторга пахта келиб тушишини камайтирувчи икки ҳолатли *APC* — *GSC* ни ишга туширади. *GSC* ижрочи механизм *ИМ* га таъсир қилиб, вентилятор ҳаво қувуридаги тўсиқ *PO* ҳолатини узгартиради, пахта тортадиган ҳавонинг кучини пасайтиради. Натижада сепараторга пахта тушиши камаяди. Бундай камайиш сепаратордаги пахта тиқилиши камайиб қирғични олдинга силжиб тезлиги меъёрлашгунча давом этади. Шунда сепараторга тушадиган пахтанинг миқдори ҳам муқобиллашади. Бунинг учун вентилятор қувуридаги тўсиқни қирғич сирпаниши буйича бошқариш системасидан фойдаланилади.

2. Таъминловчи бункер пахтанинг дастлабки ишлаш оқим тизмасига узатиладиган пахта миқдорини бир меъ-

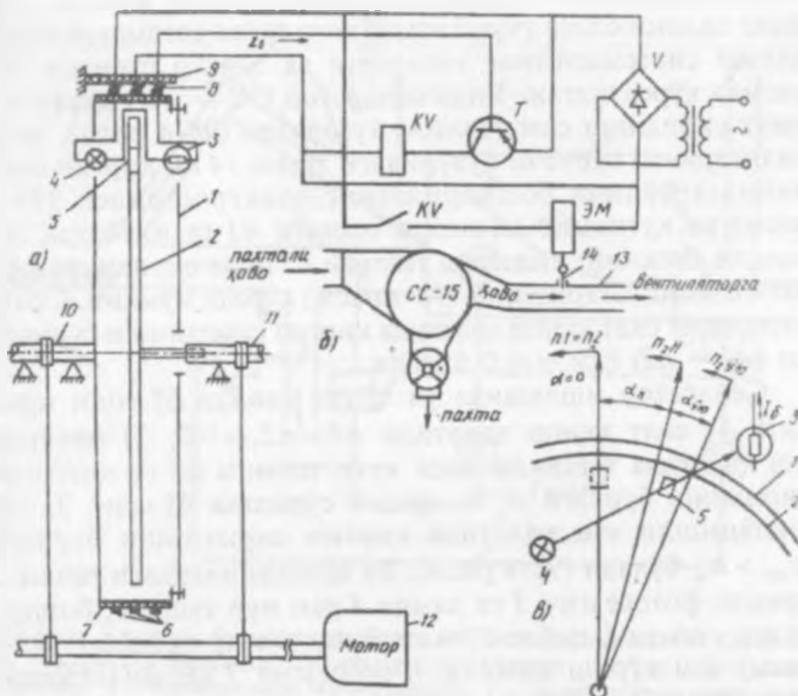
ёрда, берилган маҳсулдорлик даражасида сақлаб туриш учун хизмат қилади. Бундан натижага эришиш учун бункердаги пахта сатҳи баландлигини ҳамда таъминловчи валикларнинг (ТВ) айланиш тезлигини ростлаб туриш керак бўлади. Агар пахта сатҳи баландлиги узгармас сақланса, таъминловчи валикларнинг айланиш тезлиги берилган даражада узгармас бўлиб қолиши ҳам мумкин, уни автоматик ростлаб туришнинг ҳам кераги бўлмайди.

Бункердаги пахта сатҳи баландлиги икки ҳолатли *HL* баландлик сезгичи *LE* ёрдамида улчанали ва регулятор *LC* га таъсир қилади ва ижрочи механизм *ИМ* вентиляторни ҳаво қувуридаги ростловчи орган *РО* га таъсир қилиб қувурдаги ҳаво йулини маълум бурчакка очиб ёки ёпиб туради. Натижада бункердаги пахта сатҳи баландлиги ургача катталикда автоматик ростланиб туради (97-расм).

3. Оқим тизмасига узатиладиган пахта миқдори *F* ни гинимсиз улчаб қайд қилиб (*R*) ва интеграллаб (жамлаб) туриш учун тарози транспортёрдан фойдаланиш мумкин.



97- расм. Сепаратор, таъминловчи бункер ва тарози транспортёрининг функционал схемалари.



98-расм. Сепаратор юкланишини қирғич сирпаниши буйича бошқариш:

1 — сизгич қутиси, 2 — тешикли диск, 3 — фотосезгич; 4 — сруғлик манбаи; 5 — дискдаги тешик; 6 — контакт ҳалқалари; 7 — изоляция қатлами; 8 — ток ўтказувчи чўткалар; 9 — чўткаларни ушлаб турувчи тахтача, 10 — сизгич қутисининг айланиш ўқи. 11 — қирғич ўқи. 12 — сепаратор юриткичи, 13 — вентилятор қувури, 14 — қувурдаги тўсиқ

Бунинг учун унинг тагига тензосезгич (ТензС) ўрнатилади, бу сезгич ва сарф (оғирлик) ўлчагич (FE) оқим тизмасига узатилаётган пахта оғирлигини ўлчаб, электросигналга айлантиради ва қурилма *FRQ* бу миқдорни автоматик ўлчаб, қайд қилиб, интеграллаб (жамлаб), ҳисоблаб туради.

13.8-§. Сепаратор юкланишини қирғич сирпаниши буйича бошқариш

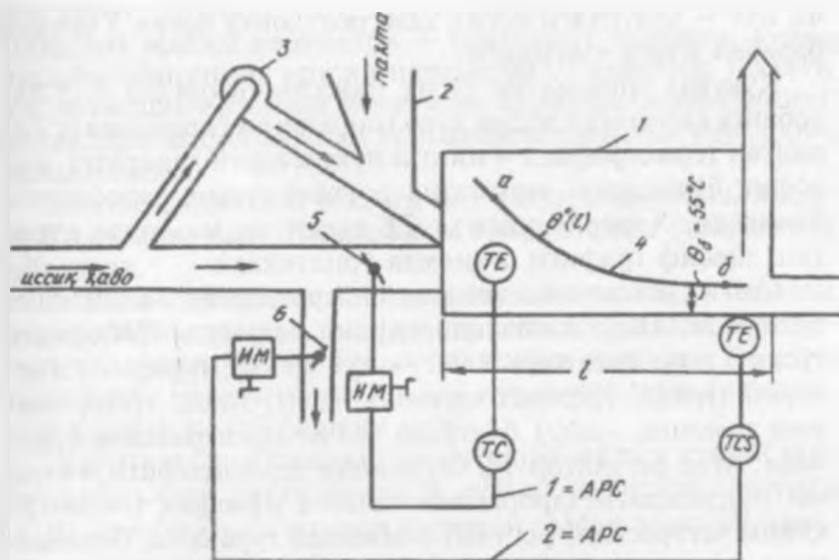
Сепаратор қирғичининг пахта тиқилиши туфайли орқага сирпаниши оқим тизмасига пахта узатиш жараёнини қийинлаштиради, қирғич ўқидаги тасманинг ишқаланиш туфайли қизиби кетиши ва узилиши бутун оқим тизмаси

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 қирғичининг сирпаниш сезгичининг тузилиши (98-а расм), вентилаторнинг сўрувчи қувуридаги тўсиқ 14 ни қирғич сирпаниши бўйича бошқаришнинг электросхемаси (98-б расм) ва қутининг айланиш тезлиги $n1$ га нисбатан тешикли дискнинг айланиш тезлиги $n2$ нинг сирпаниш бурчаги α нинг ўзгаришини (98-в расм) кўриш мумкин. Сепараторнинг салт юриш ҳолатида қирғич сирпаниши бўлмайди ($n1 = n2$) ёки $\alpha \approx 0$ бўлади.

