

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

**Е. Ю. ПЕРЕЖНЯК, Г. А. КИЛЫБЕКОВА,
Р.С. ЖАНАТАЕВА, М. Т. КИЛЫБЕКОВ**

**ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМЫ,
ЖҰМЫС ІСТЕУ ҚАҒИДАТЫ ЖӘНЕ МІНДЕТІ**

*0707000 – «Тау-кен электромеханикалық жабдықтарына техникалық
қызмет көрсету және жөндеу» 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 ж.

ӘӨЖ 621.3 075
КБЖ 33.16 я73
Э 46

Электр жабдықтарының құрылымы, жұмыс істеу қағидаты және міндеті: Оқу құралы / Е. Ю. Пережняк, Г. А. Килыбекова, Р. С. Жанатаева, М. Т. Килыбеков – Нұр-Сұлтан: «Кәсіпқор» Холдингі» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2019 ж.

ISBN 978-601-333-813-2

Осы оқу құралы 0707062 Кезекші және жабдықтарды жөндеу жөніндегі электрослесарь (слесарь), 0707202 Экскаватор машинисі, 0707193 Электромеханик біліктіліктері үшін 0707000—«Тау-кен электромеханикалық жабдықтарына техникалық қызмет көрсету және жөндеу» мамандығы бойынша өзектендірілген типтік оқу жоспары мен бағдарламасына сәйкес әзірленді.

КМ 01 «Қызмет көрсетілетін электр жабдықтарының құрылымы, жұмыс істеу қағидаты және міндеті туралы білімді қолдану», КМ 05 «Тау-кен жабдықтарының тораптары мен механизмдерін монтаждау, демонтаждау», КМ 18 «Тау-кен техникасын пайдалану тиімділігін есепке алу және талдау негізінде машиналар мен механизмдерді жөндеу бойынша жоспарлы-алдын алу іс-шараларын ұйымдастыру» кәсіптік модульдері бойынша теориялық және практикалық курстың негізгі материалдарын қамтиды.

Теориялық материал оқу материалын ойдағыдай меңгеруге, практикалық тапсырмаларды шешуде дағдыларды игеруге ықпал ететін суреттермен, схемалармен, кестелермен, міндеттермен, практикалық сабақтарды жүйелі орындаумен, сондай-ақ білімді бекітуге және тексеруге арналған бақылау сұрақтарымен және әртүрлі деңгейдегі тапсырмалармен бірге беріледі.

Оқу құралы техникалық және кәсіптік білім беру ұйымдарының білім алушыларына, сондай-ақ арнайы пәндер оқытушыларына теориялық және практикалық сабақтарды ұйымдастыруға арналған.

ӘӨЖ 621.3 075
КБЖ 33.16 я73

Рецензенттер:

«Қарағанды жоғары политехникалық колледжі» КМҚК «Геология, тау-кен өнеркәсібі, пайдалы қазбаларды өндіру, өрт қауіпсіздігі және төтенше жағдайларда қорғау» бейіні бойынша оқу-әдістемелік бірлестік

«Тау-кен өндіруші және тау-кен металлургия кәсіпорындарының республикалық қауымдастығы» ЗТБ

«Оқулық» Республикалық ғылыми-практикалық орталығымен ұсынылған

© КеАҚ Холдинг «Кәсіпқор», 2019
«Delta Consulting Group» ЖШС аударған

Мазмұны

Кіріспе	6
1-бөлім. Тау-кен машиналарының, тораптар мен механизмдердің электр жабдықтарына қызмет көрсетуі жөнінде жұмыстарды жүргізу кезінде электр техникасы бойынша білімді қолдану	8
1-тарау. Электр шамаларын өлшеу, электр сұлбаларын құрастыру	8
1.1.1 тақырып. Электр тогының параметрлері	
1.1. 2-тақырып. Электр шамаларын анықтау бойынша есептерді шешу	10
<i>1-зертханалық жұмыс. Тұрақты және айнымалы токтың электр сұлбаларын құрастыру</i>	13
<i>2-зертханалық жұмыс. Электр тогының параметрлерін өлшеу</i>	15
1.2-тарау. Магниттік және электромагниттік өрістер	19
1.2.1-тақырып. Магнит және электромагниттік өріс заңдары	19
<i>1-практикалық жұмыс. Магнит және электромагниттік өріс параметрлерін анықтау</i>	21
1.3-тарау. Бір фазалы және үш фазалы ток	24
1.3.1-тақырып. Бір фазалы және үш фазалы токтың параметрлері	24
<i>3-зертханалық жұмыс. Фазалық және сызықтық ток пен кернеудің параметрлерін өлшеу</i>	25
<i>4-зертханалық жұмыс. Айнымалы токтың үш фазалы тізбектеріндегі қуатты өлшеу</i>	29
1.4-тарау. Трансформаторлардың негізгі сипаттамалары	33
1.4.1-тақырып. Трансформаторлардың құрылғысы, міндеті, жұмыс істеу қағидаты	33
<i>5-зертханалық жұмыс. Бір фазалы трансформаторды сынау</i>	34
1.4.2-тақырып. Өлшеу трансформаторларының құрылымы, міндеті, жұмыс істеу қағидаты	36
<i>2-практикалық жұмыс. Ток трансформаторлары мен кернеу трансформаторларын есептеу және таңдау</i>	38
1.5-тарау. Айнымалы және тұрақты ток машиналарының құрылысы және жұмыс істеу қағидаты	40
2-бөлім. Ашық тау-кен жұмыстарының электр жабдықтары	43
2.1-тарау. Төмен вольтты электр басқару және қорғау аппаратурасы, қашықтықтан басқару схемалары	43
2.1.1-тақырып. Төмен вольтты электр аппаратурасындағы қорғаныс элементтері	43
<i>3-практикалық жұмыс. Қорғау аппаратурасын есептеу және таңдау</i>	47
2.1.2-тақырып. Қолмен басқару аппаратурасы	53
<i>4-практикалық жұмыс. Қолмен басқару аппаратурасын зерттеу</i>	53
2.1.3-тарау. Дистанциялық және автоматты басқару аппаратурасы	59
<i>5-практикалық жұмыс. Қашықтықтан және автоматты басқару аппаратурасын зерттеу</i>	59

2.1.4-тақырып. Тау-кен машиналары мен механизмдерін қашықтықтан басқарудың электр сұлбалары	63
<i>6-зертханалық жұмыс. Асинхронды қозғалтқышты магнитті іске қосқыштың көмегімен іске қосу</i>	63
2.1.4-тақырып. Төмен вольтты электр аппаратурасын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелерінің талаптары	64
2.2-тарау. Жоғары вольтты электр аппаратурасы және жиынтық тарату құрылғылары	67
2.2.1-тақырып. Жоғары вольтты оқшаулағыштардың типтері мен конструкциялары	67
2.2.2-тақырып. Тарату құрылғыларының шиналары	70
<i>6-практикалық жұмыс. Оқшаулағыштар мен шиналарды таңдау</i>	72
2.2.3-тақырып. Жоғары вольтты сақтандырғыштар	76
2.2.4-тақырып. Ажыратқыштар, бөлгіштер, қысқа тұйықтағыштар	77
<i>7-тәжірибелік жұмыс. Ажыратқыштардың, бөлгіштердің, қысқа тұйықтағыштардың құрылысы</i>	77
2.2.5-тақырып. Ажыратқыштар	81
<i>8-тәжірибелік жұмыс. Майлы және вакуумдық ажыратқыштардың құрылысы</i>	81
2.2.6-тақырып. Асқын кернеуден қорғау аппаратурасы	87
2.2.7-тақырып. Карьерлік жоғары вольтты жиынтық тарату құрылғылары	88
2.2.8-тақырып. Қысқа тұйықталу токтары	88
<i>9-практикалық жұмыс. Кернеуі 1000В жоғары қысқа тұйықталу токтарын есептеу</i>	90
2.2.9-тақырып. Жоғары вольтты электр аппаратурасын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелерінің талаптары	94
2.3-тарау. Ашық тау-кен жұмыстарындағы қабылдағыштарды электрмен жабдықтау	95
2.3.1-тақырып. Ашық тау-кен жұмыстарын электрмен жабдықтау ерекшеліктері	95
2.3.2-тақырып. Жиынтықты тарату және ауыстырып қосу пункттері	97
<i>10-практикалық жұмыс. Ауыстырып қосу пункттерінің конструкциясы</i>	98
2.3.3-тақырып. Күштік трансформаторлар	103
<i>11-практикалық жұмыс. Күштік трансформаторларды таңдау</i>	103
2.3.4-тақырып. Карьерлік жоғары вольтты және төмен вольтты әуе және кабельдік желілер	106
<i>12-практикалық жұмыс. Электр берілісінің әуе және кабель желілерінің қимасын есептеу және таңдау</i>	107
2.3.5-тақырып. Электр қондырғыларын және ЭБЖ қорғау түрлері	112
2.3.6-тақырып. Қорғаныш жерге тұйықтау	112
<i>13-тәжірибелік жұмыс. Жерге тұйықтау есебі</i>	113
<i>14-практикалық жұмыс. Тау-кен жұмыстары жоспарында электрмен жабдықтау</i>	117

2.3.7-тақырып. Ашық тау-кен қазбаларында электр қондырғыларын қауіпсіз пайдалануды ұйымдастыру	119
2.4-тарау. Ашық тау-кен қазбаларына арналған тау-кен машиналары мен қондырғыларының электр жабдықтар	122
2.4.1-тақырып. Бір шөмішті экскаваторлардың электр жабдықтары	122
2.4.2-тақырып. Көп шөмішті экскаваторлардың электр жабдықтары	124
2.4.3-тақырып. Үйінді түзгіштер мен көлік-үйінді көпірлердің электр жабдықтары	125
2.4.4-тақырып. Бұрғылау станоктарының электр жабдықтары	126
2.4.5-тақырып. Конвейерлік қондырғылардың электр жабдықтары	126
2.4.6-тақырып. Карьерлік сорғы, жер сорғыш, желдеткіш және компрессорлық қондырғылардың электр жабдықтары	127
2.4.7-тақырып. Карьерлік электровоз көлігін электрмен жабдықтау	128
2.4.8-тақырып. Тау-кен машиналары мен жабдықтарына қойылатын қауіпсіздік ережелерінің талаптары	129
2.5-тарау. Ашық тау-кен жұмыстарын электрлік жарықтандыру	130
2.5.1-тақырып. Жарықтандыру желісінің құрылғысы	130
<i>15-практикалық жұмыс. Жарықтандыру желісін есептеу</i>	<i>131</i>
2.5.2-тақырып. Электр жарығының құрылғысына және оны пайдалануға қойылатын қауіпсіздік ережелерінің талаптары	134
2.6-тарау. Тау-кен электр шаруашылығының қуат коэффициенті және негізгі энергетикалық көрсеткіштері	135
2.7-тарау. Карьерлердегі сигнал беру және байланыс	136
Глоссарий	137
Пайдаланылған әдебиеттер тізім	138

Кіріспе

Қазіргі пайдалы қазбаларды ашық өндіру үшін толық электрлендірілген кәсіпорын болуы тиіс, сондықтан электр желілері мен электр жабдықтарына қызмет көрсету электрмен жабдықтау жүйесінің сенімді жұмысын қамтамасыз ету бойынша маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Электр энергиясы тау-кен өндіру саласындағы энергияның негізгі түрі болып саналады. Осы орайда "Электр жабдықтарының құрылымы, жұмыс істеу қағидаты және міндеті" әдістемелік құралы» 0707193 "Электромеханик" біліктілігі бойынша мамандарды дайындаудағы негізгі құралдардың біріне айналады.

Оқу құралының мақсаты - кәсіби модульдер бағдарламасын меңгеруде оқытушылар мен білім алушыларға әдістемелік көмек көрсету. Оқу құралында қазіргі заманғы электржабдықтардың және электржабдықтау жүйесінің әрекет ету қағидаттары мен құрылымдық ерекшеліктері қарастырылған.

Модульдерді оқу барысында білім алушылар нақты тау-кен геологиялық жағдайлары үшін электр жабдықтарын таңдап, пайдалануға дайындап, тау-кен кәсіпорындарын электрмен жабдықтау жүйесінің сенімді жұмысын қамтамасыз етуі, электр желілері мен электр жабдықтарына қызмет көрсетуі тиіс.

Оқу құралы тау-кен электр жабдықтарын пайдалану және конструктивтік орындау ерекшеліктерін, 1000В дейінгі және одан жоғары кернеулерді басқару және қорғаудың электр аппаратурасын, тау-кен кәсіпорындарын электрмен жабдықтауды, тау-кен кәсіпорындарының электр желілерін, электр қондырғыларын қорғауды, тау-кен қазбаларын жарықтандыруды, тау кен сигнализациясын және оған байланысты электр тогымен зақымданудан қорғауды қарастырады. Оқу материалының мазмұны тау-кен өндірісі алдында тұрған жоғары өнімді жабдықтармен қамтамасыз ету жөніндегі міндеттермен байланыстырылады.

Модульдерді оқу нәтижесінде білім алушылар білуі тиіс: электр және магнит тізбектері, ауыспалы және тұрақты токтың электр тізбектері, электр машиналарының түрлері, құрылысы және жұмыс істеу қағидаты, тау-кен электр жабдығының конструктивтік орындау түрлері; тау-кен қазбаларын жарықтандыру параметрлері; қорғаныс құрылғыларын тексеру тәсілдері. Тау-кен машиналарының, тораптар мен механизмдердің электр жабдықтарына қызмет көрсету бойынша жұмыстарды жүргізу кезінде электр техникасы бойынша білімді қолдана білу, қорғау құрылғыларының жұмыс қабілеттілігін тексеру; қажетті электр жабдықтарын есептеу және таңдау.

Сондай-ақ, оқу құралдары оқу нәтижелерін игеруге мүмкіндік береді:

- "Кеніш электр жабдықтарын монтаждау, қосу" бағалау критерийлерімен ПМ 05 "Электрмен жабдықтау, басқару және қорғаудың

электр аппараттары», «Тау-кен жабдықтарының тораптары мен механизмдерін монтаждау, демонтаждау» бойынша білімдерді игереді;

– "Курстық жобаны (жұмысты) орындау "бағалау критерийлерімен" есептеу бөлімін (есептеу және техникалық-экономикалық салыстыру немесе электр жабдықтарын таңдау негіздемесі) орындайды "ПМ18 "Тау-кен техникасын пайдалану тиімділігін талдау және есепке алу негізінде машиналар мен механизмдерді жөндеу бойынша жоспарлы-алдын алу шараларын ұйымдастыру".

Бағалау критерийі: тұрақты және айнымалы токтың электр сұлбаларын құрастырады және жинайды; фазалық және желілік токтың параметрлерін өлшейді; трансформаторлардың орамдарын қосу сұлбаларын жинайды; ауыспалы және тұрақты токтың қозғалтқыштарының айналу жылдамдығын іске қосуды, реверсиялауды және реттеуді орындайды; тау-кен учаскесінің электрлік жабдықтау тарату пунктінің электрлік және монтаждық сұлбаларын оқиды; Электрмен жабдықтау, электр басқару және қорғау аппараттары, электр жабдықтарын таңдауды есептеу және техникалық-экономикалық салыстыру бойынша білімдерді игереді;

1-бөлім. Тау-кен машиналарының, тораптар мен механизмдердің электр жабдықтарына қызмет көрсету бойынша жұмыстарды жүргізу кезінде электр техникасы бойынша білімді қолдану

1.1-тарау. Электр шамаларын өлшеу, электр сұлбаларын құрастыру

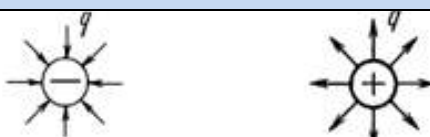
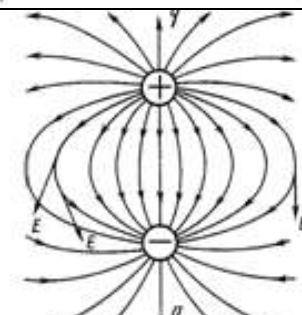
1.1.1-тақырып. Электр тогының параметрлері

Электротехниканы білу 0707000 "Тау-кен электромеханикалық жабдықтарына техникалық қызмет көрсету және жөндеу" мамандығы бойынша білім алушыларға ПМ 01 "қызмет көрсетілетін электр жабдықтарының құрылысы, жұмыс қағидаты және мақсаты туралы білімді қолдану" кәсіби модулін оқу кезінде қажет.

Электр өрісі

Барлық заттар атомдар мен молекулалардан тұрады. Дене зарядтар басым болса, электр зарядталған деп аталады. Электр өрісін кеңістіктің әртүрлі нүктелерінде оның бағытын анықтайтын күштік желілер (1.1-кесте) түрінде бейнелеуге болады.

1.1-кесте. Электр өрісінің көрнекі бейнесі

Өрістің күш желілері	
	Теріс және оң заряд өрісінің күштік сызықтарының бағыты.
	Әртүрлі зарядтардың күштік желілері.

Кулон заңы: екі қозғалмайтын нүктелі зарядталған денелердің өзара әрекеттесу күші осы денелердің зарядтарының жұмысына тікелей пропорционалды, олардың арасындағы қашықтық квадратына кері пропорционалды және ортаға байланысты

$$F = \frac{(q_1 \cdot q_2)}{(4\pi R^2 \epsilon_a)}, \quad (1.1).$$

мұнда F-нүктелік зарядтардың өзара әрекеттесу күші, Н;

q_1, q_2 -нүктелі зарядтар, Кл;

R-зарядтар арасындағы қашықтық, м;

ϵ_a -абсолюттік диэлектрлік өткізгіштігі, Ф/м.

Ленц Джоул Заңы: өткізгіште жылу энергиясына түрлендірілетін энергия саны, ток квадратына, өткізгіштің электрлік кедергісіне және токтың өту уақытына пропорционалды.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t, \quad (1.2)$$

мұнда Q -электр тогы бойынша ағу кезінде өткізгішпен t уақытында бөлінетін жылу мөлшері, Дж;

I -өткізгіш бойынша ағымдағы ток күші, А;

R -өткізгіш кедергісі, Ом;

t -өткізгіш бойынша ток ағатын уақыт, с.

Электр энергиясын энергияның басқа түрлеріне түрлендіру жылу шығындарына алып келеді. Жиі жылу шығындарының орын алуы дұрыс емес, себебі олар энергия шығындарын тудырады, бұл олардың күшін төмендетеді. [1]

Электр шамаларын белгілеу, өлшеу бірліктері, формулалар және анықтау 1.2-кестеде келтірілген.

1.2-кесте Электрлік шамалар

№	Шамасы	Белгісі	Өлшем бірліктері.	Формула	Анықтамасы
1	Кернеулігі	E	Н/Кл	$E = F/q$	Электр өрісінің кернеулігі E осы өріс нүктесіне орналастырылған қозғалмайтын оң зарядталған сынама Денеге әсер ететін F күшінің осы дененің q зарядының шамасына қатынасына тең.
2	Потенциалы	Φ	В – вольт	$\varphi = W/q$	Электр өрісінің осы нүктесіне орналастырылған W зарядталған бөлшектің потенциалдық энергиясының оның q зарядының шамасына қатынасы.
3	Кернеуі	U	В – вольт	$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$	Электр өрісінің екі нүктесінің потенциалдар айырмасы.
4	Ток	I	А – ампер	$I = q/t$	Электр өрісінің әсерінен өткізгіштегі бос зарядталған бөлшектердің бағытталған қозғалысы. $q - t$ кезінде өткізгіштің қимасы арқылы өткен заряд.
5	Ток тығыздығы	δ	А/м ²	$\delta = I/S$	I токтың өткізгіштің көлденең қимасының ауданына қатынасы s .
6	Электр заряды	q	Кл – кулон	$q = I \cdot t$	Бөлшектердің немесе денелердің қасиетін сипаттайтын физикалық шама электромагниттік күштік әсерге түсу.
7	Энергия	E	Дж – джоуль	$E = A_{\text{н}}/q$	Ас-ның сыртқы күштері жұмысының зарядқа қатынасы.
8	Қуаты	P	Вт – ватт	$P = E \cdot I$ $P = A/t$	Бірлік үшін өндірілетін энергия, яғни энергия көзіндегі түрлендіру жылдамдығы.
9	Кедергісі	R	Ом	$R = \rho \cdot (l/S)$	Электр тогының қозғалуына жолсерікке қарсы әрекет.
10	Өткізгіштігі	g	См – сименс	$g = 1/R$	Шама, кері кедергі.
11	Сыйымдылығы	C	Ф – фарад	$C = q/U$	Берілген кернеуге конденсатор өткізгіштерінің бірінің q зарядының қатынасы.

Электр шамаларын анықтау бойынша есептерді шешу

Электр тізбектерінің заңдары

1. Ом заңы: тізбек учаскесіндегі ток күші кернеуге тура пропорционал және оның кедергісіне кері пропорционал.

$$I = \frac{U}{R}, \quad (1.3))$$

мұнда I-тізбектегі ток күші, А;

U-тізбектегі кернеу, В;

R-тізбектің кедергісі, Ом.

2. Кирхгофтың бірінші заңы: тораптағы токтардың алгебралық сомасы нөлге тең. Тораптағы электр заряды жинақталмайды.

$$\sum I = 0. \quad (1.4)$$

Түйінге кіретін токтар " + " белгісімен алынады, ал түйіннен шығатын токтар " - " белгісімен алынады.

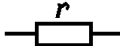
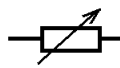
3. Кирхгофтың екінші заңы: кез келген тұйықталған электр контурында кернеудің барлық өту сомасы ондағы барлық ЭҚК жиынтығына тең.

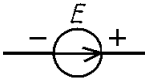
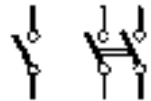
$$\sum U = \sum E. \quad (1.5)$$

Егер таңдалған айналып өту бағыты кезінде ЭҚК минусынан плюске өтетін болса, онда ол " + " белгісімен жазылады; егер токтың бағыты контурдың айналып өту бағытына сәйкес келмесе, онда кернеудің төмендеуі " - " белгісімен жазылады.

Электр тізбегінің негізгі элементтерінің анықтамалары мен шартты белгілері 1.3-кестеде берілген.

1.3-кесте. Электр тізбегінің элементтері

№	Атауы	Шартты белгісі	Анықтамасы
1	2	3	4
1	Конденсатор		Диэлектрикпен бөлінген екі өткізгіштен (төсемеден) тұратын құрылғы.
2	Айнымалы конденсатор		Диэлектрикпен бөлінген екі өткізгіштен (төсемеден) тұратын, сыйымдылығының мәні уақыт өте келе өзгеруі мүмкін құрылғы.
3	Резистор		Кедергісі бар және токты шектеу немесе реттеу үшін тізбекке қосылатын құрылғы.
4	Реостат немесе реттелетін резистор		Кедергінің мәні уақыт өте келе өзгеруі мүмкін токты шектеу немесе реттеу үшін тізбекке қосылатын құрылғы.

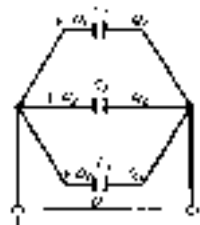
5	Электр энергиясының көзі ЭҚК көзі		Электр қозғаушы күш (ЭҚК) қуат көзі ішінде жеке электр зарядымен алынатын санға тең шама деп аталады.
6	Электр шамы		Электр энергиясын жарық энергиясына түрлендіретін құрылғы.
7	Индуктивтілік катушкасы		Салыстырмалы түрде аз белсенді кедергі кезінде айтарлықтай индуктивтілікке ие, қаңқаға оралған, оқшауланған өткізгіштен жасалған бұрандалы (спиральды) катушканы білдіретін құрылғы.
8	Бір полюсті және екі полюсті ажыратқыш		Энергия көзін қосу және өшіру үшін қызмет ететін коммутациялық құрылғы.
9	Сақтандырғыш		Қорғаныс құрылғысы.

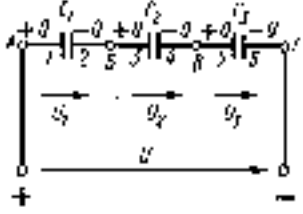
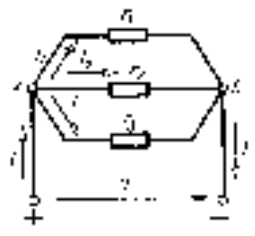
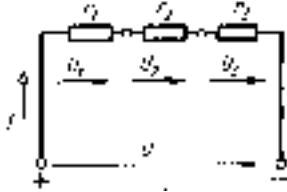
1.3 Кестенің жалғасы

1	2	3	4
10	Сым, кабель, шина		Электр тізбегінің элементтерін қосу үшін қызмет етеді.
11	Амперметр, вольтметр, ваттметр		Ток, кернеу, қуатты өлшеу үшін қызмет етеді.
12	Трансформатор		Бір кернеулі айнымалы токтың электр энергиясын басқа кернеулі айнымалы токтың электр энергиясына түрлендіруге арналған құрылғы.

Электр тізбектері үшін элементтердің тізбекті және параллельді қосылуының сұлбалары және есептеу формулалары 1.4-кестеде көрсетілген.

1.4 кесте. Электр тізбегінің элементтерін қосу

№	Элемент	Қосу түрі	Қосылу схемасы	Есептеу формуласы
1	2	3	4	5
1	Конденсатор	Параллель		$C = C_1 + C_2 + C_3$

		Бірізді		$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
2	Резистор	Параллель		$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$
		Бірізді		$r = r_1 + r_2 + r_3$

Тапсырмаларды шешу мысалдары:

1-тапсырма.

Өткізгіш бойынша $t = 400$ с уақыт ішінде 35 К электр қуатына өтті. Өткізгіштегі ток күшін анықтау.

Шешім:

Ток күші

$$I = \frac{q}{t} = \frac{35}{400} = 0,087 \text{ A.}$$

2-тапсырма.

Тұрақты ток генераторы 0,5 Ом ішкі кедергісі бар. Егер генератордың қысқыштарында кернеуі 220 В болса, генератордың ЭҚК анықтау.

Шешім:

Тұйықталған тізбек бойынша өтетін ток күші

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{55} = 4 \text{ A.}$$

ЭҚК генератора

$$E = U + I \cdot R = 220 + 4 \cdot 0,5 = 222 \text{ В.}$$

3-тапсырма.

$U=110$ В кернеуімен тұрақты ток желісіне $R_1=18$ Ом, $R_2=10$ Ом және $R_3=14$ Ом кедергілері бар үш қабылдағыш ретімен қосылған. Қабылдағыштардың қысқыштарындағы кернеуді анықтау.

Шешім:

Тізбектегі ток күші

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{110}{18+10+14} = 2,6 \text{ A.}$$

Энергия қабылдағыштарының қысқыштарындағы кернеу тең

$$U_1 = I \cdot R_1 = 2,62 \cdot 18 = 47B;$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = 2,62 \cdot 10 = 26,2B;$$

$$U_3 = I \cdot R_3 = 2,62 \cdot 14 = 36,68B;$$

$$U_1 + U_2 + U_3 = 47 + 26,2 + 36,68 = 110B.$$

4-тапсырма.

10, 30, 50 және 20 Ом кедергісі бар төрт резистор кернеуі 220 В желіге параллель қосылған.

Шешім:

Жеке тармақтардағы ток күші тең

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220}{10} = 22A;$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220}{30} = 7,33A;$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{220}{50} = 4A;$$

$$I_4 = \frac{U}{R_4} = \frac{220}{20} = 11A.$$

Тармақталмаған тізбектегі ток күші

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 22 + 7,33 + 4 + 11 = 44,33A.$$

5-тапсырма.

Аккумуляторлық батарея ЭҚК 20 В және ішкі кедергісі 15 Ом. Бұл батарея сыртқы тізбекке бере алатын максималды қуатты анықтау.

Шешім:

Егер сыртқы тізбектің кедергісі қуат көзінің ішкі кедергісіне тең болса, яғни $R=r_0=10$ Ом. Тізбектегі токтың осындай сыртқы кедергісі кезінде

$$I = \frac{E}{R+r_0} = \frac{20}{15+15} = 0,6A.$$

Қуат, энергия көзі

$$P = I^2 \cdot R = 0,6 \cdot 10 = 6Bm.$$

[2]

1-зертханалық жұмыс. Тұрақты және айнымалы токтың электр сұлбаларын құрастыру және жинау

Жұмыс мақсаты: Резисторларды параллель қосылған тізбектің электр сызбасын құрастыру және жинау.

Жабдықтар: электр көзі, резисторлар және Electronics Workbench стендінің өлшеу құралдары.

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.

2. Тапсырма нұсқасына сәйкес резисторларды параллель жалғайтын тізбектің электр схемасын құру және сызу (1.5 кесте).

3. Electronics Workbench стендінде резисторларды параллель қосылған тізбектің электр схемасын жинау.

4. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

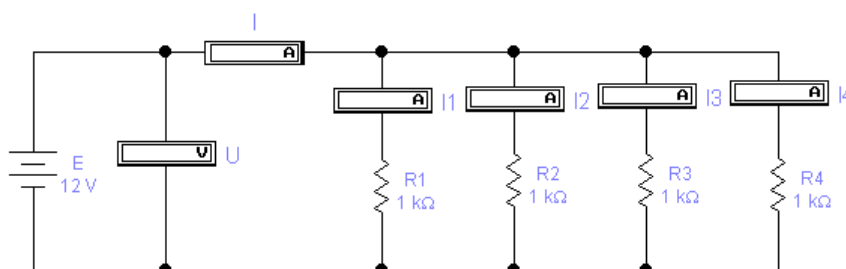
Жұмыстың мазмұны:

1. Осы зертханалық жұмысты орындауға кірісе отырып, Electronics Workbench бағдарламасын іске қосу қажет.

2. Жұмыс істеу үшін зерттеу схемасын жинау қажет (сурет.1.1) мынадай деректері бар:

1.5 кесте. Тапсырма нұсқалары

Нұсқа	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E, В	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
R ₁ , Ом	1	5	4	5	2	9	6	5	3	4
R ₂ , Ом	4	1	9	6	3	2	4	4	6	3
R ₃ , Ом	6	3	1	2	8	1	2	3	9	9
R ₄ , Ом	3	8	2	1	6	5	7	2	1	2



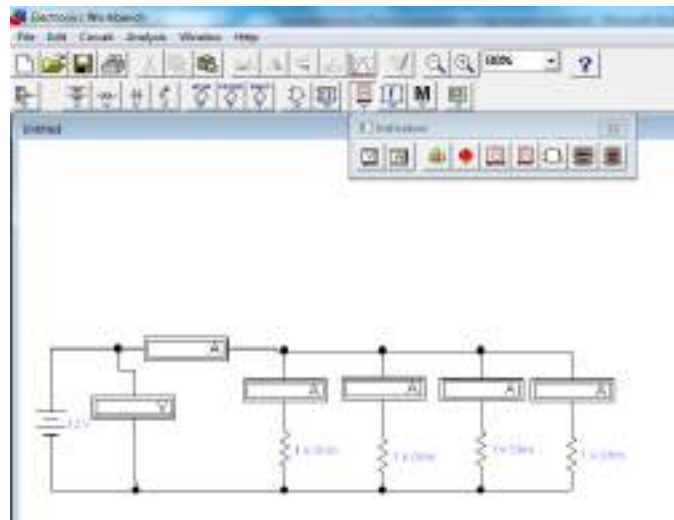
1.1 сурет зерттеу сызбасы

Схеманы құрастыру тәртібі:

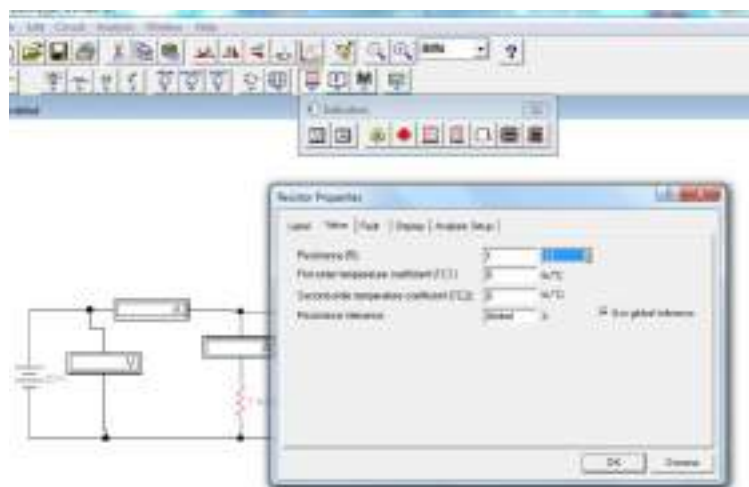
2.1 Берілген схема бойынша тізбек элементтерін таңдаймыз.



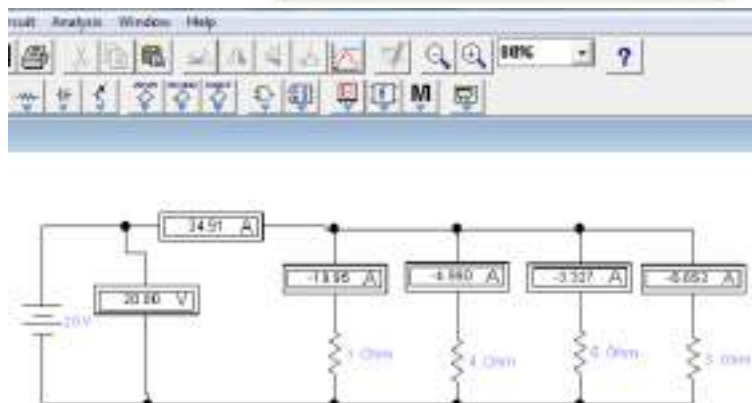
2.2 тізбек
элементтерін
қосамыз.



2.3 элементтер
мен аспаптардың
параметрлерін
орнату, 1.5-
кестеге сәйкес
қорек кернеуін
орнату.



2.4 схема жұмыс
істей бастау
үшін жоғарғы оң
жақ
бұрышындағы
батырманы басу
қажет .



Бақылау сұрақтары:

1. Тізбек бөлігі үшін Ом заңы қалай аталады?
2. Резисторлар параллель қосылған тізбек үшін жалпы ток неге тең?
3. Резисторларды тізбектей жалғағанда қандай шама жалпы болып табылады?
4. Кирхгофтың бірінші заңы қалай аталады?
5. Тізбек учаскелерінде кернеу резисторларын қалай жалғағанда бірдей болады?

2-зертханалық жұмыс. Электр тогының параметрлерін өлшеу

Жұмыс мақсаты: резисторлардың аралас қосылуымен тұрақты ток тізбегіндегі электр шамаларының арасындағы негізгі қатынасты тексеру.

Жабдықтар: электр көзі, резисторлар және Electronics Workbench стендінің өлшеу құралдары.

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысады.
2. Electronics Workbench стендінде тапсырманың нұсқасына сәйкес резисторлардың аралас қосылуымен тұрақты ток тізбегінің электр схемасын жинау.
3. Electronics Workbench стендінде жинақталған тұрақты ток тізбегінің өлшеу аспаптарының көрсеткіштерін алу.
4. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

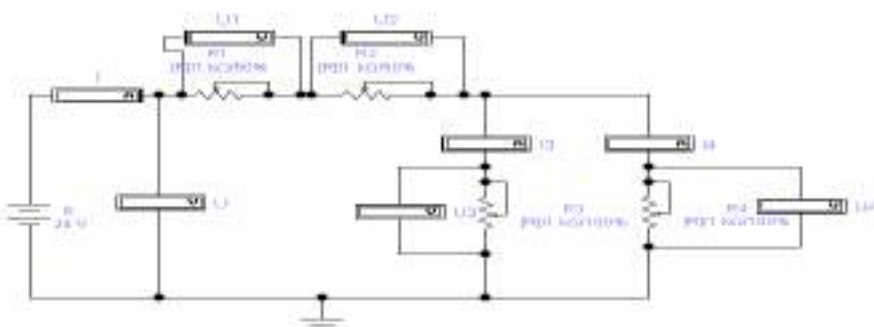
Қысқаша теориялық материал:

Параллель-резисторлардың тізбекті қосылуы аралас деп аталады. Резисторлардың аралас қосылыстары бар осы тізбек үшін теңдік сай келеді: $I = I_1 = I_2$ тізбекті қосылған элементтер арқылы ток бір мағынаға ие, $I = I_3 + I_4$ тізбектің тармақталмаған бөлігінің тогы параллель тармақтардағы токтардың жиынтығына тең, $U = U_1 + U_2 + U_3$ электр тізбегінің контурына салынған кернеу осы контурдың жеке учаскелеріндегі кернеулер жиынтығына тең, $U_3 = U_4$ параллель қосылған резисторлардағы кернеулер тең. Осы тізбек үшін эквивалентті кедергі мынадай формула бойынша анықталады:

$$R_3 = R_1 + R_2 + R_3 \cdot R_4 / (R_3 + R_4). \quad (1.6)$$

Жұмыстың мазмұны:

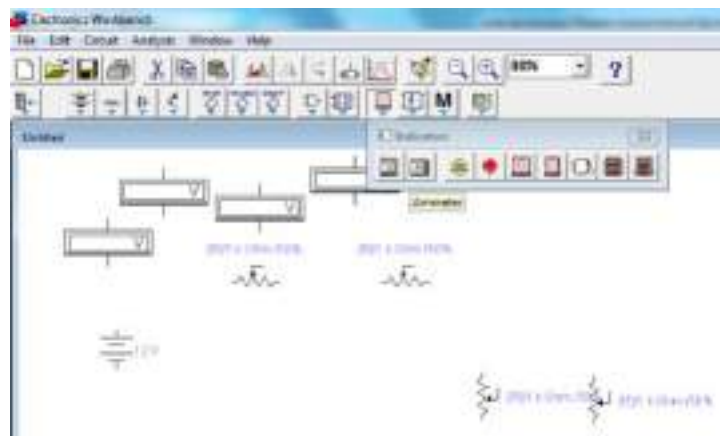
1. Осы зертханалық жұмысты орындауға кірісе отырып, Electronics Workbench бағдарламасын іске қосу қажет.
2. Жұмыс істеу үшін зерттеу схемасын жинау қажет (сурет. 1.2) :



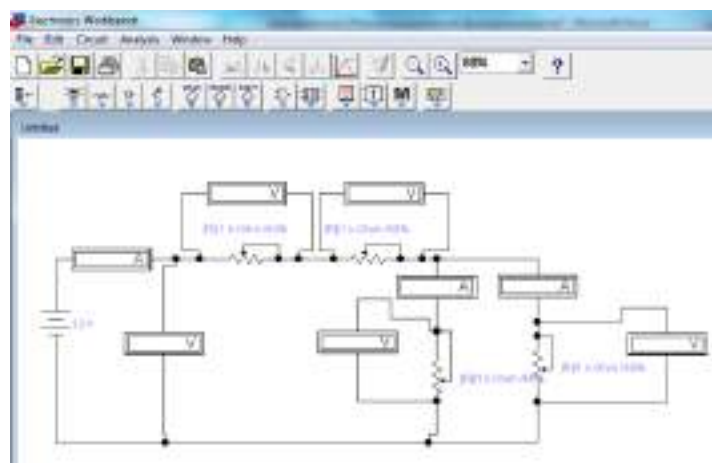
1.2 сурет зерттеу сызбасы

Схеманы құрастыру тәртібі:

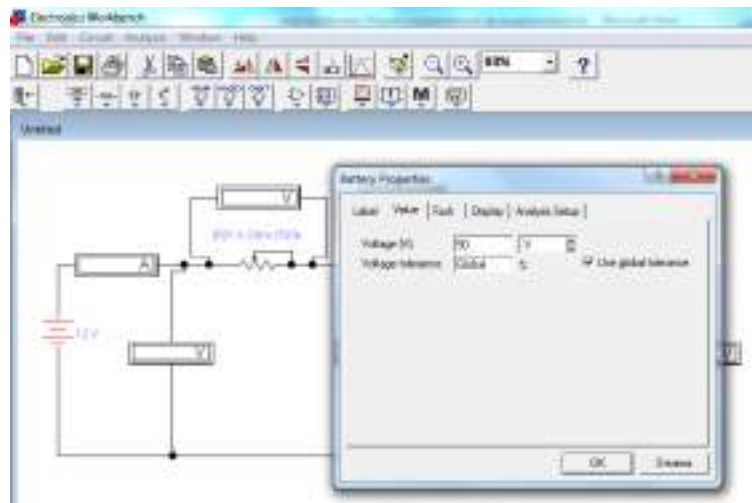
2.1 Берілген
схема бойынша
тізбек
элементтерін
таңдаймыз.



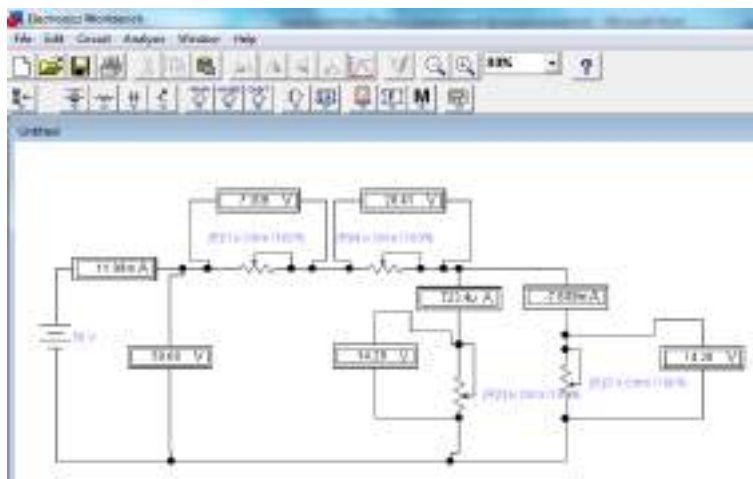
2.2 тізбек
элементтерін
қосамыз.



2.3 элементтер
мен аспаптардың
параметрлерін
орнату, 1.6
кестеге сәйкес
қуат кернеуін
орнату.



2.4 схема жұмыс істей бастау үшін жоғарғы оң жақ бұрышындағы батырманы басу кажет .



3. Схеманы жүзеге асыру. Өлшеу құралдарының көрсеткіштерін алу. Өлшеу нәтижелерін 1.6 кестеге жазу.

1-тәжірибе: тұрақты ток көздерін қосу және I , I_3 , I_4 токтарын және кернеуді өлшеу, тәжірибе нәтижелерін 1.6 кестеге жазу.

2-тәжірибе: 1.6-кесте мәндеріне сәйкес электр тізбегінің кедергі мәндерін өзгертіп, 1-тәжірибені қайталаңыз.

3-тәжірибе: 1.6-кесте мәндеріне сәйкес электр тізбегінің кедергі мәндерін өзгертіп, 2-тәжірибені қайталаңыз.

1.6 кесте. Тапсырмалар нұсқалары

Тәжірибе	Берілді					Өлшенген								
	E В	R ₁ кОМ	R ₂ кОМ	R ₃ кОМ	R ₄ кОМ	I мА	I ₃ мА	I ₄ мА	U ₁ В	U ₂ В	U ₃ В	U ₄ В	U В	
1	50	1	4	3	2									
2	60	5	4	5	2									
3	70	1	9	6	3									

4. Нәтижелерді өңдеу және талдау:

E , R_1 , R_2 , R_3 , R_4 мәндерінің мәліметтері бойынша тізбектің барлық тармақтарындағы және кедергілердегі кернеулердегі токтарды есептеуді жүргізу керек.

5. Шамалардың есептік және эксперименталды мәндерін салыстырыңыз.

Бақылау сұрақтары:

1. Толық тізбектің Ом заңы қалай аталады?

2. Резисторлардың аралас қосылыстары бар тізбек бөлігі үшін жалпы ток неге тең?

3. Резисторлардың параллель қосылуында қандай шама жалпы болып табылады?

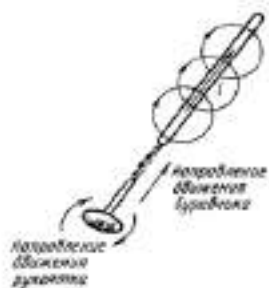
4. Кирхгофтың екінші заңы қалай аталады?

