

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ГАЗИЕВА РАЪНО ТЕШАБАЕВНА

**АВТОМАТИКА АСОСЛАРИ ВА ИШЛАБ ЧИКАРИШ
ЖАРАЁНЛАРИНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ**

Олий ўқув юртлари учун дарслик

5650200 – «Сув хўжалиги ва мелиорация»

5541600 – «Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан
фойдаланиш»

5140900 – Касбий таълим: «Гидротехника иншоотлари ва насос
станцияларидан фойдаланиш»

5860100 – «Ҳаётий фаолият хавфсизлиги»

ТОШКЕНТ- 2007 й

М У Н Д А Р И Ж А

Кириш	5
1-боб. Автоматика асослари ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш ҳақида умумий тушунчалар	7
1.1. Автоматика элементлари ва уларнинг асосий кўрсаткичлари	7
1.2. Очик ва берк цикллар бўйича ростлаш	9
1.3. Ростлаш усуллари	11
1.4. Автоматик ростлаш тизимларида тескари алоқалар	14
1.5. Автоматиканинг бошқариш схемалари	16
2-боб. Сув ҳўжалигида қўлланувчи автоматиканинг техник воситалари	18
2.1. Асосий маълумотлар, туркумланиши	18
2.2. Потенциометрик датчиклар	20
2.3. Қумир пластинкали датчиклари	21
2.4. Тензометрик датчиклар	22
2.5. Электромагнитли ва сизим датчиклари	23
2.5.1. Индуктив ва трансформатор датчиклари	23
2.5.2. Сизим датчиклари	25
2.6. Сатх, босим ва бурчак тезлиги датчиклари	27
2.6.1. Сатх датчиклари ва уларнинг иш принциплари	27
2.6.2. Пьезоэлектрик датчиклар	29
3-боб. Автоматика релелари	31
3.1. Релелар ҳақида умумий тушунчалар	31
3.2. Электромагнитли релелар	33
4-боб. Мантикий элементлар	34
4.1. Мантик алгебрасининг асосий тушунчалари	34
5-боб. Ярим ўтказгичли электрон асбоблар	37
5.1. Ярим ўтказгичли асбобларнинг классификацияси ва тавсифлари	37
5.2. Ярим ўтказгичли диодлар	39
5.3. Биполяр транзисторлар	43
5.4. Тиристорлар	45

Аннотация

Дарсликда сув хўжалиги тизимларида ишлатиладиган замонавий автоматика элементлари ва воситалари, уларнинг турлари, тузилиши ва иш принциплари ҳақида умумий маълумотлар, сув хўжалиги технологик жараёнларини автоматлаштириш объекти сифатидаги масалалари баён этилган.

Ушбу дарслик «Сув хўжалиги ва мелиорация», «Гидротехника иншоотлари ва насос станцияларидан фойдаланиш» ва «Ҳаётий фаолият хавфсизлиги» таълим йўналишлари бўйича таълим олувчи талабалар учун мўлжалланган.

Дарсликдан шу соҳадаги кишлоқ ва сув хўжалигини автоматлаштириш бўйича мутахассислар ҳам фойдаланишлари мумкин.

Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш масалалари кишлоқ ва сув хўжалигининг турли тармоқларида замонавий техника ва технологияларни куллаганинг асосий омилларидан ҳисобланади. Шунинг учун соҳа бўйича тайёрланаётган мутахассислар автоматиканинг техник воситалари, автоматик назорат, автоматик ростлаш, автоматик бошқарув тизимлари, оператив хизмат тармоғи ҳақида махсус билимга эга бўлишлари зарур.

Техника тарихида биринчи маълум булган автоматик қурилма Миср халифалигига мансуб булган Нил дарёсидаги сув сатҳини улчайдиган иншоотни ишлаб чиққан Ахмад-ал-Фаргоний томонидан (847-861 й.й) яратилган бўлиб, маълумотларга қура сакланиб келган.

Автоматика фан сифатида 18-асрнинг иккинчи ярмида, яъни ип-йигирув, туқув станоклари ва буг машиналари каби биринчи мураккаб машина - қурилмаларининг пайдо бўлиш даврида ишлатила бошланди.

Техника тарихида биринчи маълум булган автоматик қурилма Ползунов буг машинаси (1765 й.) ҳисобланади. Бу машина оддий шамол ва гидравлик двигателларнинг урнига ишлатилган ва одам иштирокисиз сувнинг сатҳини ростлаган. Автоматик ростлашнинг асосий принципларини инглиз олими Ф. Максвелл томонидан 1868 йилда ишлаб чиқилди.

Техниканинг ривожланиши ва одамларнинг оғир қул меҳнатидан бўшашига қарамадан иш жараёнлари ва меҳнат қуролларини бошқариш кенгайиб ва мураккаблашиб борди. Айрим ҳолатларда эса махсус қушимча элементларсиз механизациялашган ишлаб чиқаришни бошқариш имкониятлари мураккаб-

лашди. Бу эса уз навбатида автоматиканинг муҳимлигини ва уни ривожлантириш кераклигини исботлади.

Бугунги кунда автоматика алоҳида фан сифатида уз йуналишларига эга. Бу фан автоматик бошқариш тизимларининг назарияси ва унинг тузилиш таъминлари билан шугулланади. Хозирги даврда фан техника тараккиёти шундай илгари сурилдики, мавжуд техника ва технологиялар ишлаб чиқаришда янги, ҳар тарафлама замон талабига жавоб берадиган техник воситалар билан таъминлаш зарурияти тугилди. Хорижий мамалакатлардан келтириляётган янги техника ва технологияларни узлаштириш эса юкори билим ва малака талаб этади.

Сув хўжалиги соҳаси бўйича юкори малакали муҳандис кадрлар тайёрлашда ҳозирги замон ишлаб чиқиш ва уларни мазкур соҳага тадбиқ эта билишни ташкил этиш муҳим ўрин тутди. «Автоматика асослари ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» фани ушбу вазифани амалга оширишда муҳим омил ҳисобланади. Ушбу фандан тайёрланган дарслик «Гидромелиорация» таълим йўналишига тўғри келувчи Давлат таълим стандарти ва ўқув режиси асосида ёзилган.

Ушбу дарслик мавзулари автоматлаштириш тизимларида қўлланувчи техник воситалар ва сув хўжалигида намунавий технологик жараёнларни автоматлаштириш бўйича кўриб чиқилган мавзуларни ўз ичига олади. Бунда талабалар автоматик бошқариш тизимларида қўлланувчи техник воситаларнинг таркиби иш принципларини ўрганиш билан бирга уларни технологик жараёнларда тутган ўрни ҳақида ҳам маълумотлар оладилар.

I-боб. Автоматика асослари ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш ҳақида умумий тушунчалар

1.1. Автоматика элементлари ва уларнинг асосий кўрсаткичлари

Автоматика элементи деб ўлчанаётган физик катталиқни бирламчи узгартирувчи мосламага айтилади. Автоматика элементлари турт хил структуравий белгиланиш схемаларидан иборат бўлади: оддий бир мартали (бирламчи) тугридан-тугри узгартириш; кетма-кетли тугридан-тугри узгартириш; дифференциал схемали; компенсацион схемали.

Оддий улчаш узгартиргичлари бир дона элементдан ташкил топган бўлади. Кетма-кетли узгартгичларда эса олдиндаги узгартиргичнинг кириш курсатгичи кейиндаги узгартгичнинг чиқиши ҳисобланади. Одатда бирламчи узгартиргич сезгирлик элементи (СЭ), охириги (кейинги) узгартиргич эса чиқиш элементи деб юритилади. Узгартиргичларнинг кетма-кетлиги уланиш усули бир мартали узгартиришда чиқиш сигналидан фойдаланиш қулай бўлган шароитда қулланилади.

Дифференциал схемали улчаш узгартиргичлари назорат қилинаётган катталиқни унинг эталон қийматлари билан солиштириш зарурати бўлганда қулланилади.

Компенсацион схемали узгартиргичлар усули эса юкори аниқлик билан ишлаши, универсаллиги ҳамда узгартириш коэффициентининг ташки таъсирларга деярли боғлиқ эмаслиги билан ажралиб туради.

Автоматика элементлари тизимнинг энг асосий қисми бўлиб, қуйидаги функциялардан бирини бажаради:

- назорат қилинаётган ёки ростланаётган катталиқни қулай қўринишдаги сигналга ўзгартириш (бирламчи ўзгартгич - датчиклар);

- бир энергия қўринишидаги сигнални бошқа энергия қўринишдаги сигналга ўзгартириш (электромеханик, термоэлектрик, пневмоэлектрик, фотоэлектрик ва ҳақозо ўзгартгичлари);

- сигнал табиатини ўзгартирмасдан унинг катталиқларини ўзгартириш (қучайтиргичлар);

- сигналнинг қўринишини ўзгартириш (аналог-рақам, рақам аналог ўзгарткичлари).

- сигналнинг формасини ўзгартириш (таккослаш воситалари),

- лантикий операцияларни бажариш (лантикий элементлар),

- сигналларни таксимлаш (таксимлагич ва коммутаторлар),

- сигналларни саклаш (хотира ва саклаш элементлари),

- программали сигналларни ҳосил қилиш (программали элементлар),

- бевосита жараёнга таъсир қилувчи воситалар (ижрочи элементлар).

Автоматика элементларининг функциялари ҳар хил бўлганига қарамай, уларнинг параметрлари умумий ҳисобланади ва уларга қуйидагилар қиради:

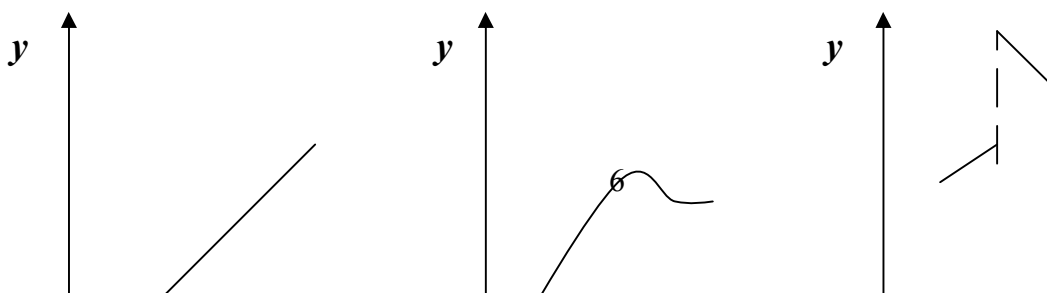
- статик ва динамик режимлардаги тавсифномалари;

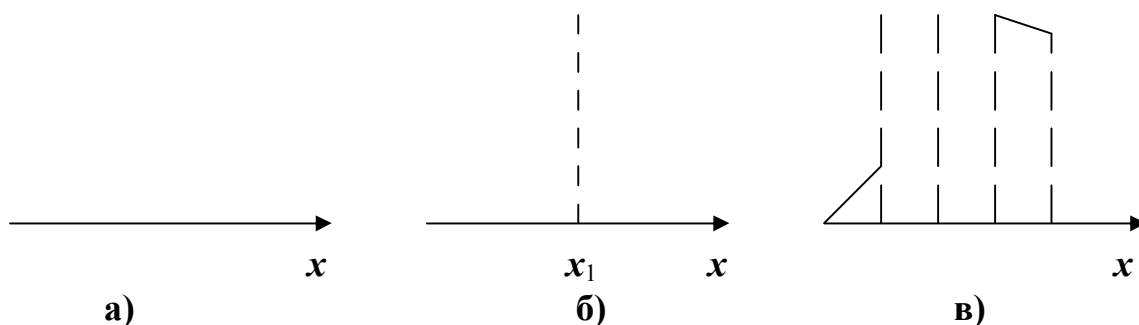
- узатиш коэффициенти (сезгирлик, қучайтириш ва стабилизация коэффициентлари);

- ҳатолик (ностабиллик);

- сезгирлик чегараси.

Ҳар бир автоматика элементи учун тургунлашган режимда қириш x ва қикиш сигналлари y орасида $y=f(x)$ боғлиқлик мавжуд. Ушбу боғлиқлик элементнинг статик тавсифномаси дейилади. Уларни уч гуруҳга ажратилади: а) қизикли, б) узлуксиз нозизикли, в) нозизикли узлукли (1.1-расм).





1.1.- расм. Автоматика элементларининг статик тавсифномалари.

а) чизикли $K_c = K_g = \text{const}$; б) узлуксиз ночизикли; $K_c \neq K_g \neq \text{const}$. в) ночизикли узлукли $K_c \neq K_q \neq \text{const}$.

Автоматика элементининг ишлаш шароитлари тургунлашмаган, яъни x ва y кийматлари вақт давомида узгариши динамик режим дейилади. Чикиш кийматининг вақт давомида узгариши эса динамик тавсифномаси дейилади.

Автоматика элементлари маълум инерционликка эга, яъни чиқиш сигнали кириш сигнаliga нисбатан кечикиши билан узгарилади. Элементларнинг бу хусусиятлари автоматик тизимининг динамик режимидаги ишини аниқлайди.

Хар бир элементнинг умумий ва асосий характеристикаси унинг узгартириш коэффициентлари, яъни элемент чиқиш катталигининг кириш катталигига бўлган нисбатига тенг. Автоматик тизимларнинг элементлари микдор ва сифат узгартиришларни бажаради. Микдор узгартиришлар кучайтириш, стабиллаш ва бошқа коэффициентларни назарда тутди. Сифат узгартиришда бир физикавий катталик иккинчисига утади. Бу ҳолда узгартириш коэффициенти **элемент сезгирлиги** дейилади.

Автоматика элементининг яна бир муҳим тавсифномаси - элемент (кириш катталиги узгаришига боғлиқ бўлмаган) чиқиш катталигининг узгаришидан ҳосил бўлган узгартириш хатосидир. Бу хатога сабаб атроф-муҳит ҳароратининг, таъминлаш кучланишининг узгариши ва кабилар бўлиши мумкин. Элемент характеристикаларининг узгариши натижасида пайдо буладиган хато **ностабиллик** деб аталади.

Баъзи элементларнинг чиқиш ва кириш катталиклари уртасида куп кийматли боғланиш мавжуд. Бунга курук ишқаланиш, гистерезис ва бошқалар сабаб бўлиши мумкин. Бунда катталикнинг ҳар бир кириш кийматига унинг бир

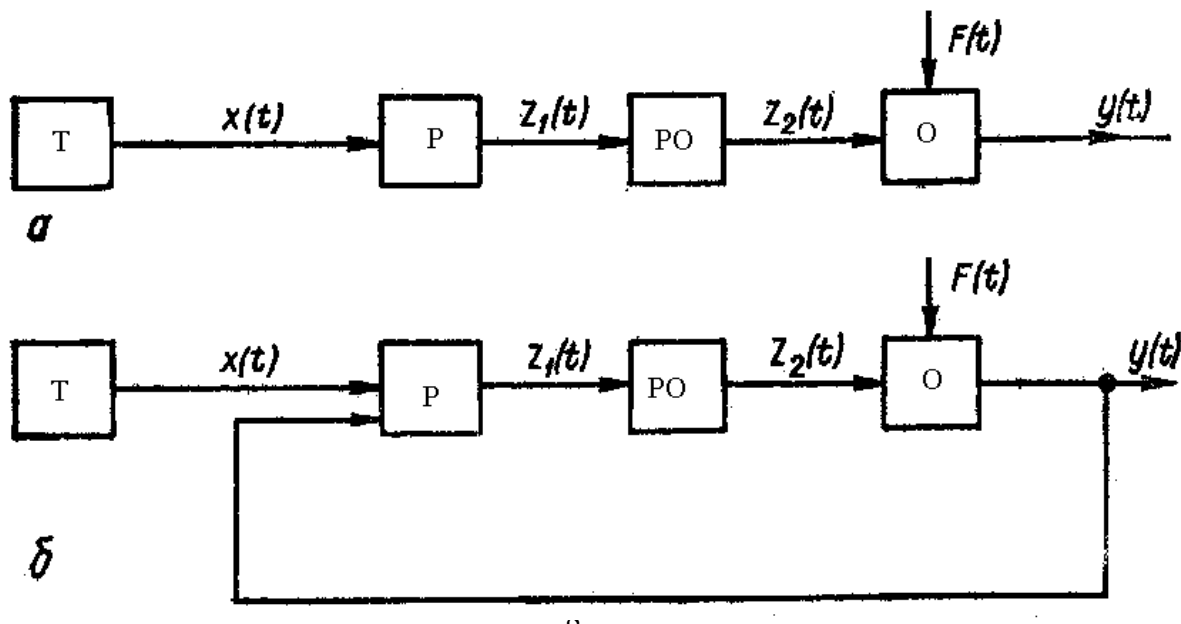
неча чиқиш қийматлари мос келади. Сизгирлик чегарасининг мавжудлиги шу ходиса билан боғлиқ.

Кириш катталигининг элемент чиқишидаги сигналини сезиларли даражада ўзгартириш қобилиятига эга бўлган қиймати **сизгирлик чегараси** дейилади. Автоматика элементлари мустахкамлик билан ҳам характерланади. Элементларнинг саноат эксплуатациясида ўз параметрларини йўл қўйиладиган чегарада сақлаш қобилиятига **мустахкамлик** деб аталади. Мустахкамлик элементни лойиҳалаш вақтида ҳисобланади ва уни ишлаб чиқарилгандан сўнг эксплуатация жараёнида синалади.

1.2. Очиқ ва берк циклар бўйича рўстлаш

Тизимнинг иш жараёнида рўстланадиган миқдорни белгиланган чегарада сақлаш ёки топшириқдаги қонун бўйича ўзгартириш рўстланишнинг очиқ ёки берк циклари бўйича бажарилиш мумкин. Кетма-кет уланган: рўстлаш объекти РО, рўстланувчи орган РО, рўстлагич Р ва топширгич Т (бу қўрилма ёрдамида тизимга топширувчи таъсир $x(t)$ берилади) дан тузилган тизимни қўриб чиқамиз.

Очиқ цикл (1.2 - расм, а) бўйича рўстлашда топширгичдан рўстлагичга келадиган топширувчи таъсир объектга бу таъсир натижасининг функцияси бўлмайди, балки у оператор томонидан топширилади. Топширувчи таъсирнинг маълум қийматида рўстланадиган миқдор $y(t)$ нинг маълум жорий қиймати мос келади. Бу жорий қиймат ғалаёнлантирувчи таъсир $F(t)$ га боғлиқ.



1.2-расм. Очӣк (а) ва берк (б) цикллар буйича ростлаш схемалари:

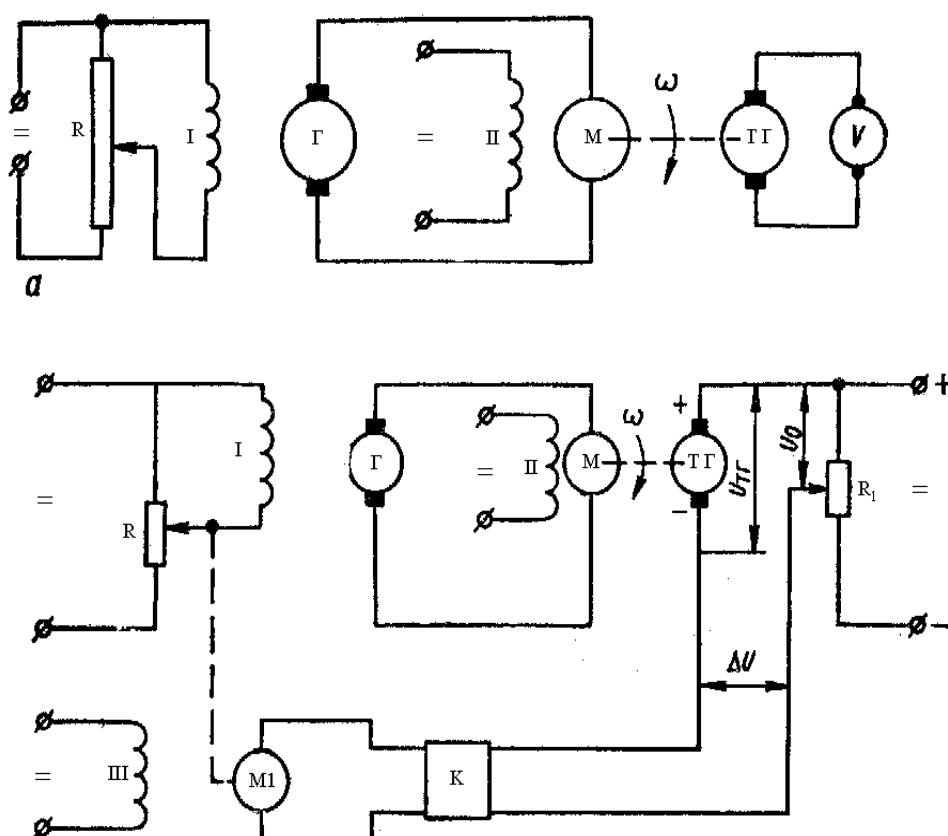
Т - топширгич; Р – ростлагич; РО – ростловчи орган; РО- ростлаш объекти; $x(t)$ - топширувчи таъсир; $Z_1(t)$ ва $Z_2(t)$ – ички ростловчи таъсир; $y(t)$ – ростланадиган миқдор; $F(t)$ - ғалаёнлантирувчи таъсир.

Очӣк тизим аслида узатиш занжиридан иборат бўлиб, топширгичдан берилган топширувчи таъсир $x(t)$ ростлагичда ички таъсирлар $Z_1(t)$; $Z_2(t)$ воситасида кераклигича ишлагандан кейин ростлаш объектига узатилади, аммо объект ростлагичга тескари таъсир этмайди.

Ўзгармас ток мотори M нинг айланиш частотасини бошқариш схемаси 1.3,а – расмда келтирилган. Реостат P нинг сурилгичи вазиятини ўзгартирганда генератор G нинг кўзғатиш чулғами I да кўзгатиш токи ўзгаради, бу эса унда э.ю.к.. нинг, бинобарин, мотор M га келтириладиган кучланишнинг ҳам ўзгаришига сабаб бўлади. Мотор M билан бир валга ўрнатилган тахогенератор ТГ мотор валининг айланиш частотаси ω га пропорционал э.ю.к. ҳосил қилади. Тахогенераторнинг чўткаларига уланган вольтметр айланиш частотасининг бирликларида даражаланган шкаласи бўйича моторнинг частотасини фақат визуал назорат қилишга имкон беради. Агар машиналарнинг тавсифномалари стабил бўлса, у ҳолда реостат сурилгичининг ҳар бир вазиятига мотор айланиш частотасининг маълум қиймати мос келади. Мазкур тизимда ростлагич объектга таъсир этади, аммо тескари таъсир бўлмайди; тизим очӣк цикл бўйича ишлайди.

Агар тизимнинг чиқиши ростлагичга доим иккита сигнал - топширгичдан чиқувчи сигнал ва объектнинг чиқишидан сигнал келадиган қилиб ростлагичга бирлаштирилса, у ҳолда берк цикл (1.2,б-расмга қаранг) бўйича ишлайдиган тизим ҳосил бўлади. Бундай тизимда фақат ростлагич объектга эмас, балки объект ҳам ростлагичга таъсир беради. 1.3, б-расмда келтирилган ўзгармас ток мотори M нинг айланиш частотасини бошқариш схемасида тизимнинг чиқиш тахогенератор ТГ, реостат P_1 , кучайтиргич K ва реостат R ҳаракатланувчи қисмининг юритиш мотори M_1 воситасида тизимнинг киришига бирлаштирилган. Бу схемада моторнинг айланиш частотаси автоматик назорат

ўрнатилган. Айланиш частотаси ҳар қандай ўзгарганда мотор М1 да сигнал пайдо бўлади ва у реостат R нинг ҳаракатланувчи қисмининг у ёки бу томонга (мотор М нинг белгиланган айланиш частотасига мос вазиятдан) силжитади. Агар айланиш частотаси бирор сабабга кўра камайса, у ҳолда реостат R нинг ҳаракатланувчи қисми генераторнинг кўзғатиш чулғами М1 да кўзғатиш токи ошадиган вазиятни эгаллайди. Бу ҳол генератор кучланишининг ошишига, бинобарин, мотор М айланиш частотасининг ҳам ошишига олиб келади, яъни айланиш частотаси бошланғич қийматига эришади.



1.3- расм. Ўзгармас ток моторининг айланиш частотасини очик (а) ва берк (б) циклар бўйича бошқаришнинг принципиал схемалари: R – реостат; I – генераторнинг кўзғатиш чулғами; Г- генератор; II- моторнинг кўзғатиш чулғами; М – мотор; ТГ- тахогенератор; М1 – реостатнинг ҳаракатланувчи қисмини юри- тувчи мотор; К – кучайтиргич.

Мотор М нинг айланиш частотаси ошганда реостат R нинг ҳаракатланувчи қисми тескари йўналишда силжийди, натижада мотор М нинг айланиш частотаси камаяди.

Автоматик ростлашнинг очик тизими тизимга келадиган ғалаёнлар бошқача бўлиб қолганда ўзининг иш режимини операторнинг иштирокисиз мустақил ўзгартира олмайди. Берк занжир тизимда содир бўладиган ҳар қандай ўзгаришларга автоматик жавоб қайтаради.

1.3. Ростлаш усуллари

Ҳозир ростлашнинг 1) ростланувчи миқдорнинг оғишига қараб; 2) ғалаёнланиш (юклама) га қараб ва 3) комбинацияланган усуллари қўлланилади.

Ростланувчи миқдорнинг оғишига қараб ростлаш усулини ўзгармас ток моторининг айланиш частотасини ростлаш тизими (2-расм, б) мисолида кўриб чиқамиз. Мотор М ишлаётганда ростлаш объекти сифатида турли ғалаёнлар (мотор валидаги юкламанинг ўзгариши, таъминловчи электрик тармоқдаги кучланишнинг ўзгариши, генератор Г нинг якорини айлан-тирадиган мотор айланиш частотасининг ўзгариши, ўз навбатида чулғамлар қаршилигининг, бинобарин, токнинг ҳам ўзгаришига сабаб бўладиган ташқи муҳит ҳароратини ўзгариши ва ҳоказолар) таъсирида бўлади.

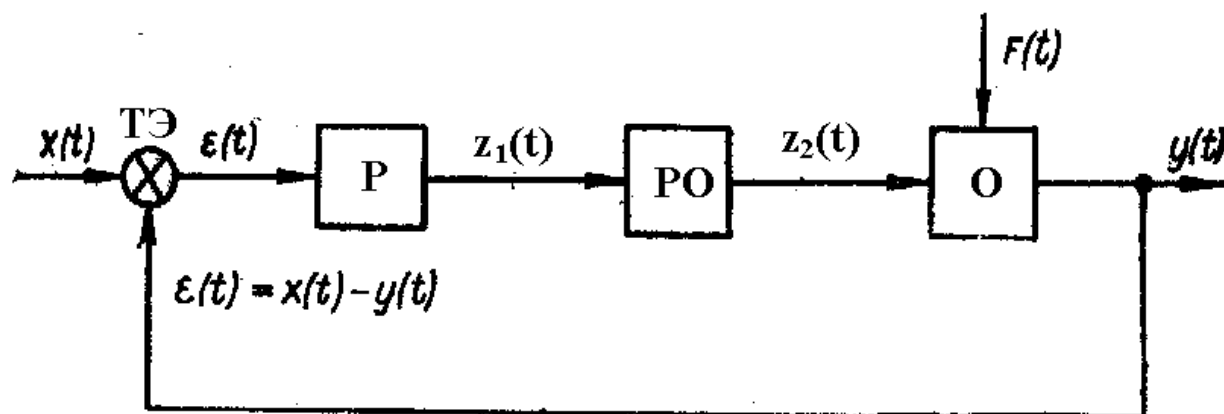
Бу ғалаёнланишларнинг ҳаммаси мотор М айланиш частотасининг белгиланган даражадан оғишига сабаб бўлади, натижада тахогенератор ТГ нинг э.ю.к. си ўзгаради. Тахогенератор ТГ нинг занжирига реостат R_1 уланган. Реостат R_1 дан олинadиган кучланиш U_0 тахогенераторнинг кучланиши $U_{тг}$ га қарши уланган. Бунинг натижасида кучланишлар фарқи $\varepsilon = U_0 - U_{тг}$ ҳосил бўлиб, у кучайтиргич К орқали реостат R нинг ҳаракатланувчи қисмини силжитувчи мотор M1 га берилади.

Кучланиш U_0 ростланувчи миқдорининг топшириқдаги қиймати - айланиш частотаси ω_0 га, тахогенераторнинг кучланиши $U_{тг}$ эса айланиш частотасининг жорий қийматига мос бўлади. Агар бу миқдорлар ўртасидаги фарқ (оғиш) ғалаёнлар таъсирида топшириқдаги чегарадан чиқса, у ҳолда ростлагичга генератор қўзғатиш токининг ўзгариши тарзидаги топширувчи таъсир қилади, бу таъсир оғишни камайтиради.

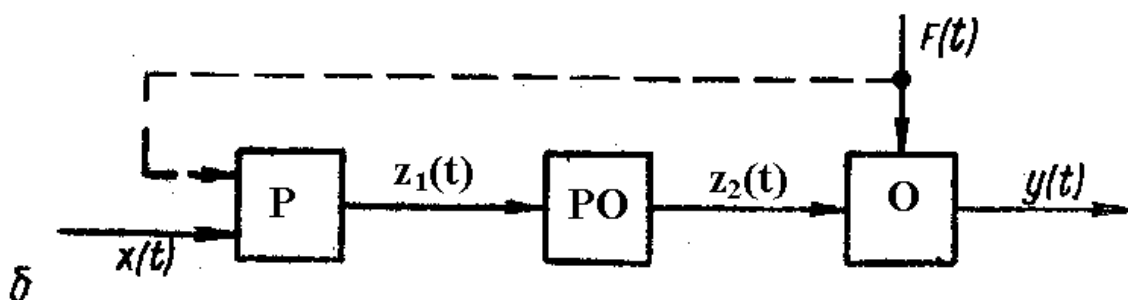
Оғиш усулида ишлайдиган тизимнинг схемаси 1.4,а-расмда кўрсатилган. Ростланувчи миқдорнинг оғиши ростловчи органни ҳаракатга келтиради, бу

ҳаракат оғишни камайитиришга қаратилган. Микдорлар фарқи $\varepsilon(t)=x(t) - y(t)$ ни ҳосил қилиш учун тизимга таққослаш элементи ТЭ киритилади.

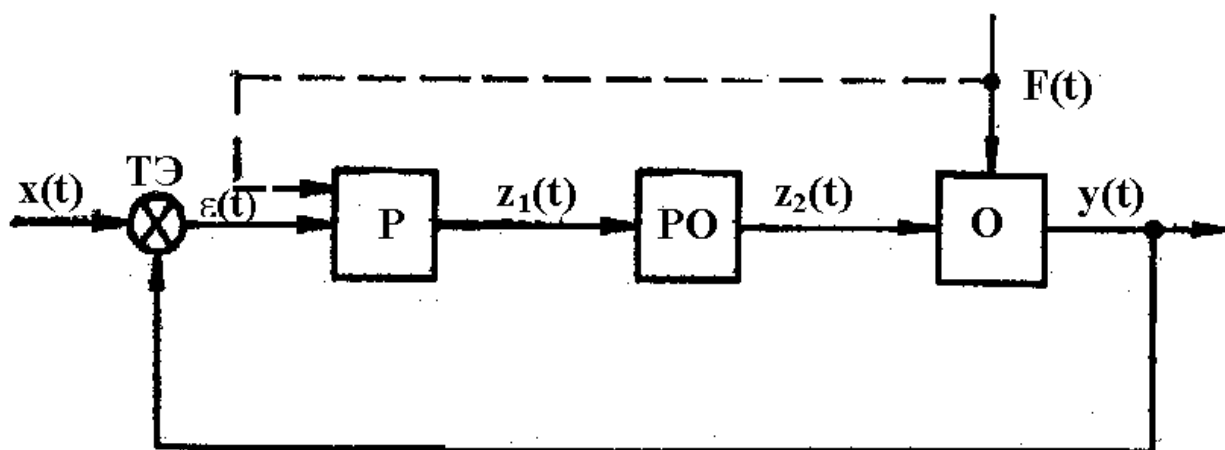
Оғиш бўйича ростлашда ростловчи орган, ростланувчи микдорнинг қандай сабабга кўра оғанлигидан қатъий назар, мустақил ҳаракатланади. Бу



a



б



эса мазкур усулнинг энг муҳим афзаллигидир.

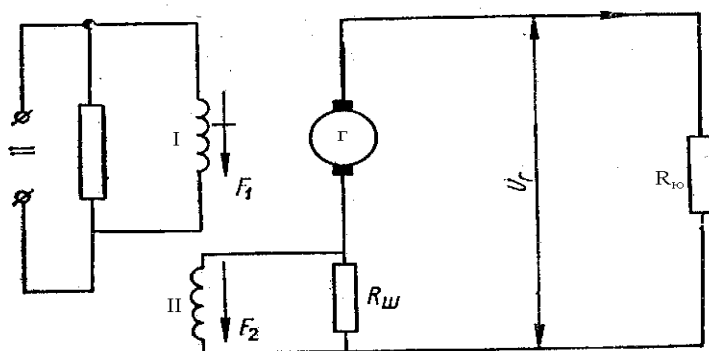
1.4- расм. Ростлаш усуллариини схемалари:

а - оғиш бўйича; б - ғалаён бўйича; в - комбинацияланган; P-ростлагич; PO-ростловчи орган; O-ростлаш объекти; ТЭ – таққослаш элементи; $x(t)$ -

топширувчи таъсир; $Z_1(t)$ ва $Z_2(t)$ -ички ростловчи таъсир; $y(t)$ -ростланувчи микдор; $F(t)$ —ғалаёнлантирувчи таъсир.

Ғалаён бўйича ростлаш усули ёки ғалаённи компенсациялаш системада ғалаёнловчи таъсирнинг ўзгаришини компенсацияловчи қурилма ишлатилишига асосланган.

Мисол учун ўзгармас ток генераторининг ишини кўриб чиқамиз (1.5-расм). Генераторда иккита қўзғатиш чулғами: якорининг занжирига параллел уланадиган I ва қаршилик $R_{ш}$ га бирлаштириладиган II бор. Қўзғатиш чулғамлари шундай уланганки, уларнинг магнит юритувчи кучлари (м.ю.к.) F_1 ва F_2 жамланади; генераторнинг қисқичларидаги кучланиш жами м.ю.к. $F=F_1+F_2$ га боғлиқ бўлади. Юклама токи I катталашганда (юкламанинг қаршилиги $R_{ю}$ камаяди) генераторнинг кучланиши U_r якорининг занжиридаги кучланишнинг кўпроқ пасайиши ҳисобига камайиши лозим, аммо бу ҳодиса рўй бермайди, чунки қўзғатиш чулғами II даги м.ю.к. F_2 юклама токи I га пропорционал ошади. бу эса жами м.ю.к. нинг ошишига, бинобарин, генератор кучланишининг текисланишига сабаб бўлади. Юклама токи - генераторга бериладиган асосий ғалаён ўзгарганда кучланишнинг пасайиши ана шундай компенсацияланади. Мазкур ҳолда қаршилик $R_{ш}$ ғалаённи - юкламани ўлчашга имкон берувчи қурилма вазифасини ўтайди.



1.5-расм. Ўзгармас ток генераторининг кучланишини ростлаш принципиал схемаси: Γ - генератор; I ва II - генераторнинг қўзғатиш чулғамлари; $R_{ю}$ - юклама қаршилиги; F_1 ва F_2 - қўзғатиш чулғамларининг магнит юритувчи кучи; $R_{ш}$ - қаршилик.

Умумий ҳолда ғалаённи компенсациялаш усулида ишлайдиган тизимнинг схемаси 4- расм, б да кўрсатилган.

Ғалаёнловчи таъсирлар турли сабаблар билан содир бўлиши мумкин, шунинг учун улар битта эмас, балки бир нечта бўлади. Бу эса автоматик ростлаш тизимнинг ишини анализ қилишни мураккаблаштиради. одатда, юкламанинг ўзгариши натижасида содир бўладиган ғалаёнловчи таъсирларни кўриб чиқиш билан чекланилади. бу ҳолда ростлаш юклама бўйича ростлаш деб аталади.

Ростлашнинг комбинацияланган усули (1.3- расм в, га қаранг) олдинги икки усулни: оғиш ва ғалаён бўйича ростлаш усуллари ўз ичига олади. бу усул юқори сифатли ростлаш талаб этиладиган автоматиканинг мураккаб тизимини қуришда қўлланилади.