Сепаратор ишлашида уч ҳолат мавжуд бўлиши мумкин: 1) салт юриш ҳолатида $n1 = n2$, $\alpha = 0$; 2) меъёрли иш ҳолатида тешикли диск қути тезлиги $n1$ га нисбатан сирпаниш бурчаги α_n га орқага сурилган бўлади; 3) ўта юкланишли иш ҳолатида қирғич сирпаниши бурчаги $\alpha_{ю} > \alpha_n$ 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 3 қаршилигининг ёруғлик тушиши билан кескин камайиши натижасида транзистор T базасига уни очувчи сигнал I_6 таъсир қиладди. 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 тўсиқ 14 даги пружина кучини енгиб тўсиқни ёпади. Вентилаторнинг сўрувчи қувури ёпилиб сепараторга пахта келиши камаяди ёки бутунлай тўхтайди. Сепаратордаги тикилиш ва қирғич сирпаниши камаяди. Тешикли диск фотосезгич оралиғидан чиқади, унга ёруғлик тушмайди. Шунда транзистор T базасига I_6 таъсир қилмайди, у ёпилади. Реле KV дан ток ўтмайди, унинг контакти узилиб электромагнит ЭМ токсизланади. Натижада пружина кучи тўсиқни очади. Сепаратор меъёрли ишлаш ҳолатига ўтади.

13.9-§. Пахтани қуритиш жараёнини автоматлаштириш

Технологик оқимдаги пахта қуритиш барабанининг иш жараёнини автоматлаштириш, барабан ичидаги иссиқ ҳаво ҳароратини ва намликни бевосита ўлчашни талаб қиладди.



99-расм. Қуришти барабани ҳарорати АРСининг функционал схемаси
 1 — қуришти барабани; 2 — таъминловчи шахта (бункер); 3 — вентилятор; 4 — барабanning термографи, l — барабanning ички узунлиги (10 м).

Шундай бўлгандагина қуритилган пахтанинг миқдори маълум ва кўрсаткичлари юқори булиши мумкин.

Ҳозирги вақтгача технологик оқимда пахта қуришти жараёнини автоматлаштириш тула такомиллашган эмас. Бир неча АРС вариантлари устида жумҳуриятимиз олимлари илмий тадқиқот ишларини олиб боришмоқда. «Пахтани қуришти ҳароратини ростлаш системаси» икки АРС дан иборат булиши мумкин. Шу тарзда ишлайдиган пахта қуришти АРСининг функционал схемаси 99-расмда курсатилган.

Биринчи АРС барабанга кирувчи иссиқ ҳаво ҳароратини берилган миқдори даражасида стабиллаб туриш вазифасини бажаради. Иккинчи АРС барабандан чиқувчи иссиқ ҳаво ҳароратини кузатиш ҳамда барқарорлаштириш вазифасини бажаради.

Иссиқ ҳаво қуришти барабанига икки йўл билан киритилади. Биринчи йўлдаги иссиқ босимли ҳаво вентилятор 3 ёрдамида босими кучайтирилиб барабан шахтаси 2 га тушаётган пахтани барабан ичига йўналтиради. Иккин-

чи йул — қувурдаги иссиқ ҳаво ростловчи орган 5 орқали барабан ичига узатилади.

Қувурда ўрнатилган тўсиқ (ростловчи орган) — 5 барабанга кирадиган иссиқ ҳаво миқдорини барабаннинг берилган термографиги 4 нинг a нуқтасидаги ҳароратга мувофиқ бўлишини автоматик ростлаб туриш вазифасини бажаради. Ҳарорат сезгичи TE худди шу мақсадда қуриш тавсиф графиги a қисмда ўрнатилади.

Сезгич TE дан олинган сигнал регулятор $ТС$ ни ишга туширади, $ТС$ ўз навбатида ижрочи механизм $ИМ$ орқали тўсиқ 5 нинг ҳолатини $\pm\Delta\theta(t) = \theta_0 - \theta(t)$ га мувофиқ ўзгартириб туради. Ҳарорат «оғиши» $+\Delta\theta(t)$ бўлса, тўсиқ очилиш томонга, $-\Delta\theta(t)$ бўлганда эса ёпилиш томонга бурилади. Агар регулятор $ТС$ барабанни термографиги 4 нинг «а» нуқтасидаги ҳароратини талабга мувофиқ (берилган қўйим чегарасида) ростлаб-стабиллаб тура олса, барабаннинг чиқиш жойидаги ҳаво ҳарорати ҳам ўз-ўзидан термографик 4 га мувофиқ берилган миқдор θ_6 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 (ҳавосини) ҳарорати белгилайди. Қуритиш температураси $\theta(t)$ ўзининг берилган миқдори θ_6 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 иссиқлик сезгичи TE ўрнатилган, бу сезгич термосигнализаторни ва контактли икки ҳолатли регулятор TCS ни ишга туширади. Регулятор $ТС$ ўз навбатида ижрочи механизм $ИМ$ орқали тўсиқ 6 нинг ҳолатини ўзгартириб туради. Ҳарорат юқори бўлса, тўсиқ 6 очилиб иссиқ ҳавонинг бир қисми ҳавога чиқарилади. Бундай ҳолат қуритиш ҳарорати ўзининг берилган максимал $\theta_{6\max}$ қийматига яқинлашгандагина вужудга келади. Шу сабабли иссиқ ҳаво сарфи унча катта бўлмайди.

Маълумки, пахтани тозалаш машиналарининг оптимал ҳолатда ишлаши учун пахта намлиги 8 % гача бўли-

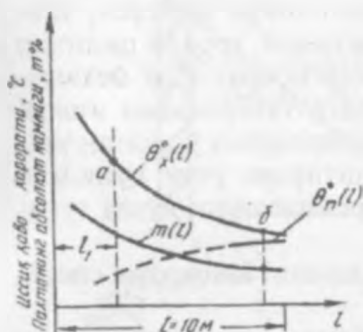
ши керак. Шунинг учун ҳам пахтани қуритиш жараёнининг энг асосий параметри — пахтанинг намлиги, қури-тиш барабанининг асосий параметри — қуритиш тезлиги ҳисобланади. Қуритиш тезлигидан қуритиш барабанининг ўлчамларини ҳисоблаш ва тузилишини аниқлаш учун фой-даланилади.

Пахтани қуритиш тезлиги деб пахтани қуритиш жараёни давомида вақт бўйича пахта намлигининг узгаришига айтилади.

Барабанга киритилган пахта шундай тезликда барабан термографига мувофиқ қуриши керакки, ундаги 10 метрлик оралиқни ўтиши билан пахтанинг намлиги 8% гача камайсин. Барабаннинг техник курсаткичлари ана шундай талабга жавоб бериши керак.

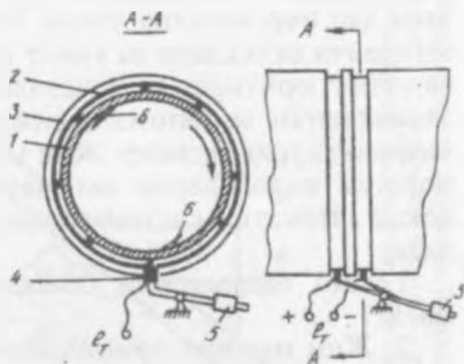
Қуригиш барабанининг 10 метр оралиқдаги статик термографиклари пахта намлиги $m(l)$ ва қуригиш ҳарорати $\theta^0(l)$ нинг тажриба асосида қурилган графиклари 100-расмда келтирилган.

Бу графикалар қуритиш жараёнида барабан узунлиги l бўйича бир неча оралиқларда намликни ва ҳароратни ўлчаш йули билан олинган маълумотлар асосида қурилади. Шу йул билан пахтанинг ҳарорати θ_n нинг ўзгариш графиги $\theta_n^0(l)$ ни ҳам чизиш мумкин.



100- расм. Қуритиш барабани-
нинг тавсифлари:

$\Theta_x(t)$ — барабан узунлиги бўйича ҳаво ҳароратининг ўзгариши графиги; $m(l)$ — барабан узунлиги бўйича пахта намлигининг ўзгариши графиги; $\Theta_n(t)$ — барабан узунлиги бўйича пахта ҳароратининг ўзгариш графиги.



101- расм. Барабаннинг ички деворида ўрнатилган термोजуфт ёки терморезистордан ток олиш қурилмасининг тузилиш схемаси:

1 — барабанининг ички девори; 2 — контакт ҳалқаси; 3 — яккалагич (изолятор); 4 — ток утказувчи чутқалар; 5 — босим тоши; 6 — терможуфт ёки терморезистор.

Барабаннинг тавсиф графиклари $m(l)$, $\theta^0(l)$ ва $\theta^a(l)$ асосида пахта қуриштиш жараёнини автоматлаштириш ва юқори аниқликларда утказиш мумкин.