5. Электр параметрлерін өлшеу қандай аспаптармен жүзеге асырылады? [6]

1.2-тарау. Магниттік және электромагниттік өрістер

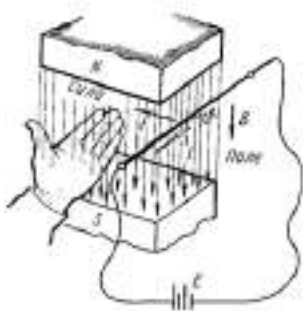
1.2.1-тақырып. Магнит және электромагниттік өріс заңдары

Магнит өрісінің негізгі ережелері



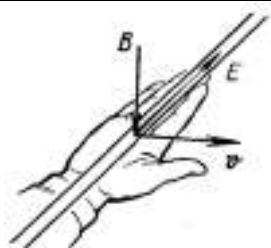
Бұрауыш ережесі: Егер бұрауыш тұтқасын орамдағы ток бағыты бойынша айналдырса, онда оның үдемелі қозғалысы катушканың ішіндегі магниттік сызықтардың бағытына сәйкес келеді (сурет. 1.3).

Сурет 1.3 бұрауыш ережесі бойынша токпен өткізгіштің айналасындағы магниттік күштік сызықтардың бағытын анықтау



Сол қолдың ережесі (сурет. 1.4): егер сол қолдың алақаны магнит сызықтары оған кіретіндей, ал төрттік саусақты ток бағытына сәйкес келсе, онда тік бұрышпен бүгілген үлкен саусақтың күші бағытын көрсетеді.

1.4 сурет сол қолдың ережесі



Оң қолдың ережесі (сурет. 1.5): егер оң қолдың алақанын магнит сызықтары оған кіретіндей етіп орналастырса, ал тік бұрышпен бүгілген үлкен саусақтың жолсеріктің қозғалыс бағытын көрсетсе, онда түзетілген төрт қолдың саусағы индукцияланған ЭҚК бағытын көрсетеді.

1.5 сурет оң қолдың ережесі

Магнит өрісі шамаларының негізгі анықтамалары, олардың белгілері, өлшем бірліктері және формулалар 1.7-кестеде көрсетілген.

1.7 кесте. Магнит өрісінің сипаттамалары

Шамасы	Белгісі	Өлшем бірлігі	Формула	Анықтамасы
Магниттік индукция	B	Тл -тесла	$B = F / (I \cdot l)$	Магнит ағынының қарқындылығын сипаттайды.
Магнит өрісінің кернеулігі	H	А/м	$H = B / \mu$	Магнит қозғалатын күштің (мдс) магнит сызығы ұзындығының бірлігіне келетін үлесі.
Магнит ағыны	Φ	Вб-вебер	$\Phi = B \cdot S$	Магнит индукциясы сызықтарының толық саны контурдың ауданы

				арқылы магнит ағыны болып табылады.
Магниттік өткізгіштігі	μ	Гн/м	$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$	Заттың магниттік қасиеттерін сипаттайды.
Ағынын ағыту	Ψ	Вб вебер	$\psi = \omega \cdot \Phi$	Индуктивтілік катушкасының барлық орамдарымен тіркелетін жиынтық магнитті ағынның физикалық шамасы.
Индуктивтілік	L	Гн - генри	$L = \psi_L / I$	Өздігінен қозғалатын ағынның циклді тоққа қатынасы.
Өзара индуктивтілік	M	Гн - генри	$M = k \sqrt{L_1 \cdot L_2}$ $k = \sqrt{\Phi_{12} \cdot \Phi_{21} / \Phi_1 \cdot \Phi_2}$	Басқа тізбектегі ток күші өзгерген кезде бір тізбектегі ЭҚК пайда болатын құбылыс.
Электромагниттік индукция	e	Тл - тесла	$e = B \cdot l \cdot v$	Магнит ағыны тізбекте өзгерген кезде индукциялық пайда болады, ол магнит ағынының өзгеру жылдамдығымен анықталады.
Магнит өрісінің энергиясы	W_L	Дж - джоуль	$W_L = L \cdot I^2 / 2$	Магнит өрісінің энергиясы токтың осы өрісті құруға кететін жұмысына тең.

Магниттік тізбек

Магниттік тізбек - бұл белгілі бір көлемдегі магнит өрісін және жұмыс көлемінде конфигурацияны жасауға арналған электрлік құрылғының бөлігі.

Электр релесінің, трансформаторлардың, электр машиналарының магниттік тізбегі магнит өрісін шығаратын көздерден және магниттік ағын шоғырланған және барлық дерлік жабылатын магниттік тізбектен тұрады.

Магниттік тізбектің заңдары

1. Кирхгофтың бірінші заңы: магниттік тізбектің түйініндегі магнит ағындарының алгебралық қосындысы нөлге тең және төмендегі формула бойынша өрнектеледі:

$$\sum \Phi_k = 0. \quad (1.7)$$

2. Кирхгофтың екінші заңы (жалпы заң): магнит өрісінің күші векторының H тұйықталған тізбектегі айналымы осы тізбекпен қамтылған токтардың алгебралық қосындысына тең және төмендегі формула бойынша өрнектеледі:

$$\sum H l_{cp} = \sum I \cdot w. \quad (1.8)$$

3. Ұзындығы ℓ және S ауданы бар тізбектің қимасы үшін Ом заңы: кескіннің ұштары арасындағы U_m кернеуінде H және B индукциясының магнит өрісі арасындағы байланыс келесі формула бойынша өрнектеледі:

$$\Phi = B \cdot S = \mu_0 \mu_r \cdot H \cdot S = \mu_0 \mu_r \cdot U_m \left(S / \ell_{cp} \right) \quad (1.9)$$

$$R_M = \ell_{cp} / \mu_0 \mu_r \cdot S, \quad (1.10)$$

мұндағы R_M – магниттік кедергі, А/Вб;

ℓ_{cp} – тізбектің ұзындығы, м;

S - ауданы, м²;

μ_0 – салыстырмалы магнит өткізгіштігі, Гн/м;

μ_r – абсолютті магнит өткізгіштігі, Гн/м.

[1]

1-тәжірибелік жұмыс. Магниттік және электромагниттік өрістердің параметрлерін анықтау

Жұмыстың мақсаты: Магниттік тізбектің Ом және Кирхгоф заңдарын қолдана отырып, магниттік тізбектің параметрлерін анықтау.

Барысы:

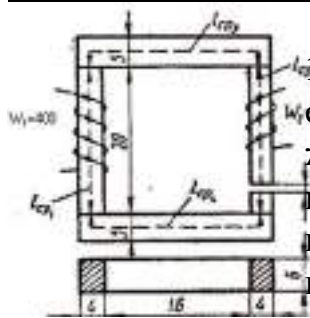
1. Сабақтың мақсатымен танысыңыз.
2. Тапсырма нұсқасына сәйкес магниттік тізбектің сызбасын салыңыз.
3. Тармақталмаған магниттік тізбекті есептеу.
4. Жұмысты ресімдеу. Қорытындылар.

Жұмыс мазмұны:

Магниттік тізбектің сызбасын сызыңыз (1.8 кестеден магниттік тізбектің түрін) және анықтаңыз: берілген магниттік ағынды құру үшін орамалардағы ток шамасы, w_1 бұрылыстар саны бар ораманың орналасқан жерінде абсолютті және салыстырмалы магнит өткізгіштігі.

Магниттік тізбектің параметрлері 1.8 кестесінде көрсетілген: тізбектің өлшемдері сантиметрмен берілген, A және B өзектерінің материалы және C және D (қамыт - магниттік тізбектің шыбықтарды қосатын бөлігі), W_1 және W_2 катушкаларындағы бұрылыстар саны, екі орамалар да қатарға қосылады (сәйкес немесе сәйкес емес) есептегіш), F өзегіндегі қажетті магнит ағыны, ауа саңылауының ұзындығы 10.

Тармақталмаған магниттік тізбекті есептеу мысалы:



1.6сурет.
Магнит тізбек

Суретте көрсетілген магниттік тізбек үшін. 1.6 суретте берілген: тізбектің өлшемдері сантиметр, негізгі материал, орамалардың саны және магнит ағыны $\Phi = 2.4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$. Екі тік шыбықтар да электрлік болаттан жасалған Э42; көлденең бөліктер - шойын болаттан жасалған қамыт. Берілген магнит ағынын құру үшін орамалардағы ток күшін анықтаңыз, абсолютті магнит өткізгіштігі және ядроның магнит өткізгіштігі, онда W1 орамасы орналасқан.

Шешімі:

1. Сызбадан S ядросының қимасын әр секциядағы орташа магнит сызығының ұзындығына қарай анықтаймыз:

$$S_1 = S_2 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ см}^2 = 24 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$S_3 = S_4 = 5 \cdot 6 = 30 \text{ см}^2 = 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$l_{cp1} = l_{cp2} = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м} (l_0);$$

$$l_{cp3} = l_{cp4} = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}.$$

2. Әр бөлімдегі B магниттік индукциясының есебі:

$$B_1 = B_2 = B_0 = \Phi / S_1 = 2,4 \cdot 10^{-3} / 24 \cdot 10^{-4} = 1,0 \text{ Тл};$$

$$B_3 = B_4 = \Phi / S_3 = 2,4 \cdot 10^{-3} / 30 \cdot 10^{-4} = 0,8 \text{ Тл}.$$

3 Анықтамалық материалдар бойынша біз магниттік индукцияны таңдаймыз, H магнит өрісін өзектің ферромагниттік бөліктерінен табамыз:

($B = f(H)$ - магниттеу қисықтары)

$$H_1 = H_2 = 185 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$H_3 = H_4 = 682 \frac{\text{А}}{\text{м}}.$$

Ауа саңылауындағы магнит өрісінің күші мына формула бойынша анықталады:

$$H_0 = \frac{B_0}{\mu_0} = \frac{B_0}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 0,8 \cdot 10^6 \frac{\text{А}}{\text{м}}.$$

4. Осы тізбек үшін толық ток заңы:

$$I\omega = H_1 \cdot l_{cp1} + H_2 \cdot l_{cp2} + H_3 \cdot l_{cp3} + H_4 \cdot l_{cp4} + H_0 \cdot l_0.$$

Егер екі орам бар болса және олар жалғанған болса:

- кезекпен және соған сәйкес

$$I\omega = I(\omega_1 + \omega_2);$$

- дәйекті және қарсы

$$I\omega = I(\omega_1 - \omega_2);$$

W = 400 орам

$$I \cdot 400 = 185 \cdot 0,2 + 185 \cdot 0,2 + 685 \cdot 0,25 + 685 \cdot 0,25 + 0,8 \cdot 10^6 \cdot 0,02 \cdot 10^{-2} = 575.$$

5. Толық ток заңынан анықтаймыз

$$I = \sum HL / \omega = 575 / 400 = 1,4375 \text{ A.}$$

6. Абсолютті магнит өткізгіштігі

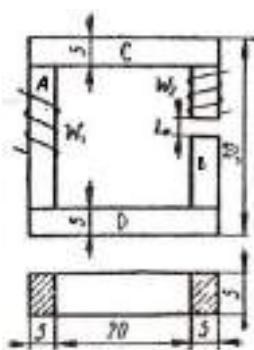
$$\mu_{c1} = B_1 / H_1 = 1,0 / 185 = 0,0054 \frac{\Gamma_H}{\text{м}}.$$

7. Салыстырмалы магнит өткізгіштігі

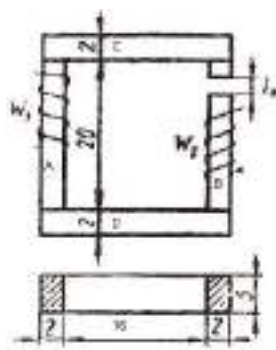
$$\mu_1 = \mu_{c1} / \mu_0 = 0,0054 / 4\pi \cdot 10^{-7} = 4300 \frac{\Gamma_H}{\text{м}}.$$

1.8 кесте. Тапсырма нұсқалары

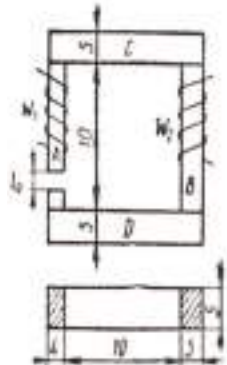
Нұсқа №	Сурет №	Материал				Бұрылыстар саны		Орамдарды қосыңыз Ауа саңылауының ұзындығы 10 см	Магнит ағыны Φ , Вб Ауа саңылауының ұзындығы 10 см	Ауа саңыл ауын ың ұзынд ығы 10 см
		өзек А	өзек В	қамыт С	қамыт D	Ауа саңыл ауын ың ұзынд ығы 10 см	Ауа саңыл ауын ың ұзынд ығы 10 см			
1	1.6	Болат Э11	Болат Э42	Болат	Шойын	1000	400	Сәйкес	$2 \cdot 10^{-3}$	0,02
2	1.7	Болат Э42	Шойын болат	Шойын болат	Шойын болат	1200	300	Қарсы	$1,75 \cdot 10^{-3}$	0,01
3	1.8	Шойын болат	Шойын болат	Шойын	Шойын	600	200	Сәйкес	$1,5 \cdot 10^{-3}$	0,05
4	1.6	Болат Э11	Шойын болат	Болат Э42	Шойын болат	800	100	Қарсы	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,03
5	1.7	Шойын	Болат Э11	Болат Э11	Шойын	200	1000	Сәйкес	$3 \cdot 10^{-3}$	0,04
6	1.8	Шойын болат	Шойын	Шойын болат	Шойын	500	100	Қарсы	$2,25 \cdot 10^{-3}$	0,02



1.7 сурет



1.8 сурет



1.9 сурет

Магниттік материалдардың сипаттамалары анықтамалық мәліметтерден алынады.

Бақылау сұрақтары:

1. Магниттік тізбек дегеніміз не?
2. Магниттік тізбектің қай бөлігі өзек деп аталады?
3. Магниттік тізбектің қай бөлігі қамыт деп аталады?

4. Магниттік тізбектердің қандай түрлерін білесің?
5. Магниттік тізбектің Ом заңы қалай аталады?
6. Магнит тізбегінің екінші Кирхгоф заңын жазыңыз.
7. Магниттік тізбектің жалпы ток заңы қалай аталады?

1.3 -тарау. Бір фазалы және үш фазалы ток

1.3.1-тақырып. Бір фазалы және үш фазалы токтың параметрлері

Электр энергиясын беру және тарату кезінде әртүрлі кернеулерді қолдану қажет болады: жоғары - ұзақ қашықтыққа энергияны беру үшін және төмен - энергия қабылдағыштар үшін. Мұндай кернеуді түрлендіру тек айнымалы токпен оңай жүзеге асырылады.

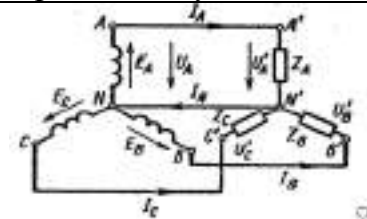
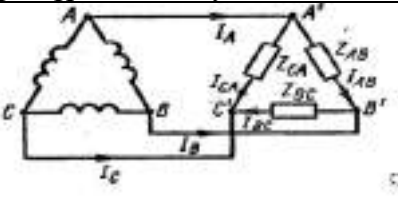
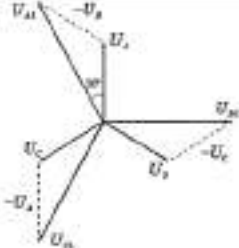
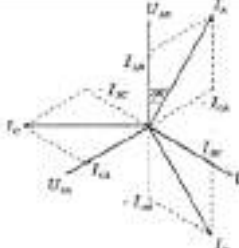
Айнымалы токтың негізгі мәндері, олардың белгіленуі, өлшем бірлігі және формулалар 1.9 кестесінде келтірілген.

1.9-кесте. Айнымалы токтың негізгі параметрлері

№	Шамасы	Белгісі	Өлшем бірлігі	Формуласы
1	Период	T	с-секунд	$T = 1/f$
2	Жиілігі	f	Гц-герц	$f = 1/T$
3	Бұрыштық жиілігі	ω	Рад/секунду	$\omega = \alpha/t$
4	Токтың, кернеудің, ЭҚК-нің лездік мәні	i, u, e	A, B, B	$i = I_m \sin \omega t$ $u = U_m \sin \omega t$ $e = E_m \sin \omega t$
5	Ток, кернеу, ЭДС амплитудалық мәндері	I_m, U_m, E_m	A, B, B	$I_m = I/0,707$ $U_m = U/0,707$ $E_m = E/0,707$
6	Токтың, кернеудің, ЭДС қолданыстағы мәндері	I, U, E	A, B, B	$I = 0,707 I_m$ $U = 0,707 U_m$ $E = 0,707 E_m$
7	Токтың, кернеудің, ЭДС орташа мәні	I_{cp}, U_{cp}, E_{cp}	A, B, B	$I_{cp} = 0,637 I_m$ $U_{cp} = 0,637 U_m$ $E_{cp} = 0,707 E_m$
8	Нысан коэффициенті	k_ϕ		$k_\phi = I/I_{cp}$
9	Амплитуданың коэффициенті	k_a		$k_a = I_m/I$
10	Фазалардың жылжу бұрышы	φ	радиан, градус	$\varphi = \psi_2 - \psi_1$
11	Фазалардың жылжу уақыты	t	секунд	$t = \omega/\varphi$

Электр энергиясын қабылдағыштардың және генераторлар орамаларының үшбұрышқа және жұлдызға жалғанған кезде фазалық және сызықты токтар мен кернеулерді, қуатты анықтау 1.10-кестеде келтірілген.

1.10 кесте. Үш фазалы электр тізбегінің параметрлері

№	Тізбек Параметрлері	Генератор орамдарын және қабылдағыштарды жұлдызға қосу	Генератор орамдарын және энергия қабылдағыштарды үшбұрышқа қосу
1	Сызба		
2	Токты анықтау	$I_L = I_\phi$ I_L, I_ϕ – сызықты және фазалық токтар	$I_L = \sqrt{3} \cdot I_\phi$
3	Кернеуді анықтау	$U_L = \sqrt{3} \cdot U_\phi$ U_L, U_ϕ – сызықтық және фазалық кернеу	$U_L = U_\phi$
4	Қуатты анықтау	Біркелкі жүктеме	$P = 3 \cdot U_\phi I_\phi \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U_L I_L \cos \varphi$ $Q = 3 \cdot U_\phi I_\phi \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot U_L I_L \sin \varphi$ $S = 3 \cdot U_\phi I_\phi = \sqrt{3} \cdot U_L I_L$
		Біркелкі емес жүктеме	$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A$ $P_B = U_B I_B \cos \varphi_B$ $P_C = U_C I_C \cos \varphi_C$ $P = P_A + P_B + P_C$
5	Векторлық диаграмма		

3-зертханалық жұмыс. Фазалық және сызықтық ток пен кернеудің параметрлерін өлшеу

Жұмыстың мақсаты: энергия тұтынушыларын жұлдызбен жалғаған кезде тізбектің параметрлерін өлшеу, тізбектегі нөлдік өткізгіштің әсерін практикада тексеру.

Жабдықтар: электр көзі, резисторлар және *Electronics Workbench* стендінің өлшеу құралдары.

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысады.

2. Электр қабылдағыштарды жұлдызбен жалғағанда үшфазалы тізбектің электр сұлбасын құрастыру, тапсырма нұсқасына сәйкес Electronics Workbench стендінде схеманың параметрлерін орнату.

3. Жүктеме кедергісін өзгертіп, схема жүктемесінің біркелкі және біркелкі емес сипатын зерттеу.

4. Сызықтық және фазалық кернеулер мен токтар арасындағы қатынасты тексеру.

5. Нөлдік сымы бар симметриялы емес жүктеме үшін тізбектің векторлық диаграммаларын құру.

6. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

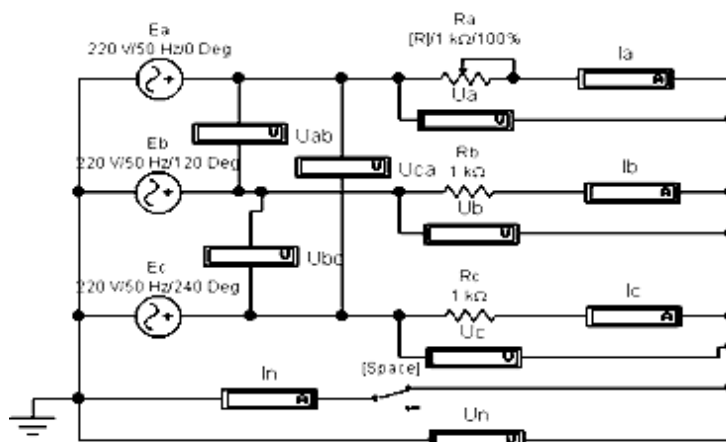
Қысқаша теориялық материал:

Жұлдыз қосындысы - барлық үш фазаның ұштары нөлдік немесе бейтарап деп аталатын бір нүктеге қосылатын қосылыс. Фазалардың бастауына желілік деп аталатын сымдар қосылады. Нөлдік нүктеге қосылатын сым нөлдік немесе бейтарап деп аталады. Бұл төрт сымды үш фазалы жүйеде екі кернеу өлшенеді - сызықтық және фазалық. Екі сызықты сымдар арасында өлшенетін кернеу сызықтық деп аталады. Фазалық деп сызықтық сымдар мен нөлдік сымдар арасында өлшенетін кернеуді айтады.

Жұмыстың мазмұны:

1. Осы зертханалық жұмысты орындауға кірісе отырып, Electronics Workbench бағдарламасын іске қосу қажет.

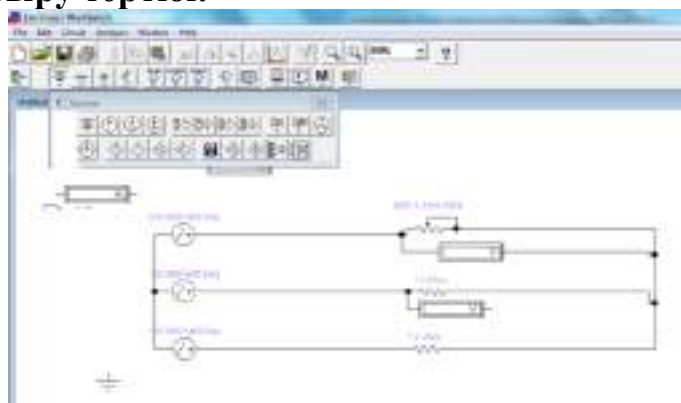
2. Жұмыс істеу үшін зерттеу схемасын жинау қажет (сурет.1.10):



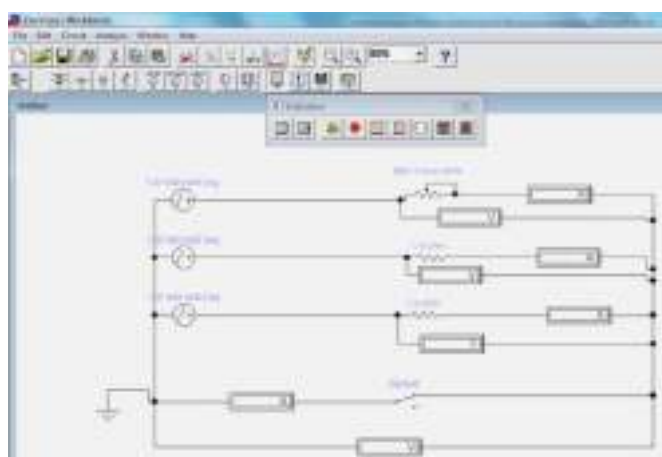
1.10-сурет зерттеу сызбасы

Схеманы құрастыру тәртібі:

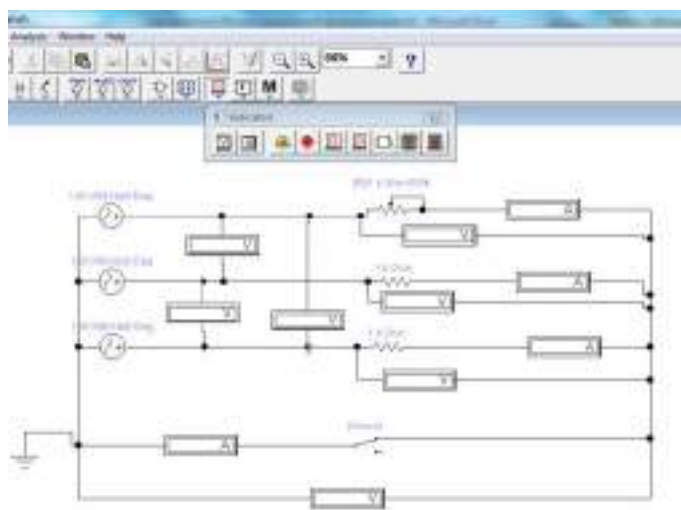
2.1 Берілген схема бойынша тізбек элементтерін таңдаймыз.



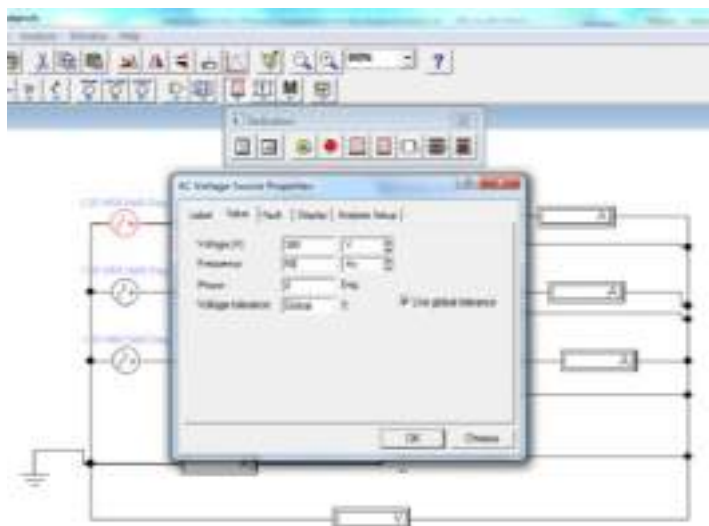
2.2 фазалық кернеулер мен токтарды өлшеуге арналған өлшеу аспаптарын қосамыз.



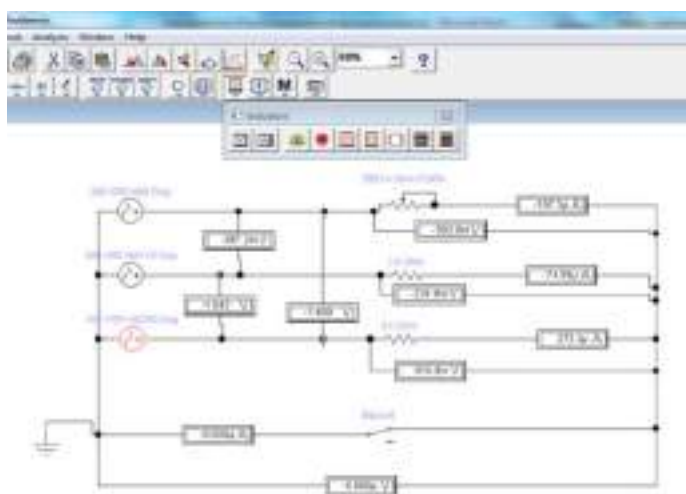
2.3 сызықтық кернеуді өлшеуге арналған өлшеу аспаптарын қосамыз.



2.4 элементтер мен аспаптардың параметрлерін орнату, 1.11-кестеге сәйкес қорек кернеуін орнату.



2.5 схема жұмыс істей бастау үшін жоғарғы оң жақ бұрышындағы батырманы басу кажет .



3. 1.11-кестеге сәйкес схема параметрлерін орнату.

1.11 -кесте. Тапсырма нұсқалары

Нұсқа		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
E, В		380	360	340	320	300	280	260	240	220	200	180	160	140
Ra, Ом	сим.	3	2	4	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3
	сим емес.	1,5	2,5	3	3	1,5	2,5	3	3	1,5	2,5	3	3	1,5
Rb, Ом	сим.	3	2	4	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3
	сим емес.	2	2	2	5	2	2	2	5	2	2	2	5	2
Rc, Ом	сим.	3	2	4	1	3	2	4	1	3	2	4	1	3
	сим емес.	3	2	5	4	3	2	5	4	3	2	5	4	2

4. Жүктеме кедергісін өзгерте отырып, 1.12-кестенің тармақтарында көрсетілген режимдерді зерттеу.

5. Өлшеу және есептеу нәтижелерін 1.12 кестеге енгізу.

1.12 кесте. Өлшеу және есептеу нәтижелері

Жүктеме сипаты		Өлшенген								Есептелген				
		U _Л	U _A	U _B	U _C	U _п	I _A	I _B	I _C	I _п	P _A	P _B	P _C	P _{3ф}
		B	B	B	B	B	A	A	A	A	Вт	Вт	Вт	Вт
Біркелкі	нөлдік сымы бар													
	нөлдік сымсыз													
Бір қалыпты емес	нөлдік сымы бар													
	нөлдік сымсыз													

6. Үш сымды тізбектің симметриялық жүктемесі жағдайы үшін сызықтық және фазалық кернеулердің және токтардың арасындағы қатынасты энергия қабылдағыштарын жұлдызбен жалғаған кезде тексеру.

7. Нөлдік сымы бар симметриялы емес жүктеме үшін тізбектің векторлық диаграммасын құру.

8. Жұмыс бойынша қорытынды жасау.

Бақылау сұрақтары:

1. Жұлдыз қосылымы дегеніміз не?
2. Қандай кернеу сызықтық деп аталады және олар қалай белгіленеді?
3. Қандай кернеу фазалық деп аталады және олар қалай белгіленеді?
4. Фазалық және сызықтық кернеулер мен жұлдыздарды қосу үшін токтар арасындағы тәуелділік қандай? [6]

4-зертханалық жұмыс. Айнымалы токтың үшфазалы тізбектеріндегі қуатты өлшеу

Жұмыстың мақсаты: үшфазалы тізбектің активті қуатын өлшеу.

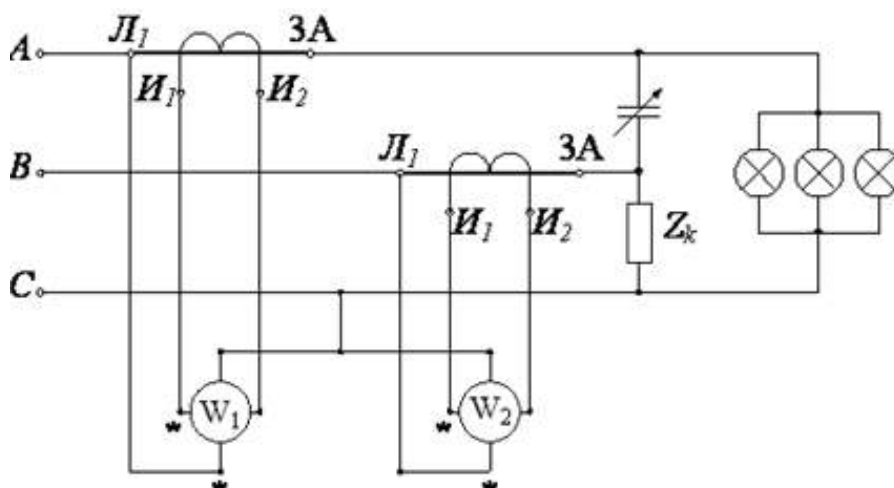
Жабдықтар: электр көзі, резисторлар және Electronics Workbench стендінің өлшеу құралдары.

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысу.
2. Электр қабылдағыштарды үшбұрышпен жалғағанда үшфазалы тізбектің электр сұлбасын құрастыру, тапсырма нұсқасына сәйкес Electronics Workbench стендінде схема параметрлерін орнату.
3. Айнымалы ток көздерінде параметрлерді орнату.
4. Өлшеу құралдарының көрсеткіштерін алып тастау және қуаттардың мәнін есептеу.
5. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

Қысқаша теориялық материал:

Белсенді қуатты өлшеу. Екі ваттметр әдісі жүктемені қосу схемасына және оның симметриясына қарамастан қолданылады (сурет. 1.11). Үш фазалы тізбектерде өлшеу кезінде токтың өлшеу трансформаторлары қолданылады.



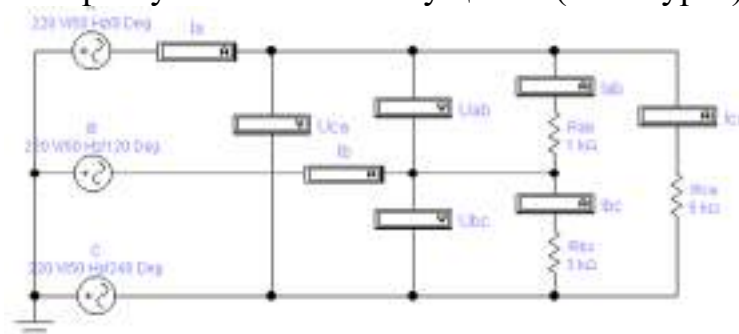
1.11 сурет. Екі ваттметрмен белсенді қуатты өлшеу схемасы

Белсенді жүктеме қуаты жалпы ауыстыру нүктесі бар схема бойынша енгізілген электр есептегіштерінің көрсеткіштерінің алгебралық қосындысы ретінде анықталады (1.11-сурет).

Workbench Electronics бағдарламасында ваттметр сияқты өлшеу құралдары жоқ, сондықтан осы зертханалық жұмысты орындау кезінде біз бірінші ваттметрді оқу үшін сызықты токтың I_a және желінің кернеуін U_{ca} аламыз: $P_1 = I_a \cdot U_{ca}$, екінші ваттметрді оқу үшін біз сызықты ток пен сызықты кернеудің көбейтіндісін аламыз. U_{bc} : $P_2 = I_b \cdot U_{bc}$. Әрбір жеке фазадағы қуатты фазалық ток пен фазалық кернеудің көбейтіндісі ретінде өлшеуге болады: $P_{ab} = I_{ab} \cdot U_{ab}$, $P_{bc} = I_{bc} \cdot U_{bc}$, $P_{ca} = I_{ca} \cdot U_{ca}$. Үш фазалы тізбектің қуаты үш фазаның қуатының қосындысы ретінде анықталады: $P_{3f} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca}$.

Жұмыс мазмұны:

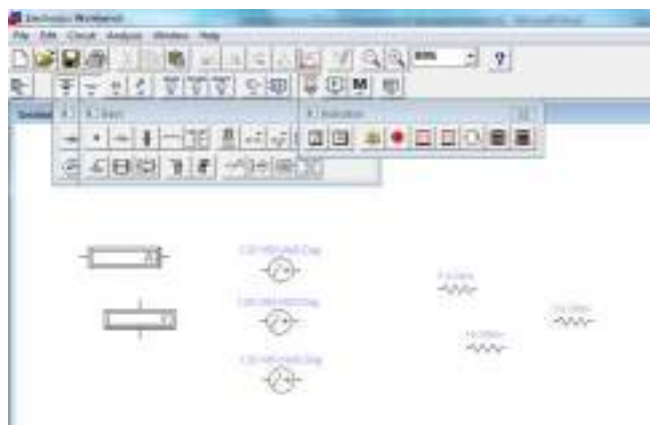
1. Осы зертхананы бастамас бұрын, сіз электронды Workbench бағдарламасын іске қосуыңыз керек.
2. Жұмыс үшін зерттеу сызбасын жинау қажет (1.12-сурет):



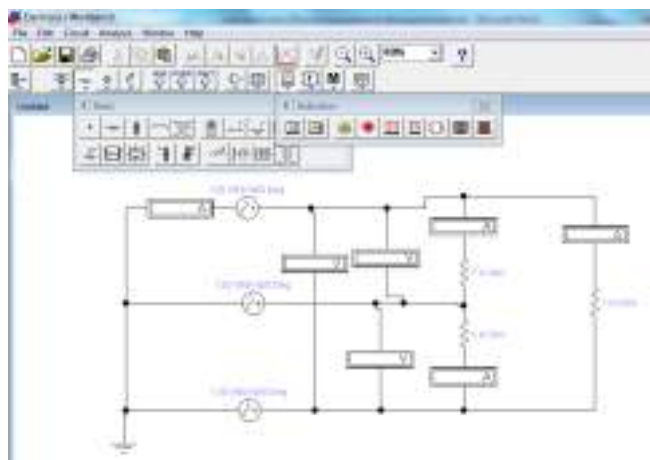
Сурет 1.12 . Зерттеу схемасы.

Схеманы құрастырудың тәртібі:

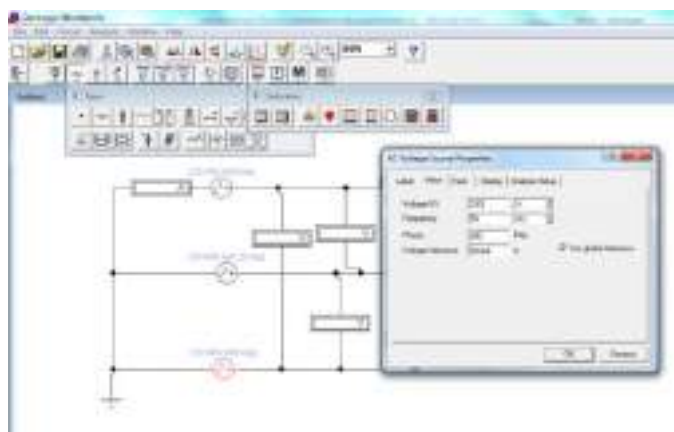
2.1 Берілген
схемаға сәйкес
тізбек
элементтерін
таңдаңыз.



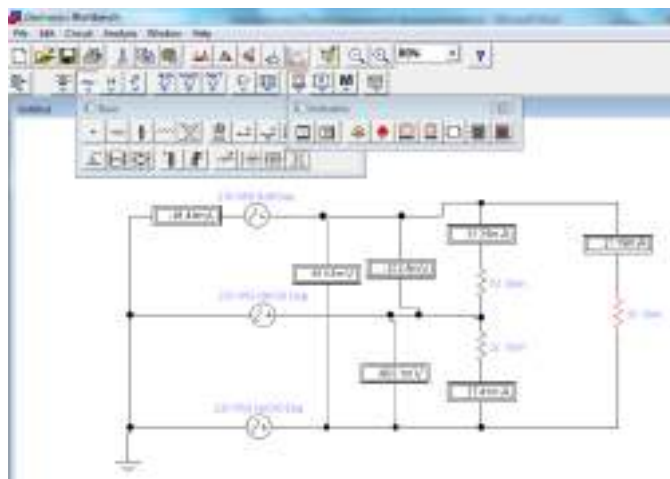
2.2 Белсенді
қуатты өлшеу
үшін өлшеу
құралдарын
қосамыз.



2.3. Элементтері
мен
құрылғыларының
параметрлерін
1.13 кестеге
сәйкес
орнатыңыз,
кернеуді
орнатыңыз.



2.4 Схема жұмыс істеуі үшін жоғарғы оң жақ бұрыштағы түймені басу керек .



3. Дереккөздерде мәндерді орнатыңыз:

фаза А: 220В / 50Гц / 0°;

фаза В: 220В / 50Гц / 120°;

фаза С: 220В / 50Гц / 240°.

Электр тізбегінің параметрлерін 1.13 кестеге сәйкес орнатыңыз.

1.13-кесте. Тапсырмалар нұсқалары

Нұсқа №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$R_{AB}, \text{Ом}$	10	12	15	20	22	24	25	30	11	14	16	18	17	23	19
$R_{BC}, \text{Ом}$	22	24	25	30	11	14	16	18	17	23	10	12	15	20	13
$R_{CA}, \text{Ом}$	30	11	14	16	18	17	23	19	10	12	15	20	22	24	25

4. Өлшеу құралдарының көрсеткіштерін алу. Өлшеу нәтижелерін 1.14 кестеге жазу.

1.14-кесте. Өлшеу және есептеу нәтижелері

ӨЛШЕНГЕН								ЕСЕПТЕЛГЕН							
U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	P_1	P_2	P	P_{AB}	P_{BC}	P_{CA}	$P_{3\phi}$	
В	В	В	А	А	А	А	А	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт	Вт

5. Теориялық мәліметтерде келтірілген формулаларды пайдалана отырып, 1.14 кесте үшін қуат мәнін есептеу.

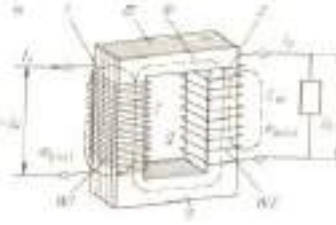
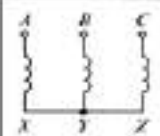
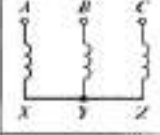
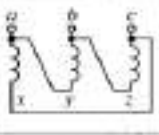
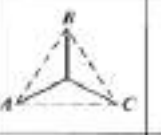
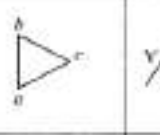
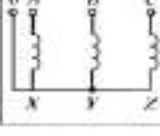
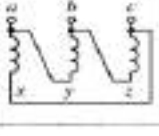
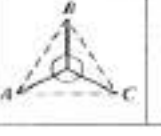
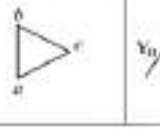
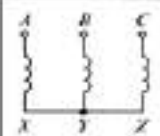
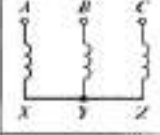
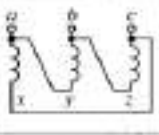
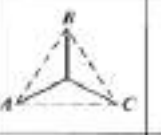
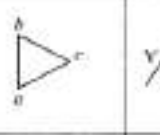
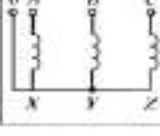
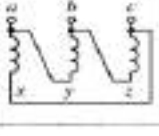
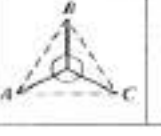
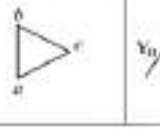
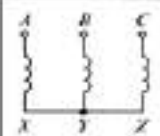
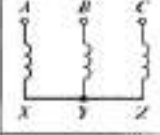
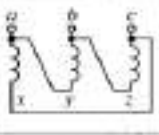
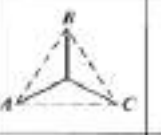
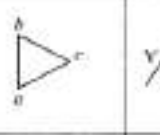
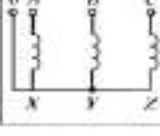
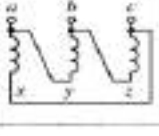
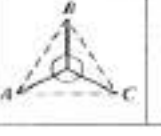
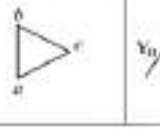
6. P және $P_{3\phi}$ үшфазалы тізбектің қуат мәнін салыстыру.

