

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

**АВТОМАТИКАНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ**

Олий ўқув юртлари учун ўқув кўлланма

ТОШКЕНТ- 2007 й

Муаллифлар: **А.Х. Вохидов**, ТИМИ, «Сув хўжалиги электротехникаси ва уни автоматлаштириш» кафедраси доценти, т.ф.н.  
**Р.Т.Газиева**, ТИМИ, «Сув хўжалиги электротехникаси ва уни автоматлаштириш» кафедраси доценти, т.ф.н.  
**Д.А.Абдуллаева**, ТИМИ, «Сув хўжалиги электротехникаси ва уни автоматлаштириш» кафедраси катта ўқитувчиси

Тақризчилар: **С.Ф.Амиров**, ТТЙМИ кафедраси мудири, т.ф.н., профессор

**Б.К.Тўхтамышев**, Ўзбекистон Республикаси Ўқиш ва сув хўжалиги Вазирлиги Олий ўқув юртлари бўлими бош мутахассиси, т.ф.н.

Ушбу ўқув кўлланма «Автоматика ва бошқарув» ва «Электроэнергетика» таълим йўналишлари бўйича таълим олувчи талабалар учун мўлжалланган бўлиб, унда кишлоқ ва сув хўжалиги тизимларида ишлатиладиган автоматиканинг техник воситалари ва элементлари, уларнинг турлари, тузилиши ва иш принциплари ҳақида умумий маълумотлар, уларни ишлаб чиқариш ва технологик жараёнларда тадқиқ қилиш масалалари баён этилган.

Ўқув кўлланмадан шу соҳадаги инженер-магистрлар ҳамда кишлоқ ва сув хўжалиги соҳасидаги мутахассислар ҳам фойдаланишлари мумкин.

# МУНДАРИЖА

Кириш. . . . .

## **1-боб. Автоматиканинг техник воситалари ва функционал элементлари ҳақида умумий тушунчалар**

- 1.1. Автоматик назорат қилинадиган катталиклар ҳақида тушунча
- 1.2. Автоматика элементлари ва уларнинг асосий кўрсаткичлари .
- 1.3. Автоматиканинг бошқариш схемалари
- 1.4. Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш хусусиятлари

## **2-боб. Автоматика датчиклари. . . . .**

- 2.1. Датчиклар ҳақида тушунча ва уларнинг классификацияси.
- 2.2. Датчикларнинг асосий кўрсаткичлари.

### **2.3. Резистив датчиклар**

- 2.3.1. Потенциометрик датчиклар. .
- 2.3.2. Кўмир (контактли) датчиклари.
- 2.3.3. Тензометрик датчиклар. .

### **2.4. Электромагнитли ва сизим датчиклари.**

- 2.4.1. Индуктив ва трансформатор датчиклари.
- 2.4.2. Магнитоэластик датчиклар ва Холл элементи
- 2.4.3. Сизим датчиклари ва уларнинг қўлланиш соҳалари.

### **2.5. Ҳарорат датчиклари. . . . .**

- 2.5.1. Суюқлик датчиклари . . . . .
- 2.5.2. Дилатометрик ва биметаллик ва датчиклар. . . . .
- 2.5.3. Манометрик датчиклар. . . . .
- 2.5.4. Термокаршиликлар. . . . .

### **2.6. Сатх, босим ва бурчак тезлиги датчиклари. . . . .**

- 2.6.1. Сатх датчиклари ва уларнинг иш принциплари
- 2.6.2. Босим датчиклари . . . . .
- 2.6.3. Сарф датчиклари . . . . .
- 2.6.4. Бурчак тезлиги датчиклари . . . . .

### **2.7. Намлик датчиклари. . . . .**

- 2.7.1. Намлик курсаткичлари ҳақида тушунча. . . . .
- 2.7.2. Намлик датчикларининг классификацияси ва иш принциплари

### **2.8. Генератор датчиклари. . . . .**

- 2.8.1. Индукцион датчиклар . . . . .
- 2.8.2. Фотоэлектрик датчиклар. . . . .
  - 2.8.2.1. Фоторезисторлар. . . . .
  - 2.8.2.2. Фотодиодлар. . . . .
  - 2.8.2.3. Оптоэлектрон асбоблар. . . . .
- 2.8.3. Пьезоэлектрик датчиклар . . . . .
- 2.8.4. Термоэлектрик (термопаралар) датчиклар

### **3-боб. Автоматика релелари.**

- 3.1. Релелар хақида тушунча ва уларнинг классификацияси
- 3.2. Релеларнинг асосий курсаткичлари.
- 3.3. Реле контактларининг эксплуатацион катталиклари.
- 3.4. Электромагнитли релелар

### **4-боб. Мантикий элементлар.**

- 4.1. Мантик алгебрасининг асосий тушунчалари
- 4.2. Мантикий элементлар бажарадиган функциялар.
- 4.3. Асосий мантикий элементлар
  - 4.3.1. Т-101 мантикий элементи
  - 4.3.2. Т-107 мантикий элементи
  - 4.3.3. Т-303 мантикий элементи

### **5-боб. Автоматиканинг функционал элементлари.**

- 5.1. Ахборотни акс этиш воситалари
- 5.2. Топшириш ва таккослвш элементлари
- 5.3. Ракам-аналогли ва аналог-ракамли узгарткичлар
  - 5.3.1. Ракам-аналогли ўзгартиргичлар
  - 5.3.2. Аналог- ракамли ўзгартиргичлар
- 5.4. Автоматик эслаб колиш ускуналари.
- 5.5. Автоматик хисоблаш ускуналари.

### **6-боб. Автоматика кучайтиргичлари.**

- 6.1. Автоматика кучайтиргичлари хақида умумий маълумотлар ва уларга кўйиладиган асосий талаблар
- 6.2. Гидравлик кучайтиргичлар
- 6.3. Оким кувурчали гидравлик кучайтиргичлари

### **7-боб. Автоматиканинг ижро механизмлари.**

- 7.1. Ижро механизмлари хақида тушунча ва уларнинг туркумланиши.
- 7.2. Электрик ижро механизмлари.
- 7.3. Электродвигателли ижро механизмлари.
- 7.4. Такмиллаштирилган электрик ижро мехнизмлари
- 7.5. Электромагнитли ижро механизмлари
- 7.6. Электромагнитли муфталар.

### **8-боб. Автоматика ростлагичлари.**

- 8.1. Автоматик ростлагичлар хақида тушунча ва уларнинг турлари.
- 8.2. Пропорционал ростлагичлар.
- 8.3. Интеграл ростлагичлар.
- 8.4. Пропорционал-интеграл (изодром) ростлагичлар.
- 8.5. Пропорционал-дифференциал ростлагичлар.
- 8.6. Гидравлик ростлагичлар

**9 - боб. Автоматик бошқариш тизимлари ва техник  
воситаларининг пухталиги**

9.1. Пухталиқ хақида тушунчалар ва унга таъсир қиладиган катталиқлар

9.2. Элементларнинг пухталигини аниқлаш ва мустахкамлигини ошириш  
йуллари.

**Фойдаланилган адабиетлар. . . . .**

## Кириш.

Кишлоқ ва сув хўжалигидаги кўплаб тармоқларда қўлланилаётган илғор технологиялар ишлаб чиқаришнинг автоматлаштирилган бошқарув тизимларидан фойдаланишни талаб қилади. 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.

Ўзбекистон Республикасининг «Таълим тўғрисида» ги қонуни ва «Кадрлар тайёрлаш Миллий дастури» мамлакатимизда таълим тизимини ислоҳ қилишнинг асосини яратиб берди. Бу эса Олий таълим даргоҳларида сифат жиҳатдан янги рақобатбардош миллий кадрларни тайёрлашда негиз ҳисобланади. Кўрсатилган масалаларни ҳал қилишда Олий ўқув юртларининг «Электрэнергетика» ва «Автоматлаштириш ва бошқарув» таълим йўналишлари учун «Автоматиканинг техник воситалари» фани киритилган.

Автоматика - фан ва техниканинг алоҳида соҳаси бўлиб, бу соҳа автоматик бошқариш назарияси, автоматик тизимлар яратиш принциплари ва бу тизимларда қўлланиладиган техник воситалар билан шуғулланади. Автоматика сўзи грекча сўздан олинган бўлиб, ўзи харакатланувчан мосламани англатади. Автоматика фан сифатида 18-асрнинг иккинчи ярмида, яъни ип-йигирув, тикув станоклари ва буғ машиналари каби биринчи мураккаб машина - қурилмаларининг пайдо бўлиш даврида ишлатила бошланди.

Техника тарихида биринчи маълум бўлган автоматик қурилма Ползунов буғ машинаси (1765 й.) ҳисобланади. Бу машина оддий шамол ва гидравлик двигателларнинг ўрнига 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 қўл меҳнатидан бўшашига қарамадан иш жараёнлари ва меҳнат қуролларини бошқариш кенгайиб ва мураккаблашиб борди. Айрим ҳолатларда эса махсус кўшимча элементларсиз механизациялашган ишлаб чиқаришни бошқариш имкониятлари мураккаблашди. Бу эса ўз навбатида автоматиканинг муҳимлигини ва уни ривожлантириш кераклигини исботлади.

Автоматика - машина техникаси ривожланишининг юқори поғонаси ҳисобланади. Бунда одамлар нафақат жисмоний меҳнатдан, балки машина, қурилмалар ва ишлаб чиқариш жараёнларини назорат қилиш ва уларни бошқаришдан ҳолис бўладилар. Автоматика меҳнат унумдорлигини ошириш, иш шароитларини яхшилаш, жисмоний ва ақлий меҳнатни бир-бирига яқинлаштириш каби кўплаб жараёнлар учун ҳизмат қилади.

Бугунги кунда автоматика алоҳида фан сифатида ўз йўналишларига эга. Бу фан автоматик бошқариш тизимларининг назарияси ва унинг тузилиш тамоиллари билан шуғулланади.

Хозирги даврда фан техника тараққиёти шундай илгари сурилдики, мавжуд техника ва технологиялар ишлаб чиқаришда янги, ҳар тарафлама замон

талабига жавоб берадиган техник воситалар билан таъминлаш зарурияти туғилди. Хорижий мамалакатлардан келтирилаётган янги техника ва технологияларни ўзлаштириш эса юқори билим ва малака талаб этади. Кишлоқ ва сув хўжалигини ишлаб чиқаришда автоматик бошқариш тизимларини қўллаш юқори самарадорликка эга, чунки кўп босқичли ишлаб чиқариш жараёнларда иктисодий самарадорликка эришиш учун имкон борича механизациялаш ва автоматлаштириш воситаларидан кенг фойдаланиш талаб қилинади.

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

Кишлоқ ва сув хўжалигида иш унумдорлигини оширишнинг асосий йўллари билан бири деҳқончилик жараёнларини автоматлаштириш ҳисобланади. Деҳқончилик соҳасида механизациялаш жараёнлари етарли даражада ривожланиш кўрсаткичларига эга бўлсада, лекин уларни автоматлаштириш соҳаси ҳалигача оқсоқлаб келмоқда. Бунинг асосий сабаблари, биринчи навбатда деҳқончилик жараёнларининг мураккаблиги ер ва сув шароитларининг хилма-ҳиллигидир, жумладан:

- а) жараёнларни ҳаракатланувчан агрегатлар бажариши, тупроқ ва ўсимликни эса қўзғалмаслиги;
- б) агрегатнинг ҳар ғил об-ҳаво шароитида ишлаши;
- в) материалнинг бир жинсли бўлмаслиги (ҳосилдорлиги, намлик, ифлослик ҳамда кутилмаган факторлар);
- г) рельефнинг мураккаблиги (пастлик - баландлик, чуқурлик).

Юқорида айтилганлардан кўриниб турибдики, бўлажак электромеханик мутахассислари олдида кишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришида автоматик бошқариш ва ростлаш тизимлари ҳамда автоматиканинг техник воситаларини қўллаш каби ўта долзарб масалалар турибди.

Фаннинг мақсади талабаларда автоматик бошқариш ва ростлаш тизимларини ва техник воситаларни таҳлил қилиш ҳамда уларни кишлоқ ва сув хўжалиги соҳаларида фойдаланиш бўйича назарий ва амалий билимларни шакллантиришдан иборат.

Автоматиканинг техник воситаларига назорат ахборотларини қабул қилувчи, узатувчи, ўзгартирувчи, сақлагувчи, программалаштирилган ахборот билан солиштирувчи, буйруқ ахборотини шакллантирувчи ҳамда технологик жараёнга таъсир кўрсатувчи қўйидаги ускуналар ва техник қурилмалар қиради: датчиклар, релелар, кучайтиргичлар, логик (мантӣкий) элементлар, ростлагичлар, стабилизаторлар, ижро механизмлари ва бошқалар. Бундай техник воситалар автоматикада ўлчаш ўзгарткичлари деб ҳам юритилади

Кишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришини автоматлаштириш жараёни умуман олганда уч даврга бўлинади.

Биринчи давр - айрим технологик жараёнларни автоматлаштириш. Жараённинг айрим параметрлари автоматлаштирилган агрегат якинида ўрнатилган йирик ўлчамли асбобларнинг кўрсатишига мувофиқ равишда ростланади. Бунда асбобларни машина ва ускуналар якинига жойлаштириш деярли қийинчиликлар туғдирмайди. Автоматлаштиришнинг бу даврида шкаласи яхши кўрсатадиган йирик ўлчамли асбоблар ишлатилади. Бунда бир корпусга ўлчаш асбоби, ростлагич ва топширгич жойлаштирилади.

Иккинчи давр - айрим жараёнларнинг комплекс автоматлаштириш.

Бунда ростлаш алоҳида шчитга ўрнатилган асбоблар бўйича олиб борилади. Йирик ўлчамли асбоблардан фойдаланиш бу шчитни бир неча метрга чўзилиб кетишига олиб келади ва шчитни назорат қилиш қийинлашади. Автоматлаштиришнинг бу даврида шчитдаги асбобларни ҳажмини кичиклаштириш зарурати пайдо бўлади. Бу масалани ҳал қилиш учун кичик ўлчамли иккиламчи асбоблар ишлатилади.

Учинчи давр - тўлиқ автоматлаштириш даври.

Бу даврнинг характерли хусусияти шундаки, барча жараёнлар ягона диспетчерлик пунктига марказлаштирилади. Шу билан бирга, митти иккиламчи асбобларни ишлатиш эҳтиёжи пайдо бўлади. Доимий назоратни талаб қилмайдиган ўлчаш ва ростлаш асбоблари (йирик габаритли) шчитдан ташқарига ўрнатилади.



# 1-боб. Автоматиканинг техник воситалари ва функционал элементлари хақида умумий тушунчалар

## 1.1. Автоматик назорат қилинадиган катталиклар хақида тушунча

Хозирги даврда Халқ хўжалиги соҳаларини автоматлаштириш жараёнида 3000 дан ортиқ физик катталиклар ва технологик кўрсаткичларни назорат қилиш керак бўлади. Кишлоқ хўжалигини автоматлаштиришда барча назорат қилинадиган катталиклар ва кўрсаткичлар асосан беш гуруҳга бўлинади: теплоэнергетик кўрсаткичлар; электроэнергетик кўрсаткичлар; механик кўрсаткичлар; кимёвий таркиби ва физикавий тузилиши.

Теплоэнергетик кўрсаткичларга: харорат, босим, сатх ва сарф каби катталиклар киради.

Электроэнергетик кўрсаткичларга: ўзгармас ва ўзгарувчан ток ва кучланиш, актив реактив ва тўла қувват, қувват коэффиценти, частота, изоляция қаршилиги.

Механик кўрсаткичлар: бурчак тезланиш, деформация, куч, айланиш моментлари, деталлар сони, материаллар қаттиқлиги, тебраниш, масса.

Кимёвий кўрсаткичлар: концентрация, кимёвий тузилиши ва таркиби.

Физикавий катталиклар: намлик, электр ўтказувчанлик, зичлик, юмшоқлик, ёритилганлик ва кабилар.

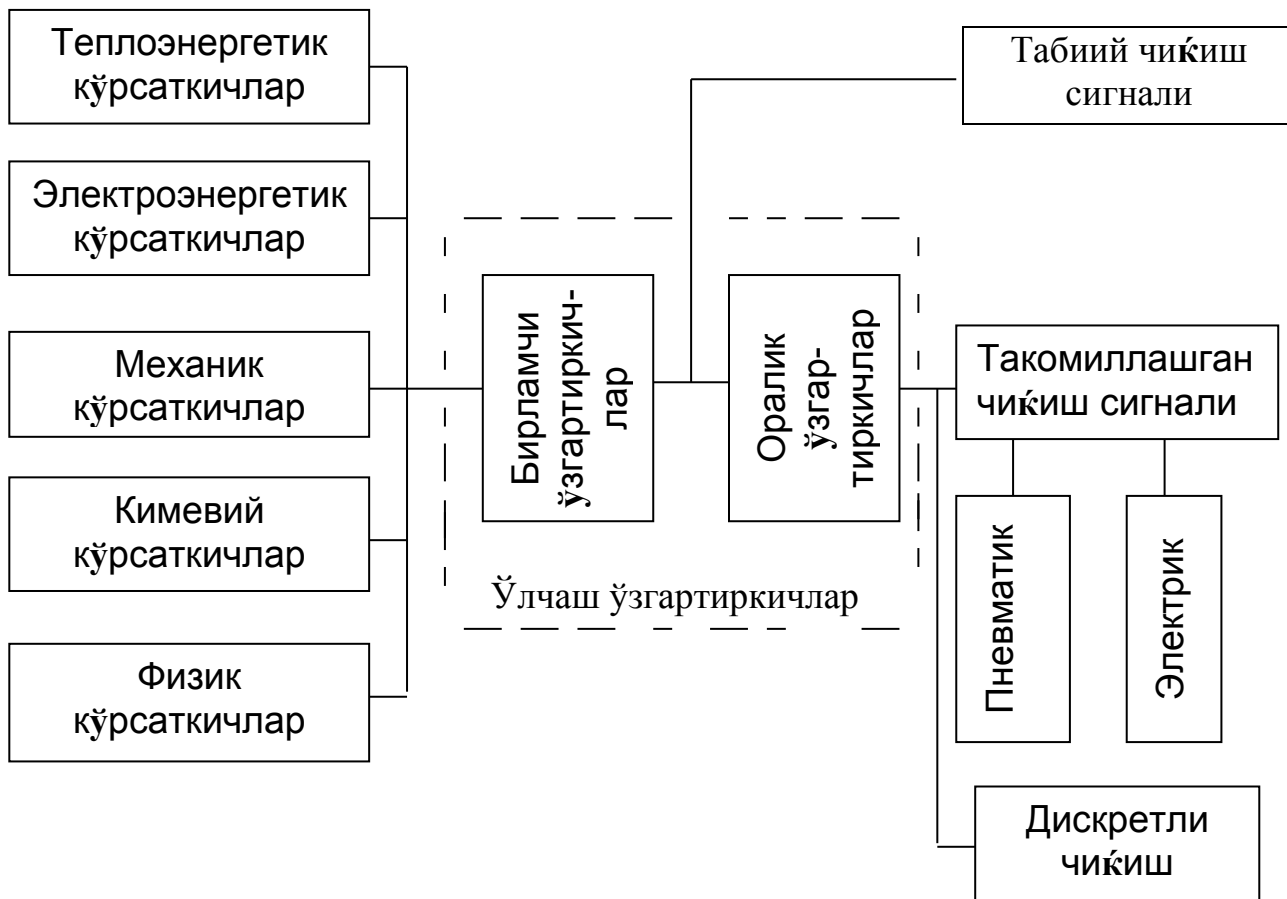
Назорат қилинадиган катталиклар билан ўзгартиргичлар ва сигналларнинг структуравий боғланиш схемаси 1.1- расмда келтирилган.

Бажариладиган вазифаларига қараб автоматлаштиришни қуйидагиларга ажратиш мумкин: **автоматик назорат, автоматик химоя, автоматик бошқариш, автоматик ростлаш.**

Автоматик назорат ўз навбатида автоматик сигнализация, автоматик ўлчаш, автоматик саралаш ва автоматик ахборотни йиғишга ажратилади.

Автоматик сигнализация хизматчиларни, технологик жараён кўрсаткичлари чегаравий кўрсаткичларга яқинлашганлик ҳақида ахборот беради. Автоматик ўлчаш технологик жараённи асосий кўрсаткичларини махсус асбобларга узатиб беришга хизмат қилади. Автоматик саралаш махсулотни оғирлик ўлчамлари, ранги ва бошқа физико-механикавий хусусиятларига қараб ажратишга хизмат қилади. Автоматик ахборотни йиғиш технологик жараён ўтиши, махсулотни сифати, сони ва бошқа кўрсаткичлари хақида маълумот йиғишда хизмат қилади.

Автоматик химоя нормал ва халокат ҳолатларида қўлланилади. Бу ҳолда химоя воситалари жараённи тўхтатиб ёки автоматик равишда ушбу ҳолатларни четлаштиришга хизмат қилади.



1.1- расм. Ўлчаш ўзгартиркичларининг структуравий боғланиш схемаси.

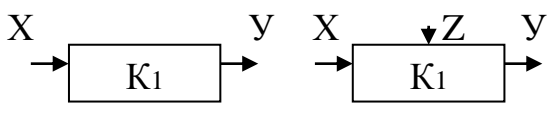
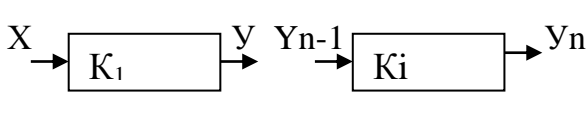
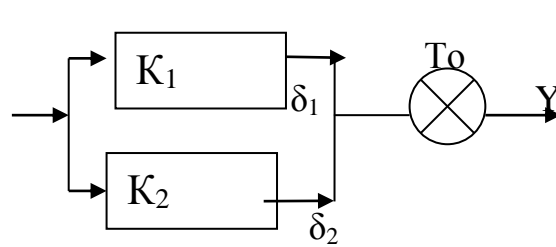
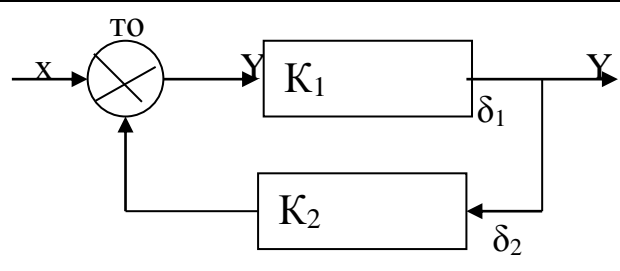
## 1.2. Автоматика элементлари ва уларнинг асосий кўрсаткичлари

Автоматика элементи деб ўлчанаётган физик катталиқни бирламчи ўзгартирувчи мосламага айтилади. Автоматика элементлари тўрт хил структуравий белгиланиш схемаларидан иборат бўлади (1.1- жадвал):

- а) оддий бир мартали (бирламчи) тўғридан-тўғри ўзгартириш;
- б) кетма-кетли тўғридан-тўғри ўзгартириш;
- в) дифференциал схемали;
- г) компенсацион схемали.

Оддий ўлчаш ўзгартиркичлари (а) бир дона элементдан ташкил топган бўлади. Кетма-кетли ўзгартиркичларда эса (б) олдиндаги ўзгартиркичнинг кириш кўрсаткичи кейиндаги ўзгартиркичнинг чиқиши ҳисобланади. Одатда бирламчи ўзгартиркич сезгирлик элементи (СЭ), охири (кейинги) ўзгартиркич эса чиқиш элементи деб юритилади. Ўзгартиркичларнинг кетма-кетлиги уланиш усули бир мартали ўзгартиришда чиқиш сигналдан фойдаланиш қулай бўлган шароитда қўлланилади.

## Автоматика элементларининг структуравий белгиланиш схемалари

№	Структуравий белгиланиш схемалари	Ўзгартириш коэффициенти	Четга чиқиш
1.		$K = K_1$	$\delta = \delta_i$
2.		$n$ $K = \prod_{i=1}^n K_i$	$n$ $\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i$
3.		$K = K_1 + K_2$	$\delta = \delta_1 k_1 / (k_1 + k_2) + \delta_2 / (k_1 + k_2)$
4.		$K = K_1 / (1 + K_1 * K_2)$	$\delta = \delta_1 / (1 + K_1 + K_1 K_2) - \delta_2 / [1 + 1(K_1 + K_1)]$

Изох:  $x$  - ўлчанаётган (кириш) кўрсаткичи;  $y$  - ўлчаш ўзгартиргичининг чиқиш сигнали.  $z$  - кўшимча энергия манбаиси.

Дифференциал схемали ўлчаш ўзгартиргичлари назорат қилинаётган катталиқни унинг эталон қийматлари билан солиштириш зарурати бўлганда қўлланилади.

Компенсацион схемали ўзгартиргичлар усули эса юқори аниқлик билан ишлаши, универсаллиги ҳамда ўзгартириш 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 ўзгартгич - датчиклар);

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

- сигнал табиатини ўзгартмасдан унинг катталикларини ўзгартириш (кучайтиргичлар);

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

- сигналнинг формасини ўзгартириш (таққослаш воситалари),

- мантикий операцияларни бажариш (мантикий элементлар),

- сигналларни тақсимлаш (тақсимлагич ва коммутаторлар),

- сигналларни сақлаш (хотира ва сақлаш элементлари),

- программали сигналларни ҳосил қилиш (программали элементлар),

- бевосита жараёнга таъсир қилувчи воситалар (ижрочи элементлар).

Автоматика элементларининг функциялари хар ҳил бўлганига қарамай, уларнинг параметрлари умумий ҳисобланади ва уларга қуйидагилар киради:

- статик ва динамик режимлардаги тавсифномалари;

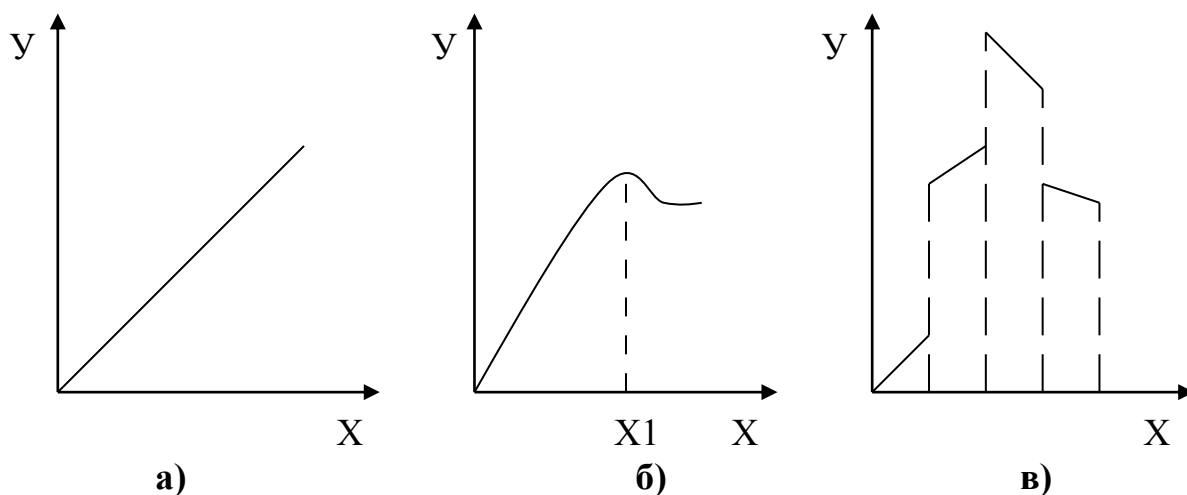
- узатиш коэффициенти (сезгирлик, кучайтириш ва стабилизация коэффицентлари);

- хатолик (ностабиллик);

- сезгирлик чегараси.

Хар бир автоматика элементи учун турғунлашган режимда кириш  $X$  ва чиқиш сигналлари  $Y$  орасида  $y=f(x)$  боғлиқлик мавжуд. Ушбу боғлиқлик элементнинг статик тавсифномаси дейилади.

Кўриниш бўйича (1.2.-расм) автоматика элементларининг статик тавсифномалари уч гуруҳга ажратилади: а) чизикли, б) узлуксиз ночизикли, в) ночизик узлукли.



1.2.- 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) - ночизик узлукли  $K_c \neq K_q \neq \text{const}$  F

Автоматика элементининг ишлаш шароитлари турғунлашмаган, яъни  $X$  ва  $Y$  қийматлари вақт давомида ўзгарилаётган пайти динамик режим дейилади.

Чиқиш кийматининг вақт давомида ўзгариши эса динамик тавсифномаси дейилади.

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

Хар бир элементнинг умумий ва асосий характеристикаси унинг ўзгартириш коэффициенти, яъни элемент чиқиш катталигининг кириш катталигига бўлган нисбатига тенг. Автоматик тизимларнинг элементлари миқдор ва сифат ўзгартиришларни бажаради. Миқдор ўзгартиришлар кучайтириш, стабиллаш ва бошқа коэффициентларни назарда тутаяди. Сифат ўзгартиришда бир физикавий катталик иккинчисига ўтади. Бу ҳолда ўзгартириш коэффициенти **элемент сезгирлиги** дейилади.

Автоматика элементининг яна бир муҳим тавсифномаси - элемент (кириш катталиги ўзгаришига боғлиқ бўлмаган) чиқиш катталигининг ўзгаришидан ҳосил бўлган ўзгартириш хатосидир. Бу хатога сабаб атроф-муҳит хароратининг, таъминлаш кучланишининг ўзгариши ва кабилар бўлиши мумкин. Элемент характеристикаларининг ўзгариши натижасида пайдо бўладиган ҳато **ностабиллик** деб аталади.

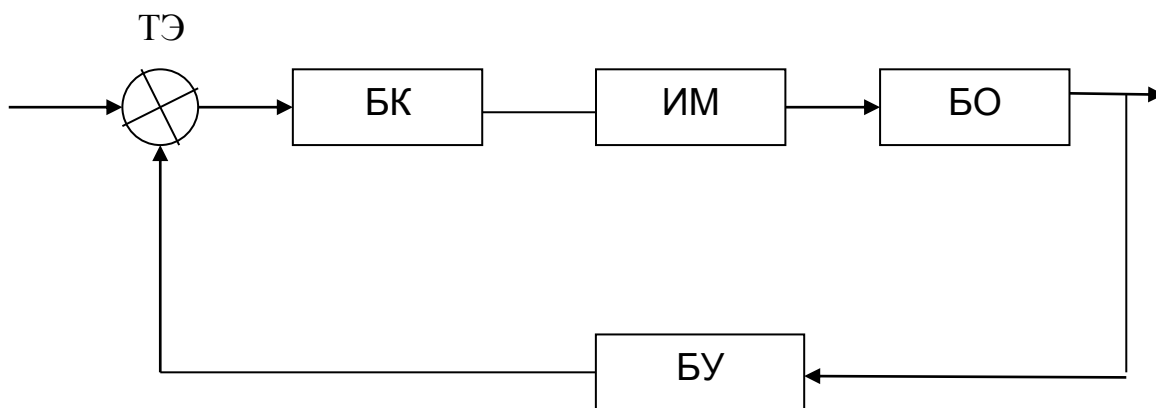
Баъзи элементларнинг чиқиш ва кириш катталиклари ўртасида кўп кийматли боғланиш мавжуд. Бунга қуруқ ишқаланиш, гистерезис ва бошқалар сабаб бўлиши мумкин. Бунда катталикнинг хар бир кириш кийматида унинг бир неча чиқиш кийматлари мос келади. Сезгирлик чегарасининг мавжудлиги шу ҳодиса билан боғлиқ.

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

### 1.3. Автоматиканинг бошқариш схемалари

Автоматик тизимлар, элементлар ва мосламаларнинг монтаж, созлаш, ростлаш, эксплуатация қилиш каби иш жараёнларни бажариш мақсадида автоматик схемалардан фойдаланади. Автоматика схемалари асосий ҳужжат ҳисобланади ва улар функционал, структуравий, принципал ва монтаж схемаларига бўлинади.

Функционал схемалар мосламаларни, элементларни, воситаларни ўзаро боғланишларини ва харакатланишларини ифодалайди. Элементлар схемада тўртбурчак шаклида белгиланади, уларнинг орасидаги алоқалар эса стрелкали чизиклар билан белгиланади. Стрелканинг йўналиши сигналнинг ўтишини кўрсатади (1.3 - расм).

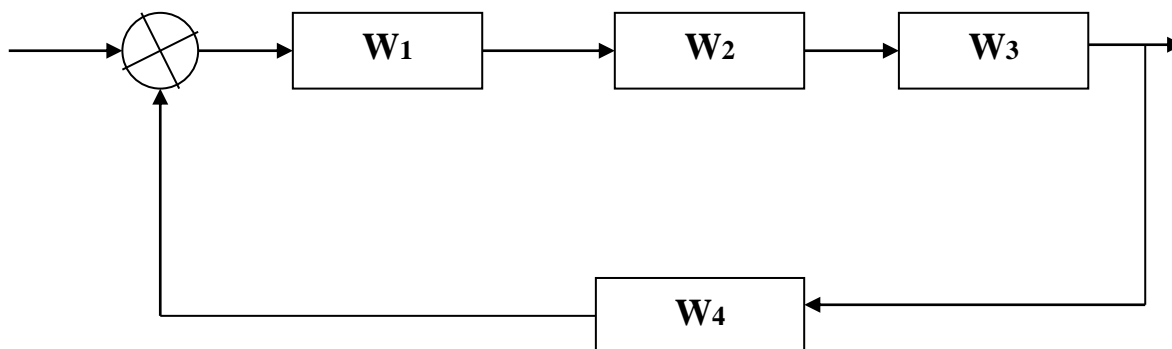


1.3.- расм. Автоматиканинг функционал схемаси.

ТЭ - топшириш элементи; БК-бошқариш ва қабул қилиш элементи; ИМ - ижро механизми; БО-бошқариш элементи; БУ - бирламчи ўзгартиргич.

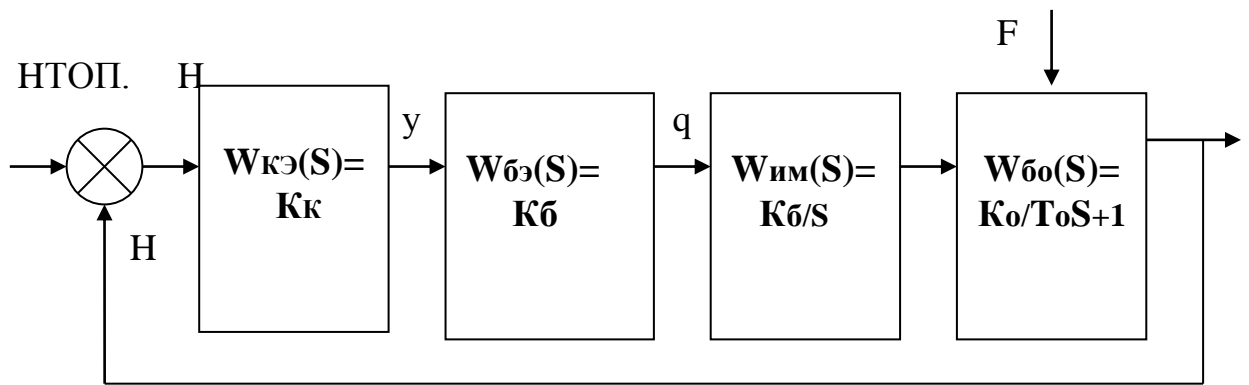
Структуравий схема автоматик тизимни ташкилий қисмларининг ўзаро боғланишларини кўрсатиб, уларнинг динамик хусусиятларини тавсифлайди. Структуравий схемалар функционал ва принципал схемалар асосида ишланади.

Структуравий схемада аниқ восита, ростлагич, элемент кўрсатилмасдан, балки ўтаётган физикавий жараённинг математик модели кўрсатилади. Структуравий схемада элементлар тўртбурчак шаклида ифодаланади ва уларнинг ичида элементнинг математик модели ёзилади (1.4- расм).



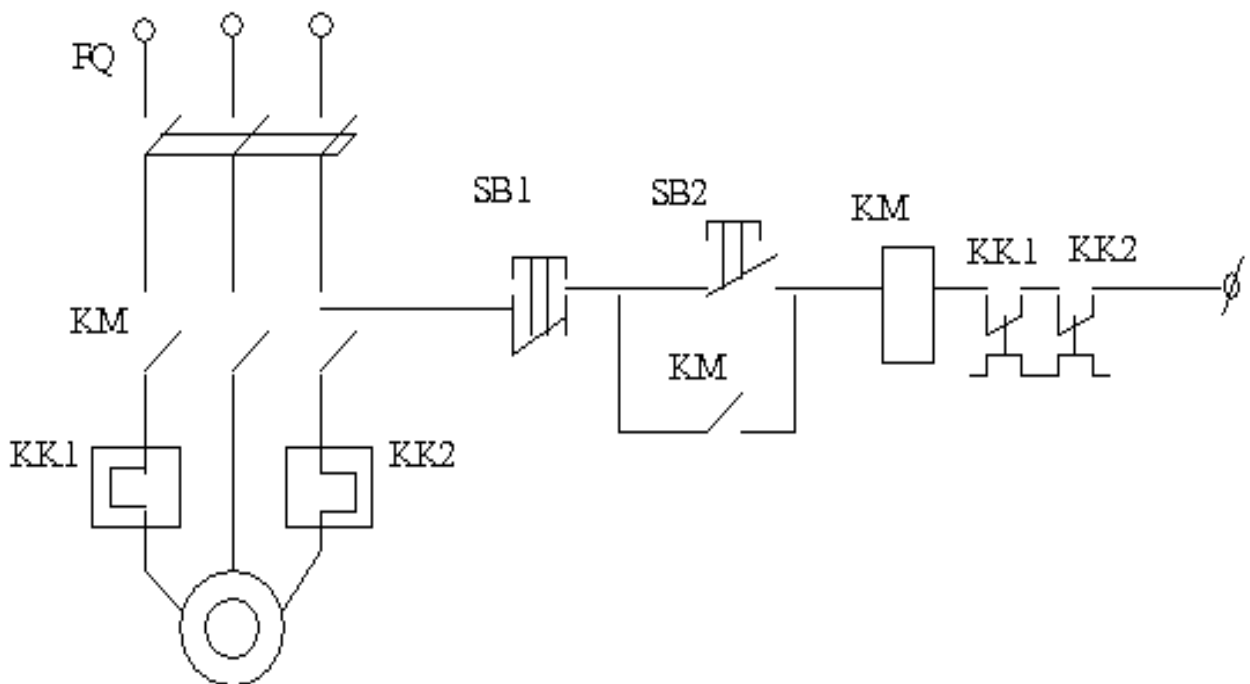
1.4. - расм. Автоматиканинг структуравий схемаси.

Автоматик ростлаш тизимининг кейинги тафлили элементларнинг динамик характеристикаларини аниқлаш ва тизимнинг структуравий схемасини яратишдан иборат бўлади. Бу тизимнинг структуравий схемаси 1.5 - расмда келтирилган.



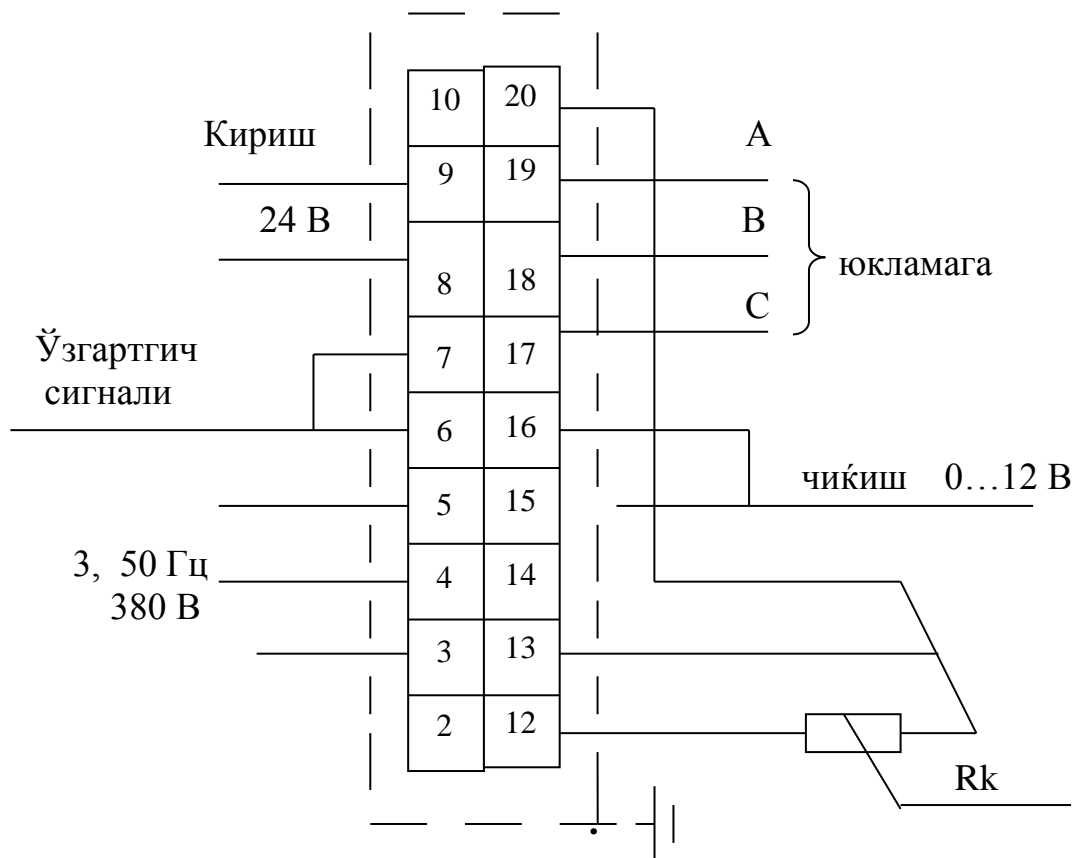
1.5 - расм. Хайдов чуқурлигини автоматик ростлашнинг структуравий схемаси.

Принципиал схемалар элементларнинг ўзаро электрик уланишларни ифодалайди. Ушбу схемада автоматика элементлари давлат стандартларига биноан белгиланади. Принципиал схемадаги шартли белгилар бутун мосламани, тизимнинг иш принципини тушунишга ёрдам беради (1.6.- расм).



1.6.- расм. Автоматиканинг принципиал схемаси.

Монтаж схемалар мосламалар орасидаги ташки уланишларни ёки мослама ичидаги элементларни ўзаро уланишларни ифодалайди. Ушбу схемалар монтаж ишларини бажараётганда ишчи чизмалар сифатида қўлланади (1.7.- расм).



1.7.- расм. Автоматиканинг монтаж схемаси.

#### 1.4. Кишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш хусусиятлари

Кишлоқ ва сув хўжалигидаги ишлаб чиқариш жараёнлари мураккаб ахборот алмашинуви ва жараёнларига эга бўлиб, улар турли кўринишларда берилиши мумкин. Бу эса шу соҳада кўлланивчи 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.

Кишлоқ ва сув хўжалигининг яна бир муҳим хусусиятлардан бири улардаги техника ва қурилмаларнинг 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 кўлланивчи 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 қўйиб бўлмайди. Мисол учун, гидромелиорация тизимларида автоматлаштириш воситалари табиий шароит



Ўзгаришига қарамай, сутка давомида технологик операцияларнинг давомийлигини таъминлаб бериши зарур.

Қишлоқ ва сув хўжалигида ташқи тасодифий таъсирлар турли кўринишларда ўзгариши билан характерланади. Қишлоқ ва сув хўжалиги автоматикасидаги кўпгина объектлар технологик майдони ёки катта ҳажмда вақт кўрсаткичларига эга. Мисол учун, насос агрегатларида объект бўйича 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.

Қишлоқ ва сув хўжалигида қўлланилувчи 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. Қишлоқ ва 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.

## 2-боб. Автоматика датчиклари

### 2.1. Датчиклар ҳақида тушунча ва уларнинг классификацияси.

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 ўзгантирадиган 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, пружини, балка кабилар) поплавоклар, қрылчаткалар ва дросселли қурилмалар ишлатилади.

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

Параметрик датчикларда чиқиш кўрсаткичини электр занжир катталиклари (қаршилиқ, индуктивлик, ўзаро индуктивлик, электр сиғими ва кабилар) ташкил топади. Бундай турдаги датчикларда электр токи ва кучланиши сифатида чиқиш сигналени олиш учун уларни махсус электр схемаларига (кўприкли, дифференциалли) улаш ҳамда аллоҳида энергия манбасига эга бўлиши керак .

Генератор датчикларида бевосита сезгир элементда кириш сигнали Х чиқиш сигнали У ўзгартирилади. Ушбу ўзгартириш кириш сигнали энергияси ҳисобига бўлади ва чиқиш сигнали ЭЮК кўринишида ҳосил бўлади. Генератор датчиклари жуда оддий бўлади, чунки улар қўшимча 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, сиғимли ва тахометрик (генераторли) кўринишларга эга бўлади (2.1-расм).



2.1-расм. Электрик датчикларнинг турланиши.

2.1 – ЖАДВАЛ  
ДАТЧИКЛАР ВА УЛАР НАЗОРАТ ҚИЛАДИГАН  
КАТТАЛИКЛАР

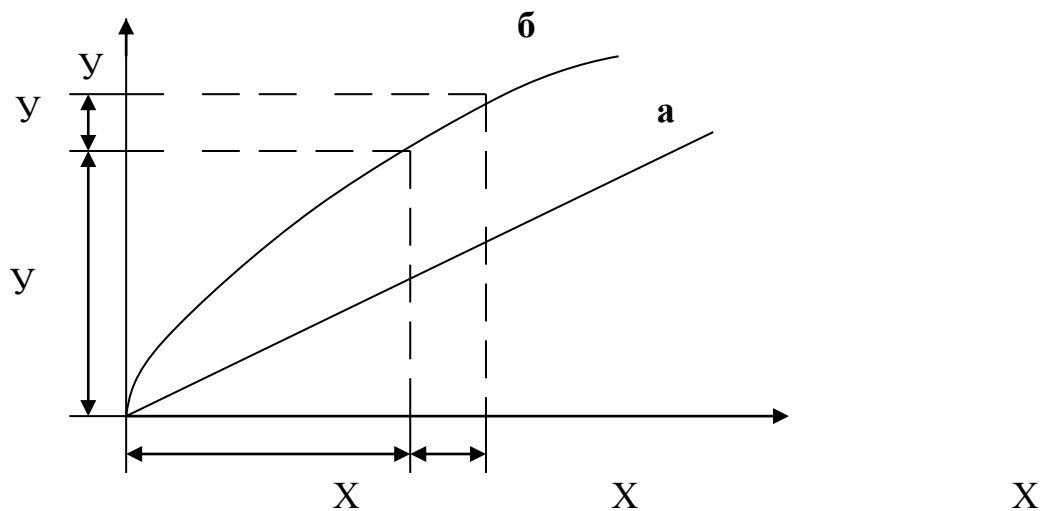
Назорат қилинадиган катталиклар	ДАТЧИКЛАР ТУРЛАРИ													
	Механик	ЭЛЕКТРИК ДАТЧИКЛАР												
		Потенциометрик	Тензометрик	Индуктив	Терморезисторли	Сигим	Фоторезисторли	Электрон	Индукцион	Пьезоэлектрик	Термоэлектри	Холл датчиклари	Фотоэлектрик	гидравлик
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Силжиш	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
2. Сатх	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
3. Тезлик	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+
4. Тезланиш	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
5. Куч	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-
6. Босим	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
7. Момент	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+
8. Намлик	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
9. Харорат	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
10. Сарф	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+
11. Тебраниш	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-

## 2.2. Датчикларнинг асосий кўрсаткичлари.

Датчикларнинг турлари кўп бўлишига қарамай, улар бир ҳилдаги бир неча асосий кўрсаткичларга эга:

1. Статик тавсифномаси - чиқиш катталигини кириш катталигига боғлиқлиги (2.2-расм).

Статик тавсифномаси чизикли датчиклар (2.2-расм, а) учун сезгирлик коэффициенти ўзгармайди.



2.2-расм. Датчикларнинг статик тавсифномалари.

Статик тавсифномаси нозизикли датчиклар учун сезгирлик коэффициенти хар ҳил нуқталарда (2.2-расм, в) хар ҳил бўлади ва бу каттатик дифференциал сезгирлик дейилади. Уни аниқлаш учун қуйидаги формула қўлланади:

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

2. Датчикнинг абсолют хатолиги - датчикнинг чиқиш сигналининг хақиқий  $y_1$  ва унинг ҳисобланган  $y_2$  қийматларнинг фарқи, яъни

$$\Delta y = y_1 - y_2$$

3. Датчикнинг нисбий хатолиги - 
$$\gamma = \frac{y_2}{y_1} \cdot 100\%$$

4. Датчикнинг динамик тавсифномаси - чиқиш сигналининг вақт мобайнида ўзгарилишини кўрсатади.

5. Датчикнинг динамик тавсифномаси чиқиш сигналининг вақт мобайнида ўзгаришини кўрсатади.