Пахта қуриштишни автоматлаштиришда бевосита намлик сезгичларидан фойдаланишдан кўра билвосита ҳарорат сезгичи TE дан фойдаланиш қулайроқ. Бунинг учун термодиффузия ёки терморезистор барабаннинг ички деворига контрол нуқталар «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 $e_r(TE)$ чўтка 4 орқали ташқи занжирга TC ёки TCS га (регуляторга) узатилади (99-расм). Сезгичлардан ток олиш (коммутация) система-сининг тузилиши 101-расмда кўрсатилган. Барабаннинг айланиш тезлиги $10m^{-1}$ бундай қурилмани ишончли ишла-лашини таъминлайди.

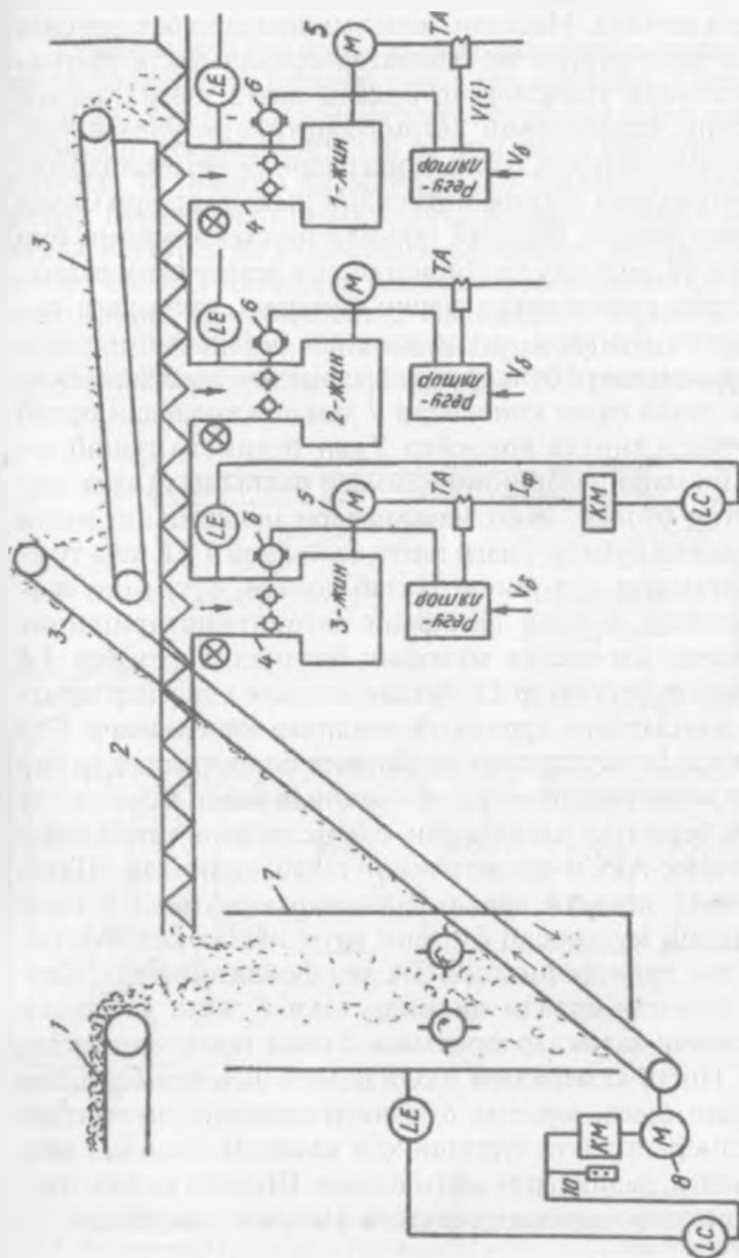
13.10-§. Жин машиналари батареясини автоматлаштириш

Жин машиналари батареяси параллел ишлайдиган технологик машиналардан иборат бўлиб, чигитли пахтани чигит ҳамда толага ажратиш учун хизмат қилади. Батарея-даги ҳар бир машина узини таъминловчи шахтаси, таъминловчи валиклари ва унинг юритмаси, аррали цилиндр ва унинг юритмаси ва ҳоказолардан иборат тула механизациялашган ва автоматлаштиришга тайёрланган ишлаб чиқариш қурилмасидир. Жин машиналарида ўтадиган технологик жараёнларни автоматлаштириш учун қуйидаги локал автоматик системалардан фойдаланиш кўзда тутилади:

1. Жин батареясини бошқаришнинг автоматик системаси.
2. Жин машиналарини пахта билан таъминланишини кузатиш системаси.
3. Жин машиналарини пахта билан таъминланишининг АРСи.
4. Ишчи камерада пахта тиқилиш ҳолатини бошқаришнинг автоматик системаси.

5. Жин машиналарининг тўхтаб қолган вақтини кузатиш ва ёзиб қолдириш автоматик системаси ва бошқалар.

Бундай вазифаларни амалга ошириш учун жин машиналари батареясининг энг қулай технологик схемасидан



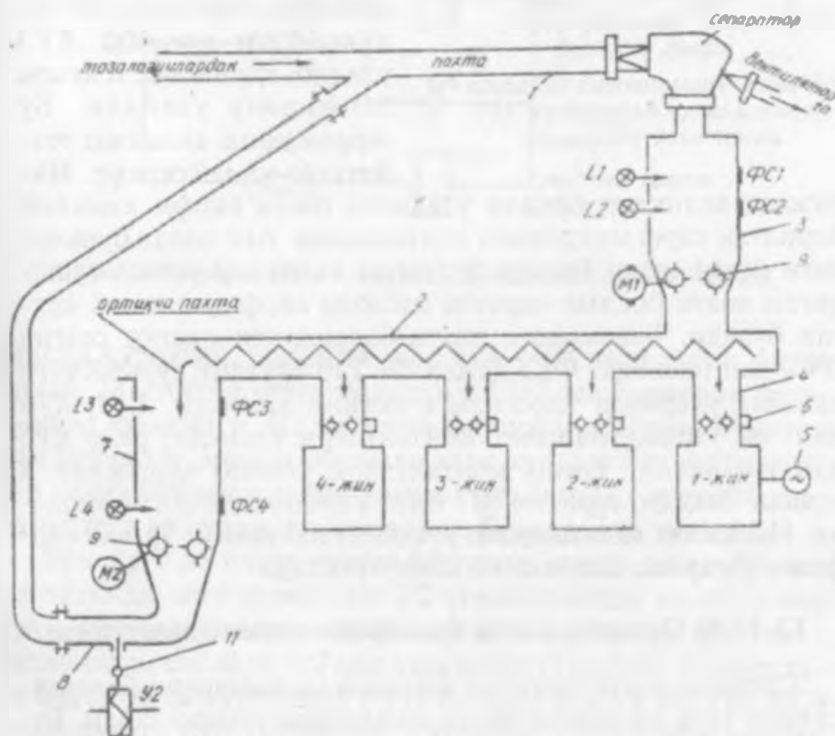
102-расм. Жинлаш батареясини автоматлаштиришнинг технологик ва функционал схемалари.

1 — оқим конвейери; 2 — винтли конвейер; 3 — лентали конвейер; 4 — таъминловчи шахта; 5 — аррали цилиндр юритмасы; 6 — лентали конвейер ҳамда таъминловчи валиклар юритмасы; 7 — ортиқча пахта бункери.

фойдаланиш керак булади. Бунинг учун қулланаётган ва қулланиши мумкин бўлган технологик схемаларнинг бир неча тури мавжуд. Масалан, жин машиналари батареясига босимли ҳаво қувири ва сепаратор орқали пахта узатилганда, тасмали транспортёр орқали пахта узатилгандаги технологик жараёнларни автоматлаштириш, ундаги таъминловчи ва ортиқча пахта бункерларини автоматлаштириш системалари техник-иқтисодий имкониятлари билан ўзаро фарқланади. Шундай технологик схемаларнинг бир варианты 102-расмда келтирилган. Бу технологик схеманинг бошқа схемалардан фарқи шундаки, схемадаги ортиқча 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 тула таъминланган булади. 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 орқали 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 ишлатилиши талаб қилинади. Пахта валигининг зичлиги аррали цилиндр юритмаси 5 нинг юкланишига мутаносиб бўлгани учун зичлик сезгичи сифатида ток трансформатори ТА дан фойдаланилади. Сезгичдан олинган аррали цилиндр токи I_{ϕ} нинг ўзгариши таъминловчи валиклар юритмаси 6 нинг тезлигини ўзгартиради. Ишчи камерадаги пахта валиги зичлиги берилган миқдордан ошса, юритма 6 тезлиги камаёди, шунингдек ишчи камерага пахта тушиши ҳам камаёди, аксинча зичлик камайса, валиклар тезлиги ошади. Шундай қилиб, пахта ёки чигит валигининг зичлиги ўзгармас сақланади.

