

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

**ГАЗИЕВА РАЪНО ТЕШАБАЕВНА**

**АВТОМАТИКА АСОСЛАРИ ВА ИШЛАБ ЧИҚАРИШ  
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

## МУНДАРИЖА

Кириш .....	5
1-боб. Автоматика асослари ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш хақида умумий тушунчалар	7
1.1. Автоматика элементлари ва уларнинг асосий кўрсаткичлари	7
1.2. Очик ва берк циклар 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 хўжалигида қўлланувчи автоматиканинг техник воситалари	18
2.1. Асосий маълумотлар, туркумланиши	18
2.2. Потенциометрик датчиклар	20
2.3. Кумир 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 хақида 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. Биполяри транзисторлар	43
5.4. Тиристорлар	45

5.5. Фотоэлектрик асбоблар	47
6-боб. Интеграл микросхемалар	50
7-боб Кучайтиргичлар	51
8-боб Ижрочи механизмлар	56
8.1. Ижрочи механизмлар хакида умумий тушунчалар	56
8.2. Унификацияланган электрик ижро мехнизмлар	60
9-боб Автоматика ростлагичлари	62
9.1. Автоматик ростлагичлар хакида тушунча	62
9.2. Пропорционал ростлагичлар	63
9.3. Интеграл ростлагичлар	64
9.4. Пропорционал-интеграл (изодром) ростлагичлар	64
9.5. Пропорционал-дифференциал ростлагичлар	65
9.6. Ростлаш конунлари	66
10-боб. Автоматлаштириш объектлари ва ишлаб чикариш жараёнларини автоматлаштириш хакида умумий тушунчалар	73
10.1. Автоматлаштириш объектларининг асосий хоссалари	77
10.2. Бир сўғимли ва кўп сўғимли объектлар	81
10.3. Объектга кўрсатилувчи ташки таъсирлар	83
11-боб Автоматик бошқариш тизимлари тахлили	85
11.1. Асосий тушунчалар	85
11.2. АРТнинг асосий намунавий бўғинлари ва уларнинг дифферен- циал тенгламалари	89
11.3. Лаплас алмаштиришининг хоссалари	94
11.4. Частотавий тавсифномалар	97
11.5. АРТнинг турғунлиги ва турғунликнинг асосий мезонлари	103
11.6. Автоматик ростлаш жараёнининг сифат кўрсаткичлари	106
12-боб Сув хўжалиги ишлаб чикариш жараёнларини автоматлаштириш	108
12.1. Сув хўжалигида ишлаб чикариш жараёнларини автоматлашти- риш хусусиятлари	108
12.2. Гидромелиоратив тизимларнинг автоматлаштириш объекти си- фатидаги хусусиятлари	110

12.3.	Гидротехника иншоотларини (ГТИ) автоматлаштириш	114
12.4.	Гидравлик тускичлар	116
12.5.	ГТИ ларида каналларнинг режимларини автоматик ростлаш схемалари	119
12.6.	ГТИ ларининг автоматлаштириш тизимларида кулланувчи тех- ник воситалар	123
12.7.	Насос станцияларини автоматлаштириш	127
12.8.	Насос ускунасини автоматик бошқариш	129
12.9.	Насосларни тўлдиришни автоматик бошқарув схемалари	131
12.10.	Чукма насосларни автоматик бошқарув воситалари	133
12.11.	Насос станцияларини автоматлаштириш даражаси	134
12.12.	Маҳкамловчи арматурани автоматик бошқариш	135
12.13.	Унификацияланган электр юритмаларнинг электр бошқарув схемалари	136
13-боб	Автоматлаштирилган бошқарув ва марказлашган назорат тизим- лари	139
13.1.	Умумий маълумотлар	139
13.2.	Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш ти- зимларнинг асосий вазифалари	140
13.3.	ТЖАБТнинг функционал таркиби	142
13.4.	ТЖАБТнинг математик таъминоти	145
14.	Телемеханик тизимларини қуриш принциплари	147
14.1.	Телебошқарув (ТБ) ва телесигналлаш (ТС) тизими таркиби	149
	Фойдаланилган адабиётлар руйхати	151

## Оглавление

Введение . . . . .	5
Глава 1. Общие сведения об основах автоматики и автоматизации производственных процессов . . . . .	7
1.1. Элементы автоматика и их основных показатели . . . . .	7
1.2. Регулирование по открытому и замкнутому циклу . . . . .	9
1.3. Методы регулирования . . . . .	11
1.4. Обратные связи в системах автоматического регулирования . . . . .	14
1.5. Схемы управления автоматики . . . . .	16
Глава 2. Технические средства автоматики, применяемые в водном хозяйстве . . . . .	18
2.1. Основные понятия, классификация . . . . .	18
2.2. Потенциометрические датчики . . . . .	20
2.3. Угольные датчики . . . . .	21
2.4. Тензометрические датчики . . . . .	22
2.5. Электромагнитные и емкостные датчики . . . . .	23
2.5.1. Индуктивные и трансформаторные датчики . . . . .	23
2.5.2. Емкостные датчики . . . . .	25
2.6. Датчики уровня, давления и угловой скорости . . . . .	27
2.6.1. Датчики уровня . . . . .	27
2.6.2. Пьезоэлектрические датчики . . . . .	29
Глава 3. Реле автоматики . . . . .	31
3.1. Общие сведения о реле . . . . .	31
3.2. Электромагнитные реле . . . . .	33
Глава 4. Логические элементы. . . . .	34
4.1. Основные понятия алгебры логики . . . . .	34
Глава 5. Полупроводниковые электронные приборы . . . . .	37
5.1. Классификация и характеристики полупроводниковых приборов. . . . .	37
5.2. Полупроводниковые диоды. . . . .	39
5.3. Биполярные транзисторы . . . . .	43

5.4.	Тиристоры . . . . .	45
5.5.	Фотоэлектрические приборы. . . . .	47
Глава 6.	Интегральные микросхемы . . . . .	50
Глава 7.	Усилители . . . . .	51
Глава 8.	Исполнительные механизмы. . . . .	56
8.1.	Общие сведения об исполнительных механизмах . . . . .	56
8.2.	Унифицированные электрические исполнительные механизмы. . . . .	60
Глава 9.	Автоматические регуляторы. . . . .	62
9.1.	Общие сведения. . . . .	62
9.2.	Пропорциональные регуляторы . . . . .	63
9.3.	Интегральные регуляторы. . . . .	64
9.4.	Пропорционально-интегральные (изодромные) регуляторы . . . . .	64
9.5.	Пропорционально- дифференциальные регуляторы . . . . .	65
9.6.	Законы регулирования . . . . .	68
Глава 10.	Общие сведения об объектах автоматике и автоматизации производственных процессов . . . . .	73
10.1.	Основные свойства объектов автоматизации . . . . .	77
10.2.	Одноёмкостные и многоёмкостные объекты . . . . .	81
10.3.	Возмущающие воздействия на объект . . . . .	83
Глава 11.	Анализ систем автоматического управления. . . . .	85
11.1.	Основные понятия. . . . .	85
11.2.	Типовые звенья САУ и их дифференциальные уравнения . . . . .	89
11.3.	Свойства преобразования Лапласа. . . . .	94
11.4.	Частотные характеристики . . . . .	97
11.5.	Устойчивость САУ, основные критерии устойчивости . . . . .	103
11.6.	Показатели качества автоматического регулирования . . . . .	106
Глава 12.	Автоматизация производственных процессов водного хозяй- ства . . . . .	108
..		
12.1.	Свойства автоматизации производственных процессов водного хозяйства . . . . .	108

12.2.	Особенности гидромелиоративных систем как объект автоматизации . . . . .	110
12.3.	Автоматизация гидротехнических сооружений (ГТС) . . . . .	114
12.4	Гидравлические регуляторы. . . . .	116
12.5	Схемы автоматического регулирования режимов каналов гидротехнических сооружений. . . . .	119
12.6	Технические средства автоматизации гидротехнических сооружений . . . . .	123
12.7	Автоматизация насосных станций . . . . .	127
12.8	Автоматическое управление насосными установками. . . . .	129
12.9	Схемы автоматического управления заливкой насосов . . . . .	131
12.10	Средства автоматического управления скважинных насосов . . . . .	133
12.11	Степень автоматизации насосных станций . . . . .	134
12.12	Автоматическое управление запорной арматурой. . . . .	135
12.13	Электрические схемы управления унифицированными электроприводами. . . . .	136
Глава 13	Автоматизированные системы управления и централизованные схемы контроля . . . . .	139
13.1	Общие сведения . . . . .	139
13.2	Основные задачи автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) . . . . .	140
13.3	Функциональная структура АСУТП. . . . .	142
13.4	Математическое обеспечение АСУТП. . . . .	145
Глава 14	Принципы построения телемеханических систем . . . . .	147
14.1	Структура систем телеуправления (ТУ) и телесигнализации (ТС) . . . . .	149
	Список использованной литературы. . . . .	151

## Contents.

Introduction. . . . .	5
Chapter 1. General information about basic avtomatization and automatizing processes. . . . .	7
1.1. Elements of automatization and their general figures . . . . .	7
1.2. Regulation by open and close circle. . . . .	9
1.3. Methods of regulation. . . . .	11
1.4. Reverse connection with system automatic regulation. . . . .	14
1.5. Automatization scheme of management. . . . .	16
Chapter 2. Technical means of automatization using in irrigation. . . . .	18
2.1. Basic idea classification. . . . .	18
2.2. Potensiometric transducers. . . . .	20
2.3. Coal transducers. . . . .	21
2.4. Tenzometrical transducers. . . . .	22
2.5. Elektromagnetic and capasite transducers. . . . .	23
2.5.1. Inductive and transformatorical transducers. . . . .	23
2.5.2. Capasite transducers. . . . .	25
2.6. Level transducers, pressute and cornet speed. . . . .	27
2.6.1. Level transducers. . . . .	27
2.6.2. Piezoelectric transducers. . . . .	29
Chapter 3. Automatically relay. . . . .	31
3.1. General information about relay. . . . .	31
3.2. Electromagnetic relay. . . . .	33
Chapter 4. Logical elements. . . . .	34
4.1. Basic principles algebra and logics. . . . .	34
Chapter 5. Semiwire electrical apparatus. . . . .	37
5.1. Classification and characteristics semiwire apparatus. . . . .	37
5.2. Semiwire diots. . . . .	39
5.3. Bipolar transistors. . . . .	43
5.4. Transistors . . . . .	45



5.5.	Photoelectric apparatus. . . . .	47
Chapter 6.	Integral microschemes. . . . .	50
Chapter 7.	Intensifies. . . . .	51
Chapter 8.	Executor mechanisms. . . . .	56
8.1	Basic information about executor mechanisms. . . . .	56
8.2	Unificating electrical executor mechanisms. . . . .	60
Chapter 9.	Automatical regulators. . . . .	62
9.1	Basic informations. . . . .	62
9.2	Proportional regulators. . . . .	63
9.3	Integral regulators. . . . .	64
9.4	Proportional and integral regulators. . . . .	64
9.5	Proportional differential regulators. . . . .	65
9.6	Legitimate regulators. . . . .	68
Chapter 10.	Basic information about object automatization and automatizing processes. . . . .	73
10.1	Basic notions of automatization objects. . . . .	77
10.2	Objects with different capacities. . . . .	81
10.3	Outward influence to objects. . . . .	83
Chapter 11.	Analyzing of systems automatization management. . . . .	85
11.1.	Basic informations. . . . .	85
11.2.	Typical link system of automatic regulation (SAR) and their different levels. . . . .	89
11.3.	Property of Laplas formation. . . . .	94
11.4.	Particular characteristics. . . . .	97
11.5.	Stable SAR. Basic principles of stabilization. . . . .	103
11.6.	Index of quality automatizing regulations. . . . .	106
Chapter 12.	Automatizing of production processes in irrigation. . . . .	108
12.1.	Property of automatizations in production processes irrigation. . . . .	108
12.2.	Peculiarities of irrigation systems as object automatization. . . . .	110
12.3.	Hydrotechnical structure of automatization. . . . .	114
12.4.	Hydraulic regulators. . . . .	116

12.5.	Automatic regulation schemes. Of regime chanals hydrotechnic structure. . . . .	119
12.6.	Technical means of automatizations hydrotechnical structures.....	123
12.7.	Automatization of pump stations. . . . .	127
12.8.	Automatizatic management of pump structures.. . . . .	129
12.9.	Automatizatic management scheme with gulf pumps.. . . . .	131
12.10.	Automatizing means in drill hole pumps control. . . . .	133
12.11.	Automatizing pump station levels.. . . . .	134
12.12.	Automatic control of bolted iron. . . . .	135
12.13.	Control of electrical schemes uninfected electroulles. . . . .	136
Chapter 13.	Management of automatizing systems and central schemes of control. . . . .	139
13.1.	Basic information's. . . . .	139
13.2.	Basic problems of automatizations systems management with technological processes (ASMTP). . . . .	140
13.3.	Functional structure ASMTP.. . . . .	142
13.4.	Mathematical security ASMTP.. . . . .	145
Chapter 14.	Principles of building telemechanical systems. . . . .	147
14.1.	Systems structure of telemanagment and telesignalzation (TS). . .	149
	References . . . . .	151

### 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 иншоатлари 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.

### Аннотация

В учебнике изложены сведения о современных технических средствах автоматизации и методах анализа линейных непрерывных систем автоматического регулирования. Рассмотрены вопросы автоматизации технологических процессов водного хозяйства, как объект автоматизации.

Учебник предназначен для студентов по специальности «Водное хозяйство и мелиорация», «Гидротехнические сооружения и эксплуатация насосных станций», «Безопасность жизнедеятельности», а также для специалистов, работающих по отрасли автоматизации производственных процессов сельского и водного хозяйства.

### Annotation

In the manual given the state information's about modern technical means of automatization and methods to analyze unbroken line system regulation. Explaining of questions automatization in technological processing of irrigating as object automatization. Manual useful for students with profession «Irrigation and irrigation engineering», «Hidrotechnical structure and exploitation of pump stations» and for the specialists work at automatization process of production agricultural and irrigation engineering.

Тақризчилар: **т.ф.д., проф. С.Ф.Амиров**, Тошкент темир йуллар мухандислари институти, «Электр таъминоти ва микропроцессор бошқаруви» кафедраси мудири

**т.ф.н., Ж.Ш. Жоникулов**, Ўзбекистон Республикаси Кишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги, ўқув юртлари ва малака ошириш бўлими бошлиги

**т.ф.н., доц. М.И. Ибрагимов**, Тошкент ирригация ва мелиорация институти, «Гидромелиоратив тизимларини электр энергияси билан таъминлаш ва уларнинг электр жиҳозларидан фойдаланиш» кафедраси

## Кириш

Ишлаб чиқаришни автоматлаштириш масалалари кишлоқ ва сув хужалигининг 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 Аҳмад-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 бушашига қарамадан иш жараёнлари ва меҳнат қуролларини бошқариш кенгайиб ва мураккаблашиб борди. Айрим ҳолатларда эса махсус қушимча элементларсиз механизациялашган ишлаб чиқаришни бошқариш имкониятлари мураккаблашди. 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. Ҳозирги даврда фан техника тараккиёти шундай илғари 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 тутади. «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 тўрт 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 узгартиргичларда эса олдиндаги узгартиргичнинг кириш курсаткичи кейиндаги узгартиргичнинг 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 юқори аниқлик билан ишлаши, универсаллиги ҳамда узгартириш коэффициентининг ташқи таъсирларга деярли боғлиқ эмаслиги билан ажралиб туради.

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

- назорат қилинаётган ёки ростланаётган катталиқни қулай кўринишдаги сигналга ўзгартириш (бирламчи ўзгартиргич - датчиклар);

- бир энергия кўринишидаги сигнални бошқа энергия кўринишдаги сигналга ўзгартириш (электромеханик, термоэлектрик, пневмоэлектрик, фотоэлектрик ва ҳақозо ўзгартиргичлари);

- сигнал табиатини узгартирмасдан унинг катталиқларини узгартириш (кучайтиргичлар);

- сигналнинг куринишини узгартириш (аналог-ракам, ракам аналог узгарткичлари).

- сигналнинг формасини узгартириш (таккослаш воситалари),

- мантикий операцияларни бажариш (мантикий элементлар),

- сигналларни таксимлаш (таксимлагич ва коммутаторлар),

- сигналларни саклаш (хотира ва саклаш элементлари),

- программали сигналларни хосил килиш (программали элементлар),

- бевосита жараёнга таъсир килувчи воситалар (ижрочи элементлар).

Автоматика элементларининг функциялари хар хил булганига карамай, уларнинг параметрлари умумий хисобланади ва уларга куйидагилар киради:

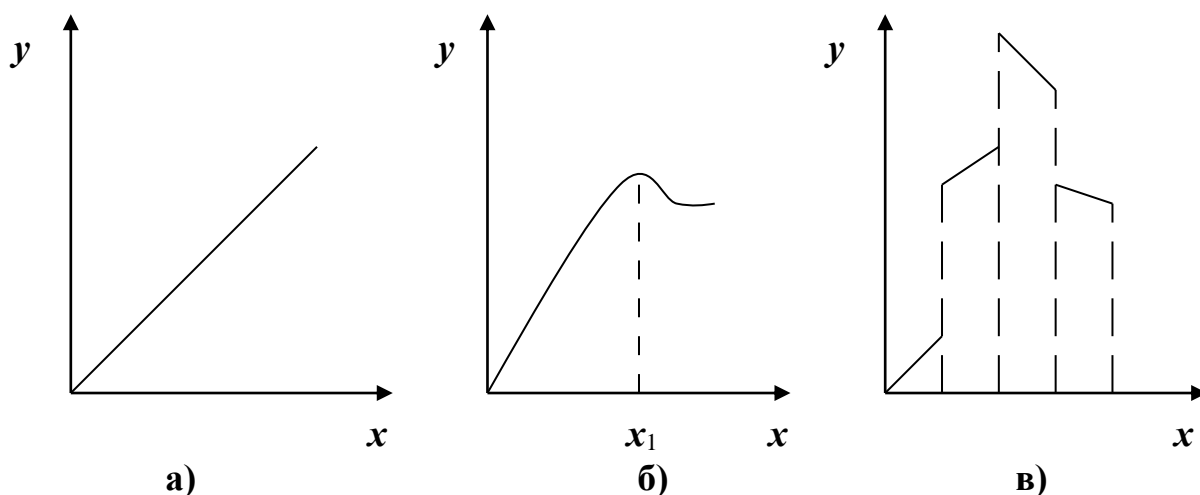
- статик ва динамик режимлардаги тавсифномалари;

- узатиш коэффициенти (сезгирлик, кучайтириш ва стабилизация коэффициенти);

- хатолик (ностабиллик);

- сезгирлик чегараси.

Хар бир автоматика элементи учун тургунлашган режимда кириш  $x$  ва чиқиш сигналлари  $y$  орасида  $y=f(x)$  боғлиқлик мавжуд. Ушбу боғлиқлик элементнинг статик тавсифномаси дейилади. Уларни уч гуруҳга ажратилади: а) чизикли, б) узлуксиз ночизикли, в) ночизикли 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 чикиш 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 коэффициенти, яъни элемент чикиш катталигининг кириш катталигига булган нисбатига тенг. Автоматик тизимларнинг элементлари микдор ва сифат узгартиришларни бажаради. Микдор узгартиришлар кучайтириш, стабиллаш ва бошка коэффициентларни назарда тутуди. Сифат узгартиришда бир физикавий катталик иккинчисига утади. Бу холда узгартириш коэффициенти **элемент сезгирлиги** дейилади.

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

Баъзи элементларнинг чикиш ва кириш катталиклари уртасида куп кийматли боғланиш мавжуд. Бунга курук ишқаланиш, гистерезис ва бошкалар сабаб булиши мумкин. Бунда катталикнинг хар бир кириш кийматига унинг бир неча чикиш кийматлари мос келади. Сезгирлик чегарасининг мавжудлиги шу ходиса билан боғлиқ.

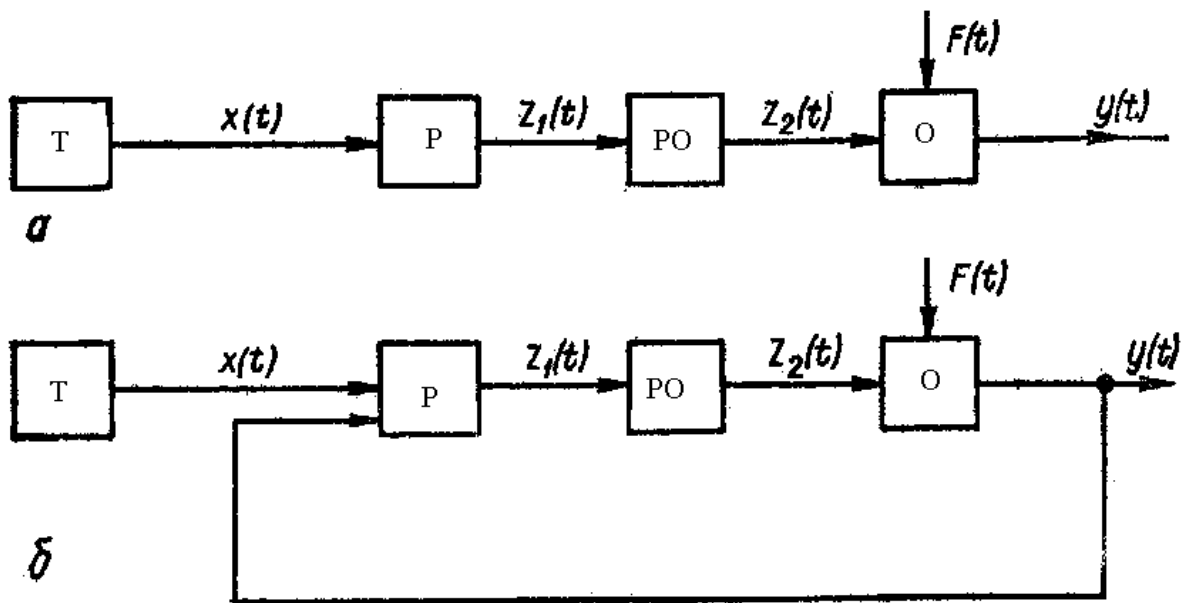
Кириш катталигининг элемент чикишидаги сигналени сезиларли даражада узгартириш қобилиятига эга булган киймати **сезгирлик чегараси** дейилади. Автоматика элементлари мустаҳкамлик билан ҳам характерланади. Элементларнинг саноат эксплуатациясида уз параметрларини йул қуйиладиган чегарада сақлаш қобилиятига **мустаҳкамлик** деб аталади. Мустаҳкамлик элементни лойихалаш вақтида ҳисобланади ва уни ишлаб чиқарилгандан сунг эксплуатация жараенида синалади.



## 1.2. Очиқ ва берк циклар бўйича ростлаш

Тизимнинг иш жараёнида ростланадиган миқдорни белгиланган чегарада сақлаш ёки топшириқдаги қонун бўйича ўзгартириш ростланишнинг очиқ ёки берк циклари бўйича бажарилиш мумкин. Кетма-кет уланган: ростлаш объекти РО, ростланувчи орган РО, ростлагич Р ва топширгич Т (бу қурилма ёрдамида тизимга топширувчи таъсир  $x(t)$  берилади) дан тузилган тизимни кўриб чиқамиз.

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



1.2-расм. Очиқ (а) ва берк (б) циклар 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.

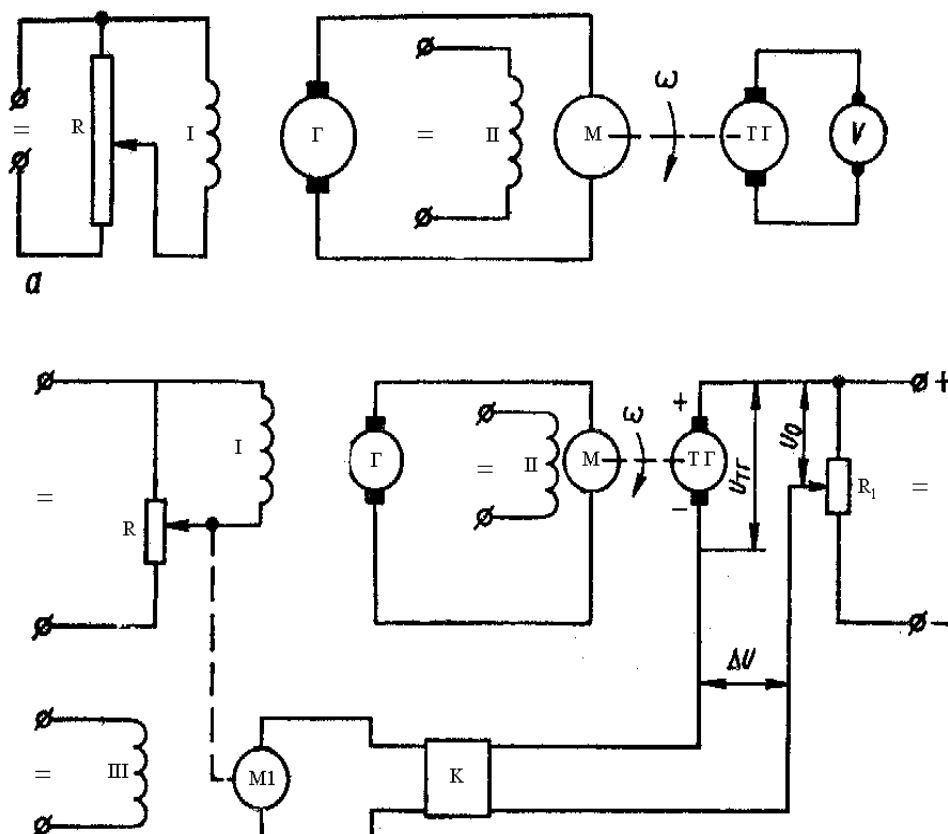
Очиқ тизим аслида узатиш занжиридан иборат бўлиб, топширгичдан берилган топширувчи таъсир  $x(t)$  ростлагичда ички таъсирлар  $Z_1(t)$ ;  $Z_2(t)$  восита-

сида кераклигича ишлагандан кейин ростлш 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  $\omega$  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 очик 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  $M_1$  да сигнал пайдо бўлади ва у реостат  $R$  нинг ҳаракатланувчи қисмининг у ёки бу томонга (мотор  $M$  нинг белгиланган айланиш частотасига мос вазиятдан) силжитади. Агар айланиш частотаси бирор сабабга кўра камайса, у ҳолда реостат  $R$  нинг ҳаракатланувчи қисми генераторнинг кўзғатиш чулғами  $M_1$  да кўзғатиш токи ошадиган вазиятни эгаллайди. Бу ҳол генератор кучланишининг ошишига, би-

нобарин, мотор М айланиш частотасининг ҳам ошишига олиб келади, яъни айланиш частотаси бошлангич қийматига эришади.



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

Мотор М нинг айланиш частотаси ошганда реостат R нинг ҳаракатланувчи қисми тесқари 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.

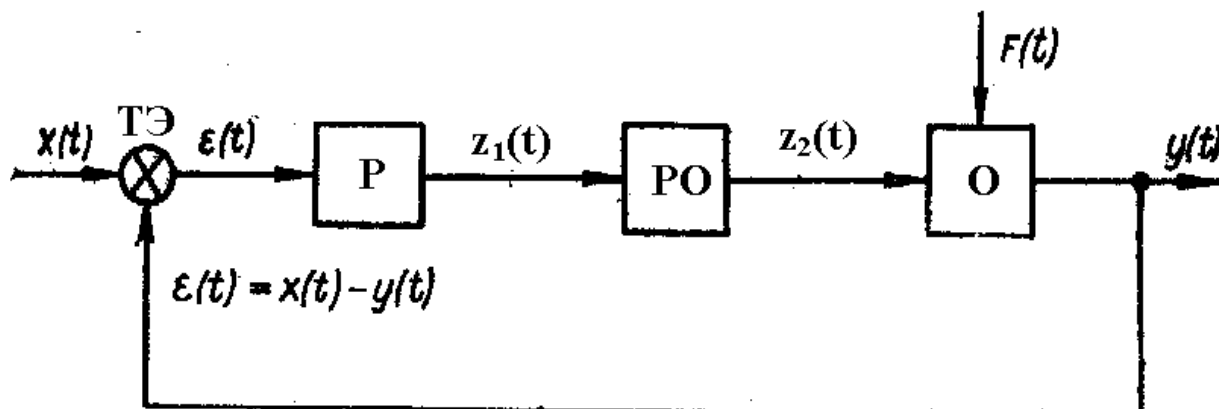
Ростланувчи миқдорнинг оғишига қараб ростлаш усулини ўзгармас ток моторининг айланиш частотасини ростлаш тизими (2-расм, б) мисолида кўриб чиқамиз. Мотор М ишлаётганда ростлаш объекти сифатида турли ғалаёнлар (мотор валидаги юкламанинг ўзгариши, таъминловчи электрик тармоқдаги кучланишнинг ўзгариши, 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 М1 га берилади.

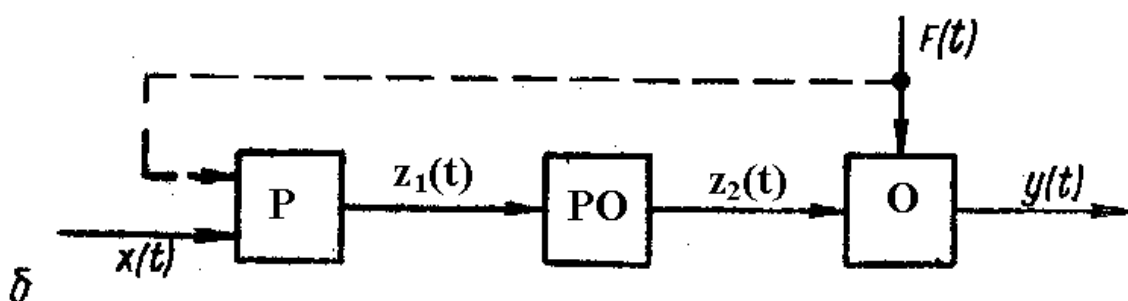
Кучланиш  $U_0$  ростланувчи миқдорининг топшириқдаги қиймати - айланиш частотаси  $\omega_0$  га, тахогенераторнинг кучланиши  $U_{ТГ}$  эса айланиш частотасининг жорий қийматига мос бўлади. Агар бу миқдорлар ўртасидаги фарқ (оғиш) ғалаёнлар таъсирида топшириқдаги чегарадан чиқса, у ҳолда ростлагичга генератор кўзғатиш 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 камайтиришга қаратилган. Миқдорлар фарқи  $\varepsilon(t)=x(t) - y(t)$  ни ҳосил қилиш учун тизимга таққослаш элементи ТЭ киритилади.

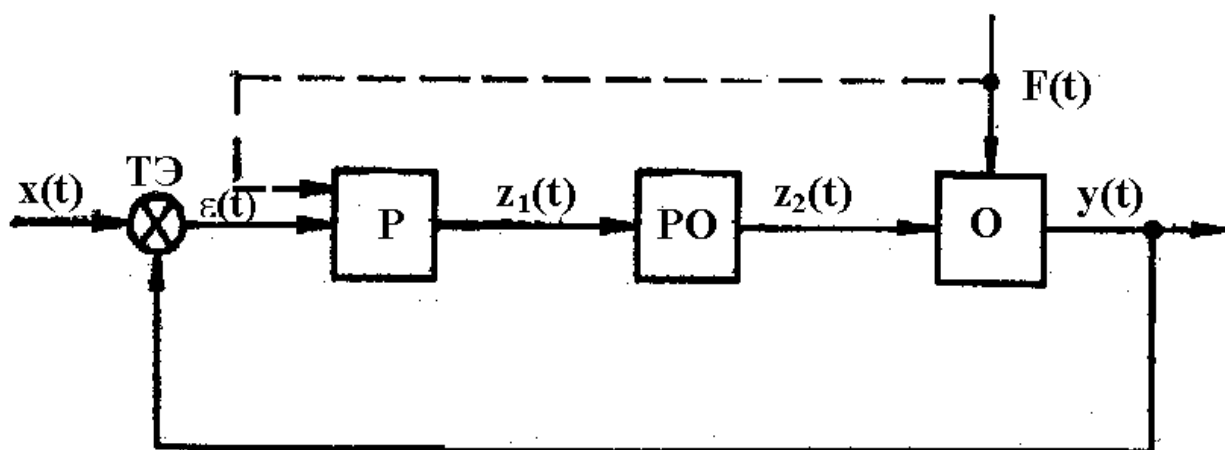
Огиш буйича ростлашда ростловчи орган, ростланувчи микдорнинг кандай сабабга кўра оѓанлигидан катъий назар, мустакил Һаракатланади. Бу эса мазкур усулнинг энг муһим афзаллигидир.



а



б

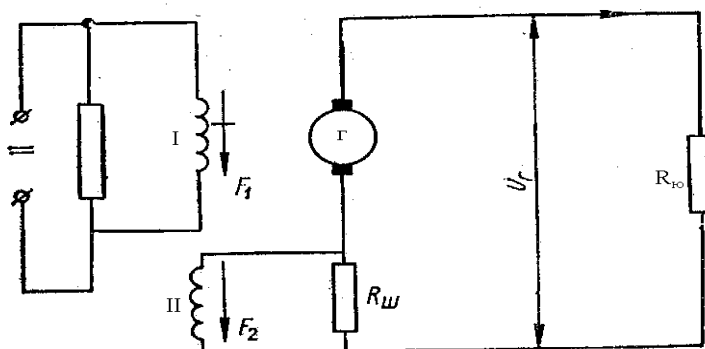


1.4- расм. Ростлаш усулларини схемалари:

а - огиш буйича; б - ғалаён буйича; в - комбинацияланган; P-ростлагич; PO-ростловчи орган; O-ростлаш объекти; TЭ – таќқослаш элементи;  $x(t)$ -топширувчи таъсир;  $Z_1(t)$  ва  $Z_2(t)$ -ички ростловчи таъсир;  $y(t)$ -ростланувчи микдор;  $F(t)$ -ғалаёнлантирувчи таъсир.

Ўғалаён бўйича ростлаш усули ёки ўғалаённи компенсациялаш системада ўғалаёнловчи 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 ўғалаён ўзгарганда кучланишнинг пасайиши ана шундай компенсацияланади. Мазкур ҳолда қаршилик  $R_{ш}$  ўғалаённи - юкламани ўлчашга имкон берувчи қурилма вазифасини ўтайди.



1.5-расм. Ўзгармас ток генераторининг кучланишини ростлаш принципиал схемаси:  $\Gamma$  - 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 ўғалаённи компенсациялаш усулида ишлайдиган тизимнинг схемаси 4- расм, б да кўрсатилган.

Ѓалаёнловчи 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 усулларини 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.

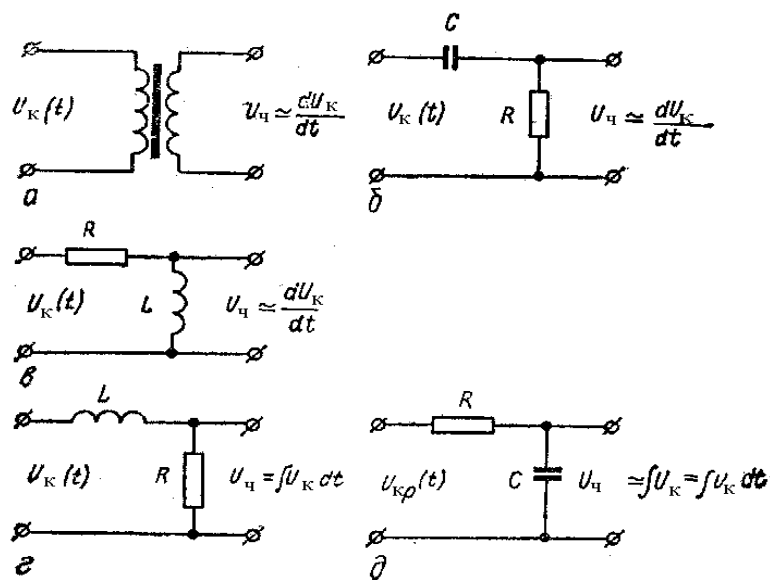
Бевосита таъсирли ростлагичларда сезгир элемент ростловчи органнинг вазиятини ўзгартириш учун етарли қувват ҳосил қилиши лозим. Бу ҳол бевосита ростлаш усулининг қўлланилишини чеклайди, чунки сезгир элементни ихчамлаштиришга интилиш натижасида ростловчи органни силжитишга етарли кучларни ҳосил қилиш 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 ҳаракатга келувчи ёрдамчи механизмлардан фойдаланилади. Шунда сезгир элемент ёрдамида механизмнинг бошқарувчи органига таъсир этади.

#### 1.4. Автоматик ростлаш тизимларида тескари алоқалар

Ростланувчи катталикнинг 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 ёпиқ тизим тескари алоқа тизими дейилади.



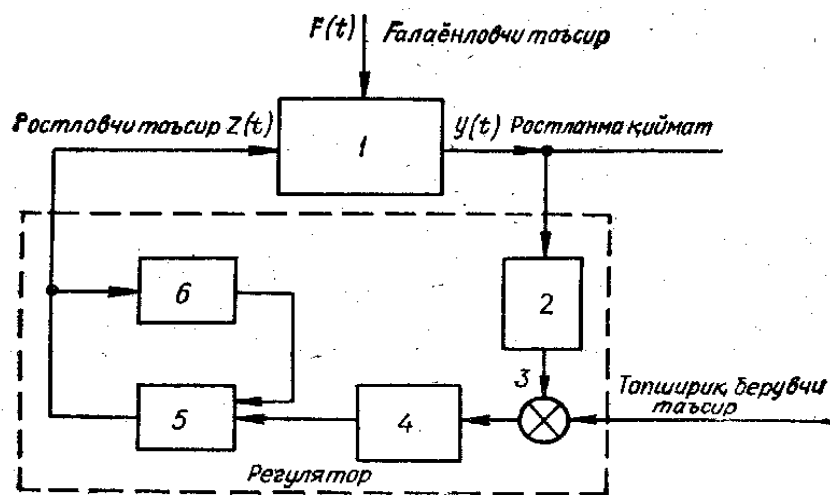
1.6- расм. Эластик тескари боғланиш схемалари: а, б, в - дифференциалловчи; г, д – интегралловчи.

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  $\omega$  эса ростланувчи миқдор бўлади. Ростланувчи миқдорни топшириқдаги чегарада сақлаш учун объектга бериладиган ростловчи таъсир ростланувчи миқдорнинг кийматини ҳисобга олган ҳолда шаклланади. Моторнинг ва-



лига ўрнатилган тахогенератор ТГ ростланувчи миқдорнинг электрик сигналга- тахогенераторнинг э.ю.к.га айлантиради;  $\varepsilon$  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 фақат ўткинчи жараёнда таъсир кўрсатувчи тескари боғланиш эластик тескари алоқа деб аталади. Эластик тескари

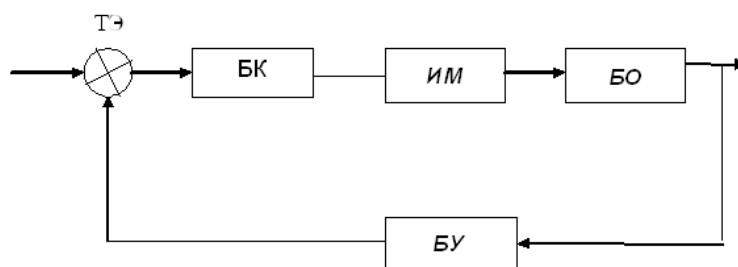
алоқалар уларнинг киришига узатилган таъсирларнинг орттирмасига жавоб беради (режимни танлайди). Энг кўп ишлатиладиган эластик тескари алоқаларнинг схемалари 1.7-расмда келтирилган. Таъсирларнинг ҳосилаларига жавоб берувчи эластик боғланишлар дифференциалловчи, таъсирлардан олинган интегралларга жавоб 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 кўламда 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.

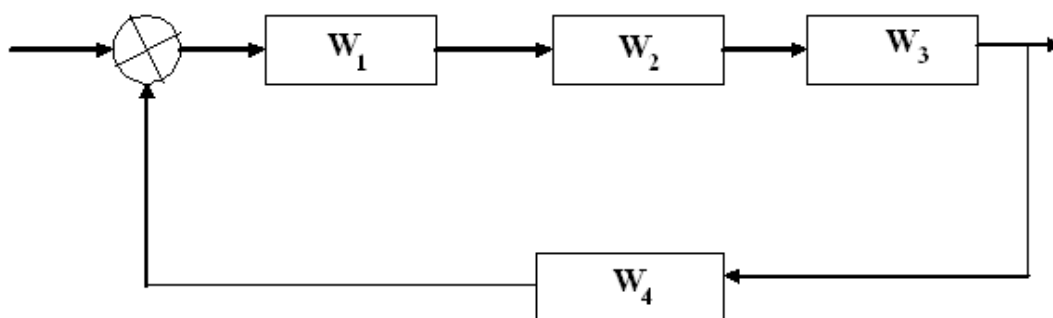
Функционал схемалар мосламаларни, элементларни, воситаларни узаро боғланишларини ва харакатланишларини ифодалайди. Элементлар схемада туртбурчак шаклида белгилинади, уларнинг орасидаги алоқалар эса стрелкали чизилар билан белгиланади. Стрелканинг йуналиши сигналнинг утишини курсатади (1.8 - расм).



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

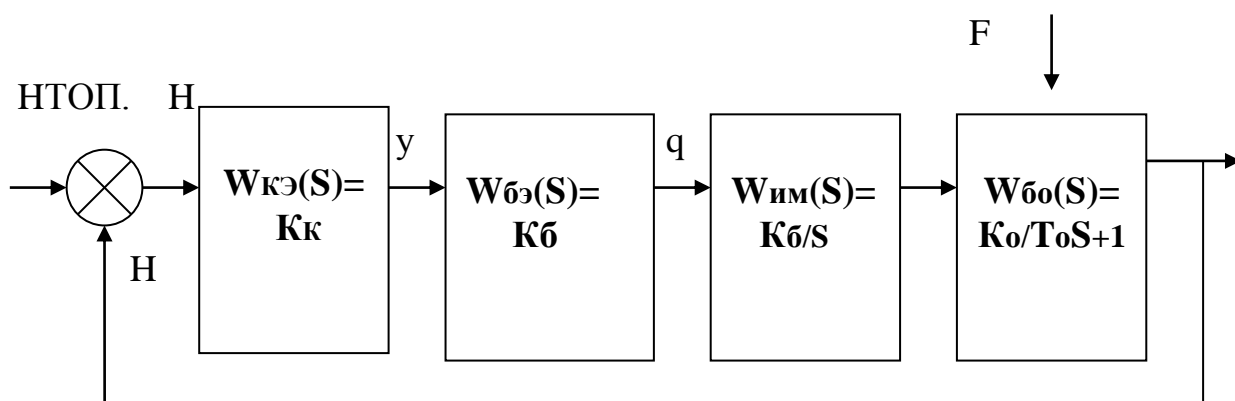
Таркибий тузилиш схемаси автоматик тизимни ташкилий кисмларининг узаро богланишларини курсатиб, уларнинг динамик хусусиятларини тавсифлайди. Таркибий тузилиш схемалари функционал ва принципиал схемалар асосида ишланади.

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).



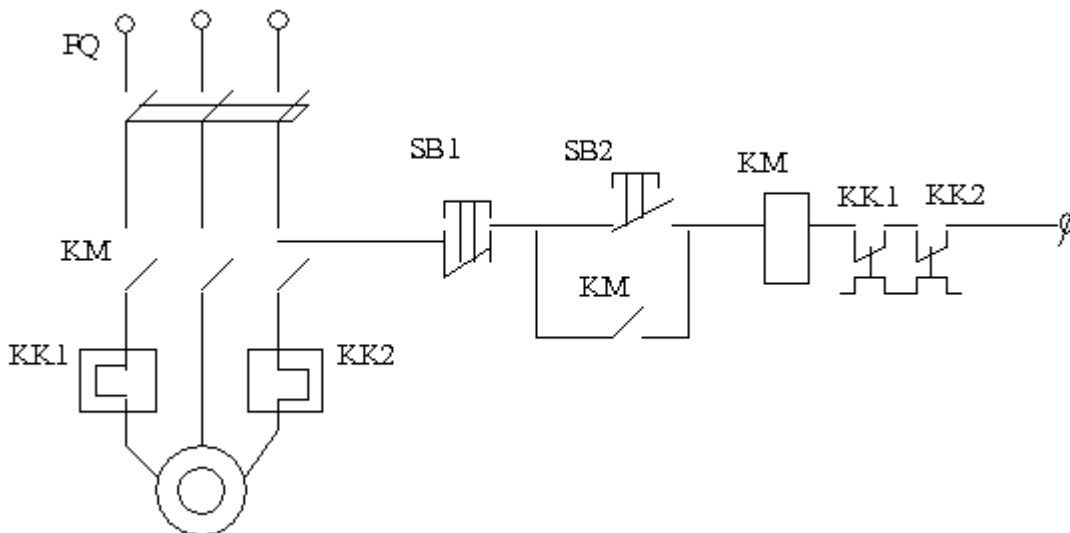
1.9- расм. Автоматлаштириш тизимининг таркибий тузилиш схемаси.

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



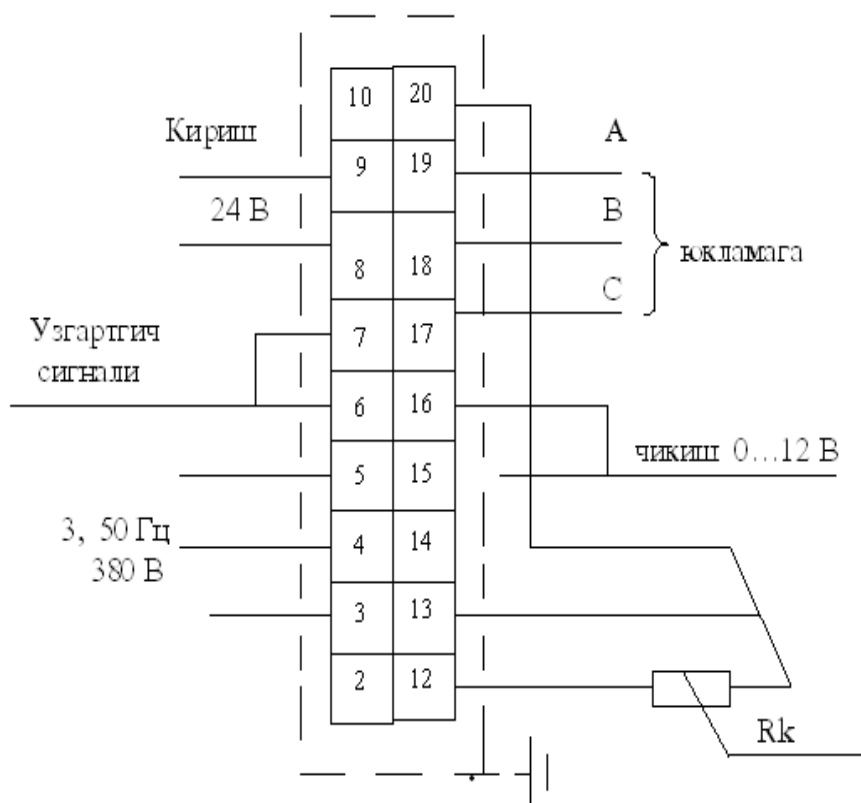
1.10- расм. АРТ нинг динамик тавсифи асосидаги таркибий тузилиш схемаси

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).



1.12- расм. Автоматиканинг монтаж схемаси.

## **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 хўжалигида қўлланувчи автоматиканинг техник воситалари**

### **2.1. Асосий маълумотлар, туркумланиши**

Хар хил технологик жараёнларни 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 хўжалиги 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, крылчаткалар ва дросселли қурилмалар ишлатилади.

Электромеханик бирламчи ўзгартиргичлар (ёки электрик датчиклар) кириш механик кўрсаткичларни (босим, куч, сарф кабилар) чиқиш электрик кўрсаткичларга (кучланиш, ток, каршилиқ, индуктивлик ва кабилар) узгартириб бериш учун хизмат килади. Электромеханик узгартиргичлар параметрик ва генератор узгартиргичларга (ёки датчикларга) бўлинади.

Параметрик датчикларда чиқиш курсаткичини электр занжир катталиклари (каршилиқ, индуктивлик, узаро индуктивлик, электр сизими ва кабилар) ташкил топади. Бундай турдаги датчикларда электр токи ва кучланиши сифатида чиқиш сигналини олиш учун уларни махсус электр схемаларига (куприкли, дифференциалли) улаш ҳамда аллохида энергия манбасига эга бўлиши керак.