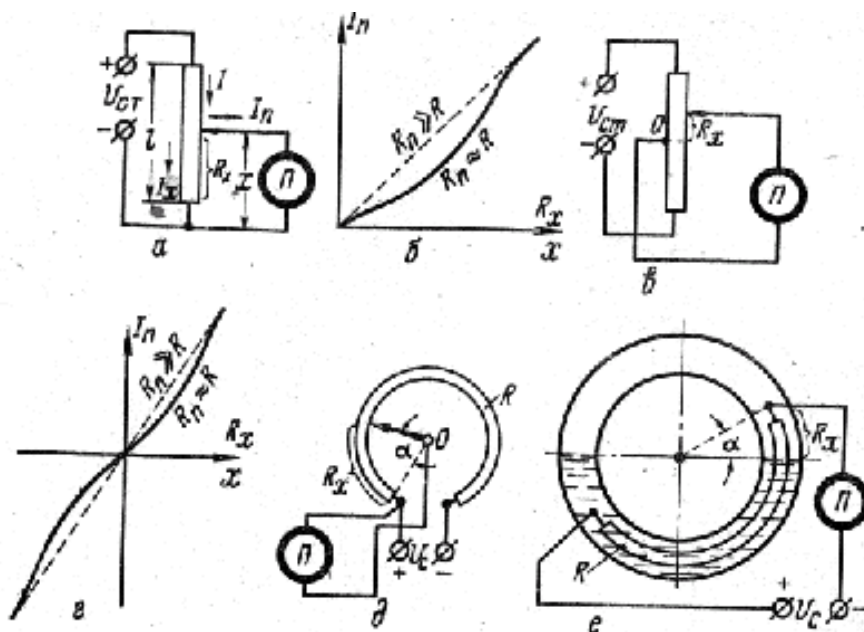
## 2.3. Резистив датчиклар

Резистив датчиклар чизик ва бурчак харакатларни куч ва моментлар, тебраниш ва вибрациялар, харакат ва ёруглик каби ноэлектрик катталикларни назорат қилиш ва ўлчаш жараёнларида қўлланилади.

Резистив датчиклар гуруҳига **потенциометрик, кўмир (контактли), тензометрик** каби датчиклар (фоторезистив, терморезистив) киради. Бундай турдаги датчикларнинг иш принципи назорат қилинаётган катталикнинг таъсирида унинг актив қаршилиги ўзгарилишига асосланган бўлади.

### 2.3.1. Потенциометрик датчиклар

**Потенциометрик датчикларда** назорат қилинаётган харакат сезгир элементга узатилиб унинг қаршилиги ҳисобига ўзгарувчан ёки ўзгармас кучланишга айлантирилади (2.3- расм).



2.3-расм. Потенциометрик датчиклар ва уларнинг тавсифномалари.

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

Потенциометрик датчикнинг статик тавсифномасини чизикликга яқинлаштириш мақсадида унга мувофиқ иш режимини (2.3.-расм, б, г) топширишади ёки реостатни ўраш усулини ўзгартиради.

Агар чиқиш ток ёки кучланиш белгиси ҳаракат йўналишига мувофиқлиги керак бўлса, унда ўрта нуқтали потенциометрдан фойдаланишади (2.3.-расм, в). Унинг тавсифномаси расмда келтирилган. (2.3.- расм, г)

Бурчак ҳаракатларини назорат қилиш учун ёлқасимон потенциометрик датчиклар қўлланади (2.3.-расм, д). Контактсиз датчиклар сифатида суюқлик потенциометрик датчиклар қўлланади (2.3.-расм, е).

Потенциометрик датчикнинг тавсифномалари ва сезгирлиги аналитик усулда ҳисобланади. Кўрсатилган схема учун қуйидаги тенгламани тузса бўлади.

$$\frac{R_x}{R} = \frac{X}{l} \quad ; \quad \frac{I_x}{I_a} = \frac{R_a}{R_x} \quad (2.1)$$

$$I = I_x + I_a. \quad U_{ст} = I(R - R_x) + I_a R_a. \quad (2.2)$$

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

### 2.3.2. Кўмир (контактли) датчиклари

Кўмир датчикларининг иш принципи, ўзининг ички электр қаршилиги келтирилган кучлар таъсирида ўзгаришига асосланган. Бу турдаги энг содда датчик (2.4.-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.

Кўмир датчигининг қаршилиги:

$$R = R_0 + \frac{a}{F} \quad (2.3)$$

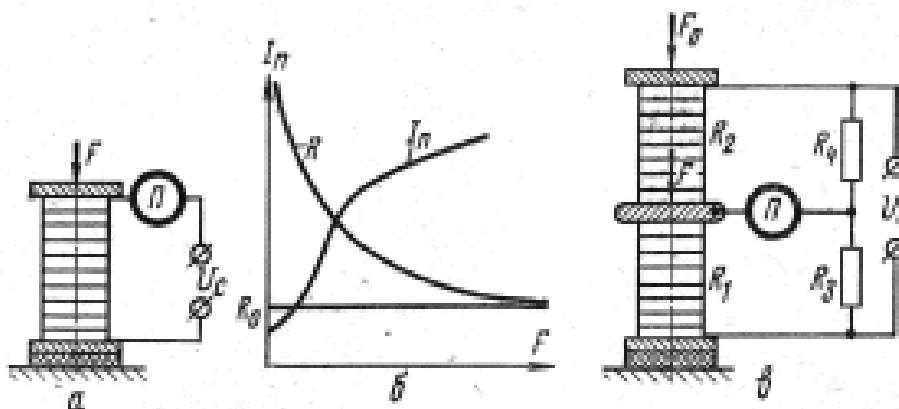
иккиламчи асбобдаги ток эса:

$$I_{ўзг} = \frac{U_{ст}}{R_{ўзг} + R_0 + a/F} \quad (2.4)$$

бу ерда,  $R_{ўзг} + R_0$  - контакт қаршилиги, Ом;  
 $a$  - контактнинг ўзгармас коэффиценти, Ом·Н;

F - куч, Н;  
 $R_0$  - асбоб қаршилиги, Ом.  
 Кўмир датчикнинг сезгирлиги(Ом/Н)

$$Kq = \frac{dR}{dF} = a/F^2 \quad (2.5)$$



2.4. - расм. Кўмир датчикларнинг схемалари ва тавсифномалари.

Кўмир датчикларининг сезгирлигини ошириш мақсадида кўприксимон уланиш схемалардан фойдаланилади (2.4-расм, в). F кириш кучи таъсирида кўприк схемасининг елкасидаги  $R_1$  қаршилиги камаяди, иккинчи елкадаги  $R_2$  эса ошади. Бундай датчиклар – дифференциал датчиклар дейилади. Кўмир датчикларининг афзалликлари: содда, ўлчамлари кичик, арзон.

Камчиликлари: қаршиликнинг ностабиллиги, гистерезис, мавжудлиги ва тавсифномаси ночизиқлилиги. Оддий кўмир датчикнинг статик тавсифномасидан кўриниб турибдики (2.4. -расм, б) ночизиқлилик кичик кучлар чегарасига тўғри келади. Дифференциал датчикларнинг статик тавсифномаси эса чизиқлилиikka яқин.

### 2.3.3. Тензометрик датчиклар

Тензометрик датчикларнинг иш принципи тензоэффekt ходисасига асосланган бўлади, яъни эластик деформация таъсирида унинг қаршилиги ўзгаради. Тензодатчик маълум усулда ўралган ва иккала томанидан махсус пленка ёпиштирилган юпка симдан иборат. Тензодатчик деформацияси назорат қилинаётган деталга махсус елим билан пухта ёпиштирилади. Деталнинг деформацияси натижасида симнинг геометрик ўлчамлари ўзгарилиб қаршилиги ўзгаради. Тензометрик датчикларнинг



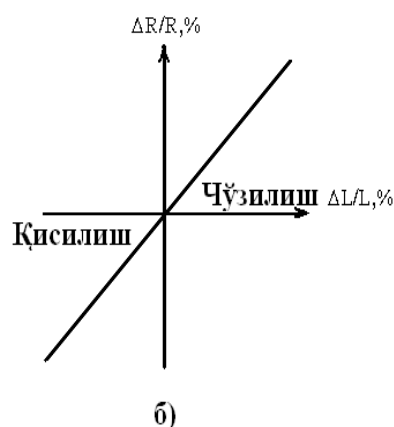
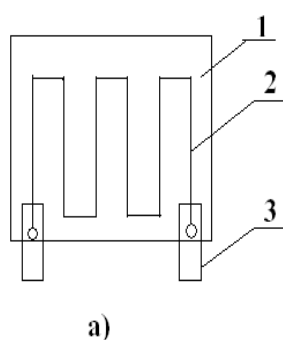
тавсифномаси чизикли бўлади ва шу сабабли уларнинг сезгирлиги деярли ўзгармайди.

Тензометрик датчикларнинг асосий кўрсаткичи тензосезгирлик ҳисобланади ва у қуйидагича ифодаланади:

$$K_c = \frac{\Delta R/R}{\epsilon} \quad (2.6)$$

Бу ерда  $\Delta R/R$  - материалнинг деформация пайтида солиштирма қаршилиги;

$E$  - 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 чиқарилади: симли, қоғоз (2ПКБ турида) ва плёнка (2 ПКБ турида) асосида: фольгали. (2ФПКП тури) ва ярим ўтказгичли (КТД, КТДМ, КТЭ турлари). Симли тензорезисторлар учун номинал иш токи  $I_n = 0,5 \text{ A}$  ташкил этади.

## 2.4. Электромагнитли ва сиғим датчиклари

### 2.4.1. Индуктив ва трансформатор датчиклари

Электромагнитли датчиклар содда тузилиши ва пухталиги билан автоматика тизимларида кенг микёсда 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 - расмда кўрсатилган. Датчикнинг кириш катталиги ҳаво бўшлиғи бўлиб, чиқиш катталиги  $I_a$ . иккиламчи асбобдаги ток бўлади.  $I_a$  қиймати чўлғамнинг индуктив қаршилиги ҳамда ўлчов асбобининг актив қаршилигига боғлиқ. Чўлғамнинг индуктивлиги иккита ҳаво бўшлиғни ҳисобга олган ҳолда қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$L=2\pi\omega^2S10^{-7}/\delta \quad (2.7)$$

$$\text{чиқишдаги ток эса: } I_{\text{ўзг}}=U/Z=U/\sqrt{R^2+(\omega L)^2} \quad (2.8)$$

бу ерда:  $R=R_{\text{ч}}+R_{\text{ўзг}}$  - чўлғамнинг ва ўлчов асбоби қаршилиқларининг йиғиндиси, Ом;

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

$\omega$  - чўлғамнинг ўрамлар сони;

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

$\delta$  - ҳаво бўшлиғи, м.

Датчикнинг сезгирлиги қуйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$K_{\text{д}}=dI_{\text{ўзг}}/d\delta=U \cdot 10^7/2\pi\omega^2\omega S \quad (2.9)$$

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.

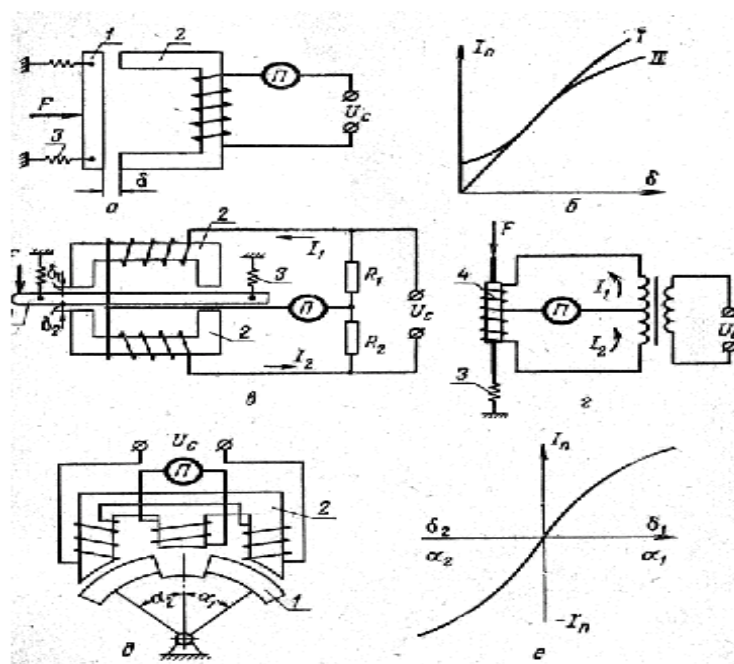
Трансформатор датчикнинг схемаси 2.6.д – расмда кўрсатилган. Бу ерда кириш катталиги бурчак харакати  $\alpha$  бўлиб, чиқиш катталиги эса иккиламчи асбобдаги ток бўлади. Якорнинг нейтрал ҳолатида, яъни  $\alpha_1=\alpha_2$  ўрта ўзакда ЭЮК ҳосил бўлмайди, чунки четлардаги чўлғамлар қарама-қарши йўналишда ўралган ва улар ўзаро тенг. Якорнинг харакатланиши билан чўлғамлардан бирининг магнит қаршилиги камаяди, иккинчисиники эса ошиб кетади. Натижада ўрта чўлғамда ЭЮК ҳосил бўлиб, иккиламчи асбобдан ток оқиб ўта бошлайди.

Кўриб чиқилган принцип асосида амалда кўпгина ўлчов асбоблари, жумладан мисол сифатида, индуктив манометр шу принцип асосида ишлайди (2.7-расм).

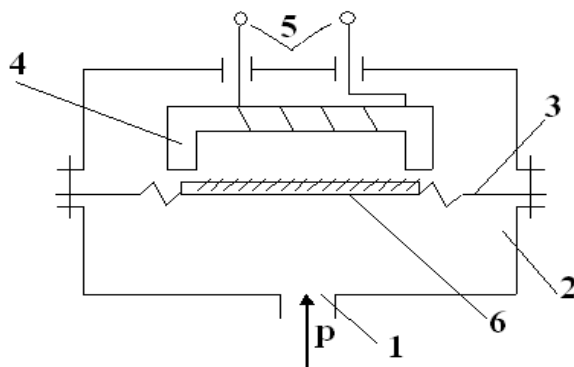
Индуктив манометр сезгир элемент 3, унга бириктирилган якор 6 ва пўлат ўзакли чўлғамдан иборат. Ўлчанаётган босим қувурча 1 орқали бўшлиқ 2 га келиб, мембрана 3 ни букади, натижада ўзак 6 чўлғам ўзаги 4 га қараб ҳаракатланади. Демак чўлғамнинг индуктивлиги ўлчанаётган босимга пропорционал ўзгарилади. Чикиш сигнали эса 8 клеммалардан 5 олинади. Бундай датчикарнинг статик тавсифномаси кичик қисмда чизиқли бўлганлиги туфайли улар қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришида жуда кам қўлланилади. Бундай камчиликлар дифференциал датчикларда бартараф қилинган. Бундан ташқари дифференциал датчикларда кириш сигнаlining белгиси ўзгарилганда чикиш сигнаlining белгиси ҳам унга мос равишда ўзгаради.

Трансформатор датчикларда (2.6, б - расм) кириш сигнали плунжер ёки якорнинг ҳаракати бўлиб, чикиш 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 ҳаракатланиш йўналишига боғлиқ бўлади.

Трансформатор датчикнинг схемаси 2.7, д - расмда кўрсатилган. Бу ерда кириш катталиги бурчак ҳаракати  $\alpha$  бўлиб, чикиш 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 ўралган ва улар ўзаро тенг. Якорнинг ҳаракатланиши билан чўлғамлардан бирининг магнит қаршилиги камаяди, иккинчисиники эса ошиб кетади. Натижада ўрта чўлғамда ЭЮК ҳосил бўлиб, иккиламчи асбобдан ток оқиб ўта бошлайди.



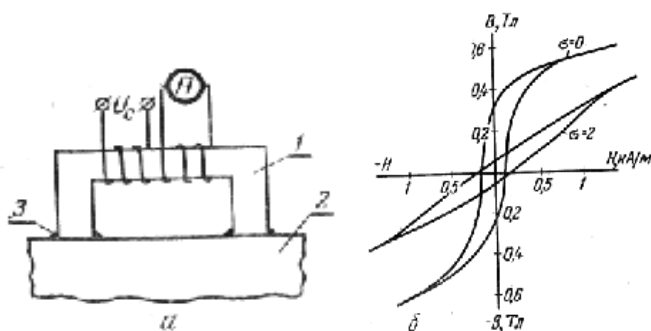
2.6- расм. Индуктив ва трансформатор датчикларининг схемалари ва уларнинг тавсифномалари



2.7.-расм. Индуктив манометрнинг схемаси.

### 2.4.2. Магнитоэластик датчиклар ва Холл элементи

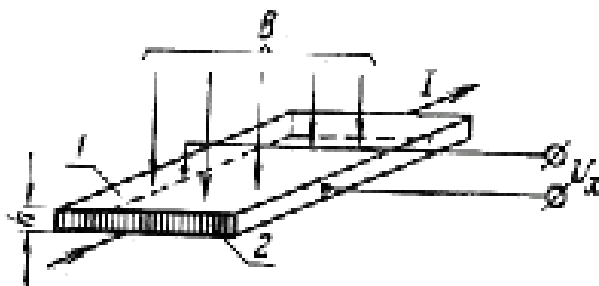
Магнитоэластик датчикларнинг иш принципи ферромагнит материалларни ёки меъаник кучлар таъсирида магнит сингдирувчанлиги ўзгаришига асосланган. Ушбу датчиклар ҳар ҳил кўринишдаги ўзаклар ва уларга ўралган битта ёки бир неча чўлғамлардан иборат (2.8-расм). F кучи таъсирида бир вақтнинг ўзида ўзакнинг геометрик ўлчамлари ҳамда магнит сингдирувчанлиги ўзгарилади.



2.8- расм. Магнитоэластикли датчикнинг схемаси ва тавсифномаси.

2.8 б-расмда кўрсатилганидек, магнитоэластик датчикларнинг статик тавсифномалари катта қисмда нозикликли. Шунинг учун улар иш диапазонининг 15-20 % ишлатилади. Бундан ташқари чўлғамнинг токи ҳароратга боғлиқ ва темир - никель эритмалардаги қолдиқ деформацияга эга.

Холл элементи ёки Холл датчиги магнит майдонга жойлаштирилган тўрт чиқиш клеммаларига эга бўлган ярим ўтказгич пластинадан иборат (2.9 - расм).



**2.9- расм. Холл элементининг схемаси.**

Холл элементининг иш принципи куйидагича. Иккита чиқиш клеммаларига ток узатилади. Магнит майдон ўзгариши билан электронлар харакат йўналишини ўзгартириб қолган иккита чиқишда кучланишни ҳосил қилади. Шундай қилиб кириш катталиги бўлиб механик таъсирда ҳосил бўладиган магнит майдони ўзгарилиши чиқиш катталиги кучланишининг ўзгартирилиши бўлади.

Чиқишдаги кучланиш:

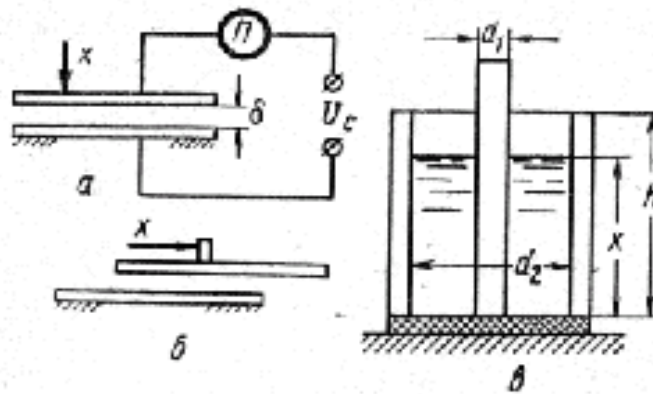
$$U_x = kIB/h \quad (2.10)$$

бу ерда:  $K$  - Холл коэффициенти, ҳар ҳил ярим ўтказгич материаллар учун  $K = 10^{-2} \dots 9 \times 10^{-9} \text{ м}^3/\text{А} \cdot \text{с}$   
 $h$  - пластина қалинлиги, м.  
 $B$  - магнит индукцияси, Тл.  
 $I$  - пластинага узатилган ток, А.

Ушбу датчикалар кириш ва чиқиш қаршиликлари катта диапозони, ихчамлиги юқори даражадаги вибротурғунлик ва узок муддатли ҳизмат даври туфайли кенг қўлланади.

### **2.4.3. Сиғим датчиклари ва уларнинг қўлланиш соҳалари**

Сиғим датчикларида ҳилма-ҳил кириш катталикларни (чизиқли ва бурчак харакатларни, механик кучланиш, сатх ва кабилар) сиғим ўзгарилишига айлантиради. Амалда сиғим датчиклари конденсаторлардан ясалади. Ўлчайдиган катталикларига қараб сиғим датчиклари (2.10-расм) юзаси ўзгарувчан, оралик масофаси ўзгарувчан ва диэлектрик сингдирувчанлиги ўзгарувчан турларига бўлинади.



2.10- расм. Сиғим датчикларининг турлари.

Текис конденсаторнинг сиғими куйидаги тенглама орқали ифодаланади:

$$C = \epsilon_0 \epsilon S / \delta, \quad (2.11)$$

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

$\epsilon$  - конденсаторнинг пластиналараро муҳитининг диэлектрик сингдирувчанлиги;

$S$  - пластиналарнинг юзаси;

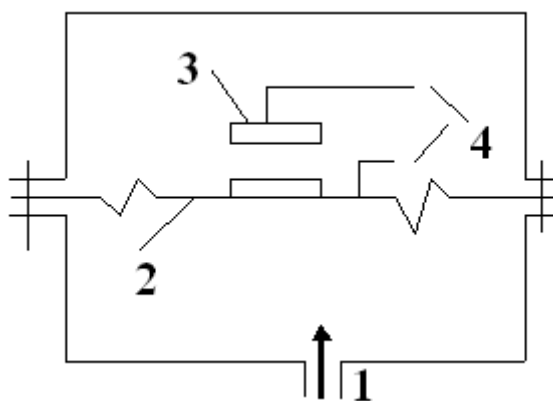
$\delta$  - пластиналараро масофа.

Конденсаторнинг нисбий сиғими ўзгарилиши:

Оралик масофаси ўзгарувчан датчиклар (2.10, а-расм) 0,1...0,01 мкм аниқликда чизикли харакатларни, юзаси ўзгарувчан датчиклар (2.10, в-расм) чизикли ва бурчак харакатларни назоратида ва диэлектрик сингдирувчанлиги ўзгарувчан (2.10, с - расм) намлик, сатҳ, кимёвий таркиб каби катталикларни ўлчашда кўлланилади. Ўлчаш аниқлигини ва сезгирлигини ошириш мақсадида сиғим датчиклари кўприксимон схемаларга уланади. Юқорида кўриб чиқилган принцип асосида сиғим манометрлари ишлайди.

Ўлчаш аниқлигини ва сезгирлигини ошириш мақсадида сиғим датчиклари кўприксимон схемаларга уланади. Юқорида кўриб чиқилган принцип асосида сиғим манометрлари ишлайди. (2.11-расм).

Ўлчанаётган босим асбобга кувур 1 орқали узатилиб, мембрана 2 орқали қабул қилинади. Мембрана ўз навбатида пластина 3 билан конденсаторни ҳосил қилади. Конденсатор схемага клемма 4 лар ёрдамида уланади. Босим таъсирида мембрана эгилиб пластинага яқинлашади ва конденсаторнинг сиғимини ўзгартиради. Шундай қилиб конденсатор сиғими ўлчанаётган босимга пропорционалдир.



2.11-расм. Сиғим манометрининг схемаси.

Сиғим датчикларининг афзалликлари: соддалиги, ихчамлиги, арзонлиги ва кичик инерционлиги. Камчиликлари: чиқиш сигналининг куввати пастлиги, ўлчов натижалари атроф муһит кўрсаткичларига боғлиқлиги, улайдиган симлар ва қурилма металл қисмларнинг сиғимлари турлича таъсир қилиб, деталларнинг ўзаро жойлашишига боғлиқ.

## 2.5. Харорат датчиклари

Харорат барча техноложик жараёнларнинг муҳим кўрсаткичларидан биридир. Кишлоқ ва сув хўжалигида кўпгина техноложик жараёнлар улар ўтаётган шароит хароратига боғлиқ. Жисм, суюқлик ёки газнинг харорати назорат қилаётган муҳитнинг ёки у билан иссиқлик контактида бўлган маҳсус элементнинг хароратини ўлчаб аниқланади.

Амалда харорат датчикларининг сезгир элементлари сифатида иссиқлик таъсирида ўзининг физико-механикавий хусусиятларини кенг диапазонда ўзгартириб, бошқа катталиклар (намлик, муҳитнинг таркиби, хаво босими таъсирида хусусиятларини ўзгартирмайдиган материаллардан фойдаланилади. Харорат датчикларининг сезгир элементлари иссиқликка кенгайиш коэффенценти максимал кўрсаткичига эга бўлиши керак.

Ишлаш принципи жиҳатдан харорат датчиклари суюқлик, биметаллик ва дилатометрик датчикларига ҳамда терморелар ва терморезисторларга бўлинади.

### 2.5.1. Суюқлик датчиклари

Суюқлик датчиклари  $-200^{\circ}\text{C}$  дан  $+750^{\circ}\text{C}$  гача оралиғдаги хароратни ўлчашда ишлатилади. Шиша термометрларнинг ишлатиш усули содда, аниқлиги етарли даражада юқори ва арзон бўлганлиги сабабли саноатда кенг тарқалган).

Суюқликли термометрларнинг ишлаш принципи термометр суюқлигининг хажми харорат кўтарилиши ёки пасайиши туфайли ўзгарилишига асосланган. Шишали термометрнинг суюқлиги сифатида симоб, толуол, этил спирти, эфир ва бошқалар ишлатилади. Суюқликли датчиклар-

нинг кириш сигнали харорат ўзгарилиши  $t$  бўлиб, чиқиш сигнали капилярдаги устуннинг баландлиги бўлади:

$$\Delta H = \Delta V / S, \quad (2.13)$$

бу ерда:  $\Delta V = V(B - 3 \cdot \Delta Q)$  - суюқлик хажмининг ўзгарилиши;

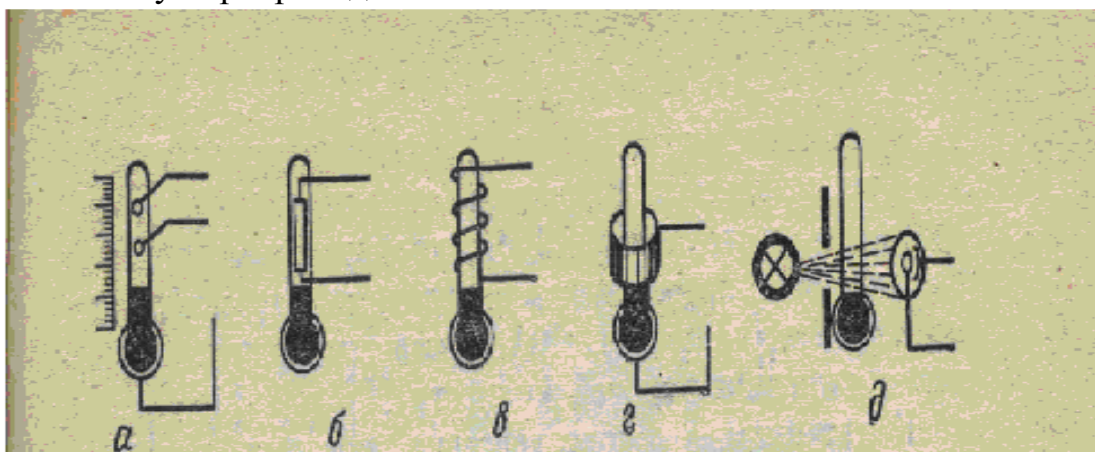
$S$ - капилярнинг кесим юзаси;

$B$ - суюқликнинг иссиқликка кенгайиш коэффициентини;

$V$ - суюқликнинг бошланғич ҳажми;

$I$ - капиляр материалининг иссиқликка кенгайиш коэффициентини.

Суюқлик термометрларига қўшимча элементлар киритиш натижасида улар автоматика тизимларида қўлланиш имкониятига эга бўладилар (2.12-расм) Такомиллаштириш натижасида суюқликли датчикларнинг чиқишида харорат ўзгарилиши билан актив, индуктив, сигим қаршиликлари ёки нурлар интенсивлиги ўзгартирилади.



2.12.-расм. Суюқлик датчикларининг турлари:

а – контактли; б – актив қаршиликли; в – индуктив қаршиликли; г – сигим қаршиликли; д – нурлар интенсивлиги.

### 2.5.2. Дилатометрик ва биметаллик датчиклар

**Дилатометрик ва биметаллик датчикларнинг** ишлаш принципи харорат ўзгаришидаги қаттиқ жисм чизикли миқдорининг ўзгаришига асосланган. Харорат ўзгаришига боғлиқ бўлган қаттиқ жисм чизикли миқдорининг ўзгариши қуйидагича ифодаланади:

$$L_t = L_0(1 + B \cdot t), \quad (2.14)$$

бу ерда:

$L_t$  – хароратдаги қаттиқ жисмнинг узунлиги;

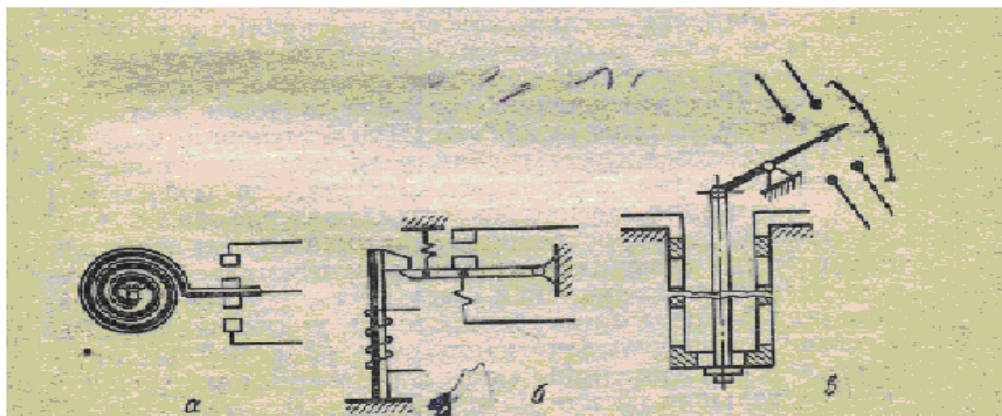
$L_0$  – шу жисмнинг  $0^\circ\text{C}$  даги узунлиги

$B$  – чизикли кенгайишнинг ўртача коэффициентини ( $0^\circ\text{C}$  дан  $t^\circ\text{C}$  гача бўлган хароратлар интервалида).



2.13-расмда дилатометрик термометрнинг тузилиш схемаси тасвирланган. Дилатометрик термометрда (2.13, а-расм) сезгир элемент сифатида чизикли кенгайишнинг катта харорат коэффициентига эга бўлган материалдан (жез ва мис) тайёрланган қувурча қўлланилган. Корпусга кавшарланган қувурча ичида ўзак жойлашган. Ўзак чизикли кенгайиш коэффициенти кичик бўлган материалдан (масалан, инвар) ишланган. Ўлчанаётган муҳитнинг харорати кўтарилиши билан бирга қувурча узаяди. Бу ҳол ўзакнинг узайишига олиб келади. Шунда пружина шайннинг бўш томонини пастга туширади, ўз навбатида у тортки ва тишли сектор орқали стрелкани унинг ўқи атрофида айлантиради. Стрелка эса шкалада ўлчанаётган харорат кийматини кўрсатади ва белгиланган ҳолатда контактларни улайди.

Дилатометрик термометрлар суюликлар хароратини ўлчашда ҳам хароратни маълум даражада автоматик равишда сақлаш учун ва сигнализацияда қўлланилади. Дилатометрик термометрлар 1.5 ва 2.5 аниқлик классиди чиқарилади, уларнинг юқори ўлчаш чегараси  $500^{\circ}\text{C}$  гача бўлади.  $150^{\circ}\text{C}$  дан ошмаган хароратлар учун қувурчалар жездан, ўзаклар эса инвардан ишланади, ундан юқори хароратлар учун қувурчалар зангламас пўлатдан, ўзаклар эса кварцдан ишланади.



2.13-расм. Дилатометрик ва биметаллик датчикларнинг схемалари.

Афзалликлари: ишончлилиқ ва сезгирлиқ кўрсаткичлари юқори.

Камчиликлари: асбоб ўлчамларининг катта хажмлиги, хароратнинг бир нуқтада эмас, хажмда ўлчаниши, иссиқлик инерциясининг катталиги, кўрсаткичларни масофага узатиш имконияти йўқлиги кабилар.

Биметалли термометрларнинг сезгир элементи икки кавшарланган пластинкадан тайёрланган пружинадан иборат. Бу пластинкаларнинг иссиқликдан кенгайиш харорат коэффициенти турлича бўлган металллардан тайёрланади. Хароратнинг ўзгариши пластинкаларнинг узайишига олиб келади. Пластинкалар бир-бирига нисбатан силжий олмаганлиги сабабли пружина иссиқликдан кенгайиш харорат коэффициенти кам бўлган пластинка томон оғади. Пластинкалар узайишининг харорат коэффициенти фарқи қанча катта бўлса, пружинанинг харорат ўзгаришидаги оғиши шунча кўп бўлади.

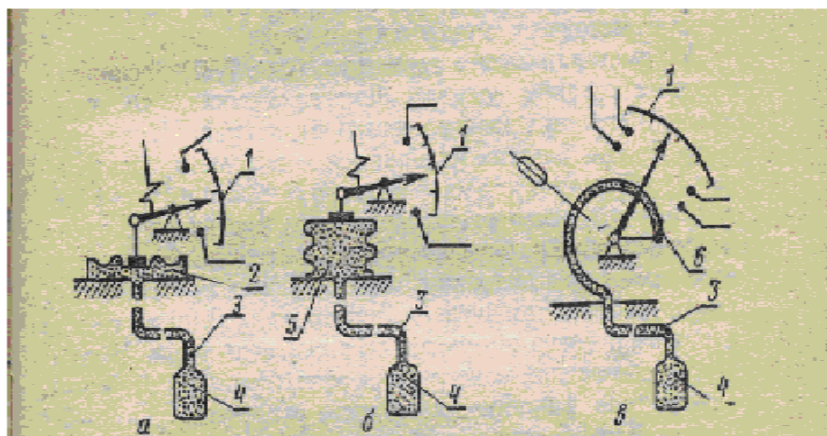
2.13-расмда ясси пластинкали биметалли термометрнинг тузилиш схемаси кўрсатилган. Харорат ўзгариши билан биметалл пружина пастга эгилади. Тортки стрелкани ўқ атропоида айлантиради. Стрелка шкалада ўлчанаётган харорат киймати кўрсатади ва белгиланган кўрсаткичда контактларнинг ҳолатини ўзгартиради. Сезгир элементлар сифатида ёйсимон ёки винтсимон спираллар кўлланилади. Биметалли термометрлар билан хароратни ўлчаш чегараси  $-150^{\circ}\text{C}$  дан  $700^{\circ}\text{C}$  гача, хатоси - 1...1.5%.

Бу турдаги термометрлар хароратни маълум даражада автоматик сақлаш ва сигнализация учун кўлланилади.

Биметалли термометрларнинг камчиликлари: “чарчаш” ҳоллари (дарадаланишининг ўзгариши, ҳатто металлларнинг ажралиши), иссиқлик инерциясининг катталиги, махаллий санок.

### 2.5.3. Манометрик датчиклар

Сезгир элементининг турига қараб манометрик датчикларни куйидагиларга ажратилади: манометрик, сиффонли ва мембранали (2.14-расм).



2.14 - расм. Манометрик датчикларнинг турлари.  
 а - мембранали, в - сиффонли, с - манометрик.

Манометрик термометрлар техникавий асбоб бўлиб, термотизмнинг иш моддаси жиҳатидан газли, суюқликли ва конденцсион турларига ажратилади. Бу асбоблар  $-150^{\circ}\text{C}$  дан  $600^{\circ}\text{C}$  гача бўлган суюлик ва газсимон муҳитлар хароратини ўлчаш учун кўлланилади. Махсус тўлдиргичли термометрлар эса  $100^{\circ}\text{C}$  дан  $1000^{\circ}\text{C}$  гача, бўлган хароратларга мўлжалланган.

Асбобнинг тизими (термобалон, капилляр сифимлари, иш моддаси) асосан газ (газли асбобларда) ва суюқлик (суюқли асбобларда) билан бошланғич босимда тўлдирилади. Термобалон исиши билан ишчи модданинг босими ошади. Бунинг натижасида асбоблардаги мембраналар, сиффонлар манометрик кувурчалар харакатланиши бошланади. Сезгир элементлар холати ўзгарилиши натижасида уларга уланган стрелкалар холатини ўзгартириб

контактларни ишга туширади. Ушбу датчикларнинг ўлчаш чегаралари ишчи модданинг қайнаш ва қотиш ҳароратлари билан чекланади.

Газли манометрик термодатчикларнинг ўзига ҳос камчиликларидан бири иссиқлик инерциясининг катталигидир. Бунинг сабаби: термобалон деворлари билан уни тўлдирган газ ўртасидаги иссиқлик алмашиш коэффициентининг кичиклиги ва газнинг ўтказиш қобилиятининг пастлиги.

#### 2.5.4. Термоқаршиликлар

**Термоқаршиликлар** ҳароратни қаршилик термометрлари билан ўлчаш ҳарорат ўзгариши билан ўтказгичлар қаршилигининг ўзгариш хусусиятига асосланган. Демак, ўтказгич ёки ярим ўтказгичнинг омик қаршилиги унинг ҳарорати функциясидан иборат, яъни  $R=f(t)$ . Бу функциянинг кўриниши термометр қаршилиги материалнинг хоссаларига боғлиқ. Кўпчилик тоза металлларнинг электр қаршиликлари ҳарорат кўтарилиши билан ортади, металл оксидлар (ярим ўтказкичлар) нинг қаршилиги эса камаяди. Қаршилик термометрини тайерлашда қуйидаги талабларга жавоб берувчи тоза металллар қўлланилади:

1. Металл ўлчанаётган муҳитда оксидланмаслиги ва унинг химиявий таркиби ўзгармаслиги керак.

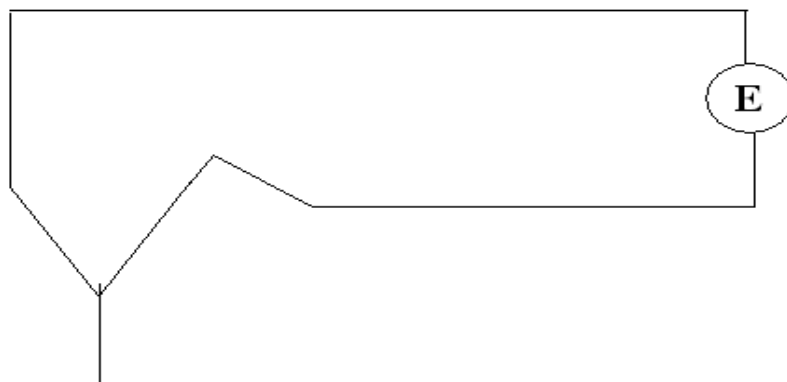
2. Металлнинг ҳарорат қаршилик коэффициенти етарли даража да катта ва стабиллашган бўлиши лозим.

3. Қаршилик ҳарорат ўзгариши билан тўғри ёки раво эгри чизикли кескин четланишлар ва гистерезис ҳолатларисиз ўзгариши керак.

4. Солиштирма электр қаршилик деярли катта бўлиши керак. Маълум ҳароратлар интервалида юқоридаги талабларга платина, мис, никель, темир, вольфрам каби металллар жавоб беради.

Қаршилик термометрининг иссиқлик сезгир элементи диаметри 0,05...0,07 мм га тенг платина симдан (ТСП) ёки диаметри 0,1мм га тенг тоза мис электролит симдан (ТСМ) ишланади. Саноат ишлаб чиқарадиган платинали қаршилик термометрлари  $-200^{\circ}\text{C}$  дан  $+650^{\circ}\text{C}$  гача бўлган ҳароратларни ўлчашга мўлжалланган. Платина сим (5.5-расм) четлари тишли слюда пластинага индукциясиз (бифлар) ўралади. Пластинага ўралган платина сим, унинг изоляцияси ва механикавий мустаҳкамлигини таъминлаш учун, икки тарафидан слюда қоплагичлар билан беркитилади. Учала слюда деталь (платина ва қоплагичлар) кумуш лента билан пакет ҳосил қилган.

Мисли қаршилик термометрларини саноатда  $-50^{\circ}\text{C}$  дан  $+180^{\circ}\text{C}$  гача ҳароратларни ўлчаш учун чиқарилади. Стандарт мисли қаршилик термометрининг эмаль сими бир неча қават қилиб цилиндр шаклидаги пластмасса стерженга ўралади. Сим лак билан қопланган.



2.15-расм. Термоқаршиликнинг сезгирлик элементи.

## 2.6. Сатх, босим ва бурчак тезлиги датчиклари

### 2.6.1. Сатх датчиклари ва уларнинг иш принциплари

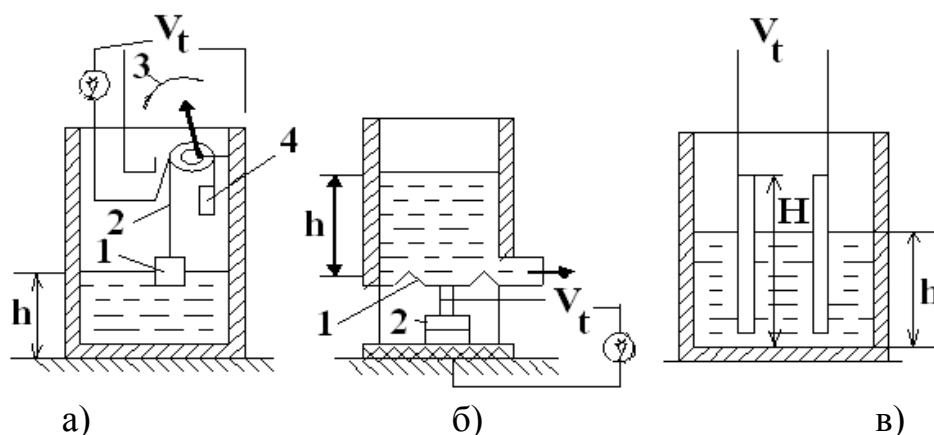
Ўшшоқ ва сув хўжалигида суюқлик ва махсулотлар сатхини аниқлаш мақсадида калковичли (пўкакли ёки паплавкали) гидростатик ва электродли сатх датчиклари кўлланилади.

**Калковичли датчиклар** суюқлик сатхи ўзгаришини қабул қиладиган калковичдан ва чиқиш электр сигналига ўзгартирадиган элементдан ташкил топган бўлади. Ўзгартиргичлар сифатида актив ёки индуктив датчиклар ишлатилади. 2.16, 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.

**Гидростатик датчикларда** суюқлик сатхини назорат қилиш махсус цилиндрик идишдаги суюқликнинг гидростатик оғирлиги ўзгаришига асосланган бўлади (2.16, б-расм). Суюлик босими сатхини (h) пропорционал бўлиб, мембранани (1) эгилишга таъсир қилади ва махсус кўмир устун (2) ёрдамида электр сигналга ўзгартирилади. Бу сигнални сатх бирлигига мос равишда ўлчов асбоби (П) ёрдамида ўлчаб борилади. Калковичли (попловикли) ва гидростатик датчиклар суюқликнинг сатхи бўйича эмас, аслида унинг массаси бўйича ўлчайди, шунинг учун ҳароратнинг ва суюқлик таркибининг ўзгариши натижасида ўлчов хатоликлари келиб чиқади.

**Электродли датчиклар** суюқлик ичига тушириладиган бир ва бир неча электродлардан ташкил топган бўлади. Бундай турдаги датчикларда суюқлик сатхининг ўзгариши натижасида электродлар орасидаги мухитнинг актив ва

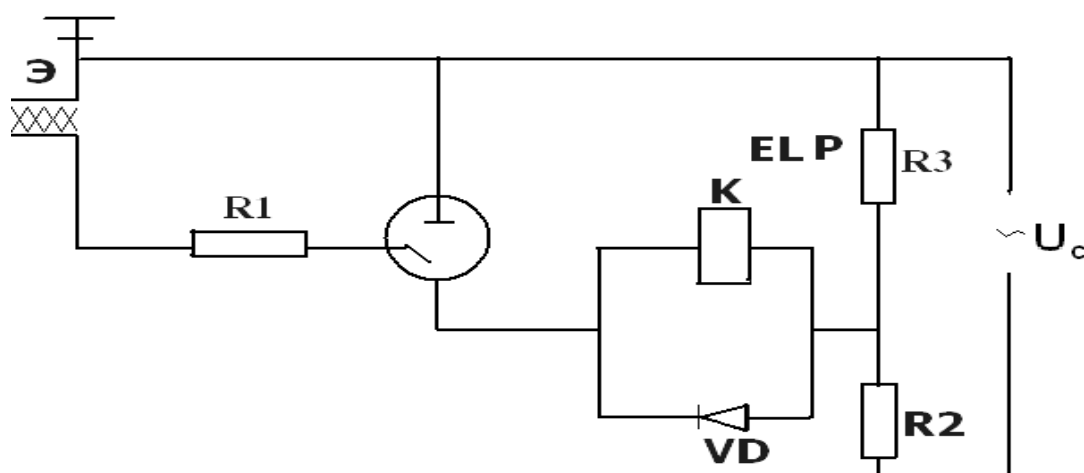
сиғим ўтказувчанлиги ўзгаради. Суюқлик мухитининг актив ўтказувчанлиги ўзгаришига асосланган электродли сатх датчигининг схемаси 2.16, в-расмда келтирилган.



2.16-расм. Капковичли (а), гидростатик (б) ва электродли (в) сатх датчиклари.

Сочилувчан махсулотларни, шу жумладан дон махсулотларининг сатҳини назорат қилиш суюқлик сатҳини назорат қилишга нисбатан анчагина мураккаброкдир, чунки бу махсулотлар анчагина электр қаршилигига эга ҳамда улар дон бункери тўлиши билан горизонтал текислик ҳосил қилмайди. Бундан ташқари бункерларни дон билан тўлишида датчикларнинг сезгирлик элементлари шикастланиши мумкин.

Дон сатҳини электродли датчик ёрдамида назорат қилишнинг принцинал схемаси 2.17, б-расмда келтирилган. Бундай датчикнинг ишлаш принципи қуйидагича: электродларро ораликнинг (Э) дон билан тулиши натижасида электродлар орасидаги ўтказувчанлик ошади, натижада газоразрядли лампа (EL) ёнади ва релени (P) ишга туширади ҳамда дон узатиш линиясига сигнални узатади. Схемага R3 ва R2 резисторлардан ташкил топган кучланиш тақсимлагичи орқали 220 В ўзгарувчан кучланиш берилади. Бундай датчиклар намлиги 13 фойздан юқори бўлган донлар учун қўлланилади.



2.17-расм. Электродли сатх датчигининг принцинал схемаси.

**«РУС» сатҳ ўлчагичи** 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 ҳусусиятига эга бўлган суюқликлар муҳитида ҳам ишлаши мумкин. «РУС» сатҳ 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) киради. «РУС» қурилмасининг таркибий тузилиш схемаси 2.18 - расмда кўрсатилган. Бирламчи ўзгарткич (БЎ) қуйидаги элементлардан ташкил топган:

- сиғимли сезгир элемент I (юқори каррозияга қарши хусусиятга эга бўлган фотопластик изоляцияли ПНФД никелли ўтказгич).

Сезгир элементнинг ўлчаш учун ажратилган қисмигача бўлган сиғим қуйидагича аниқланади:

$$C_n = C_{он} + kh/N$$

бу ерда  $C_{он}$  - ўлчов қисмининг бошланғич сиғими;

$K$  – пропорционаллик коэффиценти (сезгир элементнинг конструкцияси ва текширилаётган муҳит билан характерланади);

$h$  – сатҳнинг ўзгараётган қиймати;

$N$  – ўлчов диапазон;

- 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 ( $C$ ) айлантириб сўнгра яна бу сигнални ўзгармас токли кучланишга ўзгартириб бериш учун хизмат қилади.