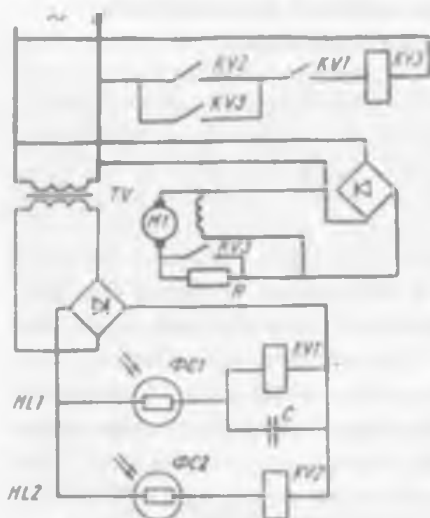
13.11-§. Жинлаш батареясининг таъминловчи бункерини автоматлаштириш

Таъминловчи бункерни автоматлаштириш, ундаги пахта сатҳи баландлиги ўзгариб туришига қарамай, тақсимловчи шнек 2 га узатиладиган пахта сарфини (жин машиналарининг ҳаммасига етарли бўлган пахта миқдорини) бир меъёрда бўлишини таъминлашдан иборат бўлади (103-расм). Бунинг учун таъминловчи валик юритмаси *М1* бункерда пахта сатҳи баландлиги кутарилиб маълум баландликка етганда айланиш тезлигини маълум миқдорга камайтириши ва пахта сатҳи баландлиги камайганда эса айланиш тезлигини ошириши керак бўлади. Сарфнинг бундай АРСи жинлаш жараёнининг 103-расмда курсатил-



103-расм. Жинлаш жараёнининг технологик схемаси:

1, 8— пневмотранспорт қувурлари; 2— винтли конвейер (шнек); 3— таъминловчи бункер; 4— жинлаш машиналарининг таъминловчи шахтаси; 5— аррали цилиндр юритмаси; 6— таъминловчи валиклар юритмаси; 7— ортиқча пахта бункери, 9— таъминловчи валиклар.

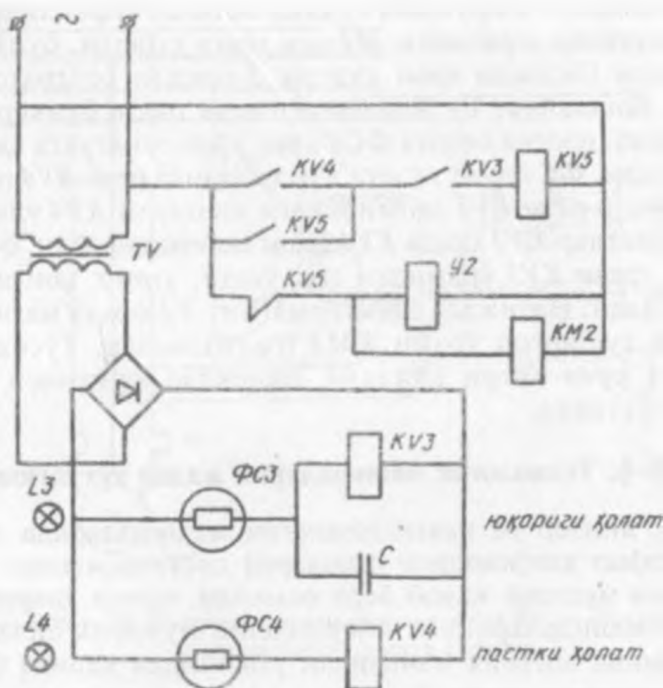


104-расм. Таъминловчи бункерда-
ги пахта сатҳи баландлиги АРС
ининг электросхемаси.

ган технологик схемасининг таъминловчи бункери 3 ва таъминловчи валиклар юритмаси $M1$ асосиди тузилган. Сарфни ростлаш АРСининг электр схемасига (104-расм) мувофиқ бункерда пахта тулиб, сезгичлар $\Phi C2$ ҳамда $\Phi C1$ нинг кузи беркилганда реле $KV2$, $KV1$ лардан ток утмайди, уларнинг контактлари узилиб реле $KV3$ дан ток утмайди. Таъминловчи валиклар юритмаси $M1$ ни якоридаги контакт $KV3$ узилиб, қаршилик R якорь занжирига уланади. Бу юритманинг айланиш тезлигини камайтиради. На-

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 миқдори батареянинг ҳамма машиналари учун етарли миқдордан кам бўлмаслиги керак. Шунда машиналардан ортиб қолган пахта бункер 7 га тукилади. Бункер 7 да йиғилган пахта сатхи $L3$ баландликка етганда (103-расм) икки ҳолатли APC (105-расм) электромагнит $У2$ га бошқарувчи



105-расм. Ортиқча пахта бункерини автоматлаштириш схемаси.

таъсир курсатиб, босимли ҳаво қувири 8 даги тусиқ 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 сурилиб, сепараторга ва ундан таъминловчи бункер 3 га тушади.

Бункер 7 да пахта тамом бўлганда, пахта сатҳи *L4* дан пасайганда электромагнит *Y2* токсизланади ва пружина кучи тўсиқни ёпади, магнитли ишга туширгич *KM2* токсизлангани сабабли *M2* ҳам юришдан тўхтади. Бункердаги пахта сатҳи кутарилиб *L3* га етганда сезгич *ФС3* ва *ФС4* нинг кузига нур тушмайди, уларнинг қаршилиги кескин ошиб, реле *KV3* ва *KV4* урамларидан ток утмайди, уларнинг контактлари *KV3* ва *KV4* узилган бўлади. Бошқарувчи реле *KV5* токсизланади, шунда электромагнит *Y2* ҳамда магнитли ишга туширгич *KM2* занжиридаги контакт *KV5* уланади. Натижада босимли ҳаво қувири 8 даги тусиқ 11

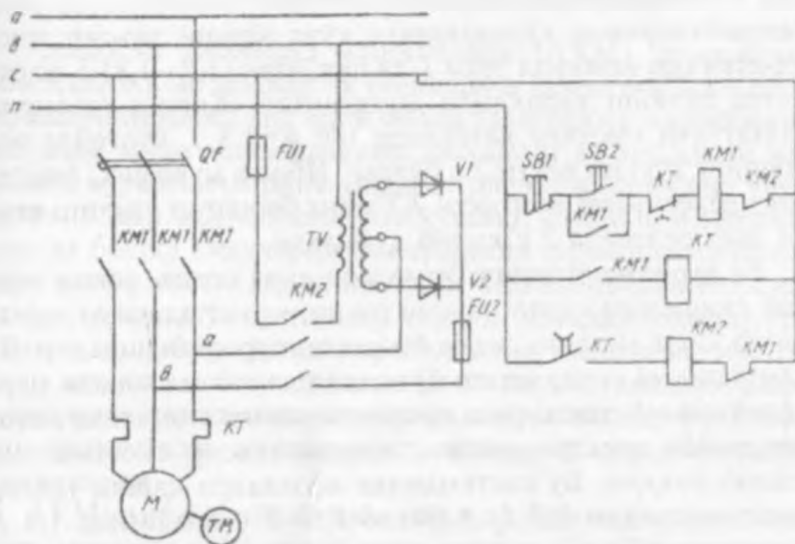
электромагнит У2 пружина кучини енгиши гуфайли очилади, валиклар юритмаси М2 ҳам ишга тушади, бункердаги пахта босимли ҳаво қувури 1 орқали сепараторга узатила бошлайди. Бу жараён ортиқча пахта бункерида пахта тугаб, пастки сезгич ФС4 нинг кузи очилгунга қадар давом этади. ФС4 нинг кузига нур тушганда реле КV4 нинг бошқарувчи реле КV5 занжиридаги контакти КV4 уланади. Контактлар КV3 ҳамда КV4 уланганлиги туфайли, бошқарувчи реле КV5 урамидан ток утади, унинг контакти КV5 узилади. Натижада электромагнит У2 ҳамда магнитли ишга туширгич урами КМ2 токсизланади. Тусиқ 11 пружина кучи билан ёпилади. Валиклар юритмаси М2 ишдан тўхтайди.

