**Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі**
«Кәсіпқор» Холдингі» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

**М.С. МӘЛІКОВА, Е.М. ПИСАРЕНКО, Н.А. КОШКИНОВА,
В.Е. НИКОЛАЕВ**

# МЕХАТРОНИКАДАҒЫ РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАНЫ РЕТТЕУ ЖӘНЕ СЫНАУ

*1519000 – «Мехатроника» мамандығы бойынша техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беру жүйесі үшін өзектендірілген типтік оқу жоспарлары мен бағдарламалары бойынша оқу құралы ретінде әзірленді*

Нұр-Сұлтан, 2019

ӘОЖ 621.38(075)
КБЖ 32.75 я 73
М 49
Мехатроникадағы радиоэлектрондық аппаратураны реттеу және сынау Оқу құралы/ М.С. Мәлікова, Е.М. Писаренко, Н.А. Кошкинова, В.Е.Николаев – Нұр-Сұлтан: «Кәсіпқор» Холдингі» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2019 ж.

ISBN 978-601-333-822-48

*Осы оқу құралы 1519000 «Мехатроника» мамандығы бойынша КМ «Мехатроникадағы радиоэлектрондық аппаратураны жөндеу және сынау» кәсіптік модулін меңгеру үшін әзірленген. Оқу құралында мехатрониканы дамытудың алғышарттары мен перспективалы қолданылу салалары қарастырылған, мехатроптық жүйелерді құру тұжырымдамасы, құрылымы мен интеграциялау қағидаттары баяндалған, заманауи мехатроникалық модульдер мен жүйелерді құру әдістері мен техникалық сипаттамалары келтірілген, мехатроникадағы зияткерлік басқарудың заманауи әдістері мен проблемалары қарастырылған.*

*Ұсынылған оқу құралы «Мехатроникадағы радиоэлектрондық аппаратураны реттеу және сынау» кәсіптік модулінің негізгі құзыреттерін меңгеруге арналған теориялық және практикалық материалдарды зерделеуді көздейді.*

ӘОЖ 621.38(075)
КБЖ 32.75 я 73

**Рецензенттер:**

-«Технологиялық машиналар мен жабдықтар» бейіні бойынша ОӘБЖамбыл жоғары политехникалық колледжі;

-«Тау-кен өндіруші және тау-кен металлургиялық кәсіпорындардың республикалық қауымдастығы» ЗТБ.

«Оқулық» Республикалық ғылыми-практикалық орталығымен ұсынылған ©

«Кәсіпқор» Холдингі» КЕАҚ, 2019 ж.
«Delta Consulting Group» ЖШС аударған

## МАЗМҰНЫ


**КІРІСПЕ** 4

**1-БӨЛІМ. ЭЛЕКТРОТЕХНИКАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР МЕН РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАЛАРДЫ ЖІКТЕУ** **5**

1.1. Өндірісте қолданылатын негізгі электротехникалық материалдар **5**

1.1.1. Өткізгіш материалдар **5**

1.1.2. Диэлектрлік материалдар **7**

1.1.3. Жартылай өткізгіш материалдар **9**

1.1.4. Магниттік материалдар **12**

1.2. Радиоэлектрондық аппаратураның элементтік базасы **15**

№ 1 Зертханалық-практикалық жұмыс. Өткізгіштер мен жартылай өткізгіштер кедергісінің температурадан тәуелділігін зерттеу **16**

**2-БӨЛІМ. МЕХАТРОНДЫ МОДУЛЬДЕР ЖӘНЕ МЕХАТРОНДЫ ЖҮЙЕЛЕР** **22**

2.1. Мехатрондық модульдер мен мехатрондық жүйелердің құрылымы **22**

2.2. Мехатронды құрылғылардыі электромеханикалық бөлігі **22**

2.3. Мехатрондық жүйелердің электрондық бөлігі **25**

2.4. Компьютермен басқарылатын мехатрон жүйесінің құрылымы **26**

2.5. Мехатрондық модульдерді жіктеу **27**

2.5.1. Электржетекті мехатрондық модульдердің қозғалыс модульдері **28**

2.5.2. Механикалық қозғалыс модульдері **28**

2.5.3. Интеллектуалды мехатронды модульдер **30**

2.6. Түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйелері тұрақты ток **34**

2.6.1. Тиристорлы электр жетегін цифрлық басқару **36**

2.6.2 Транзисторлық жиілік түрлендіргіштері (ӨБ) **38**

2.6.3 Кең-импульсті түрлендіргіші бар мехатрон жүйесінің Электр жетегі

2.6.4. Көпкординатты объектінің сандық қадағалаушы электр жетегінің құрылымы

2.6.5. ЭМҚ жетектеріндегі атқарушы құрылғылар мен электр қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары

№ 2 Зертханалық-практикалық жұмыс. Кернеудің тиристорлы реттегішін зерттеу **41**

№ 3 Зертханалық-практикалық жұмыс. Тізбекті және параллель қозуы бар тұрақты ток қозғалтқышын зерттеу **46**

№ 4 Зертханалық-практикалық жұмыс. Контактісіз сыйымды сөндіргішті зерттеу **52**

**3-БӨЛІМ. МЕХАТРОНДЫ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚҰРАСТЫРУ** **63**

3.1. Мехатронды модульдерді жобалау негіздері және әзірлеу кезеңдері **63**

3.1.1. Техникалық тапсырма **63**

3.1.2. Техникалық талаптарды әзірлеу **64**

3.1.3. Мехатрондық модульдің негізгі бөліктерін алдын ала құрастыру **65**
3.1.4. Мехатрон модулінің эскизді құрастырылуының нұсқаларын әзірлеу **65**
3.1.5. Эскизді құрастыру сызбасы **66**
3.1 6. Соңғы құрастыру сызбасы **66**
3.1.7. Интеграцияланған мехатронды модульдер мен жүйелерді құру әдістері **67**
3.2. Мехатроника жүйелерінің сенімділігі **76**
3.2.1. Сенімділіктің негізгі ұғымдары 76
3.2.2. Сенімділік сипаттамалары 77
3.2.3. Тоқтаусыз 79
3.2.4. Қалыпты пайдалану кезеңіндегі сенімділік 80
**4-БӨЛІМ. МЕХАТРОНДЫ ЖҮЙЕЛЕРДІ МОНТАЖДАУ ЖӘНЕ БАПТАУ** 85
86
4.1. Мехатроника құралдары мен жүйелерін монтаждау бойынша жұмыстарды ұйымдастыру 87
88
4.2. Датчиктер мен қайталама аспаптарды монтаждау 90
4.3. Реттеуші органдар мен атқарушы механизмдерді монтаждау 91
4.4. Жөндеу жұмыстарын ұйымдастыру және тағайындау
4.5. Бақылау, қорғау, сигнал беру және басқару жүйелерін баптау 93
4.6. Жұмыс істеп тұрған жабдықта автоматтандыру жүйесін баптау
4.7. Автоматтандыру құралдары мен жүйелеріне қызмет көрсету және жөндеу 100
№ 5 Зертханалық-практикалық жұмыс. Құрастыру жұмыстарын орындау үшін құжаттарды зерттеу 107
№ 6 Зертханалық-практикалық жұмыс. Монтаждық шкафтардың құрылымын зерттеу. DIN-рельсі мен пен арналар кабелің монтаждау платасында (панельдер) 112
№ 7 Зертханалық-практикалық жұмыс. Микропроцессорлық контроллерді монтаждау. Микропроцессорлық контроллерлердің қосымша модульдерін монтаждау 114
№ 8 Зертханалық-практикалық жұмыс. Тұрақты ток электр қозғалтқышын жөндеуден кейін сынау
№9 Зертханалық-практикалық жұмыс. Монтаждаудан кейін коммутациялық аппараттармен электр қозғалтқышын сынау
**ҚОРЫТЫНДЫ** 118
**ГЛОССАРИЙ** 119
**ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ** 122

# КІРІСПЕ

Осы оқу құралы 1519000 «Мехатроника» мамандығы бойынша техникалық және кәсіптік білім берудің үлгілік оқу жоспарына сәйкес, 04 «Электрондық, телемеханикалық, радиорелелік аппаратураның автоматты жүйелерін жөндеу және сынақтан өткізу» кәсіби модулі бойынша оқыту нәтижелеріне қол жеткізу мақсатында әзірленді және мехатрондық құрылғылардың жетектерін әзірлеу, пайдалану және қызмет көрсетудің негізгі аспектілері бойынша білім алушылар мен оқытушыларды оқу материалдарымен қамтамасыз ету мақсатында әзірленді.

Ақпараттық, электрондық және зияткерлік технологиялар саласындағы ілгерілеу және олардың функционалдық қозғалыстарды басқару міндеттеріне қосымшалары, сондай-ақ жоғары сапалы және жинақы механизмдерді, электрондық блоктарды, бұрыштық және желілік қозғалыс қозғалтқыштарын жасаудың жаңа принциптері мен технологиялары сапа, сенімділік және қауіпсіздіктің қазіргі заманғы талаптарына жауап беретін мехатрондық құрылғыларды жасау үшін негіз болды.

Оқу құралында өндірісте қолданылатын электртехникалық материалдардың жалпы ұғымдары, радиоэлектрондық аппаратураның элементтік базасы, мехатронды құрылғылардың әртүрлі түрлері берілген: мехатронды модульдер, мехатронды машиналар, мехатронды жүйелер және мехатронды кешендер, мехатронды құрылғылардың құрылымы келтірілген және олардың құрылымдық, кинематикалық, күштік, динамикалық және дәлдік талдаулары мен синтезі, электр жетегі бар мехатронды модульдерді құрастыру бойынша жалпы ережелер берілген, модульдердің базалық конструктивтік элементтерінің сипаттамасы және оларды есептеу әдістемесі берілген, мехатрондық жүйелердің құрылымы мен түрлері, мехатрондық модульдерді құру әдістері және олардың компоненттері, қозғалыс координаттары мен технологиялық параметрлердің бергіштері туралы түсінік, сондай-ақ мехатрондық жүйелерді баптау және сынау әдістері мен тәсілдері келтірілген.

# 1-БӨЛІМ. ӨНДІРІСТЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАРДЫ ЖІКТЕУ

## 1.1. Өндірісте қолданылатын негізгі электротехникалық материалдар

Электронды технологияда қолданылатын материалдар электрлік, конструкциялық және арнайы материалдар бойынша жіктеледі. Электротехникалық материалдар - бұл электромагниттік өріске қатысты ерекше қасиеттері бар материалдар. Оларға мыналар жатады: өткізгіштер, диэлектриктер, жартылай өткізгіштер және магниттік материалдар.

### 1.1.1. Өткізгіш материалдар

Өткізгіштер-электр өткізгіштігімен қатты көрінетін материалдар. Оларды қолдану бойынша жоғары өткізгіш материалдарға (әртүрлі мақсаттағы сымдар, ток өткізгіш бөлшектер, электр контактілері үшін) және жоғары кедергі материалдарына (резисторлар мен қыздыру элементтері үшін) бөлінеді.

Өткізгіш материалдардың жіктелуі және сипаттамасы. Агрегаттық жағдай бойынша өткізгіш материалдар газ тәрізді сұйық және қатты болып бөлінеді. Қатты – металдар мен қорытпалар, сұйық көміртектің кейбір модификациялары – балқытылған металдар мен электролиттер. Газ тәрізді өткізгіштер-ток өткізетін заттардың булары, иондалған газдар.

Қарсылыққа сәйкес, ағып жатқан электр тогы төмен және жоғары үлестік кедергісі бар материалдар болып бөлінеді.

Жоғары кедергісі бар материалдар. Олардың меншікті кедергісі $\rho \geq 0,3$ мкОм * м, негізінен бұл сым резисторларын өндіру, электр энергиясын жылу мен жарыққа түрлендіру үшін қолданылатын қорытпалар. Бұл материалдар, мысалы, марганец - марганин қосылған мыс негізіндегі қорытпаны қамтиды. Температура -100-ден + 100 ° С-қа дейінгі олардың нақты кедергісі өте аз болады. Мыс-никель-тұрақты қорытпа электр техникасында да кеңінен қолданылды, оның нақты кедергісі температурадан тәуелсіз. Байланыс серіппелері, резисторлар және т.б. басқа мыс-никель қорытпасы, никель күміс кеңінен қолданылады [2].

Аз үлестік кедергісі бар материалдар. Олар жоғары өткізгішті талап ететін электр жабдықтарының ток өткізгіш бөліктері үшін қолданылады (орамдар, электр беру желілерінің сымдары және т.б.). Бұл өнімдер үшін ең көп қолдану мыс және алюминий, сондай-ақ олардың қорытпалары: жез, қола және т.б.Аз үлестік кедергісі бар материалдар. Олар жоғары өткізгішті талап ететін электр жабдықтарының ток өткізгіш бөліктері үшін қолданылады (орамдар, электр беру желілерінің сымдары және т.б.). Бұл өнімдер үшін ең көп қолдану мыс және алюминий, сондай-ақ олардың қорытпалары: жез, қола және т.б.

Өткізгіштердің электрофизикалық қасиеттері. Өткізгіштердің қасиеттері электрондық және кванттық теорияны ескере отырып түсіндіріледі, оларға сәйкес металдардағы қозғалатын электрондар

бөлшектер (масса, жылдамдық, энергия) сияқты толқындар (жиілік, ұзындық) сияқты қасиеттерге ие болады. Өткізгіштердің қасиеттерін анықтайтын негізгі параметрлер:

1. Меншікті электр кедергісі. Теориялық формула бойынша анықталады:

$$\rho = \frac{2mU}{e^2 n L_C} \qquad (1.1)$$

мұндағы m - электронның массасы, U - электронның жылдамдығы, e - электронның заряды, n - электронның шоғырлануы, L_C - электронның орташа жылдамдығы.

Масса и заряд величины постоянные, концентрация и скорость движения также отличаются незначительно. Следовательно, величина удельного сопротивления ρ в основном зависит от длины среднего свободного пробега $L_C$.

$$\rho => \frac{1}{L_C} \qquad (1.2)$$

$$\rho = R\frac{S}{L} \qquad (1.3)$$

мұндағы R - өткізгіштің толық кедергісі, S - өткізгіштің көлденең қимасы, L - өткізгіштің ұзындығы.

2. α кедергісінің температуралық коэффициенті - температураға байланысты өткізгіштің кедергісінің өзгеруін сипаттайтын шама. T2 ° -T1 ° температура диапазонындағы кедергі температуралық коэффициентінің орташа мәнін формула бойынша табуға болады:

$$\alpha = \frac{R_1 - R_2}{R_1(T_2 - T_1)} \qquad (1.4)$$

3. Жылу өткізгіштік. Өткізгіштерде электрондар тек электр зарядын ғана емес, температураны да шығарады. Электрондардың жоғары концентрациясына байланысты барлық металдар жақсы жылу өткізгіштікке ие. Кедергі мен жылу өткізгіштік формулаға байланысты:

$$\rho = \frac{L_0 \cdot T}{\lambda m} \qquad (1.5)$$

мұндағы L_0 - Лоренц тұрақты, T - температура, λm - ерекше жылу өткізгіштік.

Формуладан кедергісі неғұрлым жоғары болса, жылу өткізгіштік соғұрлым төмен болады, яғни. электр өткізгіштігі жақсы және жылу өткізгіштігі жоғары металдар.

4. Потенциалдардың контактілік айырымы және термоэлектр қозғалатын күш. Жоғарыда көрсетілгендей, металдың оң иондары оның қаңқасын құрайтын кристалды тордың тораптарында орналасқан. Бос электрондар кейде "электрондық газ"деп аталатын газ сияқты торды толтырады. Металдағы электрондық газдың қысымы абсолютті температураға және металдың қасиеттеріне байланысты көлем бірлігіндегі бос электрондардың санына пропорционалды. Екі түрлі металдар жанасқан жағдайда жанасу орнында электрондық газдың қысымын теңестіру жүргізіледі. Электрондардың диффузиясы нәтижесінде электрондардың саны азайған металл оң зарядталады, ал электрондардың саны ұлғайған металл теріс зарядталады. Байланыс орнында әлеуеттердің айырмашылығы бар. Бұл айырмашылық металдар температурасының әртүрлілігіне пропорционалды және олардың түріне байланысты. Тұйықталған тізбекте термоэлектрлік ток пайда болады. Бұл ток жасайтын E. D. с термоэлектр қозғаушы күш деп аталады (термо-E. D.c).

5. Тығыздығы (°пл). Тығыздығы бойынша Барлық металдар екі түрге бөлінеді

1. Пл <5000 кг/м3 (алюминий, титан, магний және т.б.);

2. Тығыздығы 5000 кг/м3 болатын ауыр металдар (мыс, күміс, темір, алтын және т.б.).

### 1.1.2. Диэлектрлік материалдар

Диэлектриктер - бұл поляризацияға және электростатикалық өрісті сақтауға қабілетті материалдар, қолдану бойынша пассивті диэлектриктер (электр оқшаулау) және активті диэлектриктер (сегнетоэлектриктер, пьезоэлектриктер және т.б.), олардың қасиеттерін сыртқы энергетикалық әсерді басқаруға болады.

Диэлектриктер болуы мүмкін:

1. табиғи және синтетикалық;
2. қатты, сұйық, газ тәрізді;
3. органикалық және органикалық емес.

Диэлектриктер қолданылуы бойынша жіктеледі:

1. Оқшаулау материалдары-радиоэлектрондық аппаратураның ток өткізгіш бөліктерін оқшаулау үшін қолданылады.);

2. Пассивті диэлектриктер-конденсаторларда энергия жинақтау үшін қолданылады;

3. Активті диэлектриктер электр энергиясын күшейту, генерациялау және түрлендіру үшін қолданылады.

Диэлектриктердің электрлік қасиеттері.

Диэлектрлік материалдар үшін электрлік қасиеттері мен сипаттамалары арасында ең үлкен практикалық маңызы бар:

1. Поляризация.
2. Диэлектрлік шығындар.
3. Сынама.
4. Электр беріктігі

**Поляризация** - байланысқан зарядтардың серпімді ығысуы немесе электр өрісіндегі диэлектрик молекулаларының бағдары Поляризация диэлектрик бетінде байланысқан электр зарядтарының пайда болуымен қатар жүреді.

Поляризацияның келесі түрлері бар:

1. электрондық поляризация - сыртқы өрістің әсерінен атомдардың электрондық қабықшаларының серпімді ығысуы және деформациясы барлық заттарға тән, бірақ жартылай емес диэлектриктерде (газ тәрізді, сұйық және қатты) анықтаушы рөл атқарады. Мұндай поляризация бірден өтеді ($\tau$ = 10-15с), энергия шығынсыз, оның шамасы өріс жиілігіне байланысты емес;

2. иондық поляризация үйаралық қашықтық шегінде қатты байланысты иондардың ығысуымен байланысты. Ол иондық құрылымы бар заттарға тән, поляризация уақыты аз емес ($\tau$ = 10-13с), іс жүзінде энергия жоғалтусыз жүреді;

3. дипольды-релаксациялық поляризация дипольді молекулалардың өріс күшінің әсерінен бағдарлануына жатады, ол полярлық диэлектриктерге тән, уақыт ағымында өтеді ($\tau = 10^{-2}$с) және энергия шығындарымен бірге жүреді;2. иондық поляризация үйаралық қашықтық шегінде қатты байланысты иондардың ығысуымен байланысты. Ол иондық құрылымы бар заттарға тән, поляризация уақыты аз емес ($\tau$ = 10-13с), іс жүзінде энергия жоғалтусыз жүреді;

4. өздігінен поляризация сегнетоэлектриктерде байқалады. Бұл электр тогы бар домендерден тұратын заттар. Сыртқы өрісі жоқ домендер еркін орналасқан, және жиынтық моменті сыртқы өрісте нөлге тең, домендер қайта бағдарланады және күшті поляризация әсері құрылады: салыстырмалы диэлектрлік өткізгіштікті $E = 10^5$ жетеді.

**Диэлектрлік шығындар** - электр айнымалы өрісінің энергияның (қуатының) бір бөлігі, ол қайта оқшаулау кезінде диэлек-трикте жылуға айналады және оны қыздырады.

Диэлектрлік шығындар TG диэлектрлік шығындар бұрышының тангенс шамасымен ($\delta$ бұрышы - электр зарядының поляризация векторлары арасындағы фазалардың айырмасы және электр өрісінің кернеулігі) сипатталады. Қатты диэлектриктерде диэлектрлік ысыраптардың шамалары — $(2...5).10^{-3}$. Диэлектрлік ысыраптардың ең аз мәндеріне барлығы диэлектриктер болып табылатын иондалмаған газдар ие.

Тұрақты кернеуге қосылған диэлектриктің диэлектрикалық ысыраптары тұрақты немесе айнымалы кернеудің әрекеті кезінде энергия ысыраптарының теңсіздігі тек диэлектриктерде ғана байқалады. Әсіресе үлкен қуат шығыны үлкен жиіліктерде пайда болуы мүмкін.Диэлектрлік шығындар-электр айнымалы өрісінің энергияның (қуатының) бір бөлігі, ол

қайта оқшаулау кезінде диэлек-трикте жылуға айналады және оны қыздырады.

Энергияның үлкен Белсенді шығыны диэлектриктің қызуын және оның мерзімінен бұрын бұзылуын тудырады. Электр тогының әсерінен қатты диэлектриктердің бұзылуы екі түр болуы мүмкін: материалдың қалыңдығын сынау және оның беті бойынша разряд. Ең үлкен бұзылулар сынаманы тудырады.

**Сынама** - электр өрісіндегі заттың электр өткізгіштігінің күрт өсуі, оның кернеулігі белгілі бір мәннен асады.

Сынама үш сатыда өтеді: разряд қалыптастыру, разрядты аяқтау және соқыр кезең. Тоқтың сынамалық ағуы кезінде тар арна бойынша орын алады және, әдетте, заттың қайтымсыз бұзылуымен бірге жүреді: тура тесік пайда болады немесе арна балқиды. Материалда ЖҰЖ, ауа және газды қосындылардың болуы тесу үшін қолайлы жағдайларды анықтайды, өйткені оларда қосымша микроразрядтар пайда болады.

Материалға елеулі жылу әсері кезінде болатын жылу сынамасы және сыртқы өріс кернеуінің сыни мәнге (элек-трикалық беріктікке) дейін ұлғаюынан туындаған таза электр сынамасы болып бөлінеді.

**Электр беріктігі** - материалдың электр кернеуінің бұзылуына қарсы тұруын бағалауға мүмкіндік беретін сынама кезіндегі халық электр өрісінен болатын критикалық кернеу шамасы.

Қатты диэлектриктердің электрлік беріктігінің сандық мәндері өте үлкен (материалдың 1 м қалыңдығына бірнеше миллион вольт). Таза біртекті сұйық диэлектриктердің электрлік беріктігі шамасы бойынша қатты диэлектриктердің электрлік беріктігіне жақын, бірақ қоспалар мен ластанулардың құйылуы оны айтарлықтай төмендетеді.

Слюда, кварц және басқа да" жақсы " диэлектриктер электр беріктігі ~ 108...109 В/м; тазартылған сұйық диэлектриктерде ~108 В/м; ауада қалыпты жағдайда және қабаттың қалыңдығы ~0,01 м − 3.106 в/ м. жартылай өткізгіштерде электрлік беріктігі 108-ден 103 В / м-ге дейін өзгереді.

Электр доға түріндегі электр разрядынан қатты диэлектриктің бұзылуы оның бетінен газда басталады және жүреді. Доғалық разрядтардың және ұшқынның әсерінен үсік жүретін із немесе ағаш тәрізді пішінді және доғасы бар ток өткізетін жол түрінде үдемелі беттік эрозиялық бұзылулар болады және ток өткізетін қабат диэлектриктің ыдырауы мен жануының Жоғары температуралы реакцияларын тудырады.

### 1.1.3. Жартылай өткізгіш материалдар

Жартылай өткізгіштік деп өткізгіштік және диэлектрлік материалдар арасындағы аралық салыстырмалы өткізгіштігі бойынша және өзіндік өткізгіштіктің концентрациясы мен түріне немесе әр түрлі ақауларға, сондай-ақ көп жағдайларда сыртқы энергетикалық әсерлерге (температураға, жарықтандыруға және т.б.) қатты тәуелділігі болып табылатын материалдар

(жартылай өткізгіштер) аталады.Жартылай өткізгіштік деп өткізгіштік және диэлектрлік материалдар арасындағы аралық салыстырмалы өткізгіштігі бойынша және өзіндік өткізгіштіктің концентрациясы мен түріне немесе әр түрлі ақауларға, сондай-ақ көп жағдайларда сыртқы энергетикалық әсерлерге (температураға, жарықтандыруға және т.б.) қатты тәуелділігі болып табылатын материалдар (жартылай өткізгіштер) аталады.

Жартылай өткізгіштер тазалықтың жоғары дәрежесіне ие болуы тиіс, өйткені олардың қасиеттері қоспалардың өте аз санына байланысты (олар 10-8% - дан аспауы тиіс).

Жартылай өткізгіштердің ерекшеліктеріне:

1. D таза жартылай өткізгіштерде бос зарядтар жоқ, өйткені олар мықты ковалентті байланыстармен байланысты
2. Жартылай өткізгіштердегі электр тогы сыртқы әсерлердің (эл. жарықтандыру қарқындылығы).

Электрондарды бір бағытта (I) және тесік екіншіде (Hl) жылжыту жартылай өткізгіште меншікті электр өткізгіштігін анықтайды.Жартылай өткізгіштер тазалықтың жоғары дәрежесіне ие болуы тиіс, өйткені олардың қасиеттері қоспалардың өте аз санына байланысты (олар 10-8% - дан аспауы тиіс).

Жартылай өткізгіштердің ерекшеліктеріне:

1. D таза жартылай өткізгіштерде бос зарядтар жоқ, өйткені олар мықты ковалентті байланыстармен байланысты
2. Жартылай өткізгіштердегі электр тогы сыртқы әсерлердің (эл. жарықтандыру қарқындылығы).

Электрондарды бір бағытта (I) және тесік екіншіде (Hl) жылжыту жартылай өткізгіште меншікті электр өткізгіштігін анықтайды.

$$I_{собств}=I_э + I \qquad (1.6)$$

сондықтан, іэ = Ід, өйткені жартылай өткізгіштердегі өз тогы өте аз, бос зарядтарды алу үшін таза жартылай өткізгішке қоспаларды енгізеді:

**1. Донорлық қоспалар.** Электрондық өткізгіштікті алу үшін жартылай өткізгішті еркін электрондармен қамтамасыз етеді.

Донорлық қоспалардың валенттілігі негізгі материалдың валенттілігінен артық болуы тиіс 4 валентті германий немесе кремний 5 валентті мышьяк, сүрме, фосфор енгізеді. Біз IE>>Id Аламыз.сондықтан, іэ = Ід, өйткені жартылай өткізгіштердегі өз тогы өте аз, бос зарядтарды алу үшін таза жартылай өткізгішке қоспаларды енгізеді:

**2. Акцепторлық қоспалар.** Қоспалардың валенттілігі негізгі материалдың валенттігінен аз болуы тиіс

Мысалы, 4 валентті германий немесе кремний 3 валентті бор, Үнді, галлий, алюминий енгізеді. Біз IE<Id Аламыз.

Жартылай өткізгіштердегі ток шамасына әсер етеді:2.Акцепторлық қоспалар. Қоспалардың валенттілігі негізгі материалдың валенттігінен аз болуы тиіс

Мысалы, 4 валентті германий немесе кремний 3 валентті бор, Үнді, галлий, алюминий енгізеді. Біз IE<Id Аламыз.

Жартылай өткізгіштердегі ток шамасына әсер етеді:

**1. Температура.** Температураның жоғарылауы кезінде барлық жартылай өткізгіштердің өткізгіштігі артады. Өсім донорлық немесе акцепторлық қоспалар жартылай өткізгішке енгізілген сайын қарқынды жүреді.

Абсолюттік 0 (- 273$^{o}$C) жақын температурада жартылай өткізгіштер диэлектриктер болады

**2. Қоса берілген кернеу**. Жартылай өткізгіштерде токтың кернеуге сызықсыз тәуелділігі байқалады, өйткені қоса берілген кернеудің шамасы жоғарылағанда жартылай өткізгіштің кедергісі азаяды.Сонымен қатар, ток өз бағытын өзгертеді.

**Жартылай өткізгіштердің қасиеттері.**

Жартылай өткізгіштердің қасиеттері келесі параметрлермен анықталады:

1. Меншікті электр кедергісі:

$$\rho = \frac{1}{\gamma} \qquad (1.7)$$

2. Жартылай өткізгіштің меншікті электр өткізгіштігі

$$\gamma = n \cdot u \cdot e \qquad (1.8)$$

мұнда-Электрон зарядының шамасы,

N-электрондардың шоғырлануы,

г-электрондардың қозғалысы.

3. Заряд тасығыштардың қозғалысы (г) - бұл потенциалдың 1 вольт айырымы кезінде бағытталған электр өрісінде электронның жылжу жылдамдығы.

КазахскийПеревести вGoogleBingҚозғалыс температураға, қоспалардың концентрациясына және кристалды тордың ақауына байланысты.

4. E (эВ) тыйым салынған аймағының ені – бұл өз электронына тартылу күшін еңсеріп, зарядтың еркін тасымалдаушысы болатындай дене температурасына байланысты болатын энергия.

Тыйым салынған аймақтың ені жоғары балқу температурасы бар материалдардан көп.

5. Зарядтардың меншікті тасымалдағыштарының шоғырлануы. Тек температураға байланысты.

6. Зарядтардың қоспалы тасымалдағыштарының концентрациясы. Қоспалар мен температураға байланысты.

7. Заряд тасығыштардың өмірлік циклі-ол үзілген сәттен бастап рекомбинация немесе энергия жоғалту сәтіне дейінгі электронның болу уақыты.

8. Nr меншікті кедергі.[4]Қозғалыс температураға, қоспалардың концентрациясына және кристалды тордың ақауына байланысты.

4. E (эВ) тыйым салынған аймағының ені – бұл өз электронына тартылу күшін еңсеріп, зарядтың еркін тасымалдаушысы болатындай дене температурасына байланысты болатын энергия.

Тыйым салынған аймақтың ені жоғары балқу температурасы бар материалдардан көп.

5. Зарядтардың меншікті тасымалдағыштарының шоғырлануы. Тек температураға байланысты.

6. Зарядтардың қоспалы тасымалдағыштарының концентрациясы. Қоспалар мен температураға байланысты.

7. Заряд тасығыштардың өмірлік циклі-ол үзілген сәттен бастап рекомбинация немесе энергия жоғалту сәтіне дейінгі электронның болу уақыты.

8. Nr меншікті кедергі [4].

### 1.1.4. Магниттік материалдар

Радиоэлектроникада пайдаланылатын магниттік материалдардың мақсаты энергия қоры бар құрылғыларды жасау үшін радиоэлектрондық құрылғылардың элементтеріне ерекше қасиеттер беру, сондай-ақ оларды Конструкциялық материалдар ретінде пайдалану болып табылады.

Мысалы:

1.Магнитті материалдар индуктивтілік катушкасындағы магнит өрісін күшейту (ұлғайту) үшін қолданылады, бұл индуктивтіліктің артуына әкеледі

2. Ол қозғалыста катушканың айнымалы өрісі мен магнит тұрақты өрісінің өзара әрекеттесуі кезінде келтіріледі және ауаның тербелісін жасайды.

3. Рама өрісі тұрақты магнитпен (өріспен) өзара әрекеттесетін және Рама сол немесе басқа бұрышқа ауытқитын электр өлшеу аспаптарында рама орамасы арқылы өтетін ток шамасын бекітеді.1. Магнитті материалдар индуктивтілік катушкасындағы магнит өрісін күшейту (ұлғайту) үшін қолданылады, бұл индуктивтіліктің артуына әкеледі.

Егер бірінші жағдайда олардың электрлік қасиеттері пайдаланылса, екінші жағдайда олардың механикалық қасиеттері қолданылады: жақсы өңдеу, қаттылық, тығыздау т.б.

**Магниттік материалдардың жіктелуі.**

Магнитті материалдар әлсіз магнитті және күшті магнитті болып бөлінеді.

Әлсіз магнитті диамагнетиктер мен парамагнетиктер жатады.

Қатты магнитті-ферромагнетиктерге, олар өз кезегінде, материалдардың магниттік қасиеттерінің формальды айырмашылықтарын салыстырмалы магнитті өткізгіштік қасиетін сипаттауға болады.Магниттік материалдардың жіктелуі.

Магнитті материалдар әлсіз магнитті және күшті магнитті болып бөлінеді.

Әлсіз магнитті диамагнетиктер мен парамагнетиктер жатады.

Қатты магнитті-ферромагнетиктерге, олар өз кезегінде, материалдардың магниттік қасиеттерінің формальды айырмашылықтарын салыстырмалы магнитті өткізгіштік қасиетін сипаттауға болады.

Диамагнетиктер деп атомдары (иондар) нәтиже беретін магниттік сәтке ие емес материалдар деп аталады. Сыртқы диамагнетиктер магнит өрісінен оларға мырыш,мыс, алтын, сынап және басқа да материалдар жатады.

Парамагнетиктер деп атомдары (иондар) нәтижелік магниттік сәтке ие, сыртқы магниттік өріске тәуелді емес сыртқы парамагнетиктер өздерін біртекті емес магниттік өріске алюминий, платина, никель және басқа да материалдар жатады.

Ферромагнетик деп өзінің (ішкі) магниттік өрісі оның сыртқы магниттік өрісін тудырған жүздеген және мың есе артық болатын материалдар аталады.

Кез келген ферромагнит денесі домендерге бөлінген – сыртқы магнит өрісі жоқ өздігінен (спонтанды) магниттіліктің шағын аймақтары, әртүрлі домендердің магниттілік векторларының бағыты сәйкес келмейді және барлық дененің магниттілігі нөлге тең болуы мүмкін

**Ферромагнетиктерді магниттеу процестерінің үш түрі бар:**

1. Магниттік домендердің кері жылжу процесі. Бұл жағдайда сыртқы өрістің бағытына неғұрлым жақын бағытталған домендер шекараларының ығысуы орын алады, доменнің өрісін алу кезінде кері бағытта домендердің кері ығысуы аймағы магниттеу қисығының бастапқы учаскесінде орналасқан.Кез келген ферромагнит денесі домендерге бөлінген – сыртқы магнит өрісі жоқ өздігінен (спонтанды) магниттіліктің шағын аймақтары, әртүрлі домендердің магниттілік векторларының бағыты сәйкес келмейді және барлық дененің магниттілігі нөлге тең болуы мүмкін.

Ферромагнетиктерді магниттеу процестерінің үш түрі бар:

1. Магниттік домендердің кері жылжу процесі. Бұл жағдайда сыртқы өрістің бағытына неғұрлым жақын бағытталған домендер шекараларының ығысуы орын алады, доменнің өрісін алу кезінде кері бағытта домендердің кері ығысуы аймағы магниттеу қисығының бастапқы учаскесінде орналасқан.

2. Магниттік домендердің қайтымсыз ығысу процесі. Бұл жағдайда магнит домендері арасындағы шекаралардың ығысуы магнит өрісі төмендеген кезде алынбайды. Домендердің бастапқы жағдайына қайта магниттеу кезінде қол жеткізуге болады.

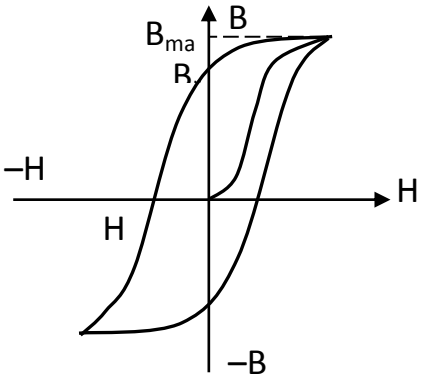
Домен шекараларының қайтымсыз ығысуы магнит гистерезисінің пайда болуына әкеледі – магнит индукциясының өріс кернеулігінен артта қалуы

3. Домендердің айналу процестері. Бұл жағдайда домендер шекараларының жылжу процесін аяқтау қанықтыру саласындағы материалдың техникалық қанығуына әкеледі барлық домендер гистерезис Ілгегінің бағыты бойынша бұрылады, қанығу аймағына жетеді шекті деп аталады.2. Магниттік домендердің қайтымсыз ығысу процесі. Бұл жағдайда магнит домендері арасындағы шекаралардың ығысуы магнит өрісі

төмендеген кезде алынбайды. Домендердің бастапқы жағдайына қайта магниттеу кезінде қол жеткізуге болады.

Домен шекараларының қайтымсыз ығысуы магнит гистерезисінің пайда болуына әкеледі – магнит индукциясының өріс кернеулігінен артта қалуы

3. Домендердің айналу процестері. Бұл жағдайда домендер шекараларының жылжу процесін аяқтау қанықтыру саласындағы материалдың техникалық қанығуына әкеледі барлық домендер гистерезис Ілгегінің бағыты бойынша бұрылады, қанығу аймағына жетеді шекті деп аталады.




1.1 -сурет. Гистерезис ілмегі

Гистерезистің шекті ілмегі мынадай сипаттамаларға ие: Bmax – қанығу индукциясы; Br – қалдық индукция; Hc - ұстап тұратын (коэрцитивті) күш.

P аз мәндерімен (гистерезистің тар ілмегі) және үлкен магниттік өткізгіштігі бар материалдар магнитті жұмсақ деп аталады

Hc үлкен мәндерімен (гистерезистің кең ілмегі) және төмен магниттік өткізгіштігі бар материалдар магнитті твердалар деп аталады.

Ферромагнетиканы магниттеу кезінде айнымалы магнит өрістерінде энергияның жылулығы жоғалады, яғни материал қызады. Бұл шығындар гистерезис шығындарына және құйынды ток шығындарына байланысты. Гистерезис шығыны гистерезис петли ауданына пропорционалды. Құйынды токтардың шығындары ферромагнетиктің электрлік кедергісіне байланысты. Қарсылық жоғары болған сайын, құйынды токтарға жоғалту аз.

Магнитті жұмсақ және магнитті қатты материалдар.

Магнитті жұмсақ материалдарға жатады:

1. Техникалық таза темір (электротехникалық төмен көміртекті болат).
2. Электротехникалық кремнийлі болат
3. Железоникелевые және железокобальтовые қорытпалар.
4. Магнитомягкие ферриты.

Төмен көміртекті болаттың магниттік қасиеттері (техникалық таза темір) қоспалардың құрамына, деформацияға, дәннің көлеміне және термиялық өңдеуге байланысты кристалды тордың бұрмалануына

байланысты. Төмен салыстырмалы кедергіге байланысты электротехникадағы техникалық таза темір өте сирек қолданылады, негізінен тұрақты магнит ағынының магнит өткізгіштері үшін.

Электротехникалық кремнийлі болат - жаппай тұтынудың негізгі магниттік материалы. Бұл кремниймен темір қорытпасы. Кремниймен легирлеу коэрцитивті күштерді азайтуға және меншікті кедергіні арттыруға, яғни құйынды токтарға шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Жекелеген парақтарда немесе орамдарда жеткізілетін табақты электротехникалық болат және тек орамдарда жеткізілетін ленталы Болат - магнит өткізгіштерді (өзекшелерді) дайындауға арналған жартылай фабрикаттар болып табылады.

Магнит өткізгіштер қалыптау немесе кесу не таспадан орап алынатын жекелеген пластиналардан қалыптасады.

Темір-никель қорытпалары пермаллоями деп аталады. Олар әлсіз магниттік өрістер аймағында үлкен бастапқы магниттік өткізгіштікке ие. Пермаллодар шағын габаритті күштік трансформаторлардың өзекшелері, дроссельдер мен реле үшін қолданылады.

Электротехникалық кремнийлі болат - жаппай тұтынудың негізгі магниттік материалы. Бұл кремниймен темір қорытпасы. Кремниймен легирлеу коэрцитивті күштерді азайтуға және меншікті кедергіні арттыруға, яғни құйынды токтарға шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Жекелеген парақтарда немесе орамдарда жеткізілетін табақты электротехникалық болат және тек орамдарда жеткізілетін ленталы Болат - магнит өткізгіштерді (өзекшелерді) дайындауға арналған жартылай фабрикаттар болып табылады.

Магнит өткізгіштер қалыптау немесе кесу не таспадан орап алынатын жекелеген пластиналардан қалыптасады.

Темір-никель қорытпалары пермаллоями деп аталады. Олар әлсіз магниттік өрістер аймағында үлкен бастапқы магниттік өткізгіштікке ие. Пермаллодар шағын габаритті күштік трансформаторлардың өзекшелері, дроссельдер мен реле үшін қолданылады.

Ферриттер-темір кедергісінен 1010 есе асатын үлкен меншікті кедергісі бар магниттік керамика. Ферриттер жоғары жиілікті тізбектерде қолданылады, өйткені олардың магниттік өткізгіштігі жиіліктің ұлғаюымен іс жүзінде төмендемейді.

Ферриттердің жетіспеушілігі олардың төмен қанығу индукциясы және төмен механикалық беріктігі болып табылады, сондықтан ферриттер әдетте төмен вольтты электроникада қолданылады.

Магнитті қатты материалдарға жатады:

1. Fe-Ni-Al қорытпалары негізіндегі құйма магнитті қатты материалдар.

2. Ұнтақтарды престеу жолымен алынатын магнитті қатты ұнтақты материалдар.

3. Қатты магнитті болып бөлінеді ферриты. Магнитті қатты материалдар-тұрақты магнитті өріс қажет ететін электр қозғалтқыштар мен

басқа да электр техникалық құрылғыларда қолданылатын тұрақты магниттерге арналған материалдар.

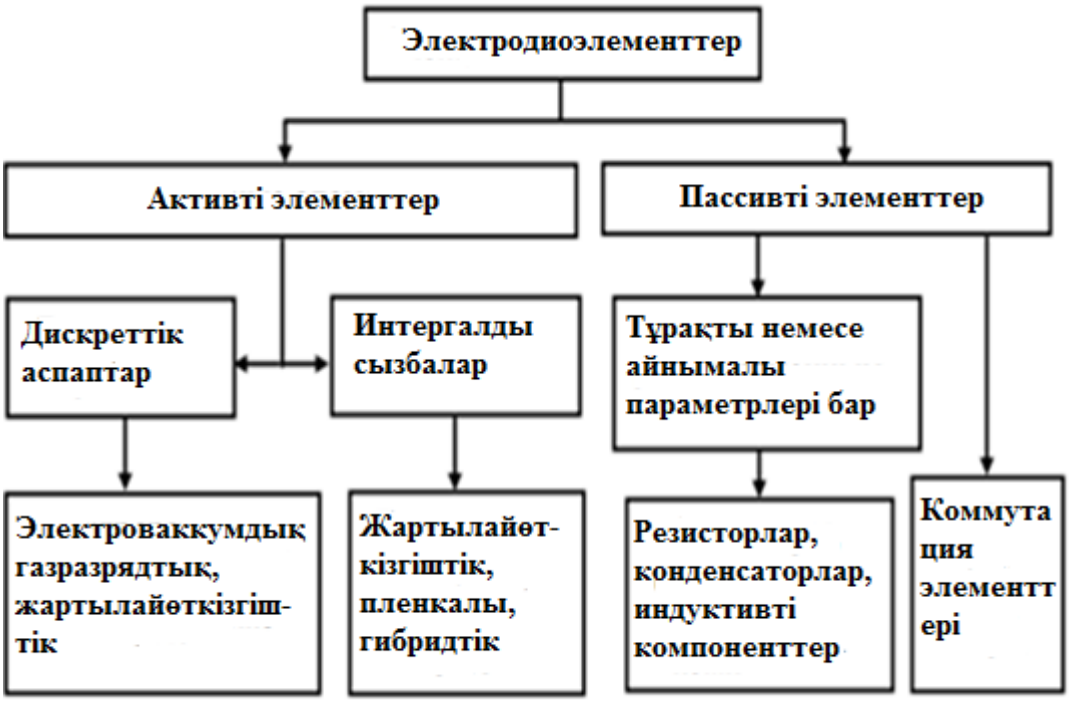
## 1.2. Радиоэлектрондық аппаратураның элементтік базасы

Қазіргі заманғы радиоэлектрондық аппаратура (РЭА) көптеген радиокомпоненттерді, яғни электр сигналдарын қажетті өңдеуді қамтамасыз ететін Принципті электр схемасына сәйкес өзара қосылған дербес (жинақтаушы) бұйымдарды қамтиды.