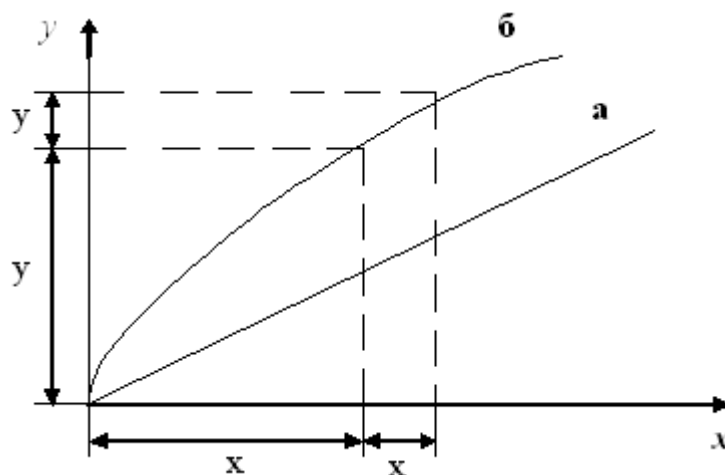
Генератор датчикларида бевосита сезгир элементда кириш сигнали  $x$  чиқиш сигнали  $y$  узгартирилади. Ушбу узгартириш кириш сигнали энергияси ҳисобига булади ва чиқиш сигнали ЭЮК курилишида ҳосил булади. Генератор датчиклари жуда оддий булади, чунки улар қушимча энергия манбаисиз уланади.

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) курилишларга эга булади

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

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

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



2.1-расм. Датчикларнинг статик тавсифномалари.

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

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

2. Сезгирлик коэффициентлари - чиқиш катталиги қийматининг кириш катталиги қийматига нисбати:

3. Сезгирлик чегараси - чиқиш сигналини хосил киладиган кириш сигналнинг минимал қиймати.

4. Датчикнинг абсолют хатолиги - датчикнинг чиқиш сигналнинг ҳақиқий  $y$  ва унинг ҳисобланган  $y$  қийматларнинг фарқи, яъни

$$\Delta y = y_{ум} - y_{хак}$$

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

6. Датчикнинг динамик тавсифномаси - чиқиш сигналнинг вақт мобайнида узгарилишини курсатади.

Резистив датчиклар қизик ва бурчак ҳаракатларни қуч ва моментлар, тебраниш ва вибрациялар, ҳаракат ва ёруғлик каби ноэлектрик катталиқларни назорат қилиш ва улчаш жараёнларида қулланилади.

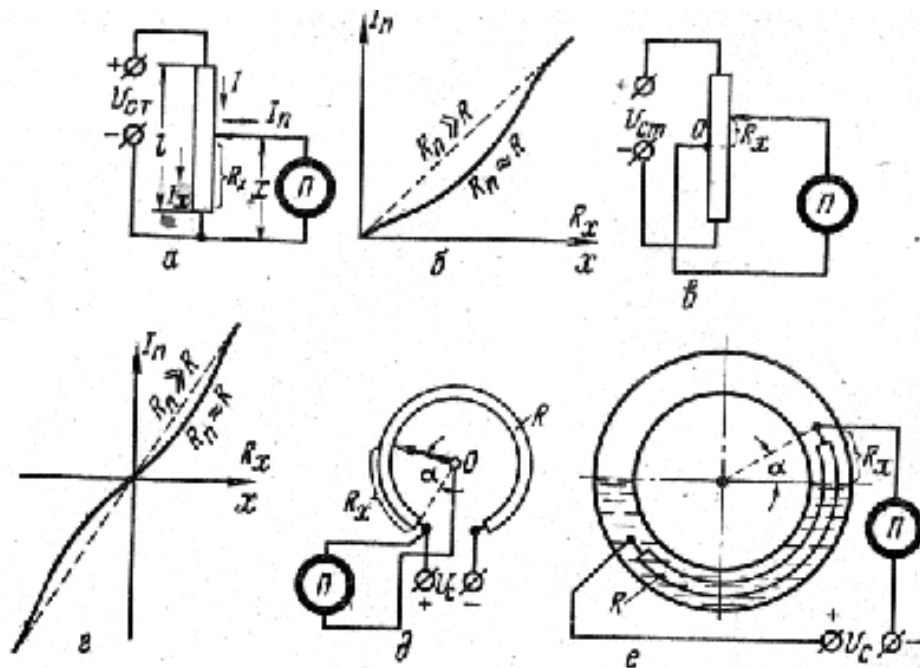
Резистив датчиклар гуруҳига **потенциометрик, қумир (контактли), тензометрик** каби датчиклар (фоторезистив, терморезистив) қиради. Бундай турдаги датчикларнинг иш принципи назорат қилинаётган катталиқнинг таъсирида унинг актив қаршилиги узгарилишига асосланган бўлади.

## 2.2. Потенциометрик датчиклар

**Потенциометрик датчикларда** назорат қилинаётган ҳаракат сезгир элементга узатилиб унинг қаршилиги ҳисобига узгарувчан ёки узгармас қучланишга айлантиради (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 қизиқликга яқинлаштириш 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 харакат йўналишига мувофиқлиги керак бўлса, унда ўрта нуқтали потенциометрдан фойдаланишади (2.2-расм, в). Унинг тавсифномаси расмда келтирилган (2.2.- расм, г).

Бурчак харакатларини назорат қилиш учун ҳалқасимон 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 хисобланади. 2.2, а- расмда кўрсатилган схема учун қуйидаги тенглама-ни тузса бўлади.

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

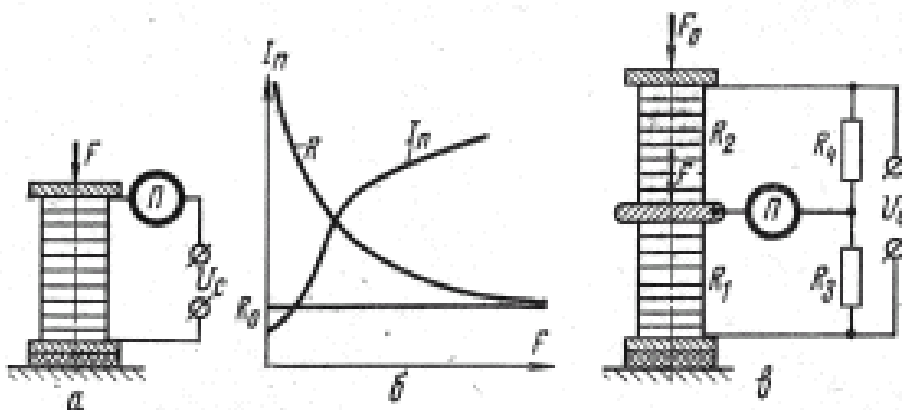
$$I = I_x + I_a. \quad U_{CT} = I(R - R_x) + I_a R_a.$$

Потенциометрик датчиклар юқори даражадаги аниқлик ва тавсифномалари ўзгармас, содда, кичик габаритлари ва арзонлиги билан ажралиб туради. Бундан ташқари, улардан фойдаланилаётганда қўшимча кучайтиригичларни ишлатишни хождати йўқ, чунки уларнинг чиқиш қуввати иккиламчи асбоблар учун етарлик. Лекин харакатланувчи контактнинг мавжудлиги уларнинг пухталлигини 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:

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

бу ерда,  $R_{\text{ўзг}} + R_0$  - 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: қаршиликнинг ностабиллиги, гистерезис, мавжудлиги ва тавсифномаси ночизиклиги. Оддий кўмир датчикнинг статик тавсифномасидан кўришиб турибдики (2.3,б-расм) ночизиклилик кичик кучлар чегарасига тўғри келади. Дифференциал датчикларнинг статик тавсифномаси эса чизиклиликка яқин.

#### 2.4. Тензометрик датчиклар

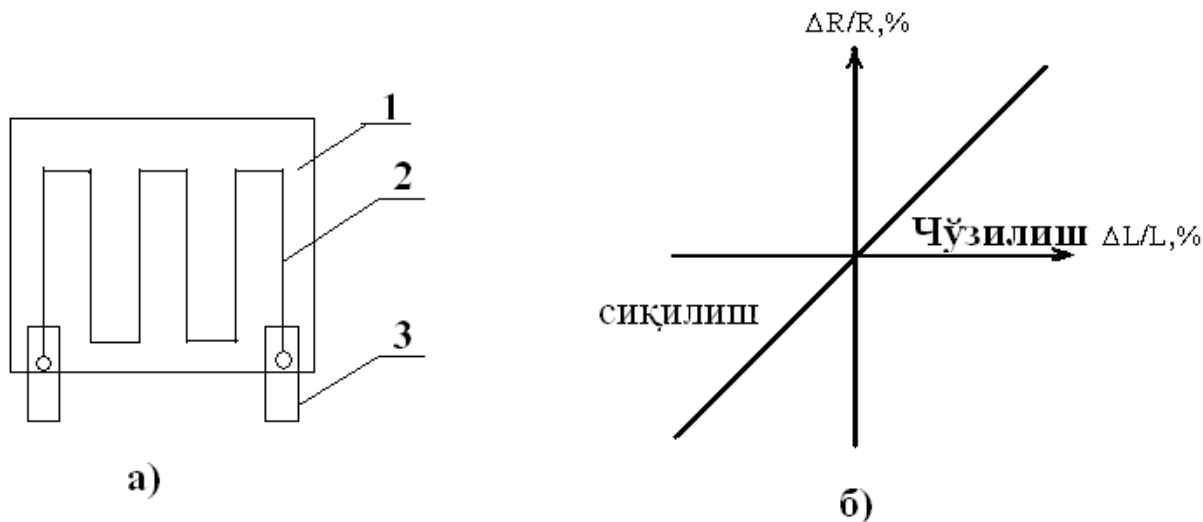
Тензометрик датчикларнинг иш принципи тензоэффект ходисасига асосланган булади, яъни эластик деформация таъсирида унинг қаршилиги узгаради. Тензодатчик маълум усулда уралган ва иккала томанидан махсус пленка епиштирилган юпка симдан иборат. Тензодатчик деформацияси назорат китли наётган деталга махсус елим билан пухта епиштирилади. Деталнинг деформацияси натижасида симнинг геометрик ўлчамлари узгарилиб қаршилиги узгаради. Тензометрик датчикларнинг тавсифномаси чизикли булади 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 солиштира;

E - эластиклик модули;



2.5-расм. Тензометрик датчикнинг тузилиши ва тавсифномаси

Тензодатчикларнинг афзалликлари: улар жуда содда, ихчам ва арзон. Камчиликлари: кичик сезгирлик, ўлчов натижалари хароратга 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 харакатларни ўлчайди ва уларни назорат қилади.

Оддий индуктив датчикнинг схемаси ва унинг статик тавсифномаси 2.6- расмда кўрсатилган. Датчикнинг кириш катталиги  $\delta$  ва бўшлиги бўлиб, чиқиш катталиги  $I_a$  иккиламчи асбобдаги ток бўлади.  $I_a$  киймати чўлғамнинг индуктив қаршилиги ҳамда ўлчов асбобининг актив қаршилигига боғлиқ. Чўлғамнинг индуктивлиги иккита  $\delta$  ва бўшлиғни ҳисобга олган ҳолда куйидаги тенглама орқали ифодаланади:

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

чиқишдаги ток эса

$$I_{y3z} = U / Z = U / \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \quad (4.61)$$

бу ерда:  $R=R_q+R_{y3z}$ - чулғамнинг ва ўлчов асбоби қаршилиқларининг йиғиндиси, Ом;

$\omega L$  - чулғамнинг индуктив қаршилиги, Ом;

$\omega$  - чулғамнинг урамлар сони;

$S$  - магнит ўтказгичнинг кесим юзаси, м<sup>2</sup>;

$\delta$  - ҳаво бўшлиғи, м.

Датчикнинг сезгирлиги куйидаги тенглама орқали ифодаланади:

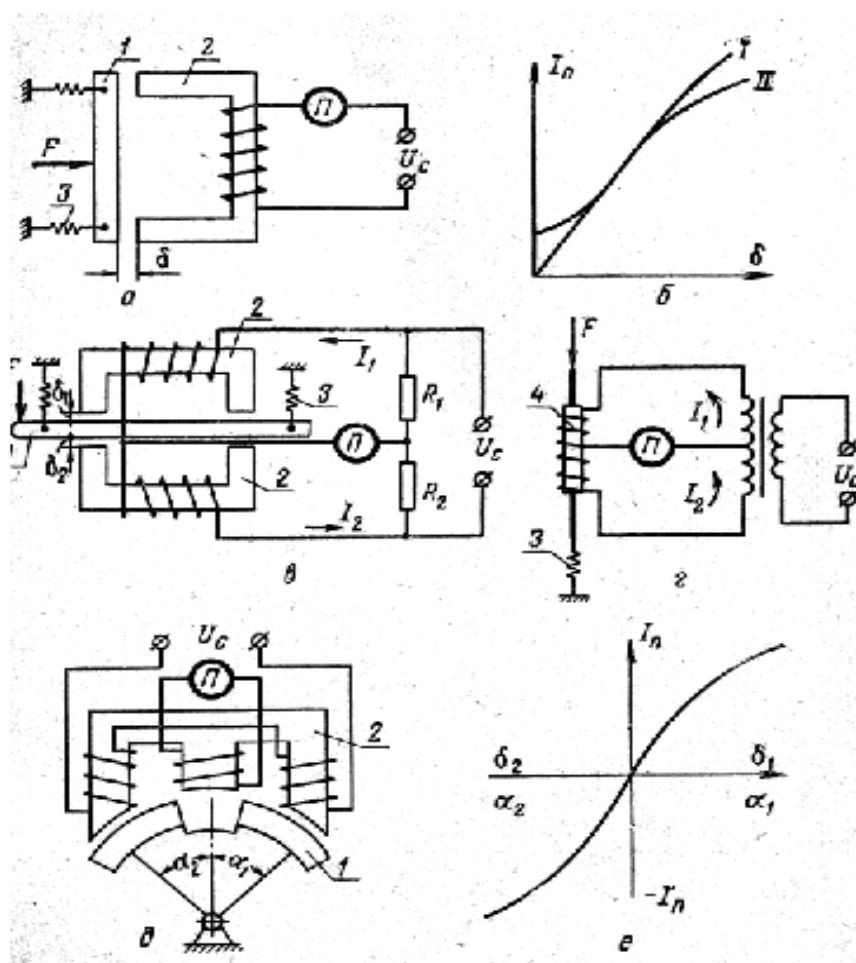
$$K_o = dI_{y3z} / d\delta = U \cdot 10^7 / 2\pi\omega^2 \omega S \quad (4.62)$$

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

Трансформатор датчикларда (2.6- расм) кириш сигнали плунжер ёки якорнинг харакати бўлиб, чиқиш сигнали эса  $I_1 - I_2$  тоқларнинг геометрик айирмаси бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида  $I_1 - I_2$ , демак ўлчов асбобида ток йўқлигини 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 харакатланиш йўналишига боғлиқ бўлади.

Трансформатор датчикнинг схемаси 2.6, д – расмда кўрсатилган. Бу ерда кириш катталиги бурчак харакати  $\alpha$  бўлиб, чиқиш катталиги эса иккиламчи асбобдаги ток бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида, яъни  $\alpha_1 = \alpha_2$  ўрта ўзақда 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 чулғамда ЭЮК ҳосил бўлиб, иккиламчи асбобдан ток оқиб ўта бошлайди.



2.6- расм. Индуктив ва трансформатор датчиклари ва уларнинг тавсифномалари

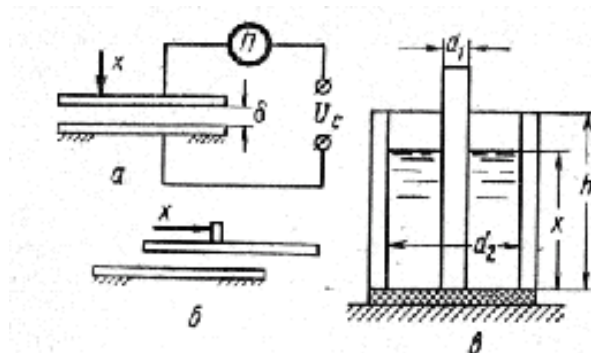
Трансформатор датчикларда (2.6, б - расм) кириш сигнали плунжер ёки якорнинг ҳаракати бўлиб, чиқиш сигнали эса  $I_1 - I_2$  тоқларнинг геометрик айирмаси бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида  $I_1 - I_2$ , демак улчов асбобида ток йуклигини билдиради. Якорнинг ҳолати узгарилиши билан чулгамларнинг индуктивлиги 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  $\alpha$  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 караб 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 куйидаги тенглама оркали ифодаланади:

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

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

$\epsilon$  - конденсаторнинг пластиналараро муфитининг диэлектрик сингдирувчанлиги;

$S$  - пластиналарнинг юзаси;

$\delta$  - пластиналараро масофа.

Оралик масофаси ўзгарувчан датчиклар (2.7,а-расм) 0,1...0,01мкм 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-

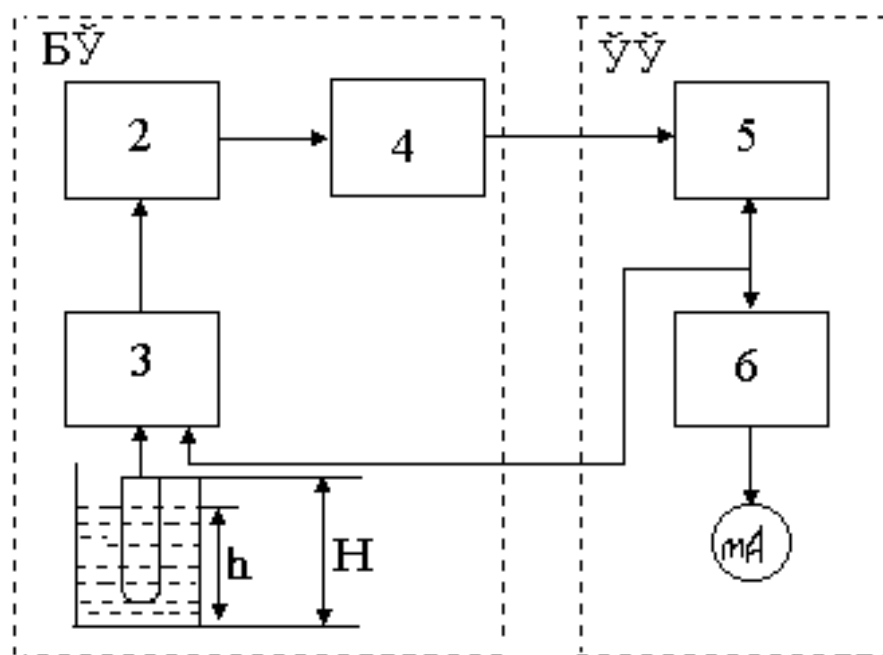
таликларини назорат қилишда қўлланилади. Ўлчаш аниқлигини ва сезгирлигини ошириш мақсадида сиғим датчиклари кўприксимон схемаларга уланади.

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 кўринишига 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 сигналини частотага айлантириб беради. Ушбу ўзгарткич билан лаборатория ишини бажараётганда танишиш мумкин. Сатҳ ўлчагич таркибига бирламчи ўзгарткич (БЎ) ва узатувчи ўлчов ўзгартгичи (ЎЎ) кирди. «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 маъёрга 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 чизикли 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 қурилма металл қисмларнинг сигимлари турлича таъсир қилиб, деталларнинг узаро жойлашишига боғлиқ.

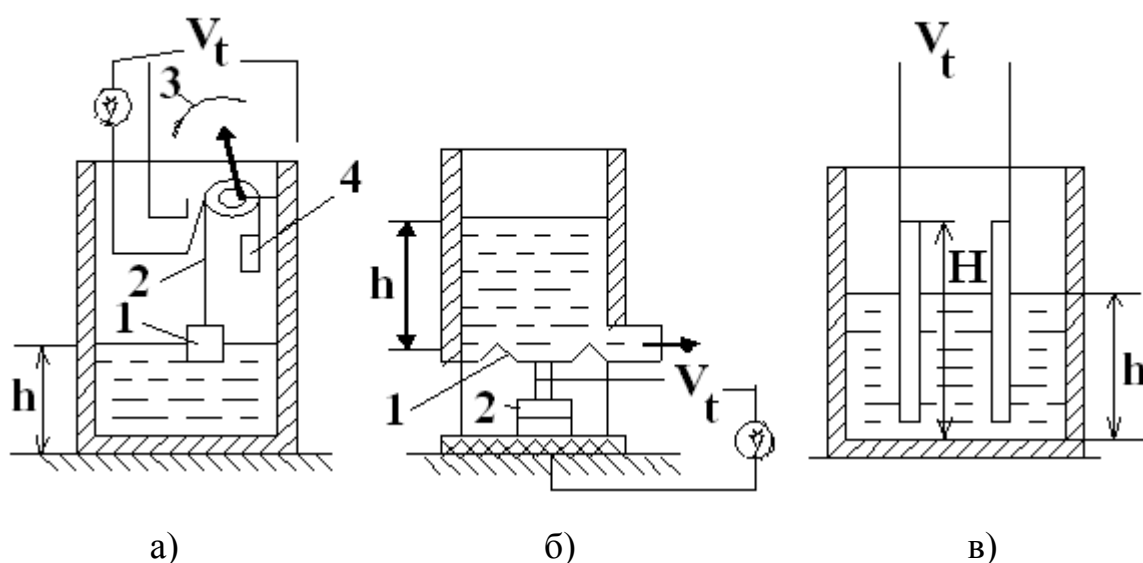


## 2.6. Сатх, босим ва бурчак тезлиги датчиклари

### 2.6.1. Сатх датчиклари ва уларнинг иш принциплари

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

**Калковичли датчиклар** суюқлик сатхи 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 сатхининг хар қандай ўзгариши сатх ўлчов бирлигига мосланган иккиламчи ўлчов асбобидаги (УА) кучланиш ўзгаришига пропорционал равишда таъсир қилади. Калковичли сатх датчиклари суюқлик сатхининг катта катта миқдорда ўзгаришларини ўлчаш учун хизмат қилади. Уларнинг асосий камчилиги калковичнинг харакатланиб туришидир.



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

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

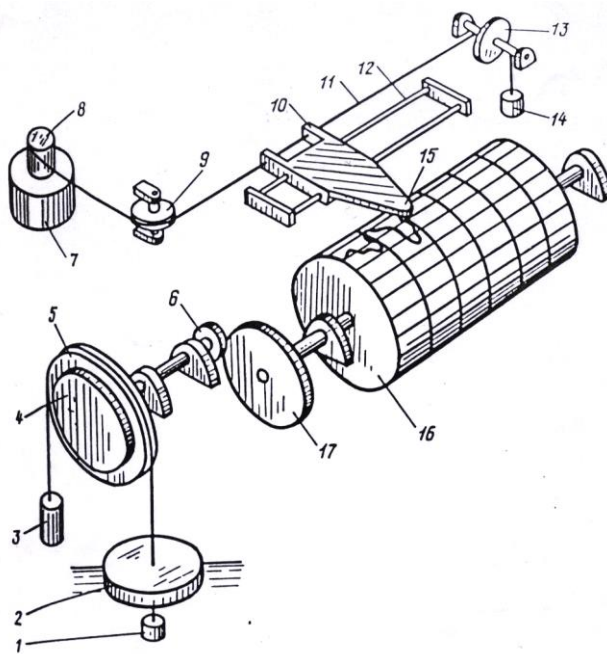
*Электродли датчиклар* суюқлик ичига тушириладиган бир ва бир неча электродлардан ташкил топган бўлади. Бундай турдаги датчикларда суюқлик сатхининг узгариши натижасида электродлар орасидаги мухитнинг актив ва сизим утказувчанлиги узгаради. Суюқлик мухитининг актив утказувчанлиги узгаришига асосланган электродли сатх датчигининг схемаси 2.9,в - расмда келтирилган.

Сувни сатхини назорат килишда электродли датчиклар – сатх узгаришларининг дискрет кийматларини аниқлашда кенг кулланади.

Сув электр токини яхши утказувчи мухит булганлиги учун белгиланган электродга етганда ёки ундан пастга тушганда сигнал пайдо бўлади ва сувнинг сатхи канчага узгарганини курсатади. Бундан ташқари сувнинг сатхи узгарганда унинг утказувчан катламининг баландлиги узгаради, бу эса унинг каршилигини узгаришига олиб келади, натижада сувнинг сатх узгаришини аниқлаш мумкин бўлади. Электродли датчиклар икки позицияли ростлаш тизимларида дискрет сатхларни белгилаш ҳамда мураккаб ростлагичларда стахни узгариш тезлигини аниқлаш учун кулланади.

*«Валдай» типидagi сатх датчиги.* Ушбу курилманинг кинематик схемаси 2.10– расмда келтирилган. Унинг таркибида 1-юк, 2 –пукак ва 3- карши юк булиб, улар 4 ёки бешинчи 5 пукак гилдиракларидан бирига осилган (уларнинг айланасининг узунлиги мос холда 300 ва 600 мм). Пукакли гилдирак (узатма нисбати 1:5) 6 ва 17 шестернялар оркали 16 барабани айлантиради. Бу барабанга диаграмма когози махкамланади (барабан айланаси узунлиги 300 мм). 15 перо 10 кареткага жойлаштирилган булиб у барабан укига параллел холда иккита йуналтирувчи стерженлар 12 оркали силжийди. 10- каретка оркали эгилувчан пулат сим 11 утган. Унинг бир тарафига 13-ролик оркали утказилган 14-юк илинган, иккинчи тарафи эса 9-ролик оркали утади ва у 7 соат механизми укига махкамланган.

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 килинаётган максимал сатх узгариши 600 см. 4 ва 5 пукак гилдираги ҳамда алмаштирилувчи 6 ва 17 шестернялар сувни сатхини 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  $\pm 3$  мм, 1:10 масштаб учун  $\pm 10$  мм ни ташкил этади.

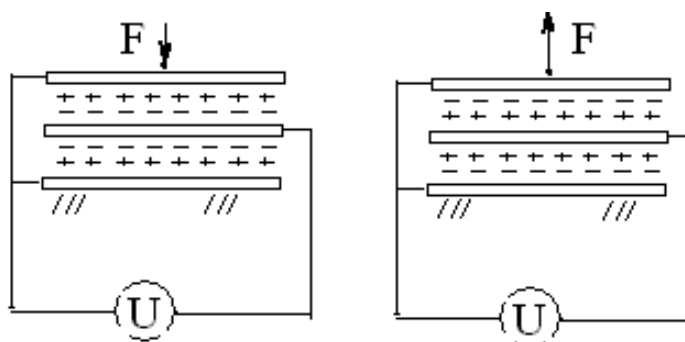


2.10-расм «Валдай» сатх улчагичининг схемаси

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 хосил 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 боғлиқ эмас, лекин  $+570^{\circ}\text{C}$  дан ошган температурада бу эффект нога тенг бўлиб қолади.



2.11-расм. Пьезоэлектрик датчикнинг схемаси

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

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

бу ерда  $C$  - датчикнинг умумий сизими

$F_x$  - механик босим

$a_0$  - пропорционаллик коэффициенти

Ушбу датчикнинг сезгирлиги:

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

## Булим буйича саволлар.

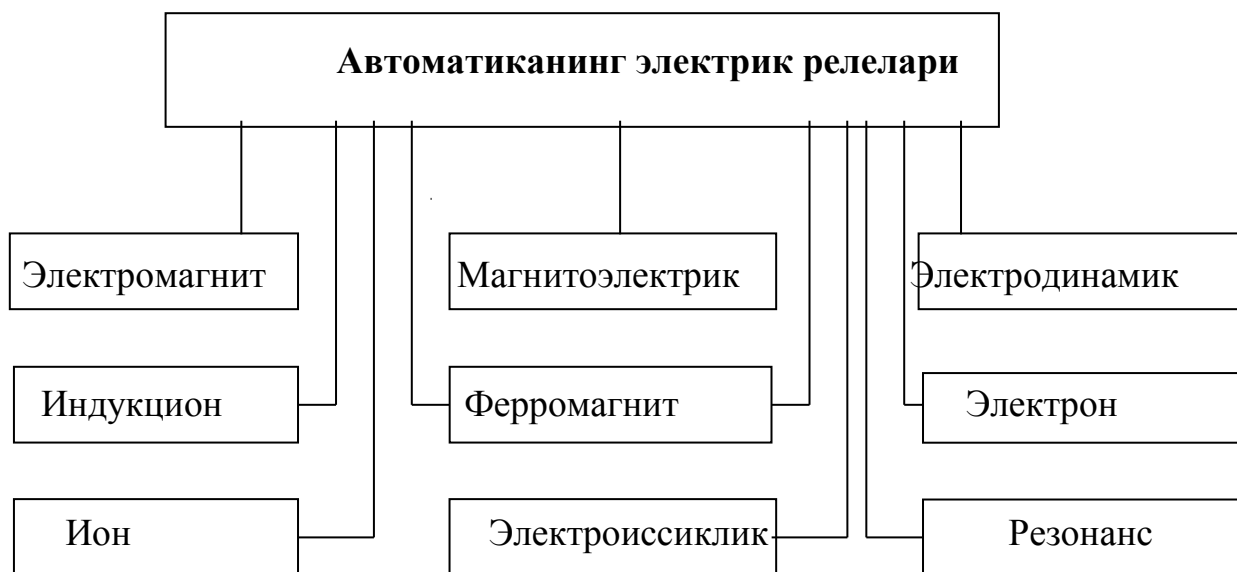
1. Автоматлаштирилган бошқарув тизимлари ва локал автоматлиштириш тизимлари ҳақида тушунча?
2. Ишлаб чиқаришни автоматлаштиришнинг қандай босқичлари мавжуд?
3. Автоматлаштирилган технологик комплекс қандай ҳосил қилинади?
4. Сув хўжалигида технологик жараёнларини автоматлаштириш хусусиятлари қандай?
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 буйича электрик релелар уз навбатида куйидаги турларга бўлинади (3.1-расм).



3.1-расм. Электрик релеларнинг туркумланиши.

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

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

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

**Индукцион** реленинг иш принципи реленинг чулгами хосил киладиган узгарувчан магнит окуми ва харакатланувчан дискда хосил буладиган ток узаро таъсирга асосланган.

**Ферромагнит** релелар магнит катталиклари (магнит окуми, 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 харорат узгариши таъсирида ишлайди. Уларнинг иш принципи юкорида куриб чикилган 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 холатига кайтиши учун зарур булган кириш катталигининг энг катта киймати -  $X_{к.ю.}$

3. Кайтиш 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:

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

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

6. Кучайтириш коэффиценти - контактлардаги кувватнинг кириш сигналидаги кувватга нисбати

$$K_{к} = \frac{P_{конт}}{P_{иш}}$$

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 булади. Ток эса ишга тушиш токи қийматигача усади. Силжиш вақти мобайнида реленинг ҳаракатланувчи қисмлари бир тургун ҳолатдан иккинчи тургун ҳолатга утишади. 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.

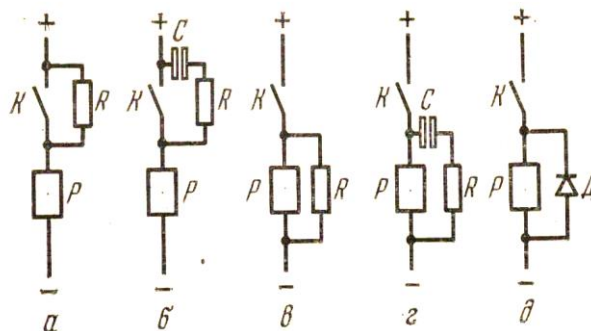
**Реле контактларининг эксплуатацион курсаткичлари.** Релеларнинг пухталиги ва контактларининг коммутацион хусусиятлари асосан контактларга боғлиқ. Релеларнинг контактлари куйидаги эксплуатацион курсаткичлар билан тавсифланади.

**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 энгиллаштириш 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 сигими эса  $C = 0,5 - 2,0$  мкф.



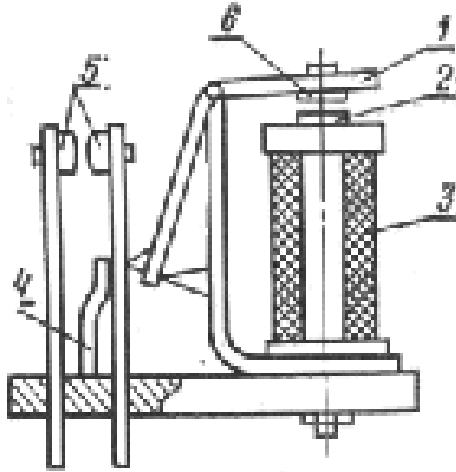
3.2.-расм. Реле контактларини (а, б) ва чулгамларини (в, г,д) учкундан саклаш учун шунтлаш.

### 3.2. Электромагнитли релелар

Уларнинг иш принципи 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 содалаги 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  $1 \cdot 10^{-1} \dots \cdot 10^{-3}$  Ом).



3.3-расм. Электромагнитли реленинг тузилиш схемаси.

3.3-расмда келтирилган электромагнитли реле чулгамидаги (3) кучланиш таъсирида хосил булган магнит майдони харакатланувчи якорни (1) кузгалмас узакка (2) тортади. Якорнинг харакати натижасида контактлар (5) уланади. Кучланиш ажратилса пружина (4) таъсирида контактлар эски холатига кайтади. Колдик магнит окуми таъсирида якорни тез ажратиш максасида узакка номагнитли материалдан ясалган штифт котирилади. Релеларнинг тугри ва пухта иши уларнинг тортиш ва механик тавсифномаларининг узаро мосланганлигига боглик.

### Булим буйича саволлар.

1. Релелар автоматика тизимлари кандай вазифани бажаради?
2. Релеларнинг таркиби иш принципи хакида тушунча беринг?
3. Релеларнинг кандай турлари мавжуд?
4. Релеларнинг кандай асосий кўрсатгичлари мавжуд?
5. Релеларнинг кандай эксплуатацион кўрсатгичларини биласиз?
6. Электромагнитли релеларнинг тузилиши ва иш принципи кандай?

## 4. Мантикий элементлари

Халк хужалигининг ҳамма тармоқларида меҳнат унумдорлиги билан мос равишда автоматлаштириш даражасининг усиши электр қурилмалари схемаларининг мураккаблашувиға 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 хоказо. Шунингдек ташқи омиллар, яъни хароратнинг қутарилиши, қанг, агрессив муҳит таъсири металл нарсаларнинг оксидланишиға, электр уланишнинг бузилишиға олиб келади ва у ишлаётганда шовқин ва тебранишлар таркатади. Улар қатта ҳажмға ва инерционликка эга. Замонавий электроникада реле қурилмалари урниға уларнинг вазифасини тула бажара оладиган контактсиз элементлар қулланилмоқда. Мантик алгебраси фикрлар орасидаги турли мантикий боғланишларни урганади ва фақат иккита қиймат ҳақикий “1” ва сохта “0” билан иш қуради. Мантик алгебрасида учта асосий мантикий функция бор: мантикий қупайтирув, яъни қонъюнкция “ВА”, мантилий қушув, яъни дизъюнкция “ЁКИ”, мантикий инқор “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 қийматға 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 шунини назарда тутиш қеракки, 0 ва 1 рақамлари миқдорий нисбатни аңлатмайди 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 функцияға 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 ишончилиликка 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 буйича муустахкамлиги ва функционал вазифалари буйича. Шунинг учун дискрет автоматика ва телемеханика тизимларида қулланувчи «Логика - И» серияли бошқарув элементлари ишлаб чиқилди.

Ҳозирги кунда бу элементлар автоматлаштириш схемаларида кенг қулланиляпти. 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 буйича унификацияланган булиб, уларни урнатиш, созлаш ва фойдаланишни енгиллаштиради.

Мантикий элементларнинг кириш қисмига датчиклардан олинадиган сигналлар узатилиб чиқиш қисмига электромеханик қурилмалар ва бошқа ижро элементлари уланади.

Мураккаб автоматлаштириш 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 оралик ва ижро элементларининг белгиланган кетма-кетлиги мавжуд.

Дискрет схемаларнинг аналитик ифодасини ёзишда қуйидаги белгилардан фойдаланилади:

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

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

$\bar{a}, \bar{b}, \dots, \bar{x}, \bar{y}, \dots$  - 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  $ab + c = (a + c)(b + c)$

г) инверция конуни

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

-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 конуни ва таркатувчи конун одатдаги алгебра қонунларидан фарқ қилади.

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

$$\begin{array}{lll} a \overline{a} = 0 & a + \overline{a} = 1 & a \cdot 1 = a \\ a + 1 = 1 & a \cdot 0 = 0 & a + 0 = a \\ a \cdot a \cdot a = a & a + a + a = a & a + a \overline{b} = a(1 + \overline{b}) = a \\ a(a + \overline{b}) = a & a + \overline{a \cdot b} = a + \overline{b} & \overline{a} + \overline{a \cdot b} = \overline{a} + \overline{b} \end{array}$$

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 туттади. Элементар функцияларни қўллаш натижасида ихтиёрий ўзгарувчили функцияни топиш мумкин. Шунинг учун мантиқ алгебраси битта ва иккита ўзгарувчили мантиқий функциядан фойдаланишга асосланган.

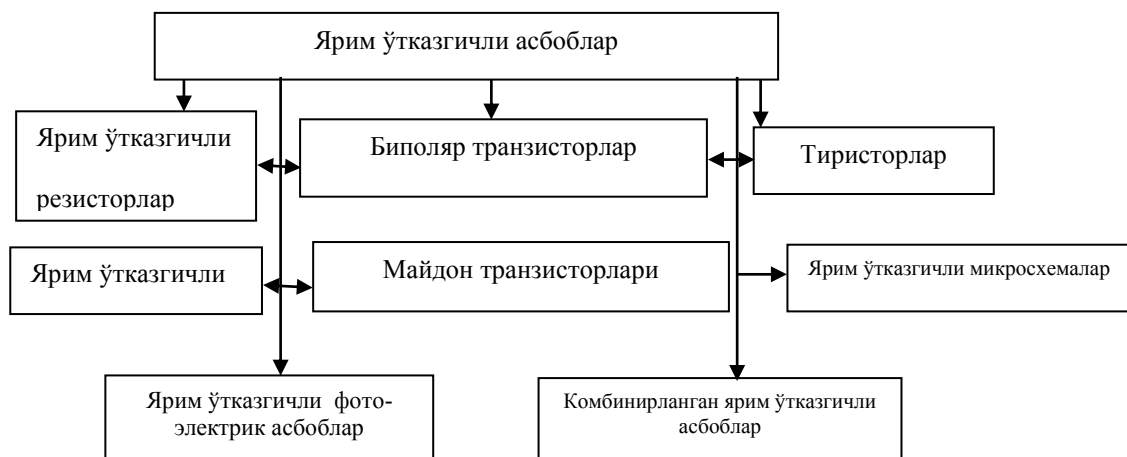
### Булим буйича саволлар

1. Мантиқий элементлар ҳақида тушунча беринг.
2. Мантиқ алгебрасини қандай тушунасиз?
3. Бир тактли ва кўп тактли схемалар ҳақида тушунча беринг.
4. Қандай мантиқий 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 кўшимчали ярим ўтказгич қўлланилади. Қаршиликлар кўшилмалар 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 тоқининг зичлиги ва электр майдон кучланганлигига боғлиқ эмас. Шунинг учун чизикли ярим

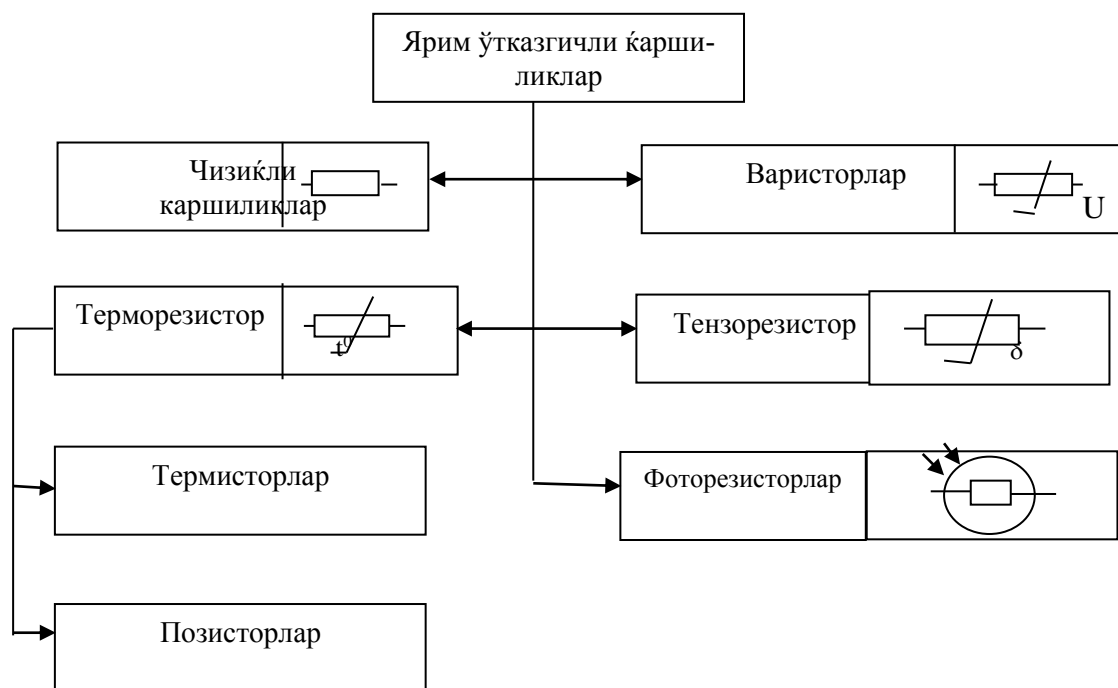
ўтказгичларнинг қаршилиги кучланиш ва тоқларнинг катта диапазоида ўзгармас бўлади. Улар интеграл микросхемаларда кенг қўлланилади.

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

Варисторларни яшадда асосан карбид ва кремний элементлари қўлланилади. Парашокли кристалл карбит кремнийли кум билан аралаштириб прессланади ва юкори ҳароратда куйдирилади (киздирилади), электродлар сепилади. Ташки таъсирлардан ҳимоялаш учун варисторлар электроизоляция лаки билан копланди.

Тензорезистор – ярим ўтказгичли резистор бўлиб, унда электр қаршиликни 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 камайди.

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

Термистор – ҳарорат ортиши билан қаришилиги 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**

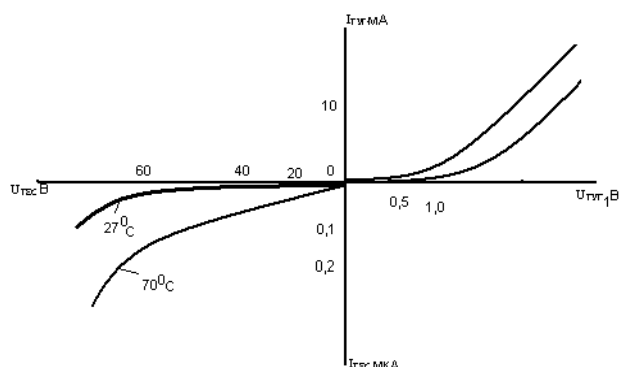
Ярим ўтказгичли диодлар деб, битта p-n ўтишга ва иккита чиқишига эга бўлган ярим ўтказгичли асбобга айтилади. Барча ярим ўтказгичли диодлар иккита синфга бўлинади: нуқтали ва ясси диодлар.

Нуқтали диодда германий ёки кремнийнинг пластинкали электр ўтказувчанлиги қўлланилади. Унинг қалинлиги 0,1-0,6 мм ва юзаси эса 0,5-1,5 мм<sup>2</sup> гача бўлади.

Нуқтали диод юқори частотали тоқларни тўғрилашда қўлланилади. Бошқа ҳамма соҳада нуқтали диодлар ўрнига ясси диодлар ишлатилади, чунки буларнинг конструкцияси мустаҳкам, кўрсатгичлари юқори, ишлаши ишончли. Бу диодларда ўтказувчанлиги турлича бўлган ярим ўтказгичлардан p-n ўтиш ҳосил қилинади. Ясси диодларнинг ўтиш майдони ярим ўтказгичларнинг турига қараб 0,01мм<sup>2</sup> дан (микроюзали ясси диодлар) 10 см<sup>2</sup> гача (куч диодлари) бўлади.



Нуктали диоднинг ҳар хил ҳароратлардаги Вольт-Ампер тавсифномаси (ВАТ) куйида келтирилган:



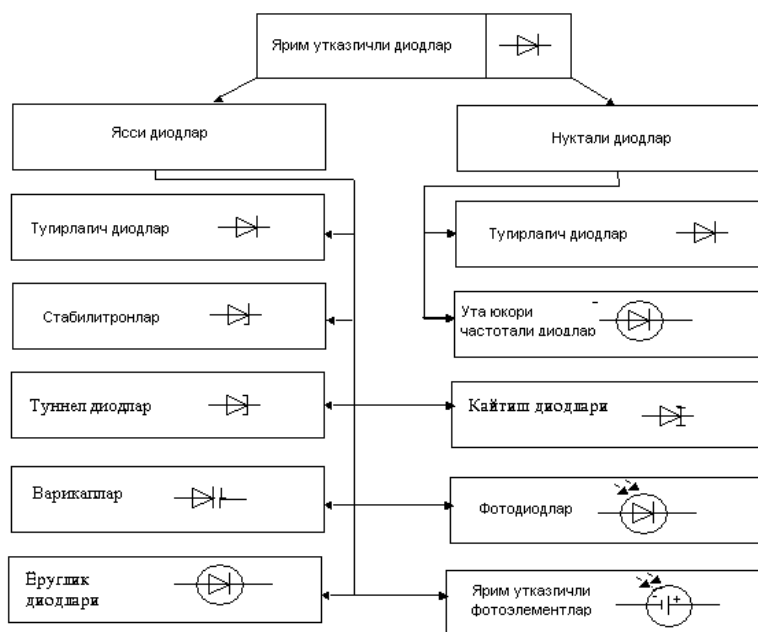
5.3-расм. Ярим ўтказгичли диодларнинг тавсифномалари.

Нуктали 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 ўтамиз.

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

Диодларнинг классификацияси ва шартли белгилари куйида 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/мм<sup>2</sup> гача ортиб кетади ва ярим ўтказгичли диодларда ҳарорат ортиб кетиши кузатилади.

Иш қобилиятини сақлаб туриш учун германийли диоднинг ҳарорати 85<sup>0</sup>С дан, кремнийли диодларники эса 150<sup>0</sup>С 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  $I_{ўртача}$  тўғриланган диоддан оқиб ўтувчи тўғриланган доимий токнинг бирор давридаги ўртача қиймати (100 мА-10 А).

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

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

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

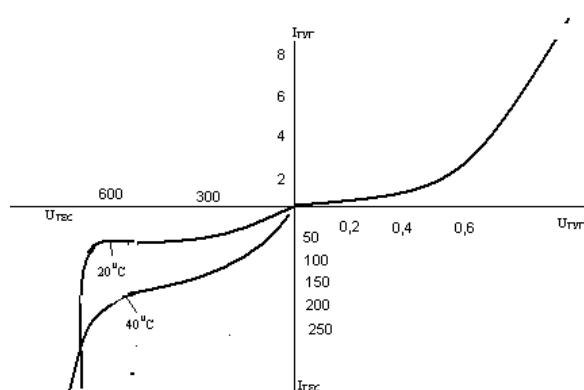
Катта қувватли диодларни тўғри ток билан қизишини олдини олиш мақсадида уларни совутиш учун махсус чоралар кўрилади: диодларни радиаторларга монтаж қилиш, ҳаво билан совутиш ва бошқалар.

Агар диодга бир неча 10 В тўғри кучланиш берилса, жуда катта тўғри ток ҳосил бўлади ва диод бир неча секундлар ичида 800-1000<sup>0</sup>С 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 юкломани 0,1 секундгача бериш мумкин.

## Тўғрилагич диодларнинг катталик қийматлари

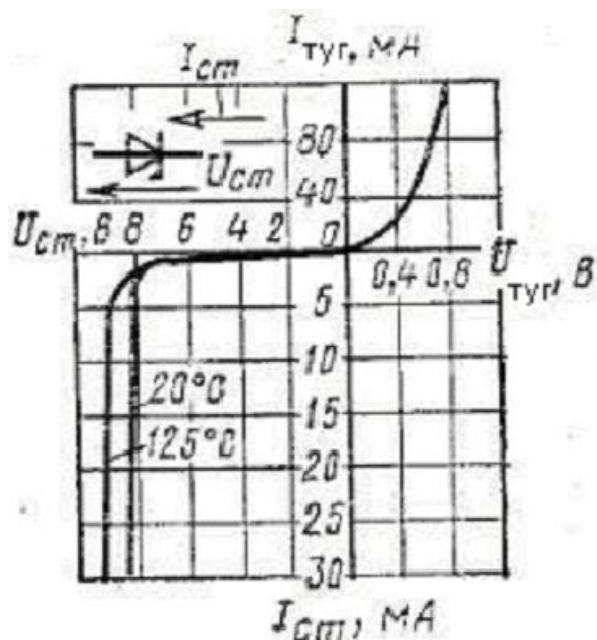
Диод тури	Катталиклари			
	Максимал рухсат этилган тўғри ток $I_{\text{тўғ макс}}$ , А	Максимал рухсат этилган тескари кучланиш, $U_{\text{тес.мах}}$ , В	$I_{\text{тес.}}$ , мкА	Электродлар орасидаги сиғим, пФ
Нуктали диод	0,01-0,1	25-150	0,1-100	0,5-1,0
Кичик қувватли тўғрилагичли диод	0,1-1,0	200-1000	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 қийматдаги 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 қийматларидан ошмаган тескари кучланишда мустаҳкам ишлаши мумкин. Бу қийматдан 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  $R_T = dU_{ст}/dI_{ст}$ ; минимал стабиллаш токи  $I_{ст.min}$ ; максимал стабиллаш токи  $I_{ст.max}$ ; стабиллаш қисмидаги кучланишнинг ҳарорат коэффиценти

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

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

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

Доимий кучланишни 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.