Бақылау сұрақтары:

1. Активті және реактивті қуатты өлшеу әдістері.
2. Ток трансформаторы арқылы қосылған ваттметрдің бөлу бағасын қалай анықтауға болады?
3. Симметриялы үшфазалы тізбектің белсенді қуатын нөлдік сым болмаған жағдайда бір ваттметрмен қалай өлшеуге болады?
4. Үшфазалы ваттметр тізбегіне қалай қосылады?
5. Үш фазалы айнымалы токтың реактивті қуатын екі ваттметрмен қалай өлшеуге болады? [6]

1.4-тарау . Трансформаторлардың негізгі сипаттамалары

1.4.1 –тақырып. Трансформаторлардың құрылымы,міндеті, жұмыс істеу қағидаты

Трансформаторлар																			
Міндеті	Бір кернеудің айнымалы тогын басқа кернеудің айнымалы тогына түрлендіру үшін арналған. Олар әртүрлі: екі, үш орамалы және одан да көп орамалар саны бойынша; кернеуді түрлендіру бойынша – кернеуді жоғарылататын және оны төмендететін.																		
Құрылғы	 Бір фазалы трансформатор тұрады (күріш. 1.13) тұйықталған магнит өткізгіштен – 3 және екі немесе бірнеше орамнан 2 және 1с орамдарының әр түрлі санымен W.орамдары үлкен саны бар 1 Орау жоғары кернеуге қосылады және сондықтан жоғары кернеуді орау (ВН) деп аталады. Ток көзіне қосылатын орама бастапқы деп аталады, ал Янг энергия тұтынушысына қосылатын орама екінші немесе төменгі кернеудің орамасы (НН) деп аталады. 1.13 сурет бір фазалы трансформатор.																		
Әрекет қағидаты	Трансформатордың жұмысы өзара индукция құбылысына негізделген, ол электромагниттік индукция Заңының салдары болып табылады. Трансформатордың бастапқы орамасын U1 кернеулі айнымалы ток желісіне қосу кезінде орау бойынша I1 тогы өтеді, ол магнит өткізгіште айнымалы магнит ағынын жасайды. Трансформатордың бастапқы және екінші орамдары бір магнитті ф ағынымен өткізілетіндіктен, ЭҚК орамында индукцияланатын өрнектер түрінде жазылуға болады.: $E_1 = 4,44 \cdot f \cdot w_1 \cdot \Phi_m;$ $E_2 = 4,44 \cdot f \cdot w_2 \cdot \Phi_m,$ где f - частота переменного тока; w_1, w_2 - число витков обмоток.																		
Трансформатордың орамдарын жалғау сұлбалары	Орамдарды қосу схемалары		Векторлар диаграммалары																
	ВН	НН	ВН	НН															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;"> $\frac{V}{V_n} = 0$ </td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;"> $\frac{V}{V_n} = 11$ </td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;"> $\frac{V_n}{V_n} = 11$ </td></tr> </table>									$\frac{V}{V_n} = 0$					$\frac{V}{V_n} = 11$					$\frac{V_n}{V_n} = 11$
				$\frac{V}{V_n} = 0$															
				$\frac{V}{V_n} = 11$															
				$\frac{V_n}{V_n} = 11$															
Үшфазалы трансформатордың орамдарын біріктірудің үш тәсілі қолданылады: а-бастапқы және екінші орамаларды жұлдызбен қосу; б-бастапқы орамаларды жұлдызмен, екінші үшбұрышпен қосу; в - бастапқы орамаларды үшбұрышпен, екіншілік-жұлдызбен біріктіру. [4]																			

Зертханалық жұмыс 5 Бір фазалы трансформаторды сынау

Жұмыстың мақсаты: трансформатордың әр түрлі режимдердегі жұмысын зерттеу, трансформация коэффициентін және трансформатордың пәк анықтау.

Жабдықтар: қуат көзі, трансформатор, Electronics Workbench стендінің өлшеу құралдары.

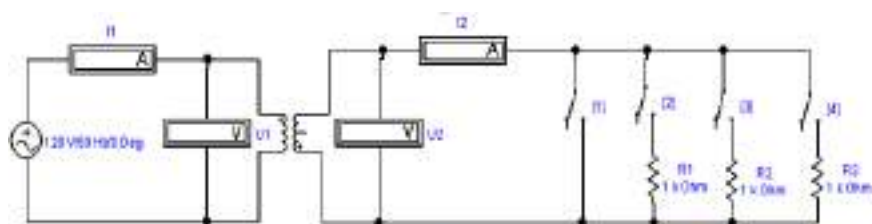
Жұмыс барысы

1. Сабақтың мақсатымен танысу.
2. Electronics Workbench стендінде бір фазалы трансформаторды зерттеудің электр схемасын жинау.
3. Берілген электр схемасы бойынша параметрлерді орнату.
4. Трансформатордың әр түрлі режимдердегі жұмысын зерттеу.
5. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

Жұмыстың мазмұны:

1. Осы зертханалық жұмысты орындауға кірісе отырып, Electronics Workbench бағдарламасын іске қосу қажет.

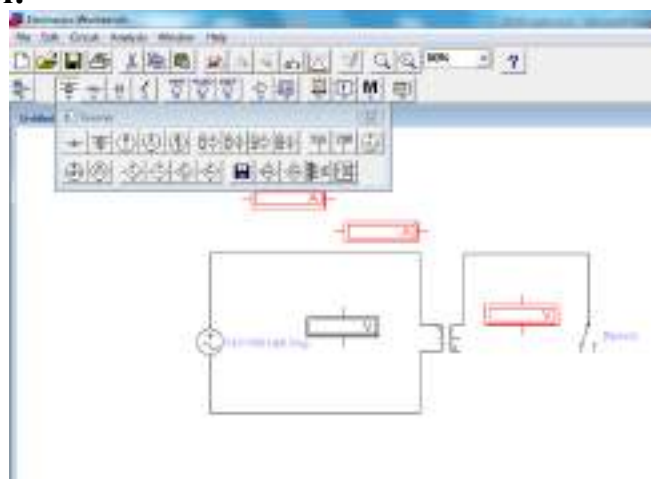
2. Жұмыс үшін келесі түрі бар зерттеу схемасын жинау қажет (1.14сурет.):



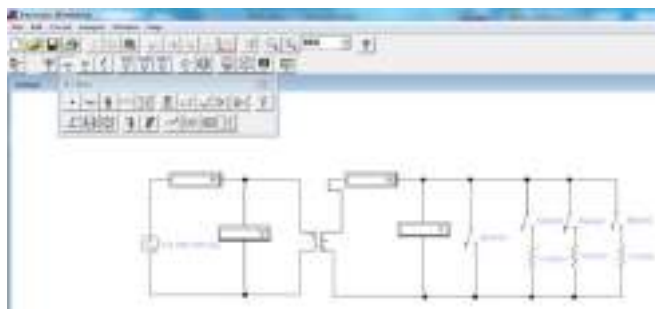
1.14 сурет. Зерттеу схемасы

Схеманы құрастыру тәртібі:

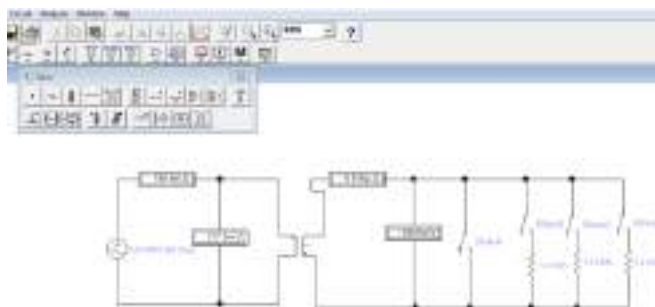
2.1 Берілген схема бойынша тізбек элементтерін таңдаймыз.



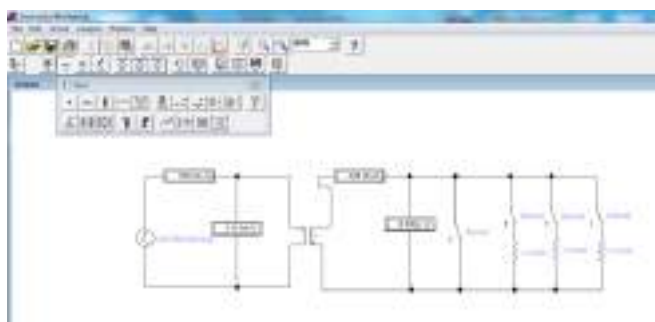
2.2 белсенді қуатты өлшеу үшін өлшеу құралдарын қосты.



2.3 1.15 кестеге сәйкес элементтер мен аспаптардың параметрлерін орнату, қуат кернеуін орнату. Бастау схемасы жұмыс істеу үшін жоғарғы оң жақ бұрышындағы батырманы басу қажет . Бос жүріс режимінде тәжірибе жүргізу.



2.4 трансформатордың жұмыс тәжірибесін жүктемемен жүргізу. Ол үшін R қосылған жүктемелердің санын өзгерту.



1.15 кесте. Өлшеу және есептеу нәтижелері

№ тәжірибе	Трансформатордың жұмыс режимі	Өлшеу деректері				Есептеу нәтижелері		
		U_1 ,В	I_1 ,А	U_2 ,В	I_2 ,А	P_1 ,Вт	P_2 ,Вт	k
Бос жүріс:								
1	1, 2, 3, 4 кілттері өшірілген.							
Жүктемемен:								
2	2 кілті қосулы, 1, 3, 4 өшірулі.							
3	2, 3 кілттері қосылған, 1, 4 өшірулі.							
4	2, 3, 4 кілттері қосылған, 1 кілті өшірілген.							
Қысқа тұйықталу:								
5	1, 2, 3, 4 кілттері қосылған.							

3. Трансформатордың бос жүріс тәжірибесін жүргізу (1, 2, 3, 4 кілттері сөндірілген).

4. Жүктемемен трансформатордың жұмыс тәжірибесін жүргізу. Бұл үшін R қосылған жүктемелердің санын өзгерте отырып, екінші және бірінші тізбектің параметрлерін өлшеу. Барлық тәжірибе үшін жүктеу коэффициентін есептеу. Бақылау және есептеу деректерін 1.15 кестеге енгізу.

5. Трансформатордың қысқа тұйықталу тәжірибесін жүргізу (1, 2, 3, 4 кілттері қосылған). 1.15-кестеге өлшеу аспаптарының көрсеткіштерін жазу.

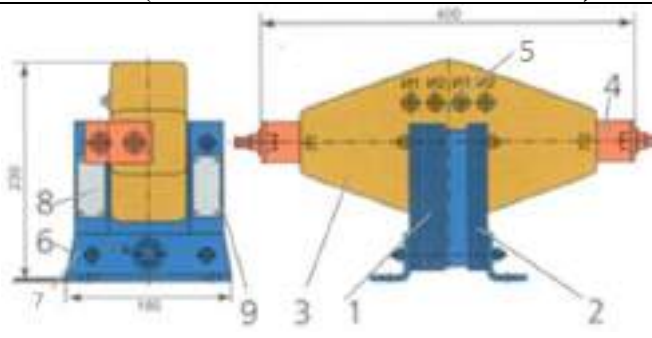
6. Барлық тәжірибелер үшін трансформатордың пайдалы әрекет коэффициентін анықтау, нәтижелерін 1.15 кестеге енгізу.

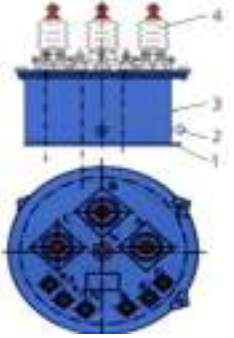
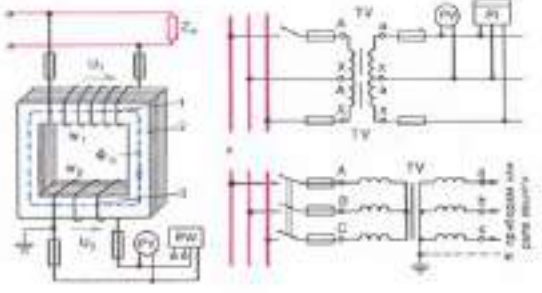
7. Орындалған жұмыстың нәтижелері бойынша есеп құрастыру және жұмыс бойынша қорытынды жасау.

Бақылау сұрақтары:

1. Бір фазалы трансформатор қалай құрылды?
2. Трансформатордың орамдарының ЭДС не байланысты?
3. Трансформация коэффициенті дегеніміз не?
4. Трансформаторда энергияның қандай шығыны бар және оларды тәжірибелік жолмен қалай анықтау керек?
5. Трансформатордың пайдалы әрекет коэффициентін қалай анықтауға болады? [6]

1.4.2 тақырып өлшеу трансформаторларының құрылымы, мақсаты, жұмыс істеу қағидаты

Ток трансформаторлары	
Міндеті	Электр қондырғыларында өлшеуіш ток трансформаторларының көмегімен (сурет. 1.15) өлшеу аспаптары мен реле қосылады, бірінші тізбектен оқшауланады және ток аспаптар мен реле қосу үшін қажетті шамаға дейін төмендейді (әдетте ток 5А дейін төмендейді).
Құрылғы	 1-өзекше Р; 2-өзек сынып оқушысы 0,5; 3 құйылған корпус; 4-бастапқы орамның қорытындылары; 5-екінші орамның қорытындылары; 6-бекіту бұрышы; 7-жерге қосу бұрандамасы; 8-паспорттық қалқан; 9-ескерту тақтайшасы. Сурет 1.15 тпл-10 Ток трансформаторы
Жұмыс істеу қағидаты	Тік бұрышты шихталған магнит өткізгіште екінші орама катушкалы типті орналасқан. Бастапқы орау мыс шинасынан жасалған. Барлық элементтер өзара құйылған корпуспен байланысты. Алғашқы ораманың ұшында қысқыштар дәнекерленген, ал екі екінші орамның шықпалары әр түрлі дәлдік класстарына қысқыштарға жалғанған.

Кернеу трансформаторлары	
Міндеті	Электр қондырғыларында өлшеуіш кернеу трансформаторларының көмегімен (сурет. 1.16) өлшеу аспаптары мен реле қосылады, бастапқы тізбектен оқшауланады және кернеу аспаптар мен реле қосу үшін қажетті шамаға дейін төмендейді (әдетте кернеу 100В дейін төмендейді). Кейде оларды қосалқы станциялардың қосалқы қондырғылары үшін ток көзі ретінде қолданады.
Құрылғы	 1-бак; 2-жерге қосуға арналған болт; 3-қую тығыны; 4-жоғары вольтты енгізу. 1.16 сурет НТМИ-10 үшфазалы кернеу трансформаторы
	 1-бастапқы орау; 2-тұйық магнит өткізгіш; 3-екінші орам. Сурет 1.17 кернеу трансформаторларын қосу құрылғысы және сұлбасы
Жұмыс істеу қағидаты	Тұйық магнит өткізгіштен тұрады (сурет. 1.17) табақты электр техникалық болаттан терілген және бір-бірінен оқшауланған екі және магнит өткізгіште орналастырылған орамалар: жіңішке оқшауланған мыс сымының орамдарының үлкен саны бар және орамдардың саны аз екінші реттік (өйткені кернеу трансформаторлары әрқашан төмендейтіндіктен). Трансформатордың бастапқы орамасы өлшенетін кернеуі бар желіге қосылады, екінші ораманың қысқыштарына вольтметрлер мен басқа аспаптардың кернеу катушкалары немесе кернеу релесі параллель қосылады. Кернеу трансформаторлары бос жүріске жақын режимде жұмыс істейді, өйткені аспаптар мен реленің екінші орамына қосылатын катушкалар үлкен кедергі болады. Қызмет көрсету қауіпсіздігі үшін екінші орамның шықпаларының бірі жерге тұйықталады.

[7,8,9]

Бақылау сұрақтары:

1. Бақылау аспаптары, егер оларды өлшеуіш трансформаторларсыз қосса, қалай болар еді?
2. Неге ток трансформаторлары релелік қорғаныс құрылғыларының элементтері болып табылады?

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

Ток және кернеу трансформаторын салыстыру.

2 деңгей

Егер қондырғының номиналды тогы $I_{ном.у} = 820 А$, қосалқы станцияның шиаларындағы кернеуі $U_{ном.у} = 6 кВ$ болса, жабық қосалқы станциядағы ток трансформаторын таңдаңыз; ток трансформаторының берілістерінің есептегіштері, соққы тогы $i_y = 268,1 кА$; тұрақты токтың қысқа тұйықталуы $I_{т=∞} = 14 кА$; $t_n = 1с$ уақыт қысқарды; $t_{н.т.с.} = 1с$ жылу тогының ағым уақыты; $z_{нагр.} = 0,2 Ом$. екінші деңгейдегі жобалық жүктеме.

3 деңгей

Егер вольтметр кернеу трансформаторымен жалғанбаған болса, ЯКНО-6Э приключения нүктесінің электр тізбегі қалай жұмыс істейді. Диаграммада оның жұмысын көрсетіңіз.

2-тәжірибелік жұмыс. Ток трансформаторлары мен кернеу трансформаторларын есептеу және таңдау

Жұмыстың мақсаты: Өлшеу трансформаторларын есептеу және таңдау, құрылғыны және жұмыс қағидатын зерттеу.

Құрал-жабдықтар: ТПЛ-10 көп айналымды трансформатор, НТМИ-6 кернеу трансформаторы.

Барысы:

1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Өлшеу трансформаторларын есептеу және таңдау.
4. Өлшеу трансформаторларының мақсатын, жұмыс қағидатын сызыңыз, сипаттаңыз.
5. Жұмыстыресімдеу. Қорытындылар

Қысқаша теориялық материал:

Ток трансформаторын таңдау және тексеру формулалары 1.16 кестеде және кернеу трансформаторлары 1.17 кестеде келтірілген.

1.16-кесте. Ағымдағы трансформаторды таңдауға және сынауға арналған формулалар

Таңдалатын және тексерілген мән	Іріктеу және тексеру формулалары
Номиналды ток, А	$I_{ном.а} \geq I_{ном.у}$
Номиналды кернеу, кВ	$U_{ном.а} \geq U_{ном.у}$
Екінші жүктеме, ВА	$S_{ном2} \geq S_{расч}$ или $Z_{пр} \geq Z_{нагр}$
Электродинамикалық тұрақтылықтың рұқсат етілген тогының көптігі	$K_o \geq \frac{t_y}{\sqrt{2 \cdot I_{ном.у}}}$
Бір секундтық термиялық тұрақтылық тогының көптігі	$K_{т.у.} \geq \frac{I_{т=∞} \cdot \sqrt{t_n}}{I_{ном.у} \sqrt{t_{н.т.с.}}}$

Кесте 1.17 Кернеу трансформаторын таңдауға және сынауға арналған формулалар

Таңдалатын және тексерілген мән	Таңдау және тексеру формулалары
Номиналды кернеу, кВ	$U_{ном.а} \geq U_{ном.у}$
Орамдардың түрі және қосылу схемасы	Тағайындалуына байланысты
Фазаға жүктеме $S_{2ном}, \text{BA}$	$S_{2р} \geq S_{2ном}$
Қателігі N, %	$N \geq N_{доп}$

Шешім үлгісі:

Егер қондырғының номиналды тогы қосалқы станцияның шиналарындағы кернеу $I_{ном.у} = 700 \text{ A}$ болса, жабық қосалқы станциядағы ток трансформаторын таңдаңыз; ток трансформаторының берілістерінің есептегіштері, соққы тогы $i_y = 158,1 \text{ kA}$; тұрақты токтың қысқа тұйықталуы $I_{t=\infty} = 10 \text{ kA}$; $t_n = 1 \text{ c}$ уақыт қысқарды; жылу тогының ағым уақыты $t_{н.т.с.} = 1 \text{ c}$; $Z_{нагр.} = 0,3 \text{ Ом}$. екінші деңгейдегі жобалық жүктеме.

Шешімі:

Есептелген және паспорттық мәндерін салыстырыңыз және 1.8 кестесіне жинақтаңыз.

1.8 –кесте. Ағымдағы трансформатордың жобалық және паспорттық мәні

Таңдалатын және тексерілген мән	Есептік деректер	Рұқсат етілген (каталог бойынша)
Номиналды ток, А $I_{ном.а} \geq I_{ном.у}$	$I_{ном.у} = 700 \text{ A}$	$I_{нома} = 800 \text{ A}$
Номиналды кернеу, В $U_{ном.а} \geq U_{ном.у}$	$U_{ном.у} = 6 \text{ кВ}$	$U_{нома} = 10 \text{ кВ}$
Екінші орамның жүктемесі $S_{ном2} \geq S_{расч}$ $Z_{пр} \geq Z_{нагр}$	$Z_{нагр} = 0,3 \text{ Ом}$	$Z_{пр} = 0,4 \text{ Ом}$
Электродинамикалық орнықтылықтың рұқсат етілетін ток еселігі $K_{\delta} \geq \frac{t_y}{\sqrt{2} \cdot I_{ном.у}}$	$K_{\delta} \geq \frac{158,1}{\sqrt{2} \cdot 700} = 0,16$	$K_{\delta} = 160$
Термиялық орнықтылықтың бір секундтық тогының еселігі $K_{т.у.} \geq \frac{I_{t\infty} \cdot \sqrt{t_n}}{I_{ном.у} \sqrt{t_{н.т.с.}}}$	$K_{т.у.} = \frac{10 \cdot \sqrt{1}}{700 \sqrt{1}} = 0.014$	$K_{т.у.} = 65$

ТПОЛ-10УЗ ток трансформаторы қабылданады.

1.18-кесте. Тапсырма нұсқалары

Нұсқа №	Орнату орны	Номиналды ток $I_{н.у.}, A$	Қосалқы станция шиналарындағы кернеу $U_{ном.у.}, kV$	Есептегіштерді жеткізудің дәлдігі класы
1	Ғимарат ішінде	700	6	0,3
2	Ғимарат ішінде	10	6	1
3	Ғимарат ішінде	300	6	0,5
4	Ғимарат ішінде	200	6	05
5	Ғимарат ішінде	300	6	1

Бақылау сұрақтары:

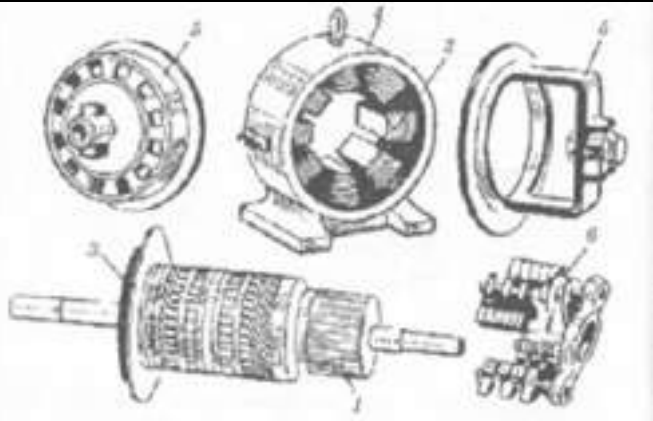
1. Ток трансформаторы қандай режимде жұмыс істейді?
2. Ток және кернеу трансформаторларының қызметі.
3. Ток және кернеу трансформаторы қандай негізгі элементтерден тұратынын атаңыз. [8,10]

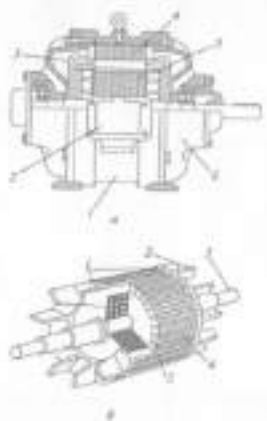
1.5-тарау айнымалы және тұрақты ток машиналарының құрылысы және жұмыс істеу қағидаты

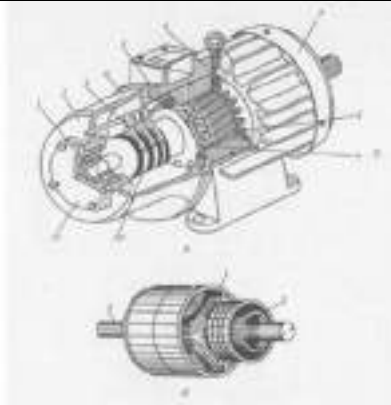
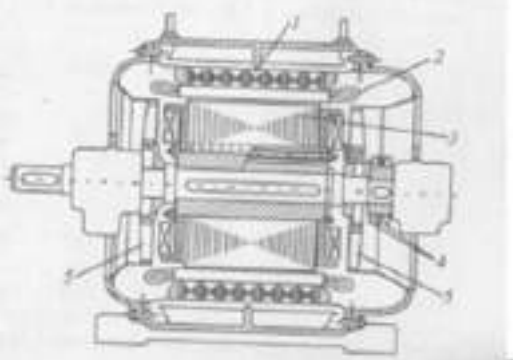
Электр машинасы механикалық энергияны электр және электр энергиясына түрлендіруге арналған. Электр машиналарының классификациясы 1.18 суретте көрсетілген.



1.18 сурет электр машиналарының жіктелуі

Тұрақты ток генераторы	
Міндеті	Тұрақты ток генераторлары дербес энергетикалық қондырғыларда және әртүрлі мақсаттағы көлік құралдарында қолданылады.
Құрылғы	 1-қабырға; 2-басты полюстер; 3-Зәкір; 4-коллектор; 5-подшипник қалқаны; 6-щеткұстағыштар. 1.19 сурет тұрақты токтың өнеркәсіптік генераторының құрылғысы
Жұмыс істеу қағидаты	Тұрақты ток генераторының жұмыс қағидаты (сурет. 1.19) магнит өрісінде айналатын рамкада ЭҚК пайда болуына негізделген. Кезде айналу шеңберін индуцируемая онда ЭҚК өзгереді бойынша синусоиде, т. е. бір айналым міндетті шарты екендігін түсінеміз екі рет белгісі. Сыртқы тізбек бойынша токтың бір бағыты болуы үшін коллектор – щеткалар арқылы сыртқы тізбектермен жалғанатын раманың ұштарымен жалғанған екі жартылай сақиналар қолданылады. Қалай ғана рамка повернется 1800 және ЭҚК бастайды, өзгерту белгісі, жарты сақинасының коллектордың ауысатын кей жерлерде. Сыртқы тізбектегі токтың осы бағыты арқасында оның шамасы өзгереді. Тұрақты ток машинасы негізгі магнит өрісін қоздыру үшін қызмет ететін қозғалмайтын бөліктен тұрады.

Айнымалы ток машиналары	
Асинхронды қозғалтқыштар	
Міндеті	Электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіруге арналған (сурет. 1.20, 1.21).
Құрылғы	 1-статор корпусы; 2-шығару қорабы; 3-статорды орау; 4-статордың өзегі; 5-ротор; 6-мойынтіректі қалқан. Сурет 1.20 қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштың құрылғысы

	 1-білік; 2-мойынтіректі қалқан; 3-щеткистағыш; 4-люк қақпағы; 5-статорды орау; 6-статордың өзегі; 7-желдеткіш қаптамасы; 8-статордың өзегі; 9-роторды орау; 10-байланыс сақиналары; 11-подшипник қақпағы. 1.21 сурет фазалық роторы бар үшфазалы асинхронды қозғалтқыштың құрылғысы
Жұмыс істеу қағидаты	Статордың айналмалы өрісі (сурет. 1.21) ротор орамасының өткізгіштерін қиып өтеді және оларда ЭДС индукциялайды. Ротордың тұйықталған орамасы кезінде ЭҚК әсерінен орамада бағыты оң қолдың ережесі бойынша анықталатын токтар пайда болады. Осы токтардың статор өрісімен өзара әрекеттесуі өткізгіштерге әсер ететін электромагниттік күштер F құрады. Жеке өткізгіштерге қоса берілген күштердің жиынтығы роторда оны қозғалысқа әкелетін электромагниттік сәт жасайды. Асинхронды машинаның маңызды қасиеті оның жұмысы кезінде статор мен ротордың магнит өрісі әртүрлі айналу жиілігімен, яғни асинхронды түрде қозғалады.
Синхронды машиналар	
Міндеті	Синхронды машиналар электр станцияларындағы ауыспалы ток генераторлары болып табылады, ал синхронды қозғалтқыштар тұрақты айналу жиілігімен жұмыс істейтін қозғалтқыш қажет болған жағдайларда қолданылады.
Құрылғы	 1-статордың өзегі; Статордың 2-үшфазалы орамасы; Тұрақты ток орамасы бар ротордың 3-полюстері; 4-ротор орамасын тұрақты ток көзімен қосуға арналған сақиналар; 5-желдеткіштер. Синхронды машинаның құрылғысы
Жұмыс істеу қағидаты	Синхронды деп ротордың айналу жиілігі статордың магнит өрісінің айналу жиілігіне тең айнымалы ток машинасы аталады. Мұндай машинаның роторы (күріш. 1.22) тұрақты токпен қозғалатын электромагнит. Генератор режимінде синхронды машинаның роторы бастапқы қозғалтқышпен номиналды жылдамдықпен айналуға келтіріледі. Осыдан кейін генератор ротор орамына тұрақты ток беру арқылы қозғалады. Тұрақты жылдамдықпен айналатын полюстер ағыны статордың үшфазалы орамасын кесіп өтіп, онда ЭДС әкеледі.

[5]

2-бөлім. Ашық тау-кен жұмыстарының электр жабдықтары

2.1-тарау. Төмен вольтты электр басқару және қорғау аппаратурасы, қашықтықтан басқару схемалары

2.1.1-тақырып. Төмен вольтты электр аппараттарындағы қорғаныс элементтері

Контактілердің конструкциясы және оларды дайындау үшін қолданылатын материалдар

Электр тізбектерінің байланыстары коммутация және электр тогын өткізгіштерді қосу орнында немесе оларды аппараттарға қосу орнында жүргізуге арналған. Электр аппараттарының түйіспелерінің түрлері 2.1-кестеде келтірілген (2.1,2.2,2.3,2.4,2.5 сурет.).

2.1 кесте. Электр аппараттары контакттерінің түрлері

	1-жылжымалы байланыс; 2-жылжымайтын байланыс; 3-болат серіппе; 4-басуды реттеу үшін түйреуіш.
2.1 сурет. Тегіс серіппелі байланыстар	2.2 сурет. Шеткі байланыс
2.3 сурет. Розеткалы байланыс	2.4 сурет. Байланыссыз роликті байланыстар
2.5 сурет. Жылжымалы байланыс	2.6 сурет. Жылжымалы байланыс

Байланыс үшін материал ретінде негізінен мыс және оның қорытпалары (жез, қола), күміс, вольфрам және металл керамика қолданылады.

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1. Контактілерге анықтама беріңіз.
2. Электр аппараттарының түйіспелерінің түрлерін атаңыз.

2 деңгей

1. Контактілерді жасау кезінде қолданылатын материалдарға қойылатын талаптарды талдау.

3 деңгей

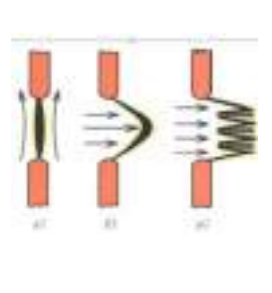
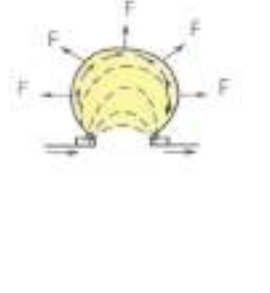
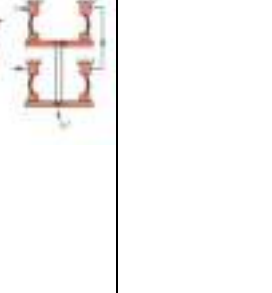
1. Сіз қалай ойлайсыз, қазіргі заманғы тау-кен машиналарының электр аппараттарында қандай байланыс түрлері ең көп қолданылады және неге?

Электр доғасын сөндіру тәсілдері

Электр тогы мен кернеуге байланысты электр доғасы пайда болады.

Доғаның жану уақытын қысқарту және контактілердің қызмет ету мерзімін ұлғайту үшін арнайы доға сөндіргіш құрылғылар-камералар қолданылады. Электр доғасын сөндіру тәсілдері 2.2-кестеде келтірілген.

2.2 кесте. Электр доғасын сөндіру тәсілдері

				
Газ үрлеумен доғаны сөндіру: а-бойлық; б-көлденең. в-камерада көлденең және оқшаулағыш қалқалармен.	Созылу электродинамикалық күшпен доғалар	Болат корпуска тарту есебінен доғаны ауыстыру	Магниттік үрлеу қағидаты	Электр доғасын сөндіру: а-Болат пластиналармен ұсақтау; Б-тізбектің екі реттік үзілуімен; в-тізбектің төрт есе үзілуімен.

Ашық тау-кен жұмыстары жағдайында қорғаныс түрлері

Ашық тау-кен жұмыстары жағдайында екі негізгі қорғаныс түрі қолданылады: электр қондырғылары мен қызмет көрсетуші персонал.

Қорғауға электр қозғалтқыштар, генераторлар, трансформаторлар, кабельдік және әуе желілері жатады. Ол токтың шамадан тыс жоғарылауынан немесе шамадан тыс жүктеменің салыстырмалы шағын (бірақ ұзақ емес) токтарынан, кернеудің елеулі ауытқуларынан қорғау үшін орындалады.

Қызмет көрсететін персонал қорғанысының мақсаты- электр тогымен зақымдануын болдырмау.

Электр қондырғыларындағы зақымдану түріне және қалыпты емес жұмыс режиміне байланысты қорғаныс орнатылады.:

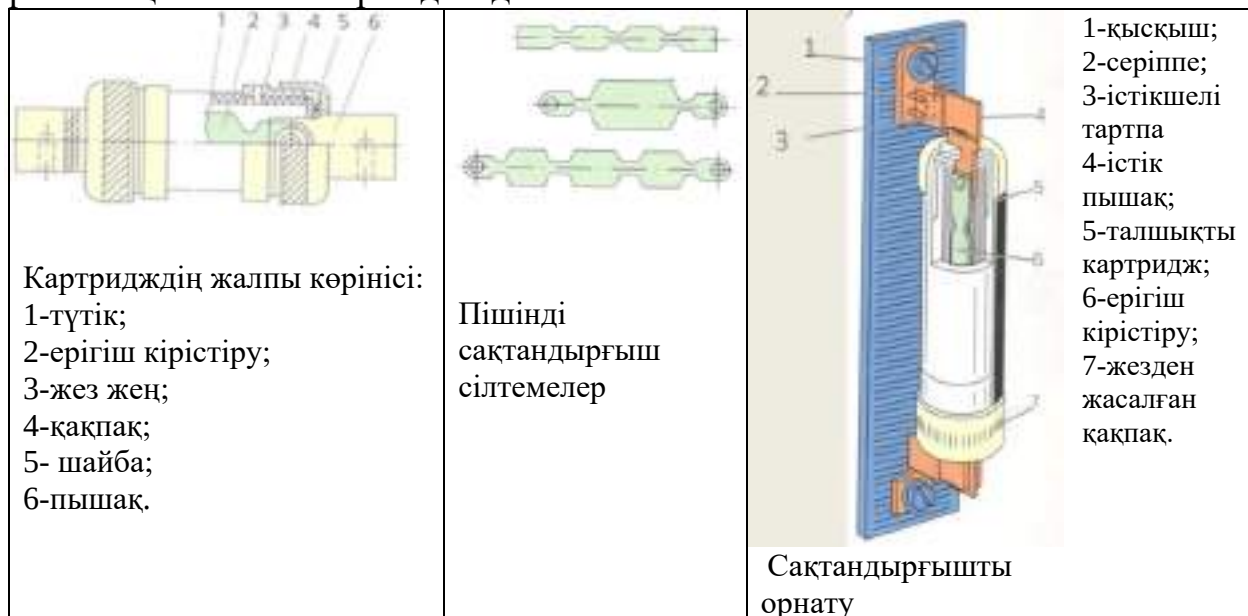
максималды ток - токтың шамадан тыс ұлғаюынан (қысқа тұйықталудан);

шамадан тыс (жылу) - номиналды шамадан жоғары токтардың әсерінен тірі бөліктердің қызып кетуінен;

минималды немесе қуаттың жоғалуынан - желідегі кернеудің рұқсат етілген мәннен төмен деңгейінің төмендеуінен және электр қуатының төмендеуінен.

Шамадан тыс қорғаныс.

Максималды ток қорғанысы сақтандырғыштар немесе максималды ток релесінің көмегімен орындалады.

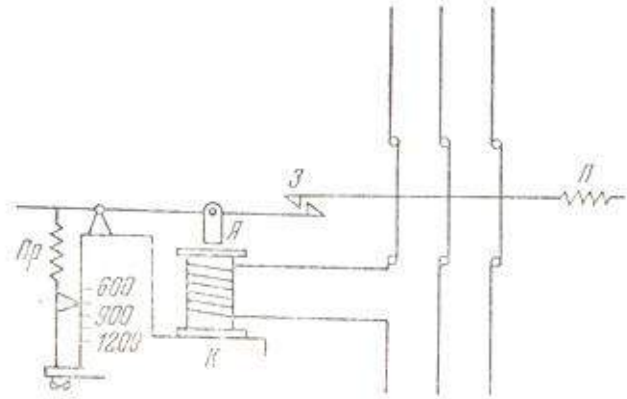


2.6 сурет. 100-1000А номиналды токтарға арналған PR-2 сақтандырғышы

Сақтандырғыш - белгілі бір шамадан асатын ток ағымының сәтінде арнайы өткізгіш (кірістіру) балқытылған (күйіп кеткен) кезде тізбекті қорғауға мүмкіндік бермейтін қарапайым және арзан коммутациялық құрылғы. Сақтандырғышты жобалау және орнату 2.6 суретте көрсетілген.

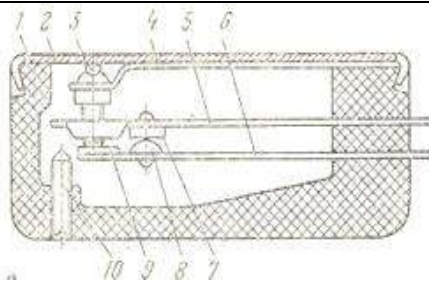
Сақтандырғыштар келесі параметрлермен сипатталады: $I_{ном.пр}$ сақтандырғыштың номиналды тогы; $I_{ном.вс}$ сақтандырғыштың балқығандағы номиналды тогы; $I_{пр.отк}$ ағымдағы шекті бұзу; $U_{ном.пр}$ сақтандырғыштың номиналды кернеуі.

Максималды ток релесі электр қондырғыларын рұқсат етілмейтін шамадан тыс токтардан қорғаудың ең дамыған құралы болып табылады. Максималды электромагниттік реле жұмысының қағидаты 2.7 суретте көрсетілген. Максималды ток релесінің артықшылықтары: барлық үш фазада токтың бір уақытта тоқтауы; басқару аппаратын кейін қосу үшін аз уақытты тұтыну, бұзылатын токтың мәні мен қорғаудың айқындылығы. [6]

Максималды ток релесі	
Міндеті	Электр қондырғыларын жол берілмейтін шектен қорғау.
Құрылғы	 К-катушка; Я- якорь; З-ажырату механизмінің қақпағы; П-серіппе. 2.7 сурет максималды реленің схемасы
Әрекет қағидаты	Тізбекке ретімен қосылған К Катушка қалыпты жұмыс тогы кезінде зәкірін соза алмайды және автомат қосылған күйде болады. Қысқа тұйықталу кезінде катушканың тізбегінде үлкен ток пайда болады, ол зәкірді тартады, ол ажырату механизмінің щеткасын босатады және автомат серіппенің әрекеті бойынша зақымдалған учаскені желіден ажыратады. Реленің ажыратылу тогының шамасын реттеу зәкірімен байланысты Пр серіппесінің шамасын өзгертумен жүргізіледі.

Жылу қорғанысы

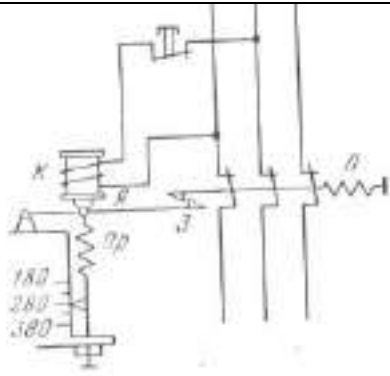
Электр қозғалтқыштарын ұзақ уақыт жұмыс істемейтін шамадан тыс шамадан қорғау токтың өтуі кезінде олардың қыздыру элементтерінде бөлінетін жылу мөлшеріне әсер ететін ток, термобиметаллдық, электрожылу реленің көмегімен не электр қозғалтқыштарының орамдарының немесе басқа да бөліктерінің температурасын жоғарылатуға болады. 2.8 суретте ДТР дифференциалды температуралық релесінің құрылғысы көрсетілген.

Дифференциалдық температуралық реле ДТР	
Міндеті	Электр қондырғыларын қызып кетуден қорғау, реле қозғалтқыштың ішіне кіреді және Ораманың алдыңғы бөліктеріне бекітіледі, қозғалтқыш орамасының температурасына ғана емес, оның өсу жылдамдығына да ден қояды.
Құрылғы	 1-пластмасса корпус; 2-жылу өткізгіш мыс қақпағы; 3 және 10-бұрандалар; 4 және 5-термобиметалл пластиналар; 6-контактілі пластина; 7 және 8-байланыстар; 9-оқшаулау төсемі. 2.8 сурет.ДТР дифференциалды температуралық реле құрылғысы

Әрекет қағидаты	Қозғалтқыштардың аздаған шамадан тыс жүктелуі кезінде жылу оның орамынан салыстырмалы түрде баяу 4 және 5 пластиналарымен беріледі, олар 5 пластина бұрандаға 10 тірелгенге дейін біртіндеп төмен қарай жылжиды. 7 және 8 контактілер тұйықталғаннан кейін магниттік іске қосқышты басқару тізбегіне қосылған.
-----------------	--

Минималды және нөлдік қорғаныс

Нөлдік қорғанысты міндеті кернеуді алу және оны қайта беру кезінде электр қондырғысының өздігінен қосылуы болмауынан тұрады. Ең төменгі қорғанысты міндеті номиналды кернеу рұқсат етілген шектерден төмен төмендеген кезде электр қондырғысын ажыратудан тұрады. Ең аз (нөлдік) реленің әрекет ету қағидаты 2.9 суретте көрсетілген.

Ең аз (нөлдік) реле	
Міндеті	Кернеу азайған немесе кернеу толық жоғалған кезде қондырғыны желіден ажыратады.
Құрылғы	 К-катушка; Я- якорь; З-ажырату механизмінің қақпағы; П-серіппе. Сурет 2.9 Минималды (нөлдік) реле сызбасы
Жұмыс қағидаты	Электрмагниттік реле катушкасы кернеудің шамасын басқаратын екі фаза арасында параллель қосылған. Қуаттың қалыпты кернеуі кезінде катушкалар арқылы өтетін ток. К Я зәкірін тартылған күйде ұстайды. Электрмен жабдықтау желісіндегі кернеудің төмендеуі немесе жоғалуы токтың мәні мен К катушкасының магниттейтін күшінің төмендеуіне әкеледі, Я зәкірі түзету серіппесінің меншікті салмағының әсерінен жоғалады, ажырату механизмінің қақпағы ысырманы босатады, құрылғы серіппелі П әсерінен электр қозғалтқышын желіден ажыратады.

[4,7,8,9]

3 -тәжірибелік жұмыс. Қорғаныс құралдарын есептеу және таңдау

Жұмыстың мақсаты: сақтандырғыштар мен ажыратқыштарды есептеу және таңдау.

Барысы:

1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Тапсырма нұсқасына сәйкес аппараттың сызбасын, мақсатын, жұмыс қағидатын сипаттаңыз.
4. Жабдықтың опциясын есептеу және таңдау.

5. Жұмысты ресімдеу. Қорытындылар

Қысқаша теориялық материал:

Сақтандырғыштарды таңдаған кезде сақтандырғыштардың номиналды кернеуі және олардың кірістері номиналды кернеуге сәйкес келуі керек

$$U_{н.пр.} = U_{н.в.} = U_{н.с.}, В. \quad (2.1)$$

Балқитын кірістің номиналды тогы жүктеме сипатына байланысты таңдаңыз.

Үш фазалы асинхронды торлы қозғалтқыштар үшін сақтандырғыш тогы төмендегі формула бойынша анықталады

$$I_{н.в.} = \frac{I_{н.пуск.}}{1,6 \div 2,5}, А, \quad (2.2)$$

$I_{н.пуск.}$ - мотордың номиналды ток тогы, А;

$1,6 \div 2,5$ -коэффициенті ротормен іске қосу кезінде сақтандырғыштың жанбауын қамтамасыз етеді. Қалыпты іске қосу шарттары үшін осы коэффициенттің мәні 2,5, ал ауыр $1,6 \div 2$ алынуы керек.

Фазалық роторы бар қозғалтқыштар үшін (және жарықтандыру жүктемелері) сақтандырғыш-қосылыстың номиналды тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{н.в.} = (1 \div 1,25) I_{н.дв.}, А, \quad (2.3)$$

мұндағы $I_{н.дв.}$ - қозғалтқыштың номиналды тогы (немесе жарықтандыру жүктемесінің жұмыс тогы), А;

$$I_{н.дв.} = \frac{P_n \cdot 1000}{U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta \cdot \sqrt{3}}, А. \quad (2.4)$$

Егер сақтандырғыш бірнеше қуат тұтынушысын қорғау үшін пайдаланылса, онда сақтандырғыш тогы келесі формула бойынша анықталады:

$$I_{н.в.} = \frac{I_{н.пуск.}}{(1,6 \div 2,5)} + \sum I_{н.ост.}, А, \quad (2.5)$$

мұндағы $I_{н.пуск.}$ - ең қуатты қозғалтқыштың номиналды ток тогы, А;

$\sum I_{н.ост.}$ - негізгі кабельден алынған барлық басқа коллекторлардың жиынтық номиналды тогы, А.