Радиокомпоненттер радиоэлектрондық аппаратураның бөлінбейтін құрамдас бөлігі болып табылады, оларды құрастыру-монтаждау операцияларын орындау кезінде белгілейді.

Радиокомпоненттерге Интегралды микросхемалар (ИМС) жатады, олар өз кезегінде транзисторлар, резисторлар және т.б. функцияларын іске асыратын радиоэлементтердің үлкен санынан тұрады. Қалай болғанда да, олар орындайтын функциялар бірдей. 1.2-суретте осындай жүйені құрудың мүмкін болатын нұсқасы көрсетілген.

Интегралды схеманың элементі ретінде шығып тұратын жартылай өткізгіштік ИМС Транзисторы радиоэлектрондық аппаратураның компоненті ретінде шығып тұратын дискретті транзистор сияқты функцияларды орындайды. Радиокомпоненттердің әрекет ету принципі электрлік немесе магниттік өріспен өзара әрекеттесуге негізделген, яғни радиоматериалдардың электрфизикалық қасиеттеріне негізделеді.




1.2 сурет. Электрорадиоэлементтердің жіктелуі

РЭА компоненттері екі принципті тамаша кластарға белсенді және пассивті болып бөлінуі мүмкін.

Активке электровакуумдық аспаптар, жартылай өткізгіш аспаптар және электр сигналдарын күшейтетін, түрлендіретін, генерациялайтын басқа да аспаптар жатады.

Пассивті компоненттерге резисторлар, конденсаторлар, индуктивтілік, трансформаторлар, дроссельдер, ауыстырып қосқыштар және тағы басқалар жатады.

## Зертханалық-тәжірбиелік жұмыс №1
## Өткізгіштер мен жартылай өткізгіштер кедергісінің температурадан тәуелділігін зерттеу

**Аспаптар мен керек-жарақтар**: қыздыру, мультиметр, өткізгіш элемент, жартылай өткізгіш элемент.

Тұрақты температура кезінде өткізгіштің кедергісі өткізгіштің материалына, оның өлшемдері мен пішініне байланысты. Сонымен қатар, өткізгіштің кедергісі температураға байланысты. Металдарда ол қыздыру кезінде өседі. Металл кедергісінің температураға тәуелділігі ара қатынасымен анықталады:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) \qquad (1.1)$$

мұнда Ro – 0°C кезінде кедергі мәні, $R_t$ – t°C температурада кедергі мәні, - кедергінің термиялық коэффициенті.

Осы өткізгіштің термиялық кедергі коэффициентін табу үшін $t_1$ және $t_2$ тиісті екі температурада $R_{t1}$ және $R_{t2}$ осы өткізгіштің кедергісін білу жеткілікті. Шын мәнінде, (1.1) формуласы бойынша $t_1$ және $t_2$ температуралары үшін:

$$R_{t1} = R_0(1 + \alpha_{t1});$$
$$R_{t2} = R_0(1 + \alpha_{t2})$$

Бұл теңдікті бөле отырып, бізде:

$$\frac{R_{t1}}{R_{t2}} = \frac{(1 + \alpha_{t1})}{(1 + \alpha_{t2})}$$

Қайдан:

$$\alpha = \frac{R_{t2} - R_{t1}}{t_2 R_{t1} - t_1 R_{t2}} \qquad (1.2)$$

№1 жаттығу

Өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділігін зерттеу

1. Қыздырғышты қосу.
2. Бөлме температурасында бастапқы температура мен кедергілердің көрсеткіштерін алып тастау

3. Қыздыру шамасына қарай әрбір 10°С сайын 100°С температураға дейін өткізгіштің кедергісін өлшеуді жүргізу керек. Өлшеу нәтижелерін 1 кестеге енгізу.

1 Кесте

| Температура, $^0$С | 20 | 25 | 30 | … | 90 | 95 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Кедергісі үлгі, Ом | | | | | | | |

4. Өткізгіштің температураға тәуелділігінің графигін құру.

5. (2) формула бойынша (мысалы, 20 және 100°С) алынған температураның бірнеше мәндері және оларға сәйкес келетін кедергілер мәндері үшін кедергінің температуралық коэффициентінің мәнін есептеу керек.

№2 жаттығу

Жартылай өткізгіш кедергісінің температураға тәуелділігін зерттеу

1. 100°С температурада жартылай өткізгіштің кедергісін өлшеу.

2. Қыздырғышты өшіріңіз.

3. Жылытқыштың бөлме температурасына дейін салқындатылуына қарай әрбір 5°С сайын өткізгіштің кедергісін өлшеу керек. Өлшеу нәтижелерін 2 кестеге енгізу.

2 Кесте

| Температура, С | 100 | 95 | 90 | | 30 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Үлгі кедергісі, Ом | | | | | | |

4. Графигін салу байланысты қарсылық полупроводника температурасына.

5. (2) формула бойынша (мысалы, 20 және 100°С) алынған температураның бірнеше мәндері және оларға сәйкес келетін кедергілер мәндері үшін кедергінің температуралық коэффициентінің мәнін есептеу керек.

# 2-БӨЛІМ. МЕХАТРОНДЫ МОДУЛЬДЕР ЖӘНЕ МЕХАТРОНДЫ ЖҮЙЕЛЕР

## 2.1. Мехатрондық модульдер мен мехатрондық жүйелердің құрылымы

Мехатроникаға электрондық және механикалық модульдер қазіргі заманғы басқару құралдарымен мықтап біріктірілген жүйелерді талдау мен жобалау кіреді. Бұл жағдайда барлық мехатронды түйіндер олардың арасындағы қажетсіз интерфейстерді қолданбай біріктіруге тырысады.

Қазіргі уақытта мехатроника көбінесе дамыған басқару жүйесіне ие, салыстырмалы түрде төмен қуаттылықтың қосымша механизмдері бар электр жетегі жүйесі ретінде түсініледі. Осыған байланысты «мехатроника» термині осы классты электр жетегінің жалпы өнеркәсіптік жүйелерінен ажырату және оған ерекше талаптарды қою үшін қолданылады.

Мехатронды модульдер мен жүйелер түрлі салаларда кеңінен қолданылады: станок жасау және автомобиль жасау, авиациялық - ғарыштық және әскери техника, Тұрмыстық және арнайы мақсаттағы жүйелер және т.б. осындай жүйелердің мысалдары өнеркәсіптік және арнайы роботтар, манипуляторлар, жинақтаушылар және есептеуіш техниканың басқа да кіші жүйелері, заманауи медициналық жабдықтар, фото - және бейнетехника болып табылады. Осылайша, көптеген заманауи жүйелер мехатроникалық немесе мехатроника элементтерін пайдаланады.

Механикалық жүйелерде бастапқы элементтерге (радиоэлементтер және т.б. типтері) және бастапқы элементтерден тұратын элементтерге (мысалы, түрлендіргіштер, электр жетектер, датчиктер, реле, радиоэлектрондық аппаратуралар, мехатрондық модульдер және т.б.) бөлуге болатын элементтер қолданылады.)

Мехатронды құрылғыларда үш басты бөлікті ірілендіреді- электрмеханикалық, электрондық және ақпараттық (*компьютерлік басқару құрылғысы*), олардың жиынтығы жалпы жүйе құрайды.

## 2.2. Мехатронды құрылғылардың электромеханикалық бөлігі

Электрмеханикалық бөлім-бұл берілген түрлендіру сапасы кезінде энергияның электромеханикалық түрлендіруін жүзеге асыратын өзара әрекеттесетін, өзара байланысты және өзара шартталған элементтердің жиынтығы.

Функционалдық мақсаты бойынша мехатронды жүйелердің (ЭМС) электромеханикалық бөлігін бөлуге болады.

1) қоректендіру көздері (немесе генераторлық қондырғылар, яғни электр энергиясын механикалық);

2) Электр жетегінің жүйесі (электр энергиясын механикалық);

3) қозғалтқыш-генераторлық қондырғылар (механикалық энергияны электр энергиясына да, электр энергиясына да бір уақытта (екі магниттік

түрлендіргіш) немесе кезекпен (стартер-генератор) түрлендіруді жүзеге асыратын).

***1. Қоректену көздері.*** Қазіргі заманғы күштік электрониканың құрылғылары ақпараттық электроникамен жиынтықта электр энергиясының ағындарын оны түрлендіру мақсатында ғана емес, электр энергетикасының дәстүрлі міндеттеріне байланысты Электр тізбектерінің жылдам әрекет ететін қорғанысын ұйымдастыру мақсатында басқаруға мүмкіндік береді. Бүгінгі күні электр энергиясы әртүрлі нысандарда қолданылады: айнымалы (жиілігі 50 Гц) және тұрақты ток, жоғары жиілікті ауыспалы ток (жиілігі 1-50 кГц көп "Электртехнологиялық" өндірістерде) түрінде, қайталама қоректендірудің мамандандырылған көздерінде (түрлендіру жиілігі 20-дан 500 кГц дейін және одан да көп болғанда), сондай-ақ арнайы нысандағы ток түрінде (мысалы, импульстік және т.б.), бұл тұтынушылардың спецификациясы мен алуан түрлілігімен байланысты. Электр энергиясын түрлендірудің негізгі түрлері:

1. (Айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіру);
2. Инвертирлеу (тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіру);
3. Жиілікті түрлендіру (бір жиіліктегі айнымалы токты басқа жиіліктегі айнымалы токқа түрлендіру).

***2. Электр жетегінің жүйелері.*** Электр жетегі (ЭП)электр қозғалтқышынан, беретін механизмнен, атқарушы механизмнен және басқару жүйесінен тұратын машина құрылғысы деп аталады, бұл ретте қозғалтқыш механикалық энергия көзі болып табылады. Беріліс тетігі қозғалысты түрлендіруді жүзеге асырады (айналу жылдамдығының ұлғаюы немесе азаюы, айналмадан үдемелі және т.б. қозғалу түрінің өзгеруі). Атқарушы механизм оған келтірілген механикалық энергияны пайдалы жұмысқа өткізеді [8].

Электржетекте басқару жүйесі ерекше рөл атқарады. Егер электр жетегін басқарудың негізгі функциялары адамның тікелей қатысуынсыз орындалса, онда басқару автоматты, ал жетектің өзі *автоматтандырылған* деп аталады.

Ол кезде жетекті басқару жүйесі *электржетектерді басқарудың автоматтандырылған жүйесі* (АСУ ЭП) деп аталады.

ЭП құрылымында екі негізгі өзара іс – қимыл арнасы-электр энергиясын механикалық және ақпаратты жинау және өңдеу нәтижелері бойынша берілген алгоритм немесе мақсатқа сай заң бойынша энергияны түрлендіруді басқаратын күштік (энергетикалық), және ақпараттық, мәліметтерді жинау және өңдеу нәтижелері бойынша, шартты түрде 2.1-суретте келтірілген мехатрондық жүйелердің басқарылатын ЭП жалпыланған құрылымының визуалды құрылымын анықтайды.

2.1 -сурет. Басқарылатын МС электржетегінің құрылымы

Электр энергиясын өндіру үшін қажетті мөлшерде және берілген сапада электр энергиясын өндіруді, таратуды және беруді қамтамасыз ететін электрмен жабдықтау жүйесі (СЭС) болып табылады. Электрмен жабдықтау жүйесі тұрақты, айнымалы немесе аралас токта орындалуы мүмкін, онда барлық ауыстырып қосу әдетте контактілі немесе байланыссыз коммутациялық аппаратурамен жүзеге асырылады. Электр энергиясының көзі, реттеуші және Келісуші құрылғылар, аккумулятор батареялары немесе басқа да балама көздер. ЖК таңдау ЭММ жобаланатын мақсатына, автоматтандырылған өндірістің технологиялық процесіндегі шешілетін міндеттерге, ЭММ жобалау кезінде техникалық ұсыныс сатысында ЖК осы түрін пайдаланудың орындылығының техникалық-экономикалық негіздемесіне байланысты жүзеге асырылады. "Электрлік түрлендіргіштер" сұлбаларын құру үшін басқарылатын кілттер ретінде: басқарылатын (тиристорлы) түзеткіштер (УТВ), кернеудің автономды инверторлары (АИН) немесе ток (АИТ), импульсті түрлендіргіштер (ИМП), сондай-ақ қозғалтқыштардың орамдарында арнайы ТОК коммутаторлары күштік жартылай өткізгіш аспаптар (СПП-биполярлы және далалық транзисторлар, оқшауланған қақпағы бар транзисторлар, тиристорлар) қолданылады, олардың сипатты параметрлері атқарушы қозғалтқыштың (ИД) есептік қуатымен анықталады. Аз және орташа қуатты қозғалтқыштары бар ЭММ үшін (микроватт бірлігінен бірнеше ондаған киловаттқа дейін) басқарылатын кілттер ретінде транзисторларды, ал қуаты 2000 кВт - қа дейінгі ИД үшін-тиристорларды қолданады. Электр түрлендіргіштердің негізгі сипаттамалары пайдалы әсер ету коэффициенттері (КПД) және қуатты түрлендіру болып табылады. Электр түрлендіргішті жобалау кезінде кіріс және шығыс параметрлерін реттеудің кең ауқымын күшейтуді, электрондық тораптардың жеткілікті электромагниттік үйлесімділігін, түрлендіргіш торабының аз габариттері мен массасын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін схемотехникалық шешім ерекше маңызға ие. Электромеханикалық түрлендіргіш (ЭМӨ немесе ИД атқарушы қозғалтқышы) қозғаушы күштерді дамытуы тиіс: механикалық түрлендіргішке (оларға атқарушылық

механизмге) берілетін қозғаушы сәт немесе механикалық күш, басқарудың берілген Заңына сәйкес жұмыс органының (РО) орнын ауыстыру бойынша атқару құрылғысының (ТМ) функцияларын орындауы тиіс. Қазіргі уақытта электромеханикалық түрлендіргіш ретінде тұрақты токтың коллекторлық және контактісіз қозғалтқыштары, екі және үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар (ақ), тұрақты магнитті синхронды қозғалтқыштар, реактивті және гистерезис, синхронды қадамды қозғалтқыштар, пьезоэлектрлік қозғалтқыштар және т.б. қоса алғанда, тұрақты және айнымалы токтың сызықтық қозғалтқыштарының әртүрлі модификациялары қолданылады.

***3. Қозғалтқыш-генераторлық қондырғылар***

Кез келген электр машинасының жұмыс негізіне электромагнитті индукция принципі алынған. Статордан (қозғалмайтын бөліктен) және ротордан (тұрақты ток машинасы жағдайында зәкірден) (жылжымалы бөліктен) тұрады.

Электр машиналары мақсаты бойынша механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіретін генераторларға бөлінеді; электр энергиясын механикалық электр энергиясына түрлендіретін электр қозғалтқыштары, сондай-ақ жиі бір түрдегі электр энергиясын басқа түрдегі электр энергиясына түрлендіретін арнайы машиналар.

***Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар:***

1. Механикалық құрылғы дегеніміз не?
2. Электромеханикалық жүйенің негізгі мақсаты.
3. Электромеханикалық жүйенің функционалдық мақсаты.
4. Автоматтандырылған электр жетегі не үшін арналған?
5. Электржетектің құрылымы.

## 2.3. Мехатрондық жүйелердің электрондық бөлігі

Электронды бөлім микроэлектронды құрылғылардан, күштік түрлендіргіштерден және өлшеу тізбектерінің электроникасынан тұрады.

Мехатронды жүйелердің басқару жүйелерінің (СУ) микроэлектрондық құрылғылары ақпараттық ағындарды қалыптастыруды, беруді, қабылдауды, сақтауды және түрлендіруді қамтамасыз етеді. СУ-дағы аталған процестер белгілі бір алгоритм бойынша өзара іс-қимыл жасайтын компоненттердің әртүрлі электрондық құрылғыларынан, интегралды схемалардан (АЖ) тұратын арнайы әзірленген электрондық тораптар мен блоктар арқылы жүзеге асырылады. Бір-бірімен белгілі бір байланыста болатын және белгілі бір тұтастықты және функционалдық өзара әрекеттесуді құрайтын көптеген Электрондық компоненттер жүйе деп аталады. Жүйе микроэлектронды құрылғының жұмысын анықтайтын, мысалы, мехатронды объектілерді басқару жүйесінде жекелеген элементтердің өзара әрекеттесуін және жүйенің мінез-құлқын (жұмыс істеуін) ашатын нақты құрылым болып табылады. Физикалық шамалардың барлық мүмкін датчиктерінің, сигналдарды түрлендірудің қолданылатын электрондық құрылғыларының, интегралды

микросхемалардың (ИМС), логикалық ауыстырып қосқыш құрылғылардың (ЛПУ), есептеуіш техника құрылғыларының (УВТ) және СУ мехатронды жүйелердің интегралды электроникасының басқа компоненттерінің жалпылама тізімін құру [8].

### 2.4. Компьютермен басқарылатны мехатрон жүйесінің құрылымы

Қазіргі өнеркәсіптік өндіріс автоматтандырылған жабдықтардың алуан түрлерін кеңінен қолдану, машина жасау, энергетика және әлсіз электроника, информатика саласындағы ғылыми жетістіктерге негізделген озық технологиялық жүйелерді енгізумен және микропроцессорлық басқарудың жиынтық процесін орынды ұйымдастырумен сипатталады. Мұндай күрделі техникалық жүйелер (TS), негізі «синергетикалық ассоциация» идеясына негізделген, машиналар мен жинақтардың (ПМО басқару объектілері), сонымен қатар электронды және микроэлектрондардың қозғалысын басқару мақсатына жету үшін құрамдас бөліктердің бірлескен әрекетімен қарастырылған. элементтері мехатронды жүйелер (МС) ретінде анықталған. Қазіргі заманғы МС, компьютермен басқарылатын машиналар құрылысының негізі машинаның танымал жалпыланған құрылымына негізделген - 2.2-суретте көрсетілген автомат. Жұмыстарда технологиялық кешендерге (ТК) және басқа ОУП-қа дәстүрлі дизайн әдістеріне негізделген жабдықтардың сапалы жаңа деңгейіне жету іс жүзінде мүмкін емес екендігі көрсетілген [7].

2.2-сурет. Компьютермен басқарылатын машинаның жалпыланған сызбасы

Мәселені шешудің қолайлы әдісі - әлемдік индустриялық дамудың жаңа тенденциялары, сапа стандарттарының халықаралық жүйесіне сәйкес жасалған түбегейлі әр түрлі техникалық және технологиялық тәсілдер. Мақсатына және шешілетін өндірістік міндеттерге байланысты әр түрлі МС (КО техникалық жүйелері) қолданылуы мүмкін, олардың орындау құрылғылары (ТМ) әрекет принципі, конструктивтік орындалуы бойынша ерекшеленеді және автоматтандыру құралдарын автоматты басқару жүйесінің терезе алдындағы немесе соңғы буындары ретінде жиі пайдаланылады. Егер атқарушы күш құрылғылары басқару сигналын технологиялық жабдықтың жұмыс органының (РО) механикалық орын ауыстыруына немесе қандай да бір күштік әсер етуге түрлендірсе, онда компьютерлік басқару құрылғысы (УКУ) өлшеу, бақылау және болжамды әсер ету міндеттерін, яғни қоршаған орта параметрлерінің (ОС) өзгеруін ескере отырып, берілген заң бойынша (мысалы, уақыт пен кеңістікте) механикалық құрылғы қозғалысын басқаруды шешеді. Осылайша, УКУ-бұл әсерлерді қалыптастыратын электрондық құрылғы (торап). Бұл ретте қозғалыс заңы уақыт өнімділігінің талаптарын, ал кеңістікте - РО қозғалысының дәлдік талаптарын, орын ауыстыру сапасын, мысалы, бұйымның бетін өңдеу кезінде құрал-сайманды қанағаттандыруы тиіс. Мұндай машиналық технологиялық процесті орындау технологиялық кешенге (ТК) кіретін, атқарушы, бақылаушы және басқарушы буындарды қоса алғанда, машина - автоматтардың (МА) барлық беріліс және атқарушы түпкілікті механизмдерінің (ИКМ) қозғалыстарының келісілуін болжайды. Бұл жағдайда ТК шартты түрде энергия беру, түрлендіру және пайдалану процестері байқалатын механизмдер мен құрылғылардың (модульдердің) жүйесі ретінде ұсынуға болады (Технологиялық процестің және технологиялық жабдықтың жұмыс режимдерінің бақылауымен), материал мен ақпараттың бірыңғай құрылымға - мехатрон жүйесіне (МС) біріктірілген.

## 2.5 Мехатрондық модульдерді жіктеу

Механикалық модульдердің (ММ) құрамдас элементтерінің физикалық табиғаты бойынша Электржетекті, гидрожетекті, пневможетекті өзге де болып бөлінеді.

*Электр жетегі* машина мен механизмдердің жұмыс органдарын қозғалысқа келтіруге және олардың технологиялық процесін басқаруға арналған электр қозғалтқышы, түрлендіргіш құрылғысы, басқару құрылғысы және беріліс құрылғысы бар электромеханикалық жүйе деп аталады, олар кең таралған және әдетте жобалау сатысында нұсқаларды салыстыру базасы болып табылады.

*Гидрожетекті* ММ сызықтық немесе айналмалы қозғалыстың гидроқозғалтқыштары бар. Электр жетектерімен салыстырғанда, олар едәуір аз мөлшерлер мен массаға ие, атап айтқанда, шағын инерционды қозғалыс түрлендіргішін талап етпейді; реттеу қарапайымдылығы және оның кең диапазоны. Кемшіліктерге олардың салыстырмалы жоғары құнын жатқызу

керек; сорғы қондырғысының қажеттілігі; жұмыс сұйықтығының сапасына сезімталдығы.

*Пневможетекті* ММ әсер ету принципі бойынша гидрожетекке ұқсас, ал олардың арасындағы айырмашылықтар жұмыс ортасы — сығылған ауаның ерекшеліктерімен анықталады. Пневможетегі бар ММ конструктивтік түрде жеңіл гидрожетекті, пайдалануда аз талапшылырақ, жоғары қозғалыс жылдамдығын іске асыруға қабілетті. Сонымен қатар, олардың жүктеме қабілеті тең мөлшерде екі рет аз, ҚНК айтарлықтай төмен, олар нақты қозғалыстарды қамтамасыз ету жағдайында емес.

Басқа М санына біріктірілген жетегі бар, мысалы, электрогидравликалық, сондай-ақ электр, гидро және пневможетекке жатпайтын энергияны түрлендірудің құрылғыларымен Модульдер кіреді.

Интеграциялау деңгейі бойынша мехатронды Модульдер қозғалыс модульдеріне, қозғалыстың мехатронды модульдеріне және қозғалыстың зияткерлік модульдеріне бөлінеді.

### 2.5.1 Түрлендіргіш-қозғалтқыш жүйелері тұрақты ток

Өндірістік механизмнің жұмыс органы айналатын электр жетегінің жұмысын қараған кезде, ең алдымен, электрқозғалтқыштың және өндірістік механизмнің механикалық қасиеттерінің сәйкестігін анықтау қажет. Сондықтан Электржетекті дұрыс жобалау және үнемді пайдалану үшін электр машиналары мен өндірістік механизмдердің механикалық сипаттамаларын зерттеу қажет.

Якорь орамасының тізбегі бойынша тұрақты ток қозғалтқышының жылдамдығын реттеу үшін кернеудің өзгеруімен әртүрлі физикалық табиғаттың реттегіштер қолданылады:

(ТП-Д) Ішкі жүйе орындайтын тұрақты реттелетін айнымалы кернеудің тиристорлы түрлендіргіштері бар жартылай өткізгіштік);

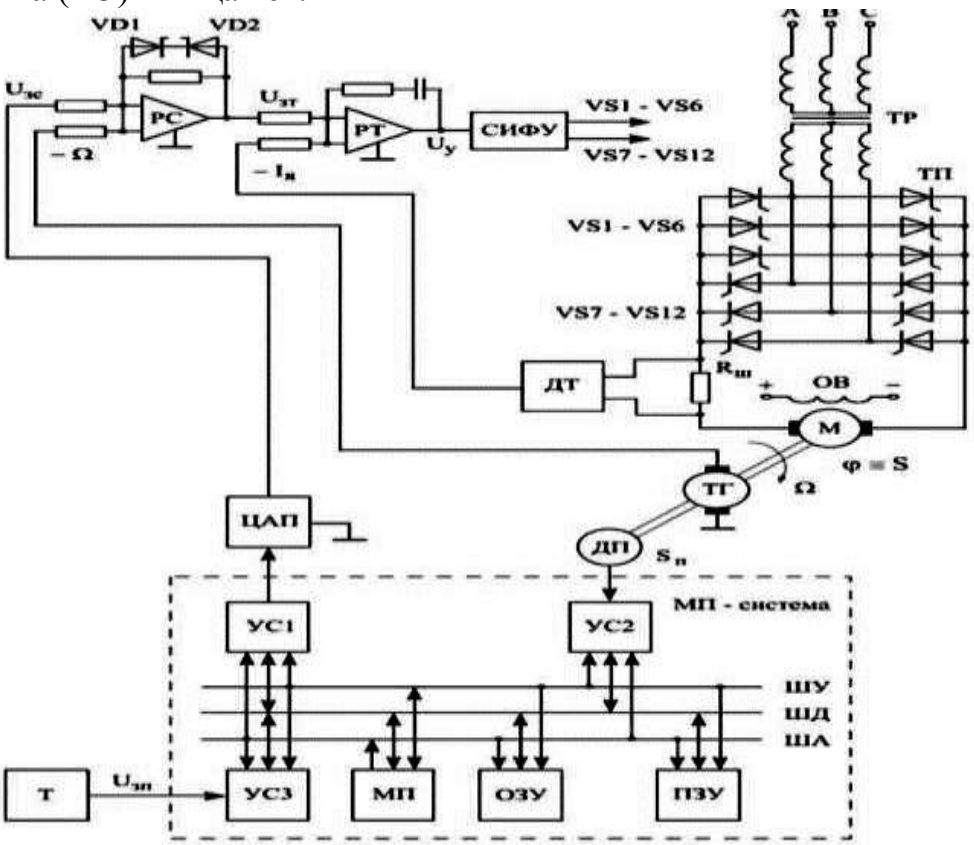
- ендік-импульстік түрлендіргіш-қозғалтқыш (ШИП-Д);
- электр машинасы бойынша орындалатын жүйе генератор қозғалтқыш.

### 2.5.2. Тиристорлы электр жетегін цифрлық басқару

Айнымалы токтың тұрақты түрленуі мехатрондық жүйелердің электржетектерінде (ЭП) және басқа да мақсатты мақсаттағы ЭУ-да кеңінен қолданылады. Электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасын қарастырайық:- электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы; - электр жетегінің негізгі электрлік сұлбасы. Тұрақты ток қозғалтқышы (ДПТ) М vs1 тиристорларында реверсивті түрлендіргіштен (ТП) қоректенеді...VS6 және VS7...VS12 және

жұмыс органымен (РО), тахогенератормен және ДП жағдайының датчигімен байланысты. Зәкір тогын бақылауды ДТ ток датчигі жүзеге асырады. ЭҮ сәйкес МПА қағидаты бойынша салынған бағынышты координаталарын реттеу РОб, бар кері байланыс жылдамдығы бойынша (Иә және жылдамдық реттегіші РС) және ток (ТТ және реттегіш ток РТ). Vd1, VD2 тұрақтанулары ток пен ДПТ сәтін шектеуді қамтамасыз етеді.

Микропроцессорлық жүйе МП микропроцессорын, ОЗУ және ПЗУ жады құрылғысын, УС1 түйіндесу құрылғысын қамтиды...ОС3, ДП орналасуының сандық датчигі, жылдамдық тапсырмасының Шығыс аналогтық сигналын қамтамасыз ететін ЦАП цифрлық-аналогтық түрлендіргіш. Басқару микроЭВМ (немесе МК) тапсырма контурындағы цифрлық жетектің аналогтық бөлігімен және кері байланыстағы түйісу ОС1, УС2, УС3 түйісу құрылғылары арқылы жүзеге асырылады. Бүгінгі күні МС ЭП (РТС), атап айтқанда, ПР, АСТ қолдану қажеттілігін болдырмайтын дискретті типті (импульсті және кодтық) датчиктерді жиі қолданады. Бұл жағдайда олардың шығу Дискреттік сигналдары ЭЕМ-ге тікелей енгізілуі және тиімді өңделуі мүмкін. Бірақ ЭЕМ-нің жылдамдығының жеткіліксіздігінен импульстік датчиктер импульстерді аппараттық есептеу және жағдай кодын анықтау үшін олардың сигналдарын алдын ала өңдеудің арнайы құрылғыларына, мысалы, МС атқару механизміне (ИМ), жұмыс органына (РО) жиі қажет.



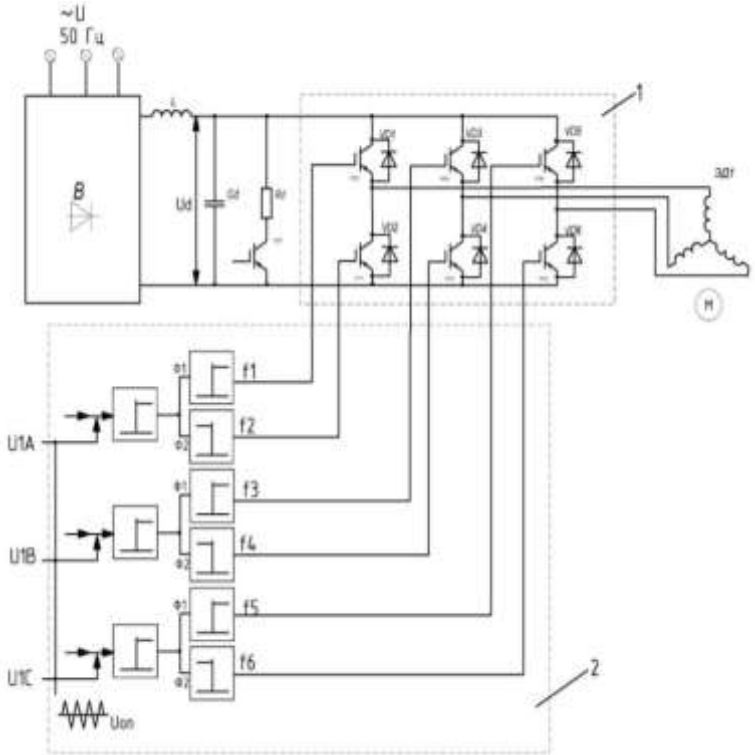

2.4- сурет. МОҚ және аналогты-сандық түйісу тораптары бар ЭП сызбасы

РО жағдайын тапсырманың схемасында УС 3 түйіндеу құрылғысы арқылы n терминалынан беріледі. ЭП қозғалысының оңтайлы кестесі GPS-те жазылады және сандық реттеуіштің жұмысын анықтайды. Басқару және Ток реттегішінің шығыс кернеуі (РТ) импульстік-фазалық басқару жүйесіне (СИФУ) келіп түседі, ол тиристорлық түрлендіргіштің (ТП) шығысындағы кернеу деңгейін және қозғалтқыштың айналу жиілігін анықтайды.

Т терминалынан "ТП-ДПТ" схемасы бойынша жиналған ТЭП жұмысының толық технологиялық процесін бағдарламалық түрде қоюға және қамтамасыз етуге, ақпараттық арнаның микроэлектроникасы датчиктері мен арнайы құрылғылары арқылы энергетикалық арна элементтерінің қажетті жұмыс режимдерін бақылауға және қолдауға болады. Сорпадағы МПУ ретінде сериялық микроЭВМ немесе бағдарламаланатын контроллер қолданылады.

### 2.5.3 Транзисторлық жиілік түрлендіргіштері (ӨБ)

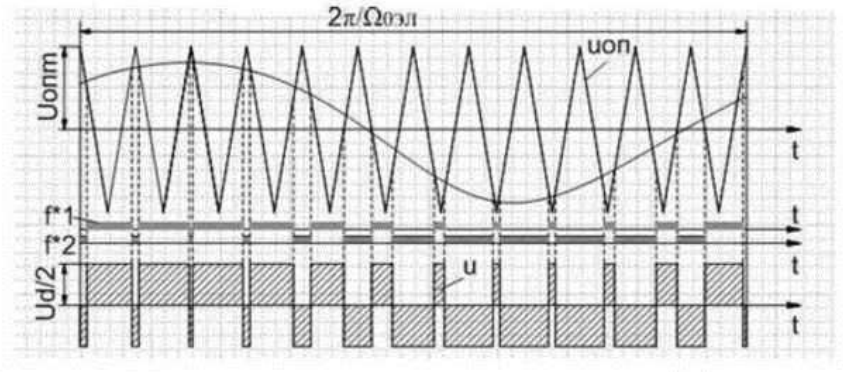
Транзистор жиілік түрлендіргіштері ӨБ (немесе автономды инверторы және кернеу АИН) кеңінен пайдаланылады жобалау кезінде ЭП МС базасында үш фазалы короткозамкнутого асинхронды қозғалтқыштың (АҚ). Қазіргі заманғы АИН толық басқарылатын күштік жартылай өткізгішті СПП (IGBT, MCT, GTOи олардың әртүрлілігі), үлкен ток жүктемелері мен кернеулеріне төзімді, қауіпсіз жұмыс облысы шекарасынан тыс күш кілтінің жұмыс режимдеріне жетпей орындалады. Бұл жерде "транзисторлар" дегеніміз қарапайым биполярлы транзисторлар, күштік далалық транзисторлар және оқшауланған қақпағы бар биполярлы транзисторлар (тиісінше Powermosfeti IGBT - InsulatedGateBipolarTransistor). Igbtотносяткя артықшылықтарына: жоғары рұқсат етілген ток тығыздығы, МОП - транзисторларда сияқты кернеулерді басқару, импульстік режимде төмен шығындар және жартылай өткізгіш аспапты ауыстырып қосу траекториясын қалыптастыру қажеттілігін болдырмайтын Қауіпсіз жұмыстың тікбұрышты аймағы. Құрылымына ӨСБ (сурет 2.5) енгізілген күштік элементтері: түзеткіш В (басқарылатын немесе басқарылмайтын), қуатты сүзгі Сф буынында тұрақты ток инверторы 1, көзді түрлендіретін кернеу U9 (ток) буынында тұрақты ток айнымалы кернеу (ток) берілген жиілік. Vt7 разрядтық Транзисторы және rд балласты кедергісі СФ күштік LСф - Сүзгіш конденсаторындағы қуатты түрлендіру үшін қызмет етеді. АҚ-да запастағы электромагниттік энергия Сф конденсаторына берілгенде, соңғы кернеуге жоғарылайды.




2.5-сурет Өтпелі жиілікті түрлендіргіштің функционалдық сызбасы

Егер кернеу есептік мәннен асып кетсе, кд балласты кедергісіне СФ конденсаторын разрядтауды қамтамасыз ететін vt7 Транзисторы қосылады, бұл түрлендіргіш СПП кернеудің одан әрі өсуін шектейді. Қарастырылып отырған сызба үш фазалы көпірлік инвертор (сурет 2.5) құрамында үш иық (тіреулер) с транзисторными кілттерімен 1, 2, 3,...6 (1 күштік блок), олардың әрқайсысы бір фазалы инвертордың схемасы бойынша оңайлатылған орындалған.

Ад статорының фазалық орамалары (А, В, С) АД статорының (М) әдетте инвертордың әрбір иығының орта нүктелеріне қосылады (статор орамдарын қосу схемасына байланысты: "жұлдызбен" немесе "үшбұрышпен"). Басқару сигналдары U1A*; U * 1B; U * 1 өзара 120 ° бұрышқа ауыстырылған және 2 ақпараттық арнаның электрондық блогына кіретін тиісті фазалық "нөл-органдардың" (НОі) кіруіне берілетін синусоидалды кернеулердің үш фазалық жүйесін білдіреді. Үшфазалы инвертордың шығу кернеуінің жиілігінің және амплитудасының өзгеруі (асинхронды қозғалтқыштың фазалық орамаларындағы кернеу М) микропроцессорлық құрылғылар мен автоматика құралдарын пайдалана отырып, СУ ЭП жүзеге асырылады. 2.6-суретте уақытша тәуелділігі келтірілген uon ара тәрізді тірек кернеуінің көзі түрлендіргіш схемасында Аин қалыптасатын Шығыс кернеуінің барлық үш фазасы үшін ортақ болып табылады. F1-f6в сигналдарының бар болуы схемада СПП - 1 негізгі элементтерінің күйін анықтайды...6 инвертор. Олардың u1a-Uon, U1B-Uon, U1C - Uon әр түрлі белгілеріне тәуелділігі қажет болған жағдайда өзгеретін бағдарламалық тізбекті анықтайды.




2.6- сурет. Ендік-импульстік модуляцияны ұйымдастыру принципі

Шығыстағы фазалық кернеу бес түрлі мәндерді қабылдай алады: + (2/3)Ud; + (1/3)U;0;-(1/3)Ud;- (2/3)d. u1a*;u*1B;u*lcc uonm тірек кернеуінің графигімен (2.6 сурет), 4.1 кестедегі есептік деректерді пайдалану қажет. ШИМ жиілігінің жоғарылауы электржетектің АЖ жұмысында іркіліс тудыра отырып, электр техникалық және радиотехникалық құрылғыларға, ақпараттық басқару арнасының электрондық құрылғыларына әсер ететін электромагниттік кедергілердің пайда болуымен байланысты бірқатар жағымсыз факторлармен сүйемелденетіні белгілі. Барлық электр техникалық және электрмагниттік құрылғылардың электрмагниттік үйлесімділігін арттыру үшін ЧУЭП ЭУ және кабельдерді экрандау пайдаланылады, МС жобалау кезінде электрондық тораптардың (блоктардың) коммуникациялық байланыстарының ұзындығын шектеуді қолданады. Сонымен қатар, электр жетегінің энергетикалық арнасының кіріс-шығуында гармоникалардың арнайы сүзгілерін орнату, Оптоэлектроника құралдарын қолдануды қамтамасыз етеді.

"АИН-АД" жүйесі бойынша орындалған ЭПб келтірілген схемасында ад статорының "А", "В" және ЭДС" орамаларының фазасын жиіліктік басқарумен түрлендіргіштің (АИН) шығу қысқыштарына "жұлдыз" (немесе үшбұрыш") схемасы бойынша енгізіледі. Схеманың классификациялық белгілері - СФ сыйымдылықты кіріс сүзгісінің және vd1 - VD6 (IGBT - транзисторларға) басқарылатын кілттеріне сәйкес қосылған (параллельді-қарсы) Vt1-VT6 (IGBT-транзисторларға) vd1-VD6 диодтарының болуы. СФ сүзгі конденсаторы АҚ тұтынатын реактивті қуат көзі болып табылады,өйткені ол арқылы инвертордың кіріс тогының айнымалы құраушысы тұйықталады. LСф - сүзгінің шығуында қосылған Сф конденсаторының сыйымдылығы талап етілетін тегістеу коэффициентін (ud кернеу пульсациясын) ұстап тұру жағдайынан және "кері" инвертордың диодтары арқылы коммутация контурының индуктивті элементтерінен энергияның "тасталуына" байланысты пульсацияның рұқсат етілген деңгейінен аспау шартымен есептелуі тиіс.

ПЧ қоректендіруші желісімен байланыс түрі бойынша 2 сыныпқа бөлуге болады :

- Тұрақты токтың аралық буыны бар ӨСБ, оларды кернеудің автономды инверторларына (АИН) және токтың автономды инверторларына (АИТ) бөлуге болады.

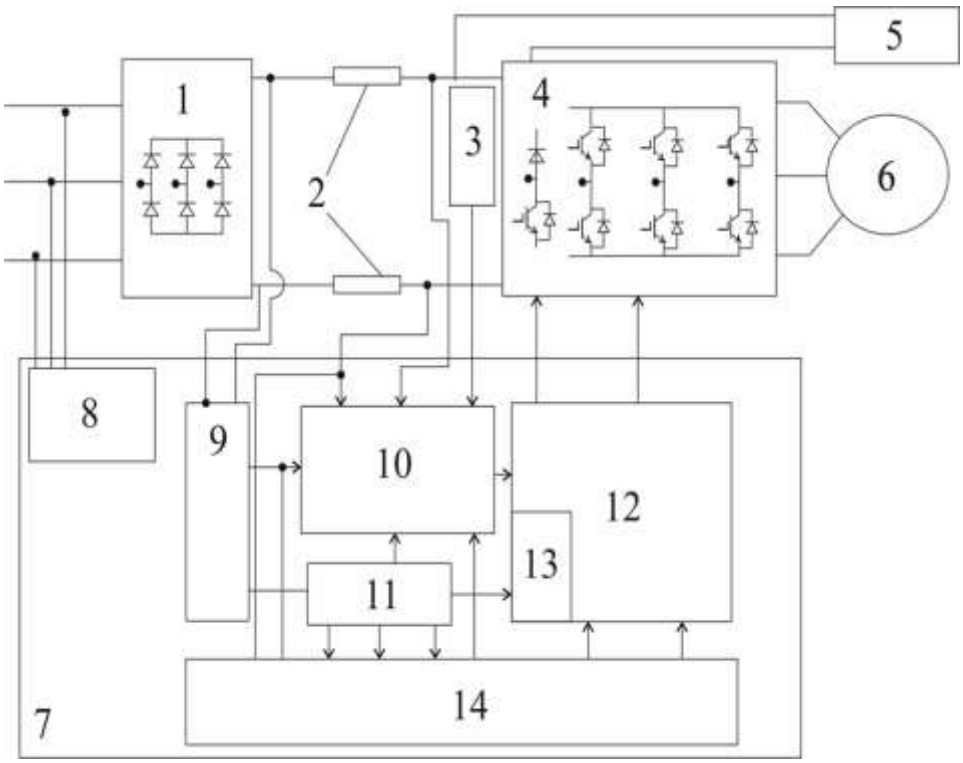
- Тікелей байланысы бар жиілік түрлендіргіштері (GXYC).