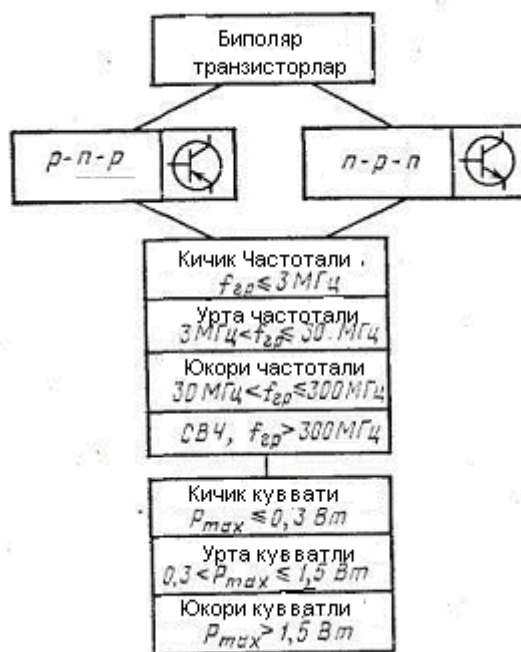
$$U_{ст} = U_{ст1} + U_{ст2} + U_{ст3} + \dots + U_{ст.n} \quad (4.3)$$

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

### 5.3. Биполяр транзисторлар

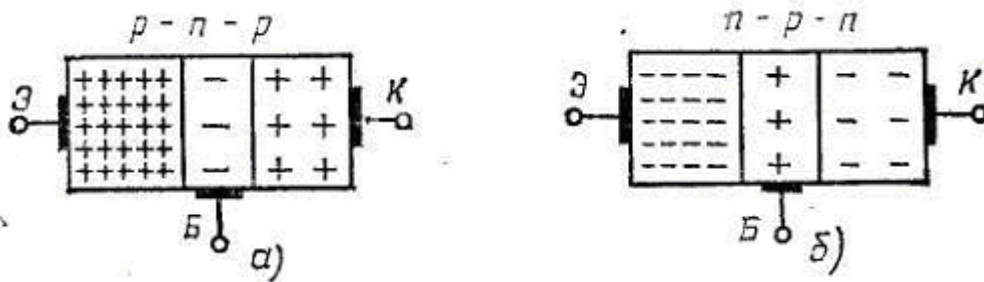
Биполяр транзисторлар деб, кувват кучайтирувчи учта электр ўтказувчи зонасига эга бўлган электр ўтказувчи асбобга айтилади.

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



5.7 - расм. Биполяр транзисторларнинг классификацияси ва шартли белгиланиши

Транзисторларни тайёрлашда германийли ва кремнийли ўтказувчи элементдан кўпроқ фойдаланилади.



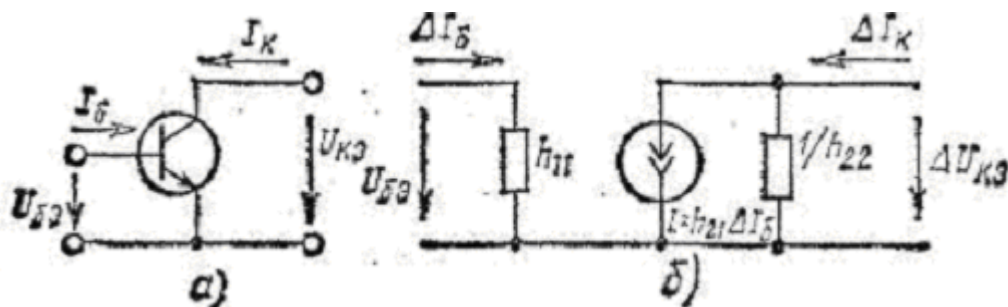
5.8- расм. *p-n-p* (а) ва *n-p-n* (б) типли биполяр транзисторларнинг структураси

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 юпка *p*-типидаги ярим ўтказгичдан тайёрланганлиги сабабли коваклар концентрация-

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

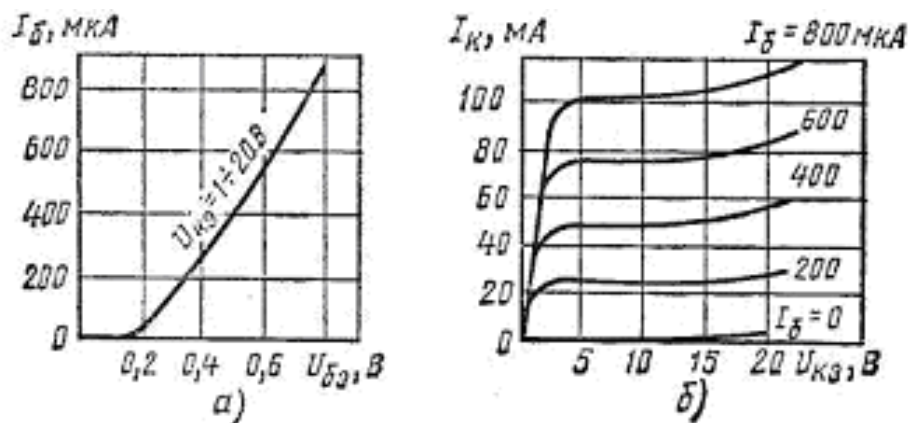
$$\alpha = \left. \frac{\partial I_k}{\partial I_{\text{э}}} \right|_{U_{\text{кб}} = \text{const}} \approx \left( \frac{\Delta I_k}{\Delta I_{\text{э}}} \right)_{U_{\text{кб}} = \text{const}} \quad (4.6)$$

Ток ўтказиш коэффициентини 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 коллетор занжирлари учун умумий ҳисобланади. Бундай схемада биполяр транзистор уланишини умумий базали схемаси дейилади. Бунда эмиттер занжири кириш, коллетор 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.



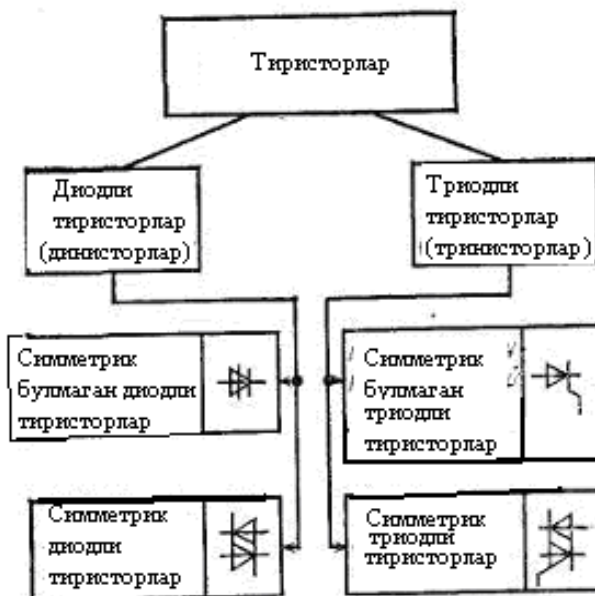
5.10 - расм. Биполяр транзисторнинг ВАТси

Бундай схема учун кириш контури база эмиттери орқали ўтади ва унда база тоқи 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

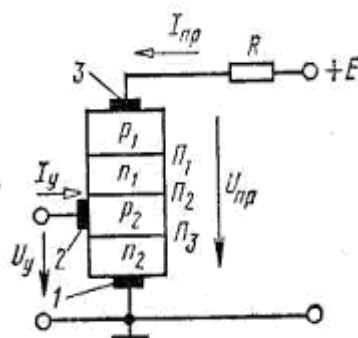
Тиристор деб, ВАТси манфий дифференциал қаршиликли қисмига эга бўлган ва қайта қўшишда қўлланувчи учта (ёки ундан кўп) p-n ўтишли ярим ўтказгичли асбобга айтилади. Уни тайёрлашда асосан кремний элементи қўлланилади. Тиристорлар классификацияси ва шартли белгилари қуйидаги 5.11-расмда келтирилган:



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.



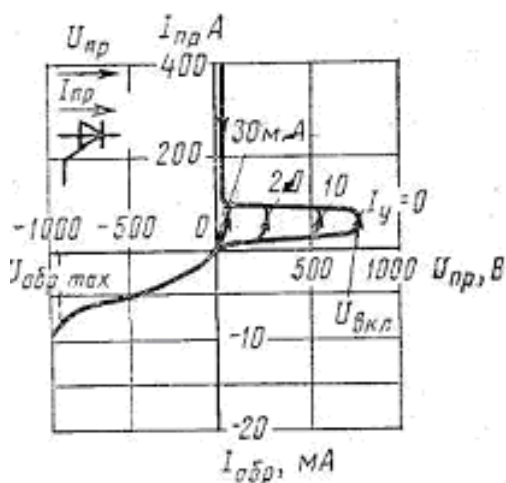
5.12-расм. Триодли тиристорнинг структураси.



Манба кучланиши тиристорга шундай тартибда бериладикки, 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 шаҳоби 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 кўшиш 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:

биполяри транзисторлар – Т

майдон транзисторлар – П

туғирлагич диодлар – Д

туғирлагич усутнлари ва блоклар – Ш

ўта юқори 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 харфлари – Технологик турларнинг параметрик гуруҳларга бўлинишини курсатади, масалан, тескари кучланиш, ток узатиш коэффициентлари буйича ва х.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 инфракизил нурлар қиради.

Фотоэлектрон асбобларни ишлаши фотоэффект ходисасига асосланган. Икки хил фотоэффект ходисаси 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.

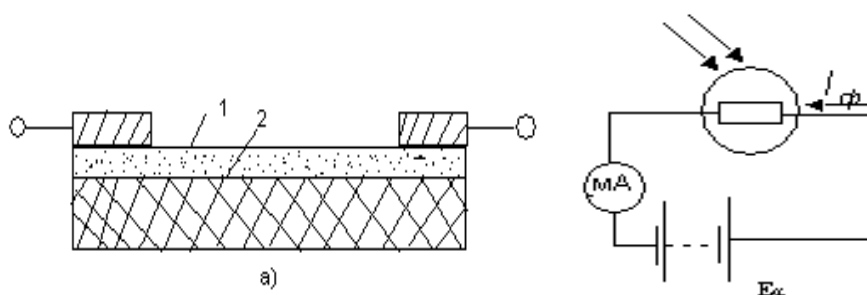
Ички фотоэффект бир жинсли ярим ўтказгичларда электр ўтказувчанлик ўзгариши ва бир жинсли бўлмаган ярим ўтказгичларда электр юритувчи куч

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

Ташқи фоттоэффeкт – фотоелектрон эмиссия бўлиб, яъни нурланиш таъсирида электронларни элемент ташқарисига чиқишидир. Фотоелектрон эмиссия катта ёки кичик миқдорда барча элементларда содир бўлиши мумкин. Ташқи фоттоэффeкт вакуум ва газ зарядли фотоелектронларда, ҳамда фотоелектрон 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 булиб, 1-плёнка ёки пластик ва 2-диэлектрик материалдан ясалган.



5.14- расм. Фоторезисторнинг тузилиши ва улаиш схемаси.

Фоторезисторнинг асосий катталиклари унинг сезгирлиги, коронгулик қаршилиги ва ишчи кучланиши хисобланади.

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

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

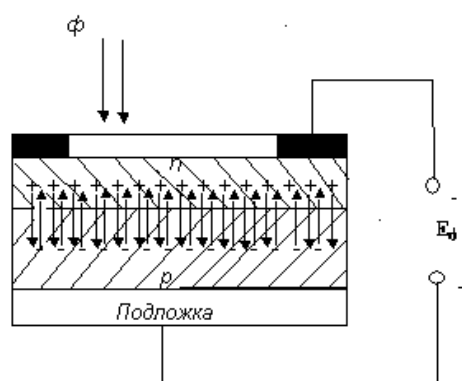
Коронгулик қаршилиги – ёритилмаган фоторезисторларнинг қаршилиги қийматига тенг диапазонга эга:  $R_k = 10^2 \div 10^9$  Ом;

Ишчи кучланиши 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.

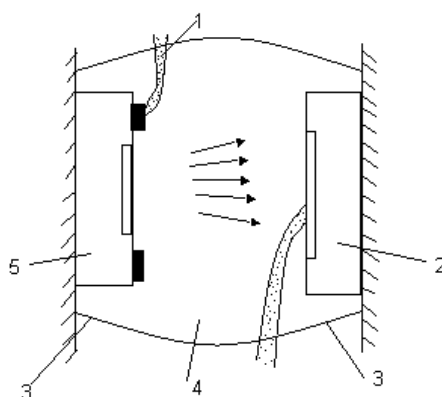
**Фотодиод** ярим ўтказгичли фотоэлемент асбоб бўлиб, битта электронковакли ўтишга ва иккита чиқишга эгадир. Фотодиодлар икки хил режимда ишлаши мумкин: 1) ташқи электр энергия манбаисиз (фотогенератор режимида); 2) ташқи электр энергия манбаи ёрдамида (фотоўзгартгич режимида)



5.15- расм. Фотодиоднинг тузилиши

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

Кўп тарқалган оптоэлектрон асбоблардан бири оптрондир. Оптрон нурлаиш 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.

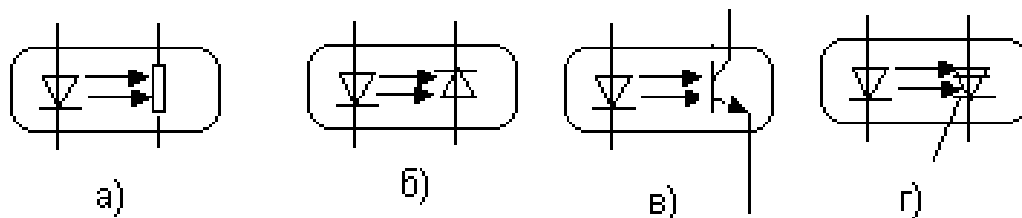
1- чиқишлар; 2 - фотоқабулқилгич; 3-корпус; 4-оптик муһит; 5-светодиод

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 материални 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 хисоблаш техникасида, автоматикада, назорат-ўлчов ускуналаридакенг кўлланилади.

### **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 кўллаш 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/см<sup>3</sup> га ва интеграция даражасига етади. Алоҳида 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 типига кичикроқ – 150 э/см<sup>3</sup> 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.



Чизикли – 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,  $R_{чик} < 1000$  Ом,  $f_B = 20$  мГц

Логик (мантикий) ИМС лар биргина кириш ва чиқишга эга бўлган ускуна кўринишидадир. 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 10000-50000 эл/см<sup>3</sup> га етади. Уларнинг аҳамиятли томони кам энергия сарф қилишидадир. КИМС лар ҳам 100-200 мВт дан ошмаган қувватни сарф қилади, шундай микросхемалар борки, улар манбадан 10-100 мкВт қуваат қабул қилади. Бу эса электр энергиясини иқтисодига олиб келади.

### **Булгим буйича саволлар**

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

### **7. Кучайтиргичлар**

Автоматик бошқариш системалари, радиотехника, радиолокация ва бошка 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.

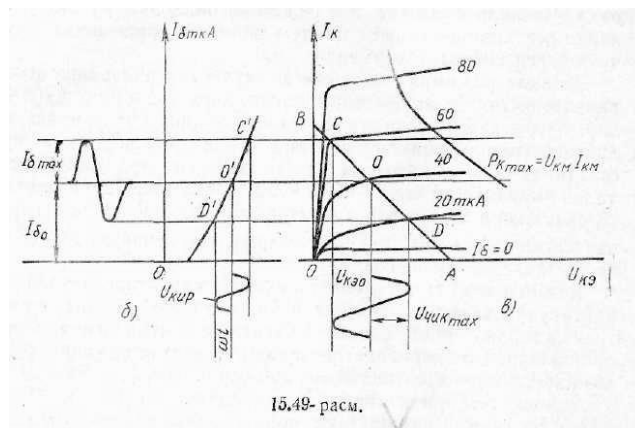
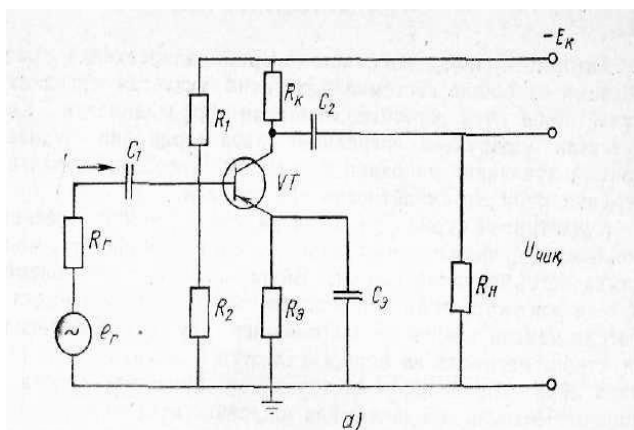
Кучайтиргич қурилмаси кучайтирувчи элемент, резистор, конденсатор, чиқиш занжиридаги доимий кучланиш манбаи ҳамда истеъмолчидан иборат. Битта кучайтирувчи элементи бўлган занжир каскад деб аталади. Кучайтирувчи

элемент сифатида қандай элемент ишлатишига қараб кучайтиргичлар электрон, магнитли ва бошқа хилларга бўлинади. Иш режимига кўра 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 коэффицентининг модули частотага қандай боғлиқлигини кўрсатади. АЧХ сига кўра 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 ( $U_{кир}$ ) 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 токнинг чиқиш кучланишига таъсири қанча катта бўлса, (яъни  $R_{и}$  катта), кучайтириш шунча кучлироқ бўлади.

7.1- расмда умумий эммитерли (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  $K_{и} \leq 1$ .



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

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

Чиқишдаги кучланишнинг қиймати катта бўлиши талаб этилганда, мазкур каскаддан фойдаланилади. Кўпинча, умумий эмитерли (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  $R_r$  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 биргалликда манба кучланишининг мусбат кутби 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 коэффициенти 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 ( $U_{\text{кир}}=U_{\text{кир max}}\sin\omega t$ ) конденсатор  $C$  орқали база-эмиттер 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 ( $R_{\text{и}}$ ) 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 милливольтни 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 чизик  $U_{\text{кэ}}=E_k$ ,  $I_k=0$  ва  $U_{\text{кэ}}=0$ ,  $I_k=E_{\text{и}}/R_{\text{и}}$  координатали А ва В нуқталардан ўтади. АВ чизик  $I_{\text{k max}}$ ,  $U_{\text{кэ max}}$  ва  $P_k=U_{\text{k max}}*I_{\text{k max}}$  билан чегараланган соҳанинг чап томонида жойлашиши керак. АВ чизик чиқиш характеристикасини кесиб ўтадиган қисмда иш участкасини танлайди. Иш участкасида сигнал энг кам бўзилишлар билан кучайтирилиши керак. Нагрузка чизиғининг С ва D нуқталар билан чегараланган қисми бу шартга жавоб беради. Иш нуқтаси 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 ( $I_{\text{к0}}$ ) ва кучланиши ( $U_{\text{кэ0}}$ ) О нуқтанинг проекциялари билан аниқланади. Шунингдек, О нуқта бошланғич ток  $I_{\text{б0}}$  ва кириш характеристикасида О иш нуқтасини аниқлаб беради. Чиқиш характеристикасидаги С ва D нуқталарида кириш характеристикасидаги С' ва D' нуқта-

лари мос келади. Бу нукталар 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 қаршилик  $R_{\text{н}} \gg R_{\text{кир}}$  бўлгани учун схеманинг чиқишдаги кучланиш кириш кучланишидан анча каттадир. Кучайтиргичнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициенти  $K_{\text{и}}$  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 коэффициенти

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

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

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

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 диапазоли 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  $\gamma$  юқори частоталар гармоникаси ўрта квадратик йиғиндисининг чиқиш кучланишининг биринчи гармоникасига нисбатидир:

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

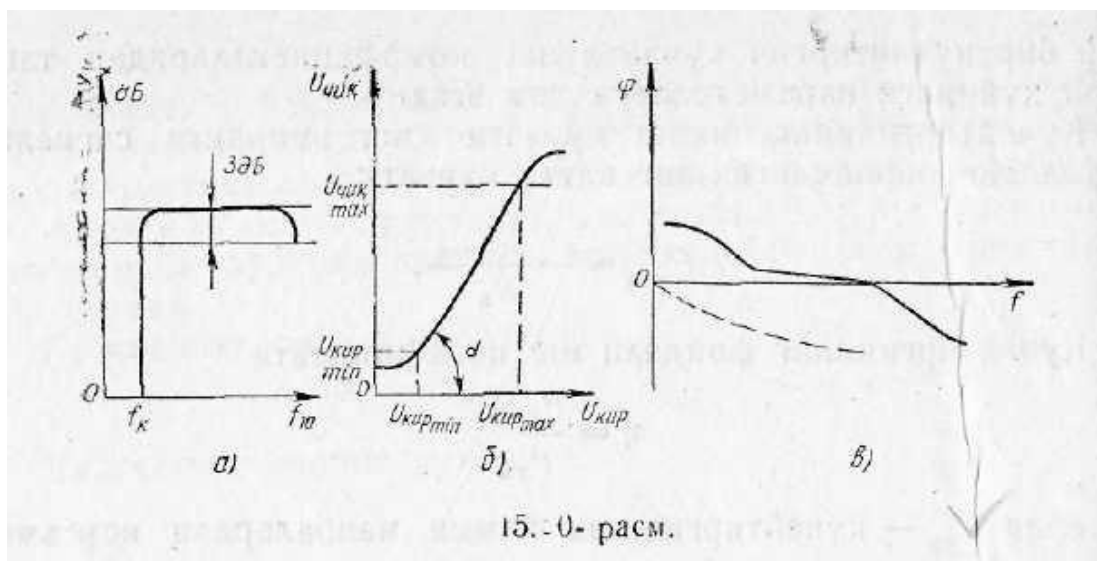
Сифатли кучайтиргичлар учун  $\gamma \leq 4\%$ , телефон алоқаси учун  $\gamma \leq 15\%$ .

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 курсатади ( $U_{\text{чик}} = f(U_{\text{кир}})$ ). 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 кўрилади (7.2-расм, б).

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



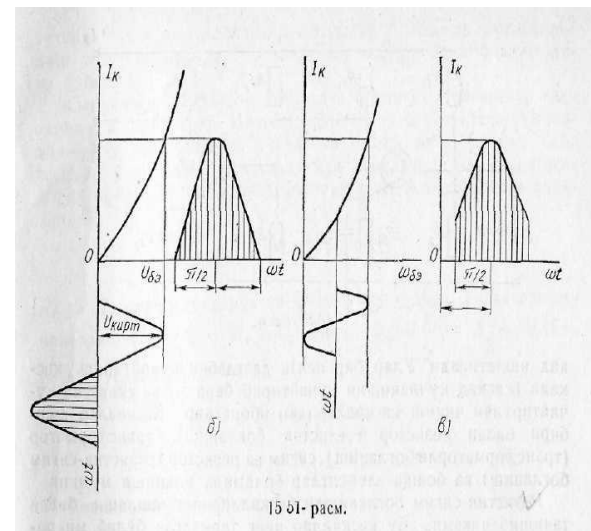
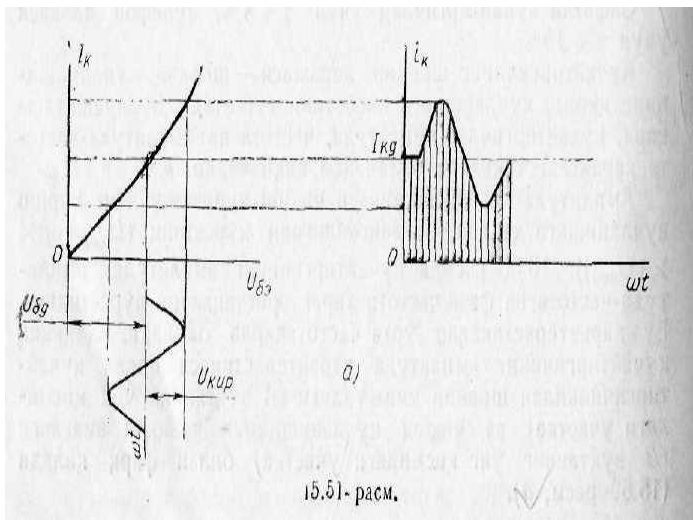
7.2– расм. Кучайтиргичнинг фаза-частота характеристикаси

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 сигналнинг 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 занжирдан 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-расм. Кучайтиргичнинг иш режимларига оид графиклар

АВ 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 харакатга келтирувчи мосламага айтилади. Ростловчи органни вазифасини дросселлар, тўсқичлар, клапанлар, шиберлар бажаради.

Ижро механизмларининг асосий курсаткичлари: чиқиш валидаги айланиш моментининг номинал киймати ёки чиқувчи штокдаги таъсир этувчи куч; айлантурувчи момент ёки кучларнинг максимал киймати; 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 холат 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 куйидаги асосий белгиларига кўра синфларга ажратиш мумкин: фойдаланилган энергия турига кўра, чиқувчи органнинг харакат характерига кўра; фойдаланилган юритма турига кўра ҳамда чиқувчи органнинг харакатланиш тезлигига кўра.

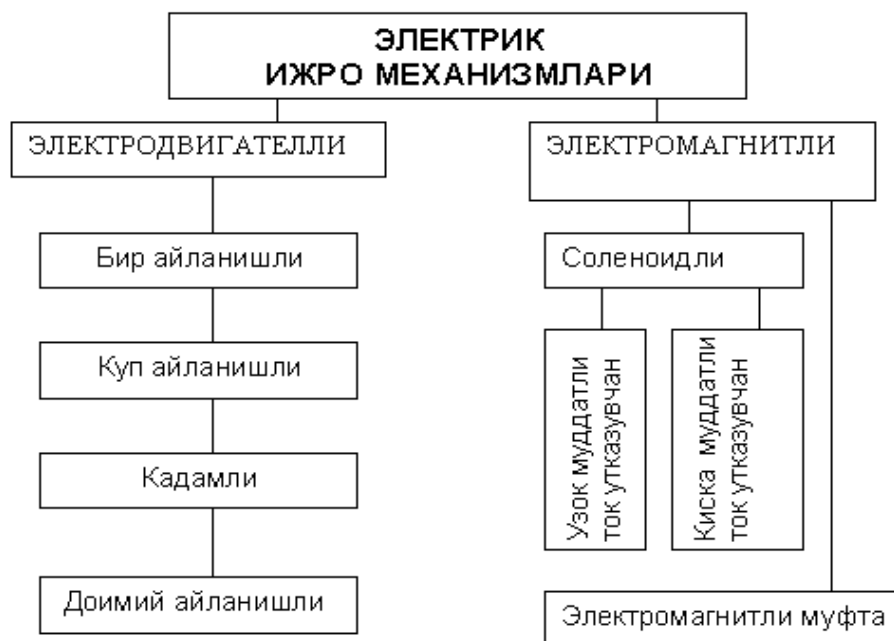
Фойдаланилган энергия турига кура ИМ лар электрик, пневматик, гидравлик турларига ажратилади.

Чиқувчи орган харакат характерига караб ИМ лар айланувчан ва тўғри харакатланувчан гуруҳларга ажратилади. Айланувчан ИМ лар бир марта айланувчан ва кўп марта айланувчан бўлиши мумкин.

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

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

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



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

Биринчи гуруҳга электр юритмали ИМ лар кирази. 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 харакатга келтиради. Сигнал йўқолганда юритма ишдан тўхтади, 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 тўхтаётганда бошлайди ва юритма чиқувчи органни ҳаракатга келтиради. Сигнал йўқолганда юритма ишдан тўхтаётганда, тормоз механизми тўхтатади.

Гидромелиоратив тизимлар ва гидротехник иншоотларида жараёнларни автоматлаштиришда асосан электрик ижро механизмлари, ҳаракатланувчи машиналарда эса гидравлик ва пневматик ижро механизмлари қўлланилади. Чиқувчи органнинг характериға қараб 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 механизмининг 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 қаршилиққа эға бўлган тесқари алоқа принципада 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 қўлланиши мумкин. Бу элементлар яна соленоидли механизмлар деб ҳам юритилади.

Электромагнитли ИМ лар типи, тузилишига кура чикиш координатаси куринишларга 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 хамда массивли мис гильзали электромагнитлар кўлланилиши мумкин.

3. Ишга тушиш цикллари сони йўл кўйилгандан 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° С хисобида олинади. Электромагнитли ИМ нинг узатиш функцияси:

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

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 ваки доимийларидан ( $T_3, T_1, T_2$ ) катта булса, узатиш функцияси инерциясиз бугин курунишида берилиши мумкин:  $W(p) = K_m$ .

## 8.2. Унификацияланган электрик ижро мехнизмлари

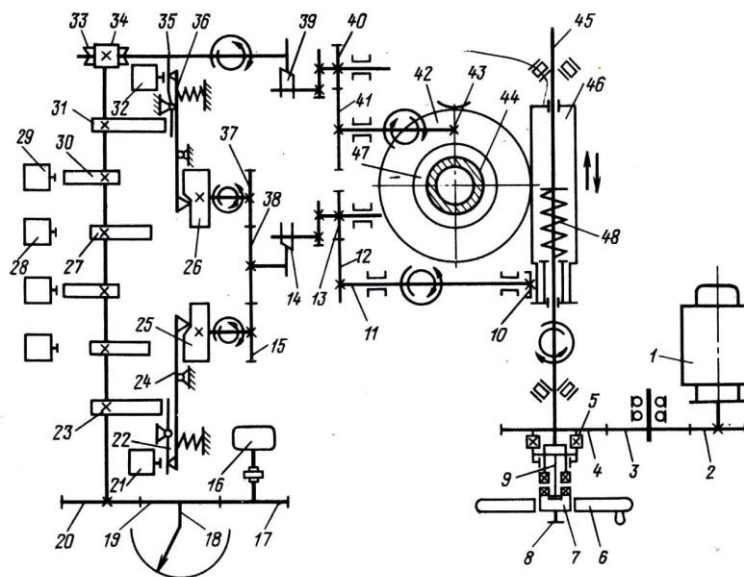
Бу қурилмалар кўп айланишли қувурли арматурани дистанцион бошқаруви учун қўлланади. Бу ижро мехнизмлари М,А,Б,В,Г,Д типли электр юритмалари номини олган бўлиб, улар гидромелиратив тизимларининг автоматлаштирилган насос станцияларида қўлланилади. Улар бир-биридан максимал айланиш моменти, редукторининг 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 типии	Жойлаштирилиши	Ишчи ҳарорат оралиғи С	Ташқи мухитнинг нисбий намлиги 20 Сда %	Мойлаш даврийлиги
М	Хоналардаги ва очик Ҳаводаги стационар қурилмалар	-20...+35	80гача	Уч ойда 1 марта
А	-	-40...+40	95 гача	
Б,В,Г,Д				Бир йилдан кам эмас

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

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



8.2- расм. Унификацияланган электр юритмалар сургичлариинг кнематик схемаси

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

Кўти куйидаги асосий элементларда ташкил топган. 34-червякли йул 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 куйидагича ишлайди. Айланма харакат электр моторидан 2,3,4-цилиндирик гилдирак ва 5- кулачокли муфта орқали 45 шарикли валга узатилади. 46 червяк гилдирак орқали айлантурувчи момент ишчи органнинг (сурғич) юритма валига узатилади. Бундан ташқари, 47 червяк 43 червяли гилдирак, 41 ва 40- цилиндририк шестрнalar орқали харакат 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- кулачокли втулкаси ажратилган ҳолатда бўлади. Бу вақтда 5 муфтонинг кулокчалари 5-цилиндрли гилдирак кулокчалари билан боғланиб қолади ва улар орқали ҳарокат 45 шлицли валга узатилади. Электр мотори кўшилганда 6-муфта кулачоклари билан 4 гилдирак 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 кўл бошқарувида ишлашини олдини олади. Электр юритмалар айланиш моментини 3 томонлама чегараловчи муфта билан ишлаб чиқарилади. Уларнинг иш принципи куйидагича: махкамловчи арматура ишчи органи унинг «Очик» ва «Ёпик» ҳолатларининг қандайдир. Оралик ҳолатларида айланиш momenti максимал кийматида бўлган 44 юритма вали тўхтади. Бу вақтда 46 червяк, 42 червякли гилдирак ўқиға уралади ва буни натижасида харакатланаётган 1 электр мотори орқали штицлар бўйлаб ўқнинг йўналишида харакатлана бошлайди.

46 – червякнинг олдинга харакати 10 ричаг, 11, ук, 12 – тишли сектор, 14 ва 39 вилкалар, 13, 15, 37, 38 – цилиндрилик гилдираклар ёрдамида 25 ва 26 момент кулачокларининг айланма харакатига ўзгартириб беради. Улар айланганда 24 ва 36 ричаглар 21 ва 32 микроалмашлаб улагичларни куйиб юборади ва электр мотор занжири узилади. М ва А типларидаги электр моторлари тузилиши жихатидан Б,В,Г ва Д типларидаги электр моторларидан фарқ қилади. Уларда червякли редуктор ўрнига цилиндрилик 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 қаршилик 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 занжирга 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 мураккабланади. 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 хақида 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, сатх, 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 боғланиш (еки ижро этувчи механизм ростловчи органининг харакати), яъни ростлаш конуни назарда тугилган иш тавсифномасига кура ростлагичлар позицион, инте-грал (астатик), пропорционал (статик), изодром (пропорционал-интеграл), пропорционал-дифференциал (олдиндан таъсир этувчи статик), пропорционал-интеграл-дифференциал (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.

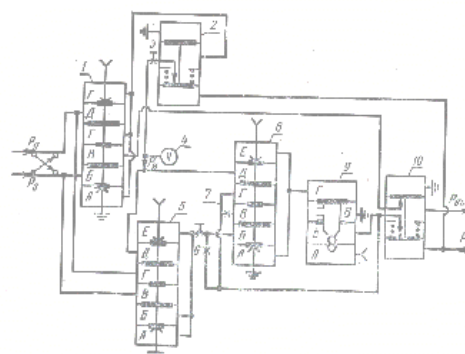
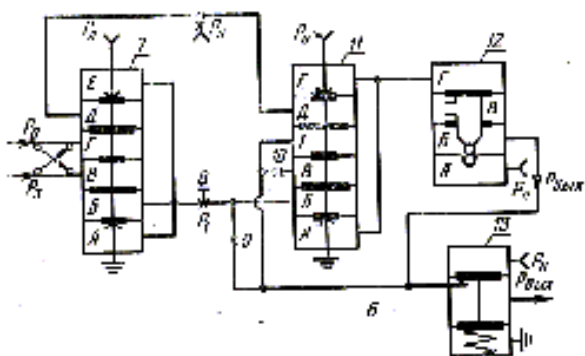
## **9.2. Пропорционал ростлагичлар.**

Пропорционал ростлагичлар деганда ростловчи органининг 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.

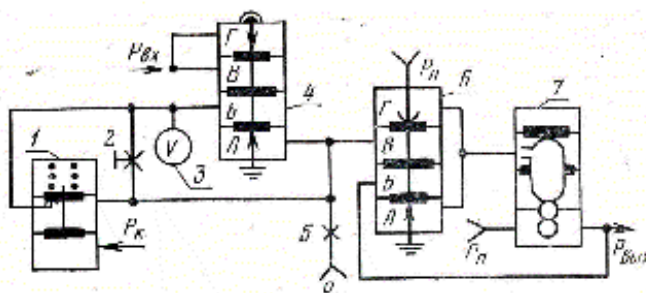
**ПР 2.5 пропорционал ростлагич.** ПР 2.5 ростлагич ростланувчи параметрни берилган катталиқда ушлаб туриш мақсадида чиқишда ижро этувчи механизмга таъсир этувчи узлуксиз сигнал олиш учун мулжалланган. Асбоб иккиламчи асбобнинг кул билан топширик бергичи еки стандарт пневматик сигналли бошка курилмадан 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 хаво босими хосил килган 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  $\beta$  булган дросселли сумматор 2 нинг ростланувчи дроссели оркали таккослаш элементи 3 нинг а камераси-га боради, худди шу камерага утказувчанлиги  $\alpha$  булган дросселли 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 типидаги 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 харакат қилишига айтилади. Астатик ростлагичлар ишлатилганда ростланувчи параметрнинг мувозанат киймати нагрузкага боғлиқ эмас ва статик хато нолга тенг булади. Агар ростланаётган катталик берилган кийматидан четга чиқса астатик ростлагич ростловчи органи ростланувчи катталик киймати топширилган даражага етгунча харакатга келтириб туради.

Узининг динамик хусусиятлари жихатидан интеграл ростлагичлар тургун эмас, шунинг учун хам улар мустикал 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, дросселли 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 катталик-нинг пневматик сигнали  $P_n$  ва иккиламчи асбобга урнатилган топширик бергичдан ростланувчи катталикнинг берилган киймати келиб,  $0,2 \dots 1 \text{ кг/см}^2$  ораликда булади. Блокнинг пропорционал кисми галаенланишдан сунг харакатга 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 вакти -  $T_n$ ) узаро боғлиқ эмаслиги блокнинг муҳим афзаллигидир. Кучайтириш коэффициентини ( $K_p$ ) 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 вакти  $T_n$  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.

Махаллий 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 кайта кушгич билан таъминланган. Кайта кушгичнинг учта кайд килинган холати бор:

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

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

Тугри чизикли статик тавсифномали ПР3.21 ва ПР3.32 ростлагичларида дросселлаш диапазонини 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 еки 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 холда уларда катта динамик хато хосил булади. Ростлаш жараенини параметрнинг узгариш тезлигига боғлиқ булган кушимча кириш сигнали воситасида яхшилаш мумкин. Кечикиши сезиларли булган объектлар-да технологик жараенларни ростлаш учун ПД- ростлагичларни ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

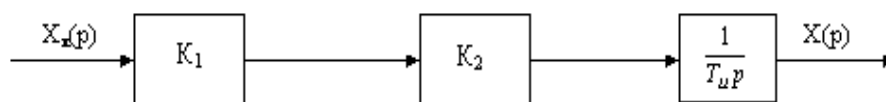
Агар дифференциал қисм ростловчи таъсирнинг бошқа қисмларига кушилса тугри (аввалдан таъсир), айрилган холда эса тескари аввалдан таъсир булади. Тугри аввалдан таъсир ростлагичи ПФ2.1 ростлаш занжирига берилган катталиқдан параметрнинг четга чиқиш тезлигига мос таъсир киритиш учун мулжалланган (9.3-расм).

Сикилган хажмдаги хавонинг 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 хаво босими билан мувозанатлашади. Чиқиш камераси А кузатувчи система схемаси асосида уланган. Агар параметрнинг четга чиқиш тезлиги ноль ёки нолга яқин булса, таккослаш элементи IV нинг чиқишида кириш сигнали  $P_{кир}$  кузатилади. 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 илгарилловчи сигнал пайдо булади. Илгариллаш катталиги киришда босимнинг узгариш тезлиги ва аввалдан таъсир дросселининг канчалик очиклигига боғлиқ. Таккослаш элементи IVдан чиққан 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 учуриш 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 узро тенг, чикишдаги босим эса киришдагига тенг булади. Аввалдан таъсирни 0,05 ... 10 минутгача ораликда созлаш мумкин.

## 9.6. Ростлаш қонунлари

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).



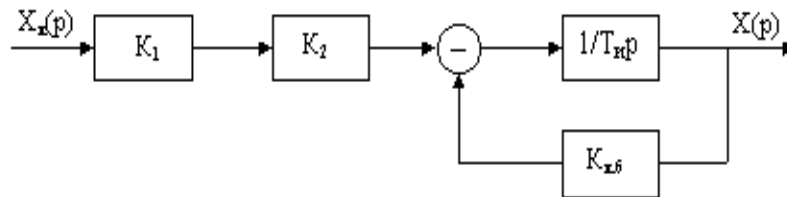
9.4-расм. Ростлагичларнинг структур схемаси

$K_1$  – ўлчаш ва таккослаш элементининг узатиш функцияси;  $K_2$ - электрон сигнал кучайтиргичнинг узатиш функцияси;  $1/T_{иp}$ -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 тесқари 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).



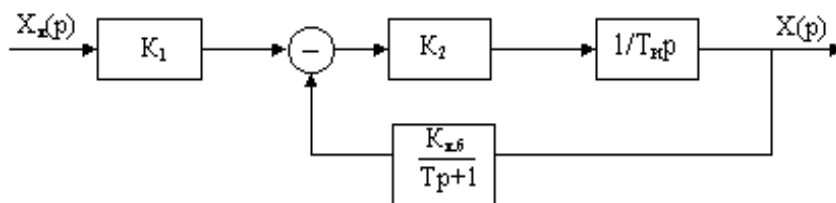
9.5-расм. Қайта боғланиш занжири схемаси

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  $K_{k.b}/Tp+1$  дан тузилган манфий ишорали тесқари боғланишли ёпиқ занжирдан фойдаланилади. (47-расм)



9.6-расм. Тесқари 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 катталиғи 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 илгариллашини 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.

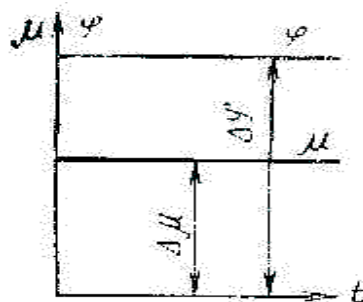


Автоматик ростлагичлар дискрет импульсли ёки узлуксиз ҳаракатли бўлади. Узлуксиз ҳаракатли ростлагичлар таркибига П, И ва уларнинг комбинациялари бўлган ПИ, ПД, ПИД қонунлари киради.

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-расм. Пропорционал ростлаш қонунининг график кўриниши

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

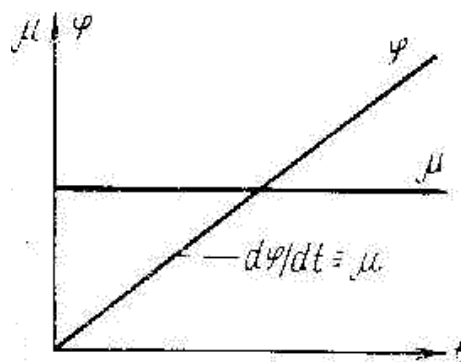
$$\frac{d\varphi}{dt} = k_p \frac{d\mu}{dt} - \text{ростланувчи органнинг сурилиш тезлиги.}$$

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

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-расм. Интеграл ростлаш қонунининг график ифодаланиши

Бундан кўринадики, ростловчи органнинг сурилиш тезлиги ростланувчи катталикни четга чиқишига пропорционал бўлади. Демак, ростловчи орган  $\mu$ -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

$T_{и}$  ва  $\Delta$  минимал ишга тушиш сигнали  $-\Delta=0,5G$  к<sub>бирл.узг.</sub>

G-ростланувчи катталикни рухсат этилган четга чиқиши

К-бирламчи ўзгариш коэффиценти

в) Д- қонун

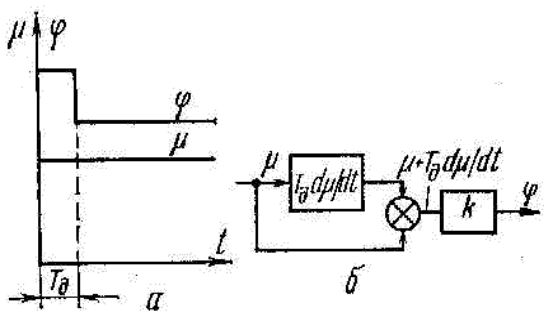
Агар ростловчи органни ростланувчи катталикнинг четга чиқиш тезлигига силжитиш ҳолати мавжуд бўлса, бу ростлашни Д қонуни дейилади:

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

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 харакатга келиши учун ростланувчи катталик қандайдир тезлик билан ўзгарувчан четга чиқишига 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 катталикнинг четга чиқишига ва шу четга чиқиш тезлигига пропорционаллигини билдиради.



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

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

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

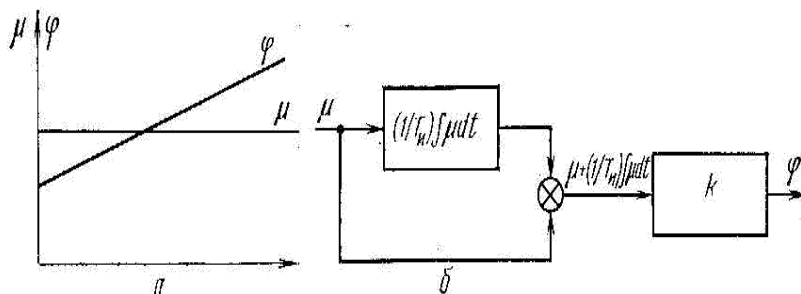
Ростлаш қонуни формуласида пропорционал ташкил этувчи борлиги илгарилаш бурчагини ошириш имконини беради. Бу ростлагичлар дарак берувчи пропорционал ростлагичлардир (предварение).

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

$T_g$  ва  $K_p$  – ростлаш катталиги ҳисобланади.

Ростланувчи катталикни 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  $T_u$ ,  $\Delta$  ва  $K_p$  ҳисобланади.

Ростлагич тенгламаси ўз таркибига статик ва астатик ташкил этувчи-

ларни олади.  $\mu = \mu_0 = const$  бўлса,  $\frac{d\varphi}{dt} = (K_p / T_u)\mu$  ёки  $\frac{d\varphi}{dt} = (\frac{1}{T_u})\mu$  ростлагич-

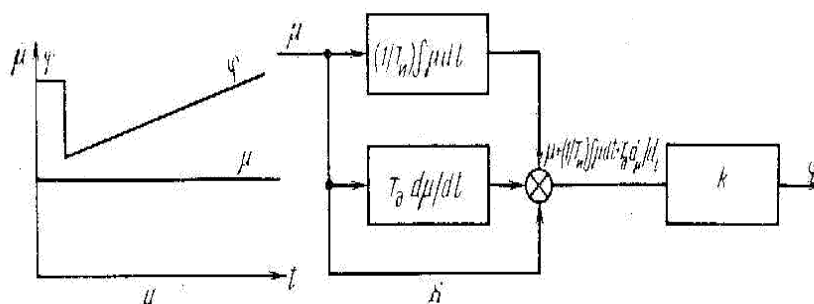
ни астатиклигини кўрсатади.

е) ПИД –ростлаш қонуни.

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 дейлади ва улар учта созлаш катталигига эга: узатиш коэффициентини –  $K_p$ , изодром вақтинини- $T_i$ , дарак бериш вақтинини-  $T_d$  ва  $\Delta$ .

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

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



9.11-расм. ПИД–ростлаш қонуни

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

$T$  - объектнинг вақт доимийси.

$\tau$  - кечикиш вақти  $\varphi_c = \frac{T}{\tau}$

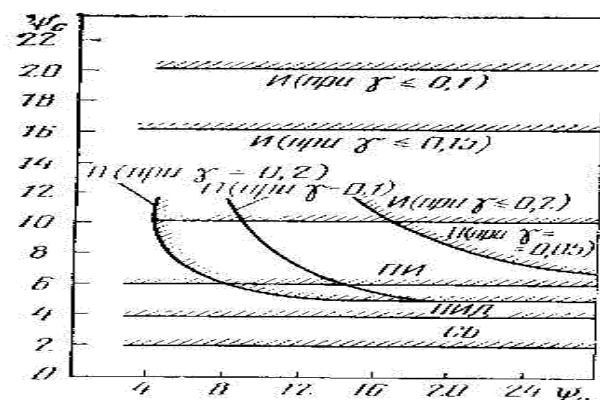
$t$  - ростлаш вақти  $\varphi_n = \frac{t_{\text{рост}}}{\tau}$

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

$\xi$  - ҳисобланган ташқи таъсир қиймати (расчетная возмущения)

$G$  - катталикнинг мумкин бўлган четга чиқишлар қиймати.

Диаграммада штрих билан кўрсатилган қисмини ўз ичига олувчи 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.

$\varphi_c$  да астатик ростлагичлар қўлланилади.

Ростлаш принципнинг 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: импульс-  
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 бошқарилувчи 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 кирувчи объектларда маълум қурилмаларда маҳсулотга ишлов берилади, қолгани фақат транспорт ҳаракатини амалга оширади. Бу объектлар автоматлаштириш нуқтаи назаридан қуйи синфга киритилади.

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

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 объектинини чуқур ўрганиш, унинг барча иш режимларинини 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.