13.13-§. Технологик машиналарни жадал тўхтатиш

Жин, линтер ва пахта тозалагич машиналарида ишлаш «меҳнат 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 тасодикий хаталикка йўл қўйиб, анча оғир тан жароҳати олиш ёки улим 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, электродинamik ва бошқалар) таъсири остида жадал тўхтатиш усулларида фойдаланилади.

Пахта заводларида хавфсизлик талабларига жавоб бера оладиган усул сифатида электродинamik тўхтатиш усули қабул қилинган. Шу усул буйича тўхтатиш системасининг электр схемаси ва ишлаш асослари билан танишамиз.

Электродинamik тўхтатиш системасининг энг оддий схемаси 106- расмда келтирилган. Унда асинхрон юритма тармоқдан узгичлар QF ёки КМ ёрдамида узилиб, унинг ротори аррали цилиндр билан инерция буйича бирга айлана бошлаганда уни бирдан тез тўхтатиш учун юриткич статорининг икки фазаси (a ва b) га узгармас ток берилади. Статор урамларида узгармас магнит майдони ҳосил бўлади. Бу майдонда айланаётган ротор урамида индукция-



106-расм. Электродинамик қарши таъсир билан тўхтатиш системасининг электр схемаси.

ланган токдан ҳосил бўлган магнит майдонининг кучи ўзгармас ток майдонининг кучига қарама-қарши йуналишда бўлгани сабабли юриткич у билан механик боғланган аррали цилиндр айланишдан тезда тўхтайди.

Автоматик узгич *QF* тармоққа улангандан сунг 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, узининг *KM2* занжиридаги контакти *KT* ни улайди. Шу занжирдаги контакт *KM1* узук бўлгани учун ўрама *KM2* дан ток ўтмайди, унинг контактлари *KM2* очиқ 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 улоғлиқ 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 ўзгар-

мас токнинг миқдорига боғлиқ бўлади. Тез тўхтатиш учун тажрибаларнинг курсатишига кура 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 $140 \text{ A} = 1,8 I_n$ 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 қилишидир. 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 холи бўлгани ва юқори даражали самарали қарши таъсир эффектига эга бўлгани учун ҳозир куплаб ишлаб чиқарилмоқда ва пахта заводларида жин, линтер машиналарининг аррали цилиндрларини жадал тўхтатиш учун кенг қўлланилмоқда.

XV бoб

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШДА ЭЎМ нинг ҚўЛЛАНИШИ

Электрон-ҳисоблаш машиналари (ЭЎМ) муайян бир масаланинг ечимини топиш ва бошқариш масалаларини ҳал қилиш учун қўлланадиган техник қурилмадир. Бундай қурилмалар автоматлаштириш системаларида кенг қўлланилади. Ахборотлардан фойдаланиш усулига кура улар аналогли ҳисоблаш машиналари (АЎМ), рақамли ҳисоблаш машиналари (РЎМ) компьютер 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 қушиш, айириш, интеграллаш ва бошқа амалларни бажарадиган функционал блоklar, коэффициентлар қийматини белгилайдиган блоklar ва функционал ўзгарткичлар кирази. Шундай блоklar ёрдамида ишлаб чиқариш жараёнларини математик моделлаш, автоматик бошқариш ва ростлаш системалари дифференциал тенгламаларининг ечимини топиш йўли билан технологик жараённинг энг қулай кўрсаткичлари аниқланади.

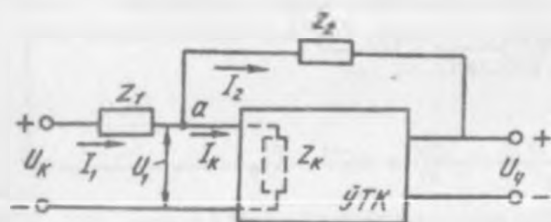
АХМнинг асосий функционал элементи ўзгармас ток кучайтиргичи (107-расм) ҳисобланади. Бу блокнинг кучайтириш коэффициенти жуда катта ($K_{\text{куч}} > 10000$) бўлиши керак.

Бошқа амалий блоklar (қушиш, айириш, интеграллаш, масштаблаш ва б.) нинг уланиш схемалари, ўзгармас ток кучайтиргичи (ЎТК) даги Z_1 ва Z_2 ларнинг қийматини амалий блоklarнинг тури ва қийматига мувофиқ бўлган кўрсаткичлар билан алмаштириш йўли билан топилади. Бунинг учун ЎТК схемаси «а» узелига тегишли қуйидаги тенгламаларни ёзамиз:

$$I_1 - I_2 - I_k = 0,$$

$$I_1 = \frac{U_k - U_1}{Z_1}; \quad I_2 = \frac{U_1 - U_2}{Z_2}; \quad I_k = \frac{U_1}{Z_k}; \quad U_k = K_k U_1.$$

Бу тенгламалардан ЎТКнинг кучайтириш коэффициенти $K_k > 10000$ эканлигини ҳисобга олганда $\frac{U_1}{Z_1 K_k} \approx 0$



107- расм. Ўзгармас ток кучайтиргичининг умумий блок схемаси.

$\frac{U_2}{Z_2 K_k} \approx 0$ ва $\frac{U_2}{Z_k K_k} = 0$ бўлади. Шунда тенгламаларнинг U_1 ва U_2 кучланишларга нисбатан ечими

$$U_1 = -\frac{Z_2}{Z_1} U_2 \text{ ёки } U_2 = -K_k U_1, \quad (54)$$

бу ерда $K_k = \frac{Z_2}{Z_1}$ — УТКнинг кучайтириш коэффициенти. (54) тенгламадан кўринадики, кучайтиргичдан утган сигнал уз ишорасини ўзгартиради. (54) тенгламага асосан УТК амалий блокларининг тенгламаларини қуйидагича ифодалаш мумкин:

1. Масштаб блоки тенгламаси $Z_1=R_1$, $Z_2=R_2$ $K = \frac{R_2}{R_1}$ $K=1$ бўлганда $U_2 = K U_1$ бўлади.

2. Йиғувчи блок тенгламаси $Z_1=R_1$, $R_2, \dots, R_n$, $Z_2=R_2$, $K_1 = \frac{R_2}{R_1}$ бўлганда $U_2 = -\sum K_i U_i$ бўлади.

3. Инвертирловчи блок тенгламаси $Z_1=R$, $Z_2=R$, бўлганда $U_2 = -U_1$ бўлади.

4. Интегралловчи блок тенгламаси $Z_1 = R$, $Z_2 = \frac{1}{j\omega C_2}$, блокни узатиш функцияси $K(P) = -\frac{1}{PRC} = -\frac{1}{jP}$ га мувофиқ $U_2 = -\int K U_1(t) dt$ бўлади. Блокнинг вақт доимийси $T=1$ с бўлиши учун $R_1=1$ мОм ҳамда $C=1$ мкФ бўлиши лозим.

Аналогли ҳисоблаш машиналари ёрдамида моделлашнинг структура схемасини тузишни қуйидаги мисолда кўра-миз. Фараз қиламиз, иккинчи тартибли

$$a_2 \frac{d^2 X}{dt^2} + b_1 \frac{dX}{dt} + b_2 X = Y. \quad (54)$$

тенглама билан ифодаланадиган автоматик бошқариш системасидаги динамик жараённи текшириш керак бўлсин. Бунинг учун тенглама (54) нинг аналог машинавий тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{d^2 U}{dt^2} + m_1 \frac{dU}{dt} + m_2 U = U_{in}$$

$$\frac{d^2U}{d\tau^2} = -m_1 \frac{dU}{d\tau} - m_2 U + U_m \quad (55)$$

Бу ерда: m_1 — вақт масштаби. τ — машина вақти, $m_1 = \frac{b_1}{m_1}$; $m_2 = \frac{b_2}{m_2}$ — коэффициентлар. $U_m = \frac{1}{m_1^2} y\left(\frac{\tau}{m_1}\right)$ — системага кирувчи сигнал.