АИН тұрақты ток буынындағы кернеудің жүктемедегі кернеуден бір мәнді тәуелділігі байқалады, сондықтан ол кернеу көзі болып табылады. АД сияқты белсенді индуктивті жүктемеге кернеу көзі ретінде инвертордың жұмысы кезінде АД мен vd1 кері диодтары арқылы тұрақты ток буыны арасында реактивті энергия алмасу қамтамасыз етіледі...VT1 негізгі кілттеріне параллель қосылған VD6...VT6. Бұл ретте аталған диодтар реактивті энергияны АҚ-дан Са сыйымдылығына қайтару сәтінде ток жүргізеді, бұл төмен Cospyfuheprb кезінде расталады. АИН шығысындағы кернеуді реттеу әдетте екі жолмен жүзеге асырылады:

- тұрақты ток буынындағы ид кернеуінің өзгеруі, басқарылатын түзеткіш кезінде мүмкін, яғни УТП, ал инвертор талап етілетін кернеу жиілігін қалыптастыра отырып, фаза коммутаторының функцияларын орындайды. Мұндай ПЧ амплитудалық-импульстік модуляциямен (АИМ) АИН деп аталады.

- негізгі (берілген) жиілік сигналымен (кілттерді коммутациялау жиілігі) көтергіш жиіліктің модуляциясымен жүзеге асырылатын АИН кернеуін ендік-импульстік реттеумен. Мұндай ПЧ басқарылмайтын түзеткіш кезінде ендік-импульстік модуляциямен (ШИМ) АИН деп аталады.

Қазіргі уақытта Mitsubishi, Fuji, Hitachi фирмалары IPM (интеграцияның 2-ші деңгейі) интеллектуалды модульдерін өндіреді, онда көпірлі үшфазалы инвертормен қатар транзистор және тежеу схемасының диоды, сондай-ақ басқару және қорғау схемалары болуы мүмкін (2.14 сурет). Күштік электроника аспаптарының бұл класы және оларды қолдану туралы мәліметтер бірқатар жұмыстарда, атап айтқанда, "зияткерлік күштік IGBT-Модульдер". Жұмыс кезінде мұндай күштік электроника құралдарын қолдану жиілікті түрлендіргіштің классикалық функционалдық схемасымен (тұрақты ток буыны бар) жиіліктік-басқарылатын электр жетектерінде табылатыны көрсетілген.



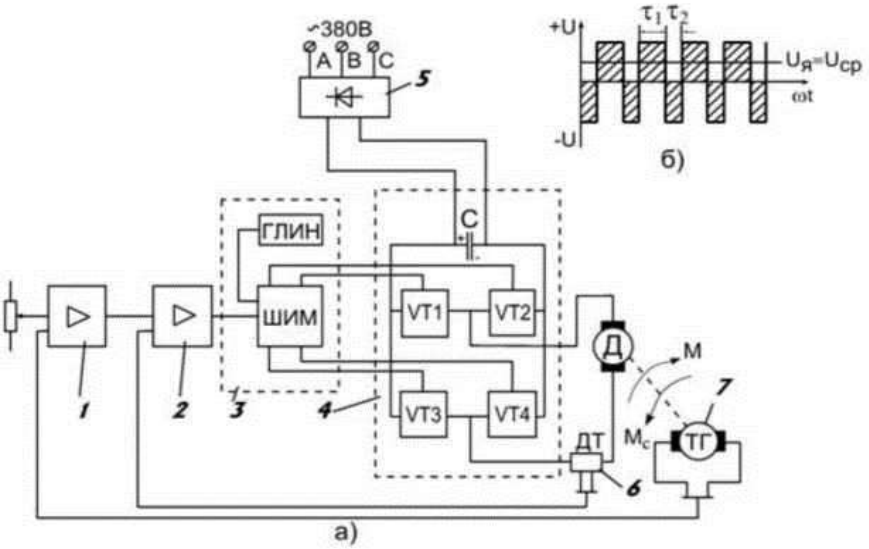

2.7-сурет. Жинақы күш модульдері мен басқару модульдері бар жиілік жетегінің құрылымы

Мұнда кіріс кернеуі көпір диодының түзеткішіне (1) жеткізіледі, оның шектеуімен (8) кірісте кернеулерден қорғайды. Төмен ток көзі (7) қуат бөлігін басқаруға және қорғауға арналған. «Жұмсақ» зарядталған тізбегі (9) бар тұрақты ток шинасының сүзгі сыйымдылығы және IGBT (4) үшін көпір кернеуінің инверторы түзеткіштің шығысына қосылды, ал жүктеме оның шығысына қосылды - индукциялық қозғалтқыш (6). Шағын және орта қуатты диск жетектерінде тежеуіш тізбегі (5) және сол жақ (4) тұрақты ток шинасына қосылады. Түрлендіргіштің қуат бөлігінде ток датчиктері (2) және температура датчиктері (3) бар. Басқару тізбегінде инвертор мен тежегіш трансформаторларын қорғаныс тізбектері (10, 13), басқару контроллері (14) және өз қажеттіліктері үшін қуат көздері (11) басқаруға арналған драйверлер (12) бар. Электр тізбегі және басқару жүйесінің бөлігі (драйверлер, датчиктер, диагностикалық және қорғаныс схемалары) көптеген қосымшалар үшін бірдей. Әзірлеушілердің міндеті - бұл элементтерді бір құрылымға біріктіру - қан қысымын басқаруға арналған зияткерлік қуат модулі. Айта кету керек, төмен басқару күші бар MOS басқарылатын құрылғылардың құрылуы, сондай-ақ төтенше жағдайларда жүктемелерге жоғары төзімділік және IGBT басқару жеңілдігі конвертердің (4) және (1), жүргізуші тізбектерінің, электронды құрылғылардың қуат бөлігін біріктіруге мүмкіндік берді. қорғаныс (10), (12), (13).

## 2.6 Кен-импульсті түрлендіргіші бар мехатрон жүйесінің электр жетегі

Ендік-импульсті түрлендіргіші бар (ШИП) М электр қозғалтқышының жылдамдығын реттеу электр қозғалтқышының зәкірінде (L) орташа кернеу деңгейінің өзгеруі есебінен жартылай өткізгіш (тиристорлы немесе транзисторлы) түрлендіргішпен тұрақты кернеуді ендік-импульсті модульдеу жолымен жүзеге асырылады.

2.8-суретте ендік - импульстік түрлендіргішпен МС электржетегі жүйесіндегі кернеудің функционалдық сұлбасы және диаграммалары келтірілген: а) функционалдық схема: 1 – жылдамдық реттегіші (РС); 2 - ток реттегіші (РТ); 3-сызықтық өзгеретін кернеулердің генераторы (ГЛИН) бар ендік - импульстік модулятор (ШИМ); 4-транзисторлық (немесе тиристорлық) Vt1 кілттері бар күштік жартылай өткізгіштік түрлендіргіш...5 - басқарылмайтын түзеткіш; 6-ток датчигі (ДТ); 7 - жылдамдық датчигі (ТГ);




2.8-сурет. Импульсті ендік түрлендіргіші бар тұрақты ток жетегі

б) VT1 кілттерінің T1, T1 өткізгіштік интервалында ДПТ зәкіріндегі кернеудің уақытша диаграммалары...VT4. Басқару жүйесі широтно-импульсті түрлендіргіш қамтиды широтно-импульсті модулятор және екі тұйық контур с теріс кері байланыспен бойынша ток пен жылдамдық бойынша орындалған принципі бағынышты реттеу.

ШИП қоректендірудің тұрақты кернеуінің көзі сыйымдылықты фильтрі (С) бар реттелмейтін түзеткіш, тұрақты кернеудің жеке генераторы немесе аккумуляторлық батарея болуы мүмкін.

Сонымен қатар, gtotirictures, жасанды құлыптау жүйесі бар жартылай басқарылатын тиристорлар немесе Igbtтранзиекторлар қолданылуы мүмкін. Үшін рекуперациялау кинетикалық энергиясын МС желісін қоректендіретін түзеткіш болуы тиіс инвертор, ведомый өнеркәсіп желісі. Жетектің шағын қуаты (1 кВт дейін) кезінде токты инвертирлеу әдетте желіге

рекуперациясыз, ал тек С сүзгі сыйымдылығына ғана инвертордың негізгі элементтеріндегі кернеуді шектеу мақсатында оны кейіннен белсенді кедергіге (немесе аккумуляторға) разрядтау кезінде жүргізіледі. Vt1 транзисторлық кілттерді басқару тәсілдері...VT4, олардың сипаттамалары ШИП және ДПТ-тағы шығын деңгейін, сондай-ақ электрқозғалтқыштың үзік токтарының қалыптасу аумағын анықтайды.

Кезекпен басқару қуат көзінің кернеуі кезеңнің бірінші интервалында қозғалтқышқа берілетін, ал екінші интервалда-қозғалтқыштың зәкірі жоғарғы немесе төменгі кілттермен" қысқарады", Ток бойынша кілттерді тиеудің бірдей жағдайлары және жүктемеде белгі тұрақты кернеуді қалыптастыру мүмкіндігі жасалады.

***Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар:***

1. "ТП-ДПТ" микропроцессорлық схемадағы функционалды Микроэлектрониканың негізгі электрондық күш элементтері мен тораптарының жұмысын түсіндіріңіз?
2. "ТП-ДПТ" схемасы бойынша жылдамдықты реттеу контурының жылдам әрекет етуін қандай параметрлер анықтайды?
3. Бірнеше микроЭВМ қолдану арқылы көпқұрылымды басқару кезінде сандық қадағалаушы жетектің (ОСП) құрылымын құру ерекшеліктерін түсіндіріңіз?
4. Сигналды өңдеу кезінде уақытша кідірістер пайда болатын МС электр жетектерін басқарудың цифрлық жүйесіндегі тораптар мен электрондық блоктарды атаңыз?
5. Осыған функционалдық міндеттері элементтердің құрылымдық схемасы сандық-аналогтық ЦЭП МС?
6. ШИП кілттерін басқарудың қандай тәсіліне (симметриялы, симметриялы емес немесе кезекпен) ДПТ зәкірінің контурында токтың үзіксіздігін төмендету үшін артықшылық беру керек?
7. Аин с жиіліктік - реттелетін электр жетегінде шығыстық кернеуді қалыптастырудың қандай тәсілдері қолданылады?
8. Vd1 диодтарының мақсатын түсіндіріңіз...VD6 АИН схемасында?
9. Инвертордың Шығыс кернеуін қалыптастыру процесіне тірек кернеуінің жиілігі қалай әсер етеді?

### 2.6.1. Көопкоординатты объектінің сандық қадағалаушы электр жетегінің құрылымы

Технологиялық машиналардың (ТМ), өндірістік жабдықтардың іске қосу-реттеу жұмыстарын орындау тәжірибесінде сандық қадағалаушы электр жетегі (ЦСЭП, бұдан әрі ЦСП) біркординатты да, көпкординатты реттеу объектілерінде де кездеседі. Соңғы жағдайда КОЖ кешенінің құрылымы неғұрлым күрделі болып табылады және бірнеше ЭЕМ-ді қолдану қажеттілігі пайда болады. Әдетте көпкординатты объектінің қажетті қозғалыс заңын жаңғырту міндеті әр түрлі координаттар бойынша қозғалыстарды келісу

арқылы басқарудың жоғарғы деңгейіндегі ЭЕМ көмегімен шешіледі. Бұл ретте ЭЕМ қозғалысты басқарудың бірыңғай көпординатты жүйесін құрайтын жетектер арасында кіріс әсерін бөледі. Мұндай жүйелердің мысалы ретінде телескоптардың, локаторлардың, роботтардың және әртүрлі технологиялық объектілердің көпординатты тірек-бұрылыс құрылғыларының цифрлы бақылаушы электр жетектері (ЦСП) болуы мүмкін [10]. Жұмыс органдарының қозғалысын басқару жүйесінде (РО), жоғарғы деңгейдегі ЭЕМ-де атқарушы тетіктер (ИМ) жергілікті ЭЕМ-ді пайдалану сондай-ақ ЦСП басқару және цифрлық түзетумен ұштасқан. Сондықтан ЭЕМ санына және ЦСП аппаратурасының басқарудың жоғарғы деңгейіндегі ЭЕМ-мен өзара әрекеттесуінің сипатына байланысты орталық және орталықсыздандырылған басқарумен ЦСП құрылымын ажыратады. Жүйелерінде с орталықтандырылған басқармасы басқару функциясын барлық ЦСП кешенін, соның ішінде есептеулер рассогласований және қалыптастыру сигналдар берілетін арналған күшейткіштер қуатты қамтамасыз етеді, бірыңғай басқарушы ЭЕМ (2.9-сурет, а). Қарастырылып отырған ЭЕМ бола отырып, ЭЕМ-нің жоғарғы деңгейлі басқару, қосылған сұлбасын басқарудың барлық ЦСП кешенді және міндетін шешеді үйлестіру қозғалыстар реттеу объектісіне режимінде жұмыс істейді бөліну уақыты мен кезек бойынша қызмет көрсетеді жекелеген ЦСП. Функцияларын бөлу (орталықтандырылған басқару), әдетте, жүреді төмендеуімен барынша өткізетін жиілік кванттау кезіндегі уақыт бойынша оңтайландыру алгоритмдерін процестерді реттеу нақты уақыт.

Орталық сыздандырылған басқару принципі есептеулердің параллельденуін қамтамасыз ететінін және осының есебінен квоталау жиілігін арттыруға немесе қажет болған жағдайда алгоритмдерді күрделендіруге мүмкіндік беретінін атап өткен жөн, бұл әрбір ОЖП-ның және реттеудің көпкординатты объектісінің қозғалысын басқарудың бүкіл жүйесінің сапасына оң әсер етеді. Кезінде орталықсыздандырылған басқару ЦСП жүйесі бірнеше басқарушы ЭЕМ және басқа да иерархиялық құрылымы (сурет 2.9, б). Бұл жерде әрбір шок жоғарғы деңгейдегі ЭЕМ-ден басқарушы әсерді қабылдауды, келісуді есептеуді, қуатты күшейткішті басқару сигналын қалыптастыруды және басқа да операцияларды жүзеге асыратын жергілікті ЭЕМ басқару контурында болады. Жергілікті ЭЕМ жоғарғы деңгейдегі ЭЕМ-ге кешен КБО-ны келісілген басқару үшін қажетті реттеу объектісінің жай-күйі туралы қажетті ақпаратты береді. Жергілікті ЭЕМ ретінде, әдетте, СП микроконтроллерлері деп аталатын, барлық қажетті есептеу және интерфейстік компоненттерден тұратын бір кристалды микроЭВМ қолданылады. Атап айтқанда, микроконтроллерлердің құрамында арифметикалық-логикалық құрылғы (алқ), жедел және тұрақты жады, жалпы мақсаттағы регистрлер блогы және арнайы функциялар, сондай-ақ ішкі басқару құрылғысы, ішкі шинамен біріктірілген енгізу және шығару порттары және басқа да қажетті компоненттер мен байланыстар бар.

а

б

2.9-сурет. Сандық бақылау жетегін құрудың мүмкін болатын құрылымы

### 2.6.2. ЭМҚ жетектеріндегі атқарушы құрылғылар мен электр қозғалтқыштарының механикалық сипаттамалары

Электр қозғалтқыштарының түрі мен номиналдық параметрлерін дұрыс таңдау үшін, ең алдымен, қозғалтқыш пен ЭМС атқарушы құрылғысының "механикалық сипаттамалары" арасында сәйкестікті орнату қажет. Қозғалтқыштың білігіне келтірілген жылдамдық пен механизмнің кедергі сәті арасындағы тәуелділік атқару $\omega = f(M_C)$ құрылғысының механикалық сипаттамасы деп аталады.

Атқарушы құрылғының механикалық сипаттамасына арналған жалпыланған формуласы:

$$M_C = M_0 + (M_{C,ном} - M_0) \cdot \left( \frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^x, \qquad (2.1)$$

мұндағы Мс - атқарушы аппараттың (механизмнің) жылдамдықтағы қарсылық моменті;

М0 механизмнің қозғалмалы бөліктеріндегі үйкеліске төзімділік

моменті;

Мс, номиналды жылдамдықтағы номиналды қарсылық моменті;

Х - жылдамдықтың өзгеруімен қарсылық моментінің өзгеруін сипаттайтын көрсеткіш.

Одан кейін *қосымша құрылғылардың механикалық сипаттамаларын* келесі категорияларға жіктеуге болады:

1. *Жылдамдыққа тәуелсіз механикалық* сипаттама (2.8 суреттегі 1-жол). Сонымен қатар, Х = 0 және МС = const.

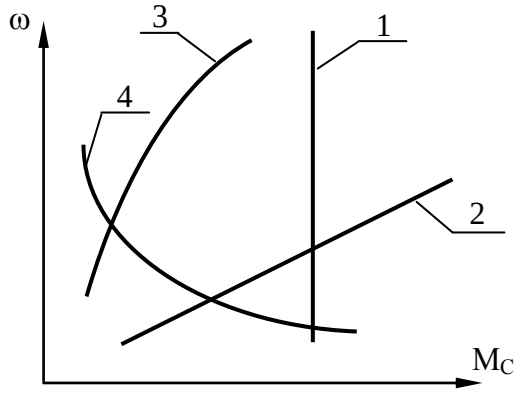
Мұндай сипаттамаларға, мысалы, крандармен, лебедкалармен, металл кесетін станоктардың беріліс механизмдерімен, қозғалатын материалдың тұрақты массасы бар конвейерлермен және т.б. ие, сонымен қатар үйкеліс моменті негізгі қарсылық моменті болып табылатын барлық механизмдер ие.

2. *Сызықтық өсіп келе жатқан механикалық сипаттама* (2.8 суреттегі 2 жол).

Бұл жағдайда Х = 1 және қарсылық моменті ear-ге байланысты болады. Мысал: тұрақты қоздырғышы бар тұрақты ток генераторының жетектері, егер олар тұрақты сыртқы резистормен жұмыс жасайтын болса.

3. *Сызықты емес (параболикалық) механикалық сипаттама* (2.10-суреттегі 3-қисық).

Бұл жағдайда Х = 2 және қарсылық моменті жылдамдықтың квадратына байланысты болады. Осындай сипаттамаға ие механизмдерді желдеткіш моменті бар механизмдер деп атайды, өйткені желдеткіштердің қарсылық моменті жылдамдықтың квадратына байланысты болады. Мысал: орталықтан тепкіш сорғылар, қозғағыштар.




2.10-сурет. Қосымша құрылғылардың механикалық сипаттамалары

4. *Сызықты емес-құлдырайтын механикалық сипаттама* (2.10 суреттегі 4 сызық).

Бұл ретте Х=-1 және кедергі сәті жылдамдыққа кері пропорционал өзгереді, ал механизммен тұтынылатын қуат тұрақты қалады.

Электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасы деп оның бұрыштық жылдамдығының айналу моментіне тәуелділігі °= а(М) деп аталады.

Барлық дерлік қозғалтқыштардың механикалық сипаттамасы бар, ол кезде жылдамдық қозғалтқыш моментінің кему функциясы болып табылады. Алайда, әр түрлі қозғалтқыштардың моментінің өзгеруімен жылдамдықтың

өзгеру дәрежесі әртүрлі және олардың механикалық сипаттамаларының қатқылдығымен сипатталады.

Электржетектің механикалық сипаттамасының қаттылығы-бұл электржетектің бұрыштық жылдамдығының тиісті айырмалығына электр қозғалтқышы құрылғысымен дамытылатын электромагниттік моменттер айырмалығының қатынасы.

$$\beta = \frac{M_2 - M_1}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} \qquad (2.2)$$

Сызықтық емес сипаттамалар үшін қаттылық тұрақты емес және әр нүктеде анықталады

$$\beta = \frac{\partial M}{\partial \omega} \qquad (2.3)$$

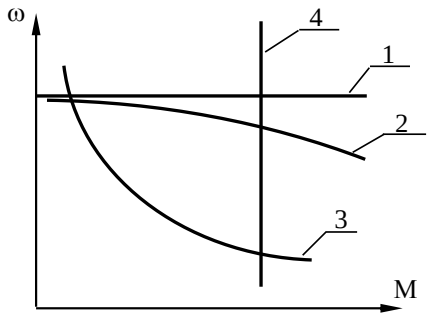
Электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамаларын 4 негізгі санатқа бөлуге болады:

1) *абсолютті қатты механикалық сипаттама* (β= сұйықтық, (жылдамдық)=constc моментінің өзгеруі.

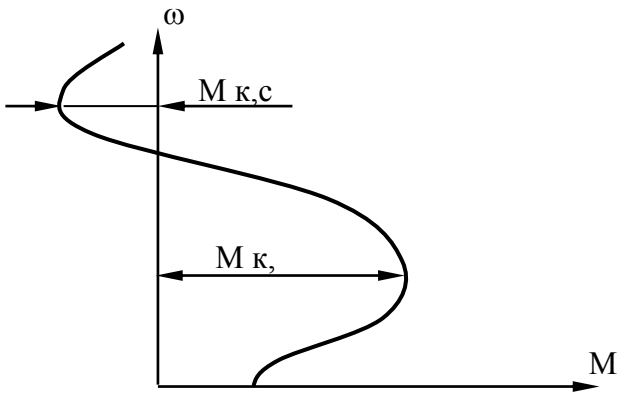
Мұндай сипаттамаға синхронды қозғалтқыштар ие (2.11 суретте түзу 1).

2) *қатты механикалық сипаттама* (жылдамдығы аз болса да, аз дәрежеде).

Мысалы тәуелсіз қозудың тұрақты тогының қозғалтқышы, механикалық сипаттаманың жұмыс бөлігі шегіндегі асинхронды қозғалтқыштар (2.11- суретте қисық).




2.11- сурет. Қозғалтқыштардың механикалық сипаттамалары




2.12- сурет. Асинхронды қозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

3) *жұмсақ механикалық сипаттама (*моменттің өзгеруімен жылдамдық айтарлықтай азаяды) (2.12- сурет).

Мысалы: тізбектей қозудың тұрақты тогының қозғалтқыштары, әсіресе шағын сәттер аймағында (2.11- суретте қисық 3).

Аралас қозудың тұрақты тогының қозғалтқыштары механикалық сипаттаманың мәніне байланысты екінші немесе үшінші топқа жатқызылуы мүмкін.

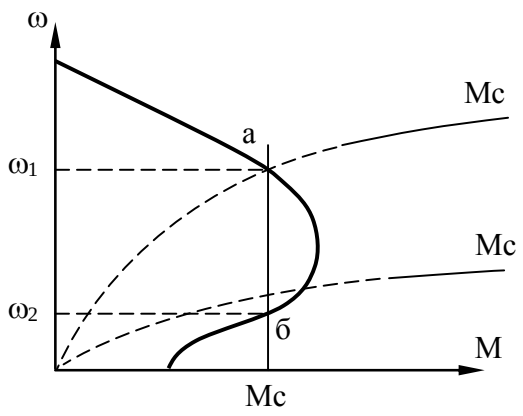
4) *абсолютті жұмсақ механикалық сипаттама* (β=0, бұрыштық жылдамдық өзгеруімен қозғалтқыш моменті өзгеріссіз қалады).

Мысалы: тәуелсіз қозудың тұрақты тогының қозғалтқыштары оларды ток көзінен қоректендіргенде немесе якорь тогын тұрақтандыру режимінде электр жетегінің тұйық жүйелерінде жұмыс істегенде (2.11- суретте тура 4).

Электр жетегі жұмысының қарастырылған шарттары белгіленген режимде жетектің статикалық орнықтылығын сипаттайды. Статикалық тұрақтылық деп белгіленген мәннен жылдамдықтың кездейсоқ туындаған ауытқуы кезінде белгіленген режим нүктесіне қайтарылатын жетек жұмысының белгіленген режимінің жай-күйі түсініледі.

$$\frac{\partial M}{\partial \omega} - \frac{\partial M_C}{\partial \omega} < 0 \quad \text{или} \quad \beta - \beta_C < 0.$$

Егер Мдв<Мс бұрыштық жылдамдығы оң өссе және жетек алдыңғы жылдамдық мәніне дейін тежесе, ал Мдв>Мс бұрыштық жылдамдығы теріс өссе, жетек бұрынғы ωуст дейін бәсеңдетіледі.




2.12- сурет. Қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электрқозғалтқыштың механикалық сипаттамасы

МС = const болған кезде:

а) нүкте - тұрақты күй;

b) - тұрақсыз режим.

М = желдету жүктемесі кезінде, екі жағдайда да жұмыс тұрақты.

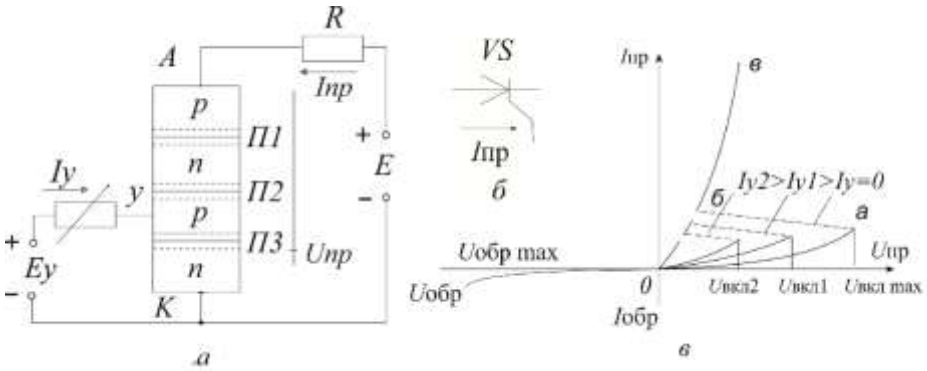
Әр түрлі типтегі қозғалтқыштардың механикалық сипаттамаларының мысалдары 2.12- суретте көрсетілген.

**Зертханалық-тәжірибелік жұмыс № 2 кернеудің тиристорлы реттегішін зерттеу**

1. Жұмыс мақсаты: кернеудің тиристорлы реттеуіштерінің әрекет ету принципін оқып үйрену кернеудің тиристорлы реттеуішін басқару сызбасын зерттеу Электр аппараты ретінде тиристорлы реттеуіштің қасиеттерін зерттеу.

2. Қысқаша теориялық мәліметтер

Тиристор үш немесе одан көп т-р-өтпелері бар жартылай өткізгіш аспапты деп атайды, ол екі тұрақты күйдің бірінде: төмен өткізгіштігі (жабық) немесе жоғары (ашық) болуы мүмкін. Құрылымы тиристордың шартты графикалық және әріптік белгісі оның вольтамперлік сипаттамасы 2.13- суретте берілген.




2.13- сурет. Тиристордың құрылымы(а), шартты графикалық және әріптік белгісі (б), вольт амперлік сипаттамасы (в)

Аспаптың негізін кремний кристаллы құрайды, онда электр өткізгіштіктің әртүрлі типтері бар төрт қабат жасалған сыртқы р - қабат анод деп аталады, сыртқы т-қабат - катод(К), ал екі ішкі қабат - базалардың бірі - басқарушы электрод (У).

Тікелей қосу кезінде (анод катодқа қатысты қойылады) П1 және П3 өткелдері тура бағытта, ал П2 - в ауысуы кері бағытта ығыстырылды. Болғанша П2 жабық, тікелей тогы іс жүзінде нөлге тең (учаскесі ка сипаттамалары қараңыз 2.13-сурет, в). Uвкл тең тура кернеудің кейбір мәні кезінде.мах, баз аймағындағы зарядты қайта бөлу есебінен П2 ауысуы ашылады (А нүктесі). Оның кедергісі тез азаяды (АБ учаскесі) және тиристор диод ВАХ вольтамперлік сипаттамаға ұқсас бв сипаттамасының учаскесінде жұмыс істейді.

Uвкл қосылу кернеуі.махты қосымша заряд тасығыштарды П2 өткеліне жақын орналасқан кез келген қабатқа енгізумен азайтуға болады. 2.13, а суреттегі қосымша заряд тасығыштар te тәуелсіз көзі бар қосалқы басқару тізбегінің ауызы қабатына енгізіледі. Басқару тогы ұлғайған кезде Сипаттама (2.13, в суретін қараңыз) солға ығыстырылады (диод ВАХ табиғи тік бұтағына). Тиристор ол арқылы өтетін ток ұстап қалу тогы деп аталатын сыннан көп болғанша қосылған күйде қалады. Iпр Iуд-дан аз болғанда тиристор жабылады.

Егер ол П2 тогынан артық болса, онда Іу басқару тогы қажет емес. Сондықтан тиристорда шығындарды азайту үшін ол қысқа импульс тігумен басқарылады

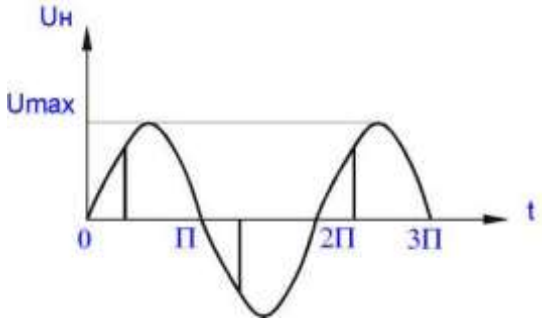
Тиристор кері қосылғанда (анод катодқа қатысты теріс) G1 және G3 екі өтпесі жабық және Ток Тиристоры жүргізілмейді. Тесуді болдырмау үшін кері кернеу Uобр аз болуы қажет.max;.

Тиристорларды таңдау кезінде қолданылатын негізгі параметрлер:

- Шпр тиристорының ашық күйіндегі шекті рұқсат етілген анодты ток.max;
- Uобр шекті рұқсат етілген кері кернеуі.max;
- Гпр тиристорының жабық күйіндегі шекті рұқсат етілген тура кернеу.max;
- Іуд ұстау тогы.

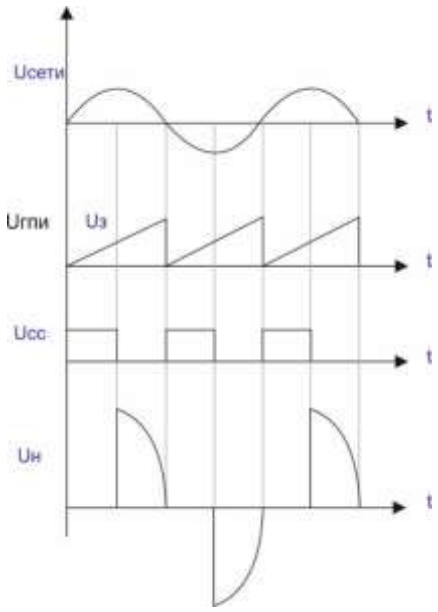
Аз қуатты тиристорлар релелік схемаларда және аз қуатты коммутациялық құрылғыларда қолданылады. Қуатты тиристорлар басқарылатын түзеткіштерде, инверторларда және әртүрлі түрлендіргіштерде қолданылады.

Күш бөлігі тиристорлар қарсы қосылған тиристорлы бу болып табылады. Жүктемедегі кернеу шамасын басқару (вольтметр М1), демек, жүктеме тогы (амперметр А1) тиристорлардың отприрлену бұрышын басқарумен қол жеткізіледі. Бұл жағдайда жүктемеден алынатын осциллограмма 2.14-суретте көрсетілген түрге ие болады. Кезде α = птиристоры іс жүзінде жабық және жүктемедегі кернеу жоқ, ал α = 0 - толығымен ашылған және кернеу жүктеме түрі бар толық полуволн сәйкес келеді максималды мәніне, получаемому жылғы түзеткіш.




2.14 сурет. Тиристорлы түрлендіргіштің осциллограммасы

Тиристорларды босату бұрышын басқару желілік кернеумен синхрондалған басқару импульстерін қалыптастыратын басқару схемасын жүзеге асырады, басқару тізбегінен түрлендіргіштің күштік тізбектерінің гальваникалық айырымын жүргізуге мүмкіндік беретін импульсті трансформаторлар арқылы тиристорлардың басқарушы электродтарына берілетін. Синхрондау импульс басқару, желілік кернеуі арқылы қол жеткізіледі қалыптастыру блогында үй қорынан төмендетілген синусоидалы кернеу импульс аратәрізді нысанын (сурет 2.15).

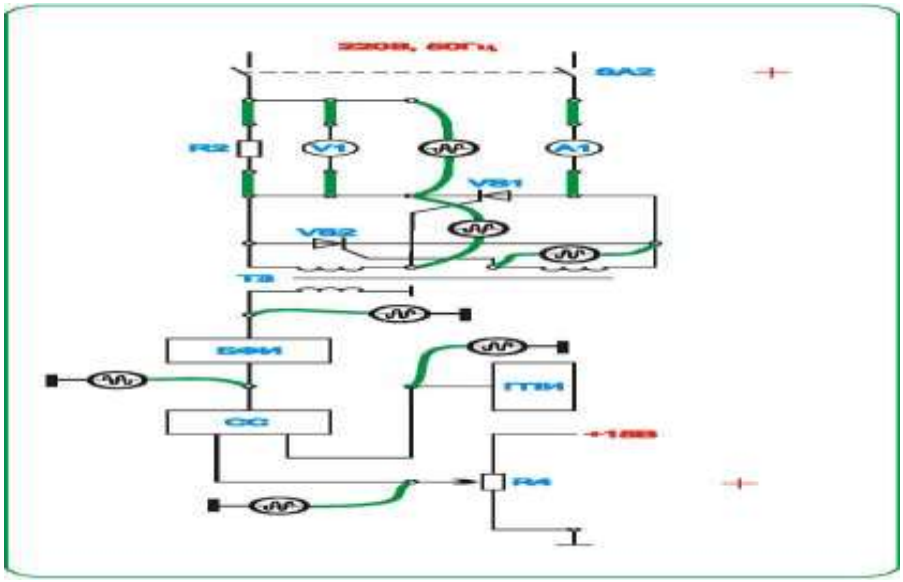



2.15- сурет. Зерттелетін схеманың әр түрлі нүктелеріндегі тиристорлы кернеу реттегішінің осциллограммалары

Соңғылары СС салыстыру блогына түседі, сол сияқты К4 потенциометрінен алынатын тапсырманың кернеуі. Осы шамаларды салыстыру нәтижесінде С блогы тікбұрышты импульстерді қалыптастырады, олардың ұңғымалығы К4 потенциометрінің қозғалысының жағдайына байланысты болады, бұл 2.15-суретте көрсетілген. Соңғы басқарады бұрышы отпирания тиристорларды, преобразуясь блогында қалыптастыру импульс БФИ беру арқылы орамасының импульсті трансформатордың Т3.

**3. Жұмысты орындау тәртібі**

1. 2.16- суретіне сәйкес сызбаны жинаңыз.




2.16 -сурет. Тиристорлық реттеуіш сызбасы

2. Желілік ажыратқышты қосыңыз, индикаторлық шамның шырағдануы бойынша желідегі кернеудің болуын тексеріңіз. Содан кейін SA2 тумблерімен қуат кернеуін қосыңыз.

3. ГПИ, СС, БФИ блоктарының шығуында және R4 потенциометрінің бірнеше жағдайларында жүктемеде, оның ішінде жүктемедегі ең аз және ең жоғары кернеу кезінде сигналдардың осциллограммаларын алып тастау (осциллографтың қосылу нүктелері 3.9 суретте көрсетілген, осциллографты жүктемеге қосу кернеу бөлгіші арқылы жүргізіледі).R4 резисторындағы кернеуді өлшеу және өлшенетін осциллограммалар кестеде түсіріңіз

| Өлшеу орны | Резистордағы кернеу К 4 | Осциллограмма |
|---|---|---|
| ГПИ блогының шығуында | | |
| СС блогының шығуында | | |
| БФИ блогында | | |
| Жүктемеде | | |

4. Осциллографпен R4 қозғалысындағы кернеудің 5 өлшеуін жүргізіңіз. Осциллограммалар бойынша тиристорлардың тиісті сүрту бұрыштарын анықтаңыз. Өлшеу нәтижелерін кестеге енгізіңіз

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Резистордағы кернеу К 4 | | | | | |
| Транзисторды өшіру бұрышы | | | | | |

5. 4.кернеу реттегішінің реттеу сипаттамасын алып тастаңыз ГН =f(U3).. Г3 тестердің көмегімен өлшеу.

6. Екі-үш Г3 мәні үшін екі нүкте бойынша ГН =a(IH) Шығыс сипаттамаларын алып тастаңыз.

7. Тәжірибе аяқталғаннан кейін sa2 тумблерін және желілік Ажыратқышты өшіру.

***4. Есептің мазмұны***

1. Жұмыстың мақсаты.
2. Қысқаша теориялық мәліметтер.
3. Зертханалық қондырғыны қосу схемасы.

4. Өлшеу нәтижелері. Тәжірибелік сипаттамалары.

5. Алынған нәтижелерді талдау және жұмыс бойынша қорытындылар.

***Өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар:***

1. Тиристордың негізгі параметрлері мен сипаттамалары қандай?
2. Тиристордың құрылымы және жұмыс істеу принципі оның вольтамперлік сипаттамасының түрі.
3. Тиристордың жұмысына басқару тогы қалай әсер етеді?
4. Кернеудің тиристорлы реттеуішін басқару жүйесінің әрекет принципі.
5. Күштік және басқару тізбектерінің гальваникалық айырымы қандай мақсатта қолданылады?
6. Желілік кернеумен басқару импульстерін синхрондау не үшін қажет?

## № 3 Зертханалық-тәжірибелік жұмыс

## Тізбекті және параллель қозуы бар тұрақты ток қозғалтқышын зерттеу

**1. Жұмыс мақсаты:** модельдерді құру, тәуелсіз, параллель және тізбекті қозумен тұрақты ток қозғалтқышының (ДПТ) сипаттамаларын зерттеу және салыстыру.

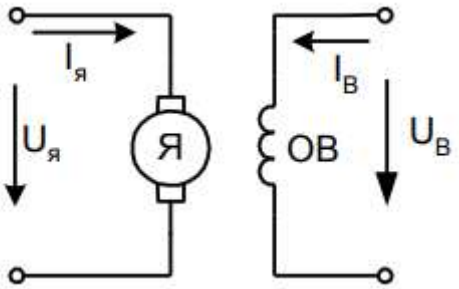
**2. Зертханалық жұмыстың теориялық негіздері**

ДПТ тәуелсіз қозуы бар ДПТ моделін құру және сипаттамаларын зерттеу теңдеулер жиынтығымен сипатталатын математикалық модель түрінде ұсынуға болады. Атап айтқанда, тәуелсіз қозуы бар ДПТ үшін (сурет 2.7) теңдеулердің түрі бар:

$$U_в = L_в \frac{di_в}{dt} + r_в i_в, \quad U_я = L_я \frac{di_я}{dt} + r_я i_я + e_я, \quad J\frac{d\omega_m}{dt} = M - M_н,$$

$$Ф_в = k_ф i_в, \quad e_я = k_E \omega_m Ф_в, \quad M = k_m i_я Ф_в, \qquad (2.4)$$

мұнда "В" индексімен қоздыру орамасына қатысты айнымалылар мен параметрлер белгіленген; "Я" индексімен – якорьге қатысты айнымалылар мен параметрлер; КФ, kE және km коэффициенттері – конструктивті тұрақты.



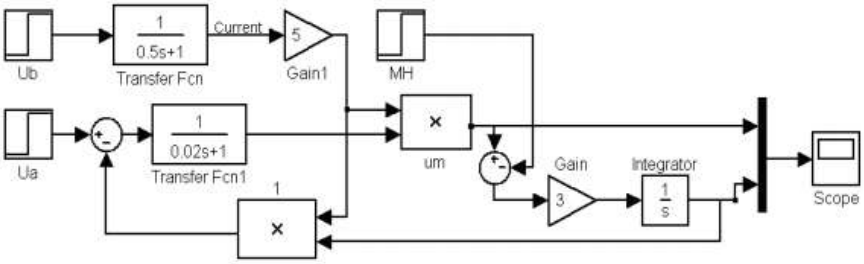

2.17- сурет. Тәуелсіз қозуы бар ДПТ

Арнайы түрлендірулер көмегімен операторлық формаға (2.4) теңдеуді келтіреміз

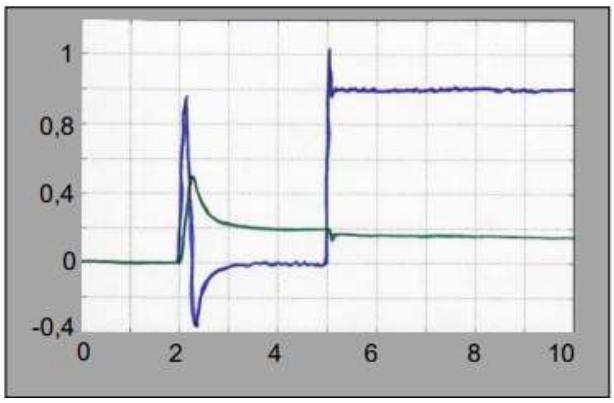
$$\bar{u}_В = (sT_В + 1)\cdot\bar{i}_В, \quad \bar{u}_Я = (sT_Я + 1)\cdot i_Я + \bar{Ф}_В\bar{\omega}_m,$$

$$sT_m\bar{\omega}_m = \bar{Ф}_В\bar{i}_R - \bar{M}_Н, \quad \bar{Ф}_В = k_Ф\,\bar{i}_В \qquad (2.5)$$

Осы теңдеулерді пайдалана отырып, Simpowersystem жүйесінде 2.18 суретте көрсетілген модельді құруға болады. Модельдеу нәтижелерін 2.19-суретте көрсетілген.



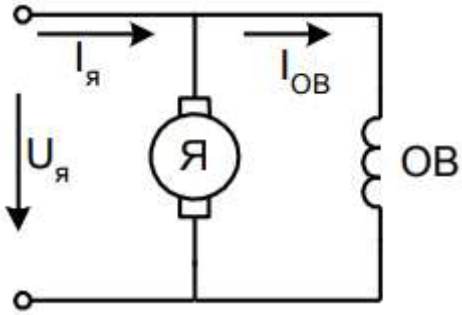

2.18-сурет. Тәуелсіз қоздырғышпен ДПТ моделі




2.19-сурет. ДПТ нәтижелерін тәуелсіз қоздыру арқылы модельдеу

Параллель қоздыру кезіндегі ДПТ сипаттамасын және моделін құру.

Параллель қоздыру кезінде ДПТ-те қозу орамасы арматураға параллель қосылады (2.20-сурет).



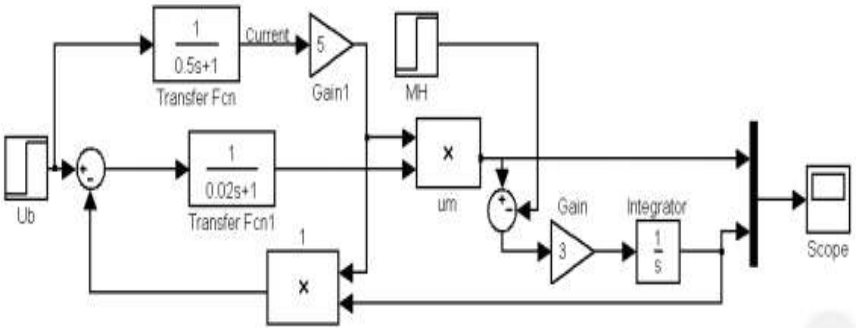

2.20-сурет. Параллель қозуымен ДПТ

Бұл жағдайда $\bar{u}_B = \bar{u}_R = \bar{u}$ және (2.5) формулалардан

$\bar{u} = (sT_B+1)\cdot\bar{i}_B$, $\bar{u} = (sT_Я+1)\cdot\bar{i}_Я + \bar{\Phi}_B\bar{\omega}_m$,

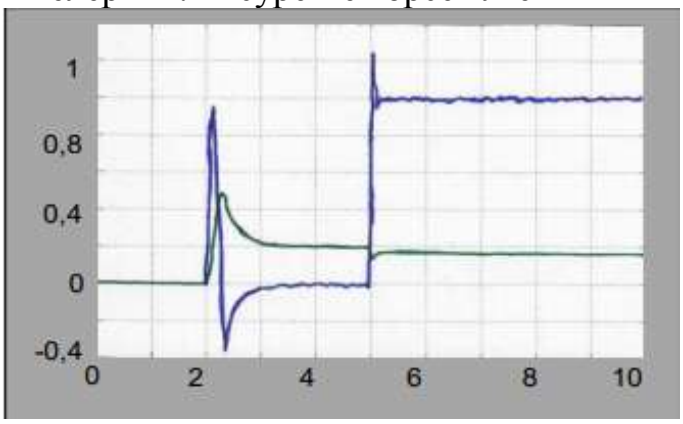
$sT_m\bar{\omega}_m = \bar{\Phi}_B\bar{i}_R - \bar{M}_H$, $\bar{\Phi}_B = k_\Phi\bar{i}_B$ (2.6)

Осы теңдеулерді пайдалана отырып, 2.21-суретте көрсетілген модельді құруға болады.