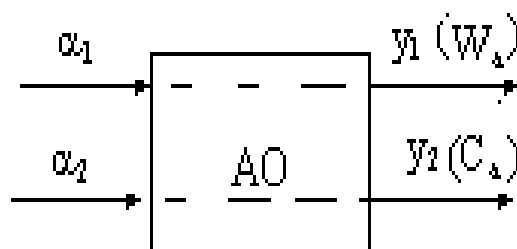
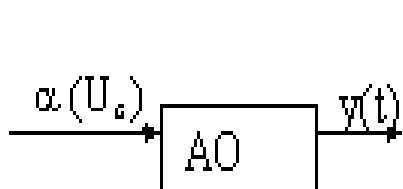
Автоматлаштириш объектлари оддий ва мураккаб бўлиши мумкин.

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 қувури. 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;  $\alpha$ -кирувчи катталиқ;  $y_1, y_2$  - чиқувчи катталиқ.

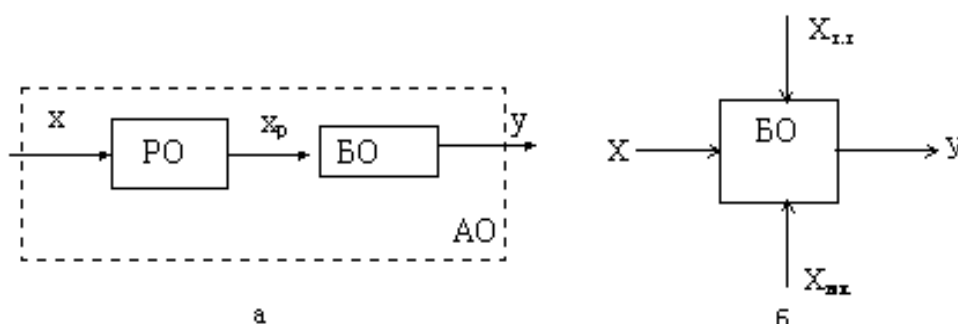
Барча кўриб чиқилган автоматлаштириш объектлари мураккаб ички таркибий тuzилишига эга. Уларни бир-бири билан боғланган бир неча функционал бўлимлардан ташкил топган қурилма сифатида кўрсатиш мумкин. Масалан: автоматлаштириш объекти (АО) таркибида бошқарилувчи объектга кўрсатувчи ростловчи қурилмани (РО) 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 объектлари сифатида кўрилганда улар тўғрисида бошланғич ахборотга эга бўлиш керак. Бунинг учун куйидаги маълумотларни билиш талаб қилинади.

- автоматлаштириш объектларининг сиғими ва уларнинг ўзаро алоқаси (бир сиғимли, кўп сиғимли объектлар);

- 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 объектларининг асосий хоссалари**

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

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

3) Гидротехник иншоотларининг машина ва механизмлари (тускичлар, сургичлар, махкамловчи 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.

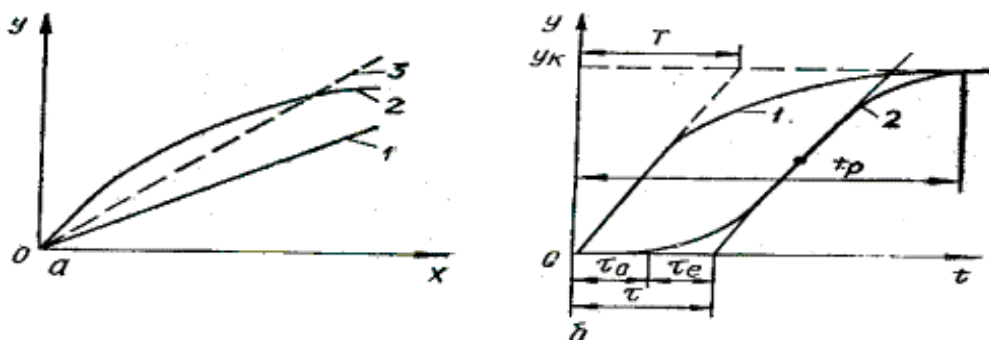
**Объектнинг статик ва динамик тавсифномалари.** Объектнинг статик тавсифномаси ростланувчи миқдор  $y$  (чиқиш миқдори) нинг топширувчи таъсир  $x$  (кириш миқдори)га ўзгармас ғалаён  $F(t)=const$  ли барқарор режимда боғлиқлигини кўрсатади. Статик тавсифноманинг математик кўриниши

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

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 ёқозо.

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 коэффициентини  $C$  тушунчаси киритилади. Бу коэффициент объект сиғими  $C$  нинг ростланувчи миқдор тегишли қийматини  $y$  га нисбати билан ифодаланади.

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

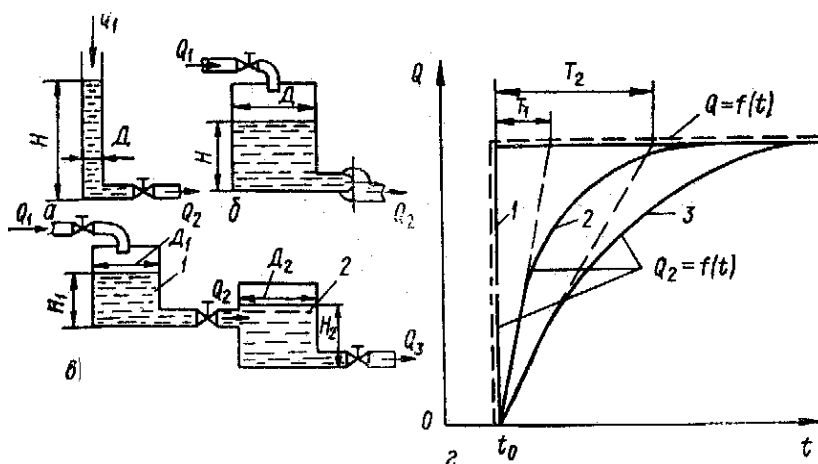
Сиғим коэффициентини  $C$  канча катта бўлса, объектнинг галаёнларга сезгирлиги  $v$  шунча кам бўлади; объектнинг сезгирлиги ростланувчи миқдор ўзгариш тезлиги  $dy/dt$  нинг галаёнтирувчи таъсирнинг ўзгариши  $\Delta F$  га нисбатан билан ифодаланади:

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

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 сиғимсиз (1 эгри), бир сиғимли (2 эгри) ва кўп сиғимли (3 эгри) объект учун динамик тавсифномалар кўрсатилган.

Сиғимсиз объектда келиш (келувчи оқим) қанча ўзгарса, сарфланиш (кетувчи оқим)  $Q_2$  ҳам дарҳол шунча ўзгаради. Агар сиғим мавжуд бўлса, кетувчи оқим  $Q_2$  оний эмас, балки вақт ичида аста-секин ўзгаради. Объект сиғими қанча катта бўлса, бу объектнинг шиғов эгриси шунча ётиқ бўлади, чунки сиғимда 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 ғалаёнла-  
 ниш пайдо бўлганидан сўнг одам ёки автомат ростлагич ёрдамсиз яна мувоза-  
 нат 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  $\rho$  ғалаёнловчи таъсирнинг шу таъсир  
 натижасида содир бўладиган ростланувчи катталиқнинг 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;  $\Delta g$  - ростланувчи объектдаги кўриляёт-  
 ган вақт мобайнида модда ёки энергиянинг кўшилиши ва сарфининг нисбий  
 айирмаси;  $\Delta\alpha$  - ростланувчи объектнинг нисбий четга чиқиши;  $\rho$ - ўз-ўзидан  
 тўғриланиш даражаси - ўлчовсиз миқдор.

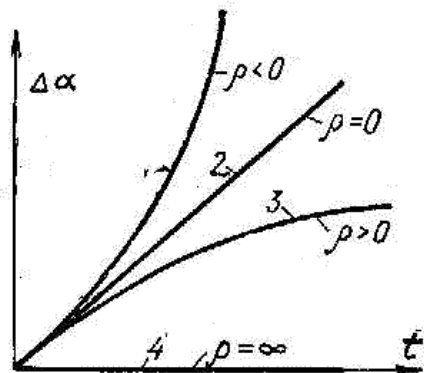
Чизиқли объектлар учун  $\rho = \text{const}$ . Ўз-ўзидан тўғриланиш коэффициенти  
 кириш сигналининг кўриляётган ўтиш канали бўйича объектнинг кучайиш ко-  
 эффициентига тесқари катталиқдир. Шунинг учун  $\rho$  қанча катта бўлса, ростла-  
 нувчи объектнинг бир миқдорли ғалаёнловчи таъсир кучидаги 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 катталиқнинг исталган қийматида мувозанат ҳолатда бўлади. Агар  
 мувозанат ҳолати бузилса, ростланувчи катталиқнинг ўзгариш тезлиги ғалаён-  
 лаш 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 ( $\rho=0$ ) кийматга 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 кийматини ҳар қандай ғалаёнловчи таъсирлар кийматида 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 кийинлашади, 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 миқдорнинг 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 миқдори сиғим дейилади. Демак, сиғим объектнинг ёки энергиянинг йиғиш қобилияти бўлиб унинг инерционлигини ифодалайди. Сиғим қанча катта бўлса, объектга кўрсатилган таъсир натижасида ростланувчи катталиқнинг ўзгариши шунча паст

бўлади. Сигимлари катта бўлган объектлар сигимлари кичик бўлган объектларга нисбатан тургунроқдир.

Ростланувчи катталикнинг киймати ўзгариши билан объект сигими ўзгаради. Объект сигимининг ростланувчи катталикка кўрсатган таъсирини баҳолаш учун сигим коэффиценти тушунчаси ишлатилади. Сигим 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  $\Delta Q$  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  $\varphi$  дан иборат. Объектнинг мувозанат ҳолатида  $Q_x=Q_y$  булиб  $\varphi$  сифат кўрсаткичи вақт мобайнида ўзгармас қолади. Агар мувозанат бузилса ( $Q_x \neq Q_y$ ),  $\varphi$  кўрсаткич, ростланувчи объект хусусиятларига мувофиқ, вақт бўйича ўзгаради. Объектнинг сигими 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 чизиқли деб ҳисоблаш

мумкин:

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

бунда  $c$  – сигим коэффиценти.

Сигим коэффицентиға тесқари катталик объектнинг ғалаёнловчи таъсирларға бўлган сезгирлигини ифодалайди. Объектнинг ростланувчи

кўрсаткичи бўйича сиғим ростланувчи катталиқ киймати 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 – сатғни 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 киймати 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 олинладиган 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 хар хил юклари-га 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.

Ғалаёнловчи 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 катталиқкача 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  $\tau$  соф кечикиш вақти  $\tau_m$  билан оралик кечикиш вақти  $\tau_n$  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 борича 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 тизимига қандай таъсир кўрсатади?

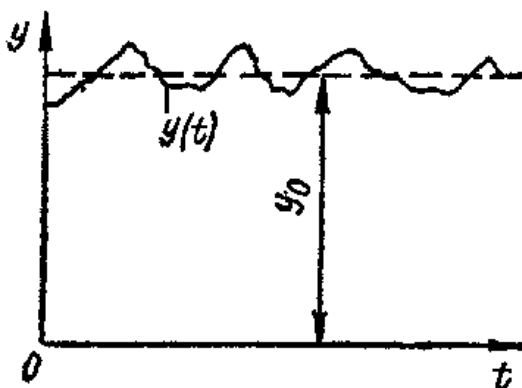
## 11. Автоматик бошқариш тизимлари таҳлили

### 11.1. Асосий тушунчалар

Автоматик ростлаш жараёни ростланувчи миқдор ( $y$ ) нинг вақт бўйича ўзгариши билан, яъни  $y(t)$  функцияси билан тавсифланади.

Автоматик ростлагич ростланувчи миқдор  $Y_0$  нинг қийматини ўзгармас катталиқда сақлаш учун ишлайди, деб фараз қилайлик.

Ҳалаёнлантирувчи таъсир бўлмаган (идеал ҳол)  $y(t)=\text{const}$  11.1– расмда функция пунктир тўғри чизиқ билан тасвирланган. Ҳақиқатда эса, тизимга доим ғалаёнлантирувчи таъсир кириб, ростлаш жараёнини тасвирловчи миқдор  $y(t)$  ни берилган қиймат  $y_0$  га яқин тутиш вазифаси юкланади. Техникавий талабларда ростланувчи миқдорнинг хақиқий қиймати қандай чегарадан чиқмаслиги рақамлар билан кўрсатилади. Ростлаш жараёнининг эгри чизиғи –мазкур АРТнинг ростлагичи шундай танланиши керакки,  $y$  берилган бирор объект учун техникавий талабларни қондирадиган бўлсин. Ростлаш жараёни эгри чизиғи  $y(t)$ нинг топшириқдаги  $y_0$  га яқин бўлиши ростлагичнинг кўрсаткичлари билан объектнинг кўрсаткичлари орасидаги нисбатга боғлиқ.



11.1-расм. Ростлаш жараёни эгри чизиғи.

Ростлашнинг умумий принципларига мувофиқ ростлагичнинг схемасини тўғри танлаш етарли бўлмайди. АРТда фақат энергия истеъмолчиларигина эмас, балки унинг манбаи ҳам бўлади; ростлагичнинг кўрсаткичлари нотўғри танланганда ростлагич тизимини тинчлантирмайди, аксинча энергиянинг келиши ҳисобига тизимни чайкатади. Шунда ростлаш жараёнининг эгри чизиғи берилган қийматидан ташқарига чиқиб кетади. Шунинг учун ростлагични тўғри танлашда ҳисоблаш ишлари ҳам бажарилади ва зарур бўлганда, ростлагичнинг энг яхши кўрсаткичларини аниқлаш мақсадида тажрибалар ҳам ўтқа-

зилади. Шунда ҳисоблар ва тажрибалар фақат статик бўлиб қолмай, балки динамик ҳам бўлиши керак, яъни АРТнинг мувозанат режимда ишлашини текшириш билан бир қаторда ўткинчи жараёнларни ҳам ҳисоблаш ва тажриба ўтказиб текшириш лозим.

АРТнинг динамик хоссаларини ўрганиш учун унга қиравчи барча элементлар динамик хоссалари нуқтаи назаридан кўриб чиқилади. Элементларни бундай қараш динамик бўғин ёки, оддийроқ айтганда, бўғин тушунчасига олиб келади. АРТнинг бирор тенглама билан ифодаланадиган қисми динамик бўғин деб аталади. Физикавий элементларнинг ҳаммаси унча кўп бўлмаган типик динамик бўғинлар билан алмаштирилиши мумкин. Чизиқли бўғинлардаги ва тизимлардаги ўткинчи жараёнлар чизиқли дифференциал тенгламалар билан ифодаланади. Тизимнинг тенграмаси алоҳида бўғинлар тенграмасидан ташкил топади.

Ҳозир чизиқли тизимлар ва чизиқлантирилладиган тизимларни тадқиқ этиш ҳамда ҳисоблаш усуллари етарли даражада тўлиқ ишлаб чиқилган; мазкур бобда ана шу усулларга алоҳида эътибор берилади.

***АРТнинг статик тавсифномалари ва уларни ҳисоблаш усуллари.***  
АРТнинг статик ишлаш режими ёки мувозанат ҳолатида ростланувчи миқдорнинг берилган қийматидаги оғиши нолга ёки бирор ўзгармас қийматига тенг бўлади.

Ростланувчи миқдор  $u$  нинг қириш миқдори  $x$  га боғлиқлиги статик тавсифнома деб аталади.

Агар бу боғланиш чизиқли функция билан ифодаланса,  $u$  ҳолда АРТ чизиқли дейилади, статик тавсифноманинг ифодаси эса қуйидаги кўринишда бўлади:

$$y=kx \quad (11.1)$$

бу ерда  $k$  - узатиш коэффициентини.

Ночизиқли АРТларида чиқиш ва қириш миқдорлари орасида тўғри пропорционал боғланиш йўқ.

Узатиш коэффициентини (қучайтириш коэффициентини) АРТ ёки бўғиннинг барқарор режимда ишлашини характерловчи асосий кўрсаткичдир. Узатиш ко-



эффицентининг киймати статик тавсифноманинг куйидаги нисбати билан аникланади.

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \quad (11.2)$$

бу ерда  $\Delta$ -орттирма белгиси.

Демак, ростланувчи миқдор орттирмасининг кириш миқдори орттирмасига нисбати АРТ ёки бўгиннинг узатиш коэффиценти деб аталади.

АРТга кирувчи бўгинлар кетма-кет ёки параллел уланиши мумкин. Бўгинлар кетма-кет уланганда тизимнинг умумий узатиш коэффиценти  $k$  алоҳида бўгинлар узатиш коэффицентлари  $k_1, k_2, k_3, k_4 \dots k_n$  лар кўпайтмасига тенг.

$$k = k_1 k_2 k_3 \dots k_n. \quad (11.3)$$

Бўгинлар параллел уланганда (бу усул камдан-кам учрайди) умуман узатиш коэффиценти алоҳида бўгинлар узатиш коэффицентларнинг йигиндисига тенг:

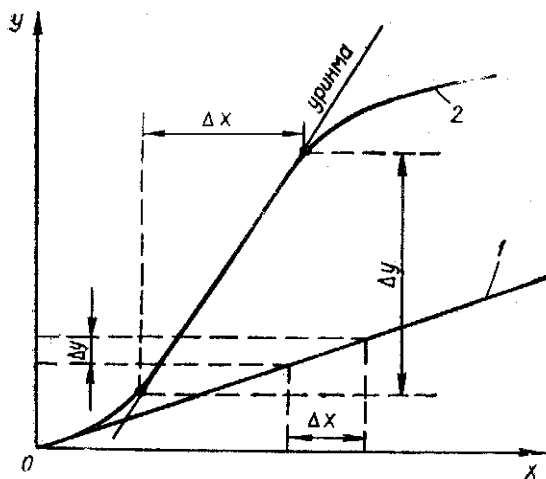
$$k = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n. \quad (11.4)$$

Автоматиканинг реал элементлари катъий чизикли тавсифномага эга бўлмайди, яъни ночизикли бўлади ва уларнинг узатиш коэффицентларини аниклаш учун статик тавсифномаси чизиклантирилади. Бунинг учун элементларнинг статик тавсифномаси иш булагининг нуктаси орқали уринма ўтказилади (11.2-расм 2 эгри).

Бу ҳолда элемент узатиш коэффицентининг киймати хусусий ҳосила тарзида аникланади:

$$k = \frac{\partial y}{\partial x} = \operatorname{tg} \alpha. \quad (4.5)$$

Статик режимларда АРТнинг асосий сифат кўрсаткичи статик хато бўлиб, у системанинг аниқ ишлашини характерлайди ва асосий ғалаён маълум кийматга ўзгарганда ростланувчи миқдорнинг берилган кийматидан оғишини билдиради. Жумладан, ўзгармас ток генератори учун юклама токи нолдан номиналгача ўзгарганда кучланишнинг оғиши  $\Delta U$  статик хато бўлади.



11.2-расм. Элементларнинг статик тавсифномалари.

Одатда нисбий статик хато  $\delta$  дан фойдаланилади. Бу хато оғишнинг базавий деб қабул қилинган маълум миқдорига нисбатига тенг; базавий миқдор ёки кучланиш  $U_n$ , ёки генераторнинг э.ю.к.  $E$  бўлиши мумкин. Бу ҳолда

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_n} \text{ ёки } \delta = \frac{\Delta U}{E}. \quad (11.6)$$

Очиқ ва берк АРТ учун статик хатоларни бир-бирини фарқ қилиш керак. Агар очик тизимда статик хато  $\delta$  га тенг бўлса бунга мос берк статик тизим (узатиш коэффициенти  $k_6$ , ғалаёнлантирувчи таъсир эса, очик тизимдагига ўхшайди) учун статик хато  $1 + k_6$  марта камаяди ва қуйидагига тенг бўлади:

$$\gamma = \frac{\delta}{1 + k_6} \quad (11.7)$$

Агар АРТ га маҳаллий тескари алоқа билан қамралган бўгин кирган бўлса, бу бўгин узатиш коэффициентининг қиймати  $k_6^1$  қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади.

$$k_6^1 = \frac{k_p}{1 \pm k_p k_{o.c}}. \quad (11.8)$$

бу ерда  $k_p$  – бўгиннинг узатиш коэффициенти;

$k_{o.c}$  – маҳаллий тескари алоқанинг узатиш коэффициенти.

Формуладаги «+» ишора манфий тескари алоқага, «-» ишора эса мусбат тескари алоқага тааллуқлидир. Формуладан кўриниб турибдики, бўгин манфий

тескари боғланиш билан камралганда унинг узатиш коэффициентини камаяди, яъни  $k^1_{\sigma} > k_p$  мусбат тескари боғланиш билан камралганда эса катталашади, яъни  $k^1_{\sigma} > k_p$ .

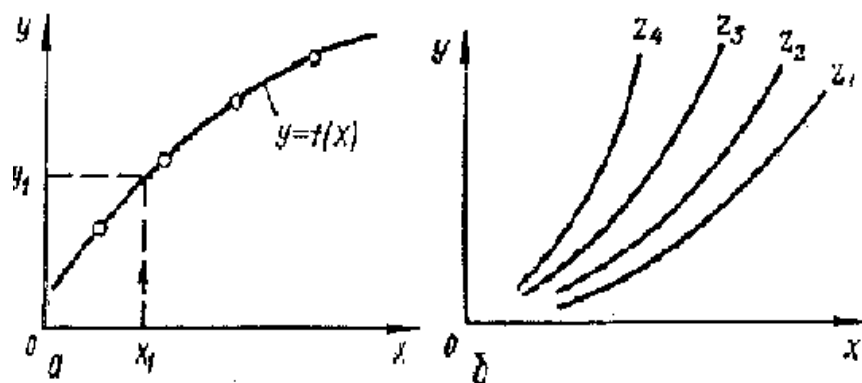
Алоҳида бўғинларнинг ва умумий тизимнинг статик тавсифномасини экспериментал йўл билан олиш ёки ҳисоблаш мумкин.

Статик тавсифномани тажриба йўли билан олишда бўғин ёки тизимнинг кириш қийматига навбат билан тўғри қийматлар берилади (бу қийматлар ҳар гал ўткинчи жараённинг сўниши учун зарур вақт ўтгандан кейин берилади), чиқиш миқдорининг қиймати аниқланади. Олинган қатор нуқталар раван эгри чизик билан бирлаштирилиб, бўғиннинг статик тавсифномаси топилади (11.3-расм, а). Агар чиқиш миқдори яна бирор миқдор  $z$  га боғлиқ бўлса, у ҳолда статик тавсифномалар бўйича кириш миқдори  $x$  нинг ҳар бир қиймати учун чиқиш миқдори  $y$  нинг тегишли қийматини топиш мумкин.

АРТнинг статик тавсифномасини аналитик усулда аниқлашда ҳар бир элементнинг барқарор режимда ишлашини характерловчи тенгламалар тузилади. Сўнгра бир эрксиз ўзгарувчиларни бошқаларига навбат билан алмаштириб, шундай ифода топиладики, бунда ростланувчи миқдор  $y$  кириш таъсири  $x$  га боғлиқ бўлади, яъни АРТ статик тавсифномасининг математик ифодаси топилади.

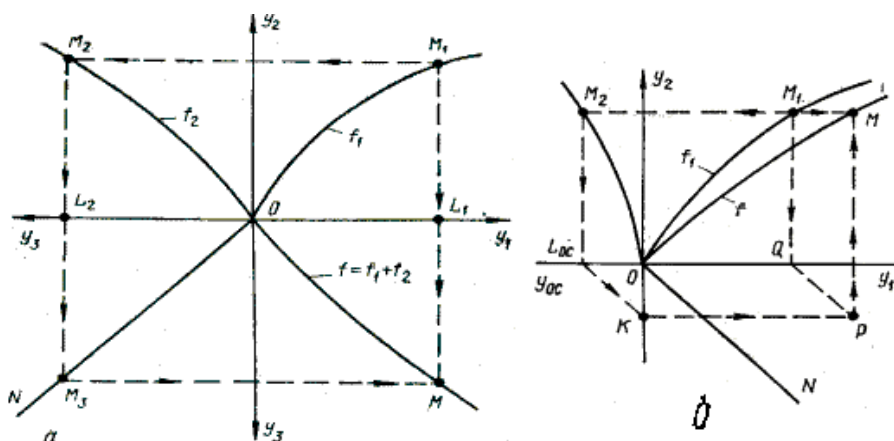
Статик тавсифномаларни аналитик ҳисоблаш усули фақат чизикли ва чизиклантирилган тизимлар учун қўлланилиши мумкин, графоаналитик усул эса ҳам чизикли ҳам ночизикли автоматика тизимлари учун қўлланилиши мумкин.

Графоаналитик усулда алоҳида элементларнинг статик тавсифномалари алоҳида элементлар учун ёзилган алгебраик ифодалар асосида қурилган графиклар кўринишида бўлади. Сўнгра, асосан график усулда, оралик эрксиз ўзгарувчилар чиқариб юборилади. Тескари боғланишлар билан камралган элементларнинг тавсифномалари ҳам график кўриш йўли билан топилади.



11.3-расм Тажриба йўли билан топилган статик тавсифномаларни қуриш:  
 а – бўгиннинг статик тавсифномаси; б – статик тавсифномалар оиласи.

Биринчи бўғиннинг статик тавсифномаси  $y_1 = f_1(x_1)$  ва иккинчи бўғинники  $y_2 = f_2(x_2)$  бўлган кетма-кет уланган иккита бўғиннинг натижаловчи статик тавсифномасини топиш усулини кўрамиз. Алоҳида бўғинларнинг тавсифномалари;  $f_1$  – биринчи квадрантда,  $f_2$  эса иккинчи квадрантда кўрилади (11.4-рasm, а). Натижаловчи тавсифномани қуриш учун учинчи квадрантда бурчак биссектрисаси – ON тўғри чизик ўтказилади.  $f_1$  тавсифномада ихтиёрий нукта, масалан, бирор  $y_1$  қийматга мос  $M_1$  нукта олинади ва  $M_1L_1$  вертикал чизик ўтказилиб, ON биссектриса билан  $M_3$  нуктада кесиштирилади ва  $M_3$



нуктадан ўтказилган горизонтал тўғри чизик  $M_1L_1$  тўғри чизик билан  $M$  нуктада кесиштирилади. Олинган  $M$  нукта қидириლაётган тавсифнома  $y=f(x)$  нинг нуктаси бўлади. Бошқа нукта учун ҳам шундай қурилмалар чизиб, кетма-кет уланган иккита бўғин учун натижаловчи статик тавсифномани оламиз. Кетма-кет уланган бўғинлар бир нечта бўлганда ҳам натижаловчи тавсифнома худди шундай топилади. Манфий тескари алоқа билан қамралган бўғиннинг натижаловчи статик тавсифномаси 11.4-рasm, б да кўрсатилгандек кўрилади. Бўғиннинг  $f_1$  тавсифномаси биринчи квадрантда, тескари боғла ниш тавсифномаси  $f_{т.б}$  эса иккинчи квадрантда қурилади. Тўртинчи квадрантда бурчак биссектрисаси ON ўтказилади. сўнгра  $f_1$  тавсифномада  $M_1$  нукта олинади ва  $y$  орқали горизонтал чизик ўтказилиб,  $f_{т.б}$  тавсифнома билан  $M_2$  нуктада кесиштирилади.  $M_2$  нуктадан вертикал тўғри чизик ўтказилиб, координаталар ўқи билан  $K$  нуктада кесиштирилади.

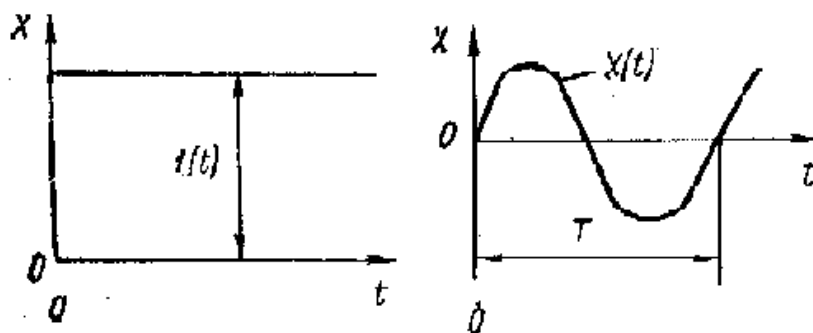
11.4-расм. Натихаловчи статик тавсифномаларни кўриш: а – кетма-кет уланган иккита бўгин учун; б- тескари боғланишли бўгин учун;

К нўкта горизонтал тўгри чизик бўйлаб Р нўктага кўчирилади. Р нўкта ОN биссектрисага паралел QR чизикда жойлашган. Р нўктадан перпендикуляр тушириб,  $M_1 M_2$  горизонтал чизик билан кесиштирилади. Олинган нўкта М тавсифноманинг изланган нўктаси бўлади.  $f_1$  эгри чизигининг бошқа нўкталари учун ҳам шундай кўрилмалар тузиб, тескари боғланишли бўгиннинг натихаловчи статик тавсифномаси  $y=f(x)$  топилади.

## **11.2. АРТнинг асосий намунавий бўгинлари ва уларнинг дифференциал тенгламалари**

АРТ нинг динамик режимдаги, яъни ростланадиган миқдор у галаёнлар таъсирида ўзгарадиган режимдаги фаолиятини ўрганиш учун АРТ нинг математик ифодасини билиш зарур, бошқача айтганда, дифференциал тенгламасига эга бўлиш зарур. Нар қандай АРТни ҳаракати кўпи билан иккинчи даражали дифференциал тенгламалар билан ифодаланадиган оддий бўгинга ажратиш мумкин. Бундай тенгламаларнинг коэффицентлари бўгиннинг ёки умумий тизимнинг параметрлари деб аталадиган физикавий миқдорларга боғлиқ бўлади. Бундай миқдорларга масса, индуктивлик, сиғим, инерция моменти ва бошқалар киради.

Чизикли АРТ фақат чизикли бўгинлардан тузилади, чунки бирорта чизик бўлмаган бўгин бўлса ҳам тенгламалар тизимида чизикли бўлмаган дифференциал тенглама пайдо бўлади. Эслатиб ўтиш керакки, чизикли бўлмаган бўгинларни математик ифодалаш мураккаб.



11.5-расм. Типик ташки таъсирлар: а – поғонили, б – гармоник;

Автоматика тизимини ташкил этувчи кўпчилик физикавий қурилмаларни уларнинг динамик тавсифномасига қараб бешта асосий намунавий бўғинга ёки уларнинг комбинацияларига ажратиш мумкин. Шунда АРТнинг ҳар бир элементи ўзининг математик ифодасини кўра фақат битта бўғинга муносиб бўлиши шарт эмас. Юқори даражали динамик тенгламали бир элементга бир нечта бўғин ёки, аксинча, бир бўғин паст даражали динамик тенгламали бир нечта элементларга мос келиши мумкин.

Намунавий бўғинлар инерциясиз, апериодик, дифференциаллаш, интеграллаш ва тебраниш бўғинларига бўлинади. Бундай типларга ажратишда бўғинларнинг ташки намунавий ғалаёнларга кириш сигналени оний кўшиш ёки ажратиш билан боғлиқ бўлган бирлик функция (11.5-расм, а) ва гармоник ўзгарувчи тебранишлар (11.5-расм, б) киради. Бирлик сакраш билан таъсир этилгандаги ўткинчи жараённинг график шаклда кўрсатилган тенгламаси бўғиннинг вақт ёки динамик тавсифнома деб аталади. Бу тавсифнома бўғин ҳаракати дифференциал тенгламасининг бошланғич нол шартларда бирлик кириш таъсири учун ечимдан иборат бўлади, яъни киришга бирлик сакраш берилгунча бўғин тинч ҳолатда бўлган деб қаралади. Бу намунавий бўғинларни батафсил кўриб чиқамиз.

**Инерциясиз (кучайтирувчи) бўғин.** Бу типдаги бўғинга чиқиш миқдори у исталган вақтда кириш миқдори  $x$  га тўғри пропорционал бўлган барча бўғинлар киради.

Инерциясиз бўғиннинг тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$y=kx. \quad (11.9)$$

бунда  $k$  – узатиш коэффициенти (кучайтириш коэффициенти).

Бу бўғиннинг динамик тенгламаси унинг статик тенгламасига мос келади. Бундай бўғинларга ўзгармас токнинг электрон кучайтиргичлари, редукторлар, ишқаланиш ва ораликлари бўлмаган турли ричаглар, реостатли датчиклар ва бошқалар мисол бўлади.

**Апериодик бўғин.** Бундай бўғинларда чиқиш миқдори киришга бирлик галаён узатилганда экспоненциал қонун бўйича (апериодик) ўзгариб, янги барқарор режимга ўтади. Кўпинча, бундай бўғин инерцион, бир сиғимли ёки статик бўғин деб аталади.

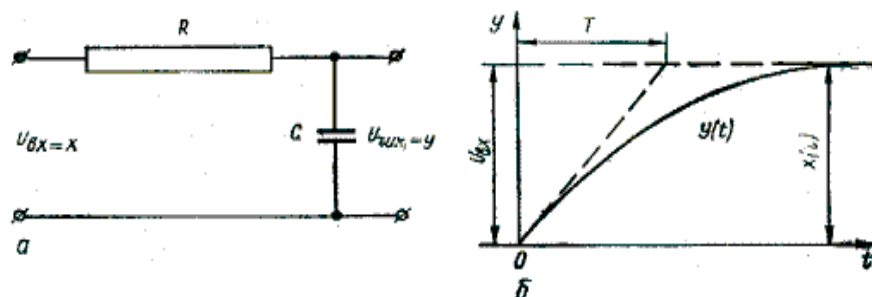
Апериодик бўғинни динамик режимда ифодаловчи дифференциал тенглама қуйидагича ёзилади.

$$T \frac{dy}{dt} + y = kx. \quad (11.10)$$

бунда  $k$  – бўғиннинг кучайтириш коэффициенти;

$T$  – бўғиннинг вақт доимийси.

Бўғиннинг вақт тавсифномаси, бирлик функцияси ва электр аналогии 11.6-расм, б ва а да кўрсатилган. Агар экспонента тажриба йўли билан олинган



бўлса,  $y$  ҳолда вақт доимийси 11.6-расм, б да кўрсатилгандек аниқланади.

11.6-расм. Апериодик бўғин: а- электр схема; б- вақт тавсифномаси

Апериодик бўғинга электр машиналар, магнитли кучайтиргичлар ва бошқа бир қанча қурилмаларнинг бошқариш чулғамлари киради. Қайд



килиш керакки, аперидик бўгин кўпинча АРТ нинг реал конструктив элементларини ифодалайди.

**Дифференциалловчи бўгин.** Идеал ва реал дифференциалловчи бўгинлар бор. Бу бўгинларда чиқиш миқдори кириш миқдоридан олинган ҳосилага пропорционалдир, бошқача айтганда, чиқиш миқдори кириш миқдорининг ўзгариш тезлигига пропорционалдир.

Идеал дифференциалловчи бўгиннинг тенгламаси қуйидагича ёзилади.

$$y = k \frac{dx}{dt}. \quad (11.11)$$

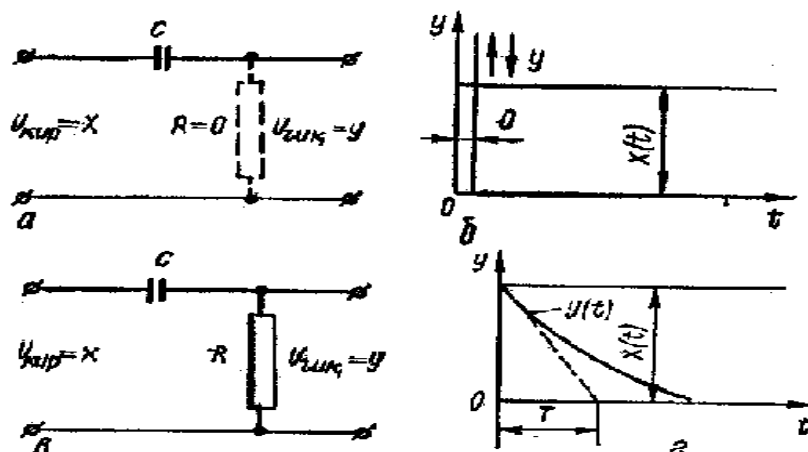
Реал дифференциалловчи бўгиннинг тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T \frac{dy}{dt} + y = kT \frac{dx}{dt}. \quad (11.12)$$

Идеал бўгинни чиқиш қаршилиги нолга тенг бўлган бўгин деб (11.7-расм, а) қараш мумкин. Кириш миқдори поғонасимон ўзгарганда бўгиннинг чиқишида оний чиқиш импульси ҳосил бўлади. Бундай оний импульс назарий чексиз катта амплитудага эга бўлади. (11.7-расм, б).

Реал дифференциалловчи бўгин одатда К ва С га эга бўлган тўрт кутбли кўринишида ясалади (11.7-расм, в), унинг вақт тавсифномаси 11.7-расм, г да кўрсатилган.

Амалда (11.11) тенгламани қондирувчи идеал бўгин тузиш мумкин эмас. (11.12) тенгламадан кўриниб турибдики, Т қанча кичик ва к қанча катта бўлса, реал дифференциалловчи бўгин идеал бўгинга шунча яқин бўлади. Т қанча катта бўлса, реал дифференциалловчи бўгин кучайтирувчи бўгинга шунча



якин бўлади ва  $T=\infty$  бўлганда у кучайтирувчи бўғинга айланади. Вақт доимийси  $T$  нинг кийматини уринма ўтказиш усулида (11.7-расм, г) ёки  $T=kC$  дан аниқлаш мумкин.

11.7-расм. Дифференциалловчи бўғинлар: а – идеал бўғиннинг электрик схемаси, б – вақт тавсифномаси; в – реал бўғиннинг электрик схемаси; г – вақт тавсифномаси

**Интегралловчи бўғин.** Интегралловчи бўғинда чиқиш миқдори киришга бериладиган миқдордан вақт бўйича олинган интегралга пропорционалдир. Бу бўғин куйидаги тенглама билан ифодаланади.

$$T \frac{dy}{dt} = kx. \quad (11.13)$$

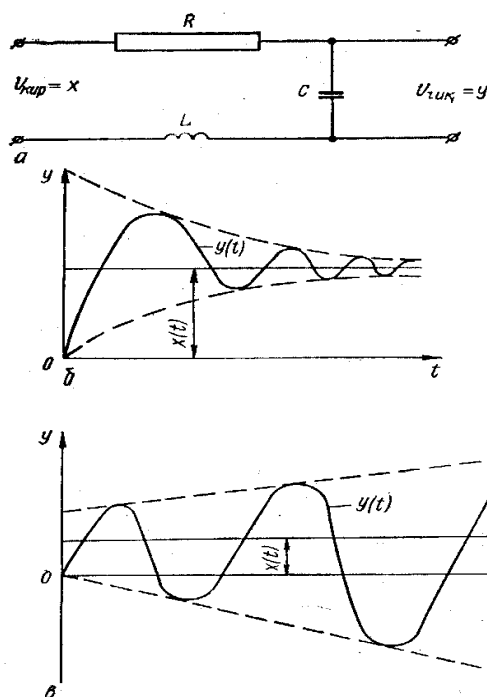
Вақт доимийлари (электромагнит ва электромеханикавий доимийлари)ни ҳисобга олмаса ҳам бўладиган электр мотор, идеаллаштирилган интегралловчи сиғимли контур ва бошқалар электрик интегралловчи бўғинларга мисол бўла олади. Бу холда бўғиннинг киришига доимий ғалаён берилган бўғиннинг чиқишида вақт бўйича чизикли ошиб борувчи миқдор ҳосил бўлади.

**Тебраниш бўғини.** Агар киришга бирлик ғалаён берилган чиқиш миқдори гармоник ўткинчи жараён орқали барқарор кийматга эришса, бўғин тебраниш бўғини дейилади.

Тебраниш бўғинининг дифференциал тенгламаси куйидаги кўринишда бўлади:

$$T_1 T_2 \frac{d^2 y}{dt^2} + T_1 \frac{dy}{dt} + y = kx, \quad (11.14)$$

бунда  $T_1$  ва  $T_2$  – вақт доимийлари, бўғиннинг хусусий тебранишлари даври ва сўниш вақтини билдиради.



11.8- расм. Тебраниш бўғини:

а - электр схемаси; б - тургун бўғиннинг вақт тавсифномаси; в – тургун бўлмаган бўғиннинг вақт тавсифномаси.

Агар гармоник ўткинчи жараён сўнувчи бўлса, тебраниш бўғини тургун бўлади, агар ўткинчи жараён сўнмас бўлса, нотургун бўлади. R, L, C лар кетма-кет уланган электрик занжир (11.8-расм, а), вақт доимийсини ҳисобга олиш шарт бўлган электрик мотор ва ҳоказолар тебраниш бўғинларига мисол бўлади. Тебраниш бўғинининг вақт тавсифномаларини 11.8-расм, б, в да кўрсатилган.

Биз автоматика тизимлари намунавий бўғинларининг дифференциал тенгламаларини кўриб чиқдик. Қайд қилиб ўтилгандек, бутун тизимнинг дифференциал тенгламаси алоҳида бўғинларнинг тенгламалари асосида тузилади.

Тизимнинг дифференциал тенгламаси умумий кўринишда қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy}{dt} + a_n y = b_a \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_{m-1} \frac{dx}{dt} + d_m x, \quad (11.15)$$

бунда  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  ва  $b_0, b_1, \dots, b_r$  – ўзгармас коэффициентлар. Бу коэффициентлар вақт доимийлари, узатиш коэффициентлари ва дифференциал тенгламанинг чап ва ўнг қисмлари хосилаларининг ҳадлари ёнида турадиган бошқа ўзгармас миқдорлар киради.

Агар тизим  $n$  бўгинлардан иборат бўлса, тизим тенгламаси чап ва ўнг қисмлари юқори хосиласининг тартиби алоҳида бўгинлар тенгламалари тегишли қисмларнинг даражалари йиғиндисига тенг бўлади.

(11.9), (11.14) тенгламалардан кўриниб турибдики, тенглама чап қисми хосиласининг тартиби ўнг қисми хосиласининг тартибидан юқори, шунинг учун (11.15) дифференциал тенгламада ўнг қисми даражаси  $m$  дан катта бўла олмайди ва одатда,  $m < n$  бўлади.

### 11.3. Лаплас алмаштиришининг хоссалари

АРТ ни тадқиқот этиш ва ҳисоблашда Лаплас алмаштириши деб аталадиган математик усул кенг қўлланилмоқда. Бу усул бир ўзгаруви (одатда вақт) нинг функцияси  $f(t)$  ни бошқа ўзгарувчи (масалан,  $p$ ) нинг функцияси  $f(p)$  га қуйидаги функцияга айлантиришга имкон беради.

$$F(p) = \int_0^{\infty} f(t)e^{-pt} dt \quad (11.16)$$

Бу ерда  $p$ -ихтиёрий комплекс қиймат бўлиб,  $p=a+jb$  билан белгиланади, бунда  $a$  ва  $b$  - ҳақиқий ўзгарувчилар.

$f(t)$  функцияси оригинал,  $F(p)$  функцияси эса  $f(t)$  функциянинг тасвири деб аталади. Лаплас алмаштириш қисқача қуйидагича ёзилади.

$$F(p) = \Lambda[f(t)]. \quad (11.17)$$

Лаплас алмаштириши дифференциал тенгламаларни алгебраик кўринишга, яъни дифференциаллаш ва интеграллаш операцияларини купайтириш ва бўлишдан алгебраик операциялар билан алмаштиришга имкон беради. Шунда  $n$ - тартибли ҳосила  $n$  - даражали  $p$  операторнинг тасвир  $F(p)$  га кўпайтмаси билан алмаштирилади:

$$\Lambda \left[ \frac{d^n x(t)}{dt^n} \right] = p^n F(p). \quad (11.18)$$

Интеграл сурати  $F(p)$  тасвир, махражи эса  $p$  оператордан иборат касрга алмаштирилади:

$$\Lambda \left[ \int x(t) dt \right] = \frac{F(p)}{p}. \quad (11.19)$$

Бинобарин, оператор  $p$  ни расмий равишда дифференциаллаш символи  $p = \frac{d}{dt}$  деб қараш мумкин. Бу дифференциал тенгламалардаги ҳосилаларни даражаси ҳосиланинг тартибига тенг операторлар  $p$  нинг ўзгарувчининг тасвирига кўпайтмаси билан алмаштиришга, яъни дифференциал тенгламалардан оператор тенгламаларга ўтишга имкон беради.

Оператор тенгламалар автоматика тизимларини тадқиқ қилишда кенг қўлланилмоқда ва алоҳида бўғинларнинг ҳам, бутун АРТ нинг ҳам узатиш функцияларини олишга имкон беради.

**1-Мисол.** Ўзгармас ток машинаси кузгатиш чулғами учун оператор тенглама тузилсин ва узатиш функцияси топилсин. Чулғамга келтирилган кучланиш  $U_k$  кириш миқдори, кузгатиш токи  $I_k$  эса чиқиш миқдори бўлади.

Кучланиш  $U_k$  келтирилган кўзгатиш чулғамининг статик режимдаги тенгламаси  $U_k = R_k I_k$  кўринишда бўлади.

Динамик режимда занжирда ўзиндукциянинг  $e_L = -L_k \frac{dI_k}{dt}$  бўлган э.ю.к.

пайдо бўлади ва алгебраик тенглама дифференциал тенгламага айланади:

$$U_k + e_L = I_k R_k$$

бундан

$$U_k = I_k R_k + L_k \frac{dI_k}{dt}.$$

Дифференциал тенгламанинг чап ва ўнг қисмларини  $R_k$  га бўламиз.

$$\frac{U_k}{R_k} = I_k + \frac{L_k}{R_k} \cdot \frac{dI_k}{dt}$$

Куйидагича белгилаймиз:  $\frac{1}{R_k} = k$ ,  $\frac{L_k}{R_k} = T_k$ , бунда  $T_k$  - кўзгатиш занжири-

нинг вақт доимийси; бу ҳолда

$$kU_k = I_k + T_k \frac{dI_k}{dt}.$$

Лаплас алмаштириши асосида ўзгарувчан  $t$  дан ўзгарувчан  $p$  га ўтамыз ва куйидаги оператор тенгламани ҳосил қиламиз:

$$kU_k(p) = I_k(p) + T_k p I_k(p) = (1 + T_k p) I_k(p) \quad (11.20)$$

(11.20) ифодага биноан, кўзгатиш чулғамининг узатиш функциясини ёзамиз:

$$W(p) = \frac{I(p)}{U(p)} = \frac{k}{1 + T_k p}$$

**2-Мисол.** 11.7-расм, в даги электрик схема учун оператор тенглама тузилсин ва узатиш функцияси топилсин.

Занжирнинг алоҳида қисмлари учун дифференциал тенгламалар ёзамиз. Схемага келтирилган кучланиш  $U_{чик}$  куйидагига тенг:

$$U_{кир} = IR + \frac{1}{C} \int I dt.$$

Чикиш кучланиши  $U_{чик}$  куйидагича аниқланади:  $U_{чик} = I \cdot R$

бу ерда  $I$  - қаршилик  $R$  бўйлаб оқадиган ток кучи.

иккала тенгламани  $R$  га бўламиз:

$$\frac{1}{R} U_{кир} = I + \frac{1}{RC} \int I dt, \quad \frac{1}{R} U_{чик} = I.$$

Куйидагича белгилаймиз:  $\frac{1}{R} = k$  ва  $RC = T$ , бу ҳолда:

$$kU_{кир} = I + \frac{1}{T} \int I dt, \quad kU_{чик} = I$$

бўлади.

Тенгламалардаги ўзгарувчан  $t$  дан ўзгарувчан  $p$  га ўтамыз:

$$kU_{кир} = I + \frac{1}{T} \int I dt, \quad kU_{чик} = I,$$

$$kU_{\text{чиии}}(p) = I(p).$$

Иккала тенгламани биргаликда ечиб, оператор тенглама ёсил киламиз.

$$kU_{\text{кир}}(p) = kU_{\text{чик}}(p) + \frac{1}{Tp} kU_{\text{чик}}(p),$$

ёки

$$U_{\text{кир}}(p) = \left(1 + \frac{1}{Tp}\right) U_{\text{чик}}(p).$$

Схеманинг узатиш функцияси куйидаги кўринишда бўлади:

$$W(p) = \frac{U_{\text{чиии}}(p)}{U_{\text{кир}}(p)} = \frac{1}{1 + \frac{1}{Tp}} = \frac{Tp}{1 + Tp}. \quad (11.21)$$

Кўриб чиқилган мисоллар оператор тенгламаларни ва узатиш функцияларини топиш усулига амал қилиб, автоматик тизимларнинг намунавий бўғинлари учун оператор тенгламалар ва узатиш функцияларини тузамиз. Намунавий бўғинлар учун оператор тенгламалар ва узатиш функциялари тегишлича куйидаги кўринишда бўлади:

Инерциясиз бўғин учун:

$$y(p) = kx(p),$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = k \quad (11.22)$$

Апериодик бўғин учун:

$$y(p)(1 + Tp) = kx(p). \quad (11.23)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{k}{1 + Tp} \quad (11.24)$$

Дифференциалловчи бўғин.