(55) тенглама ечимининг структура схемаси 108-расмда курсатилган:

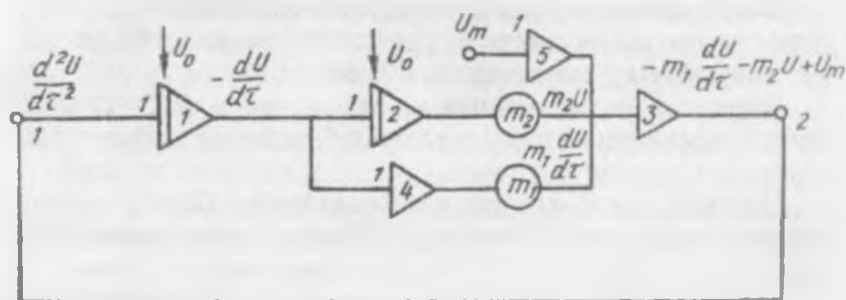
(55) тенгламанинг ечими интегралловчи блоклар 1 ҳамда 2 ёрдамида икки марта интеграллаш йиғувчи блок 3, интеграллаш (йиғиш) блоклари 4, 5 ҳамда кучланишни булувчи блоклар m_1 ва m_2 дан фойдаланиш йули билан топилади.

Оригинал системани ўтиш тарзи графиги $X(t)$ моделининг структур схемасидаги 2-интегратори чиқишидан олинган график $U(t)$ га мувофиқ бўлади.

Структур схемада 1 ва 2 нуқталар тенг потенциалли бўлгани учун улар бирлаштириб қўйилади, буни (55) тенгламадан ҳам кўриш мумкин.

14.2-§. Рақамли ҳисоблаш машиналари — компьютерлар

Рақамли ҳисоблаш машиналари (РХМ) қўлланган автоматлаштириш системаларида бошқарувчи таъсирни аниқлаш учун маълумотларга ишлов бериш рақамлар билан тасвирланган сонлар орқали олиб борилади ва дис-



108- расм. АХМда моделлашнинг тузилиш (структура) схемаси.

крет вақт оралиқларида амалга оширилади. Сонлар позиция системасида, кўп ҳолларда иккили системасида берилди. Сонларнинг берилиши ва қайта тикланиши учун уларнинг берилиш аниқлиги ва диапазони билан боғлиқ бўлган разрядлилиқ (қатъий аниқланган иккили разрядлар) урнатилган бўлади. Автоматлаштириш масалаларини ҳал қилишда кўпинча 12—16 хона (разряд) етарли бўлади. Биронта координата бўйича бошқаришни ҳисоблаш масаласи, бошланғич 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 бошланғич маълумотлар (рақамлар 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,) айни вақтда масалани ечиш учун керак буладиган 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 бошланғич маълумотлар ҳамда ҳисоблаш дастури билан таъминлайди. Бошқарувчи ҳисоблаш машиналари эса бошқарилувчи объект тўғрисидаги маълумотларни берувчи қурилмалар билан боғланган бўлади.

Арифметик-мантиқ қурилмалари (АМК) арифметик қушиш, айириш, купайтириш ҳамда мантиқий (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-мантиқ қурилмаси (АМК) да сақланади ёки яна ЭҚга ёки рақамларни (маълумотларни) киритиш қурилмасига утказилади.

Бошқариш қурилмаси (БҚ) берилган ҳисоблаш дастурининг буйруқ маълумотларини иккиламчи бошқарувчи сигналларга айлантириш йўли билан автоматик амалга оширишни таъминлайди.

АМК ва БҚ ягона блокка бирлаштирилиб, процессор деб аталади. Процессор ҳисоблаш машиналарининг асосий элементи ҳисобланади.

Маълумот бериш қурилмаси (МБҚ) ҳисоблаш натижаларини чиқувчи сигналга айлантириш ва уларни кейинги қурилмаларга ва ижрочи органларга узатиш ва фойдаланиш учун қўлланилади. Баъзида МБҚ 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, унли, ун 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 сигими бир вақт ичида сақланадиган маълум хоналиликка эга бўлган сонларнинг максимал миқдори билан тавсифланади. Бу миқдор бир қанча мегабайтга етиши мумкин. Бундан ташқари ЭҚ

бир сонни маълум код адресига ёзиш ва ҳисоблаш учун кетадиган вақти билан ҳам тавсифланади. Бу бир қанча микросекундларга тенг булиши мумкин.

Ахборотларни киритиш ва чиқариш тезлиги киритувчи ҳамда қабул қилувчи қурилмаларнинг турига боғлиқ.

РХМни баҳолаш вақтида кўрсатилган белгилардан ташқари унинг нарҳини, қабул қилиш қувватини, ишончли ишлаши ва бошқаларни ҳисобга олиш керак.

РХМ қўлланиши бўйича универсал, бошқарувчи ва ихтисослаштирилган машиналарга булинади. Ҳозирги вақтда универсал РХМ турлича техник имкониятларга эга булган машиналарнинг ягона системаси ЕС 1020; ЕС 1030; ЕС 1045; ЕС 1050 ва бошқаларга эга.

Бошқарувчи РХМ ҳар хил техник имкониятларга эга булган агрегатлаштирилган ҳисоблаш техникаси воситалари системаси кўринишида берилади: М4000, М6000, СМ1 — СМ4 ва бошқалар.

Ўзининг техник имкониятларига кўра РХМ катта, урта, кичик (мини) ЭХМ ва микропроцессорларга ажралади.

Катта ЭХМга—ЕС 1050, уртачасига — ЕС 1030, кичик ЭХМ га СМ турлари, мини ЭХМга — «Электроника» турига кирувчи, микропроцессорларга — микропроцессор комплекти К587 мисол булади.

Пахтага дастлабки ишлов бериш оқим тизмасидаги технологик жараёнларни автоматлаштириш учун кичик ЭХМ ва микропроцессорлардан фойдаланиш афзалроқдир.

14.3-§. РХМ системаларини бошқариш қонунилари

РХМ қўлланган бошқариш системаларида бошқарувчи таъсирлар бир-биридан дискрет вақт T (дискретлик даври) оралиқларида кетма-кет жойлашган нуқталар учун дискрет бошқариш қонунлари асосида ҳисобланади. Бошқарувчи таъсир ҳисобланадиган ихтиёрий вақтни KT деб белгиласак (бунда K — дискрет даврлар сони), РХМда бошқариш қонунларининг мавжуд узлуксиз бошқариш қонунлари (П, ПИ, ПИД) га мувофиқ қуйидагича ёзиш мумкин:

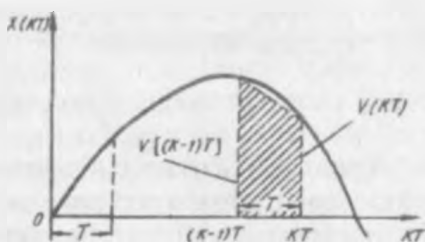
1. Бошқаришнинг мутаносиблик (пропорционаллик — П) қонуни узлуксиз кўринишда қуйидагича ифодаланади: $U(t) = K_n X(t)$. Ушбу қонуннинг дискрет кўринишдаги ифодаси $K(KT) = K_n X(KT)$ булади.

2. Бошқаришнинг узлуксиз интегралловчи қонунининг узлуксиз кўринишдаги ифодаси: $U(t) =$

$$= K_u \int_0^t X(t) dt.$$

Бу ифодани дискрет кўринишда ёзиш учун РХМ ёрдамида интегрални (юзани) топишда турли тахминий ҳисоблаш усулларидан фойдаланиш мумкин.

Масалан, трапеция усули. Бунинг учун ҳисобланиши керак бўлган юза дискретлик даври T оралиқларида 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



109-расм. Бошқаришнинг дискрет интеграллаш қонунига доир график.