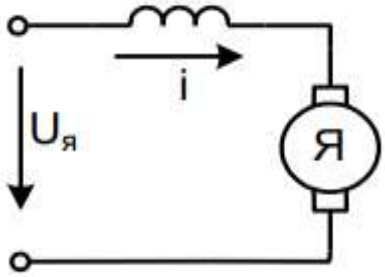

2.21- сурет. Параллель қозумен ДПТ моделі

Модельдеу нәтижелерін 2.22-суретте көрсетілген




2.22 -сурет. Параллель қозумен ДПТ модельдеу нәтижелері

Модельдің құрылысы және тізбектік қоздырумен ДПТ тізбектелген қозуымен ДПТ сипаттамаларын зерттеу схемалық түрде 2.23-суретте көрсетілген.




2.23-сурет. Біртектес қозғаумен ДПТ

Қозғалтқыштың жұмысын сипаттайтын теңдеу

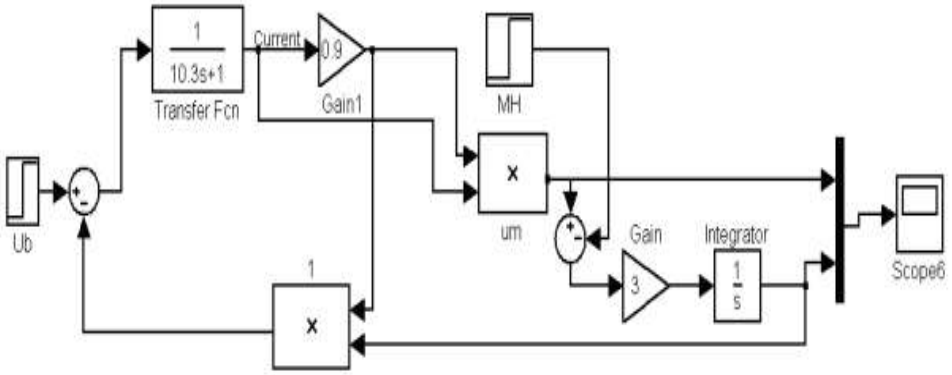
$U = (L_Я + L_В)\frac{di}{dt} + (r_В + r_Я)i + e_Я$, $J\frac{d\omega m}{dt} = M - M_{Н,}$

$$\Phi_В = k_\Phi i,\ e_Я = k_E \omega_m \Phi_В,\ M = k_m i_Я \Phi_В \qquad (2.7)$$

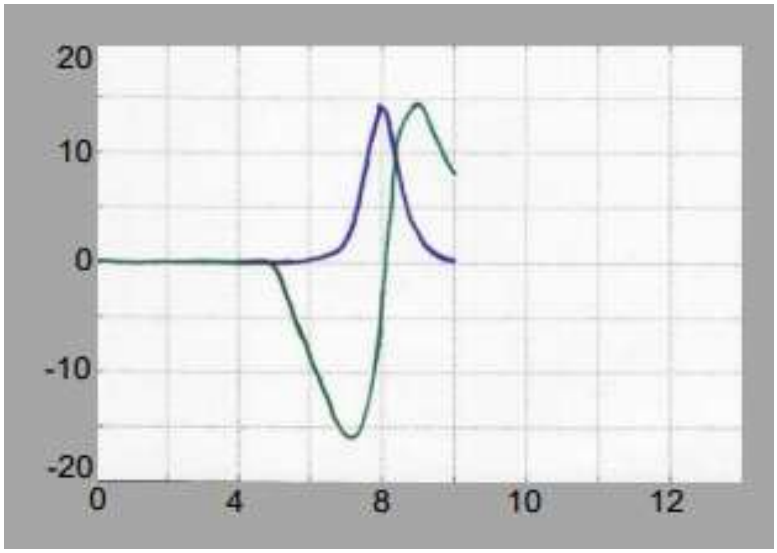
Операторлық теңдеу түрінде (2.4) келесі түрге ие

$$\bar{u} = (sT+1)\cdot\bar{i}_В + k_I\bar{i}\bar{\omega}_m,\ sT_m\overline{\omega_m} = k_I\bar{i}^2 - \bar{M}_Н \qquad (2.8)$$

Деректерін пайдалана отырып, теңдеулер құруға болады моделі ұсынылған суретте 2.24. Модельдеу нәтижелерін 2.25-суретте көрсетілген.




2.24- сурет. Дәйекті қозумен ДПТ моделі




2.25-сурет. Дәйекті қозумен ДПТ модельдеу нәтижелері

**3. Жұмыс тәртібі**

1. 2.1-кестедегі тапсырмаға сәйкес тұрақты ток машинасының негізгі параметрлерін таңдаңыз (арматура кернеуі, арматура тогы, қуат, өріс кернеуі, өріс тогы, магнит ағыны).

*Кесте 2.1*

**Тұрақты ток машиналарының негізгі параметрлері**

| нұсқа № | Қозғалтқыш түрі | Зәкір диаметрі, мм | Зәкір ұзындығы, мм | Ауа саңылауы, мм | Полюстер жұптарының саны | Инерция моменті, кгм$^2$ | Дәйекті қоздыру | | | Параллель қоздыру | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Қуаты, кВт | Ток, А | Айналу жиілігі, мин$^{-1}$ | Қуаты, кВт | Ток, А | Айналу жиілігі, мин$^{-1}$ |
| | Жылдам орындау, 220 В | | | | | | | | | | | |
| 1 | Д21 | 167 | 120 | 1,25 | 2 | 0,12 | 4,4 | 26 | 1340 | 4,4 | 24,5 | 1500 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Д22 | 167 | 165 | 1,25 | 2 | 0,15 | 6,5 | 37 | 1300 | 6,5 | 34 | 1570 |
| 3 | Д41 | 245 | 190 | 1,75 | 2 | 0,8 | 18 | 96 | 1060 | 17,5 | 90,5 | 1160 |
| 4 | Д806 | 245 | 275 | 1,75 | 2 | 1,0 | 23 | 120 | 1010 | 21 | 110 | 1060 |
| 5 | Д808 | 280 | 320 | 2,0 | 2 | 2,0 | 30 | 155 | 850 | 26 | 134 | 825 |
| | Тыныш орындау, 220 В | | | | | | | | | | | |
| 1 | Д21 | 167 | 120 | 1,25 | 2 | 0,12 | 3,6 | 22,0 | 1040 | 3,6 | 20,5 | 1080 |
| 2 | Д22 | 167 | 165 | 1,25 | 2 | 0,15 | 4,8 | 28,0 | 970 | 4,8 | 26 | 1150 |
| 3 | Д41 | 245 | 190 | 1,75 | 2 | 0,8 | 13 | 71,0 | 730 | 13 | 69,5 | 720 |
| 4 | Д806 | 245 | 275 | 1,75 | 2 | 1,0 | 17 | 92,0 | 640 | 16 | 84 | 710 |
| 5 | Д808 | 280 | 320 | 2,0 | 2 | 2,0 | 24 | 125,0 | 615 | 22 | 112 | 630 |

2. Формула бойынша номиналды нүктені есептеу

$$M_Н = \frac{P_2 10^3}{0.1047n} \quad (2.9)$$

мұнда $P_2$ номиналды қуаты, кВт;

n -айналу жиілігі, мин-1.

Жүйе үшін (2.17 сурет) тұрақты коэффициенттерді есептеу:

$$K_ф = \frac{Ф_в}{i_в}, \quad (2.10)$$

$$k_m = \frac{M}{Ф_в i_я} \quad (2.11)$$

3. 2.1-кестеден қозғалтқыштардың орама деректері бойынша қозғалтқыштың түріне сәйкес зәкірдің белсенді кедергілерін және қозу орамаларын таңдау, сондай-ақ орама деректері бойынша Зәкір индуктивтілігін және қозу орамаларын есептеу:

$$L_В = 1{,}2 \cdot p \cdot w \cdot \left(\frac{Ф}{i_B}\right) \quad (2.12)$$

$$L_Я = 0.144 \cdot \frac{w_я^2 \cdot I_Z \cdot D_я}{\delta} \quad (2.13)$$

мұнда $w_я^2 = \frac{N}{8ap}$ар – Зәкір орамдарының саны.

4. Қозу орамасының тұрақты уақытын есептеу:

$$T_В = \frac{L_B}{r_B} \quad (2.14)$$

6. Бекіткіш үшін уақыт тұрақтысын есептеңіз:

$$T_Я = \frac{L_Я}{r_Я} \quad (2.15)$$

7. Модельдеу жүргізу:

а) келесі мәндерде тәуелсіз қозуы бар ДПТ үшін:

– [М = $M_H$; $U_Я$ = $M_{ЯН}$; $U_B = U_{BH}$];
– [М = 0; $U_Я$ = $U_{ЯН}$; $U_B = U_{BH}$];
– [М = $M_H$; $U_Я$ = $U_{ЯН}$; $U_B = 0.9U_{BH}$];
– [М = $M_H$; $U_Я$ = $0.5M_{ЯН}$; $U_B = U_{BH}$].

б) келесі мәндерде параллель қозуы бар ДПТ үшін:

– [М = $M_H$; $U_Я$ =$U_H$;
– [М = 0; $U_Я$ = $U_Я = U_H$];
– [М = $0.5M_H$; $U_Я$ = $U_H$;
– [М = $M_H$; $U_Я$ = $0.5U_H$.

*Кесте 2.2*

– **Тұрақты ток машиналарының орау деректері**

| нұсқа № | Қозғалтқыш түрі | Паз саны (Z) | Пазадағы өткізгіштердің саны (N) | Параллель тармақтардың саны (а) | Орау түрі | Тиімді өткізгіштер саны (ω") | 20 СС кезінде Зәкір орамының кедергісі | Полюске номиналды магниттік ағын( Aus), 10-2Вб | Полюске арналған магниттік ағын ПВ = 40 % (Aus), 10-2Вб | Қозу тогы (ІВ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Жылдам орындау, 220 В | | | | | | | | | |
| 1 | Д21 | 29 | 24 | 2 | Толқындық | 690 | 0,356 | 0,657 | 0,614 | 0,8 |
| 2 | Д22 | 29 | 18 | 2 | | 522 | 0,202 | 0,89 | 0,85 | 0,87 |
| 3 | Д41 | 31 | 20 | 2 | | 310 | 0,047 | 1,96 | 1,85 | 1,35 |
| 4 | Д806 | 31 | 16 | 2 | | 246 | 0,031 | 2,72 | 2,48 | 1,26 |
| 5 | Д808 | 35 | 12 | 2 | | 210 | 0,0185 | 3,96 | 3,47 | 2,6 |
| | Тыныш орындау, 220 В | | | | | | | | | |
| 1 | Д21 | 29 | 32 | 2 | Толқындық | 920 | 0,66 | 0,62 | 0,568 | 0,80 |
| 2 | Д22 | 29 | 24 | 2 | | 696 | 0,370 | 0,896 | 0,828 | 0,87 |
| 3 | Д41 | 31 | 16 | 2 | | 492 | 0,11 | 1,800 | 1,650 | 1,35 |
| 4 | Д806 | 31 | 12 | 2 | | 372 | 0,0675 | 2,700 | 2,500 | 1,26 |
| 5 | Д808 | 35 | 16 | 2 | | 278 | 0,034 | 3,960 | 3,530 | 2,60 |

8. Модельдеу нәтижелерін өңдеу:

а) өтпелі процесс уақытын анықтау;

б) айналмалы моменттің максималды мәндерін және өтпелі процестегі айналу жиілігін анықтау

в) стационарлық режим үшін айналу жиілігінің, моментінің, қуатының мәнін анықтау

9. Кестелерге енгізу нәтижелері.

***Бақылау сұрақтары:***

1. Егер қозу кернеуі 10 % - ға азайса, тәуелсіз қозумен LGN айналу жиілігімен не болады?
2. Қозу кернеуінде тәуелсіз қозудың ДПТ-дан нөлге тең және якорь кернеуі номиналға тең болған кезде не болады?
3. LGN якорьының тұрақты уақыты мен өтпелі процесс уақыты арасындағы байланыс қандай?

## №4 Зертханалық-практикалық жұмыс
## Контактісіз сыйымды сөндіргішті зерттеу

**Жұмыс мақсаты:** байланыссыз сыйымдылықты ажыратқыштың (датчиктің) құрылғысымен және техникалық сипаттамаларымен танысу, датчиктерді қосу және олардың қателіктерін анықтау дағдыларын меңгеру

**Теориялық мәліметтер**

Кез келген мехатронды немесе робототехникалық жүйе өзінің ішкі жүйелерінің жай-күйін, сондай-ақ оның қалыпты жұмыс істеуі үшін маңызды сыртқы ортаның параметрлерін бақылауға мүмкіндік алуы тиіс. Ішкі ақпарат датчиктері мехатрон жүйесінің ішкі жай-күйін сипаттайтын шамаларды өлшеу үшін, яғни атқарушы органдардың орын ауыстыруының ережелері мен жылдамдығын, олардың буындарындағы күштерді, сондай-ақ құрылғының қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін ішкі ортаның параметрлерін анықтау үшін қызмет етеді. Сыртқы ақпараттың датчиктері айла-шарғы объектілерінің кеңістігіндегі бар-жоғын, нысанын, орналасуын және бағдарлануын, сыртқы ортаның қасиеттерін және осы ортада МС-ның жұмыс істеуіне әсер ететін ауытқулар параметрлерін бақылауға арналған.

Ақпаратты оның көзінен әртүрлі қашықтықта қабылдау қабілеті бойынша көздеу құралдары шартты түрде байланыссыз және байланысты болып бөлінуі мүмкін.

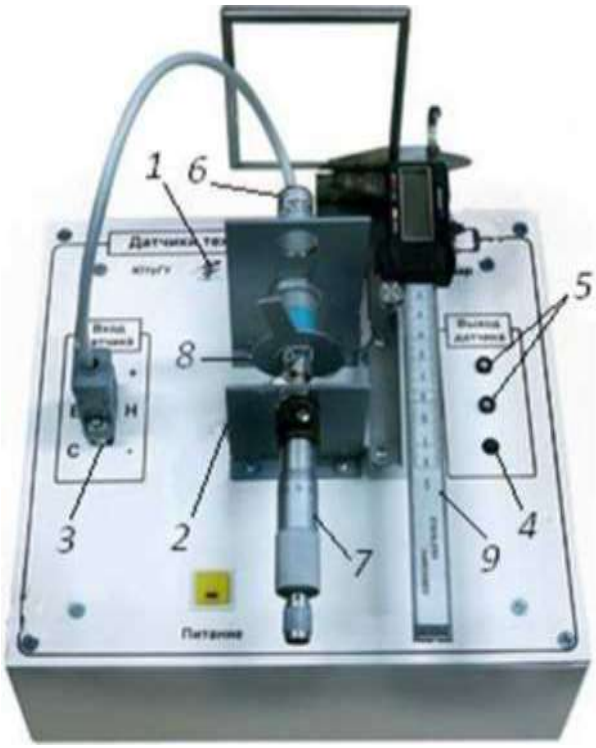
«Технологиялық ақпарат датчиктері» зертханалық стендінің сипаттамасы.

*Мақсаты.* "Технологиялық Ақпарат датчиктері" зертханалық стенді әр түрлі мамандықтағы студенттерді, өнеркәсіптің түрлі салаларын автоматтандырумен, автоматтандырудың өнеркәсіптік құралдарын бағдарламалаумен байланысты пәндерді оқып үйренеді. Модуль зертханалық жағдайда жұмыс істеу үшін орындалған (агрессивті газдар мен булар жоқ, су буымен қанықпаған және ток өткізетін шаңмен қауіпсіз қоршаған орта).

Зертханалық стенд (2.26 сурет) келесі құрылымдық біріктірілген элементтерді білдіреді: 1 датчиктер бағаны, 2 микрометр бағаны және

датчиктерді қосу үшін DB-9F3 ажыратқышы. Сондай-ақ, алдыңғы панельде өлшеуіш аспабының датчигінің шығысына қосылу үшін датчиктің шығу күйін 4 индикациясының жарық диоды және 5 ұяшығы орналасқан.

Өлшеу құралы ретінде Сандық мультиметр пайдаланылуы мүмкін. Барлық зерттелетін датчиктер бір типті конструктивті орындалған. Олар орнату орнында екі гайканың көмегімен бекіту үшін сыртқы бетіне кесілген бұрандасы бар цилиндрлік корпус болып табылады. Корпуста сезімтал элемент және жартылай өткізгіш аппаратура орналастырылады.




2.26- сурет зертханалық стендтің жалпы түрі

Бұдан басқа, модульдің шеткі жағында СНП226 ажыратқышы және төмен вольтты қоректендіруді қосу үшін модульге қоректендіруді беруге арналған клавишті ауыстырып қосқыш орналасқан, модульдің бет панелінде орналасқан "қоректендірудің" клавишті ажыратқышын басу қажет.

2-ші тірекке жоғарғы немесе төменгі ұяшыққа 6-ші зерттелетін датчик орнатылады, 3-ші тірекке гайкалармен бекітілген 7-ші микрометр орнатылған, бөлу бағасы 0,01 мм. микрометрдің жылжымалы бөлігінде шығыңқы "мұрты" дөңгелек бөлігі бар 8-ші әсер ететін элемент бекітілген. Микрометр сенсорға әсер ететін элементті (ВЭ) жылжытуға және датчикке қатысты оның орнын өлшеуге мүмкіндік береді.

*Негізгі техникалық деректер*

1. Электр қоректену кернеуі, В 220
2. Қоректендіруші кернеу жиілігі, Гц 50
3. Тұтыну қуаты, ВА, 20-дан артық емес
4. Габариттік өлшемдері, мм, 200х250х120 артық емес
5. Салмағы, кг, 4 артық емес
6. Жұмыс температурасының диапазоны, °С +10.. .35

7. Ылғалдылығы,%, 80-нен артық емес

Зертханалық стендте Челябинск қ., ТЕКО ҒӨК жақ шығаратын технологиялық ақпараттың келесі датчиктері қолданылады (URL: http://teko-com.ru):

- CSNEC5B5 - 31P-10-LZS4 (2007 жылға дейін be E5-31-P белгісі-10-400-ИНД-ЗВ);
- байланыссыз индуктивті соңғы ажыратқыш ISNE4A-31P-8-LZ(2007 ж. дейін ВК Е4-31-Р-8-250-ИНД-ЗВ);
- - байланыссыз оптикалық ажыратқыш OV A43A-31P-150-LZ(2007 ж. дейін V4-31-P-0-250-ИНД-ЗВ);
- ISANE41A-31P-8-P(2007 жылға дейін ЖК Е41-33-Р-8-А1) жылжудың индуктивті түрлендіргіші.

Бұдан әрі ыңғайлы болу үшін сипаттамада датчиктердің қысқаша атаулары қолданылады-сит, IST, OVb Isanco жауапты.

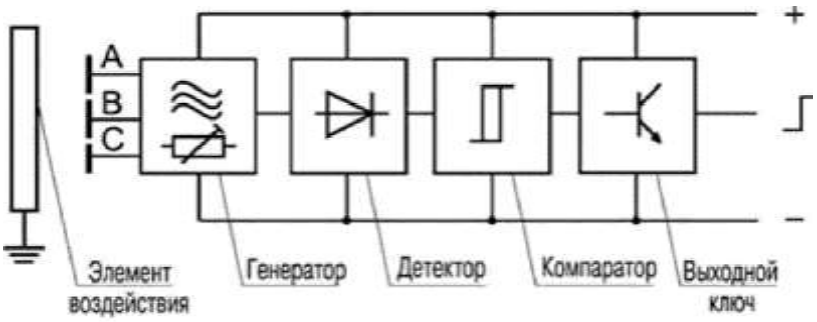
Сыйымды датчиктер

Сыйымдылықты датчиктер технологиялық процестерді автоматтандыру үшін өнеркәсіптің әртүрлі салаларында кеңінен қолданылады.

Сыйымдылықты датчиктерді қолдану саласы өте кең және мыналарды қамтиды: объектілердің болуы мен орналасуын бақылау, объектілерді есептеу және т.б. бірақ сыйымдылықты датчиктерді қолданудың ең көп таралған тәсілі-сұйық және сусымалы заттардың деңгейін бақылау, заттың ең көп немесе ең аз деңгейін анықтау. Осы техникалық тапсырманы шешу үшін - сыйымды байланыссыз ажыратқыштар арзан, қарапайымдылығымен және сенімділігімен ерекшеленеді.

Деңгейді өлшеуге арналған сыйымдылық датчиктер кез келген бактарда, резервуарларда, сондай-ақ құбырларда сұйықтықтың болуын немесе болмауын анықтау үшін қолданылуы мүмкін.

Жұмыс істеу принципі сыйымдылық байланыссыз ажыратқыш мыналардан тұрады. Ажыратқыштың сезімтал беті екі концентрациялы металл электродтармен түзіледі. (2.27-сурет) жоғары жиілікті генератордың кері байланыс тізбегінде орналасқан, ол детектеу объектісі болмаған кезде генерацияланбайды. Егер объект датчиктің сезімтал бетіне жақындаса, онда ол электродтардың беттерінің алдында электр өрісіне түседі және А және В пластиналарының арасындағы байланыс сыйымдылығын арттыруға ықпал етеді. Бұл ретте генератордың амплитудасы өсе бастайды. Тербеліс амплитудасы бағалау схемасымен тіркеледі және қосудың логикалық сигналына айналады.




2.27 -сурет сыйымды ажыратқыштың құрылымы

Сенсор элементтерінің функциялары:

- генератор объектімен өзара іс-қимылдың электр өрісін қамтамасыз етеді;
- детектор генератордың жоғары жиілікті тербеліс амплитудасының өзгеруін тұрақты кернеудің өзгеруіне түрлендіреді;
- компаратор-электрондық схема (салыстырмалы құрылғы) логикалық " 1 "немесе" 0»;
- шығу кілті логикалық "1" немесе "0" байланысты коммутациялық жай-күйін (шығу сигналы) өзгертеді.

Индуктивті датчиктердің маңызды сипаттамасы - іске қосылу қашықтығы. Бұл датчиктің белсенді бетіне жақындап келе жатқан объект оның шығу сигналының өзгеруін тудыратын қашықтық шамасы белсенді беттің өлшемдері мен формасына, сондай-ақ әсер ету объектісінің өлшемдері мен формасына, сондай-ақ Стандарт дайындалған материалға, сондай-ақ іске қосылудың номиналды және жұмыс қашықтықтарын бөледі. Жақындаған кезде объектінің белгілі бір қашықтық, жақындық сенсоры срабатывает, және кернеу деңгейін, оның шығу күрт өзгереді, ал жою кезінде нысанның датчигінің кернеуі қайтарылады бастапқы шамасы (2.28-сурет). Бұл әдіс тек қана жұмыс істеп тұрған және жұмыс істеп тұрған және жұмыс істеп тұрған және датчиктің "босатылу" қашықтығының кейбір айырмашылықтарын сипаттайтын өзіндік "гистерезис" болып табылады. Бұл айырмашылық аз болса, сенсор жақсы. Гистерезистен мүлдем құтылу мүмкін емес", себебі ол қалдық құйынды токтармен байланысты.

2.28- сурет. Ажыратқыш датчигінің шығысындағы кернеудің өзгеруі (жақындау)

Сыйымдылық датчиктер ажыратқыштар (жақындау) іс-әрекет принципі бойынша ұқсас индуктивным датчикам, бірақ, олардың айырмашылығы, сезімтал элементі осы тетіктерде қызмет етеді емес индуктивтілік катушкасы, ал конденсатор, сыйымдылық өзгереді жақындаған кезде, оған объект.
Датчиктердің бұл тобы шартты түрде екі топқа бөлінеді: металл және металл емес. Бірінші кіші топтың датчиктері металдарға, ал екіншісінен - диэлектриктерге (пластмассалар, Қағаз, картон, ағаш, сұйықтықтар және т.б.) жауап береді.

Конструктивті сыйымдылық датчиктер индуктивтілерден ерекшеленеді. Бұл датчиктер әр түрлі орындауларда шығарылады, оның ішінде сыртқы ортаның әсерінен қорғалған, жарылыстан қорғалған.

Ыдыстық датчиктер жұқа табақ материалдарының, қағаздың, пленканың, металл фольганың және т.б. қалыңдығын өлшеу үшін қолданылады.

Жалпы түрі, габаритті өлшемдері бар конструкция схемасы және зертханалық сыйымдылық датчигінің (түйіспесіз сыйымдылықты соңғы ажыратқыштың) қосылу схемасы 2.29-суретте көрсетілген.

*а* *б* *в*

2.29- сурет. Жалпы түрі (а), габаритті өлшемдері бар конструкция схемасы (б) және СЫТУС5В5-31Р-10-LZS4 түйіспесіз сыйымдылықты соңғы ажыратқыштың зертханалық үлгісін қосу схемасы (в)

Сыйымдылықты ажыратқыштар металл және диэлектрлік объектілерді анықтайды. Олардың өте жоғары өткізгіштігіне байланысты металдар сыйымдылықты ажыратқыштарға әртүрлі металдар үшін редукциялық факторларды ескермеуге болады.

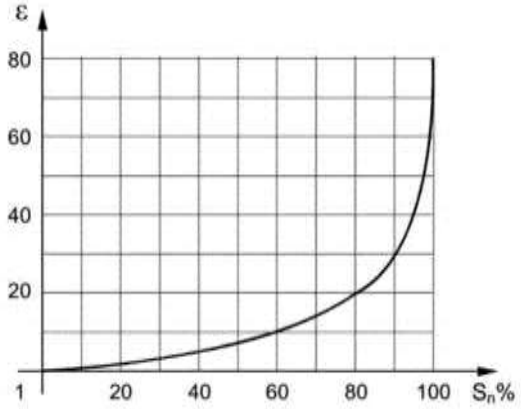
Егер конденсатордың пластиналары арасында оқшаулағыш орнатылса, онда конденсатордың сыйымдылығы оның диэлектрлік тұрақты болуына байланысты жоғарылайды. Металл емес объектілер сезімтал бетке металл сияқты әсер етеді, бұл ретте байланыс сыйымдылығы артады.

Органикалық материалдар (ағаш, астық және т.б.) табылған кезде, онда судың құрамы жұмыс істеу қашықтығына айтарлықтай әсер ететініне назар аудару керек (Су = 80).

Ескертулер:

1. Зерттелетін сыйымдылықты ажыратқыштың жұмыс істеу үшін сезімталдықты реттеу үшін кірістірілген потенциометрі болады 0,7 саңылауға негізгі теңшеу жүргізіледі...0,8 SHOM.

2. Сыйымдылықты ажыратқыштың жұмыс саңылауын анықтау үшін кестені пайдалану қажет 1,3 ол бойынша материалдың диэлектрлік өткізгіштігінің шамасы және одан әрі £r мәні бойынша анықталады, жұмыс саңылауының шамасы.




2.30-сурет материалдың диэлектрлік өткізгіштігінің жұмыс саңылауынан тәуелділігі

*Кесте 1.2*

Жұмыс саңылауын анықтауға арналған түзету коэффициенттері

| Материал | Металл, су | Айна | Ағаш | Май | Гипс |
|---|---|---|---|---|---|
| Коэффициент | 1,0 | 0,5 | 0,2...0,7 | 0,1 | 0,26 |

*Кесте 1.3.*

Кейбір материалдардың диэлектрлік тұрақты

| Материал | Sr | Материал | Sr | Материал | Sr | Материал | Sr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Қағаз | 2,3 | Мрамор | | Полиэтилен | 2,3 | Тальк | 1,6 |
| Су | | Мұнай | 2,2 | Резина | 2,5 | Тефлон | |
| Ауа | | Парафин | 2,2 | Слюда | | Фарфор | 4,4 |
| Гетинакс | 4,5 | Құм | 3,7 | Смола | 3,6 | Целлулоид | |
| Ағаш | 2.7 | Полиамид | | Этил Спирті | 25,8 | Эбонит | |
| Компаунд | 2,5 | ПВХ | 2,9 | Айнек | | Электрокартон | |

*Орындау тәртібі:*

Жабдықтар мен аспаптар: зертханалық стенд технологиялық ақпарат датчиктері"; контактісіз сыйымдылықты соңғы ажыратқыш СЫТУС5И5-31Р-10-LZS4.

Жұмыстың мазмұны.

1. Технологиялық ақпарат датчиктерінің тағайындалуы мен техникалық сипаттамаларын, оларды қосу сұлбаларын, сондай-ақ зертханалық кешеннің негізгі тораптары мен мүмкіндіктерін зерттеу.

2. Оқу зертханасында:

- әрбір зерттелетін датчик үшін жұмысты эксперименталды екі режимде қарастыру: әсер етуші элементтің өту режимінде (ВЭ) датчиктің жанынан және датчиктің бүйірінің арасындағы қашықтықты өзгерту режимінде

- қарастырылған жұмыс режимдерінің әрқайсысына оқытушы берген рет санын алып тастау датчикті қосу/ажырату датчик пен ВЭ арасындағы қашықтықты белгілей отырып;

- эксперимент нәтижелері бойынша кездейсоқ қателіктің орташа квадраттық ауытқуын, датчиктің гистерезисін анықтау;

- - тәжірибелік бағалау, кездейсоқ қателіктің орташа квадраттық ауытқуы, ал гистерезис датчик мен вэжх арасындағы бастапқы қашықтықты өзгертумен

- аналогтық шығымы бар датчик үшін датчик мен ВЭ арасындағы Әртүрлі қашықтықтағы номиналды статикалық сипаттамаларды эксперименталды алып тастау және салу, жиынтық қателіктің ең үлкен мәнін есептеу, датчик мен ВЭ арасындағы қашықтықтың өзгеруімен гистерезистің өзгеруін бағалау.

**Зертханалық жұмысты орындау.**

Зертханалық қондырғы (2.31-сурет) 1 негізден тұрады, онда 2 датчиктер тағаны, 3 микрометр бағанасы, сондай-ақ қоректендіруді қосуға арналған 4 Разъем розеткасы орналасқан. Сондай-ақ, алдыңғы панельде сенсорларды қуат көзіне қосуға арналған 5 ұяшықтар, 6 жарық диоды датчиктің шығу күйін индикациялау және 7 ұяшығы өлшеуіш аспабының датчигінің шығуына қосуға арналған. Өлшеу құралы ретінде сандық индикатор қолданылады.

2-бағанға жоғарғы немесе төменгі ұяшыққа 9 гайкалармен бекітілген зерттелетін 8 датчик орнатылады.

3 тірекке орнатылады және 10 бұранда 0,01 мм бөлу бағасымен 11 микрометр бекітіледі. Микрометр сенсорға әсер ететін элементті (ВЭ) жылжытуға және датчикке қатысты оның орнын өлшеуге мүмкіндік береді.

"Ус" датчиктің сипаттамасына оның датчигінен өту кезінде пластина жағдайының өзгеру әсерін зерттеу кезінде, ал дөңгелек бөлігі датчиктің шеткі мен пластина арасындағы саңылаудың өзгеру әсерін зерттеу кезінде қолданылады.

2.31-сурет. ДТИ қабырғасының бет тақтасы

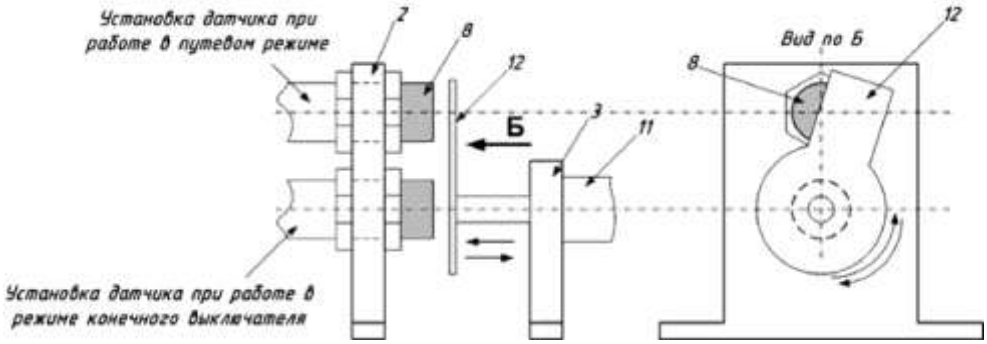
Жұмыста датчиктерді екі режимде зерттеу қарастырылған:

1) датчиктің жанынан ЭӨ өтуін бақылау;

2) ВЭ мен датчиктің шеткі арасындағы қашықтықтың өзгеруін бақылау. Осы екі әсер ету режимін бөлу үшін шартты түрде енгіземіз

сәйкесінше "жол режимі" және "түпкілікті ажыратқыш режимі" ("шеткі режим") терминдері.

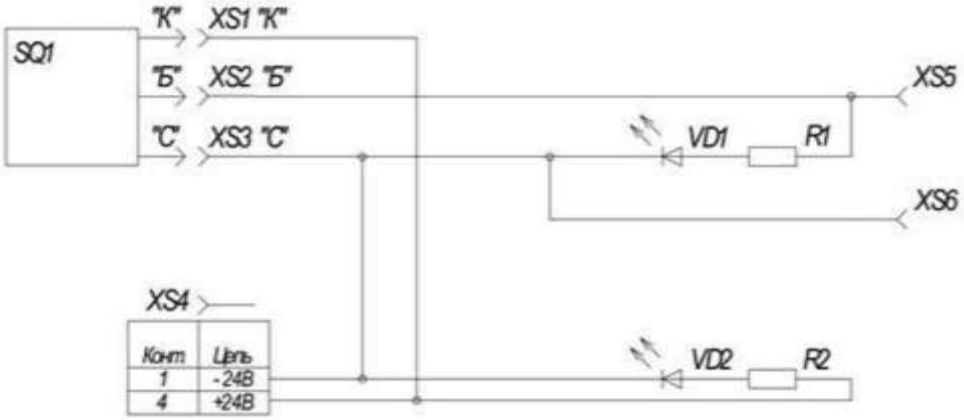
Жол режимінде зерттеу үшін датчик датчиктер тірегінің жоғарғы монтаждық тесігіне орнатылады (2.32-суретті қараңыз). Сонымен қатар, ВЭб "уса" датчигіне әсері зерттеледі, яғни әсер етуші элементтің бұрылуы қолданылады. Соңғы ажыратқыш режимінде сенсор тіреудің төменгі тесігіне орнатылады және ВЭ дөңгелек бөлігінің жақындауы/жойылуы зерттеледі.




2.32- сурет. Датчиктер мен әсер етуші элементтің орналасуы

Зерттелетін sq1 датчиктерін модульдің қоректендіру схемасына қосу (2.33-сурет) тиісті бояудың штекерлерінің көмегімен жүргізіледі. XS4 ажыратқышы арқылы тұрақты токтағы 24 қуат беріледі. VD1 және VD2 светодиодтары зерттелетін датчиктің шығу жағдайын және модульде қоректендірудің болуын индициялайды. К1 және К2 резисторлары

жарықдиодты тізбектегі шектегіш ток болып табылады. XS5 және XS6 ұялары зерттелетін датчиктің шығу сигналын бақылау үшін пайдаланылады.




2.33- сурет. Электрлік принципті зертханалық стендінің сызбасы

Сын датчикті GSN зерттеу кезінде зертханада келесі эксперименттерді орындау қажет:

1. Режимінде бейнесіндегі ажыратқыш жатық өзгертуге ережелер ЕЭ жүргізуге қосу және өшіру датчик (бақыланады бойынша жбд). Осциллограф болған жағдайда датчикті қосу мен ажыратудың өтпелі процесін бекіту. Датчикті микрометр бойынша ВЭ жағдайын белгілей отырып, берілген санда (5-тен кем емес) қосу және ажырату жүргізу.

Берілісте люфттердің әсерін болдырмау үшін датчикті ажыратқаннан кейін, эксперименттің кезекті циклінің басында ажыратқышқа қозғалыс бағытында ажырату қалпынан өту үшін одан тағы да ӘЭ жою керек

Өлшеу нәтижелері бойынша бақылау нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні есептеледі.

Қателіктің жүйелік құраушысы формуламен анықталады

$$\Delta_{сист} = \frac{\bar{\Delta}_м + \bar{\Delta}_б}{2}.$$

Қателіктің кездейсоқ құраушысының орташа квадраттық ауытқуы формуламен анықталады

Гистерезис датчик (дифференциал барысы) Д, яғни нүктелері арасындағы қашықтық қосу және ажырату датчигінің нәтижелері бойынша эксперимент арасындағы айырма ретінде анықталады барынша сериясы тәжірибелер мәні ережелер ЕЭ ажыратқанда ажыратқыштың lОТКЛ және ең төменгі мәнінің ережелер ЕЭ енгізу кезінде датчик lВКЛ.

Датчиктің шығу ұяшықтарына пульттік жабдық Модулінің сандық индикаторын қосып, датчиктің шығу кезінде оның ажыратылған және қосылған жағдайында кернеудің мәнін белгілеңіз.

2. Датчикті жол режимінде зерттеу үшін датчиктің шеткі мен ВЭ арасындағы қашықтықты іске қосылған жағдайда шамамен тең үш бөлікке бөлу қажет, оларға ВЭ $l_1$, $l_2$, $l_3$. ережелеріне сәйкес келетін

Микрометр тұтқасын бұрған кезде датчикті қосу/өшіру шақыратын ВЭ "уса" бұрылады. Д1-д3 N үш ережелердің әрқайсысы үшін (мән оқытушымен беріледі) датчикті қосу және өшіруді жүргізу керек. Датчикті қосқаннан кейін және микрометр көрсеткіштерін бекіткеннен кейін микрометрдің айналуы қарама-қарсы жаққа (датчикті ажырату жағына қарай) жүзеге асырылады. Микрометр көрсеткіштерін бекіткеннен кейін датчикті ажырату кезінде люфттердің әсерін болдырмау үшін Эксперименттің кезекті циклінің басында іске қосуға қозғалыс бағытында ажырату қалпынан өту үшін датчиктен "ОЖ" - ны алып тастау керек.

Д1 ережелерінің әрқайсысы үшін эксперименттер нәтижелері бойынша... д3 қажет:

- σ орташа квадраттық ауытқуды анықтау;
- датчиктің гистерезисі;
- датчиктің ажыратылған және қосылған күйіндегі Шығыс кернеуінің мәні;
- датчиктің шеткі мен ВЭ арасындағы қашықтықтың өзгеруімен σ және гистерезис мәндерінің қалай өзгеретінін бағалау.

Есептің мазмұны:

а) зертханалық жұмыстың атауы;

б) жұмыстың мақсаты;

в) теориялық мәліметтер;

г) зерттелетін датчиктердің негізгі паспорттық сипаттамалары;

д) эксперименталды деректер, зерттелген датчиктердің қажетті параметрлері мен кестелерінің есептік мәндері;

е) алынған эксперименталды деректерді талдау, алынған деректерді паспорттармен салыстыру, зерттелген датчиктерді пайдалану бойынша қорытындылар мен ұсынымдар;

ж) қорытынды.

***Бақылау сұрақтары***

1. Индуктивті ажыратқыштың әрекет ету принципі қандай?
2. Сыйымдылықты ажыратқыштың әрекет ету принципі қандай?
3. Оптикалық ажыратқыш қандай түрге жатады және оның әрекет ету принципі қандай?
4. Зерттелетін датчиктердің қоректенуі қалай қамтамасыз етіледі және олардың шығуларына жүктеме қалай қосылады?
5. Датчиктің кездейсоқ құраушысының орташа квадраттық ауытқуы қалай есептеледі?
6. Датчиктің гистерезисі дегеніміз не және оны эксперименталды қалай анықтау керек?
7. Датчиктерді зерттеу кезінде берілісте люфттердің әсері қалай болмайды?

# 3-БӨЛІМ. МЕХАТРОНДЫ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚҰРАСТЫРУ

## 3.1. Мехатронды модульдерді жобалау негіздері және әзірлеу кезеңдері

Жобалау техникасы бойынша біз мехатронды модульді жобалау процесінің кезеңдерінің реттілігін, өзара байланысын және өзара тәуелділігін айтамыз [11].

Құрылымға жататын мехатрондық модуль, өз кезегінде, үлкен мехатрондық жүйенің бөлігі болып табылатын кейбір мехатрондық кіші жүйенің бөлігі ретінде анықтаймыз. Мұндай бөлу өте типтік болып саналады, өйткені қазіргі заманғы мехатронды жүйелердің күрделілік деңгейі жобалау кезінде оларды неғұрлым ұсақ кіші жүйелерге бөлуге мәжбүр етеді. Бұл ретте жобалауды сыртқы және ішкі екі сатыға бөледі. Жобалаудың бірінші сатысының негізгі мазмұны міндеттерді тұжырымдау, "кіру" және "шығу", сондай-ақ осы мехатрондық модульдің мехатрондық жүйенің басқа бөлшектерімен және сыртқы ортамен Елеулі байланыстарын анықтау болып табылады. Екінші сатының мазмұны принципті сұлбаны әзірлеу, модульдің ең маңызды техникалық сипаттамаларын анықтау және одан кейін конструкцияны егжей-тегжейлі пысықтау болып табылады.

Өңделетін мехатронды модуль жеткілікті тиімді болуы тиіс. Конструкцияның рационалдылығының критерийлерімен құрастыру барысында жасалатын мехатрондық модульдің ұтымдылығы туралы айтуға болатын белгілерді (бағалауды) атаймыз. Мұндай өлшемдерге конструкцияның технологиялығын, массаны азайтуды, габариттерді (көлемді) азайтуды, сенімділігін, үнемділігін және т.б. жатқызуға болады.

Конструкцияның рационалдылық критерийлерін таңдау өзара байланысты айнымалылардың жиынына және ең алдымен техникалық тапсырманың деректеріне байланысты.

### 3.1.1. Техникалық тапсырма

Жаңа мехатрондық модульді құрастыруға техникалық тапсырма алған кезде конструктор, ең алдымен, тапсырмада оның алдына қойылған түпкілікті мақсаттың неғұрлым толық және қатаң тұжырымын іздейді. Егер жасалатын мехатрондық модуль неғұрлым жалпы мехатрондық жүйенің бөлігі болып табылса, онда тапсырмада конструктордың алдында қойылатын соңғы мақсат жүйедегі модульдің орны мен рөлін білу негізінде қалыптастырылуы тиіс. Бұл жағдайда мехатрондық модульдің мақсатты тағайындалуы мехатрондық жүйенің мақсатты тағайындалуымен анықталады.