1.5-расмга кўра, ростлашнинг ҳар қандай усулида ҳам автоматик ростлаш тизими ростланувчи қисм (ростлаш объекти) ва ростловчи қисм (ростлагич) дан тузилади. Барча ҳолларда ҳам ростлагичнинг сезгир элементи ва ростловчи органи бўлиши лозим. Сезгир элемент ростланувчи миқдор оғандан кейин унинг таъсирини бевосита сезгир элементдан олса ва у билан ҳаракатга келтирилса, ростлашнинг бундай тизими бевосита ростлаш тизими деб, ростлагич эса бевосита таъсирли ростлагич деб аталади.

Бевосита таъсирли ростлагичларда сезгир элемент ростловчи органнинг вазиятини ўзгартириш учун етарли қувват ҳосил қилиши лозим. Бу ҳол бевосита ростлаш усулининг қўлланилишини чеклайди, чунки сезгир элементни ихчамлаштиришга интилиш натижасида ростловчи органни силжитишга етарли кучларни ҳосил қилиш қийин

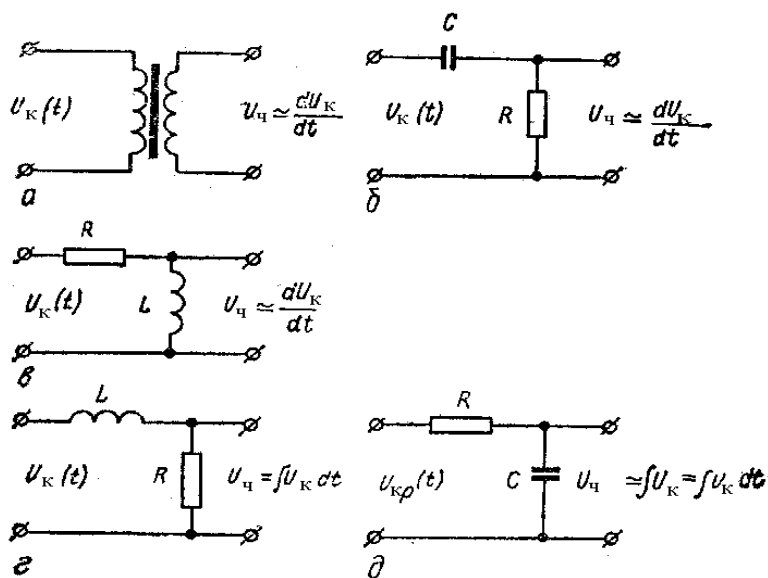
Ўлчаш элементининг сезгирлигини ошириш ва ростловчи органни силжитишга етарли қувват ҳосил қилиш учун қувват кучайтиргичлар ишлатилади. Қувват кучайтиргич билан ишлайдиган ростлагич восита таъсирли ростлагич деб, тизимнинг ўзи эса воситали ростлаш тизими деб аталади.

Воситали ростлаш тизимларида ростловчи органни силжитиш учун бошқа энергия манбаидан ёки ростланувчи объектнинг энергияси ҳисобига ха-

ракатга келувчи ёрдамчи механизмлардан фойдаланилади. Шунда сезгир элемент ёрдамида механизмнинг бошқарувчи органига таъсир этади.

1.4. Автоматик ростлаш тизимларида тескари алоқалар

Ростланувчи катталиқнинг йўл кўйилган кийматидан ошиб кетиши, одатда, ростлаш жараёнини оралик даврда стабиллашга мўлжалланган тескари алоқа қурилмалари ёрдамида бартараф қилинади. Тескари алоқа тизимдаги кейинги бўғиннинг чиқиш сигнали ундан олдин келадиган бўғиннинг киришига узатадиган қурилма ҳисобланади. Автоматик тизим таркибига кирган элементлар детекторлаш қобилиятига эга, яъни уларнинг ҳаракати муайян йўналишга эга: бўғиннинг киришига келадиган сигнал бўғиндан фақат бир йўналишда киришдан чиқиш томонга ўтади. Агар бўғиннинг чиқишидаги сигнал ўзгарса, бу бўғиннинг киришига келган сигнал тизимига таъсир қилади. Бўғинлардан бирининг киришига келган сигнал тизимнинг барча бўғинларидан ўтиб бошланғич киришга трансформацияланган ҳолда келган ёпик тизим тескари алоқа тизими дейилади.

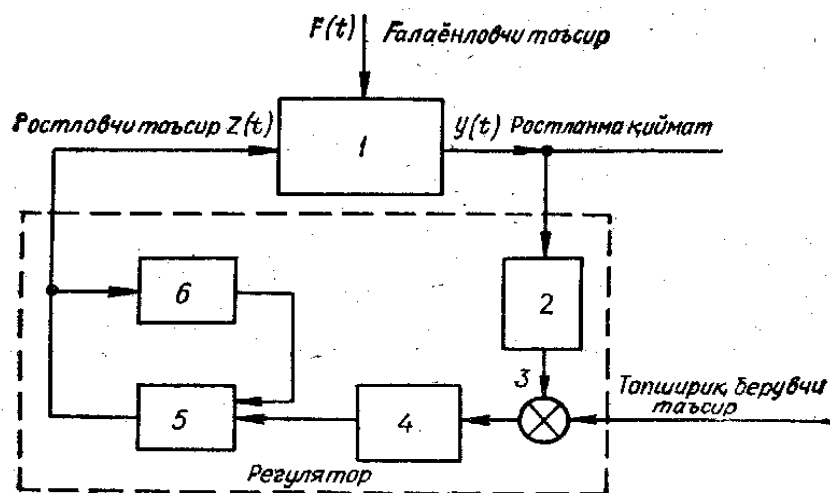


1.6- расм. Эластик тескари боғланиш схемалари: а, б, в - дифференциалловчи; г, д - интегралловчи.

Тескари алоқанинг вазифасини ва ишлаш принципини ўзгармас ток моторининг айланиш частотасини бошқариш тизими мисолида кўриб чиқамиз. (1.3- расм, б га қаранг) Бу ерда мотор М ростлаш объекти, моторнинг айланиш

частотаси ω эса ростланувчи миқдор бўлади. Ростланувчи миқдорни топшириқдаги чегарада сақлаш учун объектга бериладиган ростловчи таъсир ростланувчи миқдорнинг кийматини ҳисобга олган ҳолда шаклланади. Моторнинг валига ўрнатилган тахогенератор ТГ ростланувчи миқдорнинг электрик сигналга тахогенераторнинг э.ю.к.га айлантиради; ε таъсир занжири бўйлаб ростланувчи объектга узатилади.

Бу тизим тахогенератор ТГ мотор М нинг айланиш частотасини автоматик ростлаш тизимида чиқиш билан кириш орасида алоқа ўрнатади. Бундай алоқа тескари алоқа деб аталади. “Тескари алоқа” терминининг келиб чиқишига сабаб шуки, бу алоқанинг таъсири ростловчи таъсир йўналишига тескари йўналган. Ростловчи таъсир тизимнинг элементлари орқали ростлаш объектига тўғри йўналишда юборилади. Агар тизимнинг киришига юборилаётган тескари алоқанинг таъсири ўзининг ишораси жиҳатидан топширувчи таъсирнинг ишорасига мос келмаса, у ҳолда бундай алоқа манфий тескари алоқа деб аталади.



1.7- расм. Автоматик ростлашни энг оддий тизимининг схемаси:

1-ростлаш объекти; 2 - асосий тескари боғланиш элементи, 3- таққослаш элементи; 4- кучайтиргич; 5- ижро механизми; 6- маҳаллий тескари боғланиш элементи (корректловчи элемент).

Агар тизимнинг киришига юборилаётган тескари алоқанинг таъсири ишораси жиҳатидан топширувчи таъсирнинг ишорасига мос келса, у ҳолда бундай алоқа мусбат тескари алоқа деб аталади. АРТ нинг ишига барқарор режимда ҳам, ўткинчи режимда ҳам таъсир кўрсатувчи тескари алоқа бикр қаттиқ

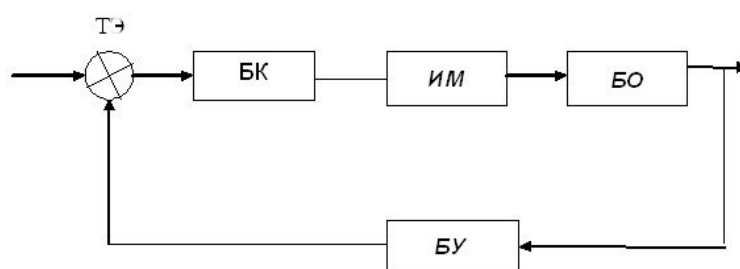
тескари алоқа дейилади. Бу боғланиш иш режимини танламайди, балки тизимга ҳар вақт таъсир этади. АРТ нинг ишига факат ўткинчи жараёнда таъсир кўрсатувчи тескари боғланиш эластик тескари алоқа деб аталади. Эластик тескари алоқалар уларнинг киришига узатилган таъсирларнинг орттирмасига жавоб беради (режимни танлайди). Энг кўп ишлатиладиган эластик тескари алоқаларнинг схемалари 1.7-расмда келтирилган. Таъсирларнинг ҳосилаларига жавоб берувчи эластик боғланишлар дифференциалловчи, таъсирлардан олинган интегралларга жавоб берувчилари эса интегралловчи эластик алоқалар дейилади.

Агар автоматик ростлаш тизимида тизимнинг чиқиши унинг кириши билан бирикса, у ҳолда бундай тескари алоқа асосий тескари алоқа деб аталади. Асосий тескари алоқалардан ташқари, маҳаллий тескари алоқалар ҳам кенг қўламда қўлланилади; булар ҳам бикр ва эластик бўлади ва айрим элементларнинг чиқиши билан киришини бирлаштириб, айрим элементларнинг ростланиш хусусиятларини яхшилаш учун хизмат қилади.

1.5. Автоматиканинг бошқариш схемалари

Автоматик тизимлар, элементлар ва мосламаларнинг монтаж, созлаш, ростлаш, эксплуатация қилиш каби иш жараёнларни бажариш мақсадида автоматик схемалардан фойдалинади. Автоматика схемалари асосий хужжат ҳисобланади ва улар функционал, структуравий, принципиал ва монтаж схемаларига булинади.

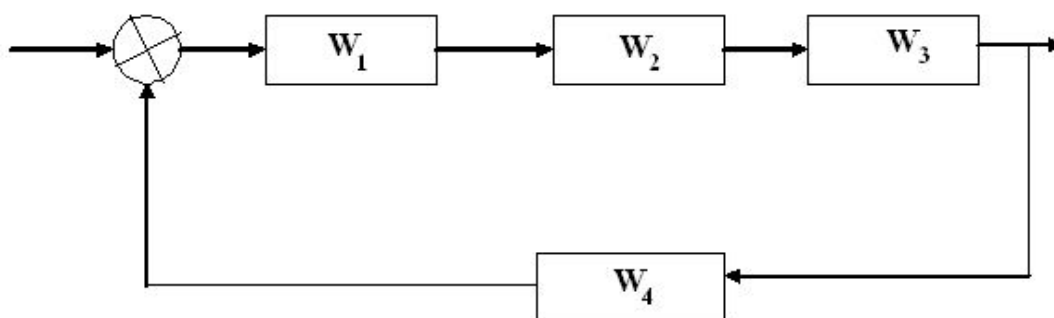
Функционал схемалар мосламаларни, элементларни, воситаларни узаро боғланишларини ва ҳаракатланишларини ифодалайди. Элементлар схемада туртбурчак шаклида белгилинади, уларнинг орасидаги алоқалар эса стрелкали чизилар билан белгиланади. Стрелканинг йуналиши сигналнинг утишини курсатади (1.8 - расм).



1.8- расм. Автоматиканинг функционал схемаси. ТЭ - топшириш элементи; БК-бошқариш ва қабул қилиш элементи; ИМ - ижро механизми; БЭ-бошқариш элементи; БУ - бирламчи узғартиргич.

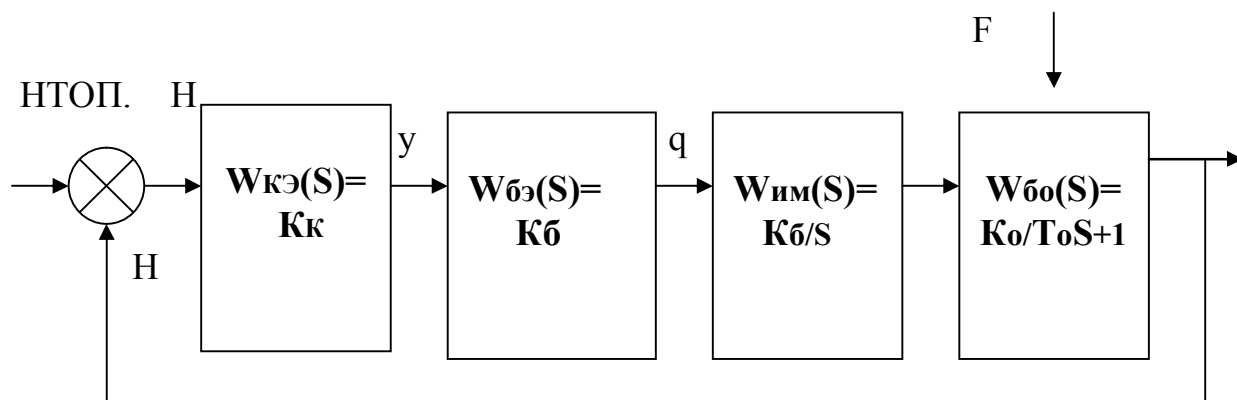
Таркибий тузилиш схемаси автоматик тизимни ташкилий қисмларининг узаро боғланишларини курсатиб, уларнинг динамик хусусиятларини тавсифлайди. Таркибий тузилиш схемалари функционал ва принципиал схемалар асосида ишланади.

Таркибий тузилиш схемасида аниқ восита, ростлагич, элемент курсатилмасдан, балки утаётган физикавий жараённинг математик модели курсатилади. Таркибий тузилиш схемасида элементлар туртбурчак шаклида ифодаланади ва уларнинг ичида элементнинг математик модели ёзилади (1.9- расм).



1.9- расм. Автоматлаштириш тизимининг таркибий тузилиш схемаси.

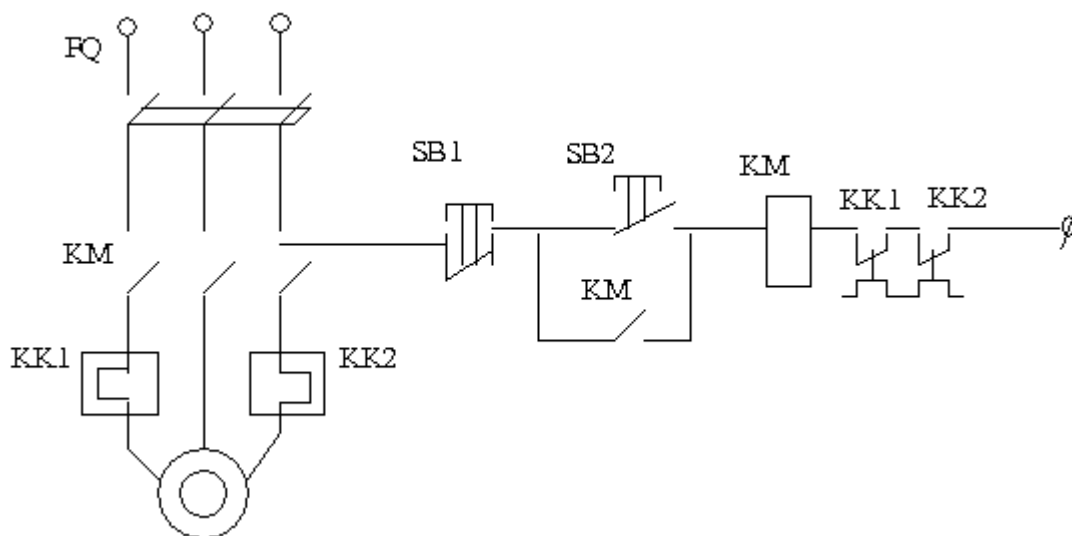
Автоматик ростлаш тизимининг кейинги таҳлили элементларнинг динамик характеристикаларини аниқлаш ва тизимнинг таркибий тузилиш схемасини яратишдан иборат бўлади. Бу тизимнинг таркибий тузилиш схемаси 1.10- расмда келтирилган.



1.10- расм. АРТ нинг динамик тавсифи асосидаги таркибий тузилиш схемаси

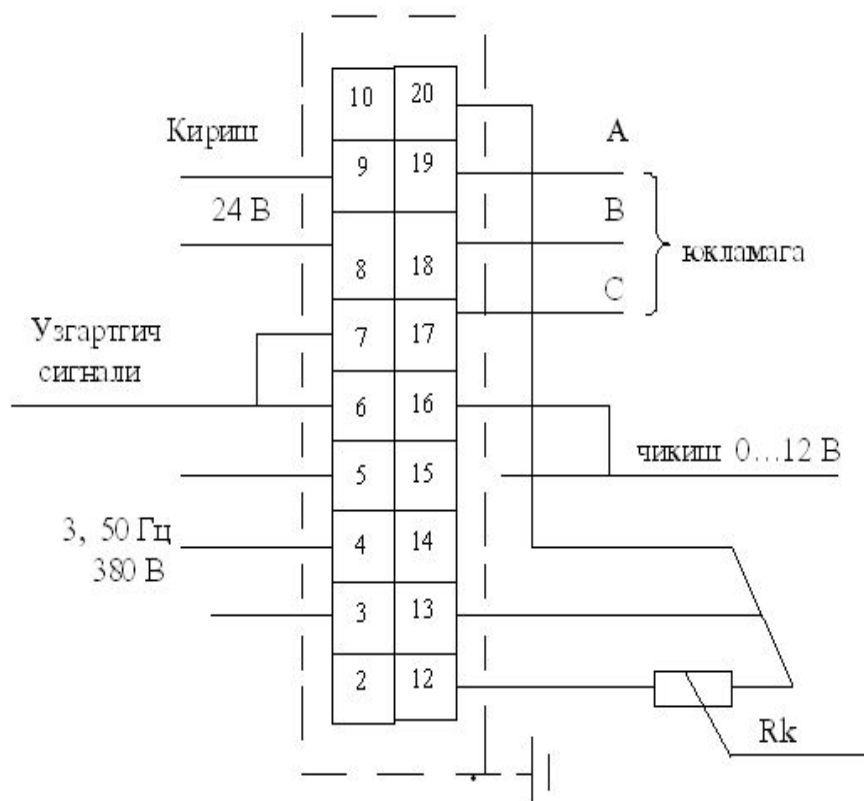
Принципиал схемалар элементларнинг узаро электрик уланишларни ифодалайди. Ушбу схемада автоматика элементлари давлат стандартларига

биноан белгиланади. Принципиал схемадаги шартли белгилар бутун мосламани, тизимнинг иш принципини тушунишга ёрдам беради (1.11- расм).



1.11- расм. Насос агрегати электр моторини ишга туширишнинг принципиал электр схемаси

Монтаж схемалар мосламалар орасидаги ташки уланишларни ёки мослама ичидаги элементларни узаро уланишларни ифодалайди. Ушбу схемалар монтаж ишларини бажараётганда ишчи чизмалар сифатида кулланади (1.12- расм).



Бўлим бўйича назорат саволлари

1. Автоматика элементлари қандай хусусиятларга эга?
2. Автоматика элементларнинг статик тавсифномалари қандай?
3. Автоматика бошқариш ва ростлаш тизимлари ҳақида тушунча беринг?

2-боб. Сув ҳўжалигида қўлланувчи автоматиканинг техник воситалари

2.1. Асосий маълумотлар, туркумланиши

Хар хил технологик жараенларни автоматлаштиришда уларнинг кўрсаткичлари ҳақида маълумот олиш зарур ҳисобланади. Бу мақсадда бирламчи ўзгартиргичлар (ёки датчиклар) кенг қўлланилади. Датчик деб назорат қилинаётган ёки ростланаётган катталикни керакли ёки автоматика тизимининг кейинги элементларида қўллаш учун қулай қийматга ўзгартирадиган воситага айтилади.

Қишлоқ ва сув ҳўжалиги ишлаб чиқаришида қўлланиладиган ўзгартиргичлар асосан олти гуруҳга бўлинади: **механик; электромеханик; иссиқлик; электрохимевий; оптик ва электрон - ион.**

Механик ўзгартиргичлар механик кириш кўрсаткичларни (босим, куч, тезлик, сарф ва х.к.) механик чиқиш кўрсаткичларга (айланиш частотаси, босим ва х.к.) ўзгартириб бериш билан характерланади. Бундай ўзгартиргичларнинг сезгирлик элементи сифатида эластик элементлар (мембрана, пружина, балка кабилар) поплавоклар, қрылчаткалар ва дросселли қурилмалар ишлатилади.

Электромеханик бирламчи ўзгартиргичлар (ёки электрик датчиклар) кириш механик кўрсаткичларни (босим, куч, сарф кабилар) чиқиш электрик кўрсаткичларга (кучланиш, ток, қаршилиқ, индуктивлик ва кабилар) ўзгартириб бериш учун хизмат қилади. Электромеханик ўзгартиргичлар параметрик ва генератор ўзгартиргичларга (ёки датчикларга) бўлинади.

Параметрик датчикларда чиқиш кўрсаткичини электр занжир катталиклари (қаршилиқ, индуктивлик, узаро индуктивлик, электр сизими ва кабилар) ташкил топади. Бундай турдаги датчикларда электр токи ва кучланиши сифати-

да чиқиш сигналини олиш учун уларни махсус электр схемаларига (куприкли, дифференциалли) улаш ҳамда аллохида энергия манбасига эга бўлиши керак.

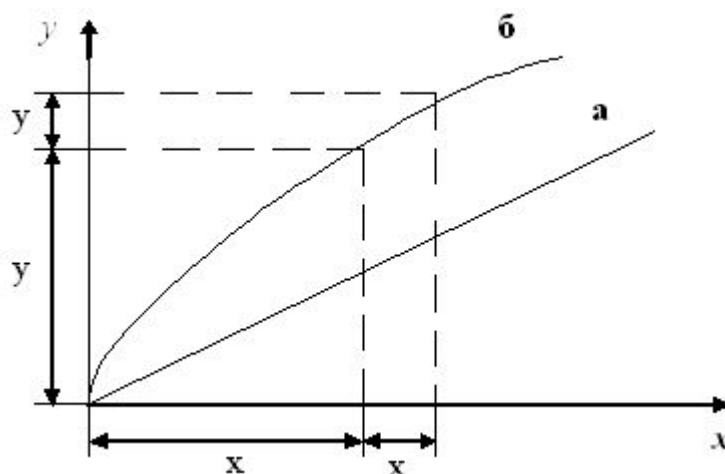
Генератор датчикларида бевосита сезгир элементда кириш сигнали x чиқиш сигнали y узгартирилади. Ушбу узгартириш кириш сигнали энергияси ҳисобига бўлади ва чиқиш сигнали ЭЮК қуринишида ҳосил бўлади. Генератор датчиклари жуда оддий бўлади, чунки улар қушимча энергия манбаисиз уланади.

Аниқлик даражаси бўйича датчиклар 0,24; 0,4, 0,6; 1; 1,5; 2,5; 4 аниқлик синфларига мувофиқ бўлишлари лозим. Иш принципи бўйича электрик датчиклар резистивли, электромагнитли, сизимли ва тахометрик (генераторли) қуринишларга эга бўлади

Датчикларнинг турлари қўп бўлишига қарамай, улар бир хилдаги бир неча асосий қўрсаткичларга эга:

1. Статик тавсифномаси - чиқиш катталигини кириш катталигига боғлиқлиги (2.1-расм).

Статик тавсифномаси чизикли датчиклар (2.1-расм, а) учун сезгирлик коэффициенти узгармайди.



2.1-расм. Датчикларнинг статик тавсифномалари.

Статик тавсифномаси нечизикли датчиклар учун сезгирлик коэффициенти ҳар хил нуқталарда (2.1-расм, б) ҳар хил бўлади ва бу каттатик дифференциал сезгирлик дейилади. Уни аниқлаш учун қуйидаги формула қўлланади:

$$K_c = dy/dx = \Delta y / \Delta x$$

2. Сезгирлик коэффиценти - чикиш каталиги кийматининг кириш катталиги кийматига нисбати:

3. Сезгирлик чегараси - чикиш сигналини хосил киладиган кириш сигналининг минимал киймати.

4. Датчикнинг абсолют хатолиги - датчикнинг чикиш сигналининг хакий у ва унинг хисобланган у кийматларнинг фарки, яъни

$$\Delta y = y_{\text{ум}} - y_{\text{хак}}$$

5. Датчикнинг нисбий хатолиги - $y = \frac{\Delta y}{y_{\text{хак}}} \cdot 100\%$

6. Датчикнинг динамик тавсифномаси - чикиш сигналининг вақт мобайнида узгарилишини курсатади.

Резистив датчиклар чизик ва бурчак ҳаракатларни куч ва моментлар, тебраниш ва вибрациялар, ҳаракат ва ёруғлик каби ноэлектрик катталикларни назорат қилиш ва улчаш жараёнларида қулланилади.

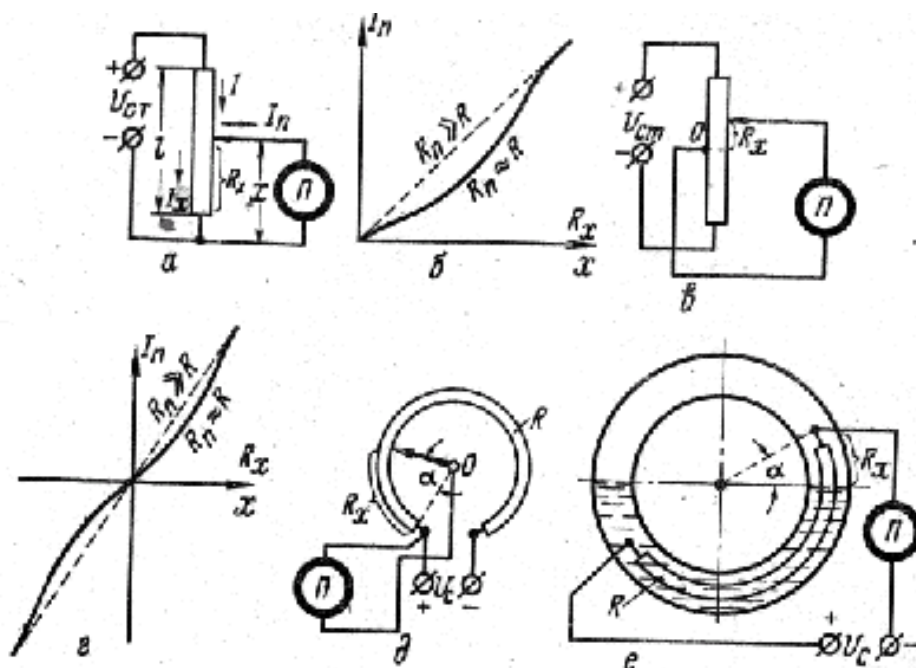
Резистив датчиклар гуруҳига **потенциометрик, кумир (контактли), тензометрик** каби датчиклар (фоторезистив, терморезистив) қиради. Бундай турдаги датчикларнинг иш принципи назорат қилинаётган катталиқнинг таъсирида унинг актив қаршилиги узгарилишига асосланган бўлади.

2.2. Потенциометрик датчиклар

Потенциометрик датчикларда назорат қилинаётган ҳаракат сезгир элементга узатилиб унинг қаршилиги ҳисобига узгарувчан ёки узгармас қучланишга айлантирилади (2.2- расм).

Потенциометрнинг ҳаракатланувчи контакти назорат қилинаётган ҳаракатга боғланган бўлиб, объектнинг ҳолати ўзгарилганда унинг қаршилиги ҳам ва иккиламчи асбобдаги кўрсаткич ўзгарилади. Иккиламчи асбоб эса назорат қилинаётган параметрлар бирлигида даражаланган. Қучланишнинг тебранишларини таъсирини йўқотиш мақсадида стабиллашган манбалардан фойдаланиш тавсифланади.

Потенциометрик датчикнинг статик тавсифномасини чизикликга якинлаштириш мақсадида унга мувофиқ иш режимини (2.2-расм, б, г) топширишади ёки реостатни ураш усулини ўзгартиради.



2.2-расм. Потенциометрик датчиклар ва уларнинг тавсифномалари.

Агар чиқиш ток ёки кучланиш белгиси ҳаракат йўналишига мувофиқлиги керак бўлса, унда ўрта нуқтали потенциометрдан фойдаланишади (2.2-расм, в). Унинг тавсифномаси расмда келтирилган (2.2.- расм, г).

Бурчак ҳаракатларини назорат қилиш учун ғалқасимон потенциометрик датчиклар қўлланади (2.2-расм, д). Контактсиз датчиклар сифатида суюқлик потенциометрик датчиклар қўлланади (2.2-расм, е).

Потенциометрик датчикнинг тавсифномалари ва сезгирлиги аналитик усулда ҳисобланади. 2.2, а- расмда кўрсатилган схема учун қуйидаги тенгламани тузса бўлади.

$$\frac{R_x}{R} = \frac{x}{l}; \quad \frac{I_x}{I_a} = \frac{R_a}{R_x};$$

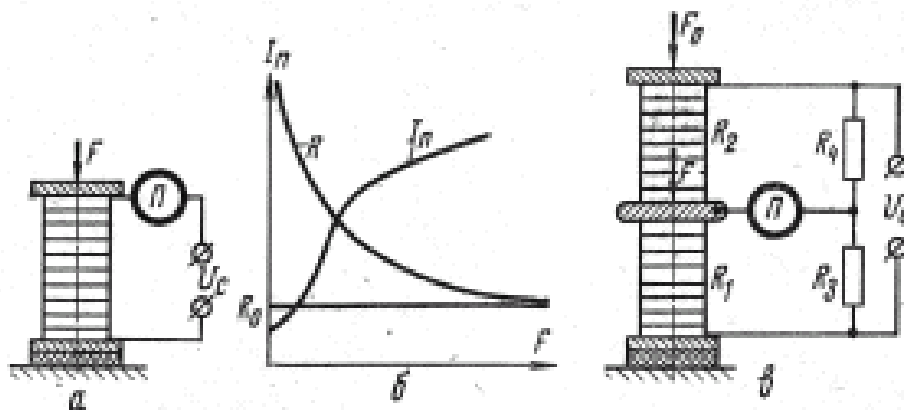
$$I = I_x + I_a. \quad U_{CT} = I(R - R_x) + I_a R_a.$$

Потенциометрик датчиклар юқори даражадаги аниқлик ва тавсифномалари ўзгармас, содда, кичик габаритлари ва арзонлиги билан ажралиб туради. Бундан ташқари, улардан фойдаланилаётганда қўшимча кучайтиригичларни ишлатишни ҳожати йўқ, чунки уларнинг чиқиш қуввати иккиламчи асбоблар

учун етарлик. Лекин харакатланувчи контактнинг мавжудлиги уларнинг пухта-лигини пасайтиради.

2.3. Кўмир пластинкали датчиклари

Кўмир датчикларининг иш принципи, узининг ички электр қаршилиги келтирилган кучлар таъсирида ўзгаришига асосланган. Бу турдаги энг содда датчик (2.3-расм, а) графит дисклардан йиғилган кўмир устиндан иборат. Дисклар орасига эса контактли шайбалар ўрнатилган. Кўмир устуннинг қаршилиги графит дискларнинг кичик қаршилиги ва диск-шайба ўтиши асосий қаршиликлар йиғиндисига тенг. Диск - шайба ўтишининг қаршилиги эса ўз навбатида диск ва шайбалар зичлигига, яъни босиш кучига боғлиқ.



2.3 - расм. Кўмир пластинкали датчикларнинг схемалари ва тавсифномалари.

Кўмир пластинкали датчикнинг қаршилиги:

$$R = R_0 + \frac{a}{F} \quad (4.57)$$

иккиламчи асбобдаги ток эса:

$$I_{\text{уз}} = \frac{U_{\text{ст}}}{R_{\text{уз}} + R_0 + a/F} \quad (4.58)$$

бу ерда, $R_{\text{уз}} + R_0$ - контакт қаршилиги, Ом;

a - контактнинг ўзгармас коэффициенти, Ом·Н;

F - куч, Н;

R_0 - асбоб қаршилиги, Ом.

Кўмир пластинкали датчикнинг сезгирлиги(Ом/Н)

$$K_q = \frac{dR}{dF} = -\frac{a}{F^2} \quad (4.59)$$

Кўмир пластинкали датчикларнинг сезгирлигини ошириш мақсадида кўприксимон уланиш схемалардан фойдаланилади (2.3,в-расм). F кириш кучи таъсирида кўприк схемасининг елкасидаги R1 қаршилиги камаяди, иккинчи елкадаги R2 эса ошади. Бундай датчиклар – дифференциал датчиклар дейилади. Кўмир датчикларининг афзалликлари: содда, ўлчамлари кичик, арзон.

Камчиликлари: қаршилиқнинг ностабиллиги, гистерезис, мавжудлиги ва тавсифномаси нозизиқлилиги. Оддий кўмир датчикнинг статик тавсифномасидан кўриниб турибдики (2.3,б-расм) нозизиқлилиқ кичик кучлар чегарасига тўғри келади. Дифференциал датчикларнинг статик тавсифномаси эса чизиклилиқка яқин.

2.4. Тензометрик датчиклар

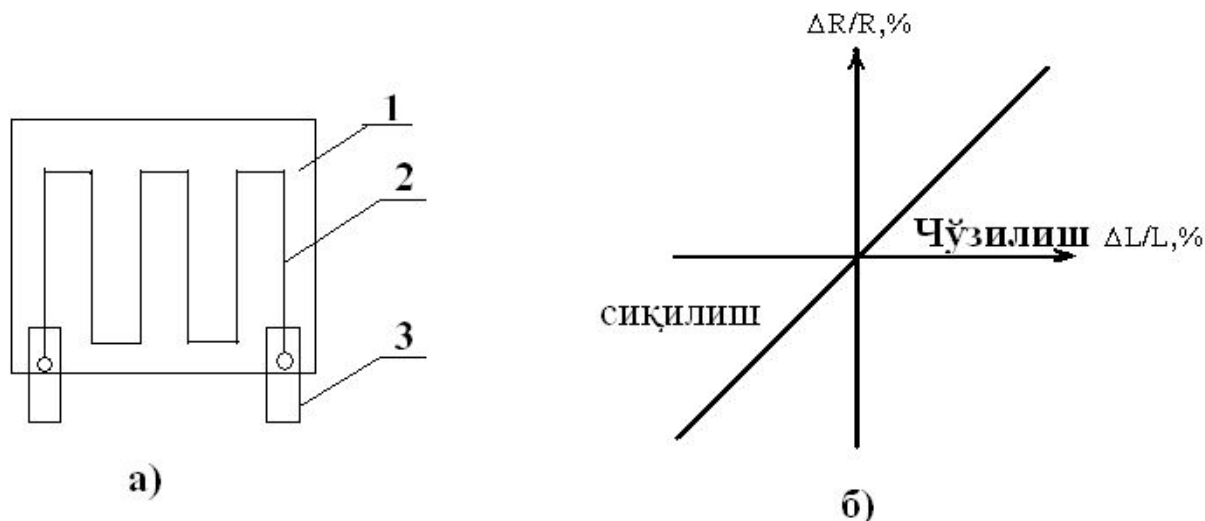
Тензометрик датчикларнинг иш принципи тензоэффект ходисасига асосланган бўлади, яъни эластик деформация таъсирида унинг қаршилиги узгаради. Тензодатчик маълум усулда уралган ва иккала томанидан махсус пленка епиштирилган юпка симдан иборат. Тензодатчик деформацияси назорат қилинаётган деталга махсус елим билан пухта епиштирилади. Деталнинг деформацияси натижасида симнинг геометрик ўлчамлари узгарилиб қаршилиги узгаради. Тензометрик датчикларнинг тавсифномаси чизикли бўлади ва шу сабабли уларнинг сезгирлиги деярли узгармайди.