Электр қозғалтқышының сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін сақтандырғыш-байланыс шартты қанағаттандыруы керек

$$\frac{I_{к.з.}^{(2)}}{I_{н.в.}} \geq 4 \div 7. \quad (2.6)$$

$I_{к.з.}^{(2)}$ - қорғалатын аймақтың соңындағы екі фазалы қысқа тұйықталу тогы;
 $4 \div 7$ - есе, қорғалған желінің екі фазалы қысқа тұйықталуының мүмкін болатын минималды тогымен сақтандырғыштың уақытылы жануын қамтамасыз етеді.

Автоматты ажыратқыштарды таңдау

Қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқыштар үшін

$$I_y = (1,5 \div 1,8) I_{н.пуск}, A. \quad (2.7)$$

Жарықтандыру жүктемесін қорғау кезінде келесі формуланы қолданыңыз

$$I_y = 3 \cdot I_{н.раб.}, A, \quad (2.8)$$

мұндағы 3 - қыздыру лампаларын қосу кезіндегі көтерілген ток шамасын және кабельдік желідегі кернеудің ауытқуын ескеретін коэффициент;

$I_{н. раб.}$ - номиналды жүктеме тогы.

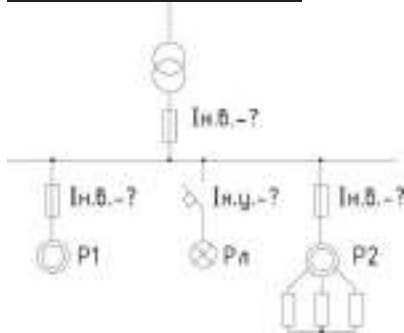
Желіні қорғайтын ажыратқыштар мен магниттік стартердің максималды релесінің тогы төмендегі формула бойынша анықталады

$$I_y = I_{н.пуск} + \sum I_{н.ост.}, A. \quad (2.9)$$

Электр қозғалтқышының сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін берілген ток жағдайды қанағаттандыруы керек

$$\frac{I_{к.з.}^{(2)}}{I_y} \geq 1,5. \quad (2.10)$$

Шешімнің үлгісі:



Сурет 2.10 Электрмен жабдықтаудың принципті сұлбасы

Асинхронды қозғалтқышты қысқа тұйықталудан қорғау үшін ротор және асинхронды қозғалтқыш, секцияның механикалық цехында орнатылған фазалық ротор сақтандырғыштарды таңдаңыз (2.10-сурет), олар келесі мәліметтерге ие: $P_1 = 15$ кВт; $P_2 = 20$ кВт; $U_n = 220$ В; қозғалтқыштың тиімділігі $\eta = 0,89$; қуат коэффициенті $\cos \varphi = 0,85$; іске қосу шарттары ауыр. Жарықтандыру желісі үшін ажыратқышты таңдаңыз. Жарықтандыру $I_{н.осв.} = 32$ А желіні қорғау үшін сақтандырғыштарды есептеңіз және таңдаңыз. $I_k^2 = 1200$ А қозғалтқышының терминалдарындағы екі фазалы қысқа тұйықталу тогының мәні.

Шешім:

1. Қозғалтқыштың номиналды тогын анықтаймыз

$$I_{н1} = \frac{P_{н1} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{15000}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,89} = 52 A.$$

2. Индукциялық қозғалтқышты қысқа тұйықталудан қорғау үшін термоядролық токтың күшін анықтаймыз

$$I_{н.в.} = \frac{I_{н.пуск}}{1,6 \div 2,5} = \frac{260}{1,6} = 162,5 A.$$

Қозғалтқыштың іске қосу тогын анықтаңыз

$$I_{н.пуск} = (5 \div 7) \cdot I_n = 5 \cdot 52 = 260 A,$$

Сақтандырғышты қабылдаңыз ПН2 – 250 $I_{н.пр.} = 250 A$ с $I_{н.в.} = 200 A$.

3. Таңдалған сақтандырғыш қондырғы қысқа тұйықталу кезіндегі жұмыс сенімділігіне тексеріледі

$$4. \frac{I_{к.з.}^{(2)}}{I_{н.в.}} \geq 4 \div 7; \frac{1200}{200} = 6,$$

берілген шартты қанағаттандырады.

4. Жарықтандыру желісін қорғау үшін берілген токты есептеңіз

$$I_y = 3 \cdot I_{н.осв.} = 3 \cdot 32 = 96 A.$$

Ажыратқышты қабылдаңыз А-3716Б с $I_{н.в.} = 160 A$; $I_{н.у.} = 115 A$.

5. Таңдалған параметр қысқа тұйықталу кезіндегі жұмыс сенімділігіне тексеріледі.

$$6. \frac{I_{к.з.}^{(2)}}{I_{н.у.}} \geq 1,5; \frac{1200}{115} = 10,43 A \text{ берілген шартты қанағаттандырады.}$$

6. Электр қозғалтқышының номиналды тогын анықтаңыз

$$I_{н2} = \frac{P_{н2} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{20000}{1,73 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 0,89} = 69,46 A.$$

7. Асинхронды қозғалтқышты фазалық ротормен қорғау үшін термоядролық қосылыстың тогын анықтаңыз

$$I_{н.в.} = (1 \div 1,25) \cdot I_{н2} = 1 \cdot 69,46 = 69,46 A.$$

Сақтандырғыш түрін қабылдаңыз ПН2 – 250 $I_{н.в.} = 80 A$; $I_{н.пр.} = 250 A$.

8. Таңдалған сақтандырғыш қондырғы қысқа тұйықталу кезіндегі

$$\text{жұмыс сенімділігіне тексеріледі } \frac{I_{к.з.}^{(2)}}{I_{н.в.}} \geq 4 \div 7; \frac{1200}{80} = 15,$$

берілген шартты қанағаттандырады.

9. Сызықты қорғау үшін сақтандырғыш тогын есептейміз

$$I_{н.в.} = \frac{I_{н.пуск}}{1,6 \div 2,5} + \sum I_{н.ост.} = \frac{347,3}{1,6} + 52 + 32 = 300,06 A,$$

$I_{н.пуск}$ - мұнда ең қуатты қозғалтқыштың кіріс тогы, А.

Сақтандырғыш түрін қабылдаңыз ПН2-400 $I_{н.пр.} = 400 A$; $I_{н.в.} = 300 A$.

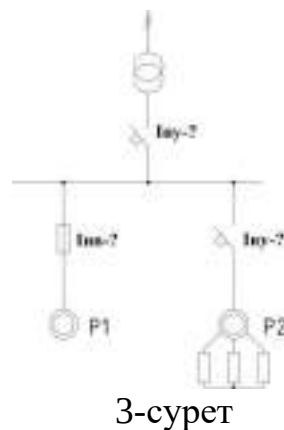
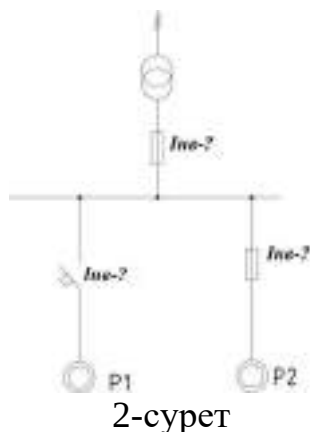
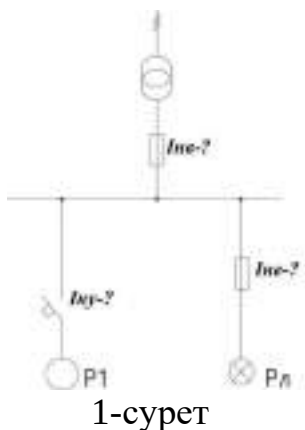
10. Таңдалған сақтандырғыш қондырғы қысқа тұйықталу кезіндегі

$$\text{жұмыс сенімділігіне тексеріледі. } \frac{I_{к.з.}^{(2)}}{I_{н.в.}} \geq 4 \div 7 = \frac{1200}{300} = 4,$$

берілген шартты қанағаттандырады. [8,10]

2.3 кесте. Тапсырманың нұсқалары

№	Электр қабылдағыштардың қуаты			Электр қабылдағыштардың техникалық деректері			Іске қосу шарттары		$I_r^{(2)}$ А	№ сурет
	P1,кВт	P2,кВт	Pл,кВт	U _н	cos φ	η_d	P1	P2		
1	20	30	5	0,4	0,85	0,9	Ауыр	Жеңіл	2500	1
2	15	25		0,4	0,81	0,85	Жеңіл	Орташа	1900	2
3	30	40	10	0,4	0,87	0,87	Жеңіл	Жеңіл	2600	3
4	35	45	5	0,4	0,85	0,95	Ауыр	Орташа	2000	1



Бақылау сұрақтары:

1. Электр қондырғыларында қолданылатын қорғаныс түрлерін атаңыз.
2. Сақтандырғыштардың типтерін, олардың құрылғыларын атаңыз.
3. Максималды ток релесі не үшін және қалай жұмыс істейді?
4. Балқитын сақтандырғыштардың артықшылықтары мен кемшіліктері.
5. Максималды ток релесінің артықшылықтары мен кемшіліктері.
6. Жылу релесінің жұмыс істеу қағидаты.

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар: №1 тапсырма

1 деңгей

1. Электр қондырғыларын қорғау түрлерін атаңыз.
2. Фазалық роторы бар қозғалтқыштарға арналған балқымалы ендіріменің номиналды тогы қалай анықталады?

2 деңгей

Асинхронды қозғалтқышты қысқа тұйықталудан қорғау үшін сақтандырғыштарды таңдаңыз келесі мәліметтерге ие ротор: $P_n = 15$ кВт, электр желісінің кернеуі $U_n = 380V$, қозғалтқыштың тиімділігі $\eta_{н.дв.} = 0,89$, $\cos \varphi_{н.дв.} = 0,85$, токтың көбейтуі $\frac{I_{н.лус.}}{I_n} = 5,5$, екі фазалы қысқа тұйықталу кезіндегі ток мәні қозғалтқыштың терминалдары $I_k^2 = 2280A$, бастапқы жағдай қиын.

3 деңгей

Неліктен сақтандырғыштар іс жүзінде кең қолданылады деп ойлайсыз?

№2 тапсырма

1 деңгей

1. Максималды ток релесінің міндеті.
2. Максималды электромагниттік реле жұмыс қағидаты.

2 деңгей

Осындай жағдайлар үшін сақтандырғышты және ажыратқышты таңдаңыз: желі кернеуі: $U_n=0,4V$, $\cos \varphi_{н.дв.}=0,84$, қозғалтқыштың тиімділігі $\eta_{н.дв.}=0,9$, $P_1 = 20$ кВт, $P_2 = 25$ кВт, токтың қатынасы $\frac{I_{н.лус.}}{I_n} = 5,5$, ток мәні екі фазалы қысқа тұйықталу қозғалтқыштың терминалдары $I_k^2 = 2100A$, іске қосылуы ауыр.

3 деңгей

Максималды қорғаныс құралдарының артықшылықтары мен кемшіліктерін талдаңыз.

№3 тапсырма

1 деңгей

№1

Жылу, ең аз, нөлдік қорғанудың мақсатын атаңыз.

№2

Дифференциалдық температуралық реленің суретін қарастырыңыз, оның негізгі элементтерін атаңыз және суреттеңіз.

№3

Ең аз (нөлдік), реленің сызбасын қарастырыңыз, оның негізгі элементтерін атаңыз және суреттеңіз.

№4

Ұсыныстар мен анықтамалардың тізімінен сұрақтарға жауаптарды таңдап, оларды шифрлаңыз.

1. Электр қозғалтқыштарын қандай қорғау жылу қорғанысын жүзеге асырады?
2. Жылу релесінің негізгі жұмыс элементін атаңыз.
3. Кернеудің қандай мәні бар минималды қорғаныс электр қондырғысын желіден ажыратады?
4. Кернеудің қандай мәнінде нөлдік қорғаныс жұмыс істейді?

Жауаптар:

1. $U_C < 0,15 U_N$.

2. Магнитті іске қосқыш.
3. $U_c < 60-70\%$.
4. Биметалл пластинка.
5. Кернеудің төмендеуінен.
6. Қозғалтқыш орамаларының қыздыру температурасынан.

№ 5 кестені толтырыңыз

Қорғау түрі	Міндеті	Жұмыс қағидаты
жылу ең төменгі нөлдік		

2 деңгей

Сызбаны толтырыңыз:

жылу және минималды қорғаныс
арасындағы айырмашылықтар

Максималды және нөлдік
қорғаныс арасындағы
ұқсастықтар

3 деңгей

Ең аз және нөлдік қорғауды уақыт ұстанымымен орындау қажет деген қорытынды қаншалықты дұрыс.

2.1.2-тақырып. Қолмен басқару аппаратурасы

4-практикалық жұмыс. Қолмен басқару аппаратурасын зерттеу

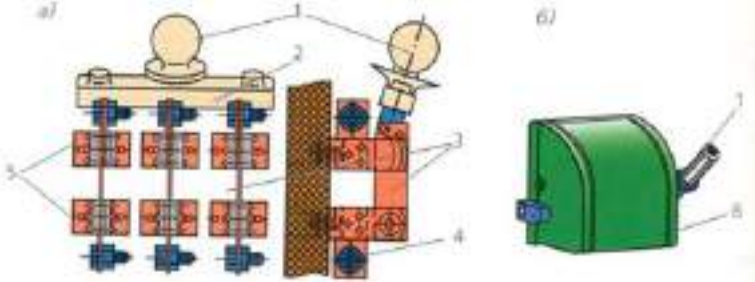
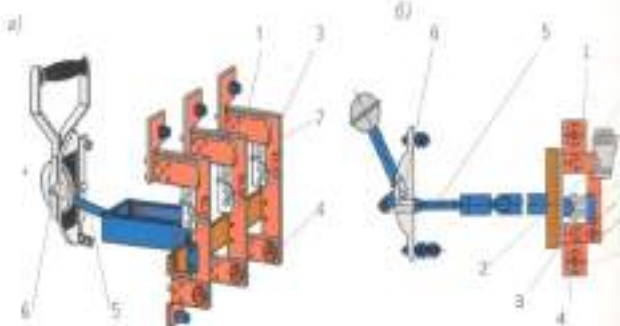
Жұмыстың мақсаты: қолмен басқару аппаратурасының құрылысын, жұмыс істеу қағидатын оқып үйрену.

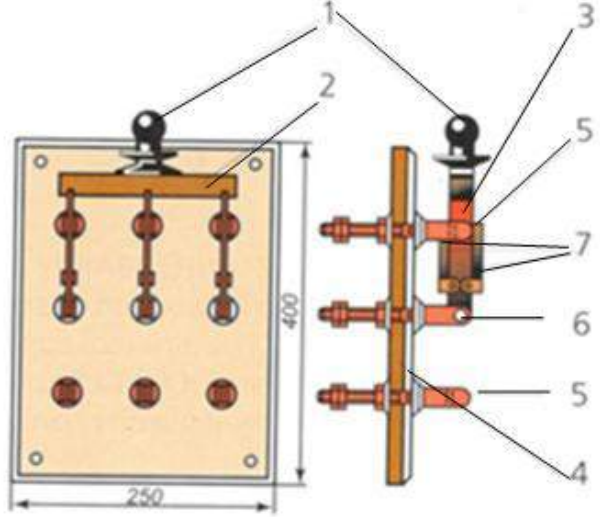
Құрал-жабдықтар: әдістемелік құрал, қолмен басқару аппаратурасы: рубильниктер, ауыстырып қосқыштар, пакеттік ажыратқыштар, кедергілер мен реостаттар, контроллерлер, командоаппараттар, Қол жетегі бар іске қосқыштар және автоматты ажыратқыштар.

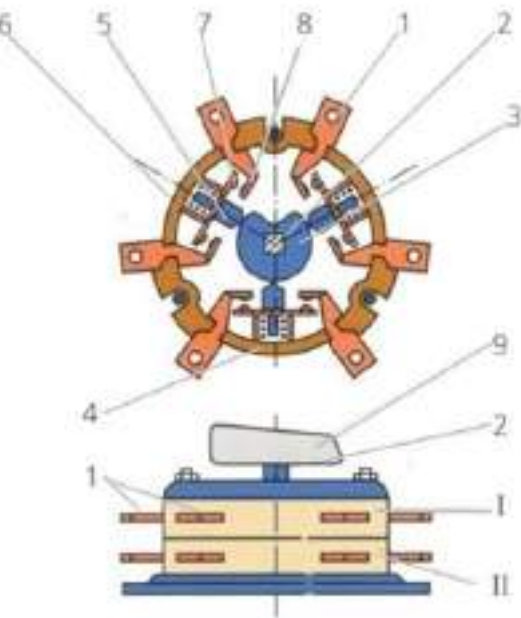
Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысу.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастыру.
3. Рубильниктің, ауыстырып қосқыштардың, пакетті ажыратқыштардың, кедергілердің және реостаттардың, контроллерлердің, командоаппараттардың, қол жетегі бар іске қосқыштардың және автоматты ажыратқыштардың құрылымын зерттеу.
4. Тапсырма нұсқасына сәйкес қолмен басқару аппаратурасының қызмет ету қағидатын суреттеу, сипаттау.
5. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

Қысқаша теориялық материал:

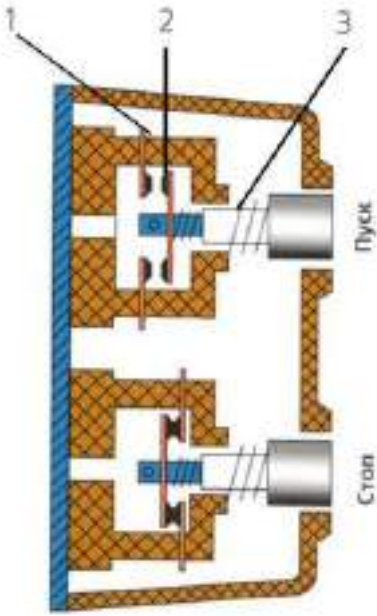
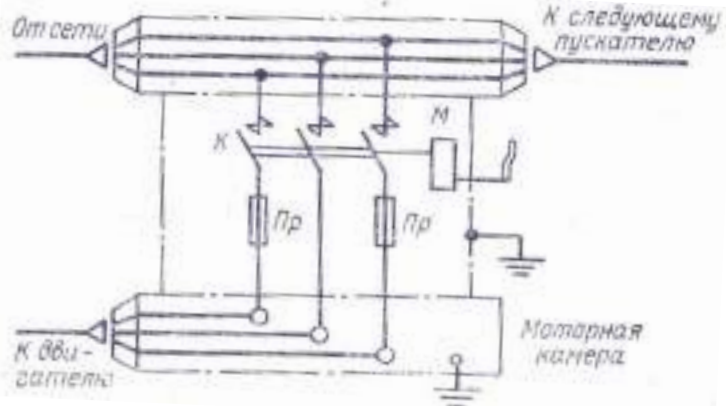
Кескіштер	
Міндеті	Қолмен басқарудың қарапайым аппараттары электр тізбектерінің сирек тұйықталуы және ажыратылуы кезінде қолданылады (2.11,2.12 сурет.).
Құрылғы	 1-тұтқасы; 2-оқшаулау планкасы; 3-байланыс пышақтары; 4-панель; 5-контактілі тіреулер; 6-қорғаныс қаптамасы. 2.11-сурет басқару тұтқасы бар рубильниктер: а-орталық; б-бүйір.
	 1-контактілі тіреу; 2-доға сөндіргіш камера; 3-контактілі пышақ; 4-топсалы тіреу; 5-тарту; 6-ось; 7-доға сөндіргіш байланыс. 2.12 сурет иіктіректі жетегі бар рубильниктер: а-доға сөндіргіш контактiлермен; б-с доға сөндіргіш камералармен.
Әрекет қағидаты	Қолмен қойылса, пышақтар қозғалмайтын контактiлердiң серiппелi элементтерi арасында кiредi және тiзбектi тұйықтайды. Мұндай байланыстар кесiлетiн типтi контактiлер деп аталады (2.12 сурет). Жүктеме астындағы тiзбектердi коммутациялау үшiн басты пышақтардан басқа ажыратқыш пышақтары да бар рубильниктер қолданылады. Ажыратқан кезде алдымен басты пышақ шығады, содан кейiн серiппенiң әсерiмен жыртылған пышақты бiр сәтте шығарады, бұл доғаны жылдам өшiруге ықпал етедi, доғаны жылдам сөндiру үшiн фибралық саңылаулар арасында бекiтiлген мыс пластиналар жиынтығы болып табылатын доға сөндiргiш тор қолданылуы мүмкiн. Мұндай торға доға тиген кезде ол жеке пластиналар арасында жанады.
Қосқыштар	
Міндеті	Ажыратқыштардан жылжымайтын контактiлердiң екiншi жүйесiнiң болуымен ерекшеленедi және негiзiнен электр қозғалтқыштарын реверсиялау үшiн қолданылады (2.13сурет).

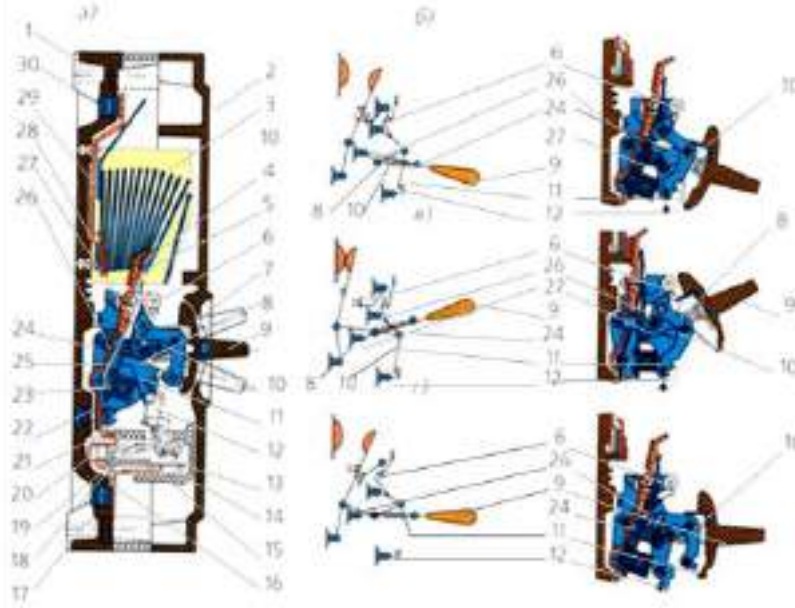
Құрылғы	 1-тұтқасы; 2-оқшаулау планкасы; 3-байланыс пышақтары; 4-панель; 5-контактілі тіреулер; 6-топсалы тіреу; 7-доға сөндіргіш байланыстар. Сурет 2.13 Орталық тұтқасы бар ауыстырып қосқыш
Әрекет қағидаты	Ауыстырып қосқыш пышағының екі тұйықталу жағдайы бар. Бүйір тұтқалы және қаптамасы бар ажыратқыштың түйіспелі бөлігі доға сөндіргіш камералармен басты түйіспеден тұрады (сурет. 2.13).

Пакеттік ажыратқыштар	
Міндеті	Электр тізбектерін 6-дан 250 А-ға дейінгі номиналды токтарға қосу, ажырату және ауыстырып қосу үшін кеңінен қолдануға болады, электр энергиясын бөлу және асинхронды қозғалтқыштарды қолмен басқару үшін электр қондырғыларын басқару тізбектерін қосу және ауыстырып қосқыш ретінде қолданылады (2.14 сурет).
Құрылғы	 1-қозғалмайтын байланыс шығысы; 2-білік; 3-жұдырық; 4-корпус; 5- дiңгек; 6-серіппе; 7-байланыс көпірі; 8-жылжымайтын байланыс; 9-тұтқасы. Сурет 2.14 жұдырықшалы пакеттік ажыратқыш
Әрекет қағидаты	Олардың байланыс жүйесінің конструкциясы тұтқаның бұрылу жылдамдығына тәуелсіз контактiлердi ауыстырып қосу және доғаны жылдам сөндіруді қамтамасыз етеді.
Кедергі және реостаттар	
Міндеті	Генераторлардың кернеу қозғалтқыштарының жылдамдығын қосу және өзгерту үшін қолданылады. Оларды ток реттеу үшін қосымша кедергі ретінде машина орамдарына қосады (сурет. 2.15).

Құрылғы	2.15-сурет. Қозғалыс реостаты: а-жалпақ ажыратқыш; б-реостат.	1-рычаг; 2-жылжымалы, жылжымалы байланыс; 3-жолақты; 4-бекітілген байланыс; 5-резисторлар.
Жұмыс қағидаты	Қарсылық мәні, б.а. тізбектегі элементтердің санын теру көмегімен өзгертуге болады. Ол оқшаулағыш панельдің бетінен цилиндр түрінде және цилиндрдің айналасында орналасқан 3 жолақпен бекітілген 4 байланыстан тұрады. Жылжыту контактісі 2 тұтқасында 1 қозғалмалы қолмен қозғалады және резисторларды 5 ауыстырады. Генератордың іске қосу тізбегіндегі реостатты қосқан кезде (2.15 б-сурет), кернеуді оның шығысымен реттеуге болады. Тұтқаны сағат тілімен жылжытқанда, қарсылық азаяды, қозу тогы мен кернеу артады.	

Бақылаушылар	
Міндеті	Контроллерлер - электр қозғалтқыштарын қолмен немесе аяқпен басқаруға арналған көп сатылы коммутациялық құрылғылар.
Құрылғы	1 және 2-байланыстар; 3-серіппе; 4-рычаг; 5-білікше; 6-жұдырық; 7-ролик; 8-серіппе; 9-түйреуіш. 2.16 сурет. Контроллердің жұдырық механизмінің әрекет ету схемасы
Әрекет қағидаты	Білікше бұрылған кезде 5 жұдырықшаны 6 шығыңқы шығыңымен 7-роликке жүгіріп, оны солға жылжытады. 4 рычаг бұрылады және 1 және 2 түйіспелері ажыратылады, бұл ретте 8 серіппесі созылады. 4 иінтірегі және 2 контактісі арқылы 9 түтік еркін өтеді. 3 серіппе тұйықталғанда, түйіспе орнында жеткілікті күшпен қамтамасыз ете отырып, сығылады. Жұдырықшаның кері қозғалысы кезінде серіппенің әсерінен контактілер тұйықталады. Жұдырықша мен серіппенің басқа да үйлесімдері болуы мүмкін, мысалы, тұйықталу жұдырықшаның әсерінен, ал ажырату - серіппенің әсерінен өтеді. Бұл әдіс контактілердің тез ажырауын және доғаның жақсы сөндірілуін тудырады, бірақ ажырату кезінде жеткіліксіз күш контактілерді дәнекерлеу кезінде тізбекті үзуге мүмкіндік бермейді. Контактілердің тек жұдырықшаның әсерінен тұйықталуы және ажырауы мүмкін (2.16сурет).

Командоаппараттар	
Міндеті	Электржетекті басқару жүйесіне әсер ету жүзеге асырылады (сурет. 2.17).
Құрылғы	 1-жылжымайтын байланыс; 2-байланыс көпірі; 3-қайтару серіппесі. 2.17 сурет екі бұрамалы станция
Әрекет қағидаты	Қарапайым командоаппараттар батырмалы посты болып табылады-бұл электромагниттік аппараттарды басқаруға арналған үдемелі қозғалмалы қолмен жұмыс істейтін аппараттар. Саусақты түйме басынан алған кезде өзінің қалыпты күйіне қайтарылады (сурет. 2.17).
Қолмен басқару іске қосқыштары	
Міндеті	Электр жүктемені тікелей қосу және ажыратуға арналған (2.18сурет).
Құрылғы	 2.18 сурет. ПРВ-1031А қауіпсіз іске қосқыштың электрлік қосылыстарының схемасы
Әрекет қағидаты	ПРВ типті іске қосқыштардың болат корпусының ішінде екі панель орналасқан. Ішкі панельде доға сөндіргіш деионды торлары бар түйіспелі жүйе және ажырату механизмі, сыртқы сақтандырғыштар монтаждalған. Бұл іске қосқыштардың қосқыш сөндірілген кезде ғана қаңқалы ысырманың қақпағын алуға мүмкіндік беретін механикалық блогы болады. Қозғалуға ыңғайлы болу үшін корпусстың жылжымалы тетігі бар (сурет. 2.18).

Автоматты ауа ажыратқыштар	
Міндеті	Электр қондырғыларын шамадан тыс жүктемеден, қысқа тұйықталудан, жоғары және төмен кернеуден және басқа да авариялық режимдерден қорғауға арналған (2.19 сурет).
Құрылғы	 2.19 сурет. Ағытқышпен біріктірілген автоматты ажыратқыш: а-құрылғы; б,в,г-кинематикалық схемалар. 1-негіз; 2-корпус қақпағы; 3-қозғалмалы камера; 4-жылжымалы байланыс; 5-базалық байланыс; 6,12-ілмек; 7-терезе; 8,10-топса; 9-басқару тұтқасы; 11-рычаг; 12-ілгек; 13-ажыратқыш рельс; 14-электромагниттік шығару; 15-бимиталды табак; 16 істікшелі өткізгіш 17.30 түйінді байланыс; 18-қайтару серіппесі, 19 -зәкір; 20-ядро; 21-сым; 22-икемді қосылыс; 23-траверс; 24-серіппе; 25- істікшелі ұстағыш 26.27 рычаг; 28 тіркелген байланыс 29-шина.
Жұмыс қағидаты	Еркін тарту механизмі (2.19-сурет) контактілерді қосуды және лезде ажыратуды қамтамасыз етеді, сонымен қатар тізбекте қысқа тұйықталу немесе басқа авариялық режим болған жағдайда қосылу кезінде контактілерді қолмен ұстауды болдырмайды. Басқару тұтқасының жоғарғы күйінде машина қосылады, серіппе кернеулі, байланыстар жабық. Қысқа тұйықталу кезінде ток электромагниттік босату катушкасынан өтеді, магнит өрісін жасайды және серіппе тартылады. Өзек серпімді тұтқаларды итереді, олар рычагтың әсерінен қозғалыстарды ашық контактілерге жібереді. Құрылғыны қосу үшін тұтқаны төмен тартып, тұтқаларды түзету керек, рычагтар бұл тұтқалардың жиналуына жол бермейді. Тұтқаны жоғары қарай бұрап, тұтқаны бұраңыз, серіппені тартып, контактілерді жабыңыз.

[7,8,10]

2.4 кесте Тапсырма нұсқалары

Нұсқа №	Аппарат
1	Ажыратқыш
2	Пакеттік қосқыш
3	Кедергі және реостаттар
4	Командоаппараттар

Бақылау сұрақтары:

1. Қолмен басқару аппаратурасының мақсаты және қолданылу саласы.
2. Ажыратқыш міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
3. Пакетті ажыратқыштардың міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
4. Кедергі мен реостаттың міндеті, құрылысы, әрекет ету қағидаты.
5. Командоаппараттардың міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
6. Контроллердің міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
7. Қолмен басқару іске қосқышының міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
8. Автоматты әуе сөндіргішінің міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1. Қолмен басқарудың электр аппаратурасының түрлерін атаңыз.
2. Командоконтроллердің әрекет ету қағидаты.

2 деңгей

1. Қолмен басқару аппараттары арасындағы ұқсастықтар мен айырмашылықтарды табыңыз.

3 деңгей

1. Автоматты ажыратқыштар жиі қосылу мен ажыратуға арналмаған деген тұжырым қаншалықты дұрыс?

2.1.3 -тақырып. Қашықтықтан және автоматты басқару аппаратурасы

5-практикалық жұмыс. Қашықтықтан және автоматты басқару аппаратурасын зерттеу

Жұмыс мақсаты: қашықтықтан және автоматты басқару аппаратурасының құрылысын, жұмыс істеу қағидатын оқып үйрену.

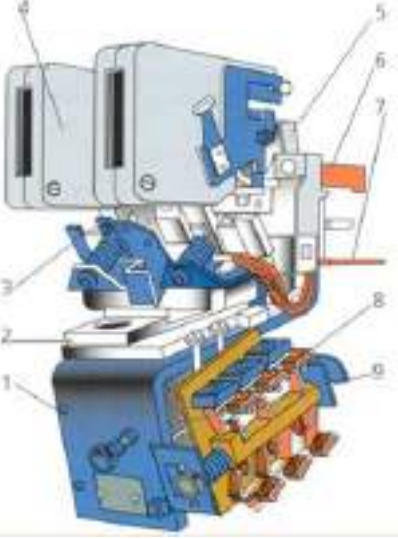
Құрал-жабдықтар: әдістемелік құрал, тұрақты ток контакторы, айнымалы ток контакторы, магниттік іске қосқыш.

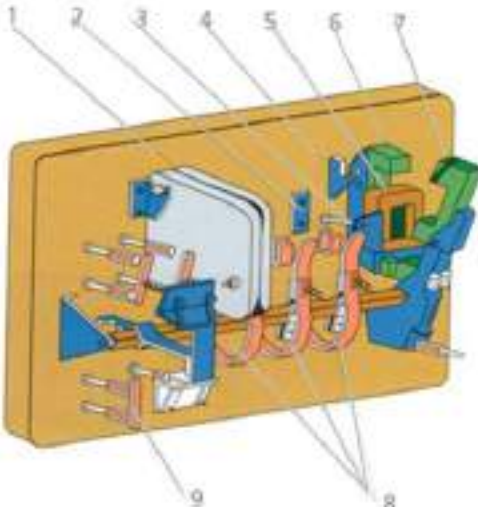
Жұмыс барысы:

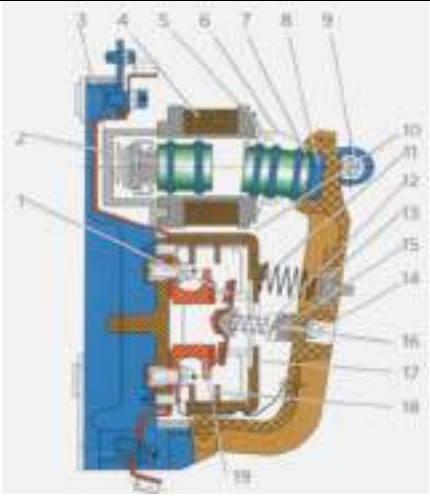
1. Сабақтың мақсатымен танысу.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастыру.
3. Тұрақты ток контакторының, айнымалы ток контакторының, магниттік іске қосқыштың құрылымын зерттеу.
4. Тапсырманың нұсқасына сәйкес қашықтықтан және автоматты басқару аппаратурасының міндеті, жұмыс істеу қағидатын суреттеу, сипаттау.
5. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

Қысқаша теориялық материал:

Қашықтықтан және автоматты басқару аппаратурасы кен машиналарының электр жетектерін басқаруды немесе қималарды электрмен жабдықтау желілерінде басқаруды ішінара немесе толық автоматтандыруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Тұрақты ток контакторы	
Міндеті	Электр тізбектерін электрмагниттік және контактілі жүйелердің көмегімен жиі қосуға және ажыратуға арналған қашықтықтан әрекет ететін аппараттар.
Құрылғы	 1-негіздеме; 2-зәкір; 3-жылжымалы байланыс; 4-доға сөндіргіш камера; 5-оқшаулау пластина; 6-қозғалмайтын контактіні шығару; 7-жылжымалы контактіні шығару; 8-блок-контактіні шығару; 9-электрмагниттік жетек. 2.20 сурет. КПВ-600 тұрақты ток контакторы
Әрекет қағидаты	Катушкаға кернеу беру кезінде зәкір бұрылып тартылады. Серіппе қысылады, ал жылжымалы байланыс солға жылжиды және қозғалыссыз тұйықталады. Ток жоғарғы қысқыш, доға сөндіргіш катушка, қозғалмайтын және жылжымалы контактілер арқылы, төменгі қысымға икемді өткізгіш бойымен өтеді. Серіппе контактілердің тұйықталуы кезінде дірілді сөндіру үшін жеткілікті қысымды және олардың сенімді жанасуын қамтамасыз етеді. Катушкадағы токты ажыратқан кезде зәкір және жылжымалы, Контакті серіппенің әсерінен бастапқы күйге қайтарылады. Контакт үзілген жерде доға пайда болады. Оны ретімен сөндіру үшін контактілермен доға сөндіргіш камера қосылады (2.20сурет).

Айнымалы ток контакторы	
Міндеті	Электр тізбектерін электрмагниттік және контактілі жүйелердің көмегімен жиі қосуға және ажыратуға арналған қашықтықтан әрекет ететін аппараттар.
Құрылғы	 1-доға сөндіргіш камера; 2-жылжымайтын байланыс; 3-жылжымалы байланыс; 4-камераны бекітуге арналған қапшық; 5-катушка; 6-жүрек; 7-зәкір; 8-икемді электр байланысы; 9-бұғаттау контактілері. 2.21 сурет айнымалы ток контакторы
Әрекет қағидаты	Катушкаға кернеу беру және ток өткізу кезінде магниттік ағын пайда болады, оның әсерінен зәкір қозғалмайтын өзекшеге тартылады. Білікке зәкірмен бірге траверске орнатылған басты жылжымалы және қосалқы байланыстар (блок - байланыстар) қатты бекітілген. Сондықтан зәкір өзекшеге қозғалғанда білік бұрылады, ал онымен бірге қозғалмалы контактілер олардың қозғалмайтын контактілермен (басты және блок-контактілермен) тұйықталғанша, сонымен бірге қозғалмалы блок-контактімен қалыпты тұйық блок - контактілер ажыратылады және басқару, сигнал беру тізбектерін қажетті ауыстырып қосуды жүргізетін қалыпты ашық контактілер араластырылады. Қоректендіргіш кабель қосылған клеммалармен басты жылжымалы байланыстар иілгіш өткізгіштердің көмегімен қосылады (2.21сурет).

Магниттік қосқыштар	
Міндеті	Қысқа тұйықталған роторы бар үш фазалы асинхронды электр қозғалтқыштарды қашықтықтан іске қосуға, тоқтатуға және қорғауға арналған жиынтық электромагниттік аппарат (2.22сурет).
Құрылғы	 1-байланыс көпірі; 2-өзек; 3-іске қосушының негізі; 4-катушка; 5-щетка; 6-тіреуіш; 7-зәкір; 8-пластина; 9-ось; 10-доғалы камера; 11-қайтару серіппесі 12-реттегіш тығыздағыштар; 13 - екпін; 14-бұранда; 15-құрсау 16 түйреуіш серіппе 17-қақпақ; 18-жақша 19 түйреуіш. 2.22 сурет. ПАЕ-311 магнитті іске қосқыш
Әрекет қағидаты	Қоректендіруді қосу кезінде электр тогы катушкамен өтеді және жылжымалы зәкір магниттейді. Зәкір қозғалмайтын бөлікке тартылады және басты контактілер тұйықталады. Ток тізбек арқылы өтеді және электрқозғалтқышты іске қосады. Егер қуат өшірілсе, электр тогы катушкадан жоғалады және оны өшіреді. Бұл процесс зәкірді бастапқы қалыпқа қайтаратын контактілі серіппенің іске қосылуына әкеледі. Негізгі байланыстар ажыратылғанда тізбек толық токтан ажыратылады (күріш. 2.22).

[7,8,9]

2.5 кесте. Тапсырма нұсқалары

Нұсқа №	аппарат
1	тұрақты ток контакторы
2	айнымалы ток контакторы
3	магнитті іске қосқыш

Бақылау сұрақтары:

1. Автоматты басқару аппаратурасының міндеті.
2. Магнитті қосқыштың міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
3. Айнымалы ток контакторларының міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
4. Тұрақты ток контакторларының міндеті, құрылысы, жұмыс істеу қағидаты.
5. Контактор магнитті қосқыштың айырмашылығы неде?

2.1.4-тақырып. Тау-кен машиналары мен механизмдерін қашықтықтан басқарудың электр сұлбалары

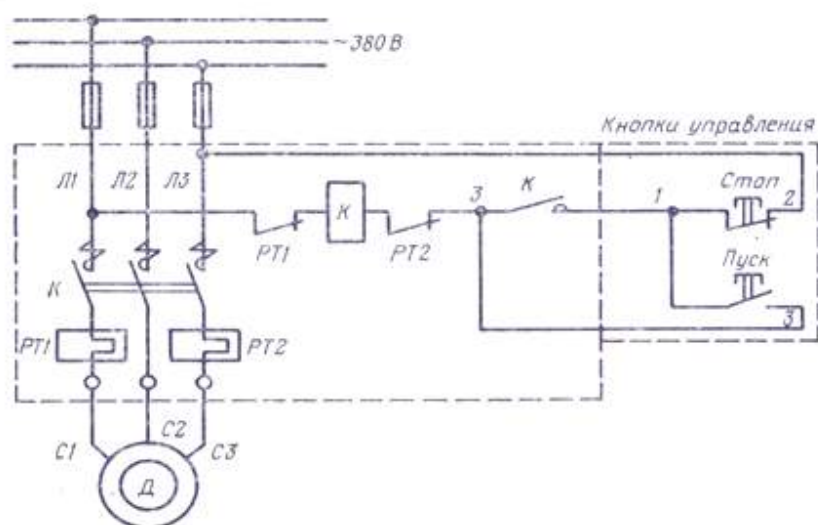
6-зертханалық жұмыс. Асинхронды қозғалтқышты магнитті іске қосқыштың көмегімен іске қосу

Жұмыс мақсаты: асинхронды қозғалтқышты магнитті іске қосқыштың көмегімен іске қосуды үйрену.

Жабдықтар: әдістемелік құрал, стенд: "Асинхронды қозғалтқышты магнитті іске қосқыш көмегімен іске қосу".

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысу.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастыру.
3. Қозғалтқышты іске қосу және тоқтату сызбасын оқып үйрену.
4. Рұқсатнама алу.
5. Асинхронды қозғалтқышты іске қосу.
6. Электр қозғалтқышты іске қосу тәртібі.
 - 6.1. Кіріспе. Ажыратқышты қосу.
 - 6.2. Басқару тізбегінің "Бастау" батырмасын басу.
 - 6.3. Жұмыс режимін таңдау.
 - 6.4. Қозғалтқышты іске қосу.
 - 6.5. Кері өшіру.
7. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.



2.23 сурет. Магниттік стартер көмегімен индукциялық қозғалтқышты қашықтан басқару схемасы

2.23-суретте индукциялық қозғалтқышты магниттік стартер мен екі басқару батырмасы көмегімен басқарудың схемасы көрсетілген. Қозғалтқышты іске қосу үшін «Старт» түймесін басыңыз. Сонымен қатар, контактордың К катушкасының тізбегі тұйықталады: бірінші фаза Л1 - бірінші жылу релесінің контактілерін ажырату РТ 1 - контактор катушкасы К - екінші жылу релесінің контактілерін ашу - РТ2 - стартердің 3 терминалы -

батырманың 3 терминалы - «Старт» батырмасының түйіспелері - тоқтату, L3 үшінші фазасының түйіспелері. Контакттор зәкірі тартылып, К негізгі түйіспелері қозғалтқышты қосады. Негізгі контактілер қосылған кезде бұғаттық байланыс жабылады, ол үшін «Старт» тетігі бұралып, оны катушканың тізбегін бұзбай босатуға мүмкіндік береді. «Бастау» батырмасын босатқаннан кейін контакттордың катушкасы тізбектен өтеді: L1 фазасы - РТ релесінің контактілері - контакттор катушкасы К - стартердің 3-релесінің РТ2 релесінің контактілері - жабық бұғаттық контакт К контакттары - «Тоқтату» батырмасының контактілері - L3 фазасы.