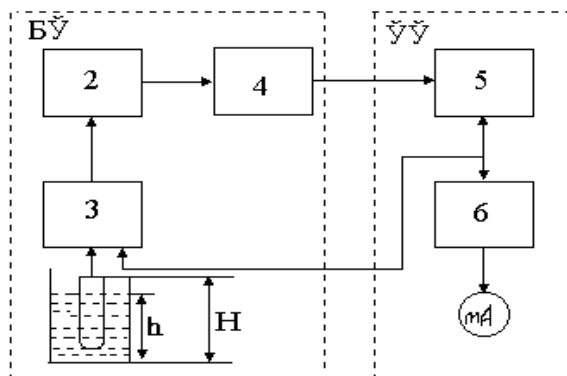
Узатувчи ўлчов ўзгарткичи (ЎЎ) ўзгармас ток кучайтиргичи 5 ва чиқиш сигналини бир меъёрга келтирувчи кучайтиргич 6 дан ташкил топган. Бу ўзгарткичнинг вазифаси:

$h$ -сатҳ ўлчагичнинг барча қисмларини стабил ўзгармас кучланиш билан таъминлаш;

$N$ -қайта боғланиш сигналини ҳосил қилиш;

- бир ҳил қийматга эга бўлган ўзгармас токнинг чиқиш сигналини ҳосил қилиш.

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



2.18-расм. «PUS» сатҳ ўлчагичининг таркибий схемаси

### 2.6.2. Босим датчиклари

Қишлоқ ва сув хўжалигида қўлланиладиган босим датчикларининг турлари кўп бўлиб, улар суюқлик ва газлар босимини ўлчаш учун хизмат қилади. Кўпчилик босим датчикларининг иш принциплари босим кучини механик кучларга айлантириб бериш принцигига асосланган бўлади. Бундай датчикларнинг қабул қилувчи элементлари ўлчанаётган босим таъсирида бўлади. Юқори босимларни ўлчашда босим таъсирида ўтказгичнинг электр қаршилиги ўзгариши ходисасига асосланган датчиклар қўлланилади. Газларнинг кичик босимларини назорат қиладиган датчикларда эса уларнинг иссиқлик ўтказувчанлиги, юмшоқлиги, ионланиш даражаси кабилар ҳисобга олинади.

Қишлоқ ва сув хўжалигида механик қабул қилиш элементига эга бўлган суюқликли, поршенли, мембранали ҳамда сифонли датчиклар қўлланилиб келинмоқда.

Суюқликли босим датчикларининг U-шаклли (2.19, а-расм), кўнғироқчали (2.19,б-расм), гидростатик (2.19,в-расм), мембранали (2.19, г-расм) , сифонли (2.19, д-расм) , манометрик трубкали (2.19, е-расм) турлари мавжуд.

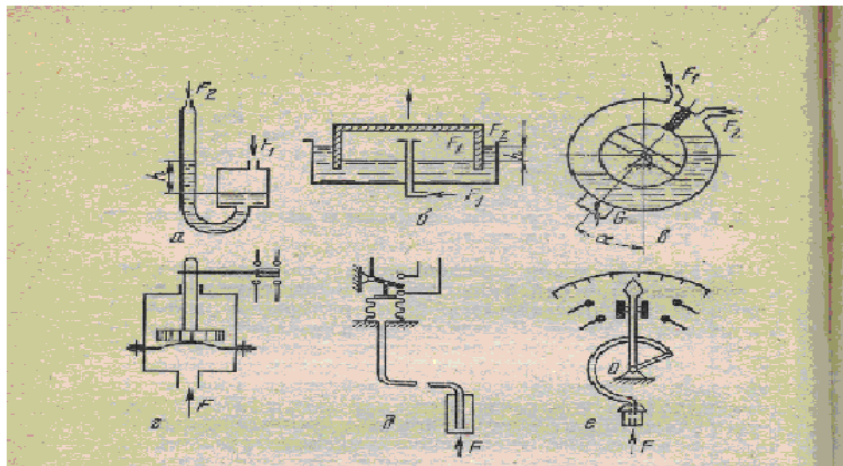
U-шаклли суюқлик датчикларида босимлар фарқи  $F = F_1 - F_2$  суюқлик устуни оғирлиги билан мувозанатлашади:

$$\Delta F = \rho h, \quad (2.15)$$

Бу ерда,  $\rho$  - суюқликнинг солиштирма оғирлиги.

Кўнгироқчали тизимларда босимлар фарқи  $\Delta F = F_1 - F_2$  кўнгироқчани аралашувини ҳосил қилади ва натижада  $F_1$  босимни аниқлаш имконияти туғилади.

Гидростатик тизимларда халқали тарозили камеранинг бурилиш бурчаги босимлар фарқи  $\Delta F = F_1 - F_2$  га пропорционал бўлади.



2.19-расм. Суюқликли босим датчикларининг турлари:

а) – U-шакли; б) – кўнгироқчали; в) – гидростатик, г) – мембранали, д) – сиффонли, е) – манометрик трубкали.

Суюқликли босим датчиклари аниқ ва бир меъёрда ишлаши билан бир қаторда уларнинг эксплуатацион ноқулайликлари ( кичик ораликларда ўлчаш шароитлари, фақатгина вертикал ҳолатда ишлаши, катта ўлчамларга эга бўлганлиги кабилар) сабабли охириги пайтларда уларни ўрнини такомиллашган датчиклар эгалламоқда.

Мембранали датчикларда (2.19,а-расм) эластик пластина (мембрана) назорат қилинаётган муҳит босими таъсирида бўлади ва контактли тизим билан мустаҳкам боғланган штокка таъсир кўрсатади. Бундай турдаги датчиклар содда тузилиши, пухталиги, ўлчовларни етарлича аниқлик билан ўлчаш сабабли уларни қўллаш йил сайин кўпайиб бормоқда.

Сиффонли датчиклар (2.19,б-расм) эгилувчан материалдан ясалган гофрированли юпка деворли трубкадан ташкил топган бўлади. Ташқи ва ички босимлар фарқини унга таъсир қилаётган куч ҳосил қилади. Бу куч таъсирида сиффоннинг чўзилиши ва қисилиши ҳосил бўлади. Сиффоннинг бўш учини силжиши кўрсаткич стрелкаси ва харакатланувчан контактлари орқали амалга оширилади.

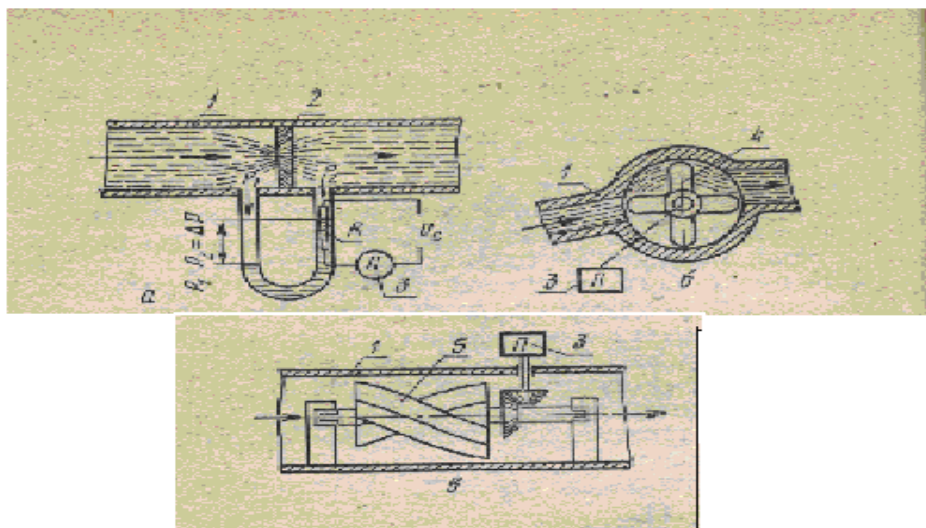
### 2.6.3. Сарф датчиклари

Сарф датчикларини қўллашда турли хил физикавий принциплардан фойдаланилади. Узлуксиз оқувчан суюқликлар ва газларнинг сарфини аниқлашнинг энг кўп тарқалгани дросселли қурилмаларда босимнинг ўзгариши бўйича ўлчаш усули ҳисобланади (2.20-расм). Дросселли қурилмалар сифатида диафрагмалар, сопла ва Вентури трубкалари қўлланилади.



Дроссел-диафрагмали суюқлик датчикларида (2.20,а-расм) унга ўрнатилган трубканинг 1 иккала томонида 2 импульсли трубкалар жойлашган бўлади. Резистор R суюқлик билан шунтланади ҳамда босим ва ток ўзгаришини пропорционаллигини таъминлайди. Иккиламчи жиҳоздаги ток  $I_u$  куйидагича аниқланади:

$$I_u = a (P_1 - P_2) = a P. \quad (2.16)$$



2.20-расм. Сарф датчиклари:

а) – дроссел-диафрагмали; б) – вертикал канотли тезлик, в) – спирал-канотчали

Босим ўзгариши  $\Delta P$  (Н/м<sup>2</sup>) ва сарф Q (м<sup>3</sup>/с) орсидagi боғланиш куйидаги тенглик билан ифодаланади:

$$Q = \alpha c S_0 \alpha^* \sqrt{\frac{0,2g * \Delta P}{\eta}} \quad (2.17)$$

Бу ерда:  $S_p$ -диафрагма тешиги юзаси, м<sup>2</sup>;

$\alpha c$  – сарф коэффициенти;

$\alpha$ -пропорционалик коэффициенти;

$\Delta P$ -босим ўзгариши Н/м<sup>2</sup>;

$g$ -эркин тушиш тезланиши, м/с<sup>2</sup>;

$\eta$ -мухитнинг зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;

Сарфни ўлчовчи тезлик датчиклари сув, суюқ ёқилғи, газ ва бошқа моддаларни аниқлаш счётчикларида кўлланилиб келинмоқда.

Вертикал канотли тезлик датчикларида (2.20,б-расм) улар орқали ўтадиган суюқлик вертушкани 2 айланишига сабабчи бўлади. Бунда оқим тезлигига пропорционал бўлган айланиш частотаси куйидагича бўлади:

$$n = av = aQ/S, \quad (2.18)$$

бу ерда  $a$  – пропорционаллик коэффициенти, айл./мин;  
 $v$  – суюқлик тезлиги, м/с  
 $Q$  – суюқлик сарфи, м<sup>3</sup>/с;  
 $S$  – датчикнинг ишчи юзаси, м<sup>2</sup>.

Спирал вертушкали датчиклар (2.20, в-расм) суюқликни катта сарфларини аниқлашда ишлатилади. Бундай турдаги датчиклар бошқа турдаги датчиклардан фарқли ўлароқ трубопроводларнинг нотекис жойларида ҳам ишлаш қобилиятига эга. Спирал вертушканинг айланиш частотаси  $n$  (айл./с) сарфга  $Q$  (м<sup>3</sup>/с) тўғри пропорционал ва канот қадамига  $l$  (м) тесқари пропорционал бўлади:

$$n = a Q / S \Delta l. \quad (2.19)$$

#### 2.6.4. Бурчак тезлиги датчиклари

Бурчак тезлиги датчиклари асосан 3 гуруҳга бўлинади: механик, гидравлик ва электрик.

Бурчак тезлигининг механик марказдан қочма датчигининг кинематик схемаси 2.21, а-расмда кўрсатилган. Бунда юкланма 1 марказдан қочма куч  $F_{ц} = amw$   $r$  таъсирида пружинани 2 сиқади ва валнинг айланиши бўйича 5 муфтани 3 силжитади. Муфтанинг силжиши индуктив ўзгартирқичга узатилади ва айланиш тезлиги ҳисобланади.

Датчикнинг сезгирлиги қуйидагича аниқланади:

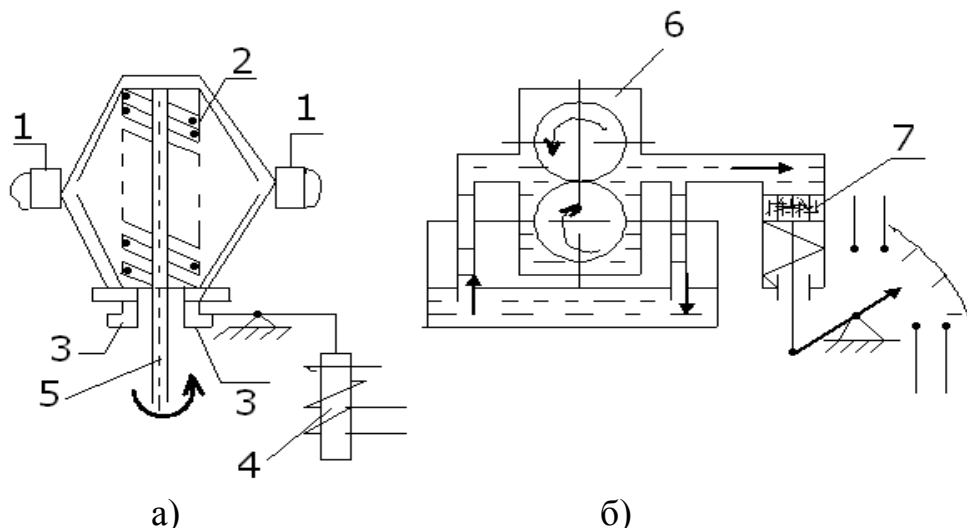
$$K_d = dF_{ц}/dw = 2amwr, \quad (2.20)$$

бу ерда  $m$  - айланаётган юкларнинг массаси;  
 $r$  - юкларнинг айланиш радиуси;  
 $w$  – айланиш бурчак тезлиги.

Механик марказдан қочма датчиклар катта хатоликларга эга ва тезликни фақатгина кичик ораликларда ўлчашга мўлжалланган бўлади.

Гидравлик датчиклар (2.21, б-расм) асосан айланиш частотасини пропорционал равишда суюқлик босимга ёки сарф ўзгаришига айлантириб бериш учун ҳизмат қилади. Бундай турдаги датчиклар насосдан 1, суюқлик босими ўзгаришини қабул қилувчи пружинали поршендан 2 ҳамда айланиш частотасини улаб борадиган шкалалардан ташкил топган бўлади. Бу турдаги датчикларнинг амалда қўлланилиши уларнинг мураккаб тузилиши ва ўлчовларни юқори даражада эмаслиги сабабли анчагина чегараланган.

Хозирги даврда электрик датчикларнинг қўлланилиши кескин равишда кўпайиб бормоқда. Бундай датчиклар одатда ўзгармас ёки ўзгарувчан токли микрогенераторлар (тахогенераторлар) шаклида бажарилган бўлади.



2.21-расм. Механик (а) ва гидравлик (б) бурчак тезлиги датчиклари.

Уларнинг чиқиш кучланиши  $U$  айланиш частотасига пропорционал бўлади:

$$U = a \omega, \quad (2.21)$$

бу ерда  $a$  – пропорционаллик коэффициенти.

Датчикнинг сезгирлиги эса куйидагича ифодаланеди:

$$K_d = dU/d\omega. \quad (2.22)$$

Частотали электрик тезлик датчиклари айланиш тезлигини частотага ёки ток ва кучланиш амплитудасига ўзгартириб беради.

Вақт-импульсли датчикларида (2.22,а-расм) электр ўтказувчан катлам билан копланган 2 изоляцион барабаннинг 1 айланиши натижасида чап щётка навбати билан электр занжирини кўшиб ва очиб туради. Натижада импульслар ҳосил қилинади ва уларни иккиламчи асбоб  $A$  ёзиб боради. Импульслар сони куйидагича топилади:

$$N = a \omega, \quad (2.23)$$

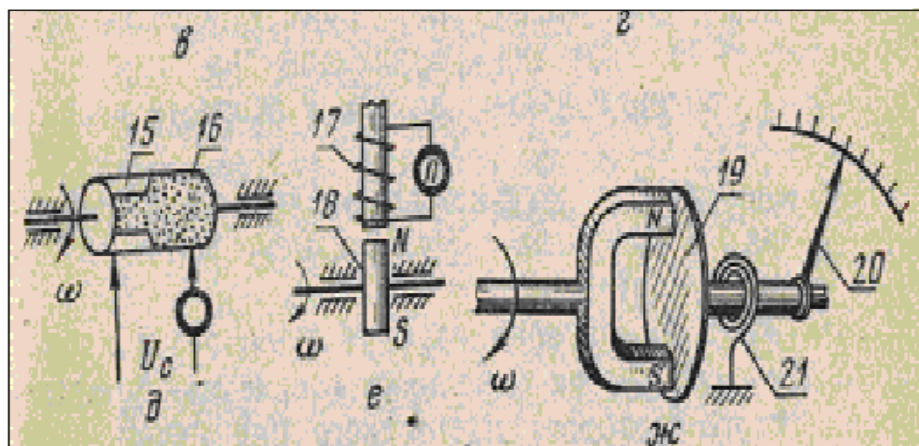
Бу ерда  $a$  – пропорционаллик коэффициенти.

Датчикнинг сезгирлиги (имп. с/рад) эса куйидагича ифодалади:

$$K_d = dN/d\omega. \quad (2.24)$$

Вақт-импульсли датчикларининг асосий камчилиги – уларнинг контакларини тез ишдан чиқиб туришидир.

Индукцион тезлик датчикларида (2.22,б-расм) ўзгармас магнитнинг 2 айланиши натижасида чўлғамда 2 ўзгарувчан (импульсли) кучланиш ҳосил қилинади ва у валнинг айланиш тезлигига пропорционал бўлади.



2.22-расм. Электрик тезлик датчиклари.  
д) - вақт -импульсли; е ва ж) – индукцион.

## 2.7. Намлик датчиклари

### 2.7.1. Намлик курсатгичлари хақида тушунча

Махсулотлар ва мухит намликлари асосий кўрсатгич бўлиб, уларни технологик жараёнларни автоматлаштиришда бошқариш ва вақти-вақти билан назорат қилиш ва ўлчаб туриш керак бўлади. Махсулот таркибидаги намлиги асосан абсолют (И) ва нисбий (У) намлик кўрсатгичлари билан баҳоланади.

Абсолют намлик кўйидагича ифодаланади:

$$И = \frac{М}{М_0} \cdot 100, \% \quad (2.25)$$

Бу ерда, М – махсулотдаги намлик массаси;  
М<sub>0</sub> – абсолют қуруқ махсулот массаси.

Намлик эса кўйидагича аниқланади:

$$\Phi = \frac{М}{М_0 + М} \cdot 100, \% \quad (2.26)$$

$$У = \frac{а_x}{а_m} \cdot 100, \% \quad (2.27)$$

бу ерда а<sub>x</sub> – ҳақиқий абсолют намлик;  
а<sub>m</sub> – максимал абсолют намлик.

## 2.7.2. Намлик датчикларининг классификацияси ва иш принциплари

Иш принципи бўйича электрик намлик дачиклари электрофизикавий ва электропараметрик турларига бўлинади. Электрофизикавий датчиклар радиацион ва магнитоядерли резонанс дачикларини ўз ичига олади. Радиацион дачикларнинг иш принципи нам мухитнинг инфрақизил нурларни, юқори частотали электромагнит тебраллишларни, - нурлар ва нейтрон нурланишларни қабул қилиш даражасини ўлчашга асосланган бўлади. Магнитоядерли резонанс датчикларининг иш принципи эса водород атомлари ядроси ва намликнинг радиочастотали магнит майдонини қабул қилиши принципида ишлайди.

Электропараметрик датчиклар кондуктометрик, диэлькометрик ва гигрометрик турларга бўлинади. Кондуктометрик датчиклар электрокимёвий ўзгартиргичлар таркибига киради ва ишлаш принципи мухитнинг электр ўтказувчанлигини ўзгариши натижасида намликни аниқлашга асосланган бўлади. Чикиш кўрсаткичи бўлиб бунда мухит ўтказувчанлиги ҳисобланади.

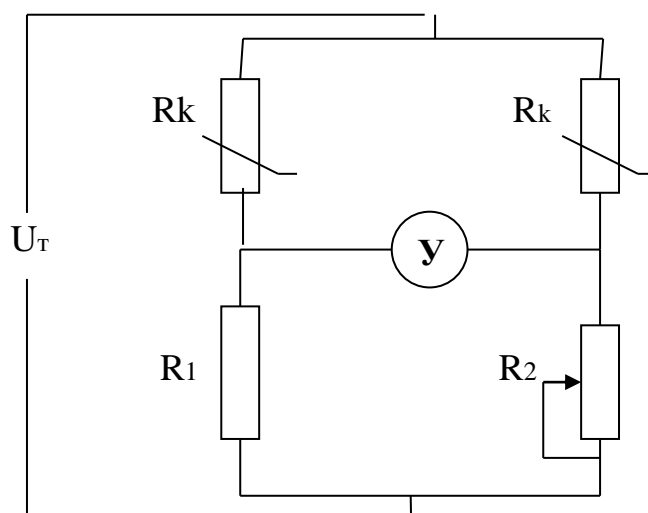
Диэлькометрик датчиклар диэлектрик сингдирувчанлик ( $E=2...10$  - қаттиқ жисмлар учун;  $E=81$ -сув учун) ёки диэлектрик исроф тангенс бурчаги қийматлари бўйича намликни аниқланади.

Гигрометрик датчиклар электронли ўзгартиргичлар гуруҳига мансуб бўлиб, уларнинг ишлаш принципи кўшимча гигроскопик заррачаларнинг механик ёки электрик характеристикаларини ўзгаришига асосланган бўлади.

Қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришида газлар ва хаво намликлари датчиклари кенг миқёсда қўлланилади. Уларнинг қуйидаги турлари мавжуд: гигрометрик дилатометрик датчиклар - намлик таъсирида чизикли ўлчамлари ўзгаришига, гигристорлар, электропсихрометрлар, харорат - мувозанатли ва конденсацион датчиклар - қаршилиқ ўзгаришига ҳамда радиоскопик ва инфрақизил датчиклар - газ ва хавонинг физикавий хусусиятларини ўзгаришига асосланган бўлади.

Хаво намлигини аниқлашнинг психрометрик усули қуруқ ва сув билан намланган икки термометрларни қўллашга асосланган бўлади. Бу принципда намликни назорат тизими датчикли-электропсихрометрлар ишлайди. Электропсихрометрнинг принципиал схемаси 2.23-расмда келтирилган.

Мувозанатсиз, кўприкнинг икки елкасига иккита бир ҳил яримўтказгичли терморезисторлар уланган бўлиб, улар гигроскопик керамик трубкага жойлаштирилади. Бирламчи трубканинг бир томони сувга тушурилади, иккинчи томони эса хавода туради. Яъни терморезистор ( $R_g$ ) қуруқ трубкада жойлашади ва унинг харорати хаво хароратига тенг бўлади. Сув билан намланадиган иккиламчи трубкадаги терморезисторнинг ( $R_n$ ) қаршилиги намнинг парланишига боғлиқ бўлади ва буғланиш жараёнида хароратнинг камайиши ҳисобига унинг қаршилиги нисбатан юқори бўлади. Хаво намлиги қанчалик кам бўлса, нам трупка сиртидан сувнинг парланиши тезроқ бўлади. Бунда  $R_k$  ва  $R_n$  орасидаги фарқ катта бўлади ва ўзгартиргичдаги ( $U$ ) чикиш сигнали кучлироқ бўлади.



2.23-расм. Электрпсихрометрнинг принципиал схемаси.

Махсулотлар намлигини аниқлайдиган электрик датчиклар кондуктометрик (мухитнинг электр ўтказувчанлиги ўзгариши), диэлкометрик (диэлектрик сингдирувчанлиги  $\epsilon$  ўзгариши), радиоизотопли, электроабсорбционли, ултратовуш ва СВЧ (ўта юқори частотали) датчикларга бўлинади.

Кондуктометрик ва диэлкометрик датчиклар цилиндрик ёки текис хаво конденсаторларидан ясалган электродлардан ёки иголкали электродлардан ҳам ташкил топган бўлади. Махсулот конденсаторлар орасига жойлаштириб, унинг намлиги аниқланади.

## 2.8. Генератор датчиклари

Генератор датчикларида бевосита сезгир элементлар кириш сигнали ( $x$ ) чиқиш сигнаliga ( $y$ ) ўзгартирилади. Ушбу ўзгартириш кириш сигнали энергияси ҳисобига бўлади ва чиқиш сигнали электр юритувчи куч кўринишида ҳосил бўлади. Бу турдаги датчиклар жуда содда тузилган бўлади ва кўшимча энергия манбаисига эга бўлиши шарт эмас.

Генератор датчиклари индукцион, фотоэлектрик, пьезоэлектрик ва термоэлектрик датчиклари (термопаралар) гуруҳига бўлинади.

### 2.8.1. Индукцион датчиклар

Индукцион датчикларнинг иш принципи электромагнит индукция қонунига асосланган бўлади, яъни магнит оқими ўзгартирилаётган контурда

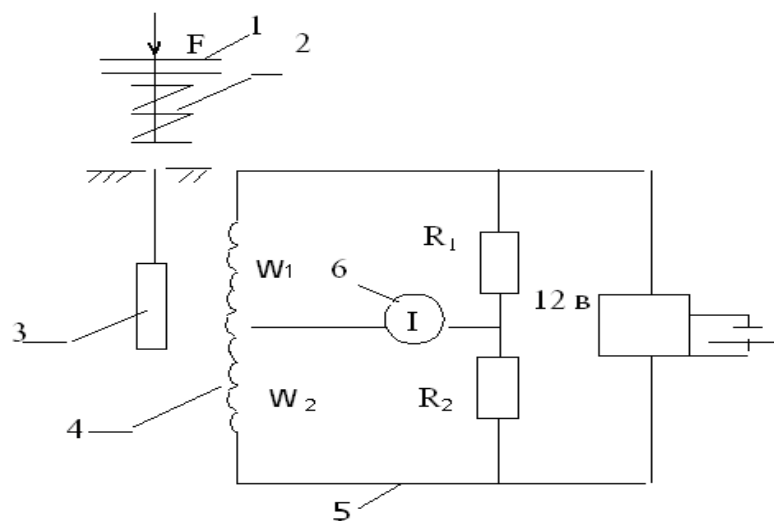
ЭЮК ҳосил бўлади:

$$E = - W_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad (2.28)$$

Индукцион датчиклар 3 җил кўринишга эга: 1. Чўлғамли 2. Ферромагнит детали харакатланувчи 3. Тахогенераторли

Индукцион датчиклар кишлоқ ва сув хўжалиги соҳасида кенг кўлланилади. Дон ўриш комбайни бункери оғирлигини индукцион датчиклар орқали узлуксиз назорат қилиш схемаси 2.25-расмда келтирилган.

Унинг ишлаш принципи қуйидагича: Бункерни (1) донни тўлиши ва унинг оғирлигини ўзгариши натижасида пружина (2) сиқилади. Магнитланмаган пўлат ўзак (3) кетма-кет уланган чўлғамлардан ( $W_1$  ва  $W_2$ ) иборат ғалтак (4) ичида харакатлана бошлайди. Бу иккита чўлғамлар кўприк схеманинг (5) икки кўшни елкасини ташкил этади. Схемдаги кўприкнинг битта диагонаliga ўлчов асбоби уланган, иккинчисига эса махсус таъминлаш блокидан ўзгарувчан кучланиш узатилади.

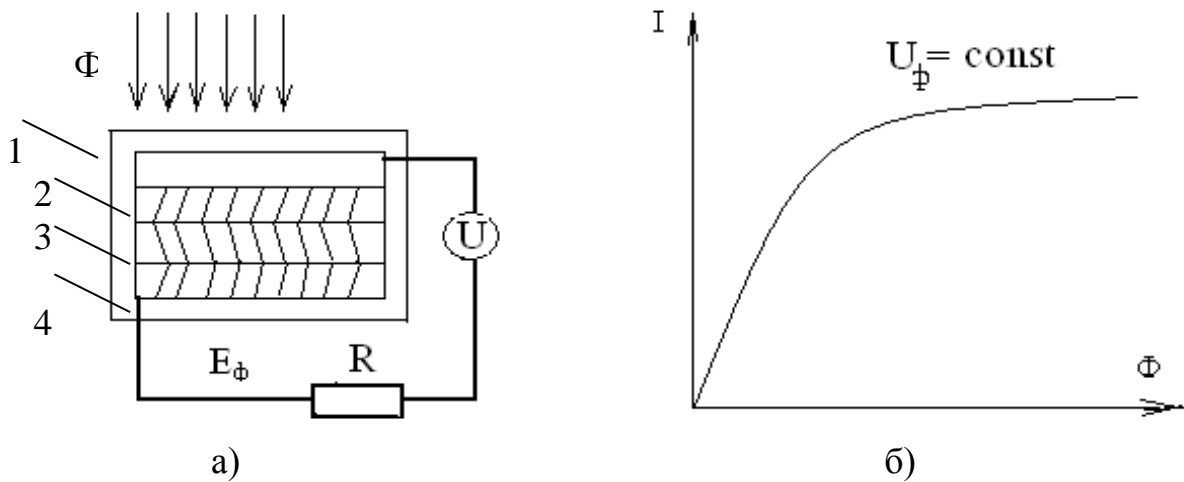


2.24-расм. Дон ўриш комбайни бункери оғирлигини индукцион датчиклар орқали узлуксиз назорат қилиш схемаси

### 2.8.2. Фотоэлектрик датчиклар

Фотоэлектрик датчиклар гуруҳига кирувчи фотодиодлар ва вентилли фотоэлементларнинг иш принципи ички фотоэффект ҳодисасига асосланган бўлади. Ички фотоэлектрик эффект уруғлик оқими таъсирида эркин электронлар ўзининг энергетик ҳолатини ўзгартириб, модданинг ўзида қолиши ходисаси билан характерланади. Бунда модда ичида кўча оладиган эркин зарядлар ҳосил бўлади. Эркин зарядлар модда ичида кўчганда фотоэлектр юритувчи кучларни ҳосил қилади (ички фотоэффектли фотоэлементлар шу принципда қурилган) ёки электр ўтказувчанликни ўзгартиради (фотоқаршиликлар шу принципда қурилган).

Ички фотоэффектли фотоэлементлар кўпинча вентилли фотоэлементлар деб аталади. Селенли фотоэлементлар энг кўп тарқалган фотоэлементлар ҳисобланади. Селенли фотоэлементнинг тузилиши ва схемаси 2.25, а-расмда, унинг характеристикаси эса 2.25, б-расмда кўрсатилган.

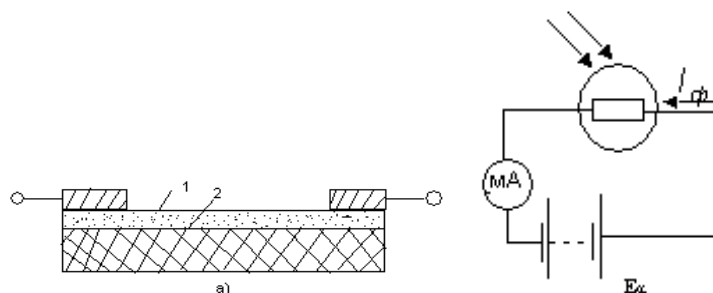


2.25-расм. Фотоэлемент ва унинг тавсифномаси.

Элемент (2.25,а-расм) юпка олтин катлами 1, беркитувчи катлам 2, селенли катлам 3 ва пўлат таглик 4 дан иборат. Селеннинг олтин билан чегарасида беркитувчи катлам ҳосил бўлади; бу катлам детекторлик хусусиятига эга бўлиб, ёруғлик оқими билан уриб чиқарилган электронларнинг орқага қайтишига имкон бермайди. Ёруғлик оқими олтин катлампдан ўтиб, вентилли фотоэффект ҳосил қилади, шунда электронлар ёритилган катлампдан ёритилмаган (изоляцияцион беркитувчи катлам билан ажратилган) катлампга ўтади. Бунинг натижасида потенциаллар айирмаси  $E_{\phi}$  ҳосил бўлиб, нагрузка қаршилиги  $R_{\phi}$  дан ток  $I_{\phi}$  ўтади.  $R_{\phi}$  қанча катта бўлса, электр ёруғлик характеристикаси тўғри чизикдан шунча кўп оғади (2.25, б - расм).

### 2.8.2.1. Фоторезисторлар

Фоторезистор – ярим ўтказгич фотоэлектрик асбоб бўлиб, бунда фото ўтказувчанлик ҳодисаси кўлланилади, яъни оптик нурланиш таъсирида ярим ўтказгични электр ўтказувчанлиги ўзгаради. Фоторезистор тузилиши куйидаги расмда кўрсатилган.



2.26. расм. Фоторезисторнинг тузилиши ва уланиш схемаси.

1-плёнка ёки пластик 2-диэлектрик материал.



Асосий катталиклари:

$$S_i = \frac{I_\phi}{\phi}, \quad (2.29)$$

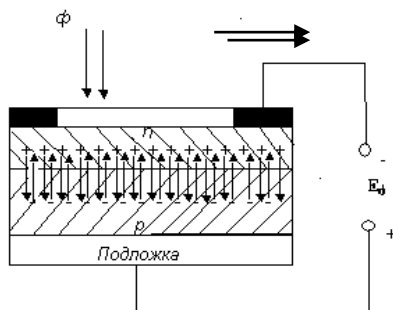
Ќоронѓулик ќаршилиги – ёритилмаган фоторезисторларнинг ќаршилиги ќиймати тенг диапазонга эга  $R_k = 10^2 \div 10^9$  Ом;

Ишчи кучланиши – ишчи кучланиш ќиймати фоторезистор ўлчамларига боѓлиќ, яъни электронлар орасидаги масофага боѓлиќ равишда 1-1000 В гача танланади.

Шуни таъкидлаш керакки, фоторезисторларнинг катталиклари, ташќи мућит таъсирида ўзгаради. Фоторезисторлар афзаллиги: юќори сезгирлиги, нурланишнинг инфраќизил ќисмида ќўллаш мумкинлиги, ўлчамлари кичиклиги ва доимий ток ва ўзгарувчан ток занжирларида ќўллаш мумкинлиги.

### 2.8.2.2. Фотодиодлар

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



2.27. расм. Диоднинг тузилиши

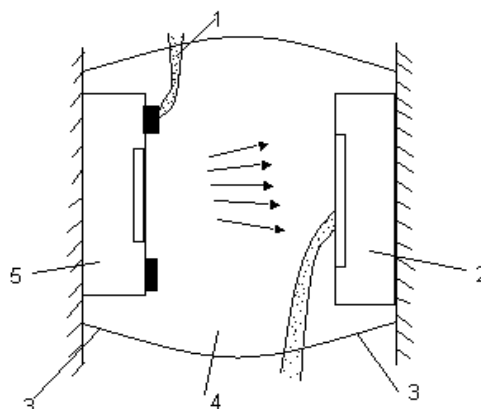
### 2.8.2.3. Оптоэлектрон асбоблар

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

Ќўп тарќалган оптоэлектрон асболардан бири оптрондир. Оптрон нурланиш манбаси ва ќабул ќилгичдан тузилган бўлади. Бу иккаласи бир корпусга жойлаштирилган ва бир бири билан оптик ва электр боѓликликка эга бўлади.

Электрон ќурилмаларни оптронлар алоќа элементи функциясини бажаради, бунда маълумот оптик нурлар орќали узатилади. Бунинг ћисобига

галваник боғланиш бўлмайди, ва электрон ускуналарга салбий таъсир этувчи кайта боғланишлар бўлмайди.



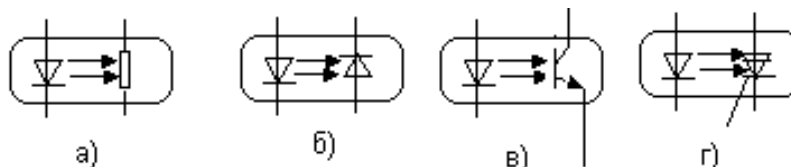
2.28. расм. Оптронни тузилиши.

1- Чикишлар; 2 - Фотокабул килгич; 3-Корпус; 4-Оптик муҳит; 5-Светодиод

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

Замонавий оптоэлектронларда нур чиқарувчи сифатида светодиодлар, фото кабул килгич сифатида эса фоторезисторлар, фототиристорлар қўлланилади.

Қўлланилган фото кабул килгич турига қараб оптронлар – фоторезисторли, фотодиодли, фототранзисторли ва фототиристорлиларга бўлинади.



2.29.- расм. Оптронларнинг шартли график белгиланиши

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

Фотоэлектрик асбобларни белгилаш тизими: Фотоэлектрон асбоблар харф-сонли код билан белгиланади: - 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;

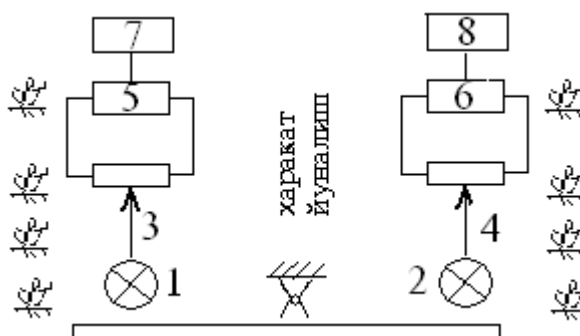
у-Униполяр фоторезистор

Б – биполяр фоторезисторлар

Л – кучкили фотодиодлар

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

Оптоэлектроник датчиклар кишлоқ ва сув хўжалигида ва саноатда кенг қўлланилиб келинмоқда. 2.30-расмда ерга ишлов бериш агрегатини автоматик бажаришда ўсимликлар қаторини назорат қилиш фотодатчикнинг схемаси келтирилган.



2.30-расм. Ерга ишлов бериш агрегатини автоматик бошқариш тизимида ўсимликлар қаторини фотодатчик ёрдамида назорат қилиш схемаси:

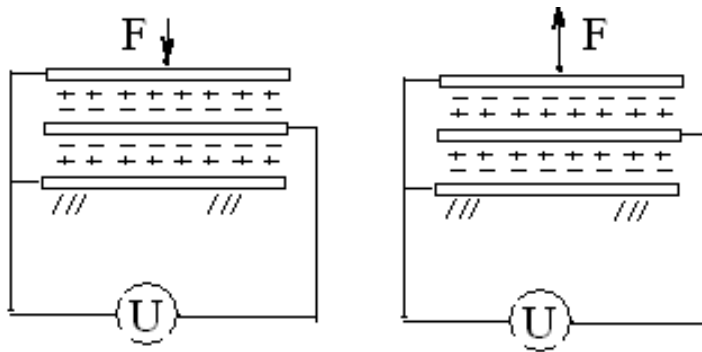
1,2-ёруғлик манбаи, 3,4-фотоқаршилик ,  
5,6-кучайтиргичлар, 7,8-ижро механизмлари.

Ушбу датчик ишлов бериш агрегатининг икки томонидан жойлаштирилади ва улар ёруғлик манбасидан (1,2) ,фатоқаршиликдан (3,4), кучайтиргичдан (5,6), ва ижро механизмдан (7,8) ташкил топган Қурилманинг ишлаш принципи қуйидагича Агрегатнинг четга чиқиши содир бўлса, ёруғлик манбаси билан (1ёки2) фатоқаршилик (3ёки4) оралиғини ўсимлик тўсиб қолади ва бунда ёруғлик нури фоторезисторга тушмай қолади. Натижада кучайтиргич чиқишида (5ёки6) сигнал холати ўзгаради ва ижро механизмини (7ёки8) ишлаб кетишга сабаб бўлади, яъни ишлов бериш агрегати автоматик равишда харкат қилишини ташкил этади.

Бугунги кунда фотодатчиклар далалардаги хашоратлар харакатини ва сонини аниқлашда ,метрода харакатларни назорат қилишда , кўча ёруғлигини бошқариш каби жараёнларда қўлланилиб келинмоқда

### 2.8.3. Пьезоэлектрик датчиклар

**Пьезоэлектрик датчикларни** (2.31-расм) ишлаш принципи баъзи кристалл моддаларнинг механик куч таъсирида электр заряд ҳосил қилиш қобилиятига асосланган. Бу ходиса 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. кўпинча кварц ишлатилади. Кварцнинг пьезо электроэффекти  $+500^{\circ}\text{C}$  гача бўлган температурага боғлиқ эмас, лекин  $+570^{\circ}\text{C}$  дан ошган температурада бу эффект нолга тенг бўлиб қолади.



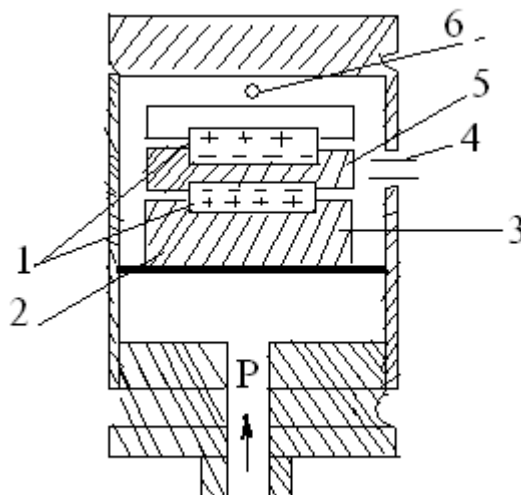
2.31-расм. Пьезоэлектрик датчикнинг схемаси  
 Пьезоэлектрик датчикларнинг ёсил киладиган ЭЮК босимга  
 пропорционал бўлиб, куйидаги формула оркали аниқланади:

$$U = \frac{a_0 F_x}{C} \quad (2.30)$$

бу ерда – C - датчикнинг умумий сиғими  
 F<sub>x</sub> - механик босим  
 a<sub>0</sub> - пропорционалик коэффициент  
 Ушбу датчикнинг сезгирлиги:

$$K_{\partial} = \frac{\Delta U}{\Delta F_x} \quad (2.31)$$

Кўриб чиқилган принципа пьезоэлектрик манометрлар ишлайди  
 (2.3.2-расм).



2.32-расм. Пьезоэлектрик манометрнинг схемаси:  
 1-босим мемранаси, 2, 5-металл кистирмалар, 3-потенциал кистирма,  
 4-изоляциян ўтказгич, 6-шарик.

Пъезокварц манометрнинг тузилиш схемаси 4-расмда келтирилган. Ўлчанаётган босим мембрана 1 орқали кварц пластинкалар 7 га таъсир қилади. Бу пластинкаларнинг металл кистирма 2 га тегиб турган ички томонида бир ғил ишорали зарядлар пайдо бўлади. Пластинкаларнинг ички томонидаги потенциал кистирма 3 билан уланган ва изоляцияланган ўтказгич 4 орқали олинади, пластинкаларнинг устки томонидаги потенциал эса корпус, металл кистирмалар 2 ва 5, мембрана 1 ва шарик 6 орқали олинади. Ўлчанаётган босимга пропорционал бўлган потенциаллар фарқ пластиналардан олиниб, кучайтирувчи лампа сеткасига узатилади.

#### 2.8.4. Термоэлектрик датчиклар (термопаралар)

Хароратни ўлчашнинг термоэлектрик усули термоэлектрик термометрнинг (термопаранинг) термоэлектрик юритувчи кучи (термо э.ю.к.) хароратига боғлиқлигига асосланган. Бу асбоб  $-200^{\circ}\text{C}$  дан  $2500^{\circ}\text{C}$  гача бўлган хароратларни ўлчашда техниканинг турли соҳалари ва илмий текшириш ишларида кенг қўлланилади. Термоэлектрик термометрлар ёрдамида хароратни ўлчаш 1821 йилда Зеебек томонидан кашф этилган термоэлектрик ходисаларга асосланган. Бу ходисаларнинг хароратларни ўлчашда қўлланилиши икки ғил металл симдан иборат занжирда уларнинг кавшарланган жойида хароратлар фарқи ҳисобига ҳосил бўладиган Э.Ю.К. эффеќтидан иборат. Т.Э.Ю.К. ҳосил бўлишининг сабаби эркин электронлар зичлиги камроқ металлга диффузияси билан изохланади. Шу пайтда икки хил металлнинг бирикиш жойида пайдо бўладиган электр майдон диффузияга қаршилиқ кўрсатади. Электронларнинг диффузион ўтиш тезлиги пайдо бўлган электр майдон таъсиридаги уларнинг қайта ўтиш тезлигига тенг бўлганда харакатли мувозанат ҳолати ўрнатилади. Бу мувозанатда А ва В металлар орасида потенциаллар айирмаси пайдо бўлади. Электронлар диффузиясининг интенсивлиги ўтказгичлар бириккан жойнинг хароратига ҳам боғлиқ бўлгани сабабли биринчи ва иккинчи уланмаларда ҳосил бўлган э.ю.к. ҳам турлича бўлади.

Термоэлектрик термометрларни яратиш учун ишлатиладиган термоэлектрод материаллар бир қатор хусусиятларга эга бўлиши шарт, чунончи: иссиққа чидамлилик ва механикавий мустахкамлик; кимевий инертлик; термоэлектр бир хиллик; стабиллик ва термоэлектр характеристикани тиклаш; т.э.ю.к.нинг температурага бўлган (чизиқли характеристикасига яқин ва бир ишорали) боғланиши; юқори сезгирлик.

Термопараларнинг қуйидаги турлари мавжуд:

1. Платинародий - платина термопара (ТПП)- нейтрал ва оксидланадиган мухитда ишончли ишлайди, аммо тикланиш атмосферасида, айниқса, металл оксидлари термопарага яқин жойлашган ерда тез ишдан чиқади. Металл бўғлари ва углерод (айниқса унинг оксиди) платинага зарарли таъсир кўрсатади.

2. Платинародий (30%- родий)- платинародий, (6%- родий) термопара (ТПР-306 тип). Бу термопараларнинг асосий хусусияти 1800<sup>0</sup>С гача температурани ўлчаш ва кичик т.э.ю.к. га эга бўлишдир.

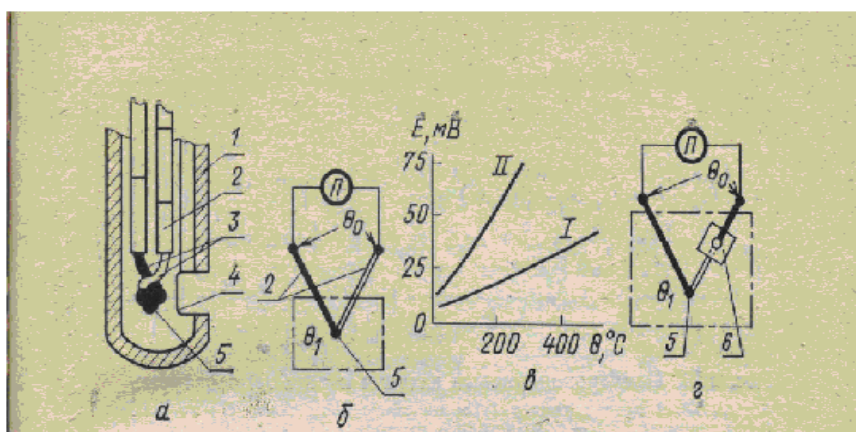
3. Хромель - алюмель (ТХА тип) термопара нодир бўлмаган металллардан тайёрланган термопаралар орасида энг турғуни ҳисобланади. Мусбат электрод-хромель (89% Ni; 9,8% Cr; 1% Fe; 0.2% Mn) котишмадан, манфий электрод-алмель эса (94% Ni; 2% Al; 2,5% Mn; 1% Si; 0,5% Fe) котишмадан иборат. ТХА термопара 1300 <sup>0</sup>С гача бўлган температурани ўлчаш учун кўлланилади.

4.Хромель-копель термопара (ТХК)- турли мухитларнинг температурасини ўлчаш учун ишлатилади. Манфий электрод - копель мис ва никель котишмасидан (59% Cu; 44% Ni) иборат. ТХК термопара 800 <sup>0</sup> С гача температурани ўлчаш учун ишлатилади, унинг т.э.ю.к. бошқа термопараларникига қараганда анча катта.

5. НК - СА котишмаларидан тайёрланган (ТНС типидagi) термопара эркин учининг температурасига тузатиш киритишни талаб қилмайди, чунки 200 <sup>0</sup> С гача температурани ўлчайдиган термопаранинг т.э.ю.к. амалда нолга тенг. Юқориги температура чегараси 1000 <sup>0</sup> С. Платина группасидаги ТПП ва ТПР термопаралари 0,5 еки 1мм диаметрда тайерланиб, чинни мунчоқ ёки трубка билан изоляцияланади. ТХА, ТХК ва ТНС термопаралар 0,7...3,2 мм диаметрлик симдан тайерланиб, сопол мунчоқ билан изоляция қилинади.

Механикавий тайзиқ ва ўлчанаётган мухит таъсиридан сақлаш учун термопара электроди ҳимоя арматураси ичига олинади.

Юқорида айтилганидек, термопара билан температурани ўлчаш пайтида термопаранинг эркин учларидаги температуранинг ўзгаришига қараб тузатиш киритилади. Саноатда автоматик равишда тузатиш киритиш учун электр кўприк схемалар кўлланилади



2.33-расм. Термоэлектрик термометрнинг принципиал схемаси.

### 3-боб. Автоматика релелари

#### 3.1. Релелар хақида тушунча ва уларнинг классификацияси

Реле деб маълум бир кириш сигнали ўзгарганда чиқиш сигнали сакрашсимон ўзгарувчи мосламага айтилади. Реле кишлоқ хўжалик автоматикасида энг кўп қўлланиладиган элементлардан бири ҳисобланади. Таъсир қиладиган физик катталикларига қараб улар электрик, механик, магнит, иссиқлик, оптик, радиоактив, акустик ва кимевий релеларга бўлинади.

Иш принципи бўйича электрик релелар ўз навбатида 9-турга бўлинади (3.1-рasm).



3.1-рasm. Электрик релеларнинг классификацияси.