Тензометрик датчикларнинг асосий курсаткичи тензосезгирлик ҳисобланади ва у қуйидагича ифодаланади:

$$K_c = \frac{\Delta R / R}{E}$$

бу ерда $\Delta R / R$ – материалнинг деформация вақтида солиштирма;

E - эластиклик модули;



2.5-расм. Тензометрик датчикнинг тузилиши ва тавсифномаси

Тензодатчикларнинг афзалликлари: улар жуда содда, ихчам ва арзон. Камчиликлари: кичик сезгирлик, ўлчов натижалари ҳароратга боғлиқ.

Саноатда 3 хил тензометрик датчиклар ишлаб чиқарилади: симли, коғоз (2ПКБ турида) ва пленка (2 ПКБ турида) асосида: фольгали. (2ФПКП тури) ва ярим утказгичли (КТД, КТДМ, КТЭ турлари). Симли тензорезисторлар учун номинал иш токи $I_n = 0,5 \text{ A}$ ташкил этади.

2.5. Электромагнитли ва сизим датчиклари

2.5.1. Индуктив ва трансформатор датчиклари

Электромагнитли датчиклар содда тузилиши ва пухталиги билан автоматика тизимларида кенг миқёсда қўлланиб келинмоқда. Электромагнитли датчиклар кириш катталигини ўзгариши бўйича индуктив, трансформатор ва магнитоэластик турларига бўлинади.

Индуктив ва трансформатор датчикларнинг (2.6 - расм) иш принципи пўлат якорнинг ҳолати ўзгарилганда пўлат ўзакли чўлғамнинг индуктивлиги ўзгаришига асосланган.

Индуктив ва трансформатор датчиклари ўзгарувчан ток занжирларида ишлаб, микроннинг ундан бир қисмидан то бир неча сантиметргача бўлган ҳаракатларни ўлчайди ва уларни назорат қилади.

Оддий индуктив датчикнинг схемаси ва унинг статик тавсифномаси 2.6- расмда кўрсатилган. Датчикнинг кириш катталиги ҳаво бўшлиғи бўлиб, чиқиш катталиги I_a иккиламчи асбобдаги ток бўлади. I_a киймати чўлғамнинг индуктив қаршилиғи ҳамда ўлчов асбобининг актив қаршилиғига боғлиқ. Чўлғамнинг индуктивлиги иккита ҳаво бўшлиғни ҳисобга олган ҳолда қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$L = 2\pi\omega^2 S \cdot 10^{-7} / \delta$$

чиқишдаги ток эса

$$I_{y\text{з}} = U / Z = U / \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (4.61)$$

бу ерда: $R=R_{\text{ч}}+R_{\text{ыз}}$ - чулғамнинг ва ўлчов асбоби қаршиликларининг йиғиндиси, Ом;

ωL - чулғамнинг индуктив қаршилиғи, Ом;

ω - чулғамнинг урамлар сони;

S - магнит ўтказгичнинг кесим юзаси, м^2 ;

δ - ҳаво бўшлиғи, м.

Датчикнинг сезгирлиги қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

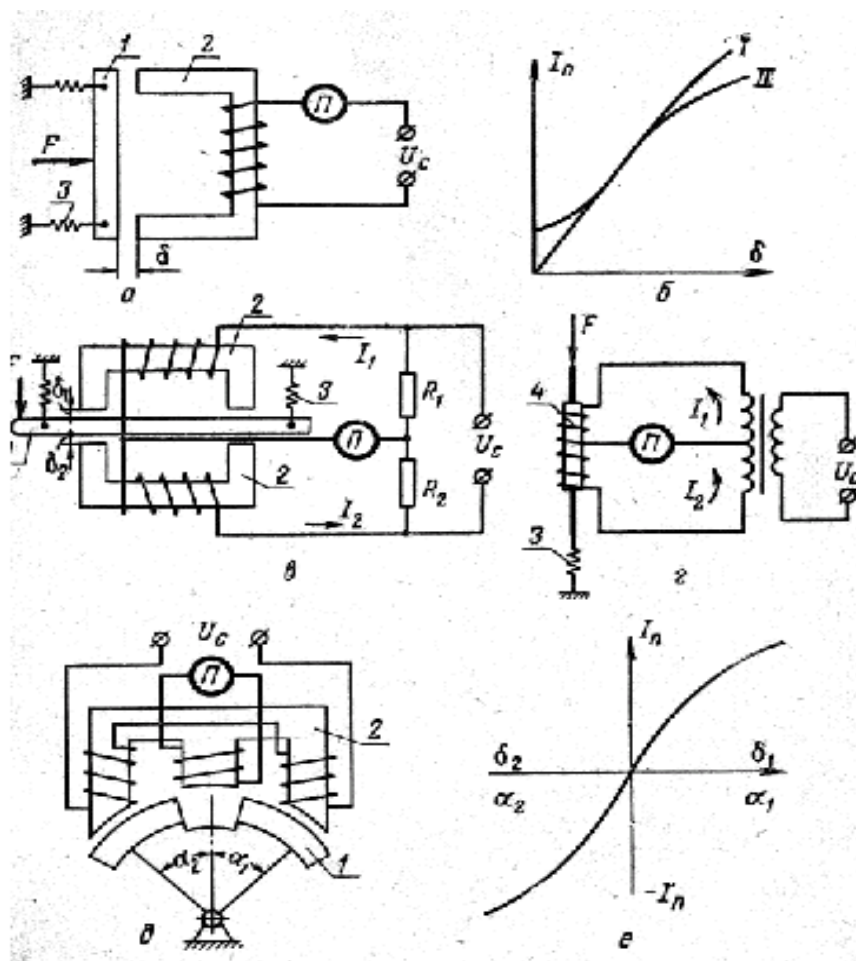
$$K_{\text{о}} = dI_{\text{ыз}} / d\delta = U \cdot 10^7 / 2\pi\omega^2 \omega S \quad (4.62)$$

Дифференциал датчикларда кириш сигналининг белгиси ўзгарилганда чиқиш сигналининг белгиси ҳам унга мос равишда ўзгаради.

Трансформатор датчикларда (2.6- расм) кириш сигнали плунжер ёки якорнинг ҳаракати бўлиб, чиқиш сигнали эса $I_1 - I_2$ тоқларнинг геометрик айирмаси бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида $I_1 - I_2$, демак ўлчов асбобида ток йўқлиғини билдиради. Якорнинг ҳолати ўзгарилиши билан чўлғамларнинг индуктивлиги ўзгаради ва I_1, I_2 тоқларининг мувозанатлари ўзгаради. Натижада ўлчов асбобидан $\Delta I = I_1 - I_2$ тоқи оқиб ўтади. Ушбу тоқнинг фазаси якорнинг ҳаракатланиш йўналишига боғлиқ бўлади.

Трансформатор датчикнинг схемаси 2.6, д – расмда кўрсатилган. Бу ерда кириш катталиги бурчак ҳаракати α бўлиб, чиқиш катталиги эса иккиламчи асбобдаги ток бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида, яъни $\alpha_1 = \alpha_2$ ўрта ўзакда ЭЮК ҳосил бўлмайди, чунки четлардаги чўлғамлар қарама-қарши йўналишда

уралган ва улар ўзаро тенг. Якорнинг ҳаракатланиши билан чулгамлардан бирининг магнит қаршилиги камаяди, иккинчисиники эса ошиб кетади. Натижада ўрта чулгамда ЭЮК ҳосил бўлиб, иккиламчи асбобдан ток оқиб ўта бошлайди.



2.6- расм. Индуктив ва трансформатор датчиклари ва уларнинг тавсифномалари

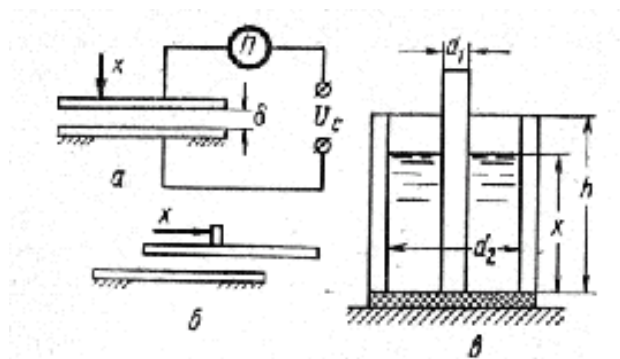
Трансформатор датчикларда (2.6, б - расм) кириш сигнали плунжер ёки якорнинг ҳаракати бўлиб, чиқиш сигнали эса $I_1 - I_2$ тоқларнинг геометрик айирмаси бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида $I_1 - I_2$, демак улчов асбобида ток йуклигини билдиради. Якорнинг ҳолати узгарилиши билан чулгамларнинг индуктивлиги узгаради ва I_1, I_2 тоқларининг мувозанатлари узгаради. Натижада улчов асбобидан $\Delta I = I_1 - I_2$ тоқи оқиб утади. Ушбу тоқнинг фазаси якорнинг ҳаракатланиш йуналишига боғлиқ бўлади.

Трансформатор датчикнинг схемаси 2.6, д - расмда курсатилган. Бу ерда кириш катталиги бурчак ҳаракати α бўлиб, чиқиш катталиги эса иккиламчи асбобдаги ток бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида, яъни $\alpha_1 = \alpha_2$ урта узакда

ЭЮК хосил булмайди, чунки четлардаги чулгамлар карама-карши йуналишда уралган ва улар узаро тенг. Якорнинг харакатланиши билан чулгамлардан бирининг магнит каршилиги камаяди, иккинчисиники эса ошиб кетади. Натижада урта чулгамда ЭЮК хосил булиб, иккиламчи асбобдан ток окиб ута бошлайди.

2.5.2. Сигим датчиклари

Сигим датчикларида хилма-хил кириш катталикларни (чизикли ва бурчак харакатларни, механик кучланиш, сатх ва кабилар) сигим ўзгарилишига айлантирилади. Амалда сигим датчиклари конденсаторлардан ясалади. Ўлчайдиган катталикларига қараб сигим датчиклари (2.7-расм) юзаси ўзгарувчан, оралик масофаси ўзгарувчан ва диэлектрик сингдирувчанлиги ўзгарувчан турларига бўлинади.



2.7- расм. Сигим датчикларининг турлари.

Текис конденсаторнинг сигими қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$C = \epsilon_0 \epsilon S / \delta, \quad (4.64)$$

бу ерда: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - вакуумнинг диэлектрик сингдирувчанлиги;

ϵ - конденсаторнинг пластиналараро муҳитининг диэлектрик сингдирувчанлиги;

S - пластиналарнинг юзаси;

δ - пластиналараро масофа.

Оралик масофаси ўзгарувчан датчиклар (2.7,а-расм) 0,1...0,01мм аниқликда чизикли харакатларни, юзаси ўзгарувчан датчиклар (2.7, б-расм) чизикли ва бурчак харакатларини назоратида ва диэлектрик сингдирувчанлиги ўзгарувчан датчиклар эса (2.7, в - расм) намлик, сатҳ, кимёвий таркиб каби кат-

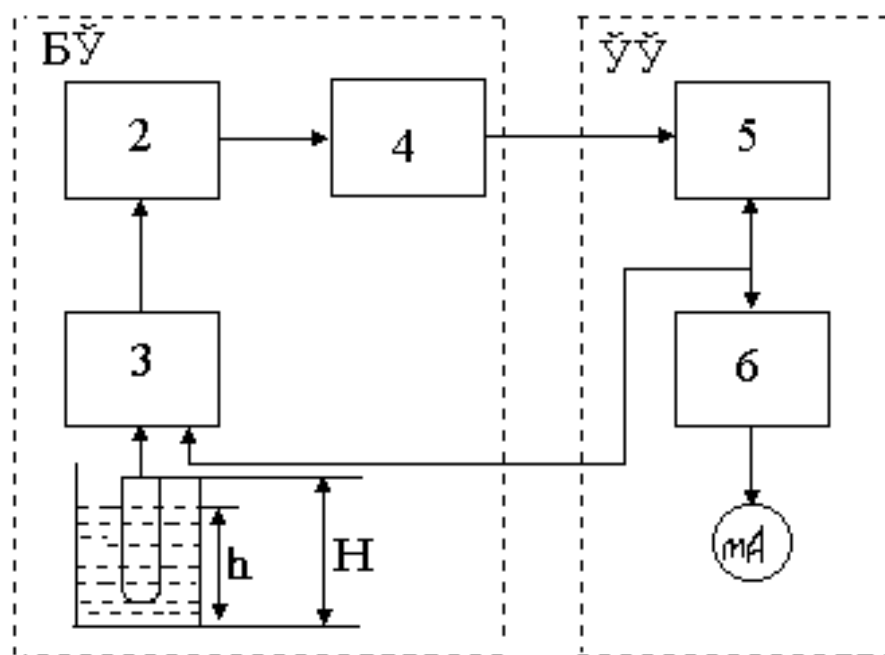
таликларини назорат қилишда қўлланилади. Ўлчаш аниқлигини ва сезгирлигини ошириш мақсадида сиғим датчиклари кўприксимон схемаларга уланади.

Автоматлаштириш тизимларида суюқликларнинг сатҳини узлуксиз равишда назорат қилиш учун «РУС» типдаги сатх датчикларини куллаш мумкин. Ушбу датчиклар электр ўтказувчан ва электр ўтказмайдиган суюқликларнинг сатҳини узлуксиз равишда узоқ масофадан ўлчаш ва уни чиқишда ўзгармас ток сигнали қўринишига келтириш учун мўлжалланган. Бу асбоб агрессив ва портлаш хусусиятига эга бўлган суюқликлар муҳитида ҳам ишлаши мумкин. «РУС» сатх ўлчагичи гидромелиорация объектларида технологик жараёнларни назорат қилиш ва бошқариш, шунингдек, очиқ каналларда сатҳ ўлчаш датчиги сифатида ҳам қўлланилади. «РУС» сатҳ ўлчагичи мелиорация соҳасида кенг қўлланилаётган датчиклардан ҳисобланади, чунки бу асбоб ёрдамида олинган чиқиш сигнали ўзгармас ток сигналига айлантирилиб уни узоқ масофага узатиш имконини беради.

Олинган ток сигнали стационар ўзгарткич орқали частотавий ёки кодлаштирилган сигналга айлантирилиб телемеханик система орқали диспечер пунктига узатилиши мумкин. Е-832 ўзгарткичи шундай элементлардан бири ҳисобланиб, у ўзгармас ток сигналинини частотага айлантириб беради. Ушбу ўзгарткич билан лаборатория ишини бажараётганда танишиш мумкин. Сатҳ ўлчагич таркибига бирламчи ўзгарткич (БЎ) ва узатувчи ўлчов ўзгартгичи (ЎЎ) киради. «РУС» қурилмасининг таркибий тузилиш схемаси 2.8 - расмда кўрсатилган. Бирламчи ўзгарткич (БЎ) қуйидаги элементлардан ташкил топган: сиғимли сезгир элемент I (юқори каррозияга қарши хусусиятга эга бўлган фотопластик изоляцияли ПНФД никелли ўтказгич), сиғимли генератор - ўзгарткич 3 калибрли сиғимлар батареяси 2 ва ўзгармас ток кўприк схемаси 4 дан ташкил топган электрон блок.

Бирламчи ўзгарткич текширилаётган суюқлик сатҳини ўзгаришини электр сиғимга (С) айлантириб сўнгра яна бу сигнални ўзгармас токли кучланишга ўзгартириб бериш учун хизмат қилади.

Узатувчи ўлчов ўзгарткичи (ЎЎ) ўзгармас ток кучайтиргичи 5 ва чиқиш сигналини бир меъёрга келтирувчи кучайтиргич 6 дан ташкил топган. Бу ўзгарткичнинг вазифаси сатҳ ўлчагичнинг барча қисмларини стабил ўзгармас кучланиш билан таъминлаш, қайта боғланиш сигналини ҳосил қилиш, бир хил қийматга эга бўлган ўзгармас токнинг чиқиш сигналини ҳосил қилиш ҳисобланади.



2.8-расм. «РУС» сатҳ ўлчагичининг таркибий схемаси

Схемадаги қайта боғланиш чиқишдаги ток сигналининг ўлчанаётган суюқликнинг сатҳига нисбатан чизиқли боғланишини ҳосил қилади. Чиқиш сигналини бир маъёрга келтирувчи 6 кучайтиргичдан олинган сигнал суюқлик сатҳининг h ҳолатига тўғри пропорционал бўлиб, сатҳ кўрсаткичи ҳисобланади.

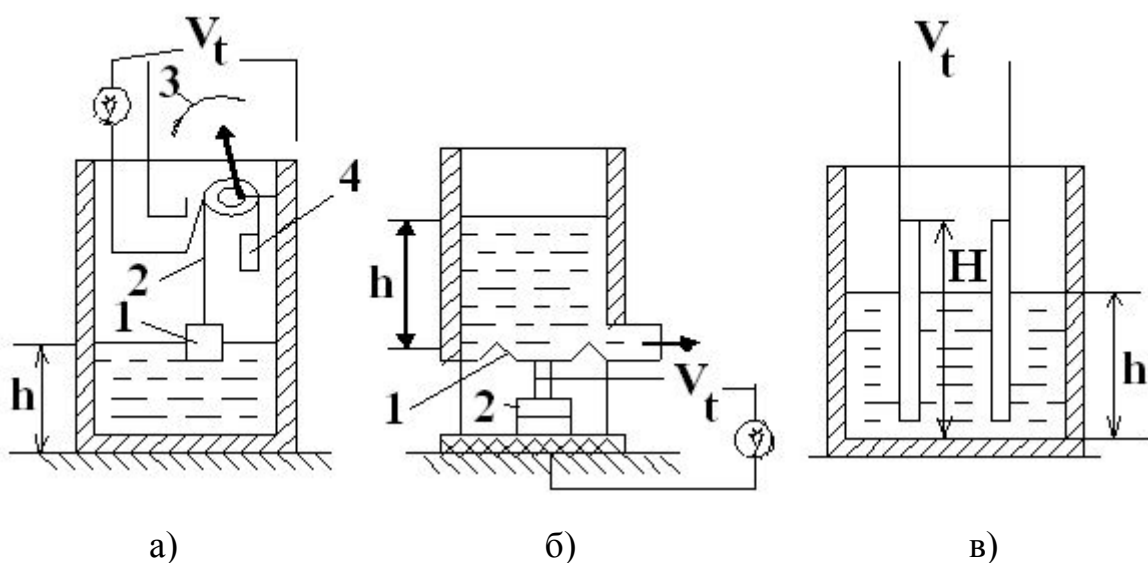
Сигим датчикларининг афзалликлари: соддалиги, ихчамлиги, арзонлиги ва кичик инерционлиги. Камчиликлари: чиқиш сигналининг куввати пастлиги, улчов натижалари атроф мухит курсаткичларига боғликлиги, улайдиган симлар ва курилма металл қисмларнинг сигимлари турлича таъсир қилиб, деталарнинг узаро жойлашишига боғлиқ.

2.6. Сатх, босим ва бурчак тезлиги датчиклари

2.6.1. Сатх датчиклари ва уларнинг иш принциплари

Ўишлоқ ва сув хўжалигида суюқлик ва махсулотлар сатҳини аниқлаш мақсадида калковичли (пўкакли ёки поплавокли) гидростатик ва электродли сатх датчиклари кўлланилади.

Калковичли датчиклар суюқлик сатҳи ўзгаришини қабул қиладиган калковичдан ва чиқиш электр сигналига ўзгартирадиган элементдан ташкил топган бўлади. Ўзгартиргичлар сифатида актив ёки индуктив датчиклар ишлатилади. 2.9,а - расмда потенциометрик ўзгартиргичли калковичли сатх датчигининг схемаси кўрсатилган. Енгил калковичли (1) билан потенциометрик датчикнинг (3) боғланиши блок (4) орқали ўтказилган трос (2) ёрдамида амалга оширилади. Калковичнинг оғирлиги юк (5) билан мослаштириб борилади. Суюқлик сатҳининг ҳар қандай ўзгариши сатх ўлчов бирлигига мосланган иккиламчи ўлчов асбобидаги (УА) кучланиш ўзгаришига пропорционал равишда таъсир қилади. Калковичли сатх датчиклари суюқлик сатҳининг катта катта миқдорда ўзгаришларини ўлчаш учун хизмат қилади. Уларнинг асосий камчилиги калковичнинг ҳаракатланиб туришидир.



2.9-расм. Калковичли (а), гидростатик (б) ва электродли (в) сатх датчиклари.

Гидростатик датчикларда суюқлик сатҳини назорат қилиш махсус цилиндрлик идишдаги суюқликнинг гидростатик оғирлиги ўзгаришига асосланган бўлади (2.9, б-расм).

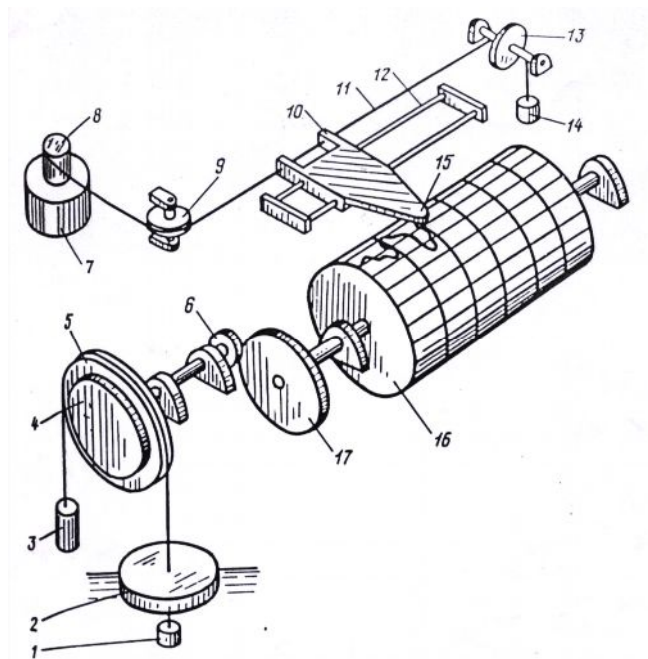
Электродли датчиклар суюқлик ичига тушириладиган бир ва бир неча электродлардан ташкил топган бўлади. Бундай турдаги датчикларда суюқлик сатҳининг ўзгариши натижасида электродлар орасидаги мухитнинг актив ва сивим утказувчанлиги ўзгаради. Суюқлик мухитининг актив утказувчанлиги ўзгаришига асосланган электродли сатх датчигининг схемаси 2.9,в - расмда келтирилган.

Сувни сатҳини назорат қилишда электродли датчиклар – сатх ўзгаришларининг дискрет қийматларини аниқлашда кенг қўлланади.

Сув электр токини яхши утказувчи мухит бўлганлиги учун белгиланган электродга етганда ёки ундан пастга тушганда сигнал пайдо бўлади ва сувнинг сатҳи канчага ўзгарганини курсатади. Бундан ташқари сувнинг сатҳи ўзгарганда унинг утказувчан қатламнинг баландлиги ўзгаради, бу эса унинг қаршилигини ўзгаришига олиб келади, натижада сувнинг сатх ўзгаришини аниқлаш мумкин бўлади. Электродли датчиклар икки позицияли ростлаш тизимларида дискрет сатхларни белгилаш ҳамда мураккаб ростлагичларда стаҳни ўзгариш тезлигини аниқлаш учун қўлланади.

«Валдай» типидagi сатх датчиги. Ушбу қурилманинг кинематик схемаси 2.10– расмда келтирилган. Унинг таркибида 1-юк, 2 –пукак ва 3- қарши юк бўлиб, улар 4 ёки бешинчи 5 пукак гилдиракларидан бирига осилган (уларнинг айланасининг узунлиги мос ҳолда 300 ва 600 мм). Пукакли гилдирак (узатма нисбати 1:5) 6 ва 17 шестернялар орқали 16 барабанни айлантиради. Бу барабанга диаграмма қогози маҳкамланади (барабан айланаси узунлиги 300 мм). 15 перо 10 қареткага жойлаштирилган бўлиб у барабан укига параллел ҳолда иккита йуналтирувчи стерженлар 12 орқали силжийди. 10- қаретка орқали эгилувчан пулат сим 11 утган. Унинг бир тарафига 13-ролик орқали утказилган 14-юк илинган, иккинчи тарафи эса 9-ролик орқали утади ва у 7 соат механизми укига маҳкамланган.

Шундай килиб, сатх узгаришларида 16– барабаннинг пропорционал бурчак силжиши хосил булади. Шу билан бирга соатли механизм 15- перони барабан укига параллел холда бир текисда силжийтади. Бунинг натижасида диаграммали коғозда вақт буйича сувнинг сатх узгариши графиги чизиб борилади. Назорат қилинаётган максимал сатх узгариши 600 см. 4 ва 5 пукак гилдираги ҳамда алмаштирилувчи 6 ва 17 шестернялар сувни сатҳини 4 хил масштабда ёзиш имконини беради: 1:1, 1:2, 1:5, 1:10. соатли механизм вақтни 12 ва 24 мм/с масштабларида ёзувчи 8- алмаштирилувчи барабанлар билан таъминланган. Соатли механизмнинг иш вақти каретканинг юриши билан чегараланади: 12 мм/с масштаб учун 24 м ва 24 мм/с учун 12 соатни ташкил этади. Сатх узгаришини белгилашда 1:1 масштаб учун хатолик ± 3 мм, 1:10 масштаб учун ± 10 мм ни ташкил этади.

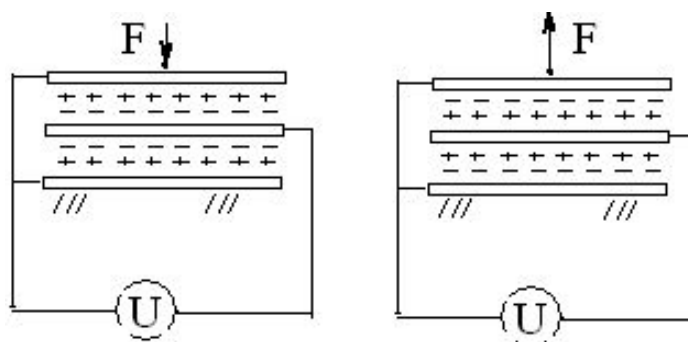


2.10-расм «Валдай» сатх улчагичининг схемаси

1- юк; 2- калкович (пукак); 3 карши юк; 4, 5 – пукак гилдираклари; 6,17 – шестернялар; 7- соат механизми; 8, 16- барабанлар; 9,13- роликлар; 10-каретка; 11-пула тип; 12 – йуналтирувчи стержен; 14- юк; 15- перо;

2.6.2. Пьезоэлектрик датчиклар

Пьезоэлектрик датчикларни (2.11-расм) ишлаш принципи баъзи кристалл моддаларнинг механик куч таъсирида электр заряд ҳосил қилиш қобилиятига асосланган. Бу ҳодиса **п ь е з о э ф ф е к т** деб аталади. Пьезоэффект кварц, турмалин, сегнет тузи, барий титанат ва бошқа моддалар кристалларида кузатилади. Бу типдаги асбобларда, қўпинча кварц ишлатилади. Кварцнинг пьезо электроэффекти $+500^{\circ}\text{C}$ гача бўлган температурага бoғлиқ эмас, лекин $+570^{\circ}\text{C}$ дан ошган температурада бу эффект нолага тенг бўлиб қолади.



2.11-расм. Пьезоэлектрик датчикнинг схемаси

Пьезоэлектрик датчикларнинг ҳосил қиладиган ЭЮК босимга пропорционал бўлиб, қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$U = \frac{a_0 F_x}{C}$$

бу ерда C - датчикнинг умумий сигими

F_x - механик босим

a_0 - пропорционаллик коэффициенти

Ушбу датчикнинг сезгирлиги:

$$K_{\partial} = \frac{\Delta U}{\Delta F_x}$$

Булим буйича саволлар.

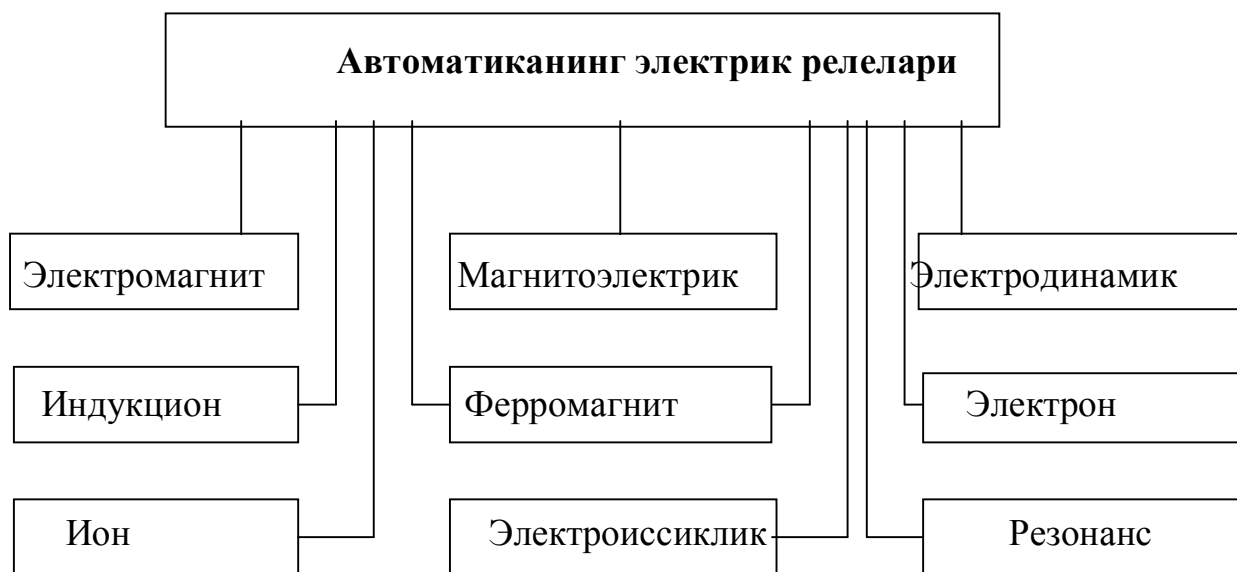
1. Автоматлаштирилган бошқарув тизимлари ва локал автоматлиштириш тизимлари ҳақида тушунча?
2. Ишлаб чиқаришни автоматлаштиришнинг қандай босқичлари мавжуд?
3. Автоматлаштирилган технологик комплекс қандай ҳосил қилинади?
4. Сув хўжалигида технологик жараёнларини автоматлаштириш хусусиятлари қандай?
5. Сув хўжалигида технологик жараёнларни автоматлаштириш вазифалари қандай?

3. Автоматика релелари

3.1. Релелар ҳақида умумий тушунчалар

Реле деб маълум бир кириш сигнали узгарганда чиқиш сигнали сакрашсимон узгарувчи мосламага айтилади. Реле автоматлаштириш тизимларида энг куп кулланиладиган бошқарув элементларидан бири ҳисобланади. Таъсир қиладиган физик катталикларига қараб улар электрик, механик, магнит, иссиқлик, оптик, радиоактив, акустик ва кимевий релеларга бўлинади.

Иш принципи бўйича электрик релелар уз навбатида қуйидаги турларга бўлинади (3.1-расм).



3.1-расм. Электрик релеларнинг туркумланиши.

Электромагнит релеларида чулгамдан утаётган ток таъсирида магнит майдон хосил булиб якорнинг ва контактларнинг ҳолати узгартирилади.

Магнитоэлектрик релеларда чулгам рамка куринишида бажарилиб узгармас магнит майдонида жойлаштирилган. Чулгамдан ток утаётганда рамка пружинани кучини енгиб ҳаракатга келади ва контактларнинг ҳолатини узгартиради.

Электродинамик реле иш принципи буйича магнитоэлектрик релега ухшаш лекин ундаги магнит майдони махсус уйғотиш чулгами билан хосил этилади.

Индукцион реленинг иш принципи реленинг чулгами хосил киладиган узгарувчан магнит оками ва ҳаракатланувчан дискда хосил буладиган ток узаро таъсирга асосланган.

Ферромагнит релелар магнит катталиклари (магнит оками, магнитмайдони кучланганлиги) ёки ферродинамик матиралларининг магнит тавсифномалари узгарилиши таъсирида ишлайди.

Электрон ва ион релелари бевосита кучланиш ёки ток кучи натижасида хосил буладиган сакрашсимон узгаришлар таъсирида ишлайди.

Электроиссиклик релелари ҳарорат узгариши таъсирида ишлайди. Уларнинг иш принципи юкорида куриб чиқилган биметаллик ва билатомитрик датчикларнинг иш принципига ухшаш булади.

Резонанс релелари иш принципи электрик тебраниш тизимларда хосил буладиган резонасга асосланган.

Релеларнинг асосий курсаткичлари:

1. Ишга тушиш курсаткичи - релелар ишга тушиш пайтидаги кириш катталигининг энг кичик киймати - $X_{н.т.}$

2. Куйиб юбориш курсаткичи-реленинг олдинги ҳолатига қайтиши учун зарур булган кириш катталигининг энг катта киймати - $X_{к.ю.}$

3. Қайтиш коэффиценти – $K_k = X_{к.ю.} / X_{н.т.}$ нисбати.

4. Ишчи параметри - реле узок вақт ишлаши учун зарур булган кириш катталигининг киймати (номинал) режимидаги - $X_{иш.}$

5. Захира (запас) коэффиценти:

ишга тушиш вақтидаги
$$K_{з.и.т.} = \frac{X_{иш}}{X_{ит}} \geq 1,5$$

куйиб юбориш вақтидаги
$$K_{з.и.т.} = \frac{X_{к.ю}}{X_{иш}} < 1$$

6. Кучайтириш коэффиценти - контактлардаги кувватнинг кириш сигналидаги кувватга нисбати

$$K_{\kappa} = \frac{P_{\text{конт}}}{P_{\text{иш}}}$$

Релеларнинг яна бир муҳим параметрларидан бири уларнинг ишга тушиш ва куйиб юбориш вақтлари ҳисобланади. Чулгамга кучланиш берилганда у шу вақтнинг узида ишга тушмасдан, балки бир оз вақтдан кейин ишга тушади, ушбу вақт ишга тушиш вақти деб аталади. Кучланиш чулгамидан ажратилганда ҳам куйиб юбориш маълум бир вақт ичида амалга ошади, бу вақт эса куйиб юбориш вақти дейилади. Ушбу инерционлик чулгамдаги катта индуктивлик билан тушунтирилади. Маълум силжиш вақти мобайнида реленинг ҳаракатланувчи қисмлари тинч ҳолатда бўлади. Ток эса ишга тушиш токи қийматигача усади. Силжиш вақти мобайнида реленинг ҳаракатланувчи қисмлари бир тургун ҳолатдан иккинчи тургун ҳолатга ўтишади. Шундан кейин ток узининг номинал курсаткичигача ошади.

Кучланиш ажратилиши билан реленинг токи камаяди. Бу вақтда якорь узининг эски ҳолатига қайтади. Демак реленинг ажралиши силжиш вақти мобайнида амалга ошади.

Ишга тушиш вақтига қараб релелар тез ҳаракатланувчи ($T=50-150$ мс), урта ҳаракатланувчи ($T=1-50$ мс) ва секин ҳаракатланувчи ($T=0,15-1$ с). Агар $T = 1$ сек бўлса бундай реле вақт релеси дейилади.

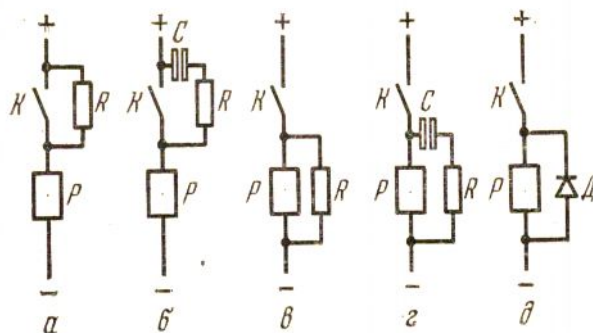
Реле контактларининг эксплуатацион курсаткичлари. Релеларнинг пухталиги ва контактларининг коммутацион хусусиятлари асосан контактларга боғлиқ. Релеларнинг контактлари куйидаги эксплуатацион курсаткичлар билан тавсифланади.

Рухсат этилган чегаравий ток. Бу курсаткич контактлар кизиб узининг физико-механикавий хусусиятларини юкотмайдиган харорат билан аникланади. Рухсат этилган чегаравий токни ошириш учун контактларнинг каршилигини камайтириб, уларнинг совитиш юзасини ошириш керак.

Рухсат этилган чегаравий кучланиш. Контактлар уртасидаги изоляци-яни ва контактлараро масофада тешиб утиш кучланиши билан аникланади.