Қозғалтқышты өшіру үшін «Тоқтату» түймесін басыңыз. Бұл жағдайда контакттордың катушкасы зарядталмайды, ал негізгі контактілерді және К байланыстарын ашатын зәкір төмендейді. Енді «Тоқтату» батырмасын босатқан кезде қозғалтқыш қосылмайды, өйткені «Старт» және «К» контактілері ашық. Дәл сол себепті электрмен жабдықтаудағы қысқа уақыттық үзілістен кейін қозғалтқыш қайта іске қосылмайды. Сондықтан, «Старт» батырмасын тұйықтау блогы - контакттор контактісі арқылы маневрленген тізбек нөлдік қорғауды жүзеге асыруды жеңілдетеді. Дәл осындай жағдай жылу релесінің түйіспелері қозғалтқыштың қолайсыз қызып кетуі кезінде жұмыс істеген кезде ашылады. [8.9]

Бақылау сұрақтары:

1. Қозғалтқышты тегіс іске қосуды қалай қамтамасыз етуге болады?
2. Қозғалтқыштардың іске қосу сипаттамаларын түсіндіріңіз.

2.1.4-тақырып. Төмен вольтты электр аппаратурасын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелерінің талаптары.

Төмен вольтты электр аппаратурасын пайдалану ҚР Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы ережелеріне сәйкес жүргізіледі.

Іске қосу реттегіш және қорғаныс аппараттарының ток жүргізу бөліктері кездейсоқ жанасудан қорғалуы тиіс. Аппараттарды ашық (қорғаныш қаптамалары жоқ) орнатуға арнайы үй-жайларда (электромашиналар, басқару станциялары және т. б.) рұқсат етіледі. Балқымалы ендірмелер сақтандырғыштардың осы түріне қатаң сәйкес келуі қажет. Қызмет көрсетуші персонал күйгендерді ауыстыру үшін калибрленген балқығыш ендірмелердің қоры болуы тиіс. Калибрленбеген балқымалы ендірмелерді қолдануға тыйым салынады.

Барлық сақтандырғыштар бірыңғай жүйе бойынша (оқшауланған биркалармен, жазумен және т.б.) таңбаланады. Сақтандырғыштар мен сақтандырғыш қалқандарда балқытатын ендірменің номиналды тогы көрсетілуі тиіс.

Барлық кілттерде, түймелерде және басқару тұтқаларында олардың қолданылу жазбасын қарастыру керек: {қосу}, {ажырату}, {жою}, {қосу} және т. б.

Сигналдық шамдар мен басқа да сигналдық аппараттар сигналдың сипатын көрсететін жазулармен жабдықталуы тиіс: {қосу}, {ажырату}, {артық жүктеме}, {қызып кету} және т. б.

Коммутациялық аппараттарда (қосқыштарда, магнитті қосқыштарда және т.б.), іске қосуды реттейтін құрылғыларда және сақтандырғыштарда олардың тиесілігін көрсететін жазбалар болуы тиіс.

Аппараттарды жөндеу және сынау көлемі мен кестесі тұтынушылардың электр қондырғыларының ТПЕ-на және қолданыстағы салалық нормаларға сәйкес белгіленеді.

Таратушы құрылғыларда, жинақтар мен қалқандарда орнатылған аппараттарды шаңнан және ластанудан тексеру және тазалау салалық құжаттарда көзделген мерзімде, бірақ 3 айда кемінде 1 рет жүргізіледі.

Электр аппараттарын пайдалануға электр қауіпсіздігі бойынша тиісті тобы бар, ҚР Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы ережелерін зерттеген электр техникалық қызметтің арнайы дайындалған персоналына рұқсат етіледі.

Электр қондырғылары аппаратурасында жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін мынадай ұйымдастыру іс-шараларын орындайды:

1. жұмысты жүргізуге наряд немесе өкім беру;
2. ағымдағы пайдалану тәртібімен орындалатын жұмыстарды олардың тізбесіне сәйкес ұйымдастыру;
3. жұмысқа кірісуге рұқсат беру;
4. жұмыс орнына рұқсат беру;
5. жұмыстарды орындау кезіндегі қадағалау;
6. басқа жұмыс орнына ауыстыру;
7. жұмыстағы үзілістерді рәсімдеу, жұмыстың аяқталуы.

Электр қондырғыларындағы жұмыстарды, әдетте, кемінде екі адам орындауы тиіс.

Наряд екі данада жазылады, оның біреуі жұмыстың жауапты басшысына (өндірушіге), екіншісі – егер осы учаскеде кезекші персонал болмаса, нарядты жіберетін немесе берген жергілікті кезекші персонал үшін арналады.

Нарядтарды жұмыс жүргізуге телефон, радио арқылы беруге жол беріледі. Бұл ретте наряд үш данада жазылады: наряд беруші, рұқсат беруші жұмыстардың жауапты басшысы (өндірушісі) үшін. Бұл жағдайда наряд беруші бір дана жазып береді, ал мәтінді телефон немесе радиограмма түрінде қабылдайтын адам нарядтың екі данасын толтырады және кері тексергеннен кейін наряд берушінің қолы қойылған жерде жазудың дұрыстығын өз қолымен растай отырып, оның тегін, аты - жөнін, лауазымын көрсетеді. Кернеуі 1000В дейінгі тарату қалқандарында, сондай-ақ құрама шиналарға кернеу берілетін олардың қосылыстарында кернеуді алып тастайды.

Электр өлшегіш қысқыштармен және штангалармен жұмыстарды, сондай-ақ кезекші және жедел-жөндеу персоналы ағымдағы пайдалану

тәртібімен орындайтын жұмыстарды қоспағанда, электр қорғау құралдарын қолдана отырып кернеуді түсірместен жүргізіледі. Ағымдағы пайдалану тәртібімен кезекші және жедел-жөндеу персоналы орындайтын электр қорғау құралдарын қолдана отырып кернеуді түсірмей орындалатын жұмыстардың тізбесі жергілікті жағдайларға қарай әзірленеді және кәсіпорынның техникалық басшысы бекітеді.

Жұмыс алдында жұмыс орнын дайындау бойынша барлық техникалық іс-шаралар орындалады.

Жұмыс ауысымы ішінде орындалатын және ағымдағы пайдалану тәртібінде өндіріске рұқсат етілген жұмыстар алдын ала әзірленген және техникалық басшы немесе электр қондырғыларына жауапты ұйымның басшысы бекіткен жұмыс тізбесінде бекітіледі. Бұл ретте мынадай талаптар сақталады:

а) ағымдағы пайдалану тәртібінде жұмыс (жұмыс тізбесі) кернеуі 1000В дейінгі электр қондырғыларына таратылады;

б) жұмыс жедел немесе жедел-жөндеу қызметкерлерінің күшімен осы персоналға бекітілген жабдықта, учаскеде орындалады.

Кернеуі 1000В дейінгі электр қондырғыларында ағымдағы пайдалану тәртібімен орындалатын жұмыстарға:

1. бір жақты қоректендірумен электр қондырғыларындағы жұмыстар;
2. кабельді, электр қозғалтқышының сымдарын, басқа жабдықтарды ажырату, қосу;

3. магнитті іске қосқыштарды, рубильниктерді, контакторларды, іске қосу кнопокларын, басқа да ұқсас іске қосу және коммутациялық аппаратураны қалқандар мен құрастырмалардан тыс орнату шартымен жөндеу;

4. жекелеген электр қабылдағыштарды (электр қозғалтқыштар, электр калориферлер жөндеу);

5. жеке орналасқан магниттік станциялар мен басқару блоктарын жөндеу, электр машиналарының щеткалы аппараттарын баптау;

6. электр есептегіштерді, басқа да аспаптар мен өлшеу құралдарын алу, орнату;

7. сақтандырғыштарды ауыстыру, жарықтандыру электр сымдары мен арматураларды жөндеу, шамдарды ауыстыру және 2,5 м аспайтын биіктікте орналасқан шамдарды тазалау;

8. ұйымның аумағында, қызметтік және тұрғын үй-жайларда, қоймаларда, шеберханаларда орындалатын басқа да жұмыстар.

Жұмыс орнын кернеуді алуды талап ететін жұмысқа дайындау үшін келесі іс-шаралар орындалады:

1. қажетті ажырату жүргізіледі және ажыратылған коммутациялық аппаратураның қате немесе өздігінен қосылуын болдырмау үшін шаралар қабылданады;

2. жұмыс орнына кернеу беруді болдырмау үшін тыйым салатын плакаттар ілінеді;
3. ток өткізгіш бөліктерде кернеудің болмауы тексеріледі;
4. жерге қосу жолға қойылады;
5. жұмыс орнын қоршау жұмыстары жүргізілуде;
6. ҚР Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидаларына сәйкес нысан бойынша «ЭЛЕКТР ТІЗБЕГІНІҢ БІР ҰШЫН ЖЕРГЕ ҚОСУЛЫ» деген нұсқау белгілері (плакаттары) ілінеді. [8,9,11]

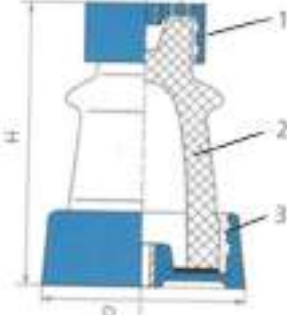
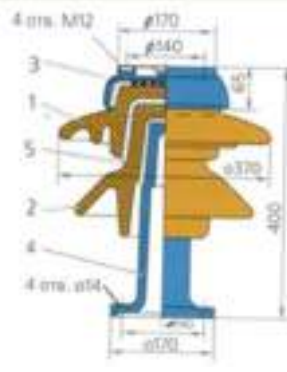
2.2 тарау. Жоғары вольтты электр жабдықтары және таратқыш құрылғылар

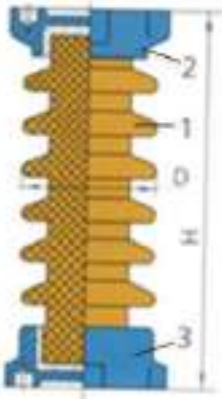
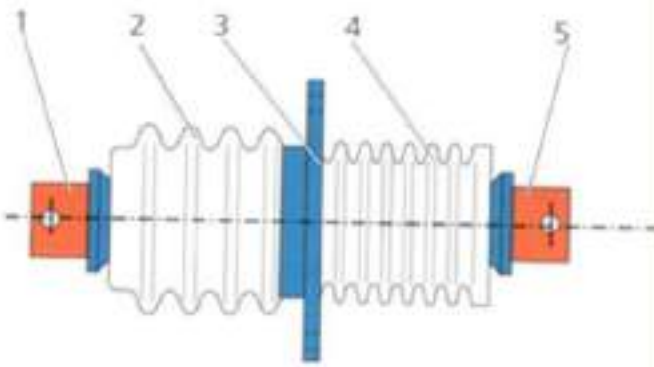
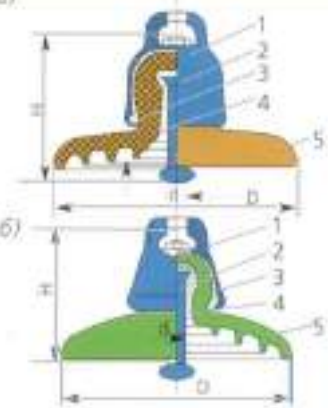
2.2.1 тақырып. Жоғары вольтты оқшаулағыштардың түрлері мен құрылымдары

Оқшаулағыштар электр қондырғыларының бөліктерін бір-бірінен және жерден әртүрлі кернеулерде оқшаулауға арналған.

Оқшаулағыштардың мақсатына қарай жіктелуі:

- сызықты - әуелік электр желілерінде қолданылатын түйреуіш және суспензия;
- станция - ауыспалы қосалқы станциялар үшін қолданылатын тірек және айналма жол;
- техникалық құрылғылар - қондырғыларға орнатылған әр түрлі пішінді тіреу және жүру.

Тірек фарфор изоляторларын сериясы ТФ		
	1-қалпақ және арматура; 2-фарфор корпусы; 3-тақтатас.	ТФ сериялы тірек оқшаулағыштары ЖРҚ мен АТҚ-да оларға ток өткізетін шиналарды немесе түйіспелі бөлшектерді бекіту үшін қолданылады. Белгісі: Т-тірек; Ф-Фарфор.
Тірек-түйреуішті оқшаулағыш ТТШ		
	1 және 2 - фарфор элементтері; 3-қақпақ; 4 түйреуіш; 5- байланыстыратын мастика.	Олар электр қондырғыларында және жоғары механикалық беріктік қажет болған жағдайда қосқыш құрылғыларда бөлшектерді оқшаулау және бекіту үшін қолданылады. Т - тірек; Т – түйреуіш; О - оқшаулағыш;

Тірек-өзекті оқшаулағыш ТӨО		
	1-фарфор өзегі; 2,3-фланецтер .	Сыртқы қондырғының тірек-өзекті оқшаулағыштары қабырғалардың көп санымен ерекшеленеді. Электр аппараттарында және тарату құрылғыларында ток өткізгіш бөліктерді оқшаулау және бекіту үшін қолданылады Белгісі: Т-тірек; Ө-өзекті; О-оқшаулағыш.
Өтпелі изолятор ОИ		
	1 және 5 - контактілі қорытындылар; 2 және 4 - фарфор біліктер; 3 - тақтатас.	ЖК өтпелі оқшаулағыш барлық ток өткізгіш бөліктерді және қабырғалар мен жабындар арқылы ток өткізгіш бөліктерді өткізуге және сапалы оқшаулауға арналған. Белгісі: Ө-өтпелі. И-изолятор;
Аспалы оқшаулағыштар		
	а-фарфорлы ПФ; б-шыны ПС; 1-қалпак; 2-печтик; 3-байланыстырушы мастика; 4-арнайы қорытпа; 5-тарелкалы элемент.	Типті аспалы оқшаулағыштар-кернеуі 35 кВ және одан жоғары электр берілісінің әуе желілері оқшауламасының негізгі түрі. Белгісі: П-аспалы; Ф-Фарфор; С-шыны.

Таңдау кезінде изоляторларының номиналды кернеуін ескереді, орнату орны және рұқсат етілген кезінде туындайтын қысқа тұйықталған соққы ток үш фазалы, механикалық жүктемеден аспауға тиіс 60% тиісті кепілдік мәнінің ең төменгі соққы күш және қосарланған тірек изоляторлары – бір изолятордың 100% қиратушы күшімен тең. Өтпелі оқшаулағыштар қондырғы жүктемесінің номиналды тогы бойынша қосымша таңдалады. [4,7,8,9]

Бақылау сұрақтары:

1. Оқшаулағыштардың міндеті.
2. Оқшаулағыштардың қызметіне байланысты жіктелуі.
3. Сызықты оқшаулағыштарды қолдану.

4. Станциялық оқшаулағыштар қайда қолданылады?
5. Аппараттық оқшаулағыштарды қолдану.
6. Оқшаулағышты таңдау кезінде қандай параметрлерді ескеру қажет?

Өздік жұмыс үшін тапсырмалар:

№1

1. Изолятордың мақсаты қандай?
2. Оқшаулағыштардың мақсатына қарай жіктелуі.

№2

1. Өткізгіш және тірек оқшаулағыштарының ұқсастықтары мен айырмашылықтарын толтырыңыз.

№3

Ішіне орнатуға арналған тіреу оқшаулағышының суретін қараңыз. Негізгі элементтер қандай.

№4

Бөлме ішіне орнатуға арналған өткізгіш оқшаулағышты қараңыз. Негізгі элементтері қандай?

№5

Ұсынылған ұғымдар мен анықтамалардың тізімінен сұрақтарға жауаптарды тандап, оларды шифрлаңыз.

1. Электр қондырғыларының бөліктері қандай тәсілмен бекітілген?
2. Электр жеткізу желілерінде қандай изоляторлар қолданылады?
3. Қосалқы станциялардың қосқыштары үшін қандай изоляторлар қолданылады?
4. Аппаратқа қандай изоляторлар орнатылады?
5. Сызықты оқшаулағыштар қандай кернеуді қолданады?
6. Шиналар мен коммутациялық жабдықтарды орнату үшін қандай изоляторлар қолданылады?
7. Қабырғалар немесе едендер арқылы бөлшектерді өткізу үшін қандай изоляторлар қолданылады?
8. Оқшаулағыштар қандай материалдан жасалады?

Жауаптар:

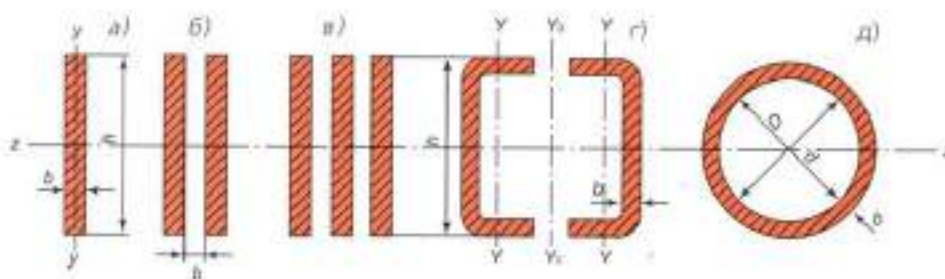
1. Станциялық.
2. 35 кВ дейін.
3. Фарфор.
4. Оқшаулағыш.

5. Тірек.
6. Аппараттық.
7. Өтпелі.
8. Сызықтық.
9. Алюминий.

Оқшаулағыш	Міндеті	Таңдау
Қадалы Аспалы Тірек		

2.2.2 тақырып тарату құрылғыларының шиналары

Шиналар жалаң мыс, алюминий және болат өткізгіштер және иілгіш сымды, дөңгелек, түтікше, тікбұрышты немесе қорапты қималар, оқшаулағышта бекітілген (2.24сурет.). Шиналармен олардың ішіндегі жеке аппараттар мен элементтер қосылады.



2.24 сурет. қатты шиналардың қимасы:

а-тікбұрышты; б - екі жолақты, в - үш жолақты, г - қорапты; д-түтік тәрізді; h-биіктігі; b-қалыңдығы; d-сыртқы диаметрі; d-ішкі диаметрі.[7]

Мыс шиналары ең жауапты қондырғыларда, ал қалғандары - аз қуатты жоғары вольтты қондырғыларда немесе 1 кВ дейінгі кернеуде және 200 - 400 А токтарда қолданылады.

Тарату құрылғыларында, әдетте, алюминий шиналары қолданылады. Кернеуі 35 кВ дейінгі жабық қондырғыларда жаны 1/5: 1/12 қатынасымен тікбұрышты (жазық) қимадағы алюминий шиналары орнатылады. Ашық қондырғыларда шиналар дөңгелек көп сымды болат-алюминий сымдармен орындалады.

Оқшаулағыштардағы тікбұрышты қима шиналары екі тәсілмен: қабырғаға жалпағынан бекітіледі (орналастырады). Бірінші әдіс шинаны суыту шарттарынан, екінші - ток кезіндегі механикалық беріктілік шарттарынан тұрады. тікбұрышты шиналар тіректік оқшаулағыштарда әдетте арнайы ұстағыштардың көмегімен, ал дөңгелек - қапсырманың көмегімен бекітіледі.

2500А астам ток үшін қорапты қима шиналары қолданылады. Қалыпты жұмыс кезінде шина қызуының ең жоғары рұқсат етілетін температурасы +70С (+343 К) аспауы тиіс.

Көрнекі және жеңіл тану үшін шиналар әріптік-сандық және түстік белгімен жабдықталады.

Шина таңдау кезінде номиналды (жұмыс) ток пен желі кернеуін ескереді, шекті рұқсат етілген қыздыру шарттары мен токтың динамикалық әрекеті бойынша тексеру жүргізеді. [8,9]

Тапсырмалар студенттердің өзіндік жұмысына арналған:

№1

1. Шиналардың арналуын атаңыз.
2. Шиналарға анықтама беріңіз.

№2

Мыс және алюминий шиналарының ұқсастығы мен айырмашылығын толтырыңыз.

№3

Ұсынылған ұғымдар мен анықтамалардың тізбесінен сұрақтарға жауаптарды таңдап, оларды шифрлаңыз.

1. 2500А астам токтарда шиналардың қимасының қандай түрі қолданылады?
2. Ең жауапты қондырғыларда қандай шиналар қолданылады?
3. Тарату құрылғыларында қандай шиналар қолданылады?
4. Тікбұрышты қима шиналары қалай бекітіледі?
5. 35кВ дейінгі кернеулі жабық қондырғыларда қандай шиналар қолданылады?

Жауаптар:

1. Алюминий.
2. Тікбұрышты.
3. Арналған қабырға.
4. Болат.
5. Қорапты.
6. Фазалар.
7. Мыс.
8. Айнымалы ток.

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

Егер $S_{расч.} = 40000 \text{ кВ А}$, $U_{ном.уст} = 6 \text{ кВ}$ болса, материалды таңдау және ГПП шиналарының қимасын есептеугенде $i_y^{(3)} = 15,2 \text{ кА}$, шина ұзындығы $l = 12 \text{ см}$, $a = 30 \text{ см}$, $b = 0,4 \text{ см}$, $h = 4 \text{ см}$.

2 деңгей

Тікбұрышты қима шиналарының бекітілуін талдау.

3 деңгей

Таңдалған шиналардың қысқа тұйықталу тогы бойынша тексерілгені туралы қорытынды қаншалықты дұрыс?

6-тәжірибелік жұмыс. Оқшаулағыштар мен шиналарды таңдау

Жұмыстың мақсаты: Оқшаулағыштар мен шиналардың дизайнын оқып үйрену, оларды қолдануды ескере отырып, таңдау жасауды үйрену.

Құрал-жабдықтар: әдістемелік нұсқаулық, калькулятор, түйреуіш оқшаулағыштар, аспалы оқшаулағыштар, оқшаулағыштар, KSO прототипі.

Барысы:

1. Сабактың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Оқшаулағыштар мен шиналардың сызбасын зерттеу.
4. Тапсырма нұсқасына сәйкес құрылғыны есептеп, таңдаңыз.
5. Бақылау сұрақтарына жауап беріңіз.

Қысқаша теориялық материал:

Оқшаулағыштарды таңдау

Барлық оқшаулағыштар кернеу, қондырғы түрі және рұқсат етілген механикалық жүктеме бойынша таңдалады. Ағынды оқшаулағыштар қосымша номиналды токпен таңдалады. Оқшаулағыштар белгіленген кернеуден асатын кернеулерде сенімді жұмыс істейді: 35 кВ-қа дейінгі оқшаулағыштар 15% -ға, 110 және 220 кВ оқшаулағыштар 10% -ға.

Кернеу оқшаулағыштарын таңдағанда

$$U_{ном.из.} \geq U_{ном.уст.} \quad (2.11)$$

мұнда $U_{ном. из.}$ - оқшаулағыштың номиналды кернеуі, кВ;

$U_{ном.уст.}$ - қондырғының номиналды кернеуі, осы қондырғы жеткізетін желінің номиналды кернеуіне тең, кВ.

Орнату түрін таңдау ішкі немесе сыртқы орнату үшін изоляторларды қолдануды қамтиды.

Оқшаулағыштарды рұқсат етілген механикалық жүктеме бойынша таңдағанда, шарт орындалуы керек

$$F_{расч.}^{(3)} \leq 0,6 F_{рез.}, \quad (2.12)$$

мұнда $F_{расч.}^{(3)}$ - үш фазалы қысқа тұйықталу тогындағы оқшаулағышқа максималды номиналды жүктеме, даН;

$F_{рез.}$ - каталог бойынша анықталатын бұзатын жүктеме, даН;

0,6- беріктік қорының коэффициенті.

Шиналарды таңдау

Шина таңдау кезінде номиналды ток пен желі кернеуін ескереді және К. з.режимі мен механикалық резонанс бойынша тексеру жүргізеді.

Шиналардағы жүктеменің есептік тогы

$$I_{расч} = \frac{S_{расч}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, A. \quad (2.13)$$

Қоршаған орта температурасын есепке ала отырып жүктеменің есептік тогы

$$I_{расч}^1 = \frac{I_{расч}}{K}, A, \quad (2.14)$$

мұнда К - қоршаған орта температурасына түзету коэффициенті.

Анықтама бойынша шиналар қабылданады.

Таңдалған шиналарды к. з кезінде динамикалық тұрақтылыққа тексереміз.

Үшфазалы к. з. кезінде шинаға әсер ететін ең үлкен күш мына формула бойынша анықталады

$$F_{расч.}^{(3)} = 1,76 \frac{I}{a} (i_y^{(3)}) 10^{-2}, \text{ даН}, \quad (2.15)$$

мұнда І - оқшаулағыштар арасындағы қашықтық, мм;

а - шиналардың арасындағы қашықтық, мм;

$i_y^{(3)}$ - үш фазалы қысқа тұйықталу тогы

Иілу сәті

(2.16)

Түзу кезіндегі шиналарға төзімділік сәті

$$W = \frac{bh^2}{6}, \text{ см}^3, \quad (2.17)$$

Мұнда b,h- шиналар өлшемдері (каталог бойынша).

Иілу кезіндегі Шина материалының кернеуі

$$\delta_{расч.} = \frac{M_{изг}}{W} \cdot \text{даН} / \text{см}^2. \quad (2.18)$$

Материалдың рұқсат етілген кернеуінің шарты бойынша тексереміз

$$\delta_{расч.} \leq \delta_{доп.}, \quad (2.19)$$

$\delta_{доп.} = 650 \text{ даН} / \text{см}^2$ - мұнда шина материалының рұқсат етілген кернеуі (алюминий үшін).

Таңдалған шиналарды қысқа тұйықталу тогындағы жылу тұрақтылығына тексереміз. $s_{min} = \frac{I \infty \sqrt{t_n}}{c}, \text{ мм}, \quad (2.20)$

мұндағы t_p - қысқа тұйықталу уақыты;

С-мыс шиналары үшін $C=90$, Болат шиналары үшін $C=60-70$ қоса алғанда 10кВ дейінгі кернеу кезіндегі коэффициент.

Шартқа сәйкес болуы тиіс

$$S_{выбр.} \leq S_{min}. \quad (2.21)$$

Шешім үлгісі:

Оқшаулағыштарды кернеуі 6 кВ негізгі электрмен жабдықтайтын бөлмеде орнату үшін оқшаулағыштарды таңдаңыз, егер көрші шиналар арасындағы қашықтық $a = 400$ мм, оқшаулағыштар $l = 1300$ мм болса, үш фазалы токтың соққы тогы $i_u(3) = 30$ кА.

Шешімі:

Барлық оқшаулағыштар кернеу, қондырғы түрі және рұқсат етілген механикалық жүктеме бойынша таңдалады.

Кернеу оқшаулағыштарын таңдағанда, оның жағдайын бақылау жеткілікті

$$U_{ном.из.} \geq U_{ном.уст.},$$

$U_{из.ном.}$ оқшаулағыштың номиналды кернеуі, кВ.

$U_{қонд.ном.}$ - қондырғының номиналды кернеуі, осы қондырғымен қуатталған желінің номиналды кернеуіне тең, кВ.

Оқшаулағыштың кернеуіне және техникалық сипаттамаларға сәйкес орнату түріне сүйене отырып, ғимарат ішінде пайдалану үшін О-6-375 анықтамалық изоляторын, О - сілтеме, Ф- фарфор, - кернеу, 375 номиналды иілу күшін таңдаймыз.

Оқшаулағыштарды рұқсат етілген механикалық жүктеме бойынша таңдағанда, шарт орындалуы керек

$$F_{расч.} \leq 0,6F_{рез.},$$

мұндағы $F_{расч.}$ - үш фазалы қысқа тұйықталу тогындағы оқшаулағыштағы ең үлкен номиналды жүктеме;

$F_{рез.}$ = каталогпен анықталған үзіліссіз жүктеме;

0,6-факторлық қауіпсіздік коэффициенті.

Оқшаулағыштар ұзақ мерзімді рұқсат етілген токқа сәйкес таңдалады және тексеріледі

$$F_{расч.} = 1,76 \frac{l}{a} (i_y^{(3)}) 10^{-2} = 0,76 \cdot \frac{130}{40} \cdot 30^2 \cdot 10^{-2} = 22,23 \text{ даН},$$

мұндағы l - оқшаулағыштардың ара қашықтығы, мм;

a - шиналар арасындағы қашықтық, мм;

i - үш фазалы қысқа тұйықталудың ток тогы

$F_{расч.} \leq 0,6F_{рез.} = 22,23 \leq 0,6 \cdot 375$ -механикалық кернеудің талаптарына жауап береді.

Шешімнің үлгісі:

Егер $S_{расч.} = 40000$ кВ А болса, ГПП шиналарының қимасын есептеу, $U_{ном.}(3) = 15,2$ кА, шина ұзындығы $l = 12$ см, $a = 30$ см, $b = 0,4$ см, $h = 4$ см.

Шешім:

Шина таңдау кезінде номиналды ток пен желі кернеуін ескереді және К. з.режимі мен механикалық резонанс бойынша тексеру жүргізеді.

Шиналардағы жүктеменің есептік тогы

$$I_{расч} = \frac{S_{расч}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 6} = 385 \text{ А}.$$

Қоршаған орта температурасын есепке ала отырып жүктеменің есептік тогы

$$I_{расч.}^{(1)} = \frac{I_{расч}}{K} = \frac{385}{0,87} = 443A,$$

мұнда $K=0,87$ -қоршаған орта температурасына түзету коэффициенті.

Анықтама бойынша тік бұрышты қималы алюминий шиналары қабылданады $(40 \times 4)mm$ $I_{доп}=480A$, $S_{виб}=160mm$.

Таңдалған шиналарды қысқа тұйықталу кезіндегі динамикалық тұрақтылыққа тексереміз

Үш фазалы қысқа тұйықталуы бар шиналарға әсер ететін ең үлкен күш формула бойынша анықталады

$$F_{расч.}^{(3)} = 1,76 \frac{l}{a} (i_y^{(3)})^2 10^{-2} = 1,76 \cdot \frac{120}{30} \cdot 15,2^2 \cdot 10^{-2} = 16,3 даН,$$

мұндағы l - окшаулағыштардың ара қашықтығы, мм;

a - шиналар арасындағы қашықтық, мм;

$i_y^{(3)}$ үш фазалы қысқа тұйықталу тогы

Иілу моменті

$$M_{изг.} = \frac{F_{расч.}^{(3)} \cdot l}{10} = \frac{16,3 \cdot 120}{10} = 196 даН \cdot см.$$

Түзу кезіндегі шиналарға төзімділік сәті

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,4 \cdot 4^2}{6} = 1,07 см^3,$$

мұнда b, h - шинаның өлшемдері (анықтама бойынша қабылдаймыз).

Иілу кезіндегі Шина материалының кернеуі

$$\sigma_{расч} = \frac{M_{изг.}}{W} = \frac{196}{1,07} = 183 даН / см^2.$$

Материалдың рұқсат етілген кернеуінің шарты бойынша тексереміз

$$\sigma_{расч.} \leq \sigma_{доп.} = 183 \leq 650 даН / см^2;$$

мұнда - Шина материалының рұқсат етілетін кернеуі (алюминий үшін).

[8,10]

2.7 кесте тапсырма нұсқалары

Нұсқа №	$U_{ном.усткВ}$	$l, мм$	$a, мм$	$i_y^{(3)}, A$	$S_{расч., кВА}$
1	6	120	30	15,2	40000
2	10	123	32	16	30000
3	6	122	42	17,3	40000

Бақылау сұрақтары:

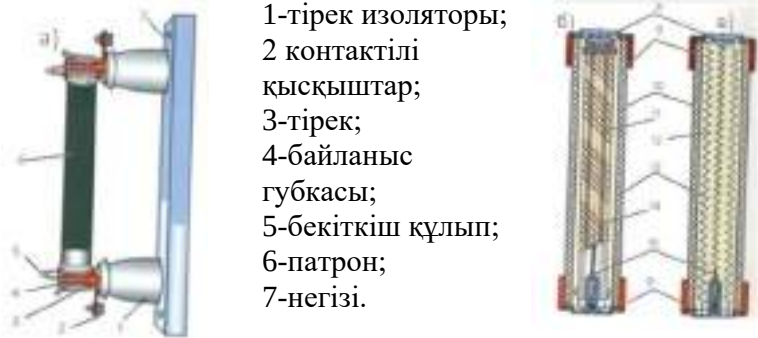
1. 2500А астам токтарда шиналардың қимасының қандай түрі қолданылады?
2. Ең жауапты қондырғыларда қандай шиналар қолданылады?
3. Тарату құрылғыларында қандай шиналар қолданылады?
4. Тікбұрышты қима шиналары қалай бекітіледі?
5. Жабық қондырғыларда қандай шиналар қолданылады?
6. Электр қондырғыларының ток өткізгіш бөліктері не арқылы бекітіледі?

7. Электр берілісінің әуе желілерінде қандай оқшаулағыштар қолданылады?

8. Қосалқы станциялардың тарату құрылғылары үшін қандай оқшаулағыштар қолданылады?

9. Аппараттарда қандай оқшаулағыштар орнатылады?

2.2.3 тақырып жоғары вольтты сақтандырғыштар

Сақтандырғыш ПК-10		
Міндеті	Жоғары вольтты сақтандырғыштар күштік қондырғылар мен кернеу трансформаторларын (өлшеуіш) қысқа тұйықталу токтарынан және шамадан тыс жүктеменің маңызды токтарынан қорғауға арналған.	
Құрылғы	 1-тірек изоляторы; 2-контактілі қысқыштар; 3-тірек; 4-байланыс губкасы; 5-бекіткіш құлып; 6-патрон; 7-негізі. 8-қақпақ;9-жез обоймалары;10-Фарфор түтігі;11-балқымалы ендіріме; 12-спиральды балқымалы ендіріме; 13-кварц құмы; 14-керамикалық негіз; 15 - көмекші балқымалы кірістіру;	
	Сурет 2.25 ПК-10 сақтандырғыш: а-Жалпы түрі; б-керамикалық негіздегі балқытылған ендірімесі бар патрон; в-спираль түріндегі балқымалы ендірімесі бар патрон.	
Жұмыс істеу қағидаты	ПК-10 сақтандырғыш түйіспелері бар екі тірек оқшаулағыштардан және патроннан тұрады (сурет. 2.25) фарфор немесе шыны түтікше түрінде дайындалатын, ұшында жез қалпақшалары бар қақпағы жабылған. Патронның ішінде керамикалық өзекшеге оралуы мүмкін жұмыс балқымалы ендірімелер орналасқан. Балқымалы ендірімелермен жұмыс істемейтін қалған кеңістік қондырмалар жанған кезде доғаның тұрақты өшірілуіне ықпал ететін кварц құмымен толтырылады. Іске қосылу туралы белгі көрсеткіш болып табылады, ол көрсеткіш қондырмасының (патрондағы ортаңғы) жануы кезінде серіппемен сыртқа итерілетін көрсеткіш. [7,8].	

2.2.4 –тақырып. Ажыратқыштар, бөлгіштер, қысқа тұйықтағыштар

7-тәжірибелік жұмыс. Ажыратқыштарды, сепараторларды, қысқа тұйықталу құрылғыларын жобалау және таңдау

Жұмыстың мақсаты: құрылғыны, ажыратқыштардың, сепараторлардың, қысқа тұйықталу құрылғыларының жұмыс қағидатын оқып үйрену және ажыратқышты таңдау.

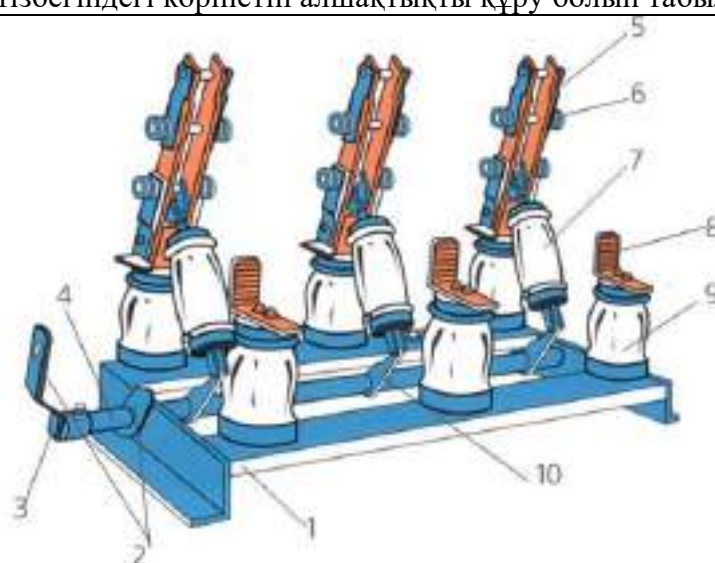
Құрал-жабдықтар: оқу құралы, калькулятор, РВ-10 үш полюсті ажыратқыш.

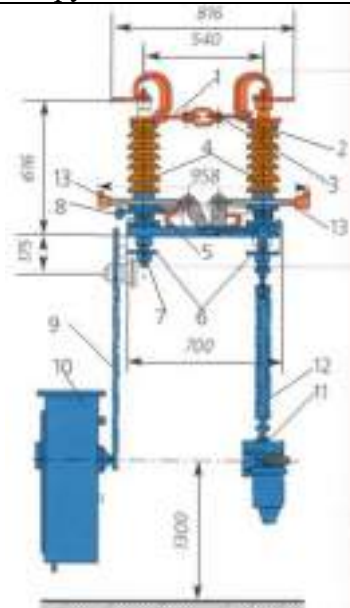
Барысы:

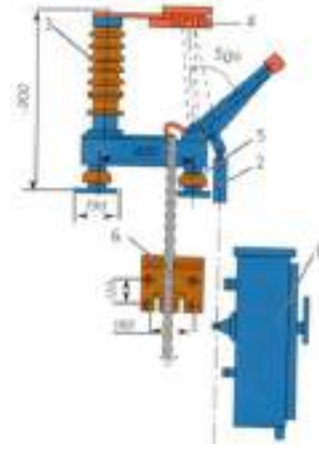
1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Ажыратқыштардың, сепараторлардың, қысқа тұйықталу құрылғыларын зерттеу.
4. Ажыратқыштардың, сепараторлардың, қысқа тұйықталу құрылғыларының сызбасын, мақсатын, жұмыс қағидатын сипаттаңыз.
5. Ажыратқышты есептеу және таңдау.
6. Жобалау жұмыстары. Қорытындылар

Қысқаша теориялық материал:

Қосалқы электр тізбектеріне байланысты қосалқы станциялар коммутациялық құрылғылармен жабдықталған: ажыратқыштар, қысқа тұйықталулар, сепараторлар, май немесе ауа қосқыштары, сақтандырғыштар.

Ажыратқыш	
Міндеті	Жоғары кернеулі қондырғылар тізбектердегі кернеуді жүктемесіз беруге және босатуға арналған. Ажыратқыштың негізгі мақсаты ажыратылған жоғары вольтты қондырғыны тексеру немесе жөндеу кезінде техникалық қызмет көрсететін персоналдың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін электр тізбегіндегі көрінетін алшақтықты құру болып табылады (2.26-сурет).
Құрылғы	 1-жақтау; 2-біліктің айналу шегі; 3-рычаг; 4-білік; 5-жылжымалы байланыс; 6-серіппе; 7-Фарфор күші; 8-жылжымайтын байланыс; 9-тірек изоляторы; 10-рычаг. Сурет 2.26 РВ -10 үш полюсті ажыратқыш

Жұмыс істеу қағидаты	Серіппелері бар түйіспелі пышақтар және қозғалмайтын контактілер 5 жолақты мыстан орындалады және рамаға тірек оқшаулағыштардың көмегімен бекітіледі. Пышақтардың қозғалысы жетекті иінтірегі бар білікке қосылған оқшаулағыш материалдан жасалған тартқышпен жүзеге асырылады (2.26сурет.).		
Бөлгіш			
Міндеті	Сепараторлардың мақсаты - жасанды қысқа тұйықталудан кейін желінің немесе трансформатордың бүлінген бөлігін автоматты түрде қысқа тұйықталу немесе желінің берілу аяғында сөндіргішті ашу және оны қайта қосу арасындағы уақыт аралығында телекоммуникациялық импульсті беру арқылы өшіру.		
Құрылғы		1 және 3 пышақ; 2- істікшелі құрылғы 4-баған; 5-серіппелі құлып; 6- мойынтіректер; 7-жақтау;	8-рычаг; 9-тарту; 10-бөлгіштің жетегі; 11-жерге тұйықтау пышақтардың жетегі; 12-түтік тартқыш; 13-жерге тұйықтау пышақтары.
2.27 сурет. ОДЗ бөлгіш -2 -35			
Жұмыс істеу қағидаты	Бөлгіштер екі тірек-бұрылыс оқшаулау колонкалары бар бір полюсті аппараттар түрінде орындалады, олардың жоғарғы фланцтарында түйіспелі пышақтар мен түйіспелі шықпалар бекітілген. Пышақтар көлденең жазықтықта 90°бұрышқа бұрылады. Бір аппаратқа монтаждау кезінде қосылған үш полюсті бір жетек басқарады. 150 және 220 кВ кернеудегі әрбір полюсті дербес жетек басқарады. Ажыратуды қосумен бір мезгілде салынатын серіппелер орындайды. Саңылаудың ауыспалы қимасы бар гидравликалық буферлер жылжымалы бөліктерді тегіс тежелу үшін қызмет етеді (сурет. 2.27).		
Қысқа тұйықталу			
Міндеті	Қысқа тұйықталу (KZ) 35 кВ және одан жоғары кернеу желілерінде желінің берілу ұшына орнатылған ажыратқышты тудыруы үшін ГСП трансформаторлары зақымданған жағдайда электрмен жабдықтау желісінде жасанды қысқа тұйықталу құруға арналған (2.28-сурет).		

Құрылғы		1-жетек; 2-тарту; 3-бағаналы оқшаулағыш; 4-бекітілген байланыс; 5-оқшаулағыш; 6 ток трансформаторы.
Жұмыс қағидаты	2.28 -сурет KZ-35 қысқа тұйықталуы Трансформатор зақымданған жағдайда, қысқа тұйықталатын соленоидтердің біріне импульс қолданылады. Бұл жағдайда қысқа тұйықталуды ажыратылған күйге дейін ұстап тұратын ысырық босатылады, қысқа тұйықталу іске қосылып, фазаны жерге қысқартады, сонымен бірге аудандық қосалқы станциядан жеткізу желісінің соңына орнатылған майлы қосқышты өшіру үшін импульс жіберіледі. Қысқа тұйықталу автоматты түрде қосылады, өшіру қолмен жүзеге асырылады.	

Ажыратқыштарды таңдау

Ажыратқышты каталогтық және есептік деректерді салыстыру арқылы таңдайды. Ажыратқыштың номиналды параметрлерінің мәндері есептік мәндерден артық немесе тең болуы тиіс.

Ажыратқыштарды таңдағанда, шарт сақталуы керек:

Номиналды кернеу бойынша

$$U_{ном.а.} \geq U_{ном.у}, \quad (2.22)$$

Мұнда $U_{ном.у}$ -қондырғының номиналды кернеуі, кВ.

Номиналды ұзақ ток бойынша

$$I_{ном.а.} \geq I_{р.у}, \quad (2.23)$$

онда $I_{р.у}$ - қондырғының есептік тогы, к А.

Токтың ең үлкен қолданыстағы мәні бойынша

$$I_{э.ф.} \geq I_y, \quad (2.24)$$

мұнда I_y - токтың әрекет етуші мәні.

Номиналды динамикалық (рұқсат етілген соққы) қысқа тұйықталу тогына сәйкес, $I_{н.дин.} \geq i_y$,

$$(2.25)$$

мұндағы i_y - есептік соққы тогы кА.

$t_{н.т.у.}$ уақытында термиялық тұрақтылық тогы бойынша тексереміз.

$$I_{н.т.у.} \geq I_{t=\infty} \sqrt{\frac{t_n}{t_{н.т.у.}}}, \quad (2.26)$$

мұндағы t_n - қысқа тұйықталу уақыты, с;

$I_{t=\infty}$ - тұрақты күйдегі қысқа тұйықталу тогы, А;

$t_{н.т.у.}$ - жылу тұрақтылығының номиналды тогы берілген уақыт, с.