**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 бўйича магнитоэлектрик релега ўхшаш лекин ундаги магнит майдони махсус уйғотиш чўлғами билан ҳосил этилади.

**Индукцион** реленинг иш принципи реленинг чўлғами ҳосил қиладиган ўзгарувчан магнит оқими ва харакатланувчан дискда ҳосил бўладиган ток ўзаро таъсирига асосланган.

**Ферромагнит** релелар магнит катталиклари (магнит оқими, магнит майдони кучланганлиги) ёки ферродинамик материалларининг магнит тавсифномалари ўзгартилиши таъсирида ишлайди.

**Электрон ва ион** релелари бевосита кучланиш ёки ток кучи натижасида ҳосил бўладиган сакрашсимон ўзгаришлар таъсирида ишлайди.

**Электроиссиқлик** релелари харорат таъсирида ишлайди. Уларнинг иш принципи юқорида кўриб чиқилган биметалик ва билатомитрик датчикларнинг иш принципига ўхшаш бўлади.

**Резонанс** релелари иш принципи электрик тебраниш тизимларда ҳосил бўладиган резонасга асосланган.

### 3.2. Релеларнинг асосий кўрсаткичлари

1. Ишга тушиш кўрсаткичи - релелар ишга тушиш пайтидаги кириш катталигининг энг кичик киймати - **Хи.т.**

2. Кўйиб юбориш кўрсаткичи-реленинг олдинги ҳолатига қайтиши учун зарур бўлган кириш катталигининг энг катта киймати - **Хк.ю.**

3. Қайтиш коэффиценти- $K_k = X_{к.ю.} / X_{и.т.}$  нисбати.

4. Ишчи параметри - реле узоқ вақт ишлаши учун зарур бўлган кириш катталигининг киймати (номинал) режимидаги - **Хиш.**

Заҳира (запас) коэффиценти:

$$\text{ишга тушиши} \quad K_{з.и.т.} = \frac{X_{иш}}{X_{и.т.}} \quad 1,5$$

$$\text{кўйиб юбориш} \quad K_{з.к.ю.} = \frac{X_{к.ю.}}{X_{иш}}$$

6. Кучайтириш коэффиценти - контактлардаги қувватнинг кириш сигналидаги қувватга нисбати

$$K_k = \frac{P_{конт}}{P_{иш}}$$

Релеларнинг яна бир муҳим параметрларидан (9.2- расм) бири - уларнинг ишга тушиш ва кўйиб юбориш вақтлари. Чўлғамга кучланиш берилганда у шу вақтнинг ўзида ишга тушмасдан, балки бир оз вақтдан кейин ишга тушади. Ушбу **Т и.т** вақт ишга тушиш вақти деб аталади. Кучланиш чўлғамидан ажратилганда ҳам кўйиб юбориш маълум бир вақт ичида амалга ошади -  $T_{к 10}$ . Бу вақт куйиб юбориш вақти дейилади. Ушбу инерционлик чулгамнинг катта индуктивлик билан тушунтирилади. Графикдаги 0 нуктаси чулгамни манбага уланишига тугри келади. **Т** силжиш вақти мобайнида реленинг харакатланувчи қисмлари тинч ҳолатда бўлади. Ток эса **И** ит токи киймати гача усади. **Т=Т** вақт мобайнида реленинг харакатланувчи қисмлари бир турғун ҳолатдан иккинчи турғун ҳолатга ўтишади. Шундан кейин ток ўзининг номинал кўрсаткичи – **И н** гача ошади.

Кучланиш ажратилиши билан реленинг токи **Т** гача камаяди. Бу вақтда якорь ўзининг эски ҳолатига қайтади. Демак реленинг ажралиши **Т** вақт мобайнида амалга ошади.



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

### 3.3. Реле контактларининг эксплуатацион катталиклари

Релеларнинг пухталиги ва контактларининг коммутацион хусусиятлари асосан контактларга боғлиқ. Релеларнинг контактлари қуйидаги эксплуатацион кўрсаткичлар билан тавсифланади.

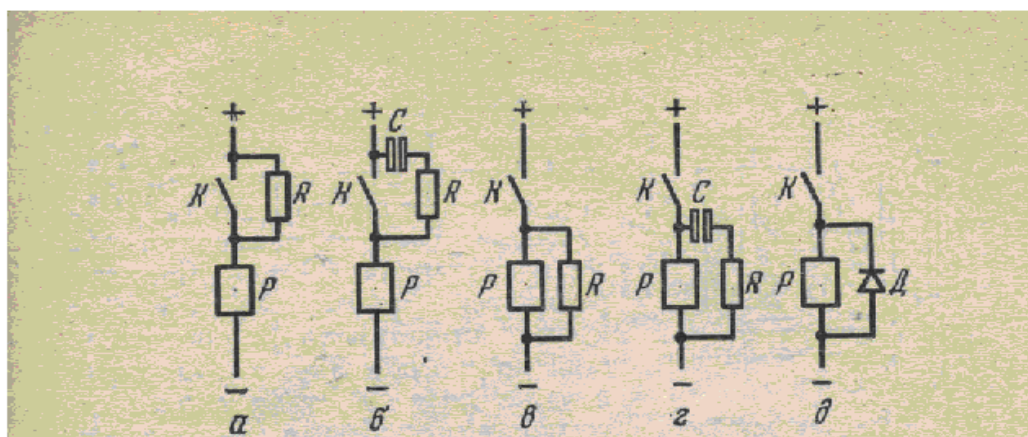
Рухсат этилган чегаравий ток – **I р.э.** Бу кўрсаткич контактлар қизиқ ўзининг физико-механикавий хусусиятларини юқотмайдиган ҳарорат билан аниқланади. Рухсат этилган чегаравий токни ошириш учун контактларнинг қаршилигини камайтириб, уларнинг совитиш юзасини ошириш керак.

Рухсат этилган чегаравий кучланиш - **U р.э.** Контактлар ўртасидаги изоляцияни ва контактлараро масофада тешиб ўтиш кучланиши билан аниқланади.

Рухсат этилган чегаравий қувват – **P р.э.** Бу кўрсаткич контактлар ажралиш жараёнида турғун - ёйни (дугани) ҳосил қилмайдиган занжирнинг қуввати билан аниқланади.

Контактларнинг иш режимини енгиллаштириш мақсадида контактларга (3.2 - расм, а, в) ёки чўлғамга (3.2 - расм, в, г, д) шунт сифатида қўшимча элементлар улаш мақсадга мувофиқдир.

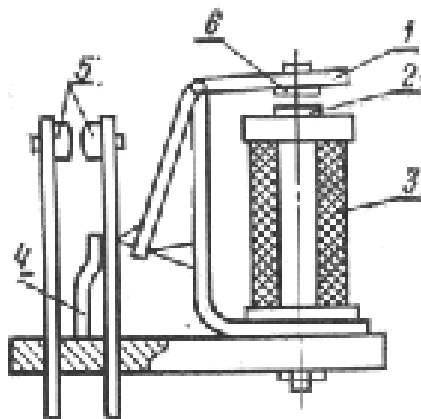
Чўлғамнинг индуктивлиги ҳисобига йиғилган магнит энергияси контактлараро масофада сарфланмасдан, резистор ва конденсатор ёки чўлғамнинг ўзида сарфланади. Резистор қаршилиги чўлғамнинг актив қаршилигидан 5-10 баробар катта бўлиши керак. Конденсаторнинг сўғими эса  $C=0,5 - 2,0$  мкф.



3.2.-расм. Реле контактлари ишини енгиллаштирувчи схемалар.

### 3.4. Электромагнитли релелар

Юқорида айтилган релеларнинг орасида киишлоқ хўжалиги автоматикасида энг кенг қўлланиладигани электромагнит релеларидир. Энг оддий электромагнит релесининг схемаси 3.3 -расмда кўрсатилган.



3.3-расм. Электромагнитли реленинг схемаси

Чўлғамдаги 3 кучланиш таъсирида ҳосил бўлган магнит майдон харакатланувчи якорни 1 кўзғалмас ўзакка 2 тортади. Якорнинг харакати натижасида контактлар 5 уланади. Кучланиш ажратилса пружина 4 таъсирида контактлар эски ҳолатига қайтади. Қолдиқ магнит оқими таъсирида якорь тез ажратиш мақсадида узокка номагнитик материалдан бажарилган штифт қотирилади. Чўлғамдаги токнинг кўриниши бўйича электромагнит релелар ўзгармас ҳамда ўзгарувчан ток саноат ва юқори частотали релеларга ажратилади. Релеларнинг тўғри ва пухта иши уларнинг тортиш ва механик тавсифномалари ўзаро мосланганликка боғлиқ. Тортма тавсифнома - бу чўлғамнинг электромагнит кучланганлиги ва якорь билан ўзак ўртасидаги ҳаво оралиғи ораларидаги боғлиқлик. Механик тавсифнома эса пружинанинг кучланганлиги билан якорьнинг сўрилиш ораларидаги очиклилик реленинг ишга тушиш шарти – унинг тортиш тавсифномаси (9.4, б-расм) механик тавсифномаси устида бўлиши керак. Кўйиб юбориш шарти эса аксинча. тортиш тавсифномалари  $E = ( )$  - ҳаво бўшлиғи минимумдан максимумгача ўзгарилаётганда ҳар ҳил ампер - ўрамлар сони учун геппер болалар оиласидир. Реленинг кўйиб юбориши  $m =$  э.к.ю. нуктасида амалга ошади. Ток ошиши билан якорь 4 нуктасида силжийди лекин узокка фақат 3 нуктасида э.и.т. нуктасида ёпишади.

## 4-боб. Мантикий элементлар

### 4.1. Мантик алгебрасининг асосий тушунчалари

Ҳалқ хўжалигининг ҳамма тармоқларида меҳнат унумдорлиги билан мос равишда автоматлаштириш даражасининг ўсиши электр қурилмалари схемаларининг мураккаблашувига олиб келади. Бу схемалардаги асосий қурилма реле ҳисобланади. У қоидага биноан, электр сигналларининг кўпайиши, кучайиши ва блоклаш учун хизмат қилади. Релелар ишининг ишончлиги эса юқори эмас. Реленинг кўзгалувчан элементлари дейилади, тебранишдан винтли бирикмаларнинг механик мустахкамлиги бузилади, контактлар қуяди ва хоказо. Шунингдек ташқи омиллар, яъни хароратнинг кўтарилиши, чанг, агрессив муҳит таъсири металл нарсаларнинг оксидланишига, электр уланишнинг бузилишига олиб келади. Бундан ташқари реле жуда ҳажмдор қурилма. У ишлаётганда шовқин ва тебранишлар тарқатади. Улар катта оғирликка ва инерционликка эга. Замонавий электроникада реле қурилмалари ўрнига уларнинг вазифасини тўла бажара оладиган контактсиз элементлар қўлланилади. Релели ва контактсиз схемаларда сигналнинг ўтиши махсус математик аппарат ёрдамида ёзилади. Бу тўғрида қуйида тушунча берамиз. Мантик алгебраси фикрлар орасидаги турли мантикий боғланишларни ўрганади ва фақат иккита қиймат хақиқий “1” ва соғта “0” билан иш кўради.

Мантик алгебрасида учта асосий мантикий функция бор.

1. Мантикий кўпайтирув, яъни конъюнкция “ВА”.
2. Мантикий кўшув, яъни дизъюнкция “ЁКИ”.
3. Мантикий инкор “ЙЎҚ”.

Логика алгебраси - бу 0 ва 1 қийматларини қабул қилиб, ўзгарувчан катталиқлар ўртасидаги боғлиқликни ўрганадиган анализ ва синтез математик аппаратиدير. Бу иккита қийматга ҳар ҳил ўзаро қарама-қарши ҳодисалар, шарт ва ҳолатлар қўйилади. Масалан, контактнинг уланиши-1, контактнинг ажралиши-0; сигнал мавжудлиги-1, сигналнинг йўқлиги-0; ёпиқ занжир-1, очиқ занжир-0. Бу ерда шуни назарда тутиш керакки, 0 ва 1 рақамлари миқдорий нисбатни англатмайди ва сон ҳам эмас, балки улар символ ҳисобланади.

**Логик ўзгарувчи** деб- фақат иккита 0 ва 1 қийматларини қабул қилувчи катталиқка айтилади.

**Логик функция** деб-аргументлари каби фақат 0 ва 1 қийматларни қабул қилувчи функцияга айтилади.

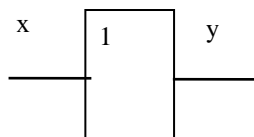
Логик функцияларда киришдаги ва ўзгарувчи қийматларнинг турли хил амаллари термалар дейилади. Киришдаги ўзгарувчилар қийматлари ва логик функциялар қийматлари термаси функциянинг ҳақиқийлик жадвали дейилади. Жадвалдан фойдаланишнинг афзаллиги шундаки, функциянинг математик ёзуви, унинг таркибини ҳамма вақт ҳам яққол кўрсатавермайди. Бу бўлим бўйича қўшимча адабиёт “Ҳисоблаш техникаси” курсида тавсия қилинади. қуйидаги асосий функциялар тўғрисида баён берилган.

## 4.2. Мантикий элементлар бажарадиган функциялар.

### ТАКРОРЛОВЧИ

Такрорлаш функциясининг математик кўриниши  $y = k \cdot x$  бўлиб, бу ифода логик элементнинг чиқиш сигнали  $y$  кириш сигнали  $x$  дан  $k$  марта фарқ қилишини англатади.

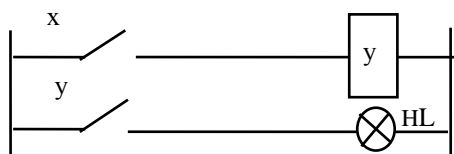
Бунда уларнинг ишоралари бир хил. Бундай элементлар кириш сигнаolini кучайтирувчи ва бўлувчилар ҳисобланади.



Принципиал схема буйича белгиланиши.

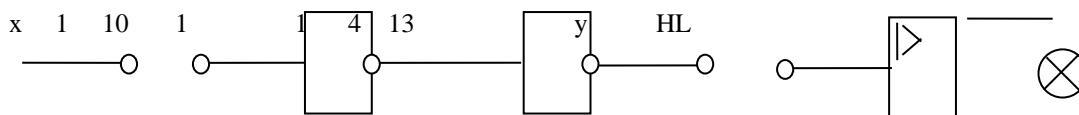
x	y
0	0
1	1

Ҳақиқийлик жадвали.



Реле эквиваленти.

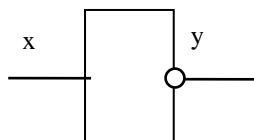
Схемали ечим:



4.1- расм

### “ЭМАС”

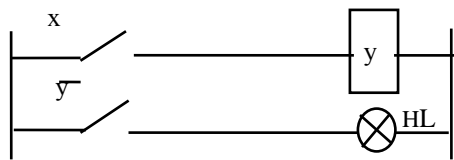
“ ЭМАС ” функцияси логик инкор дейилади ва математик кўриниши қуйдагича:  $y = x'$ . Бу ифода элементнинг чиқишдаги  $y$  сигнали, киришдаги  $x$  сигнали бўлмаганда мавжудлигини ва аксинча бўлишини англатади.



Принципиал схемада белгиланиши.

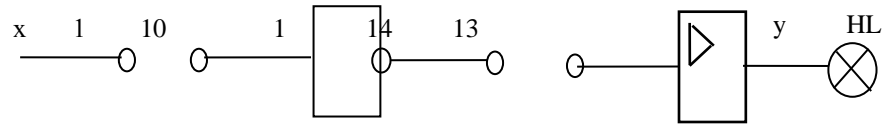
x	y
0	1
1	0

Ҳақиқийлик жадвали



Реле эквиваленти.

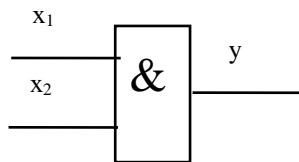
Схемали ечими.



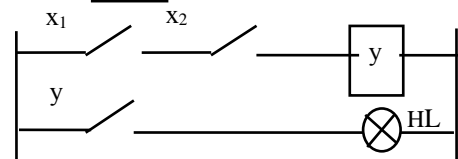
4.2 - расм

**“ВА”**

“ВА” функцияси логик кўпайтириш ёки конъюнкция дейилади ва математик  $y = x_1 * x_2$  кўринишда ифодаланади. Бу функция логик элементнинг киришдаги  $x_1$  ва  $x_2$  сигналлари фақат бир вақтда пайдо бўлгандагина, чиқишдаги  $y$  сигнали ҳосил бўлишини англатади.



Принципиал схемада белгиланиш

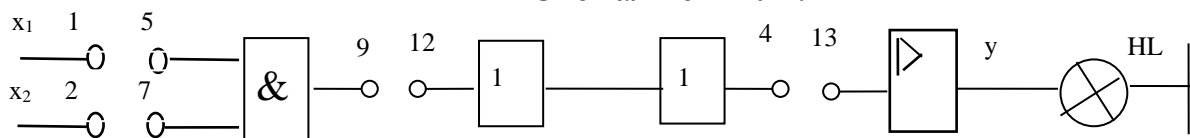


Реле эквиваленти

Ҳақиқийлик жадвали

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

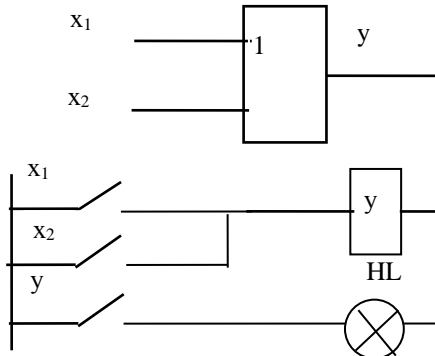
Схемали ечимли:



4.3 - расм

## “ЁКИ”

“ЁКИ” функцияси логик кўшиш ёки дизъюнкция дейлади ва математик ифодаланиши куйдагачи:  $y = x_1 \vee x_2$ . Бу ифода логик элементнинг киришда ҳеч бўлмаганда  $x_1$  ёки  $x_2$  мавжуд бўлса, чиқишдаги  $y$  сигнали пайдо бўлишини англатади.



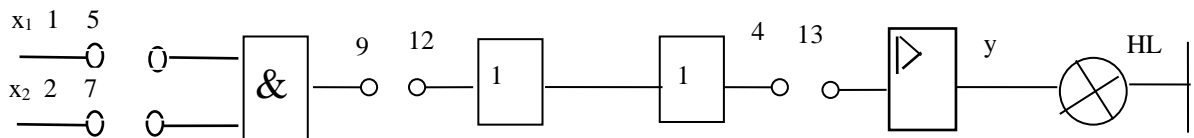
Принципиал схемада белгиланиши

Реле эквиваленти

Ҳақиқийлик жадвали

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

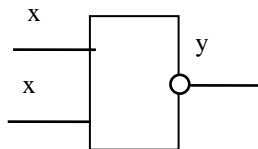
Схемали ечим:



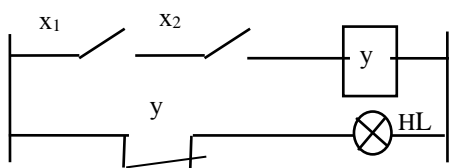
4.4 - расм

## “ВА-ЭМАС”

“ВА-ЭМАС” функцияси Шеффер штрихи ёки операцияси дейлади ва математик  $y = x_1 * x_2$  кўринишида ифодаланади. У логик элементнинг чиқишдаги  $y$  сигнали, киришдаги  $x_1$  ва  $x_2$  сигнали фақат бир вақтда пайдо бўлгандагина ҳосил бўлмаслигини англатади.



Принципиал схемада белгиланиши

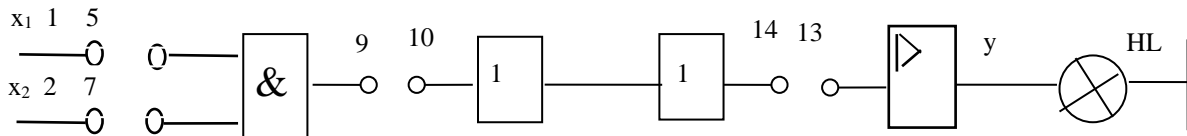


Реле эквиваленти

## Хакикийлик жадвали

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

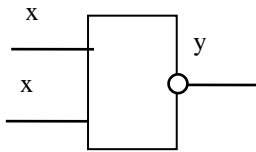
### Схемали ечими



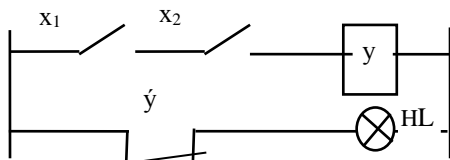
4.5 - расм

## “ЁКИ-ЭМАС”

“ЁКИ-ЭМАС” функцияси Пирс стрелкаси ёки жараёни дейилади ва математик ифодаланиши:  $y = x_1 \vee x_2$ .



Принципиал схемада белгиланиши.

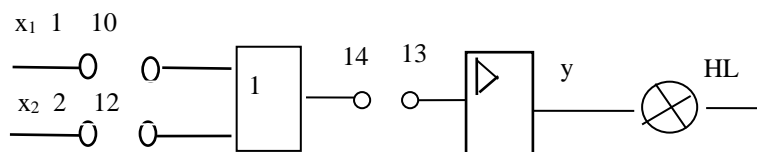


Реле эквиваленти.

Хакикийлик жадвали.

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	0
0	0	0

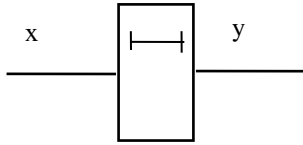
### Схемали ечими.



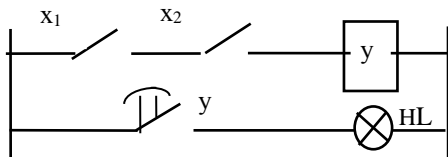
4.6 - расм

## “УШЛАБ ТУРИШ”

“УШЛАБ ТУРИШ” функцияси математик  $y = (x_1 \wedge x_2) \vee (x_1 \wedge \neg x_2) \vee (\neg x_1 \wedge x_2)$  кўринишида ифодаланади. Бу функция логик элементнинг чиқишдаги  $y$  сигнали кўринишида  $x_1$  га сигнал берилганда  $x_2$  вақт ўтгандан кейин ҳосил бўлишини англатади.

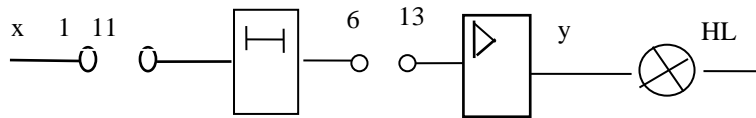


Принципиал схемадаги белгиланиши



Реле эквиваленти

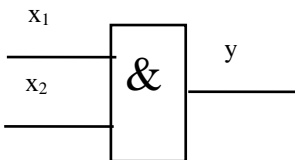
Схемали ечими



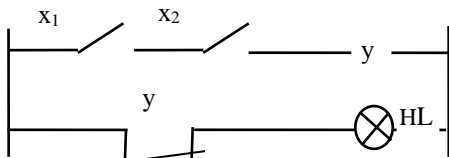
4.7 - расм

## “МАН КИЛМОҚ”

“МАН КИЛМОҚ” функцияси математик  $y = x_1 * x_2$  кўринишида ифодаланади ва  $y$  логик элементнинг чиқишдаги  $y$  сигнали фақат киришдаги  $x_1$  ва  $x_2$  сигналларнинг мавжудлиги ва ман қилувчи  $x_1$  сигналнинг йўқлиги пайтида ҳосил бўлишини англатади.



Принципиал схемада белгиланиши.



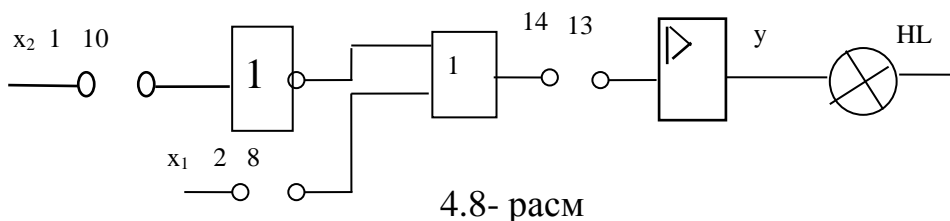
Реле эквиваленти



## Хакикийлик жадвали

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	0
	0	0

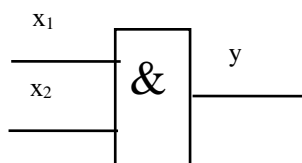
Схемали ечими



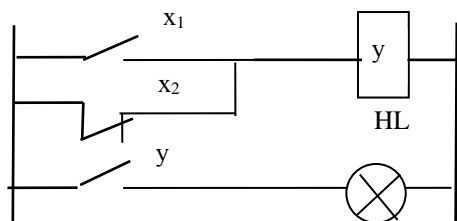
4.8- расм

## “ИМПЛИКАЦИЯ”

“ИМПЛИКАЦИЯ” функцияси математик  $y = x_1 * x_2$  кўринишида ифодаланadi. У логик элементнинг чиқишидаги у сигнали киришдаги  $x_2$  сигнали йўқ бўлса ёки  $x_1$  сигнали бор бўлса мавжуд эканлигини англатади.



Принципиал схемада белгиланиши

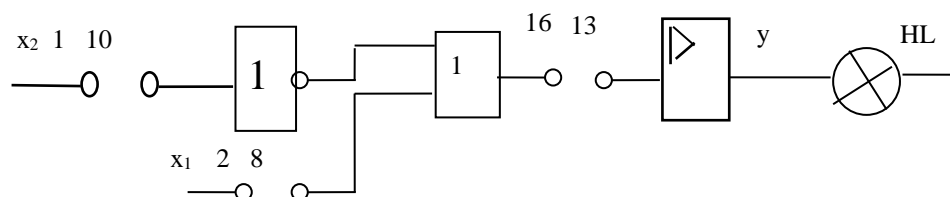


Реле эквиваленти

Хакикийлик жадвали.

$X_1$	$X_2$	$Y$
1	1	1
0	1	0
1	0	1
0	0	0

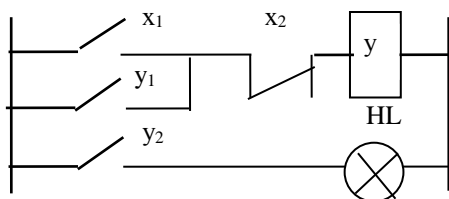
Схемали ечими:



4.9 - расм

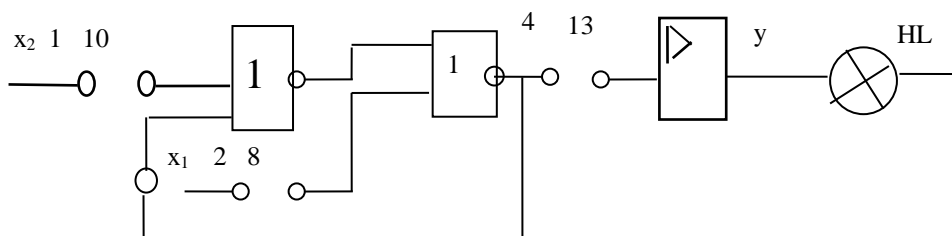
## “ХОТИРА”

“ХОТИРА” функцияси математик  $y_2 = (x_1 \vee y_1) x_2$  кўринишида ифодаланади. Бу функция кўйидагини англатади: логик элементнинг киришдаги  $x_1$  га сигнал берилса (хотирани улаш), тўғридаги чиқишда сигнал ҳосил бўлади. Бу ҳолат киришдаги  $x_2$  га сигнал бергунча (хотирани ўчириш), сақланади ва киришдаги  $x_1$  нинг ҳолатига боғлиқ эмас.



Реле эквиваленти

Схемали ечими



4.10 - расм.

### 4.3. Асосий мантикий элементлар

Т серияси 19 та элементдан иборат бўлиб, 4 та гуруҳга бўлинган: 7 та логик элемент, 3 та функционал элемент, 4 та вақт элементи, 5 та кириш кучайтиргичлари.

Умумий техник кўрсаткичлар. 40 минг соатлик хизмат муддати, нуқсонсиз ишлаш эҳтимоллиги  $p = 0,9$  ли уланишлар сонига боғлиқ эмас.

Элементлар кўйидаги шартларда нормал ишни таъминлайди:

- истеъмолдаги кучланиш хатолиги номинал кийматдан 10-15% бўлганда:
- ташқи муҳит ҳарорати  $-40^{\circ}$  дан  $+50^{\circ}$  С гача бўлганда:
- атроф муҳитнинг нисбий намлиги 90% гача ва ҳарорати  $25^{\circ}$  С бўлганда:
- 4д гача тезланиш частотаси 5-200 Гц диапазонадаги тебранишлар.

Транзисторли элементлар иши ишончли, созланишга ва тайёрланаётганида, ишлаётганида ростланишга муҳтож эмас, кузатиб туришни талаб қилмайди, атроф муҳитнинг ноъмақул шароитида ҳам ишлай олади. Кўпчилик элементлар дискретли сигналлардан оладиган иккита даражадаги кучланишларда ишлаш учун хизмат қилади (шартли “0” билан белгиланган кичик даража “1” билан белгиланган катта даража). “0” сигнали ўзгармас токда 1 вольтдан ошмаслиги, “1” сигнали ўзгармас токда 4 вольтдан кам бўлмаслиги зарур. Сигналларнинг кутбийлиги манфий. Т серияли элементлар контактсиз ва

контактли датчиклар билан ишлаши мумкин. Элементларнинг истемоллайдиган кучланиши -минус 12 ва 24 вольт. Силжиш кучланиши - плюс 6В. Кириш сигнали “1” -4...12 В, кириш сигнали “0” -0..1 В.

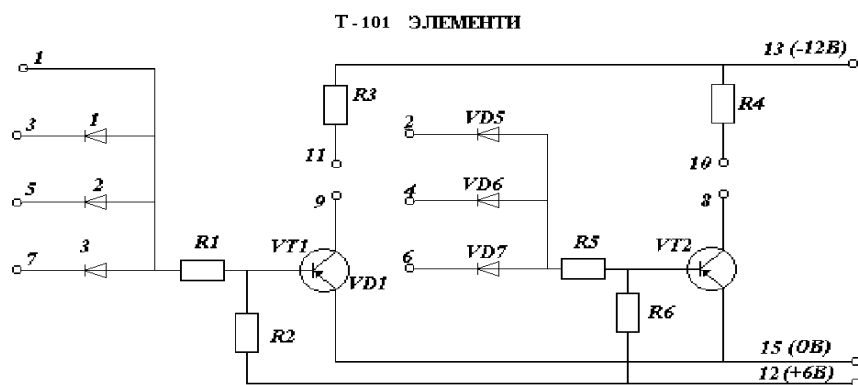
### 4.3.1. Т-101 мантикий элементи

Т-101 элементи логиканинг асосий элементи бўлиб, у ёрдамида исталган логик функцияларни бажариш мумкин.

Т-101 элементи ўз ичига иккита боғлиқ бўлмаган “ЁКИ-ЭМАС” схемасини олади. Ўз навбатида уларнинг ҳар бири “ЭМАС” инвенторини ташкил қилади. Улар эса учта диодли “ЁКИ” киришидан иборат. Бу элемент Пирс операцияси деб номланган  $y = x_1 \vee x_2 \vee x_3$  функциясини ҳам бажаради.

Ҳамма киришларда сигнал бўлмаганда, транзистор ёпиқ бўлади ва унинг чиқишида “1” деб қабул қилинган манфий потенциал мавжуд бўлади. Ҳеч бўлмаганда бирон бир киришга “1” берилганда, транзистор очилади ва чиқишда сигнал йўқолади.

Биринчи схеманинг киришлари-1, 2, 5, 7 чизиқлари, кириши эса 9 чизиғи, иккинчи схеманинг киришлари-2, 4, 6 чизиқлари, чиқиши- 8 чизиғи ҳисобланади. Элементнинг иш пайтида бошқа элементларнинг (Т-107 элементида ташқари) киришига 9 ва 11, 8 ва10 чизиқларини улаш зарур. Бунда Т-101 элементнинг чиқишига “ЁКИ-ЭМАС” схемасидан учтадан ортиғини уламаслик маъқул.



4.11-расм. Т-101 русумли ярим утказгичли мантий элементнинг схемаси.

### 4.3.2. Т-107 мантикий элементи

Т-107 элементи “ВА” функцияни бажариш учун хизмат қилади. Ташқи коммутациясиз Т-107 элементи иккита “ВА”схемасини бажаради: битта 10 чиқиши билан 4 та киришга (2, 4, 6, 8 чиқишлари), иккинчиси 11 даги чиқиш билан 2 та киришга (5, 7 чиқишлари). V5 ва V6 диодлирининг ташқи коммутация ёрдамида 4та кириш билан иккита “ВА” схемаси ёки 6 та кириш билан битта “ВА” схемаси ва 2 та кириш билан “ВА” схемасини бажариш мумкин. 9 ва 13 чизиқлари ўртасига уланган ташқи резистор ёрдамида 4 та

кириш билан битта “ВА” схемасига, 2 та кириш билан иккита “ВА” схемасини бажариш мумкин.

### 4.3.3. Т-303 мантикий элементи

Т-303 элементи исталган бир киришга (1, 7, 5) сигнал бергандан сўнг чиқиш сигналинини (г вақт ушлаб туриш билан) ҳосил бўлишини таъминлайди. Кириш сигнали йўқолиши билан чиқишдаги сигнал ҳам йўқолиб кетади. Схеманинг ишини кўриб чиқамиз. Чекка каскад иккита кириш билан ЁКИ-ЭМАС элементи ролини бажаради: бир кириш диодли, иккинчиси-резисторли.

Резисторли кириш занжири: транзистор коллектори  $V_1$ ,  $R_4$  резистори,  $V_4$  транзистор базаси. Диодли киришнинг занжири: транзистор  $V_3$  коллектори,  $V_8$  диоди,  $V_4$  транзистор базаси. Чекка каскал чиқишдаги сигнал иккала киришдаги сигналлар йўқолганида пайдо бўлади, яъни  $V_1$  ва  $V_3$  транзисторлари бир вақтда тўйинади.

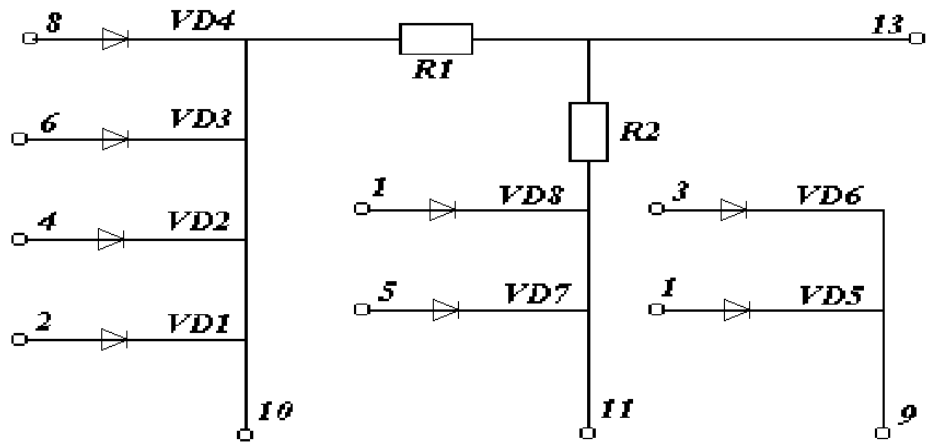
Элементнинг ишга тушириш вақтининг стабиллашувини ошириш учун  $R_5$  ва  $R_6$  резисторлари орқали олдиндан зарядлаб кўйилган  $C_1$  конденсаторни қайтадан зарядлаш принципи қўлланилган. Кириш сигнали бўлмаган тақдирда  $V_1$  транзисторни коллекторидаги кучланиш истеъмолдаги кучланишга яқин бўлади, чунки

$$R_4 \ll R_n = \frac{R_{12} * R_3}{R_{12} + R_3} \quad (4.1)$$

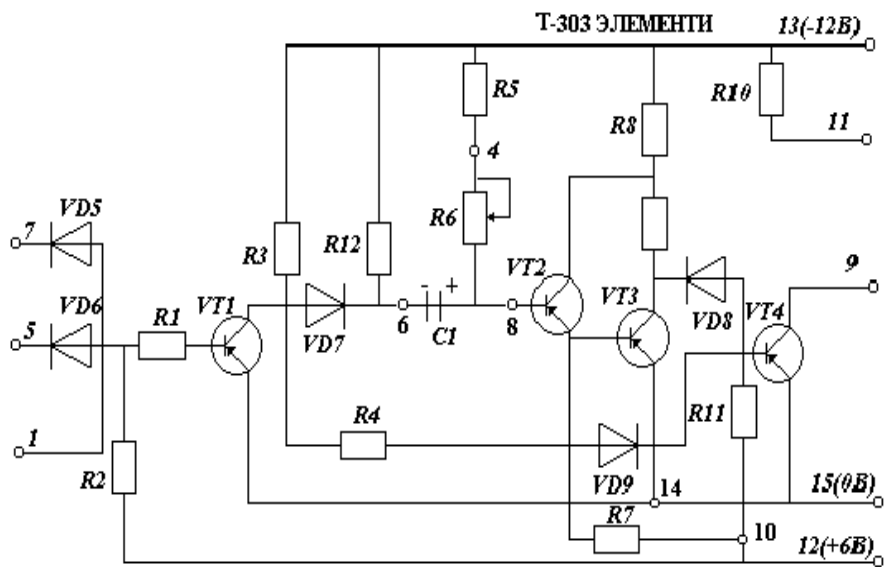
$V_2$  транзистори базасидаги кучланиш нолга яқин, чунки  $V_2$  транзистори тўйинган бўлиб, эмиттер ўтишида кучланишнинг камайиши паст. Бу ҳолда конденсаторнинг кутбларидаги кучланиш манбадаги кучланишга яқин бўлади (6 чизикдаги потенциал чизик 2 даги потенциалга нисбатан мусбат).

$V_2$  ва  $V_3$  транзисторлари кучайтириш коэффициентини ошириш мақсадида ташкилий транзистор ролини бажаришади.

**Т-107 ЭЛЕМЕНТИ**



4.12-расм. Т-107 русумли ярим утказгичли мантый элементнинг схемаси.



4.13-расм. Т-303 русумли ярим утказгичли мантый элементларнинг схемалари.

## 5-боб. Автоматиканинг функционал элементлари

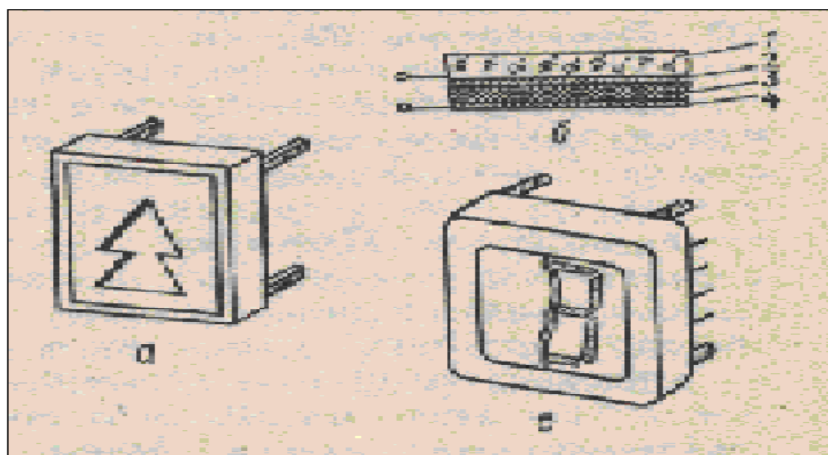
### 5.1. Ахборотни акс этиш воситалари

Ахборотни қабул қилиб унинг визуал формага айлантириб махсус экранларда акс этувчи воситалар ахборотни акс этиш воситалари дейилади.

Ахборот телевизион тасвир, расм, график, харф ёки рақам кўринишида акс этилиши мумкин.

#### 5.1.1. Проекцион индикаторлар

Проекцион индикаторлар(5.1-расм) линзаларга акс этилган рақам ва хира ойнадан иборат. Ушбу типдаги индикаторлар ёрдамида ҳар ҳил символларга эришиш мумкин. Бундан ташқари тасвир рангли бўлиши мумкин. Оператив бошқариш тизимларида ПТ-2М, ПП-21М, ПП-21МА ҳамда ПП-30М типдаги проекцион индикаторлар кенг қўлланилади.



5.1-расм. Ахборотни акс этириш воситалари:

а)-проекцион индикаторлар; б)-тузилиши; в)- электролюминисцентли рақамли индикаторнинг ташқ кўриниши

#### 5.1.2. Электролюминисцент индикаторлар

Электролюминисцент индикаторлар (8.2-расм) тасвири бўйича хариф-рақамли, мнемоник ҳамда белги индикаторларга ажратилади. Хариф-рақамли электролюминисцент индикаторлар энг кенг қўлланиладиган ахборотни акс этиш воситалардан биридир. Белги ва рақамлар уларда ҳар ҳил конфигурациядаги сегментлардан иборатдир. О дан 9 гача рақамларни акс этиш

учун 7, 8, 9, сегментли электролюминисцент индикаторлар кўлланилади. 19 сегментли электролюминисцент индикаторлар эса ҳамма араб рақамлари ва латин ҳамда рус алфавит харфларини акс этади.

Электролюминисцент индикаторларнинг иш принципи каттик моддани ўзгарувчан электр майдонда ёруғлик тарқатишга асосланган. Уларнинг конструкцияси куйидагича: ойнага 1 тиник электр ўтказувчан 2, металлик 4 ва электролюминисцент катламлари котирилган.

### **5.1.3. Газоразрядли ахборотни акс этиш воситалари**

Газоразрядли ахборотни акс этиш воситалар ҳам жуда кенг тарқалган. Бу лампалар арзон бўлиб кичик инерционликка эга. Бу индикаторларнинг иш принципи куйидагича: анод тор шаклида бажарилган, катод эса ҳар ҳил кўринишларга эга бўлиши мумкин. Танланган катод ва анодга кучланиш уланса катодни формасини такрорловчи милтилланма разряд ҳосил бўлади

### **5.1.4. Суюк кристалли ахборотни акс этиш воситалари**

Суюк кристалли ахборотни акс этиш воситалари ранг индикатори бўлиб хонадаги нормал ёруғлигда ишлайверади. Бу индикаторлар энг паст энергия манбаларидан ишлаб перспектив ҳисобланади. Ушбу индикаторнинг иш принципи суюк кристалларни ўтаётган нурларни синдиришга ҳамда электрик майдон таъсирида хира бўлишига асосланган.

Конструктив нуқтаи назаридан оралик масофаси 10-20 мкм иккита ойнани орасига суюк кристаллар моддаси билан тўлдирилган. Ойналарга эса электр ўтказувчан материал сепилган. Демак ойналар электрод вазифасини бажаришади. Хар бири эса 7 ёки 8 сектордан иборат.

## **5.2. Топшириш ва таққослаш элементлари**

Бундан олдинги бўлимларда турли типдаги ва ҳар ҳил ишларга мўлжалланган датчиклар кўриб чиқилди. Шунда бу датчиклар ростланувчи миқдорни ўлчаш учун, қайси объектда ишлатилишидан катъий назар алоҳида олиб кўрилди.

Шуни қайд қилиш керакки, юқорида баён этилган датчиклар ва турли электрик ўзгарткичларнинг ҳиллари жуда кўп, жумладан электролитик, магнитострикцион, электрокинетик, полярографик ва бошқа ўзгарткичлар кўриб чиқилмади. Булар махсус адабиётларда ёритилган.

Технологик жараёнларни автоматлаштиришда АРС ларда назорат қилинаётган катталикларни топширилган сатҳда; ёки катталикларни топширилган функция бўйича ўзгартириш ёки кириш сигнали ўзгартилиши билан бошқариш сигналларини ҳосил қилиш учун тизимлардан топшириш ва таққослаш воситалари кенг кўлланади.

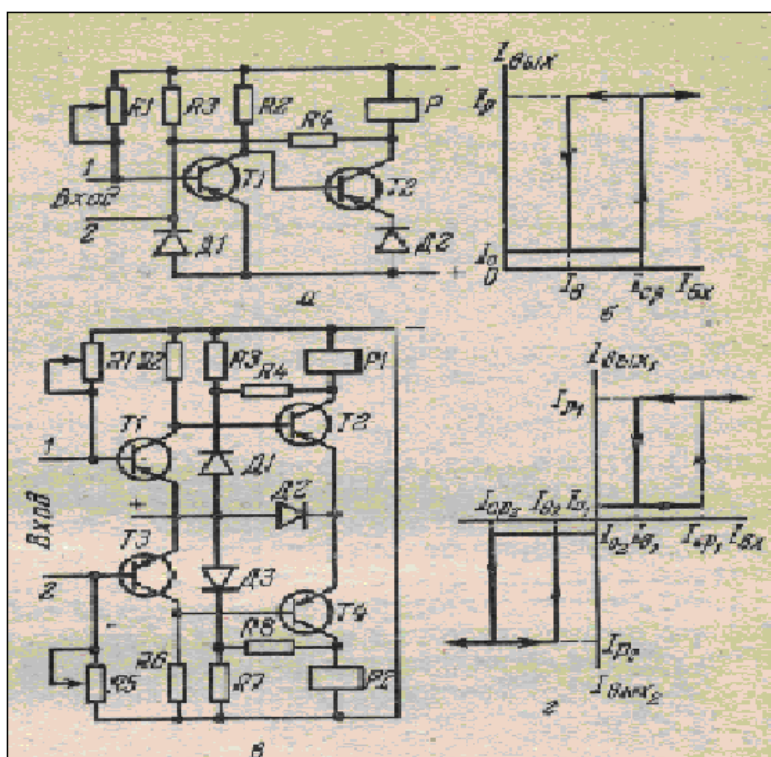
Топшириш воситаси (задатчик) - бошқарилаётган катталиқни топширилган белгига ўрнатиш учун хизмат қилади.

Топширувчи қурилмалар берадиган сигналининг характерига қараб икки асосий синфга: аналогли ва рақамли қурилмаларга бўлинади. Аналогли қурилмалар ўз навбатида, узлуксиз ва дискрет топширувчи қурилмаларга ажралади. Дискретлик вақт бўйича ҳам, ишлаб чиқиладиган сигналнинг қиймати бўйича ҳам бўлиши мумкин. Рақамли топширувчи қурилмалар дискретли сигналлар ишлаб чиқаради.

Бундан ташқари, топширувчи қурилмалар ишлаб чиқиладиган сигналлар энергиясининг турига қараб ҳам фарқланади. Электрик, пневматик, гидравлик ва механикавий (кучишлар ёки куч тарзида) сигналлар ишлаб чиқарувчи топширувчи қурилмалар ишлатилмоқда.

Ростлагич томонидан реализация қилиниши лозим бўлган программа ёки топширилган функционал боғланиш турлича олиниши мумкин. Масалан, узлуксиз ишлайдиган топширувчи қурилмаларда кўпинча қулачокли механизмлар (бикр ва ростланувчи), функционал потенциометрлар, қоғозга ёзилган диаграмма ва ричагли механизмлар ишлатилади. Дискрет ишлайдиган топширувчи қурилмаларда программа элитгич сифатида кўп занжирли алмашлаб улагичлар, перфокарталар, магнитли плёнкалар, кино плёнкалар ва ёказолар ишлатилмоқда.

Барча типдаги топширувчи қурилмаларни кўриб чиқиш қийин. Мисол тариқасида катор электрик программа ташигичларини ва функционал боғланишларни кўриб чиқамиз. 5.2-расмда турли функционал ўзгарткичлар кўрсатилган.



5.2-расм. Нол-индикаторли таққослаш элементининг схемалари ва характеристикалари



Амалда ясси каркасли профилли потенциометрлар ва секциялари бўйича шунтланган потенциометрлар кенг кўламда ишлатилмоқда. Секциялари бўйича шунтланган потенциометрларда юмалоқ каркасларга жойлаштирилган ўрамлардан симларнинг учлари чиқарилади. Каркасларнинг кесими ясси (баландлигининг қалинлигига нисбати жуда катта) ёки юмалоқ бўлиши мумкин. Потенциометрларнинг чўткалари турли бурчакка бурилиши мумкин.

Топширилган боғланиш  $r = f(\alpha)$  ни қаршилик  $r$  нинг ползунчанинг вазиятини аниқловчи  $\alpha$  бурчакка боғлиқлигини таъминлаш учун каркасининг узунлиги  $l$  куйидаги ифода бўйича ҳисобланади:

$$l = \frac{l}{D} + \frac{d}{R} + \frac{dr}{d\alpha} - (b+2d), \quad (5.1)$$

бу ерда  $D$  — потенциометр каркасининг диаметри;

$\alpha$  — ползунчанинг бурилиш бурчаги;

$d$  — ўрам симининг диаметри;

$R$  — ўрам симининг узунлик бирлигидаги қаршилиги;

$b$  — каркасининг қалинлиги.

Кўпчилик ҳолларда каркасининг қалинлиги ва симнинг диаметри каркасининг баландлигига нисбатан кичиклиги ҳисобга олинса, у ҳолда куйидагича ёзиш мумкин.