Рухсат этилган чегаравий кувват. Бу курсаткич контактлар ажралиш жараёнида тургун - ёйни (дугани) хосил килмайдиган занжирнинг куввати би-лан аникланади.

Контактларнинг иш режимини енгиллаштириш максадида контактларга (3.2 - расм, а, в) ёки чулгамга (3.2 - расм, в, г, д) шунт сифатида кушимча эле-ментлар улаш максадга мувофикдир. Чулгамнинг индуктивлиги хисобига йигилган магнит энергияси контактлараро масофада сарфланмасдан, резистор ва конденсатор ёки чулгамнинг узида сарфланади. Резистор каршилиги чул-гамнинг актив каршилигидан 5-10 баробар катта булиши керак. Конденсатор-нинг сизими эса $C = 0,5 - 2,0$ мкф.

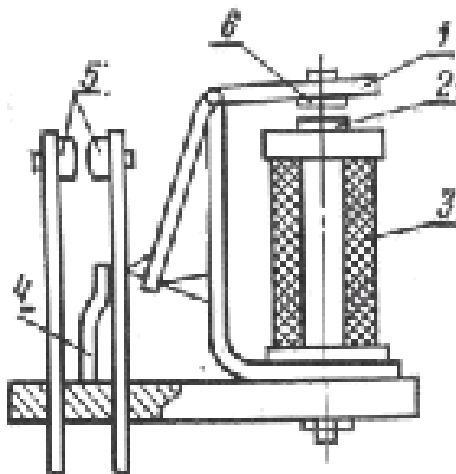


3.2.-расм. Реле контактларини (а, б) ва чулгамларини (в, г, д) учкундан саклаш учун шунтлаш.

3.2. Электромагнитли релелар

Уларнинг иш принци галтакдаги магнит майдони билан ферромагнит якордан окиб утадиган ток катталигининг бир-бирига нисбатан таъсирига асо-сланган. Электромагнитли релеларда кабул килувчи орган чулгамлар булиб, унинг контактлари уловчи кисми хисобланади. Бу релелар уз навбатида ки-

рувчи ток турига кура нейтрал электромагнит ва кутбли релеларга ажратилади. Электромагнитли релелар узининг соддалаги ва юкори конструктив хусусиятларига кура кенг таркалган (очик контактларнинг жуфтлари орасидаги каршилик $1 \cdot 10^{-1} \dots 1 \cdot 10^{-8}$ Ом, ёпик холда эга $1 \cdot 10^{-1} \dots 10^{-3}$ Ом).



3.3-расм. Электромагнитли реленинг тузилиш схемаси.

3.3-расмда келтирилган электромагнитли реле чулгамидаги (3) кучланиш таъсирида хосил булган магнит майдони ҳаракатланувчи якорни (1) кузгалмас узакка (2) тортади. Якорнинг ҳаракати натижасида контактлар (5) уланади. Кучланиш ажратилса пружина (4) таъсирида контактлар эски ҳолатига қайтади. Колдик магнит оқими таъсирида якорни тез ажратиш мақсадида узакка номагнитли материалдан ясалган штифт қотирилади. Релеларнинг тугри ва пухта иши уларнинг тортиш ва механик тавсифномаларининг узаро мосланганлигига боғлиқ.

Булیم буйича саволлар.

1. Релелар автоматика тизимлари қандай вазифани бажаради?
2. Релеларнинг таркиби иш принципи ҳақида тушунча беринг?
3. Релеларнинг қандай турлари мавжуд?
4. Релеларнинг қандай асосий кўрсаткичлари мавжуд?
5. Релеларнинг қандай эксплуатацион кўрсаткичларини биласиз?
6. Электромагнитли релеларнинг тузилиши ва иш принципи қандай?

4. Мантикий элементлари

Халк хужалигининг ҳамма тармокларида меҳнат унумдорлиги билан мос равишда автоматлаштириш даражасининг усиши электр қурилмалари схемаларининг мураккаблашувига олиб келади. Бу схемалардаги асосий бошқарувчи қурилма реле ҳисобланади. У қоидага биноан, электр сигналларининг қупайиши, қучайиши ва блоклаш учун хизмат қилади. Релелар ишининг ишончлиги эса юқори эмас. Реленинг қузғалувчан элементлари ейилади, тебранишдан винтли бирикмаларнинг механик мустаҳкамлиги бузилади, контактлар қуяди ва ҳоказо. Шунингдек ташқи омиллар, яъни ҳароратнинг қутарилиши, қанг, агрессив муҳит таъсири металл нарсаларнинг оксидланишига, электр уланишнинг бузилишига олиб келади ва у ишлаётганда шовқин ва тебранишлар таркатади. Улар қатта ҳажмга ва инерционликка эга. Замонавий электроникада реле қурилмалари урнига уларнинг вазифасини тула бажара оладиган контактсиз элементлар қулланилмоқда. Мантик алгебраси фикрлар орасидаги турли мантикий боғланишларни урганади ва фақат иккита қиймат ҳақиқий “1” ва сохта “0” билан иш қуради. Мантик алгебрасида ўрта асосий мантикий функция бор: мантикий қупайтирув, яъни қонъюнкция “ВА”, мантилий қушув, яъни дизъюнкция “ЁКИ”, мантикий инкор “ЙУК”.

4.1. Мантик алгебрасининг асосий тушунчалари

Мантик алгебраси - бу 0 ва 1 қийматларини қабул қилиб, ўзгарувчан қатталиқлар ўртасидаги боғлиқликни ўрганадиган анализ ва синтез математик апаратидир. Бу иккита қийматга ҳар хил ўзаро қарама-қарши ҳодисалар, шарт ва ҳолатлар қўйилади. Масалан, контактнинг уланиши-1, контактнинг ажралиши-0: сигнал мавжудлиги-1, сигналнинг йўқлиги-0: ёпиқ қанжир-1, очик қанжир-0.

Бу ерда шуни назарда тутиш керакки, 0 ва 1 рақамлари миқдорий нисбатни аңглатмайди ва сон ҳам эмас, балки улар символ ҳисобланади.

Мантикий **ўзгарувчи** деб- фақат иккита 0 ва 1 қийматларини қабул қилувчи қатталиққа айтилади.

Мантикий **функция** деб-аргументлари қаби фақат 0 ва 1 қийматларни қабул қилувчи функцияга айтилади.

Мантикий функцияларда киришдаги ва ўзгарувчи қийматларнинг турли хил амаллари термалар дейилади. Киришдаги ўзгарувчилар қийматлари ва логик функциялар қийматлари термаси функциянинг ҳақиқийлик жадвали дейилади.

Электромеханик қурилмаларни контаксиз асбоблара алмаштириш натижасида автоматлаштириш тизимларининг тезкорлиги ва ишончлиги ортади ва эксплуатацион харажатлар ҳам камаяди. Дискрет иш тартабига эга булган қурилмалар асосан транзисторли ва интеграл микросхемали элементлар асосида ишлаб чиқарилади. Уларда энергия сарфи кам булади, кичик улчамга эга булиб, юкори ишончилиikka эга.

Узок вақт давомида автоматика схемаларида транзисторли «Логика - Т» сериясидаги мантикий элементлар қуланиб келинди. Қўп ҳолларда улар ёрдамида электромагнатли бошқарув қурилмалари алмаштирилиб, тизим контаксиз схемаларга ўтказилди. Лекин, «Логика - Т» элементлари маълум камчиликларга эга: ташки таъсирлардан химояланганлиги бўйича муустаҳкамлиги ва функционал вазифалари бўйича. Шунинг учун дискрет автоматика ва телемеханика тизимларида қўлланивчи «Логика - И» серияли бошқарув элементлари ишлаб чиқилди.

Ҳозирги кунда бу элементлар автоматлаштириш схемаларида кенг қўлланилпти. Бу элемент ташки таъсирлардан юкори даражада химояланган ва юкори тезкорликка эга булиб, К511 интеграл микросхемалари, иркон релелари, оптронлар, тиристорларва симисторлар асосида қурилади. Дискрет мантикий элементлар стандартлаштирилиб, кириш ва чиқиш сигналлари, юклама имконияти, улчамлари бўйича унификацияланган булиб, уларни ўрнатиш, сошлаш ва фойдаланишни енгиллаштиради.

Мантикий элементларнинг кириш қисмига датчиклардан олинатиган сигналлар ўзатилиб чиқиш қисмига электромеханик қурилмалар ва бошқа ижро элементлари ўланади.

Мураккаб автоматлаштриш тизимларини дискрет элементларда ишлаб чиқиш мантик алгебрасини қўллаш қўлайдир. Дискрет схемаларни синтези ва уларни текшириш усуллари элементларининг кетма-кет ишлаши ва уларнинг

тавсифномаларига боғлиқ. Иш тартибига кўра схемалар бир тактли ва кўп тактлига ажратилади.

Бир тактли схемаларда ижро элементларининг ҳолати ҳар бир белгиланган вақт оралиғида кейинги (қабул қилувчи) элементнинг ҳолати билан аниқланади. Уларда қабул қилувчи ва ижрочи элементларнинг белгиланган кетма-кетлиги кўзда тутилмайди. Кўп тактли схемаларда қабул қилувчи оралиқ ва ижро элементларининг белгиланган кетма-кетлиги мавжуд.

Дискрет схемаларнинг аналитик ифодасини ёзишда қуйидаги белгилардан фойдаланилади:

$A, B \dots, X, Y \dots$ - қабул қилувчи, оралиқ, ижрочи, элементлари (одатда уларнинг ишчи чўлғамлари),

$a, b, \dots, x, y, \dots$ - қўшилувчи контактлар;

$\overline{a}, \overline{b}, \dots, \overline{x}, \overline{y}, \dots$ - ажратувчи контактлари;

$a + b$ - контактларнинг паралел уланиши;

$a \cdot b$ - контактларнинг кетма-кет уланиши;

1 – доимий ёпиқ занжир; 0 – доимий очик занжир;

f - контактларнинг таркибий формуласи;

F – схеманинг умумий таркибий формуласи;

Ушбу белгилардан фойдаланиб, амалда ихтиёрий схеманинг математик таркибини топиш мумкин.

Мантиқ алгебрасида асосан тўрт хил қонун мавжуд;

а) Силжиш қонуни: $a + b = b + a$ қўшиш амалига нисбатан, $ab = ba$ кўпайтириш амалига нисбатан;

б) бириктириш қонуни:

- қўшиш амалига нисбатан $(a + b) + c = a + (b + c)$

- кўпайтириш амалига нисбатан $(ab)c = a(bc)$

в) тарқатиш қонуни

- қўшиш амалига нисбатан $(a + b)c = ac + bc$

- кўпайтириш амалига нисбатан $a(b + c) = (ab) + (ac)$

г) инверция қонуни

- қўшиш амалига нисбатан $\overline{a + b} = \overline{a} \cdot \overline{b}$

-кўпайтриш амалига нисбатан $\overline{a \cdot b} = \overline{a} + \overline{b}$

Ҳар бир келтирилган ифоданинг ўнг ва чап тарафини одатдаги алгебра қонуниятлари бўйича ўзаро алмаштриш мумкин. **Бул** алгебрасида инверсия қонуни ва таркатувчи қонун одатдаги алгебра қонунларидан фарқ қилади.

Бир тактли қурилмаларнинг таркибий тенгламаларини соддалаштришда Бул алгебраси қонунларининг натижаларидан фойдаланилади. Уларнинг асосийлари қуйидагилардир.

$a \cdot \overline{a} = 0$	$a + \overline{a} = 1$	$a \cdot 1 = a$
$a + 1 = 1$	$a \cdot 0 = 0$	$a + 0 = a$
$a \cdot a \cdot a = a$	$a + a + a = a$	$a + ab = a(1 + b) = a$
$a(a + b) = a$	$a + \overline{a} \cdot b = a + b$	$\overline{a} + \overline{ab} = \overline{a} + \overline{b}$

Дискрет элементларнинг ишини мантиқ алгебраси асосида ифодаловчи математик тенгламалар мантиқ алгебраси функцияси деб юритилади. Битта чиқиш сигналига ва "n" та кириш сигналига эга бўлган дискрет элементларнинг мантиқ алгебраси функциянинг умумий сони (n-аргументлар сони) 2^n ни ташкил этади. Барча мантиқ алгебраси функциялари орасида бита (n=1) ва иккита (n=2) ўзгарувчили, яъни элементар функция алоҳида ўрин тутади. Элементар функцияларни қўллаш натижасида ихтиёрий ўзгарувчили функцияни топиш мумкин. Шунинг учун мантиқ алгебраси битта ва иккита ўзгарувчили мантикий функциядан фойдаланишга асосланган.

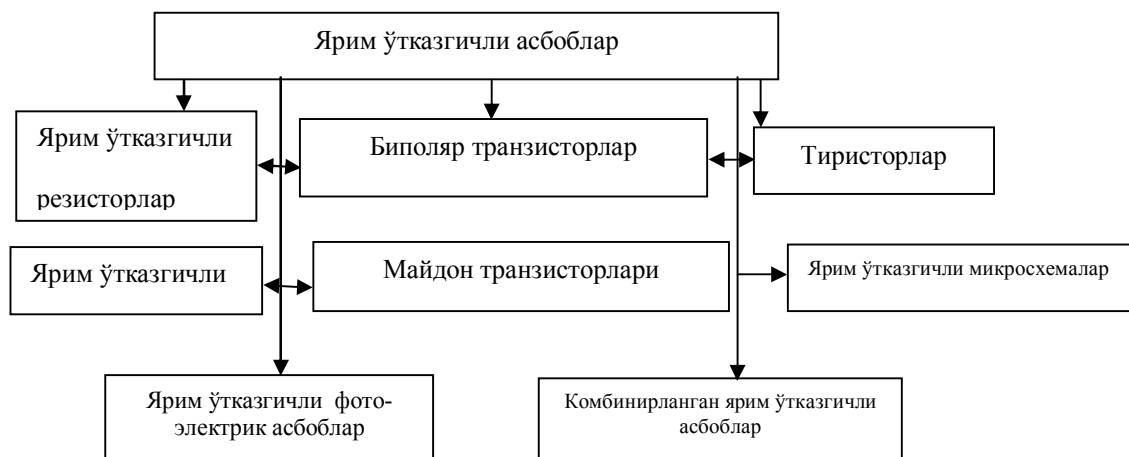
Булим буйича саволлар

1. Мантикий элементлар ҳақида тушунча беринг.
2. Мантиқ алгебрасини қандай тушунасиз?
3. Бир тактли ва кўп тактли схемалар ҳақида тушунча беринг.
4. Қандай мантикий функцияларини биласиз?
5. «Логика II» тушунча беринг.

5. Ярим ўтказгичли электрон асбоблар

5.1. Ярим ўтказгичли асбобларнинг классификацияси ва тавсифлари

Ярим ўтказгич асбоб деб, ярим ўтказгич элементларининг хусусиятларига асосланган ҳолда ишлайдиган асбобларга айтилади.



5.1- расм. Ярим ўтказгичли асбоблар классификацияси.

Ярим ўтказгичли қаршилик ва диодлар икки электродли асбоблардир, биполяр ва майдон транзисторлари эса уч электродли асбоблар ҳисобланади. Тиристорлар эса икки ёки уч электродли бўлиши мумкин.

Ярим ўтказгичли қаршиликлар. Ярим ўтказгичли қаршилик иккита чиқишга эга бўлган ярим ўтказгич асбоб бўлиб, унда ярим ўтказгичнинг электр қаршилиги кучланиш, ҳарорат, ёритилганлик ва бошқаришнинг бошқа катталикларига боғлиқ бўлади.

Ярим ўтказгичли қаршиликларда бир хилда легирланган қўшимчали ярим ўтказгич қўлланилади. Қаршиликлар қўшилмалар ва тузилишининг турига қараб бошқарувчи катталикларга ҳар хил боғлиқликка эга бўлган асбоблар олиш мумкин.

Ярим ўтказгичли қаршиликлар бошқарувчи катталикларнинг боғлиқлигига қараб: чизикли ва чизикли бўлмаган қаршиликларга бўлинади.

Чизикли қаршилик – кучсиз легирланган материал қўлланилган ярим ўтказгичли қаршиликдир. Масалан, кремний, арсенид ва галлий элементлари. Бундай ярим ўтказгичларларнинг электр қаршиликлари электр токининг зичлиги ва электр майдон кучланганлигига боғлиқ эмас. Шунинг учун чизикли ярим

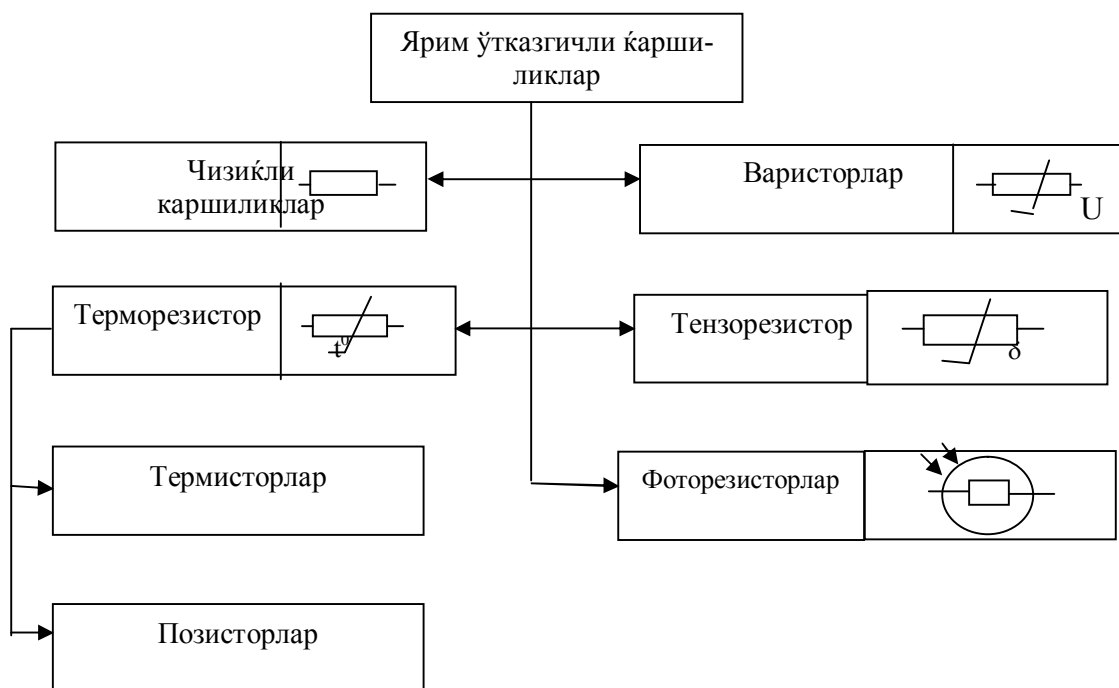
ўтказгичларнинг қаршилиги кучланиш ва тоқларнинг катта диапазонида ўзгармас бўлади. Улар интеграл микросхемаларда кенг қўлланилади.

Варистор – ярим ўтказгичли резистор бўлиб, унинг қаршилиги кучланиш ўзгаришига боғлиқ равишда ўзгаради, шунинг учун унинг ВАТси чизикли эмас.

Варисторларни ясашда асосан карбид ва кремний элементлари қўлланилади. Парашокли кристалл карбит кремнийли кум билан аралаштириб прессланади ва юқори ҳароратда қуйдирилади (қиздирилади), электродлар сепилади. Ташқи таъсирлардан ҳимоялаш учун варисторлар электроизоляция лаки билан қопланади.

Тензорезистор – ярим ўтказгичли резистор бўлиб, унда электр қаршилиқни механик деформацияга боғлиқлиги қўлланилади.

Тензорезисторларни тайёрлашда р- ёки n- типдаги кремний кўпроқ қўлланилади.



5.2- расм. Ярим ўтказгичларнинг турлари ва график белгиланиши.

Фоторезистор – қаршилиги ёритилганликка боғлиқ бўлган ярим ўтказгич асбобдир. Бунда ёритилганлик ортган сари фоторезисторнинг қаршилиги камайиб боради ва аксинча, ёритилганлик камайса қаршилиқ камаяди.

Терморезистор – электр қаршилиги ҳароратга боғлиқ бўлган ярим ўтказгичли резисторга айтилади. Икки хил терморезисторлар мавжуд: термистор ва позистор.

Термистор – ҳарорат ортиши билан қаршилиги камаяди, ҳарорат камайиши билан қаршилиги ортади.

Позистор – ҳарорат ортиши билан қаршилиги ортади, ҳарорат камайиши билан қаршилиги ҳам камаяди.

Термисторларни ясашда электронли электр ўтказишга эга бўлган ярим ўтказгичлар қўлланилади. Масалан, металллар, оксидлар ва оксидлар аралашмалари.

Баъзи ҳолатларда термисторларни ойнали баллонларга жойлаштирилади ва махсус чўлғам ёрдамида қиздирилади. Бундай термисторларни билвосита қиздиришли термистор дейилади.

Терморезисторлар ҳароратни ростлаш тизимларида, иссиқликдан ҳимояланишда, ёнғиндан сақланишда қўлланилади.

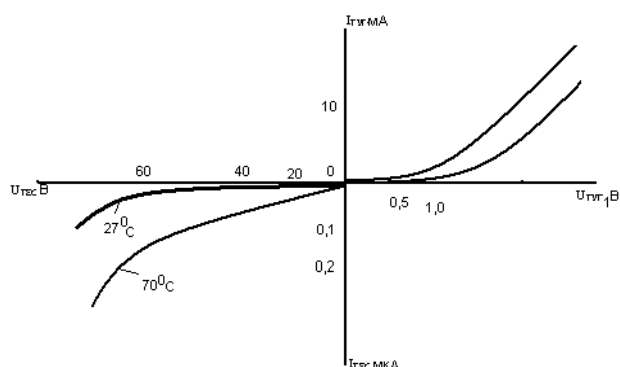
5.2. Ярим ўтказгичли диодлар

Ярим ўтказгичли диодлар деб, битта p-n ўтишга ва иккита чиқишига эга бўлган ярим ўтказгичли асбобга айтилади. Барча ярим ўтказгичли диодлар иккита синфга бўлинади: нуктали ва ясси диодлар.

Нуктали диодда германий ёки кремнийнинг пластинкали электр ўтказувчанлиги қўлланилади. Унинг қалинлиги 0,1-0,6 мм ва юзаси эса 0,5-1,5 мм² гача бўлади.

Нуктали диод юқори частотали тоқларни тўғрилашда қўлланилади. Бошқа ҳамма соҳада нуктали диодлар ўрнига ясси диодлар ишлатилади, чунки буларнинг конструкцияси мустаҳкам, кўрсаткичлари юқори, ишлаши ишончли. Бу диодларда ўтказувчанлиги турлича бўлган ярим ўтказгичлардан p-n ўтиш ҳосил қилинади. Ясси диодларнинг ўтиш майдони ярим ўтказгичларнинг турига қараб 0,01мм² дан (микроюзали ясси диодлар) 10 см² гача (куч диодлари) бўлади.

Нуқтали диоднинг ҳар хил ҳароратлардаги Вольт-Ампер тавсифномаси (ВАТ) қуйида келтирилган:



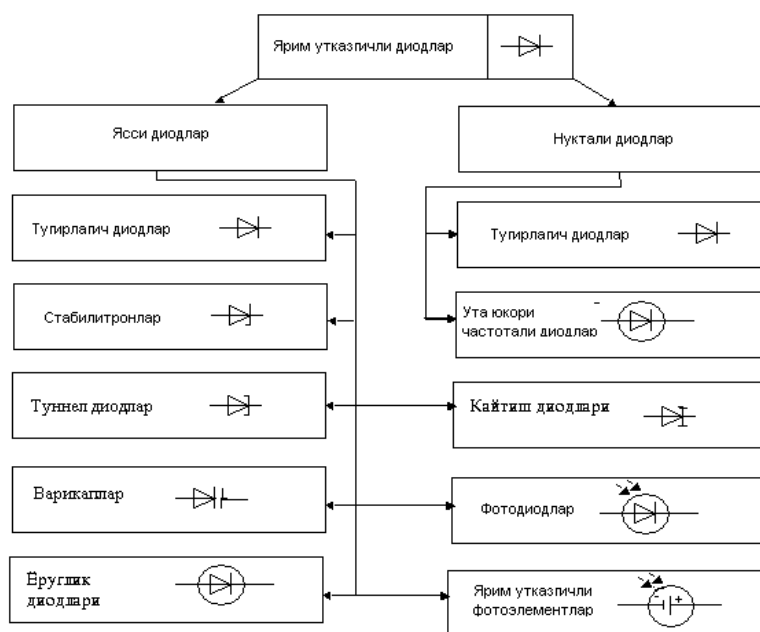
5.3-расм. Ярим ўтказгичли диодларнинг тавсифномалари.

Нуқтали диодларнинг конструкцияси унчалик ишончли эмас, электр контакти ингичка пружина бўлиб унинг босими катта бўла олмайди.

Ясси диодлар электр тавсифномалари орқали аниқланади. Диодларни қўлланишига қараб p-n ўтишнинг керакли тавсифномалари қўлланилади. Қуйидаги ясси диодларни тафсифномаларини кўриб ўтамыз.

Тўғрилагичли ярим ўтказгичли диодлар – ўзгаручан токни тўғрилаш учун қўлланиладиган диодларга айтилади.

Диодларнинг классификацияси ва шартли белгилари қуйида келтирилган:



5.4-расм. Ярим ўтказгичли диодларнинг турлари ва шартли белгиланиши.

Юқори частотали ва импульс занжирларида ишлатиладиган кичик қувватли тўғрилагич диодларини тузилиши (конструкцияси) нуктали диодларнинг тузилишига ўхшаб кетади. Ўтиш майдонинг катталиги сабабли диоднинг тўғри токи 1-1000 ампергача бўлиши мумкин. Умуман диодга 1В дан катта бўлмаган тўғри кучланиш берилади, бунда ярим ўтказгичли диоднинг ток зичлиги 1-10А/мм² гача ортиб кетади ва ярим ўтказгичли диодларда ҳарорат ортиб кетиши кузатилади.

Иш қобилиятини сақлаб туриш учун германийли диоднинг ҳарорати 85⁰С дан, кремнийли диодларники эса 150⁰С дан ошмаслиги керак.

Тўғрилагичли диодларнинг асосий катталиклари:

1. Диодни максимал рухсат этилган тескари кучланиши. Диодни узок вақт давомида иш қобилияти бузилмасдан чидай оладиган тескари кучланиш қиймати (10 – 1000 В).

2. Диоднинг ўртача тўғриланган токи $I_{\text{ўртача}}$ тўғриланган диоддан оқиб ўтувчи тўғриланган доимий токнинг бирор давридаги ўртача қиймати (100 мА-10 А).

3. Диоднинг импульс тўғри токи $I_{\text{тўғ.им}}$ – ток импульсининг энг юқори қиймати.

4. Диоднинг ўртача тескари токи $I_{\text{ўрт.тес.}}$ – тескари токнинг бирор давридаги ўртача қиймати (0,1 мкА – 5 мА).

5. Тўғри токнинг берилган ўртача қийматидаги диоднинг ўртача тўғри кучланиши $U_{\text{ўр.тўғ.}}$ (0,1 В).

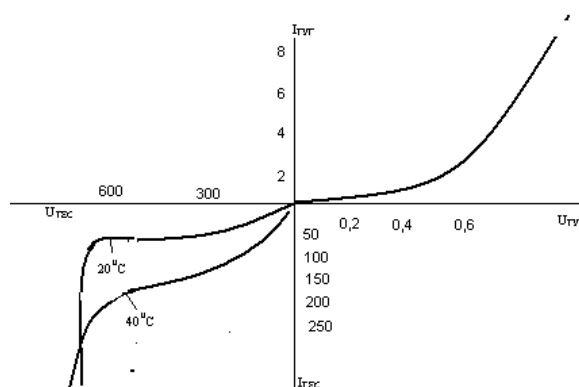
Катта қувватли диодларни тўғри ток билан қизишини олдини олиш мақсадида уларни совутиш учун махсус чоралар қўрилади: диодларни радиаторларга монтаж қилиш, ҳаво билан совутиш ва бошқалар.

Агар диодга бир неча 10 В тўғри кучланиш берилса, жуда катта тўғри ток ҳосил бўлади ва диод бир неча секундлар ичида 800-1000⁰С гача қизиб кетиши мумкин. Лекин ана шундай кучланишни жуда қисқа вақтга берилса диод қизиб улгурмайди ва ишдан чиқмайди. Қоида бўйича ярим ўтказгич диодларга ток бўйича 50-100 маротаба кетган ортиқча юклamani 0,1 секундгача бериш мумкин.

Тўғрилагич диодларнинг катталиқ кийматлари

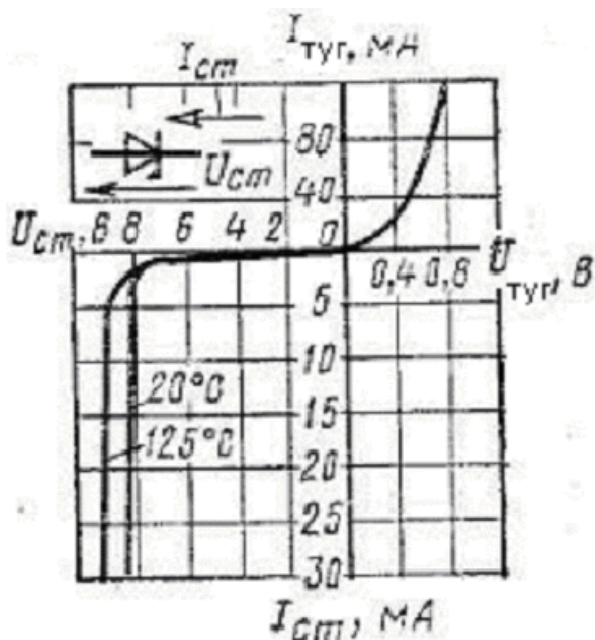
Диод тури	Катталиқлари			
	Максимал рухсат этилган тўғри ток $I_{\text{тўғ.мах}}$, А	Максимал рухсат этилган тескари кучланиш, $U_{\text{тес.мах}}$, В	$I_{\text{тес.}}$, мкА	Электродлар орасидаги сиғим, пФ
Нуқтали диод	0,01-0,1	25-150	0,1-100	0,5-1,0
Кичик қувватли тўғрилагичли диод	0,1-1,0	200-1000	10-200	100-10000
Қувватли тўғрилагич	1-2000	200-4000	1000-5000	—
Импульсли диод	0,01-0,5	10-100	0,1-50	1,0-20

Диодга тескари кучланиш берилса, р-п ўтишдан асосий бўлмаган заряд ташувчилар ҳаракатланишидан кичик кийматдаги тескари ток ҳосил бўлади. Демак ўтишнинг ҳаракати ошса, асосий бўлмаган заряд ташувчилар сони кўпаяди ва диоднинг тескари токи ортади. Диодга катта тескари кучланиш берилса р-п ўтишни кўчкили тешилишига ва тескари токини кескин ортиб кетишига олиб келади, бу эса диоднинг қизишига, агар ток яна ошаверса, иссиқликдан тешилишига олиб келади, р-п ўтишнинг бузилиши мумкин. Кўпчилик диодлар 0,7-0,8 тешилиш кучланиш кийматларидан ошмаган тескари кучланишда мустаҳкам ишлаши мумкин. Бу кийматдан қисқа вақтга ошиши ҳам р-п ўтишнинг тешилишига олиб келади ва диодни ишдан чиқишига олиб келади. $I_{\text{тўғ.}}$



5.5-расм. Ўрта қувватли ярим ўтказгич диоднинг ВАТи.

Ярим ўтказгичли стабилитрон – диодни тескари улаганда унинг кучланиши токнинг ошишига жуда кам боғлиқ бўлиш қисмидан фойдаланиб, кучланишни стабиллаштиришда қўлланган ярим ўтказгичга айтилади. У таянч диод ҳам деб аталади. Стабилитроннинг ВАТси қуйида келтирилган:



5.6-расм. Стабилитроннинг ВАТси.

Стабилитроннинг асосий катталиклари: Стабиллаш қисмидаги кучланиш $U_{ст}$; стабиллаш қисмидаги динамик қаршилик $R_F = dU_{ст}/dI_{ст}$; минимал стабиллаш токи $I_{ст.мин}$; максимал стабиллаш токи $I_{ст.мах}$; стабиллаш қисмидаги кучланишнинг ҳарорат коэффиценти

$$TKИ = \frac{dU_{ст}}{dT} \cdot 100 \quad (4.1)$$

Замонавий стабилитронларнинг стабиллаш кучланиши 1-1000 В оралиғида ётади ва p-n ўтишнинг ёпувчи қатламининг қалинлигига боғлиқдир.

$$I_{ст} \approx 1 \div 10 \text{ мА}, \quad I_{ст.мах} \approx 50 \div 2000 \text{ мА}, \quad R_o \approx 0,5 \div 200 \text{ Ом}$$

Доимий кучланшни стабиллашиши диодни тўғри йўналишда улаш ёрдамида олиш мумкин. Бу мақсадда қўлланиладиган кремнийли диодлар стабилитрон деб аталади. Стабилитронларни тайёрлашда кучли легирланган кремний қўлланилади, сабаби тўғри уланганда камроқ динамик қаршилик ҳосил қилиниши керак.

Стабилитронларни кетма-кет улаш мумкин, бунда стабиллаштириш умумий кучланиши стабилитронлар кучланишлар йигиндисига тенг.

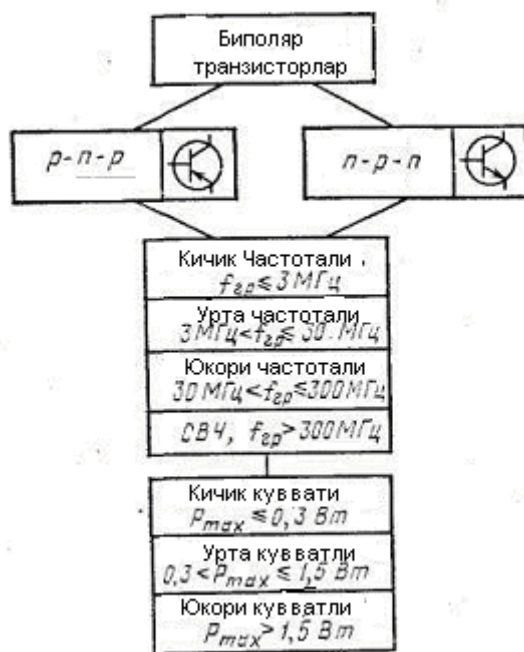
$$U_{ст} = U_{ст1} + U_{ст2} + U_{ст3} + \dots + U_{ст.n} \quad (4.3)$$

Стабилитронларни параллел улашга рухсат этилмайди, чунки барча параллел уланган стабилитронлардан фақатгина битта энг кичик стабиллаш кучланишига эга бўлган стабилитронда ток мавжуд бўлади. Ҳозирги пайтда қуйидаги стабилитронлардан фойдаланилмоқда: КД214А, ГД412А, 2Д504А, КВ104А.

5.3. Биполяр транзисторлар

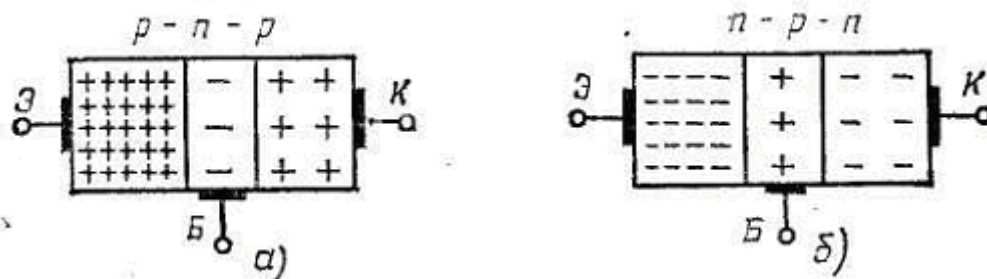
Биполяр транзисторлар деб, қувват кучайтирувчи учта электр ўтказувчи зонасига эга бўлган электр ўтказувчи асбобга айтилади.

Биполяр транзисторларда ток икки қутбли заряд ташувчилар, яъни электрон ва коваклар ҳаракатидан келиб чиқади. Шунинг учун бу транзистор номи биполяр дейилади (икки қутбли). Бу транзисторларнинг р-п-р ва п-р-п турлари мавжуд.