Мехатрондық модульдің принциптік сұлбасын зерттеу. Әзірленетін мехатрондық модульге техникалық тапсырмада оның принципті сызбасы және оған қойылатын бірқатар техникалық талаптар ұсынылуы мүмкін принципті сызбаның нақты конструкцияға жақындау дәрежесі әртүрлі болуы мүмкін.

Принципті схема конструктормен, ең алдымен оны конструктивті іске асыру мүмкіндіктері тұрғысынан талданады, бағалайды және түзетеді. Бұл ретте ол "біріктіру" бағытындағы сызбаны жетілдіруге, яғни олардың функционалдық жүктемесінің бөліктері мен тығыздалуын біріктіруге ұмтылады. Көптеген ғылыми және техникалық сипаттағы конструктордан тәуелсіз мәселелер осындай ұмтылыстарды шектейді. Сызбаны жетілдірген сайын, конструкторда оны көрсетілген бағытта жақсарту мүмкіндігі аз.

Техникалық талаптар. Құрастыруға берілген тапсырмада келтірілген техникалық талаптарды бастапқы техникалық талаптар деп атаймыз. Ең жалпы жағдайда тапсырманың бастапқы техникалық талаптарының тізімі мәселелердің кең ауқымын қамтиды. Ең алдымен, онда мехатрондық модульдің "кіру" және "шығу" сипаттамалары және принципті схеманың негізгі параметрлері келтіріледі. Содан кейін оны пайдалану кезінде орын алуы мүмкін мехатрондық модульге тән үш сыртқы әсердің сипаттамасы, сондай-ақ осы әсерлерден туындаған жұмыстың қалыпты режимінен рұқсат етілген ауытқулар беріледі.

### 3.1.2. Техникалық талаптарды әзірлеу

Конструкторлық есептерде өзара байланысты талдаудан бастап, конструкторға қажетті мехатронды модульге қойылатын нақты тұжырымдалған техникалық талаптарға дейінгі жол жоғарыда қаралғанға қарағанда неғұрлым күрделі болуы мүмкін. Бұл жол ғылыми-зерттеу әзірлемесі, үлгілеу, аралық макеттеу сияқты мехатрондық модульді құрудың сатылары арқылы өтуі мүмкін, сондай-ақ конструктордың қатысуымен әрдайым орындалмайтын есептік және эксперименталдық жұмыстармен қатар жүруі мүмкін. Техникалық талаптар тізбесінде байланыстың өзі емес, мехатрондық модульдің техникалық сипаттамалары және оны пайдалану шарттарын көрсететін параметрлер беріледі.

Техникалық талаптарды төрт топқа бөлуге болады.

Бірінші топ. Геометриялық және конструктивтік сипаттағы шектеулерден тұратын талаптар. Тұжырым үлгісі: осьаралық қашықтықтың шекті ауытқуы ±0,5 мм.

Екінші топ. Техникалық немесе физикалық ұғымдардың көмегімен көрсетілген, мөлшері бар сандар түрінде жазылған талаптар тұжырымдау мысалы: шығу буынындағы қарсылық күші 100Н артық емес.

Үшінші топ. Конструкциядағы сандық және геометриялық шектеулермен белгіленген ұғымдарды қамтымайтын сөздік түрінде көрсетілген талаптар. Мысал тұжырым: құрылғы жылдам болуы керек.

Төртінші топ. Күрделі ұғымдардың немесе математикалық тәуелділіктердің көмегімен қалыптасқан талаптар. Тұжырымдаманың мысалы: осы конструкцияланатын атмосфералық қысымды жұмыс диапазонында тарату құрылғысы үшін халықаралық стандартты атмосфераға МСА сәйкес қабылдау керек [15].

### 3.1.3. Мехатрондық модульдің негізгі бөліктерін алдын ала құрастыру

Электр схемасың талдау және техникалық талаптарды зерттеу нәтижесінде әртүрлі функцияларды орындайтын бірнеше үлкен бөлшектер бөлініп, болашақ құрылыстың әр бөлігін салуды бастайды. Әрбір құрамдас бөлік тізбенің белгілі бір тобына қойылатын талаптарды қанағаттандыруы тиіс. Бұл ретте конструктор қолда бар техникалық талаптармен қатар бастапқы тізбеге кірмейтін, бірақ қарастырылатын бөліктің мехатрон Модулінің басқа бөліктерімен байланысын көрсететін қосымша да ескеруі қажет.

Алдын ала құрастырудың қарастырылып отырған кезеңі мехатрондық модульдің сенімділігін қамтамасыз ету бойынша жұмысты құрастыру аяқталғанға дейін үздіксіз, тоқтаусыз басталуын білдіреді. Құрылған конструкцияның рационалдылығының аса маңызды өлшемі ретінде сенімділікті таңдап, біз осы критерий бойынша әрбір кезеңді бағалауға тиіспіз. Негізгі бөліктердің бірінші конструктивтік нобайларына принципті Схемадан өту идеалданған элементтерден нақты бөлшектерге өтуді білдіреді. Мұндай ауысудың ең үлкен қиындықтары идеалданған элементтерден құрылған схеманы конструктивті іске асыру кезінде туындайтын кинематика мен динамикадағы өзгерістерді жеткілікті терең талдаумен байланысты. Танылмаған, дұрыс есептелмеген немесе кинематикалық тізбектің жекелеген буындарындағы. Біріктеу, үйкеліс, серпімділік күштері, сондай-ақ кинематикалық белгісіздік болашақ мехатрондық модульдің сенімділігінің жеткіліксіздігіне себепші болатын себептердің тән класын құрайды.

Инварианттардың тұқымдастарын зерттеу кезінде олардың сапасы ашылады, сонымен қатар сенімділік тұрғысынан бағаланатын және керісінше, сенімділік позицияларынан тұқымдастарды талдауға арналған тәсіл мехатрон Модулінің бөліктері конструкциясының жаңа және үздік подварианттарын табуға көмектеседі.

### 3.1.4. Мехатрон модулінің эскизді құрастырылуының нұсқаларын әзірлеу

Эскиздеу. Негізгі бөліктердің де, мехатронды модульдің де орналасу нұсқаларын іздестіру экскизбен бірге жүреді. Эскиз құрылымдық диаграмманы егжей-тегжейсіз және кейде оның негізгі конструктивті идеяны түсіндіретін және дамытатын бөліктері бейнеленген аз ғана сызықтардан тұрады. Акциздің жетілмегендігі сурет салу жылдамдығымен өтеледі. Таңдалған опцияларды масштабты сурет салу арқылы тексеру қажет, оны да егжей-тегжейлі көрсету қажет емес.

Алдын ала эскизді құрастыру. Мехатрон модулін құрастыру негізі әр түрлі болуы мүмкін: табысты табылған физикалық принцип, ұтымды технологиялық шешім немесе тіпті құрылғыны арзандату тәсілі. Бөліктерді бір-біріне келтіру процесі кез келген екі бөлікті сәтті біріктіруді іздеуден басталады (көп жағдайда бұл қозғалтқыш және қозғалыс түрлендіргіш).

Кейбір нұсқалар бірден жойылады. Егер осы негізде құрылғының барлық қалған бөліктерін (тежегіш құрылғылары, орналасу датчиктері және т.б.) бір-біріне сәтті қыздыра алса, негізге алынған екі бөліктердің таңдалған нұсқаларының үйлесімі бірінші сынаққа шыдайды. Қандай да бір жоспар мен әдіссіз подварианттардың үйлесімін таңдау ұтымсыз. Бастапқыда бұлдырлау әдетте тәртіпсіз және тек біртіндеп бағыт алады.

### 3.1.5. Эскизді құрастыру сызбасы

Эскиздік макет мехатрондық модульдің негізгі конструктивтік идеясын ғана білдіреді, эскиздік компоновканың сызбасы эскиздік макетте осы идеяны толық ашады қалған талаптарды болашақ іске асыру мүмкіндіктерін толық қарастырусыз техникалық талаптардың алдын ала іріктелген бөлігі ғана іске асырылған. Эскиздік макеттін сызбасы талаптардың анағұрлым көп санын ескереді, сондықтан онда негізгі идея эскиздік компоновканың идеяларымен салыстырғанда өзгермесе, онда кез келген жағдайда барлық осы Талаптармен байланыстырылған. Эскиздік құрастырылуы мүмкін біріктіруге өзіне бірінші ауқымды бетті үйлестіру бастап маштабсыз эскиз сызбаны құрастыру, әдетте толығымен орындалды. Бірақ, үлкен толықтығы мен ауқымдылығына қарамастан, бұл соңғы компоненттің сызбасы емес.

Құрастыру сызбасын әзірлеуді ерекшелейтін маңызды жағдай-жекелеген тораптарды сызуда белгілі бір кезектілік қажеттілігі. Ең алдымен сызбаға ең үлкен габаритті (қозғалтқыштар, қозғалыс түрлендіргіштері), неғұрлым қысылған аймақтарда орналасқан және конструкторға олардың конфигурациясын, бағдарын және - орналасуын өзгертуге мүмкіндік бермейтін тораптар контурының сызбанұсқасына түсіріледі.

### 3.1 6. Соңғы құрастыру сызбасы

Бұл кезеңнің ерекшелігі оның қосарлылығы: бір жағынан, таза макет сызбасын сызу арқылы (жалпы көрініс немесе құрастыру сызбасы) бұрын жасалған ұзақ мерзімді жұмыс қорытындыланады; екінші жағынан, бұл жай сурет емес, бұл құрылыс, басынан бастап, бірінші жолдан бастап, сызбаны құрумен аяқталатын, детализация кезеңін толықтай қамтамасыз ететін құрылыс.

Түпкілікті макеттің сызбасын таза түрде салу үшін дизайнер бұдан әрі іздеуден бас тартуға, салыстыруды және таңдауды шешеді. Сонымен қатар, сурет салудың бүкіл техникасы конструкторға бүкіл жұмыс барысында максималды өзгеру еркіндігін қалдыруы керек. Құрылатын конструкцияның ағымдағы өзгерістерінің қажеттілігі жіңішке желілерде екі қабылдауға сызып, кейіннен оларды айналдыра отырып сызуды жүргізуге мәжбүр етеді.

Біріншіден, сызбадағы графикалық жұмыстардан құрастырудың элементтері алынып тасталуы мүмкін.

Қорытынды макет сызбасын құру процесі тек әрі қарай дамып қана қоймайды, ең алдымен орналасу шешімін тексереді. Қабылданған

орналасудың ұтымдылығына деген сенімділік түпкілікті сызбаны жасаудағы алғашқы қадамдардан туындамайды. Бұл дизайндағы көрсетілген талаптардың көпшілігін орындау аяқталғаннан кейін пайда болады. Дәл осы сәтте конструкцияны құру аяқталды, ол негізгі тізбекті, техникалық тапсырманың талаптарын және мехатронды модульдің қоршаған ортамен байланысы, ұтымдылық өлшемдері және тағы басқаларын көрсетеді.

### 3.1.7. Интеграцияланған мехатронды модульдер мен жүйелерді құру әдістері

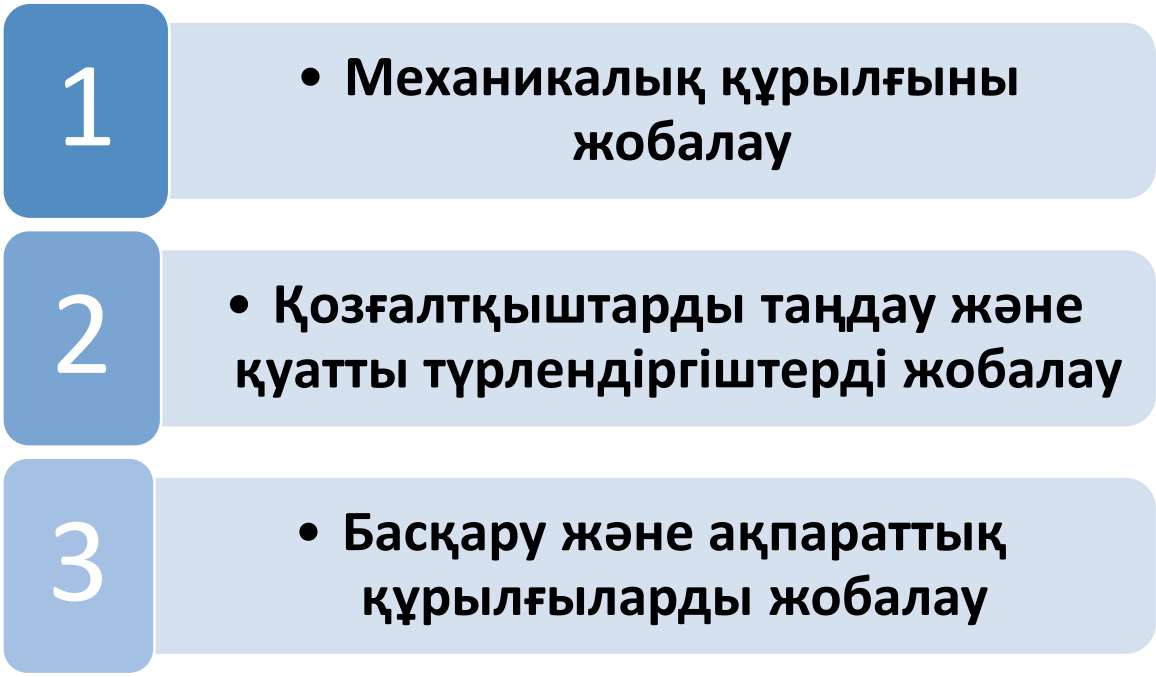
Мехатрондық тәсілдің мәні жобалаушы және өндіріс кезеңдерінде элементтерді біріктірілген модульдерге біріктіру, соңғы пайдаланушыны мехатронды жүйелер мен машиналарды пайдалану кезінде интерфейстер мәселесін шешуден босату болып табылады.

Жалпы жағдайда кешенді жүйелердің құрылымдық күрделілігі қосылатын элементтердің санымен, олардың өзара байланыстарының санымен және қарқындылығымен анықталады.

Мехатрондық тәсіл негізінде күрделі жүйелерді жүйелік жобалау теориясының үш іргелі бағыты жатыр:

- *күрделі техникалық жүйелердің функционалдық-құрылымдық талдауы және эволюциялық синтезі.* Функционалдық-құрылымдық тәсіл жүйенің таңдалған сапа өлшемдері бойынша жоғары нәтижелері бар құрылымдық ұйымынан басымдығы идеясына негізделеді;
- *жүйелерді параллель жобалау әдістемесі.* Әдіснамалық негіз әзірлеуді мехатрондық жүйелердің қызмет әдістері параллельді жобалау (3.1-сурет) орнына дәстүрлі жобалау (3.2-сурет).

3.1 -сурет. Мехатронды жүйелерді параллель жобалау алгоритмі




3.2 -сурет. Дәстүрлі жобалау алгоритмі

- құрылымдық синтез және күрделілік өлшемдері бойынша техникалық жүйелерді оңтайландыру эволюциялық синтез көп кезеңді оңтайландыру процедурасы арқылы ұтымды шешімдерді табуды көздейді. Нұсқаларды іздеу даму үшін ашық және иерархиялық құрылымы бар перспективалық құрылымдық шешімдер базасынан жүргізіледі.

Біріктілінген мехатрондық модульдерді жобалауға көзқарасты іске асыру үшін біруктіру үш әдісі әзірленді:

- бірінші әдіс біріктілінген мехатронды модульдер мен машиналарды олардың құрылымынан аралық түрлендіргіштер мен тиісті интерфейстерді алып тастау арқылы құрудан тұрады. Бұл мехатрониканы анықтауда синергизм түсінігіне толық сәйкес келетін мехатрондық шешімдерді алуға мүмкіндік беретін интеграцияның ең терең деңгейі;

- екінші әдіс көпфункционалды мехатронды модульдің жалпы корпусында әртүрлі физикалық табиғи құрылғылардың аппараттық-конструктивтік бірігуінен тұрады

- үшінші әдіс механикалық тораптардан интеллектуалды (электрондық, компьютерлік және ақпараттық) құрылғыларға функционалды жүктемені тасымалдаудан тұрады. Бұл әдісті пайдалану мехатрон жүйесінің механикалық күрделілігін азайтады.

*Аралық түрлендіргіштер мен интерфейстерді алып тастау әдісі.* Мехатрондық жүйенің функционалдық анықтамасы оның сыртқы заттар мен сыртқы ортаға қатынасы арқылы беріледі. Мехатронды жүйелердің негізгі функционалды міндеті белгілі бір кіріс айнымалысы бар белгілі бір кіріс айнымалысы бар, қозғалыс бағдарламасы туралы ақпараттарды оның түпкілікті байланысының нақты шығу айнымалыларымен түрлендіру болып табылады (3.3 сурет).

3.3- сурет. Мехатрон жүйесінің функционалдық схемасы

Мехатронды модульдің функционалды көрсетілімінде екі ақпарат кіреді (қозғалыс бағдарламасы және ақпараттық кері байланыс), қосымша механикалық кіріс (сыртқы ортаның реакциялық күштері) және бір шығу - бағытталған механикалық қозғалыс. Демек, жалпы жағдайда мехатрондық модульдің функционалды сұлбасы ақпараттық-механикалық түрлендіргіш ретінде құрылуы мүмкін.

Электр энергия көздері бола отырып және тиісті электр энергетикалық түрлендірулерді енгізе отырып, мехатрондық модульдің келесі функционалдық моделін аламыз (3.4- сурет).

3.4- сурет. Мехатрон модульдің функционалды моделі

Жалпы жағдайда алынған функционалдық модель энергетикалық және ақпараттық ағындармен байланысты жеті базалық түрлендіргіштен тұрады, электр энергиясы кіріс ақпараты мен шығу механикалық қозғалысы

арасындағы аралық энергетикалық нысан болып табылады. Демек, электр кіші жүйесі басты функцияны орындау үшін жалғыз мүмкін емес.

Аралық энергия түрлендіргішінің физикалық табиғатын таңдау техникалық іске асырудың мүмкіндігімен, бастапқы талаптарымен, әсіресе қолдануымен анықталады. Мехатронды модульдерде кеңінен қолданылады:

- ауыр жүктемені сынау машиналарында ең тиімді гидравликалық түрлендіргіштер, ең алдымен, олардың жоғары меншікті қуаты
- пневматикалық түрлендіргіштер, олар салыстырмалы қарапайым, сенімді және жоғары жылдамдыққа ие;
- химиялық түрлендіргіштер тірі ағзалардың бұлшық етіне әсер ету принципі бойынша ұқсас биоприводтарда да қолданылады;
- жылу энергетикалық процестер мехатрондық жүйелерде қолданылады және формалық жадымен материалдарды пайдалануға негізделген;
- әртүрлі физикалық табиғаттың энергетикалық процестеріне негізделген аралас түрлендіргіштер.

Мехатронды модульде жеті функционалды қайта құру жүзеге асырылуы керек. Олардың үшеуі моноэнергетикалық (ақпараттық, электрлік және механикалық) түрлендіргіштер деп аталады, мұнда кіріс және шығыс шамалары бірдей физикалық сипатта болады.

Қалған төртеуі қосарлы (қосарланған), өйткені олардағы кіріс және шығыс айнымалылар әртүрлі физикалық формаларға жатады. Бұл топқа функционалды модельдің тікелей тізбегінде орналасқан ақпараттық-электрлік және электромеханикалық түрлендіргіштер, сонымен қатар кері байланыс тізбегіндегі электрлік және механикалық ақпарат түрлендіргіштері кіреді.

Мехатронды модульдің (ММ) құрылымдық моделі оның элементтерінің құрамын және олардың арасындағы қатынасты көрсетуі керек. ММ бастапқы құрылымы ретінде біз компьютермен басқарылатын дәстүрлі электр жетегін қарастырамыз (3.5-сурет).

3.5-сурет. Дәстүрлі компьютермен басқарылатын электр жетегі

- асинхронды қозғалтқыштар үшін және үшфазалы инверторлардан тұрады.;
- электр механикалық түрлендіруді орындайтын басқарылатын электр қозғалтқышы (айнымалы немесе тұрақты ток);
- берілген басқарылатын қозғалысты жүзеге асыратын механикалық құрылғы және сыртқы объектілермен өзара әрекеттесетін жұмыс органы;
- берілген басқарылатын қозғалысты жүзеге асыратын механикалық құрылғы және сыртқы объектілермен өзара әрекеттесетін жұмыс органы;
- қуатты түрлендіргіште электр кернеулерінің және токтардың мәні туралы ақпарат беретін кері байланыс құрылғысы;
- механикалық-ақпараттық түрлендіру функциясын орындайтын кері байланыс датчиктері (жағдайы, буындардың қозғалыс жылдамдығы бойынша);
- интерфейсті құрылғылар *(белгіленген блок-схема I0I8)*.

Берілген құрылымдық сұлбада одан әрі талдау үшін басқарушы және электромеханикалық қосалқы жүйелерді бөліп аламыз.

Қарай дене табиғат, кіріс және шығыс айнымалы интерфейсті құрылғылар болуы мүмкін механикалық, сондай-ақ зияткерлік түрлендіргіштерін Мысалдар механикалық интерфейстер болып табылады, беру және трансмиссия байланыстыратын механикалық құрылғы, қозғалтқыш (*интерфейс I4*) және датчиктермен кері байланыс (I7, I8).

Интеллектуалды интерфейстер мехатрон Модулінің компьютерлік басқару құрылғысының кірісі мен шығыстарында орналасқан және оның келесі құрылымдық элементтермен түйісуі үшін арналған:

- жоғарғы басқару деңгейіндегі компьютермен және мехатрон жүйесінің басқа да модульдерімен (интерфейс I0);
- (I1 интерфейсі) және одан әрі модульдің қуат түрлендіргіші (I 2);
- ол аналогтық Шығыс сигналымен сенсорларды қолданған жағдайда аналог-сандық түрлендіргіш (ШСС);
- электр тоғының және күштік түрлендіргіштегі кернеудің деңгейін бақылау үшін кері байланыс құрылғыларымен (*интерфейс 16*).

Мехатронды модульдің функционалды моделін (3.4-сурет) және дәстүрлі электр жетегінің құрылымдық моделін (3.5-сурет) салыстыра отырып, электр жетегі құрылымындағы негізгі және интерфейс қондырғыларының жалпы саны орындалған функционалды қайта құрулар санынан едәуір асады деген қорытынды жасауға болады. Басқаша айтқанда, дәстүрлі электр жетегінің құрылымдық артықтығы туралы айтуға болады. Артық блоктардың болуы техникалық жүйенің сенімділігі мен дәлдігінің төмендеуіне, оның жалпы және шығындық параметрлерінің нашарлауына әкеледі.

Функционалдық-құрылымдық талдаудың міндеті құрылымдық блоктардың ең аз санының көмегімен берілген функционалдық түрлендірулерді іске асыратын мехатронды құрылымдарды іздеу болып табылады. Ұсынылған шешімдер мехатрон Модулінің функционалды моделін және дәстүрлі электржетектің құрылымын бірлескен талдауға

негізделген. Ретінде жергілікті нүктелерін біріктіру қарастыратын боламыз интерфейстері жетегінің белгіленген I0—I8 (сурет 3.5).

Қарастырылған элементтерді біріктіру әдісіне негізделген мехатронды модульдерге арналған жобалық шешімдердің мысалдары 3.1 кестеде келтірілген.

*Кесте 3.1*

**Мехатрондық модульдер үшін шешімдерді жобалау мысалдары**

| **Мехатрондық шешім** | **Алынып тасталатын аралық түрлендіргіштер** | | |
|---|---|---|---|
| | **Функционалдық түрлендіргіштер** | **Құрылымдық блоктар** | **Интерфейстер** |
| Вентильді жоғары-моментті қозғалтқыш | Механикалық | Механикалық құрылғы | I4 |
| Сенсорсыз басқарылатын мехатронды модуль | Механика-ақпараттық | Кері байланыс сенсорлары | I7, I8 |
| Интеллектуалды күш түрлендіргіш | Электр-ақпараттық | Кері байланыс құрылғысы | I5 |

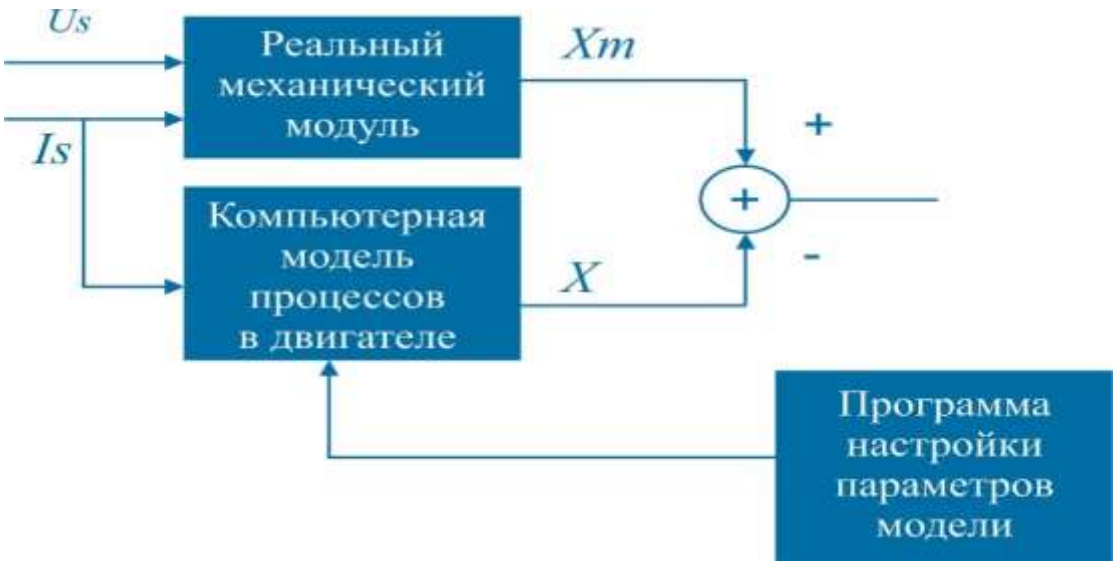
Вентильді жоғары моментті қозғалтқыштарды (ВМД) қолдану "қозғалтқыш + механикалық қозғалыс түрлендіргіші" жұбын бір атқарушы элемент-қозғалтқышқа ауыстыруға мүмкіндік береді. Бұл жерде функционалды модельден механикалық түрлендіргіш алынып тасталады (3.4 сурет) және сәйкесінше механикалық құрылғы мен интерфейс 4 дәстүрлі жетек құрылымынан (3.5- сурет).

ВМД бар мехатронды модульдердің негізгі артықшылықтарына құрылымның ықшамдығы мен модульділігі, саңылаулардың, кинематикалық қателіктердің, буындардың серпімді деформацияларының болмауынан жетектің жоғары дәлдік сипаттамалары, сондай-ақ механикалық трансмиссияда үйкеліс болдырмау жатады. Заманауи машиналарда бұрыштық және сызықтық типті ВМД қолданылады.

Қозғалтқыш роторындағы полюстердің орналасуын анықтау үшін вентиль түрі конструкциясына жағдай датчигі (Холл сенсоры) салынады. Атқарушы жетектерінде ақпаратты осы тетік ретінде қолдануға болады сигнал позициялық кері байланысты. Демек, ВМД қондырылған датчиктермен қолдану модульдің қосымша бөлігін ғана емес, сонымен қатар кері байланыс тізбегін де жеңілдетуге мүмкіндік береді.

Құру мехатрондық модульдер бастап бессенсорным басқармасында алып тастауды білдіреді датчиктер кері байланыс ссоответствующими интерфейспен қоса I7 I8 және олар дәстүрлі түрде орындайды функционалдық механика-ақпараттық түрлендіру. Қазіргі таңда ротордың

айналу жылдамдығын жанама анықтау әдістерінің үлкен саны әзірленді, олармен арнайы әдебиетте танысуға болады, бұл әдістер бастапқы ақпарат түрі және қолданылатын математикалық модельдер бойынша жіктеледі. Бастапқы деректер ретінде әдетте статор және/ил орамдарында өтетін электр кернеулерінің және токтардың мәнін алады.




3.6-сурет. Сенсорсыз басқару жүйесін автоматты түрде баптау схемасы:

*$U_s$,$I_s$ — тиісінше кіріс кернеуі және қозғалтқыш статорының тогы; $X_m$ және X — нақты қозғалтқыштың және компьютерлік модельдің шығу айнымалысы*

Электр қозғалтқыштарындағы электромагниттік процестерді сипаттайтын модельдердің үш тобы ең көп таралған болып табылады: белгіленген параметрлері бар дифференциалдық теңдеулер түріндегі аналитикалық модельдер, Зияткерлік технологиялар базасында құрылған бейімделген өздігінен құрылатын модельдер мен модельдер (нейрожелілік, анық емес логика және т.б.). Динамикалық емес басқару әдістерін практикалық іске асыру жылдам әсер ететін сандық есептеуіштердің пайда болуы және уақыттың нақты ауқымында барлық есептеу процедураларының ұйымдастырылуы арқасында мүмкін.

Мехатронды модульдердің құрамына электрлік және электронды ақпарат түрлендірулерін біріктіретін интеллектуалды қуат түрлендіргіштер кіреді. ИСП-нің ерекшелігі - олардың құрамында интеллектуалды функцияларды орындауға арналған кіріктірілген микроэлектрондық қондырғылар: жол қозғалысын басқару, төтенше жағдайдан қорғау және ақаулық диагностикасы. Ғаламтор-провайдерлер жартылай өткізгіш құрылғылардың жаңа буыны негізінде құрылады.

Бұл құрылғылардың типтік өкілдері - электр өрісі транзисторлары (MOSFET), оқшауланған қақпалы биполярлы транзисторлар (IGBT), өрістен жабылатын тиристорлар (MCT).

*Мехатронды модуль элементтерін бір денеге біріктіру әдісі*. Екінші біріктіру әдісінің мақсаты бірнеше функционалды және құрылымдық қайта құруды жүзеге асыратын интеграцияланған мехатронды модульдер құру арқылы мехатронды модульдердің құрылымдық күрделілігін азайту болып табылады. Бұл мақсатқа мехатронды жүйелерді жобалаудың үшінші сатысында - құрылымдық және құрылымдық талдау сатысында қол жеткізуге болады.

Алдыңғы кезеңде қалыптасқан модульдің құрылымы енді белгілі деп санаймыз. Әзірлеушінің міндеті элементтердің берілген жиынтығын және олардың арасындағы байланыстарды іске асыратын конструктивтік шешімдерді таңдаудан тұрады.

Біріктірудің қарастырылып отырған әдісі таңдалған элементтер мен интерфейстердің бірыңғай корпуста аппараттық-конструктивтік бірігуінен тұрады. Интеграцияның осы әдісі үшін технологиялық база тораптар мен элементтерді гибридті құрастыру болып табылады. Элементтерді бірыңғай модульдерге аппараттық және құрылымдық біріктіру міндетті түрде біріктірілген бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеумен сүйемелденуі тиіс.

Нұсқаларды іздеу кезінде әдістемелік кілт 10-18 интерфейстік блоктарды жергілікті нүктелер ретінде қарастыру болып табылады, онда элементтердің интеграциясы ықтимал болады. Екінші әдіске негізделген мехатронды модульдер тобы 3.2-кестеде келтірілген.

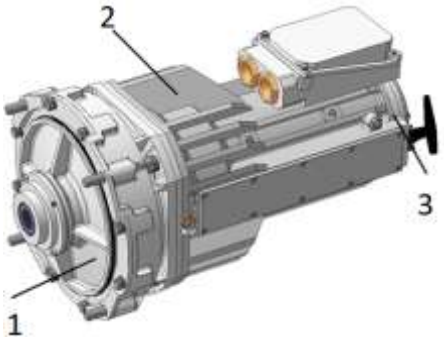
*Кесте 3.2*

**Бірлестік әдісімен салынған мехатронды модульдер тобы**

| Көп функционалдық мехатрондық модульдер | Функционалдық түрлендіру | Қосылатын элементтер | |
|---|---|---|---|
| | | Құрылымдық блоктар | Интерфейстер |
| Қозғалыс модульдері | Электромеханикалық және механикалық | Қозғалтқыш, механикалық | I4 |
| Қозғалыстың мехатронды модульдері | Электромеханикалық, механикалық және механикалық-ақпараттық | Қозғалтқыш, механикалық құрылғы және кері байланыс сенсоры | I4, I7 |
| Ақылды мехатронды модульдер | Ақпараттық, ақпараттық-электрлік, электрлік, электромеханикалық, механикалық және механикалық-ақпараттық | Компьютерлік басқару құрылғысы, қуатты түрлендіргіш, қозғалтқыш, механикалық құрылғы, кері байланыс сенсоры және кері байланыс құрылғысы | I0-I8 |

Қозғалыс модулдері атқарушы қозғалтқыш пен механикалық құрылғыны біріктіреді, ал білік механикалық қозғалыс түрлендіргішінің элементі болып табылады. Олардан басқа қозғалыс модулдеріне механикалық құрылғылардың басқа түрлері - тежегіш және кері механизмдер де кіреді.

Механикалық қозғалыс модульдері электромеханикалық, механикалық және механикалық-ақпараттық түрлендірулерді орындайтын көпфункционалды бұйымдар болып табылады. Модульдің бірыңғай корпусында қозғалтқыш, механикалық құрылғы және кері байланыс сенсоры осы элементтердің құрылымдық-конструкторлық біліктіру нүктелері I4 және I7 интерфейстері болып табылады. Айналмалы модуль коллекторлы қозғалтқыштан, планетарлық беріліс қорабынан және кодтағыштан тұрады (3.7 сурет).




3.7- сурет. Механикалық модуль:
*1-планетарлық редуктор;2-коллекторлық электр қозғалтқышы;*
*3-энкодер*

Мехатрониканы дамытудың қазіргі кезеңінің басты ерекшелігі модульдердің принципті жаңа буынын — интеллектуалды мехатронды модульдерді (ИММ) құру болып табылады. Механикалық қозғалыс модульдерімен салыстырғанда конструкцияға қосымша компьютерлік құрылғылар мен күш беретін электрондық түрлендіргіштер салынады, бұл модельдерге ақылды қасиеттер береді және олардың басты ерекшелігі болып табылады.

Интеллектуалды мехатронды модульдер барлық жеті функционалдық түрлендіруді жүзеге асырады. Оларға құрылымдық-конструктивтік ықпалдасу барлық қызықты нүктелер бойынша жүзеге асырылады (I0I8).

***Өзін-өзі тексеруге арналған бақылау сұрақтары:***

1. Жаңа қызметтік міндеттері бар мехатрондық модульдер мен машиналардың үлгісін келтіріңіз
2. Сызықты емес БИД мехатронды жүйелердің бірқатар ерекшеліктерін атаңыз.
3. Механрондық машиналарда қозғалыс бағдарламалау Декартты базисінің түрлерін атаңыз.
4. Қандай сыртқы ортаға келетін мехатронды машиналарға жұмыс

істеуге болады?

5. Қозғалу дәрежелері бойынша жіктелетін механикалық құрылғылар тобын атаңыз

6. Интеллектуалды мехатрондық модульге анықтама беріңіз және сипаттама беріңіз.

7. Қандай функционалдық мүмкіндіктері мехатроналық жүйенің болуы оның зияткерлік мінез-құлқын анықтайды ?

## 3.2. Мехатроника жүйелерінің сенімділігі

### 3.2.1. Сенімділіктің негізгі ұғымдары

*Сенімділік (жалпы)* - объектінің (өнімнің) белгіленген жұмыс уақытында қажетті функциялардың орындалуын қамтамасыз ететін барлық параметрлерді уақытында сақтау қасиеті.

Қазіргі роботтар өзара әрекеттесетін әртүрлі механизмдерден, электрондық құрылғылардан, модульдерден, бөліктерден тұрады. Мұндай күрделі жүйенің кем дегенде бір элементінің жұмыс істемеуі, артық шығынсыз орындалуы роботтың жұмысының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Сенімділік теориясында келесі жалпылама объектілерді қарастырады:

- бұйым-осы кәсіпорын, цех және т.б. шығаратын өнім бірлігі (мысалы, подшипник, тісті доңғалақ, электрқозғалтқыш, мехатрон құрылғысы, робот);
- элемент - бұйымның бір немесе бірнеше бөлшектерден тұратын қарапайым құрамдас бөлігі;
- жүйе - берілген функцияларды өз бетінше орындауға арналған бірлесіп әрекет ететін элементтердің жиынтығы.

Элементтің және жүйенің ұғымдары жұмыстың қойылған міндеттеріне байланысты бір — біріне трансформацияланады, оның өзіндік сенімділігін белгілеу кезінде жекелеген элементтерден-механизмдерден, бөлшектерден және т.б. тұратын жүйе ретінде, ал роботталған кешеннің сенімділігін зерттеу кезінде элемент ретінде қарастырылады.

Сенімділік келесі негізгі жағдайлар мен оқиғаларды сипаттайды.

*Өнімділік* - бұл белгіленген функцияларды қалыпты орындай алатын өнімнің күйі.

*Дұрыстылық* - бұл өнімнің негізгі, сонымен қатар көмекші талаптарын қанағаттандыратын жағдайы.

*Ақаулық* - техникалық құжаттаманың кем дегенде біреуіне сәйкес келмейтін өнімнің жағдайы. Ақауларға әкелмейтін ақаулар бар, ақаулар және олардың комбинациясы сәтсіздікке әкеледі.

*Сәтсіздік* - жұмыс қабілеттілігін толық немесе ішінара жоғалтуынан тұратын оқиға. Бұл функционалды сәтсіздіктер, оларда қарастырылған элемент немесе объектінің функцияларын орындау тоқтатылады (мысалы, редуктордың сынуы) және параметрлік сәтсіздіктер, оларда объектінің кейбір параметрлері қолайсыз шектерде өзгереді (мысалы, роботтың дәлдігінің өзгеруі). Сәтсіздіктер кенеттен (шамадан тыс жүктеме, тұтқындау), дамудың біртіндеп және кенеттен көрінуінде (тұрақты зақымдану, шамның жануы,

оқшаулаудың ескіруіне байланысты қысқа тұйықталу) және біртіндеп (тозу, қартаю, коррозия, жабысу) болып бөлінеді.

Істен шығу себептері бойынша мыналар болуы мүмкін: конструкцияның кемшіліктерінен туындаған *конструкциялық;* технологияның кемшіліктерінен немесе бұзылуынан туындаған *технологиялық;* дұрыс пайдаланбаудан туындаған пайдалану.

Өзінің физикалық табиғатына сәйкес істен шығулар бөлшектердің немесе олардың беттерінің бұзылуымен байланысты (сынулар, бояу, тозу, коррозия, ескіру) немесе бұзылумен байланысты емес (гидрожетектерде жұмыс сұйықтығын беру арналарының ластануы, қосылыстардың әлсіреуі, электр байланыстарының ластануы немесе әлсіреуі).

Өнімді одан әрі пайдалану үшін, сәтсіздіктер *толық* жойылады, олар жойылғанға дейін жұмыс істеу мүмкіндігін қоспағанда және өнімді ішінара пайдалануға болатын ішінара.

Жөндеу күрделілігі бойынша техникалық қызмет көрсету тәртібімен, орташа немесе күрделі жөндеу тәртібімен және жою орны бойынша — пайдалану және стационарлық жағдайларда жойылатын істен шығуларды ажыратады.

Пайда болу уақыты бойынша істен шығулар пайдаланудың бірінші кезеңінде пайда болатын, істен шығудың болмауына және құрастыруға ақаулы элементтердің түсуіне байланысты; қалыпты пайдалану кезінде (тозған істен шығулар пайда болғанға дейінгі кезең ішінде); тозуға бөлінеді.

### 3.2.2. Сенімділік сипаттамалары

Сенімділіктің негізгі сипаттамалары: ақаусыз жұмыс, ұзақ қызмет ету, тұрақтылық және тұрақтылық.

*Сенімділік* - өнімнің қасиеті алдын ала анықталған уақытқа немесе жұмыс уақытына тұрақты түрде қызмет етеді. Бұл роботтар үшін өте маңызды, оның сәтсіздігі адам өміріне қауіп төндірумен, роботтық кешеннің жұмысында үзілістермен, автоматтандырылған өндірісті тоқтатумен немесе қымбат өнімнен бас тартуымен байланысты.

**Сенімділік көрсеткіштері.** $P(t_0)$ сәтсіз жұмысының ықтималдығы - бұл жұмыс уақытында сәтсіздікке ұшырамау мүмкіндігі:
$P(t_0) = 1 — F(t_0)$, мұндағы $F(t_0)$— сәтсіздіктер арасындағы тарату уақыты.

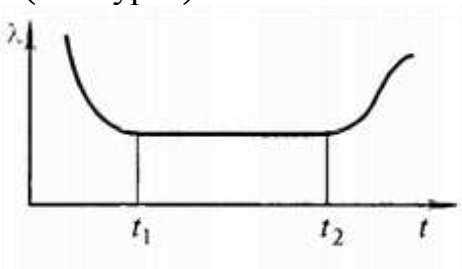
*Орташа атқарымы бас тартуға дейін* — математикалық күту істелген бас тартуға дейін невосстанавливаемого бұйымдар. Атқарылған жұмыс деп объектінің орындалған жұмысының ұзақтығы немесе көлемі түсініледі.
Істен шығудың орташа атқарымы-қалпына келтірілетін объектінің жұмыс істеуінің осы жұмыс барысында оның істен шығуының санын математикалық күтуге қатынасы.

*Сәтсіздіктің қарқындылығы* $\lambda$ $(t)$ - қарастырылған уақыт сәтіне орнатылмаған объектінің істен шығуы ықтималдығының көрінетін тығыздығы, осы уақытқа дейін сәтсіздік орын алмаған жағдайда. Бұл бір уақытта сәтсіз болған объектілердің орташа санының (немесе басқа

бірліктердегі жұмыс уақыты) жұмыс істеп тұрған объектілер санына қатынасы ретінде анықталады:

$$\lambda(t)=\frac{f(t)}{P(t)}=-\frac{1}{P(t)}\frac{d}{dt}P(t)=\frac{1}{1-F(t)}\frac{d}{dt}F(t) \qquad (3.1)$$

Шамамен λ (t) ≈ p / NΔt, мұндағы n - уақыт аралығы кезінде сынақ кезінде сәтсіз аяқталған өнім саны; N - сыналған өнімдердің жалпы саны. Көптеген нысандар үшін Δt тәуелділігі үш бөлімнен тұратын қисық сызықпен көрсетілуі мүмкін (3.8-сурет).




3.8-сурет. Соққы қисығы

Бірінші учаске $0 \le t \le t_1$ жұмыс істеу кезеңі немесе ерте істен шығу кезеңі деп аталады. Осы кезеңде істен шығулардың пайда болуы, әдетте, екінші T1≤ t≤ t2 тұрақты қарқындылықтағы құрылымдық немесе өндірістік ақаулардан туындайды P(t) = e-λt үшінші учаскесі T>t2 тозған істен шығулар кезеңі деп аталады.

*Істен шығу ағынының параметрі* — қалпына келтірілетін объектінің еркін аз жұмыс істеуі үшін істен шығуының орташа санының осы атқарым мәніне тең қалпына келтірілетін бұйымдардың сенімділік көрсеткіші (жөндеілмейтін бұйымдар үшін істен шығу қарқындылығына сәйкес келеді, бірақ қайта істен шығуларды қамтиды).