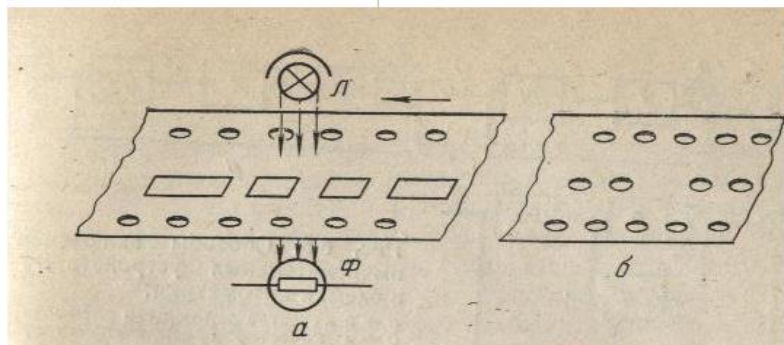
$$l \approx \frac{l}{D} + \frac{d}{R} + \frac{dr}{d\alpha} \quad (5.2)$$

Профилли реостатларнинг асосий камчиликлари шундаки, каркасга симни ўраш қийин ва потенциометрни алмаштирмасдан туриб, функционал боғланишни ўзгартириб бўлмайди. Шунинг учун кўпинча поранали профилли реостатлар ёки тармоқларининг ўртасига кўшимча резисторлар кавшарланган потенциометрлар ишлатилади. Бундай потенциометрлар фақат нагрузка қаршилиги потенциометрнинг қаршилигидан 100 ва бундан кўп марта ортиқ бўлган схемаларда ишлатилиши мумкин.

Программа ташигич сифатида, айтиб ўтилганидек, перфорацияланган лента (5.3- расм) ҳам ишлатилиши мумкин. Биринчи ҳолда (5,3 а-расм) асосий перфорация тешигининг узунлиги иш вақтининг давом этишига мос келади, иш вақти эса фотоэлементни ёритиш вақтига боғлиқ; бўйлама қатордаги ёндош тешиклар ўртасидаги масофа иш бажарилмайдиган вақтнинг давом этишига тўғри келади.

Иккинчи у ҳ (5 3, б-расм) лентадаги асосий перфорациянинг барча тешиклари бир ҳил ўлчамда ясалгаи. Бу ҳ улаш ва узиш командалари тешиклар ўртасидаги масофага қараб ва бу тешикларни тегишлича группаларга ажратиб аниқланади.

Лентага исталган командани ёзиш (шифровкалаш), бинобарин, бошқарувчи сигналларни олиш мумкин. Бошқарувчи сигналлар кейинчалик программа ростлаш системасига узатилади.



5.3.-расм. Перфорацияланган лента

Перфорацияланган лентадан ташқари, айрим участкалари электр ўтказувчанлиги, тиниқлиги ёки қайтарувчанлик ҳусусиятлари билан фарқланувчи лента ҳам ишлатилиши мумкин.

Таққослаш воситаси, автоматик тизимдаги бошқарилаётган катталикнинг қийматини топширилган қиймат билан солиштиради ва қийматларни фарқи ҳосил бўлса у ҳақида бирламчи сигнални АРС га узатади. Функционал ва структура схемаларда топшириш ва таққослаш воситалари бирга кўрсатилади.

Дискрет чиқиши таққослаш воситаларда электрик катталикларнинг таққослашни 2 та принципи қўлланади: абсолют қиймати ва фазалар бўйича. Абсолют қиймати бўйича таққослаш ўзгармас ва ўзгарувчан ток учун амалга оширилади. Иккита электрик катталиклар учун қўлланади.

Аналог ва рақам таққослаш воситаси сифатида автоматикада ҳисоблаш қурилмалари ҳам қўлланилади. Мисол сифатида электрик ва электромеханик таққослаш воситалардан қуйидагиларни келтирса бўлади: кўприк схемалар, ярим ўтказгич элементлардан, схемалар, электромагнит қурилмалар, сельсин жуфтликлари ва бошқалар.

## 5.3. Рақам-аналогли ва аналог-рақамли ўзгарткичлар

### 5.3.1. Рақам-аналогли ўзгарткичлар

Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришини автоматлаштиришда, охириги вақтда замон талабига жавоб берадиган рақамли ускуналар кенг қўлланилмоқда. Ушбу ускуналарда рақамли ҳадни аналог сигналига ёки аксинча аналог сигнални рақамли кодга ўзгартириш вазифасини РАУ ва АРУ лар бажаришади.

Рақам-аналог ўзгарткичлари рақамли код кўринишдаги сигнални унга пропорционал бўлган ток ёки кучланишга айлантиришда хизмат қилади.

Улар телеўлчаш тизимларидаги рақам кўринишидаги ахборотни аналог сигналга ўзгартириб ушбу сигнални махсус асбобларга узатади, ёки рақамли ЭХМ лар ва аналог элементлар орасида алоқани амалга оширади.

РАУ ларнинг иш принципи кириш рақам разрядларига пропорционал бўлган аналог сигналларни кўшишча асосланган. РАУ да аналог чиқиш сигнали  $U_{\text{чик}}$  кириш рақам сигнали билан куйидагича боғланган

$$U_{\text{чик}} = U_{\text{эт.С}} \quad (5.3)$$

бу ерда  $U_{\text{эт}}$  — эталон кучланиш

$C$  — маълум миқдорда иккиламчи разрядлардан иборат

$$C = a_1 2^{-1} + a_2 2^{-2} + \dots + a_n 2^{-n} \quad (5.4)$$

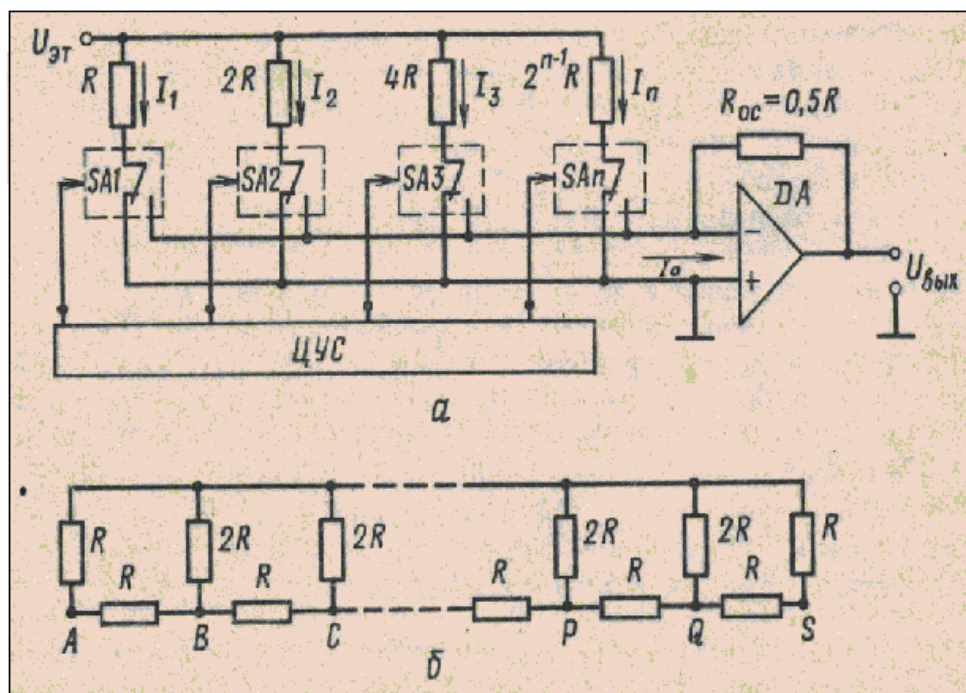
бу ерда  $a_1, a_2, a_n - 1$  ёки  $0$  қабул қилувчи иккиламчи разрядларни коэффициентлари.

$n$  — иккиламчи разрядларнинг умумий сони.

$a_i = 1$  бўлганда  $C$  нинг қиймати  $1$  га яқинлашиб ундан  $2^{-n}$  фарқ қилади.

РАУ нинг иш принципини кўриб чиқамиз (5.4-расм).

Бу ерда разряд  $I_1, I_2, \dots, I_n$  токлари вазн резисторлар ёрдамида текширилади. Схемадан кўриниб турибдики катта разряддан кичик разрядга ўтган сари ток миқдори  $2$  баробар камаяди, чунки ҳар бир катта разряднинг резистори кейинги кичик разряднинг резисторининг қаршилигига нисбатан  $2$  баробар катта.



54.-расм. Рақам-аналогли ўзгартиргич

а)-оғирлик резисторлари билан, б)-поғонали ток топшириш занжири.

Рақамли бошқариш схема РБС — ҳисоблагич ёки регистр бўлиб унинг сигналлари иккиламчи разрядларга мос равишда контактсиз калитларнинг  $SA_1, SA_2 \dots SA_n$  ҳолатларини топширади шунда калитларнинг ҳолати мос разрядларнинг кийматларига боғлиқ.

Калитнинг ҳар бири вазн резисторини операцион кучайтиргичнинг инвентори кириши ёки ноль шинаси билан боғлаб турибди.

Шундай қилиб кучайтиргичнинг киришига кириш сигналлари  $a_i=1$  бўлган разрядларнинг умумий токи узатилади.

$$I_0 = \frac{2U_{\text{эт}}}{R} (a_1 2^{-1} + a_2 2^{-2} + \dots + a_n 2^{-n}) \quad (5.5)$$

Кучайтиргич ДА  $I_0$  токини  $U_{\text{чик}}$  кучланишига айлантириб беради.

$$U_{\text{чик}} = -I_0 R_{0c} = U_{\text{эт}} (a_1 2^{-1} + a_2 2^{-2} + \dots + a_n 2^{-n}) \quad (5.6)$$

Бу ерда кўришиб турибдики иккиламчи разрядларни маълум сонда  $n$   $U_{\text{чик}} 2^n$  дискрет кийматларга,  $0 - U_{\text{чик max}}$  диапазониغا эга бўлиши мумкин.

### 5.3.2. Аналог-рақам ўзгарткичлари (АРУ)

Автоматик бошқариш, ростлаш ва бошқа тизимларида датчикларнинг ахбороти аналог кўринишида олинади. Ушбу ахборотни рақамли бошқариш қурилмаларга ёки ЭХМ ларга киритиш учун АРУ лар ҳизмат қилади. Кўпинча АРУ лар кучланиш ёки ток кўринишидаги кириш сигналени паралел ёки кетма-кет кўринишдаги иккала ёки икки-ўнли рақамли кодга ўзгартиради.

Узлуксиз ўлчанаётган катталикни унинг маълум вақт  $\Delta t$  ичида оний киймати билан алмаштириш вақт бўйича квантлаш деб аталади.  $\Delta t$  вақт интервали квантлаш қадами деб аталади, ўзгартириш частотаси эса  $f=1/\Delta t$  кватлаш частотаси.

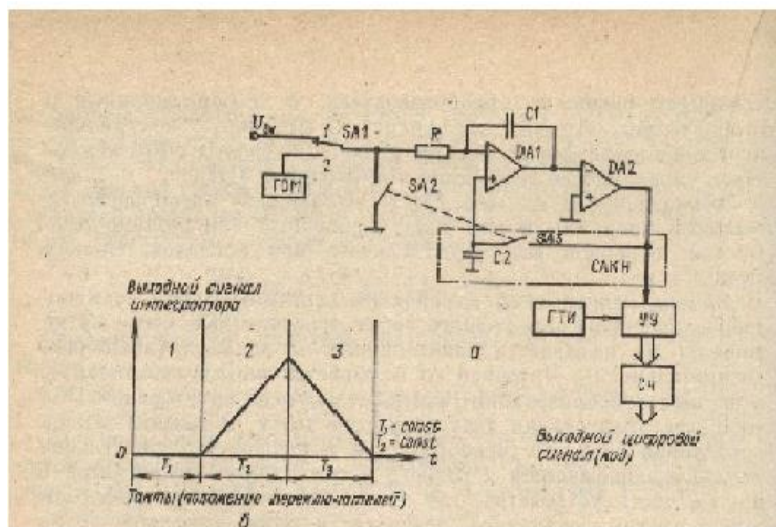
Квантлаш қадами икки қисмга бўлинади. Биринчи қисм даврида аналог сигнали рақам кўринишига ўзгартирилади, иккинчи даврида эса регистрга ёзилиб ундан мосламани бошқа қисмларига узатилади. Бу ерда бу кириш сигнали ҳақидаги киймат ахборотга айлантирилади.

Аналог сигналени рақам сигналга ўзгартириши ўзгартгичининг разрядлар максимал сони билан аниқланувчи даражада эришиш мумкин. Бу тамойил сатх бўйича квантлаш аталади.

Кўп тарқалган АРУ лардан бири интеграллаш усулида ишлайдиган ўзгарткич. Ўз навбатда бу усул яна бир неча гуруҳга ажратса бўлади: бир қиялик, икки қиялик АРУ лар (5.5.-расм).

Бу АРУ чизикли тавсифнома ва кичик нарҳга эга. Унинг иш цикли 3 даврга эга; биринчи — нольнинг коррекцияси иккинчи — кириш сигналнинг интеграллаш ва учинчи — таянч кучланишини интеграллаш. Биринчи даврда силжиш кучланишини ростлаш йўли билан сигналнинг автоматик

коррекцияси амалга оширилади. Шу даврнинг ўзида SA2 калит ёрдамида ўзгартгичнинг кириши масса билан туташади ва Ҳаёто Ҳақидаги ахборот C2 конденсатор ёрдамида хотирага киритилади.



5.5.- расм. Икки қиялик интеграллаш АРУ си. а-принципиал схемаси, б-вақт диаграммаси.

ТКГ-таянч кучланиш генератори НАКС-нульнинг автоматик коррекция схемаси. ТИГ-такт импульслар генератори. БК- бошқариш қурилмаси. ИХ- импульслар ҳисоблагичи.

Иккинчи давр мобайнида кириш сигнали интегралланади ва такт импульсларни бир нечаси ҳисобланади. Бу даврнинг охирида DA1 интеграторнинг чиқишида кириш сигналнинг қийматига пропорционал сигнал ҳосил бўлади.

Учинчи даврда DA1 интеграторнинг киришига кириш сигналнинг ўрнига тесқари кутбלי таянч кучланиши узатилади. Бунинг натижасида интеграторнинг чиқиш кучланиши камайди. Шу вақтнинг ўзида такт импульсларининг сони ҳисобланади. Кучланишнинг камайиши DA2 компаратор белгилаган кучланишигача давом этади.

Агар T 2 биринчи интервалнинг давомийлиги T3 иккинчи интервалнинг давомийлиги чиқиш сигналнинг рақам қиймати қуйидагича аниқланади:

$$U_{\text{кпр}} = T_3/T_2 \cdot U_{\text{т}} \quad (5.7)$$

Ушбу АРУ ларнинг аниқлиги фақат таянч кучланишнинг стабиллигига боғлиқ.

#### 5.4. Автоматик эслаб қолиш ускуналври

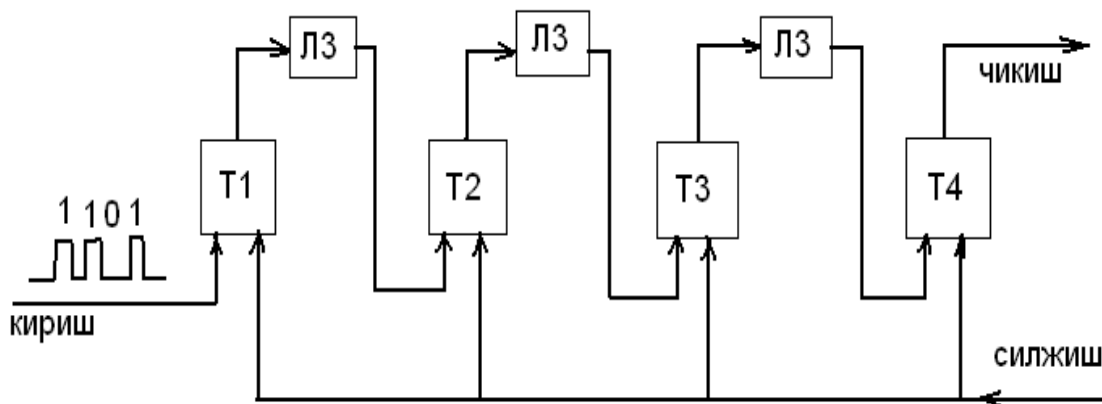
Автоматик эслаб қолиш ускуналари (АЭУ) сигналени ёзиш, сақлаш ва тарқатиш учун хизмат қилади. Эслаб қолиш ускуналарида барча

маълумотлар ҳисоблашнинг иккилик системасига ўзгартирилади ва сақланади.

Энг оддий эслаб қолиш ускуналари перфокарталар ва перфоленталар ҳисобланади. Бу ускуналар эслаб қолиш ва ёзиш тезлиги жуда паст, тахминан 100 цифр/сек. Шу сабабли бундай ускуналар ҳозирги кунда қийматларни ҳисобга олиш ва ҳисоблаш натижаларини олиш учунгина хизмат қилади.

Магнитли моторларда маълумотларни ёзиш учун магнитли овоз ёзиш усулидан фойдаланилади. Бу усулда ёзиш сигнали магнит лентасини яқинда жойлашадиган магнитли головкага узатилади. Лентанинг бир қисми магнитланади ва магнитланиш ҳолати сигнал тўхтагандан кейин ҳам сақланиб туради. Импульснинг кутбланиш ҳолатига қараб турлича кутбланган йулакча ҳосил қиллинади, яъни «0» ва «1» сонларига мос келади. Магнит лентасининг магнитланган қисмидаги қатори магнит йўлакчасини ҳосил қилади, ҳисоблаш эса магнитли галовка орқали амалга оширилади. Бу вақтда чўлғамда э.ю.к ҳосил қилинади, яъни «0» ва «1» сонларига мос келади. Бу усулнинг афзалликлари: катта миқдорда сақлаш қобилиятига эга ва сақлаш муддати чегараланмаган. Каамчиликлари: ҳаракатланувчи қисмларини мавжудлиги, керакли маълумотларни олишда кутиш ҳолати..

Катта маълумотларни олиш, ёзиш ва сақлаш учун триггерлар ишлатилади (триггер-2та электрон лампадан ва 2та транзисторлардан ташкил топган бўлади.). Триггер ёрдамида эслаб қолиш қурилмасининг схемаси 1-расмда келтирилган.



5.6-расм. Триггерли регистр схемаси.

Бу схема (регистр) 4-та триггерлардан (Т1...Т4) ва 3та кечикиш линияси (ЛЗ-линия задержка)дан ва ЛЗ резисторлар ва конденцаторлар занжиридан тузилган бўлади. Масалан регисторда 13-сонини ёзиш керак. Иккилик системасида 1101 шаклида ва ўнлик системасида  $(1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0)$  кўринишида алмаштирилади. Регистрга сонни киритишдан олдин регистрдан олдинги ёзувлар ўчирилади, ҳар бир триггернинг чиқишида «0» рақами ўрнатилади.

Биринчи разряд узатилганда Т1 триггерни чиқишида «1» рақами пайдо бўлади, регистр бўйича эса «1000». Сўнг киришга «силжиш» импульси келади ва Т1 триггер чиқишида яна «0» пайдо бўлади. «1» ни ёзиш пайтида

T1 чиқишида мусбат импульс ҳосил бўлади ва бу импульс T2 га таъсир кўрсатмайди. Силжиш импульси таъсирида эса манфий импульс ҳосил бўлади ва ЛЗ (кечикиш линияси) орқали T2 триггерни киришига таъсир қилади ва уни чиқишида «1» рақамини ёзади (энди регистрда «0100» ёзилади). Кейинги этапда T1 ҳолати ўзгармайди ва келаётган силжиш импульси сонни бир разряд ўнгга силжитади, яъни («0010»)³.

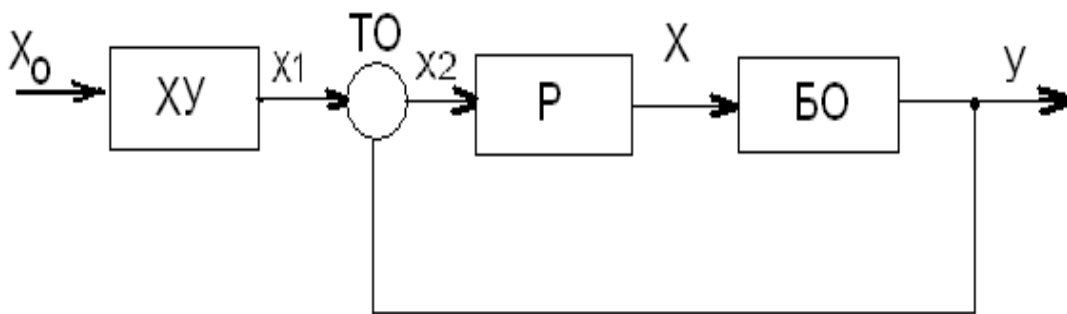
Кейинги учинчи импульс «1» T1 регистрга 1 рақамини ёзади («0010»)³, силжиш импульси эса 1 рақамини T1 ва T3 триггерларидан T2 ва T3 триггерларига ўтказиши, яъни («0010»)³. Ниҳоят охириги импульс T1 триггерга ёзилади ва регистрда керакли сон «1101», яъни 13 рақами пайдо бўлади.

### 5.5. Автоматик ҳисоблаш ускуналари

Ҳозирги кунда электромеханик ва электрон ҳисоблаш қурилмалари ишлаб чиқариш жараёнларида кенг қўлланилмоқда. Улар асосан 2та синфга бўлинади: аналогли ва рақамли.

Аналогли ҳисоблаш қурилмаларида математик катталиклар физик аналоглар билан ҳосил қилинади (кучланиш орқали).

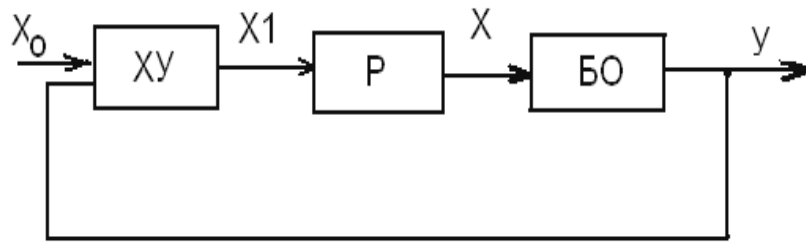
Рақамли ускуналарда математик катталиклар рақамли формада намоён этилади. Рақамли ускуналар тузилиши жихатидан мураккаб ва кам ҳисоблаш хатоликка эга. Автоматикада асосан аналогли ҳисоблаш ускуналари қўлланилади, яъни кириш ва чиқиш сигналидаги математик боғланишни ҳосил қилади. Бу ҳолатда ҳисоблаш ускуналари (ҲУ) топшириш элементлари (ТО) функциясини бажаради ва у таққослаш органига (ТО) қўшилади. (5.7-расм)



5.7-расм. Топшириш функцияси вазифасини бажарувчи ҳисоблаш ускунасининг схемаси

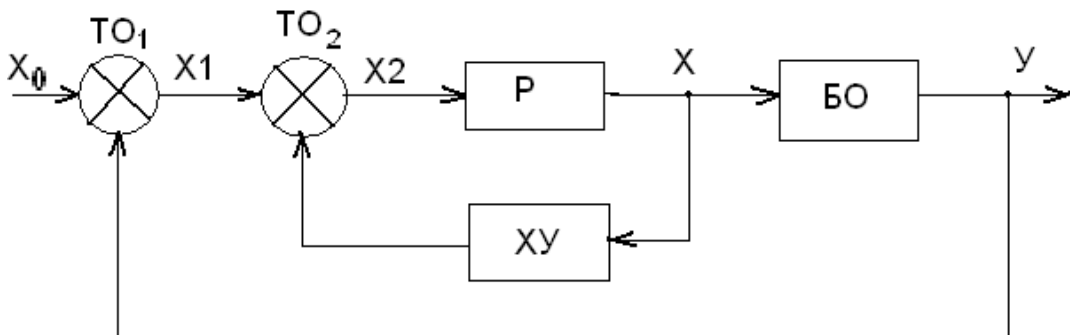
Бу схема асосида программали бошқариш тизимлари ишлайди. Бошқа ҳолатларда ҳисоблаш қурилмалари (ҲУ) таққослаш органи (ТО) функцияларини бажаради. (5.8-расм).

Бу схемада ҲУ ҳар доим ҳисоблаш жараёнини бошқариб боради ва ростлагич (Р) бошқариш объектига (БО) ростлаш таъсирини ўтказиши.



5.8-расм. Таккослаш функцияси вазифасини бажарувчи ҳисоблаш ускунасининг схемаси

Ҳисоблаш ускуналари тескари алоқада, яъни кооректировка звеносида ҳам ишлайди (5.9-расм).

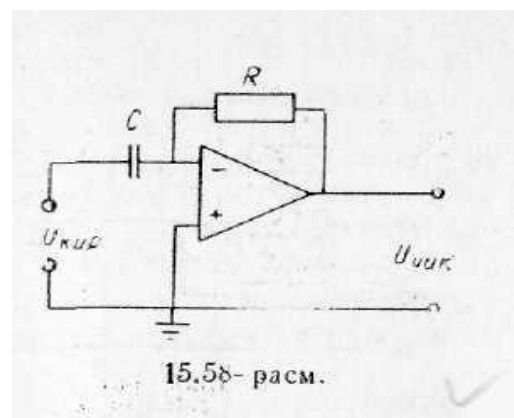
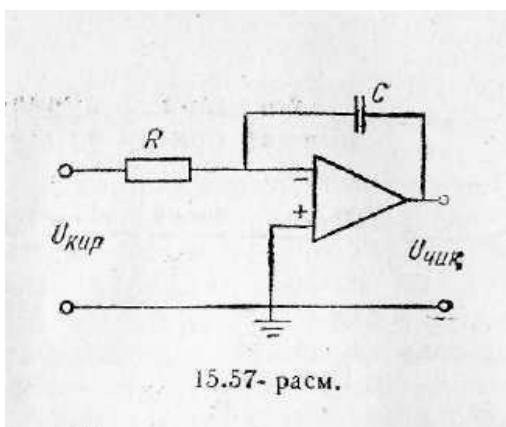


5.9.-расм. Тескари алоқа фуекциясини бажарувчи ҳисоблаш ускунасининг схемаси.

Асосий ҳисоблаш ускуналари куйидагилар ҳисобланади:

- кўшиш ва айириш ускуналари,
- кўпайтириш ва бўлиш ускуналари.

Бу ускуналарда асосий қисм ҳал қилувчи кучайтиргич ҳисобланади. 5.10-расмда ҳал қилувчи кучайтиргичларнинг схемалари келтирилган.



5.10. –расм. Кириш сигнални интегралловчи (а) ва дифференциалловчи (б) кучвйтиргич схемалари

Кучайтириш каскади схемада уч бурчак шаклида белгиланади ва кириш сигнали  $x$  резистор  $R$  ёки конденцатор  $C$  орқали узатилади, манфий тескари алоқа чиқиш сигналидан кириш сигналига  $R$  ёки  $C$  орқали узатилади. Масалан, кўпайтириш ёки бўлиш режими: (5.10,б-расм)



Кириш сигнали бу ерда кучланиш формасида ( $V_{кир}$ ) бериледи ва ҳисоблаш натижаси ҳам кучланиш формасида олинади. ( $V_{чик}$ ):  $R_1$  ва  $R_0$  резисторлар орқали деярли бир хил ток ўтади:  $I_R = I_{R_0}$  чунки кучайтиргичнинг кириш сигнали  $I_c = 0$ .

$$I = \frac{U_{кир} - U_c}{R_1} = \frac{U_c - U_{кир}}{R_0} \quad (5.8)$$

Бу ерда:  $U_c$  - кучайтиргичнинг кириш кучланиши:

$$U_c = \frac{U_{чик}}{k}, \quad k - \text{кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициент:}$$

Умуман  $U_{чик} \cdot 100$  В ошмайди, кучайтириш коэффициенти эса бир неча 10000 дан яъни

$$U_{xbr} = -\frac{R_0}{R_1} * U_{кир} \quad (5.9)$$

$R_0 > R_1$  - кучайтири

$R_0 < R_1$  - булиш

$R_0$  ва  $R_1$  лар танлаш орқали булиш орқали ҳам бажарилади.

## **6-боб. Автоматика кучайтиргичлари**

### **6.1. Автоматика кучайтиргичлари хақида умумий маълумотлар ва уларга қўйиладиган асосий талаблар**

Автоматика тизимларининг датчиклари берадиган сигналлар қуввати одатда ростловчи органни бошқариш учун етарли бўлмайди. Датчикларнинг чиқиш қуввати кўпчилик ҳолларда ваттнинг мингдан бир улушларини ташкил этади, ваҳоланки, ростловчи орган учун зарур бўлган қувват ўнлаб ва юзлаб киловаттни ташкил этиши мумкин. Ростловчи органни бошқариш учун етарли қувватга эга бўлиш ва қувватли датчиклар ишлатмаслик учун автоматика тизимларида кучайтиргичлардан фойдаланилади.

Кучайтиргичлар чиқиш қувватининг кийматиغا; кучайтиргичга келтириладиган ёрдамчи энергиянинг турига кучайтириш коэффициентига; ишлаш принципига; чиқиш ва кириш миқдорлари ўртасидаги боғланишни кўрсатувчи характеристиканинг шаклига кўра бир-биридан фарқ қилади. Автоматика тизимларида ишлатиладиган ҳозирги кучайтиргичларнинг чиқиш қуввати ваттнинг бир неча улушидан ўнлаб ва ундан ортиқ киловаттгача боради.

Кучайтиргичларга келтириладиган ёрдамчи энергиянинг турига қараб электрик, электромеханикавий, магнитли, электрон, гидравлик, пневматик ва комбинациялашган кучайтиргичлар бўлади. Қишлоқ хўжалик объектларининг автоматикасида электрик, электро-механикавий, магнитли, электрон ва гидравлик кучайтиргичлар кенг қўламда ишлатилмоқда. Кучайтириш коэффициентига қараб сигнални минг, юз минг ва ундан ортиқ марта кучайтирувчи кучайтиргичлар бўлади. Электрик кучайтиргичлар қувватни, кучланишни ёки ток кучини кучайтириши мумкин. Тавсифноманинг шакли жихатдан чизикли ва ночизикли тавсифномали кучайтиргичлар бўлади. Чизикли кучайтиргичларда чиқиш миқдори ростлашнинг барча интервалларида кириш миқдорига тўғри пропорционал бўлади. Ночизикли кучайтиргичларда кириш билан чиқиш ўртасида пропорционаллик бўлмайди. Ночизикли тавсифномаларнинг шакли турлича бўлади. Автоматика тизимларининг кучайтиргичларига қўйиладиган талаблар қўйилади.

1. Чиқиш қуввати ростловчи органни бошқариш учун етарли бўлиши.
2. Характеристикаси мумкин қадар тўғри чизикқа яқин келиши.
3. Носезгирлиги йўл қўйиладигандан ортиқ бўлмаслиги.
4. Сигнални узатишда кечикиш харакати минимал бўлиши ва йўл қўйиладиган чегарадан чиқмаслиги.

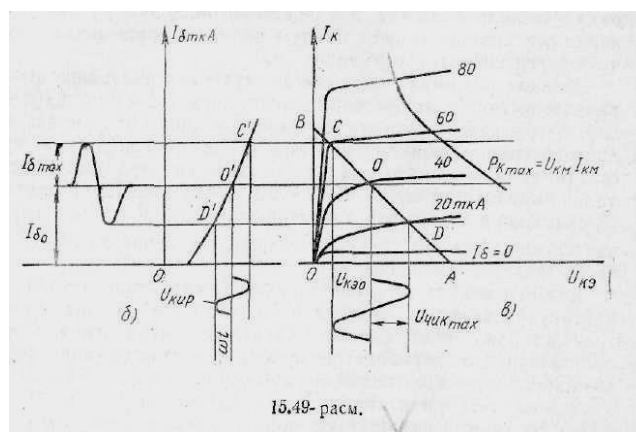
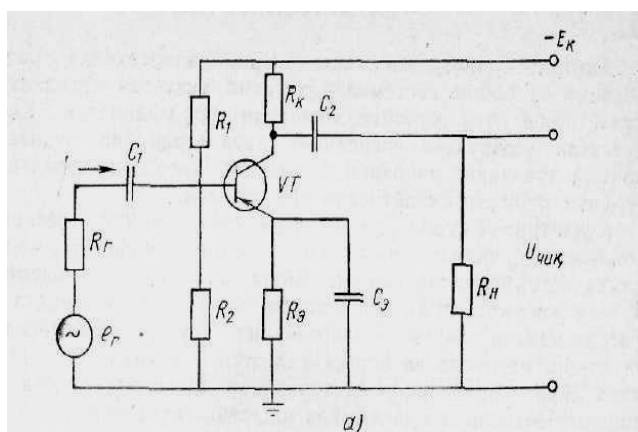
Кучайтиргич қурилмаси кучайтирувчи элемент, резистор, конденсатор, чиқиш занжиридаги доимий кучланиш манбаи ҳамда истеъмолчидан иборат. Битта кучайтирувчи элементи бўлган занжир каскад деб аталади. Кучайтирувчи элемент сифатида қандай элемент ишлатишига қараб кучайтиргичлар электрон, магнитли ва бошқа ҳилларга бўлинади. Иш режимига кўра улар чизикли ва ночизикли кучайтиргичларга бўлинади. Чизикли иш режимида ишловчи кучайтиргичлар кириш сигналининг унинг шаклини ўзгартирмасдан

кучайтириб беради. Чизиқли бўлмаган иш режимида ишловчи кучайтиргичларда эса кириш сигнали маълум қийматга эришганидан сўнг чиқишдаги сигнал ўзгармайди.

Чизиқли режимда ишлайдиган кучайтиргичларнинг асосий характеристикаси амплитуда частота характеристикаси (АЧХ) дир. Ушбу характеристика кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентининг модули частотага қандай боғлиқлигини кўрсатади. АЧХ сига кўра чизиқли 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 токининг чиқиш кучланишига таъсири қанча катта бўлса, (яъни  $R_{и}$  катта), кучайтириш шунча кучлироқ бўлади.

6.1 - расмда умумий эмитерли (УЭ) кучайтириш каскадининг схемаси ҳамда кириш ва чиқиш характеристикалари кўрсатилган. Кучайтириш каскадлари УЭ, УБ, УК схемалар бўйича йиғилади. Умумий коллеторнинг (УК) схема ток ва қувват бўйича кучайтириш имкониятига эга.



6.1- расмда. Умумий эмитерли (УЭ) кучайтириш каскадининг схемаси ҳамда кириш ва чиқиш характеристикалари кўрсатилган

Чиқишдаги кучланишнинг қиймати катта бўлиши талаб этилганда, мазкур каскаддан фойдаланилади. Кўпинча, умумий эмитерли (УЭ) схема бўйича йиғилган каскадлар ишлатилади (6.1. - расм,а). Бунда каскад токни ҳам

кучланишни ҳам кучайтириш имкониятига эга. Кучайтириш каскадининг асосий занжири транзистор ( $V_T$ ), 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  $U_{бд}$  кучланишининг  $R_r$  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 биргаликда 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 коэффиценти камайиб кетмаслиги учун қаршилик  $R_3$  резисторга параллел қилиб конденсатор  $C_3$  уланади. Конденсатор  $C_3$  резистор  $R_3$  ни ўзгарувчан ток бўйича шунтлайди.

Синусоидал ўзгарувчан кучланиш ( $U_{кир}=U_{кир\ max}\sin\omega t$ ) конденсатор  $C$  орқали база-эммитер соҳасига берилади. Бу кучланиш таъсирида, бошланғич база токи  $I_{бд}$  атрофида ўзгарувчан база токи хосил бўлади.  $I_{бд}$  нинг қиймати ўзгармас манба кучланиши  $E_k$  ва қаршилик  $R_1$  га боғлиқ бўлиб, бир неча микроамперни ташкил қилади. Берилаётган сигналнинг ўзгариш қонунига бўйсунадиган база токи истеъмолчи ( $R_n$ ) дан ўтаётган коллектор токининг ҳам шу конун бўйича ўзгаришига олиб келади. Коллектор токи бир неча миллиамперга тенг. Коллектор токининг ўзгарувчан ташкил этувчиси истеъмолчида амплитуда жиҳатидан кучайтирилган кучланиш пасажуви  $U_{(чик)}$  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 (15.49 расм б). Бу чизик  $U_{кэ}=E_k$ ,  $I_k=0$  ва  $U_{кэ}=0$ ,  $I_k=E_n/R_n$  координатали А ва В нукталардан ўтади. АВ чизик  $I_{k\ max}$ ,  $U_{кэ\ max}$  ва  $R_k=U_{k\ max}\cdot I_{k\ max}$  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 нукталар билан чегараланган қисми бу шартга жавоб беради. Иш нуктаси О, шу участканинг ўртасида жойлашади. ДО кесманинг абсциссалар ўқидаги проекцияси коллектор кучланиши ўзгарувчан ташкил этувчисини амплитудасини билдиради. СО кесманинг ординаталар ўқидаги проекцияси коллектор токининг амплитудасини билдиради. Бошланғич коллектор токи ( $I_{к0}$ ) ва кучланиши ( $U_{кэ0}$ ) О нуктанинг проекциялари билан аниқланади. Шунингдек, О нукта бошланғич ток  $I_{б0}$  ва кириш характеристикасида О иш нуктасини аниқлаб беради. Чиқиш характеристикасидаги С ва D нукталарида кириш характеристикасидаги С' ва D' нукталари мос келади. Бу нукталар кириш

сигналининг бузилмасдан кучайтириладиган чегарасини аниқлаб беради. Каскаднинг чиқиш кучланиши

$$U_{\text{чик}}=I_k \cdot R_{\text{и}} \quad (6.1)$$

Каскаднинг кириш кучланиши

$$U_{\text{кир}}=I_0 \cdot R_{\text{кир}}; \quad (6.2)$$

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

Ток  $i_k > I_0$  ва қаршилиқ  $R_{\text{и}} > R_{\text{кир}}$  бўлгани учун схеманинг чиқишдаги кучланиш кириш кучланишидан анча каттадир. Кучайтиргичнинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффициентини  $K_{\text{и}}$  қуйидагича аниқланади:

$$K_{\text{и}}=U_{\text{чик max}}/U_{\text{кир max}} \quad (6.3)$$

ёки гармоник сигналлар учун

$$K_{\text{и}}=U_{\text{чик}}/U_{\text{кир}} \quad (6.4)$$

Каскаднинг ток бўйича кучайтириш коэффициентини

$$K_{\text{и}}=I_{\text{чик}}/I_{\text{кир}} \quad (6.5)$$

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

$$K_{\text{р}}=P_{\text{чик}}/P_{\text{кир}}, \quad (6.6)$$

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

Кучайтириш техникасида бу коэффициентлар логарифмик қиймат – децибеллда ўлчанади.

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

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

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

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 қўввати (истеъмолчига сигнални бузмасдан бериладиган энг катта қуваат):

$$P_{\text{чик max}}^2/R_{\text{и}} \quad (6.7)$$

Кучайтиргичнинг фойдали иш коэффициентини

$$\eta=P_{\text{чик}}/P_{\text{ум}}, \quad (6.8)$$

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

$$D=20 \lg U_{\text{кир max}}/U_{\text{кир min}} \quad (6.9)$$

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

$$M(f)=K_{\text{и0}}/K_{\text{иф}} \quad (6.10)$$

Чизиқкли бўлмаган бузилишлар коэффициентининг  $\gamma$  юқори частоталар гармоникаси ўрта квадратик йиғиндисининг чиқиш кучланишининг биринчи гармоникасига нисбатидир:

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_{m_2, \text{чик}}^2 + U_{m_3, \text{чик}}^2 + \dots + U_{m_n, \text{чик}}^2}}{U_{m_1, \text{чик}}} \quad (6.11)$$

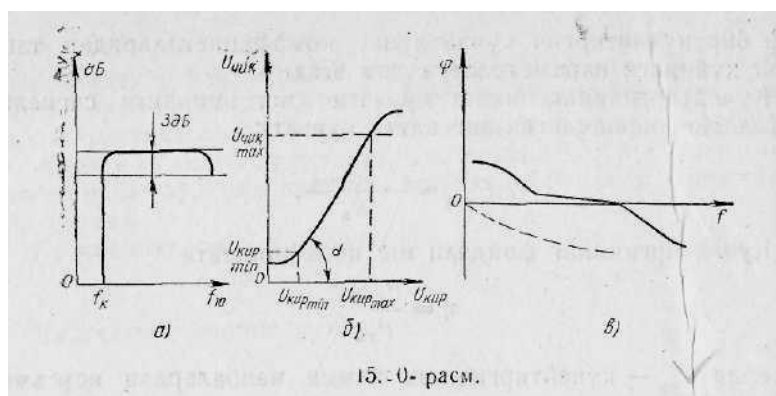
Сифатли кучайтиргичлар учун  $\gamma \leq 4\%$ , телефон алоқаси учун  $\gamma \leq 15\%$ .

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

Амплитуда характеристикаси чиқиш кучланишининг кириш кучланишига қандай боғланганлигини кўрсатади ( $U_{\text{чик}} = f \times (U_{\text{кир}})$ ). 4.33 расмда кучайтиргичнинг амплитуда, амплитуда-частота ва фаза частота характеристикалари кўрсатилган. Бу характеристикалар ўрта частоталарда олинади. Ҳақиқий кучайтиргичнинг амплитуда характеристикаси идеал кучайтиргичникидан шовкин мавжудлиги (А нуктанинг чап қисмидаги участка) ва чиқиш кучланишининг чизиқкли эмаслиги (В нуктанинг унғ қисмидаги участка) билан фарқ қилади (4.33-расм, а).

Кучайтиргичнинг частота характеристикаси кучайтириш коэффициентининг частотага боғлиқлигини кўрсатувчи эгри чизиқдир. Мазкур характеристика логарифмик масштабда қурилади (4.33-расм, б).

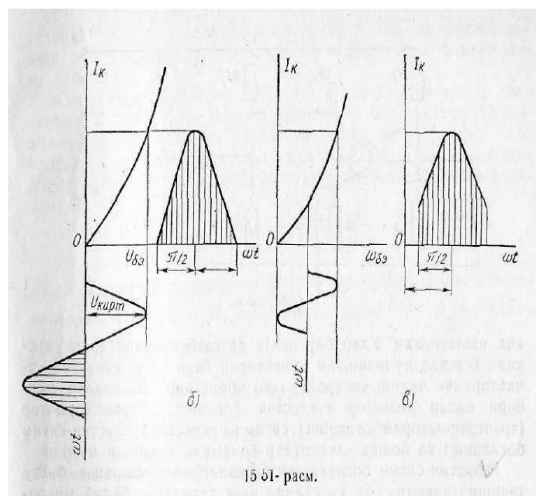
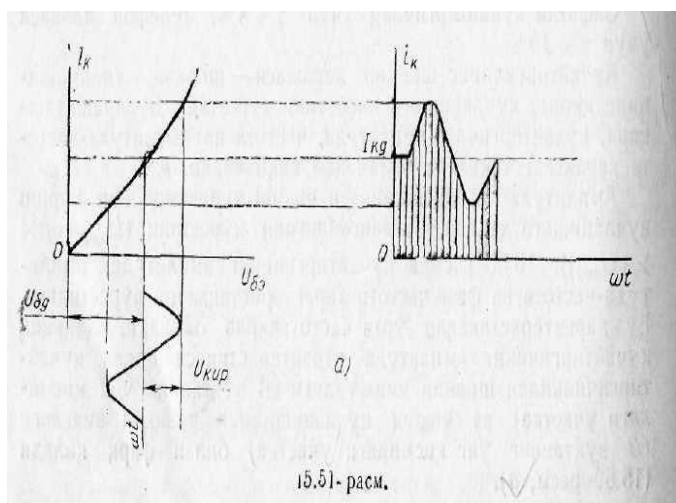
Кучайтиргичнинг фаза-частота характеристикаси кириш ва чиқиш кучланишлари орасидаги силжиш бурчаги  $\varphi$  нинг частотага қандай боғланганлигини кўрсатади (4.33-расм, в). Бу характеристика кучайтиргич томонидан киритилган фазавий бузилишларни баҳолайди.



6.2 – расм. Кучайтиргичнинг фаза-частота характеристикаси

Иш нуктасининг кириш характеристикасида қандай жойлашишига қараб кучайтиргичлар А, В, ва АВ режимларда ишлаши мумкин. 4.34-расмда кучайтиргичнинг иш режимларига оид графиклар кўрсатилган. А режимда, асосан, бошланғич кучайтириш каскадлари ишлайди. Бу режимда ишлайдиган каскаднинг базага берилган силжиш кучланиши ( $U_{\text{бэо}}$ ) иш нуктасининг

динамик ўтиш характеристикаси чизикли қисмининг ўртасида жойлашишини таъминлаб беради.



### 6.3. Кучайтиргичнинг иш режимларига оид графиклар

Бундан ташқари, кириш сигналининг амплитудаси силжиш кучланишидан кичик ( $U_{кир} < U_{бэо}$ ) бўлиши ва бошланғич коллектор токи  $I_{ко}$  чиқиш токи ўзгарувчан ташкил этувчисининг амплитудасидан катта ёки тенглиги ( $I_{ко} \geq I_{кт}$ ) 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.

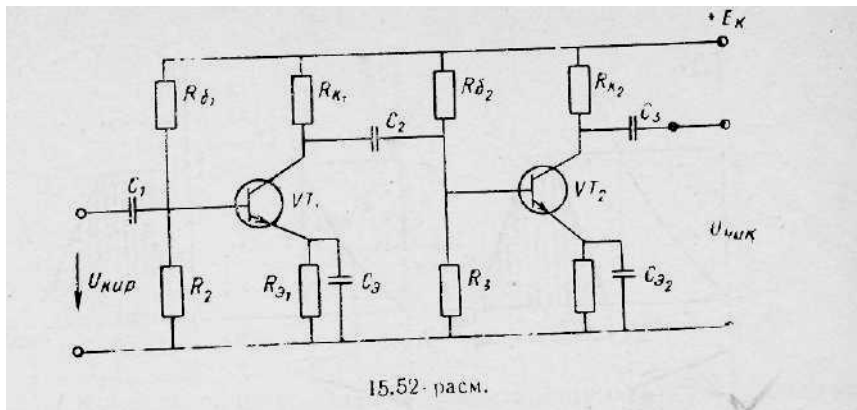
В режимда иш нуқтаси шундай танланганки, бунда *осойишталик токи* нолга тенг бўлади ( $I_{ко}=0$ ). Кириш занжирига сигнал берилганда чиқиш занжиридан сигнал ўзгариш даврининг фақат ярмидагина ток ўтади. Чиқиш токи импульслар шаклида булиб, ажратиш бурчаги  $\theta = \frac{\pi}{2}$  булади. В режимда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

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

Кучайтиргичлар  $U=10^{-7}$  В кучланиш ва  $I=10^{-14}$  А тоқларни камайтира олади. Бундай сигналларни кучайтириб бериш учун битта каскад етарли бўлмагани учун бир нечта каскад ишлатилади. Улар бир нечта дастлабки кучайтириш каскади (каскад кучланишни кучайтириб беради) ва қувватни кучайтирувчи чиқиш каскадларидан иборатдир. Каскадлар бир бири билан резистор (резистив

боғланиш), трансформатор ( трансформаторли боғланиш), сиғим ва резистор (резистиф-сиғим боғланиш) ва бошқа элементлари ёрдамида уланиши мумкин.

Резистив сиғим боғланишли каскадларнинг ишлаши билан танишиб чиқамиз. Бу каскадлар кенг тарқалган бўлиб, микросхема шаклида ҳам ишлаб чиқарилади (4.35-расм).



#### 6.4. Резистив сиғим боғланишли каскадларнинг графиклари.

Кучайтиргич иккита умумий эмиттерли (УЭ) кучайтириш каскадидан иборат. Бу каскадлар C конденсатор орқали ўзаро боғланган. Мазкур конденсатор транзистор VT<sub>1</sub> нинг коллектор занжирига, транзистор VT<sub>2</sub> нинг база занжирига уланган. У биринчи транзистордан чиқаётган сигналнинг ўзгармас ташкил этувчисини иккинчи транзисторга ўтказмайди. Транзисторларнинг иш нуқталарини R<sub>Б1</sub> ва R<sub>Б2</sub> қаршиликлар таъминлаб беради. Иш нуқталарининг стабиллигини резистор ва конденсаторлар (R<sub>Э1</sub>, C<sub>Э1</sub> ва R<sub>Э2</sub>, C<sub>Э2</sub>) таъминлаб беради.