5.7 - расм. Биполяр транзисторларнинг классификацияси ва шартли белгиланиши

Транзисторларни тайёрлашда германийли ва кремнийли ўтказувчи элементдан кўпроқ фойдаланилади.



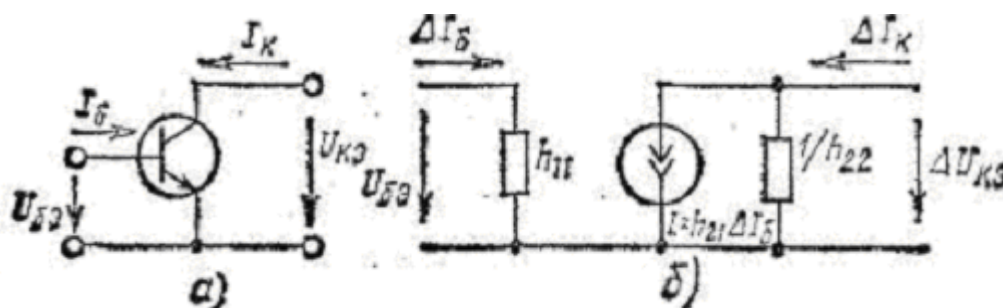
5.8- расм. $p-n-p$ (а) ва $n-p-n$ (б) типли биполяр транзисторларнинг структураси

Биполяр транзисторларда ўрта қатлами база (Б) дейилади. Электронлар ва ковакларнинг, яъни заряд ташувчиларнинг манбаи бўлган ташқи қатламлари эмиттер (Э) ва коллектор (К) деб юритилади. Коллектор эмиттердан келаётган заряд ташувчиларни қабул қилади.

$n-p-n$ типдаги транзисторларнинг ишлашини кўриб чиқамиз (5.9-расм): коллектор ва база орасидаги мусбат кучланиш берилганда эмиттер токи I_E нолга тенг бўлганда I_{K0} коллекторнинг ўтказиши томонидан асосий бўлмаган заряд ташувчилар ҳаракатидан ҳосил бўлган ток оқади.

Ҳарорат ошганда асосий бўлмаган заряд ташувчилар сони ортади ва I_{K0} коллектор токи кескин ошиб кетади

Эмиттерни манбадаги манфий қисмга улаганда I_E эмиттер токи пайдо бўлади. Ташқи кучланиш эмиттер ўтишига тўғри йўналишда берилганлиги учун электронлар n -ўтиш томонидан ўтиб базага келади. База p -ярим ўтказгичдан тайёрланган шунинг учун электронлар у ерда асосий бўлмаган заряд ташувчи ҳисобланади.



5.9-расм. $n-p-n$ транзисторнинг умумий эмиттер схемаси бўйича уланиши

Базага тушган электронларнинг бир қисмгина база коваклари билан рекомбинацияланади, чунки бу ерда база катта нисбий қаршиликка эга бўлган юпқа p -типидаги ярим ўтказгичдан тайёрланганлиги сабабли коваклар концентрация-

си кичик. Электронларнинг кўп қисми эса иссиқлик ҳаракати (диффузия) ва коллетор майдони таъсирида (дрейф) коллектор токининг асосий I_k ташкил этиб, коллекторга етиб боради. Эмиттер ва коллектор орасидаги тоқлар орттирмасининг боғлиқлиги ток ўтказиш коэффициентини характерлайди.

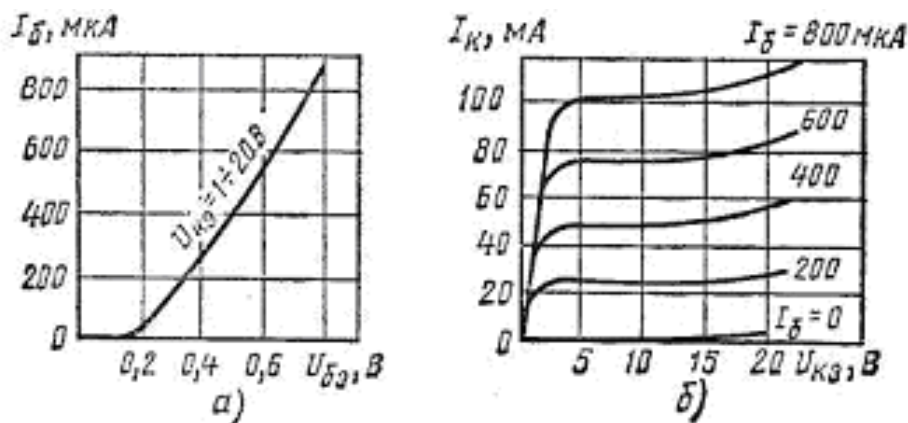
$$\alpha = \left. \frac{\partial I_k}{\partial I_{\text{э}}} \right|_{U_{кб} = \text{const}} \approx \left(\frac{\Delta I_k}{\Delta I_{\text{э}}} \right)_{U_{кб} = \text{const}} \quad (4.6)$$

Ток ўтказиш коэффициенти доим 1 дан кичик бўлади. Замонавий биполяр транзисторларда

$$I_k \approx I_{k0} + \alpha I_{\text{э}} \quad (4.7)$$

Юқорида кўриб чиқилган схема база, эмиттер ва коллектор занжирлари учун умумий ҳисобланади. Бундай схемада биполяр транзистор уланишини умумий базали схемаси дейилади. Бунда эмиттер занжири кириш, коллектор занжири эса чиқиш занжири дейилади.

Юқоридаги уланиш схемаси жуда кам қўлланилади. Кўпроқ эса кириш ва чиқиш занжирига умумий электрод бўлиб, эмиттер ҳисобланган схема, яъни умумий эмиттернинг схемаси қўлланилади.



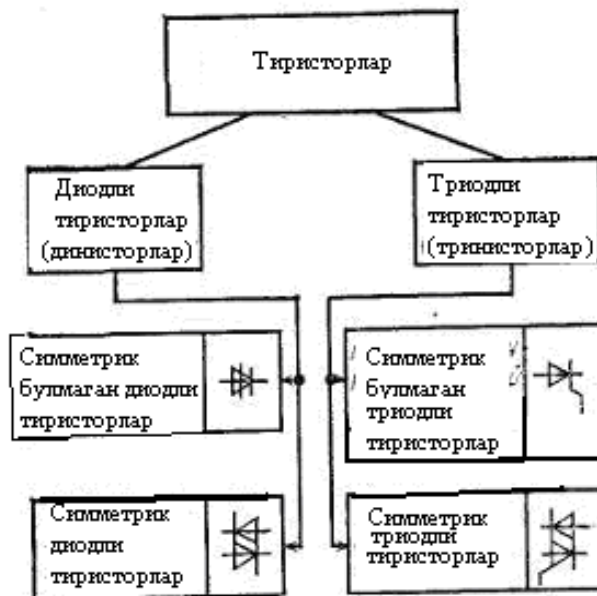
5.10 - расм. Биполяр транзисторнинг ВАТси

Бундай схема учун кириш контури база эмиттери орқали ўтади ва унда база токи пайдо бўлади.

$$I_B = I_{\text{э}} - I_k = (1 - \alpha) I_{\text{э}} - I_{k0} < I_{\text{э}} \approx I_k \quad (4.8)$$

5.4. Тиристорлар

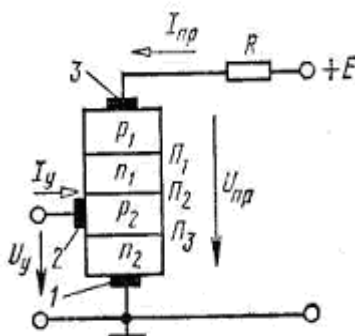
Тиристор деб, ВАТси манфий дифференциал қаршиликли қисмига эга бўлган ва қайта қўшишда қўлланувчи учта (ёки ундан кўп) p-n ўтишли ярим ўтказгичли асбобга айтилади. Уни тайёрлашда асосан кремний элементи қўлланилади. Тиристорлар классификацияси ва шартли белгилари қуйидаги 5.11-расмда келтирилган:



5.11- расм. Тиристорларнинг классификацияси ва шартли белгиланиши.

Иккита чиқишга эга бўлган оддий тиристор диодли тиристордир (динистор), триодли тиристор (тринистор) қўшимча учинчи (бошқарувчи) электродга эга.

Диодли ва триодли тиристорлар учта p-n ўтишли $\check{Y}_1$, $\check{Y}_2$, $\check{Y}_3$ тўрт қатламли структурага (тузилишга) эга.

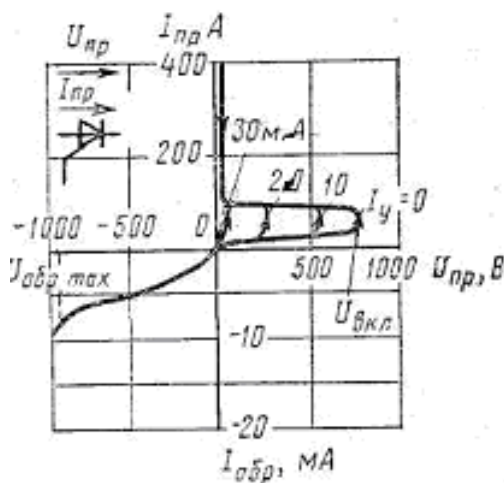


5.12-расм. Триодли тиристорнинг структураси.

Манба кучланиши тиристорга шундай тартибда бериладики, бунда $\check{U}_1$ ва $\check{U}_3$ ўтишлар очик ҳолатда, $\check{U}_2$ ўтиш эса ёпиқ ҳолда бўлади. Очик ўтишларнинг қаршиликлари жуда кичик, шунинг учун манба кучланишининг $U_{пр}$ барчаси юқори қаршиликка эга бўлган ёпиқ ўтиш $\check{U}_2$ га қуйилган бўлади.

Шундан кўринадики тиристор токи кичик манба кучланиши $U_{пр}$ ортганда (E_A манба ЭЮКни орттириш билан амалга оширилади). Тиристор токи $U_{вкл}$ кучланишига тенг бўлган критик қийматларга етгунча қадар жуда кам миқдорга ортади.

Критик қийматга етганда (кўчки-сифат) заряд ташувчилар сони $\check{U}_2 = p-n$ ўтишда электрон ва ковакларни ҳаракатлари ҳисобига кескин ошиб кетади. Заряд ташувчилар сони ортиши билан ток тез ортади, чунки n_2 қатламдаги электронлар ва p_1 қатламдаги коваклар p_2 ва n_1 қатламларга қараб ҳаракатланади ва уларни асосий бўлмаган заряд ташувчилар билан тўйинтиради. R қаршилиқда кучланиш ортади, тиристорда эса камаяди.



5.13 - расм. Триодли тиристорнинг ВАТси

Тешилишдан кейин тиристордаги кучланиш 0,5-1 В гача камаяди. E_A манбанинг ЭЮКни ортиш ёки камайиш R қаршилиги камайиши билан ВАТни вертикал қисмига асосан асбобдаги ток ортади. Бундай тешилиш $\check{U}_2$ ўтишнинг бузилишига олиб келмайди. Токнинг камайиши билан ўтишнинг юқори қаршилиги тикланади (ВАТсининг пастки қисми). Манба кучланишини олгандан ўтишнинг қаршилигини тикланиш вақти 10-30 мс ни ташкил қилади. Токнинг кўчкили ошишга олиб келувчи $U_{кўш(вкл)}$ кучланишини камайитириш $\check{U}_2$

ўтишдаги бирор қатламга асосий бўлмаган заряд ташувчиларни киритиш билан амалга ошириш мумкин.

5.13-расмдан кўринадики, тиристорга тескари кучланиш берилганда унда кичик ток ҳосил бўлади, чунки бу ҳолатда $\dot{U}_1$ ва $\dot{U}_3$ ўтишлар ёпиқдир. Тескари йўналишда тиристорни тешилишдан сақлаш учун (ўтиш иссиқлик тешилишидан тиристор ишдан чиқади) тескари кучланиш $U_{\text{тес.мах}}$ дан кичик бўлиши шарт.

Симметрик диодли ва триодли тиристорларда тавсифномаси тескари шахоби тугриси билан мос тушади. Бунга иккита 4 катламли тиристорни крамакарши параллел кушилиши билан ёки 4та p-n утишли 5 катламли махсус тиристорларни куллаш билан эришилади.

Ҳозирги пайтда 2000 А гача тоқларни ва қўшиш кучланиши $U_{\text{куш}}$ 4000 В бўлган тиристорлар ишлаб чиқарилмоқда.

Тўғирлагич хусусиятига эга бўлган, бошқариладиган қайта улаш каби тиристорлар бошқаришли тўғирлагичларда, инвенторда, коммутацион асбобларда кенг кулланилади.

Ярим ўтказгич асбобларни белгилатиш тизими ва умумтехник ва иқтисодий тавсифномалари. Ярим ўтказгич асбобларни умумтехник ва иқтисодий тавсифномасига оғирлик, механик мустаҳкамлиги, иссиқликка чидамлилиги, аниқ ишлаши қиради.

Барча ярим ўтказгичли асбоблар ҳарф-сонли код билан белгиланади:

- Биринчи элемент ясалган ярим ўтказгич материални белгилайди.
- Германий Г ёки 1
- Кремний К ёки 2
- Галлий аралашмаси А ёки 3
- Иккинчи элемент –харфли-асбоб классини белгилайди:

биполяр транзисторлар – Т

майдон транзисторлар – П

туғирлагич диодлар – Д

туғирлагич усутнлари ва блоклар – Ш

ўта юкори частотали диодлар – А

вертикал – В

тунел диодлар – И

стабилитрон ва стабисторлар – С

диодли тиристорлар 10А гача –Н

триодли тиристорлар 10А гача У

– Учинчи элемент 1-99 гача сонлар асбобнинг асосий катталикларини белгилайди (куввта, частота, асосий кулланилиши).

– Туртинчи элемент 01 дан 99 гача сонла ишлаб чиқариш рақамини курсатади.

– Бешинчи элемент рус алфавитининг а дан я гача ҳарфлари – Технологик турларнинг параметрик гуруҳларга бўлинишини курсатади, масалан, тескари кучланиш, ток узатиш коэффициентлари бўйича ва ҳ.к.

ГТ308В (Г)-германийли, (Т)-транзистор, юқори частотали кам қувватли (3), ишлаб чиқариш рақами 08, база тоқини узатиш коэффициентлари 50-120 (В)

КД202Р кремнийли (К), тугрилагичли диод (Д), урта қувватли (2), ишлаб чиқариш рақами 02. максимал руҳсат этилган тескари кучланиш 600 В (Р).

5.5. Фотоэлектрик асбоблар

Фотоэлектрон асбоб деб –оптик нурланиш энергиясини электр энергиясига ўзгартирувчи асбобларга айтилади. Оптик нурларга ультрабинафша нурлар, кўзга кўринадаган нурлар ва 10 нм дан 0,1 нм гача тўлқин узунлигига эга бўлган инфрақизил нурлар қиради.

Фотоэлектрон асбобларни ишлаши фотоэффект ҳодисасига асосланган. Икки хил фотоэффект ҳодисаси мавжуд: ички ва ташқи.

Ички фотоэффект – нурланиш натижасида элементлардаги электронларни уйғотиш яъни уларнинг юқори сатҳларига кўтарилиши. Бунинг натижасида заряд ташувчилар концентрацияси ва элементнинг электр хусусияти ўзгаради. Металларда ички фотоэффект кузатилмайди. У фақат ярим ўтказгичгагина тааллуқли.

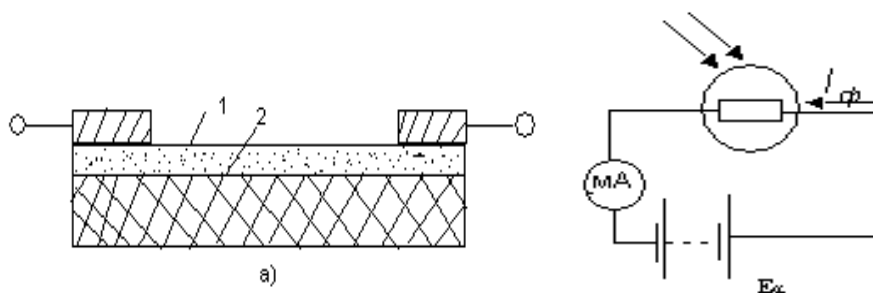
Ички фотоэффект бир жинсли ярим ўтказгичларда электр ўтказувчанлик ўзгариши ва бир жинсли бўлмаган ярим ўтказгичларда электр юритувчи куч

Ҳосил бўлиши билан кўрилади. Бу фоторезисторларда, фотодиодларда, фототранзисторларда ва бошқа фотоэлектрик асбобларда қўлланилади.

Ташқи фоттоэффект – фотоэлектрон эмиссия бўлиб, яъни нурланиш таъсирида электронларни элемент ташқарисига чиқишидир. Фотоэлектрон эмиссия катта ёки кичик миқдорда барча элементларда содир бўлиши мумкин. Ташқи фотоэффект вакуум ва газ зарядли фотоэлектронларда, ҳамда фотоэлектрон кўпайтиргичларда қўлланилади.

Фоторезистор – ярим ўтказгич фотоэлектрик асбоб бўлиб, бунда фото ўтказувчанлик ҳодисаси қўлланилади, яъни оптик нурланиш таъсирида ярим ўтказгични электр ўтказувчанлиги ўзгаради.

Фоторезистор тузилиши 5.14- расмда кўрсатилган бўлиб, 1-плёнка ёки пластик ва 2-диэлектрик материалдан ясалган.



5.14- расм. Фоторезисторнинг тузилиши ва уланиш схемаси.

Фоторезисторнинг асосий катталиклари унинг сезгирлиги, қоронгулик қаршилиги ва ишчи қучланиши ҳисобланади.

Фоторезисторнинг сезгирлиги қуйидаги ифода орқали аникланади ва у 20 А/лм га тенг бўлиши мумкин:

$$S_i = \frac{I_\phi}{\phi},$$

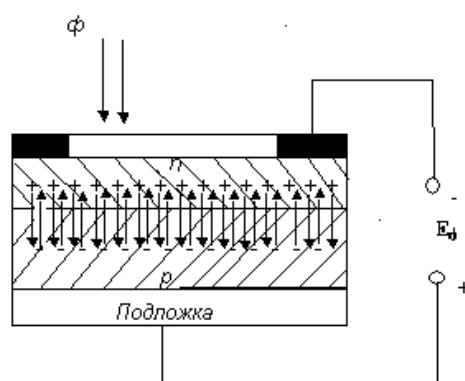
Қоронғулик қаршилиги – ёритилмаган фоторезисторларнинг қаршилиги қийматига тенг диапазонга эга: $R_k = 10^2 \div 10^9$ Ом;

Ишчи қучланиши фоторезистор ўлчамларига боғлиқ, яъни электронлар орасидаги масофага боғлиқ равишда 1-1000 В гача танланади.

Шуни таъкидлаш керакки, фоторезисторларнинг катталиклари, ташқи муҳит таъсирида ўзгаради. Фоторезисторлар афзаллиги: юқори сезгирлиги,

нурланишнинг инфрақизил қисмида қўллаш мумкинлиги, ўлчамлари кичиклиги ва доимий ток ва ўзгарувчан ток занжирларида қўллаш мумкинлиги.

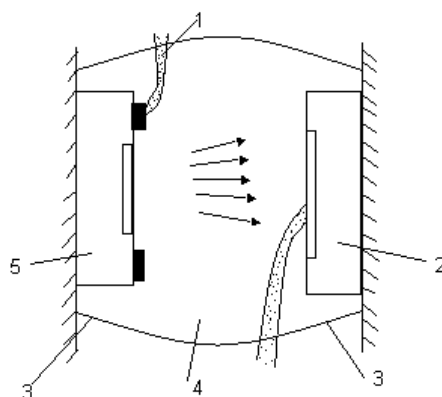
Фотодиод ярим ўтказгичли фотоэлемент асбоб бўлиб, битта электрон-ковакли ўтишга ва иккита чиқишга эгадир. Фотодиодлар икки хил режимда ишлаши мумкин: 1) ташқи электр энергия манбаисиз (фотогенератор режимида); 2) ташқи электр энергия манбаи ёрдамида (фотоўзгартгич режимида)



5.15- расм. Фотодиоднинг тузилиши

Оптоэлектрон асбоб деб электр сигналини оптик сигналга (нур энергияси) ўзгартирувчи, бу энергияни индекаторларга ёки фотоэлектрик ўзгарткичларга узатувчи асбобларга айтилади.

Кўп тарқалган оптоэлектрон асбоблардан бири оптрондир. Оптрон нурланиш манбаси ва қабул қилгичдан тузилган бўлади. Бу иккаласи бир корпусга жойлаштирилган ва бир бири билан оптик ва электр боғлиқликка эга бўлади.



5.16-расм. Оптроннинг тузилиши.

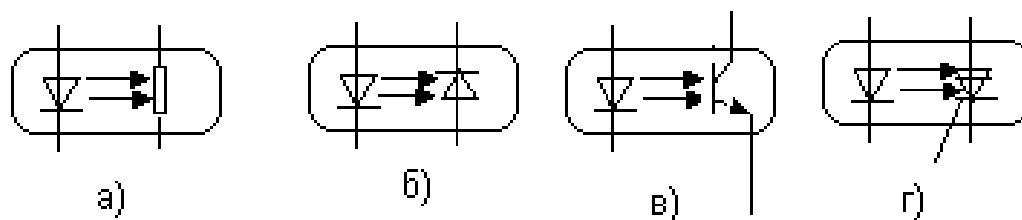
1- чиқишлар; 2 - фотоқабулқилгич; 3-корпус; 4-оптик муһит; 5-светодиод

Электрон қурилмаларни оптронлар алоқа элементи функциясини бажаради, бунда маълумот оптик нурлар орқали узатилади. Бунинг ҳисобига галваник боғланиш бўлмайди, ва электрон ускуналарга салбий таъсир этувчи қайта боғланишлар бўлмайди.

Оптронлар маълумот тўплаш ва сақлаш қурилмаларида, регисторларда ва ҳисоблаш техникаси қурилмаларида қўлланилади.

Замонавий оптоэлектронларда нур чиқарувчи сифатида светодиодлар, фото қабул қилгич сифатида эса фоторезисторлар, фототиристорлар қўлланилади.

Қўлланилган фото қабул қилгич турига қараб оптронлар – фоторезисторли, фотодиодли, фототранзисторли ва фототиристорлиларга бўлинади.



5.17- расм. Оптронларнинг шартли график белгиланиши

а) резисторли; б) диодли; в) фототранзисторли г) фототиристорли

Фотоэлектрик асбобларни белгилаш тизими харф-сонли код асосида бажарилади:

- биринчи элемент харфлар; асбоб гуруҳини билдиради; фр–фоторезисторлар, фд–фотодиодлар.
- иккинчи элемент ҳарфлар –асбобни тайёрланган материаллини кўрсатади; ГО – германий, ГБ – германий, легирланган бром; ГЗ – германий легирланган олтингугурт билан; ГК – германий кремнийли бирикма; К-кремний; КГ – кремний легирланган гелийли; РГ- арсенидли галлий ва х.к.
- учинчи элемент –001 дан 999 гача сонлар ишлаб чиқариш номери
- тўртинчи элемент – ҳарф, ярим ўтказгич фотоасбоблар подгруппасини белгилайди;

у-униполяр фоторезистор

Б – биполяр фоторезисторлар

Л – кучкили фотодиодлар

ФДГЗ-001К – фотодиод, германийли, легирланган олтингугуртли, ишлаб чиқарилган номери 001.

Оптоэлектрон ускуналари ҳисоблаш техникасида, автоматикада, назорат-ўлчов ускуналарида кенг қўлланилади.

Булим буйича саволлар

1. Ярим ўтказгичли элементлар қандай элементлар ҳисобланади?
2. Ярим ўтказгичли асбоблар қандай турларга ажратилади?
3. Ярим ўтказгичли қаршилиқлар қандай элементлар ҳисобланади?
4. Варистор нима?
5. Тензорезистор нима?
6. Фоторезистор қандай асбоб?

6. Интеграл микросхемалар

Электрон ускуналарни мураккаб техник топшириқларни ечишда қўллаш уларнинг электр схемаларини мураккаблашиб боришига олиб келади. Электрон техникасининг ривожланиши анализи кўрсатадики 10 йилда электрон ускуналарининг мураккаблиги 10 баробар ортади. Ҳозирги пайтга келиб ЭХМ лар 1 секундда 5 млрд. операцияни бажариши мумкин.

Ярим ўтказгич асбобларни сезиларли даражада кичрайди.

Жуда кўп оддий элементларни (диод, транзистор, резистор) битта мураккаб, кичкина элементга йиғиш мумкинлиги пайдо бўлди. Бундай йиғиш элемент интеграцияси дейилади.

Бундай йиғиш натижасида олинган мураккаб микроэлементни интеграл микросхема (ИМС) деб аталади.

ИМС – 5 тадан кам бўлмаган актив элементлардан (транзистор, диодлар) ва пасив элементлар (резистор, конденсатор, дросиллар) дан ташкил топган микроэлектроника элементи бўлиб, у ягона технология жараёнида тайёрланади,

бир бири билан электр боғланган, умумий корпусга жойлашган ва бир бутун элемент кўринишида бўлади.

Интеграция нуктаи назаридан ИМСларни асосий катталиги бўлиб жойлашиш зичлиги ва интеграция даражаси ҳисобланади.

Жойлашиш зичлиги – бирор ҳажмдаги элементлар сони билан характерланади.

Интеграция даражаси – ИМС таркибига кирган элементлар сони билан характерланади.

Бунга қараб ИМСлар биринчи даражали – 10 та элементгача, иккинчи даражали – 100дан 1000та элементгача ва х.к.

Тайёрлаш технологиясига кўра ярим ўтказгичли ва гибрид ИМСга бўлинади.

Ярим ўтказгичли – ИМС бўлиб, барча элемент ва элементлар орасидаги боғланишлар ярим ўтказгичлар юзасида ва ҳажмида ишлангандир. Замонавий ярим ўтказгич ИМСлар жойлашиш зичлиги 10^5 эл/см³ га ва интеграция даражасига етади. Алохида элементлар ва улар орасидаги масофа 1 мм гача камайтирилиши мумкин.

Гибридли ИМС – ИМС бўлиб, диэлектрик пасив элементлар ҳар хил плёнка каби бажарилади, актив элементлар – корпуссиз ярим ўтказгич асбоблардир.

Жойлашиш зичлиги ГИМС. Ярим ўтказгичлар ИМС типигаги кичикроқ – 150 э/см³ гача, диффузия даражаси эса – биринчи ва иккинчи.

ИМС ларнинг катталиклари. Диод ва транзисторлардан ўлароқ ИМС лар электр сигналларини ўзгартириш учун қўлланиладиган бир бутун функционал ускуна кўринишида бўлади. Бажарилаётган ишга қараб ИМСлар иккита синфга бўлинади: чизиқли–импульсли ва логик ИМСлар.

Чизиқли - импульсли ИМС лар кириш ва чиқиш сигналлари орасида пропорционал боғлиқликни таъминлаб туради. Кириш сигнали кириш кучланиши, чиқиш сигнали чиқиш кучланиши ҳисобланади.

Чизиқли – импульсли МС учун асосий функционал катталиги: кучланиш бўйича K_n кучайтириш коэффициентлари, кириш қаршилиги $R_{кир}$, чиқиш қаршилиги $R_{чик}$, максимал чиқиш кучланиши $U_{чик\ max}$, частота диапазони чегараси $f_{паст}$ ва $f_{юкори}$ хисобланади. Бу ерда $f_{паст}$ ва $f_{юкори}$ – пастки ва юкори ички частоталаридир. Баъзи бир кучайтиргичларни тахминий катталиклари: $k \geq 50000$, $R_{кир} > 0,5$ МОМ, $R_{чик} < 100\text{Ом}$, $f_v = 20\text{ мГц}$

Логик (мантикий) ИМС лар биргина кириш ва чиқишга эга бўлган ускуна кўринишидир. Унинг асосий катталиги бўлиб, кучланишнинг кириш ва чиқиш катталиги, тез ишлашидир. ИМСларнинг умумтехник катталиклари – механик мустаҳкамлиги, ишчи ҳарорат диапазони, босим пасайиш ва кўтарилишига чидамлилиги ва намга чидамлилигидир.

Уларнинг афзаллиги оғирлиги кичиклиги (бир неча грамм), актив элементларнинг зичлиги КИМС да $10000\text{--}50000\text{ эл/см}^3$ га етади. Уларнинг аҳамиятли томони кам энергия сарф қилишидир. КИМС лар ҳам $100\text{--}200\text{ мВт}$ дан ошмаган қувватни сарф қилади, шундай микросхемалар борки, улар манбадан $10\text{--}100\text{ мкВт}$ қуваат қабул қилади. Бу эса электр энергиясини иқтисодига олиб келади.

Булим бўйича саволлар

1. Интеграл микросхемалар ҳақида тушунча беринг?
2. ИМС ларнинг қандай катталикларини биласиз?

7. Кучайтиргичлар

Автоматик бошқариш системалари, радиотехника, радиолокация ва бошқа системаларда кичик қувватли сигналларни кучайтириш учун кучайтиргичлардан фойдаланилади. Кичик қувватли ўзгарувчан сигналнинг параметрларини бўзмасдан доимий кучланиш манбаининг қуввати хисобига кучайтириб берувчи қурилма кучайтиргич деб аталади.

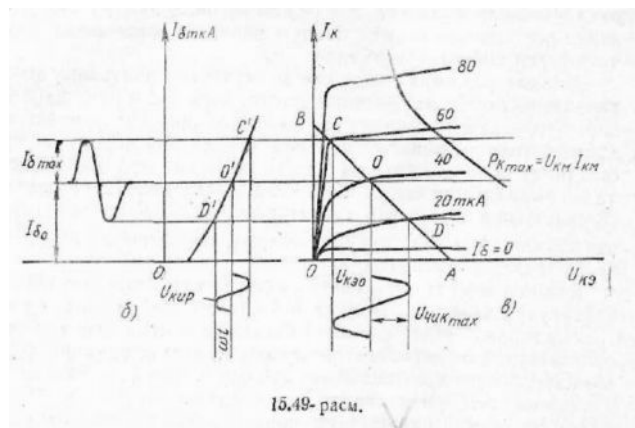
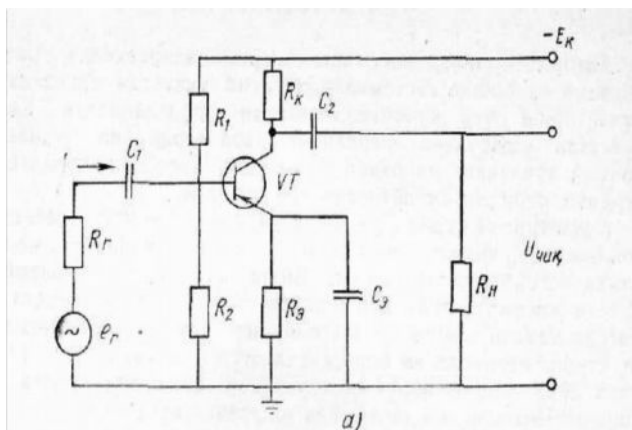
Кучайтиргич қурилмаси кучайтирувчи элемент, резистор, конденсатор, чиқиш занжиридаги доимий кучланиш манбаи ҳамда истеъмолчидан иборат. Битта кучайтирувчи элементи бўлган занжир каскад деб аталади. Кучайтирувчи

элемент сифатида қандай элемент ишлатишига қараб кучайтиргичлар электрон, магнитли ва бошқа хилларга бўлинади. Иш режимига қўра улар чизикли ва но-чизикли кучайтиргичларга бўлинади. Чизикли иш режимида ишловчи кучайтиргичлар кириш сигналининг унинг шаклини ўзгартирмасдан кучайтириб беради. Чизикли бўлмаган иш режимида ишловчи кучайтиргичларда эса кириш сигнали маълум қийматга эришганидан сўнг чиқишдаги сигнал ўзгармайди.

Чизикли режимда ишлайдиган кучайтиргичларнинг асосий характери-каси амплитуда частота характеристикаси (АЧХ) дир. Ушбу характеристика кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентининг модули частотага қандай боғлиқлигини кўрсатади. АЧХ сига қўра чизикли кучайтиргичлар товуш частоталар кучайтиргичи (ТЧК), қуйи частоталар кучайтиргичи (КЧК), юқори частоталар кучайтиргичи (ЮЧК), секин ўзгарувчан сигнал кучайтиргичи ёки ўзгармас ток кучайтиргичи (УТК) ва бошқаларга бўлинади.

Ҳозирги вақтда энг кенг тарқалган кучайтиргичлар кучайтирувчи элемент сифатида икки қутбли ёки бир қутбли транзисторлар ишлатилади. Кучайтириш қуйидагича амалга оширилади. Бошқариладиган элемент (транзистор) нинг кириш занжирига кириш сигналининг кучланиши ($U_{\text{кир}}$) берилади. Бу кучланиш таъсирида кириш занжирида кириш токи ҳосил бўлади. Бу кичик кириш токи чиқиш занжиридаги токда ўзгарувчан ташкил этувчини ҳамда бошқариладиган элементнинг чиқиш занжиридаги кириш занжиридаги кучланишдан анча катта бўлган ўзгарувчан кучланишни ҳосил қилади. Бошқариладиган элементнинг кириш занжиридаги токнинг чиқиш занжиридаги токка таъсири қанча катта бўлса, кучайтириш хусусияти шунча кучлироқ бўлади. Бундан ташқари чиқиш токининг чиқиш кучланишига таъсири қанча катта бўлса, (яъни $R_{\text{и}}$ катта), кучайтириш шунча кучлироқ бўлади.

7.1- расмда умумий эмитерли (УЭ) кучайтириш каскадининг схемаси ҳамда кириш ва чиқиш характеристикалари кўрсатилган. Кучайтириш каскадлари УЭ, УБ, УК схемалар бўйича йиғилади. Умумий коллеторнинг (УК) схема ток ва қувват бўйича кучайтириш имкониятига эга. Бунга $K_{\text{и}} \leq 1$.



7.1- расм. Умумий эммитерли (УЭ) кучайтириш каскадининг схемаси ҳамда кириш ва чиқиш характеристикалари

Схема, асосан, каскаднинг юқори чиқиш қаршилигини кичик қаршиликли истеъмолчи билан мослаш учун ишлатилади ва эммитерли такрорлагич деб аталади. Умумий базали (УБ) схема бўйича йиғилган каскаднинг кириш қаршилиги кичик бўлиб, кучланиш ва қувват бўйича кучайтириш имкониятига эга. Бунда $K_1 \leq 1$.

Чиқишдаги кучланишнинг қиймати катта бўлиши талаб этилганда, мазкур каскаддан фойдаланилади. Кўпинча, умумий эммитерли (УЭ) схема бўйича йиғилган каскадлар ишлатилади (7.1, а-расм). Бунда каскад токни ҳам кучланишни ҳам кучайтириш имкониятига эга. Кучайтириш каскадининг асосий занжири транзистор (VT), қаршилик R_k ва манба E_k дан иборат. Қолган элементлар ёрдамчи сифатида ишлатилади. C_1 конденсатор кириш сигналининг ўзгармас ташкил этувчиси ўтказмайди ва баъзан тинч ҳолатидаги $U_{бд}$ кучланишнинг $R_г$ қаршиликка боғлиқ эмаслигини таъминлайди. Конденсатор C_2 истеъмолчи занжирига чиқиш кучланишининг доимий ташкил этувчисига ўтказмай ўзгаручан ташкил этувчисинигина ўтказиш учун хизмат қилади. R_1 ва R_2 резисторлар кучланиш бўлгич вазифасини ўтаб каскаднинг бошланғич ҳолатини таъминлаб беради.

Коллектор дастлабки токи ($I_{кд}$) базанинг дастлабки токи $I_{бд}$ билан аниқланади. Резистор R_1 ток $I_{бд}$ нинг утиш занжирини ҳосил қилади ва R_2 билан биргаликда манба кучланишининг мусбат қутби билан база орасидаги кучланиш $U_{бд}$ ни юзага келтиради.

Резистор R_3 манфий тескари боғланиш элементи бўлиб, дастлабки режимнинг температура ўзгаришига боғлиқ бўлмаслигини таъминлайди. Каскаднинг кучайтириш коэффиценти камайиб кетмаслиги учун қаршилик R_3 резисторга параллел қилиб конденсатор C_3 уланади. Конденсатор C_3 резистор R_3 ни ўзгарувчан ток бўйича шунтлайди.