Идеал бўғин

$$Y(p) = k p x(p), \quad (11.25)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = kp; \quad (11.26)$$

Реал бўғин

$$(1+Tp)y(p)=kTx(p) \quad (11.27)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{kTp}{1+Tp}. \quad (11.28)$$

Интегралловчи бўғин

$$Tру(p)=кx(p), \quad (11.29)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{k}{Tp}. \quad (11.30)$$

Тебраниш бўғини

$$(T_1T_2p^2+T_1p+1)y(p)=кx(p), \quad (11.31)$$

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{k}{T_1T_2p^2 + T_1p + 1}. \quad (11.32)$$

АРТнинг оператор тенгламаси (11.15) тенглама асосида қуйидаги умумий кўринишда бўлади.

$$(a_0p^n + a_1p^{n-1} + \dots + a_{n-1}p + a_n)y(p) = (b_0p^m + b_1p^{m-1} + \dots + b_{m-1}p + b_m)x(p). \quad (11.33)$$

Автоматик ростлаш тизимининг узатиш функцияси (4.20) тенгламага биноан қуйидаги умумий кўринишда бўлади:

$$W(p) = \frac{b_0p^m + b_1p^{m-1} + \dots + b_{m-1}p + b_m}{a_0p^n + a_1p^{n-1} + \dots + a_{n-1}p + a_n}. \quad (11.34)$$

Қайд қилиш керакки, (11.34) ифоданинг махражи тизим учун ёзилган тавсифли тенгламанинг чап қисми бўлади. АРТ нинг турғунлиги ва сифат кўрсаткичлари аниқлашда узатиш функциялари муҳим восита бўлади.

#### 11.4. Частотавий тавсифномалар

Частотавий тавсифномалар автоматик тизимларини анализ қилишда кенг қўлланилмоқда ва алоҳида бўғин учун ҳам, бутун тизим учун ҳам олиниши



мумкин. Амплитуда частотавий, фаза-частотавий, амплитуда-фаза-частотавий тавсифномалар бор.

Агар чизикли очик тизимнинг киришига гармоник ғалаён берилса (11.9-расм), у ҳолда тизимнинг чиқишда ўша частотали, лекин ўзгармас ва фазаси бошқача гармоник сигнал оламиз. Киришга ўзгармас амплитуда ва турли частотали ғалаёнловчи таъсир берилса, частотавий тавсифномалар ҳосил бўлади.

Амплитуда – частотавий тавсифнома

$$K(\omega_i) = \frac{A_{\text{чиш}}(\omega_i)}{A_{\text{кир}}(\omega_i)}, \quad (11.35)$$

Бу ерда  $A_{\text{чиш}} \cdot (\omega_i)$  ва  $A_{\text{кир}} \cdot (\omega_i) - \omega_i$  частотада чиқиш ва кириш амплитудалари.

Фаза-частотавий тавсифнома

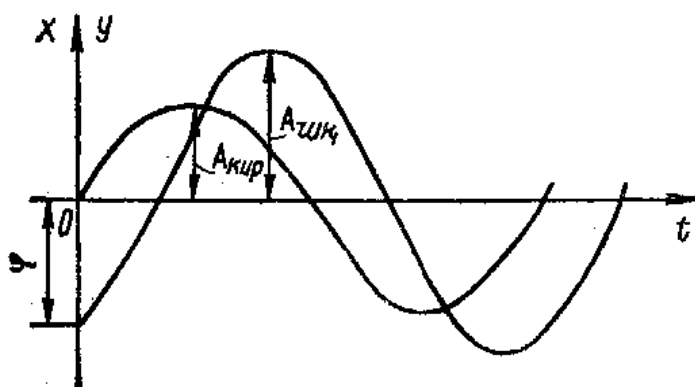
$$\varphi(\omega_i) = \varphi_{\text{чиш}}(\omega_i) - \varphi_{\text{кир}}(\omega_i), \quad (11.36)$$

бунда  $\varphi_{\text{чиш}} \cdot (\omega_i)$  ва  $\varphi_{\text{кир}} \cdot (\omega_i) - \omega_i$  частотада чиқиш ва кириш таъсирларининг фазалари.

Кириш таъсирига турли частоталар бериб, қатор нуқталар ҳосил қилинади. Бу нуқталар бўйича частотавий тавсифномалар:

$K(\omega)=f(\omega)$  ва  $\varphi(\omega)=f(\omega)$  тузилади.

Амплитуда ва фазавий тавсифномалар бўйича амплитуда-фазавий тавсифнома кўрилади. Бунинг учун фазавий тавсифнома графигидан маълум частота  $\omega$  учун фаза бурчак манфий бўлса, соат стрелкаси бўйлаб, агар бурчак мусбат бўлса, соат стрелкасига қарши йўналишда бурчак сингари олиб кўйилади ва у орқали нур ўтказилади. Шу частотада амплитудавий тавсифнома графигидан олинган амплитуда  $K(\omega)$  нинг қиймати нур устига кўйилади. Частота  $\omega$  учун



нўқта ҳосил бўлади, сўнгра шу усулда бошқа частоталар учун ҳам нўкталар кўрилади. Бу нўкталарни бирлаштириб, амплитуда-фаза тавсифномаси деб аталадиган эгри чизик олинади. Частотавий тавсифномани тажриба асосида кўриш йўли ана шулардан иборат.

#### 11.9-расм. Кириш ва чиқиш гармоник сигналларининг кўринишлари

Бўгин ёки очик тизим узатиш функциясининг ифодасига  $p=j\omega$  кўйилса, у ҳолда комплекс текисликда ҳақиқий  $P(\omega)$  ва мавҳум  $jQ(\omega)$  қисмларнинг геометрик йиғинди тарзида курсатилган узатиш функциясининг ифодасини ҳосил қиламиз:

$$W(j\omega) = P\omega + jQ(\omega). \quad (11.37)$$

Бу ердан амплитуда тавсифномаси кўйидагича аниқланади:

$$K(\omega) = \sqrt{P^2(\omega) + Q^2(\omega)}. \quad (11.38)$$

Фазавий тавсифнома эса кўйидагича бўлади:

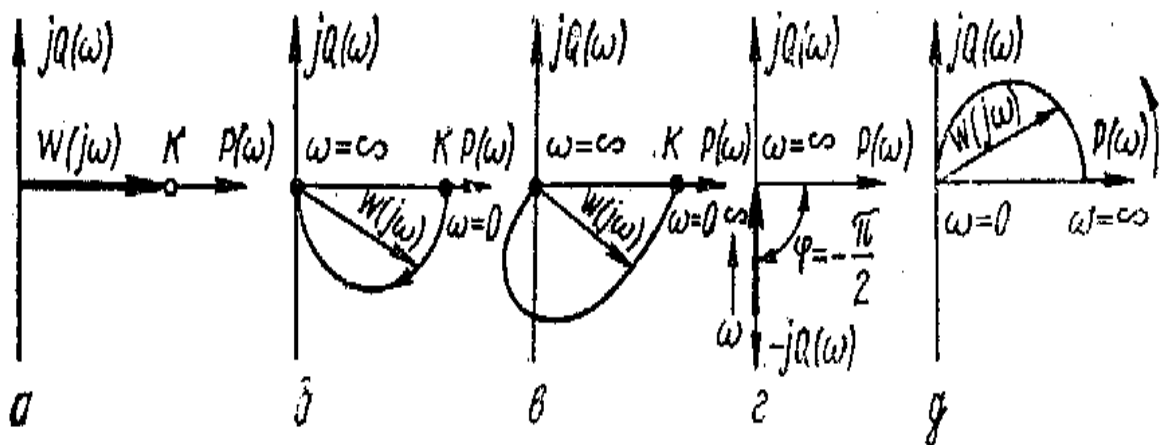
$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{Q(\omega)}{P(\omega)} \quad (11.39)$$

Агар (11.37) ва (11.39) формулаларга  $\omega$  нинг 0 дан  $\infty$  гача қийматини қўйсак, у ҳолда изланаётган амплитуда-фаза, амплитуда ва фаза тавсифномаларини қуриш учун зарур бўлган қийматларни оламиз. Шундай қилиб, исталган бўғин ва тизим учун частотавий тавсифномаларни қуриш мумкин.

Намунавий бўғинларнинг амплитуда-фаза тавсифномалари 11.10-расмда келтирилган.

**АРТнинг таркибий схемалари ва уларни эквивалент алмаштириш усуллари.** Автоматик ростлаш тизимлари принципиал ва функционал схемалардан ташқари, таркибий схема кўринишида ҳам ифодаланиши мумкин.

АРТ нинг таркибий схемаси деганда шундай схема тушуниладики, бунда барча тизим йўналтирилган таъсир бўғинларига бўлинади. Бу бўғинлар дина-

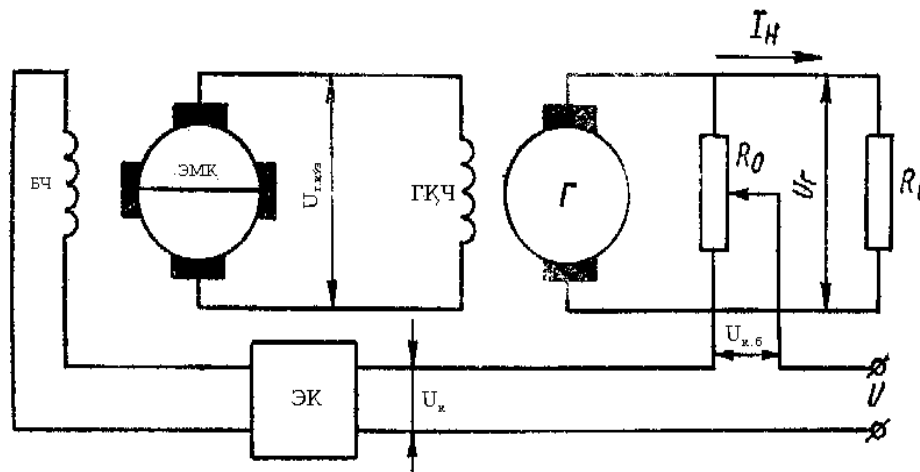


мик хоссалари жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади. Таркибий схемалар тизимларининг элементлари тўғри тўртбурчакликлар кўринишида тасвирланади; бирор конкрет қурилмага йўналтирилган бир нечта таъсир бўғин билан тасвирланиши мумкин. Аксинча, бир бўғин бир нечта конкрет қурилмани тасвирлаши мумкин.

11.10- расм. Намунавий бўғинларнинг амплитуда-фазавий тавсифномалари:

- а – кучайтиргичли бўғин; б – аperiodик бўғин; в – тебраниш бўғини; г – интегралловчи бўғин; д – реал дифференциалловчи бўғин тавсифномаси.

Тизим ҳар бир бўғиннинг чиқиш миқдорини кириш миқдorigа боғлайдиган тенглама ёки узатиш функциясининг турига қараб бўғинларга ажратилади. Тўғри тўртбурчак ичида ҳар бир бўғиннинг узатиш функцияси  $W(p)$  кўрсатилади, бўғинлар ўртасидаги боғланиш эса стрелкали чизиклар билан тасвирланади;



стрелкалар таъсирларнинг йўналишини ва қўйилган нуқтасини кўрсатади.

11.11-расм. Электромашинали кучайтиргичли ўзгармас ток генераторининг кучланишини автоматик ростлаш тизимининг принципал схемаси: ЭМК – электромашинали кучайтиргич; Г-генератор; ЭК – электрон кучайтиргич; БЧ – ЭМКнинг бошқариш чулғами; ГКЧ – генераторнинг кўзгатиш чулғами.

Принципал схемаси 11.11-расмда кўрсатилган ўзгармас ток генераторининг кучланишини автоматик ростлаш тизимининг таркибий схемаси 11.12-расмда тасвирланган. Электрон кучайтиргич (ЭК) нинг киришидан (кириш миқдори  $U_{\text{кир}}$ ) электр машинали кучайтиргич (ЭМК)нинг кўндаланг занжиригача бўлган занжир қисми биринчи йўналтиргич таъсир бўғини деб қабул қилинган. Бу бўлакнинг чиқиш миқдори ЭМК якори кўндаланг занжирининг э.ю.к.  $E_q$  бўлади. Узатиш функцияларини топиш услубига мувофиқ биринчи бўғиннинг узатиш функцияси қуйидагича бўлади:

$$W_o(p) = \frac{E_q(p)}{U_{\text{кир}}(p)} = \frac{\eta_1}{1 + T_y(p)}, \quad (11.40)$$

бу ерда  $\eta_1$  – биринчи бўғиннинг узатиш коэффициенти;

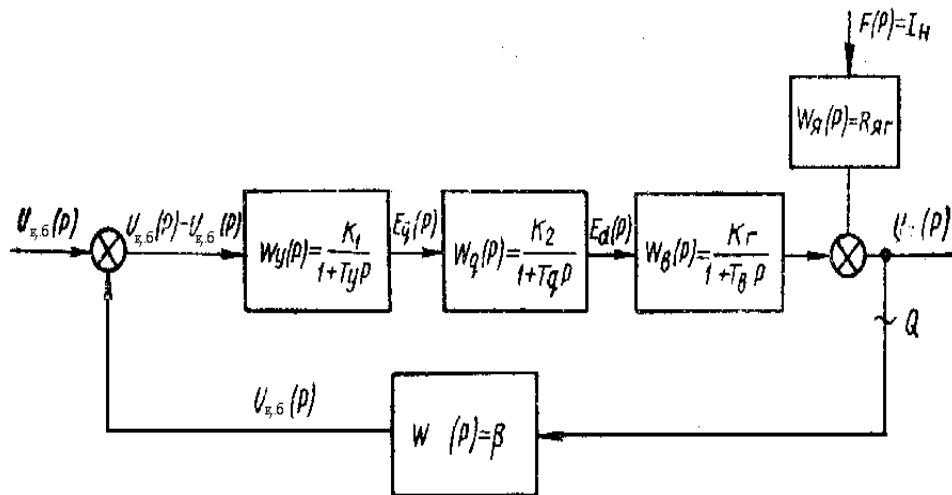
$T_{\delta}$  – ЭМКни бошқариш чулғами занжирининг вақт доимийси.

Иккинчи йўналтирилган таъсир бўғини деб қабул қилинган қисмда э.ю.к.  $E_q$  кириш бўлади, ЭМК якори бўйлама занжирининг э.ю.к.  $E_d$  эса бўғиннинг чиқиш миқдори бўлади.

Иккинчи бўғиннинг узатиш функцияси қуйидагича:

$$W_q(p) = \frac{E_d(p)}{E_q(p)} = \frac{k_2}{1 + T_q p}. \quad (11.41)$$

бу ерда  $k_2$  – иккинчи бўғиннинг узатиш коэффициенти;



$T_q$  – ЭМК кўндаланг занжирининг вақт доимийси;

11.12- расм. ЭМКли ўзгармас генератори кучланишини автоматик ростлаш тизимининг структура схемаси.

АРТ нинг тўғри занжиридаги учинчи йўналтирилган таъсир бўғини сифатида кириш миқдори э.ю.к.  $E_d$ , чиқиш миқдори эса генераторнинг э.ю.к.  $E_r$  бўлган майдони қабул қилинади.

Учинчи бўғиннинг узатиш функцияси қуйидагича ёзилади.

$$W_{куз}(p) = \frac{E_d(p)}{E_r(p)} = \frac{k_2}{1 + T_{\delta} p}. \quad (11.42)$$

бу ерда  $k_r$  – учинчи бўғиннинг узатиш коэффициенти;

$T_{\delta}$  – вақт доимийси.

АРТнинг тўғри занжирини туташтирувчи (беркитувчи) тескари алоқа занжирида бир инерциясиз бўгин – кучланишни бўлгич  $R_0$  киритилган.

Тескари алоқа бўгинининг узатиш функцияси куйидагича бўлади:

$$W_{o.c}(p) = \frac{U_{m.б}(p)}{U_2(p)} = \beta \quad (11.43)$$

Тескари алоқа коэффициенти  $\beta$  нинг киймати (11.43) ифодага мувофиқ, бўлгич  $R_0$  ползунсининг вазиятига қараб, нолдан биргача ўзгариши мумкин. Демак, АРТ занжири тўртта йўналтирилган таъсир бўгинидан иборат, шулардан учтаси тўғри занжирда, биттаси эса тескари алоқа занжирида жойлашган. Агар электрон кучайтиргич ўзининг кучайтириш коэффициентига тенг узатиш функциясига эга бўлган бўгин деб қаралса, у ҳолда тўғри занжирда тўртта бўгин бўлади, узатиш коэффициенти  $k_1$  га эса электрон кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициентининг киймати кирмайди.

Схемада  $U_{cp}(p)$  – таққослаш кучланишининг тасвири бўлиб, тизим ростланадиган кучланишнинг талаб этилган кийматига ана шу тасвир ёрдамида созилади;  $F(p)$  – ғалаёнловчи таъсир (генератор юкламаси) тасвири.

Ғалаёнловчи таъсирнинг узатиш функцияси  $W_{я}(p)=R_{я.г}$  ростланадиган микдорнинг мазкур ғалаёнга боғлиқлик тавсифини белгилаб беради. Биз кўраётган ҳолда генераторнинг юклама токи ғалаёнловчи таъсирдир, шунинг учун  $W_{я}(p)$  генератор якорининг қаршилиги  $R_{я.г}$ га тенг ўзгармас микдор бўлади.

Тизимнинг динамик хоссаларини тадқиқот этишда очик ва берк тизимларнинг узатиш функцияларига эга бўлиш керак. Бунинг учун таркибий схемаларни эквивалент ўзгартириш қоидаларидан фойдаланиб, барча тизимнинг узатиш функцияси топилади. Эквивалент алмаштириш деб шундай ўзгартиришга айтиладики, бунда бир схема бошқасига тизимнинг динамик тавсифномаларини сақлаган ҳолда алмаштирилади.

Таркибий схемаларни эквивалент алмаштиришнинг асосий қоидалари куйидагилардан иборат.

1. Кетма-кет уланган бўғинларнинг узатиш функцияси алоҳида бўғинлар узатиш функцияларининг купайтмасига тенг (11.13,а-расм. Таркибий схемада йўналтирилган таъсир бўғинларини кетма-кет улашда навбатдаги ҳар бир бўғиннинг кириши олдинги бўғиннинг чиқишига бирлаштирилади), яъни:

$$W(p) = W_1(p) W_2(p) W_3(p). \quad (11.44)$$

2. Параллел уланган бўғинларнинг узатиш функцияси (таркибий схемада йўналтирилган таъсир бўғинларини параллел улашда барча бўғинларнинг кириш миқдори бир хил бўлади, чиқиш миқдорлари эса жамланади) алоҳида бўғинлар узатиш функцияларининг йиғиндисиغا тенг (11.13,б-расм):

$$W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p). \quad (11.45)$$

3. Тескари манфий алоқали берк тизимнинг узатиш функцияси (11.13,в-расм) қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$W(p) = \frac{W_0(p)}{1 + W_0(p)W_{\kappa, \delta}(p)}. \quad (11.46)$$

Тескари мусбат алоқада (11.46) ифоданинг махражида «+» ўрнига «-» ёзилади.

1. Сигнал олиш (ёки жамлаш) нуқтасини кўпроқ бўғинга силжитилганда тескари алоқа занжирига қўшимча равишда қамраладиган бўғинларнинг тескари узатиш функциясига эга бўлган бўғин қўшилади (11.13, г-расм).

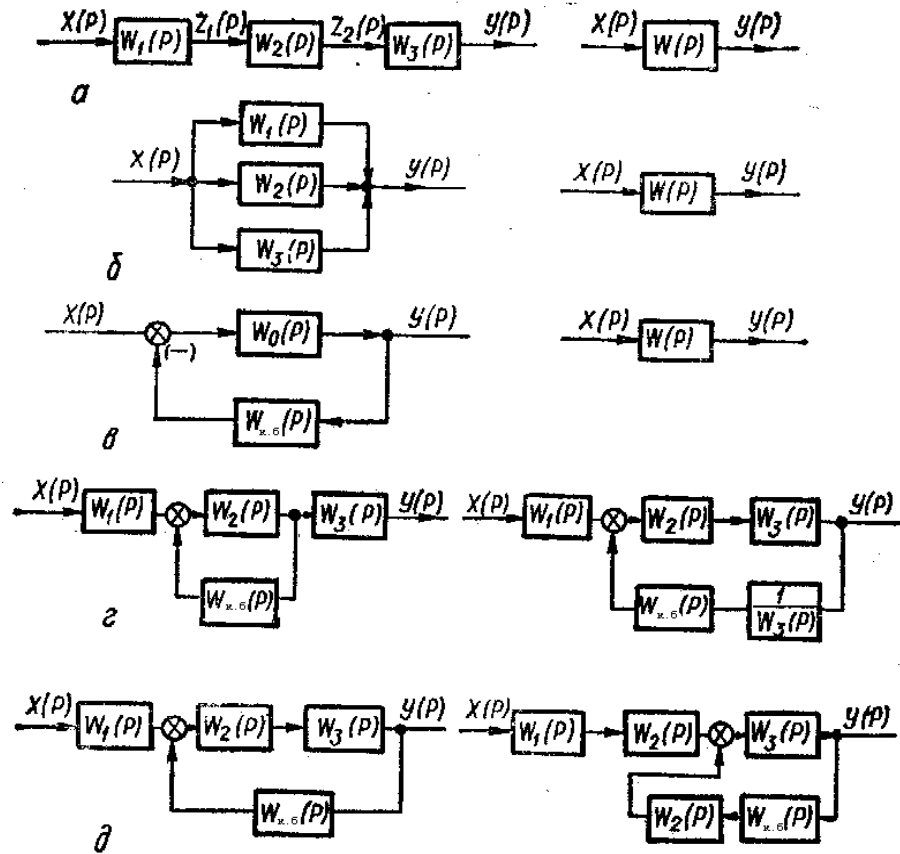
2. Сигнал олиш (ёки жамлаш) нуқтасини камроқ бўғинларга силжитишда тескари алоқа занжирида узатиш функцияси ўчириладиган бўғинни кетма-кет улаш зарур (11.13, д-расм).

Таркибий схемаларни эквивалент алмаштириш қоидаларидан фойдаланиб, генератор кучланиши АРТ нинг узатиш функциясини топамиз.

Очиқ тизимнинг (тизим Q нуқтада очилган, 11.12-расмга қаранг) кетма-кет уланган йўналтирилган таъсир бўғинларидан тузилган узатиш функцияси қуйидагича бўлади:

$$W(p) = W_y(p) W_q(p) W_b(p) W_{o.c}(p). \quad (11.47)$$

Берк тизимнинг бошқарувчи таъсир учун узатиш функцияси  $U_{cp}(p)$  куйидагича аникланади:



$$\frac{U_z(p)}{U_{cp}(p)} = \frac{W_y(p)W_q(p)W_e(p)}{1 + W_y(p)W_q(p)W_e(p)W_{o.c}(p)} \quad (11.48)$$

11.13-расм. Таркибий схемаларни эквивалент ўзгартириш:

а – кетма-кет уланган бўгинларни; б- параллел уланган бўгинларни; в- тескари боғланиш билан камралган бўгинни; г- ажратиб олиш нуқтасини кўчириш; д- жамлаш нуқтасини кўчириш;

Тизимнинг кириш миқдори деб, бошқарувчи таъсир  $U(p)$  эмас, балки ғалаёнловчи таъсир  $F(p)$  қабул қилинса, у ҳолда берк тизимнинг ғалаёнловчи таъсир  $F(p)$  учун узатиш функцияси куйидагича бўлади:

$$\frac{U_z(p)}{U_{cp}(p)} = \frac{W_{я}(p)}{1 + W(p)} \quad (11.49)$$



бу ерда  $W(p)$  – очик тизимнинг (11.47) тенглама бўйича аниқланадиган узатиш функцияси.

Алоҳида бўғинлар узатиш функцияларининг қийматини (11.47), (11.49) ифодаларга қўйиб, тизимнинг узатиш функциясини оламиз.

### 11.5. АРТнинг турғунлиги ва турғунликнинг асосий мезонлари

Автоматик ростлаш тизими бирор таъсир (бошқариш ёки созлаш сигнали, ғалаён ва ҳоказо) содир бўлганда мувозанат ҳолатидан чиқади, ўткинчи жараён пайдо бўлади. Ўткинчи жараёнда икки ҳолат содир бўлиши мумкин: 1) тизим ўзининг ички кучлари ҳисобига ғалаён бартараф этилгач турғун мувозанат ҳолатига қайтади; бундай тизим турғун тизим дейилади; 2) тизим турғун мувозанот ҳолатига қайтмайди, балки бу ҳолатдан тўхтовсиз узоқлашади ёки унинг атрофида йўл қўйиб бўлмайдиган даражада катта тебранади. Бундай тизим нотурғун дейилади. Нотурғун тизимлар амалда ишлатилмайди.

Тизимнинг турғунлигини аниқлаш учун турғунликнинг алгебраик ва частотавий мезонларидан фойдаланилади.

Турғунликнинг алгебраик мезонларига кўпинча Раусс-Гурвиц мезонлари, частотавий мезонларига эса Михайлов ва Найквист мезонлари киради.

**Алгебраик мезонлар.** Бу мезонлар одатда нисбатан паст тартибли тенгламалар билан ифодаланадиган тизимлар учун ишлатилади. Масалан, бешинчи тартибда бошлаб Раусс-Гурвиц мезонларини қўлланиш айниқса бирор катталикнинг турғунликка таъсирини аниқлашда қийин бўлади.

Маълумки, тизимнинг физикавий хоссалари мазкур тизим тавсифли тенгламасининг математик хоссалари билан бир ишорали боғланган. Бу эса тавсифли тенгламанинг коэффицентлари бўйича турғунлик шартини тузишга имкон беради.

Биринчи тартибли тавсифли тенглама

$$a_0 p + a_1 = 0 \quad (11.50)$$

учун тавсифли тенгламанинг барча коэффициентлари мусбат бўлиши зарур ва етарли, яъни  $a_0 > 0$ ,  $a_1 > 0$ .

Иккинчи тартибли тавсифли тенгламали тизим

$$a_0 p^2 + a_1 p + a_2 = 0 \quad (11.51)$$

учун тавсифли тенгламанинг барча коэффициентлари мусбат бўлиши зарур, яъни  $a_0 > 0$ ,  $a_1 > 0$ ,  $a_2 > 0$ .

Учинчи тартибли тизим учун  $a_0 > 0$ ,  $a_1 > 0$ ,  $a_2 > 0$ ,  $a^2 > 0$ , ҳам, иккинчи тартибли детерминант  $\Delta_2$  ҳам мусбат бўлиши зарур ва етарли:

$$a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0 \quad (11.52)$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix} = a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0 \quad (11.53)$$

Тўртинчи тартибли тизим

$$a_0 p^4 + a_1 p^3 + a_2 p^2 + a_3 p + a_4 = 0 \quad (11.54)$$

учун  $a_0 > 0$ ,  $a_1 > 0$ ,  $a_2 > 0$ ,  $a_3 > 0$ ,  $a_4 > 0$  ҳам, детерминантлар  $\Delta_2$  ва  $\Delta_3$  ҳам мусбат бўлиши зарур ва етарли:

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix} = a_3 (a_1 a_2 - a_0 a_3) - a_1^2 a_4 > 0 \quad (11.55)$$

Агар тизим  $n$  – даражали тавсифли тенгламага эга бўлса,

$$a_0 p^n + a_1 p^{n-1} + \dots + a_{n-1} p + a_n = 0 \quad (11.56)$$

у ҳолда турғунлик шартини Раус-Гурвиц критерийси бўйича қуйидагича таърифлаш мумкин: агар  $a_0 > 0$  ва (11.57) коэффициентлар жадвалининг барча диагонал детерминантлари мусбат бўлса, яъни

$$\Delta_n = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & 0 & 0 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & . & . & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & . & . & 0 \\ 0 & . & . & a_{n-3} & a_{n-1} & 0 \\ 0 & . & . & a_{n-1} & a_{n-2} & a_n \end{vmatrix} \quad (11.57)$$

у ҳолда тизим тургун бўлади.

(11.57) жадвал тавсифли тенгламанинг коэффициентларидан куйидагича тuzилади. Асосий диагонал бўйлаб тавсифли тенгламанинг коэффициентлари  $a_1$  дан бошлаб кетма – кет ёзилади.

Жадвалнинг устунлари, асосий диагоналдан бошлаб, ошиб борувчи индекслар бўйича юқорига, камайиб борувчи индекслар бўйича эса пастга қараб ёзилади. Нолдан паст ва тенглама даражаси  $n$  дан юқори бўлган барча коэффициентлар ноллар билан алмаштирилади.

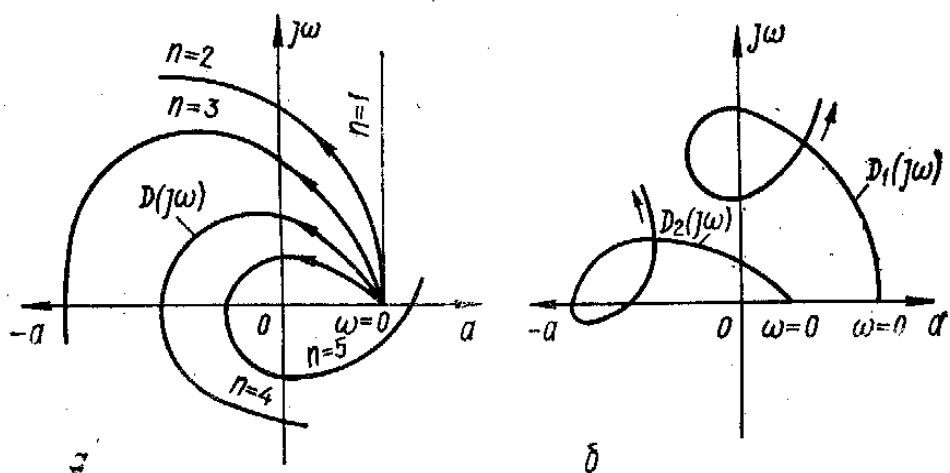
**Частотавий мезонлар.** Тизимнинг тургунлигини Михайлов мезони бўйича куйидагича аниқланади.

1. Тизимнинг тавсифли тенгламаси (11.56) га  $p > j\omega$  қийматини ёзилиб, куйидаги ифода олинади:

$$D(j\omega) = a_0(j\omega)^n + a_1(j\omega)^{n-1} + \dots + a_{n-1}(j\omega) + a_n = 0 \quad (11.58)$$

2.  $\omega$  қийматини 0 дан  $\infty$  гача ўзгартириб, вектор  $D(j\omega)$  нинг қиймати ҳисобланади ва комплекс текисликда унинг годографи кўрилади; эслатма  $\omega=0$  бўлганда  $D(0) = a_n > 0$  бўлади.

Ҳосил қилинган годограф Михайлов мезонини таърифлашга имкон беради,



$n$  – тартибли тургун тизим учун тавсифли тенглама  $D(j\omega)$  векторининг годографи соат стрелкасига карши айлантирилганда навбат билан  $n$  квадратларни (ҳаракатни мусбат ярим ўқда ётган нуқтадан бошлаб ва ҳеч қаерда нолга тенглашмасдан) ўтиши лозим.

11.14- расм. Михайлов годографлари:

$a$  – барқарор;  $b$ - беқарор тизимлар годографи.

Тургунликнинг амплитуда-фазавий мезони ёки Найквист мезони берк АРТнинг тургунлигини очик тизимнинг амплитуда-фаза тавсифномасидан аниқлашга имкон беради.

Бунинг учун очик тизим узатиш функциясининг ифодасини (11.34) га  $p=j\omega$  ни куйиб, куйидаги ифода олинади.

$$W(p) = \frac{b_0(j\omega)^m + b_1(j\omega)^{m-1} + \dots + b_{m-1}(j\omega) + b_m}{a_0(j\omega)^n + a_1(j\omega)^{n-1} + \dots + a_{n-1}(j\omega) + a_n}. \quad (11.59)$$

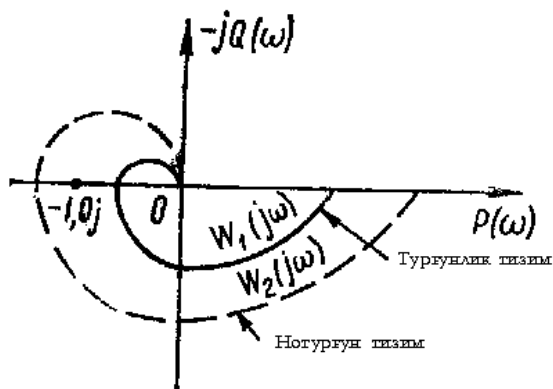
$a_0 \dots a_n$  ва  $b_0 \dots b_m$  – ўзгармас коэффициентлар бўлганидан  $\omega$  га 0 дан  $\infty$  гача турли кийматлар бериб ва ҳар гал  $W_1(j\omega)$  ни ҳисоблаб, вектор  $W(j\omega)$  нинг годографини куриш мумкин. Бу годограф тизимнинг амплитуда-фаза тавсифномаси дейилади.

Тургунликнинг амплитуда-фаза мезони ёки Найквист мезони куйидагича таърифланади: берк тизимнинг тургун булиши учун очик тургун тизимнинг амплитуда-фаза тавсифномаси  $\omega$  га 0 дан  $\infty$  гача ўзгарганда  $(-1; j0)$  координаталарга эга бўлган нуқтани камрамаслиги зарур ҳамда етарлидир.

Тургун ва нотургун АРТнинг амплитуда-фазавий тавсифномаси 11.15-расмда келтирилган.

Тургунликни бу усулда тадқиқ этишининг афзаллиги шундаки, очик ростлаш тизимининг амплитуда-фаза тавсифномасини тажриба йўли билан олиш мумкин.

АРТ нинг амплитуда-фаза тавсифномасини тажриба йўли билан топишда унинг катталикларини ва узатиш функцияси ифодасини олдиндан аниқлаш ке-

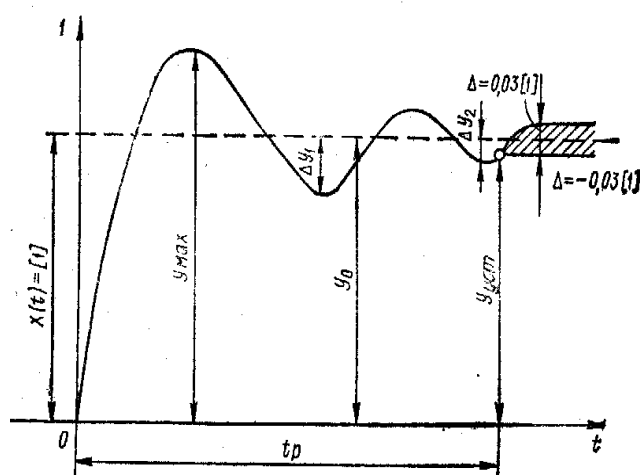


рак эмас, бу эса турғунликни тадқиқ этиш масаласини анча осонлаштиради.

11.15- расм. Амплитуда-фазавий тавсифномалар.

### 11.6. Автоматик ростлаш жараёнининг сифат кўрсаткичлари

Автоматик ростлаш тизимлари турғун бўлиши билан бир қаторда, маълум даражада сифатли ростлашни ҳам таъминлаши лозим. Ростлаш жараёнининг сифатига бўлган талаблар ҳар қайси конкрет ҳолда турлича бўлиши мумкин; деярли барча АРТларнинг ишини тавсифлайдиган энг муҳим сифат талабларини кўриб чиқамиз. Кейинчалик бу талабларни сифат кўрсаткичлари деб атаймиз. АРТ нинг сифат кўрсаткичлари тизимнинг ўткинчи жараёндаги ишини тавсифлайди. АРТнинг киришига бирлик ғалаён берилгандаги ўткинчи жараён-



нинг эгри чизиғи 11.16- расмда кўрсатилган. АРТ нинг асосий сифат кўрсат-

кичлари: ростлаш ваќти–ўткинчи жараён давом этадиган ваќт, ўта ростлаш  $\sigma$  жараёнининг тебранувчанлиги, барќарор хато, ўткинчи жараёнининг сўниш тавсифи ва турѓунлик заѓираси.

11.16– расм. Автоматик ростлаш тизими ўтиш жараёнининг тавсифи

Ростлаш ваќти тизимнинг тезкорлигини тавсифлайди ва ростланувчи миќдорнинг ростлагичнинг носезгирлик доирасига ўтиш ваќти  $t_p$  га мос келади (носезгирлик доираси барќарор кийматнинг 1-3% ини ташкил этади).

Ростланадиган миќдорнинг барќарор киймати процентларда ифодаланган максимал оѓиши  $\Delta y_{\max}$  ўта ростлаш  $\sigma$  деб аталади:

бу ерда  $y_{\max}$  – ростланадиган миќдорнинг ўткинчи жараён даги максимал киймати;

$y_0$  – ростланадиган миќдорнинг берилган киймати.

Жараённинг тебранувчанлиги ростланадиган миќдорнинг ростлаш ваќтида тебранишлар сони билан тавсифланади.

Тебранувчанлик миќдор жиѓатидан сўнишнинг логарифмик декременти бўйича баћоланади; сўнишнинг логарифмик декременти бир йўналишдаги ростланадиган миќдорнинг навбатдаги икки оѓиши амплитудалари нисбатининг натурал логарифмидан иборат:

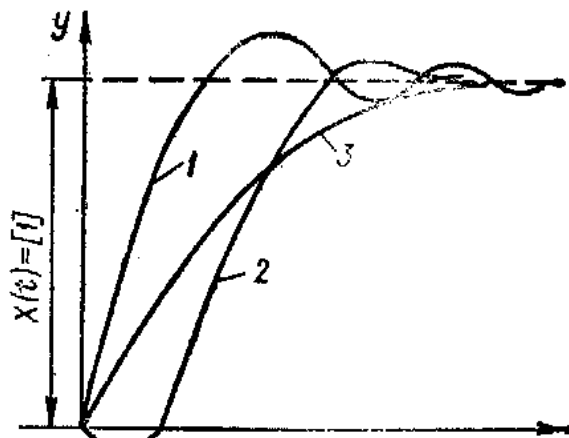
$$d = I_n \frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} \quad (11.61)$$

Сўнишнинг логарифмик декременти канча катта бўлса, ўткинчи жараён шунча тез сўнади.

Барќарор хато барќарор режимда ростлашнинг аниќлигини тавсифлайди. Юќорида айтиб ўтилганидек, барќарор хато ростланадиган миќдорининг берилган киймати  $y_{урн}$  орасидаги фарќга тенг:

$$\Delta y = y_0 - y_{урн} \quad (11.62)$$

Ўтиш жараёнининг сўниш тавсифи тебранувчи 1, аперидик 2 ёки монотон 3 (11.17-расм) бўлиши мумкин. Тебранма ўтиш жараёнида тебранишни ростлаш ростланадиган миқдор ростлагичнинг носезгирлик доирасига киргунча



давом этади.

11.17-расм. Ўтиш жараёнлари тури:

1 – тебраниш жараёни; 2 – аперидик жараёни; 3 – монотон жараёни.

Аперидик жараён умумий ҳолда бир, икки ва бундан кўп тебраниши мумкин, бу эса жараённинг ўта ростланишига сабаб бўлади.

Монотон жараёнда ростланадиган миқдорнинг қиймати бир томондан барқарор қийматга яқинлашади, ўта ростланиш бўлмайди.

Турғунлик заҳираси деганда, тизимнинг катталикларининг унинг турғунлигини йўқотмаган ҳолда бир оз ўзгартириш имконияти тушунилади.

### Назорат саволлари

1. Автоматик ростлаш тизимларининг (АРТ) статик тавсифномаларини аниқлаш усуллари?
2. Автоматик ростлаш тизимларида (АРТ) қандай намунавий бугин мавжуд? Намунавий бўғинларнинг динамик режимдаги хусусиятлари қандай?
3. Лаплас алмаштиришига таъриф беринг?
4. Намунавий бўғинлар учун оператор кўринишидаги тенгламаларни қандай тузиш мумкин?

5. Автоматик ростлаш тизимларида частотавий тавсифномалари қандай аниқланади?
6. Автоматик ростлаш тизимларининг таркибий схемалари деганда қандай схемалар тушунилади? Таркибий тузилиш схемаларини эквивалент ал-маштириш усулларини тушунтиринг?
7. АРТ нинг турғунлиги қандай аниқланади?
8. Алгебраик ва частотавий мезонлари бўйича АРТнинг турғунлиги қандай аниқланади?
9. АРТ нинг сифат кўрсаткичлари қандай аниқланади?

## **12. Сув хўжалиги ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш**

### **12.1. Сув хўжалигида ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш хусусиятлари**

Сув хўжалигини автоматлаштириш асосан саноатдаги технологик жараёнларни автоматлаштиришдаги тажрибаларга асосланади. Шу билан бирга сув хўжалигидаги гидротехник иншоотлари, насос станциялари, сувни ҳисобга олиш каби соҳалар ўзининг шундай махсус хусусиятларига эгаки, бу ҳолда танланган техник воситалар ва автоматлаштириш усуллари маълум технологик талабларга жавоб бериши керак.

Сув хўжалигидаги ишлаб чиқариш жараёнлари мураккаб ахборот алмашинуви ва жараёнларига эга бўлиб, улар турли кўринишларда берилиши мумкин.

Бу эса сув хўжалиги соҳасида қўлланувчи машина ва ускуналарнинг махсус иш режимларига мос тушмай қолиши, оқим линиялардаги ишлаб чиқариш жараёнларини тўхтаб қолиши, сув хўжалик машиналарининг иш режимлари бир-бирига мос тушмай қолишига олиб келиши мумкин.

Сув хўжалигининг яна бир муҳим хусусиятлардан бири сув хўжалиги техникасининг катта майдонларда жойлашгани ва таъмирлаш базасидан узоқлиги, ускуналарнинг кичик қувватга эга эканлиги, иш жараёнининг мавсумийлиги ҳисобланади. Жараёнлар ҳар куни маълум цикл бўйича қайтарилишига қарамай, машиналарнинг умумий иш соатлари нисбатан кам ҳисобланади. Демак, бу соҳада қўлланувчи автоматлаштириш воситалари турли кўринишларга эга бўлиб, нисбатан арзон, тузилиши жиҳатидан содда, ишлатишга қулай ва ишончли бўлиши керак. Бундай шароитда автоматлаштириш воситалари аниқ



ва ишончли ишлаши лозим, чунки бундай жараённи табиатан тўхтатиб, узиб қуйиб бўлмайди. Мисол учун, гидромелиорация тизимларида автоматлаштириш воситалари табиий шароит ўзгаришига қарамай, сутка давомида технологик операцияларнинг давомийлигини таъминлаб бериши зарур.

Сув хўжалигида ташқи тасодифий таъсирлар турли кўринишларда ўзгариши билан характерланади. Сув хўжалиги автоматикасидаги кўпгина объектлар технологик майдони ёки катта ҳажмда вақт кўрсаткичларига эга. Мисол учун, насос агрегатларида объект буйича катталикларни назорат қилиш ва бошқариш керак бўлади (сув сатҳи, босим, иш унумдорлиги, хажми ва Ҳ. К).

Бундай объектлар учун автоматлаштириш тизимларида бирламчи ўзгарткичлар, ижрочи механизмларнинг оптимал миқдорига эга бўлиб, бошқарилувчи кўрсаткичларнинг қийматини белгиланган аниқликда ва ишончли равишда сақлаш катта аҳамиятга эга.

Сув хўжалигида қўлланувчи қурилма ва ускуналарнинг кўпчилигига хос бўлган хусусиятлардан бири уларнинг ташқи муҳит билан боғлиқ ҳолда очик ҳавода ишлашидир: намлик ва ҳароратни кенг майдонда ўзгариши, турли аралашмалар, чанг, кум, агрессив газлар ҳамда сезиларли тебранишларнинг мавжудлиги. Сув хўжалигида саноатдан фарқли равишда юқоридаги талаблардан келиб чиқиб автоматлаштириш воситалари ташқи таъсирларга чидамли, параметрларини кенг диапазонда ўзгарувчи қилиб ишланиши зарур.

Бу эса лойиҳалаштириладиган объектдаги техник воситаларнинг ишдан чиқишини камайтириш, юқори аниқликда ишлашини таъминлаш имкониятини беради. Кўрсатилган хусусиятлар энг аввал ташқи муҳит билан боғлиқ шароитда ишловчи машиналарда ўрнатилган бирламчи ўзгарткичлар, ижро механизмлари, назорат асбоблари ва бошқа техник воситаларга таъсир этади. Қолган автоматлаштириш воситаларини алоҳида хоналар ёки ташқи муҳитга чидамли бўлган махсус шкафларда ўрнатиш мумкин.

Халқ хўжалигининг етакчи соҳаларидан бири бўлган сув хўжалиги соҳаси ўзига хос бўлган хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда технологик жараёнларни автоматлаштирилган тизимларини яратиш, энергия сарфини 10-15% камайтириш маҳсулот таннархини камайтириш, сув хўжалик техникасининг ишлаш вақтини узайтириш имкониятини беради. Кўрсатилган мақсадни амалга оширишда қуйидаги вазифаларни бажариш лозим:

- сув хўжалигидаги технологик жараёнларни нодаврий дискрет транспорт ҳаракатли йўналишдаги узлуксиз ҳаракатни бирлашган ёки бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳаракатли йўналишга ўтказиш асосида доимий равишда такомиллаштириш.

- сув хўжалигини автоматлаштириш соҳасида жаҳон тажрибасини илмий асослаб, технологик жараёнларни автоматлаштиришнинг оптимал ҳажми, узлуксизлигини таъминлаш; бошқарув алгоритмлари ва автоматлаштириш усулларини такомиллаштириш, серияли автоматика воситаларини қўллаш;

- сув хўжалиги автоматлаштириш объектларининг статик ва динамик хусусиятларини, математик тавсифини аниқлаш (моделлаштириш).

- сув хўжалигида қўлланувчи ноэлектрик катталикларни назорат қилишда қўлланувчи ўзгарткичларни қўллаш мақсадида бошқарув қурилмалари билан объект орасидаги назорат қилинувчи катталикларнинг бир бири билан

боғлиқлигини ўрганиш (физик хусусиятлари, электрик, оптик, акустик, ис-  
сиқлик, механик ва Ҳ.к).

Автоматлаштириш нуқтаи назаридан қараганда сув хўжалиги учун янги  
агрегатлар, машиналар тизимини ишлаб чиқиш.

Сув хўжалиги ишлаб чиқаришида иштирок этувчи қўл меҳнатини ен-  
гиллаштиришда механизациялаш ва автоматлаштириш масалалари муҳим ўрин  
тутади. Бу соҳада замонавий саноат роботлари ва манипуляторлардан фойдала-  
ниш катта самара беради.

Манипулятор - инсон қўли ёрдамида бажарилувчи ҳаракатларни  
бошқарувчи алоҳида механизмдир.

Саноат роботи - автоматик равишда бошқарилувчи программали мани-  
пулятор. Саноат роботлари сув хўжалиги ишлаб чиқаришини автоматлашти-  
ришни ривожлантиришда янги даврни бошлаб берди, чунки мавжуд автоматик  
тизимлардан фарқли равишда бажариладиган барча мураккаб вазифаларни фа-  
зовий силжишлар асосида амалга ошириш имкониятига эга.

Манипуляторлар ва роботларни ишлаб чиқаришга татбиқ этиш билан  
мавжуд технологик жараёндаги автоматлаштириш воситалари билан амалга  
ошириш мумкин бўлмаган мураккаб қўл меҳнатини, хавфли вазифаларни бажа-  
ришни енгиллаштиришга эришиш мумкин.

## **12.2. Гидромелиоратив тизимларнинг автоматлаштириш объекти сифати- даги хусусиятлари**

Маълумки, ҳар қандай автоматик бошқарув тизимида бошқарув объекти  
ва бошқарув қурилмаси ўзаро таъсирга эга. Шунинг учун бошқарув ускунаси-  
нинг сифати бошқарув объекти билан бирга ишлаган вақтда кўринади. Автома-  
тик бошқарув тизими текшириш ёки ишлаб чиқишда аввал гидромелиоратив ти-  
зимларининг автоматлаштириш объекти сифатидаги хусусиятлари, яъни жара-  
ённинг маҳсул кўрсаткичлари, статик ва динамик тавсифлари, технологик жара-  
ёнларнинг таркибий қисмлари ҳисобига олинади.

Гидромелиоратив тизимларни автоматлаштиришда бошқарув жараёнида  
тизимнинг оператив хизмат тармоғи тўлиқ ёки қисман инсон иштирокисиз  
амалга оширилиши тушунилади. Бундан ташқари, тизимнинг ишлаб чиқариш  
фаолиятининг барча турлари (иктисодиёт, хўжалик ва Ҳ.к) автоматлаштириши  
кўзда тутилади.

Гидромелиоратив тизимларни бошқарув ва назоратини ташкил этишда  
уларни телемеханик воситалар билан таминлаш муҳим аҳамиятга эга. Бу ҳолда  
маълум масофада жойлаштирилган автоматлаштириш тизимларининг ишини  
битта диспетчер пункти орқали бошқариш мумкин бўлади.

Гидромелиоратив тизимлари суғориш, қуриштириш, суғориш-кўриштириш (икки  
тамонлама ростлаш) тизимларига ажратилади. Ҳар бир тизим ўзининг хусуси-  
яти ва конструктив белгиларига, ишлаш тартибига эга.