Бир нечта каскадли кучайтиргичнинг кучайтириш коэффиценти хар бир каскад кучайтириш коэффицентларининг кўпайтмасига тенг:

$$K=K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots K_n. \quad (6.12)$$

Керакли кучайтириш коэффицентига кўра ва хар бир УЭ ли каскад кучланиш бўйича 10-20 марта, кувват бўйича эса 100-400 марта кучайтириб беришини ҳисобга олиб, каскадлар сони аниқлангандан кейин хар бир каскад алоҳида ҳисобланади. Дастлабки кучайтириш каскадлари А режимида ишлайди. Каскадни ҳисоблаш кўйидаги тартибда бажарилади. Манба кучланиши E<sub>к</sub> ва истеъмолчининг қаршилигига қараб

$$U_{кэ.ж} \geq (1,1 \div 1,3) E_k \quad I_{кэ.ж} > 2I_{и.мах} = 2 \frac{U_{чкмах}}{R_{ц}} e$$

бу ерда: к.э.ж –коллектор-эммитер ўтишдаги кучланишнинг кийматидир; I<sub>кэ.ж</sub>-коллектор занжиридаги токнинг киймати.

Юқоридаги шартларни қаноатлантирадиган транзистор танланади. Унинг чиқиш характеристикасида иш нуқтаси аниқланади. Шу дасталбки иш нуқтасини таъминлаб берувчи база токи I<sub>б0</sub> ўтиш характеристикасидан



аниқланади ва  $R_6$  қаршиликка боғлиқ бўлади. Бу қаршилик қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$R_{61} = \frac{U_{кэ} - (I_{к0} + I_B)R_3}{I_{60}} \quad (6.13)$$

$R_k$  ва  $R_3$  қаршиликларни аниқлаш учун чиқиш характеристикаларидан  $R_{ум} = R_k + R_3$  аниқланади.  $R_{ум} = E_k / I_k$ ,  $R_3 = (0,15 - 0,25)R_k$  деб ҳисоблаб,

$$R_k = \frac{R_{ум}}{1,1 \div 1,25}, \quad (6.14.a)$$

$$R_3 = R_{ум} - R_k \quad (6.15)$$

Каскаднинг кириш қаршилиги

$$R_{кир} = \frac{2U_{кирmax}}{2I_{бmax}}. \quad (6.16)$$

Агар база токи кучланиш бўлгичи орқали бериладиган бўлса, бўлгичнинг  $R_1$  ва  $R_2$  қаршиликлари қуйидагича аниқланади

$$R_{12} \geq (8:12)R_{кир} \text{ ва } R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ шартлардан}$$

$$R_1 = \frac{E_k \cdot R_{12}}{I_{к0} R_3}; \quad R_2 = \frac{R_1 \cdot R_{12}}{R_1 - R_{12}} \text{ ларни аниқлаймиз.}$$

Ажратувчи конденсаторнинг сиғими қуйидагича аниқланади:

$$C = \frac{1}{2f_k R_{чик} \sqrt{M_k^2 - 1}} \quad (6.17)$$

бу ерда:  $M_k$  – қуйи частоталардаги частотали бузилишлар коэффиценти;  $f_k$  – қуйи частоталар чегараси;  $R_{чик} = R_k + R_{и}$ . Конденсаторнинг сиғими қуйидагича аниқланади:

$$C_3 \geq \frac{10}{2\pi f_k R_3}. \quad (6.18)$$

Каскаднинг кучланиш бўйича кучайтириш коэффиценти:

$$K_u = \frac{U_{чикmax}}{U_{кирmax}}. \quad (6.19)$$

Кучланишнинг каскади чиқиш каскадидир Каскаднинг чиқишдаги сигнал трансформатор орқали кичик қаршиликка эга бўлган истеъмолчига узатилади. Коллектордаги кучланиш ўзиндукция ЭЮК ҳисобига  $E_{кэ}$  дан икки марта катта бўлиши мумкин. Шунинг учун

$$E_{кэ} \leq U_{кэ.ж}/2 \quad (6.20)$$

қилиб олинади.

Каскаднинг чиқишдаги қуввати:

$$P_{чикмакс} = 0,5 U_{кмакс} \cdot I_{кмакс} \cdot \eta_{тр}, \quad (6.21)$$

бу ерда:  $\eta_{тр}$ -трансформаторнинг ФИКи.

Кириш занжиридаги қувват ва кучайтириш коэффициенти:

$$P_{кир} = 0,5 I_{бмакс} U_{бэмакс}; \quad (6.22)$$

$$K_p = \frac{P_{чик}}{P_{кир}} \quad (6.23)$$

Трансформатор каскад чиқиш қаршилигининг истеъмолчининг кириш қаршилигига мос тушишини ва қувватнинг узатилиши учун энг яхши шароит яратилишини таъминлайди. Трансформаторнинг трансформация коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$n = \sqrt{\frac{R_{чик}}{R_u}} \quad (6.24)$$

Агар кучайтиргич чиқишидаги қувват 20Вт дан ортиқ бўлса, икки тактли симметрик схемалардан фойдаланилади. Бу схемадаги икки транзисторнинг хар бири В режимда ишлайди. Бундай схемаларнинг ФИКи 70-75% га етади. Тинч ҳолатда  $I_b=0$  ва бошланғич ҳолатда схема истеъмол қиладиган қувват

$$P_0 = 2E_{кэ} I_{бо}. \quad (6.25)$$

Биринчи ярим даврда биринчи транзистор, иккинчи ярим даврда эса иккинчи транзистор ишлайди. Битта транзисторнинг чиқишдаги қуввати:

$$P'_{чик} = \frac{U_{кмакс} \cdot I_{кмакс}}{2} = \frac{(I_{кмакс} - I_{ко}) E_{кэ}}{4} \quad (6.26)$$

Икки тактли каскаднинг чиқишдаги қувват:

$$P_{чик} = 2P'_{чик} = \frac{E_{кэ} (I_{кмакс} - I_{ко})}{2} \quad (6.27)$$

Кўпинча, кучайтиргичнинг барқарор ишлашини таъминлаш учун тескари боғланишдан фойдаланилади. Чунки занжирдаги сигнал маълум қисмининг кириш занжирига узатилиши *тескари боғланиш* деб аталади. Тескари боғланиш манфий ва мусбат бўлиши мумкин. Мусбат тескари боғланиш генератор каскадларида қўлланилади. Кучайтириш каскадларида манфий тескари боғланишдан фойдаланилади ( мусбат тескари боғланиш кучайтиргичлар учун зарарлидир). Тескари боғланиш кучланиши чиқиш кучланишининг маълум қисмини ташкил қилади ва тескари боғланиш коэффиценти ( $\beta$ ) билан характерланади. Тескари боғланиш кучайтиргичларда:

$$K = \frac{U_{чик}}{U_{сигн.}} \quad (6.28)$$

$$U_{сигн.} = U_{кир} - U_{тб} = U_{кир} - \beta U_{чик} = U_{кир}(1 - \beta K). \quad (6.29)$$

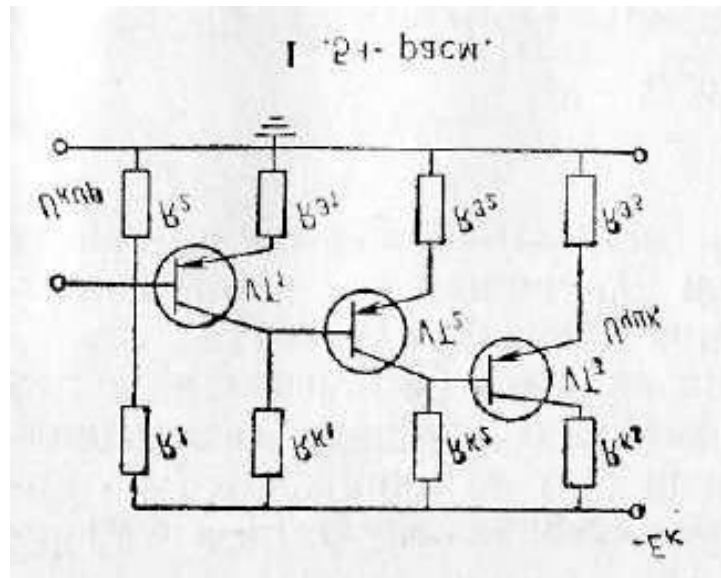
Демак,

$$K_{тб} = \frac{KU_{кир}}{U_{сигн.}} = \frac{KU_{кир}}{U_{кир}(1 - \beta K)} - \frac{K}{1 - K} \quad (6.30)$$

Тескари боғланиш манфий бўлганда  $\beta < 0$  булади ва  $K_{тб} = \frac{K}{1 + \beta K}$ , яъни кучайтириш коэффиценти камаяди. Лекин кучайтиргичнинг частота ва фаза бузилишлари камаяди.

$R_3$  қаршилиги тескари боғланиш занжири бўлиб, чиқиш занжиридаги кучланишни қисман кириш занжирига узатади. Шунинг ҳисобига бошланғич иш нуқтасининг параметрлари стабиллашади. Юқорида кўриб чиқилган каскадларнинг барчаси синусоидал ўзгарувчан кучланишни кучайтириб беради. Айрим ҳолларда йўналиш жихатдан ўзгармай, фақат қиймати секин ўзгарувчи сигналларни ҳам кучайтириш талаб қилинади. Бундай ҳолларда галваник боғланган ўзгармас ток кучайтиргичларидан фойдаланилади.

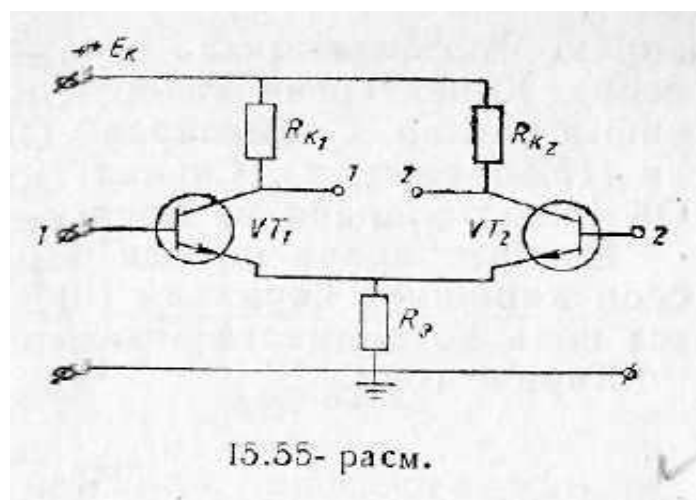
Кучайтиргич уч каскаддан иборат. Хар бир каскад УЭ схема бўйича йиғилган. Ажратувчи конденсаторлар бўлмагани учун хар бир каскаднинг ўзгармас ташкил этувчиси кейинги каскаднинг базасига узатилади ва шунинг учун мазкур ташкил этувчи компенсацияланиши керак. Олдинги каскаднинг ўзгармас ташкил этувчисини компенсациялаш учун кейинги каскаднинг  $R_3$  қаршилигидан олинувчи ўзгармас кучланишдан фойдаланилади. Транзисторлар ( $VT_2$  ва  $VT_3$ ) нинг база-эмиттер нормал кучланишларини  $R_{32}$  ва  $R_{33}$  қаршилиқлар таъминлаб беради. Транзистор  $VT_1$  нинг осойишталик режимини  $R_1$  ва  $R_2$  кучланиш бўлгич ва  $R_{31}$  қаршилиқлар таъминлайди.



6.5.-расм. Аста-секин ўзгарувчи сигналлар кучайтиргичи

Икки сигнал фарқини кучайтирувчи қурилма *дифференциал кучайтиргич* дейилади. Чикишдаги сигнал хар бир кириш сигналига эмас, балки уларнинг айирмасига боғлиқдир. Энг оддий дифференциал кучайтиргич умумий эмиттер қаршилиқ уланган иккита бир хил транзистор асосида қурилади (4.37-расм).

Кириш кучланишлари транзисторлар ( $VT_1$  ва  $VT_2$ ) нинг база-эмиттер ўтишига берилади. Бу кучланишларнинг айирмаси бир неча милливольтдан ортмаса, кучайтиргич ВАХ нинг чизиқли қисмида ишлайди. Унинг кучайтириш коэффициентини 100 га яқиндир. Чикиш қисмлари 1` ва 2` дан чикиш кучланиши олинади. Кучайтиргичнинг узатиш коэффициенти:

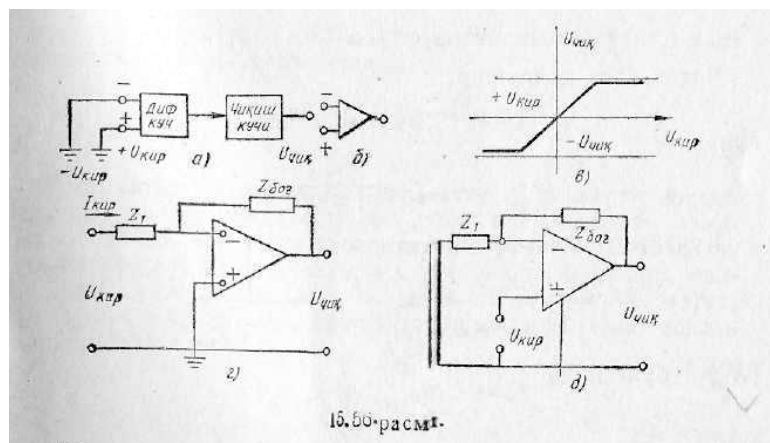


15.55- расм.

6.6. – расм. Оддий дифференциал кучайтиргич схемаси.

$$K(p) = \frac{U_{\text{чик}} \cdot 1'2'}{U_{\text{кир1}} - U_{\text{кир2}}} \quad (6.31)$$

Кучайтирилганда бир хил транзисторларни топиш жуда кийин. Шу сабабдан микросхема асосида тузилган дифференциал кучайтиргич каскадларидан фойдаланилади. К118УЛ1 шундай схемаларнинг намунаси бўла олади. Ўзгармас ток кучайтиргичлари асосида турли математик операцияларни бажарувчи операцион кучайтиргичлар кўриш мумкин. Операцион кучайтиргичлар (ОК) юкори кучайтириш коэффиценти, катта кириш ва чиқиш кўршилиги билан характерланади.



6.7 - расм. Операцион кучайтиргичларнинг схемаси

Операцион кучайтиргичлар кириш дифференциал кучайтиргичларидан иборатдир (4.38-расм). Кучайтиргич инверторловчи (-) ва инверсион (+) киришга эгадир. Схемаларда ОК учбурчак тарзидан ифодаланади (438-расм, а). Сигнал қайси киришга берилганига қараб ОК инверторловчи ёки инверсион усулларда уланади.

Инверторловчи усулда кириш кучланиши ОК нинг инверсион киришига берилади (4.38-расм, в), инверсион кириш эса ноль потенциалга эгадир. Кириш токи:

$$I_{\text{кир}} = \frac{U_{\text{кир}} - 0}{Z_1} \quad (6.32)$$

Чиқиш кучланиши:

$$U_{\text{чик}} = -I_{\text{кир}} Z_{\text{бог}} \quad (6.33)$$

Кучланиш узатиш коэффиценти:

$$K(p) = \frac{U_{\text{чик}}}{U_{\text{кир}}} = \frac{-I_{\text{кир}} Z_{\text{бог}}}{I_{\text{кир}} Z_1} = -\frac{Z_{\text{бог}}}{Z_1} \quad (6.34)$$

Бундай узатиш коэффициенти идеаллаштирилган ОК га хосдир.  $R_{кир}=\infty$ ,  $R_{чик}=0$  ва кучланшни кучайтириш коэффициенти  $K=\infty$  деб ҳисобласак, ОК идеаллаштирилган бўлади. Аслида, реал ОК ларнинг узатиш коэффициенти  $K(p)$  идеал ОК нинг  $K(p)$  идан тахминан 0,03% га фарқ қилади.

ОК нинг инверсион усулда уланганда кириш кучланиши унинг инверсион киришига берилади. Бунда тескари боғланиш кучланиши:

$$U_{тб} = \beta U_{чик}, \quad \beta = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_{боз}} \quad (6.35)$$

ОК нинг киришдаги кучланиши:

$$U_{кир} = U_{кир}^* - U_{тб} \quad (6.36)$$

Чиқишдаги кучланиши:

$$U_{чик} = K(U_{кир}^* - \beta U_{чик}) \quad (4.43) \text{ ёки } U_{чик} = \frac{KU_{кир}}{1 + \beta K} \quad (6.37)$$

Кучайтириш коэффициенти:

$$K = \frac{U_{чик}}{U_{кир}} = \frac{KU_{кир}^*}{(1 + \beta K)U_{кир}^*} = \frac{K}{1 + \beta K} = \frac{1}{\frac{1}{K} + \beta} = \frac{1}{\beta} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{\beta K}} \quad (6.38) \quad \beta K \gg 1$$

бўлганида  $K^* = \frac{1}{\beta}$

ОК лар ёрдамида сигналларни кўшиш, дифференциаллаш, интеграллаш ва улар устида бошқа математик операциялар бажариш мумкин. Кириш сишналини интегралловчи схемани кўриб чиқамиз (4.39.а -расм). Кириш занжирига резисторни, тескари боғланиш занжирига эса конденсатор улаймиз. Резистордан ўтаётган ток:

$$i = \frac{u_{кир}^*}{R} \quad (6.39)$$

Бу ток конденсатордан ўтиб, уни зарядлайди ва  $u_c$  кучланишни ҳосил қилади (ушбу кучланиш чиқиш кучланишидир):

$$u_c = -\frac{1}{RC} \int_0^1 u_{кир}^* dt \quad (6.40)$$

Дифференциалловчи кучайтиргичда кириш занжирига конденсатор  $C$  ни, боғланиш занжирига резистор  $R$  ни улаймиз (4.39.б-расм). Кириш кучланиши конденсаторни зарядлайди ва ундаги кучланиш кириш кучланишига тенг бўлади:

$u_c = u'_{\text{кпр}}$ . Конденсатордан ўтаётган ток

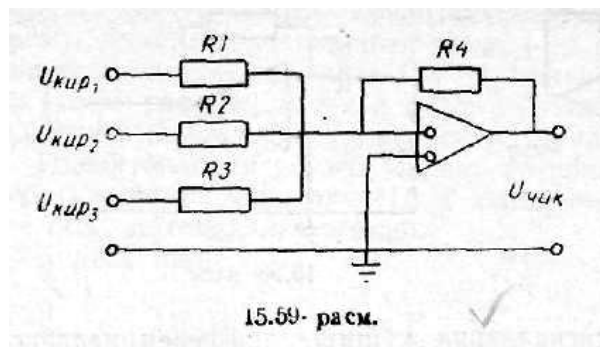
$$i = C \frac{du'_{\text{кпр}}}{dt} \quad (6.41)$$

Бу ток кучайтиргичга бормай,  $R$  қаршиликдан ўтиб, унда кучланиш пасажуини ҳосил қилади:

$$u_{\text{чик}} = -iR = -RC \frac{du'_{\text{кпр}}}{dt} \quad (6.42)$$

ОК сумматор сифатида ишлатилганда бир нечта кириш кучланишларининг йиғиндисини аниқлаш операциясини бажаради. Бунда ОК нинг инвенторловчи киришига қўшиладиган сигналлар берилади, чиқишдан эса уларнинг йиғиндиси олинади. 4.40-расмда жамловчи ОК нинг схемаси кўрсатилган. Кирхгофнинг биринчи қонунига биноан  $A$  тугундаги тоқлар йиғиндиси 0 га тенг:

$$i_{\text{кпр}1} + i_{\text{кпр}2} + i_{\text{кпр}3} - i_{\text{кпр}4} = 0. \quad (6.43)$$



6.8.-расмда жамловчи ОК нинг схемаси.

Тоқларни кучланишлар орқали ифодаласак,

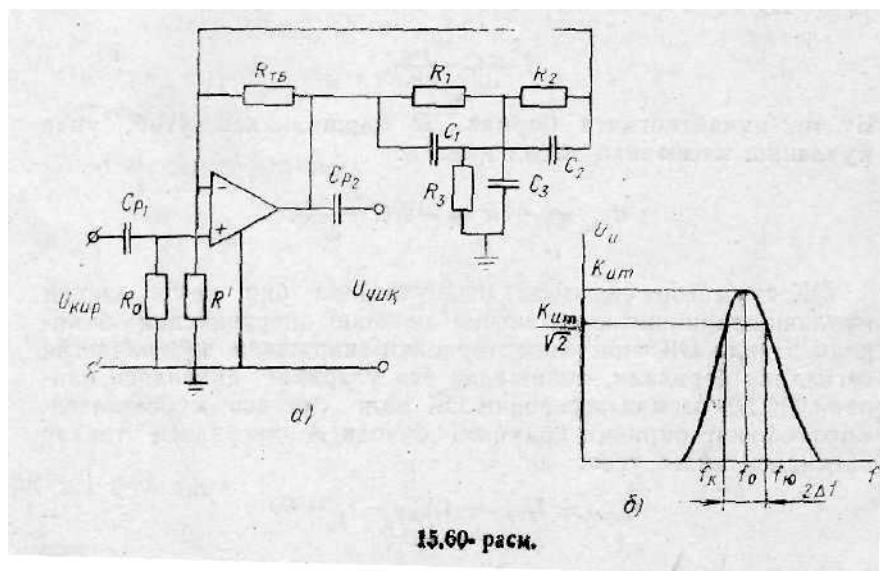
$$\frac{u_{\text{кпр}1}}{R_1} + \frac{u_{\text{кпр}2}}{R_2} + \frac{u_{\text{кпр}3}}{R_3} = \frac{u_{\text{чик}}}{R_4} = 0 \quad (6.44)$$

Бундан,

$$u_{\text{чик}} = \frac{u_{\text{кпр}1}}{R_1} \cdot R_4 + \frac{u_{\text{кпр}2}}{R_2} \cdot R_4 + \frac{u_{\text{кпр}3}}{R_3} \cdot R_4 \quad (6.45)$$

Бундан ташқари, ОК лар логарифмлаш, потенциаллаш ва бошқа операцияларни ҳам бажара олади. Улар радиоэлектроника схемаларида ҳам кенг қўлланилади. ОК нинг тесқари боғланиш занжирига иккиланган Т-симон RC-қўприкли занжир ўрнатилса, схема юқори частота ажратиш хусусиятига эга бўлади. 15.60-расмда частота кучайтиргичнинг схемаси ва амплитуда частотаси характеристикаси кўрсатилган. Созлаш частотаси деб аталувчи  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

частотада кучланишни узатиш коэффициенти  $\beta = \frac{U_{чик}}{U_{кир}}$  камайиб кетади. Бунда тескари боғланиш таъсири камайиб, кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти ( $K_{и\ тб}$ ) шу каскаднинг тескари боғланишда бўлмагандаги коэффициенти ( $K_{и\ max}$ ) га тенглашади.



6.9 – расм частота кучайтиргичнинг схемаси ва амплитуда частотаси характеристикаси

Созлаш частотаси ( $f_0$ ) дан фарк килувчи частоталарда тескари боғланиш коэффициенти бирга якинлашиб, чиқишдаги сигнал бутунлай киришга берилади. Кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти жуда кичик булади. Айрим частоталар ва частоталар доирасида кучайтирувчи кучайтиргичлар *частота ажратувчи кучайтиргичлар* дейилади. Бундай кучайтиргичларнинг юкори ва куйи частоталар нисбати  $I_{ю}/I_{к}$  бирга якин, яъни 1,001 дан 1,1 гача булади. Чаастота ажратувчи кучайтиргичлар радиотехника, телевидение, куп канналли алока системаларида кенг кулланилади.

Манбадан таркаладиган электр сигимлар (товуш, видеоимпулслар) частотасига созланган частота ажратувчи кучайтиргич фақат шу частотадаги сигналнигина кучайтириб беради. Юкорида кўриб чиқилган схемамиз товуш ва саноат частоталарида ишлайди ва частота ажратиш учун унинг RC занжири параметрлари.  $R_1=R_2=R_3$ ,  $R_3=R/2$ ,  $C_1=C_2=C_3$  ва  $C_3=2C$  шартларни қаноатлантириши керак. Юкори частотали ажратувчи кучайтиргичларда оддий кучайтиргичнинг коллектор занжирига LC контур уланади, LC резонанс режимида ишлайди.

$$I_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4.53)$$

частотада кучайтиргичнинг кучайтириш коэффициенти максимал қийматга эга бўлади.



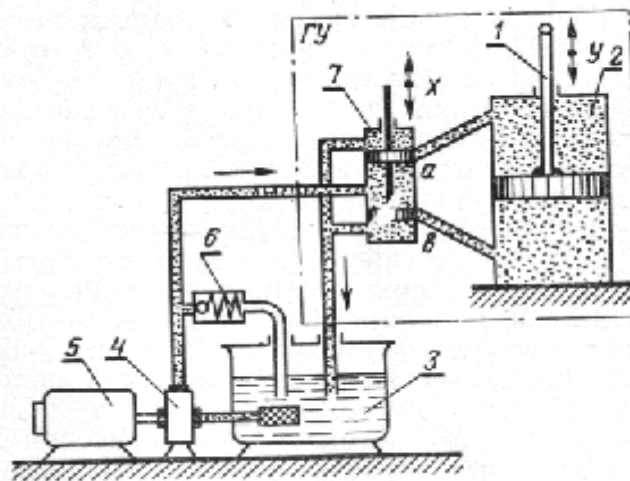
## 6.2. ГИДРАВЛИК КУЧАЙТИРГИЧЛАР

Гидравлик кучайтиргичлар автоматика тизимларида кенг ишлатилмоқда. Айниқса, золотник билан бошқариладиган поршенли гидравлик кучайтиргичлар энг кўп тарқалган. Кишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришидаги автоматика тизимларида гидравлик кучайтиргичлар пневматик кучайтиргичларда нисбатан кўпроқ ишлатилади. Улар мобил машиналарнинг автоматика тизимларида (ўрнатма агрегатларни бошқариш учун) ва тракторлар ҳамда комбайларни автоматик хайдаш (бошқариб бориш) тизимларида ишлатилмоқда.

Золотник билан бошқариладиган поршенли гидравлик кучайтиргичнинг принцинал схемаси 6,10 а-расмда кўрсатилган (одатда поршенли насослар ишлатилади).

Иш суюқлиги ёки температурали қовушоқлик коэффициентлари кичик бўлган махсус суюқликларнинг босимини ҳосил қилади ва бу босимни сақлайди. Босим ўтказиб юбориш клапани билан ростланади. Куч цилиндри 4 га бирлаштирилган каналлар нейтрал вазиятда тўлиқ ёпилган бўлади. Поршен 5 ҳаракатланмайди. Агар золотник 3 га юқорига йўналган кириш таъсири х берилса, у ҳолда золотник юқорига ҳаракатланиб, тешикларни очади, шунда куч цилиндрининг юқори бўшлиғига босим остидаги мой қиради, пастки бушлик эса айни вақтда қайтариб тукиш трубасига туташади. Насос 1 ишлаб, бак 6 даги мойни куч цилиндри ичига хайдагани учун юқори бушликдаги босим ошади ва поршень 5 пастга силжийди. Поршеннинг ҳаракати тезлиги - цилиндрга келаётган ва ундан кетаётган мой миқдорига боғлиқ, бу эса уз навбатда тешикларнинг очилиш кийматига боғлиқ.

Гидравлик кучайтиргичларнинг статикавий характеристикаси 6,10 б-расмда кўрсатилган.



6.11 -расм. Золотникли гидравлик кучайтиргичнинг схемаси ва унинг статик тавсифномаси.

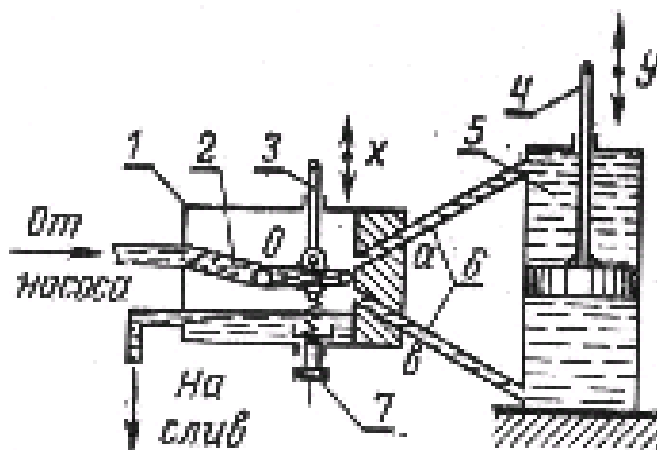
Характеристикада куйидаги зоналар бор: 2а га тенг носезгирлар зонаси. Бу зонанинг пайдо бўлишига сабаб шуки, золотник белбоғининг кенглиги тешикнинг кенглигидан бир оз катта - тўйиниш зонаси. Бу зона золотник тешикларнинг тўлиқ очилишига мос бўлади, шунинг учун поршеннинг харакатланиш тезлиги бу ерда энди катталаша олмайди. Агар золотник силжиганда (5.6-расм) топшириклар тўлиқ очиладиган ҳолатга ( $X_{max}$ ) ета олмаса ва носезгирлик зонаси эътиборга олинмаса, статик характеристкасини тахминан чизикли деб ҳисоблаш мумкин (расмда пунктир билан кўрсатилган).

Гидрокучайтиргичлар тескари алоқасиз ва гидроцилиндр поршеннинг вазияти бўйича бикр тескари алоқали қилиб ишлаб чиқарилади. Гидрокучайтиргичларнинг чиқишида катта қувватларни олиш учун каскадли бирлаштириш усули қўлланилади, шунда биринчи кучайтиргичнинг ижрочи органи навбатдагисининг ростловчи органига таъсир этади.

Гидрокучайтиргичларнинг чиқиш қуввати бир, ўн, юз ва бундан ортиқ киловаттни ташкил этиши мумкин, кучайтириш коэффиценти жуда катта (3.10. --- 3.10. ) бўлиб, кучайтиргичи жуда тезкор.

### 6.3. Оқим қувурчали гидравлик кучайтиргичлари

Ушбу турдаги кучайтиргичнинг схемаси 6.12-расмда кўрсатилган. Мумдштукдан 3 тезлик билан оқиб чиқарилган суюқликнинг босими унинг ҳолаати нейтралдан ўзгартирилганда 4 ва 5 қувурчаларда ўзгарувчан босимга айлантиради. Оқим қувурчаси 2 олиб берувчи 1 қувурга уланган. Мумдштукдан оқиб чиқаётган суюқлик қувурчаларни бирисига ўтиб тезликни босимга айлантиради. Мумдштукни нейтрал ҳолатида 4 ва 5 қувурчалардаги босим тенг ва поршен 7 харакатланмайди. Мумдштукни ҳолати ўзгарилиши билан қувурчаларни биттасида босим ошиб, иккинчисидан камайиб кетади. Бунинг натижасида поршен харакатланиб ижро механизмни ишга туширади.



6.12.-расм. Оқим қувурчали гидравлик кучайтиргичнинг схемаси.

## 7-боб. Автоматиканинг ижро механизлари

### 7.1. Ижро механизмлари ҳақида тушунча ва уларнинг туркумланиши.

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

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

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

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

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

Фойдаланилган энергия турига кўра ИМ лар электрик, пневматик, гидравлик турларига ажратилади (7.1-расм).

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

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

Чиқувчи органининг ҳаракатланиш тезлигига кўра ИМ лар доимий тезликка эга бўлган ҳамда чиқувчи органининг сурилиш тезлиги чиқувчи сигналга пропорционал бўлган ИМ ларга ажратилади.

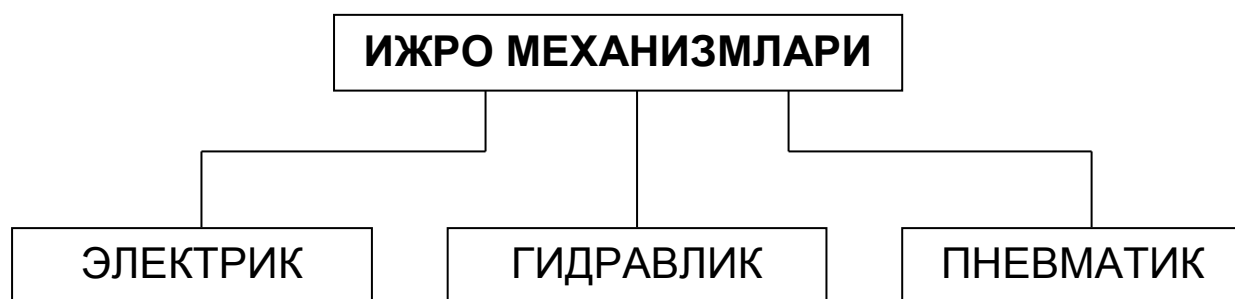
Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришида электрик ИМ лар кенг тарқалган. Уларни 2 та асосий гуруҳга ажратиш мумкин: электр двигателли ва электромагнитли (7.2-расм).

Биринчи гуруҳга электр юритмали ИМ лар киради. 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 органи

харакатга келтиради. Сигнал йўқолганда юритма ишдан тўхтайтиди, 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 муфтларни киритиш мумкин. Соленоидли механизмлар одатда фақат икки позицияли ростлаш тизимларида қўлланилади.

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



7.1-расм. Ижро механизмларининг энергия турига қараб турланиши

## 7.2. Электрик ижро механизмлари

Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқаришида стационар қурилмалар ва жараёнларни автоматлаштиришда асосан электрик ижро механизмлари, харакатланувчи машиналарда эса гидравлик ва пневматик ижро механизмлари қўлланилади.

Чиқувчи органнинг характериға қараб электрик ижро механизмларининг туркумланиш схемаси 6.2-расмда кўрсатилган.

## 7.3. Электродвигателли ижро механизмлари

Турли ростловчи органларни сурилишини таъминлаш учун клапанлар, дроссель қопқоқлар, сўргичлар 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 харакатланувчан (МЭП типли) кўринишларда бўлади. (МЭО- механизм электрический однооборотный, М-многооборотный, П- прямого хода).



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

Мисол сифатида ПР-1М типдаги ИМ билан танишамиз. Ушбу механизм бир фазали реверсив электродвигатель, редуктор, чекка калитлар тизими ва реохорддан иборат (7.2-расм).

ПР-1М ИМ  $0^0$  ва  $180^0$  ораликдаги ҳар қандай ҳолатда валнинг бурилишини тўхтатиш имкониятига эга. Бунинг учун реохорда кўринишидаги 180-190 Ом қаршилиққа эга бўлган тесқари алоқа принципида ишлайдиган қаршилиқ чўлғаи ва у бўйлаб ҳаракатланадиган, ҳамда валга қотирилган жилдирғичдан иборат.

#### 7.4. Тақомиллаштирилган электрик ижро мехнизмлари

Тақомиллаштирилган электрик ижро мехнизмлари кўп айланишли қувурли арматурани дистанцион бошқаруви учун қўлланади. Бу ижро мехнизмлари М,А,Б,В,Г,Д русумли электр юритмалари номини олган бўлиб, улар гидромелирратив тизимларининг автоматлаштирилган насос станцияларида қўлланилади. Улар бир-биридан максимал айланиш моменти,

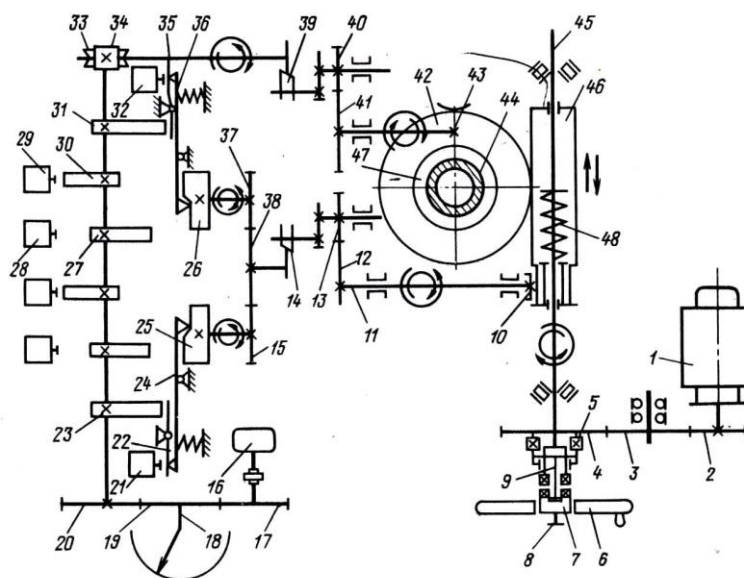
редукторининг тузилиши, габарит уланиш ўлчамлари ва баъзи конструктив элементлари билан фарқланади. Электр юритмаларининг барча конструктив элементлари максимал даражада унификацияланган, юритма валидаги рухсат этилган моментни чегараловчи махсус қурилмалари ва бошқарув схемаларига эга электр юритмаларини эксплуатация шароитларига кўра нормал ҳолатда ишлаши учун 7 1-жадвалда уларни типларига кўра техник маълумотлар келтирилган. Электр юритмаларининг нормал ҳолатидаги жойлаштирилиши вертикал ҳолат ҳисобланади (юритма вали вертикал жойлаштирилади).

7 1-жадвал

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

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

Электр юритманинг кнематик схемаси 7.3 - расмда келтирилган. Электр юритма қуйидаги асосий элементлар ва қисмлардан ташкил топган: корпус червякли цилиндрик редуктор, қўл дублери қисми электр мотори йўл ва момент ўчиргичлари қутилари.



7.3- расм. Такимилаштирилган электрик ижро механизлари (электр юритмалар сургичлар)нинг кнематик схемаси

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

Кўти кўйидаги асосий элементларда ташкил топган. 34-червякли йўл ўчиргичлари қисми, 33- червякли гилдирак, 27,30-кулачоклар,25,26- момент ўтказгичлари: 24 ва 36-ричаглари, пуржиналар 22, 35-блокировка кулачоклари 23,31- микроўтказгичлар 21,32 шестрнали кўрсаткич қисми 19,20: стрелка 18, 17-шестрняли дистанцион кўрсаткичлар қисми, 16-потенционер.

Электр мотори ишга туширилганда электр юритма кўйидагича ишлайди. Айланма ҳаракат электр моторидан 2,3,4-цилиндирик гилдирак ва 5-кулачокли муфта орқали 45 шарикли валга узатилади. 46 червяк гилдирак орқали айлантирувчи момент ишчи органнинг (сурғич) юритма валига узатилади. Бундан ташқари, 47 червяк 43 червяли гилдирак, 41 ва 40-цилиндирик шестрналар орқали ҳаракат 39-вилка, 33 ва 34 червяк 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 муфтнинг кулоқчалари 5-цилиндирили гилдирак кулоқчалари билан боғланиб қолади ва улар орқали ҳарокат 45 шлицли валга узатилади. Электр мотори қўшилганда 6-муфта кулачоклари билан 4 гилдирак кулачоклари бирлашади, бу ҳолда 5-муфта 9 шток орқали 7 втулкани 45 шлицли 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 кўйидагича: маҳкамловчи арматура ишчи органи унинг «Очиқ» ва «Ёпиқ» ҳолатларининг қандайдир. Оралиқ ҳолатларида айланиш momenti максимал қийматида бўлган 44 юритма вали тўхтади. Бу вақтда 46 червяк, 42 червякли гилдирак ўқига уралади ва буни натижасида ҳаракатланаётган 1 электр мотори орқали штицлар бўйлаб ўқнинг йўналишида ҳаракатлана бошлайди.

46 – червякнинг олдинга ҳаракати 10 ричаг, 11, ук, 12 – тишли сектор, 14 ва 39 вилкалар, 13, 15, 37, 38 – цилиндрли гилдираклар ёрдамида 25 ва 26 момент кулачокларининг айланма ҳаракатига ўзгартириб беради. Улар айланганда 24 ва 36 ричаглар 21 ва 32 микроалмашлаб улагичларни кўйиб юборади ва электр мотор занжири узилади. М ва А типларидаги электр моторлари тузилиши жиҳатидан Б,В,Г ва Д типларидаги электр моторларидан фарқ қилади. Уларда червякли редуктор ўрнига цилиндрли редуктор қўлланилади. Яна бир канча кинематик бўғинларда маълум ўзгаришлар бор, лекин моторларининг барча турларининг иш принципи бир хил.

Максимал ток релесига эга бўлган электр юритмалар. Электр моторларни юкламалардан химоялаш ва маҳкамловчи арматурани маҳкамлаб 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 кадратига пропорционал равишда ортади. Шунинг билан олиб, айланиш моментини чегараловчи муфта ўрнига ток релесини қўллаш мумкин. Шу мақсадда электр моторини таъминловчи куч тармоғининг фазаларидан бирига оний ҳаракатли максимал ток релеси уланади. Унинг ажратувчи контакти эса реверсив магнит ишга туширгич ғалтаги занжирига уланади.

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

### **7.5. Электромагнитли ижро механизмлари**

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

Электромагнитли ИМ лар типи, тузилишига кўра чиқиш координатаси кўринишларга ажратилиши мумкин: тўғри ҳаракатланувчан ростловчи органга эга бўлган ИМ лар учун: силжиш, тезлик таъсир қилувчи куч; айланувчан ҳаракатга эга бўлган ростловчи органли ИМ лар учун: айланиш бурчаги, айланиш частотаси, айланиш моменти.

Электромагнитлар ўзгарувчан (бир фазали ва уч фазали), ўзгармас токли бўлиши мумкин. Уларнинг асосий тавсифномаси: якорнинг сурилиши; якорнинг сурилиши ва тортиш кучи орасидаги боғланиш; якорнинг сурилиши ва электроэнергия сарфи, ишга тушиш вақти орасидаги боғланиш.

Якорнинг максимал сурилишига қараб қисқа юришли ва узун юришли электромагнитлар ажратилади.

#### **Электромагнитлар қўйидаги талабларга жавоб бериши керак:**

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

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

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



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

5. Электромагнитлар ишлатиш учун қулай ва оддий бўлиши керак.

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

$$W(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{K_M}{(T_{\text{эп}}+1)(T_1^2 p + T_2 p + 1)} \quad (7.1)$$

бу ерда  $Y$  — якорнинг силжиши;

$T_{\text{э}} = L_0/R_0$  — 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;  $T_2 = K_d/C_n$ ;

$K_d$  — коэффициент (демпфирлаш).

$$K_M = \frac{2K_0}{K}$$

$K_M = \frac{2K_0}{C_n R_0}$  — электромагнит тортиш кучи ва галтакдаги  $I_k$  токи-  $C_n K_0$

нинг орасидаги пропорционаллик коэффициентлари.

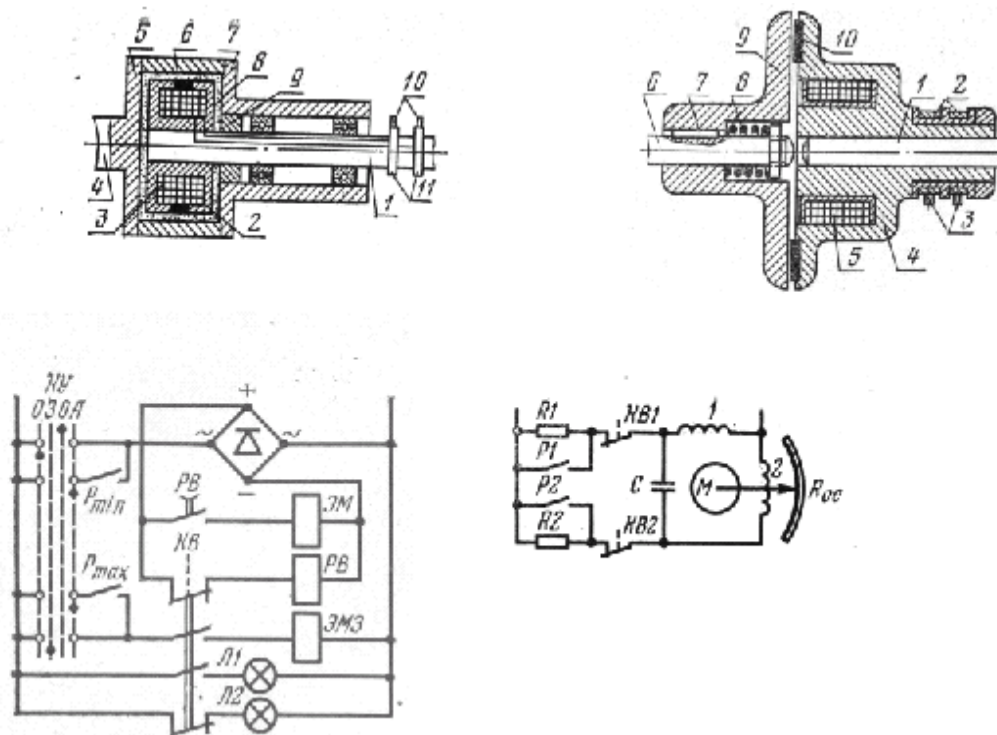
Агар бошқарув объектининг вақт доимийсидан ( $T_{\text{э}}$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ) катта бўлса, узатиш функцияси инерциясиз звено кўринишида берилиши мумкин:  $W(p) = K_M$

## 7.6. Электромагнитли муфталар.

Муфталар — узатма ва ишчи механизмлар орасидаги боғловчи звено ҳисобланади. Уларнинг иш принципи боғловчи элементларнинг электромагнит хусусиятларига асосланган.

Элементларнинг боғланиши кўринишига қараб муфталар функцияли қуруқ ишқаланувчан, қовушоқ ишқаланувчан ва силжиш муфталарга ажратилади. Қуруқ ишқаланиш муфтаси (7.4, а-расм) 3 ва 9 валларга боғланган 5, 6 - иккита ярим муфта ҳолда 2 халқа ва 4 шеткалардан кучланиш қабул қилувчи 1 чўлғамдан ташкил топган. 6- ярим муфтанинг бошқарилувчи қисми 8- шпонканинг ўқи бўйича харакатланади, у ишчи механизмнинг 9-вали билан боғланган. Бошқарилувчи 6 муфта 7 пружина ёрдамида 5 бошқарувчи муфтага нисбатан сиқилади. Чўлғамларга электр токи берилиши билан ҳосил бўлган электромагнит майдон 7 пружина кучини енгиб, бошқарилувчи 6 муфтани тортади. Ишқаланиш кучлари ҳисобига 5 ва 6 ярим муфталарда ҳосил бўладиган айлантирувчи момент бошқарувчи валдаги бошқарилувчи валига ўтказилади. Узатилаётган

айлантирувчи моментни катталаштириш учун муфтларни кўп диски кўринишда тайёрланади.



7.4-расм. Қурук ишқаланиш ва қовушоқ ишқаланиш муфтасининг конструктив ва электр схемалари.

Қовушоқ ишқаланувчи муфтлар (6.6, б-расм) ферропаро-шакли ёки магнитли эмульсияли таркибига эга бўлиб, бошқарилувчи ва бошқарувчи элементларда боғловчи қатлам ҳосил бўлади. Бундай муфтларнинг характерли томони шундаки, магнит оқими ортиб бориши билан узатилувчи айлантирилувчи момент ортиб боради. Бундай муфтлар юкламаларга нисбатан чидамли бўлиб, тез харакатланувчан ИМ лардан ҳисобланади (вақт доимийси  $T=0,005... 0,008$  с), уларнинг узатиш коэффиценти  $K=3500$ . Бу муфтлар конструктив тузилмасига кўра ғалтакларнинг жойлашиши, сони, ишчи юзасининг шаклига, ток ўтказгичларининг кўриниши ва бошқа белгиларига кўра фарқланади

## 8-боб. Автоматика ростлагичлари

### 8.1. Автоматик ростлагичлар хақида тушунча ва уларнинг турлари.

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

Ростланувчи миқдорнинг турига кўра ростлагичлар қуйидагиларга бўлинади: босим, сарф, сатх, намлик ва каби ростлагичлар. Ишлаш усулига кўра бевосита ва билвосита таъсир қилувчи ростлагичлар мавжуд. Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун ростланувчи объектдан олинган энергиянинг ўзи билан ишловчи ростлагичлар **бевосита таъсир қилувчи ростлагич** деб аталади. Агар ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ишга тушириш учун қўшимча энергия керак бўлса, **билвосита таъсир қилувчи ростлагичлар** ишлатилади. Фойдаланиладиган энергия турига кўра ростлагичлар электр, пневматик, гидравлик ва аралаш (электр-пневматик, пневмо-гидравлик ва хоказо) ростлагичларга бўлинади.