учун кейинги трапеция юзасини, яъни $K_u \int_{(K-1)T}^{KT} X(t) dt$ интегрални ҳисоблаб олдинги трапеция юзаси билан қушиш керак бўлади:

$$V(KT) = V[(K-1)T] + K_u \int_{(K-1)T}^{KT} X(t) dt.$$

Тенгламадаги иккинчи қушилувчи ҳадни трапеция юзаси билан алмаштириш мумкин, натижада бошқарувчи таъсир бошқаришни интеграллаш қонунига мувофиқ қуйидагича ҳисобланади:

$$V(KT) = V[(K-1)T] + K_u T / 2 \{X(KT) + X[(K-1)T]\}.$$

Тенгламаларнинг ўнг томони қуйидаги маълумотларга асосан топилади: $U[(K-1)T]$ олдинги дискретлик давр оралиғидан маълум, оператив эслаб қолиш қурилмасидан (ОЭҚ) танлаб олинади, коэффициент $K T/2$ доимий эслаб қолиш қурилмаси ДЭҚ дан, ғиши $X(KT)$ эса улчаш қурилмасидан олинади, утган дискрет вақт оралиғидаги ғиши $X[(K-1)T]$ оператив эслаб қолиш қурилмаси ОЭҚ-дан танлаб олинади.

3. Бошқаришни дифференциаллаш қонунининг узлуксиз тарздаги қурилиши

$$V_q(t) = K_q X^1(t).$$

Ҳосила $X^1(t)$ ни ҳисоблаш учун уни вақтнинг икки нуқта оралиғидаги оғишининг ўсишини ҳисоблашга келтириш мумкин. Шунда дискрет тарздаги бошқаришни дифференциаллаш қонуни қуйидаги қурилишда бўлади:

$$V_q(KT) = K_q \{X(KT) + X[(K-1)T]\}.$$

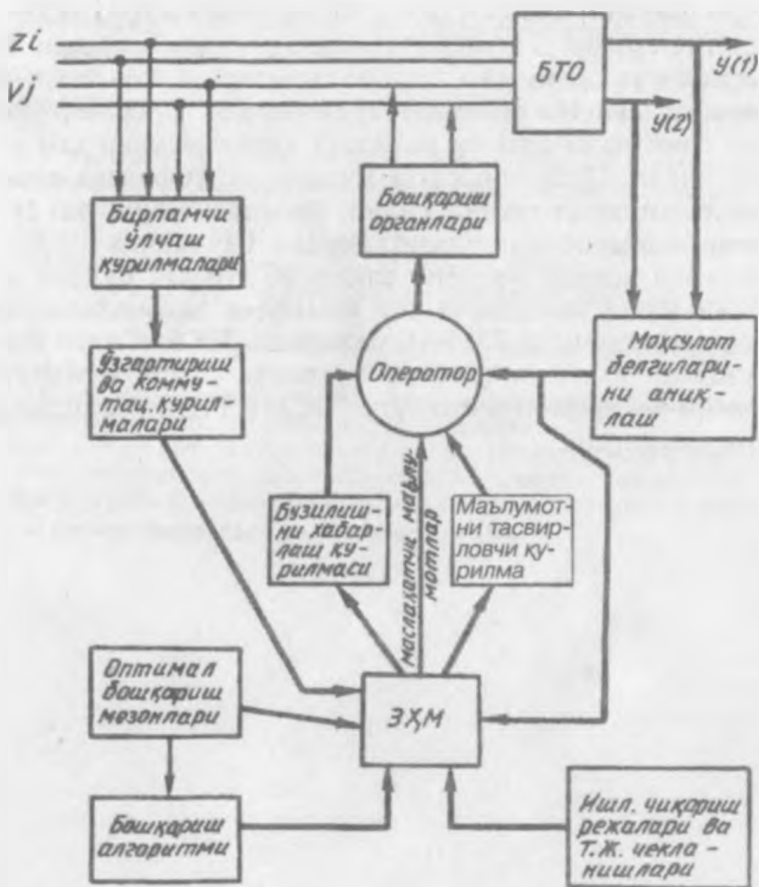
Оғиш $X(KT)$ тўғрисидаги ахборот ўлчов қурилмасидан олинади, $X[(K-1)T]$ оператив эслаб қолиш қурилмасидан олинади; K доимий эслаб қолиш қурилмасидан (ДЭҚ) олинади.

Бошқариш қонунларининг бошқа турлари (ПИ, ПИ2 ва бошқ.) юқорида келтирилган элементлар бошқариш қонунларининг қўшилишига мувофиқ топилади.

14.4-§. Пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш ва ЭҲМ

Кейинги йилларда пахтани дастлабки ишлаш технологик жараёнида автоматлаштиришни иккинчи — «комплекс автоматлаштириш» босқичига ўтиш жадал суръатлар билан ривожланмоқда. Буни пахта саноатида ЭҲМ нинг кенг қўллана бошлангани билан тушуниш мумкин. Чунки оқим тизмасидаги катта тезликларда ўтадиган технологик жараённинг кўплаб параметрларини кузатиш, жараён кўрсаткичларини маҳсулдорлик ҳамда маҳсулот сифатини таҳлил қилиш меҳнат қуролилари — технологик машиналарнинг иш тартибларини аниқлаш ва танлаш, ишлаб чиқариш жараёнини оптималлаш каби зарур масалаларни ҳал қилиш ҳозирги вақтда фақат ҳисоблаш техникаси ва бошқарувчи ЭҲМ дан кенг фойдаланиш йўли билан амалга ошиши мумкин. Бунга пахтани дастлабки ишлаш технологик жараёнларини бошқаришнинг автоматлаштирилган системаларининг (ТЖБАС) тузилиш схемаларидаги (88, 92, 110-расмлар) ЭҲМнинг тутган ўрни ёрқин далил бўлади. Схемалардан, жараённинг ўтиш бўлимларидаги ТЖБАС локал автоматик системалардан олинadиган ахборотлар асосида, завод миқёсидаги ТЖБАС эса ўтиш бўлимларидан (цехлардан) олинadиган ахборотлар асосида ишла-

шини куриш мумкин. Бу ерда РХМ бажарадиган вазифалари қуйидагилардан иборат бўлади: жараённинг техник-иқтисодий тавсифларини аниқлаш; технологик параметрларнинг қийматини кузатиш, марказлаштирилган ўлчаш ва қайд қилиш, берилган қийматларидан оғанида сигналлаш; комплекс параметрларни ҳисоблаш ва улар қийматларини кечикишсиз кузатиш; жараённинг энг қулай ҳолатларда утишини ҳисоблаш; жойлардаги локал автоматик ростлаш системаларига ёки туғридан-туғри ижрочи



110-расм. Бошқаришнинг автоматлаштирилган «маслаҳатчи» системасининг функционал схемаси:

Z_1 , U_j — кузатилувчи ва бошқарилувчи кириш сигналлари; $U(1)$, $U(2)$ асосий ва қўшимча маҳсулотларни чиқиш параметрлари; БТО — бошқарилувчи технологик объектлар.

механизмларга буладиган бошқарувчи таъсирларни ҳисоблаш ва бошқарувчи (тузатувчи) таъсир курсатиш ва бошқалар.

Пахта заводи ТЖБАС ида (110-расм) ЭҲМ технологик оқим 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 ЭҲМ 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 тариқа Б.Т.О нинг оптимал ишлаш жараёни сақланиб туради. Бундай вазифани пахта заводларининг комплекс автоматлаштириш босқичига мансуб ТЖБАС бажаради. ТЖБАСнинг бундай тузилиш схемаси (110-расм) пахта саноати марказий илмий-текшириш институти (ПСМИТИ) томонидан тавсия қилинган.

АДАБИЁТ

1. Жабборов Г. Ж. ва бошқ. «Чигитли пахтани ишлаш технологияси». Т. «Уқитувчи», 1987.

2. Каргу Л. И., Литвинов А. П., Майборода и др. «Основы автоматического регулирования и управления». М., «Высшая школа», 1974.

3. Наумов В. Н., Пятков 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., «Уқитувчи», 1970.

5. Мажидов С. «Русско-узбекский словарь электротехнических терминов». Т., «Уқитувчи», 1992.

6. Мансуров Х. «Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларини автоматлаштириш». Т., «Уқитувчи», 1987.