Шешім үлгісі:

Экскаватор ПКС тарату орталығының шиналарынан қуат алады. Желінің жалпы жүктемесі $P = 1700 \text{кВА}$, жетек түрлендіру блогының номиналды кернеуі және трансформаторының қосалқы күші $U_{\text{из.ном}} = 6 \text{кВ}$. қысқа тұйықталу тогы КРР шиналарында келесі мағыналар бар: номиналды токтың қысқа тұйықталуы $I_y = 9.2 \text{кА}$, рұқсат етілген токтың қысқа тұйықталуы $i_y = 14 \text{кА}$, қысқа тұйықталу уақыты $t_{\text{н.т.у.}} = 10 \text{сек.}$, номиналды тұрақты токтың қысқа тұйықталуы. Бұл $I_{\infty} = 8 \text{кА}$ басқару тақтасының шиналарына қосылу үшін ажыратқышты таңдау қажет.

Шешім:

Қондырғының есептік ұзақ тогы анықталады

$$I_{\text{р.у.}} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.у}}} = \frac{1700}{\sqrt{1,73} \cdot 6} = 163,77 \text{ А.}$$

Номиналды ток пен номиналды кернеуге сәйкес біз RVZ-6/400 типіндегі ішкі қондырғы үшін ажыратқышты таңдаймыз. Ажыратқыштың есептелген және төлқұжат мәліметтері 2.8 кестеде келтірілген.

2.8 кесте ажыратқыштың есептік және паспорттық деректері

Ажыратқыштың есептік деректері	Ажыратқыштың паспорттық деректері
$U_{\text{ном.у.}} = 6 \text{кВ}$ $I_{\text{р.у.}} = 163,77 \text{А}$ $I_y = 9,2 \text{кА}$ $i_y = 14 \text{кА}$ $I_{\text{н.т.у.}} = 1,95 \text{кА}$	$U_{\text{ном.а.}} = 6 \text{кВ}$ $I_{\text{ном.а.}} = 400 \text{А}$ $I_{\text{э.ф.}} = 29 \text{кА}$ $I_{\text{н.дин.}} = 50 \text{кА}$ $I_{\text{н.т.у.}} = 10 \text{кА}$

$t_{\text{н.т.у.}} = 10 \text{с}$ уақыт ішінде термиялық тұрақтылық тогы бойынша тексереміз

$$I_{\text{н.т.у.}} \geq I_{t=\infty} \sqrt{\frac{t_n}{t_{\text{н.т.у.}}}} = 8 \sqrt{\frac{0,6}{10}} = 1,95 \text{кА.}$$

Есептік және паспорттық шамаларды салыстыра отырып, ажыратқыштың барлық талаптарға сай келетіндігін көруге болады.

[7,8,9,10].

Бақылау сұрақтары:

1. Ажыратқыштар мен бөлгіштердің жұмысын талдау
2. Ажыратқыштарды, бөлгіштерді, қысқа тұйықтағыштарды таңдау шарттары.

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1. Ажыратқыштың тағайындалуы және оның негізгі элементтерін атаңыз.

2. Бөлгіштің мақсаты, әрекет ету қағидаты.

3. Қысқа тұйықтағыштың тағайындалуы, жұмыс істеу қағидаты.

2 деңгей

1. Егер үш фазалы қысқа тұйықталу тогының номиналды мәні артса, ажыратқыштың номиналды тогы қалай өзгереді?

2. Қысқа тұйықталу қуаты төмендегенде сепаратор автоматты түрде қосылған кезде қуат қалай өзгереді?

3. Егер номиналды тұрақты күйдегі қысқа тұйықталу тогын азайтсақ, жылу тұрақтылығы тогы қалай өзгереді?

3 деңгей

Ажыратқышты жүктеме кезінде ажырату мүмкін емес деген қорытынды қаншалықты дұрыс?

2. Сепараторларды таңдау жылу тұрақтылығының тогына сәйкес жасалады деген тұжырым қаншалықты ақиқат?

3. Сіздің ойыңызша, ауа сөндіргіштерін газ сепараторларына сепараторлар мен ажыратқыштар арқылы ауыстыруға бола ма?

2.2.5 тақырып. Ажыратқыштар

Жоғары вольтты ажыратқыштар жоғары вольтты қондырғылардың аса маңызды коммутациялық аппараттары болып табылады. Олар жүктемедегі электр тізбектерін қосу және ажырату үшін, сондай-ақ қысқа тұйықталу және басқа да зақымданулар кезінде оларды ажырату үшін арналған. Сондықтан ажыратқыштардың жұмыста жоғары сенімділігі, жеткілікті электр механикалық тұрақтылығы, ажыратудың салыстырмалы үлкен жылдамдығы, сондай-ақ қарапайым конструкциясы, шағын өлшемдері мен салмағы болуы тиіс.

Май және вакуумдық ажыратқыштар ашық тау-кен жұмыстары жағдайында негізгі коммутациялық аппараттар болып табылады, олармен қатар ауалық, электромагниттік, автогазды және т.б. қолданылады. [8]

8-тәжірибелік жұмыс. Майлы және вакуумдық ажыратқыштар.

Жұмыстың мақсаты: май және вакуумдық ажыратқыштардың құрылысын, жұмыс істеу қағидатын оқып үйрену. 4.4.1 электрэнергияны есептеу және таңдау.

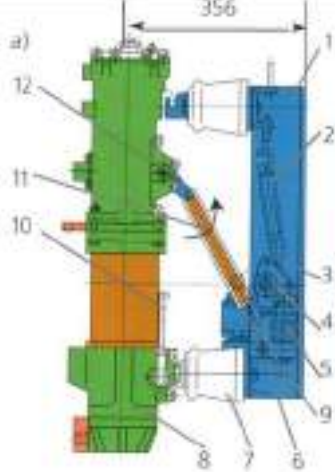
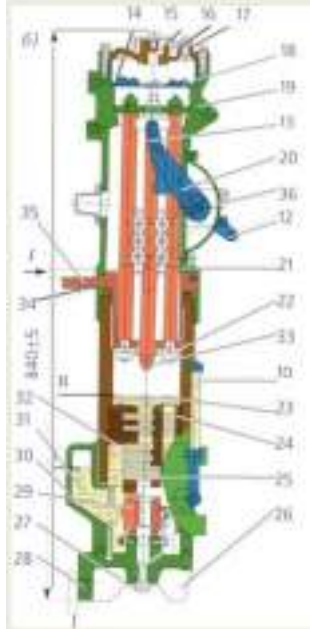
Құрал – жабдықтар: әдістемелік құрал, вакуумдық доға сөндіргіш камера, ВМП-10 май көлемі аз майлы ажыратқыш.

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысу.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастыру.
3. Май және вакуумдық ажыратқыштардың құрылымын зерттеу.
4. Ажыратқыштардың доға сөндіргіш камерасының құрылғысын оқып үйрену және суреттеу.
5. Электрэнергияны есептеу және таңдау.
6. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

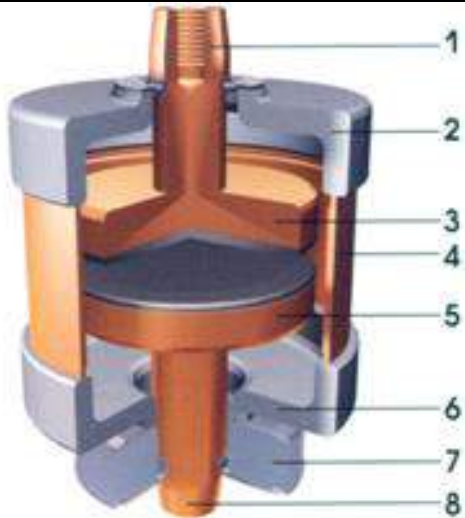
Қысқаша теориялық материал:

ВМП – 10 май көлемі аз майлы ажыратқыш.

Міндеті	Жүктемедегі электр тізбектерін қосу және ажырату үшін, сондай-ақ қысқа тұйықталу және басқа да зақымданулар кезінде оларды ажырату үшін арналған (2.29сурет.).	
Құрылы	 2.29 Сурет. ВМП -10 ажыратқышының сыртқы түрі: 1-Болат рама; 2-ажыратқыш серіппе; 3-екі иінтірек; 4-ажыратқыш білігі; 5-серіппелі демпфер; 6-жерлендіру болты; 7-тірек изоляторы; 8-фазаның бөшкесі; 9-майлы демпфер 10-май көрсеткіштері; 14-оқшаулағыш тартқыш; 12-иінтірек.	 13-анықтайтын механизм; 14-май бөлгіш; 15-газ шығатын арна; 16-қаппак; 17-май құю тесігі тығыны; 18-май бөлгіштің тесігі; 19-корпус; 20-рычаг; 21-контакттілі өзек; 22-стеклоэпоксидті цилиндр; 23-камераның орталық арнасы; 24-Бүйір Шығыс арнасы; 25-доға сөндіргіш камера; 26-төменгі фазалық қаппак; 27 майлы тығыздағыш; 28-автобус 29 бекітілген байланыс; 30-төменгі фланец; 31 буферлік кеңістік; 32 май қалта; 33 жылжымалы байланыс; 34-жоғарғы түйреуіш; 35-қорғасын шинасы; 36 ағымды коллектор роликтері.
Жұмыс істеу қағидат	ВМП-10 ажыратқышы (2.29,2.30 сурет.) дәнекерленген металл рамадағы фарфор оқшаулағышының көмегімен бекітілген үш оқшауланған горшоктан тұрады. Осы рамада жетек механизмінің басты білігі бекітілген, ол оқшауланған тартымның көмегімен ажыратылған кезде динамикалық соққы жұмсарту сөндіргішінің жылжымалы байланысымен жалғанған май және серіппелі демпферлер бар. Рама жерге тұйықтау бұрандамасы және тарату құрылғысының құрылымына ажыратқышты бекіту үшін диаметрі 18 мм төрт тесік қарастырылған. Әрбір төбешіктің ішінде көлденең үрлеудің доға сөндіргіш камерасы орналасқан (сурет. 2.31).	

Доға сөндіргіш VMP-10 ажыратқыш камерасы	
Міндеті	Электр доғасын газ-май қоспасы ағынымен сөндіру (сурет. 2.31).
Құрылғы	қосулы өшіру өшірулі Сурет 2.31 доға сөндіргіш камерада доғаны сөндіру процесі: 1-жылжымалы байланыс; 2-майлы қалта; 3-пайдаланылған арна; 4-шыныэпоксидті цилиндр;5-розеткалы байланыс; 6 - төменгі фланец; 7-фазаның қақпағы.
Жұмыс істеу қағидаты	Көлденең май үрлеуге арналған аамера (2.31 сурет) ортасында жылжымалы контактілі өзек өтетін конус тәрізді қосалқышты оқшаулағыш материалдан жасалған диск. Дискінің ортасында көлденең арна, ал ортасында жылжымалы жез жапқыштар бар. Қосылған жағдайда (2.31 сурет., а) жапқыштар ажырату процесінде жылжымалы түйіспелі өзекпен төмен қарай Сығылған (2.31 сурет.,б) пружиналардың әсерінен жапқыштар түйіспелі өзек өткен тесікті жауып, доғаларды бөлікке үзеді. Цилиндр төменгі бөлігіндегі доғаның энергиясы үлкен қысым жасайды, оның әсерінен май мен ыдырау өнімдері көлденең арна арқылы қозғалады және доғаны сөндіреді.
ВВ/TEL сериялы вакуумдық ажыратқыш	
Міндеті	ВВ/TEL сериялы вакуумдық ажыратқыштар қалыпты және Апатты режимдерде оқшауланған және компенсацияланған бейтарап 10 кВ дейінгі номиналды кернеумен жиілігі 50 Гц үш фазалық айнымалы ток желілерінде пайдалануға арналған. ВВ/TEL ажыратқыштары ішкі және сыртқы қондырғының КРУ ұяшықтарында, сондай-ақ жаңа құрылыста да, өткен жылдардағы ажыратқыштарды ауыстыруда да КСО камераларында қолданылады (сурет. 2 .33).

Құрылғы	 2.32 сурет сөндіргіштің жалпы түрі  2.33 сурет полюсті ажыратылған күйде кесу 1-ВДК жылжымайтын байланыс; 2-вакуумдық доға сөндіргіш камера (ВДК); 3-ВДК жылжымалы байланыс; 4-икемді ток өрісі; 5-тарту изоляторы; 6-қысу серіппесі; 7-жоғарғы қақпақ; 9-катушка; 10-сақиналы магнит; 11-якорь; 12-білік зәкір; 13-жұдырық; 14-білік; 15-тұрақты магнит; 16-геркондар (сыртқы байланыстар қосымша тізбектер).
Жұмыс істеу қағидаты	жыратқыш тұрады (2.32 сурет.) металл негізде орнатылған үш полюстен жасалған, ал ол магнитті ілмегі бар фазалық электромагниттік жетектер бойынша араластырылған (2.33 сурет.) токтың үзілген жағдайында жетек электр магнитінің катушкасында шектеусіз ұстап тұратын ажыратқыш. Полюстердің қалған тораптары оларды пайдалануға болатын механикалық зақымданулардан және қысқа тұйықталу тогының электр доғасының әсерінен қорғайтын мөлдір механикалық берік және соққыға төзімді полимерлік материалдан (лексан) жасалған оқшаулау корпусына орналастырылады. Барлық үш полюстің бірдей құрылымы бар.

ВВ/TEL сериялы вакуумдық доға сөндіргіш камерасы	
Міндеті	Жоғары вакуумға орналастырылған электр доғасын сөндіру үшін (сурет. 2.34).
Құрылымы	 2 және 6-керамикалық оқшаулағыштар; 4-мыс экран; 7-сильфон; 5-жылжымалы байланыс; 3-қозғалмайтын байланыс; 1 және 8-қорытынды. 2.34 сурет. ВВ/TEL сериялы ажыратқыштың вакуумдық доға сөндіргіш камерасы
Жұмыс істеу қағидаты	Вакуумдық доға сөндіргіш камера (2.34 сурет) рекордты шағын габариттері мен салмағы бар. 50000 номиналды токты ажырату операциялары кезінде оның түйіспелерінің тозуы 1 мм-ден аспайды. ВДК-ның құрылымдық ерекшеліктері қыш оқшаулағыштардың тостаған тәрізді нысаны және ВДК-ның габариттерін едәуір төмендеткен дәнекерленген 7 түрі болып табылады. 5.жылжымалы контактіні ВДК герметикалығын бұзбай ауыстыру мүмкіндігін қамтамасыз ете отырып, сильфонды 6 оқшаулағышқа және 8 шығармаға дәнекерленеді. Қозғалмайтын 3 және жылжымалы 5 металл керамикадан жасалған пластиналар жоғары тозуға төзімділікпен қамтамасыз етілген бүйір бөліктеріне дәнекерленген. 1-ші және 8-ші қорытындылар ажыратқыштардың шығыстарына қосылу үшін қызмет етеді.

Ажыратқыштарды таңдау

Жоғары вольтты ажыратқыштар номиналды кернеу мен ток бойынша қондырғы түрін, жұмыс шарттарын таңдайды, содан кейін каталажды және есептік деректерді салыстыра отырып, ажыратқыш қабілетін, электродинамикалық және термиялық беріктігін тексереді. Ажыратқыштардың номиналды параметрлерінің мәндері есептік мәндерден артық немесе тең болуы тиіс.

Ажыратқыштарды таңдау кезінде шарт сақталуы тиіс:

Номиналды кернеу

$$U_{ном.а.} \geq U_{ном.у}, \quad (2.27)$$

Мұнда $U_{ном.у}$ - қондырғының номиналды кернеуі, кВ.

Номиналды ұзақ ток

$$I_{ном.а.} \geq I_{р.у}, \quad (2.28)$$

онда $I_{р.у}$ - қондырғының есептік ұзақ тогы, к А.

Номиналды өшіру тогы

$$I_{ном.о.} \geq I_t, \quad (2.29)$$

мұндағы I_t - үшфазалы к үш фазалы қысқа тұйықталу тогының есептік мәні, кА

(жылдамдықтың ең аз уақыты үшін 0,15-0,2 с жоғары ажыратқыштар үшін, жоғары жылдамдықты қабылдау қажет).

$$I_{ном.о.}^1 \geq \frac{I_t}{k_{АПВ}}, \quad (2.30)$$

мұнда $k_{АПВ}$ - қайта Автоматты қосылу болған кезде ажыратылатын токтың азаю коэффициенті.

Өшірудің номиналды қуаты

$$S_{ном.о.} \geq S_t, \quad (2.31)$$

мұндағы S_t - $I_t \cdot MВ$ А токқа сәйкес келетін қысқа тұйықталу қуаты.

Автоматты қайта қосу кезінде өшірудің номиналды қуаты

$$S_{ном.о.}^1 \geq \frac{S_t}{k_{АПВ}}. \quad (2.32)$$

Қысқа тұйықталу тогының ең жоғары тиімді мәні

$$I_{э.ф.} \geq I_y, \quad (2.33)$$

мұндағы I_y - қысқа тұйықталу тогының тиімді мәні, кА.

Номиналды динамикалық (рұқсат етілген соққы) қысқа тұйықталу тогы,

$$I_{н.дин.} \geq i_y, \quad (2.34)$$

мұндағы i_y - номиналды токтың қысқа тұйықталуы кА.

$t_{н.т.у.}$ кезіндегі жылу тұрақтылығы

$$I_{н.т.у.} \geq I_{t=\infty} \sqrt{\frac{t_n}{t_{н.т.у.}}}, \quad (2.35)$$

мұндағы t_n - қысқа тұйықталу уақыты, с.;

$I_{t=\infty}$ - номиналды тұрақты тұйықталу тогы, А.

$t_{н.т.у.}$ - жылу тұрақтылығының номиналды тогы берілген уақыт, с.

[7,8,9,10].

Шешімнің үлгісі:

6.3 кВ шиалы қосалқы станцияның шиаларынан тұратын майлы қосқышты таңдауды жасаңыз. Қоректендіргіштің жалпы жүктемесі $S_\phi = 1500$ кВА. Ағымдағы қорғаныс сапарының уақытын орнату 1с. Ағымдағы қысқа тұйықталу мәні $i_y = 16.92$ кА; номиналды соққы тогы $I_y = 10.1$ кА, жылу тұрақтылығы = 49 кА: берілген кернеудегі рұқсат етілген тоқ тогы. есептеу $I_{откл.расч} = 6,65$ кА; рұқсат етілген тарту қуаты $S_{откл.расч} = 72480$ кВА.

Шешімі:

Жұмыс тогы анықталады

$$I_{п.у.} = \frac{S_\phi}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1500}{1,73 \cdot 6,3} = 137,5 А.$$

Номиналды параметрлерге сәйкес VMP-10 май ауыстырғышын таңдаңыз. Біз қабылданған ажыратқыштың есептелген және төлқұжаттық мәндерін салыстырамыз және 2.9 кестеде жинақтаймыз.

2.9 –кесте. Ажыратқыштың номиналды және номиналды мәні

VMP-10 қосқышының параметрлері	VMP-10 коммутаторының жобалық мәліметтері
$U_{нома.} = 10кА$	$U_{ном.у} = 6,3кВ$
$I_{нома.} = 630А$	$I_{р.у.} = 137,5А$
$I_{э.ф.} = 52кА;$	$I_y = 16,92кА;$
$I_{н.дин} = 20кА$	$i_y = 10,1кА$
$I_{н.т.у.} = 3200кА$	$I_{t=\infty} = 49кА$
$I_{н.омо.} = 20кА$	$I_t = 6,65кА$
$S_{н.омо.} = 350000кВА$	$S_t = 72480кВА$

Зауытпен кепілдендірілген барлық мәндер есептелгеннен үлкен болғандықтан, майлы ауыстырғыш дұрыс таңдалған.

Өйткені барлық кепілді зауыт шамадан артық мөлшерінде айыппұл салуға әкеп, онда май ажыратқыш таңдаған дұрыс.

Бақылау сұрақтары:

1. Май ажыратқыштары қандай түрлерге бөлінеді?
2. Вакуумдық ажыратқыштың артықшылықтарын атаңыз.
3. Майдың ыдырауы кезінде қандай газ ортасы пайда болады?
4. Май ажыратқыштарының кемшіліктерін атаңыз.
5. Май ажыратқышының негізгі элементтерін атаңыз.
6. Май ажыратқыштың доға сөндіргіш камерасының негізгі элементтерін атаңыз.
7. Вакуумдық ажыратқыштың доға сөндіргіш камерасының негізгі элементтерін атаңыз.
8. Ажыратқыштарға қойылатын талаптарды атаңыз.
9. Бак май ажыратқыштарының доғасын сөндіру қалай жүргізіледі?
10. Вакуумдық ажыратқыштарды ажыратудың жоғары жылдамдығына не арқылы қол жеткізіледі?
11. Қандай автоматты ажыратқыш ашық тау-кен жұмыстарында қолдану ең перспективалы болып табылады талдау және қорытынды жасау?

2.2.6-тақырып. Кернеуден қорғайтын құрылғылар

Асқын кернеу - бұл электр қондырғысын оқшаулау үшін қауіпті мәнге кернеудің жоғарылауы. Шамадан тыс кернеудің екі түрі бар: ауысу және атмосфералық (найзағай).

Коммутатордың артық кернеуі қысқа тұйықталу тогы ажыратылған кезде қатарда немесе кенеттен өзгерген кезде, сондай-ақ оқшауланған бейтарапты электр қондырғыларында бір фазалы жерге тұйықталу пайда

болады. Бұл асқын кернеулердің мәні әдетте номиналды кернеудің мәнінен үш-төрт есе көп болмайды.

Электр қондырғыларын оқшаулау, әдетте, кернеудің осындай жоғарылауына мүмкіндік береді, сондықтан қорғаныс құралдарын пайдалану қажет емес.

Атмосфералық кернеулер - бұл найзағайдың әуе желісіне немесе қосалқы станцияның ашық бөлігіне немесе электр желісінің жанында найзағайдың түсуі кезінде индукцияның салдары. Атмосфералық кернеу бірнеше миллион вольтке жетуі мүмкін, бұл электр қондырғыларын оқшаулау үшін қауіпті.

Найзағайдың тікелей соққыларынан қорғаныс өзек немесе кабельдік найзағайдың көмегімен жүзеге асырылады.

Электр қондырғыларын атмосфералық кернеулерден қорғау үшін электр қондырғысының тірек бөліктері мен жерге қосылатын клапан мен құбырлы разрядтар қолданылады. Құбырлы тосқауылдардың орнына кейбір жағдайларда қорғаныс саңылаулары қолданылады. [8.9]

Бақылау сұрақтары:

1. Кернеудің түрлерін атаңыз.
2. Коммутациялық шамадан тыс жүктеме қашан пайда болады?
3. Атмосферадан асып кету қашан пайда болады?
4. Клапан түрлендіргіштерінің міндеті мен сызбасы.
5. Құбырлы түрлендіргіштерді міндеті.
6. Жайтартқыш құрылғылардың мақсаты мен орналасуы.

2.2.7-тақырып. Карьерлік жоғары вольтты жиынтық тарату құрылғылары

Жинақтық тарату құрылғылары (ЖТҚ) ажыратқыш, жоғары вольтты ажыратқыш, ток пен кернеу трансформаторлары, өлшеу, қорғаныс және сигналдық аппаратура жинақталған металл шкафтар болып табылады.

КРУ негізгі мақсаты-үш фазалы айнымалы токтың электр энергиясын қабылдау және тарату, кернеуі 1000В-тан асатын ашық кен қазбаларында жылжымалы ток қабылдағыштарды: экскаваторларды, конвейерлік желілерді, көлік-үйінді көпірлерді және т.б. 6-10 кВ тарату әуе желісіне қосу үшін қолданылады.

КРУ сыртқы және ішкі қондырғылар үшін де дайындалады.[4,8,9]

2.2.8-тақырып. Қысқа тұйықталу токтары

Электр қондырғыларындағы авариялардың көпшілігінің себебі ток өткізгіш бөліктер арасындағы оқшаулаудың бұзылуы, коммутациялық ауыстырып қосулар кезіндегі қате әрекеттер салдарынан және басқа да себептер бойынша туындайтын қысқа тұйықталу болып табылады.

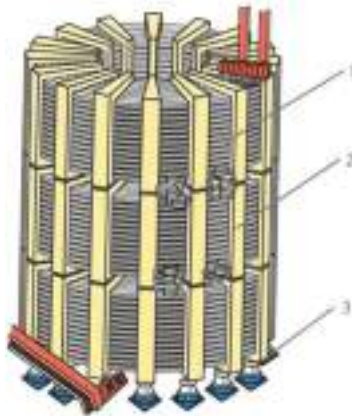
Қысқа тұйықталу токтары электр қондырғыларының элементтері үшін елеулі қауіп төндіре отырып, үлкен мәндерге жетеді, өйткені соңғылары елеулі механикалық әсерлерге ұшырайды. Электр жабдығы ток әсерінен электродинамикалық және термиялық төзімділікке ие болуы тиіс.

Жалпы жағдайда қысқа тұйықталу токтарының мәнін білу қажет: электр жабдықтарын таңдау үшін; релелік қорғанысты жобалау үшін; қысқа тұйықталу токтарын шектеу құралдарын таңдау үшін.

Қысқа тұйықталу түрлері: үшфазалы - барлық үш фазаның қиғаштығын бір мезгілде тұйықталу кезінде пайда болатын; екіфазалы - екі фаза тікелей өзара немесе жер арқылы жалғанады; бірфазалы - фаза мен жер арасындағы тұйықталу кезінде пайда болатын.

Үлкен жиынтық қуаты бар қуатты энергетикалық жүйелерде қысқа тұйықталу токтарының генераторы айтарлықтай шамаға жетеді. Қосалқы станциялар жұмысының сенімділігін арттыру мақсатында қысқа тұйықталу токтарын шектеу бойынша іс-шаралар жүргізіледі.

Ток шектеудің негізгі тәсілдері: коммутация схемасының қысқа тұйықталу токтарын шектеуге қатысты рационалды таңдау (шиналарды секциялау, күштік трансформаторлар мен электр беру желілерінің параллель жұмыс істеуінен бас тарту және т. б.); реакторларды жүйелі қосу жолымен қысқа тұйықталу тізбегінің кедергісін жасанды түрде ұлғайту (2.30сурет).

Реакторлар	
Міндеті	Қысқа тұйықталу тогын шектеу үшін қолданылады
Құрылғы	 1-сымдар; 2-бетон бағаналар; 3-оқшаулағыштар. 2.35 сурет тегістейтін құрылғының үш блокты реакторы
Жұмыс істеу қағидаты	Реакторлар сақиналарға салынған алюминий сымнан жасалған (2.35-сурет), әр фазаның сақиналары (А, В, С) айналдыра бірнеше жерде бетонмен бекітіліп, тіректерді қалыптастырады және оқшаулағыштарға орнатылады. Бұл салыстырмалы төмен белсенді кедергісі бар индуктивті катушкаларға айналады. Электрлік оқшаулаудың қажетті беріктігін алу үшін реактор вакуум астында қарқынды түрде кептіріледі, содан кейін ылғалға төзімді оқшаулау лакпен екі рет сіндіріледі. Реакторларды желіге қосу дәйекті, орналасуы көлденең, тік немесе сатылы болуы мүмкін.

[7,8,9]

Өздік жұмыс үшін тапсырмалар:

- №1 1. Қысқа тұйықталу тогын азайту жолдарын атаңыз
2. Реактор не үшін арналған?

№ 2 1 Реактордың сызбасын қарастырыңыз және оның негізгі элементтерін жазыңыз.

№3 1 Ұсынылған ұғымдар мен анықтамалардың тізімінен сұрақтарға жауап таңдап, оларды шифрлаңыз:

1. Ағымдағы қысқа тұйықталудың мөлшері көп ... электр тізбегіне тәуелді.

2. Қысқа тұйықталу тогын төмендетудің бір әдісі электр желілері мен трансформаторлардан бас тарту мүмкін.

3. Реакторлар ... арналған. қысқа тұйықталу тогы электр қондырғыларында.

4. Реактордың сымдары көп тармақты сымдар бөлімдері болып табылады.

Жауаптар:

1. Реактор.
2. Шектеулер.
3. Үлкені.
4. Бірізді.
5. Қарсылық.
6. Параллель.

9-тәжірибелік жұмыс. Кернеуі 1000 В жоғары болатын қысқа тұйықталу тогын есептеу

Жұмыстың мақсаты: Кернеуі 1000 В жоғары электр желілеріндегі қысқа тұйықталу тогын салыстырмалы бірлік әдісін қолдана отырып есептеу

Құрал-жабдықтар: оқу құралы, калькулятор.

Барысы:

1. Сабактың мақсатымен танысыңыз.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Тапсырмалар нұсқасына сәйкес электрмен жабдықтау тізбегінің элементтерінің, сонымен қатар К нүктелеріндегі токтар мен қысқа тұйықталу қуаттарының тұрақтылығын анықтаңыз.

4. Жобалау жұмыстары. Қорытындылар

Қысқаша теориялық материал:

Қысқа тұйықталу тогын есептеу салыстырмалы бірліктер әдісімен жүзеге асырылады.

Қысқа тұйықталу тогын есептеу тәртібі:

1. Торапты электрмен жабдықтау схемасы
2. Жүйенің әр элементі индуктивті кедергіге ауыстырылатын аудан үшін эквивалентті схема жасалады
3. Қысқа тұйықталу нүктелері көрсетілген (жабдықты таңдау үшін приключения нүктесінің алдында, жылу тұрақтылығын тексеру үшін кабельде және т.б.)

4. Негізгі шарттармен белгіленген: негізгі қуат $S_b = 100, 1000, 500$ МВА;
 $U_b = 6.3, 10.5, 20, 37, 115, 154, 230$ кВ - әр кезеңнің базалық кернеуі.

5. Эквивалентті тізбектің барлық элементтерінің негізгі жағдайларына келтірілген салыстырмалы кедергі анықталды.

6. Қысқа тұйықталу нүктелеріне пайда болатын кедергіні анықтаңыз.

7. Негізгі токтарды анықтаңыз.

8. Токтар мен қысқа тұйықталуларды анықтаңыз.

$$X_C^* = \frac{S_6}{S_K}, \text{ бүкіл жүйенің салыстырмалы кедергісі анықталады.}$$

(2.36)

мұндағы S_K – қосалқы станцияның шиналарындағы қысқа тұйықталу қуаты, МВА.

Трансформатордың салыстырмалы кедергісі анықталады

$$X_T^* = \frac{U_k \% \cdot S_6}{100 \cdot S_H}. \quad (2.37)$$

Электр желілерінің салыстырмалы кедергісі анықталады

$$X_{ВЛ}^* = X_0 \cdot l_{ВЛ} \cdot \frac{S_6}{U_{61}^2}, \quad (2.38)$$

мұндағы $X_0 = 0,4$ Ом/км – әуе желісінің меншікті реактивті кедергісі;

$l_{ВЛ}$ – ЭБЖ ұзындығы, км.

Иілгіш кабельдің салыстырмалы кедергісі анықталады

$$X_{ГК}^* = X_0 \cdot l_{ГК} \cdot \frac{S_6}{U_{62}^2}, \quad (2.39)$$

мұндағы $X_0 = 0,08$ Ом/км – кабель желісінің меншікті реактивті кедергісі;

$l_{ГК1}$ – бір шөмішті экскаваторға дейінгі иілгіш кабельдің ұзындығы.

Реактордың кедергісі анықталады

$$X_p^* = \frac{X_p \% \cdot U_n \cdot S_6}{I_n \cdot 100 \cdot U_6^2 \cdot \sqrt{3}}, \quad (2.40)$$

мұндағы X_p – реактордың номиналды мәнінен % - бен кедергісі;

U_n – реактордың номиналды кернеуі. кВ;

I_n – реактордың номиналды тогы, А.

Алынған қысқа тұйықталу нүктелеріне кедергі анықталады.

$$X_p = X_C^* + X_{ВЛ}^* + X_{Т1}^* + X_{ВЛ2}^* + X_n^*. \quad (2.41)$$

Негізгі ток анықталады

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6}, \text{ кА.} \quad (2.42)$$

Қысқа тұйықталу тогының тұрақты күйі анықталады.

$$I_\infty = I_k^{(3)} = \frac{I_6}{X_p}, \text{ кА.} \quad (2.43)$$

Бұл токта құрылғылар, шиналар, өткізгіштер қысқа тұйықталу тогына жылу төзімділігіне тексеріледі.

Екі фазалы қысқа тұйықталу тогы анықталады.

$$I_k^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_\infty, \text{ кА.} \quad (2.44)$$

Осы қысқа тұйықталу кезінде қорғаныс (релелік) жабдықтың сенімділігі анықталады

Токтың қысқа тұйықталуын анықтаңыз

$$I_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_\infty, \text{ кА,} \quad (2.45)$$

Мұндағы $K_y=1,8$ - соққы коэффициенті.

Бұл токта құрылғылар, шиналар динамикалық тұрақтылыққа тексеріледі

Қысқа тұйықталу тогының тиімді мәндері анықталған.

$$I_d = 1,52 \cdot I_\infty, \text{ кА.} \quad (2.46)$$

Осы ток кезінде құрылғылар жылу тұрақтылығына тексеріледі.

Қысқа тұйықталу тогының қуаты анықталады.

$$S_k = \sqrt{3} \cdot U_{62} \cdot I_\infty, \text{ МВА.} \quad (2.47)$$

Есептеу нәтижелері 2.10 кестеде келтірілген

Кесте 2.10 Қысқа тұйықталу тогының есептік деректері

Қ.т.нүктелері	Хр*	$I_k^{(3)}, \text{ кА}$	$I_k^{(2)}, \text{ кА}$	$I_y, \text{ кА}$	$I_d, \text{ кА}$	$S_k, \text{ МВА}$
K ₁						
K ₂						

[10]

Шешімнің үлгісі:

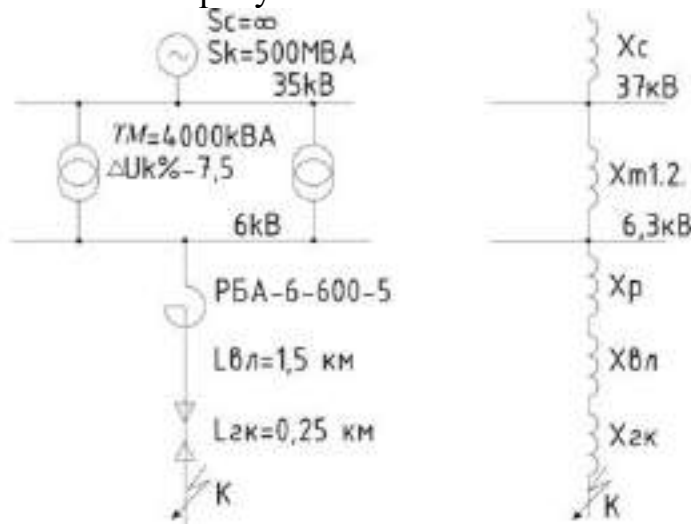
Салыстырмалы бірліктер әдісімен қысқа тұйықталу токтарын есептеу (2.36сурет.).

Шешім:

Базистік параметрлерді қабылдаймыз:

$S_b=100 \text{ МВА}$ -базистік қуат;

$S_k=60,3 \text{ кВ}$ -базистік кернеу.



Сурет 2.36 учаскені электрмен жабдықтау және ауыстыру схемасы

Салыстырмалы кедергіні анықтаймыз:

Жүйенің кедергісі

$$X_c^* = \frac{S_{\delta}}{S_{\kappa}} = \frac{100}{500} = 0,2,$$

мұндағы S_{κ} - қосалқы станция шиналарындағы қысқа тұйықталу қуаты, кВА.

Трансформатордың кедергісі

$$X_{T1}^* = X_{T2}^* = \frac{U_{\kappa} \% \cdot S_{\delta}}{100 \cdot S_{\kappa}} = \frac{7,5 \cdot 100}{100 \cdot 4} = 1,875;$$

$$X_{T1,2}^* = \frac{X_{m1} \cdot X_{m2}}{X_{m1} + X_{m2}} = \frac{1,87 \cdot 1,87}{1,87 + 1,87} = 0,93.$$

Мұндағы $U_{\kappa} \% = 7,5$ - трансформатордың екінші орамындағы қысқа тұйықталу кернеуі;

$S_{\kappa} = 4$ МВА- трансформатор күші.

Реактордың кедергісі

$$X_p^* = \frac{X_p \% \cdot S_{\delta} \cdot U_{\kappa}}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\kappa} \cdot U_{\delta}^2} = \frac{5 \cdot 100 \cdot 6}{100 \cdot 1,73 \cdot 0,6 \cdot 6,3^2} = 0,72,$$

мұндағы $X_p \%$ - реакторлардың реактивтілігі;

I_{κ} - реактордың номиналды тогы.

Әуе желісінің кедергісі

$$X_{\text{әл}}^* = X_o \cdot l_{\text{әл}} \times \frac{S_{\delta}}{U_{\delta}^2} = 0,4 \cdot 1,5 \cdot \frac{100}{6,3^2} = 1,51;$$

мұндағы X_o - сымның меншікті реактивті кедергісі, Ом/км;

$L_{\text{әл}}$ - әуе желісінің ұзындығы, км.

Кабель желісінің кедергісі

$$X_{\text{эк}}^* = X_o \cdot l_{\text{эк}} \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{\delta}^2} = 0,08 \cdot 0,25 \cdot \frac{100}{6,3^2} = 0,05.$$

Алынған қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі кедергіні анықтаймыз.

$$X_{\text{рез}}^* = X_c^* + X_{T1,2}^* + X_p^* + X_{\text{әл}}^* + X_{\text{эк}}^* = 0,2 + 0,93 + 0,72 + 1,51 + 0,05 = 3,41$$

Базистік ток

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \times U_{\delta}} = \frac{100}{1,73 \times 6,3} = 9,18 \text{ кА}.$$

Қысқа тұйықталу тогының тұрақты күйі

$$I_{\infty} = I_{\kappa}^3 = \frac{I_{\delta}}{X_{\text{рез}}^*} = \frac{9,18}{3,41} = 2,69 \text{ кА}.$$

Екі фазалы қысқа тұйықталу тогы

$$I_{\kappa}^2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\infty} = 0,866 \cdot 2,69 = 2,32 \text{ кА}.$$

Токтың қысқа тұйықталуы

$$i_y = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\infty} = 1,8 \cdot 1,41 \cdot 2,69 = 6,827 \text{ кА}.$$

Қысқа тұйықталу тогының тиімді мәні

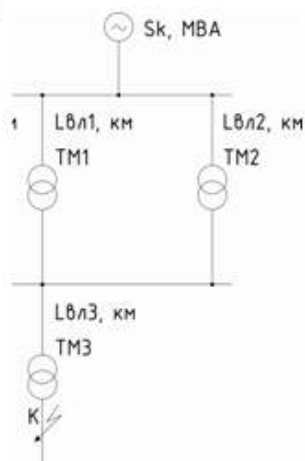
$$I_y = 1,52 \cdot I_{\infty} = 1,52 \cdot 2,69 = 4,08 \text{ кА}.$$

Қысқа тұйықталу қуаты

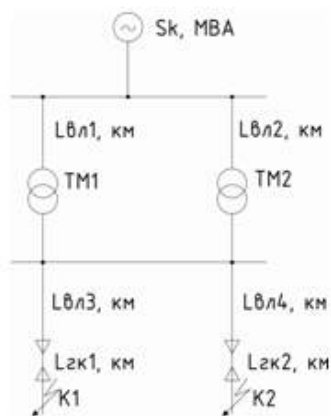
$$S_{\kappa} = \sqrt{3} \cdot U_{\delta} \cdot I_{\infty} = 1,73 \cdot 6,3 \cdot 2,69 = 29,31 \text{ МВА}.$$

2.11 кесте. Тапсырма нұсқалары

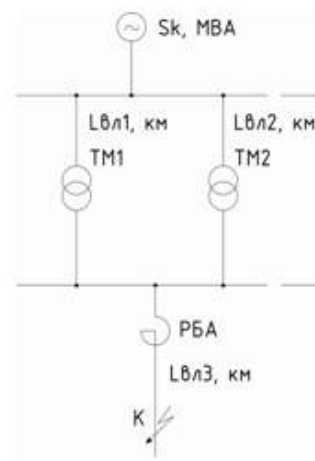
нұсқа №	S_c МВА	S_k МВА	Трансформатор түрі	$L_{вл.,км}$	$L_{г.к.,км}$	Реактор түрі	сурет
1	300	500	ТМ-4000/35	1,5	0,2		А
2	100	500	ТМ-6300/35	1,3	0,25		В
3	150	700	ТМ-4000/35	1,4	0,3	РБА-10-600-4	С
4	300	700	ТМ-4000/35	1,2	0,35		А
5	100	500	ТМ-10000/35	1,1	0,4		В



А суреті



В суреті



С суреті

Бақылау сұрақтары:

1. Қысқа тұйықталу тогының түрлері және себептері
2. Қысқа тұйықталу тогының ағымы
3. Қысқа тұйықталу тогын есептеу не үшін қажет?

2.2.9-тақырып. Жоғары вольтты электр аппаратурасын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелерінің талаптары

ҚР Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы қағидаларына сәйкес (ҚР Энергетика министрінің 2015 жылғы 19 наурыздағы № 222 бұйрығымен бекітілген және ҚР Әділет министрлігінде 2015 жылғы 29 сәуірде № 10889 тіркелген).

Арбаның жабдықтарында немесе ЖТҚ шкафының бөлігінде жұмыс істеген кезде жабдығы бар арбаны жөндеу жағдайына, ток өткізгіш бөліктері кернеуінде қалған бөліктің пердесін түсіру, құлыпқа жабу және қауіпсіздік белгісін (плакатын) ілу талап етіледі.

ЖТҚ-дан тыс жұмыс істеген кезде оларға қосылған жабдықта немесе шығатын ӘЖ мен КЖ-дан ажыратқышы бар арбаны жөндеу жағдайына шкафтан, пердектен немесе есіктен құлыппен құлыптау және оларға белгілерді (плакаттарды) ілу талап етіледі.:

1) жерге тұйықтау пышақтары мен ажыратқышы бар арба арасында бұғаттау болған кезде осы пышақтарды қосқаннан кейін бақылау жағдайына;

2) Бақылау және жөндеу жұмыстары арасындағы аралық жағдайда, оны құлыпқа бекіту және осындай бұғаттау немесе ЖТҚ шкафтарында жерге тұйықтау пышақтары болмаған жағдайда.

3) аралық жағдайда арбаны жалғауда жерге қосудың болуына қарамастан орнатуға болады.

4) күштік сақтандырғыштары бар ЖТҚ-ны шығару арбашасымен кернеумен, бірақ жүктемесіз жүргізуге рұқсат етіледі.

Басқару және қорғау тізбектерінде сынау және жұмыс істеу үшін ажыратқышы бар арбаны бақылау күйіне орнатуға кететін ӘЖ мен КЖ-дан тыс немесе оларға қосылған жабдықтарда, электр қозғалтқыштармен қосылған механизмдерді қоса алғанда, ЖТҚ шкафында жерге қосу жүргізілмеген немесе орындалған жағдайларда рұқсат етіледі.

Вакуумдық ажыратқыштармен жабдықталған ТҚ-да 20 кВ астам амплитудалық мәні бар жоғары кернеулі доға сөндіргіш камераларды сынау персоналды пайда болатын рентген сәулелерінен қорғау үшін арнайы экранды пайдалана отырып орындау қажет. [8,9,11]

2.3 -тарау. Ашық қабылдағыштарды электрмен жабдықтау

2.3.1-тақырып. Ашық тау-кен жұмыстарын электрмен жабдықтау ерекшеліктері

Ашық тау-кен жұмыстарының технологиясына сәйкес, электр жабдықтары, тау-кен машиналары, электр желілері, көлік құралдары тау-кен жұмыстарының алдынан кейін үнемі қозғалады, жарылыс толқыны мен жауын-шашынға ұшырайды, сондықтан электр жабдықтарына сенімді пайдалану және қызмет көрсетудің қауіпсіздігі талаптарын арттыру қажет. .

Электрмен жабдықтау бөлімі сыртқы және ішкі қуат көзіне бөлінеді (2.37-сурет).

Электрмен жабдықтаудың ішкі жүйесі үшін электр энергиясын бойлық, көлденең немесе аралас тарату қолданылады және схемаларды құру қағидатына сәйкес: радиалды, магистральдық, аралас.