*Беріктігі* - бұйымның жұмысқа қабілеттілігін техникалық қызмет көрсету және жөндеу үшін қажетті үзілістермен шекті жағдайға дейін сақтау қасиеті.

**Ұзақ мерзімділік көрсеткіштері.** *Техникалық ресурс (ресурс)* — объектінің оны пайдалану басталғаннан немесе жөндеуден кейін пайдалануды қайта бастауынан шекті күйге дейін атқарымы. Ресурс жұмыс уақытының бірліктерінде, х, жол ұзындығында, км және өнім шығару бірліктерінде көрсетіледі. Қалпына келтірілмейтін бұйымдар үшін техникалық ресурс және істен шыққанға дейінгі жұмыс ұғымдары сәйкес келеді.

*Қызмет ету мерзімі* - шекті күйге (әдетте жылдар) дейінгі күнтізбелік жұмыс. Мехатронды жүйелердің бөлшектері үшін ұзақ мерзімділік өлшемі ретінде техникалық ресурс қолданылады.

Ұзақ мерзімді көрсеткіштер гамма-пайыздық, орташа ағымдағы (немесе күрделі) жөндеуге дейін, толық, орташа есептен шығарылғанға дейін бөлінеді. Олар жұмысқа қабілеттілікті сақтаудың берілген ықтималдығы кезінде бұйымдардың беріктігін сипаттайды, мысалы, гамма-пайыздық

ресурс$t_\gamma$ - объектінің берілген ықтималды γ, %шекті күйіне жетпейтін жұмыс істеуі.

Сериялық және жаппай өндіріс бұйымдары үшін 90 %-дық ресурс жиі қолданылады. Егер бас тарту адамдардың өміріне қауіпті болса, онда γ-ресурс 100 % - ға жақындайды.

*Пайдалану қабілеті* - техникалық қызмет көрсету және жөндеу арқылы өнімді алдын-алуға, ақаулар мен ақауларды жоюға бейімдеу.

*Сақтау* - өнімнің қасиеті белгіленген мерзім ішінде және сақталу кезеңінде және одан кейін сенімділік, ұзақтылық және қызмет ету құндылығын сақтайды.

**Жөндеу жарамдылығының және сақтауының көрсеткіштері:** жұмысқа қабілетті жай-күйін қалпына келтірудің орташа уақыты, сақтану мерзімі орташа және γ - пайыздық.

**Біріктірілген сенімділік көрсеткіштері.** *Техникалық пайдалану коэффициенті* - белгілі бір жұмыс кезеңіндегі жұмыс уақытының математикалық күтуінің жұмыс уақытының математикалық күтуінің және жөндеу мен қызмет көрсетудің барлық бұзылуының сомасына қатынасы.

*Қол жетімділік коэффициенті* - пайдалану қарастырылмаған кезеңдерді қоспағанда, объектінің уақытында еркін күйінде жұмыс жасау ықтималдығы. Ол жұмыс жағдайында өткізілген уақыттың математикалық күтуінің осы уақыт сомасы мен жоспардан тыс жөндеу уақытының математикалық күтулеріне қатынасы ретінде анықталады.

### 3.2.3. Тоқтаусыз

Тоқтаусыз жұмыс істеудің негізгі көрсеткіші тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $P(t)$ — берілген уақыт ішінде немесе берілген жұмыс істеуден бас тарту пайда болмау ықтималдығы болып табылады.

Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығын жұмысқа қабілетті элементтердің салыстырмалы санымен $P(t) = N_p/N = 1 — n/N = 1 – Q$, мұнда N — жалпы қышқылды сыналған (пайдаланылатын) үлгілер; $N_p$ — сынаудан (пайдаланудан) кейін жұмысқа қабілетті үлгілер саны; $n$ — сынаудан кейін істен шыққан үлгілер саны; $Q(t) = n/N$ — істен шығудың салыстырмалы санымен бағаланатын істен шығу ықтималдығы.

Жұмыс уақыты мен сәтсіздік бір-біріне қарама-қайшы оқиғалар болғандықтан, бұл $P(t) + Q(t) = 1$.

$t = 0$ және $n = 0$ аламыз $Q(t) = 0$ және $P(t) = 1$.

$t = \infty$ және $n = N$, $Q(t) = 1$ және $P(t) = 0$.

Істен шығуларды уақыт бойынша бөлу істен шыққанға дейін істелген жұмыстың таралу тығыздығының функциясымен сипаттайды $f(t)$

статистикалық түсіндіруде $f(t) = \Delta n / N\Delta t = \Delta Q(t) / \Delta t$; мүмкін $f(t) = dQ(t) / dt$, мұнда $\Delta n$ и $\Delta Q(t)$ - істен шыққан объектілер санының көбейтілуі және $\Delta t$ уақытында істен шығу ықтималдығы.

Істен шығу ықтималдығы және тоқтаусыз жұмыс тәуелділігімен сипатталады:

$Q(t) = \int_0^1 f(t)dt$ при $t = \infty$ $Q(t) = \int_0^\infty f(t)dt = 1;$ (3.2)

$P(t) = 1 - Q(t) = 1 - \int_0^1 f(t)dt = \int_1^\infty f(t)dt.$ (3.3)

Істен шығу коэффициенті λ (t) жұмыс істейтін нысандар санына байланысты $N_p$:

статистикалық түсіндіруде $\lambda(t) = \Delta n / N_p \Delta t;$

ықтимал түсіндіруде $\lambda(t) = f(t) / P(t).$

Сәтсіз жұмыс ықтималдығы сәтсіздіктердің қарқындылығына байланысты былай жазылуы мүмкін

$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$ (3.4)

### 3.2.4. Қалыпты пайдалану кезеңіндегі сенімділік

Роботты қалыпты пайдалану кезінде біртіндеп істен шығулар әлі көрінбейді және сенімділік кенеттен істен шығумен сипатталады. Бұл істен шығулар көптеген жағдайлардың жағымсыз таралуынан туындайды, сондықтан бұйымның алдыңғы пайдалану ұзақтығына байланысты емес тұрақты қарқындылығы бар: λ(t) = λ = const, мұндағы λ = 1/mt - істен шығудың тұрақты қарқындылығы; mt - істен шығудың орташа атқарымы, с.λ - бұл істен шығудың сағат саны.

Бұл жағдайда тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы

$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda dt} = e^{-\lambda t}$ (3.5)

Ол бос емес жұмыс уақытын бөлудің экспоненциалды заңына бағынады. Егер, әдетте, $\lambda t<0,1$, $P(t) \approx 1 - \lambda t$.

Таралу тығыздығы $f(t) = - dP(t) / dt = e^{-\lambda t}$.

Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы $\lambda(t)t \approx m_t$:

*Кесте 3.3*

**Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы**

| $\lambda(t)t$ | **1** | **0,01** | 0,01 | 0,001 | 0,0001 |
|---|---|---|---|---|---|
| $P(t)$ | 0,368 | 0,9 | 0,99 | 0,999 | 0,9999 |

$t/m_t$= 1 кезінде P(t) = 0,368 болғандықтан, 63,2% істен шығулар $t < m_t$ және тек 36,8% кейінірек пайда болады. Тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығын қамтамасыз ету үшін 0,9 немесе 0,99 қызметтің орташа мерзімінің шағын үлесін ғана пайдалануға болады (тиісінше 0,1 немесе 0,0 1). Егер мехатрондық модуль әртүрлі режимдерде пайдаланылса, демек, λ1 ($t_1$ уақыты) және λ2 ($t_2$ уақыты) істен шығу қарқындылығы болса $P(t) = e^{-(\lambda 1 t1 + \lambda 2 t2)}$

Тәжірибелер негізінде сәтсіздік дәрежесін анықтау үшін сәтсіздіктің орташа

уақыты бағаланады:

$$m_t \approx \bar{t} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{K} t_i \quad (3.6)$$

мұндағы N - бақылаулардың (өнімдердің) жалпы саны; $t_i$ - і-ші уақыт интервалының ұзақтығы; K - уақыт интервалдарының саны.

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{k}(t_i - \bar{t})^2} \quad (3.7)$$

Сонда $\lambda = 1/\sqrt{t}$.

Бұйымдардың орташа саны *n*, которое белгілі бір уақытта жүйеден шығады $\lambda t \leq 0{,}1$, $F(t) = \int_{-\infty}^{1} f(t)dt$, $n \approx N\lambda t$ және орташа сан $N_p$ сақталатын бұйымдар $Q(t) = F(t); P(t) = 1 - F(t)$ жұмысқа жарамды: $N_p \approx N(1 - \lambda t)$.

***Бақылау сұрақтары***

1. Ұзақ мерзімділіктің негізгі көрсеткіштерін келтіру және сипаттау
2. Мехатронды модульдердің тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы немен есептеледі?
3. Сенімділіктің кешенді көрсеткіштерін келтіру және сипаттау.
4. Істен шығу қарқындылығын анықтау және түсіндіру.
5. Бірінші және үшінші кесіндіде қисықта істен шығулардың артуының себебін түсіндіру (4.8 сурет)

***Материалды бекітуге арналған тапсырмалар***

***3.1-тапсырма.*** Уақыт өте келе мехатронды модульдің бір данасының жұмысы бақылауға алынды. Барлық бақылау кезеңінде 15 сәтсіздік тіркелді. Бақылау басталғанға дейін станция 258 сағат жұмыс істеді, ал бақылау аяқталғанға дейін жұмыс уақыты 1233 сағатты құрады. Т-ның орташа MTBF анықтау қажет.

***3.2. тапсырма.*** Жүйе 5 құралдан тұрады, оның кез келгенінің істен шығуы жүйенің істен шығуына әкеледі. Бірінші аспап 952 сағат бойы 34 рет, екіншісі — 24 рет 960 сағат бойы істен шыққаны белгілі, ал қалған құралдар 210 сағат ішінде 4, 6 және 5 рет тиісінше істен шыққаны белгілі. Егер бес аспаптың әрқайсысына экспоненциалды сенімділік заңы әділ болса, жүйенің істен шығуына дейін жұмыс істеуді анықтау қажет.

***3.3-тапсырма.*** Жүйенің жұмысы кезінде n = 40 сәтсіздік анықталды. Ақаулардың элементтер тобы бойынша бөлінуі және қалпына келтіруге кеткен уақыт кестеде келтірілген. 1.4. Жүйені қалпына келтірудің орташа уақытының мәнін табу керек.

***3.4-тапсырма.*** Бірдей жабдықтың үш данасы бақыланды. Бақылау кезеңінде бірінші, екінші және үшінші жағдайларда 6 сәтсіздік, сәйкесінше 11 және 8 сәтсіздіктер тіркелді. Бірінші көшірменің жұмыс уақыты 181 сағатты, екіншісі - 329 сағатты, үшіншісі - 245 сағатты құрады, Т-дің істен шығуы үшін жабдықтың жұмыс уақытын анықтау қажет.

***3.5-тапсырма.*** Жүйе А, В және С үш құралдан тұрады. А типті

аспаптар 10 дана істен шықты, В типті аспаптар 20 дана және С — 50 дана аспаптар әрбір аспаптың тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығын, істен шығу жиілігін және істен шығу қарқындылығын анықтау.

***3.6-3.9-тапсырмалар***. Уақыт өте келе қалпына келтірілген өнім қадағаланып, n (t) сәтсіздіктер тіркелді. Бақылауды бастамас бұрын, өнім t1, h жұмыс істеді, байқаудың соңында жұмыс уақыты t2 сағ құрады, Т-дің MTBF табу керек.

Мәселелерді шешуге арналған бастапқы деректер және жауаптар кестеде келтірілген. 4.4. кесте

*Кесте 3.4.*

**4.6-4.9 тапсырмаларға бастапқы деректер мен жауаптар**

| Тапсырманың нөмірі | Бастапқы деректер | | | Жауап Т, с |
|---|---|---|---|---|
| | $t_1$, с | $t_2$,с | n(t) | |
| 1.6 | 350 | 1280 | 15 | 62 |
| 1.7 | 400 | 1600 | 3 | 400 |
| 1.8 | 1000 | 6400 | 9 | 600 |
| 1.9 | 770 | 4800 | 7 | 575 |

3.10-3.13-тапсырмалар. Біраз уақыт бойы қалпына келтірілген өнімдердің жоқ нұсқалары жұмыс істеді. Үлгілердің әрқайсысы 1 сағат жұмыс істеді және сәтсіздікке ұшырады. Барлық өнімдердің жұмысын бақылау негізінде анықтау қажет.

Мәселелерді шешуге арналған бастапқы деректер және жауаптар кестеде келтірілген. 3.5 кесте.

*Кесте 3.5.*

**4.10-4.13 тапсырмаларға бастапқы деректер мен жауаптар**

| Тапсыр нөмірі | Бастапқы деректер | | | | | | | | | | Жауап |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $n_1$ | $t_1$, с | $n_2$,ч | $t_2$, с | $n_3$ | $t_4$, с | $n_4$ | $t_4$, с | $n_5$ | $t_5$, с | Т,с |
| 1.10 | 1 | 300 | 3 | 600 | 2 | 400 | — | — | — | — | 216 |
| 1.11 | 3 | 90 | 6 | 270 | 4 | 140 | 5 | 230 | 3 | 180 | 43 |
| 1.12 | 12 | 960 | 15 | 1112 | 8 | 808 | 7 | 1490 | — | — | 104 |
| 1.13 | 8 | 144 | 5 | 150 | 4 | 112 | 8 | 216 | — | — | 26 |

3.14-3.17 тапсырмалар. Электрондық аппаратура *k* элементтердің тобынан тұрады. Пайдалану барысында N істен шығу тіркелген. J-ші топтағы істен шығу саны n тең; j-ші топтағы элементтерді қалпына келтірудің орташа уақыты $t_i$ мин. тең. Тапсырмаларды шешу үшін бастапқы деректер мен жауаптар 3.6 кестеде келтірілген.

*Кесте 3.6.*

**4.14-4.17 тапсырмаларға бастапқы деректер мен жауаптар**

| Тапсыр | Бастапқы деректер | | | | | | | | | | | | Жауа |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Тапсыр | $k$ | $n$ | $n_1$ | $t_1$ | $n_2$ | $t_2$ | $n_3$ | $t_4$ | $n_4$ | $t_4$ | $n_5$ | $t_5$ | $T_в$ с |
| 1.14 | 5 | 12 | 1 | 20 | 4 | 20 | 3 | 16 | 2 | 36 | 2 | 40 | 28,3 |
| 1.15 | 5 | 40 | 5 | 15 | 8 | 25 | 12 | 60 | 6 | 40 | 9 | 20 | 35,4 |
| 1.16 | 4 | 9 | 2 | 37 | 1 | 480 | 2 | 60 | 4 | 25 | — | — | 86 |
| 1.17 | 5 | 18 | 3 | 72 | 5 | 40 | 4 | 36 | 2 | 120 | 4 | 60 | 57,8 |

# 4-БӨЛІМ. МЕХАТРОНДЫ ЖҮЙЕЛЕРДІ МОНТАЖДАУ ЖӘНЕ БАПТАУ

## 4.1 Мехатроника құралдары мен жүйелерін монтаждау бойынша жұмыстарды ұйымдастыру

Құралдар мен мехатроника жүйелерін орнату кезіндегі еңбекті ғылыми ұйымдастыру - бұл желілік кестеде қарастырылған мерзімде өндірістік жоспарды орындаудың маңызды шарты [18].

Автоматтандыру жобасын зерделегеннен және жұмыс өндірісінің жобасын құрастырғаннан кейін монтаж жұмыстарын жүргізуді ұйымдастыруға кіріседі. Мехатроника құралдарын монтаждау бойынша жұмыстар өндірістік үй-жайлар құрылысының аяқталуына қарай жүргізіледі және екі сатыда орындалады. Бірінші кезеңде технологиялық жабдықты монтаждауға байланысты жұмыстар орындалады: трассаларды тазалау, құбыр және электр сымдарына, қалқандарға, пульттерге және жергілікті аспаптарға арналған көтергіш конструкцияларды орнату, Құрылыс конструкциялары мен ғимараттардың элементтеріндегі салынатын бөлшектер мен ойықтардың болуын тексеру, іріктеу құрылғыларын, диафрагмаларды, реттеуші органдарды, датчиктерді және технологиялық жабдықпен, құбыржолдармен және құрылыс конструкцияларымен байланысты басқа да құрылғыларды орнату. Бірінші кезеңдегі жұмыстар негізгі Құрылыс және механикалық монтаждау жұмыстарымен бір мезгілде орындалады. Екінші кезеңде құбыр және электр сымдарын төсеуді, сымдарды сынауды, қалқандар мен пульттерді, аспаптар мен автоматтандыру құралдарын орнатуды, құбыр және электр сымдарын аспаптарға қосуды жүргізеді.

Өндірістік үй-жайлардағы екінші сатылы жұмыстар Құрылыс және негізгі өңдеу жұмыстары аяқталғаннан кейін басқа мамандандырылған монтаждау ұйымдарының толық жинақты монтаждау кезінде бірлескен кесте бойынша жұмыстарымен бір мезгілде орындалады.

I) жалғау сымдарын монтаждау. Құбырлы блоктар монтаждық аймаққа монтаждау үшін аяқталған, жалғау және бекіту бұйымдары бар пневмоавтоматика жүйелерінің құбырлы сымдары үшін пневмокабельдер (құбырлы кабельдер) немесе мыс және Болат құбырлардың орнына полиэтилен құбырлары қолданылады. Бірқатар жағдайларда электр сымдары үшін қорғаныш құбырларының орнына қорғаныш металл қораптар қолданылады

2) операторлық үй-жайларда қалқандар мен пульттерді монтаждау. Қалқандар мен пульттер Ішкі құбыр және электр сымдары толық орындалған, орнатылған аппаратурасы мен аспаптары бар блоктармен жеткізіледі;

3) жергілікті аспаптар мен қалқандарды монтаждау.

Технологиялық жабдықты монтаждағаннан кейін жалғау сымдарын монтаждауға кіріседі. Қалқанды үй-жайлардағы қалқандар мен пульттерді монтаждау ойықтарды, арналарды орындауды және барлық салу бөліктерін

орнатуды барлық құрылыс және өңдеу жұмыстары аяқталғаннан кейін басталады.

Жергілікті аспаптарды монтаждау технологиялық жабдықтың бекітілуі аяқталған кезде құрылыс жұмыстары аяқталғаннан кейін басталады; бұл ретте іріктеу құрылғыларының барлық ойықтары орындалуы, реттеуші және бекіту органдары, сондай-ақ тікелей құбырда Орнатылатын аспаптар орнатылуы тиіс.

Монтаж жұмыстары орнатылған және қосылған Аспаптар мен автоматтандыру құралдарын Тапсырыс берушінің пайдаланушы персоналына тапсырумен аяқталады.

Тапсыру актісінде мыналар белгіленеді: монтаждау жұмыстары орындалған жоба; монтаждың басталу және аяқталу мерзімі автоматтандыру құралдары мен аспаптарын сыртқы қарау нәтижелері; көрсетілген ақауларды жою мерзімін көрсете отырып, аспаптарды қалыпты пайдалануға кедергі келтірмейтін жұмыстарды бағалау және кемшіліктер тізбесі.

Автоматтандыру құралдары мен құралдарының қалыпты жұмысы іске қосу-реттеу жұмыстарының аяқталуы болып есептеледі. Тапсырыс берушінің талабы бойынша автоматтандыру құралдары мен құралдарын құрастырған ұйым технологиялық жабдықты жеке сынауға және кешенді сынауға қатысуға тартылуы мүмкін.

### 4.2. Сенсорлар мен қайталама аспаптарды монтаждау

Автоматты басқару жүйелерінде құрылғылар мен контроллерлердің бастапқы сезіну құрылғылары (сенсорлар) болып табылатын контактілі немесе жанаспайтын типтегі әртүрлі сезімтал элементтер объектідегі технологиялық параметрлердің өзгеруіне тікелей әсер етеді. Бірқатар жағдайларда сезгіш элемент бастапқы өлшеу құралында болады, ал сезімтал элементтің объектімен байланысы және оған басқарылатын ортаның әсері таңдамалы құрылғы және сигнал (импульс) байланыс желісінің көмегімен жүзеге асырылады [18].

Тікелей технологиялық жабдыққа және оның коммуникацияларына орнатылған автоматика құралдары автоматика жобасының жұмыс сызбаларына, өндірушілердің нұсқауларына және технологиялық процестің талаптарына сәйкес орнатылуы керек. Оларды орнату келесі талаптарға сай болуы керек.

1. Реттемелі немесе бақыланатын параметрді өзгертуге сенсордың реакциясы шекті дәлдікпен осы үдеріске неғұрлым тән жұмыс аймағында объектінің шынайы жай-күйін көрсетуі тиіс

2. Орнату орны және түйіннің конструктивтік шешімі өлшеу дәлдігіне әсер етпеуі тиіс.

3. Датчиктерді орнату немесе тармақталған ағындарда сигналдарды іріктеу кезінде соңғылардың параметрлері негізгі жұмыс аймағының параметрлеріне сәйкес келуі тиіс.

4. Автоматты реттеу үшін датчиктерді пайдаланған кезде орнату орны

ең аз. Мүмкін болатын көлікпен кешігуді қамтамасыз етуі тиіс.

5. Бастапқы қабылдау элементі процеске әсер етпеуі тиіс.

6. Құрылғыны орнату орны оған қызмет көрсету, монтаждау, тексеру, тазалау, жөндеу үшін ыңғайлы болуы тиіс, ол құрылғының сақталуын және техникалық қауіпсіздік шарттарының сақталуын қамтамасыз етуі тиіс.

7. Сенсордың батырылатын бөлігінің өлшемдері оның бақыланатын параметрдің қажетті жай-күйін анықтайтын сигналды іріктеп алатын аймақта орналасуын қамтамасыз етуі тиіс.

8. Жабдықта датчикті бекіту әдісі мүмкіндігінше осы технологиялық буынды ажыратпай жылдам алуды немесе ауыстыруды не жұмыс режимінің қысқа мерзімді тоқтатылуын қамтамасыз етуі тиіс. Монтаждау алдында датчиктер принципті схемамен және ерекшелікпен салыстырып тексереді, сондай-ақ нұсқаулыққа сәйкес тексереді. Автоматтандыру құралдары мен құралдарын қатаң түрде жоба бойынша орналастырады. Бұл ретте оларды монтаждау жобада көзделген өлшеу дәлдігін алуды, аспаптарға және олардың бекіту және баптау органдарына еркін қол жеткізуді, шкалалар мен диаграммалардың жақсы жарықтандырылуын, қызмет көрсету және бақылау қолайлылығын қамтамасыз етуі тиіс.

Аспаптарды, сенсорларды және реттеуіштерді монтаждау автоматтандыру өндірістік жүйелерін монтаждаудың маңызды кезеңдерінің бірі болып табылады, өйткені аспаптарды орнатудың, тексерудің және баптаудың дұрыстығына жүйенің тұтастай жұмысының сенімділігі мен үздіксіздігі байланысты.

### 4.3. Реттеуші органдар мен атқарушы механизмерді монтаждау

Мехатронды жүйелердің реттеуші органдары (RO) және атқарушы механизмдері (IM) бұл элементтердің АТС-тағы маңызды рөлін және жүйенің жұмысына және оның сапа көрсеткіштеріне әсерін ескере отырып, жобалық және жұмыс сызбаларына сәйкес қатаң түрде орнатылуы керек. ПО-ның негізгі түрлері - клапандар, қақпа клапандары немесе демпферлер. Энергия тасымалдаушы түріне байланысты электр, пневматикалық және гидравликалық механизмдерді оларға сервос ретінде пайдалануға болады [18].

РО типіне және оның түріне қарай олардың реттелетін объектіге қатысты орналасқан жерін таңдайды. РО объектіден едәуір алып тастау реттеушілік әсердің берілуінде жоғары кешігуді тудырады. РО-ны монтаждау кезінде олар мыналарды қамтамасыз етуі тиіс: пайдалану мен жөндеудің ыңғайлылығы, технологиялық құбырды немесе объектіні ажырату қажеттілігінсіз оларды ажырату мүмкіндігі, РО орнатылған жерде реттелетін орта ағынының біркелкілігі мен белгіленген режимі, қозғалыстағы бөліктердің еркін қозғалуы, қауіпсіздік техникасы ережелерін сақтау. Монтаж алдында орнатылатын РО және олардың жобалық деректері мен сипаттамаларына сәйкестігін тексеру қажет.

Бірқатар жағдайларда ретінде РО қолдануға болады топтық реостаты және жазық конструкцияның контроллер автоматты айналу жиілігін реттеу электр қозғалтқыштарының отын қоректендіргіштердің Электрлік реттеуші органдар монтируют ережелеріне сәйкес электр аппаратураны монтаждау. Гидравликалық және пневматикалық оларға монтаждау монтаждау-пайдалану нұсқаулықтарын ескере отырып жүргізіледі. Негізгі назар оларға қысым сигналдарын жеткізетін құбыр желілерінің герметикалығына бөлінеді.

### 4.4. Жөндеу жұмыстарын ұйымдастыру және тағайындау

Жөндеу жұмыстарын мамандандырылған жөндеу ұйымдары монтаждау басқармалары қызметінің аудандарында жөндеушілердің тұрақты штаты, зертханалары, бақылау аппаратурасы, тексеру стендтері және жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін қажетті басқа да жабдықтары бар ретке келтіру учаскелерін құрады. БӨАжА баптау бойынша бөлімшелердің негізгі міндеттері: Жобалық құжаттаманы талдау; монтаждың дұрыстығы мен сапасын тексеру және құрылғылар мен жабдықтардың жекелеген аппараттарының сипаттамаларын алу; құрылғыларды тұтастай баптау және оларды пайдалануға енгізу болып табылады.; есептеу құжаттамасын жасау; құрылғыларды пайдалану персоналына тапсыру[18].

Іске қосу — баптау жұмыстары-бұл автоматтандыру жүйесін құру және осы жүйелерді олар сәтті пайдаланыла алатын жағдайға дейін жеткізу жөніндегі жұмыстар кешені. Жөнге келтіру мақсаты-технологиялық процестерді басқарудың автоматты жүйелері құрамында құрастырылған және жарамды техникалық құралдар кешенінің жұмыс істеуінің белгіленген көрсеткіштерін қамтамасыз ету. Іске қосу-баптау жұмыстарының екі кезеңі көзделеді: жұмыс істемейтін Технологиялық жабдықта жүргізілетін дайындық және автоматтандыру жүйелерін баптау Технологиялық режимде жүргізілетін қорытынды. Жөндеу жұмыстарының көлеміне келесі операциялар кіреді. Бұл жағдайда реттеушілер монтаждық персоналмен бірге жобалау және басқа Технологиялық құжаттаманы егжей-тегжейлі қарайды, оған қажетті өзгерістер енгізеді, жөндеу жұмыстарының объектілерімен: өндіріс технологиясымен, негізгі және қосалқы жабдықпен танысады, содан кейін алдағы жөндеу жұмыстарының бағдарламасын жасайды.

Стандартты калибрлеу және автоматика құрылғылары мен жабдықтарын реттеу іске қосу станциясының зертханасындағы стендтерде жүзеге асырылады. Станокты сынау кезінде жабдықтың жобалық құжаттамаға, сондай-ақ өндірушілердің ілеспе техникалық құжаттарына сәйкестігі анықталады. Егер кез келген құрылғы көрсетілген техникалық құжаттамаға сәйкес келмесе, оны орнату кезінде пайдалануға болмайды. Орнату аяқталғаннан кейін жабдықты жеке сынау. Тестілеу жұмыс істемейтін технологиялық жабдықта автоматика тізбегінің бір немесе басқа құрылғысына немесе элементіне жасанды түрде берілетін сигналдардың көмегімен жүзеге асырылады. Сонымен бірге, орнатылған жабдықтар мен байланыстырушы сымдардың жобаның жұмыс сызбаларына және құрылыс

нормалары мен ережелеріне (СНиП) сәйкестігі, сонымен қатар аспаптар мен автоматика құралдарының жұмыс қабілеттілігі, бастапқы сигналдарды беру кезінде олардың жұмысының дұрыстығы мен сенімділігі тексеріледі. Құралдарды және автоматика жабдықтарын жұмыс істейтін технологиялық жабдықпен оңтайлы жұмыс режиміне келтіру. Пайдалануға беру кезінде олар қажетті техникалық сипаттамаларды алады, реттеуші құрылғыларды технологиялық режимге динамикалық түрде енгізеді және оқылымдарды реттейді. Құралдарды стендтік калибрлеу кезінде әр техникалық құрал бойынша хаттама жасалады: тексерілетін құралдардың сипаттамалары, бақылау құралдарының сипаттамалары, шкаладағы цифрлық нүктелермен тексерілген құралдардың қателіктері, кедергі катушкаларының мәні, оқшаулау кедергісі және т.б. Олар құрылғыны орнатуға жарамдылығы туралы жалпы қорытынды береді. Реттеу процесінде олар әр басқару блогы үшін акт жасайды, онда реттегіштердің реттелетін параметрлерге, олардың жұмыс істеу параметрлеріне және т.б.

Реттеу жұмыстары аяқталғаннан кейін қондырғылар текшелік сынақтар хаттамаларын, реттеу схемасының тораптарын баптау туралы актілерді, дайындаушы зауыттардан аспаптармен алынған паспорттар мен нұсқаулықтарды, монтаждау және баптау процесінде енгізілген өзгерістермен сызбалар мен конструкциялардың орындау сызбаларын қамтитын тиісті қабылдау-тапсыру құжаттамасын ресімдей отырып, өнеркәсіптік пайдалануға тапсырады.

### 4.5. Бақылау, қорғау, сигнал беру және басқару жүйелерін баптау

Іске қосу - баптау жұмыстарының мақсаты-құрылғылардың барлық кешенін реттеу және оларды Берілген технологиялық режимге баптау. Автоматтандыру жүйелерін алдын ала сынау және баптау Тапсырыс беруші ұсынатын технологиялық режимдік карталарға сәйкес орындалады. Іске қосуға дайындау мен баптауды сығылған ауамен және электр энергиясымен автоматтандыру жүйелері мен аспаптарын қоректендіретін құрылғылардан бастайды. Содан кейін аспаптарды дайындауға, оларды реттеуге және сынауға кіріседі. Құрғатылған ауаның сапасын сынамалар алу және оларды ылғалдың болуына зертханада талдау жолымен мезгіл-мезгіл тексеру қажет.; 1 м3 0,1 г артық емес ылғал рұқсат етіледі. Бақылау, қорғау, сигнал беру және басқару жүйелерін іске қосуға дайындауды іріктеу тораптарын, датчиктерді, қайталама аспаптарды, қосу желілерін, пневматикалық және электрлік қосалқы аппаратураны, атқарушы механизмдерді қоса алғанда, өлшеу және реттеу схемаларын монтаждаудың дұрыстығын бақылай тексеруден бастайды. Электрмен жабдықтау жүйелерін монтаждаудың дұрыстығына және жарамдылығына көз жеткізгеннен кейін, автоматтандыру жүйелері мен аспаптарын іске қосуға дайындау және ретке келтіруге кіріседі. Ол үшін барлық өздігінен жазатын аспаптарға қағаз бен қауырсындар орнатылады, сиялар құйылады, қысымның ауыспалы ауытқуының Шығыс өлшегіштерін аспаптар түріне байланысты сынаппен немесе басқа

сұйықтықтармен зарядтайды, қағаздың жылжуының қажетті жылдамдығын белгілейді, шкаланың нөлдік мәніне сәйкес қысылған ауа қысымы кезінде бағыттамалар мен қауырсындардың салынуын тексереді. Осыдан кейін автоматтандыру құралдары мен құралдарын баптауға кіріседі - өлшеу құралдары мен өлшеу жүйелерінің көрсеткіштерін тексереді. Көрсеткіштердің қателігі аспаптың дәлдік класына сәйкес келуі тиіс. Тәжірибе көрсеткендей, аспаптың текшелік тексеруден кейін де жеке сынаудан кейін де аспаптарды орнату орнында орындалатын ішінара реттеуді қажет етеді. Автоматтандыру құралдары мен құралдарын баптап және реттеп, аспаптарға қосу желілерінің дұрыс қосылуын тексереді. Қорғау және сигнал беру схемалары технологиялық жабдықтың аварияларының алдын алуды қызмет көрсетуші персоналға сигнал беру немесе оны адамның араласуынсыз ажырату жолымен қамтамасыз етеді. Көптеген технологиялық объектілер үшін қорғау және сигнал беру жүйелерімен бақыланатын параметрлер тізбесі арнайы ережелер мен нұсқаулықтармен анықталады. Үздіксіз технологиялық процестер үшін сигнал беру және қорғау жүйелері жұмысының көлемі мен сенімділігіне қойылатын талаптар автоматтандыру жобасымен анықталады.

Жобалау құжаттамасын талдау кезінде реттеуші өндіріс технологиясын зерттеу нәтижелері бойынша жол берілмейтін мәндері өнім сапасының төмендеуіне, жабдықтың істен шығуына әкеп соғуы мүмкін немесе адам өмірі үшін қауіпті болуы мүмкін шамалардың барлығын тексеруге міндетті, қорғау және сигнал беру жүйелерімен бақыланады. Жобада сигнал беру, бақылау және қорғау жүйелерімен бақыланатын параметрлердің шекті мәндерінің тізбелері, сондай-ақ жүйелердің жекелеген элементтерінің іске қосылу реттілігі келтірілуі тиіс. Егер қандай да бір себептермен бұл тізбелер жобада болмаса, оларды тапсырыс беруші ретке келтіру ұйымына беруі тиіс. Тұтастай алғанда, бақылау, сигнал беру және қорғау схемаларының элементтерін баптау дайындаушы зауыттардың нұсқаулықтары бойынша жүргізіледі және өте қиын емес.

Қашықтықтан басқару схемалары реттеуші органдарды басқаратын атқарушы тетіктерді, басқару кілттерін және жағдайдың дистанциялық көрсеткіштерін біріктіреді. Басқару кілттері, ереже көрсеткіштері сияқты, әдетте басқару бекетінде қалқандарда немесе пультте орналасады. Дистанционды басқару схемасын баптаған кезде атқару механизмінің соңғы ажыратқыштары қажетті жағдайға орнатылады. Басқару кілтін "қашықтықтан"күйіне ауыстырады. Бағыттауды таңдау кілті реверсивті магнитті күшейткіштің түйіспелерін кезекпен тұйықтайды және атқару механизмі білігінің шеткі жағдайларында соңғы ажыратқыштардың іске қосылуы кезінде атқару механизмінің реверсирленуінің және ажыратылуының бар-жоғына көз жеткізеді. Содан кейін ережелердің дистанциялық көрсеткішін реттейді. Реостатты қозғалыс немесе күй көрсеткішінің индукциялық датчигінің плунжері реттеуші органның шеткі жағдайы кезінде 0 немесе 100 бөлікте болатындай етіп орнатылады. Егер жол қосқыштары бар болса, оларды түпкілікті немесе, егер өндіріс технологиясы

бойынша талап етілсе, неғұрлым тар диапазонға ұқсас орнатады. Бақылау, қорғау, сигнал беру және басқару жүйелерін баптаумен, іске қосумен және сынаумен монтаждаудың анықталған ақаулары мен байлау схемаларындағы өзгерістерді жоюға, ал қажет болған жағдайда қосымша құрылғылар орнатуға қабілетті монтаждау және баптау учаскелерінің неғұрлым білікті қызметкерлері айналысуы тиіс.

### 4.6. Жұмыс істеп тұрған жабдықта автоматтандыру жүйесін баптау

Жұмыс істеп тұрған технологиялық жабдықта автоматтандыру жүйесін ретке келтіру кезінде жобамен талап етілетін технологиялық процесс параметрлерін өлшеу дәлдігін қамтамасыз ету қажет. Жүйені өлшеу дәлдігін бақылау жүйесі аспаптарының көрсеткіштерін процесс параметрлерін тікелей өлшеумен немесе есептеу нәтижесінде алынған деректер туралы салыстырумен тексереді. Параметрлерді тікелей өлшеуді орнында үлгілі аспаптармен орындайды. Мысалы, сұйықтық деңгейін су өлшегіш әйнектер бойынша, температураны – сынапты үлгілі термометрлермен, құрамын, тығыздығын және басқа да физикалық-химиялық қасиеттерін зертханалық талдау деректері бойынша өлшейді. Бақылау жүйелері жұмысының дәлдігін анықтау кезінде реттеуші өлшенетін орта жай-күйінің есептеуден ауытқуына түзетулерді ескеруі және енгізуі тиіс. Әдетте, Автоматтандыру жүйесі жұмысының дәлдігін технологиялық процестің көрсеткіштері кезінде, аспаптардың жұмыс жағдайы есептеуішке жақындау үшін тексереді. Орташа шығыс өлшеуішінің жұмыс дәлдігін, номиналдының үштен бірінен аз уақыт жұмсағанда айтуға болмайды. Бұл талап - орташа жүктемелердің болуы - реттеу және қашықтықтан басқару жүйелерін баптауға толық қатысты.

Бақылау жүйесінің көрсеткіштері есептік көрсеткіштерден ауытқыған кезде жалғау желілерін қоса алғанда, жүйенің барлық элементтерін тексереді, ақауларды жояды және жүйені жұмысқа дәл және сенімді жұмыс істеуі көп дәрежеде реттеу жүйелерінің баптау жұмыстарының алдыңғы кезеңдерін жүргізу сапасымен - сапамен, қолданыстағы технологиялық жабдықта динамикалық күйге келтіру сапасымен анықталады.

Автоматты басқару жүйелерін (АСР) реттеу келесі операцияларды қамтиды: басқарылатын айнымалылардың инерциясы мен пайдасын анықтау, алынған мәліметтер негізінде реттегіш параметрлерін есептеу, жұмыста есептелген параметрлермен реттегіштерді қосу және қосу және динамикалық параметрлерді орнату үшін қажет болған жағдайда реттеу [18].

Объектінің инерциялық қасиеттері есептеу жолымен де, сондай-ақ реттеу жұмыстарының практикасында эксперименталды түрде де айқындалуы мүмкін реттелетін шамалардың қасиеттерін бағалаудың әртүрлі эксперименталды әдістерін қолданады, өйткені олар аз мөлшерде аппараттардың конструкциялары мен процестердің есептік әдістерде негізге алынатын идеалдан барлық ауытқуларын ескеруге мүмкіндік береді. Эксперименталды әдістің түрі алынатын деректердің талап етілетін дәлдігін, кедергіден қорғалатын -процессті, реттеу учаскелері параметрлерінің

номиналды, қажетті шынайы сипаттамаларды алудың жан-жақтарынан ықтимал ауытқуларын ескере отырып таңдалады.

Әдетте, технологиялық процестердің жобалық қуатына уақытында қол жеткізу кезінде сигнализацияланатын және шектелетін параметрлердің мәндері номиналдармен салыстырғанда кең шектерде өзгереді, бұл реттегіш персоналға нақты орталарда сигнал беру, қорғау және басқару жүйелерінің жұмыс істеу сенімділігін тексеруге мүмкіндік береді.

### 4.7. Автоматтандыру құралдары мен жүйелеріне қызмет көрсету және жөндеу

Жұмыстың мақсатына, көлеміне, құрамына және олардың орындалу мерзімділігіне сәйкес профилактикалық жұмыстар жоспарлы-ескерту жұмыстарына (ППР) және жоспардан тыс болып бөлінеді.

Жоспарлы-алдын алу жұмыстарының құрамына: барлық ауысым (тәулік) ішінде орындалатын аспаптарға ауысым сайын (тәулік сайын) техникалық қызмет көрсету; жоспар-кестеге сәйкес орындалатын кезеңдік техникалық қызмет көрсету кіреді.

Ауысым сайын (тәулік сайын) техникалық қызмет көрсету Бақылау және автоматты басқару құралдары мен жүйелерінің жұмысы үшін неғұрлым қолайлы жағдайлар жасауға бағытталған іс-шаралар кешенін білдіреді; ағымдағы қызмет көрсету Автоматтандыру құралдарының қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ететін операцияларды жүйелі түрде орындау болып табылады (сия құю, қағазбен және т.б. толтыру) және автоматтандыру құралдары мен құралдарын пайдалану кезінде туындайтын ақауларды анықтау.

Автоматтандыру құралдары мен құралдарына мерзімдік техникалық қызмет көрсету (мерзімдік тексеру) өндіріс сипатына және кәсіпорындардағы жұмыс режиміне (ауысымына) байланысты әзірленетін жоспарлы-алдын алу жұмыстарының бекітілген кестесіне сәйкес жүргізіледі. Мерзімдік тексеру жүргізу кезіндегі жұмыс көлеміне мыналар кіреді: оның техникалық жай-күйін анықтау үшін аспапты қарау, аспаптың дәлдігін тексеру және қажет болған жағдайда тиісті жөндеу түрін анықтау.

Жоспардан тыс жұмыс негізінен жөндеу жұмыстары немесе істен шыққан аспаптар мен басқару жабдықтарын ауыстыруға дейін азаяды.

Оқу құралдарының дәлдігі ГОСТ белгілеген стандарттарға, стандарттар, өлшеу құралдары комитетінің нұсқауларына немесе орнату және пайдалану нұсқауларында көрсетілген техникалық жағдайларға сәйкес тексеріледі [15].

Егер техникалық жағдайына байланысты құрылғы ағымдағы немесе күрделі жөндеуді қажет етпейтін болса, онда оның пайдалану мерзімі келесі жоспарлы тексеруге дейін ұзартылады.

Орындалған жұмыстың мақсаты, сипаты мен көлеміне сәйкес жөндеу келесі түрлерге бөлінеді: ағымдағы және күрделі.

Ағымдағы жөндеу кезінде түйіндерде кішігірім ақаулар мен жеке ақаулар жойылады, бұл құрылғының қалыпты жұмысына кедергі келтіреді. Техникалық қызмет көрсету құрылғыны ішінара бөлшектеу және зақымдалған ұсақ бөлшектер мен жинақтарды ауыстыру арқылы тазалауды қамтиды. Аспаптың өлшеу бөлігін жөндеу кезінде оны міндетті түрде тексеру жүргізіледі. Техникалық қызмет көрсетуді аспаптар мен автоматика қызметтерін жөндеу және калибрлеу бөлімі тікелей жерде, құрылғыны қондырғыдан шығармай немесе жөндеу шеберханасында жүзеге асырады. Соңғы жағдайда ақаулы жапсырма жөндеу қызметіне жауапты адамның қолымен толтырылады.

Құрылғыны күрделі жөндеу кезінде негізгі бөліктерді ауыстыру, механикалық бөліктерді де, электр тізбегін де реттеу керек. Жөндеу кезеңділігі кемінде бір жыл болатын құрылғылар үшін мақсатқа сай жүргізіледі.

Күрделі жөндеудің сапасы және құрылғыларды қабылдау тәртібі ГОСТ-қа, стандарттар, өлшеу құралдары комитетінің нұсқауларына немесе жаңа құрылғылар үшін белгіленген техникалық жағдайларға сәйкес келуі керек. Күрделі жөндеуден кейін барлық құралдар тексеріліп, пайдалануға берілуі керек.

Аспапты жөндеу екі жолмен жасалуы мүмкін: жеке және жеке.

Жеке жөндеуден кейін негізгі бөлшектер мен бөлшектер олар алынған құрылғыға орнатылады.