Синусоидал ўзгарувчан кучланиш ($U_{\text{кпр}} = U_{\text{кпр max}} \sin \omega t$) конденсатор C орқали база-эмитер соҳасига берилади. Бу кучланиш таъсирида, бошланғич база токи $I_{\text{бд}}$ атрофида ўзгарувчан база токи ҳосил бўлади. $I_{\text{бд}}$ нинг қиймати ўзгармас манба кучланиши E_k ва қаршилик R_1 га боғлиқ бўлиб, бир неча микроамперни ташкил қилади. Берилаётган сигналнинг ўзгариш қонунига бўйсунадиган база токи истеъмолчи (R_n) дан ўтаётган коллектор токининг ҳам шу қонун бўйича ўзгаришига олиб келади. Коллектор токи бир неча миллиамперга тенг. Коллектор токининг ўзгарувчан ташкил этувчиси истеъмолчида амплитуда жиҳатидан кучайтирилган кучланиш пасаюви $U_{(\text{чик.})}$ ни ҳосил қилади. Кириш кучланиши бир неча милливолтни ташкил этса, чиқишдаги кучланиш бир неча вольтга тенгдир.

Каскаднинг ишини график усулда таҳлил қилиш мумкин. Транзисторнинг чиқиш характеристикасида АВ-нагрузка чизиғини ўтказамиз (7.1,б-расм). Бу чизиқ $U_{\text{кэ}} = E_k$, $I_k = 0$ ва $U_{\text{кэ}} = 0$, $I_k = E_n / R_n$ координатали А ва В нукталардан ўтади. АВ чизиқ $I_{k \text{ max}}$, $U_{\text{кэ max}}$ ва $P_k = U_{k \text{ max}} * I_{k \text{ max}}$ билан чегараланган соҳанинг чап томонида жойлашиши керак. АВ чизиқ чиқиш характеристикасини кесиб ўтадиган қисмда иш участкасини танлайди. Иш участкасида сигнал энг кам бўзилишлар билан кучайтирилиши керак. Нагрузка чизиғининг С ва D нукталар билан чегараланган қисми бу шартга жавоб беради. Иш нуктаси О, шу участканинг ўртасида жойлашади. ДО кесманинг абсциссалар ўқидаги проекцияси коллектор кучланиши ўзгарувчан ташкил этувчисини амплитудасини билдиради. СО кесманинг ординаталар ўқидаги проекцияси коллектор токининг амплитудасини билдиради. Бошланғич коллектор токи (I_{k0}) ва кучланиши ($U_{\text{кэ0}}$) О нуктанинг проекциялари билан аниқланади. Шунингдек, О нукта бошланғич ток $I_{\text{б0}}$ ва кириш характеристикасида О иш нуктасини аниқлаб беради. Чиқиш характеристикасидаги С ва D нукталарида кириш характеристикасидаги С' ва D' нукта-

лари мос келади. Бу нуқталар кириш сигналининг бузилмасдан кучайтириладиган чегарасини аниқлаб беради. Каскаднинг чиқиш кучланиши

$$U_{\text{чик}}=I_k \cdot R_{\text{и}} \quad (4.9)$$

Каскаднинг кириш кучланиши

$$U_{\text{кир}}=I_{\text{б}} \cdot R_{\text{кир}}; \quad (4.10)$$

Бу ерда $R_{\text{кир}}$ – транзисторнинг кириш қаршилиги.

Ток $I_k \gg I_{\text{б}}$ ва қаршилиқ $R_{\text{н}} \gg R_{\text{кир}}$ бўлгани учун схеманинг чиқишдаги кучланиш кириш кучланишидан анча каттадир. Кучайтиргичнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентини $K_{\text{и}}$ қуйидагича аниқланади:

$$K_{\text{и}}=U_{\text{чик макс}}/U_{\text{кир макс}} \quad (4.11)$$

ёки гармоник сигналлар учун

$$K_{\text{и}}=U_{\text{чик}}/U_{\text{кир}} \quad (4.12)$$

Каскаднинг ток бўйича кучайтириш коэффициентини

$$K_{\text{і}}=I_{\text{чик}}/I_{\text{кир}} \quad (4.13)$$

Бу ерда: $I_{\text{чик}}$ – каскаднинг чиқиш томонидаги токнинг қиймати; $I_{\text{кир}}$ – каскаднинг кириш томонидаги токининг қиймати. Кучайтиргичнинг қуваат бўйича кучайтириш коэффициентини:

$$K_{\text{р}}=P_{\text{чик}}/P_{\text{кир}}, \quad (4.14)$$

Бу ерда $P_{\text{чик}}$ – истеъмолчига бериладиган қувват; $P_{\text{кир}}$ – кучайтиргичнинг кириш томонидги қувват.

Кучайтириш техникасида бу коэффициентлар логарифмик қиймат – децибеллда ўлчанади.

$$K_{\text{и}}(\text{дБ})=20 \lg K_{\text{и}} \quad \text{ёки} \quad K_{\text{и}}=10^{K_{\text{и}}(\text{дБ})/20};$$

$$K_{\text{і}}(\text{дБ})=20 \lg K_{\text{і}} \quad \text{ёки} \quad K_{\text{і}}=10^{K_{\text{і}}(\text{дБ})/20};$$

$$K_{\text{р}}(\text{дБ})=10 \lg K_{\text{р}} \quad \text{ёки} \quad K_{\text{р}}=10^{K_{\text{р}}(\text{дБ})/10}$$

Одамнинг эшитиш сезгирлиги сигнални 1дБ га ўзгаришини ажрата олгани учун ҳам шу ўлчов бирлиги киритилган. Ҳар бир кучайтиргич кучайтириш коэффициентларидан ташқари қуйидаги параметрларга ҳам эгадир.

Кучайтиргичнинг чиқиш қуввати (истеъмолчига сигнални бузмасдан бериладиган энг катта қувват):

$$P_{\text{чик max}}^2/R_H \quad (4.15)$$

Кучайтиргичнинг фойдали иш коэффиценти

$$\eta = P_{\text{чик}}/P_{\text{ум}}, \quad (4.16)$$

бу ерда $P_{\text{ум}}$ – кучайтиргичнинг ҳамма манбалардан истеъмол қиладиган қуввати. Кучайтиргичнинг динамик диапозони кириш кучланишининг энг кичик ва энг катта қийматларининг нисбатига тенг булиб, дБ да улчанади:

$$D = 20 \lg U_{\text{кир max}}/U_{\text{кир min}} \quad (4.17)$$

Частотавий бузилишлар коэффиценти $M(f)$ ўрта частоталардаги кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти $K_{и0}$ нинг ихтиёрий частотадаги кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти нисбатидир:

$$M(f) = K_{и0}/K_{uf} \quad (4.18)$$

Чизиқли бўлмаган бузилишлар коэффиценти γ юқори частоталар гармоникаси ўрта квадратик йиғиндисининг чиқиш кучланишининг биринчи гармоникасига нисбатидир:

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_{m_2\text{чик}}^2 + U_{m_3\text{чик}}^2 + \dots + U_{m_n\text{чик}}^2}}{U_{m_1\text{чик}}} \quad (4.19)$$

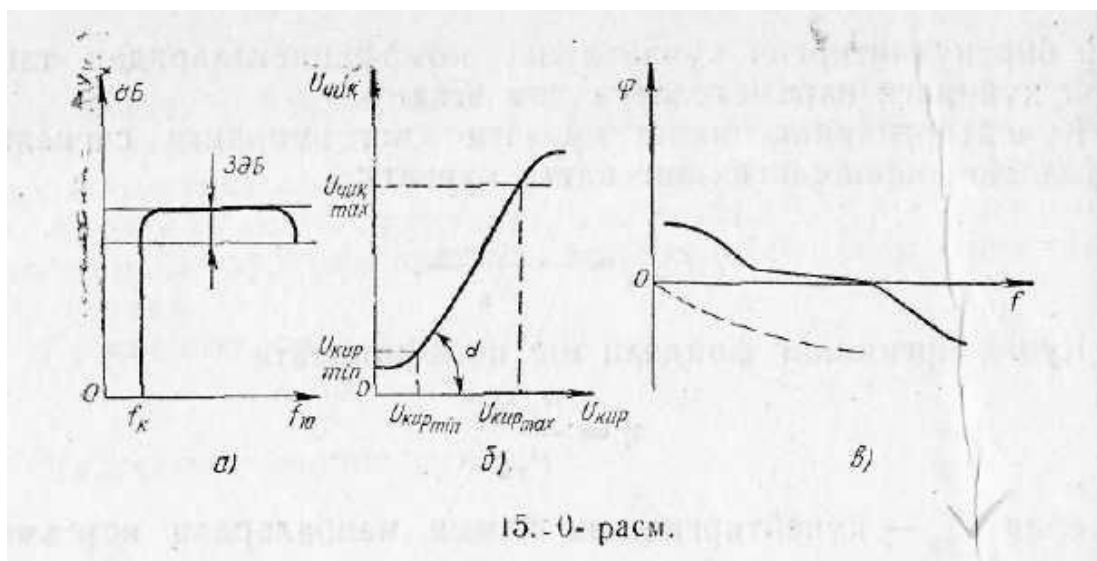
Сифатли кучайтиргичлар учун $\gamma \leq 4\%$, телефон алоқаси учун $\gamma \leq 15\%$.

Кучайтиргичнинг шовқин даражаси шовқин кучланишининг кириш кучланишига нисбатини кўрсатади. Булардан ташқари, кучайтиргичлар амплитуда, частота ва амплитуда-частота характеристикалари билан ҳам баҳоланади.

Амплитуда характеристикаси чиқиш кучланишининг кириш кучланишига қандай боғланганлигини кўрсатади ($U_{\text{чик}} = f(U_{\text{кир}})$). 7.2-расмда кучайтиргичнинг амплитуда, амплитуда-частота ва фаза частота характеристикалари кўрсатилган. Бу характеристикалар ўрта частоталарда олинади. Хақиқий кучайтиргичнинг амплитуда характеристикаси идеал кучайтиргичникидан шовқин мавжудлиги (А нуқтанинг чап қисмидаги участка) ва чиқиш кучланишининг чизиқли эмаслиги (В нуқтанинг унг қисмидаги участка) билан фарқ қилади (7.2-расм, а).

Кучайтиргичнинг частота характеристикаси кучайтириш коэффициентининг частотага боғлиқлигини кўрсатувчи эгри чизикдир. Мазкур характеристика логарифмик масштабда қурилади (7.2-расм, б).

Кучайтиргичнинг фаза-частота характеристикаси кириш ва чиқиш кучланишлари орасидаги силжиш бурчаги φ нинг частотага қандай боғланганлигини кўрсатади (7.2-расм, в). Бу характеристика кучайтиргич томонидан киритилган фазавий бузилишларни баҳолайди.



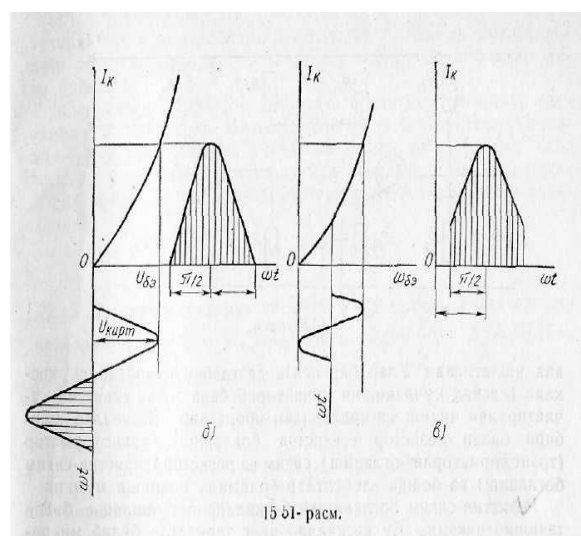
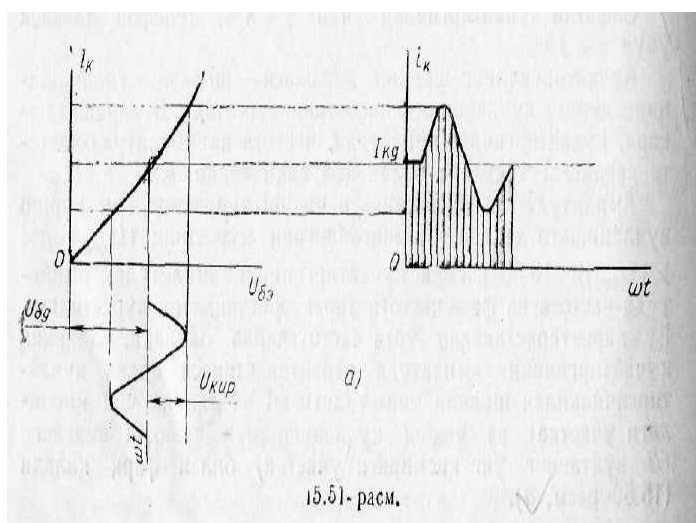
7.2– расм. Кучайтиргичнинг фаза-частота характеристикаси

Иш нуқтасининг кириш характеристикасида қандай жойлашишига қараб кучайтиргичлар А, В, ва АВ режимларда ишлаши мумкин. 7.3-расмда кучайтиргичнинг иш режимларига оид графиклар кўрсатилган. А режимда, асосан, бошланғич кучайтириш каскадлари ишлайди. Бу режимда ишлайдиган каскаднинг базага берилган силжиш кучланиши ($U_{бэ0}$) иш нуқтасининг динамик ўтиш характеристикаси чизикли қисмининг ўртасида жойлашишини таъминлаб беради.

Бундан ташқари, кириш сигналининг амплитудаси силжиш кучланишидан кичик ($U_{кпр} < U_{бэ0}$) бўлиши ва бошланғич коллектор токи $I_{к0}$ чиқиш токи ўзгарувчан ташкил этувчисининг амплитудасидан катта ёки тенглиги ($I_{к0} \geq I_{кт}$) шартига амал қилинади. Натижада каскаднинг киришига синусоидал кучланиш берилганда чиқиш занжиридаги ток ҳам синусоидал қоида бўйича ўзгаради. А режимда сигналнинг чизикли бўлмаган бузилишлари энг кам бўлади. Аммо

кучайтиргич каскадининг мазкур режимдаги фойдали иш коэффиценти 20-30% дан ошмайди.

В режимда иш нуктаси шундай танланганки, бунда осойишталик токи нолга тенг бўлади ($I_{к0}=0$). Кириш занжирига сигнал берилганда чиқиш занжиридан сигнал ўзгариш даврининг фақат ярмидагина ток ўтади. Чиқиш токи импульслар шаклида булиб, ажратиш бурчаги $\theta = \frac{\pi}{2}$ булади. В режимда чизикли бўлмаган бузилишлар кўп бўлади. Лекин бу режимда каскаднинг ФИК 60-70% ни ташкил қилади. Мазкур режимда, асосан икки тактли қувватли каскадлар ишлайди.



7.3-рasm. Кучайтиргичнинг иш режимларига оид графиклар

AB режими А ва В режимлар оралиғидаги режим бўлиб, чиқишда катта қувват олиш, шунингдек чизикли бўлмаган бузилишларни камайтириш мақсадида қўлланилади.

Булим буйича саволлар

1. Кучайтиргичлар ва уларнинг параметрлари
2. Кучайтиргичнинг параметрлари

8. Ижрочи механизмлар

8.1. Ижрочи механизмлар хакида умумий тушунчалар

Автоматик ростлаш тизимининг ижро механизми деб ростловчи органи узатилаётган сигналга мувофиқ ҳаракатга келтирувчи мосламага айтилади. Ростловчи органни вазифасини дросселлар, тўсқичлар, клапанлар, шиберлар бажаради.

Ижро механизмларининг асосий курсаткичлари: чиқиш валидаги айланиш моментининг номинал қиймати ёки чиқувчи штокдаги таъсир этувчи куч; айлантирувчи момент ёки кучларнинг максимал қиймати; носезгирлик майдони; инерционлик вақтини кўрсатувчи вақт доимийси; ижро механизмларини чиқиш валининг айланиш вақти ёки унинг штокининг сурилиш вақти.

Ижро механизмини ишдан тўхтагандан сўнг турғунлашган режим вақтида ишлаб турганда чиқиш органининг сурилиши югуриш ҳолати деб аталади. Бу ҳолат ростлаш сифатига таъсир кўрсатади.

Ижро механизмларининг асосий кўрсаткичлари-уларнинг статик ва динамик тавсифномалари хисобланади. Динамик хусусиятларига кура ижро механизмлари интегралловчи звенолар гуруҳига киради: $W(p) = 1 / T_{им} p$, бу ерда $T_{им}$ - максимал чиқиш сигнали вақтида ИМ чиқиш органининг тўлиқ сурилиш вақти.

Ижро механизмларини қуйидаги асосий белгиларига кўра синфларга ажратиш мумкин: фойдаланилган энергия турига кўра, чиқувчи органнинг ҳаракат характериға кўра; фойдаланилган юритма турига кўра ҳамда чиқувчи органнинг ҳаракатланиш тезлигига кўра.

Фойдаланилган энергия турига кура ИМ лар электрик, пневматик, гидравлик турларига ажратилади.

Чиқувчи орган ҳаракат характериға караб ИМ лар айланувчан ва тўғри ҳаракатланувчан гуруҳларга ажратилади. Айланувчан ИМ лар бир марта айланувчан ва кўп марта айланувчан бўлиши мумкин.

Фойдаланилган электр юритма кўринишиға караб ИМ лар электр юритмали, электромагнитли, поршенли ва мембранали бўлиши мумкин.

Чиқувчи органнинг ҳаракатланиш тезлигига кўра ИМлар доимий тезликка эга бўлган ҳолда чиқувчи органнинг сурилиш тезлиги чиқувчи сигналга пропорционал бўлган ИМларга ажратилади.

Ўшлар ва сув ҳўжалиги ишлаб чиқаришида электрик ИМлар кенг тарқалган. Уларни 2 та асосий гуруҳга ажратиш мумкин: электр двигателли ва электромагнитли.



8.1-расм. Чиқувчи органнинг характериға қараб электрик ижро механизмларининг туркумланиши.

Биринчи гуруҳга электр юритмали ИМ лар қиради. Электр юритмали ИМ лар одатда электр юритма, редуктор ва тормоздан ташкил топади (охиргиси бўлмаслиги ҳам мумкин). Бошқарув сигнали бир вақтнинг ўзида юритма ва тормозга берилади, механизм тўхтай бошлайди ва юритма чиқувчи органни ҳаракатга келтиради. Сигнал йўқолганда юритма ишдан тўхтайди, тормоз механизми тўхтатади.

Иккинчи гуруҳга соленоидли ИМ ларни киритиш мумкин. Улар турли хил ростловчи клапанлар, винтеллар, золотниклар ва бошқа элементларни бошқариш учун қўлланилиши мумкин. Бу гуруҳга электромагнитли муфталарни киритиш мумкин. Соленоидли механизмлар одатда фақат икки позицияли ростлаш тизимларида қўлланилади.

Электр юритмали ИМ лар одатда электр юритма, редуктор ва тормоздан ташкил топади (охиргиси бўлмаслиги ҳам мумкин). Бошқарув сигнали бир вақтнинг ўзида юритма ва тормозга берилади, механизм тўхтай бошлайди ва юритма чиқувчи органни ҳаракатга келтиради. Сигнал йўқолганда юритма ишдан тўхтайди, тормоз механизмни тўхтатади.

Гидромелиоратив тизимлар ва гидротехник иншоотларида жараёнларни автоматлаштиришда асосан электрик ижро механизмлари, ҳаракатланувчи машиналарда эса гидравлик ва пневматик ижро механизмлари қўлланилади. Чиқувчи органнинг характериға караб электрик ижро механизмларининг туркумланиш схемаси 8.1- расмда курсатилган.

Электр двигателли ИМ лар. Турли ростловчи органларни сурилишини таъминлаш учун клапанлар, дроссель қопқоқлар, сургичлар кранларда электр юритмали ИМ лар қўлланилади. Улар электрик ва электрон ростлагичлар билан комплект ҳолда ишлатилади. Бу ИМ ларда уч фазали ва икки фазали асинхрон электр юритмалар қўлланилади.

Электродвигателли ИМ лар ўз навбатида бир айланишли (МЭО типли), кўп айланишли (МЭМ типли), тўғри ҳаракатланувчан (МЭП типли) кўринишларда бўлади. (МЭО - механизм электрический однооборотный, М- многооборотный, П- прямого хода). Масалан: МЭО-6,3/2,5-0,25 электродвигателли ижро механизмнинг маркаланишини қуйидагича белгилаш мумкин:

Мисол сифатида ПР-1М типдаги ИМ билан танишамиз. Ушбу механизм бир фазали реверсив электродвигатель, редуктор, чекка калитлар тизими ва реохорддан иборат. ПР-1М ИМ 0^0 ва 180^0 оралиқдаги ҳар қандай ҳолатда валнинг бурилишини тўхтатиш имкониятиға эға. Бунинг учун реохорда кўринишидаги 180-190 Ом қаршиликка эға бўлган тесқари алоқа принципида ишлайдиган қаршилиқ чўлғами ва у бўйлаб ҳаракатланадиган, ҳамда валға қотирилган жилдиргичдан иборат.

Электромагнитли ижро механизмлар. Автоматик ростлаш ва бошқариш тизимларида электр энергиясини ишчи органнинг текис ҳаракатиға айлантириб берувчи электромагнитли узатмалар ИМ лар сифатида қулланиши мумкин. Бу элементлар яна соленоидли механизмлар деб ҳам юритилади.

Электромагнитли ИМ лар типи, тузилишига кура чикиш координатаси курунишларга ажратилиши мумкин: тугри харакатланувчан ростловчи органга эга булган ИМ лар учун: силжиш, тезлик таъсир килувчи куч; айланувчан харакатга эга булган ростловчи органли ИМ лар учун: айланиш бурчаги, айланиш частотаси, айланиш моменти.

Электромагнитлар узгарувчан (бир фазали ва уч фазали), узгар-мас токли булиши мумкин. Уларнинг асосий тавсифномаси: якорнинг сурилиши; якорнинг сурилиши ва тортиш кучи орасидаги богланиш; якорнинг сурилиши ва электроэнергия сарфи, ишга тушиш вакти орасидаги богланиш.

Якорнинг максимал сурилишига караб киска юришли ва узун юришли электромагнитлар ажратилади.

Электромагнитлар кўйидаги талабларга жавоб бериши керак:

1. Танланаётган конструкция силжиш узунлиги, тортиш кучи ва берилган тортиш тавсифномасига мос келиши керак;

2. Тез харакатланувчан тизимлар учун шихталанган магнитли ўтказгичга эга бўлган электромагнитлар, секин харакатланувчан тизимлар учун шихталанмаган магнит ўтказгичга эга бўлган ҳамда массивли мис гильзали электромагнитлар қўлланилиши мумкин.

3. Ишга тушиш цикллари сони йўл қўйилгандан кам бўлиши керак.

4. Бир хил механик ишлар учун ўзгарувчан ток электромагнитлари ўзгармас токда ишловчи электромагнитларга нисбатан кўпроқ электроэнергия талаб қилади.

5. Электромагнитлар ишлатиш учун қулай ва оддий бўлиши керак.

Электромагнитларни кучланиш, ток ва қувват катталиклари орқали танлаш мумкин. Электромагнит танлангандан сўнг унинг чўлғамлари қизишга нисбатан хисобланади. Бу ҳолда рўхсат этилган қизиш ҳарорати $85...90^{\circ}\text{C}$ хисобида олинади. Электромагнитли ИМ нинг узатиш функцияси:

$$W(p) = \frac{K_m}{(T_{\text{эп}} + 1)(T_1^2 p + T_2 + 1)} \quad (4.63)$$

бу ерда $T_3 = L_0 / R_0$ — электромагнитнинг вақт доимийси;

L_0 ва R_0 — индуктивлик ва электромагнит галтагининг актив қаршилиги;

$T_1 = \sqrt{m/c_n}$; m — кўзгалувчан қисмларнинг массаси;

C_n — пружина қаттиқлиги; $T_2 = K_d / C_n$;

K_d — демпфирлаш коэффициенти;

$K_m = \frac{2K_0 / K}{C_n R_0}$ — электромагнитнинг узатиш коэффициенти;

K_0 — электромагнит тортиш кучи ва галтакдаги I_k ток кучи орасидаги пропорционаллик коэффициенти.

Агар бошқарув объектининг вақт доимийси электромагнит ИМ нинг вақт доимийларидан (T_3 , T_1 , T_2) қатта бўлса, узатиш функцияси инерциясиз бўгин қуринишида берилиши мумкин: $W(p) = K_m$.

8.2. Унификацияланган электрик ижро меҳанизмлари

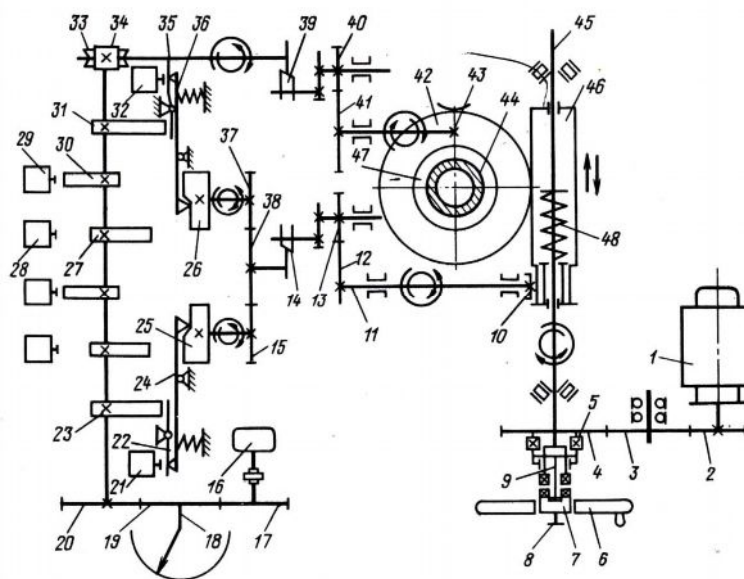
Бу қурилмалар кўп айланишли қувурли арматурани дистанцион бошқаруви учун қўлланади. Бу ижро меҳанизмлари М, А, Б, В, Г, Д типли электр юритмалари номини олган бўлиб, улар гидромелиратив тизимларининг автоматлаштирилган насос станцияларида қўлланилади. Улар бир-биридан максимал айланиш моменти, редукторининг тузилиши, габарит уланиш ўлчамлари ва баъзи конструктив элементлари билан фарқланади. Электр юритмаларининг барча конструктив элементлари максимал даражада унификацияланган, юритма валидаги рухсат этилган моментни чегараловчи махсус қурилмалари ва бошқарув схемаларига эга электр юритмаларини эксплуатация шароитларига кўра нормал ҳолатда ишлаши учун 7-жадвалда уларни типларига кўра техник маълумотлар келтирилган. Электр юритмаларининг нормал ҳолатидаги жойлаштирилиши вертикал ҳолат ҳисобланади (юритма вали вертикал жойлаштирилади).

8.1-жадвал

Электр мотор тип	Жойлаштирилиши	Ишчи ҳарорат оралиғи С	Ташқи муҳитнинг нисбий намлиги 20 С да %	Мойлаш даврийлиги
М	Хоналардаги ва очиқ Ҳаводаги стационар қурилмалар	-20...+35	80 гача	Уч ойда 1 марта
А	-	-40...+40	95 гача	
Б, В, Г, Д				Бир йилдан кам эмас

Б,В,Г,Д типли электр юритмаларининг иш принципи ва тузилишини кўриб чиқамиз.

Электр юритманинг кнематик схемаси 5.12 - расмда келтирилган. Электр юритма қуйидаги асосий элементлар ва қисмлардан ташкил топган: корпус червякли цилиндрик редуктор, қўл дублери қисми электр мотори йўл ва момент ўчиргичлари қутилари.



8.2- расм. Унификацияланган электр юритмалар сургичлариинг кнематик схемаси

Йўл ва момент ўчиргичлари қутилари корпусга маҳкамланади. Корпусга подшипниклардаги 46-червякли 45 шликли вал монтаж қилинган. Ширикли валда айлантурувчи моментни чегараловчи муфта жойлашган. 6-маховикли қўл дублерлари шарикли вални охирига уланган. Шу ерда бўш қилиб кулачокли 4-цилиндрик ғилдирак жойлаштирилган. Корпусга худди шундай равишда йўл ва момент ўтказгичлари қутисига айланишни узатувчи 43-червякли ғилдиракка эга бўлган ва 40, 41-цилиндрик шестрнялари билан плита уланган.

Қути қуйидаги асосий элементларда ташкил топган. 34-червякли йўл ўчиргичлари қисми, 33- червякли ғилдирак, 27,30-кулочоклар,25,26- момент ўтказгичлари: 24 ва 36-ричаглари, пуржиналар 22, 35-блокировка кулочоклари

23,31- микроутказгичлар 21,32 шестрнали кўрсаткич қисми 19,20: стрелка 18, 17-шестрняли дистанцион кўрсаткичлар қисми, 16-потенционер.

Электр мотори ишга туширилганда электр юритма қуйидагича ишлайди. Айланма ҳаракат электр моторидан 2,3,4-цилиндирик ғилдирак ва 5- кулачокли муфта орқали 45 шарикли валга узатилади. 46 червяк ғилдирак орқали айлантирувчи момент ишчи органнинг (сурғич) юритма валига узатилади. Бундан ташқари, 47 червяк 43 червяли ғилдирак, 41 ва 40- цилиндририк шестрналар орқали ҳаракат 39-вилка, 33 ва 34 чевяк жуфти 0,19 шестрня 18 кўрсаткич стрелкаси ва 17 шестерна орқали 16-потенциометр валикига узатилади. Электр моторини ишида айланиши моментини маховикка узатиш мумкин эмас, чунки маховикни 7- кулочокли втулкаси ажратилган ҳолатда бўлади. Бу вақтда 5 муфтонинг кулокчалари 5-цилиндрли ғилдирак кулокчалари билан боғланиб қолади ва улар орқали ҳарокат 45 шлицли валга узатилади. Электр мотори қўшилганда 6-муфта кулачоклари билан 4 ғилдирак кулачоклари бирлашади, бу ҳолда 5-муфта 9 шток орқали 7 втулкани 45 шпицли вал кулачокларидан бўшатади. Бундай механик блокировка 45 шлицли вални бирвақтнинг узида электр мотори ва қўл бошқарувида ишлашини олдиини олади. Электр юритмалар айланиш моментини 3 томонлама чегараловчи муфта билан ишлаб чиқарилади. Уларнинг иш принципи қуйидагича: маҳкамловчи арматура ишчи органи унинг «Очик» ва «Ёпик» ҳолатларининг қандайдир. Оралиқ ҳолатларида айланиш моменти максимал қийматида бўлган 44 юритма вали тўхтади. Бу вақтда 46 червяк, 42 червякли ғилдирак ўқиға уралади ва буни натижасида ҳаракатланаётган 1 электр мотори орқали штицлар бўйлаб ўқнинг йўналишида ҳаракатлана бошлайди.

46 – червякнинг олдинга ҳаракати 10 ричаг, 11, ук, 12 – тишли сектор, 14 ва 39 вилкалар, 13, 15, 37, 38 – цилиндрли ғилдираклар ёрдамида 25 ва 26 момент кулачокларининг айланма ҳаракатига ўзгартириб беради. Улар айланганда 24 ва 36 ричаглар 21 ва 32 микроалмашлаб улагичларни қуйиб юборади ва электр мотор занжири узилади. М ва А типларидаги электр моторлари тузилиши жихатидан Б,В,Г ва Д типдаги электр моторларидан фарқ қилади. Уларда червякли редуктор ўрнига цилиндрли редуктор қўлланилади. Яна бир канча ки-

нематик бўғинларда маълумўузгаришлар бор, лекин моторларининг барча турларининг иш принципи бир хил.

Максимал ток релесига эга бўлган электр юритмалар. Электр моторларни юкламалардан химоялаш ва махкамловчи арматурани махкамлаб ёпиш мақсадида иш типдаги электр юритмалар статорининг фазаларидан бирига ток релеси билан таъминланади.

Электр мотори валидаги қаршилиқ моменти ортиши билан ишчи ток тахминан айланиш моменти квадратига пропорционал равишда ортади. Шунинг ҳисобга олиб, айланиш моментини чегараловчи муфта ўрнига ток релесини қўллаш мумкин. Шу мақсадда электр моторини таъминловчи куч тармоғининг фазаларидан бирига оний ҳаракатли максимал ток релеси уланади. Унинг ажратувчи контакти эса реверсив магнит ишга туширгич ғалтаги занжирига уланади.

Максимал ток релесини қўллаш электр юритма конструкциясини содда-лаштириш, унинг массаси ва габарит ўлчамларини камайтириш имкониятини беради, лекин бу ҳолда бошқарув схемаси бир мунча мураккаблашади. Максимал ток релеси бўлган электр моторлари фақат сўргичларда ўрнатилади. Шпиндел арматурасидаги айланиш моменти силжиганда электр мотори реле ёрдамида йўл ўчиргичи билан ҳаракатга келади.

9. Автоматика ростлагичлари

9.1. Автоматик ростлагичлар ҳақида тушунча.

Автоматик ростлагичлар саноатнинг турли соҳаларида технологик жараёнларни автоматлаштиришда кенг ишлатиладиган техникавий воситалар ҳисобланади. Ростлагичларни классификациялаш ростланувчи микдорнинг тури, ростлагичнинг иш усули, ишлатиладиган энергия тури, ижро этувчи механизмнинг ростловчи органига курсатиладиган таъсирнинг характери, ростлагич ишининг тавсифномаси (ростлаш қонуни) каби хусусиятларга асосланади.

Ростланувчи микдорнинг турига кура ростлагичлар қуйидагиларга бўлинади: босим, сарф, сатҳ, намлик ва каби ростлагичлар. Ишлаш усулига кура бевосита ва билвосита таъсир қилувчи ростлагичлар мавжуд. Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун ростланувчи объектдан

олинган энергиянинг узи билан ишловчи ростлагичлар **бевосита таъсир килувчи ростлагич** деб аталади. Агар ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун кушимча энергия керак булса, **билвосита таъсир килувчи ростлагичлар** ишлатилади. Фойдаланиладиган энергия турига кура ростлагичлар электр, пневматик, гидравлик ва аралаш (электр-пневматик, пневмо-гидравлик ва хоказо) ростлагичларга булинади.

Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органига курсатиладиган таъсирнинг характери жихатидан ростлагичлар узлукли ва узлуксиз ишловчи булади. **Узлукли ишловчи** ростлагичларда ижро этувчи механизмнинг факат ростловчи органи ростланувчи микдорнинг узлуксиз муайян кийматида харакат килади. Ростланувчи микдорнинг узгариши ва ростловчи таъсир уртасидаги богланиш (еки ижро этувчи механизм ростловчи органининг харакати), яъни ростлаш конуни назарда тутилган иш тавсифномасига кура ростлагичлар позицион, инте-грал (астатик), пропорционал (статик), изодром (пропорционал-интеграл), пропорционал-дифферициал (олдиндан таъсир этувчи статик), пропорционал-интеграл-дифферициал (олдиндан таъсир этувчи изодром) булади.

Ростланувчи микдори вақт давомида талаб килинган чегарада саклаб туриш жихатидан ростлагичлар стабилловчи, программали ва кузатувчи ростлагичларга булинади. Стабилловчи ростлагичлар ростланувчи микдорнинг берилган кийматга (маълум даражадаги хато билан) тенглашишини таъминлайди. Программали ростлагичлар махсус программали топширик бергич ердамида ростланувчи микдорнинг вақт буйича аввалдан маълум булган программа (конун) буйича узгаришини таъминлайди. Бу программа технологик регламент талабларига мувофик тузилган булади. Кузатувчи ростлагичларда ростланувчи микдорнинг вақт буйича узгариши ростлагич топширик бергичга билвосита таъсир килувчи бошка катталикнинг узгаришига мос булади.