Суғориш тизимлари қишлоқ хўжалик экинларини сув билан таминлаш  
учун қўлланади. Улар суғориш манбаларидан сувни олиш ускуналари, уни  
жўнатиш ва жадвал бўйича суғориш, истеъмолга қараб ҳамда суғориш техноло-  
гиясига асосан суғориш ускуналарини ўз ичига олади. Суғориш тизимида туғри  
иш режимини танлаш сув истеъмоли ва уни олиш, оптимал сув тарқатиш ба-

лансини сақлашга ёрдам беради. Сув тармоқлари сифатида очик каналлар, ер ости темир бетон иншоатлари ва ер ости қувурлари қўлланади. Суғориш тизимининг коллектор – дренаж қисми суғориладиган ерларни тузланиши ва батқоқланишига ҳамда ер ости сувларини кўтарилиб кетмаслаигини олдини олади. Улар очик каналлар ёки ёпиқ қувурлар кўринишида горизантал ёки артезиан қудуқларида вертикал дренаж ускуналари асосида бажарилиши мумкин.

Қуритиш тизимлари намлик кўп жойларда (зах, батқоқ ерларда) ташкил этилади. Бундай тизимларнинг вазифаси шундаки бу ҳолда табиий сув захира-лари ишлатилиб, ортиқча намлик қуритилаётган майдон ташқарисига чиқари-либ юборилади. Қуритиш тизимлари таркибига сув қабул қилгич, йиғиш ва тарқатиш қисимлари киради.

Қуритиш-суғориш қисимлари сув тартибини икки тарафлама ростлаш мақсадида, яъни йилнинг бир даврида қуритиш, иккинчи даврида намлаш қўлланилади. Бу ҳолда ер ости сувларининг намлигини сақлаш учун оптимал чуқурликда ушлаб турилиши таъминланади.

Гидромелиоратив тизимлари уларнинг фарқига қарамай, умумий хусусиятларга эга бўлиб бир хил типли автоматлаштириш объектлари хисобланади. Уларнинг қуйдаги умумий хусусиятларини ажратиш мумкин:

- умумий мақсад бу табиий намликни тарқатишдир.
- бир хил тарздаги сув таркатгич транспорт воситалари;
- бир хил турдаги ростловчи қурилмалар ва қурилмаларнинг қисмлари (одатда ҳар қандай тизим таркибида сув тармоқларида жойлаштирилган турли бошқарувчи гидротехника иншоатлари ва гидромеханика ускуналари мавжуд)
- тизимда кўп сонли бошқарув ва назорат объектлари мавжуд, объектлар турли жойларда жойлашган (бош иншоатлар, платиналар сув тарқатиш бўлим-лари ва бошқалар);
- сувни жўнатиш жараёни тўлқинли тавсифга ва катта кечикиш вақтига эга (шунинг учун нотекис сув таъминоти мавжуд бўлса, бу ҳолда сув тармоғида захира ҳажмларга эга бўлиш ва доимий равишда бошқариш ускуналарига эга бўлиш лозим)
- аксарият бошқарув объектлари очик жойлар бўлиб, атмосфера таъсирига кўра мавсумий иш тавсифига эга: бундан кўринадики, қурилма ва ускуналар ҳамда бошқаруви юқори ишончликка эга бўлиши зарур.

- очик каналлар ёки ер усти лотоклари кўринишидаги ички хўжалик тар-моғи қўшимча сиғимга эга бўлмагани учун агар истеймолчилар тарқатилган ўз вақтида ишлата олмасалар, сув тўкиш тармоғига юборилади (бу ҳолда бошқарув қурилмаси суғориладиган ерларга сувни ҳайдаш ва ишлатиш жараёнини бир - бири билан боғланишини таъминлаб бериши керак).

Шундай қилиб барча турдаги гидромелиоратив тизимлари ишлаб чиқариш жараёнлари, иш тартиблари, конструктив бажарилишининг турли хил кўрини-шидан қатий назар, улар жуда кўп ўхшаш хусусиятларини хисобга олган хол-да бир туркимлаги автоматлаштириш объекти сифатида кўриниши мумкин.

**Суғориш тизимларини автоматлаштириш вазифалари.** Ҳар бир назо-ратчи ходим бир неча яқин жойлаштирилган иншоатларга хизмат кўрсатади. Тўсиқларнинг ҳолати одатда қўл ёрдамида ҳаракатга келтирилувчи кўтарма ме-

ханизимлар ёрдамида бошқарилади, сув сатҳи ва сарфининг ўзгаришлари ўрнатилган асбоблар ёки рейкалар билан текширилади.

Маъсул гидроузеллар, иншоатлар ва эксплуатация қилинаётган бўлимлар билан диспетчер телефон алоқаси орқали боғланади. Агар диспетчер хизматида телефон алоқасидан бошқа техник воситалар бўлмаса, сув тарқатиш жараёнини назорат қилишда хисобот қуйидагича тайёрланади: ҳар куни эрталаб бўлим гидротехниги фойдаланилаётган бўлим бўйича сув чиқариш иншоатларидаги сув тарқатиш балансини тузади, олинган суткалар учун назоратчи ходимларнинг берган маълумотлари асосида бажарилади (ўлчовлар асосан икки марта - эрталаб ва кечқурун олинади). Ўлчовлар оралиғидаги вақт давомида сарфни ўзгармас деб қабул қиладилар. Фойдаланувчи бўлим ва йирик узелларнинг сув тарқатиш баланслари тизим диспетчерига узатилади. Бу ерда олинган маълумотлар асосида ўтган сутка давомида бутун тизимдаги умумий сув тарқатиш баланси тузилади, сувдан фойдаланиш режаси билан солиштирилади ва керак бўлган ҳолларда маълум ўзгартиришлар киритилиши мумкин.

Диспетчерлаштиришнинг бундай шакли хизмат кўрсатишнинг фақат маълум қисминигина ҳал қилиши мумкин, негаки бошқарилувчи ва назорат қилинувчи объектлар билан бевосита алоқа ўрнатмасдан туриб улардаги ҳақиқий ҳолат ҳақида етарли маълумотга эга бўлиши қийин. Ўлчов тизими натижалари, телефон алоқаси орқали диспетчердан олинган фармоишларнинг бажарилиши ҳақидаги маълумотлар диспетчер пунктига катта кечикишлар билан етиб келади. Кўп ҳолларда уларни текшириш имконияти бўлмади ва оператив бошқарув учун қўллаш мумкин эмаслиги кўринади.

Маҳсул бошқарув ва назорат техник воситалари бўлмаган ҳолда хўжаликлараро хизмат кўрсатиш бўлими унга қўйилган вазифаларни тўлиқ бажара олмайди, бунинг натижасида сув тарқатиш ва узатиш жараёнларида қуйидаги камчиликлар келиб чиқади:

- қуйи тарафда жойлашган истемолчилар хисобига юқоридаги истемолчиларнинг кўпроқ сувдан фойдаланиши;

- суғориш меъёрларига риоя қилмаслик оқибатида қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилдорлигини камайиб кетиши ва ерларнинг мелиоратив ҳолатининг ёмонлашиши (ботқоқланиши, шурланиши);

- сувнинг оқиб келиши ва унинг сарфи ҳақида оператив маълумотларни йўқлиги сабабли режа асосида сув тарқатиш бўйича тўлиқ назорат таъминланмайди ва суғориш меъёрларига ўз-ўзидан риоя қилинмайди;

- гидротехник иншоатлар ва ускуналарни техник эксплуатация тартиблари ва қоидалари бузилади ва бу авария ҳолатларига олиб келади;

- тизимни иш тартибини қайта ўзгартириш давларида сув истемоли ва сувни тортиш балансининг бузилиши натижасида тизимнинг хўжаликлараро қисмларининг алоҳида бўлинмаларида сезиларли даражада сувнинг чиқариб юборилиши кузатилади;

- кичик иш унумдорлигига эга бўлган қўл меҳнати кенг қўлланади.

Оператив хизматнинг техник таъминотини ўзгартирмасдан хизматчи – ходимларни сонини кўпайтириш билан юқорида кўрсатилган камчиликларни йўқотиш мумкин эмас. Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш натижасидагина юқори техник иқтисодий самарадорликка эришиш мумкин. Шун-

дай қилиб асосий масалалардан бири суғориш тизимидаги хўжаликлараро тармоғининг оператив хизмат бўлимидан фойдаланишни тубдан сифат жиҳатдан ўзгартирилиши ҳисобланади.

Суғориш тизимининг ички хўжалик тармоғи энг узун ва жуда кўп майда гидротехник иншоатларга эга бўлган қисмдир. Мисол учун, Ўзбекистон Республикасидаги суғориш каналларининг умумий узунлиги 165,3 минг кмни ташкил этади, улардан 25,5 минг км – хўжаликлараро ва 139,8 минг км ички хўжалик тармоғи;

Коллектр – дренаж тармоғи 106 минг км бўлиб, шу жумладан 75 минг кмга яқини ички хўжалик тармоғидир. Ўзбекистоннинг суғориш ва дренаж тизимида 60 мингга яқин гидротехник иншоатлар мавжуд бўлиб, уларнинг 40 мингга яқини ички хўжалик тармоғига тўғри келади. Суғориш тармоғининг умумий ф.и.к. ини ҳисобга олганда, сувни йўқотиш магистрал каналлардаги ва хўжаликлараро тарқатгичларда асосий сув олиш иншоатидан 17,5 % га, ички хўжалик қисмига эса 32,5% гача баҳоланади.

Суғориш жараёнини автоматлаштириш асосий вазифалардан бири ҳисобланади, чунки бу жараён жуда мураккаб ва иш кўп талаб қиладиган жараён ҳисобланиб, иш унумдорлигини оширишда суғориш сувларини эффектив ишлаштириш, сувни тежовчи технологиялардан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга.

Шу жумладан, коллектр – дренаж тизимини ҳам автоматлаштириш муҳим аҳамиятга эга, бу ҳолда ерларни мелиоратив ҳолатини яхшилаш, унумдорлигини ошириш, эксплуатацион ҳаражатларни камайтириш имконияти бўлади.

Шундай қилиб, суғориш тизимининг асосий вазифаларига сувни тортиш жараёнларини автоматлаштириш, тизимдаги хўжаликлараро ва ички хўжалик тармоғидаги сув тарқатиш ва суғориш ва коллектр – дренаж тармоғини автоматлаштириш киради. Суғориш тизими таркибий қисмлари ва кўрсатилган жараёнларни автоматлаштиришнинг асосий принциплари кетма – кет тартибда кўриб чиқилади. Шунини эса сақлаш керакки, тизимни автоматлаштириш умумий масаласини таркибий равишда шартли ажратиб кўрсатилган. Суғориш тизимларида сувни тортишдан бошлаб, суғориш жараёнига бўлган ишлаб чиқариш жараёнларини битта умумий занжирда текшириш лозим. Бу ҳолатни бузилиши сув ресурсларидан унумли фойдаланишни ва суғориладиган ерларни ҳолатини ёмонлашувига олиб келади. Шунинг учун тизимнинг барча таркибий қисмларини комплекс автоматлаштириш зарур бўлади.

**Суғориш тизимларини автоматлаштириш ва бошқарувининг усуллари.** Хўжаликлараро суғориш тизимини автоматлаштириш масалалари ҳозирги кунда яхши ўрганилган сувни тортиш ва тарқатиш жараёнларини бошқариш ва назорат қилиш икки хил схема асосида бажарилади.

Биринчи схема бўйича тизимнинг хўжаликлараро қисмидаги барча ростланувчи қурилма ва иншоатларда марказлашган бошқарув назорат ва ҳисобга олиш масалалари асосан жойларда доимий хизматчи ходимлар иштирокисиз амалга оширилиши кўзда тутилган. Бунинг учун сув кўтариш иншоатлари ва ускуналарининг барча ростланувчи қисмлари датчиклар ва бирламчи ўлчов асбоблари билан таъминланади ва улар ёрдамида олинган назорат қилинувчи катталиклар диспетчер пунктига узатилади. Тўсқичларни марказлашган ра-

вишда бошқариш учун ижро механизмларидан фойдаланилади. Бошқарилувчи ва назорат қилинувчи катталиклар ҳақидаги ахборотни телемеханик воситалар ёрдамида қабул қилиш кўзда тутилади.

Тизим таркибидаги хизмат жойларидаги диспетчер алоқаси, улардаги ускуналарни таъмирлаш, авария ҳолатларини олдини олиш мақсадида объектларига жўнатилувчи хизматчи ходимлар умумий бошқарув тизимининг таркибий қисми ҳисобланади.

Бундай автоматлаштириш схемасида диспетчер оператив ходим сифатида диспетчер пункти орқали бевосита барча ростланувчи иншоотларни бошқаради, кўрсатувчи асбоблар ёрдамида сув тарқатиш жараёнини назорат қилади ва бошқарувни енгиллаштиручи турли техник воситалардан фойдаланиш имкониятига эга бўлади (ҳисоблаш техникаси, компьютерлаштириш).

Иккинчи схема бўйича барча ростланувчи қурилмалар (сув тортиш, сув тарқатиш, тўсувчи ва бошқалар) белгиланган иш тартибини автоматик равишда ростлаш мақсадида автоматик ростлагичлар билан таъминланади. Диспетчер пунктдан фақатгина автоматик ростлагичларнинг иш тартибини белгиловчи сигналлар узатилади, бу ҳолда диспетчер қурилмаларни бошқариш эмас, уларни ҳолатини назорат қилишни амалга оширади ва фақат авария ҳолатларидагина оператив бошқарувни бажариши мумкин. Бу схема биринчисига қараганда такомиллаштирилган, бошқарув объектини доимо назорат қилиши шарт эмас. Авария ҳолатларида агар телемеханика хонаси шикастланган бўлса ҳам автоматик ростлагич олдиндан белгиланган иш тартибини сақлайди. Диспетчер бажарувчи бошқарув функцияси соддалашади. Зарур бўлган ҳолатлардагина у автоматик ростлагичларнинг жойлашишини ўзгартириши мумкин. Шунинг учун масофадан бошқаришда маҳаллий автоматлаштириш воситаларисиз фақат вақтинчалик тадбир сифатида жуда оддий бошқарув тизимларида қўллаш мумкин.

### **12.3. Гидротехника иншоотларини (ГТИ) автоматлаштириш**

Сув тарқатишнинг ростловчи ГТИ гидромелиоратив тизимлари каналларининг иш режимларини истеъмолчига узатиловчи сув срфини ростлашда қўлланилади.

Сув олиш иншооти (ёки бош иншоот) суғориш тормоғига сув олишни ростлаб туриш учун хизмат қилади. Сув олиш иншооти ўзи оқадиган ва насос орқали бўлади. Тармоқдаги иншоотлар каналлардаги сув сарфи ва сатҳини ҳамда қувурлардаги босимни мураккаб рельеф шароитида тармоқнинг айрим элементлари бир-бирига туташини сув чиқаришни ростлаш учун хизмат қилади.

Тармоқдаги тўсувчи иншоотлар магистрал канал бўлимларида керакли сатҳни таъминлаш ва пастки тармоқларга сувни белгиланган аниқликда етказиб беришни амалга оширади.

Сувни бўлиб берувчи иншоотлар уларга берилган сувни белгиланган миқдорда ажратиб бир неча каналларга бўлиб беради.

Сувни тукиш иншоотлари каналларда сув кўпайиб кетганда ортикча сувни чиқариб ташлаш ёки суғориш тармоғини тўлиқ бўшатиш ёки суғориш тармоғини тўлиқ бўшатиш учун қўлланилади.

Текис тўсиқли ГТИ узоқ вақтлардан бошлаб кўллаб келинган ва улар хозирги кунда ҳам кенг тарқалган. Шу билан бирга турли кўринишларга эга бўлган тускичлар ҳам кўллаб келиняпти. Тускичларни танлаш асосан уларнинг асосий тавсифномалари орқали амалга оширилади.

Автоматлаштирилган тизимлардаги тускичлар маҳсул ростлаш хусусиятига эга бўлиши ва эксплуатация шароитларига жавоб бериши керак. Автоматлаштирилган тускич энг аввал юқори ишончилиликка эга бўлиши керак. шу жумладан улар масофадан бошқарилувчи кўтариш механизмлари ва телемеханик бошқарув, теленазорат, телеўлчов воситалари билан таъминлашни зарур сувни хисобга олиш учун датчиклар ва контрол ўлчов асбоблари ўрнатилиши керак.

ГМ тизимларида 2 м/с гача иш унумдорлигига эга бўлган текис тускичлар кенг тарқалган. Лекин бундай тускичларни электирлашган кўтарма механизмлар билан диспетчер бошқаруви шароитида кўллаш уларни етарли даражада ишончли эмаслигини кўрсатади. Бунинг сабаби қурилиши монтаж ишларини олиб боришда механизмларга четга чиқишлар юзага келади. Бундан ташқари пазларга турли сузувчи предметлар кириб қолиши ҳам уларга тўхтаб қолишига олиб келиши мумкин.

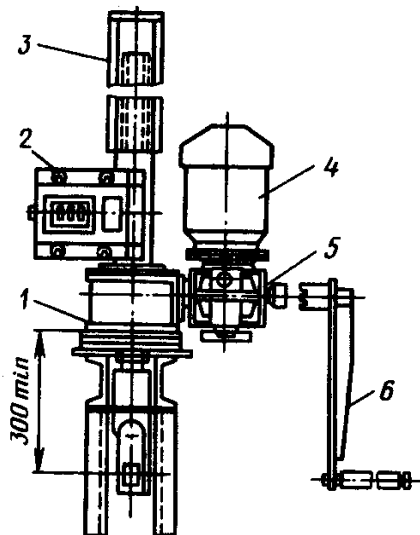
Шундай қилиб иш шароитига қўра сирпанувчи тускичлар юқори ишончилиликка эга эмаслиги кўринади. Уларнинг ўрнига гилдиракли тускичларни кўллаш мумкин лекин бу ҳолда уларнинг гилдиракларини ифлосланишдан химоя қилиш зарур уларнинг тайёрлаш ҳам мураккаброк бўлгани учун қимматроқ туради.

**Текис тускичларнинг кутарма механизмлар.** Текис тускичлар қўл ёки электрлашган кўтарма механизмлар билан таъминланади. Текис тўсиқни кўтариш учун зарур бўлган куч қўйидагича аниқланиши мумкин:

$$F = G + T \quad (12.1)$$

G- тускични оғирлиги

T- пазлардаги ишқаланиш кучи одатда, T-G бунинг натижасида сирпанувчи тускичларда фақат кутариши вақтида эмас, балки тушириш вақтида ҳам сезиларли куч талаб этилади. Шунинг учун уларнинг винтли кўтариш механизмлари билан таъминланади. Бу ерда тортувчи орган транезия шаклидаги резьбага эга бўлган юк винти бўлиб, у олдинга ҳаракатланади. Винтнинг пастки қисми тускич билан юқори қисми эса электр мотор 4 нинг редуктори 5 ёрдамида ҳаракатга келтирилувчи юк гайкасига уланган. Юк винтининг устки қисмига тускични ҳолатини кўрсатувчи ва кўтаргични ҳолатини диспетчер пункитидан назорат қилиш учун 2-датчик ўрнатилган.



- 12.1- расм. ЭВ-2,5 типли винтли кутаргич
- 1- юк қисми;
  - 2- тусқични ҳолатини курсатувчи датчик;
  - 3- юк винти кожухи
  - 4- электр мотори
  - 5- редуктор
  - 6- авария ҳолати учун қул дастаси

Юк винтларини юкламалар натижасида қўндаланг эгилишларидан химоялаш мақсадида механизм электромеханик юк релеси билан таъминланган винтли кўтаргичда тусқични 6 даста ёрдамида қўл ёрдамида кўтариб тушириш мумкин.

Винтли кўтаргичлар турли маркаларда тайёрланади. Улардан В-83 моделини қуйидагича ёзиш мумкин. В-83- сонлар кўтаргичнинг тортиш кучини кўрсатади, КН- «В» ёки «ВД»- бир винтли ёки икки винтли қўлда ҳаракатлантирувчи «ЭВ» ёки «ЭВД» бўлса-электр юритмали бир винтли ёки винтли .

Винтли механизмлар электр юритмаси учун юқори сирпанишли қисқа тутатувчи асинхрон моторлар қўлланилади. Электр моторларнинг қуввати механизм уларнинг тортиш кучига боғлиқ.

Электр моторини танлашда унинг максимал моменти ва ҳисобланган юкламаси ҳисобига олинади; катта моментга эга бўлган электр моторини танлаш механизм пухталигини оширишни талаб қилади. Одатда бу катталиқ моторни максимал моментига мос келувчи юклама билан текширилади.

Кўтаргичнинг тортиш кучи 10 кН бўлса электр юритманинг минимал қуввати 0,4кВт бўлиши мумкин. Электр юритманинг бундай қуввати учун уларни марказий таъминлаш тармоғи 6, 10 кВ кучланишга эга бўлиши керак. Бунинг учун суғориш канали бўйлаб юқори кучланиш линияси ўтказилади ва ГТИ ёнига пасайтирувчи трансформатор подстанцияси ўрнатилиши зарур.

#### 12.4. Гидравлик тусқичлар

Гидравлик тусқичларда сувдан олинadиган энергия ҳисобига сувни тарқатиш жараёнини автоматик ростлаш ва оқимни меъёрлашни амалга ошириш мумкин.

Суғориш тизимларида сув тарқатишни автоматлаштиришда қўлланувчи тусқич автоматларнинг бир неча тури мавжуд, сарфни тусқич автоматик, «Нейрик» типдаги тусқич автоматлар, тўғри ҳаракатланувчи автоматик тусқичлар ва бошқалар.

«Нейрик» типдаги автоматик тусқичларга бир хил ҳолатга ўрнатилган гидравлик тусқич-ростлагичлар бўлиб, бу ҳолда тусқични ҳолати ростланувчи сатҳга мос келувчи нуқта атрофида бўлади (12.3- расм).



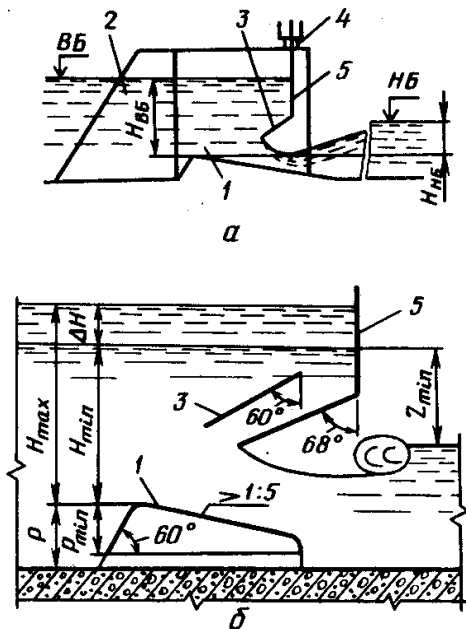
Бу тускичлар ёрдамида 3 хил усулда сатҳни ростлаш мумкин. Юқори бьеф бўйича ростлашни амалга оширувчи автомат-тускич, пастки бьеф бўйича ростлашни амалга оширувчи ҳамда аралаш ростлашни амалга оширувчи тускич-автоматларни схемаси 12.2 ва 12.3- расмларда берилган.

Юқорида бьеф бўйича ростлашда битта датчик ўрнатилган бўлиб, ўрнатилган сатҳда тускич бир тарафдан қарама-қарши лекин бир бирига танг моментлар таъмирида, яъни тускични оғирлигидан хосил бўлувчи момент ва қарши юк momenti хисобига иккинчи тарафдан сатҳ датчигига кўрсатилувчи гидростатик босим таъсирида ўз ҳолатида яъни баланс ҳолатида бўлади.

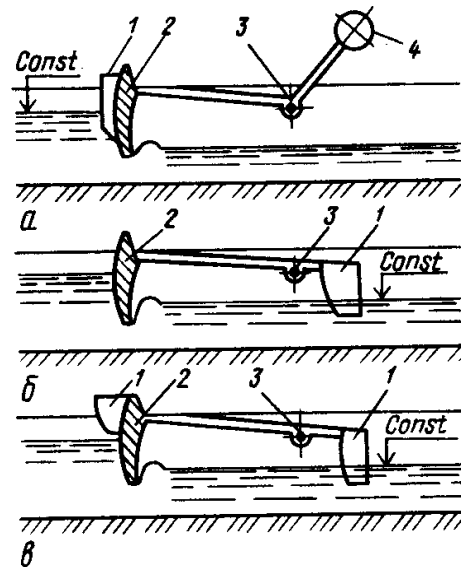
Агар тускич олдидаги сатҳ кўтарилса ёки пасайса тенглик йўқолади ва тускич берилган сатҳ ўз ҳолига қайтиши учун зарур бўлган катталиқка очилади. Ростлаш жараёнида турли тебранишларни йўқотиш мақсадида тускичлар таркибига мойли амортизаторлар киритилади.

Пастки бьеф буйича сатҳни стабеллаш тускичи ҳам шу тартибда харакатланади, лекин сатҳ датчиги пастки бьеф тарафидан ўрнатилади.

Аралаш ростловчи автомат тускич нормал иш жараёнида пастки сатҳ бўйича ростлашни амалга оширади, агар сув сатҳи юқори бьеф бўйича кўтарилиб кетса, ёки сув етишмаслиги натижасида келса сув кўриб қолиши кузатилса автоматик равишда юқори бьеф бўйича ростлаш амалга оширилади. Бундай тускичлар маҳсус камерага жойлаштирилган иккита сатҳ датчигига (мембранали пукак) эга: уларнинг бири юқори, иккинчиси пастки бьеф билан боғланган. Юқори бьеф датчиги белгиланган сатҳ юқорига кўтарилганда тускични очади, шунингдек сатҳ минимал қийматга эришганда уни ёпади. Бир вақтни ўзида пастки бьеф камерасидаги датчик унинг белгиланган сатҳини ушлаб туради.



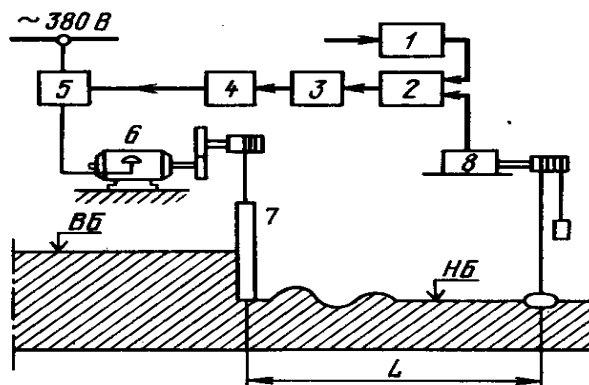
12.2-расм. Сув сарфини автоматик тўсқичи схемаси: а) битта тўсқичли; б) қўшалок тўсқичли; 1- сув чиқарувчи қисим; 2- сув тагидаги деворлар; 3- қўшалок эгилган кази-роклар; 4- кўтарувчи механизм; 5- сурилувчи тўсқич;



12.3-расм. Сувни сатҳини меъёрловчи «Нейрпик» типдаги гидравлик тўсқичларнинг схемаси: а) юқори бьеф бўйича; б) пастки бьеф бўйича; в) аралаш ростловчи; 1-қалқович; 2- тўсқич; 3- айланиш ўқи; 4- қарши юк;

ГТИ ларни автоматлаштиришда сувни сатҳини текис тускичлар ёрдамида пастки бьеф бўйича стабилловчи регуляторнинг таркибий схемасини кўриб чиқамиз (12.4-расм).

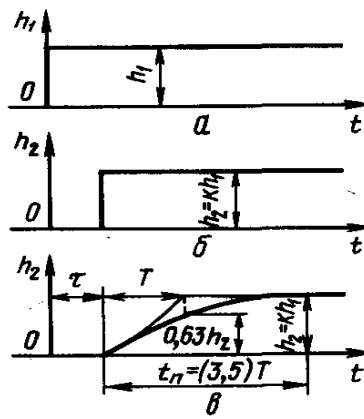
Сувни берилган сатҳи 1-топширик бергач (задатчик) ёрдамида белгилади ва 2-элементда амалда мавжуд сатҳ билан солиштирилади.



12.4– расм. Сувни сатҳни пастки бьеф бўйича стабилловчи регуляторнинг таркибий схемаси.

Агар белгиланган сатҳдан четга чиқиш мавжуд бўлса 2-солиштириш элементи 3-кучайтириш блоки (нуль-орган) ёрдамида 5-ишга туширгич орқали 6-электр юритилгани ҳаракатга келтиради. Буни натижасида сатҳ ўзгариши қиймати ишорасига кўра 7-тускич тенгсизлик йўқотилгунча ва белгиланган сатҳ ўрнатилгунча очилади ёки ёпилади.

Схемадан кўринадики, ёпиқ занжирли ростлаш тизими таркибига каналнинг ўлчаш ва ростлаш элементлари 8-сатҳ датчиги ва 7-тускич орасидаги масофага эга бўлган қисми киради. Бу масофа бир неча ун ёки юзлаб метр масофани ўз ичига олиши мумкин. Шунинг учун бу ҳолда 8-датчик оралиги билан ўлчанган масофа билан 7-тускич оралигидаги бошланғич масофа оралигида кечикиш вақти пайдо бўлади. Шунинг учун ростлаш схемасига пропорционал-импульсли ростловчи орган – 4 киритилиши мақсадга мувофиқдир. Бу ростлагич ростлаш вақтида кечикиш вақтини йўқотишга хизмат қилади. Бундай оралиқда ростлаш жараёни тўхтатилади ва тускичнинг электр юритмаси ўчирилади. Бундай ростлагич пропорционал - интеграл ростлагич деб юритилади, чунки бу ҳолда берилган импульслар вақти келишмаслик вақтига пропорционал равишда ўзгаради. Шундай қилиб, бундай сув тарқатишни автоматик бошқарув тизимларида бошқарув объекти соф кечикиш вақтига эга бўлгани учун импульсли АРСларини қўллаш мақсадга мувофиқдир.



12.5-расм. Каналдаги суғориш тизими ростланувчи параметрининг ўзгариш тавсифномаси.

Суғориш канали бошқарув объекти сифатида соф кечикишдан ташқари инерцион кечикишга эга. Шунинг учун у кечикиш вақтига эга бўлган даврий инерцион бўғин кўринишида берилиши мумкин ( $T$  - вақт доимиси).

Бу ҳолда вақти тавсифномалари канални сатҳини ростлаш тизими учун 12.5 - расмда келтирилган кўринишда берилиши мумкин.

Агар  $n$ -кириш катталиги нолдан биргача сакрашсимон равишда ўзгарса 2-чиқиш сигнали ҳам тоза кечикиш вақти билан сакрашсимон тарзда ўзгаради ( $t$  - вақти билан) (12.5-расм, а, б). Умумий ростлаш вақти  $t$  у кириш сигналининг ўрнатилган вақтигача бўлаган катталиқни ўз ичига олади ( $b$ )  $t+(3\dots5) T$ , бу ерда иккинчи кўшилувчи инерцион кечикиш вақти ҳисобланади.

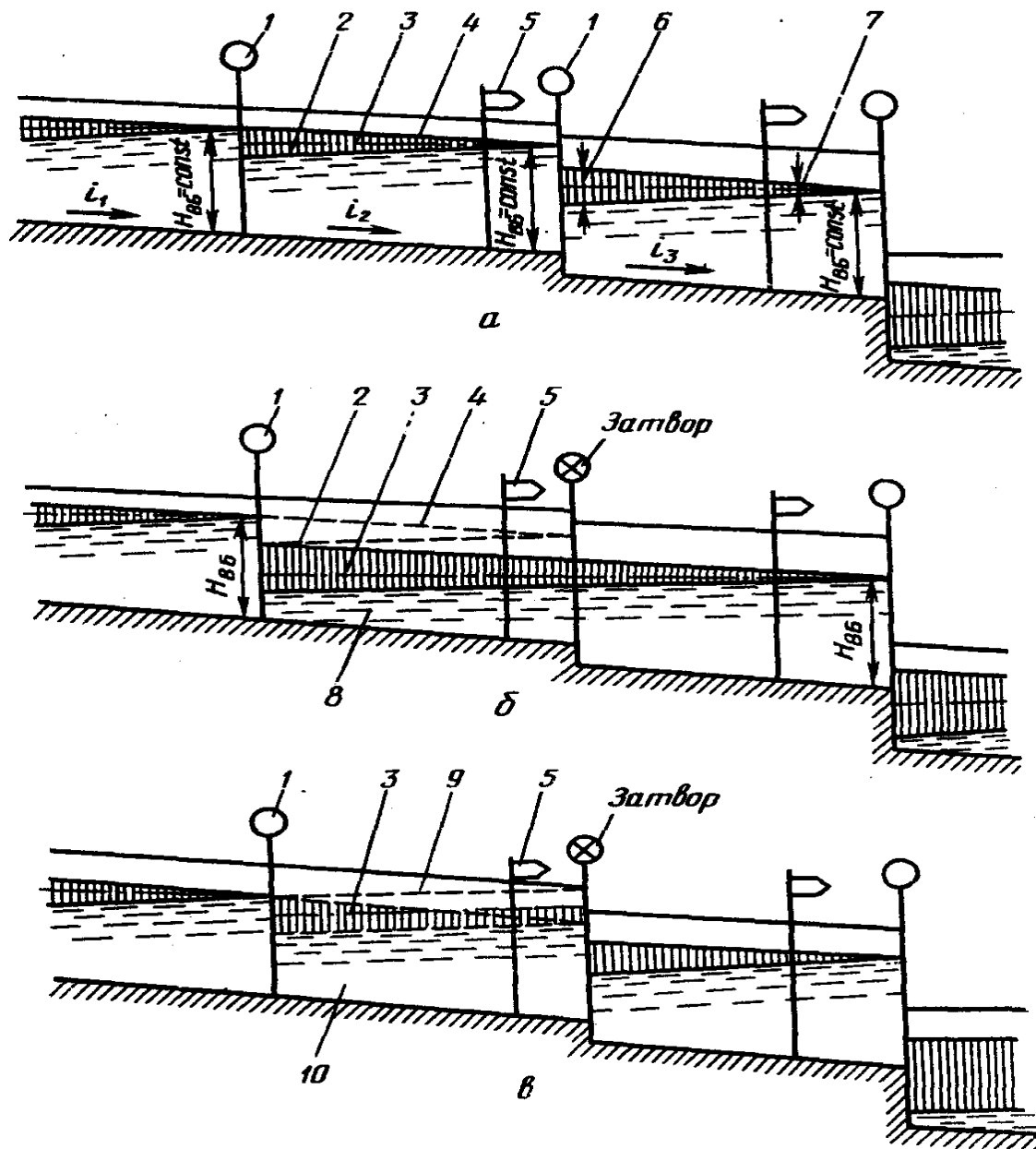
### 12.5. ГТИ ларида каналларнинг режимларини автоматик ростлаш схемалари

ГТИ ларини режимларини автоматик ростлашнинг асосий схемаларининг хусуситларини куриб чиқамиз.

а) юкори бьеф буйича (ЮБ) автоматик ростлаш схемаси. Каналнинг ишини юкори бьеф буйича ростлашда тусувчи иншоотлардаги юкори бьеф буйича сатхни стабиллаш таъминланади, бу холда улуардаги тускичлар автоматик ростлаш тизимининг ижрочи органи ҳисобланади. Одатда каналлар тусувси иншоотлар ёрдамида булимларга ажратилади ва улар канал бьефлари деб юритилади.

12.6– расмда турли сарф узгаришлари учун бьеф юзасидаги эркин узгариш эгри чизигининг жойлашиши курсатилган: 4 – эгри чизик каналнинг таг қисмига параллел булиб, каналдаги  $Q_{\max}$  – максимал сарфга тугри келади, 2 – горизонтал чизик каналнинг эркин юзасига мос келувчи  $Q = 0$  сарфга тўғри келади.

Тўсувчи иншоотни юкори бьеф буйича эркин сатх юзасидан эгри чизиклари  $H = \text{const}$  нуктасида чегаравий учбурчак ҳосил қилиб кесишадилар. Бу эса  $0 \leq Q \leq Q_{\max}$  сарфга тўғри келадиган бьефдаги сатх ўзгариши чегаларини белгилайди. Сув чиқариш иншоотлари тўсувчи иншоотлари юкори бьефига яқин жойлаштирилади, чунки бу ерда сув чиқариш иншоотларининг нормал иш тартиби сақланади.



12.6 – расм. Юқори бьеф бўйича автоматик ростлаш схемаси

Юқори бьеф бўйича ростлашнинг асосий хусусияти шундаки, бьефлар орасида тескари гидравлик алоқа йўқ, бунинг натижасида юқори жойлаштирилган бьефларга қуйи бьефлардаги ўзгаришлар таъсир кўрсатилмайди. Сув олиш вақтида каналга сув йиғилмайди, канални охиригача характерланиб, чиқариб юборилади.

Юқори бьеф бўйича қўрилган ростлаш тартиби канални нормал иш шароитларига тўғри келади. 12.6– расмнинг «б», «в» кўринишларига авария ҳолатларидаги ўзгаришлар кўрсатилган. Агар тўсувчи иншоот ишдан чиқса, тускич очик ҳолатда тухтаб қолади. Бу ҳолда ушбу бьефда нормал белгиланган сатх узгариб бу булимдаги истеъмолчиларга сув узатилмайди. Одатда улардан олинган сув сарфи охириги ташлама иншоотига узатилади.

Каналдаги тускични ёпик ҳолатда тухтаб қолиши хавfli авариялардан ҳисобланади, чунки канал бьефи тошиб кетиб махсус иншоотлар ва дамбаларга зарар етказиши мумкин. Шунинг учун бьеф тулиб кетмаслиги учун махсус қўрилмалар урнатилади.

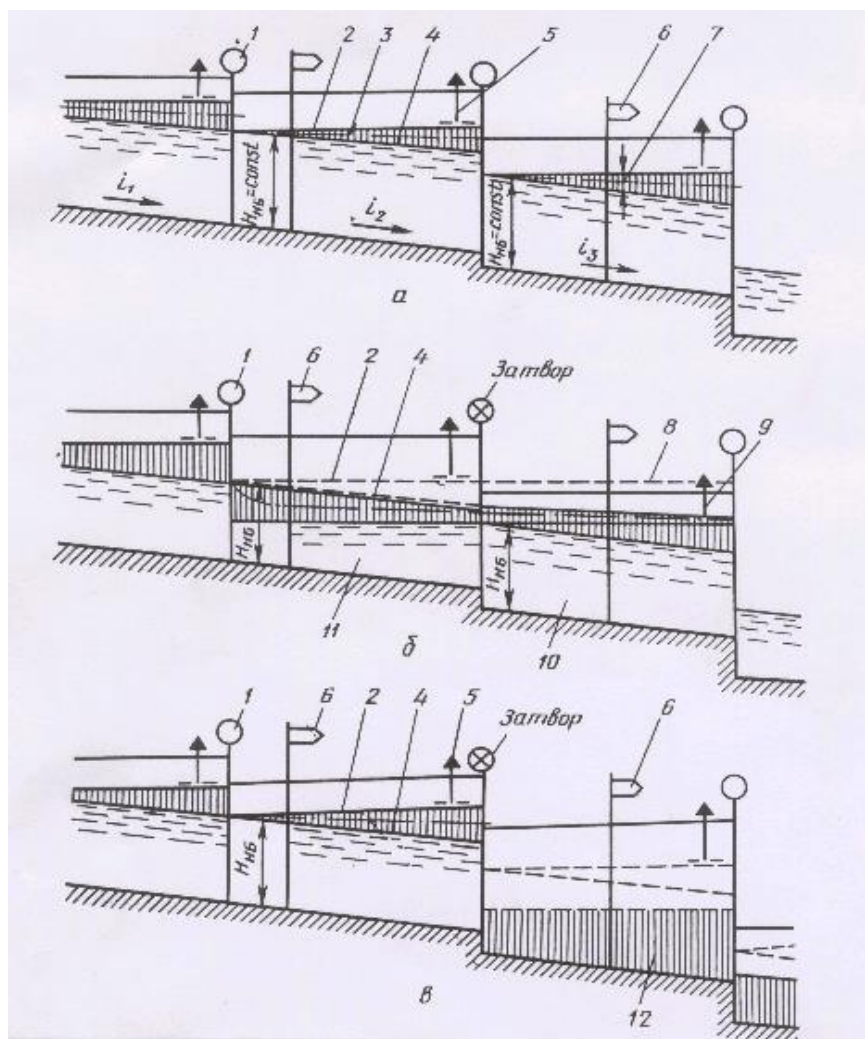
Каналнинг юкори бьеф буйича ростлаш тизими етарлидаражада ишончли ишлайди ва у хозирги кунда кенг кулланиляпти.

б) Пастки бьеф буйича автоматик ростлаш схемаси (ПБ). Бундай схема каналдаги сувни сатхини тусувчи иншоотларнинг пастки бьефлари буйича стабиллашни таъминлайди. Бьефлардаги эркин юза эгри чизикларининг узгариши 12.7, а– расмда келтирилган.

Бьефнинг таг кисмига параллел булган 4 – эгри чизик  $Q_{\max}$  – массимал сарфга тугри келади, 2 – эгри чизик – бошлангич сарф  $Q = 0$  га тугри келади.

Чегаравий эгри чизиклар тусувчи иншоотнинг пастки бьефида кесишади, хосил булган учбурчак  $0 \leq Q \leq Q_{\max}$  сарфларга тугри келадиган сатх узгаришлари чегараларини аниклайди.

Пастки бьеф буйича ростлашнинг хусусияти шундаки, резерв сигимларда истеъмол хам уз вақтида сувнинг тупланиши ва уни сув олиш купайган вақтда сарфланишидир. 12.7, а– расмдан куринадики, берилган сарф ва  $Q_{\max}$  юзага тугри келадиган эркин юза билан чегараланган учбурчакдаги сув хажми бьефнинг резерв хажми хисобланади ва ростлаш хажми дейилади. Пастки бьеф буйича ростлаш схемасида гидравлик тескари алока мавжуд. Шунинг учун бьефлардан биридаги ситеъмолчиларнинг урнатилган иш тартиби узгарган вақтда тизимдаги барча юкоридаги бьефларни, бош иншоотгача кайтадан ростлаш имкони яти булади.



12.7 – расм. Пастки бьеф буйича автоматик ростлаш схемаси

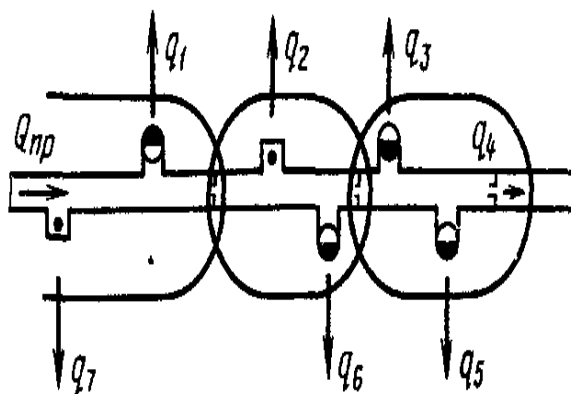
в) Канал бѐфѐфини ташки таъсирлар буйича автоматик ростлаш схемаси. Юкорида курилган схемаларда бѐфѐфдаги сувнинг сатхи ростланувчи параметр хисобланади. Бу катталиқни берилган кийматидан четга чиқиши автоматик ростлаш тизимини ишга туширади.

Ростлашнинг бу принципіга четга чиқишлар буйича ростлаш принципіга асосланади, чунки бу ерда хатоликлар маълум кийматга етганда автоматик ростлаш уз ишини бошлади. Ташки таъсирлар буйича ростлашда эса тизим тугридан-тугри ушбу таъсирни йукотишга йуналтирилади. Канал бѐфѐфини ташки таъсирлар буйича ростлаш тизими схемаси 12.8 –расмда келтирилган.

Бу холда бѐфѐфга келувчи сув, сув сарфи, пастки бѐфѐфга тушувчи сувларнинг микдори алгебраик кушилади:

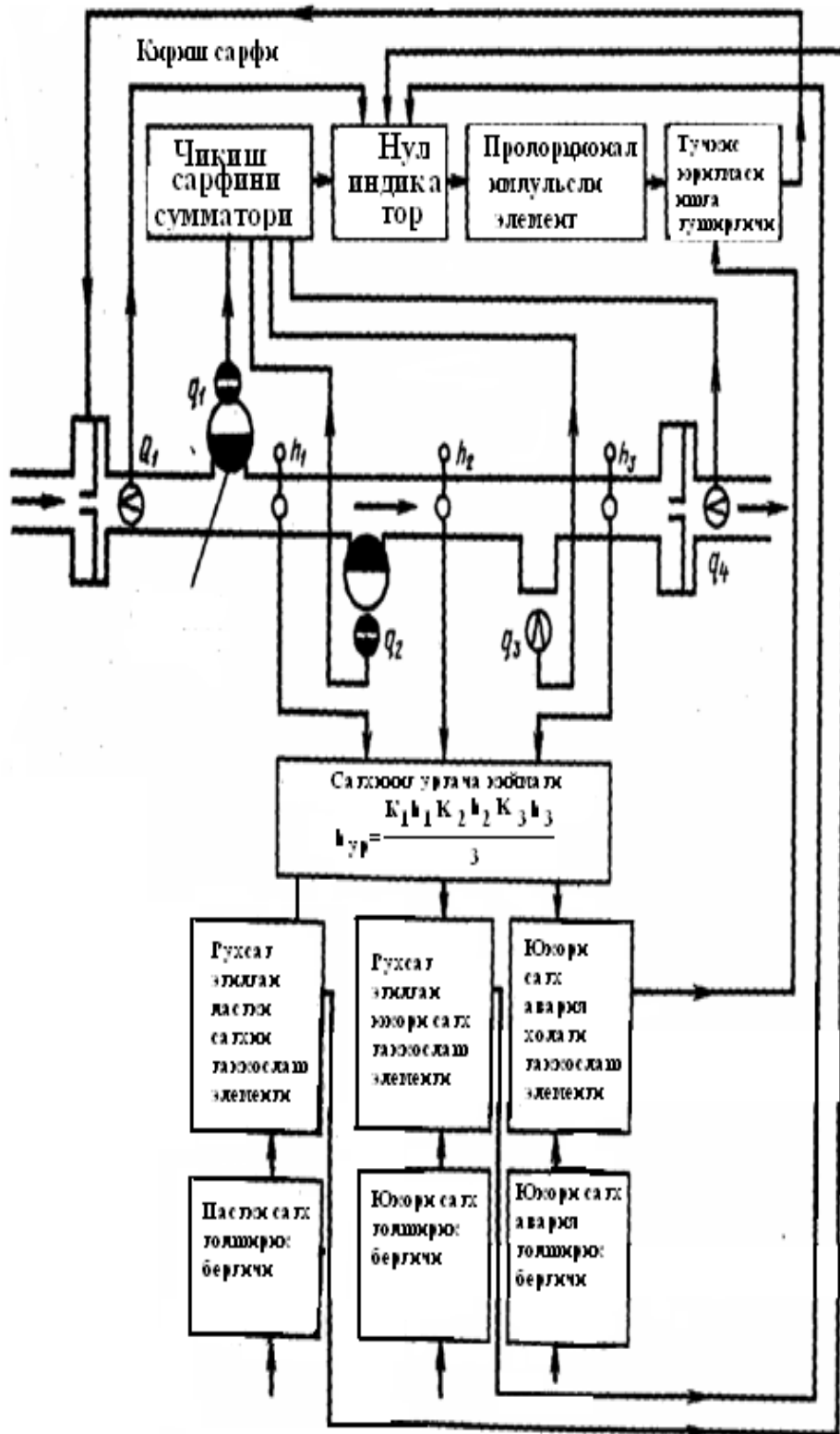
$$Q_{\text{келувчи сув сарфи}} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7$$

Юкорида жойлашган тусувчи иншоотдаги тускичларни холати кирувчи сув хажми ва чикувчи сув сарфи орасидаги хосил булган фаркка боглик. Агар кирувчи микдор сарфдан катта булса, тускич ёпилади, тескари холатда эса утскич очилади. Электр автоматлаштириш воситалари кулланганда ростлаш жараёнида ташки таъсирларни пайдо булиш вақтига нисбатан кечикиш булмади.



12.8- расм. Ташки таъсирлар буйича автоматик ростлаш схемаси.

Ростлаш жараёнидаги хатоликларни йукотиш мақсадида комбинацияланган тизимлардан фойдаланилди. Бу холда ростловчи органга ташки таъсирлар (сарфларни балансини узгариши) ва четга чиқишлар канали буйича (сатх узгариши) таъсир берилади. Бундай схема асида бѐфѐфдаги доимий хажмни стабиллаш таъминланади. Агар тизимда ташки таъсирларни йукотилишига қармай сатх узгариши белгиланган чегаравий кийматлардан четга чиқса тусувчи иншоот тускичлари бу номосликни йукотади (12.9- расм).



12.9– расм. Канал режимини сарф ва сатх буйича автоматик ростлаш схемаси.