## № 5 Зертханалық-практикалық жұмыс
## Құрастыру жұмыстарын орындау үшін құжаттарды зерттеу

**1. Жұмыс мақсаты:** электр жабдықтары мен автоматика қондырғыларын орнатуға қажетті құжаттарды зерттеу.

**2. Зертханалық жабдық:** монтаж панелінің макеті;
технологиялық жабдықтар мен құралдар.

**3. Қысқаша теориялық ақпарат**

Сызба түсінігі келесі мағыналарға ие:

1. Сызба - электр жабдықтары мен байланыс тізбектерінің сызбасы, графикалық бейнесі. Олар бастапқы және қосалқы тізбектерді мақсатына, қорғалуына, сигнал берілуіне, бақылауына және т.с.с. ажыратады, сонымен қатар негізгі және монтаж тізбектерін ажыратады. Басқа да көптеген тізбектер бар. Бұл зертханалық жұмыста автоматика мен электр жабдықтарын орнатуға қажетті схемалар қарастырылған.

2. Сызба - белгілі бір функцияны орындайтын элементтер мен олардың арасындағы байланыс тізбегі.

Сызбаларды құрудың негізгі талаптарының бірі - оларды қабылдаудың қарапайымдылығы. Орнатушы диаграмманы қарап, схеманың қалай реттелгенін және осы тізбектің бір немесе басқа элементі қалай жұмыс істейтінін түсінуі керек.

Электр сұлбалары құрылымдық, функционалдық, принциптік және монтаждық болады.

Құрылымдық схема (блок-схема) бұйымның негізгі функционалдық бөліктерін, олардың мақсатын және өзара байланысын анықтайды Жекелеген тораптар немесе құрылғының бөліктері тікбұрыштармен белгіленеді, ал олардың арасындағы байланыстар сигналдардың өту бағытын көрсететін сызықтармен, бағыттамалармен көрсетіледі. Мұндай жағдайда функционалдық тораптар арасындағы өзара әрекеттесуді ұсыну оңай: сигналдардың шамасы мен нысаны, олардың түсу кезектілігі және т.б., содан кейін ғана жекелеген тораптарды бір-бірімен байланыстырып, сигналдарды байланыстыра отырып, принциптік схемаларды салуға болады.

Функционалдық сызба құрылғының жекелеген тораптарында (блоктарында) болып жатқан процестерді түсінуге көмектеседі, ол құрылымнан принципиалды жүйеге өту болып табылады. Онда сипатталған процестерді түсіну үшін қажетті бөлшектер егжей-тегжейлі бейнеленеді, ал екінші дәрежелі элементтер немесе тораптар тіктөртбұрыштар түрінде бейнеленеді. Мысалы, қуат тізбектері және т.б. мұндай схемада бөлшектемеуге болады

Принциптік схема принциптік схемада осы аспаптың электр құрылысы туралы толық түсінік береді шартты графикалық белгілер (УГО) түрінде аспаптың құрамына кіретін барлық электр элементтері көрсетіледі, олардың номиналдары және олардың арасындағы байланыстары көрсетіледі.

Принциптік схема Радиотехника үшін қолданылатын схеманың негізгі түрі болып табылады. Ол конструкцияның нақты түрі туралы көрнекі түсінік бермесе де, оның жұмыс принципін егжей-тегжейлі түсінуге мүмкіндік береді.

Сызбадағы шартты белгілер

Тізбекте болып жатқан процестерді толық түсіну үшін электр сұлбаларын дұрыс оқи білу қажет. Ол үшін шартты белгілерді білу керек. Электр сұлбаларында белгілердің екі түрі бар: графикалық және әріптік. Шартты графикалық белгілер П1–П6 кестелерінде берілген.

Электр тізбектерін таңбалау кезінде мынадай талаптарды сақтайды:

1. Аппараттардың түйіспесімен, реле, аспаптар, машиналар орамдарымен және басқа элементтермен бөлінген тізбек учаскелері әр түрлі таңбаланады.

2. Алмалы-салмалы, алмалы-салмалы немесе алмалы-салмалы контактілі қосылыстар арқылы өтетін тізбек учаскелері бірдей таңбаланады.

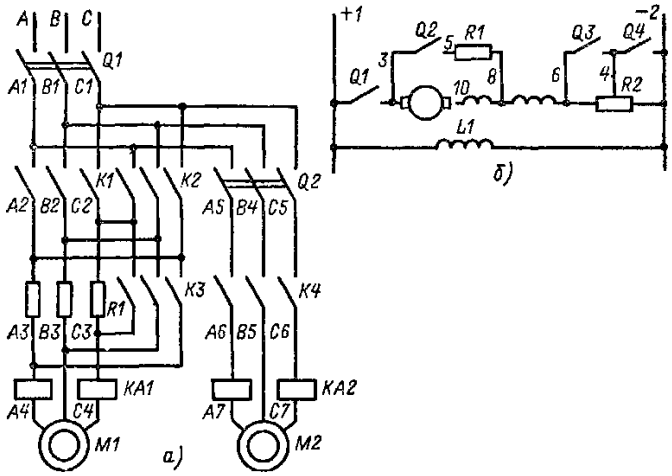
3. Айнымалы токтың үшфазалы тізбектерінде»,

4. "В"," С", екі фазалы – "А"," В";" В"," С";" С"," а", ал бір фазалы – "А";" В";"С". Нөл "О"әрпімен белгіленеді.

5. Оң полярлық тізбектің учаскелері тақ сандармен, ал теріс полярлық – жұп сандармен таңбаланады.

Жоспар сызбаларында күштік жабдықтың шартты белгісі қатар бөлшектермен жабдықтың жоспар бойынша нөмірі (алымында) және оның

қуаты (бөлімінде), ал шамдарда – қуаты (алымында) және метрмен (бөлімінде) орнату биіктігі көрсетіледі.




4.1-сурет. Электр тізбектерін диаграммалармен белгілеу (ГОСТ2.710–81): а - ауыспалы ток; b - тікелей ток

Өткізгіштерді тану, олардың мақсатын және тізбектің жекелеген учаскелерінің орналасуын анықтау үшін электр сұлбаларында таңбалау қолданылады.

Аппараттардың түйіспелерімен, реле, аспаптар, машиналар орамдарымен және басқа элементтермен бөлінген тізбек учаскелері әртүрлі таңбалауды алады. Алмалы-салмалы, алмалы-салмалы немесе алмалы-салмалы контактілі қосылыстар арқылы өтетін тізбек учаскелері, әдетте, бірдей таңбалауды алады. Қажет болған жағдайларда тізбектің осындай учаскелері үшін таңбалауға реттік сандар немесе құрылғылардың (агрегаттардың) белгілерін, оларды сызықша белгісімен бөле отырып, қосуға рұқсат етіледі.

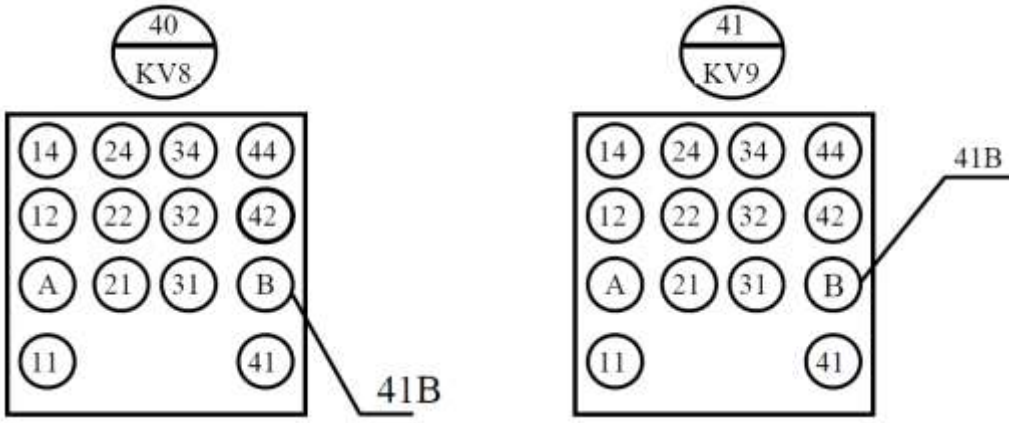
Монтаждау сызбасы

Қосылыстар сызбасы (монтаждық) – бұл бұйымның конструкциялық аяқталған тораптары арасындағы сыртқы және ішкі қосылыстарды көрсететін схема. Элементтердің бейнесі тіктөртбұрыштар, түстер немесе сыртқы кескіндер түрінде беріледі. Монтаждық схемада барлық сымдар, кабельдер мен бұраулар нақты орналасуына дәл сәйкестікте ойнатылады, сымдардың маркасы мен қимасы көрсетіледі. Жалғау схемасында сондай-ақ монтаж элементтері (тірек тіректері, Өтпелі және тігу қалыптары) бейнеленеді, олар оның қаттылығы мен дәнекерлеудің қолайлылығын қамтамасыз етеді. Монтаждық схема әдетте бірнеше бір типті құрылғыларды жасау болжанған кезде жасалады. Бұл жағдайда ол құрастыру мен монтажды едәуір.

Монтаждық сызба - бұл сызбада бейнеленген объектінің ішінде және сыртында компоненттердің нақты орналасуын көрсететін сызбалар, мұндай схемалар радиоаппаратураның көптеген түрлерін монтаждау үшін сызылады және монтаждық схемалардың көмегімен ғана емес, мысалы, электр шкафтарын жинайды. Монтаждық схема тораптар мен компоненттердің тізімін білдіреді, бірақ олар бір-бірімен жолға қосылмайды, осы

элементтердің шығыстарында маршрут көрсетіледі. Маршрут-бұл сызбадағы әріптік-сандық белгі элементтердің шығыстарында көрсетіледі,бұл тізбектің қандай басқа элементпен қосылуы тиіс екендігін көрсетеді.

Бұл жағдайда электр сұлбаға қарап, оны қалай оқу керек, маршрутты қалай дұрыс көрсету керек және т.б., мысалы, монтаждық схеманың мынадай бөлігі бар: (4.2 -сурет).




4.2-сурет. Монтаждық реле сызбасы

Егер монтаждық схемада жұмыс кернеуі, қандай да бір элемент жазылмаса, электр сұлбасын ашыңыз, онда осы элементті табыңыз және қараңыз. Бұл жағдайда бізде 2 KV8 және KV9 релесі, дөңгелектерде, элементтен жоғары, элементтің реттік нөмірі немесе нөмірі көрсетіледі. Ал шеңберлер ішінде бұл реле немесе отырғызу орындары, байланыстар. Дөңгелекшелер ішінде сондай-ақ сандармен жазылады, ал әріптермен - А-и - В-тамақтану үшін байланыстар белгіленеді.

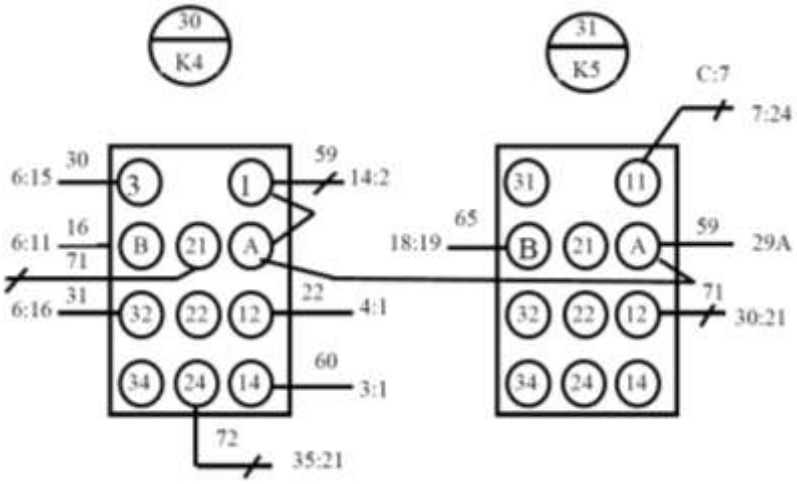
Басқа элементтермен біріктірілуі тиіс контактілер жолақтармен корпустың шетінен шығарылады және шетінен маршрут жазылады, біздің жағдайда-40 элементтен-41в маршрутымен бір байланыс кетеді, бұл маршрут нөмірі-в-элемент нөмірі-40-контактімен - в-элемент-41-байланыстырылуы тиіс. Бұл байланыс -Қазақстан - реле -40 және 41 - біріктіріледі бірге Бұл нұсқаулар маршруттың кембриках, онда элементте -40 байланыс-Қазақстан - закручивается (т. к. бізде бұрандалы клеммалармен байланысқан реле) кембрик киген сым -41: В -, ал элементте-41 - контактіге- В - 40: В-бағытында басқа кембрик киіледі.

4.3-сурет. Сымдарды таңбалау

Егер көріну оңайырақ болса, онда кембриктерде (Немесе Кәбілдік маркерлерде) қосылатын элементтердің кері маршруттары көрсетіледі.

Кейбір элементтерде, мысалы, сол реледе қандай да бір радиоэлементтер суреттелуі мүмкін, төмен схемада реле орамдарына

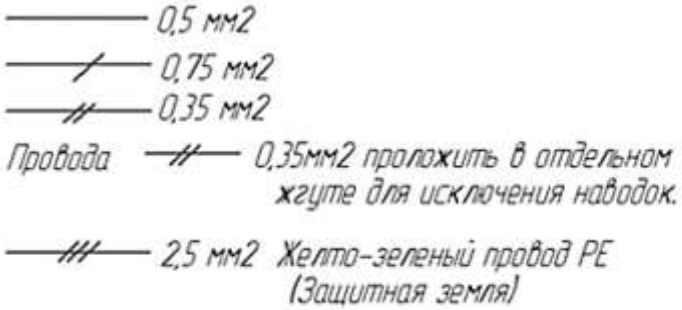
параллель, диодтар сызылады:




4.4- сурет. Монтаджық реле сызбасы

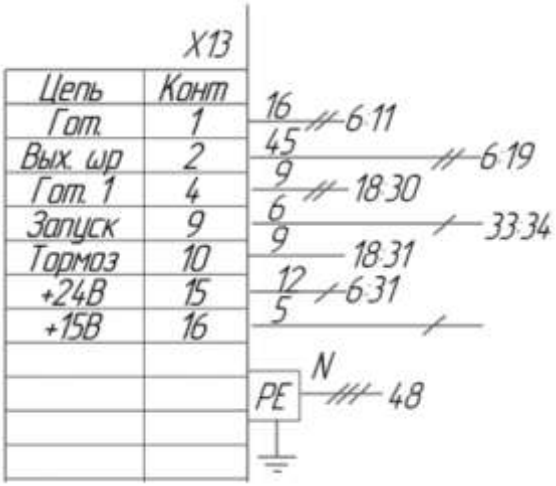
Мұндай элементтер, әдетте, сызбаларда маршруттардың көрсетуінсіз тікелей контактілермен жалғанады, яғни: диода аноды-VD5 - контактімен-В - реле-К4 -, ал катод-А - сол элементтің контактімен жалғанады. Мұндай элементтердің шығыстарында кембриктер киілмейді және маршрут тиісінше жазылмайды. Егер мұқият қараңызшы, онда 2-сызбада контактілерді қосатын перделерді көресіз-А - элементтер-30 - и-31-(реле-К4 - и-К5 -). Мұндай бөгеттер әдетте элементтердің арасында сызық жүргізу оңайырақ болған жағдайларда, әсіресе схемада маршрутты жазудан гөрі, бір-біріне жақын орналасқан жағдайда сурет салады. Егер элементтер монтаждық схеманың әр түрлі ұшында болса, онда осы екі элементті қосатын ұзын сызықты салу мағынасы жоқ, маршрутты көрсету оңай. Контакт-а-элемент-30 - контактімен-а-элемент-31-қосылады. Схемада 11-и - А –элемент - 30-өзара байланыстыратын тағы бір бөгет бар. Бөгеттерде әдетте монтаждау схемасында да, осы учаскені монтаждау кезінде де маршрутты көрсетпейді, схемаға кембриктер қол қоймайды.

Сызбасы монтаждау әртүрлі сымдармен, мысалы экрандалған, күштік, әдеттегі монтаждық немесе қимасы әртүрлі сымдармен орындалуы мүмкін. Монтаждық сұлбаларда шеттен әрдайым былай жазады: монтаждау үшін қандай сымдарды қолдану керек және олардың қимасы қандай, мысал 4.5-суретте көрсетілген.




4.5-сурет. Монтаждау схемаларында сымдарды белгілеу үлгісі

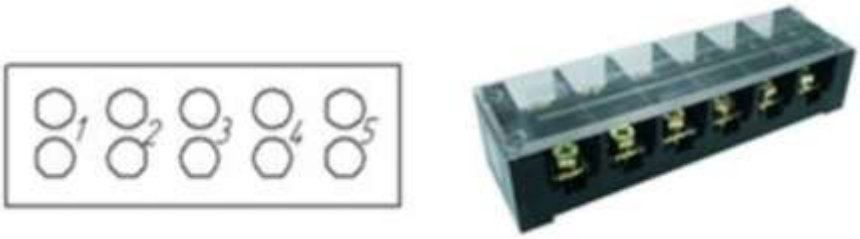
Бұл сұлбаның шағын бөлігін қарастырайық, онда осы тізбектерді қалай сыммен құрастыру керек (4.6- сурет).). Бірі схемасын көрініп тұрғандай, монтаждау, контактілер 1, 2, 4 қосқышы Х13 орындалуы тиіс сыммен қиысу 0,35 мм2, және біріктіру (монтаждау) контактілер 9, 15, 16 сыммен орындалады 0,75 мм2 және т.б. Монтаждау, жерге тұйықтау орындалады сыммен сары-жасыл түсті.




4.6- сурет. Сымдардың қимасы көрсетілген монтаждау сызбасы

Әдетте, монтаждау схемаларында көптеген элементтер оңай оқылып, түсініледі, көптеген элементтер стандартты түрде белгіленеді.

Бірақ жиі, монтаждық схемада элементтер бейнеленуі мүмкін, оларға қарап - бірден түсінбесеңіз, мұндай жағдайларда элементтің реттік нөмірі бойынша оны Принципті электр схемасында табу қажет. Мысалы, бұрандалы клеммниктерді белгілеу нұсқаларының бірі 4.7- суретте көрсетілген.



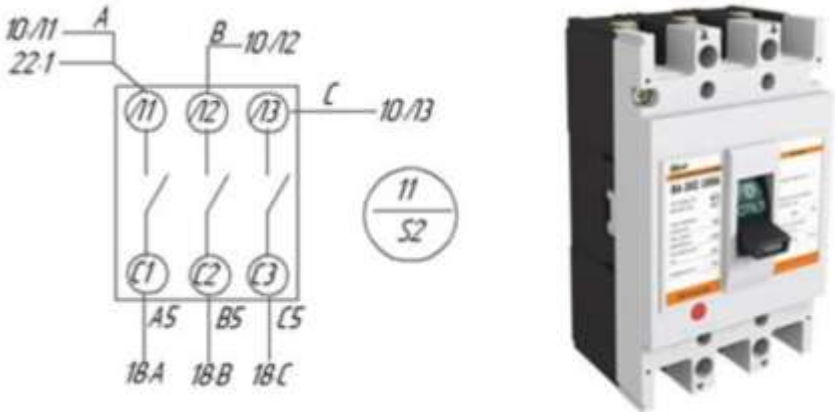

4.7-сурет. Бұрандалы клеммниктің монтаждау сызбасы

Төменде (4.8-сурет) үш фазалы трансформатордың сымдық сызбасында, трансформаторды А, В, С (фаза) жазуларынан білуге болады.

4.8-сурет. Үш фазалы трансформатордың монтаждау схемасы

Үш полюсті Автоматты Ажыратқышты белгілеу мысалы 4.9-суретте

көрсетілген.




4.9-сурет. Үш полюсті Автоматты ажыратқыштың монтаждау схемасы

**4. Жұмысты орындау бағдарламасы мен әдістемесі**

1. Электр сұлбаларының тағайындалуы мен құрастыру ережелерін оқып үйрену.
2. Монтаждау стендінің құрылымы мен құрамын зерттеу
3. Құрастыру стендінің құрылымдық сұлбасын құру.
4. Элементтерді қосудың монтаждық сызбасын орындау. Сымдарды таңбалау.
5. Монтаждау платасында элементтерді монтаждау.

**5. Есептің мазмұны**

1. Жұмыстың атауы мен мақсаты.
2. Сұрақтарға жауап беру.
3. Стендтің құрылымдық сұлбасы.
4. Тұжырымдар.

***Өзін-өзі тексеруге арналған бақылау сұрақтары:***

1. Негізгі электр шамалары (ток, кернеу, кедергі, қуат, өлшем бірліктері).
2. Генератордың мақсаты.
3. Жүктеме түсінігі.
4. Электр материалдарының түрлері және олардың сипаттамалары.
5. Қандай материалдар көбінесе өткізгіштер ретінде қолданылады және олардың сипаттамалары.
6. Схемалардың тағайындалуы.
7. Электр сұлбаларының түрлері.
8. Құрылымдық схеманың тағайындалуы.
9. Функционалдық схеманың тағайындалуы.
10. Принциптік схеманың тағайындалуы.
11. Автоматтандыруда қолданылатын ең көп таралған элементтердің әріптік кодтары.
12. Контактілі қосылыстардың шартты белгілері.

13. Ажыратқыштардың шартты белгілерінің мысалдары.
14. Электр тізбектерін таңбалау ережесі.
15. Таңбалаудың мақсаты.
16. Монтаждық схемалардың (қосылыстардың, қосылыстардың) мақсаты.
17. Сымдарды таңбалау үлгісі.
18. Монтаждау схемасында сымдарды таңбалау мысалы.
19. Монтаждық сызбада элементтің бейнесі.

## №6 Зертханалық-практикалық жұмыс
## Монтаждық шкафтардың құрылымын зерттеу. DIN рельстері мен кабельдік каналдар схема тақтасында (панельде)

**1. Жұмыстың мақсаты:** монтаждық шкафтардың құрылымын зерттеу; монтаждық панельде (платада) DIN-рейкаларды монтаждау және бекіту тәсілдерін зерттеу.

**2. Зертханалық жабдықтар:** монтаждау панелінің макеті технологиялық жабдықтар мен құралдар.

**3. Қысқаша теориялық мәліметтер**

НКУ шкафы (төмен вольтты жиынтық құрылғылар) (4.10-сурет) құрама конструкциясы болып табылады.:

- монтаждау кеңістігін ұтымды пайдалану;
- тігінен де, көлденеңінен де көп деңгейлі монтажды ұйымдастыру мүмкіндігі;
- шкафтың негізгі көтергіш құрылымын 15 минут ішінде артқы және алдыңғы қаңқаларды тартпалармен және монтаждық көлденең ұштармен жылдам қосу жолымен құрастыру;
- қалыңдығы 2 мм болат қаңқа профилі жоғары беріктікті қамтамасыз етеді;
- монтаждық элементтер шкафтың негізгі қаңқасына бекітілуі мүмкін, сондай-ақ перфорацияланған профильдің арқасында 25 мм перфорация қадамымен және диаметрі 4,5 мм тесіктермен өзара қосылуы мүмкін;
- қаңқаның симметриялық ° артқы панельді есікпен ауыстыру арқылы шкафтың екі жақты қызмет көрсетуін ұйымдастыруға мүмкіндік береді;
- есіктер тұтас, диаметрі 7 мм тесіктері бар рамамен күшейтілген, полиуретаннан жасалған нығыздағышы бар және ыңғайлы жерге тұйықтау контактісі бар
- есіктің ашылуы жағын оны ілгектерде алдын ала дайындалған тесіктерге қаңқаның басқа тік құраушысында араластыру жолымен тез ауыстыру мүмкіндігі
- жоғарғы және төменгі құлып механизмін бекітумен кілтке есікті жабу мүмкіндігі;
- тасымалдау, орнату шкаф корпусына бекітілетін мырышталған болат құймадан жасалған 4 рым-болттан тұратын жиынтықтың көмегімен

жүзеге асырылады;

- монтаждау кеңістігін біріктіре отырып, оларды жеке және кешенде пайдалануға мүмкіндік беретін бірнеше шкафтар қатарына қосу.

4.10-сурет. Шкаф дизайнының мысалы

Стандартты шкаф жиынтығы 1-кестеде көрсетілген.

Төмен вольтты жиынтық құрылғылар кернеуі 1000 В дейінгі түрлі мақсаттағы электр жабдықтары бар барлық өндірісте қолданылады.

*Кесте 4.1*

**НКУ шкаф жиынтығы**

| № | Атауы | Саны |
|---|---|---|
| 1 | Алдыңғы қаңқасы | 1 тал |
| 2 | Артқы қаңқасы | 1 тал |
| 3 | Сырлы | 4 тал |
| 4 | Есікті құрастыру | 1 тал |
| 5 | Артқы панель | 1 тал |
| 6 | Бүйірлік панель | 2 тал |
| 7 | Жоғарғы панель | 1 тал |
| 8 | Негізі 100 мм | 1 тал |
| 9 | Астыңғы жағынан люкпен | 1 тал |
| 10 | Монтаж тақтайшасы | 1 тал |
| 11 | Көзге арналған болт | 4 тал |

**Негізгі параметрлер**

НКУ келесі критерийлер бойынша жіктеледі:

- енгізу, электр энергиясын тарату функциялары;
- басқару функциялары;

Бір нүктеде функция бойынша белгілер біріктірілуі мүмкін.

Конструктивті орындалуы бойынша ашық (блок, панель, ашық қалқан) және қорғалған (жәшік, шкаф пульт, қалқан) болуы мүмкін. Қорғау дәрежесі- ГОСТ 14254-80 бойынша.

Қызмет көрсету тәсілі бойынша:Қызмет көрсету әдісіне сәйкес:

- бір жақты;
- екі жақты.

Аппараттарды, құрылғыларды және құрылғыларды орналастыру әдісі бойынша:

- бір қатар (бір қабат);
- екі қатарлы (екі қабатты);
- көп қатарлы (көп қабатты).

Пайдаланылатын аппараттар, құрылғылар мен құрылғылардың түрлері бойынша:

- байланыс;
- Байланыссыз;
- электронды;
- ақпараттық.

Бір НКУ-де орналасу әдістері мен қолданылатын құрылғылардың, құрылғылар мен құрылғылардың түрлерін біріктіруге болады.

СҚУ басты қасиеті - толықтығы. Бұл өндіруші шығарғаннан кейін НКУ корпусы пайдалануға дайын екендігін білдіреді.

Олардың құрамындағы кейбір НКУ шкафтары RS-485 интерфейсіне ие және ModBus RTU хаттамасын қолдана отырып, басқа жүйелермен байланыса алады. Осы интерфейстің арқасында НКУ шкафтарын кез-келген басқару немесе диспетчерлік жүйелерге оңай біріктіруге болады.

НКУ істерін тағайындау бойынша бөледі:

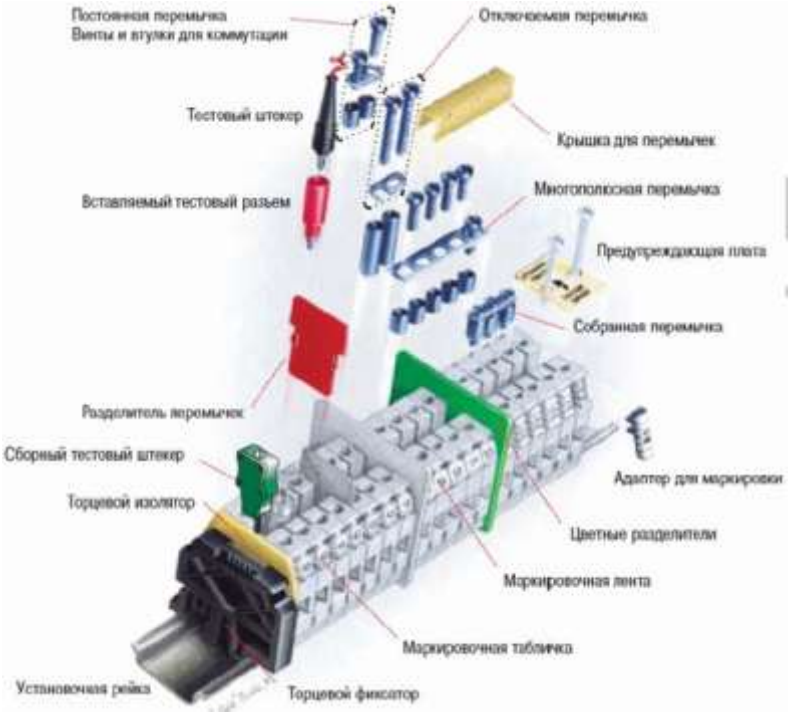
- АВР резервін автоматты түрде енгізуге арналған шкафтар;
- тарату шкафтары;
- басқару шкафтары;
- қашықтан басқару пульті.

НКУ кабинетінің құрамы оның мақсатына тікелей байланысты. Шкафтың ішінде негізгі және қосалқы электр тізбектерінің жабдықтары бар. Шкафтың дизайны қажет болған жағдайда кез-келген жабдықты ауыстыру мүмкіндігін қарастырады. IP қорғаудың жоғары дәрежесі орнатылған жабдықты сенімді қорғауға мүмкіндік береді. Заманауи толық және тарату құрылғыларының басты артықшылықтарының бірі - олардың ықшамдылығы (4.11-сурет). DIN рельстерінің өнертабысы коммутатордың электр жабдықтарымен толтырылуын түбегейлі өзгертуге мүмкіндік берді.

Аксессуарлардың кең ассортименті кез-келген, тіпті ең күрделі шешімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді (4.12 -сурет).

4.11- сурет. Шкаф НКУ орнатылған электр жабдығы

DIN рельсі - бұл электр энергетикасында қолданылатын металл профиль үшін жалпыланған атау. Қажеттілікке байланысты (салмақ, беріктік, жердегі терминалдар арқылы өткізілетін ток) болат мырышталған немесе алюминий шығарылады (4.12-сурет). Ол үздіксіз немесе әдеттегі түйреуішпен, сондай-ақ белгілі бір ұзындыққа кесуді жеңілдететін алдын-ала кесумен болуы мүмкін.




4.12-сурет. DIN рельсті керек-жарақтары

Шаршы метрден аз қабырға аймағын алып жатқан заманауи қалқанға

он немесе одан да көп ажыратқыштар, метр, нөлдік жұмыс және қорғаныс шинасы және басқа да қажетті элементтер сыяды.

Мұндай ықшамдылық модульді, біртұтас технологияны кеңінен енгізу арқылы қамтамасыз етілді. Басқаша айтқанда, барлық элементтер - есептегіштер, реле, стартерлер, RCD, кішкентай өлшемді қосқыштар баланың конструкторының бөлшектеріне ұқсайды, оларды көптеген комбинацияларға оңай жинауға болады.

Неміс инженерлері керемет (қарапайым) бөлік - DIN рельс ойлап тапты. Ол бүкіл ұзындығы бойымен перфорацияланған күрделі металл профилі түрінде шығарылады. Алюминийден немесе болаттан мырышталған DIN рельстер шығарылады - олар салмағы, беріктігі, сонымен қатар жердегі терминалдар өткізетін токтың беріктігі бойынша ерекшеленеді. DIN рельстері қатты немесе тесілген болуы мүмкін.

4.13 –сурет. DIN-рельсі Ω-типтік, орнатылған ажыратқышпен

Бөлшектеуді жеңілдету үшін оларға белгілі бір ұзындыққа алдын ала кесу қолданылуы мүмкін аббревиатураны орыс тіліне шығару неміс стандарттау институты ретінде аударылады – Deutsches Institut fur Normund.

Сонымен қатар, DIN-рейкалар профиль түрі бойынша әр түрлі профильдер латын әліпбиінің әріптеріне ұқсайды, сондықтан олар - Ω, G және C типті таңбаланады.

Модульдік Жабдықтың әр түрлі элементтерін орнату қораптарында, электр шкафтарында немесе қалқандарда – Автоматты ажыратқыштардың ТҚЖ және т.б. бекіту үшін профильдің көлденең қимасында арнайы губкалар бар. DIN-рейк профилі рельстің пішініне қатты ұқсайды, сондықтан олар екінші атауы – din-рельстер.

DIN тіректері бар стандартты электр панелі модульді біріккен құрылғыларды орнатудың ыңғайлылығымен және қарапайымдылығымен ерекшеленеді. Ақырында, бұрандалармен емес, автоматты түрде коммутаторды бір қимылмен жұлып (бекітіп) бекіту әлдеқайда ыңғайлы.

Заманауи автоматиканың барлық элементтері DIN рельстеріне бейімделген, сондықтан оларды рельсте орнату өте оңай - губканы станокқа жалпақ бұрағышпен қысыңыз, содан кейін оны жайлап жылжытыңыз, басыңыз - және бәрі, машина өз орнына орнатылады. Бір модульді орнату үшін бірнеше секунд жеткілікті.

Бүгінгі таңда стандартты DIN рельстері тек ажыратқыштарды, RCD,

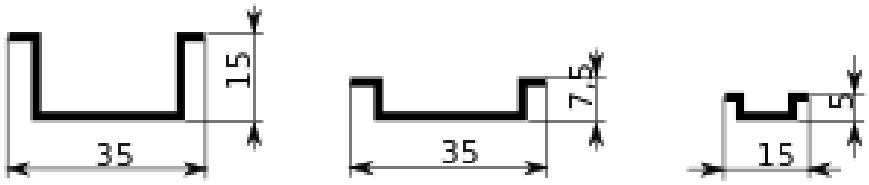
дифференциалды ажыратқыштарды орнатуда ғана емес, сонымен қатар монтаж терминалдарында, түрлі релелерде, электр розеткаларына арналған электр есептегіштерде қолданылады.

Әдетте өндіруші DIN рельстері панель тақтасының ажырамас элементі болып табылады. Алайда, мұндай рельс, қажет болған жағдайда, кез-келген жерде орнатуға жеткілікті. Осы мақсатта рельстің профилі тесіктермен тесілген, соның арқасында оны қажетті жерде бұрандалы қосылыстармен немесе өздігінен бұрап тұратын бұрандалармен бекітуге болады. Рельсті орнату кезінде сіз оған орнатылған машиналардың енін ғана ескеруіңіз керек. DIN рельстерін кесу үшін тегістеуішті қолданған дұрыс, бірақ бұл металды төсеу арқылы да сәтті жасалады.

Жоғарыда айтылғандай, профильге байланысты DIN-рельс өлшемдерінің бірнеше түрлері бар, олар оларға орнатылған жабдыққа байланысты. Ең көп тарағаны - Ω типті (Омега типті рельстер). Мұндай рельстің ұштары сыртқы жағынан бүгілген, ол қимада ол to - грек алфавитінің әрпіне ұқсас.

DIN рельсінің (Омега түрі)

TH35 - ені 35 мм арнайы профильдегі заманауи стандартты теміржол. Бұл рельсті Германия стандарттау институты (DIN) әзірлеген және Халықаралық электротехникалық комиссия (IEC), сонымен қатар Еуропалық стандарт (EN) қабылдаған. Ресейде TN35 рельсі 2004 жылдан бастап ГОСТ IEC 60715-2003 қабылданғаннан бастап ұлттық стандарт ретінде енгізілді. Қалыңдығы да, профиль ені бойынша да қысқартылған форматтағы рельс бар (3-сурет) (рельстердің соңғы түрі, әдетте, құрылғылар емес, терминалдарды орнату үшін қолданылады). Әдетте 35 мм стандартты DIN рельстері әдетте 2 м ұзындықта болады, әр түрлі мөлшерде DIN рельстерін шығаруға болады (4.14-сурет).




4.14 -сурет. Din-рейка Ω-типті, түрлі форматты

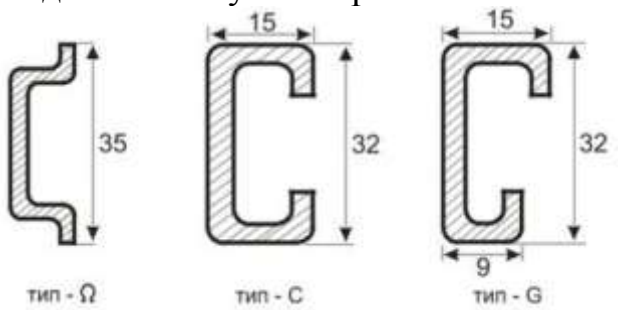
Электр қалқандарында типтік реектерді пайдалану соңғыларға қызмет көрсетуді едәуір жеңілдетеді. Автоматты ауыстыру үшін оларды ажырату үшін сымдарды бекіту бұрандаларын клеммаларда әлсірету жеткілікті, содан кейін аспаптың бекіткіші төмен қарай жылжиды және автомат рейкадан алынады.

С-типті және G-типті din-рейкалар

Осы түрлердің рейкаларының ұштары ішке оралған. G және С типті рейкалар әдетте аппараттық қысқыштарды, Клемма қалыптарды және т.б. орнату үшін қолданылады (4.15 сурет).

DIN-рейка-электр техникалық Өнеркәсіпте қолданылатын металл

профильдің жалпыланған атауы талаптарға байланысты (салмақ, беріктілік, жерге қосу клеммасы арқылы жүргізілетін ток күші) Болат гальванизацияланған немесе алюминийден шығарылады (4.13 сурет). Тұтас немесе тұрақты перфорация қадамы бар, сондай-ақ белгілі бір ұзындыққа бөлуді жеңілдету үшін алдын ала кесумен бар.




4.15-сурет. С типті және G типті DIN рельстері

4.16-сурет. G типті DIN рельстері

Электр монтаждық қораптар

Электр монтаждық қораптар қақпағы бар қораптың ашық типті күштік, әлсіз тогы желілерін төсеуге арналған дайын конструкцияның берік жабылуын және беріктігін қамтамасыз ететін құлып болады. Қораптар жануға және қолайсыз ортаның әсеріне төзімді, бұл электр сымдарының жануынан жақсы қорғау болып табылады. Қорабтың кейбір түрлерінде Күштік және әлсіз токты желілерді бөлуге арналған ішкі қалқа бар, бұл монтажды едәуір жеңілдетеді.

Әр түрлі түсті шешімдері бар тікбұрышты пішінді әр түрлі қималар шығарылады.: 12×12, 15×10, 16×16, 20×10, 25×16, 25×25, 40×16, 40×25,40×40, 60×40, 60×60, 80×40, 80×60, 100×40, 100×60.

Егер сізге әртүрлі мақсаттарда және әртүрлі көлденең қималарда көптеген сымдарды төсеу қажет болса, рамкалармен, розеткалармен (қуат, төмен ток), ажыратқыштармен, қораптармен және т.б. жабдықталған кабельдік арналарды қолданған жөн.

Кабельдік каналдар жаңа құрылыс және қайта құру кезінде кеңседе және тұрғын үй-жайларда, өндірістік және әкімшілік ғимараттарда, медициналық және балалар мекемелерінде ашық типтегі ақпараттық, электрлік және төмен вольтты электр байланыстарын салуға арналған. Өздігінен жануға және +60 ° С дейін қызып кетуге төзімді. Кабельдік арналар өздігінен сөндіретін поливинилхлоридті материалдардан жасалған. Көбіне

ыңғайлы ажырату үшін төмен вольтты қалқандарда қолданылады. Өлшемдердің айырмашылығы тармақталған желілерді құруға және электр шкафтарында орнатуды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін дизайнның модульділігін қамтамасыз етеді.

**4. Бағдарлама және әдістеме**

1. Монтаждық тақтайшаны орнатуға дайындаңыз.
2. Орнату үшін DIN тіректері мен түтікшелерін дайындаңыз.
3. DIN рельстерін және түтікшелерін монтаждау аймағына сәйкес орнатыңыз.
4. DIN-рельске және бекіту тақтайшасындағы қораптарға бекіткіштер жасаңыз.
5. Орнату тақтасын қалқанға салыңыз.

**Есеп мазмұны**

1. Жұмыстың атауы және мақсаты.
2. Сұрақтарға жауап беру.
3. Бекітілген DIN рельстерімен және қораптарымен монтаждалған табақтың эскизі.
4. Қорытындылар.

***Өзін-өзі тексеруге арналған тест сұрақтары:***

1. НКУ шкафтарының мақсаты.
2. СҚУ шкафының дизайны және негізгі элементтері.
3. СҚУ кабинетінің құрамы.
4. Монтаждық тақтайшаның мақсаты.
5. DIN рельстерінің мақсаты.
6. DIN рельстерінің түрлері.
7. DIN-рельстердің стандартты өлшемдері.
8. G және C типіндегі рельстердің мақсаты және олардың өлшемдері.
9. Қандай керек-жарақтарды DIN рельсіне орнатуға болады.
10. DIN рельсіне қандай электр жабдықтарын орнатуға болады.
11. Электр қораптарының мақсаты.
12. Қораптардың түрлері.

## № 7 Зертханалық-практикалық жұмыс. Микропроцессорлық контроллерді монтаждау. Микропроцессорлық контроллердің қосымша модульдерін монтаждау

**1. Жұмыс мақсаты:** өндірістік контроллерлерді монтаждау; контроллердің қоректенуін, кірулерін және шығуларын қосу; контроллердің қосымша модульдерін қосу.

**2. Зертханалық жабдықтар:** монтаждау панелінің макеті; технологиялық жабдықтар мен құралдар; қорек блогы 24В; бағдарламаланатын логикалық контроллерлер, ПЛК FX 1N 24MR, AL2 24 MR DC.

**3. Қысқаша теориялық мәліметтер**

Өндірістік контроллер " терминімен арнайы конструктивтік орындаудағы өнеркәсіптік Автоматиканың құралдар класын сипаттайды, құрылғылар жиынтығы, объектімен байланысы бар және міндетті түрде жалпы қолдану тілдерінде бағдарламаланады.

Бұл дегеніміз, орталық процессордың элементтік базасы 8 биттік бір кристалды процессорлардан бастап және коммуникациялық процессорлармен аяқталатын кез келген болуы мүмкін. Сондықтан көп жағдайда өнеркәсіптік контроллер анықтағанда тар мағынада жасырылады: PC-адам-машиналық интерфейс функцияларын ең аз іске асырумен жергілікті басқару міндеттерін шешуге бағытталған модульдік орындаудың үйлесімді контроллері. Өндірістік контроллер-автоматты басқарудың күрделі міндеттерін шешу үшін жиі модульдік бағдарламалаушы контроллер.

ДК аппараттық құралдарын дамытудың екі желісін бөлу керек-үйлесімді өнеркәсіптік контроллерлер:

1. IBM PC архитектурасын кіші габаритті кірістірілетін жүйелер аймағында максималды сақтау. Бұл желінің ең танымал бұйымдары PC/104 стандартындағы модульдік контроллерлер (стандарт "Амрго" фирмасымен ұсынылған) және "Octagon Systems"фирмасымен өндірілетін micro PC стандартындағы контроллерлер болып табылады.

Аталған екі стандарт да дербес компьютерлердің бастапқы тұжырымдамасынан азырақ болды. Екі стандарт да құрастырудың модульдік принципі бар, ол кезде бұйымның соңғы конфигурациясы оның құрамына енгізілген функционалдық платалар (Модульдер) жиынтығымен анықталады. Сондықтан әртүрлі конфигурацияда қарастырылған стандарттардың өнімдері өнеркәсіптік компьютерлерге және өнеркәсіптік бақылаушыларға бірдей табыспен жатқызылуы мүмкін.