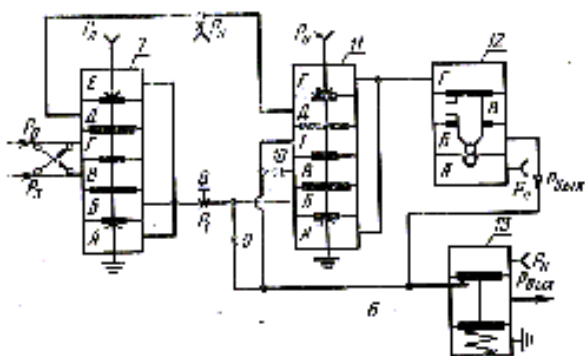
9.2. Пропорционал ростлагичлар.

Пропорционал ростлагичлар деганда ростловчи органнинг ростланувчи параметри ва топширилган микдор орасидаги фаркка нисбатан пропорционал силжиши тушунилади. Ростланувчи параметрнинг вақт буйича узгариши ва

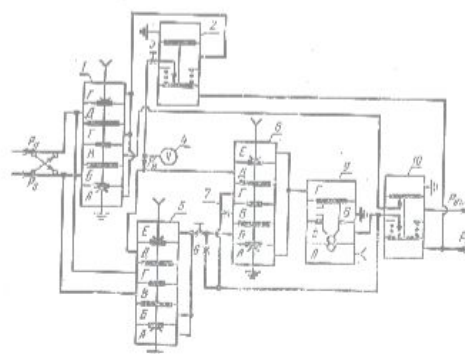
ростловчи органнинг силжи-ши бир конун буйича амалга ошади. Ростланувчи параметрнинг хар бир микдорига ростловчи органнинг маълум бир ҳолатига мос келади.

ПР 2.5 пропорционал ростлагич. ПР 2.5 ростлагич ростланувчи параметрни берилган катталиқда ушлаб туриш мақсадида чиқишда ижро этувчи механизмга таъсир этувчи узлуксиз сигнал олиш учун мулжалланган. Асбоб иккиламчи асбобнинг кул билан топширик бергичи еки стандарт пневматик сигналли бошка курилмадан масофадан туриб топширик олувчи ростлагичдан иборат (7.1-расм).

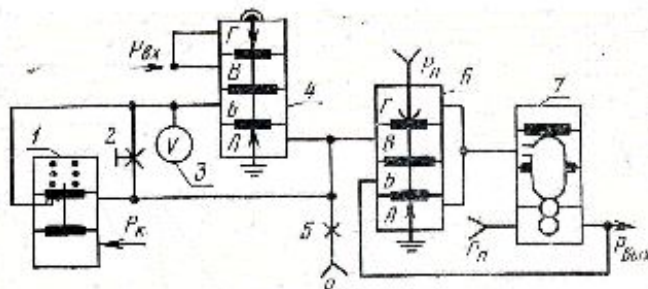
Ростлагич иккита таккослаш элементлари 1 ва 3, дросселли сумматор 2, кувват кучайтиргичи 4, учирувчи реле 5, кул билан топширик бергич 6 лардан иборат. Топширик бергич ва улчов асбобларидан келган P_T ва P_3 сигналлар таккослаш элементи 1 нинг мембраналарига таъсир этади (манфий камера В, мусбат камера Б) ва тескари алоқа мембраналарида ҳаво босими ҳосил қилган куч (камера А) билан мувозанатлашади.



9.1-расм. ПР 2.5 пропорционал ростлагичнинг принципаал схемаси



9.2-расм. Пропорционал-интеграл ростлагичнинг принципаал схемаси.



9.3. -расм. Аввалдан таъсир ростлагичи схемаси – ПФ-2.1

Таккослаш элементи 1 нинг P^1 чикиш босим утказувчанлиги β булган дроссели сумматор 2 нинг ростланувчи дроссели оркали таккослаш элементи 3 нинг а камераси-га боради, худди шу камерага утказувчанлиги α булган дроссели сумматор 2 нинг узгармас дроссели оркали $P_{чик} = P^{IV}$ чикиш босими хам келади. Таккослаш элементи 3 нинг чикиш босими кувват кучайтиргичи ердамида кучайтирилади хамда иккинчи таккослаш элементи билан манфий тескари алокада булади. Системада хосил буладиган автотебранишларни йукотиш мақсадида таккослаш элементи 3 га иккита тескари алока киритилган: В камерага манфий ва Б камерага мусбат. Система мувозанати бузилган холларда руй берадиган автотебранишлар мусбат тескари алока йулига урнатилган узгармас дроссель билан тухтатилади. Кул билан бошқаришга утиш мақсадида ростлагични узиш учун учирувчи реле 5 дан фойдаланилади. ПР2.5 ростлагич ПВ10.1Э, ПВ10.1П, ПВ10.2Э, ПВ.2П, ПВ3.2 типидagi иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

9.3. Интеграл ростлагичлар.

Интеграл (астатик) ростлагичлар деб ростланаётган параметр топширилган кийматдан четга чиқариш ростловчи органнинг ростланувчи параметр четга чиқишига пропорционал тезликда ҳаракат қилишига айтилади. Астатик ростлагичлар ишлатилганда ростланувчи параметрнинг мувозанат киймати нагрузкага боғлиқ эмас ва статик ҳато нолга тенг булади. Агар ростланаётган катталиқ берилган кийматидан четга чиқса астатик ростлагич ростловчи органи ростланувчи катталиқ киймати топширилган даражага етгунча ҳаракатга келтириб туради.

Узининг динамик хусусиятлари жихатидан интеграл ростлагичлар тургун эмас, шунинг учун ҳам улар мустақил қурилма сифатида ишлаб чиқарилмайди.

9.4. Пропорционал-интеграл (изодром) ростлагичлар.

ПР3.21 ростлагичнинг вазифаси ПР 2.5 ростлагичнинг вазифасига ухшаш. У таккослаш элементлари I, III, VI, дроссели сумматор II, кувват кучайтиргич

IV, узувчи релелар V, VII ва сигим VIII дан иборат (7.2- расм). Бу ростлаш блоки иккита: пропорционал ва интеграл кисмлардан тузилган. Уларнинг киришига датчикдан ростланаётган катталиқ-нинг пневматик сигнали P_n ва иккиламчи асбобга урнатилган топширик бергичдан ростланувчи катталиқнинг берилган киймати келиб, $0,2 \dots 1 \text{ кг/см}^2$ ораликда булади. Блокнинг пропорционал кисми галаенланишдан сунг ҳаракатга келиб, унинг узи эса сумматор I, III ва дросселли сумматор II дан тузилган. ПР3.21 ростловчи блокнинг интеграл кисми сумматор VI ва кучайтириш коэффициентини $K=1$ булган биринчи даражали апероидик звенодан тузилган булиб, пневматик интегралловчи звенодан иборат. Пропорционал ва интеграл кисмларнинг чиқиш сигналлари ячейка II да кушилади. Бунинг учун интегралловчи звенонинг чиқиши ячейка II нинг I ва III сумматорлари киришига берилиши лозим.

Созлаш параметрларининг (кучайтириш коэффициентини - K_p , изодром вақти - T_n) узаро боғлиқ эмаслиги блокнинг муҳим афзаллигидир. Кучайтириш коэффициенти (K_p) дросселли сумматордаги узгарувчи дросселнинг утказувчанлигини узгартириб урнатилади, дросселлаш диапозони $ДД=3000 \dots 5$ чегарада узгаради, бу эса кучайтириш коэффициентининг киймати $0,03 \dots 20$ булишига мос келади. Изодром вақти T_n апероидик звено таркибига кирган узгарувчи дросселнинг утказувчанлигини узгартириб урнатилади ва у 3 секунддан 100 минутгача булиши мумкин. ПР3.21 ростлагич ҳам ПР2.5 ростлагичи ишлайдиган иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

Маҳаллий топширик бергич ПР3.22 ростлагичи ПР3.21 дан асбоб киришининг топширик линиясида кул билан топширик бергич борлиги билан фаркланади.

ПР3.26 ва ПР3.29 ростлагичлари керак булган дросселлаш диапозонини урнатиш имконини берувчи қайта кушгич билан таъминланган. Қайта кушгичнинг учта қайд қилинган ҳолати бор:

I. $ДД=2 \dots 50\%$. II. $ДД=50 \dots 200\%$. III. $ДД=200 \dots 800\%$.

$T_n=0,025$ минутдан ∞ гача узгаради. ПР3.29 ростлагичи ПР3.26 дан маҳаллий топширик бергичи борлиги билан фарк килади.

Тугри чизикли статик тавсифномали ПР3.21 ва ПР3.32 ростлагичларида дросселлаш диапозонини 2 ... 3000% гача созлаш мумкин.

ПР3.23 ва ПР3.33 нисбат ростлагичлари иккита параметр нисбатини ушлаб туриш мақсадида ижро этувчи механизмга боровчи узлуксиз ростлаш таъсирини олиш учун хизмат килади. Ростлагичлар-да нисбат звеноси булиб, унга доимий дроссель, ростловчи дроссель ва топширик бергичлар киради. Нисбатни созлаш чегараси 1:1 дан 5:1 гача ёки 1:1 дан 10:1 гача. ПР3.24 ва ПР3.34 нисбат ростлагичлари иккита параметр нисбатини учинчи параметр буйича тугрилаш билан ушлаб туриш мақсадида ижро этувчи механизмга боровчи узлуксиз ростлаш таъсирини олиш учун хизмат килади.

9.5. Пропорционал-дифференциал ростлагичлар.

Агар ростлаш объектида юкланишнинг узгариши тез ва кескин шунингдек, кечикиш катта булса изодром ростлагичлар талаб этилган ростлаш сифатини таъминлай олмайди, яъни бу ҳолда уларда катта динамик хато ҳосил булади. Ростлаш жараёнини параметрнинг узгариш тезлигига боғлиқ булган қушимча кириш сигнали воситасида яхшилаш мумкин. Кечикиши сезиларли булган объектлар-да технологик жараёнларни ростлаш учун ПД-ростлагичларни ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

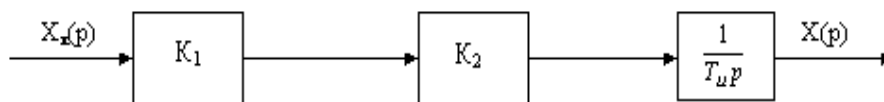
Агар дифференциал қисм ростловчи таъсирнинг бошқа қисмларига қушилса тугри (аввалдан таъсир), айрилган ҳолда эса тескари аввалдан таъсир булади. Тугри аввалдан таъсир ростлагичи ПФ2.1 ростлаш занжирига берилган катталиқдан параметрнинг четга чиқиш тезлигига мос таъсир киритиш учун мулжалланган (9.3-расм).

Сикилган ҳажмдаги ҳавонинг кириш сигнали (ростлагич ёки датчикдан) таккослаш элементи IV нинг В ва Г камераларига боради ҳамда инерцион звено (ростланувчи дроссель II ва сизим III) орқали уша элементнинг В камерасига берилаётган таъминловчи ҳаво босими билан мувозанатлашади. Чиқиш камераси А қузатувчи система схемаси асосида уланган. Агар параметрнинг четга чиқиш тезлиги ноль ёки нолга яқин булса, таккослаш элементи IV нинг чиқишида кириш сигнали $P_{\text{кир}}$ қузатилади. Агар босим узгара бошласа, масалан, узгармас

тезликда ортса, у холда Б камеранинг олдида дроссель-каршилик II борлиги туфайли В ва Г камера мембранасидаги босимлар йигиндиси Б ва А камеранинг мембраналаридаги кучланишдан катта булади. Натижада таккослаш элементи IV даги C_1 соплло беркилиб, А камерада босим кескин ошади. Чикишда киришдаги босимдан илгариловчи сигнал пайдо булади. Илгарилаш катталиги киришда босимнинг узгариш тезлиги ва аввалдан таъсир дросселининг канчалик очиклигига боглик. Таккослаш элементи IVдан чиккан сигнал элемент V ва кувват кучайтиргичи VI дан ташкил топган кучайтиргичнинг киришига боради. У таккослаш элементи кучайтиргичнинг хатосини йукотишга хизмат килади. Учириш релеси I аввалдан таъсир дросселини беркитишга мулжалланган. Буйрук босими $P_k=0$ булганда C_2 соплло епик булиб, Б камерага хаво аввалдан таъсир дроссели оркали утади. Ростлагични учириш учун иккиламчи асбобдан буйрук босими P_k берилиб, бунда C_2 соплло очилади ва кириш сигнали ($P_{кир}$) бевосита Б камерага келади. Бу холда таккослаш элементи IV га келувчи учала сигнал узаро тенг, чикишдаги босим эса киришдагига тенг булади. Аввалдан таъсирни 0,05 ... 10 минутгача ораликда созлаш мумкин.

9.6. Ростлаш конунлари

Ростлагичлар асосан кетма-кет солиштириш, кучайтириш ва ижрочи элементлардан иборат. Таккослаш (кўприк, потенциометр), сигнал кучайтириш (электрон сигнал кучайтиргич) элементлари инерциясиз бўгин, ижрочи элементлар (электро, гидро, пневмомоторлар, сервомотор) эса интегралловчи бўгинлардан иборат бўлган ростлагичларнинг структура схемасини кўриб чиқамиз (9.4-расм).



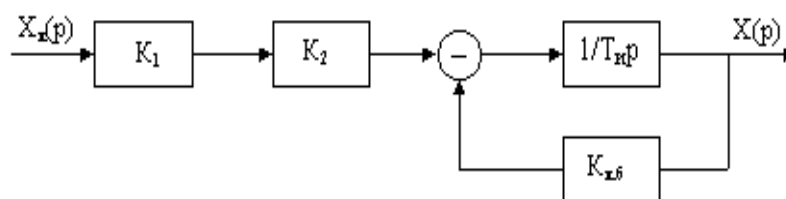
9.4-расм. Ростлагичларнинг структур схемаси

K_1 – ўлчаш ва таккослаш элементининг узатиш функцияси; K_2 - электрон сигнал кучайтиргичнинг узатиш функцияси; $1/T_{сп}$ -сервомотор нинг узатиш функцияси

Бу тизимнинг эквивалент узатиш функцияси:

$$W(p) = k_1 k_2 \frac{1}{T_u p} \quad (5.8)$$

ростлагични интегралловчи бўғин типига киришини кўрсатади. АРТ да кўпинча П, ПИ, ПИД бўғинлар қўлланилади. Уларни ҳосил қилиш учун бу схеманинг алоҳида элементларига тескари боғланиш занжири киритиш ва унга структура ўзгаришларини вужудга келтириш йўли билан бажарилади. П- пропорционал бўғин қонуни бўйича ишлайдиган ростлагич схемасини тузиш учун хемадаги ижрочи механизмнинг пропорционал бўғин орқали қайта боғланиш занжирини тузиш керак (46-расм).



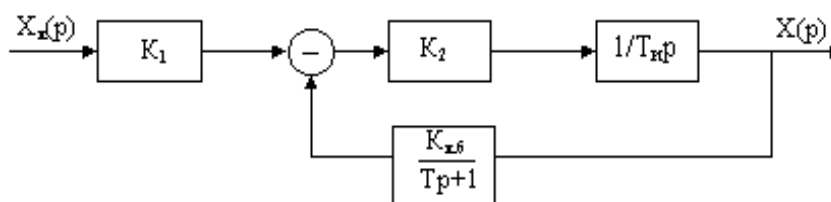
9.5-расм. Қайта боғланиш занжири схемаси

Бу ерда тизимнинг эквивалент узатиш функцияси:

$$W(p) = k k_2 \cdot \frac{\frac{1}{T_u p}}{1 + \frac{1}{T_u p \cdot K_{k.b}}} = \frac{k_1 \cdot k_2}{T_u p + K_{k.b}} \quad (5.9)$$

$K_{k.b}$ - қайта боғланиш занжирининг узатиш коэффиценти.

ПИ ростлагичининг схемасини тузиш учун электрон кучайтиргич элементи (K_2) билан инерцион бўғин $K_{k.b}/T_p + 1$ дан тузилган манфий ишорали тескари боғланишли ёпиқ занжирдан фойдаланилади. (47-расм)



9.6-расм. Тескари боғланишли ёпиқ занжир

Автоматик ростлагичлар тузилиши бўйича типик звенолардан ташкил топади ва ўзининг ростлаш функциясини ана шу звеноларнинг ишлаш қонунларига мувофиқ бажаради. Бу қонунлар ростлагичнинг ростлаш қонуни дейилади.

Бу қонунлар асосан ростлагичдан чиқувчи сигнал (ростланувчи катталиқнинг оғиши) орасидаги боғланишни ифодалайди.

$$U(t) = f(x, g, t) \text{ ёки } U(t) = F_1(x) + F_2(g) + F_3(t)$$

Бу ерда биринчи қўшилувчи $F_1(x)$ четга чиқишлар бўйича ростлашга, $F_2(g)$, $F_3(t)$ катталиқлари ташқи таъсирлар бўйича ростлашга мос келади.

Узлуксиз ростлаш ростлагичлари ростлаш процесси давомида объектга узлуксиз таъсир кўрсатиб туради.

Узлукли (позицион) ростлаш ростлагичлари ростлаш жараёни давомида объектга белгиланган вақт оралиқларида ёки ростланувчи катталиқнинг қиймати маълум бир қийматга етганда дискрет таъсир кўрсатади.

Ростловчи органнинг сурилиши учун зарур бўлган энергия манбаига мувофиқ ростлагичлар ростловчи органга бевосита ёки билвосита таъсир қиладиган ростлагичлар турларига бўлинади.

Бевосита таъсир қиладиган ростлагичларда ростловчи органни суриш учун зарур бўладиган энергия манбаи объектнинг ўзида мавжуд бўлади.

Билвосита таъсир қиладиган ростлагичларда ростловчи органни суриш учун зарур энергия ташқи манбадан олинади. Бундай ростлагичлар ташқи манба энергиясининг турига қараб электр, пневмо, гидроростлагичлар дейилади.

Кириш сигнали ростланувчи объектдан ўтиш вақтида деформация ва кечикишга дуч келади. Чиқиш катталиги кириш сигналига нисбатан амплитуда бўйича камайиб, фаза бўйича кечикади. Бу ҳодисаларни йўқотиш учун ростланувчи объект автомат ростлагич билан таъминланади. Автомат ростлагич чиқиш сигнали амплитудасини ошириб, фаза бўйича илгарилашини таъминлайди. Ўтиш жараёнининг сифати ростланувчи объект ва ростлагич тавсифномаларига боғлиқ.

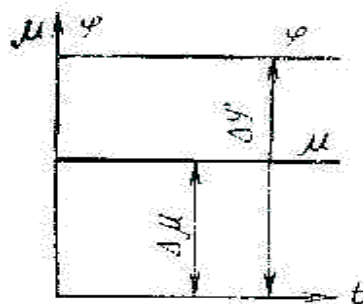
Ростлагич созланишининг ўзгармас катталиқларида бош-қарувчи ёки ростловчи таъсир ва ростланувчи катталиқ ўртасидаги боғланиш ростлаш қонуни дейилади.

Автоматик ростлагичлар дискрет импульсли ёки узлуксиз ҳаракатли бўлади. Узлуксиз ҳаракатли ростлагичлар таркибига П, И ва уларнинг комбинациялари бўлган ПИ, ПД, ПИД қонунлари киради.

Қишлоқ хўжалик автоматикасида P_n , P_c -қонунлари кенг қўлланилади.

а) ростлашнинг статик қонуни (П-ростлаш пропорционал)

Бу қонун ростлагичининг чиқиш қисмидаги сигнал ҳар доим унинг кириш қисмидаги сигналга пропорционал равишда ўзгаришини кўрсатади.



9.7-рasm. Пропорционал ростлаш қонунининг график кўриниши

Ростлагичнинг бу координаталари орасидаги узатиш коэффиценти (кучайиш коэффиценти) пропорционаллик коэффиценти ҳисобланади.

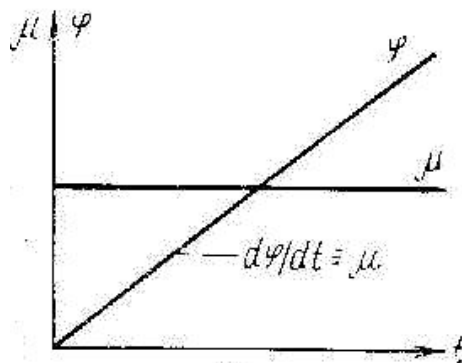
$$\frac{d\varphi}{dt} = k_p \frac{d\mu}{dt} - \text{ростланувчи органнинг сурилиш тезлиги.}$$

б) И-ростлаш қонуни (интеграл) (9.8-рasm)

Бу қонун ростланувчи катталиқнинг ростланаётган объектига нисбатан интеграл бўйича четга чиқишини кўрсатади:

$$\varphi = \frac{1}{T_u} \int \mu dt$$

Ростловчи органнинг сурилиш тезлиги.



9.8-рasm. Интеграл ростлаш қонунининг график ифодаланиши

Бундан кўринадики, ростловчи органнинг сурилиш тезлиги ростланувчи катталикини четга чиқишига пропорционал бўлади. Демак, ростловчи орган μ -четга чиқиш катталиги мавжуд бўлган вақт оралиғида сурилади. Бу эса, ушбу ҳолда статик хатоликнинг бўлишига йўл қўймайди.

$$\left(\frac{d\vartheta}{dt} \neq 0\right)$$

Ростловчи орган фақат $\mu=0$, $\left(\frac{d\vartheta}{dt} = 0\right)$; $\vartheta=\text{const}$ бўлган ҳолатигина мувозанат ҳолатида бўлиши мумкин.

М-ростлагични ростлаш катталиги

$T_{\text{и}}$ ва Δ минимал ишга тушиш сигнали $-\Delta=0,5G$ к_{бирл.узг.}

G-ростланувчи катталикини рухсат этилган четга чиқиши

К-бирламчи ўзгариш коэффиценти

в) Д- қонун

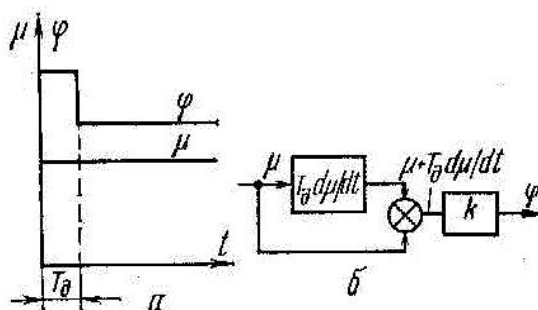
Агар ростловчи органни ростланувчи катталикининг четга чиқиш тезлигига силжитиш ҳолати мавжуд бўлса, бу ростлашни Д қонуни дейилади:

$$\vartheta = T_g \frac{d\mu}{dt} \quad (5.10)$$

Агар ростланувчи катталик стабиллашган бўлса, таркибида дифференциал ростлагич мавжуд бўлган системанинг ростловчи органи қўзгалмас бўлади. Агар системада абсолют катталиги бўйича ўзгармас номослик бўлса, ростлагич унга таъсир кўрсатмайди. Ростлагич ҳаракатга келиши учун ростланувчи катталик қандайдир тезлик билан ўзгарувчан четга чиқишга эга бўлиши керак. Шунинг учун амалда соф дифференциал қонуни амалга оширувчи ростлагичларда учрамайди.

г) ПД-ростлаш қонуни. (9.9-расм)

Бу ҳолда ПД ростлагич ишлаб чиқарадиган таъсир ростланувчан катталикининг четга чиқишига ва шу четга чиқиш тезлигига пропорционаллигини билдиради.



9.9-расм. ПД-ростлаш қонуннинг график кўриниши (а) ва унинг алгоритмик тузилиши (б)

$$\varphi = k(M + T_g \frac{d\mu}{dt})$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = k(\frac{d\mu}{dt} + T_g d^2 \frac{M}{dt^2})$$

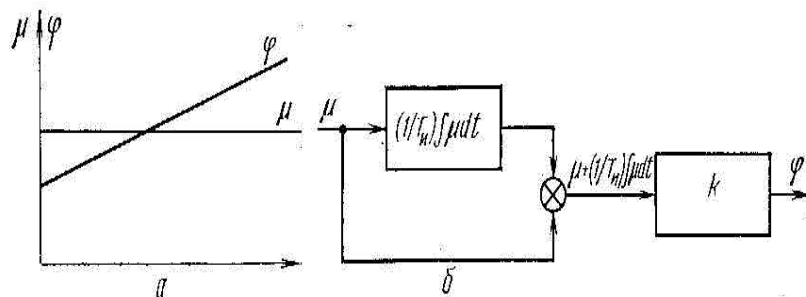
Ростлаш қонуни формуласида пропорционал ташкил этувчи борлиги илгарилаш бурчагини ошириш имконини беради. Бу ростлагичлар дарак берувчи пропорционал ростлагичлардир (предварение).

П-ростлагичлар ижро этувчи механизмни ростловчи органини бирмунча илгарилаш билан ростланувчи катталиқнинг четга чиқиш тезлигига пропорционал силжитади.

T_g ва K_p – ростлаш катталиги ҳисобланади.

Ростланувчи катталиқни четга чиқиш тезлиги қанча кичик бўлса, ростлашни илгарилаш таъсири ҳам шунча кичик бўлади.

д) ПИ-ростлаш қонуни (9.10-расм)



9.10-расм. ПИ ростлаш қонуни график кўриниши (а) ва унинг алгоритмик тузилиши (б)

$$\varphi = K_p[\mu + \frac{1}{T_u} \int \mu dt]; \quad \frac{d\varphi}{dt} = K_p[\frac{d\mu}{dt} + (\frac{1}{T_u})\mu] \quad (5.12)$$

Бу қонунни амалга оширувчи қурилмалар ПИ ёки изодромли ростлагичлар дейилади. Бу ҳолда ростлаш катталиги T_u , Δ ва K_p ҳисобланади.

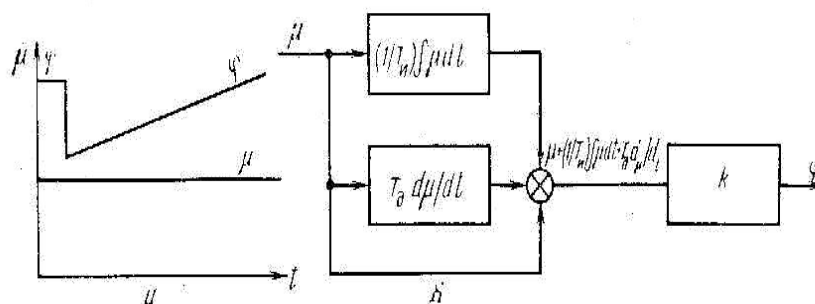
Ростлагич тенгламаси ўз таркибига статик ва астатик ташкил этувчиларни олади. $\mu = \mu_0 = const$ бўлса, $\frac{d\varphi}{dt} = (K_p / T_u)\mu$ ёки $\frac{d\varphi}{dt} = (\frac{1}{T_u})\mu$ ростлагични астатиклигини кўрсатади.

е) ПИД –ростлаш конуни.

ПИД ростлагичлар учун ростловчи таъсирнинг миқдори ростланувчи катталикнинг берилган қийматидан четга чиқишга, шу четга чиқишнинг интеграл ва тезлигига пропорционалдир. Бу ростлагичлар дарак берувчи изодром ростлагичлар дейилади ва улар учта созлаш катталигига эга: узатиш коэффициенти – K_p , изодром вақти- T_i , дарак бериш вақти- T_d ва Δ .

$$\varphi = K_p \left[\mu + \left(\frac{1}{T_i} \right) \int \mu dt + T_g \frac{d\mu}{dt} \right]$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = K_p \left[\frac{d\mu}{dt} + \left(\frac{1}{T_i} \right) \mu + T_g \frac{d^2\mu}{dt^2} \right] \quad (5.13)$$



9.11-расм. ПИД–ростлаш конуни

Узлуксиз ҳаракатга эга бўлган ростлагичлар учун ростлаш конунини ЛЕРНЕР диаграмаси бўйича аниқлаш мумкин (9.12-расм).

T - объектнинг вақт доимийси.

τ - кечиқиш вақти $\varphi_c = \frac{T}{\tau}$

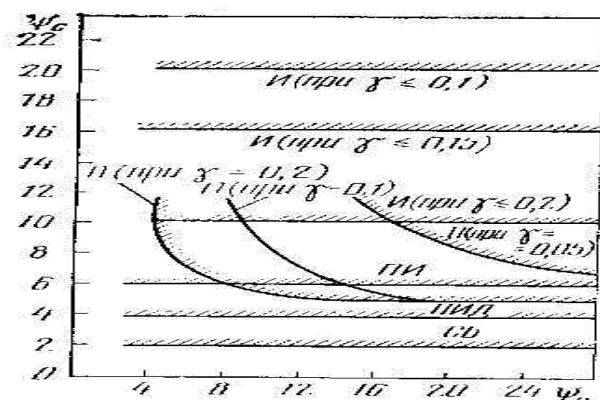
t - ростлаш вақти $\varphi_n = \frac{t_{рост}}{\tau}$

$\gamma = \frac{\delta}{\xi}$ - Ростланувчи катталикнинг мумкин бўлган турғунлашган четга чиқиш қиймати.

ξ - ҳисобланган ташқи таъсир қиймати (расчетная возмущения)

G - катталикнинг мумкин бўлган четга чиқишлар қиймати.

Диаграммада штрих билан кўрсатилган қисмини ўз ичига оловчи қий-
матлар ростлагичнинг қўлланиш соҳаси ҳисобланади.



9.12-расм. Узлуксиз ҳаракатга эга бўлган ростлагичлар учун ростлаш қонунини
ЛЕРНЕР диаграммаси

Бу ердан кўринадики, ҳеч бир ростлагич иккиланган кечикиш вақтидан
кам бўлмаган ростлаш вақтига эга эмас $|\varphi_2 < 2|$.

$2 < \varphi_c < 4$ да махсус тезкор ростлагичлар қўлланилади.

$4 < \varphi_c < 6$ да ПИД ростлагичлари, $6 < \varphi_c < 10$ дан бошлаб астатик ростлагичдан бошқа
барча ростлагичлар қўлланилиши мумкин.

φ_c да астатик ростлагичлар қўлланилади.

Ростлаш принципининг асосий шарти ростловчи таъсирнинг кечикиш
вақтининг вақт доимийсига муносабати билан аниқланади, яъни: $\frac{\tau}{T}$

1) Агар, $\frac{\tau}{T} > 0,2$ бўлса, позицион ростлаш қонуни ишлатилади.

2) $\frac{\tau}{T} > 1$ бўлса, махсус ўта сезгир ростлагичлар қўлланилади. (масалан: импуль-
сли ростлагичлар)

3) $\frac{\tau}{T} \rightarrow 0,2 \dots 1$ бўлса, бир текисда ростлаш қўлланилади. (плавное регулирование)

бу ҳолда ростловчи сигнал кечикиш вақти, $\tau = \tau_{p.o} + T_{p.o} + \tau_{бошк.об}$

$\tau_{p.o}$, $\tau_{б.o}$ - ростловчи орган ва бошқа объектдаги кечикиш вақти

$T_{p.o}$ - сиғимли ростловчи органнинг вақт доимийси. Кўп сиғимли объектлар учун

$$T = \prod_{i=1} T_i$$

10. Автоматлаштириш объектлари ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш хақида умумий тушунчалар

Технологик жараёнларни автоматлаштиришда бошқариш жараёни бошқарилувчи кўрсаткичнинг берилган алгоритмлаш функцияси асосида маълум режимда ушлаб туриш учун йўналтирилган таъсирларнинг йиғиндисидан иборатдир.

Бошқарилувчи объект- бу ташқаридан бўладиган махсус таъсир орқали технологик жараён алгоритмини амалга ошириш учун хизмат қилувчи қурилмадир.

Алгоритм- бу бажарилаётган жараённинг мазмуни ва кетма-кетлигини кўрсатувчи маълум аниқликда амалга оширувчи махсус кўрсатма ҳисобланади.

Дистанцион бошқариш маълум масофага ўрнатилган бош-қарилувчи қурилма, объектларни текширувчи техник воситалар ва усулларни ўз ичига олади. Бошқариш учун берилган импульслар хизматчи ходимлар орқали электр симлари билан махсус тугмалар, калитлар ва бошқа бошқарув қурилмалари ёрдамида амалга оширилади.

Ишлаб чиқариш жараёнларини комплекс механизациялаш ва автоматлаштириш ишлаб чиқариш ҳажмини ва сифатини яхшилаш, меҳнат шароитини яхшилаш ва маҳсулот таннархини тушириш учун ҳизмат қилади ва техникани иш чегарасини оширади. Бунга эришиш учун бир қанча вазифаларни амалга ошириш лозим:

- технологик жараёнларни узлукли ҳаракатдан узлуксиз ҳаракатга ўтказишни такомиллаштириш;

- технологик жараёнларни автоматлаштиришнинг оптимал ҳажми ва кетма-кетлигини ўрнатиш, бошқарув алгоритми ва методларини узлуксиз равишда такомиллаштириб бориш;

- кишлоқ ва сув хўжалигидаги автоматлаштирилувчи объектларнинг статик ва динамик тавсифномаларини аниқлаш;

- турли ўзгартиришлар киритиш мақсадида текширилаётган параметрларнинг функционал боғланишларини ўрганиш;
- автоматлаштириш талабларига жавоб берувчи янги қурилмаларни ишлаб чиқариш;
- қурилмаларнинг аниқлик ва ишлаш мустаҳкамлигини ошириш;

Объектлар ва технологик жараёнлар ҳаракатланиш асоси ҳамда турига қараб ажратилади.

Автоматлаштирилган тизимларни лойиҳалаш ва автоматика воситаларини яратиш масалаларидан келиб чиқиб қишлоқ ва сув хўжалиги объектларини қуйидаги хусусиятлари бўйича ажратиш мумкин:

- технологик жараёнларнинг типига кўра;
- технологик ва транспорт ҳаракатининг бир-бири билан боғланишига қараб;
- объектни динамик хусусиятлари ва қайта ишланувчи материалнинг агрегат ҳолатига кўра.

Технологик жараёнларни типига кўра ажратилиши автоматлаштириш вазифаларини ҳал қилишда умумий ечимга келишга ёрдам беради. Технологик ва транспорт ҳаракати боғланишига қараб объектлар 3 турга ажратилади: 1 - алоҳида ҳаракатланувчи, 2-биргаликда ҳаракатланувчи ва 3-мустақил ҳаракатланувчи.

1- гуруҳга қириувчи объектларда маълум қурилмаларда махсулотга ишлов берилади, қолгани фақат транспорт ҳаракатини амалга оширади. Бу объектлар автоматлаштириш нуқтаи назаридан қуйи синфга қиритилади.

Транспорт ва технологик жараёнлар биргаликда олиб бориладиган, яъни материалга ишлов бериш транспорт ҳаракати вақтида баробар амалга оширилувчи объектлар юқори синфга қиритилади.

Олий синф объектлари мустақил ҳаракатга эга. Бу ҳолда транспорт ҳаракати ишлов бериш вақтида технологик ҳаракатга эса транспорт ҳаракати вақтида амалга оширилиши мумкин. Бундай объектларни автоматлаштириш ишлаб чиқариш жараёнларини узлуксизлигини таъминлаш билан бирга иш унумдорлигини ошишини таъминлайди.

Автоматлаштириш самарадорлиги 3 та асосий масаланинг ечимини ўз ичига олади:

- янги технологик жараёнларни ишлаб чиқиш ва уларни намунавий ҳолига келтириш;
- намунавий технологик жараённи сифатли бажаришга ёрдам берувчи янги технологик қурилмаларни яратиш;
- автоматиканинг техник воситалари ёрдамида технологик жараёнларни, операция ва қурилмаларини эффектив бошқариш алгоритминини ишлаб чиқиш.

Ишлаб чиқариш жараёни давомида турли технологик занжирлар мавжуд бўлиши мумкин.

Технологик занжир технологик жараёнларнинг бир-бирига боғланишини ифодалайди. Алоҳида операция ва иш режимлари, уларнинг бажарилиш кетма-кетлиги, буларнинг ҳаммаси берилган ишлаб чиқариш жараёнида машина ва ускуналарнинг ҳаракатланиш кетма-кетлигини оптимал ҳолда белгилаб беради.