## 12.6. ГТИ ларининг автоматлаштириш тизимларида кулланувчи техник воситалар

«Парус» типидagi сувни сатхини ростловчи қурилмаси. «Парус» автоматик ростлагичи очик каналларда сувни сатхини автоматик равишда меъерлаш вазифасини бажаради. Ростлагич алоҳида ёки диспетчер бошқаруви учун телемеханик тизим билан биргаликда кулланади. Ростлагич пастки бьеф буйича

сатхни меъёрлаш билан бир вақтда юкори бьеф сатхни назорат килади ва у чегаравий кийматга етганда юкори бьеф сатхни ростлаш учун алмашлаб улагични ишга туширади. Бу холда юкори ва пастки бьефлардаги ортикча сувни чикариб юбориш билан авария холатининг олди олинади. Бу ростлагич ёрдамида бошкаришнинг таркибий схемаси 8-расмда келтирилган. Бу ерда пастки бьеф буйич сатхни меъёрлаш учун уч жуфт электродли датчик урнатилган, юкори сатхни меъёрлаш учун учта датчик урнатилган. Автоматик ростлагичлар 8 хил модификацияда ишлаб чикарилади. Пастки бьеф буйича ростлашда автоматик ростлагич куйидаги цикл буйича ишлайди: сув носезгирлик майдонида булганида кутувчи режим; «Ушлаб тириш» - берилган кийматдан огишни текшириш такти; ишчи импульс такти; пауза – такти. Ушлаб туриш тактининг ростлаш муддати оралиги юкори бьеф ва пастки бьеф буйича 2 секундан 60 секундгача. Ишчи импульсни дискрет ва дискрет-пропорционал ростлаш муддати оралиги 4 сукенда 32 сукунгача. Бу холда дискрет –пропорционал ростлашда Ушбу вақт хар жуфт электродли датчиклар учун алохида ростланади. А<sub>1</sub>-Б<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>-Б<sub>2</sub>, А<sub>3</sub>-Б<sub>3</sub>.

Пастки бьеф буйича пропорционал ростлашда ишчи импульсининг узгариш вақти оралиги куйидаги аникланади:

$$T_6 = (T_6 + c \Delta h) K K_c$$

Бу ерда

$T_6$  – бошлангич вақт (4...40 с.гача)

$C$  – узгарувчи катталики вақтга айлатириб берувчи доимий, ( $1 \pm 0,1$  с/см)

$\Delta h$  – узгарувчи катталик (0...50 см. гача)

$K$  – пропорционаллик коэффиценти, (0,1...1 гача ростланади)

$K_c$  – 1,2,4,8,16 карорларидан коэффицент (купайтма коэффиценти)

Юкори бьеф буйича ростлашда ишчи импульсни ростлаш муддати оралиги 4 дан 32 мин.гача. юкори бьеф ва пастки бьеф буйича ростлаш паузаси оралиги 2 дан 240 минутгача.

Бускичи юритмасини бошкарувчи чикиш релечи 220 В кучланишда 2А гача булган узгарувчан тишни улаш имкониятини беради.

Ростлагичнинг таркибий кисмларининг схемаси, 8-расмда келтирилган. Автоматик ростлагич куйидаги таркибий кисмлардан ташкил топган:

- бошкарув сигналларини кайта ишлаш блоки. Кириш сигналларини кайта ишлаш, ростлаш алгоритмини тартибга келтириб шакллантириш, тускични холатини коррекциялаш сигналларини шакллантириш;

- номослик сигналларини кайта ишлаш блоки: сувнинг сатхни белгиланган кийматдан огиш катталигини шакллантириш;

- топширикни кайта ишлаш блоки: берилган топширикни телемеханик узгартиришни бажаради;

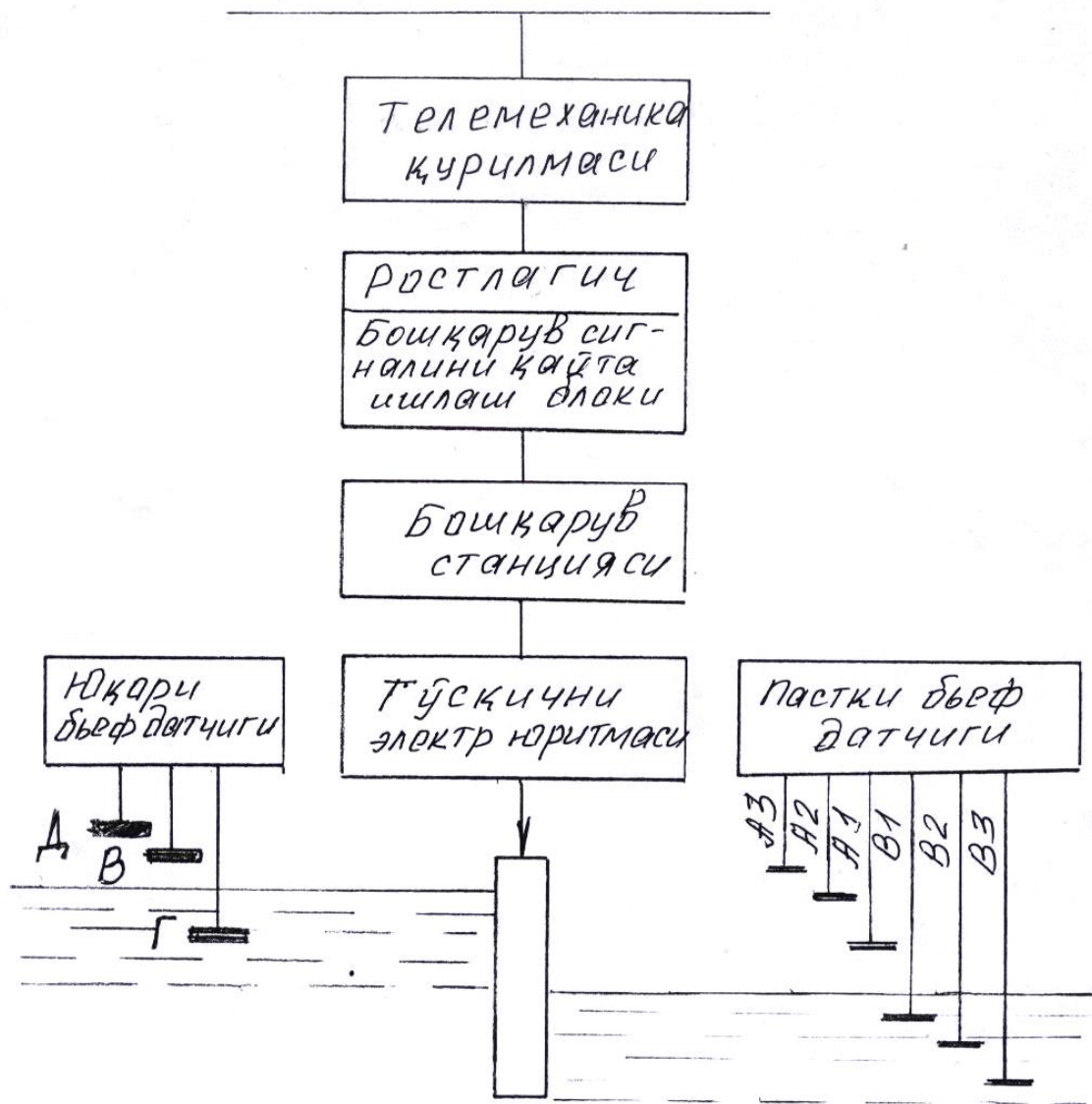
- сервис блоки: ростлагични ишлашини текширади ва вақт катталикларини созлаш вазифасини бажаради;

- электродли датчиклар: сувнинг сатх узгаришини дискрет сигналга айлантириб бериш вазифасини бажаради.

- топширик бергич: очик сугориш тизимларида кулланувчи сувнинг сарфини ва сатхни ростловчи пневмогидроростлагичларни телемеханик бошкарувви учун кулланади.







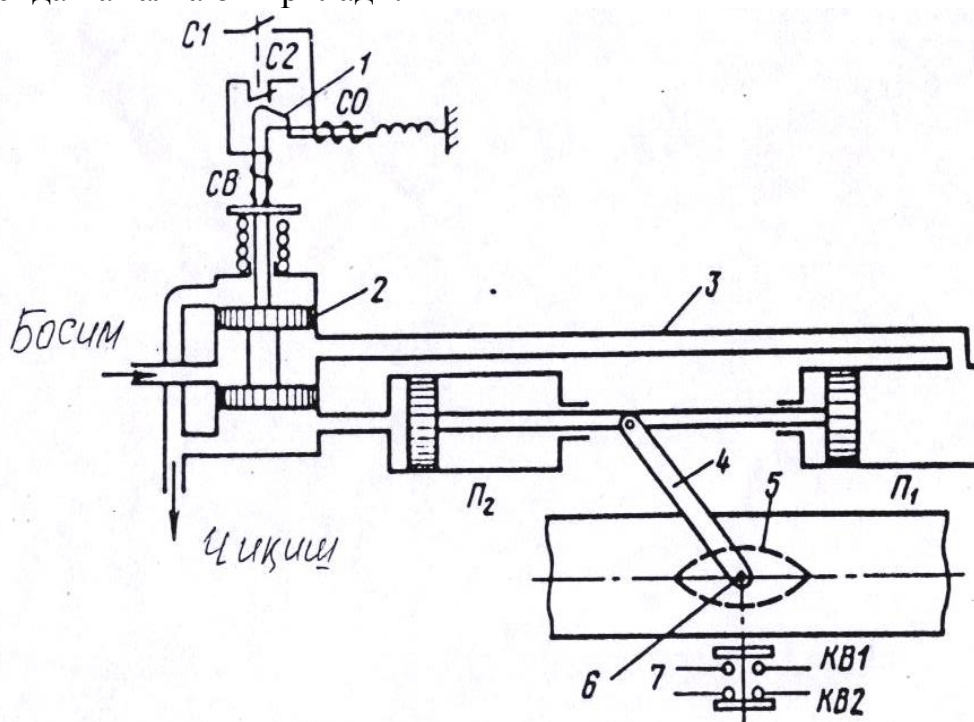
12.11- расм. «Парус» автомати ростлагичининг таркибий схемаси.

**Гидравлик ижро механизмлар.** Гидравлик юритмалар асосан дискли дроссел тускични бошқаришда кулланади. Юритмаларни махсус мой босимли ускуналар ёрдамида ишга туширилади. Бу ускуна таркибидаги бак-аккумулятор доимо босим остида булиб станциядаги барча насос ускуналарининг дроссел тускичларини ёпиш учун етарли хажмга эга булиши керак. Дроссел тускичларнинг гидроузатмаларини бошқарув схемаларидан бири 10 –арсда келтирилган. Гидравлик узатма бир томонлама харакатланувчи иккита механик бир-бири билан боғланган поршенли сервомотор  $\Pi_1$  ва  $\Pi_2$  куринишида бажарилган.

Затворнинг холати 5- дискнинг 6 укини айланиши билан узгаради, унинг бир тарафи корпус оркали ташқарига чиқарилган ва юритма билан 4 ричагли узатма ва 1- лукидан (сурғич)га эга булган 2- золотник бошқарув қурилмаси ҳисобланади. Сомноид ишга тушганда (СВ) золотник плунжери юқорига кутарилади ва 12.12 –расмда курсатилган холатни эгаллайди. Мой билан босим остида  $\Pi_1$  сервомоторининг ишчи юзасига туша бошлайди,  $\Pi_2$  нинг ишчи юзаси эса чиқиш қисми билан уланади. Моторларнинг поршенлари чапга сурилади ва

тускичнинг дискини соат стрелкасига карши айлантиради. СВ саленоиди тармокдан С2 контакти оркали узилади ваш у холатда лукидан ёрдамида ушлаб турилади. Бу холда С1 контакти кушилади ва тухтатиш соленоиди СО занжирини ишга тайёрлайди. Тускични ёпиш учун СО соленоиди ишга туширилади в у лекидонни бушатади. Бу холда золотник плунжерининг штоки пастга харакатланади. С1 контакти СО соленоиднинг занжирини узади; С<sub>2</sub> контакт СВ соленоиднинг занжирини ишга тайёрлаб туради. Энди мой босим остида золотник оркали П<sub>2</sub> сервомоторининг ишчи юзасига тушади, П<sub>1</sub> сервомоторининг ишчи юзаси эса чикариш жойи билан уланади. Икала поршен тускич дискини соат стрелкаси буйича айлантирган холда унг тарафга сурилади.

Тускични охирги холати хакида сигнал берувчи КВ<sub>1</sub> ва КВ<sub>2</sub> охирги учиргичлари тускич уки билан механик боғланган. Соленоидли юритма факат узибулаш вақтидагина энергия истеъмол килади. Галтакларнинг таъминоти доимий ток манбасидан амалга оширилади.



12.12 – расм. Гидравлик ижро механизми:

1 – лукидон (сургич)» 2- золотник; 3 – гидравлик узатма; 4- ричагли узатма; 5 – диск; 6 – диск уки; 7 – контакт тизими;

### 12.7. Насос станцияларини автоматлаштириш

Рельфи мураккаб баланд жойда жойлашган ерларни суғоришда ва бошқа кўп ҳолларда гидромашиналар ёрдамида сув берилади. Механик сув кўтариш усули тармоқк микёсида берилган бутун майдонни, шунингдек айрим қисмларини суғоришда ишлатилиши мумкин.

Механик сув кўтариш йўли билан суғоришда сув насос станцияси орқали баланд нуқтага чикарилади, ва ўша ердан ўзи оқар канал оркали тақсимланади.

Насослар ёрдамида сув чиқаришга мўлжалланган гидромеханик ва энергетик асбоб - ускуналар ва гидротехника иншоотлари мажмуига насос станцияси дейлади.

Насос станцияларининг асосий асбоб ускуналари уларга ўрнатилган насос агрегатлари (насос ва электродвигател) ҳисобланади.

Насос деб, ташқаридан узатилган энергияни суюқлик оқимининг босим энергиясига айлантириб берувчи гидравлик машинага айтилади.

Насоснинг узаткич ва сургич қисмларидаги солиштирма энергиялар айирмасига насоснинг босими дейилади.

$$H = E_2 - E_1 = Z_2 - Z_1 + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \quad (12.2)$$

бу ерда,  $H$ - суюқлик устунининг метр ўлчовидаги насоснинг тўла кўтариш баландлиги ёки босими, м

$Z_1, Z_2$ - тенглаштириш текислигига нисбатан сургич ва узаткич ўқигача баландликлар, м

$P_1, P_2$  – сургич ва узаткич қисмларидан абсолют босимлар,  $\text{Н/м}^2$

$\gamma$ - сувнинг солиштирма оғирлиги (9806,05)

$V_1, V_2$ - сургич ва узаткич қисмларидаги оқимнинг тезликлари, м/с

Насос электромотори, механик энергия узатмаси суриш ва босими кўвурлардан иборат суюқлик узатишга мўлжалланган тузилмага насос қурилмаси деб юритилади.

Амалиётда очик ҳавзаларга ўрнатиладиган насос қурилмалари 3 хил кўринишда бўлиши мумкин. 1 - насоснинг ўқи пастки сув сатҳидан баландда ва юқори сув сатҳидан пастда, 2 - насос ўқи пастки ва юқори сув сатҳларида баландда, 3- насос ўқи пастки ва юқори сув сатҳларидан пастда.

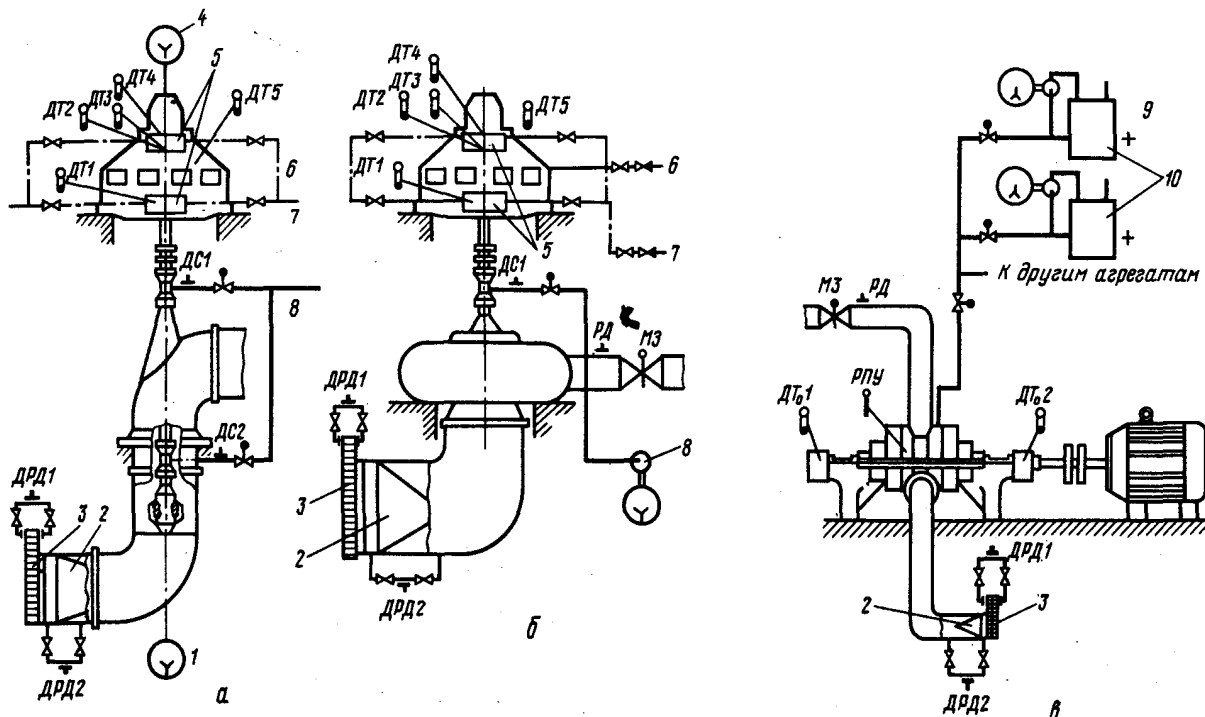
Насос қурилмасининг иш тартиби суюқлик ҳайдаши  $O$  босими,  $H$  куввати  $N$  ва ф.и.к каби иш кўрсаткичлари билан белгиланади.

Насосларнинг тавсифномалари деб, айланиш частотаси  $n$ - *const* бўлганда  $H = f_1(Q)$ ,  $N = f_2(Q)$ ,  $H^{эс} = f_u(Q)$  боғланиш графикларига айтилади. Насосларнинг тавсифлари хусусий унверсиал ва ўлчамсиз шаклларда берилиши мумкин. Хусусий тавсифномалар насоснинг тезкорлик коэффицентига  $-n_s$  боғлиқ бўлади.

Мелиоратив ва сув хўжалиги тизимларидаги насос станцияларида асосан ф.и.к юқори бўлган кўракли (марказдан қочма ва ўқий) насослар кенг қўлланилади. (К-консолли бир тарафлама икки томонлама Д, кўп поғонали вертикал, кудукдан сув олувчи ЦТВ, ЭЦВ).

Насоснинг босим характеристикаси  $H=F(O)$  эгри чизиги кесишган  $A$  нукта ишчи нуктаси дейилади. Ишчи нукта  $A$  насоснинг ишлатилиши чегарасидан яъни  $2=0,9$  мах чегарадан ташқарига чиқиб кетмаслиги зарур.





12.14- расм. Насос ускуналарининг технологик схемалари:

а- ўқий насослар билан; б- марказдан қочма вертикал насос билан; в- марказдан қочма горизантал насос билан: 1- электр мотори; 2- балиқдан ҳимояловчи тўсиқ; 3- тўр; 4- паррандаларни айлантириш тизими сельсин –датчиги; 5- ёғли ванна; 6- электр моторини совитиш тизими магистрالي; 7- ёғли мойлаш тизими; 8- йўналтирувчи подшипникларни мойлаш учун техник сув магистрالي; 9- вакуум-ускуна гурухи; 10- циркуляция баки.

Марказдан қочма насосни ишга тушириш учун агар у тўлдиришга қўйилмаган бўлса насоснинг ички корпуси олдиндан сув билан тўлдирилади.

Кўп ҳолларда марказдан қочма насосларни ёпик сургич ҳолатида ишга туширилади. Бунда сургичнинг очилиши охириги операция ҳисобланади, РД датчиги сувни босимини назорат қилади., ДТ1 ва ДТ2 датчиклари насос подшипниклари ҳароратини назорат қилади. Вертикал марказдан қочма насоснинг конструкция ҳусусияти шундаки унинг электр юритмаси вертикал ёрдамида уланади. Валин фиксация қилиш учун 1,5...2м баландликда йўналтирувчи подшипниклар ўрнатилади. Улар ёрдамида радиал кучлар ҳисобга олинади. Йўналтирувчи подшипниклар сувли смазкага эга ва унга техник сув магистрали уланади. Техник сув оқими мавжудлиги ДС1, ДС2 датчиклари ёрдамида назорат қилинади. Насоснинг айланувчи қисми массаси шунингдек қолдиқ ўқий кучлар вертикал электр юритма таянч қисми ёрдамида қабул қилинади. Электр мотори таянч қисми, подшипниклари юқори ва пастки йўналтирувчи қисмларига мой қуйиб қўйилади. Одатда таянч ва подшипниклар сув билан совутиладиган мойли ванначаларда жойлаштирилади. ДТ1...ДТ4 датчиклари таянч ва подшипниклар ҳароратини , Д5 датчиги эса совутувчи сувни назорат қилади.

Бошқарув схемаларида қўлланувчи аппаратлар сони ва гидромеханик схемаларни муракаблигига кўра насос ускуналари 4 гуруҳга ажратилади:

-бошқарилмайдиган ёрдамчи қурилмаларга эга бўлмаган насос ускуналари бундай ускуна насос агрегатини бошқариш асосида амалга оширилади.



-босим қувиридаги тусқичли насос ускуналари, лекин вакуум тизимига эга эмас:

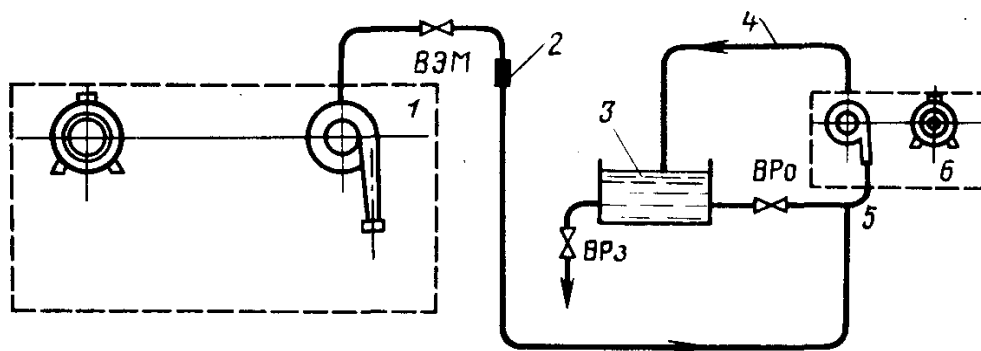
-босим қувиридаги тусқичли ва индивидуал вакуум насосли насос ускуналари:

-босим қувиридаги индивидуал тусқич ва умумий вакуум ускунага эга бўлган насос ускуналари.

### 12.9. Насосларни тўлдиришни автоматик бошқарув схемалари

Агар насосларни олдиндан тўлдиришда бакумлятордан фойдаланилмаган бўлса ёки бошқа усуллар қўлланилмаган бўлса турли вакуум ускуналардан фойдаланилади.

Вакуум ускуналарининг гидромеханик схемаси насос ускуналарини олдиндан тўлдиришда 12.15- расмда берилган.



12.15– расм. Вакуум ускуналарининг гидромеханик схемаси.

Вакуум насосини нормал режмда ишлаши учун сувни доимий айланиши таъминлаш зарур, бу эса 3-идиш (бочка) ёрдамида амалга оширилади. Бу идишдан сув 5-қувурга (сўрувчи) узатилади ва ҳаво билан бирга вакуум насос корпусига тушади. Сўнгра ишчи гилдирак айланиши билан ҳаво ва ортикча сув 4-ютувчи қувур орқали қайтадан идишга чиқариб берилади.

Автоматлаштиришда 2-реле (датчик) ўрнатилади. Бу эса сувнинг сатҳи ва сарфини назорат қилади ва тўлдириш жараёни тугагани ҳақида сигнал беради.

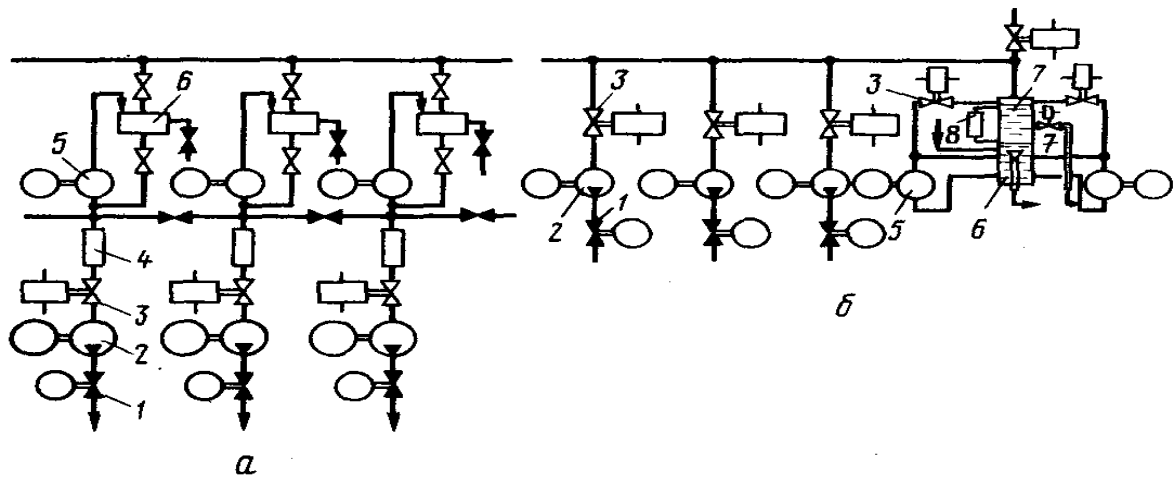
Электромагнит вентил (ВЭМ) ёки электр юритмали вентил ёрдамида вакуум насосини асосий тўлдирилувчи насос билан ажралади. Вакуум насос юритмаси қисқа тугашувли 1,5..2,2 кВтли асинхрон мотор билан амалга оширилди.

Қуриб чиқилган жараён яқка насос ускунасига тегишли насос станцияларида насосларни тўлдиришни 2 хил усули мавжуд:

- алоҳида вакуум насос билан тўлдирилган насос агрегати билан тўлдирилган насос агрегати.

- станция бўйича барча насосларни баравар битта вакуум насос билан тўлдириш.

Насос станцияси вакуум системаси индивидуал вакуум насослари билан, умумий вакуум станцияси билан электр сурғич насос агрегати индивидуал реле, вакуум насос ускунаси, циркуляцияси бочкаси, сакловчи бочка, тўлдиришни назорат қилувчи умумий реле бўйича вакуум – ускуна иккита вакуум насос (ишчи ва резерв) билан таъминланади.



12.16-расм. Насос станцияси вакуум системаси.

а) индивидуал вакуум насоси билан; б) умумий вакуум ускунаси билан; 1 – электрлаштирилган сургич; 2 – насос агрегати; 3 – электромагнит вентил; 4 – индивидуал тўлдиришни назорат релеси; 5 – вакуум насос ускунаси; 6 – циркуляция баки; 7 – сақлаш баки; 8 – тўлдиришни умумий назорат релеси;

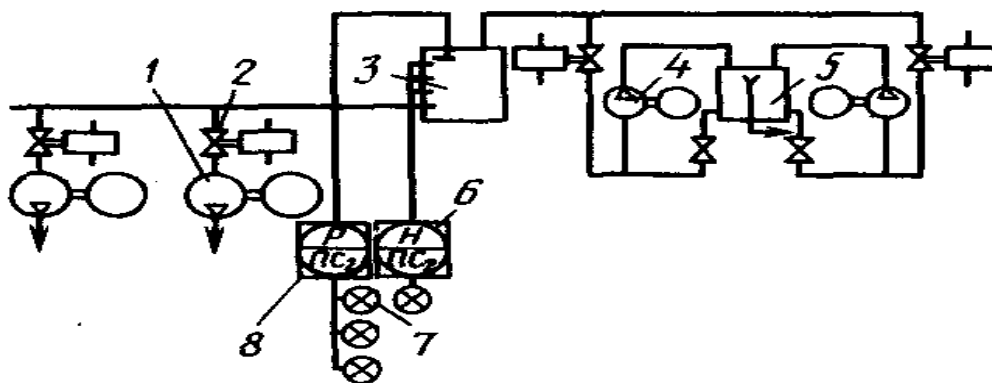
Насос ускунасининг ишга туширишга буйруқ берилганда аввал ишчи вакуум – насос ишга тушади. Агар белгиланган вақт давомида вакуум ҳосил бўлмаса насос агрегати ишга тушмайди. Бу ҳолда резерв вакуум ускунаси ишга тушади. Агар резерв насос белгиланган вақт ичида ҳам вакуум ҳосил қилмаса, насос агрегати ишга тушмайди ва бошқарув пунктига авария сигнали узатилади, бу ҳолда тўлдиришни индивидуал назорат релелари ўрнига барча ускуна учун битта реле ўрнатилиши мумкин. Сувли ишдишда сатҳ релеси ёрдамида сатҳни назорат қилинади ва идишдаги сув белгиланган сатҳга етса насосни тўлдириш таъминланганда ва вакуум насос ишдан тўхтайтиди. Вакуум насоси тўхтагандан сўнг сувли идишнинг чиқиш жойидаги соленоно вентил очилади ва у бўшатилади. Келтирилган схемаларни солиштириш натижасида шуни курсатиш мумкинки ўртача насос агрегати ўрнатилган насос станцияларида индивидуал вакуум насосларини, учтадан ортиқ агрегатлар ўрнатилган насос станцияларида эса умумий вакуум – ускунани ишлатилса мақсадга мувофиқ бўлади.

Шундай иш тартибига эга бўлган насос станциялари борки насос ускуналари буйруқ берилган захоти ишга туширилши зарур бўлади. Бундай ҳолларда вакуум қозонига эга бўлган вакуум ускуналар қўлланиши мумкин (12.17-расм).

Бундай ускуналарнинг афзаллиги шундаки, бунда барча насосларда доимий сув тўлдирилган ҳолда бўлиб хар доим ишга тайёр бўлади. Расмдан кўринадикки барча насос агрегатларининг умумий вакуум линияси вакуум қозони билан уланган бўлиб, вакуум насослар автоматик равишда тегишли вакуумга мосланган маълум сув сатҳини назорат қилади, бу ҳолда ишга тайёрланган барча насос агрегатларида сув тўлдирилган бўлади.

Насос агрегатлари умумий вакуум линиясига соленоно вентиллари ёрдамида уланади. Ишлаб турган насослар учун вентиллар ёпик ҳолда ишламаётганлари учун очик ҳолда бўлади.





12.17– расм. Вакуум қозони ёрдамида насосларни автоматик тўлдириш схемаси.

1 – асосий насос агрегати; 2 – соленоид венти́ллари; 3 – вакуум қозони; 4 – вакуум насоси; 5 – циркуляция баки; 6 – сатҳни сигналлар; 7 – сигнал лампалари; 8 – электроконтактли вакуумметр.

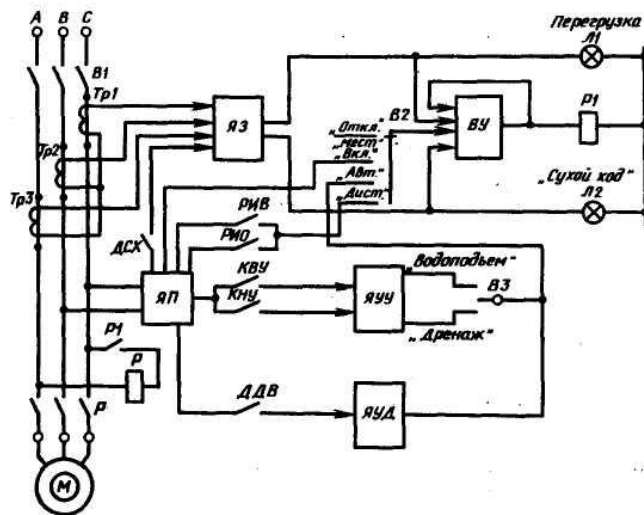
Вакуум қозонидаги электродли датчиклар ёрдамида 3 хил сатх юқори паст, авария сатҳлари назорат қилинади. Вакуум тизимида ҳаво пайдо бўлса, вакуум қозонидаги сув сатҳи пасайди. Сувнинг сатҳи пастки ҳолатга етганда биринчи вакуум насосни қўшиш учун импульс берилади. Сатҳни авария ҳолатигача бўлган сатҳга камйиши натижасида иккинчи вакуум насоси ишга тушади. Сув юқори сатҳга етиши билан вакуум насослар автоматик равишда ишдан тўхтатилади.

### 12.10. Чўкма насосларни автоматик бошқарув воситалари

Агрегатларни чўкма электр моторлари 2...65 кВтгача – 380В кучланиш тармоғи учун, 125 кВт дан юқориси учун 3000 В кучланиши тармоғига мўлжаллаб ишланади.

«Каскад» комплект ускунаси сув кўтариш ва дренаж чўкма насосларини жойида автоматик ва дистанцион бошқариш учун хизмат қилади. Бу қурилма 3 фазали ўзгарувчан токли 50 Гц частотага эга бўлган 380/220 В кучланишли тармоқдан ишлайди. Қисқа вақтли кучланиш йўқолишидан кейин электр моторини селектив ишланишини таъминлайди. Бунинг учун ишга тушиш учун сигналга мосланган махсус мослама ўрнатилади (12.18-расм).

Шартли равишда - «Каскад» ХХ-Х-У2 умумий кўринишда ёки «Каскад» 65-2-У2 кўринишда берилган бўлса, ускуна номи мотор қуввати; - 65, 2-автоматик бошқарувсиз, У2-климатик бажарилиши жойлаштирилиши. Агар Х-режим О бўлса –сув кўтариш режимида сатҳ бўйича автоматик бошқарув учун 1-дренаж режимида, 2-автоматик бошқарувсиз, 3-сув кўтариш режимида босим бўйича автоматик бошқарув. «Каскад» ускунасининг функционал схемасида Ускуна куч қисми ва бошқарув қисми кўрсатилган. Бошқарув қисми қуйидаги ячейкаларга эга. ЯЛ-таъминлаш ячейкаси, ЯЛ3-химоя ячейкаси, ЯУУ-сатҳ бўйича автоматик бошқариш ячейкаси ЯУД-босим бўйича автоматик бошқариш ячейкаси. Ускуна В1 автомат ўчиргич ёрдамида ишга туширилади. В2 алмашлаб ўчиргич насос электр моторини иш тартибини танлаш учун хизмат қилади: қўл диспечер телемеханик ёки автоматик тартиб.



12.18- расм. «Каскад» комплект ускунасининг функционал схемаси.

Босим бўйича сув кўтариш автоматик тартиб куйидагича: сувнинг статик босими белгиланган чегарадан пасайиб кетса ДДВ босим датчиги контактлари кўшилади. Маълум вақт ўтгандан сунг ЯУД ячейкаси электронасосни ишга тушириш учун сигнал беради, сунгра ВУ чиқиш қисмига берилиб Р1 релеси ва электро насос ишга тушади. Белгиланган вақт давомида бакнинг хажми ва насос унумдорлигига кўра ДДВ датчигининг ҳолатидан катъий назар электронасос ҳам тўхтайтиди.

Агар босим рухсат этилгандан паст бўлса ДДВ контакти кўшилади ва жараён қайтарилади. Бу тартибда электронасосни иш цикли 90 мин оралиғида танланади. Сув кўтариш тартибини автоматик бошқаришда сатҳ бўйича назорат қилинувчи сатҳга нисбатан амалга оширилади.

Агар резервуардаги сув сатҳи пастки сув сатҳи контактидан пастда бўлса, КНУ ва КВУ контактлари очик ҳолатда бўлади ва ЯУУ электронасосни ишга тушириш учун сигнал беради. Сигнал ВУ га узатилади ва резистор ёрдамида ростланувчи маълум вақт ўтгандан сунг (ЯЗ ячейкасида урнатилган) Р1 релеси кўшилади ва сув резервуарга берилади. Бу ҳолда вақт 2 с... 30 с гача ростланади. Сув РВУ контактига етганда ЯУУ ячейкаси электронасосни ишдан тўхтайтиш учун сигнал юборади. Сигнал тўхтайтиди ва электронасос ҳам тўхтайтиди. Агар сув сатҳи белгиланган кийматидан камайса электронасос қайта ишлаши мумкин.

### 12.11. Насос станцияларини автоматлаштириш даражаси

Насос агрегатлари ва ускуналари автоматик равишда ишга туширилганда бошқарув сигнали хар бир агрегат ёки ускунага алоҳида механизмларни кетма-кет ишга ишга тешириш, тўختатиш ва нормал иш ҳолатлари таъминланади. Агрегатларни аврия ҳолатида ишдан тўхтаб қолиши, турли ишдан чиқиш ҳолатларида автоматик ҳимоя ва сигналлаш воситалари билан таъминланади. Бундан ташқари насос станцияларида бир қатор марказлашган ускуналар техник сув таъминоти, вакуум тизим, вентиляция иситиш тизими ҳам автоматлаштирилиши зарур.

Насос станциясининг белгиланган технологик жараёни суғориш тизимини автоматлаштирилган бошқарув тизими сифатида қурилади. Автоматлаштирилган насос станцияларида насос агрегатлари ва марказлаштирилган ускуналар персонал ходимлар томонидан берилувчи бирламчи импульслар асосида бошқарилади. Бу ҳолда алоҳида ускуналар автоматик режимда ишлайди. Бундай ускуналар сони эксплуатасия режимлари асосида аниқланади.

Программали бошқарувда махсус программали ускуна ёрдамида барча агрегат ва механизмларнинг иш режими мосланади (масалан бир ёки бир неча дастур автоматик равишда амалга оширилади). Программали бошқарувда автоматлаштирилган тизимдан фарқли равишда хизматчи ходимлар алоҳида агрегатларни ишини бошқармайдилар. Программали қурилма ишга тушгандан сўнг станция автоматик режимда ишлай бошлайди.

Автоматик станцияларда барча оперециялар хизматчи ходимларсиз ба-жарилади. Иш жараёни режимлари махсус датчиклар ва автоматик ростлаш тизимлари асосида амалга оширилади (М. метролагик параметрлар асосида эхтиёжга кўра ва бошқаришга кўра суғориш).

Станциянинг иш режими унинг иш режими ва суғориш тизимининг автоматлаштирилиш даражасига боғлиқ.

ГМ тизимларида насос станцияларининг бир неча асосий турлари мавжуд.

- асосий насос станциялари
- сув тортиш насос станциялари
- сув тортиш насос станциялари каскадлари
- қуритиш ва қуриштиш- суғориш насос станциялари.

Берилган ҳар бир станцияси суғориш тизимининг автоматлаштириш даражаси ва технологик иш тартибига кўра ярим автоматик программали ва автоматик режимда бўлиши мумкин.

Агар тизимда берилувчи сарф олдиндан маълум бўлмаса уланган истеъмолчилар сонига кўра насос станциялари автоматик режимда эхтиёжга кўра ишлайди. Қуриштиш станциялари ҳам автоматик режимда қуриштилаётган коллектор сатҳига кўра ишлайди.

### **12.12. Махкамловчи арматуранинг автоматик бошқариш**

Автоматлаштирилган насос станцияларида дистанцион бошқарилувчи қувурли махкамловчи арматура қўлланилади. Улар насос ускунасининг гидромеханик қурилмалари таркибига киради ва агрегатни ишга тушириш ҳамда тўхтатиш жараёнида иштирок этади.

Бу ҳолда арматуранинг агрегатли деб юритилади. Бундан ташқари тармоқдаги сувни бир йўналишдан бошқасига ўтказиш ва уни алоҳида бўлимларини ишга тушириш ҳамда тўхтатиш вазифаларини бажарувчи тармоқ махкамловчи арматураси мавжуд.

Махкамловчи арматуранинг насос станциясининг барча ёрдамчи тизими ускуналарида: вакуум тизимида мойлаш тизимида техник сув таъминоти ва бошқаларда қўллаш мумкин. Кўп ҳолларда насос станциясининг ишончли ишлаши махкамловчи арматуранинг иш тартибига боғлиқ. Кўпинча бу ускуналардаги носозликлар авария ҳолатларига сабаб бўлади.

Шунинг учун қувурли арматурани танлаш монтаж қилиш ва уларни эксплуатация қилиш масалаларига алоҳида эътибор бериш керак. Насос станцияларида кўпинча сўргичлардан фойдаланилади. Дросселли тускичлар катта диаметрли қувурларда қўлланади. Улар электр ижро механизмлари ёрдамида бошқарилади. Баъзи бир ҳолларда мойли сервомоторга эга бўлган электрогидравлик ижро механизмларидан фойдаланилади.

Электр ижро механизмлари умумий ҳолда электр юритма редуктор айлантирувчи моментни чегараловчи механизм чиқиш элементининг ҳолат кўрсаткичи датчиклари ва оҳирги ўчиргичлардан ташкил топган. Электр юритма сифатида қисқа туташувли асинхрон моторлар ишлатилиши мумкин. Охирги ўчиргичлар ёрдамида механизмнинг электр юритмаси ишчи органи охирги ҳолатига етганда тўхтатилади.

Саноатда чиқиш вали доимий тезликка эга бўлган кўп айланишли механизмлар ишлаб чиқилади. Улар конструктив ва схемали кўриниши жихатидан фарқ қилади, лекин қуйидаги бир хил вазифаларни бажариши мумкин: юритмани охирги ҳолатда ёки оралик ҳолатларда тўхтатиш: юритмани дистанцион ёки автоматик равишда ишга тушириш: айлантирувчи момент ортиб кетганида юритманинг харакатлантирувчи қисмлари ёки ишчи органлари едирилиб кетса йўл учиргичлари ишдан чиқса юритмани автоматик равишда ишдан тўхтатиш: ишчи органининг охирги ҳолатини сигналлаш: ишчи органини белгиланган вақтдаги ҳолатини стрелкали кўрсаткич ёрдамида жойига қараб маҳалий равишда аниқлаш: ишчи органи ихтиёрий оралик ҳолатини махсус ҳолат кўрсаткичи ёрдамида дистанцион кўрсатиш билан блокировка қилиш: маховик ёрдамида қулда бошқариш. Бундай ижро механизмлари ҳам бажариши мумкин. Автоматлаштирилган насос станцияларида доимий хизматчи ҳодимлар бўлмайди, шунинг учун ўрнатилган ижро механизмлари махкамловчи арматура ҳамда автоматик бошқарув ускуналарига юқори даражадаги талаблар қўйилади.

### **12.13. Унификацияланган электр юритмаларнинг электр бошқарув схемалари**

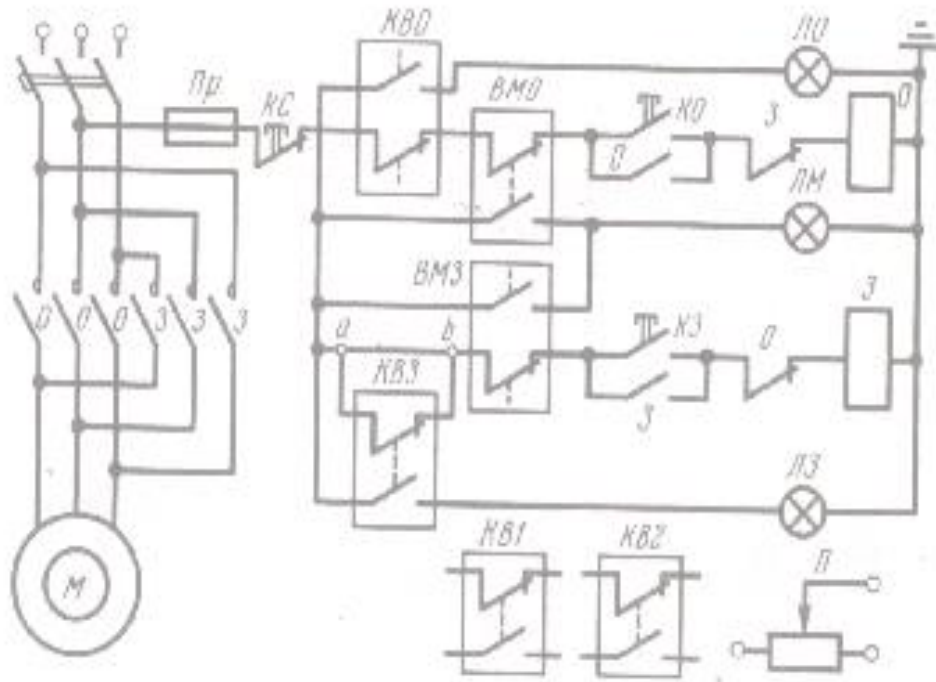
Барча унификацияланган электр юритмалар учун (Б, В, Г, Д типи) принциал бошқарув схемаси 12.19- расмда келтирилган.

Бу схема қуйидаги шартларга жавоб беради:

1-куч тармоқларини таъминлаш занжири ва бошқарув занжири 380/220 В кучланиш тармоғидан бажарилади.

2-схеманинг бошқарув занжири куч тармоғи, сигналлаш занжири юкламалар ва қисқа туташувлардан химоя қилинган.

3-ишга туширгич ғалтаклари нол ўтказгичга. Бошқарув аппаратлари контактлари ва магнит ишга туширгич блок контактлари фаза томонидан уланган. Схемаларни бундай уланиши бошқарув занжирида «ёлғон иш» тартибини олдини олади.



12.19- расм. Б, В, Г ва Д типдаги электюритмаларни принципиал электр бошқариш схемаси

4 -реверсив магнит ишга туширгичларнинг ғалтагидан ток ўтаётганда бошқаси билан бир вақтда улашиб қолинишини олдини олади. Бунинг учун бошқарув занжиридаги хар бир ғалтакга кейингисининг очиладиган контакти уланади.

5 - оралик ҳолатлардаги тўхташларда (технологик жараён талабига кўра) махкамловчи арматурани секинлик билан очиш ва ёпиш вазифасини бажаради.

6 - бошқарув схемаси махкамловчи арматура электр юритмасини хар қандай оралик ҳолатларда «Стоп тугмаси ёрдамида тўхтатиш имконини беради, шу жумладан кейинги очиш ва ёпиш буйруқларини қабул қилади.

7 - кўл ва автоматик бошқарув режимларда схема ноллаш ҳимоя воситасига эга.

8 - схема электр юритмани 3–турдаги махкамловчи режимини таъминлайди:

- арматура мажбурий махкамлашни талаб этмайди.
- арматура мажбурий махкамлашни фақат «Ёпик» ҳолатида талаб қилади.
- арматура мажбурий махкамлашни «Очик» ва «Ёпик» ҳолатларда талаб қилади. Бунинг учун муфтали учиргичнинг ВМО, ВМЗ контактлари ва КВО, КВЗ охириги ўчиргичларидан фойдаланилади.

9- Арматуранинг ҳолатини сигналлаш куйидаги принцип асосида бажарилади.

-битта «Муфта» ЛМ сигнали пайдо бўлиши шуни билдирадики, бунда махкамловчи арматура ўзининг охириги ҳолатларидан бирига етиб бормаган.

-махкамланмайдиган арматурада «очик» ва «ёпик» ҳолатларини сигналлаш йўл учиргичлари контактлари орқали ЛО,ЛЗ лампалари ёрдамида бжарилади.

- маҳкамланувчи арматуранинг маҳкамлаш кўзда тутилган охириги ҳолатида 2 та муфта очик ёки ёпик сигналлари пайдо бўлади бу ҳолда мотор айланувчи моменти чегараловчи муфта орқали ишдан тўхтайтиди ва унинг йўл кулочоги ҳолатини сигналлаш тугмасига таъсир кўрсатади. ВМО ва ВМЗ ўчиргичлари мотор тескарига ҳаракатланган ўзининг бошланғич ҳолатига қайтади.

10- Электр мотори ишга тушириляётган вақтда ВМО ва ВМЗ контактлари ишламайди.

11- Дистацион бошқарув қурилмалари техник тавсифларга кўра маҳсус буюртма асосида бажарилади.

#### 12.1-жадвал

Бошқарув аппаратлари электр моторлари юритмаларининг техник тавсифи

Мажбурий маҳкамлашни кўриниши	Йўл ўчиргичларини со-злаш		Муфтали ўчиргичларни со-злаш		Электр схемаси
	сигналлаш	ўчиришга	ўчиришга	Максимал моментга	
«Ёпик» ҳолатда	Чегаравий ҳолатларда	«Очик» ҳолатда	«Ёпик» ҳолатда ва ёпилиш тарафига	Хар иккала томонга	Бошқарув занжирида реле 3 тугаштирилади 3-0 КВЗ контактлари
«Очик» ва «Ёпик» ҳолатларда	Чегаравий ҳолатларда	-	Очик ва ёпик ҳолатларда	Хар иккала томонга	Бошқарув занжирида реле 3 тугаштирилади 3-0 КВЗ контактлари
Мажбурий бўлмаган маҳкамлаш		Чегаравий ҳолатларда	Чегаравий ҳолатларда	Хар иккала томонга айланиш	

Эслатма:

1. ВМО ва ВМЗ контактлари ишга тушиш вақтида кўшилмайди.
2. Электр юритмаси тескари томонга ҳаракатланганда ВМО ва ВМЗ контактлари бошланғич ҳолатга эга бўлади.
3. Муфтали ўчиргичларни мажбурий бўлмаган маҳкамлашларга тўхтатиш учун созлашда авария ҳолатлари пайдо бўлса муфта электр моторини автоматик блокировка қилади.