7. «Автоматические приборы, регуляторы и управляющие машины». Справочное пособие под редакцией Г. Д. Кошарского, 1976

8. Емельянов А. И., Копник О. В. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов». М., Энергоатомиздат, 1989

9. Мансуров Х. «Автоматика ва пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш». Г. «Ўзбекистон», 1996

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
----------------	---

Биринчи бўлим

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИ АВТОМАТИКАСИ

I боб. АСОСИЙ ТАЪРИФ ВА ТУШУНЧАЛАР

1.1-§. Курс предмети ва вазифалари	5
1.2-§. Пахтани дастлабки ишлаш (ПДИ) жараёни	7
1.3-§. Кибернетика	10
1.4-§. Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш	13
1.5-§. Локал автоматик системалар	15
1.6-§. Технологик жараённи бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси	24
1.7-§. БАС да оператор (одам)нинг роли	26
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	31
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 фото-сезгичли АРСи	78
2.10-§. Технологик оқимда 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 утказгичли сигнал кучайтиргич	86

IV боб. ИЖРОЧИ ЭЛЕМЕНТЛАР ВА РОСТЛОВЧИ ОРГАНЛАР

4.1-§. Электромеханик ижрочи элементлар	88
4.2-§. Электромагнитли 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-§. Ҳимоя аппаратлари	101
5.4-§. Тиристор	104

VI боб. АВТОМАТЛАШТИРИШ ОБЪЕКТЛАРИНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

6.1-§. Умумий маълумот.	107
6.2-§. Объектнинг энергия ёки модда ғамлаш (аккумуляторлик) хусусияти	107
6.3-§. Объектнинг ўзича тенглашиш хусусияти	109
6.4-§. Объектнинг ўтиш вақти ва вақт доимийси	112
6.5-§. Ўтиш жараёнидаги кечикишлар.	114

Иккинчи бўлим

АВТОМАТИК РОСТЛАШНИНГ НАЗАРИЙ ВА ТЕХНИК ЭЛЕМЕНТЛАРИ

VII боб. АВТОМАТИК РОСТЛАШ УСУЛЛАРИ

7.1-§. Асосий таъриф ва тушунчалар	116
7.2-§. Автоматик ростлаш системалари	119
7.3-§. Қайтма (тескари) боғланиш тушунчаси	131

VIII боб. АРС ВА УНИНГ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

8.1-§. АРС ни тадқиқ қилиш масалалари	132
8.2-§. Автоматика элементларини математик ифодалаш	133
8.3-§. АРС ни математик ифодалаш	138
8.4-§. АРС нинг иш тарзи	139
8.5-§. АРС нинг динамик тавсифлари	142
8.6-§. Сигнал узатиш функцияси	145
8.7-§. АРСнинг такрорийлик (частота) буйича тавсифлари	147

IX боб. ДИНАМИК ЗВЕНОЛАР ВА АРСНИНГ ТУЗИЛИШ СХЕМАЛАРИ

9.1-§. АРСнинг динамик бугинлари.	150
9.2-§. АРСнинг тузилиш схемалари ва эквивалент алмаштириш усуллари	162

X боб. ТУРФУНЛИК ВА АРСНИНГ ИШ СИФАТИ

10.1-§. АРСдаги ўтиш жараёналари тўғрисида	165
--	-----

10.2-§. Утиш жараёнларининг турлари	168
10.3-§. АРСнинг турғунлиги	170
10.4-§. Утиш жараёнларининг сифат курсаткичлари	176
10.5-§. Регулаторни (ростлагични) оптимал сошлаш	179

XI боб. РЕГУЛЯТОРЛАРНИНГ ТУРЛАРИ

11.1-§. Регулаторнинг тузилиш схемаси	181
11.2-§. Ростлаш қонунлари ва регуляторлар	183
11.3-§. Регулатор танлаш	187

Учинчи бўлим

ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

XII боб. АВТОМАТЛАШТИРИШНИНГ ЛОЙИҲАЛАШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ

12.1-§. Умумий маълумот	189
12.2-§. Лойиҳалаш босқичлари	190
12.3-§. Автоматлаштиришнинг технологик схемаси	192
12.4-§. Автоматлаштиришнинг функционал схемаси	194
12.5-§. Функционал схеманинг тузилиши	196
12.6-§. Функционал схемаларнинг турлари	200

XIII боб. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ

13.1-§. Пахта заводларини автоматлаштириш	201
13.2-§. Технологик жараёнларни бошқариш системаларининг иерархик тузилиши	203
13.3-§. Пахтани автоматлаштирилган қабул қилиш системасининг тузилиши	204
13.4-§. Бунтланган пахтани сақлаш жараёнини автоматлаштириш ..	208
13.5-§. Пахтани технологик оқим линиясига узатиш жараёнларини автоматлаштириш	210
13.6-§. Пахтани босимли ҳаво қувурида ташишни автоматлашти- рилган бошқариш системаси	211
13.7-§. Сепаратор, таъминловчи бункер ва тарози транспортёрни автоматлаштиришнинг функционал схемалари	215
13.8-§. Сепаратор юктанишини қирғич сирпаниши бўйича бош- қариш	217
13.9-§. Пахтани қуритиш жараёнини автоматлаштириш	218
13.10-§. Жин машиналари батареясини автоматлаштириш	222
13.11-§. Жинлаш батареясининг таъминловчи бункерини автомат- лаштириш	225
13.12-§. Ортиқча пахта бункерини автоматлаштириш	226
13.13-§. Технологик машиналарни жадал тўхтатиш	228

**XV боб. ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ
АВТОМАТЛАШТИРИШДА ЭҲМ НИНГ ҚЎЛЛАНИШИ**

14.1-§. Аналогли ҳисоблаш машиналари	231
14.2-§. Рақамли ҳисоблаш машиналари — компьютерлар	233
14.3- §. РҲМ системаларини бошқариш қонунлари	236
14.4 § Пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлашти- риш ва ЭҲМ	238
Адабиётлар	241

Мансуров Ҳасан Саидхонович

**ПАХТАНИ ДАСТЛАБКИ ИШЛАШ ЖАРАЁНЛАРИНИ
АВТОМАТЛАШТИРИШ АСОСЛАРИ**

Ўзбек тилида

Бадий муҳаррир *Т. Қаноатов*

Техн. муҳаррир *У. Ким*

Мусахҳиҳлар: *Н. Умарова, С. Абдувалиева*

Handwritten signature

Теришга берилди 6.08.2002. Босишга рухсат этилди 25.10.02. Бичими 84x108^{1/32} «Таймс» гарнитурда офсет босма усулида босилди. Шартли б. т. 13,02 Нашр т. 13,35. 5000 нусхада чоп этилди. Буюртма № 154.

Баҳоси шартнома асосида

«Ўзбекистон» нашристи, 700129, Тошкент, Навоий кучаси, 30.

Нашр № 97—2002

Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлиги, Тошкент китоб-журнал фабрикаси. Тошкент, Юнусобод даҳаси, Муродов кучаси, 1.

Мансуров Ҳ.

М 23

Пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш асослари/ (Масъул муҳаррир: С. Мажидов) Касб-ҳунар коллежлари учун дарслик.—Т.: Ўзбекистон, 2002.—248 б.

ISBN 5-640-01906—9

Дарсликда пахтани дастлабки ишлаш технологик оқим линияси ва технологик машиналар ҳамда технологик жараёнларни автоматлаштириш учун қўлланиладиган техник воситалар: метрология элементлари, сигнал кучайтиргичлар, ижрочи, ростлаш ва бошқариш элементлари, локал автоматик системаларнинг тузилиши, ишлаш асослари ва қўлланилиши баён қилинади. Автоматик ростлаш назарияси ва техникаси асослари туғрисида маълумот берилди.

Китобда технологик оқим линиясидаги технологик жараёнларни автоматлаштириш воситаларини ва уларнинг асосий схемаларини ўрганишга алоҳида эътибор қилинади. Пахта заводларининг исархик тузилиши ва ундаги технологик жараёнларни бошқаришнинг автоматлаштирилган системаси (ТЖБАС) туғрисида маълумотлар келтирилади.

Дарслик пахтани дастлабки ишлаш ихтисослиги бўйича таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган бўлиб, пахта саноати муҳандис-техник ходимлари, аспирантлар учун ҳам фойдалидир.

ББК 37.231—05