2. Ашық бағдарламалық қамтамасыз етумен үйлесімді ДК-де ауыстыратын процессорлық модульді ПЛК архитектурасы мен конструктивтік шешімдерін максималды сақтау. Бұл желі бұйымдарының ұраны "бір бұйымда PC және PLC барлық артықшылықтары". Ал жетекші өндіруші фирмалар осындай шешімге әр түрлі жақтан келді.

ПЛК-логикалық басқару алгоритмдерін жүзеге асыруға арналған микропроцессорлық жүйе.

Қазіргі заманғы контроллер дискретті және аналогтық сигналдарды өңдей алады, клапандарды, жылытқыштарды, қадамдық қозғалтқыштарды, сервоприводтарды, жиілік түрлендіргіштерін басқара алады, ПИД-реттеуді жүзеге асыра алады. Жоғары пайдалану сипаттамалары ПЛК-ны датчиктерден сигналдарды логикалық өңдеу (циклограмма бойынша жұмыс) немесе жоғары дәлдікті цифрлық реттеу (ПИД) талап етілетін барлық жерде қолданудың орындылығын қамтамасыз етеді.

Контроллерді қолдану:

1. Жоғары сенімділік;
2. Қарапайым тираждау және басқару құрылғыларына қызмет көрсету;
3. Жабдықты құрастыру мен баптауды тездетеді;

4. Басқару алгоритмдерін жылдам жаңартуды қамтамасыз етеді (оның ішінде жұмыс істеп тұрған жабдықта да).

Бағасы мен сенімділігіне байланысты ӨБҚ қолданудан тікелей пайдадан басқа жанама да бар. Жабдықтың мүмкіндіктерін толық іске асыруға көмектесетін дайын өнімнің құнын қиындатпай және ұлғайтпай қосымша функцияларды іске асыру мүмкіндігі пайда болады. Микроэлектрониканың тез дамуы ББА бағасының одан әрі төмендеуін және сипаттамаларының жақсаруын күтуге мүмкіндік береді, бұл оларды қолдануға қосымша ынталандыру болып табылады. Шығарылатын ПЛК кең ассортименті қарапайым есептерді шешу үшін, сондай-ақ өндірісті кешенді автоматтандыру үшін оңтайлы модельді таңдауға мүмкіндік береді.

FX1N сериялы контроллерлер

FX1N икемді модульдік кеңейту опцияларымен арзан компакт контроллердің артықшылықтарын біріктіреді.

Шағын базалық блоктарды шағын өлшемді кеңейту модулдерімен біріктіру мүмкіндігі FX1N серияларын экономикалық тұрғыдан оңтайлы және оңтайлы етеді. Бұл тәсіл модульдік жүйелердің икемділігімен моноблокты конфигурациялардың төмен құнын біріктіреді.

FX1N сериясының негізгі модульдері FX0N немесе FX2N сериялы барлық кеңейту модульдеріне толық сәйкес келеді.

Базалық агрегаттар әр түрлі қуат көздерімен және шығыс түрлерімен әр түрлі дизайнда жеткізіледі.

230VAC немесе 12VDC және 24VDC қуат көзі бар, релелік немесе трансформаторлық шығысы бар модельдер қол жетімді. Базалық блоктардың барлық нұсқаларында бірдей процессор және бірдей өнімділік бар. Функционалды және интерфейс адаптері, сонымен қатар дисплей модулі тікелей контроллерге орнатылуы мүмкін.

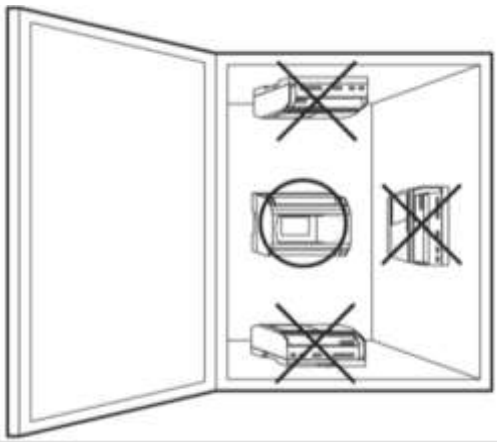
Орналастырудың жоғары тиімді құралдарының арқасында FX1N сериялы контроллерлер серво жетектерімен немесе баспалдақтармен бірге қарапайым 2-осьтік позициялау жүйесін ешқандай қосымша модульдерсіз қолдануға мүмкіндік береді.

Mitsubishi Electric компаниясының ALPHA сериялы контроллері - бұл автоматтандырудың көптеген міндеттерін шешудің қарапайым және қол жетімді шешімі. Мысалы, жарықтандыру құрылғыларын, кондиционерлерді, қорғаныс жүйелерін немесе температураны бақылауға және сұйықтықты басқаруға арналған құрылғыларды басқару үшін. Контроллерлерде сандық және аналогты кіріс және шығыс, 1 кГц дейінгі жылдам есептегіштер, ұялы байланыс желілерімен жұмыс істеуге арналған GSM функциялары бар. Қосымша I / O модульдерін қосуға болады.

Кірістірілген жарықтандырылған дисплей сізге диаграммалармен жұмыс істеуге және мәтіндік хабарламалар жіберуге мүмкіндік береді. Үш деңгейлі парольді қорғау сегіз функционалды батырманың көмегімен өзгертуге болатын мәліметтер мен параметрлерге рұқсатсыз кіруді болдырмайды.

ПЛК монтаждау ерекшеліктері

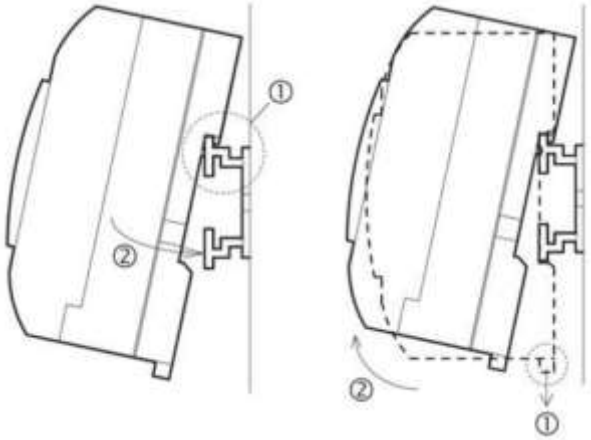
Контроллер шаңның шамадан тыс құрамы бар немесе шаң агрессивті немесе тұтанғыш газдар бар, ылғалдылығы жоғары немесе құрылғы жаңбырдың астында болуы мүмкін электр өткізгіш болып табылатын жерлерде орнатылмауы тиіс. Құрылғы соққыға немесе шамадан тыс дірілге ұшырамауы тиіс. ПЛК жоғары вольтты кабельдерден және күш жабдықтарынан барынша мүмкін қашықтықта орналасуы тиіс. Контроллер орнатылуы тиіс шкафта басқару (4.17-сурет).



4.17- сурет. Контроллердің шкафта орналасуы

Көптеген ПЛК-тарды DIN EN SOO22 стандартымен (4.17-сурет) қолданып, DIN рельсіне орнатуға болады. Орнату кезінде контроллер корпусындағы ойықтың жоғарғы жиегін рельстің жиегімен туралап, құрылғыны DIN рельсіне орнату керек (4.17-сурет). Ажырату үшін ілмектің ілмегін тартып, негізгі басқару блогын DIN рельсінен ажыратыңыз.

Орнату кезінде электр қосылымдарын жасаған кезде келесі ережелерді сақтау керек.




4.18-сурет. Контроллерді орнату (сол жақта) және ажырату (оң жақта)

DIN рельстерін пайдалану кезінде (1)

Көптеген ПЛК DIN EN SOO22 стандартының din-рельсіна бекітудің көмегімен бекіткіште орнатуға болады (4.17 сурет). Орнату кезінде қажет біріктіруге жоғарғы шеті арналары, қолда бар корпусында контроллер бастап өлкесі рейкалар орнату құрылғы DIN -рельсі (4.17-сурет). Ажырату үшін

ілмекті төмен қарай созып, контроллердің бас блогын DIN-рельстан ажырату қажет.

Инсталляция кезінде электр қосылыстарын орындау кезінде келесі ережелерді сақтау қажет.

Кіріс және шығыс тізбектерін қосу кезінде бас блокты қосу үшін 0,13–3,31 мм2 қимасы және қосымша модульдерді қосу үшін 0,2–2,5 мм2 монтаж сымдары қолданылады.

Негізгі блок пен кеңейту модульдерін қосу үшін сымдарды тазарту ұзындығы:

- 26-12 AWG басты блок үшін ° 7мм =0,5 мм тазалау;
- 24-14 AWG кеңейту модулі үшін 6 м тазалау қажет.

Қосу кезінде сымның зақымдануын болдырмау үшін айналмалы сәттің шамасы 0,5–0,6 Н•м болуы тиіс.

Көп сымды пайдаланған кезде оқшаулау қабатын алып тастау, сым торабын құрайтын сымдарды ширату, тиісті өлшемдегі ұштарын орнату және сымдарды қосу қажет.

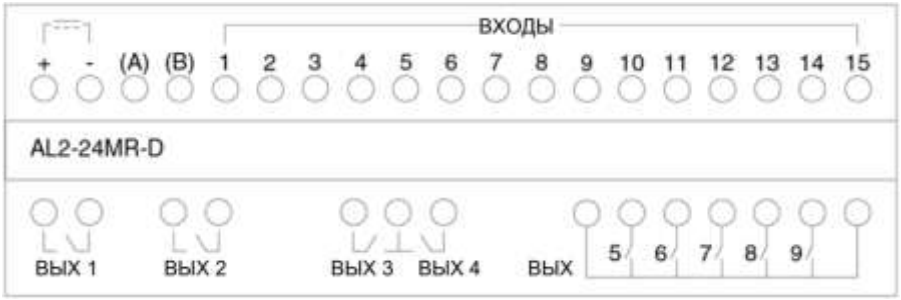
Бір сымды пайдаланған кезде оқшаулама қабатын алып тастау керек, содан кейін сымды қосу керек.

Айнымалы ток көзі бар контроллерлерді пайдаланған кезде фазалық сым l түйіспелі клеммасына қосылуы тиіс, ал бейтарап сым N түйіспелі клеммасына қосылуы тиіс.

Тұрақты ток көзі бар контроллерлерді пайдаланған кезде оң сым " + " контактілі клеммасына қосылуы тиіс, ал теріс полярлы сым контактілі клеммаға "–"қосылуы тиіс.

Электр қуат көзін қосуға арналған байланыс клеммалары құрылғыда бар басқа клеммалармен біріктірілмеуі тиіс

Қысқышты қосу тамақтану, кіру және шығу контроллер AL2-24MR-D ұсынылуы 4.19- сурет.




4.19-сурет. AL2-24MR-D контроллері, тұрақты кернеудің шығу релесінің шығу терминалдары үшін кіріс терминалдары

4. Жұмысты орындау бағдарламасы мен әдістемесі

1. FX 1N 24MR ПЛК құрылымы мен элементтерін оқу;

2. Қоректену көзі бар контроллерді қосудың ұсынылған схемасын оқып үйрену;

3. Қорғаныс құрылғыларын пайдалана отырып, тұрақты ток желісіне AL2 14MR D контроллерін қосу ЭЖ құру;

4. Контроллердің кіруіне соңғы жағдайдағы датчикті қосу ЭЖ құру;
5. Аралық реле контроллердің шығысына қосу ЭЖ құру.
6. Din рейкаға контроллерді орнату;
7. АЭЖ қолдану AL2-14MR D монтажын жүргізу;
8. Соңғы орналасу датчигін контроллердің кіруіне қосу;
9. Аралық реле контроллердің шығысына жалғау;
10. Al232-CAB бағдарламалау кабелін пайдалана отырып, контроллерді компьютерге қосыңыз. (Қосымша П5.4; П5.5);
11. Кіріс сигналы бойынша шығуды қосу бағдарламасын құру;
12. Бағдарламаны контроллерге жазу;
13. Бағдарламаның жұмысын тексеру.
5. Есептің мазмұны
1. Жұмыстың атауы мен мақсаты.
2. Сұрақтарға жауап беру.
3. Контроллерді қосу сұлбасы.
4. Тұжырымдар.

***Өзін-өзі тексеруге арналған бақылау сұрақтары:***
1. Контроллерлердің тағайындалуы және қолданылуы.
2. Контроллерлердің түрлері.
3. Сипаттамалары ПЛК.
4. ПЛК таңбалау.
5. Контроллерлердің қоректендіру көздері.
6. Кіріс сигналдарының көздері.
7. Кіріс сигналдарының түрлері.
8. Шығыс сигналдарының түрлері.
9. ПЛК құрастыру ерекшеліктері.

## № 8 Зертханалық- практикалық жұмыс
## Тұрақты ток электр қозғалтышын жөндеуден кейін сынау

**1. Жұмыс мақсаты**: жөндеуден кейін электр қозғалтқышын сынау әдістемесімен танысу.

**2. Қысқаша теориялық ақпарат**

Тәуелсіз және параллель қозғауы бар тұрақты ток электр қозғалтқышы айналу жиілігін кең және біркелкі басқаруды қажет ететін мехатронды жетектерде кеңінен қолданылады. Бірдей электр машинасы қозғалтқыш режимінде де, генератор режимінде де жұмыс істей алады. Электр машинасының бұл қасиеті қайтымдылық деп аталады.

Электр қозғалтқышының арматуралық орамасы (тіреуішіндегі Y1 және Y2 терминалдары) төмен қарсылыққа ие, ал егер оған өріс орамасын қоспай кернеу қолданылса (тіреуіште M1 және M2 терминалдары), қысқа тұйықталу пайда болады. Қозғалтқышты тікелей іске қосу токтың күрт тоқтауын және, демек, жұмыс механизмдеріне теріс әсер ететін біліктің өткір соққысын тудырады. Сондықтан электр қозғалтқыштарын іске қосу кезінде әдетте тегіс іске қосу қолданылады (кернеу реттелетін жетектерде біртіндеп артады)

немесе сатылы түрде (қосымша резисторлар арматура тізбегінде уақыттың кідірісімен жіберіледі).

Тұрақты токтың электр қозғалтқышын пайдалану барысында оның тораптары тозады және мерзімді қызмет көрсету мен жөндеуді талап етеді. Тұрақты ток қозғалтқыштарының коллекторы болады, онда кернеу астында Зәкір орамдарының секциялары коммутацияланады, бұл щетканың көрші ламельмен өтуі кезінде ұшқын тудырады, мұндай жағдайларда жұмыс щеткалардың және коллектор ламельдерінің бетінің тез тозуын туғызады, сондықтан коллекторды тексеріп, щеткалардың жай-күйін тексеру қажет. Тозған және бүлінген қалқаншаларды дереу ауыстыру қажет, ал коллектордың шөткелден көмірмен ұшуы қозғалтқышты тұтыну тогының өсуіне себеп болуы мүмкін, демек, коллектордың тез тозуына қозғалтқыштың механикалық тораптарының жай-күйі де мойынтіректердің тұтастығы, оларда майлаудың болуы және уақтылы ауыстырылуы, сондай-ақ қозғалтқыш шықпаларының назаржимдеріндегі және оған әкелінетін сымдардың тазалығы мен тотықтарының болмауы маңызды.

Қызмет көрсетуші персоналдың электр тогымен зақымдануын болдырмау үшін қозғалтқышты оқшаулаудың кедергісін тексеру міндетті және электр машиналары мен сымдарының орамдарын оқшаулау температураның, ылғалдылықтың, ластанудың және т.б. әсерінен біршама жеңіл өзгерістерге ұшырайды.

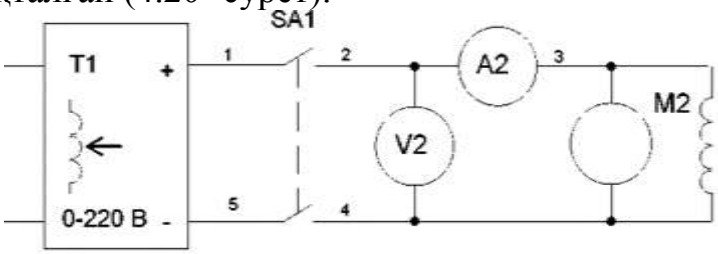
Электр машиналары, сымдар және кабельдер үшін оқшаулама кедергісінің рұқсат етілген нормалары ТШ немесе МЕМСТ-да көрсетіледі. Кернеуі 1000 В дейінгі электр машиналары үшін орамдардың оқшаулау кедергісі 0,5 МОм кем болмауы тиіс. Оны жеке орамдар арасында, сондай-ақ әрбір орам мен электр машинасының корпусы арасында өлшейді.

Сондықтан жөндеуден кейін қозғалтқыш барлық нүктелерді мұқият тексеріп, тексеруден өтеді.

**3. Жұмыс тәртібі**

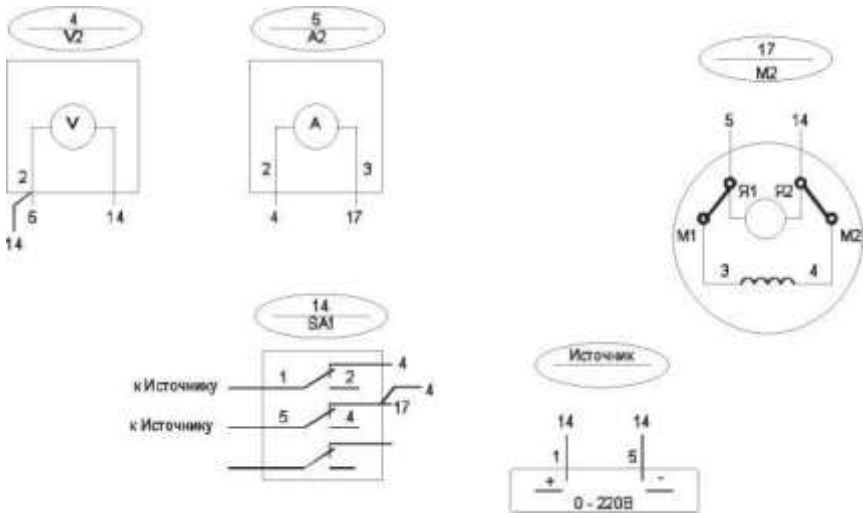
Бұл жұмыста параллель қозғауы бар тұрақты токтың электр қозғалтқышы зерттеледі. Ол үшін тіреуіш өшірулі болған кезде өлшеу құралдарының көмегімен арматура орамаларының кедергісі мен қоздыру және осы орамалардың оқшаулау кедергісі өлшенеді. Өлшеу зертханада бар болса, тестерлер немесе мегагерлердің көмегімен жүзеге асырылады.

Қозғалтқыштың жұмыс параметрлерін тексеру үшін тізбек жинақталған (4.20- сурет).




4.20 -сурет. Қозғалтқыштың жұмыс параметрлерін тексеруге арналған сызба

Кесте монтаждық сызба бойынша құрастырылады (4.21-сурет). Монтаждың дұрыстығын тексеру тестердің көмегімен стендтерді желіден жұмысқа дайындау: ЛАТР реттеуішін ең төменгі Шығыс кернеуіне сәйкес келетін жағдайға шығару, жұмыста пайдаланылмайтын қалған аппараттар стендті қосқан кезде кернеуге түспейтініне көз жеткізу. Сызбаны оқытушымен тексергеннен кейін желіден стендті толтырып, сызбаға кернеу беру керек. Содан кейін тұрақты кернеудің реттелетін көзінің шығу кернеуін ЛАТР көмегімен қозғалтқыштағы номиналды шамаға (220 В) дейін бірқалыпты арттыру.




4.21-сурет. Қозғалтқыштың жұмыс параметрлерін тексеруге арналған монтаждау сызбасы

Қоректендіруші кернеудің номиналды мәні кезінде тұтынылатын ток және электр қозғалтқышы білігінің айналу жылдамдығы бақыланады, бұл мәндер электр қозғалтқышының паспорттық деректерімен салыстырылады

4. Есептің мазмұны

1. Жұмыстың мақсаты.
2. Қысқаша теориялық мәліметтер.
3. Зертханалық қондырғыны қосу схемасы.
4. Өлшеу нәтижелері.
5. Алынған нәтижелерді талдау және жұмыс бойынша қорытындылар.

***Өзін-өзі тексеруге арналған бақылау сұрақтары:***

1. Тұрақты ток қозғалтқышының жұмыс принципі.
2. Тұрақты ток қозғалтқышының негізгі қолданылуы.
3. Тұрақты ток қозғалтқыштарының негізгі кемшілігі.
4. Тұрақты ток қозғалтқышы үшін іске қосу-баптау жұмыстарының бағдарламасы неде?
5. Қандай принцип бойынша белгіленеді щеткалар машиналар бойынша-стоянного ток?

## № 9 Зертханалық-практикалық жұмыс
## Монтаждаудан кейін коммутациялық аппаратармен электр қозғалашын сынау

**1. Жұмыс мақсаты:** электр қозғалтқышының жұмысын бақылау үшін электр жабдықтарын тексеру әдістемесін оқып үйрену; қозғалтқыштың жұмысын өлшеу құралдарын қолдана отырып өлшеуге үйренеді.

**2. Қысқаша теориялық ақпарат**

Өнеркәсіптің, құрылыстың және ауылшаруашылықтың барлық салаларында кең фаза тогы бар үш фазалы токтың асинхронды электр қозғалтқыштары кең таралған. Электр қозғалтқыштары төлқұжаттарда көрсетілген номиналды мәліметтермен сипатталады: қуат, кернеу, статор тогы, кіріс тогының көптігі, қуат коэффициенті, ротордың жылдамдығы, номиналды момент.

Электр қозғалтқышы жұмыс орнына орнатылып, жұмыс істемей тұрған кезде және жүктеме кезінде тексеріледі; қажет болған жағдайда тестілеуге жатады. Электр машиналарын басқару, реттеу және қорғау электр құрылғыларының көмегімен жүзеге асырылады. Электр тізбектерін басқару үшін қолданылатын құрылғылар автоматты емес және автоматты болып бөлінеді. Автоматты құрылғыларға: электр қозғалтқыштарының немесе электр желісінің белгіленген режимі өзгерген кезде қашықтан басқарылатын немесе автоматты түрде жұмыс істейтін контакторлар, магнитті іске қосу құрылғылары, ажыратқыштар жатады.

Асинхронды электрқозғалтқыштың іске қосуды реттеу автоматикасын ретке келтірудің алдында тұрақты ток схемалары, жеке жалғау схемалары болған кезде жалпы құрылғылардың принципті сұлбаларын тексеруден тұратын қосу схемаларының талдауын орындау қажет.

Қағидаттық схемаларды талдау мынадай тәртіппен жүргізіледі::

- схеманың әрбір элементі мен түйіспесінің тағайындалуы, сондай-ақ олардың номиналды шамалары мен элементтерінің қуатын таңдаудың дұрыстығы анықталады;
- артық жүктеме кезінде және авариялық режимдерде қалыпты (жұмыс) режимде схеманың қалай жұмыс істейтіні анықталады, онда сақтандырғыштың жануы немесе автоматты ажыратқыштардың іске қосылуы кезінде не болады;
- реленің ауыстырып қосқыштары мен түйіспелерінің қалыпты жағдайына назар аударады.

Екінші басқару құрылғыларын орнатудың негізгі ақаулары мыналарды қамтуы мүмкін:

- жабдық пен байланыстың дұрыс емес түрін қолдану;
- ашық тізбекті басқару;
- басқаруда жалған тізбектердің болуы;
- Орнату сымдарын қосу кезіндегі қателер.

Орнатқаннан кейін электр қозғалтқышының міндетті сынақтары мыналарды қамтиды:

- тұрақты токпен статор орамаларының кедергісін өлшеу;

температураны түзетуді ескере отырып - бұл қарсылық сертификатталған мәндерге сәйкес келуі керек, егер олар жоқ болса - барлық үш фаза үшін бірдей мәліметтерге сәйкес келуі керек;

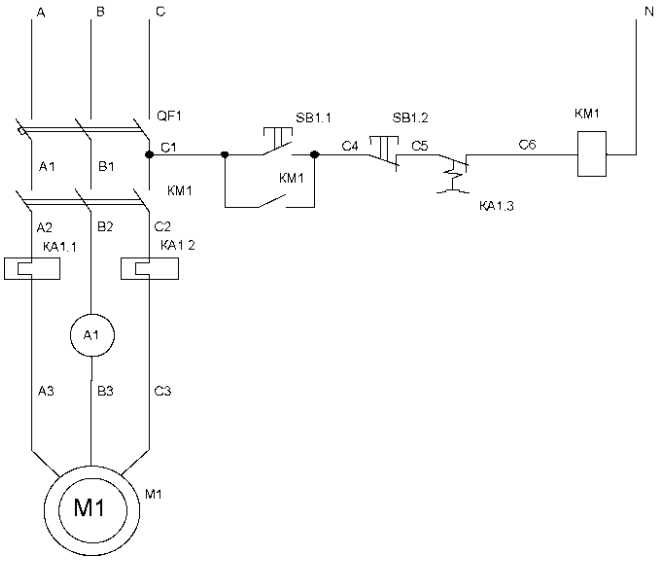
- статор орамаларының оқшаулау кедергісін мегаомметрмен бір-біріне және корпусқа қатысты өлшеу; сол уақытта оқшаулау кедергісі 10-30 ° С температурада 0,5 МΩ төмен болмауы керек.

**3. Жұмыс тәртібі**

Индукциялық қозғалтқыштың паспорттық деректерін жазып алыңыз (қозғалтқыш корпусындағы тақтайшаны қараңыз) және іске қосу қондырғысымен танысыңыз (олардың толық тағайындалуы мен негізгі деректерін жазыңыз).

Жұмысты орындау үшін 4.22-суретте көрсетілген электр тізбегін құрастыру қажет.

Бұл жұмыстағы зерттеулер М1 индукциялық қозғалтқыш негізінде жүзеге асырылады. Оның жұмысын бақылау үшін келесі коммутациялық құрылғылар қолданылады: QF1 сөндіргіші - басқару тізбегін қорек кернеуіне қосу және қысқа тұйықталу токтарынан қорғау үшін; КМ1 магниттік стартер - қозғалтқыштың статор орамасын қоректендіру кернеуіне қосу үшін; КА1.1 және КА1.2 жылу релесі - қозғалтқышты ұзақ жүктемелерден қорғау үшін; қозғалтқышты іске қосу және тоқтату үшін SB1.1 және SB1.2 батырмаларының түймелері.




4.22 -сурет Моторды басқару тізбегі

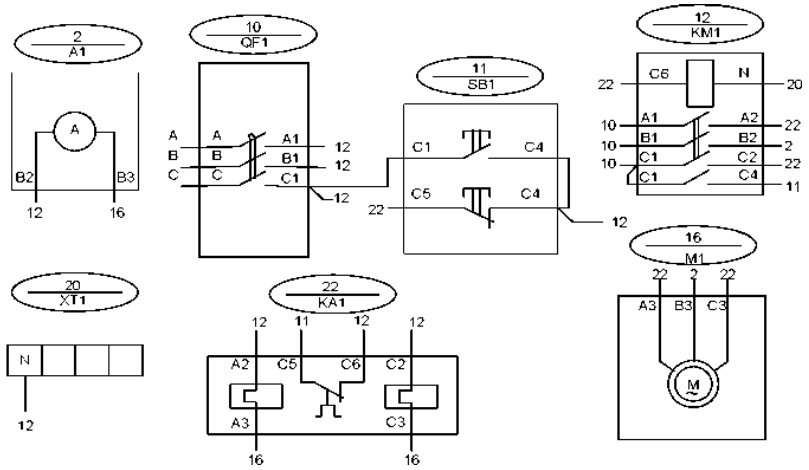
Фазалардағы токты, фазалық кернеулерді, тұтынылатын белсенді қуатты және электр қозғалтқышы білігінің айналу жылдамдығын бақылау А1 амперметрімен, v1 вольтметрімен, W1 ваттметрімен және тахометр п аспаптары бойынша жүргізіледі.

Кесте 4.23-суреттің монтаждық схемасы бойынша құрастырылады.

Танысу орналасуымен аппараттарының тақтасында стенд монтаждық схема суретте 4.23 қайта тіркеп басқару сұлбасы қозғалтқыш М1 (4.22-сурет). Тестердің көмегімен стендте ажыратылған қоректену кезінде сызбаның монтажын тексеру оқытушы тексергеннен кейін берілген қоректену

кернеуінде сызбаның жұмысын тексеру. Амперметр көрсеткіштерін алып тастау. Тестермен барлық фазалық және сызықтық кернеуді өлшеу. Айғақтарды тіркеу.

Қосу-реттеу аппаратурасын және қорғау аппараттарын дұрыс таңдау туралы қорытынды жасау. Қорытындыларды негіздеу.




4.23-сурет. Электрқозғалтқышты басқару аппараттарын қосудың монтаждық сызбасы

**4. Есептің мазмұны**

1. Жұмыстың мақсаты.
2. Қысқаша теориялық мәліметтер.
3. Зертханалық қондырғыны қосу схемасы.
4. Өлшеу нәтижелері.
5. Алынған нәтижелерді талдау және жұмыс бойынша қорытындылар.

***Өзін-өзі тексеруге арналған бақылау сұрақтары:***

1. Іске қосуды реттеу аппаратурасына қандай аппараттар жатады?
2. Монтаждаудан кейін электрқозғалтқышты қандай режимдерде тексереді?
3. QF1 және R1 жылу релесінің сұлбасы (4.21 суретті қараңыз).
4. Магнитті қосқыштардың конструкциясы және жұмыс істеу принципі. Автоматты ажыратқыштардың конструкциясы және жұмыс істеу принципі.
5. Егер статор орамасының бір фазасының оқшаулама кедергісі корпусқа немесе басқа орамаға қатысты нормативтіктен аз болса, не туралы айтады?
6. Егер ораманың фазаларының бірінің тұрақты токқа кедергісі басқа фазалардың кедергісінен артық (аз) болса, жағдай не туралы айтады?

# ҚОРЫТЫНДЫ

1519000 «Мехатроника» мамандығы бойынша студенттердің осы оқу құралының материалдарын зерделеудің басты мақсаты «Электронды, телемеханикалық, радиорелелік аппаратураның автоматты жүйелерін жөндеу және сынау» 04 кәсіби модулін оқу шеңберінде олардың болашақ кәсіби құзыреттілігінің негіздерін қалыптастыру болып табылады. Оқу құралы келесі оқу нәтижелеріне бағытталған:

- өндірісте қолданылатын материалдардың қасиеттерін анықтау және сыныптау;
- электронды, телемеханикалық, радиорелелік аппаратураның автоматты жүйелерін, изотоптық релелерді, бергіштерді, реттелетін электр жетегі жүйелерін баптау және сынау жүргізу;
- автоматты және автоматтандырылған мехатрондық жүйелерді құраушы ретінде мехатрондық модульдерді құрастырудың негізгі кезеңдері мен ерекшеліктерін сипаттау;
- цехтың (бөлімшенің) технологиялық процесін жүргізу тәсілдерін меңгеру.

Бұл оқу құралы студенттердің материалды терең түсіну мақсатында өз бетінше орындауға арналған тапсырмалардан тұрады. Ұсынылған курсты меңгеру нәтижесінде студенттер электртехникалық материалдардың негізгі түрлерімен, мехатрон құрылғыларын құру түсінігі мен принциптерімен, мехатрондық жүйелердің жетектерін басқару сұлбаларында электрондық құрылғыларды қолдануымен, оларды құрастырумен, монтаждаумен және баптаумен танысады.

Оқу құралы мехатрондық жүйелерді пайдалану, жобалау, әзірлеу және зерттеу мәселелерімен айналысатын оқытушыларға да пайдалы болады деп үміттенеміз.

# ГЛОССАРИЙ

**Автоматты аппараттар –** токтарды қосуға, тізбектегі қалыпты жағдайларда оларды жүргізуге және ажыратуға, сондай-ақ қалыпты (берілген) уақыт ішінде қосуға, жүргізуге және қысқа тұйықталу токтары сияқты тізбектегі нормаланбаған жағдайларда токтарды автоматты түрде ажыратуға қабілетті контактілі коммутациялық аппарат (механикалық немесе электрондық).

**Автоматты реттеу жүйелері** басқару объектісіндегі жекелеген параметрлерді (температура, қысым, деңгей, шығыс және т.б.) реттеу үшін қолданылады. Қазіргі заманғы автоматты басқару жүйелерінде (АБЖ) автоматты реттеу жүйелері АБЖ кіші жүйелері болып табылады және оларды объектіні немесе процесті басқару кезінде әртүрлі параметрлерді реттеу үшін қолданады.

**Жоғары моментті қозғалтқыш** – тұрақты токтың электр қозғалтқышы, онда электромагниттік қозудың орнына тұрақты магниттерден қозуды пайдаланады. Жоғары моментті электр қозғалтқыштар сандық бағдарламалық басқарылатын станоктарды берудің электр жетектерінде қолданылады.

**Демультиплексор –** сигналды бір ақпараттық кіруден ақпараттық шығулардың біріне ауыстыруға арналған логикалық құрылғы. Осылайша, демультиплексор функционалдық қатынаста мультиплексорға қарама-қарсы. Схемаларда демультиплексорлар DMX немесе DMS арқылы белгіленеді.

**Доға сөндіргіш құрылғы –** тізбекті ажырату кезінде ажыратқыштың түйіспелерінде пайда болатын электр доғасын өшіруге арналған жоғары вольтты ажыратқыштың торабы.

**Орындаушы механизмдер** – бұл электр сигналдарын қажетті басқару әсеріне түрлендіру арқылы физикалық процестерге механикалық әсер ететін құрылғылар.

**Логикалық құрылғы –** бұл процессор блогы, ол басқарумен (ББ) бұл жағдайда Операндтар деп аталатын қарапайым деректерден бастап арифметикалық және логикалық түрлендірулерді орындау үшін қызмет етеді.

**Магнит өрісі** – қозғалыстағы электр зарядына және олардың қозғалыс жағдайына қарамастан магниттік сәтке ие денелерге әсер ететін күш өрісі; электромагниттік өрістің магниттік құраушысы. Магнит өрісі зарядталған бөлшектер тогымен және/немесе атомдардағы электрондардың магниттік моменттерімен жасалуы мүмкін.

**Механикалық түрлендіргіш** – коллектор мен щеткалы құрылғыдан тұратын, зәкір орамасында бар бір жиіліктегі токты щеткаларға жалғанған тізбектегі басқа жиіліктегі токтарға түрлендіру үшін коллекторлық машинада қызмет етеді.

**Кедергі сәті –** инерция моментінің ең алыс нүктеге дейінгі қашықтыққа қатынасы. Иілу кезінде беріктікке есептерде кедергінің осьтік сәттері қолданылады.

**Мультиплексор** – бірнеше сигналдық кірісі, бір немесе одан көп басқару кірісі және бір шығысы бар құрылғы. Мультиплексор кірісінен шығу сигналын жіберуге мүмкіндік береді; бұл ретте қалаған кіріс таңдау басқарушы сигналдардың тиісті комбинациясын берумен жүзеге асырылады.

**Автоматты емес аппараттар –** ажыратқыштар, ауыстырып қосқыштар, пакеттік ажыратқыштар, рубильниктері бар жәшіктер, сондай-ақ барабанды ажыратқыштар мен контроллерлер болып табылады, оларды басқаруды тікелей оператор қолмен жүзеге асырады**.**

**Айнымалы ток –** уақыт өте келе шамасы мен бағыты бойынша өзгеретін электр тогы немесе жеке жағдайда, электр тізбегінің бағытын өзгеріссіз сақтай отырып, шамасы бойынша өзгеретін электр тогы.

**Пермаллой –** темір мен никельден тұратын магнитті жұмсақ қасиеттері бар прецизионды қорытпа. Бірнеше басқа компоненттермен қосымша легірленуі мүмкін. Қорытпаның жоғары магнитті өткізгіштігі, кіші коэрцитивті күші, нөлдік магнит өрісі және айтарлықтай магниторезистивті әсері бар.

**Пермендюр –** кобальтпен темір қорытпасы, ванадий аз қосылған. Қорытпа 1920 жылдары АҚШ-та жасалған. Магнит өрісінің индукциясының өте жоғары мәндерінде магниттік өткізгіштіктің қанығу қасиетіне ие. Электромагниттердің ұштықтарын және басқа да құрылғыларды жасауда шектеулі қолданылады.

**Тұрақты ток** – электр тогы, ол уақыт өте келе шамасы мен бағыты бойынша өзгертілмейді. Тұрақты ток-бір бағытты токтың бір түрі.

**Қоспа** – технологиялық қоспа ретінде немесе шихта материалдарын құраушы ретінде оны өндіру процесінде қорытпаның құрамына өткен химиялық элемент.

**Бағдарламаланатын логикалық матрица** – бұл тік және көлденең шиналардың арасындағы байланысты ұйымдастыру арқылы булевалық функциялар жүйесін бағдарламалауға мүмкіндік беретін әмбебап құрылым. Бұл байланыс жиынтығы логикалық матрицаны (ЛМБ) бағдарламалау нәтижесінде берілген өрнек жүйесін іске асыра алады. Мұндай матрица белгілі бір күрделіктегі кез келген логикалық функцияны орындауға тең болуы мүмкін.

**Реттеуші органдар –** объектіге заттардың немесе энергияның шығысын өзгертумен оған реттеуші әсерін жүзеге асырады.

**Күштік түрлендіргіш –** электр жетегіне реттеуші әсер ететін элемент.

**Жылу кеңеюі** – тұрақты қысымда температураның өзгеруімен дене өлшемдерінің өзгеру әсері. Қатты денелер үшін бұл құбылыс тордағы зат атомдарының өзара әрекеттесу потенциалының симметриялы еместігімен байланысты, бұл орта жағдайға қатысты атомдар тербелісінің ангармонизмге алып келеді.

**Жылу өткізгіштігі –** материалдық денелердің дененің қыздырылған бөліктерінен дененің қыздырылған бөлігіне дене бөлшектерінің ретсіз қозғалысы арқылы энергия өткізу қабілеті.

**Тиристор** – үш немесе одан көп p-n-өткелдері бар жартылай өткізгіштің монокристалл негізінде орындалған және екі тұрақты жағдайы бар жартылай өткізгіш аспап: «жабық» жай-күйі — төмен өткізгіштіктің жай — күйі; «ашық» жай-күйі – жоғары өткізгіштіктің жай-күйі.

**Жиілікті транзисторлық түрлендіргіштер** – бұл күштік арнадағы күштік IGBT модульдерін және басқару арнасындағы сигналдық микропроцессорларды пайдалана отырып жасалған, барлық қажетті қорғаныспен және блоктармен жабдықталған қазіргі заманғы жартылай өткізгіш құрылғылар.

**Меншікті электр өткізгіштігі** – бұл материалдың іргелі қасиеті, ол электр тогының қаншалықты қатты кедергісін немесе ағынын өткізетінін анықтайды. Төмен үлестік қарсылық электр тогын оңай өткізетін материалды көрсетеді.

**Меншікті электр кедергісі** – материалдың электр тогының өтуіне кедергі жасау қабілетін сипаттайтын физикалық шама, Ом·М-де көрсетіледі.

**Ендік-импульстік модуляция** – құралды пульсациялайтын қосу және ажырату әдісімен қуатты басқару процесі. Аналогтық тігіс және сандық тігіс, екілік тігіс және үштік тігіс бар.

**Электр түрлендіргіш** – параметрлердің және/немесе сапа көрсеткіштерінің бір мәндері бар электр энергиясын параметрлердің және/немесе сапа көрсеткіштерінің басқа мәндері бар электр энергиясына түрлендіретін электр техникалық құрылғы.

**Электрмеханикалық түрлендіргіш** – бұл электр энергиясын механикалық және керісінше түрлендіру үшін құрылған құрылғылар класы. Сондай-ақ электр энергиясын басқа түрдегі электр энергиясына түрлендіруге болады. Электр механикалық түрлендіргіштің негізгі түрі электр қозғалтқышы (электр генератор) болып табылады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ


1. Кулигин В.А., Электротехника және электроника. Электр техникасы және электроника бойынша зертханалық-тәжірибелік жұмыстар. Вологда: ВоГУ, 2014 ж.
2. Евстифеев В.В., Корытов М.С. Электротехникалық материалдар, пластмассалар, резеңкелер, композиттер. Оқу құралы. Омск: СибАДИ басылымы, 2009 ж.
3. Алиев И.И., Электротехникалық материалдар мен бұйымдар. Анықтамалығы. М.: ЖК РадиоСофт, 2007 ж.
4. Афанасьева Н.А., Булат Л.П., Электротехника және электроника, оқу құралы, Санкт-Петербург, 2010 ж.
5. Егоров О.Д., Мехатрондық құрылғылардың қолданбалы механикасы, М.: ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2013 ж.
6. Карнаухов Н.Ф., Мехатронды және робототехникалық жүйелердің электрондық құрылғылары, Ростов-на-Дону, 2017 ж.
7. Лушников Б.В. Электромеханикалық және мехатрондық жүйелер, Курск, 2012 ж.
8. Грабченко А.И., Клепиков В.Б., Доброскок В.Л., Крыжный Г.К., Анищенко Н.В., Кутовой Ю.Н., Пшеничников Д.А., Гаращенко Я.Н., Мехатроникаға кіріспе, Х.: НТУ «ХӘЖ», 2014 ж.
9. Афонин В.И., Еропова Е.В., Родионов Р.В., Умнов В.П., Электр жетегі, Владимир, 2013 ж.
10. Анучин А.С., Электр жетектерінің жүйесін басқару: М.: МЭИ баспа үйі, 2015 ж.
11. Карнаухов Н.Ф. мехатронды жүйелердің электр және гидравликалық жетектері: оқу. оқу құралы / Н.Ф. Карнаухов. - Ростов-н /Д: ҚарМТУ баспа орталығы, 2015 ж.
12. Карнаухов Н.Ф. Электромеханикалық және мехатронды жүйелер. Оқу құралы. Ростов-на-Дону, «Феникс», 2006ж.
13. Лукинов А.П. Жобалау мехатрондық және робототехникалық құрылғылар: Оқу құралы. - СПб. «Лань» баспасы, 2012 ж.
14. Егоров О.Д., Подуров Ю.В. Мехатронды модульдер. Есептеу және құрастыру. «Станкин» МГТУ, 2004 ж.
15. Технологиялық машиналар мен жабдықтардың мехатроникасы және жүйе техникасы. М.: «Дашков және К», 2015 ж.
16. Готлиб Б.М. Мехатроникаға кіріспе: мехатроникалық модульдер мен жүйелерді жобалау және қолдану. Оқу құралы. Екатеринбург: УрГУПС, 2008;
17. Готлиб Б.М. Мехатроникаға кіріспе: мехатрониканың тұжырымдамалық негіздері. Оқу құралы. Екатеринбург: УрГУПС, 2008 ж.
18. Капустин Н.М. Машина жасаудағы өндірістік үдерістерді автоматтандыру: Оқу. ВТУЗ үшін. - М.: Жоғары мектеп, 2004 ж.
19. http://rateli.ru/books/item/f00/s00/z0000008/index.shtml
20. http://window.edu.ru/resource/929/62929/files/itmo347.pdf

21. http://selectelement.ru/electronic-element
22. https://docplayer.ru/53897698-Uchebnoe-posobie-po-discipline-elektronnye-ustroystva-mehatronnyh-i-robototehnicheskih-sistem.html
23. https://zv.susu.ru/attachments/article/
24. http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/6995/1/00771.pdf