Сурет 2.37 тау-кен кәсіпорындарын э Внутренняя система электроснабжения жүйелері

Кен өндіруші кәсіпорындардың қосалқы станциялары мақсатына және дизайнына байланысты жіктеледі (2.38-сурет). Сыртқы кернеуі 110-35 / 6-10 кВ болатын бір және екі толық трансформаторлық қосалқы станция және кернеуі 1 кВ-тан төмен қабылдағыштар үшін КТПН 6-10 / 0,69-0,4 кВ кеңінен қолданылады.



Сурет 2.38 тау-кен кәсіпорындарының қосалқы стансаларының мақсаты мен құрылымы бойынша жіктелуі.

Трансформаторлық қосалқы станциялар схемалармен, бұғаттағыштармен, қорғағыштармен жарақталады, қызмет көрсетуші персонал жұмысының қауіпсіздігін қамтамасыз ететін конструкциясы болады. Электрмен жабдықтау жүйесін таңдау кезінде электр тарату желілеріндегі жерге бір фазалық тұйықталудан электрлік қорғаныс құрылғысы есепке алынады, электр қабылдағыштардың қысқыштарындағы қалыпты кернеуді, Электрмен жабдықтаудың жоғары сенімділігін, өндірісті одан әрі кеңейту мүмкіндігін, электр энергиясын тиімді жұмсауды, кернеудің трансформация коэффициентін төмендетуді қамтамасыз етуі тиіс.[8,9]

Бақылау сұрақтары:

1. Бөлімдерді электрлендірудің ерекшеліктерін атаңыз.
2. Бөлімнің қуат схемасын тізімдеңіз.
3. Энергия қабылдағыштар магистральдық тізбекке сәйкес қуатты қалай алады?
4. Радиолар қуатты қалай алады?
5. Қуат қабылдағыштары аралас режимдегі қуатты қалай алады?

Өздік жұмыс үшін көп деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1. Карьердің электрмен жабдықтау жүйесі нені қамтамасыз етуі керек?
2. Қосалқы станцияны анықтаңыз.
3. Энергияны тұтынушылардың қандай санаттарын білесіз?

2 деңгей

1. Неліктен экскаваторлардың энергия тұтынушылардың екінші санатына жататындығын талдаңыз.

3 деңгей

- 1.«Богатырь» және «Щебкарер» бөлімдерінде қандай тарату желілерін пайдалануға болады?

2.3.2-тақырып жиынтықты тарату және ауыстырып қосу пункттері

Бөлімдерде кернеуі 6-10 кВ электр желілерін және кабельдік электр желілерін қолдана отырып, қыздыру нүктелеріне (ПП) электр қуатын қабылдау және бөлу үшін толық тарату пункттері (KRP) пайдаланылады, сыртқы қондырғылармен жабдықталған. Әр ұяшық бес бөліктен тұрады: шиналар; шығатын арбалар; қорғау және өлшеу құралдары; кабельдік немесе ауа кіретін ток трансформаторлары; ажыратылатын жоғарғы контактілер. ПҚК дизайны жартылай стационарлы (монтаж арнаның жақтауында жүзеге асырылады) және жылжымалы (рельстерде) болуы мүмкін.

ПП-ның ауыстырып қосу пунктінің мақсаты - мобильді энергияны тұтынушыларды 6-10 кВ желісіне қосу және оларды қорғау. [8.9]

Өздік жұмыс үшін көп деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1.ЯКНО-6Э, КРУПП-10У, ПКТП-6/04 типті жинақтаушы тарату құрылғысының мақсаты.

2 деңгей

1. ЗЭКНО-6Э ауыстырып қосу пунктiнiң есептiк белсендi топтық жүктемесi, егер жиынтық номиналды қуаты азайса, қалай өзгередi?

2. Егер есептiк белсендi топтық жүктеме азаятын болса, КРУПП-10У ауыстырып қосу пунктiнiң есептiк реактивтi топтық жүктемесi қалай өзгередi?

3 ПКТП-6/04 ауыстырып қосқыш пунктiнiң активтi электр энергиясының шығысы қалай өзгередi, егер есептiк белсендi топтық жүктеме ұлғайған болса?қондырғыларының толық конструкциясы.

3 деңгей

1. Ашық тау-кен жұмыстарында таратудың толық нүктелері туралы не ойлайсыз және неге?

2. Қалай ойлайсыз, энергияны үнемдейтін қандай тиімді әдістер бар және неге?

3. Жоғары вольтты камерадағы РКТР6 / 04 жүктеме кезінде ажыратуға болмайды деген тұжырым қаншалықты дұрыс?

10-практикалық жұмыс. Ауыстырып қосу пункттердің конструкциясы

Жұмыстың мақсаты: май және вакуумдық ажыратқыштары бар тұтастырғыш пункттердің құрылысын, жұмыс істеу қағидатын оқып үйрену.

Жабдықталуы: әдістемелік құрал, ККО макеті.

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысу.

2. Қысқаша теориялық материалды қарастыру.

3. Майлы және вакуумды ажыратқышы бар ауыстырып қосу бекеттерінің құрылғысы, жұмыс істеу қағидатын зарделеу.

4. Сенсорлық пункттердің мақсаты мен әрекет ету қағидатын суреттеу және сипаттау.

5. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

Қысқаша теориялық материал:

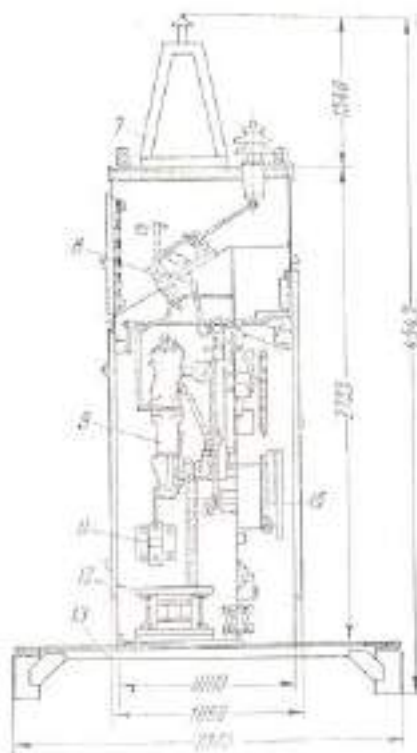
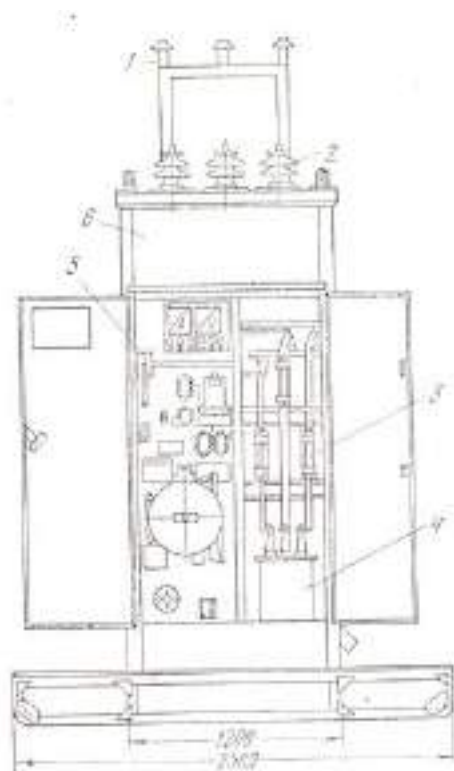
Май ажыратқышы бар ауыстырып қосу пункттері

Міндеті

Май ажыратқышы бар ауыстырып қосу пункттері бір шөмішті және көп шөмішті экскаваторлардың электр жабдықтарын, үйінді жасаушылар мен көлік үйінді көпірлерін, конвейерлік қондырғыларды қосуға, қоректендіруге, желідегі кернеудің құлауынан қорғауға, қысқа тұйықталудан және жерге бір фазалы тұйықталудан қорғауға арналған.

Ұяшық тармақталған карьерлік және магистральды желілерде, кернеуі 10 кВ дейінгі электр беру әуе желілеріне қосылу орындарында қосылады.

Құрылымы



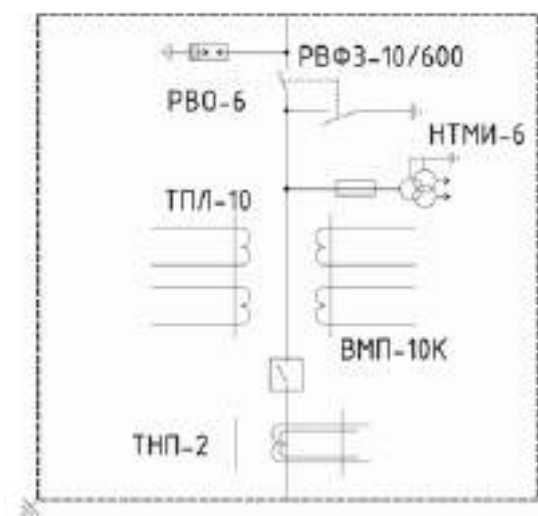
- 1-тірек-тесік оқшаулағыштар;
- 2-өтпелі изоляторлар;
- 3-сақтандырғыштар ПКТ -10;
- 4-трансформатор кернеу НТМИ;
- 6-ұяшық корпусы;
- 5-ПР -10 жетегі;
- 6-ұяшық корпусы;
- 7-рама;
- 8-айырғыштың РВФ;
- 9-майлы ажыратқыш ВМП-10К;
- 10-серіппелі жетек ПП-67;
- 11-ток трансформаторы ТПЛ-10;
- 12-трансформатор тоғының нөлдік реттілігінің АНП-2;
- 13-жылжыма.

1.39 сурет 1-орындаудағы ЯКНО-6ЭП типті жиынтықты тарату құрылғысы

Толық ЯКНО ЯКНО -6ЭП құрылғысы кірістірілген жабдықтары бар ұяшықтан, ұяшық орнатылған жылжыма және ұяшық төбесіне орнатылған ауа кіретін жақтаудан тұрады. 1-орындаудың ЯКНО ұяшығы (2.39-сурет) қатты бөлімдермен үш бөлікке бөлінеді: сызықты ажыратқыш; майды ауыстырып-қосқыш және кернеу трансформаторы. Ажыратқыш және итергіш оқшаулағыштар желіні ажырату бөлімінде орналасқан. Басқару бөлімінде - ажыратқыштың жетектері, май ауыстырғыш, қорғаныс блогы, дабыл және басқару панелі, ал май ауыстырғышының бөлімінде - ток трансформаторлары, май ауыстырып-қосқыш, блоктау механизмдері және нөлдік тізбектегі трансформатор. Жоғары кернеулі сақтандырғыштар мен кернеу трансформаторы кернеу трансформаторының бөлімінде орналасқан. Барлық бөлімдерге кіру есікпен бекітіліп, бір кілтпен ашылады. Ажыратқыш ажыратылған кезде жабдыкталатын жоғары вольтты бөліктерге кіру торлы қоршаулармен жабылады. Май ауыстырғыш бөлімінің есігінде желі ажыратқышы қосылу кезде бөлімге кіруге жол бермейтін механикалық

құлып бар. Желіні ажыратқыш PR-10 типтегі екі жетекпен басқарылады; олардың біреуі негізгі пышақтардың білігіне иілу арқылы қосылады.

ЯКНО-10У1 электр тізбектері мен басқару тізбектерінің схемасы 2.40 суретте көрсетілген.



Р В 0-6-6 кВ жеңілдетілген конструкциядағы вентильді ажыратқыш; РВФ3-10/600-жерлендіру пышақтары бар ішкі қондырғыны ажыратқыш; Нтми-6-оқшаулауды бақылауға арналған үш фазалы майлы кернеу трансформаторы; ВМП-10к-аспалы майлы ажыратқыш; ТПЛ-10-трансформатор тока проходной с секциялы оқшаулаумен; ТНП-2-нөлдік тізбектегі ток трансформаторы.

2.40 сурет. ЯКНО10У1 ауыстырып қосу пункттерінің бір сызықты электрлік диаграммасы

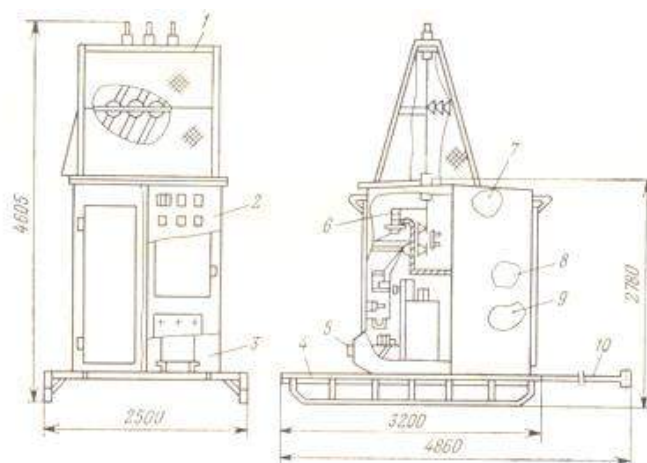
Вакуумдық ажыратқышы бар ауыстырып қосу пункттері

Міндеті

Электр энергиясын карьерлер кемері бойынша бөлу және карьерлік Электр қондырғыларын карьерлік электр тарату желілеріне қосу үшін карьерлік жылжымалы тарату пункттерін (КРП) және қосылатын электр жабдығының әр түрлі жинақталымы бар вакуумдық коммутациялық аппараттары бар ауыстырып қосу пункттері (ПП) деп аталатын арнайы тарату құрылғыларын (КРУ) пайдалана отырып, электрмен жабдықтау схемалары неғұрлым ұтымды және тиімді болып табылады.

Құрылымы

КРУПП типіндегі шытырман оқиғалар - бұл слайдқа немесе жақтауға орнатылған екі шкафтан тұратын жабдықтары бар қондырғы (2.41-сурет). Шкафтар жеке қажеттіліктер трансформаторының, ажыратқыштардың, ажыратқыштардың, ажыратқыштардың бөлігіне бөлінген. Тамбур қасбеттен шанаға немесе рамкаға орнатылады. Ауа қабылдағышты пайдалану кезінде қондырғыға жабдықтар мен кіреберіс орнатылған мачта орнатылады. Кабельді енгізу және шығару сальник арқылы жүзеге асырылады.



- 1-мачта;
- 2-релелік бөлік;
- 3-трансформатордың өз қажеттіліктері;
- 4-салазки;
- 5-сальник;
- 6-вентильді ажыратқыштардың бөлігі;
- 7-ажыратқыш бөлігі;
- 8-вакуумдық ажыратқыштың бөлігі;
- 9-тамбур;
- 10-тіркеме құрылғы.

2.41 сурет. Жылжымадағы КРУПП сериясының ауыстырып қосу пунктері

КРУПП бір сызықты ауыстырып қосу пункті тізбегінің сызбасы

50 Гц жиілігі, 6 және 10 кВ кернеуі бар үш фазалы ауыспалы ток тарату желілерінде қуатты мансапты электр тұтынушыларының электр жабдықтарын қосуға, қоректенуге және қорғауға арналған КРУПП сериялы приключения нүктесінің бір сызықты электр тізбегі 2.42 суретте көрсетілген.

2.42 сурет. КРУПП -1-6 (10) / 630 ауыстырып қосу тобының бір сызықты электрлік сызбасы

ПКТП-6/04 жылжымалы қосалқы станция

Міндеті

ПКТП-6/04 жылжымалы қосалқы станциясы салыстырмалы түрде кішкентай электр қозғалтқыштары бар тау-кен машиналары мен механизмдерін қуаттауға арналған.

Құрылымы

ПКТП-6/04 рамасы үш бөлікке бөлінген болаттан жасалған; трансформатор камерасы, жоғары вольтты жабдықтың шкафы және төмен вольтты жабдықтың шкафы (2.43-сурет). Карьердің аумағы бойынша қозғалысты жеңілдету үшін РТС металл шкафтарға орнатылады. Трансформаторды қорғау үшін ажыратқыш немесе ажыратқыш және РК6 сақтандырғыштары жоғары вольтты камерада орнатылады. Трансформаторды шамадан тыс жүктемеден қорғау үшін, ВН ПКТП корпусында RVP-6 және RTV-6 плагиндері электр беру желісінің кіріс тірегіне орнатылады.

Трансформаторға қосу үшін, төмен вольтты шкафта, қораптың қысқа тұйықталуынан қорғаныс релесі, шығатын желілер үшін сақтандырғыштары бар ажыратқыштар немесе бөлгіштер, сондай-ақ жарық трансформаторлары орнатылған.

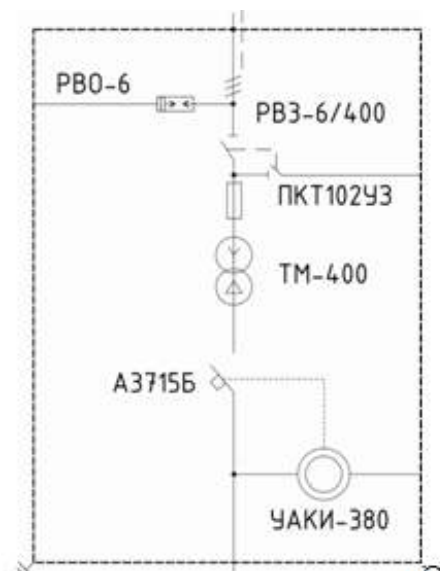


- 1-камералы таратқыш 380 В;
- 2- камералы қуатты трансформатор;
- 3- блоктық ауа кірісі;
- 4-6 кВ кернеуі бар камералы жабдық;
- 5-жақтау.

2.43 сурет. РКТР ПКТП -630-6 / 04 жылжымалы қосалқы станциясының жалпы көрінісі

ПКТП-6 / 0,4 жылжымалы қосалқы станциясының бір сызықты схемасы

ПКТП-6 / 0,4 электр тізбектері мен басқару тізбектерінің схемалық диаграммасы 2.44 суретте көрсетілген.



Р В 0-6-6 кВ кернеуге жеңілдетілген конструкциядағы вентильді разрядник; РВЗ-6/400-жерлендіру пышақтары бар ішкі қондырғыны ажыратқыш; Камералық үлгідегі үй-жайға 10 УЗ-сақтандырғыш кварц трансформатор; ТМ-400-трансформатор ойдағы; АЗ715Б-автоматты ажыратқыш; УАКИ-380-оқшаулауды автоматты бақылау құрылғысы.

2.44 сурет. ПКТП-6/0,4 күш тізбектерінің және басқару тізбектерінің принциптік электр схемасы

[4,8,9]

Бақылау сұрақтары:

1. Жеке ЯКНО-6Э ұяшығының міндеті.
2. Комплектілі ЗЭКНО құрылғы бөліктерінің конструкциясы.
3. 1-ші орындау ЗЭКНО-6ЭП типті жиынтықты тарату құрылғысы қандай элементтерден тұрады?
4. Жылжыманың КРУПП сериясының қосқыш пункті қандай элементтерден тұрады?
5. ПКТП-630-6/04 жылжымалы қосалқы станциясы қандай элементтерден тұрады?

2.3.3-тақырып. Күш трансформаторлары

Қосалқы станцияларда қолданылатын күштік трансформаторлар майлы және құрғақ болуы мүмкін. Май трансформаторларында салқындату және оқшаулау үшін трансформатор майы қолданылады. Құрғақ трансформаторларда май жоқ және олар майлы трансформаторларға қарағанда қауіпсіз болып табылады. Осыған байланысты оларды орнату үшін арнайы камералар орнату қажет емес, оларды тарату құрылғыларының үй-жайларына, тау-кен қазбаларының кез келген орнына орнатуға болады.

Күштік трансформаторлар келесі параметрлермен сипатталады: номиналды қуаты, номиналды кернеуі және бастапқы және қайталама орамдар тогы, қысқа тұйықталу кернеуі.

Трансформатордың номиналдық қуаты жүктеменің максималды ұзақ рұқсат етілген қуаты деп атайды, ол кезде трансформатор орамасының температурасы +700С-тан аспауы тиіс.

Номиналды бастапқы кернеу деп паспортта көрсетілген сызықтық кернеу деп аталады, оны трансформатордың бастапқы орамына жеткізу керек.

Номиналды екінші кернеу деп номиналды бастапқы кернеу кезінде екінші орамдағы қысқыштардағы бос жүріс кезіндегі сызықтық кернеу аталады.

[8,9]

11- тәжірибелік жұмыс. Күш трансформаторларды таңдау

Жұмыс мақсаты: ГПП және ПКТП трансформаторларын есептеу және таңдау.

Жұмыс барысы:

1. Сабақтың мақсатымен танысу.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастыру.
3. ГПП-35/6 және ПКТП-6/0, 4 кВ трансформаторларын есептеу және таңдау.
4. Трансформатордың жүктелу коэффициентін анықтау.
5. Жұмысты ресімдеу. Тұжырымдар.

Қысқаша теориялық материал:

Жүктеме ауытқитын экскаваторлар мен бұрғылау станоктарының едәуір саны бар учаскелік қосалқы станцияның қуатын анықтау үшін сұраныс коэффициентінің әдісі қолданылады.

$$K_c = K_3 \cdot K_o \cdot \frac{1}{\eta_{дв.} \cdot \eta_{т.}}; \quad (2.47)$$

мұндағы K_3 — жүктеме коэффициенті;

K_o — бір мезгілде болу коэффициенті;

$\eta_{дв.}$ — қабылдағыштың орташа К.П.Д. ;

η_c – К.П.Д. желілер.

Ағымдағы коллекторлардың есептік деректері 2.12 кестеде келтірілген.

2.12 кесте. Қосалқы станциялардың есептік қуаттарын анықтау

Атауы	Саны	$P_n, кВт$ $S_{TCH}, кВА$	$\sum P_n, кВт$ $\sum S_{TCH}, кВА$	$K_{сп}$	$\cos\varphi$	$\tg\varphi$	$P_p = K_{сп} \cdot \sum P_n, кВт$	$Q_p = P_p \cdot \tg\varphi, кВар$
В/В жүктеме								
Н/В жүктеме								
Барлығы								

2.12 кестесіндегі есептік деректерді пайдалана отырып, бұрғылау станоктары үшін КТП – 6/0, 4 кВ есептік қуаты анықталады.

$$S_{p \text{ б/ст}} = \frac{\sqrt{P_{p \text{ б/ст}}^2 + Q_{p \text{ б/ст}}^2}}{N_{\text{б/ст}}}, кВА, \quad (2.48)$$

мұндағы $P_{p \text{ б/ст}}$ – бұрғылау станоктарының есептік белсенді қуаты, кВт;

$Q_{p \text{ б/ст}}$ – бұрғылау станоктарының есептік реактивті қуаты, кВар

$N_{\text{б/ст}}$ – бұрғылау станоктарының саны.

$S_p \leq S_n$ шартынан анықтама бойынша трансформатор алынады.

КТП–1–35/6 кВ учаскелік қосалқы станциясының жалпы есептік қуаты

$$S_p = \sqrt{\sum P_p^2 + \sum Q_p^2}, кВА, \quad (2.49)$$

мұндағы $\sum P_p$ – қосалқы станцияның жиынтық белсенді есептік қуаты $U = 35/6$;

Q_p – қосалқы станцияның жиынтық реактивті есептік қуаты $U = 35/6$ кВ, кВар.

$S_p \leq S_n$ шарттарынан анықтама бойынша трансформатор қабылданады.

Трансформатордың жүктелу коэффициенті анықталады

$$K_3 = \frac{S_p}{S_n}, \%. \quad (2.50)$$

Шешімнің үлгісі:

ГЭС-35/6 және ПКТП-6 / 0,4 кВ трансформаторларды есептеу және таңдау. Үш шоқты ЭКГ-15 экскаваторы, үш 2-SBSh-200 бұрғылау қондырғысы үшін трансформатордың жүктеме коэффициентін анықтаңыз.

Шешім:

Ток қабылдағыштардың есептік деректері 2.13-кестеге жинақталады.

2.13 кесте. Қосалқы станцияның жобалық қуатын анықтау

Атауы	Саны	$P_n, кВт$ $S_{TCH}, кВА$	$\sum P_n, кВт$ $\sum S_{TCH}, кВА$	$K_{сп}$	$\cos\phi$	$Tg\phi$	$P_p = K_{сп} \cdot \sum P_n, кВт$	$Q_p = P_p \cdot tg\phi, кВар$
в/в жүктеме								
ЭКГ-15	3	1250	3750	0,65	0,65	-1,15	2437,5	-2803,1
ТСН	3	250	750	0,5	0,7	1	375	375
н/в жүктеме								
2-СБШ-200	3	320	960	0,7	0,7	1	672	672
Барлығы							3487,5	-1756,1

2.13 – кестедегі есептік деректерді пайдалана отырып бұрғылау станоктары үшін КТП-6/0,4 кВ есептік қуаты анықталады

$$S_{p \text{ б/ст}} = \frac{\sqrt{P_{p \text{ б/ст}}^2 + Q_{p \text{ б/ст}}^2}}{N_{\text{б/ст}}} = \frac{\sqrt{672^2 + 3672^2}}{3} = 316.78, кВт,$$

мұндағы- $P_{p \text{ б/ст}}$ – бұрғылау станоктарының есептік белсенді қуаты, кВт;

$Q_{p \text{ б/ст}}$ – бұрғылау станоктарының есептік реактивті қуаты, кВар;

$N_{\text{б/ст}}$ – бұрғылау станоктарының саны.

$S_p \leq S_n$ жағдайынан анықтамалық нұсқаулыққа сәйкес, кернеуі $U = 6 / 0.4$ кВ, $T = 400 /$ кВА, $U_k\% = 4,7$ болатын ТМ - 400 типті трансформатор қабылданады.

Жергілікті қосалқы станцияның жалпы қуаттылығы - 1-35 / 6 кВ анықталды $S_p = \sqrt{\sum P_p^2 + \sum Q_p^2} = \sqrt{3487,5^2 + (-1756,1)^2} = 3604.6, кВт,$

мұндағы- $\sum P_p$ – қосалқы станцияның жалпы белсенді қуаты $U = 35/6$;

$\sum Q_p$ – қосалқы станцияның жалпы реактивті жобалық қуаты $U = 35/6$ кВ, кВар.

$S_p \leq S_n$ жағдайынан, анықтамалыққа сәйкес, ТМ-6300/35 типтегі трансформатор $U = 35$ кВ кернеумен, қуаты $P = 4000$ кВА, ал $U_k = 7,5\%$ қысқа кернеумен қабылданады.

Трансформатордың жүктелу коэффициенті анықталады

$$K_3 = \frac{S_p}{S_n} = \frac{3604.6}{40000} = 0.97, \%$$

2.14-кесте. Тапсырмалардың нұсқалары

Нұсқа №	1	2	3	4
Электр қабылдағыштың түрі, саны	СРСК-2000-3 ЭКГ4У-1 СБР-160А-4 ДКСТ-20000-4 Дренаж -3	ЭКГ 12,5-5 ЭКГ 6,3У-2 2СБШ-200-7 ДКСТ-20000-8	ЭРП 2050-3 ЭКГ 4У -1 ДКСТ-20000-4 Дренаж -3	ЭКГ 10 – 4 ЭШ-10/70 А-2 ДКСТ 10000-8

[8,9,10]

Бақылау сұрақтары:

1. Күштік трансформатордың міндеті.

2. Күштік трансформаторлардың құрылысы және таңбалануы.
3. Күштік трансформаторларды таңдау шарттары.
4. Трансформаторлардың рұқсат етілген жұмыс режимдері.
5. Трансформатордың параллель жұмыс істеу шарттары.

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1. Трансформаторлардың параллель жұмыс істеу шарттарын атаңыз.
2. Фазалау қандай операциялардан тұрады?

2 деңгей

1. Қалай ойлайсыз, неге ГПП-да май толтырылған үшфазалы трансформаторларды қолданады?

3 деңгей

1. Трансформаторлардың өлшемдері мен кернеуіне байланысты орнатылуын талдау.

2.3.4-тақырып. Карьерлік жоғары вольтты және төмен вольтты әуе және кабельдік желілер

Негізгі стационарлық қосалқы станцияларды қоректендіру және қабылдағыштар арасында электр энергиясын тарату көздеріне қосу жоғары вольтты және төмен вольтты әуе және кабельдік желілермен жүзеге асырылады (сурет. 2.45, 2.46).

Ашық тау-кен жұмыстарында алюминий, болат және болат алюминий сымдары қолданылады. Конструкциясы бойынша олар бір сымды және бір металдан жасалған көп сымды және көп сымды Болат алюминийлі болып бөлінеді. Электр берілісінің әуе желісі оқшаулағыштар мен арматуралардың көмегімен тіректерде бекітілген сымдардан тұрады. [7,8,9]



2.45 сурет сіндірілген қағаздан жасалған белдік оқшауламасы бар үшжильді кабель



2.46 сурет. Күш кабельдерінің қимасы

12-тәжірибелік жұмыс. Әуе және кабельді электр желілерінің көлденең қимасын есептеу және таңдау

Жұмыстың мақсаты: әуе және кабельді электр желілерінің көлденең қимасын есептеу және таңдау.

Барысы:

1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Опцияға сәйкес электр желілерінің көлденең қимасын есептеу және таңдау.
4. Электр жеткізу желісінің таңдалған бөлігін кернеудің мүмкін болатын жоғалуын тексеріңіз.

5. Жобалау жұмыстары. Қорытындылар

Қысқаша теориялық материал:

Әуе және кабельді электр желілерінің көлденең қимасын есептеу және таңдау тәртібі.

1. Участкені электрмен жабдықтау сызбасы жасалды.
2. Қуат қабылдағыштың ағымдағы жүктемесін есептеу.
3. Механикалық беріктік жағдайына сәйкес ауа және кабельді электр желілерінің бөлімі алдын-ала алынады.
4. Жоғары вольтты кабельдің көлденең қимасы қысқа тұйықталу тогына жылу төзімділігі тексеріледі.
5. Стационарлық әуе желілерінің таңдалған көлденең қимасы токтың экономикалық тығыздығына тексеріледі.
6. Электр желілерінің таңдалған учаскелері қалыпты және іске қосу режимінде кернеудің мүмкін болатын жоғалуын тексереді.

1. Экскаватордың есептік жүктеме тогы анықталды

Шелек доңғалақты экскаватор үшін есептелген жүктеме тогы анықталады

$$I_p = \frac{P_n \cdot K_{сп}}{\sqrt{3} U_n \cdot \cos \varphi}, A, \quad (2.51)$$

мұндағы P_n - қозғалтқыштың номиналды қуаты кВт;

$K_{сп}$ - сұраныс коэффициенті;

$U_n=6,3$ кВ номиналды кернеу;

$\cos \varphi$ - қуат коэффициенті.

Бір шөмішті экскаватор үшін жүктеменің есептік тогы

$$I_p = \sqrt{(I_{ад} + I_{ат})^2 + (I_{рд} + I_{рт})^2}, A, \quad (2.52)$$

мұндағы $\sum I_{ад}$ - жетекті қозғалтқыштар тогының белсенді құраушы қосындысы, А,

$$I_{ад} = \frac{P_n \cdot K_{сп}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, A, \quad (2.53)$$

P_n - қозғалтқыштың номиналды қуаты кВт;

$K_{сп}$ - сұраныс коэффициенті;

$U_n=6,3$ кВ номиналды кернеу,

$\sum I_{ат}$ - қосалқы механизмдер тогының белсенді құраушы қосындысы, А,

$$I_{ат} = \frac{S_{тсн} \cdot \cos \varphi \cdot K_{сп}}{\sqrt{3} \cdot U_n}, A, \quad (2.54)$$

S_n - трансформатордың өзіндік мұқтаждықтарының номиналды қуаты, кВА,

$\sum I_{рд}$ - жетекті қозғалтқыштардың реактивті құраушы тогының сомасы, А

$$I_{рд} = I_{ад} \cdot \operatorname{tg} \varphi, A, \quad (2.55)$$

$\operatorname{tg} \varphi=1,15$ $\cos \varphi$ номиналды қозғалтқыштарға сәйкес келеді;

$\sum I_{рт}$ - қосалқы механизмдердің реактивті құраушы тогының сомасы,

$$I_{рт} = I_{ат} \cdot \operatorname{tg} \varphi, A, \quad (2.56)$$

$\operatorname{tg} \varphi=1$, $\cos \varphi_{нт}$ сәйкес келеді;

$I_p \leq I_{доп}$ жағдайына және каталог бойынша механикалық беріктік жағдайларына байланысты біз кабельді қабылдаймыз.

Таңдалған кабельдің көлденең қимасы қысқа тұйықталу тогына жылу төзімділігі тексеріледі

$$S_{min} = \frac{I_{\infty} \cdot \sqrt{t_n}}{C}, мм^2, \quad (2.57)$$

мұндағы t_n - қысқа тұйықталу тогының өту уақыты, с.;

C – кабельдің бастапқы және соңғы қыздыру температурасын ескеретін коэффициент.

2 Бұрғылау станогына арналған есептік тоқты анықтаймыз

Номиналды токтың төменгі жағы

$$I_{рн/в.б.ст} = \frac{P_n \cdot K_{сп}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, A. \quad (2.58)$$

Анықтамалық мәліметтерге сәйкес $I_p \leq I_{\text{доп}}$ шартынан біз КГ типті кабельді қабылдаймыз.

Жоғары жағынан есептік жүктеме тогы

$$I_{p_{\text{в.в.б.ст}}} = \frac{I_{\text{рн/в}}}{K_t}, A, \quad (2.59)$$

мұндағы K_t – трансформация коэффициенті

$$K_t = \frac{U_1}{U_2}. \quad (2.60)$$

3. Фидердің есептік тогын анықтаймыз

$$I_{\text{рф}} = I_{\text{рэк}} + I_{\text{рв/в}}, A. \quad (2.61)$$

Шарттары $I_p \leq I_{\text{доп}}$ анықтамалық деректер бойынша сымды қабылдаймыз.

4. Таңдалған ЭБЖ қималары кернеудің жоғалуына тексереміз

$$\Delta U \% = \frac{0,1}{U_{\text{ном}}^2} \cdot \sum_{i=1}^N P_{\text{rij}} \sum_{j=1}^M l_j (R_{0j} + X_{0j} \cdot \text{tg} \varphi_{\text{pi}}), \%, \quad (2.62)$$

мұндағы P_{rij} - желінің j -й учаскесіне келетін i электр қабылдағыштың белсенді жүктемесі, кВт;

l_j - желінің j - учаскесінің ұзындығы, км;

R_{0j} , X_{0j} - желінің j учаскесінің үлестік белсенді және индуктивті кедергілері;

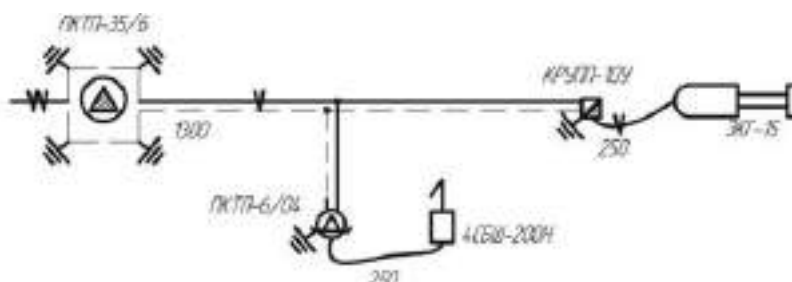
$\text{tg} \varphi_{\text{pj}}$ - i -ші электр қабылдағыш қуатының реактивті коэффициенті.

Шешімнің үлгісі:

Есептеу және қималарын таңдау әуе желілерінің ұзындығы 1,3 км және кабель желілерінің ұзындығы 0,25 км, қоректендіру экскаватор ЭКГ-15 және бұрғылау станогы 4СБШ-200. Электр қабылдағыштар ӘЖ ауыстырып қосу пункттері арқылы қосылған.

Шешім:

Учаскені электрмен жабдықтау схемасы жасалады (2.47сурет).



2.47 сурет. Учаскені электрмен жабдықтау схемасы

ЭКГ-15 экскаваторына арналған есептік ток

$$I_p = \sqrt{(I_{\text{ад}} + I_{\text{ат}})^2 + (I_{\text{рд}} + I_{\text{рт}})^2} = \sqrt{(74,45 + 8)^2 + (-85,6 + 8)^2} = 113,2 A,$$

мұндағы $I_{\text{ад}}$ – жетекті қозғалтқыштар токтарының белсенді құраушы сомасы;

$$I_{ад} = \frac{P_n \cdot K_{сп}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1250 \cdot 0,65}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 74,45 \text{ A};$$

$P_n=1250$ кВт - желілік қозғалтқыш қуаты;

$K_{сп}=0,65$ - трансформатордың сұраныс коэффициенті;

$U_n=6,3$ кВ– номиналды кернеу;

$I_{ат}$ — қосалқы механизмдердің токтарының белсенді құраушы қосындысы, А;

$$I_{ат} = \frac{S_{тсн} \cdot \cos\varphi \cdot K_{сп}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{250 \cdot 0,7 \cdot 0,5}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 8 \text{ A};$$

$S_{тсн}=250$ кВА - трансформатордың өзіндік мұқтажы;

$\cos\varphi=0,7$ – қуат коэффициенті;

$I_{рд}$ - жетек қозғалтқыштарының реактивті құраушы токтарының сомасы;

$$I_{рд} = I_{ад} \cdot \tg\varphi = 74,45 \cdot (-1,15) = -85,6 \text{ A};$$

$\tg\varphi=(-1,15)$ - реактивті қуат коэффициенті;

$I_{рт}$ - қосалқы тетіктердің реактивті құрамдас бөліктерінің сомасы;

$$I_{рт} = I_{ат} \cdot \tg\varphi = 8 \cdot 1 = 8 \text{ A};$$

$I_p \leq I_{доп.}$ шарттарынан анықтама бойынша КГЭ типті кәбілді қабылдаймыз.

$3 \times 35 + 1 \times 10 + 1 \times 6$ с $I_{доп}=170$ А, $R_o=0,51$ Ом/км, $X_o=0,079$ Ом/км.

Таңдалған кима қысқа тұйықталу тогына термиялық төзімділікке тексеріледі

$$S_{min} = \frac{I_{\infty} \cdot \sqrt{t_n}}{C} = \frac{3160 \cdot \sqrt{1,2}}{165} = 21,17 \text{ мм}^2,$$

мұндағы $t_n=1,2$ - келтірілген қысқа тұйықталу тогының өту уақыты;

$C=165$ - мыс шиналары мен кабельдер үшін қабылданатын коэффициент;

4-СБШ-200 бұрғылау станогына арналған жүктеменің есептік тогы анықталады.

Төмен жағынан есептік ток анықталады

$$I_{рн/в.б.ст} = \frac{P_n \cdot K_{сп}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{380 \cdot 0,7}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,7} = 554 \text{ A}.$$

$I_p \leq I_{доп.}$ шарттарынан анықтама бойынша КГ типті екі кабель қабылдаймыз.

$3 \times 95 + 1 \times 25 + 1 \times 10$ с $I_{доп}=313$ А, $R_o=0,18$ Ом/км, $X_o=0,069$ Ом/км.

Жоғары жағынан есептік токты анықтаймыз

$$I_{р в/в.б.ст} = \frac{I_{рн/в}}{K_t} = \frac{554}{15,75} = 35,17 \text{ A},$$

мұндағы K_t - трансформация коэффициенті;

$$K_t = \frac{U_1}{U_2} = \frac{6,3}{0,4} = 15,75.$$

Экскаватор мен бұрғылау станогына арналған фидердің есептік тогы анықталады

$$I_{\text{рф}} = I_{\text{рэк}} + I_{\text{р/в}} = 113,4 + 35,17 = 148,5 \text{ А.}$$

$I_{\text{р}} \leq I_{\text{доп.}}$ шарттарынан. анықтама бойынша А-50 сымды қабылдаймыз.
 $cI_{\text{доп}} = 215 \text{ А, } R_0 = 0,64 \text{ Ом/км, } X_0 = 0,325 \text{ Ом/км.}$

ЭБЖ таңдалған қимасы қысқа тұйықталу тогына кернеудің рұқсат етілген жоғалуы бойынша тексеріледі

$$\Delta U \% = \frac{0,1}{U_{\text{ном}}^2} \cdot \sum_{i=1}^N P_{\text{pij}} \sum_{j=1}^M l_j (R_{0j} + X_{0j} \cdot \text{tg} \varphi_{\text{pi}}) = \frac{0,1}{6,3^2} \cdot (1250 + 380) \cdot (1,3) \cdot (0,64 + 0,25 \cdot (-1,15)) =$$

$$= 1,9\%,$$

мұндағы P_{pij} - желінің j-ші учаскесіне келетін i электр қабылдағыштың белсенді жүктемесі, кВт;

l_j - желінің j учаскесінің ұзындығы, км;

R_{0j}, X_{0j} - желінің j учаскесінің үлестік белсенді және индуктивті кедергілері;

$\text{tg} \varphi_{\text{pi}}$ - i-ші электр қабылдағыш қуатының реактивті коэффициенті.

Бір шөмішті экскаваторларды қоректендіру үшін кернеудің жоғалуын ескереді, қозғалтқыштардың іске қосу режимі кезінде еңіс режимі кезінде белсенді жүктеме анықталады

$$P_{\text{пик}} = K_{\text{пик}} \cdot P_{\text{н.экс.}} + \sum P_{\text{ост}} = 1,6 \cdot 1250 + 380 = 2380 \text{ кВт},$$

мұндағы $P_{\text{пик}}$ - экскаватордың ең жоғары жүктемесін ескеретін коэффициент;

$P_{\text{н.экс.}}$ - бір шөмішті экскаваторлардың номиналды қуаты.

Шындық режим кезінде кернеудің жоғалуы анықталады

$$\Delta U \% = \frac{0,1}{U_{\text{ном}}^2} \cdot P_{\text{пик}} \cdot \sum_{j=1}^M l_j \cdot (R_{0j} + X_{0j} \cdot \text{tg} \varphi_{\text{pi}}) = \frac{0,1}{6,3^2} \cdot 2380 \cdot (1,3) \cdot (0,64 + 0,325 \cdot (-1,15)) = 2,7\%.$$

2.15-кесте. Тапсырмалар нұсқалары

№	$L_{\text{вл}}, \text{ км}$	$L_{\text{гк}}, \text{ км}$	Экскаватор	$P_{\text{н}}, \text{ кВт}$	$S_{\text{тсн}}, \text{ кВА}$	Бұрғылау станогы	$P_{\text{н}}, \text{ кВт}$
1	0,5	0,5	СРсК-2000	3520	-	СБР-160А	184
2	0,6	0,6	ЭРП 2500	4040	-	СБР-160А	184
3	0,8	0,3	ЭКГ -15	1250	250	2СБШ-200	320
4	0,9	0,25	ЭКГ-10	630	160	2СБШ-200Н	350
5	1,1	0,25	ЭКГ-8УС	630	160	2СБШ-200	320

[8,9,10]

Бақылау сұрақтары:

1. Қандай құрылғы электр беру желісі деп аталады?
2. Электр желілерінің негізгі элементтерін атаңыз.
3. Жалғыз сым конструкциясы.
4. Таралған сымның конструкциясы.
5. Кернеуі 1000 В дейінгі әуе желілерінде қандай изоляторлар қолданылады?
6. Әуе арматурасының мақсаты.
7. Бекіткіштердің мақсаты.
8. КШВГ кабелінің негізгі элементтерін атаңыз.

2.3.5-тақырып. Электр қондырғылары мен электр желілерін қорғаудың түрлері

Электр қондырғылары мен электр желілерін қорғаудың негізгі түрлері 2.16 кестеде келтірілген.