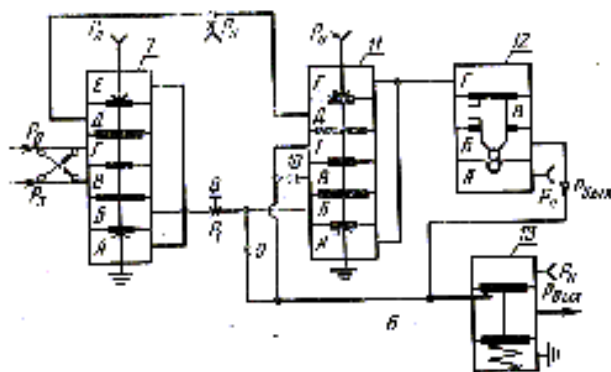
Ижро этувчи механизмнинг ростловчи органига кўрсатиладиган таъсирнинг характери жиҳатидан ростлагичлар узлукли ва узлуксиз ишловчи бўлади. **Узлукли ишловчи** ростлагичларда ижро этувчи механизмнинг фақат ростловчи органи ростланувчи миқдорнинг узлуксиз муайян қийматида ҳаракат қилади. Ростланувчи миқдорнинг ўзгариши ва ростловчи таъсир ўртасидаги боғланиш (ёки ижро этувчи механизм ростловчи органининг ҳаракати), яъни ростлаш қонуни назарда тутилган иш тавсифномасига кўра ростлагичлар позицион, интеграл (астатик), пропорционал (статик), изодром (пропорционал-интеграл), пропорционал-дифференциал (олдиндан таъсир этувчи статик), пропорционал-интеграл-дифференциал (олдиндан таъсир этувчи изодром) бўлади. Ростланувчи миқдорни вақт давомида талаб қилинган чегарада сақлаб туриш жиҳатидан ростлагичлар стабилловчи, программали ва кузатувчи ростлагичларга бўлинади. Стабилловчи ростлагичлар ростланувчи миқдорнинг берилган қийматга (маълум даражадаги хато билан) тенглашишини таъминлайди. Программали ростлагичлар махсус программали топшириқ бергич ёрдамида ростланувчи миқдорнинг вақт бўйича аввалдан маълум бўлган программа (қонун) бўйича ўзгаришини таъминлайди. Бу программа технологик регламент талабларига мувофиқ тузилган бўлади. Кузатувчи ростлагичларда ростланувчи миқдорнинг вақт бўйича ўзгариши ростлагич топшириқ бергичга билвосита таъсир қилувчи бошқа катталикнинг ўзгаришига мос бўлади.

## 8.2. Пропорционал ростлагичлар.

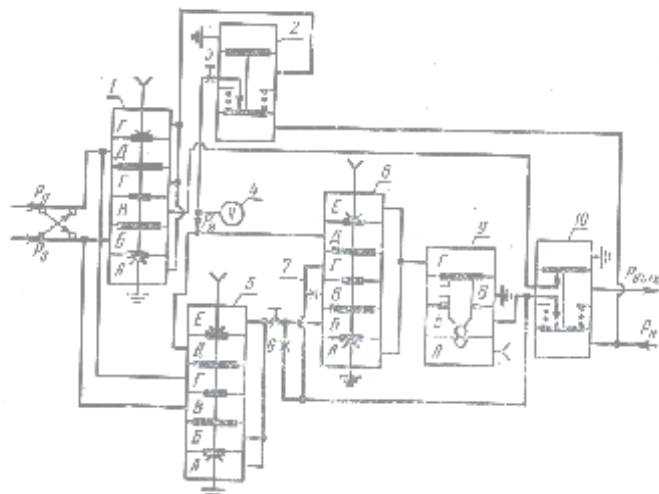
Пропорционал ростлагичлар деганда ростловчи органнинг ростланувчи параметри ва топширилган миқдор орасидаги фарққа нисбатан пропорционал силжиши тушунилади. Ростланувчи параметрнинг вақт бўйича ўзгариши ва ростловчи органнинг силжиши бир қонун бўйича амалга ошади. Ростланувчи параметрнинг ҳар бир миқдорига 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 мўлжалланган. Асбоб иккиламчи асбобнинг қўл билан топшириқ бергичи ёки стандарт пневматик сигналли бошқа қурилмадан масофадан туриб топшириқ олувчи ростлагичдан иборат (8.1-расм).

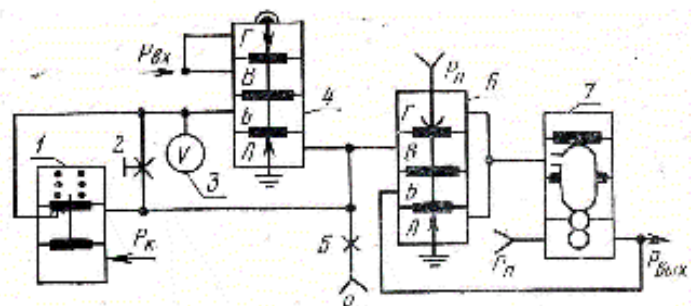
Ростлагич иккита таққослаш элементлари 1 ва 3, дросселли сумматор 2, қувват кучайтиргичи 4, учирувчи реле 5, қўл билан топшириқ бергич 6 лардан иборат. Топшириқ бергич ва ўлчов асбобларидан келган  $P_T$  ва  $P_3$  сигналлар таққослаш элементи 1 нинг мембраналарига таъсир этади (манфий камера В, мусбат камера Б) ва тескари алоқа мембраналарида ҳаво босими ҳосил қилган куч (камера А) билан мувозанатлашади.



8.1-расм. ПР 2.5 пропорционал ростлагичнинг принципиал схемаси.



8.2-рasm. Пропорционал-интеграл ростлагичнинг принципиал схемаси.



8.3. –рasm. Аввалдан таъсир ростлагичи схемаси – ПФ-2.1

Таққослаш элементи 1 нинг  $P^1$  чиқиш босим ўтказувчанлиги  $\beta$  бўлган дросселли сумматор 2 нинг ростланувчи дроссели орқали таққослаш элементи 3 нинг а камераси-га боради, худди шу камерага ўтказувчанлиги  $\alpha$  бўлган дросселли сумматор 2 нинг ўзгармас дроссели орқали  $P_{чик} = P^{IV}$  чиқиш босими ҳам келади. Таққослаш элементи 3 нинг чиқиш босими кувват кучайтиргичи ёрдамида кучайтирилади ҳамда иккинчи таққослаш элементи билан манфий тескари алоқада бўлади. Системада ҳосил бўладиган автотебранишларни йўқотиш мақсадида таққослаш элементи 3 га иккита тескари алоқа киритилган: В камерага манфий ва Б камерага мусбат. Система мувозанати бузилган ҳолларда рўй берадиган автотебранишлар мусбат тескари алоқа йўлига ўрнатилган ўзгармас дроссель билан тўхтатилади. Кўл билан бошқаришга ўтиш мақсадида ростлагични узиш учун ўчирувчи реле 5 дан фойдаланилади. ПР2.5 ростлагич ПВ10.1Э, ПВ10.1П, ПВ10.2Э, ПВ.2П, ПВ3.2 типидagi иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

### 8.3. 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 бўлади. Агар ростланаётган катталиқ берилган кийматидан четга чиқса астатик ростлагич ростловчи органи ростланувчи катталиқ киймати топширилган даражага етгунча харакатга келтириб туради.

Ўзининг динамик хусусиятлари жиҳатидан интеграл ростлагичлар турғун эмас, шунинг учун ҳам улар мустақил қурилма сифатида ишлаб чиқарилмайди.

### 8.4. Пропорционал-интеграл (изодром) ростлагичлар.

ПР3.21 ростлагичнинг вазифаси ПР 2.5 ростлагичнинг вазифасига ўхшаш. У таққослаш элементлари I, III, VI, дроселли сумматор II, қувват кучайтиргич IV, узувчи релелар V, VII ва сиғим VIII дан иборат (8.2- расм). Бу ростлаш блоки иккита: пропорционал ва интеграл қисмлардан тузилган. Уларнинг киришига датчикдан ростланаётган катталиқнинг пневматик сигнали  $P_n$  ва иккиламчи асбобга ўрнатилган топшириқ бергичдан ростланувчи катталиқнинг берилган киймати келиб,  $0,2 \dots 1 \text{ кг/см}^2$  оралиқда бўлади. Блокнинг пропорционал қисми ғалаёнланишдан сўнг харакатга келиб, унинг ўзи эса сумматор I, III ва дроселли сумматор II дан тузилган. ПР3.21 ростловчи блокнинг интеграл қисми сумматор VI ва кучайтириш коэффиценти  $K=1$  бўлган биринчи даражали апероидик звенодан тузилган бўлиб, пневматик интегралловчи звенодан иборат. Пропорционал ва интеграл қисмларнинг чиқиш сигналлари ячейка II да қўшилади. Бунинг учун интегралловчи звенонинг чиқиши ячейка II нинг I ва III сумматорлари киришига берилиши лозим.

Созлаш параметрларининг (кучайтириш коэффиценти -  $K_p$ , изодром вақти -  $T_n$ ) ўзаро боғлиқ эмаслиги блокнинг муҳим афзаллигидир. Кучайтириш коэффиценти ( $K_p$ ) дроселли сумматордаги ўзгарувчи дроселнинг ўтказувчанлигини ўзгартириб ўрнатилади, дроселлаш диапозони  $DD=3000 \dots 5$  чегарада ўзгаради, бу эса кучайтириш коэффицентининг киймати  $0,03 \dots 20$  бўлишига мос келади. Изодром вақти  $T_n$  апероидик звено таркибига кирган ўзгарувчи дроселнинг ўтказувчанлигини ўзгартириб ўрнатилади ва у 3 секунддан 100 минутгача бўлиши мумкин. ПР3.21 ростлагич ҳам ПР2.5 ростлагичи ишлайдиган иккиламчи асбоблар билан биргаликда ишлайди.

Махаллий топшириқ бергич ПР3.22 ростлагичи ПР3.21 дан асбоб киришининг топшириқ линиясида қўл билан топшириқ бергич борлиги билан фарқланади.

ПР3.26 ва ПР3.29 ростлагичлари керак бўлган дросселлаш диапазонини ўрнатиш имконини берувчи қайта кўшгич билан таъминланган. Қайта кўшгичнинг учта қайд қилинган ҳолати бор:

I. ДД=2 ... 50% . II. ДД=50 ... 200% . III. ДД=200 ... 800% .

$T_{и} = 0,025$  минутдан  $\infty$  гача ўзгаради. ПР3.29 ростлагичи ПР3.26 дан маҳаллий топширик бергичи борлиги билан фарқ қилади.

Тўғри чизиқли 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 қилади. Ростлагичларда нисбат звеноси бўлиб, унга доимий дроссель, ростловчи дроссель ва топширик бергичлар қиради. Нисбатни созлаш чегараси 1:1 дан 5:1 гача ёки 1:1 дан 10:1 гача. ПР3.24 ва ПР3.34 нисбат ростлагичлари иккита параметр нисбатини учинчи параметр бўйича тўғрилаш билан ушлаб туриш мақсадида ижро этувчи механизмга боровчи узлуксиз ростлаш таъсирини олиш учун хизмат қилади.

### **8.5. Пропорционал-дифференциал ростлагичлар.**

Агар ростлаш объектида юкланишнинг ўзгариши тез ва кескин шунингдек, кечикиш катта бўлса изодром ростлагичлар талаб этилган ростлаш сифатини таъминлай олмайди, яъни бу ҳолда уларда катта динамик ҳаёо ҳосил бўлади. Ростлаш жараёнини параметрнинг ўзгариш тезлигига боғлиқ бўлган кўшимча кириш сигнали воситасида яхшилаш мумкин. Кечикиши сезиларли бўлган объектларда техналогик жараёнларни ростлаш учун ПД-ростлагичларни ишлатиш мақсадга мувофиқдир.

Агар дифференциал қисм ростловчи таъсирнинг бошқа қисмларига кўшилса тўғри (аввалдан таъсир), айрилган ҳолда эса тескари аввалдан таъсир бўлади. Тўғри аввалдан таъсир ростлагичи ПФ2.1 ростлаш занжирига берилган катталиқдан параметрнинг четга чиқиш тезлигига мос таъсир киритиш учун мўлжалланган (8.3-расм).

Сиқилган хажмдаги хавонинг кириш сигнали (ростлагич ёки датчикдан) таққослаш элементи IV нинг В ва Г камераларига боради ҳамда инерцион звено (ростланувчи дроссель II ва сиғим III) орқали ўша элементнинг В камерасига берилаётган таъминловчи хаво босими билан мувозанатлашади. Чиқиш камераси А кузатувчи система схемаси асосида уланган. Агар параметрнинг четга чиқиш тезлиги ноль ёки нольга яқин бўлса, таққослаш элементи IV нинг чиқишида кириш сигнали  $P_{кир}$  кузатилади. Агар босим ўзгара бошласа, масалан, ўзгармас тезликда ортса, у ҳолда Б камеранинг олдида дроссель-қаршилик II борлиги туфайли В ва Г камера мембранасидаги босимлар йиғиндиси Б ва А камеранинг мембраналаридаги кучланишдан катта бўлади. Натижада таққослаш элементи IV даги  $C_1$  сопло беркилиб, А камерада босим кескин ошади. Чиқишда киришдаги босимдан илгарилувчи сигнал пайдо бўлади. Илгарилаш катталиги киришда босимнинг ўзгариш тезлиги ва аввалдан таъсир дросселининг қанчалик очиклигига боғлиқ. Таққослаш элементи IV дан

чиққан сигнал элемент V ва қувват кучайтиргичи VI дан ташкил топган кучайтиргичнинг киришига боради. У таққослаш элементи кучайтиргичнинг хатосини йўқотишга хизмат қилади. Учириш релеси I аввалдан таъсир дросселини беркитишга мўлжалланган. Буйруқ босими  $P_k=0$  бўлганда  $C_2$  сопло ёпиқ бўлиб, B камерага хаво аввалдан таъсир дроссели орқали ўтади. Ростлагични ўчириш учун иккиламчи асбобдан буйруқ босими  $P_k$  берилиб, бунда  $C_2$  сопло очилади ва кириш сигнали ( $P_{кир}$ ) бевосита B камерага келади. Бу ҳолда таққослаш элементи IV га келувчи учала сигнал ўзаро тенг, чиқишдаги босим эса киришдагига тенг бўлади. Аввалдан таъсирни 0,05 ... 10 минутгача оралиқда созлаш мумкин.

## 8.6. Гидравлик ростлагичлар

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

Суғориш тизимларида сув тарқатишни автоматлаштиришда қўлланувчи затвор автоматларнинг бир неча тури мавжуд, сарфни затвор автоматик, Нейрник» типдаги затвор автоматлар, қилинарли, тўғри харакатланувчи автоматик затворлар ва бошқалар.

«Нейрпик» типдаги автоматик затворларга бир хил ҳолатга ўрнатилган гидравлик затвор-ростлагичлар бўлиб, бу ҳолда затворни ҳолати ростланувчи сатҳга мос келувчи нуқта атрофида бўлади.

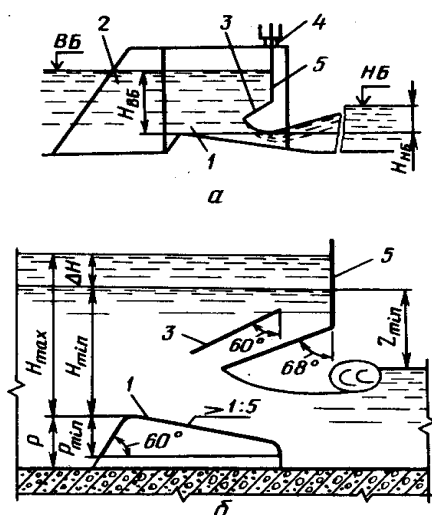
Бу затворлар ёрдамида 3 хил усулда сатҳни ростлаш мумкин. Юқорида бьеф бўйича ростлашни амалга оширувчи автомат-затвор пастки бьеф бўйича ростлашни амалга оширувчи ҳамда аралаш ростлашни амалга оширувчи затвор автоматларни схемаси 8.4 - расмда берилган.

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

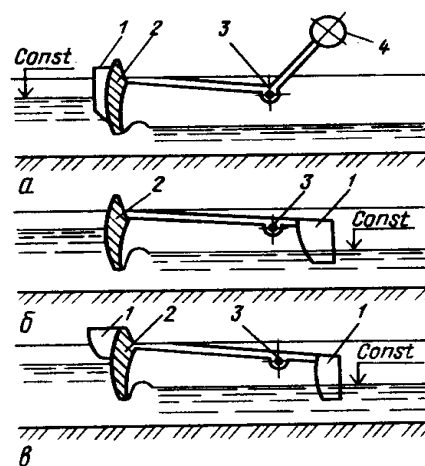
Агар затвор олдидаги сатҳ кўтарилса ёки пасайса тенглик йўқолади ва затвор берилган сатҳ ўз ҳолига қайтиши учун зарур бўлган катталиқка очилади. Ростлаш жараёнида турли тебранишларни йўқотиш мақсадида затворлар таркибига мойли амортизаторлар киритилади.

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





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

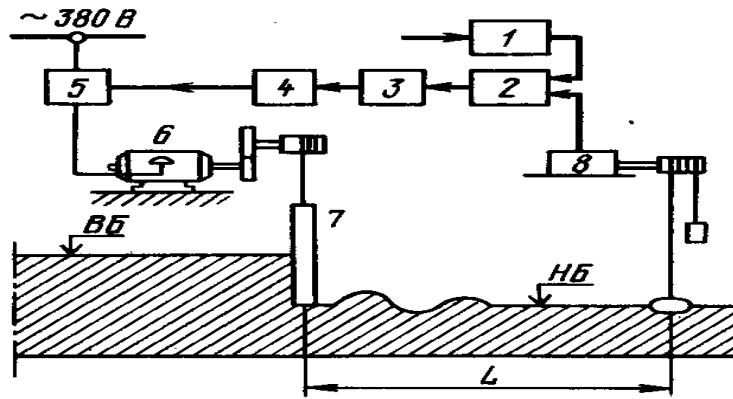


8.5-расм. Сувни сатҳини меъёрловчи «Нейпик» типдаги гидравлик тўсқичларнинг схемаси: а) юқори бьеф бўйича; б) пастки бьеф бўйича; в) аралаш ростловчи; 1-калккович; 2- тўсқич; 3- айланиш ўқи; 4- қарши юк;

Аралаш ростловчи автомат затвор 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 затворлар маҳсус камерага жойлаштирилган иккита сатҳ датчигига (мембранали пукак) эга: уларнинг бири юқори, иккинчиси пастки бьеф билан боғланган. Юқори бьеф датчиги белгиланган сатҳ юқorigа кўтарилганда затворни очади, шунингдек сатҳ минимал қийматга эришганда уни ёпади. Бир вақтни ўзида пастки бьеф камерасидаги датчик унинг белгиланган сатҳини ушлаб туради.

ГТИларни автоматлаштиришда сувни сатҳини текис затворлар ёрдамида пастки бьеф бўйича стабилловчи регуляторнинг таркибий схемасини кўриб чиқамиз (8.6.-расм). Сувни берилган сатҳи 1-топширик бергач (задатчик) ёрдамида белгилади ва 2-элементда амалда мавжуд сатҳ билан солиштирилади.

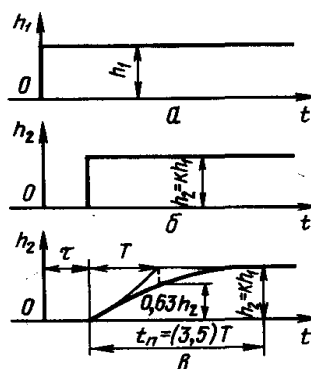
Агар белгиланган сатҳдан четга чиқиш мавжуд бўлса 2-солиштириш элементи 3-кучайтириш блоки (ноль-орган) ёрдамида 5-ишга туширгич орқали 6-электр юритилгани ҳаракатга келтиради. Буни натижасида сатҳ ўзгариши қиймати ишорасига кўра 7-затвор тенгсизлик йўқотилгунча ва белгиланган сатҳ ўрнатилгунча очилади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



8.6. – расм. Сувни сатхи пастки бьёф буйича стабилловчи регуляторнинг тартибий схемаси.

Схемадан кўринадики, ёпиқ занжирли ростлаш тизими таркибига каналнинг ўлчаш ва ростлаш элементлари 8-сатҳ датчиги ва 7-затвор 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-затвор 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 ораликда ростлаш жараёни тўхтатилади ва затворнинг 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.



8.7-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 8.7 - 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) (8.7-расм, а, б). Умумий ростлаш вақти  $t$  у кириш сигналининг ўрнатилган вақтигача бўлаган катталикни ўз ичига олади (в)  $t+(3\dots5) T$ , бу ерда иккинчи кўшилувчи инерцион кечикиш вақти ҳисобланади.

## **9 - боб. Автоматик бошқариш тизимлари ва техник воситаларининг пухталиги**

### **9.1. Пухталиқ хақида тушунчалар ва унга таъсир қиладиган катталиқлар**

Параметрларнинг кўзда тутилмаган номиналдан оғиши ва, айниқса, рослаш таркибидаги ҳеч бўлмаганда бир элементнинг ишдан чиқиши АРС нинг номинал ишини изидн чиқаради, кўпинча бутун системани ишдан чиқаради. Элементар параметрларнинг ўзгариш сабаблари ҳар ҳил. Ҳар бир элемен маълум материал ва маълум (номинал) иш шароити учун ҳисобланади, шунинг учун элементар параметрларнинг олинадиган қийматлари айрим шартларни ҳисобга олмаганда аниқ ва бир ҳил бўлади. Аммо элементарни тайёрлаш жараёнида элементларнинг хақиқий параметрлари ҳисобланган қийматлардан фарқ қилади, бу эса параметрдаги номослик сабаби бўлади. Айниқса, элементарларни ишлатиш вақтида катта оғишлар пайдо бўлиш мумкин, бу оғишларнинг қиймати шунчалиқ катта бўлиши мумкинки, нормал иш нуқтаи назаридан йўл қўйилган чегарадан чиқади.

Масалан АРС га қирадиган кучайтиргичнинг кучайтириши коэффицентининг камайиши статик хатонинг катталашшига сабаб бўлади ва аксинча, кучайтириш коэффиценти ортиқча катталашганда турғунликнинг йўқолишига ва хатто ростлаш сифатининг ёмонлашувига олиб келади.

Элементлар параметрларнинг сочилиш сабаблари технологик ва эксплуатацион сабабларига бўлинади.

Технологик сабабларга турли рухсатлар туфайли келиб чиққан четга чиқишлар қиради: 1) элемент тайёрлаган материалнинг хоссалари туфайли бўлган рухсат, масалан, ўтказгичнинг солиштирма қаршилиги ёки ферромагнит материалнинг магнит киритувчанлиги маълум қийматга эга бўла олмайди. Улар одатда номиналдан ортиқ ёки кам томонга рухсат билан берилади: 2) элементар деталларнинг ўлчамларига бериладиган рухсат, масалан, механикавий звенолар срасидаги бўшлиқларга бериладиган рухсат ва хоказо.

Кўрсатилган сабаларнинг таъсирини камайтириш учун элементларнинг конструкциясида ростлаш мосламалари (ўзгарувчан қаршилиқлар, сиғим ва хоказолар) бўлиши мумкин:

булар элементнинг параметрларини маълум чегарада ўзгартириш ва зарур қийматни ўрнатишга имкон беради. Шуниси муҳимки, системани бундай ростлаш параметрларга бўлган рухсатларни фақат маълум ташқи шароитлардагина қисқартира олади.

Эксплуатацион сабабларга: ташқи муҳитнинг таъсири, энергия манбаи ҳолатининг таъсири, хизмат кўрсатиш сифати, эскириш ва ёйилиш қиради.

Ташқи муҳит, айниқса, қишлоқ хўжалиқ ишлаб чиқаришида элементларни ва бутун системани ишлатиш вақтида муҳит харорати, хавонинг зичлиги, намлиги, газ таркиби ўзгаради. Буларнинг хаммаси аввало алоҳида деталлар ва бутун элемент параметрларининг (ўтказгичлар солиштирма

қаршилигининг, иш суюқлиги қовушоқлигининг ва хоказоларнинг) ўзгаришига сабаб бўлади.

Системани таъминловчи энергия манбаининг ҳолати ҳам элемент параметрларига жиддий таъсир этади. Масалан, манба кучланишининг кўтарилиши реленинг ёки магнит ишга тушургичнинг ишга тушиш вақтини қисқартиради, суюқлик босимининг ошуви эса гидравлик кучайтиргич поршенинг силжиш тезлигини оширади.

Автоматик системаларнинг элементларини тўғри ишлтиш учун юқори малакали хизмат кўрсатувчи ходимлар талаб этилади.

Элементларнинг параметрлари уларнинг эскириши ва ейилиши натижасида ҳам номиналдан четга чиқади. Деталлар нисбатан секин эскиради ва ейилади. Элементлар ишлатишнинг бошланғич даврида эскиради, шунинг учун турли вазифаларни бажарувчи муҳим деталлар (масалан, электрон лампалар) заводдан чиқарилишидан олдин "сунъий эскиртирилади".

Хар бир элементга кафолатли ишлаш муддати белгиланади, бу муддат тугагач эскириш тезлашади ва у хақиқий ҳолати қандайлигидан қатъй назар, алмаштирилиши лозим.

## **9.2. Элементларнинг пухталигини аниқлаш ва мустаҳкамлигини ошириш йўллари.**

Элемент ёки деталнинг пухталиги дейилганда элемент деталнинг маълум давр ичида (масалан профилактик ремонтлараро даврда) бузилмай (радсиз) ишлаш эҳтимоллиги тушунилади. Элементларнинг ва бутун АРС нинг пухталиги умуман қуйидаги миқдорлар: ишламай қўйиш хавфи, ўртача иш вақти, икки рад орасидаги ўртача иш вақти, радсиз ишлаш эҳтимоли билан характерланади. Рад деганда элемент ёки деталь параметрларнинг йўл қўйилган чегарадан кутилмаганда четга чиқиши ёки уларнинг тўла ишдан чиқиши тушунилади.

Бир типли элементлар рад этишининг хафлилиги  $y_1$  кўриб чиқиладиган вақт интервали бошланмасдан ишдан чиқган деталлар умумий сониниград этмай ишлашни давом эттираётган элементлар сонига нисбати билан аниқланади:

Эгри чизик уч даврга бўлинади: биринчи давр  $t_1$  вақтга тенг бўлиб, бундан рад этиш ортиқ даражада хавfli бўлади ва бу вақтда барча ишлаб чиқариш нуксонлари ҳамда хатолари аниқланади;  $t_2$  вақтга мос иккинчи даврда радлар сони нисбатан кам бўлади ва бу сон амалда ўзгармасдан қолиб, система нормал ишлайди;  $t_3$  вақтга мос учинчи даврда элементларнинг қонуний ейилиши ва эскириши туфайли содир бўладиган рад этишлар хавфи ошади.

Бир типли элементлар рад этишининг хафлилиги  $Y_i$  кўриб чиқиладиган вақт интервали бошланмасдан ишдан чиқган деталлар умумий сониниград этмай ишлашни давом эттираётган элементлар сонига нисбати билан аниқланади:

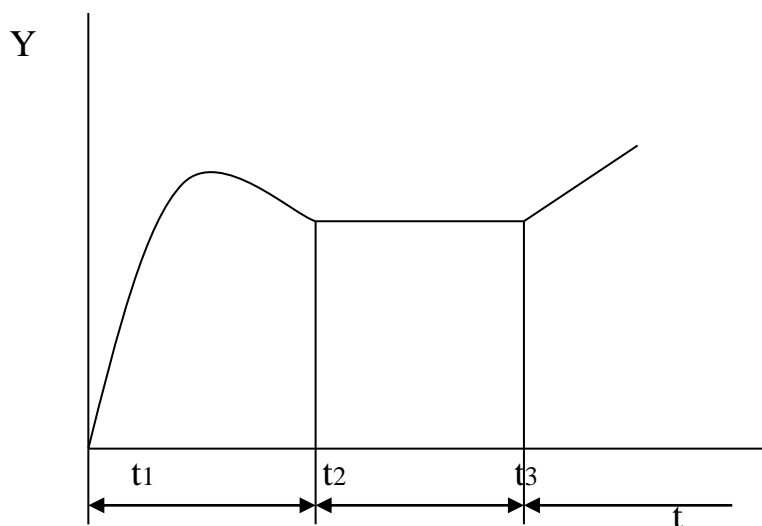
$$Y_i = (..n_i)/(N_0 - n_i) \times t_1 \quad (9.1)$$

Бунда,  $\dots n_1$  – вақт интервалида рад этган деталлар сони;

$N_0$  – деталларнинг дастлабки сони;

$N_0 - n_i$  – кўриб чиқиладиган вақт интервали бошланганда тузуклигича қолган деталлар сони.

Элементлар рад этиш хавфлилиги  $Y_i$  нинг вақт  $t$  га боғлиқлиги 9.1-расмда ифодаланган.



9.1-расм. Элементлар рад этиш хавфлилигининг боғланиш графиги.

Эгри чизик уч даврга бўлинади: биринчи давр  $t$  вақтга тенг бўлиб, бундан рад этиш ортиқ даражада хавfli бўлади ва бу вақтда барча ишлаб чиқариш нуқсонлари ҳамда хатолари аниқланади;  $t_2$  вақтга мос иккинчи даврда радлар сони нисбатан кам бўлади ва бу сон амалда ўзгармас қолиб, система нормал ишлайди;  $t_3$  вақтга мос учинчи даврда элементларнинг қонуний ейилиши ва эскириши туфайли содир бўладиган рад этишлар хавфи ошади.

Хар қайсининг узилма ишлаш вақти  $t_1, t_2, \dots, t_p$  булган  $P$  деталларнинг ўртача бузилмай ишлаш вақти қуйидигича аниқланади:

$$t_{\text{урт.}} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_n) / P \quad (9.2)$$

Рад этишларнинг ҳақлийлиги билан иккинчи давр учун ўртача бузилмай ишлаш вақти орасида қуйидиги боғланишни ёзиш мумкин ( $\dots = \text{const}$ , деб ҳисобланади).

Қўшни икки рад этиш орасидаги ўртача вақт қуйидигича аниқланади:

$$t_{\text{урт.}} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_n) / n \quad (9.3)$$

бунда  $t_1$  - биринчи рад этишгача ишлаш вақти:

$t_2$  - биринчи ва иккинчи рад этишлар орасида ишлаш вақти:

$tn - n-1$  ва  $n$  - рад этишлар орасида ишлаш вақти.

$n$  - рад этишларнинг умумий сони.

Бузилмай ишлаш эхтимоллиги деганда система (детал, элемент) белгиланган давр ичида маълум режим шароитида ишлатилганда рад этишнинг содир бўлмаслик эхтимоллиги тушунилади.

Айрим деталларнинг пухталигини уларнинг юкмаси (электрик механикавий термик юкмасини) камайтириш ҳисобига ҳам, такомиллашган материаллар, технологиядан фойдаланиш ва тайер буюмларни синчиклаб назорат қилиш ҳисобига ҳам ошириш мумкин. Бу тадбирлар ёки габаритларни катталаштириш билан ёхуд нархни анча ошириш билан боғлиқ. Пухталиликни оширишнинг иккинчи йўли резервлашдир. Умумий ва айрим резервлаш бўлади.

Умумий резервлашда ҳар қайси ростлагич ёки унинг бирор қисми худди шундай ростлагич ёки унинг қисми билан резервланади. Резерв ростлагичлар сони ростлагичнинг вазифсига қараб исталганча бўлиши мумкин. Резерв ростлагични ишга тушириш учун автоматик қурилма бўлиши шарт. Асосий ростлагич ишдан чиққанда бу қурилма автоматик тарзда ишга тушиши лозим.

Айрим резервлашда ростлагич элементларининг ҳар бири ёки унинг қисмлари худди шундай элементлар билан мустакил резервланади.

Системанинг пухталигини оширишда автоматиканинг электр схемаларни такомиллаштириш ва соддалаштириш ҳам муҳим аҳамият касб этади. Бу усул кенг қўлланилади, чунки қурилмаларнинг пухталигини оширади, вазнини, габаритларини ва нархини камайтиради. Муҳим АРС ларда рад этишларнинг оқибатини чекловчи схемалар қўлланилади, шунинг учун ҳар қандай элемент ишдан чиққанда ҳам авария содир бўлмайди.

Кўриб чиқилган усуллардан ташқари амалда кўпгина бошқа усуллари ҳам мавжуд бўлиб, уларни қўлланиши аниқ иш шароитларига боғлиқ бўлади.

## "АВТОМАТИКАНИНГ ТЕХНИК ВОСИТАЛАРИ "

фанидан  
"ТЕСТ" саволлари

1. Техника тарихида баринчи маълум булган автоматик қурилма ким томонидан ва қачон яратилган?

а) И.Ползунов,1765й. в) Ф.Максвелл,1868й. с) И.Ньютон,1773й.  
д) Попов,1904й. е) Шарл,1878й.

2. Автоматик реллашнинг асосий принциплари ким томонидан ва қачон яратилган?

а) И.Ползунов,1765й. в) Ф.Максвелл,1868й. с) И.Ньютон,1773й.  
д) Попов,1904й. е) Шарл,1878й.

3. Қишлоқ ва сув ҳужалигини автоматлаштириш жараёни нечта даврга бўлинади? а) 1 в) 2 с) 3 д) 4 е) 5

4. Автоматиканинг функционал схемалари нималарни ифодалайди?

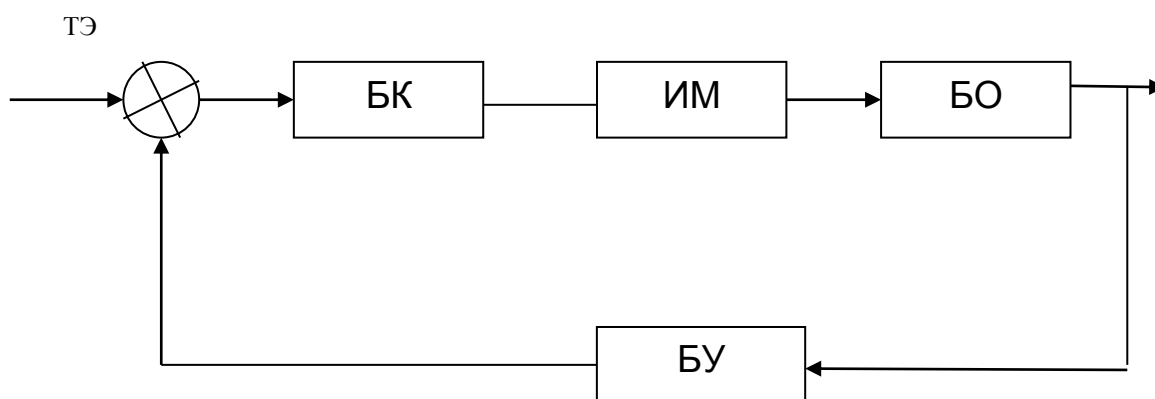
а) автоматик тизимларни динамик хусусиятларини,  
в) қурилма ва элементларни бир –бирига боғлиқлигини,  
с) қурилмани алоҳида элементларини электр боғланишини,  
д) қурилмалар орасидаги боғлиқликни,  
е) қурилманинг кетма-кетлигини.

5. Автоматиканинг структуравий схемалари нималарни ифодалайди?

а) автоматик тизимларни динамик хусусиятларини,  
в) қурилма ва элементларни бир –бирига боғлиқлигини,  
с) қурилмани алоҳида элементларини электр боғланишини,  
д) қурилмалар орасидаги боғлиқликни,  
е) қурилманинг кетма-кетлигини.

6. Қуйидаги расмда қандай турдаги автоматика схемаси қурлатилган?

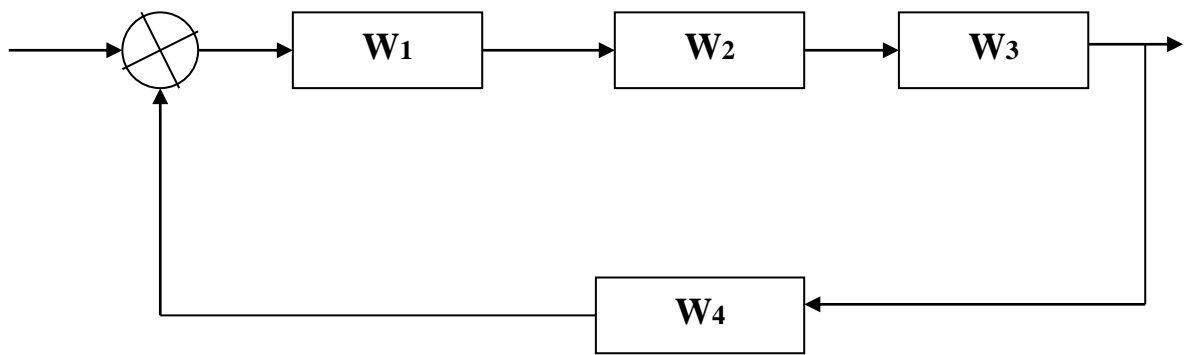
а) функционал, в) структуравий, с) принципал, д) монтаж,  
е) технологик



7. Қуйидаги расмда қандай турдаги автоматика схемаси қурлатилган?

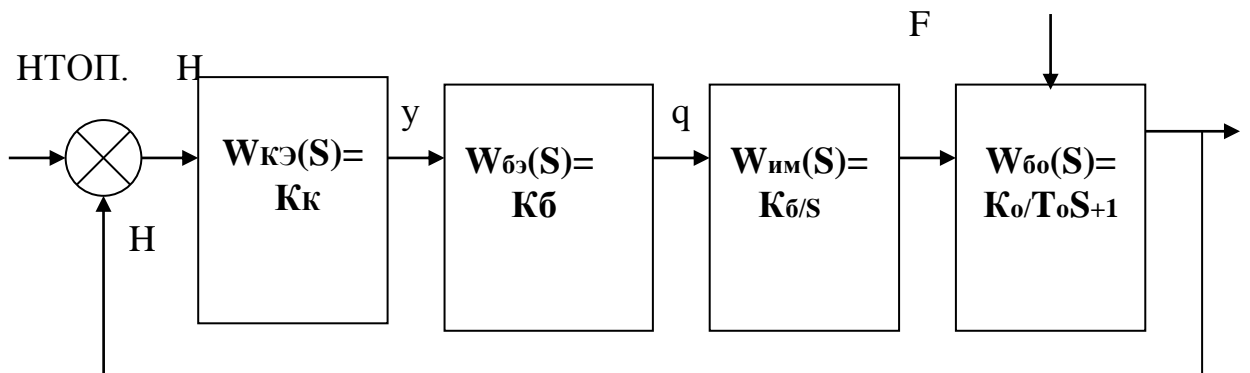
а) функционал, в) структуравий, с) принципал, д) монтаж,  
е) технологик





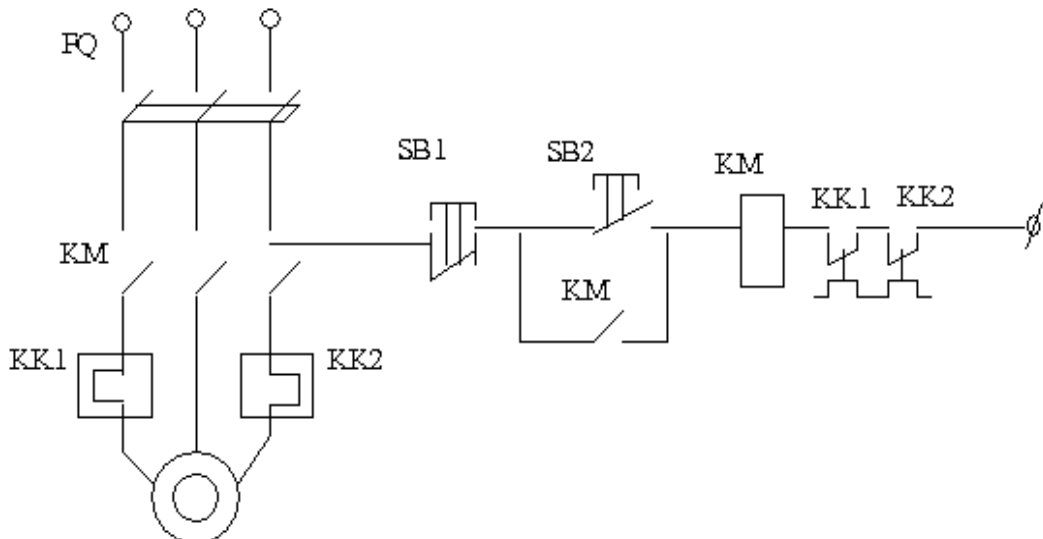
8. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика схемаси курсатилган?

- а) функционал, в) структуравий, с) принципиал, д) монтаж, е) технологик



9. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика схемаси курсатилган?

- а) функционал, в) структуравий, с) принципиал, д) монтаж,  
е) технологик



10. Автоматик назорат килинадиган теплоэнергетик курсатгичларга кандай катталиклар киради?

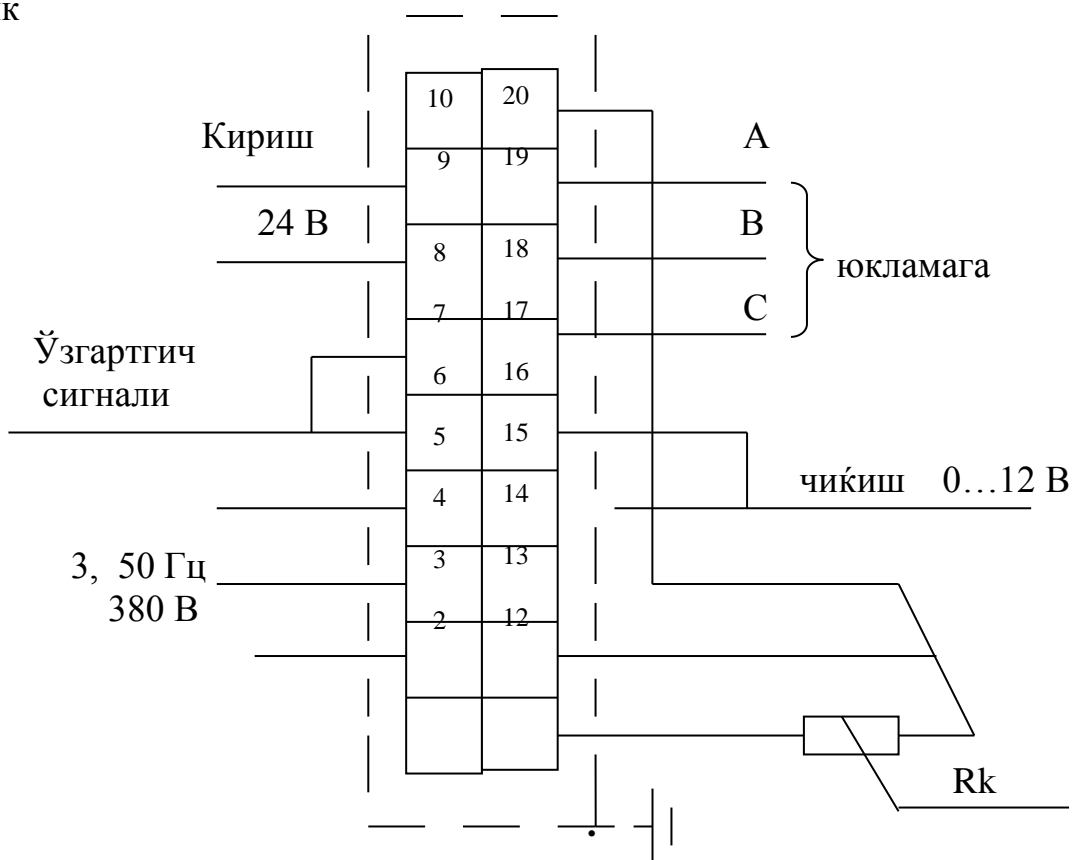
- а) харорат, босим, сатх, сарф,  
в) ток, кучланиш, кувват, кувват коэффиценти,  
с) бурчак тезланиш, дефармация, куч, момент,  
д) коцентрация, тузилиши, таркиби,  
е) намлик, зичлик, ёритилганлик, электр утказувчанлик,

11. Автоматик назорат килинадиган электроэнергетик курсатгичларга кандай катталиклар киради?

- а) харорат, босим, сатх, сарф,
- в) ток, кучланиш, кувват, кувват коэффиценти,
- с) бурчак тезланиш, дефармация, куч, момент,
- д) коцентрация, тузилиши, таркиби,
- е) намлик, зичлик, ёритилганлик, электр утказувчанлик,

12. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика схемаси курсатилган?

- а) функционал, в) структуравий, с) принципиал, д) монтаж,
- е) технологик



13. Автоматиканинг технологик схемалари нималарни ифодалайди?

- а) автоматик тизимларни динамик хусусиятларини,
- в) курилма ва элементларни бир –бирига боғлиқлигини,
- с) курилмани алоҳида элементларини электр боғланишини,
- д) курилмалар орасидаги боғлиқликни,
- е) курилманинг кетма-кетлигини.

14. Автоматиканинг принципиал схемалари нималарни ифодалайди?

- а) автоматик тизимларни динамик хусусиятларини,
- в) курилма ва элементларни бир –бирига боғлиқлигини,
- с) курилмани алоҳида элементларини электр боғланишини,
- д) курилмалар орасидаги боғлиқликни,
- е) курилманинг кетма-кетлигини.

15. Автоматиканинг монтаж схемалари нималарни ифодалайди?

- а) автоматик тизимларни динамик хусусиятларини,
- в) курилма ва элементларни бир –бирига боғлиқлигини,

- с) курилмани алохида элементларини электр богланишини,
- д) курилмалар орасидаги богликликни,
- е) курилманинг кетма-кетлигини.

16. Автоматик назорат килинадиган механик курсатгичларга қандай катталиклар киради?

- а) харорат, босим, сатх, сарф,
- в) ток, кучланиш, кувват, кувват коэффиценти,
- с) бурчак тезланиш, деформация, куч, момент,
- д) коцентрация, тузилиши, таркиби,
- е) намлик, зичлик, ёритилганлик, электр утказувчанлик,

17. Автоматик назорат килинадиган кимёвий курсатгичларга қандай катталиклар киради?

- а) харорат, босим, сатх, сарф,
- в) ток, кучланиш, кувват, кувват коэффиценти,
- с) бурчак тезланиш, деформация, куч, момент,
- д) коцентрация, тузилиши, таркиби,
- е) намлик, зичлик, ёритилганлик, электр утказувчанлик,

18. Автоматик назорат килинадиган физикавий курсатгичларга қандай катталиклар киради?

- а) харорат, босим, сатх, сарф,
- в) ток, кучланиш, кувват, кувват коэффиценти,
- с) бурчак тезланиш, деформация, куч, момент,
- д) коцентрация, тузилиши, таркиби,
- е) намлик, зичлик, ёритилганлик, электр утказувчанлик,

19. Кишлоқ ва сув хужалигида кулланиладиган узгартиргичлар неча гуруҳга бўлинади?

- а) 2   в) 4   с) 6   д) 8   е) 10

20. Аниклик даражаси бўйича датчиклар қандай синфларга мувофиқ бўлади?

- а) 0,1-0,2-0,5-0,7-0,9-1,1
- в) 0,24-0,4-0,6-1-1,5-2.5-4
- с) 0,5-1,2-2-3-5-7
- д) 0,5-0,7-0,8-0,9-1,1-1,3
- е) 0,3-0,7-1,1-1,6-1,8-2-3

21. Датчик деб қандай воситага айтилади?

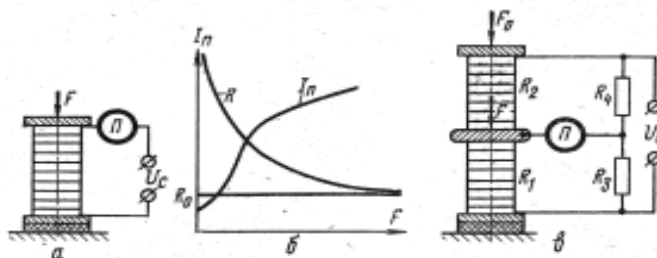
- а) назорат килинаётган катталиқни электр сигналига айлантириб берувчи
- в) бошқарилаётган катталиқни талаб килинган катталиққа узгартирадиган
- с) кириш сигналини физик табиатини узгартирмай кучатириб бериладиган
- д) чиқиш катталигини бир хилда ушлаб турадиган восита
- е) физик ҳолатини узгартирадиган восита

22. Тензодатчик қайси принциплар асосида ишлайди?