#### 12.2.-жадвал

Унификацияланган серияли электр юритмалар электр моторларининг асосий техник тавсифлари

Электр мотор тури	Электр мотори						
	марка	Қувват. кВт	Айланиш частотаси, мин <sup>-1</sup>	Статор токи, А	КПД, %	cosφ	I <sub>и.т.</sub> , I <sub>ном</sub>
М	АВ-042-4	0,03	1300	0,17	43	0,64	3
А	АОЛ11-4Ф3	0,12	1400	0,45	58	0,72	4
	АОЛ12-4Ф3	0,18	1400	0,6	62	0,74	4
Б	АОЛС2-11-4Ф2	0,6	1300	1,8	66	0,76	7

	АОЛС2-21-4Ф2	1,3	1300	3,5	70	0,8	7
В	АОЛС2-31-4Ф2	3	1350	7,3	76	0,82	7
	АОЛС2-32-4Ф2	4	1350	9,4	78	0,83	7
Г	АОЛС2-32-4Ф2	4	1350	9,4	78	0,83	7
	АОС2-42-4Ф2	7,5	1300	15,8	80	0,9	7
Д	АОС2-424Ф2	7,5	1300	15,8	80	0,9	7

### Бўлим бўйича назорат саволлари

1. Гидромелиоратив тизимларнинг автоматлаштириш объекти сифатидаги хусусиятлари ҳақида тушунча?
2. Гидротехник иншоотлари ишининг технологияси ҳақида маълумот беринг?
3. Текис тескичларни қўтариш механизмларининг тузилиши ва иш принципи қандай?
4. Гидравлик тўскичларнинг турлари ва уларнинг қўлланиши?
5. ГТИ тускичларини автоматик бошқариш схемалари қандай?
6. Насос ускуналарининг автоматик бошқариш схемаларини тушунтиринг?
7. Насосларни тулдиришнинг автоматик бошқарув схемалари қандай?
8. Махкамловчи арматурани автоматик бошқариш схемалари ҳақида тушунча беринг?

## 13. Автоматлаштирилган бошқарув ва марказлашган назорат тизимлари

### 13.1. Умумий маълумотлар

Сув хўжалиги ишлаб чиқаришида самарадорлик ҳамда меҳнат унумдорлигини оширишда илмий-техника тараққиётининг асосий йўналишларидан бири бўлган технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимини (ТЖАБТ) яратиш ва татбиқ этишдир. Ҳисоблаш техникаси асосида яратилган технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимлар, технологик комплексларни бошқаришда маҳсулотнинг сифат ва миқдор кўрсаткичларини маълум технологик ва техник–иктисодий мезонлардан фойдаланиб, ахборотларни марказлашган тарзда ҳисоблайди. Сув хўжалиги ишлаб чиқаришида ўзгариб турадиган ташқи муҳитнинг таъсирлари шароитда ишлаб чиқариш заҳираларидан фойдаланиш ТЖАБТ нинг асосий масаласидир.

ТЖАБТларни қуйидаги белгилари бўйича синфларга бўлиш мумкин: 1) автоматлаштирилаётган ишлаб чиқаришнинг хусусияти бўйича (узлуксиз ва дискрет узлуксиз ишлаб чиқариш жараёни); 2) бошқариш объектларининг мураккаблиги бўйича; 3) функционал алгоритмик белгиси бўйича (тизим ҳисоблайдиган бошқариш масалалари кўлами ва ахборот ҳажми); 4) тизимнинг техникавий даражаси бўйича.

Бошқариш объектларининг мураккаблик даражаси сифатида назорат қилинаётган катталиклар ва бошқарув таъсирларининг миқдори ифодаланади.

Шуни қайд қилиб ўтиш керакки, технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизими ёрдамида технологик жараёнларни автоматик ва автоматлаштирилган (одам иштирокида) равишда ташкил этиш мумкин,

унинг ишлаб чиқаришнинг АБТсидан принципиал фарқи ҳам шудир, одам бунда корхонанинг иқтисодий фаолиятини бошқариш занжирида иштирок этади.

Технологик жараёнлар даражасидаги бошқариш тизимлари реал вақт масштабида, яъни технологик жараёнлар билан бир вақтда ишлаши лозим. Бу ҳолда бошқарувчи ҳисоблаш машинасига (БХМ) ахборотлар ҳажми чекланган массивлар шаклида эмас, балки амалда чексиз тасодифий кетма-кетликлар шаклида берилади. Ахборотларни қайта ишлаш эса чекланган вақт бирлигида бажарилади, уларнинг миқдори бошқариш вазифаси ва объектларнинг динамик хусусиятларига боғлиқ. Бундан технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимларни алгоритмик таъминлашда қўшимча талаблар вужудга келади: улар ўзларини иқтисодий жиҳатдан оқлашлари лозим, яъни биринчидан, ахборотни қайта ишлашга кетган вақт бўйича, иккинчидан эса БХМнинг хотирасидан фойдаланиш ҳажми бўйича, бошқача қилиб айтганда келаётган ахборотни ўз вақтида «қўриб чиқиш» керак. Бу талабларга итератив циклик ҳисоблаш (стахостик аппроксимация йўли билан ҳисоблаш, рекурсив регрессия йўли ва шу кабилар) усули жавоб беради. Улардан қуйидаги масалаларни ҳал қилишда фойдаланиш мумкин: 1) технологик контрол ва техника-иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблаш вазифаларини ўрганганда керакли фойдали сигнални ажратиш олиш; 2) кўп ўлчашли, рақамли бошқаришда; 3) идентификациялаш ва адаптациялашда; 4) оптималлаш ва координатларда.

Техникавий даражаси ва мураккаблигининг ортишига қараб ТЖАБТни локал, комплекс ва интегралланган тизимларга ажратиш мумкин.

Локал ТЖАБТлар – кам миқдордаги бир турли асосий ёки ёрдамчи операциялар технологик жараёнларининг автоматлаштирилган бошқариш тизимлари (аппарат, қурилма, агрегат). Бу оралик жараён бўлиб, у янада мураккаб тизимга ўтиши лозим. Бундай тизимлар автоматик равишда бажарилаётган вазифаларининг камлиги билан тавсифланади ва бунда ТЖАБТ нинг 0, 1, 2 синфларини қўллаш мақсадга мувофиқдир.

**Комплекс технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимлари.** Булар мураккаб ва турли хил асосий ҳамда ёрдамчи жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимлари бўлиб, бунда асосан 4 ва 5 синф ТЖАБТларини қўллаш мақсадга мувофиқ. Шунингдек, ЭЎМларда тизимнинг математик таъминотини яратганда, техник -иқтисодий кўрсаткичларни ҳисоблашда ва технологик жараён ҳамда технологик комплексларни тўла оптималлашда ҳам ишлатилади. Бундан ташқари, бу тизимлар ишлаб чиқариш бўлимларининг ишини таҳлил қилиб, унинг келгусидаги ривожланишини белгилайди.

### **13.2. Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимларнинг асосий вазифалари**

Технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган бошқариш тизимлар мураккаб, кўп вазифали тизимлар турига киради. Бу синфнинг кўп вазифалилиги қатор факторлар билан ифодаланади, яъни: идентификациялаш; контрол, ғимоя ва блокировка; ростлаш ва бошқариш каби айрим функционал ёрдамчи тизимларнинг борлиги; локал, айрим бошқариш масалаларининг умумий, гло-



бал мақсадга бўйсунганининг натижаси; ёрдамчи тизимлар орасидаги кўп сонли алоқаларнинг борлиги; айрим объектларни бош-қаришнинг марказлашуви ва, ниҳоят, турли вазифаларни бажаришда бир хил техникавий воситалардан фойдаланиш имконияти мавжудлигидир. ТЖАБТлар бажарган вазифаларни қуйидаги уч гуруҳга бўлиш мумкин: информатсион, бошқарув ва ёрдамчи.

ТЖАБТларнинг информатсион вазифалари ишлаб чиқариш ҳодимларига (операторлага, диспетчерлар) технологик жараёнда бўлаётган ўзгаришларни ўз вақтида билишга имконият яратади, технологик жараёнларнинг кетиши ҳақида аниқ ахборотлар ишлаб чиқишда кераксиз маълумотларнинг камайишига олиб келади: 1) техникавий ва технологик ахборотларни тўплаш, дастлабки ишлаш ва сақлаш; 2) жараён ва технологик ускуналар ҳолатининг катталикларини билвосита ўлчаш; 3) технологик жараён ва ускуналар катталикларининг ҳолатини белгилаш ҳамда сигнал бериш; 4) технологик жараён ва технологик ускуналарни ҳисоблаш; 5) юқори ва қўшни тизимларга ҳамда бошқариш босқичларига ахборотни тайёрлаб бериш; 6) технологик жараён катталиклари, технологик ускуналар ҳолати ва ҳисоблаш натижаларини қайд қилиш; 7) жараён катталиклари ва ускуналар ҳолатида берилган миқдордан фарқларини назорат ва қайд қилиш; 8) технологик ускунанинг ғимоя ва блокировка воситалари ишини таҳлил этиш; 9) техникавий воситалар комплекслари ҳолатини ташхис қилиш ва олдиндан айтиш; 10) технологик жараёнларни олиб бориш, шунингдек, технологик ускуналарни бошқариш учун ахборот ва кўрсатмаларни оператив равишда тайёрлаш; 11) юқори босқичли ва қўшни бошқариш тизимлари билан ахборотнинг автоматик алмашилишини таъминлаш.

Технологик жараённи бевосита бошқариш масаласи ТЖАБТларнинг бошқариш вазифасини ташкил қилади. Бунда бошқариш таъсирлари операторнинг иштирокисиз автоматик тарзда амалга оширилиши мумкин ёки операторга маълум бир кўрсатмалар кўринишида берилиши (буларни оператор қабул қилиши ёки рад этиши мумкин), ёхуд оператор кўриб чиққандан сўнг автоматик тарзда таъсир этиши мумкин. ТЖАБТларнинг бошқариш вазифалари қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараённинг айрим катталикларини ростлаш; 2) бир маротаба мантикий бошқариш (ғимоя, блокировка қилиш); 3) каскадли ростлаш; 4) кўп алоқали ростлаш; 5) дискрет бошқаришда программали ва мантикий операцияларни бажариш; 6) технологик жараённинг турғун ҳолатини оптимал бошқариш; 7) технологик жараённинг нотурғун ҳолати ва ускуналар ишини оптимал бошқариш; 8) бошқариш тизимини мослаштирган ҳолда бутун технологик объектни оптимал бошқариш.

ТЖАБТларнинг ёрдамчи вазифалари қуйидагилардан иборат: 1) тайёр маълумот ишлаб чиқаришда смена ва кунлик вазифаларга оператив ўзгаришлар киритиш; 2) ҳисоблаш масалаларини ҳал этиш; 3) технологик ускуналарнинг тўла ишлашини назорат қилиш; 4) тизимдаги ғайри-табiiй воситаларни олдиндан кўрсатиш; 5) юқори босқич тизимлар билан алоқани таъминлаб бериш; 6) тизимнинг технологик воситалари бузилишини олдиндан кўрсатиш.

### **13.3. ТЖАБТнинг функционал таркиби**

ТЖАБТнинг функционал таркиби бошқариш мақсадига асосланиб тузилади. Бу маънода ТЖАБТ битта умумий мақсадга қаратилган, яъни мақсад ва-

зифасига биноан технологик жараённи оптимал равишда олиб боришдир. Шуларга асосланиб ТЖАБТни куйидаги ёрдамчи тизимларга ажратиш мумкин:

1. ТЖАБТ нинг дастлабки босқичи – технологик жараён билан ўлчов ўзгартгичлари ва ижро этувчи механизмлар.

2. ТЖАБТ нинг биринчи босқичи – ўткинчи жараённи бошқариш (режимга чиқариш) ҳамда технологик жараённи ишга тушириш ва тўхтатиш.

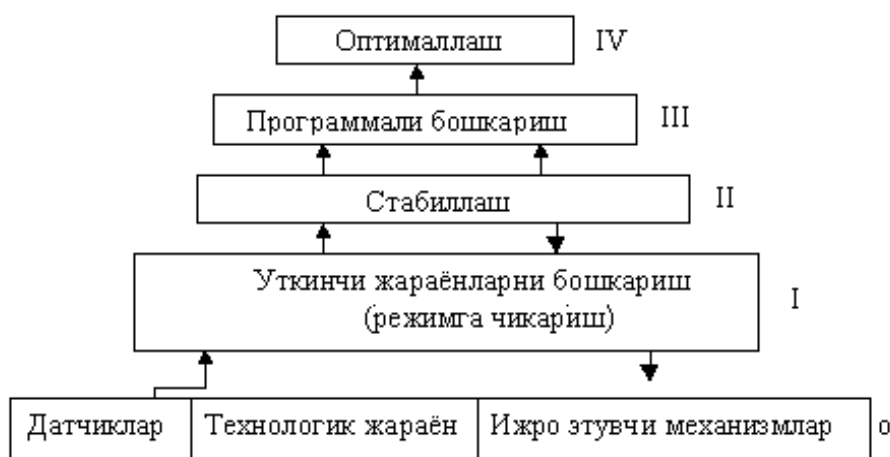
3. ТЖАБТ нинг иккинчи босқичи – технологик жараённи маълум бир ўзгармас ёки бирор қонун бўйича ўзгарувчи номинал даражада стабиллаш.

4. ТЖАБТ нинг учинчи босқичи – технологик катталикларни программали бошқариш ва олдиндан белгиланган вақтли вазифа бўйича технологик жараёнларни ишга тушириш, тўхтатиш ва режимларнинг алмашишида ускуналар ҳолатини ҳамда даврий жараёнларни программали бошқариш.

5. ТЖАБТ нинг тўртинчи босқичи – мақсад вазифаси асосида технологик катталикларнинг оптимал миқдорларини топиш ва ишлаб чиқариш жараёнининг техник - иқтисодий кўрсаткичларини оптималлаш.

Автоматик назорат ва бошқариш жараённининг марказлаштирилган даражаси ҳамда кўл меҳнатининг етарли миқдори билан тавсифланади.

Жараённинг айрим катталикларини автоматик ростлаш автоматлаштирилаётган агрегат яқинига ўрнатилган ускуналарнинг кўрсатиши асосида амалга оширилади.



13.1-расм. ТЖАБТнинг функционал схемаси.

Бошқариш тизимининг иккинчи босқичи контрол, ростлаш ва ма-софадан туриб бошқаришнинг марказлашиш даражасининг янада ортиши билан тавсифланади ва тизимда одам–оператор пайдо бўлиши билан фарқ қилади. Бунда бошқариш алоҳида шитга ўрнатилган ускуналар орқали амалга оширилади.

Бошқариш тизимининг учинчи босқичида технологик катталиклар ва ускуна ҳолатлари ҳақидаги программа асосида олинган номинал миқдорлар кузатиш режимида ишлайдиган куйи босқичга фойдаланиш ва амалга ошириш учун юборилади.

Бошқариш тизими иерархиясининг тўртинчи босқичи технологик жараён катталиклари ва ускуна ҳолатларининг оптимал миқдорларини излайди

Ҳамда қуйида жойлашган функционал ёрдамчи тизимларнинг ишини бошқаради.

Шундай қилиб, автоматик ростлаш тизимининг алгоритмик таъминлаш бошқарув-ҳисоблаш комплексининг таркибини аниқлаш, шунингдек, БХМнинг тез ишлаши, хотира ҳажми ва ишончилиги талабларини ишлаб чиқиш имконини беради. Шу талаблар асосида БХМ танланади ва ТЖАБТ ни синтез қилиш масаласи яқунланади. ТЖАБТ нинг алгоритмик таъминлаш таркиби қуйидаги функционал масалаларни ўз ичига олиши лозим: 1) технологик жараённинг бориши марказлаштирилган назорат қилиш; 2) ишлаб чиқаришнинг кўрсаткичларини оператив ҳисоблаш; 3) бевосита рақамли бошқариш (БРБ); 4) технологик бўлимларни локал оптималлаш; 5) бутун технология бўйича глобал оптималлаш ва координациялаш; 6) ҳодисаларни автоматик аниқлаш; 7) БХМ ва ТЖАБТ воситалари ишга яроқсизликларининг техникавий ташхиси; 8) ахборотни ҳизмат ҳодимларига оптимал равишда бериш; 9) маъмурий-технологик ҳодимларни ва бошқаришнинг юқори тизимларини керакли қарорлар чиқариш учун етарли ҳажмда ахборотлар билан таъминлаш.

Технологик жараённинг бориши устидан марказлаштирилган назорат қилиш - бошқариш мақсадида ёки операторга тайёрлаш учун ахборотни БХМда махсус ҳисоблаш усуллари орқали амалга оширилади. Ахборотни марказлаштирилган назорат қилиш машиналари ҳам сигналларни қайта ишлаши мумкин. Бу ҳолда қуйидаги амаллар бажарилади: узлуксиз ўлчанаётган сигналларни дискрет ўзгартириш, кодлаш, декодлаш, экстраполяциялаш (интерполяциялаш), тўғри чизиққа келтириш, филтрлаш.

Узлуксиз сигналларни даражаси бўйича квантлаш В.А. Котелников теоремасига асосланган бўлиб, у ўлчанаётган миқдорни ўзгартгич кодининг кичик хонаси бирлигига тенг бўлган квантлаш қадамига қаррали бўлган яқин миқдор билан алмаштиришдан иборат. Датчикларнинг сезгир элементлари одатда, чизиқли бўлмаган статик тавсифномасига эга. Бу тесқари функционал ўзгартириш тўғри чизиққа келтириш заруриятини келтириб чиқаради. Узлуксиз сигналларни дискрет ўлчашда аналог сигналли сўроқлаш частотасини тўғри танлаш муҳим аҳамиятга эга. Сўроқлаш частотаси қамайиб кетса ахборотнинг йўқолишига, ўлчов частотаси ҳаддан ташқари ошиб кетса, схеманинг мураккаблашиши ва машина вақтининг исроф бўлишига олиб келади. Агар ўлчанаётган миқдорнинг катталиги керак бўлса ва у аналог сигналнинг сўраш моментида мос тушмаса, экстраполяция (ёки интерполяция) усуллари ишлатилади. Бизни қизиқтираётган ўлчанаётган миқдорнинг қийматини олдинги сўроқлашлар натижалари асосида олиш керак бўлса, у ҳолда экстраполяция олдинги ўлчанаётган миқдор қиймати зарур бўлса, интерполяция усулидан фойдаланилади.

Ишлаб чиқаришнинг натижавий кўрсаткичларини бевосита ўлчашнинг иложи бўлмаса, у ҳолда улар олдиндан белгиланган нисбатлар орқали ҳисобланади. Буларга қуйидагилар қиради ишлаб чиқаришнинг техника-иқтисодий кўрсаткичлари (ф. и. к) маҳсулот бирлиги учун сарфланган энергия ёки, ашё вақт бирлигида материал ёки энергиянинг сарфи ва бошқалар.

Автоматик ўлчашнинг юқоридаги усуллари ва техникавий воситалари яратилмаган технологик жараёнларда физика-химиявий катталикларни

аниклаш учун керакли катталиқ билан стохастик боғланган билвоста қийматларнинг ўлчаш натижасини контрол қилинади. ТЖАБТ нинг ҳисоб масалаларини ечиш учун вақт интервалида (смена, кун, ой) ўрнатилган техника-иктисодий кўрсаткичлардан фойдаланилади. Оператив бошқариш масалаларини ҳал қилганда техника - иктисодий кўрсаткичларнинг (ТИК) айна вақтдаги қийматларини қийинлаштиради. Бу ҳолда ўлчанган миқдорларни транспорт кечикиш миқдорига суришга ва уни транспорт кечикиш миқдорига тенг бўлган вақт интервалида ўртачалаштиришга тўғри келади.

Технологик комплексларни оптималлаш масалаларининг катта ўлчамлилиги туфайли декомпозиция принципларини ишлатиш тавсия этилади, яъни тизимнинг глобал оптималлаш масаласи бир неча кичик ўлчамли ва ўзаро боғланган технологик бўлимларни локал оптималлаш масалаларига ажратилади. Бундай ажратиш стратегиясини химиявий технология тизимлари учун қўлланилганда қўйидаги тартиб ишлатилса мақсадга мувофиқ бўлади: катталиқли стабиллаш; айрим технологик бўлимларни локал оптималлаш; бутун технологик тизим масшабада координациялаш.

Бу тартибни амалга ошириш учун ТЖАБТ нинг иерархик таркибини синтез қилиш масаласи икки этапда ечилади: 1) ТЖАБТ нинг макротаркибини синтез қилиш жараёнида берилган тизим блок ҳолида қурилади («қора яшиқ» типдаги блоклар) ва тизим таркибий хусусиятларининг сифат анализи амалга оширилади, шунингдек, координациялаш масаласини ечишнинг йўли ишлаб чиқилади; 2) ТЖАБТнинг микротартибини синтез қилиш жараёнида графиклар назариясининг математик аппаратидан фойдаланиб, лойиҳалаш босқичидаёқ тизимнинг динамик схемаси тўла очилади.

ТЖАБТда ходисаларни автоматик кўриш деганда технологик регламентдан четга чиқиш, ускуналарнинг ишга яроқсизлигини ўз вақтида пайқашга айтилади. Ҳодисаларни тўла тавсифлайдиган миқдорларни даврий ўлчаш, белгиланган қийматлар билан таққослаш ва бошқариш таъсирларини ёки сигналларни бериш одатда пайқаш алгоритмларининг вазифасига киради.

Технологик жараённинг ҳақиқий кечишини қўйидагича тавсифлаш мумкин: нормал ҳолат, бунда технологик режим белгиланган регламентга тўғри келади; ўткинчи ҳолат – регламентдан четга чиқилмаган, бироқ четга чиқиш белгилари пайдо бўлади; аномал ҳолат – технологик регламентдан четга чиқилган пайт (авария вазияти вужудга келган ҳолат ҳам шунга киради).

Даврий технологик жараёнлар учун техникавий ташхис масаласи объектга бошқариш таъсирларини кўп маротаба юбориб бошқаришга келтирилади; бошқариш таъсирларга объектнинг кўрсатган реакциясига боғлиқ. Узлуксиз технологик жараёнлар учун бу масаланинг вазифаси жараён ҳолатини етарли даражада аниқлайдиган назорат катталиқларини танлашдан иборат.

У ёки бу ҳолда ҳам ташхис натижалари технологик жараёнга БХМ томонидан актив аралашиш учун фойдаланилади. Аномал ҳолатлар учун техникавий ташхислашнинг асосий вазифалари қўйидагилардан иборат: 1) технологик жараёнда аномал ҳолат борлигини ўз вақтида аниқлаш; 2) материал ҳамда энергетик оқимларни ташийдиган қурилма ва ускуналар ҳолатининг техникавий ташхиси; 3) аномал вазиятлар ва тизимнинг нормал ҳолатидан четга чиқишларнинг математик моделини яратиш (идентификациялаш); 4) четга чиқиш

сабабларини фаол йўқотиш ва ажратиш, яъни техникавий ташхислаш тизимининг бошқариш алгоритмини яратиш; 5) математик моделлар ва техникавий ташхислаш алгоритмларини яхшилаш мақсадида статистик маълумотларни йиғиш ва қайта ишлаш.

Технологик жараён аномал ҳолатларининг техникавий ташхислаш усуллари яратишнинг дастлабки босқичида фақат жараённинг ҳолати ва унинг бузилиш манбалари орасидаги боғланиш таркибини анализ қилиш билан қўриш мумкин (техникавий ташхислаш мантикий модели). Технологик жараённинг ҳолати катталикларнинг айни пайтдаги қийматларини йўл қўйилган (ёки регламентдаги) қийматлар билан таққосланиб аниқланади. Бу ўзгаришларни дарак берувчилар дейилади. Дарак берувчилар деганда фақат физикавий миқдорларнинг (босим, ҳарорат ва бошқалар) ўзгаришигина эмас, балки ўлчанаётган миқдорларнинг статик тавсифномалари ва функцияларининг ўзгаришлари ҳам тушунилади.

Техникавий ташхислаш мантикий алгоритмларини яратишнинг иккита асосий принципларини алоҳида кўрсатиш мумкин: комбинацияланган ва кетма-кет. Комбинацияланган усулда текшириш тартибининг технологик ҳолати эътиборга олинмаса, кетма-кет усулда технологик ҳолат ҳақида ахборотдан кейинги натижалар анализ қилинади.

Технологик жараён ҳолатининг мантикий моделини икки босқичда, яъни детерминланган ва статистик ҳисоблаш босқичларида амалга ошириш мақсадга мувофиқ. Шундай қилинганда техникавий ташхислашни қўйиш масаласи анча соддалашади, модел ўлчами кичиклашади ва ташхислаш аниқлиги ортади. ТЖАБТнинг техникавий воситалари ва БХМ нинг ишга яроқсизлигида ташхислашни ускуна, тест ва программали мантикий назорат усуллари ёрдамида амалга ошириш алгоритми анча мураккаб бўлганлиги туфайли ТЖАБТнинг айрим масалаларига мос бўлган қўпгина ёрдамчи алгоритмлари бўлиши мумкин.

Шундай қилиб, БХМ да сақланадиган ва ўзининг программасига эга бўлган айрим алгоритмлар ўзгариб турувчи ишлаб чиқариш вазиятига қараб ҳаракат қилади.

#### **13.4. ТЖАБТ нинг математик таъминоти**

ТЖАБТни жорий этиш бошқариш - ҳисоблаш машиналарини ишлатишни назарда тутиб, уларнинг конкрет типларига қараб машина алгоритмлари, программалар ва уларнинг ифодалари яратилади. ТЖАБТ ни лойиҳалашнинг муҳим этапларидан бири технологик жараёнларни алгоритмлаш, яъни тизимнинг математик ифодасини бир неча босқичда яратишдир. Бу қуйидагилардан иборат: 1) технологик жараён ва унинг боришини таъминловчи факторларни ўрганиш; 2) технологик жараённи автоматлаштирилган бошқариш масаласини қўйиш; 3) технологик жараённинг математик модели, бошқариш алгоритмини ва маълум БХМ га татбиқан программани яратиш.

ТЖАБТ нинг математик таъминотини ифодаловчи қуйидаги ўзаро боғланган техникавий хужжатларнинг комплектини олиш лозим: 1) бошқарув объектининг математик модели; 2) бошқарув алгоритмининг блок-схемаси; 3) масаланинг ечимига қаратилган математик ва мантикий амаллар кетма-

кетлигини ифодаловчи алгоритмнинг умумий кўриниши; 4) конкрет БХМ нинг хусусиятларини этиборга олувчи машинанинг алгоритми; 5) алгоритм тилида, автокодда ёки шартли адресдаги программалар; 6) реал адресли машина кодида ишчи программалар ва программаларнинг баёни.

ТЖАБТ ларни математик таъминотини ишлаб чиқиш иқтисодий маълумотни қайта ишловчи программалар тўпламини ҳам ўз ичига олади. Келажакда программалар комплексининг универсал турларини яратиш кўзда тутилган. Масалага бундай ёндошиш программалаш ҳаражатларини камайтиради, ТЖАБТ ни ишлаб чиқиш ва жорий этишни тезлатиш ҳамда математик таъминотдан фойдаланиш самарасини оширади.

ТЖАБТ нинг математик таъминотини икки гуруҳга бўлиш мумкин: ташқи математик (функционал программали) ва ички математик (стандарт программали) таъминот.

Ички математик таъминот стандарт ҳисобли алгоритмик ва программалар тўпламидан иборат бўлиб, бошқарув – ҳисоблаш комплексининг фаолиятини таъминлайди. Улар ҳар бир машиналар синфи учун марказлашган тарзда яратилади ва конкрет ҳисоблаш машинасининг ажралмас қисми ҳисобланиб, маълум ТЖАБТ ларнинг хусусиятларига боғлиқ эмас.

Тизимнинг ташқи математик таъминоти ўзаро боғланган алгоритм ва программалар тўпламидан иборат бўлиб, ТЖАБТ нинг конкрет вазифаси ва масалаларини ҳал этади. Тизимнинг баъзи бир вазифаларини махсус қурилмалар ёрдамида аппаратли ҳал этиш мумкин, бу ҳолда уларни ҳисоблаш машинасидаги программага киритишнинг эҳтиёжи йўқолади.

Тизимнинг математик таъминоти маълум ривожланиш тавсифига эга бўлиб, ўз таркибига қуйидагиларни киритади: маълум даражада универсал бўлган программалар; БХМ кутубхонасига кирувчи стандарт программалар, шунингдек, конкрет ТЖАБТ учун программалар. Шу билан бирга универсал программалар ва уларга қуйиладиган талабларга биноан тизимнинг математик таъминоти олдида масалалар синфини аниқлаш муаммоси туради. Муаммоларнинг бошқа бир синфи стандарт программалар таъминотига кирувчи алгоритмик тиллар тўпламини аниқлашдир.

Конкрет ТЖАБТ нинг ташқи математик таъминоти яратилгунча тизим ҳал қилувчи масалаларнинг математик таърифи аниқланган, технологик жараёнларнинг математик баёни тузилган ва унинг мослиги баҳоланган бўлиши, шунингдек, кириш маълумотларининг аниқланиш баҳолари олинган бўлиши лозим. Технологик жараёнларни алгоритмлаш дастлабки ва охирги бўлади.

Дастлабки алгоритмлаш масалалари қуйидагилар: жараённинг алгоритмик таркибини ўрганиш; бошланғич математик модел ва оптималлаш алгоритминини яратиш; ишлаб чиқариш шароитида алгоритмларни синовдан ўтказиш; кутилган иқтисодий самарани баҳолаш, бошқаришнинг ҳисобли техникавий воситаларини дастлабки танлаш. Бу масалаларни ҳал қилишда технологик жараёнларнинг автоматлаштирилган тизимни ишлатишга тайёрлиги аниқланади, мавжуд назорат қилиш ва ростлаш тизимларини такомиллаштириш йўллари белгиланади. ТЖАБТ ни яратиш учун ишлар тартиби ўрнатилади.

Охирги алгоритмлаш масалалари қуйидагича: технологик жараёнларини чуқур ўрганиш, дастлабки математик модел ва оптималлаш алгоритминини

тўғрилаш; техникавий воситаларни узил - кесил танлаш. Яратилган тизимнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Дастлабки ва охирги алгоритмлаш босқичларида кўшимча маълумотларни олиш натижасида моделларнинг таркиби ва мураккаблигида ўзгаришлар бўлиши мумкин. Объектнинг дастлабки математик баёни яратилишида жараённинг статик ва динамик тавсифномалари тадқиқ этилади, оптимал режимлар аниқланади, турғунлик вазифалари ўрганилади. Дастлабки моделни содда-лаштиришнинг турли вариантлари кўриб чиқилади.

Сув хўжалиги ишлаб чиқаришида ТЖАБТ ларни яратиш деганда тизим катталикларнинг математик баёнини яратиш, маълумот оқимининг таҳлили ва бошқариш масалаларини ечиш усуллари ишлаб чиқиш тушунилади. ТЖАБТ ларни татбиқ этишга оид масалаларни ҳал этишда кишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришидаги технологик жараёнлар хусусиятларини ўзида мужассамлаштирган математик аппаратлар зарурдир. Иерархия босқичидаги қуйи ёрдамчи тизимлар учун кишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришнинг айрим технологик жараёнларини тадқиқ этиш – математик моделлар алгоритмларининг ҳисобларини ишлаб чиқиш ва оптимал бошқариш катталикларини ажратиш, шунингдек, турли тузилишдаги аппаратлар самарадорлигини баҳолайдиган стандарт программалар кутубхонасини яратиш демакдир.

Юқори босқичдаги ёрдамчи тизимлар учун технологик тизимни тўла ўрганиш ва тадқиқ этиш лозим; айрим жараёнларнинг тавсифномаларини аниқлаш эса мураккаб технологик тизимларни бошқаришнинг умумий вазифасидан келиб чиқиши керак. Ҳозирги вақтда кишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида тизим сифатида ҳисоблаш ва бошқаришнинг илмий асосланган усуллари яратилмаган. Айрим аппаратларнинг тавсифномаларини аниқлашда уларнинг ўзаро боғланиши ва ўзаро таъсири ҳисобга олинмайди. Натижада лойиҳаланган тизимлар оптимал режимда анча узоқ ишлайди. Масалага умумий мақсад ва технологик чизма айрим элементларининг ўзаро боғланишларини ҳисобга олиб ёндашиш мақсадга мувофиқ. Бутун тизимнинг самарали ишлаши технологик тизимнинг таркибий таҳлилини фақат айрим аппаратларнинг математик моделлари асосида бажариб бўлмайди. Жараён катталикларининг ташқи ва ички функционал алоқасини технологик аппаратлар комплексини бир бутун деб қаралгандагина очиш мумкин.

#### **14. Телемеханик тизимларини қуриш принциплари**

«Телемеханика» термини иккита грек сўзидан иборат. «Теле» - масофа, «Механика» - «мастер», телемеханика – бу фан ва техниканинг шундай области, бу ерда ўлчаш, сигналлаш ва бошқарув масалалари инсон иштирокисиз масофага сигнал узатиш орқали бажарилади.

Махаллий дистанцион бошқарув тизимларида бошқарув шунки ва объектлари бир-биридан унча узоқ бўлмаган масофага жойлаштирилади. Улар орасидаги масофа бир неча юз метр оралиғида бўлади. Бу ҳолда ҳар бир бошқарув ўтказиш линияси орқали узатилади. Ўтказичларнинг умумий сони,  $n=m+m^1$ , бу ерда  $m$ - бўйруқ ва ахбаротлар сони;  $m^1$  – тесқари ўтказгичлар сони.

Лекин объектлар бошқарув пунктидан юзлаб километр масофада жойлашган бўлса, ҳар бир буйруқ в хабарни алоҳида ўтказгич орқали узатиш мумкин эмас. Бундан ташқари, буйруқ ва хабарларни узоқ масофага узатишда сигналлар алоқа линияларидаги турли ўзгаришлар натижасида амалга оширишда махсус қурилмалардан фойдаланилмоқда. Бу қурилмалар ҳар бир буйруқ учун индивидуал ўтказгичларни ўрнатишни талаб қилмайди ва ахборотни узатиш аниқлиги ортади. Бундай қурилмалар телемеханик тизимлар деб номланади.

Телемеханика тизимларида маҳаллий автоматлаштириш тизимларидан фарқли равишда буйруқ ва хабарларни узатиш учун қўлланувчи ўтказгичлар сони бир неча бор камайтириш мумкин. Кўп ҳолларда бир нечта объектларни бошқаришда битта икки ўтказгичли алоқа линиясидан фойдаланиш мумкин. Бунда ўтказгичли ёки радиоалоқа линияси бўлади. Шунинг учун электр занжирларида кўп сигналларни бир вақтни ўзида битта линиядан узатиш ҳозирги кунда кенг тарқалган. Хабарларни бир-бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда узатишни таъминловчи техник воситалар йиғиндиси алоқа канали деб юритилади. Шундай қилиб, битта алоқа линияси орқали бир нечта алоқа канални ҳосил қилиш мумкин.

Телемеханик тизимлар қуйидаги хусусиятларга эга:

- ишлаб чиқаришни бошқариш жараёнида хабарларни узатишда катта кечикишларга йўл қўйилмайди, чунки бунинг натижасида авария ҳолатлари келиб чиқиши мумкин.

- Буйруқларни узатишда юқори ишончилиikka эга бўлиш лозим, чунки нотўғри ахборотлар ҳам авария ҳолатларига олиб келиши мумкин. Телемеханик бошқарувда, мисол учун, нотўғри ахборот берилишининг эҳтимоли  $10^{-8} \dots 10^{-13}$  ни ташкил этади.

- Телеўлчов ахборотлари юқори аниқликда бўлиши талаб этилади (0,1%гача).

Бажарадиган вазифалариги кўра қуйидаги телемеханик қурилмаларни ажратиб кўрсатиш мумкин: телебошқарув қурилмалари (ТБ) – бошқарув буйруқларини узатиш, шу жумладан ишлаб чиқариш объектларини ишга тушириш, тўхтатиш, усқуналарни ҳолатини ўзгартириш ва бошқа мақсадлар учун қўлланилади; телесигналлаш қурилмалари (ТС) – назорат қилинувчи объектларнинг ҳолати ҳақида хабар бериш мақсадида қўлланади. Телеўлчов қурилмалари (ТЎ) – ўлчанаётган катталикининг узлуксиз ўлчанувчи қийматлари ҳақида маълумот беради.

Объектларни бошқаришда уларнинг ҳолати ҳақида ахборотга эга бўлмай туриб бошқаришни амалга ошириб бўлмаслигини ҳисобга олган ҳолда кўпинча телебошқарув ва телесигналлаш тизимлари биргаликда телемеханик тизим қўринишида берилади (ТБ-ТС). Шу билан бирга умумий алоқа линиясида комплекс телемеханик тизимларни ҳам қўллаш кенг тарқалган. Бундай тизимлар ТЎ, ТС, ТБ нинг ҳамма вазифаларини бажаради. Кўп ҳолларда телефон алоқаси ҳам шу гуруҳга қўшилади.

Телемеханик тизимлар орқали узатилувчи ахборотлар ҳажми кенгайиб, ҳозирги кунда ТБ, ТС, ТЎ тизимлари билан бир қаторда интеграл параметрларни ўлчаш, телеростлаш (ТР), ростлагичлар учун кодлаш буйруқларини узатиш,

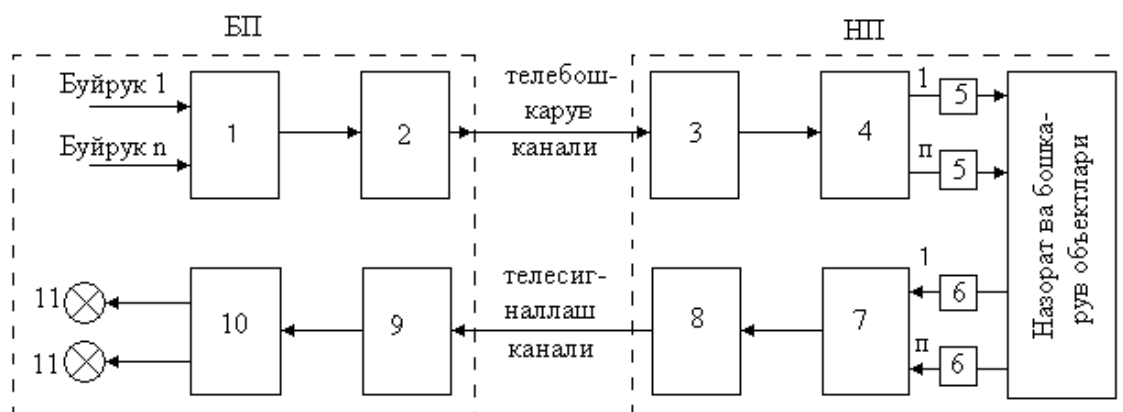


телемеханик тизимларни телеавтоматик ва автоматлаштирилган бошқарув тизимларида ҳисоблаш машиналари билан ишлатиш тавсия этиляпти. Телемеханик тизимларни яратишда интеграл схемалар ва микропроцессорларни қўллаш телемеханикани ривожлантиришда муҳим ўрин тутди.

### 14.1. Телебошқарув (ТБ) ва телесигналлаш (ТС) тизими таркиби

Барча ТБ-ТС тизимлари маълум функционал блоклардан ташкил топган бўлиб, улар бошқарув объектларидан олинadиган хабарларни узатиш ва шакллантириш жараёнини белгилайди. Умумийлаштирилган таркибий схемада ТБ-ТС тизимининг функционал таркиби келтирилган (6.2 - расм). Бу ерда 1-блок индивидуал буйруқ берувчи элементлардан ташкил топган бўлиб, улар кириш сигнали таъсири остида бошқарув пункти (БП) ва назорат пунктига (НП) бошқарув сигналинини узатади. Бу элементлар турли ишга тушириш аппаратлари бўлиб (тугмалар, калитдар, турли датчиклар ва автоматик қурилмаларининг контактлари ва Ҳ.к), буюруқларни узатиш занжирини қўшади. 2-блокда буйруқлар алоқа каналидаги назорат пунктига узатиш учун зарур бўлган қўринишдаги электрик сигналга айлантирилади. Сигналларни бундай ҳолатга келтириш шакллантириш деб юритилади. НП нинг 3-танлов блокада сигнал қайта ишланади, сўнгра 4-блокдаги буйруқни бажарувчи индивидуал элемент ишга тушади ва бошқарув объектидаги 5-ижрочи элементига таъсир кўрсатади (ишга тушириш, тўхтатиш, ҳолатини ўзгартириш ва Ҳ.к), бу жараён сигнални қабул қилиш ва қайта ишлаш деб юритилади. Объектни ҳолатини ўзгариши НП да охирги ўчиргичлар, реле контактлари ва бошқа элементлар билан белгиланади. 6-сигналлаш датчиклари ёрдамида 7-индивидуал элементларини сигналлаш блоки ишга туширилади. 8-блокда хабар берувчи сигнал шакллантирилиб, НП ва БП га узатилади ва бу ерда 9-қурилма ёрдамида қайта ишланади. Сўнгра ушбу хабарга кўра 10-сигналлаш ускунасининг ижро элементи ишга тушади ва 11-индивидуал сигнал лампаси ёнади.

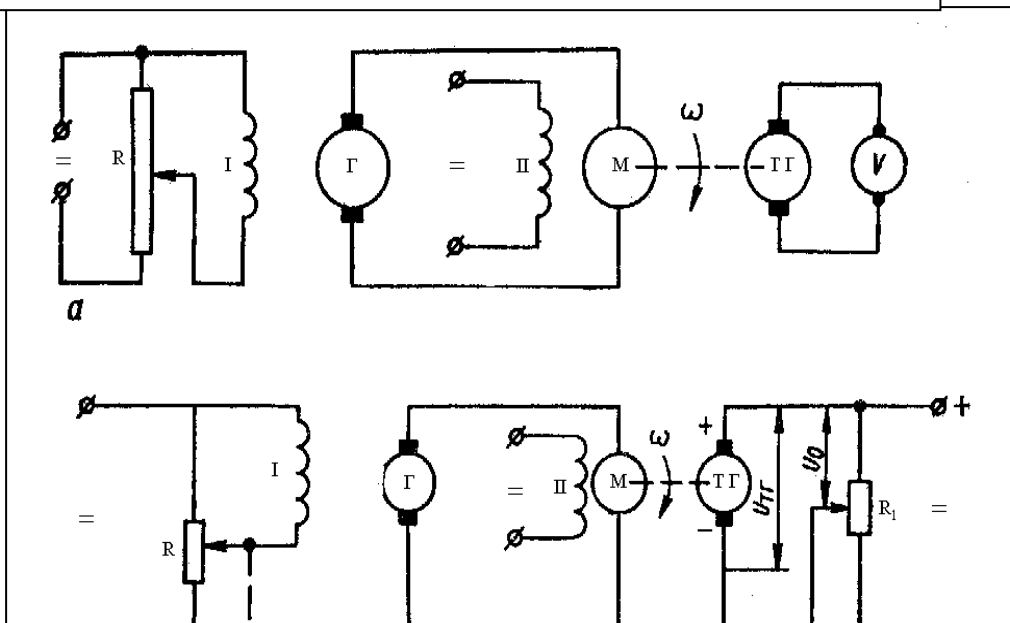
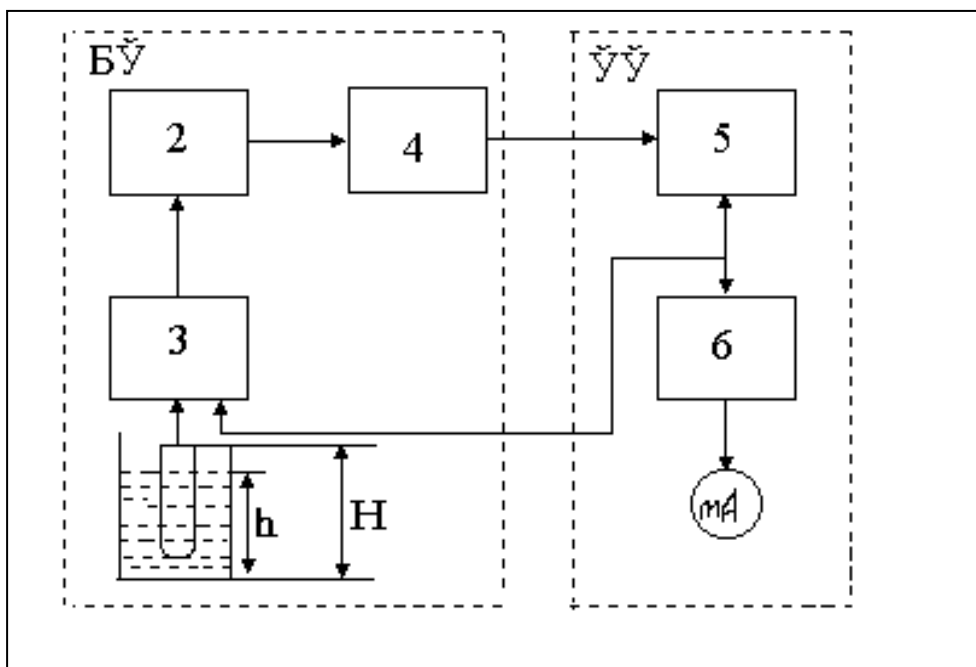
Кўриб чиқилган схема таркиби анализи шуни кўрсатадики, ТБ-ТС тизимларида ўхшаш функциялар амалга оширилади. Бу ерда БПдан НП га ва НП дан БП га узатилувчи алоқа каналларига берилadиган буйруқ ва хабарларга мос келувчи сигналлар шакллантирилади. Қабул қилувчи пунктларда ижро органлари ёки сигналлаш индикаторларини ишга тушириш мақсадида сигналлар қайта ишланади.



14.1- расм. ТБ - ТС телебошқарув ва телесигналлаш тизимининг умумлашган таркибий схемаси

### Бўлим бўйича назорат саволлари

1. Автоматлаштирилган бошқарув ва марказлашган назорат тизимлари тарихига қандай элементлар киради?
2. ТЖАБТлари бажарадиган вазифаларига кўра қандай гуруҳларга ажратилади?
3. ТЖАБТларининг қандай бошқариш тизимларини биласиз?
4. ТЖАБТларининг функционал таркибини айтинг?
5. ТЖАБТнинг алгоритмик таъминлаш таркиби қандай функционал масалаларни ўз ичига олади?
6. Телемеханик тизимларини қуриш принциплари қандай?
7. Телебошқарув ва телесигналлаш тизими қандай таркибга эга?



### **Фойдаланилган адабиётлар руйхати**

1. Мирахмедов Д.А. Автоматик бошқариш назарияси. Олий техника укув юрти талабалари учун дарслик. - Тошкент, " Укитувчи", 1993. - 285 б.
2. Бородин И.Ф. Основы автоматизи. – М.: Колос, 1987, 320 с.
3. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Автоматизация технологических процес-сов. - М.; Агропромиздат, 1986. -386 с.
4. Мартыненко И.И. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов. - М; Агропромиздат, 1985 - 335 с.

5. Бородин И.Ф. Технические средства автоматики. – М.: Агропромиздат, 1982. 303 с.
6. Колесов Л.В. ва бошкалар Кишлоқ хужалик агрегатлари ҳамда установка-каларининг электрик жихозлари ва автоматлаштириш. - Тошкент, "Укитувчи", 1989.
7. Бохан Н.И. и др. Средства автоматики и телемехеники. – М.: Агропромиздат, 1992.
8. Бохан Н.И., Нагорский Автоматизация механизированных процессов в растениеводстве. -М.; Колос, 1982, 176 с.
9. Ястребенский М.А. Надежность технических средств в АСУ технологическими процессами. – М.: Энергоиздат, 1982. 232 с.
10. Вахидов А.Х. Автоматика асослари ва ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш фанидан маърузалар туплами. Тошкент, ТИКХМИИ, 2001.
11. Каримов А.С. ва б. Электротехника ва электроника асослари. Т.; Укитувчи, 1995, 464 б.
12. Газиёва Р.Т. ва б. Технологик жараёнларни автоматлаштириш. -Т.; Билим, 2004, 240 б.
13. Макаров Н., Евтехеев Н.Н. и др. Основы автоматизации управления производством. -М.; Выс.шк, 1983, 504 с.
14. Ганкин М.З. Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем. - М.; Колос, 1995, 420 с.
15. Узбекистон миллий энсклопедияси. Давлат илмий нашриёти. I том. Т., 2000 й.