Автоматлаштирилган бошқарув тизимларинини ишлаб чиқишда автоматлаштириш объектини чуқур ўрганиш, унинг барча иш режимларини аниқлаб олиш зарур. Лекин ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида автоматлаштириш даражаси ва операциялар турличадир. Шунинг учун ҳар қандай технологик жараён операцияларга турлича ажратилади. Бу ерда қуйидаги вазифалар кўрсатилиши керак:

- автоматик бошқариш тизимининг мақсади ва вазифалари;
- бошқариш объектининг таркибий қисмлари;
- ишлаб чиқарилаётган тизимнинг қисмлари орасидаги функционал ва бошқарувчи боғланишлари;
- бошқариш объекти ва унинг таркибий қисмларининг режимлари, бу режимлар орасидаги мумкин бўлган технологик ўтишлар сони;
- у ёки бу режимнинг алгоритми;
- берилган тизим учун ишлатиладиган датчиклар ва ижрочи механизмлар;

- тизимнинг маълум иш режимини кўрсатувчи бошқарувчи ва ташқи таъсир сигналларини тавсифловчи математик тенгламалар.

Ахборот берувчи катталиклар ва технологик занжир аниқлангандан сўнг (тизимнинг) бошқарилувчи объект (БО) ва бошқарувчи қурилмадан ташкил топган тизимнинг таркибий схемаси тузилади.

Бошқарилувчи объектнинг хусусиятларини тавсифловчи катталиклар умумий кўринишда қўйидагича берилиши мумкин:

$$y_i = \varphi(Z_i, f(t), g_i, t) \quad (10.1)$$

бу ерда

y_i - чиқувчи бошқарилувчи i - катталик;

$f(t)$ - ташқи таъсир;

Z_i - бошқарувчи таъсир;

t - вақт;

g_i - берилган таъсир.

Уланиш схемаси ва бошқарувчи таъсир катталигига қараб битта объект бир неча хил математик кўринишда ёзилиши мумкин.

Маълум бир сифат кўрсаткичларига - технологик катталикларга эга бўлган ҳар қандай технологик қурилма автоматлаштириш объекти дейилади. Бу ерда ушбу катталиклар кириш ва чиқиш катталиклари ҳисобланади.

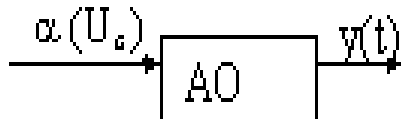
Автоматлаштириш объектлари оддий ва мураккаб бўлиши мумкин.

Оддий автоматлаштириш объектлари биттадан кириш ва чиқиш катталикларига эга. Мисол учун сув иситкичларида чиқиш катталиги бу- сувнинг ҳарорати, ростловчи таъсир- электр кучланиши U_c ҳисобланади (иситгичга берилувчи).

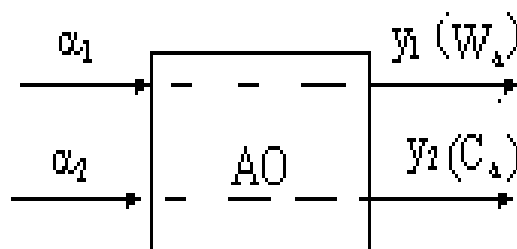
Бир неча кириш ва чиқиш катталикларига эга бўлиб, улар орасида функционал боғланиш бўлмаса, бундай объектлар ҳам оддий объектлар ҳисобланади.

Мураккаб объектлар бир-бири билан функционал боғланган бир неча катталикларга эга бўлган объектлардир. Бу объектлардаги катталикларнинг ўзаро таъсири ва боғланиши ҳисобга олинади.

Масалан, сув билан таъминлаш тизимида учта қурилманинг динамик хусусияти эътиборга олиниши лозим: насос агрегати, тоза сув резервуари ва узатиш қузури. Асосий ростланувчи параметрлар: насос агрегати электр моторининг айланиш частотаси, насоснинг иш унуми, сувнинг юқори ва пастки сатҳ белгилари, сувнинг қувурдан ўтиш вақти в тезлиги ҳисобланади.



10.1- расм Битта кириш ва чиқиш сигналига эга бўлган оддий автоматлаштириш объектнинг таркибий кўриниши



10.2– расм. Бир нечта боғланмаган кириш ва чиқиш сигналига эга бўлган оддий автоматлаштириш объектнинг таркибий кўриниши

АО–Автоматлаштириш объекти; α -кирувчи катталиқ; y_1, y_2 - чиқувчи катталиқ.

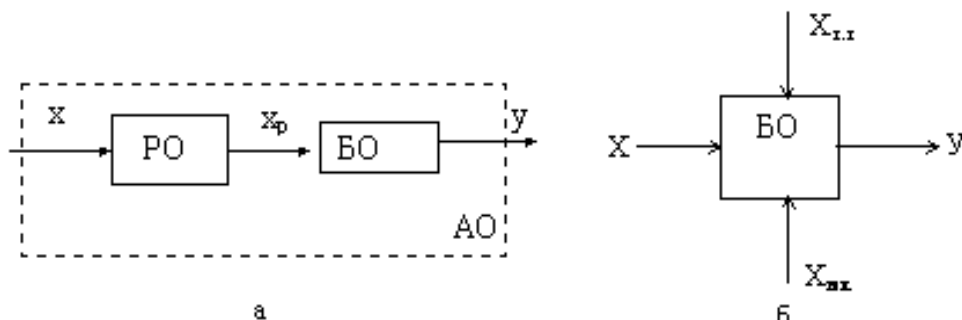
Барча кўриб чиқилган автоматлаштириш объектлари мураккаб ички таркибий тузилишига эга. Уларни бир-бири билан боғланган бир неча функционал бўлимлардан ташкил топган қурилма сифатида кўрсатиш мумкин. Масалан: автоматлаштириш объекти (АО) таркибида бошқарилувчи объектга кўрсатувчи ростловчи қурилмани (РО) ажратиб кўрсатиш мумкин.

БО учта асосий катталиқ билан характерланади: у-объектда модда ёки энергетик потенциал мавжудлигини кўрсатувчи чиқиш катталиги, $X_{т.т}$ -ташқи таъсир (модда оқими ёки энергиянинг натижавий қиймати), $X_{юк}$, X_n -четга чиқишлар. (17-расм)

$$X_{m.m} = \sum_{i=1}^n X_{ki} + \sum_{i=1}^m X_{ni} \quad (10.2)$$

Объектдаги баланс ҳолатини ушлаб туриш учун

$$X_p = X_{т.т.} \quad \text{ёки} \quad X_p - X_{т.т.} = 0 \quad (10.3)$$



10.3- расм. Автоматлаштириш объектининг таркибий кўриниши (а) ва
бошқариш объектига кўрсатилувчи таъсирлар (б)

$\Delta X = X_p - X_{т.т.}$ шарт бажарилаши мавжудлиги бўлса, объектни берилган турғун режимга қайтариш мумкин.

Объектга берилувчи X_p ростловчи таъсир бир вақтни ўзида ростловчи органнинг чиқиш катталиги ҳисобланади (электр энергиясининг берилиши, турли қопқоқ, тўсқичларнинг очилиши).

Технологик жараёнлар бошқариш объекtlари сифатида кўрилганда улар тўғрисида бошланғич ахборотга эга бўлиш керак. Бунинг учун қуйидаги маълумотларни билиш талаб қилинади.

- автоматлаштириш объекtlарининг сиғими ва уларнинг ўзаро алоқаси (бир сиғимли, кўп сиғимли объекtlар);
- технологик жараённинг сифат кўрсаткичларига бўлган талаблар;
- ташқи таъсирларнинг аҳамияти, вақт давомида ўзгариши, таъсир қилиш жойи;
- ростловчи таъсирларнинг аҳамияти ва ростловчи органларнинг узатиш функциялари.

10.1. Автоматлаштириш объекtlарининг асосий хоссалари

Ҳар қандай ишлаб чиқариш, шу жумладан қишлоқ сув хўжалиги ишлаб чиқариши ҳам ростлаш объекtlарининг хилма-хиллиги билан характерланади. Шунда алоҳида машина, турли қурилмалар ва ҳоказолар комплекси ҳам объект сифатида қаралиши мумкин. Энг кўп тарқалган объекtlарга қуйидагилар киради: 1) турли иссиқлик қурилмалари (иссиқлик генераторлари, сув иситкичлар, калориферли ускуналар, электр печлар, қозонхона қурилмалари, турли иситкичлар ва ҳоказолар) бундай объекtlарда, одатда, ҳароратни, берадиган Ҳаво, ёқилғи ёки энергия миқдорини ростлаш талаб этилади;

2) Гидромелиоратив тизимлари технологик жараёнларида қўлланувчи агрегат ва ускуналар (суғориш тизимлари қурилмалари, сув тарқатиш жараёнларида қўлланувчи насослар ва назорат ўлчовлари);

3) Гидротехник иншоотларининг машина ва механизмлари (тускичлар, сургичлар, маҳкамловчи арматура ва х.к.);

Объектларнинг хоссалари ростлаш жараёнининг бошидан охиригача таъсир этади, шунинг учун автоматик ростлаш тизимининг ишини анализ қилишда шу хоссаларни ҳисобга олиш керак.

Автоматлаштириш объектларини тавсияловчи асосий хоссаларга қуйидагилар киради: объектнинг статик тавсифномаси, динамик тавсифномаси, ўзида тўплаш (аккумуляторлик) қобилияти, ёки текислаш, объектнинг ўтиш вақти ва объектнинг вақт константаси.

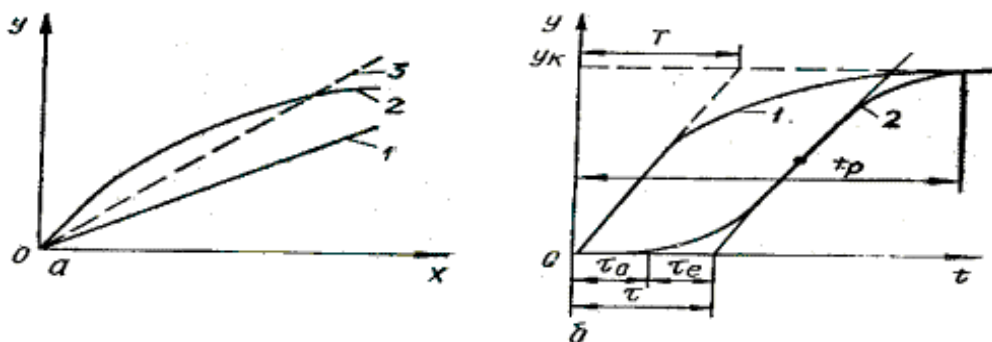
Объектнинг статик ва динамик тавсифномалари. Объектнинг статик тавсифномаси ростланувчи миқдор y (чиқиш миқдори) нинг топширувчи таъсир x (кириш миқдори)га ўзгармас ғалаён $F(t)=const$ ли барқарор режимда боғлиқлигини кўрсатади. Статик тавсифноманинг математик кўриниши

$$y=f(t) \quad (10.4)$$

Турли объектларнинг статик тавсифномалари ҳар хил шаклда бўлади; агар улар чизикли тенгламалар билан ёзилиб, график тўғри чизик билан ифодаланса, бундай объектлар чизикли объектлар деб аталади.

Кўпчилик объектлар ночизикли статик тавсифномага эга бўлади, шу сабабли автоматика тизимларини ҳам барқарор (статик), ҳам ўткинчи (динамик) режимларда тадқиқ этиш анча қийин.

Чизикли объект 1 ва ночизикли объект 2 учун статик тавсифномалар 10.4-расм, а да кўрсатилган.



10.4-расм. Статик ростлаш схемаси (а) ва ростлаш тавсифномаси (б)

Ночизикли тавсифномали тизимларни таҳлил қилиш осон бўлиши учун статик тавсифнома чизиклантирилади, яъни ночизикли тавсифноманинг айрим бўлаги, ёки тўлиқ (3 эгри чизик) чизикли тавсифномага алмаштирилади. Бундай алмашиш маълум хатоликка келтиради. Ҳисобларда нотўғри натижалар олмаслик ёки катта хатоларга йўл қўймаслик учун ҳар қайси алоҳида ҳолда чизиклантиришни қўллаш имконини, шунингдек, ночизикли тавсифномани аниқлаш зарур.

Объектнинг динамик тавсифномаси вақтнинг исталган пайти учун ростланувчи миқдор $y(t)$ нинг ўткинчи жараёнда топширувчи таъсир $x(t)$ га боғлиқлигини кўрсатади. Бу катталиклар орасидаги боғланиш дифференциал тенгламалар билан ифодаланади.

Объектнинг динамик хоссалари тўғрисидаги тўлиқ тасаввурни узатиш функциялари ва частота тавсифномалари беради.

Объектнинг аккумуляторлик (тўплаш) қобилияти. Ҳар қандай ростлаш объектнинг техникавий жараёни бирор материал муҳитнинг ёки энергиянинг келиши, сарфланиши, тўпланиши ва ўзгартирилиши ва билан боғлиқ. Кўпчилик объектлар иш жараёнида иш муҳитини объект ичида тўплаш қобилиятига эга. Масалан, сув босими бакида сув тўпланади, ички ёнув моторининг айланувчи қисмларида энергия тўплаш учун унга маховик ўрнатилган; иссиқхоналарда иссиқлик сиғимига эга бўлган барча объектларда иссиқлик тўпланади ва ҳоказо.

Аккумуляторлик қобилияти объектнинг ростлаш хоссаларига жиддий таъсир этади. Объектнинг аккумуляторлик хусусияти қанча кам бўлса, иш муҳитининг (сувнинг) келиши билан сарфланиши ўртасидаги баланс бузилганда ростланувчи миқдорнинг ўзгариш тезлиги шунча катта ва бинобарин ростлаш шунча мураккаб бўлади. Аксинча, объект қанча кўп сиғимли бўлса, ростлаш масаласи шунча енгил бўлади.

Объектлар сиғимсиз, бир сиғимли ва кўп сиғимли бўлади. Сиғимлар сони турлича бўлган объектларга мисоллар 10.5-расм, а, б, в да келтирилган. Объектнинг аккумуляторлик қобилиятни тавсифлаш учун сиғим коэффициенти C тушунчаси киритилади. Бу коэффициент объект сиғими C нинг ростланувчи миқдор тегишли қийматини y га нисбати билан ифодаланади.

$$c = \frac{C}{y} \quad (10.5)$$

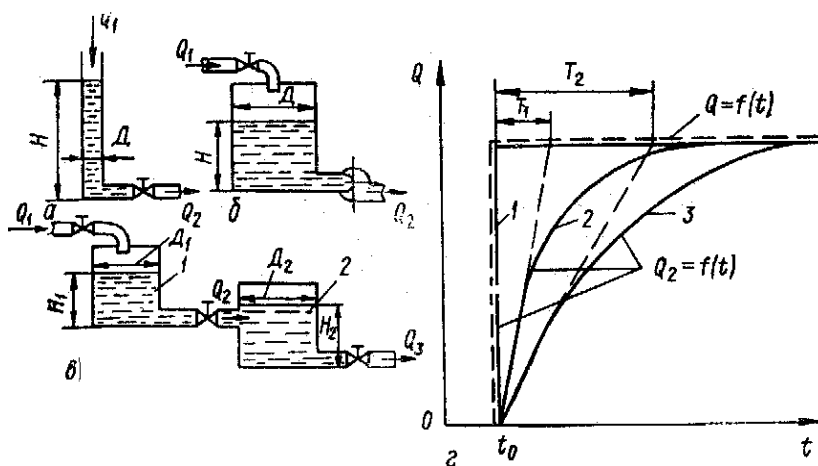
Сигим коэффициенти C канча катта бўлса, объектнинг галаёнларга сезгирлиги v шунча кам бўлади; объектнинг сезгирлиги ростланувчи миқдор ўзгариш тезлиги dy/dt нинг галаёнтирувчи таъсирнинг ўзгариши ΔF га нисбатан билан ифодаланади:

$$v = \frac{dy/dt}{\Delta F} \quad (10.6)$$

Объектнинг ростланувчи миқдорининг вақт ичида ўзгаришлари шиғов эгриси дейилади. Бундай эгри чизик ҳосил қилиш учун объектнинг киришига кириш миқдори поғонасимон киритилади ва чиқиш миқдорининг турли моментлари учун ўзгаришлари ёзиб борилади. 10.5-расм, г да сигимсиз (1 эгри), бир сигимли (2 эгри) ва кўп сигимли (3 эгри) объект учун динамик тавсифномалар кўрсатилган.

Сигимсиз объектда келиш (келувчи оқим) қанча ўзгарса, сарфланиш (кетувчи оқим) Q_2 ҳам дарҳол шунча ўзгаради. Агар сигим мавжуд бўлса, кетувчи оқим Q_2 оний эмас, балки вақт ичида аста-секин ўзгаради. Объект сигими қанча катта бўлса, бу объектнинг шиғов эгриси шунча ётиқ бўлади, чунки сигимда бошқарувчи кўрсаткич тўплана боради.

Объектнинг аккумуляторлик қобилияти ростлагични танлашда ҳисобга олинади.



10.5- расм. Сигимлар сони турлича бўлган объектларга мисоллар:

а- сигимсиз; б- сигимли; в- икки сигимли; г- объектнинг вақт ичидаги ўзгариш эгри чизиғи.

Объектнинг ўз-ўзидан тўғриланиш хусусияти. Объектнинг ғалаёнланиш пайдо бўлганидан сўнг одам ёки автомат ростлагич ёрдамсиз яна мувозанат ҳолатига қайтиш хусусияти ўз-ўзидан тўғриланиш дейилади. Ўз-ўзидан тўғриланишнинг сонли қиймати ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси ва тарқалиш тезлиги орқали баҳоланади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси ρ ғалаёнловчи таъсирнинг шу таъсир натижасида содир бўладиган ростланувчи катталикнинг четга чиқишига бўлган нисбатига тенг:

$$\rho = \frac{d(g_1 - g_2)}{d\Delta\alpha} = \frac{d\Delta g}{d\Delta\alpha} \quad (10.7)$$

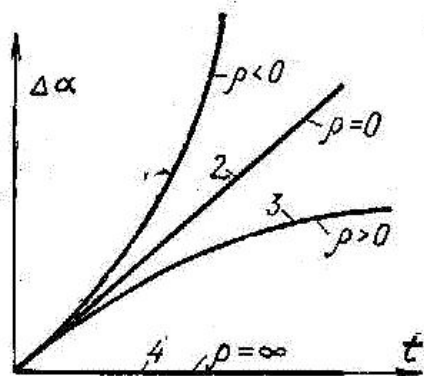
бунда g_1 - объектдаги модда ёки энергиянинг нисбий кўшилиши; g_2 - объектдаги модда ёки энергиянинг нисбий сарфи; Δg - ростланувчи объектдаги кўриляётган вақт мобайнида модда ёки энергиянинг кўшилиши ва сарфининг нисбий айирмаси; $\Delta\alpha$ - ростланувчи объектнинг нисбий четга чиқиши; ρ - ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси - ўлчовсиз миқдор.

Чизиқли объектлар учун $\rho = \text{const}$. Ўз-ўзидан тўғриланиш коэффициенти кириш сигналининг кўриляётган ўтиш канали бўйича объектнинг кучайиш коэффициентиغا тескари катталикдир. Шунинг учун ρ қанча катта бўлса, ростланувчи объектнинг бир миқдорли ғалаёнловчи таъсир кучидаги қолдиқли четга чиқиши шунча кичик бўлади.

Ўз-ўзидан тўғриланиш қобилиятига эга бўлмаган ($\rho=0$) объектлар нейтрал ёки астатик дейилади. Ғалаёнловчи таъсир бўлмаса, бундай объектлар ростланувчи катталикнинг исталган қийматида мувозанат ҳолатда бўлади. Агар мувозанат ҳолати бузилса, ростланувчи катталикнинг ўзгариш тезлиги ғалаёнлаш катталигига тўғри пропорционал бўлади. Ўз-ўзидан тўғриланиш ҳолати бўлмаган объектларда ростлаш жараёни қийинлашади. Ўз-ўзидан тўғриланиш ростланувчи объектнинг киришида ҳам чиқишида ҳам мавжуд бўлиши керак. Ноллик қийматидан ташқари, у мусбат ёки манфий бўлиши мумкин. Ўз-ўзидан

тўғриланиш маълум ($\rho=0$) қийматга эга бўлган объектлар модда ёки энергиянинг берилиши ва истеъмоли ўртасидаги тенгликни тиклаш қобилиятига эга. Бундай объектлар турғун ёки статик дейилади. Агар ўз-ўзидан тўғриланиш даражаси $\rho=\infty$ бўлса, объект идеал ўз-ўзидан тўғриланишга эга бўлади. Бу демак, объект ўзининг мувозанат ҳолати ва ростланувчи катталигининг ўзгармас қийматини ҳар қандай ғалаёнловчи таъсирлар қийматида ҳам сақлаб қолади. Ўз-ўзидан тўғриланиши ($\rho<0$) бўлмаган объектларнинг стационар режими мувозанат ҳолати бузилганда қайта тикланмайди. Бундай объектлар нотурғун дейилади. Ички энергия манбаига эга бўлган содда объектлар одатда турғун бўлади. Бундай манбалари бўлган физикавий тизимлар (масалан, тизимда ўтаётган жараён экзотермик реакция билан биргаликда кетиши мумкин) нотурғун бўлиши мумкин. Бу каби объектларни ростлаш қийинлашади, айрим ҳолларда эса уларни автоматлаштириш имкони умуман бўлмайди.

10.6-расмда статик, астатик, нотурғун объектлар ва идеал ўз-ўзидан тўғриланишли объектнинг тарқалиш эгри чизиқлари келтирилган. Шунинг ҳам айтиш керакки, ўз-ўзидан тўғриланишли объектлар учун автомат ростлагичнинг ҳожати йўқ. Лекин, идеал ўз-ўзидан тўғриланиш қобилиятига эга бўлган асосий катталикли объектда технологик жараёни ростлаш талабларига тўғри келадиган ёрдамчи катталикни танлаш керак. Масалан, бир таркибли суюқликнинг доимий босимда қайнаш жараёнини ростлаш керак. Аппаратнинг моддани қайнатиш учун етарли бўлган иссиқлиги ҳар қандай ҳарорати доимий бўлгани учун асосий катталик ҳисобланган қайнаш ҳароратининг ростлагичидан фойдаланмасликка тўғри келади. Бир таркибли суюқликнинг қайнаш интенсивлигини бошқариш учун ёрдачи ростланувчи катталик сифатида (агар аппаратнинг гидравлик қаршилигидан ўтадиган бўғ тезлигининг ўзгариши натижасида босим деярли ўзгарса) бўғланувчи суюқликнинг бўғ босими (агар суюқлик бўғланиш тезлигининг доимий керак бўлса), иссиқлик ташувчининг аппаратга узатиш ҳарорати ва тезлиги ёки (ўзгарувчи юкли бўғлатгичнинг ишини таъминлаш керак бўлса) иссиқлик ташувчининг узатиш тезлиги ва қайта ишланаётган суюқлик ўртасидаги муносабатлари танланади. Турли объектлар учун ўз-ўзидан тўғриланиш жараёнининг ўтиш вақти турлича бўлади.



3.8- расм. Ростлаш объектларининг югуриш эгри чизиклари:

1- нотурғун объект; 2- нейтрал объект; 3- турғун объект 4- идеал, ўз-ўзидан тўғриланадиган объект; $\Delta\alpha$ - ростланувчи микдорнинг нисбий четга чиқиши

Бу вақт ростланувчи катталиқ ўзгариш тезлигининг ғалаёнловчи таъсири кийматига бўлган нисбатидан иборат тарқалиш тезлиги орқали таърифланади. Тарқалиш тезлигини баъзан ростланувчи объектнинг сезгирлиги дейилади.

Бу кўрсаткичнинг физикавий маъноси шундаки, у тарқалиш вақтига тескари кийматли катталиқдир. Тарқалиш вақти деб, чиқиш катталигининг модда ёки энергиянинг кириши ва чиқиши ўртасидаги максимал нобаланслик ҳолатидаги нолдан ўзининг номинал кийматига етгунча ўзгариш вақтига айтилади. Назарий жиҳатдан чексизликка тенг тарқалиш тезлиги кириш катталигининг ўзгариш вақтидан чиқиш катталигининг ўзгариши бир онда содир бўлишини билдиради.

10.2. Бир сиғимли ва кўп сиғимли объектлар

Берилган вақтда объект ичидаги модда ёки энергиянинг микдори сиғим дейилади. Демак, сиғим объектнинг ёки энергиянинг йиғиш қобиляти бўлиб унинг инерционлигини ифодалайди. Сиғим қанча катта бўлса, объектга кўрсатилган таъсир натижасида ростланувчи катталиқнинг ўзгариши шунча паст

бўлади. Сиғимлари катта бўлган объектлар сиғимлари кичик бўлган объектларга нисбатан турғунроқдир.

Ростланувчи катталикнинг киймати ўзгариши билан объект сиғими ўзгаради. Объект сиғимининг ростланувчи катталикка кўрсатган таъсирини баҳолаш учун сиғим коэффиценти тушунчаси ишлатилади. Сиғим коэффиценти ростланувчи катталикни бир ўлчов бирлигига ўзгартириш учун объектга қанча модда ёки энергия киритиш ёки ундан узоқлаштириш кераклигини кўрсатади. Умуман, ростлаш жараёни модда ёки энергияни объектга яқинлашиши ва ундан узоқлашишига таъсир кўрсатиш йўли билан ростланувчи катталикни маълум бир сатҳда ушлаб туришдан иборат. Ростланувчи объектга келган модда ёки энергия миқдори ΔQ ни объект ташқи режимининг сонли параметри деб аталади. Унинг киймати модда ва энергиянинг яқинлашиш Q_y ва узоқлашиш Q_x кийматларининг айирмасига тенг:

$$\Delta Q = Q_x - Q_y. \quad (10.8)$$

Ростланувчи объектнинг ички режими сифатини таърифловчи кўрсаткич одатда ростланувчи катталик φ дан иборат. Объектнинг мувозанат ҳолатида $Q_x = Q_y$ булиб φ сифат кўрсаткичи вақт мобайнида ўзгармас қолади. Агар мувозанат бузилса ($Q_x \neq Q_y$), φ кўрсаткич, ростланувчи объект хусусиятларига мувофиқ, вақт бўйича ўзгаради. Объектнинг сиғими унинг мувозанатда бўлмаган ҳолатида ($Q_x \neq Q_y$) ростланувчи катталигининг вақт бўйича ўзгариш тезлигини таърифлайди. Бу боғланишнинг умумий кўриниши қуйидаги функция орқали ифодаланади:

$$\frac{d\varphi}{dt} = f(\Delta Q) \quad (10.9)$$

Қисқа вақт оралиқлари учун амалда бу функцияни чизикли деб ҳисоблаш

мумкин:

$$\frac{d\kappa}{dt} = \frac{\Delta Q}{c} \quad (10.10)$$

бунда c – сиғим коэффиценти.

Сиғим коэффицентиға тескари катталик объектнинг ғалаёнловчи таъсирларга бўлган сезгирлигини ифодалайди. Объектнинг ростланувчи

кўрсаткичи бўйича сиғим ростланувчи катталиқ қиймати ва сиғим коэффициентларининг кўпайтмасига тенг.

$$C = \varphi c. \quad (10.11)$$

Шундай қилиб, сиғим ўлчови модда ёки энергиянинг объектга келтирилган ва объект чиқишининг ўзгаришига сарфланган миқдоридан иборат. Объектга бирор миқдорда модда ёки энергия келтиришда маълум қаршиликлардан ўтиш керак (қизитишда объектга берилган иссиқлик оқими термик қаршиликка учрайди: аппаратга суюқлик келтирилган оқим гидравлик қаршиликка учрайди). Қаршилик ўлчови потенциаллар фарқининг бир ўлчов бирлигига тенг бўлгандаги модда ёки энергиянинг объектга келтирилган миқдоридан иборат. Объектнинг инерционлиги унинг сиғими ва қаршилигига боғлиқ. Сиғим ва қаршилик қанча катта бўлса, объектнинг инерционлиги шунча катта бўлади. Инерционлик ўлчови чиқиш катталигининг доимий тезлик билан ўзгариб, ўзининг турғунлашган ҳолатига етгунча кетган вақтини кўрсатувчи вақт доимийсидир.

Бир ва кўп сиғимли ростланувчи объектлар мавжуд. Бир сиғимли объект битта сиғим ва битта қаршиликдан иборат. Бундай объектларда моддий ёки энергетик баланснинг бузилиши бир вақтда ростланувчи объектнинг ҳар бир нуктасидаги ростланувчи катталиқнинг бирламчи ўзгаришига олиб келади. Кўп сиғимли объектларда ўтиш қаршиликлари билан бўлинган икки ёки ундан кўпроқ сиғим мавжуд.

Бир сиғимли объектлар – сатҳни ростловчи аппаратлар, яъни босим ёки сарфни сақлаб турадиган труба. Саноатда кўп сиғимли объектлар бир сиғимли объектлардан анча кўп ишлатилади. Кўп сиғимли объектларнинг мувозанат ҳолатида ростланувчи катталиқнинг қиймати турли нукталарда турлича бўлади, мувозанат ҳолати бузилганда эса у турли қонунлар бўйича турли вақтларда ўзгаради. Оқиб кириш (узатиш) томонидан сиғим ва сарф (истеъмол) томонидаги сиғимлар мавжуд. Яқинлашиш томонидани сиғим ростланувчи катталиқка ижрочи механизмнинг ростловчи органи орқали таъсир кўрсатувчи модда ёки энергиянинг тавсифномалари бўйича аниқланади. Сарф томонидаги сиғим ро-

стланувчи муҳит тавсифномалари орқали аниқланади. Баъзан сиғимсиз объект тушунчаси учрайди. Бунда жуда кичик сиғимли объектлар назарда тутилади.

10.3. Объектга кўрсатилувчи ташқи таъсирлар.

Юк – объектга кўрсатиладиган ташқи таъсир. Бу таъсирнинг қиймати аппаратнинг иш режими орқали аниқланади ва технологик эҳтиёжлар учун объектдан олинадиган модда ёки энергия миқдорини ифодалайди. Ростланувчи объектдан модда ёки энергия ўтишида аппарат юкининг (ишлаб чиқариши) ўзгариши ростланувчи катталикнинг ўзгаришига олиб келади.

Ростланувчи объект юкининг ўзгариши ғалаёнланиш манбаларидан биридир. Модда ёки энергия сарфини уларнинг объектга келишидан аввал стабиллаштириш мумкин бўлса, берилаётган хом ашё таркибини стабиллаш бир мунча қийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун объектга келадиган модда таркибининг тебраниши ғалаёнланишининг яна бир манбаларидан биридир. Ностационар объектларда ғалаёнланишлар объект тавсифномаларининг ўзгариши сабабли ҳам келиб чиқиши мумкин. Юк – модда ёки энергиянинг объектдан олинишига (оқиб чиқишига) кўрсатиладиган объект қаршилигини ифодалайди. Объект юкининг ўзгариши ростланувчи катталик ўзгаришининг тезлигини оширади. Юкнинг ўзгариш частотаси ҳақида ҳам худди шуни айтиш мумкин. Юк тебранишларининг амплитудаси ҳам, частотаси ҳам ростлаш сифатига салбий таъсир кўрсатади.

Ростланувчи объектнинг юкини ўзгартириш, яъни объектнинг бир иш режимидан иккинчисига ўтиш эҳтиёжи пайдо бўлса, бу амални секинлик билан бажариш керак, бунда ростлаш тизими объектни янги иш режимига равон, кескин тебранишларсиз ўтказди. Юкнинг катта ўзгаришларида автомат ростлагичларни қайтадан ростлаш эҳтиёжи пайдо бўлиши мумкин. Бу ҳол юкнинг ўзгариши ростланувчи объектнинг статик ва динамик тавсифномаларини ўзгаришига олиб келиши билан боғлиқ. Масалан, юк камайиши билан соф кечикиш кўпаяди, ўз-ўзидан тўғриланиш, сиғим коэффициентлари ва бошқарилувчи

объектнинг вақт доимийси камаяди. Шунинг учун объектнинг ҳар хил юқларига автомат ростлагичларнинг турлича оптимал ростланишлари тўғри келади.

Агар ростланувчи объектга ғалаёнловчи ёки бошқарувчи таъсир кўрсатилса, объект чиқишидаги ростланувчи катталиқ шу заҳоти эмас, балки бир мунча вақт ўтгандан сўнг ўзгаради, яъни объектда жараённинг кечикиши ҳосил бўлади. Модда (энергия)нинг яқинлашиши ёки сарф ўзгариши бўйича оний (поғонали) ғалаёнланиши объект учун энг ёмон ҳолдир. Шунинг учун ростлаш тизимлари поғонали ғалаёнланиш учун мос ҳисобланади.

Объектдаги кечикиш қаршилиқлар мавжудлиги ва тизимнинг инерционлиги билан изоҳланади. Соф (ёки транспорт) ва оралик (сиғимли) кечикишлар мавжуд.

Валаёнловчи ёки бошқарувчи таъсир кўрсатилган моментдан бошлаб ростланувчи катталиқ объект чиқишида ўзгара бошлаган пайтгача ўтган вақт соф кечикиш дейилади. Бу вақт модда ёки энергия оқимининг ҳаракат тезлиги ва ғалаёнловчи таъсир кўрсатилган нуқта билан ростланувчи катталиқнинг ҳозирги қиймати ўлчанадиган нуқта орасидаги масофадан аниқланади. Соф кечикиш ташқи таъсирнинг шакли ва миқдорига таъсир қилмай, фақат объект чиқишидаги реакцияни вақт мобайнида силжитади. Агар кириш таъсири синусоидал характерга эга бўлса, объектда соф кечикиш мавжудлиги чиқиш сигналининг фаза бўйича кечикишга олиб келади.

$$\varphi = 2\pi \frac{\tau_m}{T} = \omega \tau_m. \quad (10.12)$$

Агар объектдаги модда ёки энергия ҳаракатининг тезлигини чексиз катталиккача етказиш мумкин бўлса, соф кечикишни нолга тенглаштириш мумкин бўлар эди. Соф кечикишни минимумга етказиш учун датчик сезгир элементини ва ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини бир-бирига ҳамда ростловчи объектга мумкин қадар яқин жойлаштириш лозим.

Оралик кечикиш ростланувчи объектда гидравлик ва иссиқлик қаршилиқлари билан ажратилган бир ёки бир неча ўзаро боғланган сиғимларнинг мавжудлиги билан изоҳланади. Бу қаршилиқлар объектда модда ёки энергия ҳаракатига тўсқинлик қилиб, тарқалиш эгри чизиғининг трансформациясига

сабаб бўлади. Оралик кечикишни объектнинг тарқалиш эгри чизигида график равишда ростланувчи катталиқнинг ўзгариши бошланган моментдан тарқалиш эгри чизигига ўтказилган уринманинг абцисса ўқи билан кесишган нуқтасигача ўтган вақт даври билан аниқлаш мумкин. Оралик кечикиш ўтиш жараёнининг айниқса дастлабки даврида объект тарқалишининг қиймати қанча катта бўлса, ғалаёнловчи таъсир натижасида ростланувчи катталиқнинг ўзгариши шунча паст бўлади. Шундай қилиб, кичик ўзгаришли ўтиш жараёнлари оралик кечикиш автоматик ростлаш вазифаларини енгиллаштиради.

Оралик кечикиш объектдаги сиғимлар сони ва оралик қаршилиқлар миқдори билан аниқланади. Оралик қаршилиқларнинг вақт бўйича ўзгариши оралик кечикиш миқдорининг ортишига олиб келади. Ростланувчи объектнинг тўлиқ кечикиш вақти τ соф кечикиш вақти τ_m билан оралик кечикиш вақти τ_n нинг йиғиндисидан иборат:

$$\tau = \tau_m + \tau_n \quad (10.13)$$

Кечикиш ростлаш жараёнининг сифатига ёмон таъсир қилиб, жараённинг турғунлик коэффициентини камайтиради. Тўлиқ кечикиш вақти қанча кўп бўлса, объект ишини ростлаш шунча қийинлашади. Баъзан кечикишнинг ҳаддан ташқари катталиги объектдаги ростлашни қийинлаштиради. Шунинг учун тўлиқ кечикиш миқдорини иложи борица камайтириш мақсадга мувофиқдир.

Бўлим бўйича назорат саволлари

1. Автоматлаштириш объекти ҳақида тушунча?
2. Объектнинг аккумуляторлик хусусияти нима?
3. Объектнинг ўзига тенглашиш хусусияти ва сиғим коэффициенти қандай аниқланади?
4. Статик ва астатик объектлар ҳақида тушунча?
5. Объектга кўрсатилувчи ташқи таъсирларнинг турлари қандай?
6. Объектлардаги кечикиш автоматик бошқарув тизимида қандай таъсир кўрсатади?