- а) деформацияга боглик равишда ички қаршилиги узгариши асосида
- в) ҳажмнинг узгариши асосида
- с) индуктивликнинг узгариши асосида
- д) сигимнинг узгариши асосида
- е) исиклик тасирида ички қаршилигини узгариши асосида

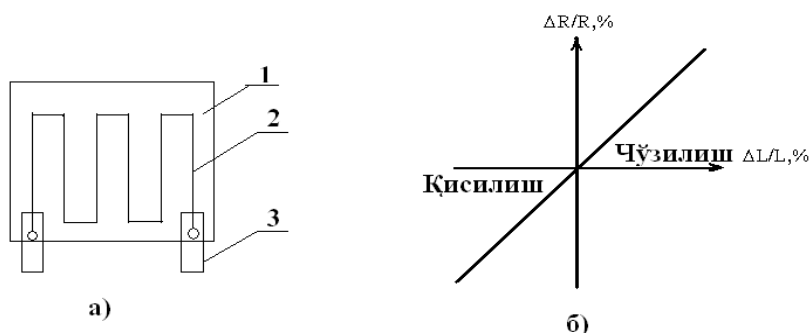
23. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) кумир с) магнитоэластик д) сигим  
е) тензометрик



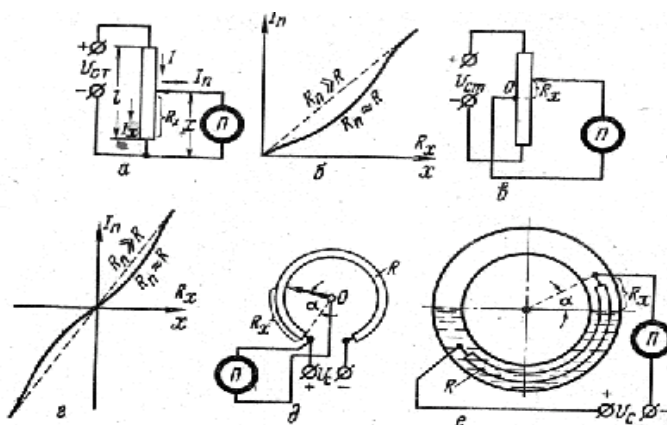
24. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сигим  
е) тензометрик



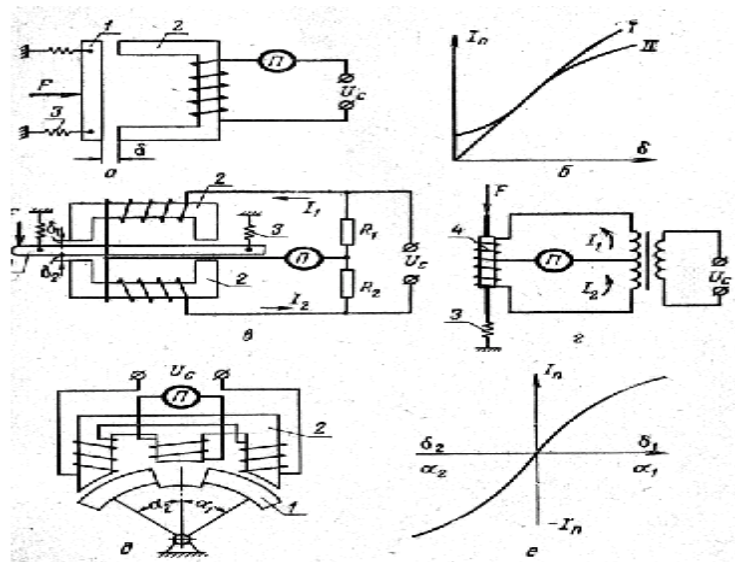
25. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сигим  
е) тензометрик



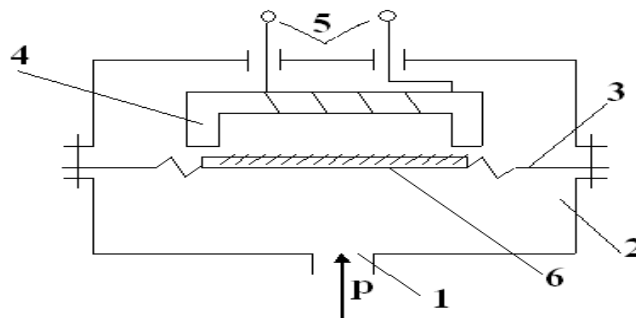
26. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) электромагнитли в) потенциометрик с) контактли д) сигим  
е) тензометрик



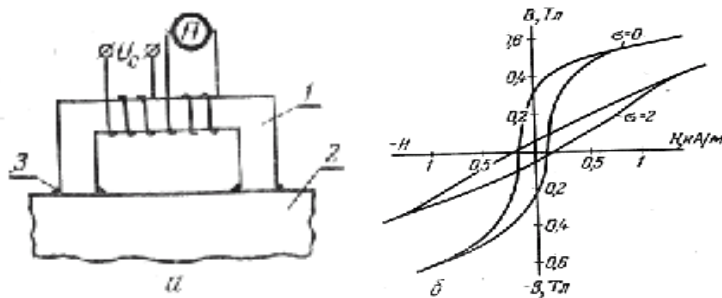
27. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив монометрик в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сигим е) тензометрик



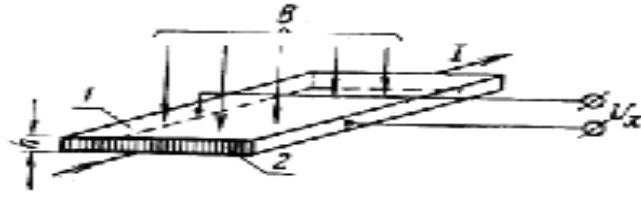
28. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сигим е) тензометрик



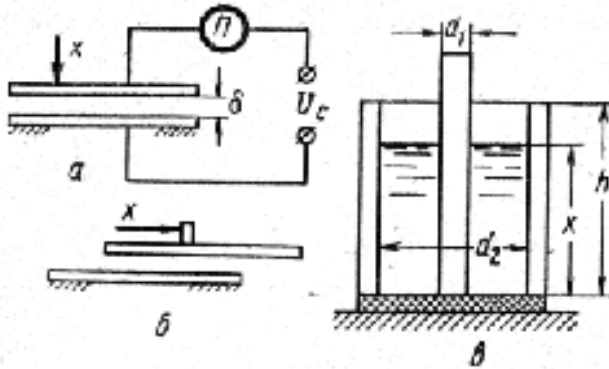
29. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) Холл элементи с) магнитоэластик д) сигим е) тензометрик



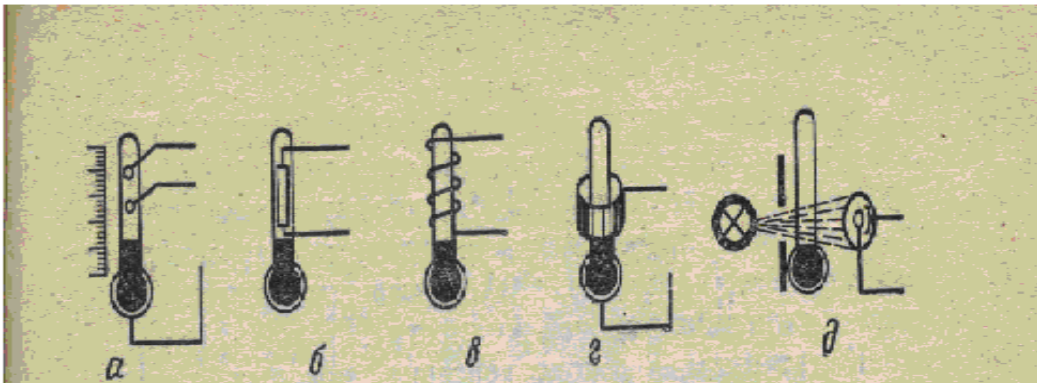
30. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сигим
- е) тензометрик



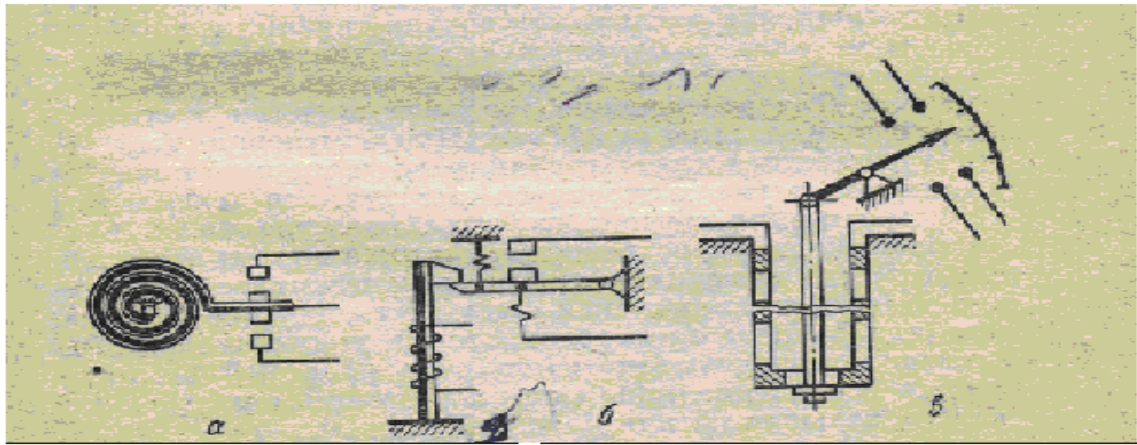
31. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) харорат
- е) тензометрик



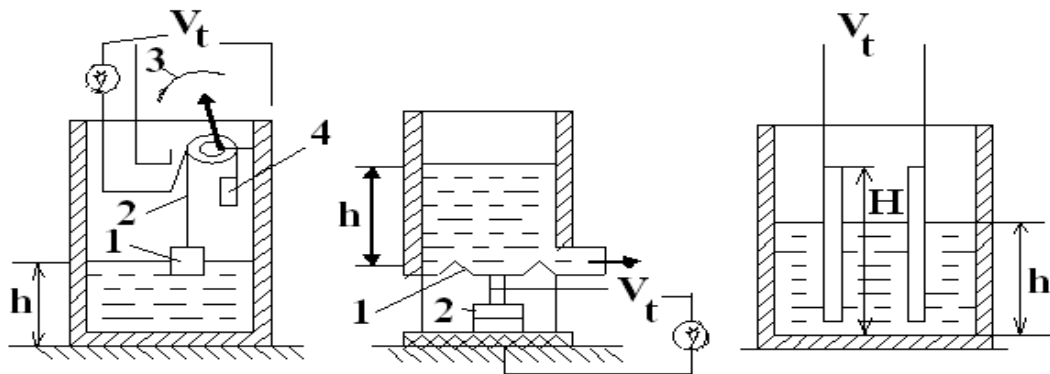
32. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) дилотометрик ва биметаллик с) магнитоэластик д) сигим
- е) тензометрик



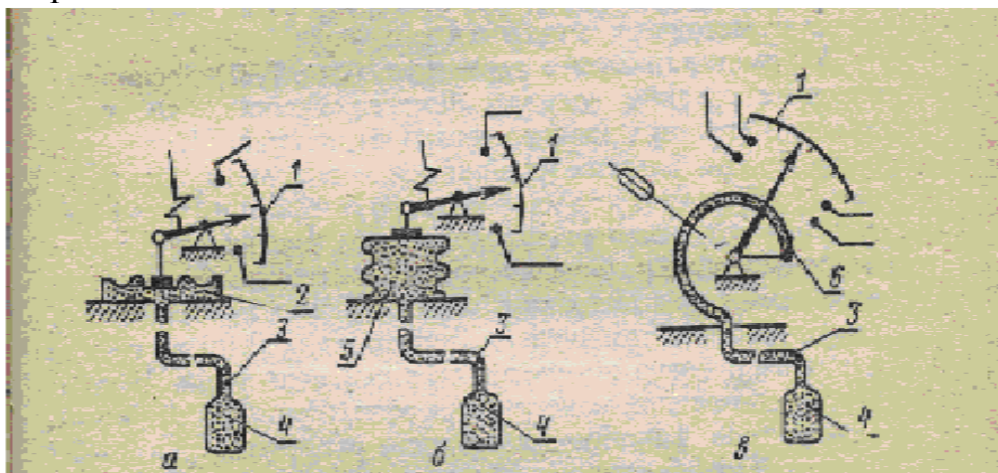
33. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сатх  
е) тензометрик



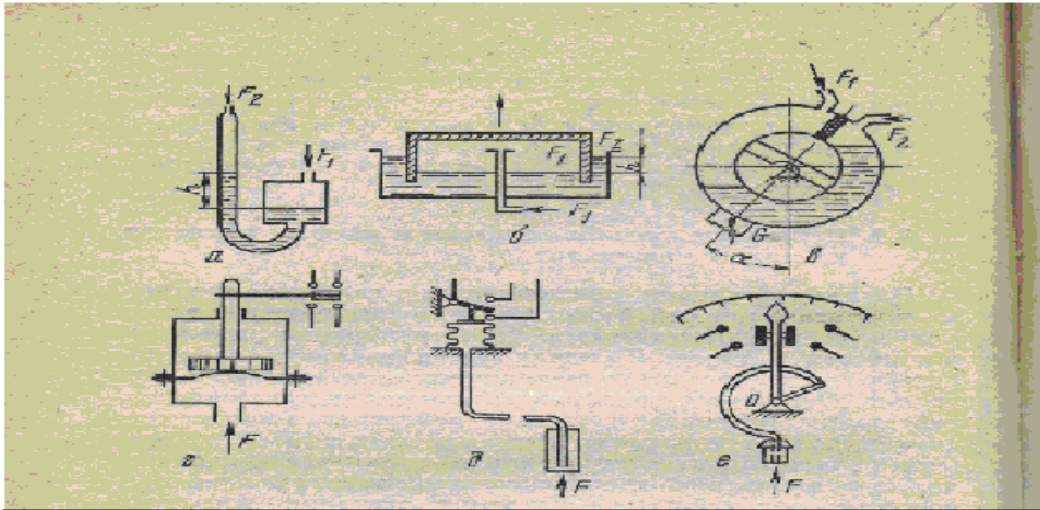
34. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) манометрик с) магнитоэластик д) сигим  
е) тензометрик



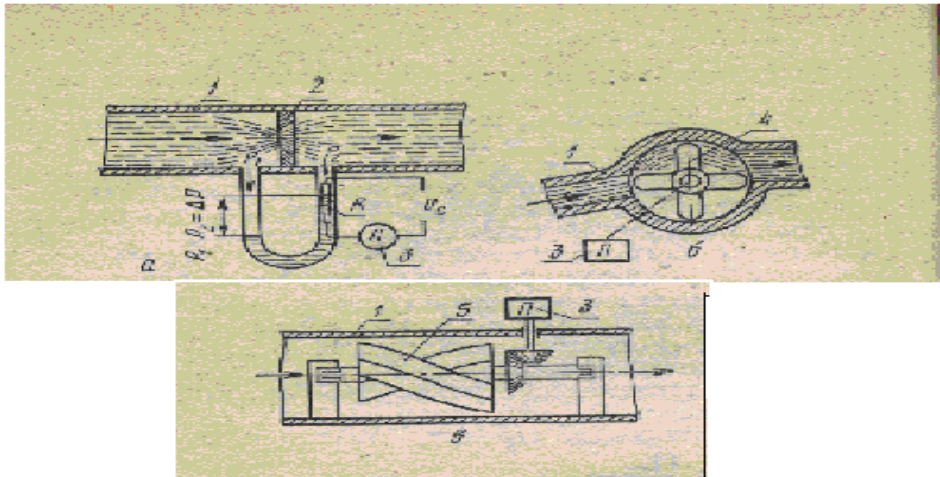
35. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) босим  
е) тензометрик



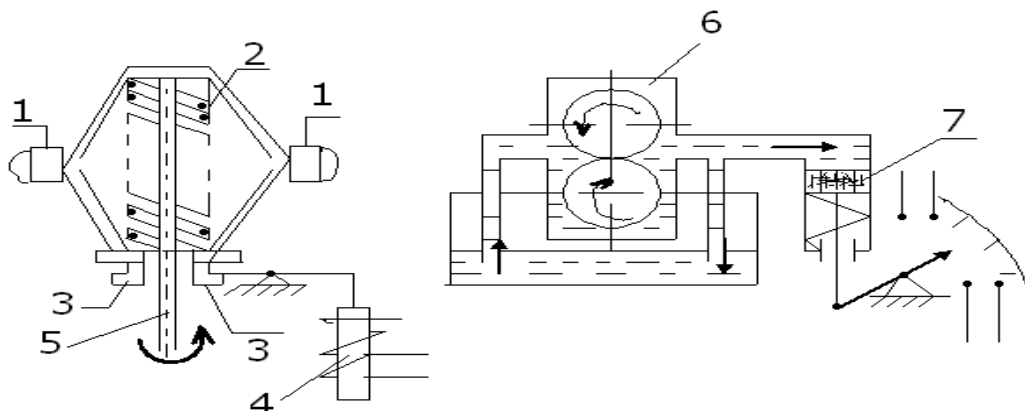
36. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сарф
- е) тензометрик



37. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

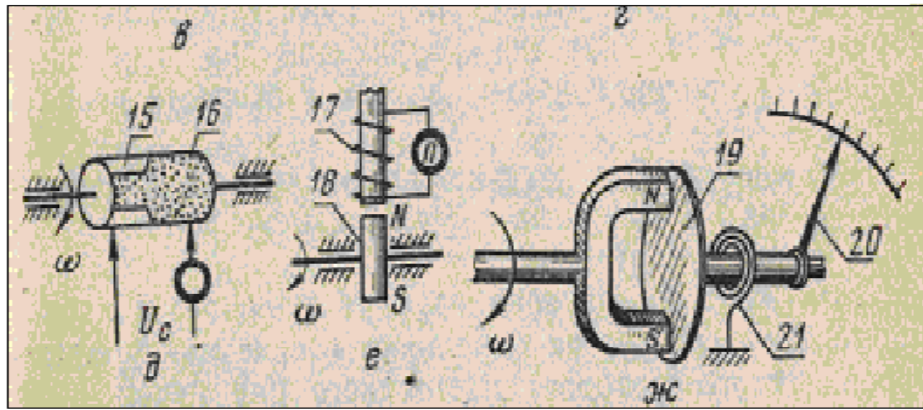
- а) индуктив в) потенциометрик с) магнитоэластик д) бурчак тезлиги е)
- тензометрик



38. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

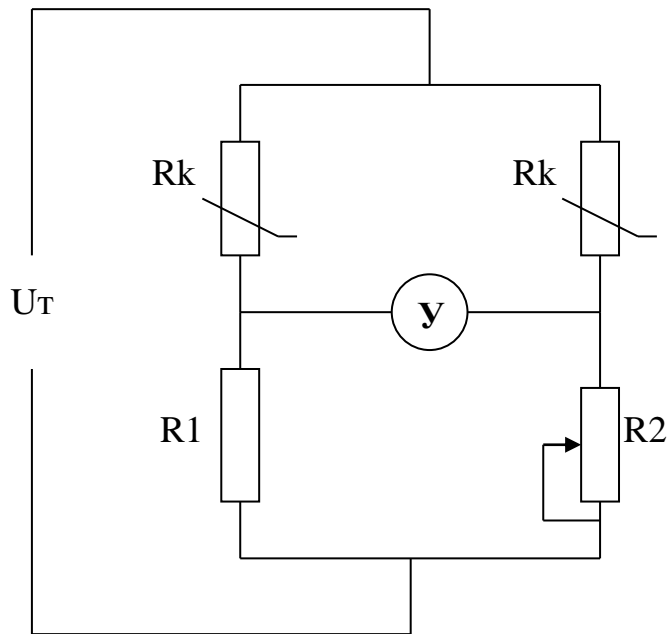
- а) электрик-тезлик в) потенциометрик с) магнитоэластик
- д) сигим е) тензометрик





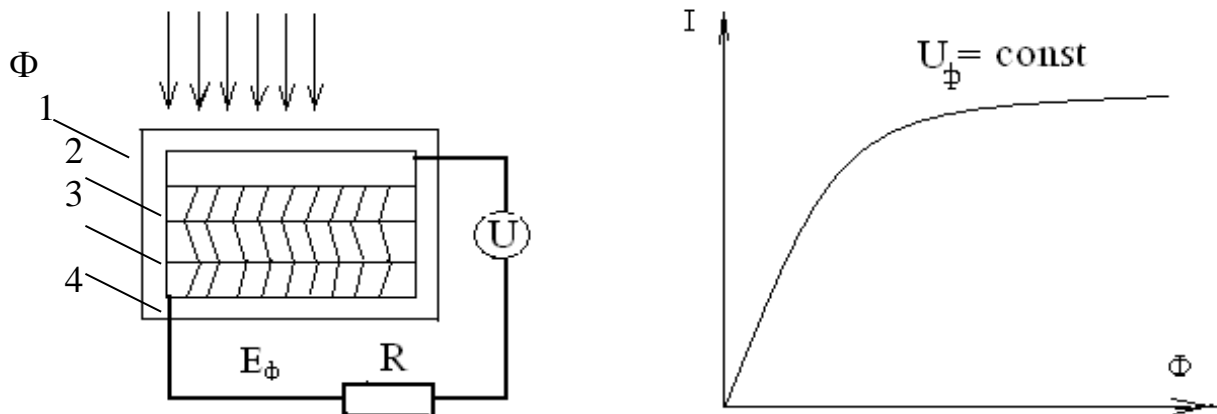
39. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) намлик в) харорат с) босим д) сигим е) тензометрик



40. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

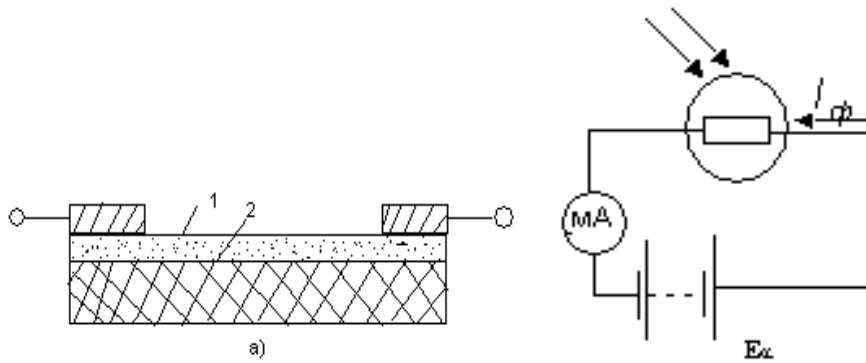
- а) индуктив в) фотоэлектрик с) магнитоэластик д) сигим  
е) тензометрик



41. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

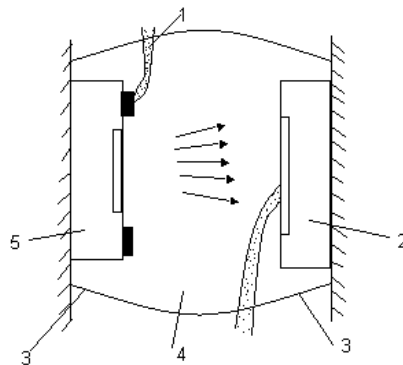
- а) фотоэлектрик в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сигим

е) фоторезисторли



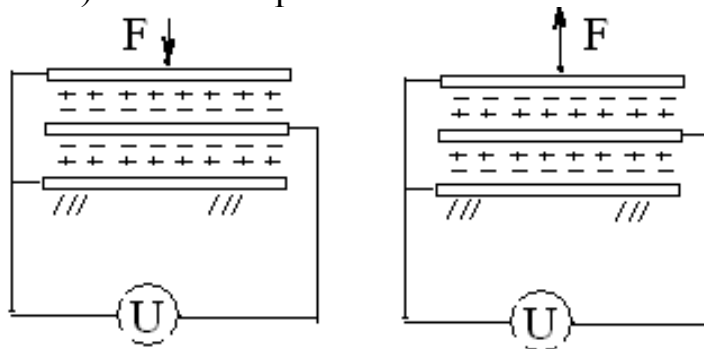
42. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) фатооптрон в) потенциометрик с) магнитоэластик д) сигим  
е) тензометрик



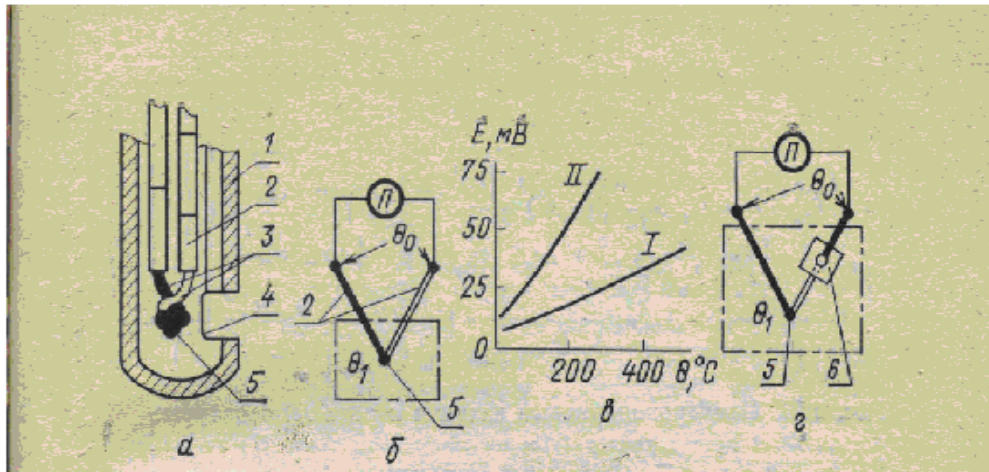
43. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) фатооптрон в) потенциометрик с) магнитоэластик  
д) индукцион е) пьезоэлектрик



44. Куйидаги расмда кандай турдаги датчик келтирилган?

- а) термоэлектрик в) потенциометрик с) магнитоэластик  
д) индукцион е) пьезоэлектрик



45. Потенциометрик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, сарф, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
46. Термоэлектрик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, **тезлик**, намлик, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
47. Фотоэлектрик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, **тезлик**, намлик, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
48. Гидравлик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, **тезлик**, намлик, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
49. Идуктиа датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, тебраниш, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
50. Тензометрик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
51. Терморезисторли датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, **тезлик**, намлик, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
52. Сигим датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, куч, тезлик, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, босим, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
53. Фоторезисторли датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, сарф, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
54. Фотоэлектрик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, момент, тезлик, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, сарф, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
55. Элктрон датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
 а) силжиш, куч, босим, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, сарф, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.

56. Индукцион датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, сарф, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) тезланиш, босим, тебраниш.
57. Термоэлектрик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, намлик, зичлик, с) куч, сарф, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
58. Холл датчиклари кандай катталикларни назорат килади  
а) силжиш, куч, босим, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, сарф, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
59. Гидравлик датчиклар кандай катталикларни назорат килади  
а) силжиш, сатх, тезлик, в) харорат, сарф, тебраниш, с) куч, сарф, момент, д) зичлик, борсим, харорат, е) намлик босим, тебраниш.
60. Монометрик харорат датчиклари кандай принципда ишлайди?  
а) материал каршилиги унинг деформациясига боғлиқ  
в) газ ёки суюқлик температурасига боғлиқ  
с) магнит системасида индуктивлик узгариши ҳолатига боғлиқ  
д) материалнинг электр каршилиги унинг температурасига боғлиқ  
е) электр утказувчанликга боғлиқ
61. Босим катталигини улчаш учун кандай турдаги датчиклар кулланилади?  
а) потенциометрик, фоторезисторли, индукцион  
в) терморезисторли, индукцион, фотоэлектрик  
с) механик, гидравлик, сигим  
д) кумир, терморезисторли, индукцион  
е) фотоэлектрик, термоэлектрик, фоторезисторли
62. Намликни улчаш учун кандай турдаги датчиклар кулланилади?  
а) потенциометрик, фоторезисторли, индукцион  
в) терморезисторли, индукцион, фотоэлектрик  
с) кумир, терморезисторли, индукцион  
д) механик, гидравлик, сигим  
е) терморезисторли, сигим, термоэлектрик
63. Тезликни улчаш учун кандай турдаги датчиклар кулланилади?  
а) потенциометрик, фоторезисторли, индукцион  
в) терморезисторли, индукцион, фотоэлектрик  
с) кумир, терморезисторли, индукцион  
д) механик, гидравлик, сигим  
е) терморезисторли, сигим, фотоэлектрик
64. Тезланишни улчаш учун кандай турдаги датчиклар кулланилади?  
а) потенциометрик, фоторезисторли, индукцион  
в) терморезисторли, индукцион, фотоэлектрик  
с) кумир, терморезисторли, индукцион  
д) механик, тензометрик, пьезоэлектрик  
е) терморезисторли, сигим, термоэлектрик
65. Хароратни улчаш учун кандай турдаги датчиклар кулланилади?  
а) потенциометрик, фоторезисторли, индукцион  
в) терморезисторли, индукцион, фотоэлектрик

с) кумир, терморезисторли, индукцион

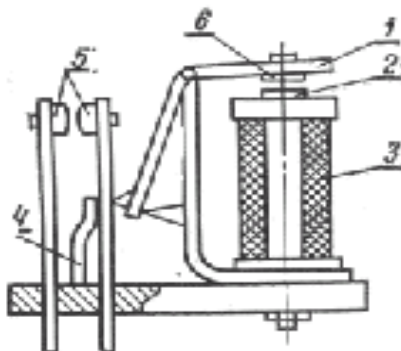
д) механик, гидравлик, сигим

е) терморезисторли, сигим, термоэлектрик

66. Куйидаги расмда кандай турдаги реле курсатилган?

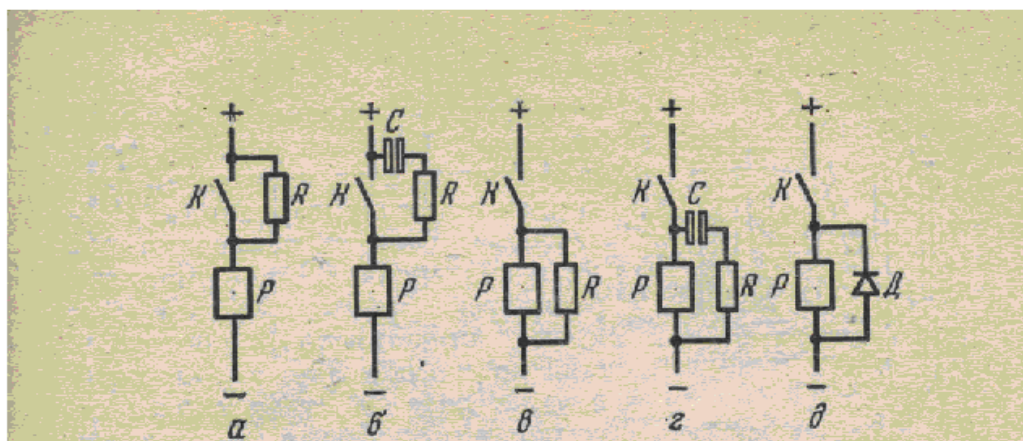
а) магнитоэлектрик в) индукцион с) ферродинамик д) электромагнитли

е) электрон-ион



67. Куйидаги расмда кандай схемалар келтирилган?

а) Реле контактлари ишини энгиллаштирувчи схемалар в) датчик контактлари ишини энгиллаштирувчи схемалар с) кучайтиргич контактлари ишини энгиллаштирувчи схемалар д) мантикий элемент контактлари ишини энгиллаштирувчи схемалар е) ижро механизлари контактлари ишини энгиллаштирувчи схемалар



68. Электромагнитли релелар кандай принципда ишлайди?

а) харорат тасирида

в) магнит характеристикаларининг узгариши тасирида

с) харакатланувчи дискда хосил буладиган токнинг узаро тасирида

д) рамкани харакатга келиши ва кантактларнинг холати узгариши асосида

е) магнит майдони тасирида якорнинг ва кантактларнинг холати узгариши тасирида

69. Магнитоэлектрик релелар кандай принципда ишлайди?

а) харорат тасирида

в) магнит характеристикаларининг узгариши тасирида

с) харакатланувчи дискда хосил буладиган токнинг узаро тасирида

д) рамкани харакатга келиши ва кантактларнинг холати узгариши асосида

е) магнит майдони тасирида якорнинг ва контактларнинг ҳолати узгариши тасирида

70. Индукцион релелар қандай принципда ишлайди?

а) ҳарорат тасирида

в) магнит характеристикаларининг узгариши тасирида

с) ҳаракатланувчи дискда ҳосил буладиган токнинг узаро тасирида

д) рамкани ҳаракатга келиши ва контактларнинг ҳолати узгариши асосида

е) магнит майдони тасирида якорнинг ва контактларнинг ҳолати узгариши тасирида

71. Ферродинамик релелар қандай принципда ишлайди?

а) ҳарорат тасирида

в) магнит характеристикаларининг узгариши тасирида

с) ҳаракатланувчи дискда ҳосил буладиган токнинг узаро тасирида

д) рамкани ҳаракатга келиши ва контактларнинг ҳолати узгариши асосида

е) магнит майдони тасирида якорнинг ва контактларнинг ҳолати узгариши тасирида

72. Электрон-ион релелари қандай принципда ишлайди?

а) сакрашсимон узгаришлар тасирида

в) магнит характеристикаларининг узгариши тасирида

с) ҳаракатланувчи дискда ҳосил буладиган токнинг узаро тасирида

д) рамкани ҳаракатга келиши ва контактларнинг ҳолати узгариши асосида

е) магнит майдони тасирида якорнинг ва контактларнинг ҳолати узгариши тасирида

73. Резонанс релелари қандай принципда ишлайди?

а) электрик тебраниш тизимларида ҳосил буладиган резонанс тасирида

в) магнит характеристикаларининг узгариши тасирида

с) ҳаракатланувчи дискда ҳосил буладиган токнинг узаро тасирида

д) рамкани ҳаракатга келиши ва контактларнинг ҳолати узгариши асосида

е) магнит майдони тасирида якорнинг ва контактларнинг ҳолати узгариши тасирида

74. Релеларнинг ишга тушиш курсатгичи қандай маънони англатади?

а) кириш катталигининг энг катта киймати,

в) кириш катталигининг энг кичик киймати,

с) реле узоқ вақт ишлаши учун зарур булган кириш катталигининг киймати

д) контактлардаги қувватнинг кириш сиганлидаги қувватга нисбати

е) кириш кучланишини чиқиш кучланишига нисбати

75. Релеларнинг куйиб юбориш курсатгичи қандай маънони англатади?

а) кириш катталигининг энг катта киймати,

в) кириш катталигининг энг кичик киймати,

с) реле узоқ вақт ишлаши учун зарур булган кириш катталигининг киймати

д) контактлардаги қувватнинг кириш сиганлидаги қувватга нисбати

е) кириш кучланишини чиқиш кучланишига нисбати

76. Релеларнинг қайтиш курсатгичи қандай маънони англатади?

а) кириш катталигининг энг катта киймати,

в) кириш катталигининг энг кичик киймати,

- с) реле узок вақт ишлаши учун зарур булган кириш катталигининг киймати  
 д) контактлардаги кувватнинг кириш сиганлидаги кувватга нисбати  
 е) куйиб юбориш курсатгичини ишга тушиш курсатгичига нисбати

77. Релеларнинг ишчи параметри кандай маънони англатади?

- а) кириш катталигининг энг катта киймати,  
 в) кириш катталигининг энг кичик киймати,  
 с) реле узок вақт ишлаши учун зарур булган кириш катталигининг киймати  
 д) контактлардаги кувватнинг кириш сиганлидаги кувватга нисбати  
 е) кириш кучланишини чиқиш кучланишига нисбати

78. Релеларнинг кучайтириш коэффиценти кандай маънони англатади?

- а) кириш катталигининг энг катта киймати,  
 в) кириш катталигининг энг кичик киймати,  
 с) реле узок вақт ишлаши учун зарур булган кириш катталигининг киймати  
 д) контактлардаги кувватнинг кириш сиганлидаги кувватга нисбати  
 е) кириш кучланишини чиқиш кучланишига нисбати

79. Вақт релесининг ишга тушиш вақтини аниқланг?

- а)  $T=50-150\text{мс}$ , в)  $T=1-50\text{мс}$ , с)  $T=0,15-1\text{мс}$  д)  $T=150-200\text{мс}$  е)  $T=1\text{с}$

80. Тез харакатланувчан релесининг ишга тушиш вақтини аниқланг?

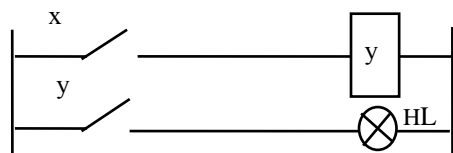
- а)  $T=50-150\text{мс}$ , в)  $T=1-50\text{мс}$ , с)  $T=0,15-1\text{мс}$  д)  $T=150-200\text{мс}$  е)  $T=1\text{с}$

81. Урта харакатланувчан релесининг ишга тушиш вақтини аниқланг?

- а)  $T=50-150\text{мс}$ , в)  $T=1-50\text{мс}$ , с)  $T=0,15-1\text{мс}$  д)  $T=150-200\text{мс}$  е)  $T=1\text{с}$

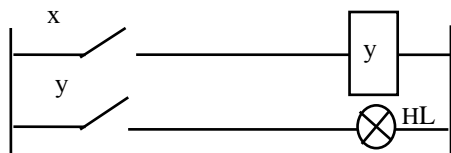
82. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «ВА-ЭМАС»



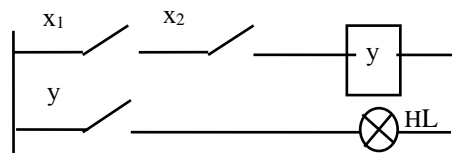
83. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «ВА-ЭМАС»



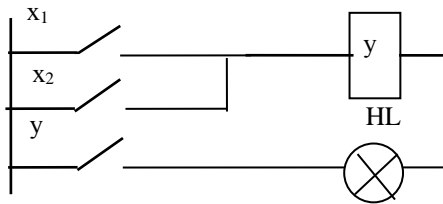
84. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «ВА-ЭМАС»



85. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий ункцияни белгилайди?

- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «ВА-ЭМАС»

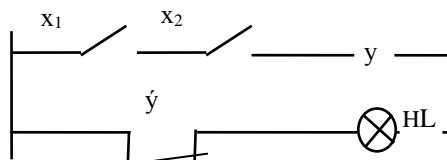


86. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «ВА-ЭМАС»

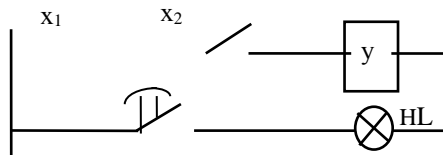
87. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «ВА-ЭМАС»



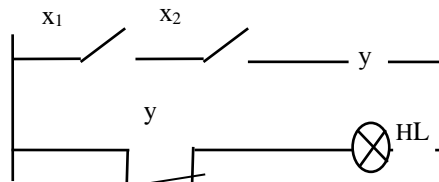
88. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «УШЛАБ ТУРИШ»



89. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

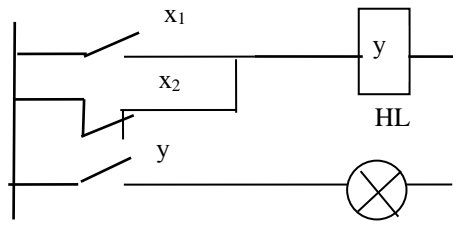
- а) «ЭМАС», в) «ВА», с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «МАН КИЛМОК»



89. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

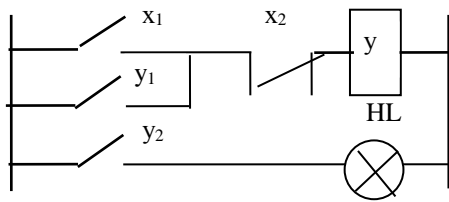


а) «ЭМАС», в) «ИМПЛИКАЦИЯ» с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ЁКИ», е) «МАН КИЛМОК»



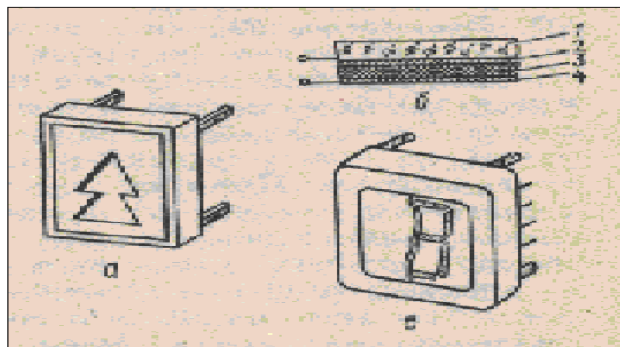
90. Куйидаги принципиал эквивалент схема кандай турдаги мантикий функцияни белгилайди?

а) «ЭМАС», в) «ИМПЛИКАЦИЯ» с) «ТАКРОРЛОВЧИ», д) «ХОТИРА»  
е) «МАН КИЛМОК»



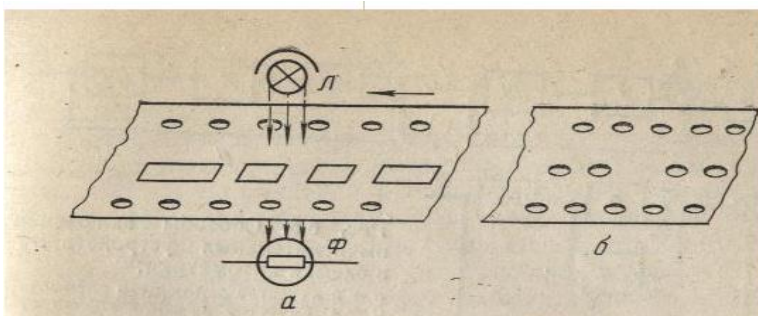
91. Куйидаги расмда кандай турдаги функционал элемент курсатилган?

а) ахборотни акс эттириш в) топшириш ва таккослаш с) ракам-аналогли д) маетикий е) хотриа ва эслаб колиш



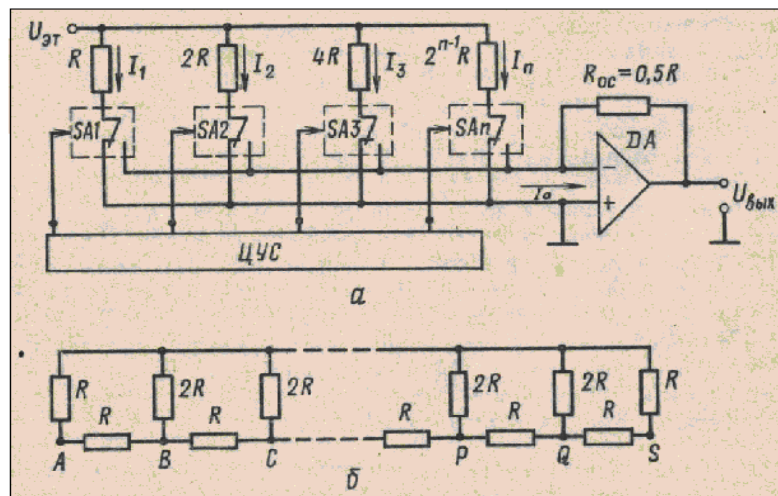
92. Куйидаги расмда кандай турдаги функционал элемент курсатилган?

а) ахборотни акс эттириш в) топшириш ва таккослаш с) ракам-аналогли д) маетикий е) хотриа ва эслаб колиш



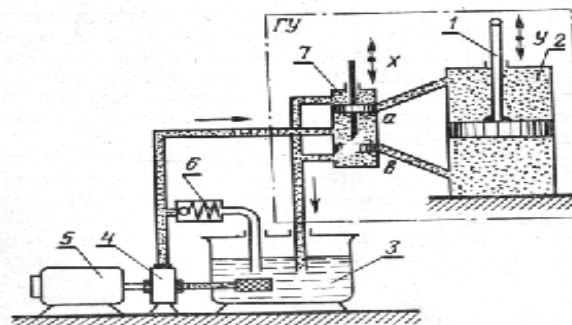
93. Куйидаги расмда кандай турдаги функционал элемент курсатилган?

- а) ахборотни акс эттириш в) топшириш ва таккослаш с) ракам-аналогли д) мастикий е) хотриа ва эслаб колиш



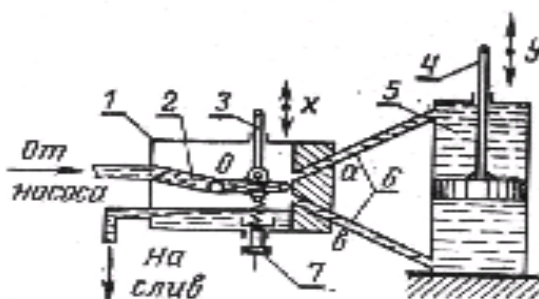
94. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика кучайтиргичи курсатилган?

- а) пневматик в) электрик с) золотникли кучайтиргич д) оким кувурчали кучайтиргич е) ростлагич



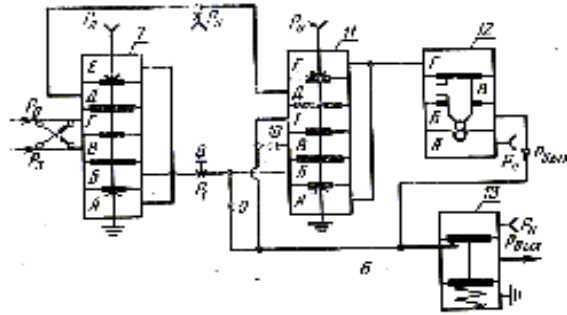
96. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика кучайтиргичи курсатилган?

- а) пневматик в) электрик с) золотникли кучайтиргич д) оким кувурчали кучайтиргич е) ростлагич

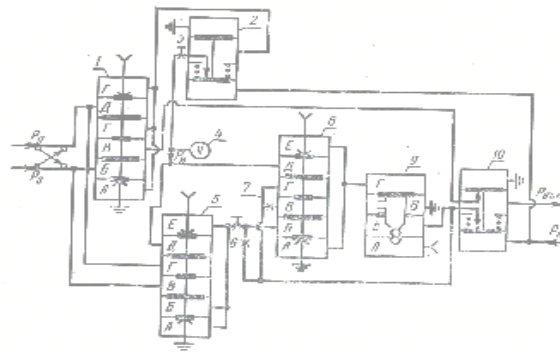


97. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика ростлагичлари курсатилган?

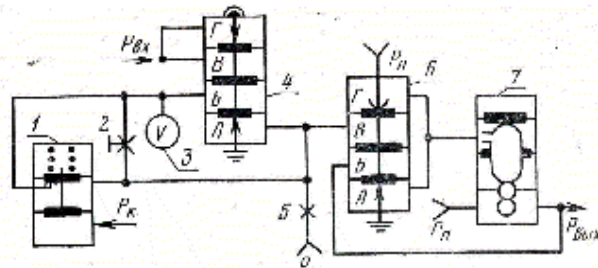
- а) пропорционал в) пропорционал-интеграл с) аввалдан таъсир ростлагичи д) интеграл е) гидравлик



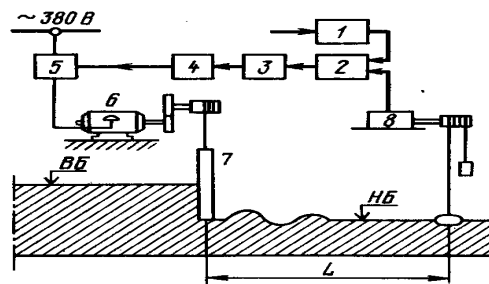
98. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика ростлагичлари курсатилган?  
 а) пропорционал в) пропорционал-интеграл с) аввалдан таъсир ростлагичи  
 д) интеграл е) гидравлик



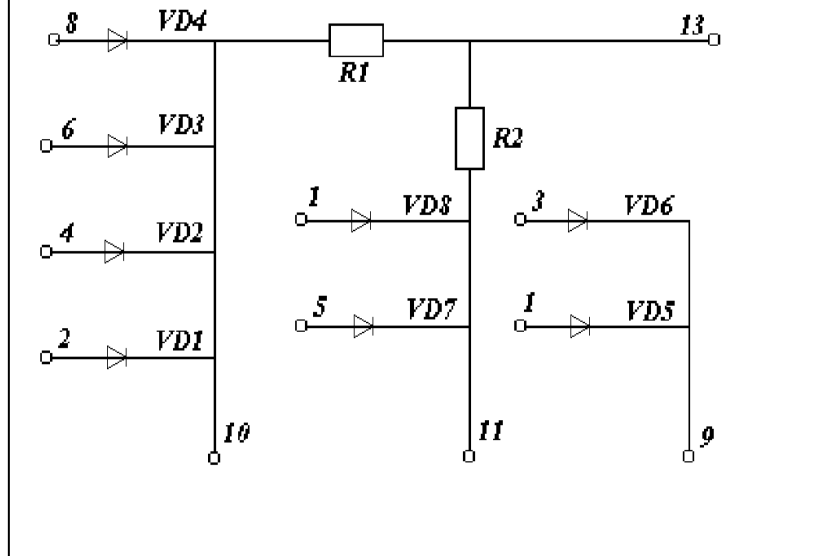
99. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика ростлагичлари курсатилган?  
 а) пропорционал в) пропорционал-интеграл с) аввалдан таъсир ростлагичи  
 д) интеграл е) гидравлик



100. Куйидаги расмда кандай турдаги автоматика ростлагичлари курсатилган?  
 а) пропорционал в) пропорционал-интеграл с) аввалдан таъсир ростлагичи  
 д) интеграл е) гидравлик



Т-107 ЭЛЕМЕНТ



## Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Мирахмедов Д.А. Автоматик бошқариш назарияси. Олий техника ўқув юрти талабалари учун дарслик. - Тошкент, " Ўқитувчи", 1993. - 285 б.
2. Бородин И.Ф. Основы автоматизи. – М.: Колос, 1987, 320 с.
3. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов. - 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 автоматизи. – М.: Агропромиздат, 1982. 303 с.
6. Колесов Л.В. ва бошқалар Ўшлоқ хўжалик агрегатлари ҳамда установкаларининг электрик жихозлари ва автоматлаштириш. - Тошкент, "Ўқитувчи", 1989.
7. Бохан Н.И. и др. Средства автоматизи и телемеханики. – 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.