2.16 кесте. Электр қондырғылары мен электр желілерін қорғаудың түрлері

Электр қондырғылары және электр желілері	Қолданылатын қорғаныс
Қысқа тұйықталу токтарынан қорғау үшін кернеуі 1000 В дейінгі электр желілерінде және шамадан тыс жүктеме.	Ең жоғары ток қорғанысын, электр жылытқышты, ең аз немесе нөлдік қорғауды пайдаланады.
Бейтарап оқшауланған желілерде бір фазалы жерге тұйықталу кезінде адамдарды электр тогының соғуынан қорғау үшін	УАКИ типті ағу релесін орнатады.
Кернеуі 1000В жоғары желілерде жерге бір фазалық тұйықталудан қорғау үшін.	Нөлдік тізбектегі ток трансформаторынан (ТЗЛ,ТНП) және ЭТД-551 релесінен тұрады.. ЗЗП-1М, РЗН -3 қорғаныс.
1000 В-тан жоғары кернеуі бар электр желілерін найзағайдың күшті әсерінен қорғау үшін.	Түтікшелі және клапаннан қорғайтын құрылғылар.
Қысқа тұйықталу тогынан және шамадан тыс жүктемеден	Максималды ток қорғанысы.
Оқшауланған бейтарабы бар желілерде бірфазалы жерге тұйықталудан.	Қорғауға бағытталған әрекеттер.
Сыртқы қуат көзінің параллель электр желілері үшін.	Дифференциалды қорғанысты қолданады.
ПКТП 35/6-10кВ найзағайдың тікелей соққысынан қорғау үшін.	Стерженді жайтартқыштарды қолданады.
Электрмен жабдықтау жүйелеріндегі бірінші санатты тұтынушылар үшін.	Ауа және кабельді ЭБЖ АҚҚ жүйесін және қоректену көздерінің АВР жүйесін пайдаланады.
Трансформаторлардың қаптамаларының ішінде орамдық тұйықталу кезінде қорғаныс үшін.	Газ қорғанысын орнатады.

[8,9]

2.3.6-тақырып. Қорғаныс жерлері

Электр қондырғыларын пайдалану кезінде және пайдалы қазбалар кен орындарын ашық әдіспен өңдеу кезінде қорғаныс жерге қосу құрылғылары салынады, оларға электр қондырғыларының металл бөліктері және электр жабдықтары корпустары қоректенбейді, бірақ оқшаулау бұзылған жағдайда оның астында болуы мүмкін.

Жерге қосу жерлендіргіштер мен икемді кабельдердің жерге тұйықтағыштары арасындағы үздіксіз электр байланысы арқылы жүзеге асырылады.

Резервте жұмыс істейтін стационарлық және жылжымалы электр қондырғыларын жерге қосу жиі кездеседі, ал жерге қосу кедергісі 4 Ом-дан аспауы керек.

Кесудің жалпы жерге қосу құрылғысы орталық тізбектен және жергілікті жерге қосу құрылғыларынан тұрады. Орталық жерге қосу құрылғыларының біріне жерге қосу өткізгіштерінің ұзындығы 2 км аспауы керек. Жерге қосу құрылғысы - жерге тұйықтаушы және жерге тұйықтайтын өткізгіштер. Кесу жағдайында жерге тұйықтағыш өткізгіштер стационарлық қосалқы станцияның жанында, сондай-ақ ауыстырып қосу, жылжымалы қосалқы станциялардың жанындағы жұмыс тақталарында орналасуы мүмкін.

Жерге қосу үшін бұрыштық болат, болат шыбықтар, жолақтар және т.б. пайдаланылуы керек. Жерге тұйықтағыш өткізгіштер жерге мұздату деңгейінен төмен тереңдікке қойылады.

Барлық жерге қосу қосылыстары сенімді байланысқа ие болуы керек. Сымдарды жерге қосу өткізгіштері мен жабдықтардың корпустарына қосу, сондай-ақ жерге қосу өткізгіштерін бір-біріне қосу дәнекерлеу немесе болт бекіткіштерімен жүзеге асырылуы керек.

Жерге қосу сымы механикалық зақымданудан қорғалуы керек, сымдардың қосылу нүктелері тексеру және сынау үшін қол жетімді болуы керек. [8.9]

13-тәжірибелік жұмыс . Негіздемелерді есептеу

Жұмыстың мақсаты: Секцияның жерге қосу желісінің құрылғыларын оқып үйрену, жерге қосу кедергісін есептеу және жерге қосу құрылғысын таңдау.

Барысы:

1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Қорғаныс жерге қосу опциясын есептеу.
4. Жұмысты тіркеу. Қорытындылар

Қысқаша теориялық материал:

Оқшауланған бейтарап кернеуі 1 кВ-тан жоғары желінің бір фазалы жерге тұйықталу тогының есептелген сыйымдылығы анықталды

$$I_{и} = \frac{U_{л} \cdot (35 \cdot L_{к} + L_{в})}{350}, \text{ А}, \quad (2.62)$$

мұндағы $U_{л}$ - желінің желілік кернеуі, кВ;

$L_{в}$ - өзара электр байланысқан әуе желілерінің жалпы ұзындығы, км;

$L_{к}$ - электрлік кабель желілерінің жалпы ұзындығы, км.

Жерге тұйықтау есебі шарт негізінде жүргізіледі

$$R_{зобщ} = R_{зк} + R_{зпр} + R_{зж} \leq 4 \text{ Ом}. \quad (2.63)$$

Жерге тұйықтау магистральды сымының кедергісі анықталады

$$R_{зпр} = R_0 \cdot l, \text{ Ом}, \quad (2.64)$$

мұндағы l - жерге қосу сымының ұзындығы, км;

R_0 - жерге қосу сымының меншікті белсенді кедергісі, Ом/км.

Кабельдің жерге тұйықтау желілерінің кедергісі

$$R_{3ж} = \frac{l_{гк}}{\gamma \cdot S}, \text{Ом}, \quad (2.65)$$

мұндағы l - иілгіш кабель ұзындығы, м;

γ - меншікті өткізгіштігі, м/Ом·мм²;

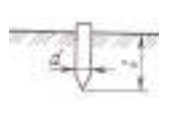
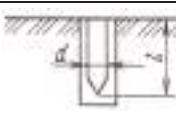
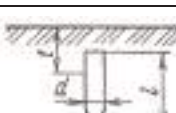
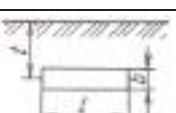
S - Иілгіш кабельдің жерге тұйықтау желілерінің қимасы, мм².

Орталық жерге тұйықтау контурының шамамен кедергісі

$$R_{3к}^* = 4 - R_{3пр.} - R_{3ж}, \text{Ом}. \quad (2.66)$$

Бір жерге тұйықтағыштың ағу кедергісі 2.17 кестеде келтірілгендей, жерге тұйықтағыштың түріне байланысты анықталады.

2.17-кесте. Жерге тұйықтағыштардың орналасу схемасы

Жерге тұйықтағыштың орналасу схемасы	Жерге қосқыш түрі	Тарату кедергісін есептеу формулалары, Ом	Жерге қосқыштың үлгі параметрлері	Таралу кедергісі, Ом	Ескертпе
	Тік	$R = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi l} \ln \frac{2 \cdot l}{d}$	Дөңгелек болат: d=12мм; l=5м d=16мм; l=5м Бұрыштық болат: 50×50×5мм; l=2,5м 60×60×5мм; l=2,5м	R=0,236 ρ _{расч.} R=0,227 ρ _{расч.} R=0,338 ρ _{расч.} R=0,328 ρ _{расч.}	$l > d$ $l > d$
	Тік (ұңғымада)	$R = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi l} \ln \frac{2 \cdot l}{d}$	Дөңгелек болат: d=12мм; l=20м d=16мм; l=20м Жолақ болат: 25×4мм; l=20м 40×4мм; l=20м	R=0,071 ρ _{расч.} R=0,068 ρ _{расч.} R=0,069 ρ _{расч.} R=0,066 ρ _{расч.}	$l > d$ $l > d$
	Тік (терендетілген)	$R = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right)$	Дөңгелек болат: d=12мм; l=5м d=16мм; l=5м Бұрыштық болат: 50×50×5мм; l=2,5м 60×60×5мм; l=2,5м	R=0,227 ρ _{расч.} R=0,218 ρ _{расч.} R=0,318 ρ _{расч.} R=0,304 ρ _{расч.}	$l > d$ t=0.7+0,5l
	Көлденең	$R = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi l} \ln \frac{2 \cdot l^2}{d \cdot t}$	Жолақ болат: 25×4мм; l=50м 40×4мм; l=50м	R=0,043 ρ _{расч.} R=0,041 ρ _{расч.}	$\frac{l}{2t} \geq 2,5$ t=0,3 м
				Егер электрод дөңгелек болса Диаметрі d, тоб=2d	

Орталық жерге тұйықтау элементтерінің саны анықталады (жерге тұйықтау контуры үшін).

$$n_{эл} = \frac{R_{эл}}{R_{цз} \cdot \eta_{эк.эл.}}, \quad (2.67)$$

мұндағы $\eta_{эк.эл.}$ - жерге қосқыш элементтерінің өзара әсерін ескеретін экрандау коэффициенті;

$R_{цз}$ – орталық жерлендіргіш элементтерінің кедергісі, Ом.

Жалғау шыбығының ұзындығы анықталады

$$L_{пр} = 1,05 \cdot n_{эл} \cdot a, \text{ см}, \quad (2.68)$$

мұндағы a - электродтар арасындағы қашықтық, см ($a=500-600$ см қабылданады).

Электродтар мен жалғағыш пруттың экрандау коэффициентін ескере отырып, орталық жерге тұйықтағыштың кедергісі анықталады

$$R_{цз}^1 = \frac{1}{\frac{\eta_{эк.эл.}}{R_n} + \frac{n_k \cdot \eta_{эк.эл.}}{R_{эл}}}, \text{ Ом}, \quad (2.69)$$

мұндағы $\eta_{эк.эл.}$, $\eta_{эк.п.}$ – электродтар мен жолақтар арасындағы экрандау коэффициенттері;

R_n – жолақ кедергісі, Ом.

Қорғаныстық жерге тұйықтау кедергісі анықталады

$$R_{зобщ} = R_{цз}^1 + R_{зпр.} + R_{зж} \leq 4, \text{ Ом}. \quad (2.70)$$

Шешімнің үлгісі:

ГПП-110 / 35кВ кернеудегі орталық жерге қосу схемасы бар қорғаныс жерге қосу қосқышының жалпы мансаптық желісін есептеңіз. 6кВ әуе және кабель желілерінің жалпы ұзындығы сәйкесінше $L_{вл} = 7$ км, $L_{гк} = 1,2$ км құрайды. КГЭ экскаватор кабелінің ұзындығы $3 \cdot 35 + 1 \cdot 10 + 1 \cdot 6$ Лекс = 200 м, КГ 3 70 + 1 10 + 1 6 кабельдің ұзындығы SSh-200 $L_{sbsh} = 250$ м құрайды, А - 50 сымы ВЛ-6кВ жерлендіру сымы ретінде қолданылады.

Шешімі:

Оқшауланған бейтарап кернеуі 1 кВ-тан асатын желінің бір фазалы жерге тұйықталуының есептелген сыйымдылық тогы анықталған.

$$I_n = \frac{U_n \cdot (35 \cdot L_k + L_v)}{350} = \frac{6,3 \cdot (35 \cdot 1,2 + 7)}{350} = 0,882 \text{ А}.$$

Топырақты есептеу шартқа негізделген

$$R_{зобщ} = R_{зк} + R_{зпр.} + R_{зж} \leq 4 \text{ Ом}.$$

Жерге қосу сымының А - 50 кедергісі анықталады

$$R_{зпр} = R_0 \cdot l = 0,64 \cdot 1,6 = 1,47 \text{ Ом}.$$

Кабельдің жерге тұйықтау желілерінің кедергісі КГЭ $3 \times 35 + 1 \times 10 + 1 \times 6$

$$R_{зж} = \frac{l_{гк}}{\gamma S} = \frac{200}{53 \cdot (10 + 6)} = 0,26 \text{ Ом}.$$

Орталық жерге тұйықтау контурының шамамен кедергісі

$$R_{зк}^* = 4 - R_{зпр.} - R_{зж} = 4 - 1,47 - 0,23 = 2,3 \text{ Ом}.$$

Орталық жерге қосу схемасы үшін болат өзекпен ($d = 6$ см. $L = 35$ см) болат құбырлар қабылданады ($d_p = 1$ см.), Құбырлар арасындағы қашықтық $L_{tr} = 6m$, қосқыш құбырдың төсеу тереңдігі $h =$ жерден 50 см. Топыраққа төзімділік.

Құбырлы электродтың кедергісі анықталады

$$R_{эл} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) = \frac{0,8 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 350} \left(\ln \frac{2 \cdot 350}{6} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 225 + 350}{4 \cdot 225 - 350} \right) = 18,82 \text{ Ом.}$$

Құбырлы электродтардың қажетті саны қорғаныс коэффициентін ескермей анықталады

$$n_{эл}^1 = \frac{R_{эл}}{R_{цз}} = \frac{18,82}{2,3} = 8,18.$$

$$\frac{a}{l_{тр}} = \frac{600}{300} = 2$$

қатынасы үшін электродтар контуры бойынша орналасқан

$$\eta_{эк.эл.} = 0,71.$$

кезде экрандау коэффициенті

Құбырлы электродтардың саны анықталады

$$n_{эл} = \frac{n_{эл}^1}{\eta_{эк.эл.}} = \frac{8,18}{0,71} = 11,52 \approx 12шт.$$

Жалғау шыбығының ұзындығы анықталады

$$L_{тр} = 1,05 \cdot n_{эл} \cdot a = 1,05 \cdot 12 \cdot 600 = 7560 \text{ см.}$$

Байланыстырушы өзек үшін ағымның тарату кедергісі анықталады

$$R_{эл} = \frac{\rho_{расч}}{2 \cdot \pi l} \ln \frac{2 \cdot l^2}{d \cdot t} = \frac{0,8 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 7560} \ln \frac{2 \cdot 7560^2}{2 \cdot 50} = 2,35 \text{ Ом.}$$

Жер бетіндегі орталық электродтың кедергісі электродтардың қорғаныс коэффициентін және байланыстырушы өзекті ескере отырып анықталады

$$R_{ц.з.}^1 = \frac{1}{\frac{\eta_{эк.эл.}}{R_n} + \frac{n_k \cdot \eta_{эк.эл.}}{R_{эл}}} = \frac{1}{\frac{0,5}{2,35} + \frac{12 \cdot 0,66}{18,82}} = 1,578 \text{ Ом.}$$

Қорғаныс жердің кедергісі анықталған.

2.18 кесте. Тапсырма нұсқалары

№	Жерлендіргіш түрі	Топырақ	Магистральды кабельдің маркасы	Магистральды кабельдің ұзындығы, км	Иілгіш кабель маркасы	Иілгіш кабель ұзындығы, м
1	Тік	Құм	А-50	1,6	$3 \times 35 + 1 \times 10 + 1 \times 6$	200
2	Тік (ұңғымада)	Саздауыт	А-35	1,8	$3 \times 50 + 1 \times 16 + 1 \times 10$	250
3	Тік (тереңдетілген)	Балшық	А-50	1,2	$3 \times 70 + 1 \times 16 + 1 \times 10$	200
4	Тік	Қара жер	А-75	0,86	$3 \times 95 + 1 \times 25 + 1 \times 10$	250
5	Тік (ұңғымада)	Борпылдақ	А-35	1,4	$3 \times 120 + 1 \times 35 + 1 \times 10$	210

[8,9,10]

Бақылау сұрақтары:

1. Жерге қосу құрылғысына не жатады?
2. Жерге қосу құрылғысы дегеніміз не?
3. Қорғаныс жерге тұйықтағыштың кедергісі.
4. Қорғаныстық жерге қосу құрылғысына қойылатын талаптар.

14-тәжірибелік жұмыс. Тау-кен жұмыстарының жоспары бойынша электрмен жабдықтау

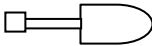
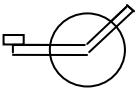
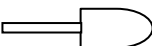
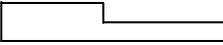
Жұмыстың мақсаты: Тау-кен жұмыстарының жоспарындағы электромеханикалық жабдықтар мен электр желілері.

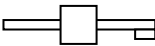
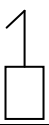
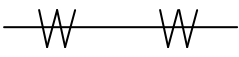
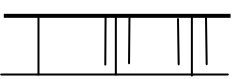
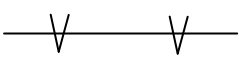
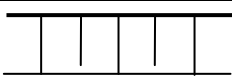
Құрал-жабдықтар: Богатырь, Северный, Восточный карьерінің кен өндіру жоспары.

Барысы:

1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Тапсырма нұсқасына сәйкес электромеханикалық жабдықтар мен электр желілерін қолдана отырып тау-кен жұмыстарының жоспарын (2.17 кестенің шартты графикалық суреттерін қолдана отырып) салыңыз.
4. Жобалау жұмыстары. Қорытындылар

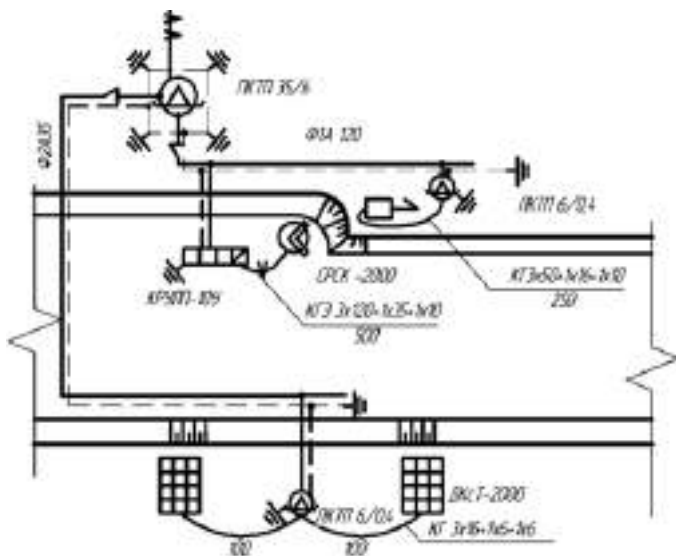
Қысқаша теориялық материал:**2.19-кесте. Графикалық шартты белгілер**

Атауы	Белгісі	Атауы	Белгісі
Машиналар мен механизмдер		Қуат көздері	
Бір шөмішті экскаватор (ЭКГ или ЭВГ)		110/6 (10) кВ Қосалқы станция, стационарлық	
Жүру экскаваторы (ЭШ)		35/6 (10) кВ Қосалқы станция, стационарлық	
Шөміш доңғалақты экскаватор (ЭРП, ЭРГВ)		35/6 (10) кВ Қосалқы станция, жылжымалы (ПКТП)	
ДКСТ		6 (10)/0,69 (0,4) кВ Қосалқы станция, стационарлық	
Материалды өңдеуші (ПГ)		6 (10)/0,69 (0,4) кВ Қосалқы станция, жылжымалы (ПСКТП)	
Конвейер таспасы (КЛЗ, КЛТЛ)		110/35/6 (10) кВ Қосалқы станция, стационарлық	

		(қолданыстағы, ГПП)	
Үйінді құрушы		Жылжымалы комплекттілі таратушы (КРУП- 6В)	
Бұрғылау станогы		Әуе электр желілері 35 кВ	
Тау-кен өндірісі		Әуе электр желілері 6/10 кВ	
Артық жүктеме		Әуе электр желілері 0,38 (0,32) кВ	

Шешімнің үлгісі:

№1 тапсырманың нұсқасына сәйкес электромеханикалық жабдықтар мен электр желілерін қолдана отырып тау-кен жұмыстарының жоспарын салыңыз.



2.48-сурет электромеханикалық жабдықты жағумен тау-кен жұмыстарының жоспары

Электр қабылдағыштарды қоректендіру ПКТП - 35/6 фидер Ф1 бойынша А-120 бұрышымен КРУП-10У ауыстырып қосу пункттері арқылы КГЭ 3 120+1 35+1 10 иілгіш кабелі арқылы жүргізіледі. СБР-160А бұрғылау станоктарын қоректендіру КТП 6/04-тен КГЭ 50+1 16+1 10 иілгіш кабелімен жүргізіледі ескерту. Учаскенің жалпы жарықтандырылуы жұмыс істемейтін бортта фидермен Ф2 А-35 ПКТП-6/04 сымымен орналасқан КГ 3×16+1×6+1×6 ДКСТ -20000 ксенонды шамдармен жүргізіледі. (2,48-сурет).

2.20 кесте. Тапсырмалар нұсқалары

Нұсқа №	1	2	3	4
Электр қабылдағыштың түрі, саны	"Северный" тау кен өндіру учаскесі СРСК-2000-2 СБР-160А-2 ДКСТ-20000-2	«Богатырь» тау кен аршу учаскесі ЭКГ 12,5-2 2СБШ-200-2 ДКСТ-20000-2	«Восточный» тау кен өндіру учаскесі ЭРП 2050-2 СБР-160-2 ЭКГ 4У -1 ДКСТ-10000-2	«Богатырь» тау-кен үйінді учаскесі ЭШ-10/70 А-2 ДКСТ 10000-8

Бақылау сұрақтары:

1. Тау-кен жұмыстары жоспарында тау-кен машиналары қалай белгіленеді?
2. Экскаваторларды ПКТП 35/6 қосалқы станциясына қосу қалай жүргізіледі?
3. Тау-кен жұмыстары жоспарында аршу, өндіру, үйінді кемерлер қалай белгіленеді?

2.3.7-тақырып. Ашық тау-кен қазбаларында электр қондырғыларын қауіпсіз пайдалануды ұйымдастыру

Карьердің электр жабдықтары мен электр желілерін қауіпсіз пайдалануды және жөндеуді қамтамасыз етуді карьердің электр шаруашылығына жауапты тұлға жүзеге асырады.

Карьер мен үйінділердің жаңа объектілерін электрмен жабдықтау схемаларын жобалау кезінде есепке алынады:

- 1) карьерішілік тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың жобаланатын схемасының сенімділігі;
- 2) карьердің және үйінділердің барлық аумағындағы карьерлік тарату желілерінің жай-күйін көзбен бақылау қажеттілігі;
- 3) карьерлік тарату желілерін салу және жөндеу жұмыстарын механикаландыру мүмкіндігі;
- 4) карьерлік тарату желілері жабдықтарының біртектілігі;
- 5) құрылыстарды ескере отырып, тау-кен жұмыстарын жүргізу және оларды электр желілері аймағында пайдалану.

Электр беру желілерін жобалау кезінде карьерлерді электрмен жабдықтау үшін терең енгізулер қолданылады.

Тұтынушылар-дренаждық шахталар, темір жол көлігін электр орталықтандыру бекеттері, үлкен жүк көлігін басқару бекеттері және карьерлердің диспетчерлік пункттері-2 іске қосылған.

Ашық тау-кен қазбалары жағдайында пайдалануға арналған жиынтық трансформаторлық қосалқы станциялар мен тарату құрылғылары үшін мынадай талаптар орындалуы тиіс:

- 1) кернеудегі ток өткізгіш бөліктерді қоршау;
- 2) ажыратқышпен және ажыратқышпен қате операцияларға, ажыратқыш қосылған кезде персоналдың ток өткізгіш бөліктерге кіруіне

кедергі келтіретін механикалық бұғаттау құрылғыларының болуы, ашық есіктерде Ажыратқышты қосу;

3) ажыратқыш және Ажыратқыш жетектерін қосылған және ажыратылған күйде бекіту (өздігінен қосу және ажыратудың мүмкін еместігі));

4) кернеуі 1000В жоғары ("қосылған", "ажыратылған") ажыратқыштар жетегінің жағдайының механикалық көрсеткіштері, персоналға анық көрінетін және Ажыратқыш жетегінің жағдайын көрсететін жазулардың болуы;

5) тұрақты жерге тұйықтау пышақтары жоқ радио құрылғылары үшін тасымалды жерге тұйықтау орындарын көрсететін ток өткізгіш бөліктерде белгілердің болуы;

6) кез келген үлгідегі жеке ауыстырып қосу пункттері және жиынтық трансформаторлық шағын станциялардың қозғалуы электр беру желілерін сымдарға қосуға арналған сырғымалармен және конструкциялармен жабдықталады.

Оқшаулағыштың жоғарғы жиегінен жер бетіне дейін кемінде 2,9 метр арақашықтығы бар жақындау пункттерінің ауа кірмелері торлы қоршаулармен қоршалады. Ауыстырып қосу пунктін мен жиынтықты трансформаторлық қосалқы станциялардан 6-10 кВ кернеуге қоршалмаған желілік шықпалардан жерге дейінгі қашықтық, шығарулар астында көлік үшін өту болмаған кезде 4,5 метрден кем емес; кернеуі 0,4 кВ әуе кірмелерінен (шығарымдарынан) - 3,5 метрден кем емес қамтамасыз етіледі.;

7) тарату құрылғыларының барлық есіктері және жиынтық трансформаторлық шағын станциялар сенімді бекіту құрылғыларымен жабдықталады.

Бекіткіш құрылғылардың кілттері ауыстырып қосу пунктін бекіткіш құрылғыларға жиынтықты трансформаторлық қосалқы станциялар мен секциялаушы құрылғыларға жақындамайды.

Жоғары кернеу жағынан жабатын құрылғылардың кілттері жиынтық трансформаторлық қосалқы станциялар төмен кернеу жағынан жабатын құрылғыларға жақындамайды.

Ауыстырып қосу қосқыш пунктін құлыптайтын құрылғылардың кілттері электр шаруашылығына жауапты тұлға белгілеген орында сақталады. ;

8) Жоғары кернеу жағында жиынтық трансформаторлық қосалқы станциялар трансформаторларды қорғау үшін сақтандырғыштармен жабдықталады, ал төмен кернеу жағында Автоматты ажыратқыштармен және токтың ағып кетуінен қорғау аппараттарымен жабдықталады. Токтың кемуінен қорғау аппараты іске қосылған кезде, Егер ажыратудың жалпы уақыты 0,2 секундтан аспаса, Автоматты Ажыратқышты аралық реле арқылы ажыратуға жол беріледі.;

9) кернеуі 1000 Вольттан жоғары карьерлік тарату пунктін жерге тұйықталудан қорғайтын және қысқа тұйықталу токтарына термиялық және

динамикалық орнықтылықты қамтамасыз ететін ең жоғары ток қорғанышы бар сыртқы қондырғының ұяшықтарынан жинақталады.

Жинақтық трансформаторлық қосалқы станциялар мен тарату құрылғыларын пайдалану карьердің (кеніштің) техникалық басшысы бекіткен техникалық қызмет көрсету және жөндеу кестесі негізінде жүзеге асырылады.

Ауыстырып қосу бекетіне техникалық қызмет көрсету және жөндеу:

1) экскаватор машинистері жүзеге асыратын ауыстырып қосу пунктін (оларды желіден ажыратпай) ауысым сайын сыртқы тексеру;

2) Электр шаруашылығы үшін жауапты учаске тұлғасының басшылығымен электр техникалық персоналдың өкімі бойынша жүзеге асырылатын ауыстырып қосу пунктін ай сайын тексеру;

3) үш айда кемінде бір рет жүзеге асырылатын ауыстырып қосу пунктін ағымдағы жөндеу;

4) май ажыратқышы бар ауыстырып қосу пункті үшін үш жылда бір реттен кем емес жүзеге асырылатын ауыстырып қосу пунктін күрделі жөндеу; үш жылда бір рет - май ажыратқышы жоқ ауыстырып қосу пункті үшін және бес жылда бір рет - вакуум ажыратқышы бар ауыстырып қосу пункті үшін жүргізіледі.

Ауысым сайын сыртқы тексеру кезінде жеке приключациялық пункттер тексеріледі:

1) корпус конструкциясының бүтіндігі және оның саңылаулардағы Бекітілу беріктігі;

2) әуе енгізу конструкциясы қоршауының жарамдылығы және бекітілуі;

3) есіктің бекіту құрылғыларының жарамдылығы;

4) енгізу құрылғысындағы кабельді тығыздау және бекіту;

5) корпусты тік жағдайдан орнату және ауытқу;

6) корпустың жерге тұйықтау түйіспелерінің тығыздығы және жерге тұйықтау өткізгішінің зақымдануының болмауы.

Сол көлемде тексеру ауыстырып қосу пунктінің әрбір қозғалуынан және жарылыс жұмыстарын жүргізгеннен кейін экскаватор машинісі жүргізеді. Мұндай жағдайларда электр техникалық объектілерге қызмет көрсететін учаскенің персоналы жерге тұйықтау кедергісін өлшейді.

Орнын ауыстыруға, ұзартуға немесе кеңейтуге жататын, темірбетон, ағаш немесе металл негіздері бар тіректерде салынатын карьерішілік әуе электр беру желілері жылжымалы болып табылады.

Жылжымалы электр беру әуе желілерін салу (қайта құру) карьердегі жұмыстардың техникалық басшысы бекіткен жобаға сәйкес жүргізіледі.

Стационарлық тіректерде салынатын, ауыстыруға, ұзартуға немесе кеңейтуге жатпайтын карьерішілік әуе электр беру желілері стационарлық карьерішілік болып табылады.

Карьерлердің жылжымалы электр қабылдағыштарын қоректендіру үшін (экскаваторлар, тау – кен-көлік кешендері, бұрғылау станоктары, тау-кен машиналары) икемді резеңке кабельдер қолданылады.

Стационарлық қондырғыларды қоректендіру үшін кабельдер мен оқшауланған сымдар қолданылады.

Кабельдерді тасымалдау және сақтау дайындаушының нұсқауларына сәйкес жүргізіледі.

Жылжымалы карьерлік Электр қондырғыларын қоректендіретін иілгіш кабель оның қатып қалу, соққы беру және тау-кен массасының кесектерімен жаншу, оған көлік құралдарының өту мүмкіндігін болдырмайтындай етіп төселеді.

Темір жолдармен және автожолдармен қиылысу орындарында кәбілді зақымданудан - оны құбырларда, қораптарда, науаларда, қорғаныш құрылғыларында төсей отырып қорғайды. Қорғау құрылғыларының өлшемдері темір жолдардың немесе жолдардың енінен әрбір жаққа 2 метрден кем емес артық болуы тиіс.

Жарылыс жұмыстары аймағындағы кабельдерді жарылыс кезінде қауіпсіз жерге жинайды немесе тау-кен массасының жарылуынан қорғайды.

Суланған учаскелерде кәбілді "ешкілерге" көтереді, олардың арасы 10 метрден аспайтын, және су бетіне 0,3 метрден кем емес биіктікте орналастырады.

Кәбілдік қабылдағыш барабанмен жабдықталмаған механизмдерде кабельдің артығы механизмнің жұмыс аймағынан тыс, көршілес тармақтардың арасындағы ілмектер диаметрінен кем емес ара қашықтықпен түзетілген алаңда орналасады.

Кабель электр тұтынушылардың кіріс құрылғысынан шығарылуын болдырмау үшін кабельдің кемінде бес-алты диаметрінің шығуында майысу радиусын қамтамасыз ететін құрылғымен бекітіледі.

[8,9,11,12]

2.4- тарау. Ашық тау-кен қазбаларына арналған Тау-кен машиналары мен қондырғыларының электр жабдықтары

2.4.1 тақырып. Бір шөмішті экскаваторлардың электр жабдықтары

Экскаватор-ашық әзірлемелердегі негізгі тау-кен машинасы. Шағын қуатты экскаваторлардың әдетте бір қозғалтқышты (топтық) электр жетегі, ал орташа және үлкен қуатты – көп қозғалтқышты (жеке) электр жетегі болады.

Бір қозғалтқышты электржетегі кезінде барлық жұмыс операцияларын басқару механикалық берілістерді ауыстырып қосу жолымен жүргізіледі.

Көп қозғалтқышты электр жетегі бар экскаваторларда әрбір жұмыс механизмінің жеке қозғалтқыштары болады: көтергіш механизм, арынды механизм, айналмалы механизм және жүріс.

Көп қозғалтқышты электр жетегі бар экскаваторларда негізгі қозғалтқыштардан басқа қосалқы тетіктерге арналған бірқатар қозғалтқыштар бар: компрессор, желдеткіштер, сорғылар және т. б.

Экскаваторлардың электр жетегінің ток түріне байланысты ауыспалы және тұрақты ток болуы мүмкін. Аз қуатты экскаваторларда, әдетте, ауыспалы токтың бір қозғалтқышты жетегі, ал орташа қуатты және қуатты экскаваторларда тұрақты және сирек ауыспалы токтың көп қозғалтқышты электр жетегі қолданылады.

Тұрақты токтың электр жетегі бар экскаватордың үш фазалы желілік (жетекті) қозғалтқышынан және тұрақты токтың бірнеше генераторынан тұратын түрлендіргіш қондырғысы болады – басты механизмдердің қозғалтқыштарын қоректендіру, шөміш түбін ашу, қоздыру тізбектерін қоректендіру және экскаваторды басқару үшін. Қосалқы механизмдер үшін роторы бар асинхронды қозғалтқыштар қолданылады.

Бір шөмішті экскаваторлардың басты механизмдерінің электр жетектері жиі және қарқынды екпін, тежеу және реверс режимінде жұмыс істейді. Көшіру механизмдерінің электр жетектері жұмысының ерекшелігі-жүктеменің күрт өзгеруі және жұмыс органының тежеусіз кедергілермен кездесуі кезінде тоқтатылуы. Қазу механизмдері жұмыс органының тоқтау режимінде жұмыс істей алатындықтан, электр жетегі дамып келе жатқан сәтті автоматты түрде шектеу қажет.

Кенжарда жұмыс істейтін экскаваторлар 6-10 кВ кернеулі карьерішілік электр беру желілері (ЭБЖ) ауыстырып қосу пункті (ПП) арқылы қосылған иілгіш кабельдер бойынша қоректенуді алады.

Экскаваторлардың электр жабдықтарын құрамы мен функционалдық мақсаты бойынша 2.49 суретте көрсетілген топтарға бөлуге болады.

[4,8,9]



2.49-сурет бір шөмішті экскаваторлардың электр жабдықтарының құрылымы және функционалдық мақсаты бойынша жіктелуі

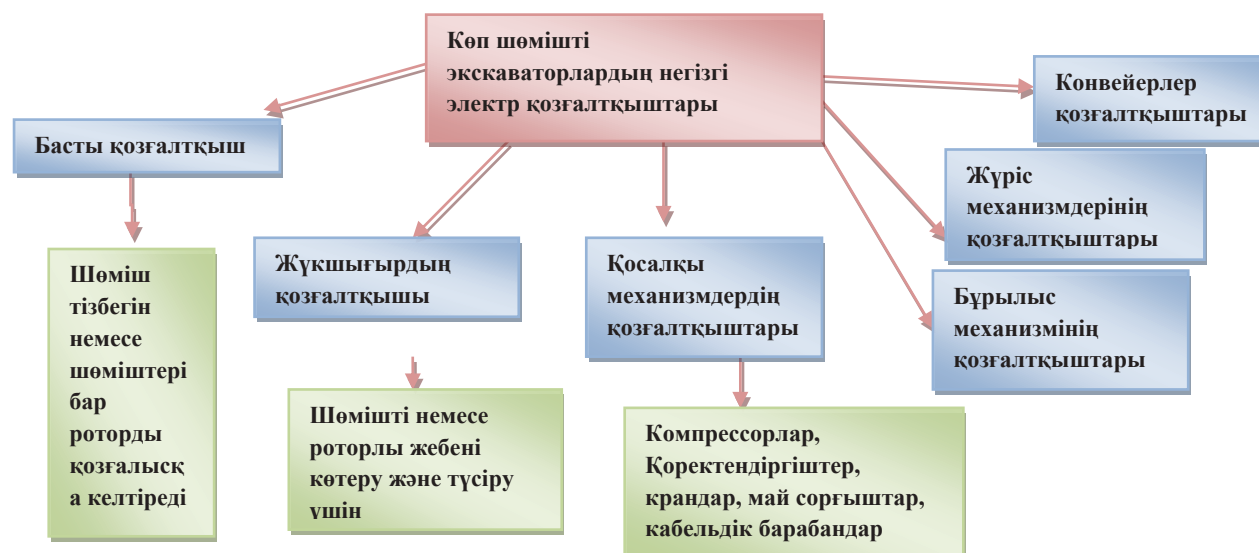
Бақылау сұрақтары:

1. Бір шөмішті экскаватордың түрлендіргіш қондырғысы неден тұрады?
2. Экскаватордың басты механизмдерінің қозғалтқыштарын қоректендіру үшін не қолданылады?
3. Бір шөмішті экскаваторлардың жетектерін қоректендірудің және басқарудың негізгі принциптерін атаңыз.
4. Кенжардағы бір шөмішті экскаваторға энергия қалай жеткізіледі?[4,8,9]

2.4.2-тақырып. Көп шөмішті экскаваторлардың электр жабдықтары

Көп шөмішті экскаваторларда 2.50 суретте келтірілген негізгі электр қозғалтқыштары бар көп қозғалтқышты жетек қолданылады. Барлық электр қозғалтқыштарды басқару басқару постынан жүзеге асырылады. Көп шөмішті экскаваторлар 6кВ немесе 10кВ кернеулі карьерлік тарату желілерінен энергиямен қоректенеді.

Шөмішті тізбек механизмінің жұмыс режимінің талаптарына фазалық роторы бар үшфазалы токтың асинхронды қозғалтқышын қанағаттандырады. Жүктемелердің ең жоғары сипаты кезінде қауіпті артық жүктеме кезінде сынуды болдырмау үшін жетекші барабаны бар шөмішті тізбекті жетек ең жоғары сәттің серіппемен немесе пневматикалық муфтамен жалғанады. Бұл муфтаны қосу шөмішті тізбекті айналдыру және қарау үшін жиі қолданылатын қосалқы электр қозғалтқышының көмегімен жүргізіледі.



2.50 сурет. Көп шөмішті экскаватордың Электр қозғалтқыштарының функциялары

Шағын экскаваторлар үшін роторлы доңғалақты электр жетегі ретінде асинхронды-катушкалы роторлы қозғалтқыш, ал үлкен машиналар үшін - фазалық ротор қолданылады. Қалыпты жұмыс кезінде қозғалтқыштарды айналдыру қажет емес.

Іске қосу үшін күшті экскаваторларда қолданылатын генератор-қозғалтқыш жүйесі арқылы тұрақты токтың электр жетегі.

Конвейерлердің жетегі ретінде асинхронды қозғалтқыштар қолданылады. Қозғалтқыш қуаты конвейердің ұзындығына, өнімділікке және иілу бұрышына байланысты (қуаты 60 кВт-қа дейінгі қозғалтқыштар - ротормен, ал 60 кВт-тан жоғары - фазалық ротормен).

Көтергіш винттардың электр жетегі ретінде фазалық роторы бар асинхронды электр қозғалтқыштары қолданылады. Шелек тізбегін төмен жылдамдықта және жөндеу үшін жылжыту үшін, қуаттылығы 14-30 кВт-қа асатын синхронды қозғалтқыштар, квадрат-тор немесе фазалық ротор қарастырылған. Мұнай сорғыларында 0,5-2 кВт-тан асинхронды торлы қозғалтқыштар бар. [8.9]

Бақылау сұрақтары:

1. Орташа және жоғары өнімділіктегі қазіргі заманғы көп шөмішті экскаваторларда қандай жетек қолданылады?
2. Көпқозғалтқышты көпқозғалтқышты көпқозғалтқышты экскаваторларда қолданылатын негізгі электр қозғалтқыштарды атаңыз.
3. Көп шөмішті экскаваторларды басқару бойынша негізгі операцияларды қандай топтарға бөлуге болады?
4. Көп шөмішті экскаваторлардың энергиясымен қоректену қалай жүргізіледі?

2.4.3-тақырып. Үйінділер мен көліктік-көпірлердің электр жабдықтары

Көлікке қоқыс көпірлері мен таратқыштар орнатылады: ығысу (соққы) қозғалтқыштар, конвейер қозғалтқыштары, қосалқы машиналар қозғалтқыштары (май сорғылары, компрессорлар, жүк көтергіштері және т.б.). Конвейер қозғалтқыштарының бітелуі қарастырылған: конвейерлерді іске қосу тек белгілі бір ретпен орындалуы керек; механизм тоқтаған кезде барлық механизмдер автоматты түрде тоқтауы керек; конвейерлердің таспаның үзілуі, сырғанауы және қисық түріндегі ақаулары берілген блоктау тәуелділігін бұзбауы керек.

Жол жүру механизмі жеке екі немесе үш осьті вагондардан тұрады, олардың көпшілігі қозғалмалы және жеке қозғалтқыштармен жабдықталған.

Көлік-қоқыс көпірінің конвейерлерінің электр жетегі ретінде, рельсті торлы немесе фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштар қолданылады.

Көптеген қосалқы механизмдердің электр жетегі асинхронды ригид-торлы қозғалтқыштардың көмегімен жүзеге асырылады. [8.9]

2.4.4 –тақырып. Бұрғылау қондырғыларының электр жабдықтары

Қазіргі заманғы бұрғылау қондырғыларында, әдетте, моторлы жетегі бар. Ол айнымалы ток (асинхронды қозғалтқыш) немесе тікелей ток (ЕМУ бар Н-D жүйесі, тиристор түрлендіргіші және қуат магниттік күшейткіштер) арқылы жүзеге асырылады. Көмекші механизмдердің жетектері (компрессор, май сорғылары, винчестер және басқалар) қысқа тұйықталуы бар асинхронды қозғалтқыштарды қолдана отырып, ауыспалы токта орындалады. Жеке бұрғылау қондырғыларының жалпы қозғалтқыш қуаты 700 кВт-тан асады.

Бұрғылау қондырғыларына электрмен жабдықтау кернеуі 3-6 кВ таратушы карьералық тарату желілерінен немесе 380-660 В кернеуі бар икемді кабельдер көмегімен жылжымалы төмен түсірілетін трансформаторлық қосалқы станциялардан жүзеге асырылады. Иілгіш кабельдердің ұзындығы әдетте 200 м дейін қолданылады. [8,9]

Өздік жұмыс үшін көп деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1. Таратқыштың бір сызықты электр тізбегінің элементтері қандай?
2. Бұрғылау қондырғыларының көмекші механизмдерінің жетектері қандай токта жасалады?
3. Қуатты электр қозғалтқыштары қалай басқарылады?

2 деңгей

1. К1 релелік катушкасы жанып кетсе, 2СБШ-200 бұрғылау қондырғысының электр қозғалтқышын басқару схемасы қалай жұмыс істейді?

3 деңгей

1. Сіздің ойыңызша, неге Г-Д жүйесіндегі диск негізінен бұрын бұрылған доңғалақтарды іске қосу үшін қолданылады?

2.4.5 -тақырып. Конвейерлік қондырғылардың электр жабдықтары

Таспалы конвейерлер үшін жетекті қозғалтқыштар ретінде көбінесе ауыспалы токтың электр қозғалтқыштары қолданылады – қысқа тұйықталған және фазалы роторы бар асинхронды.

Конвейерлерде бір қозғалтқышты да, көп қозғалтқышты Электржетек орнатылады. Конвейерлер үшін ұзындығы мен өнімділігіне қатысты бірбарабатты бір қозғалтқышты электр жетегі, ал ұзындығы үлкен және өнімділігі жоғары конвейерлер үшін – екі барабанды көп қозғалтқышты. Көп жағдайда қуатты конвейерлер бірбарабанды екі қозғалтқыш жетегімен және екі-үш немесе төрт қозғалтқышпен жабдықталады.

Таспалы конвейерлердің электрқозғалтқыштары, әдетте, салыстырмалы түрде тұрақты жүктемемен ұзақ жұмыс режимі болады. Электр қозғалтқыштарын іске қосу толық тиелген конвейерде жиі жүргізіледі, сондықтан туынды қозғалтқыш жүктеменің статикалық және Елеулі

динамикалық сәттерін еңсеру үшін Жоғары іске қосу сәті болуы тиіс. Бұл талап ротордағы екі орам немесе терең пазасы бар ротормен үшфазалы асинхронды қозғалтқышты барынша толық қанағаттандырады. Мұндай қозғалтқыштар негізінен ұзындығы аз (300 м дейін) және өнімділікке қатысты таспалы конвейерлерде қолданылады. Қуаты 100 кВт дейін.

Қуатты конвейерлердің қозғалтқышы едәуір түкті сәттер кезінде бірқалыпты екпінді қамтамасыз етуі тиіс. Мұндай конвейерлерде әдетте фазалық роторы бар асинхронды қозғалтқыштар орнатылады.

Қазіргі қуатты жоғары өнімді конвейерлерде электр қозғалтқыштардың жалпы орнатылған қуаты 15000 кВт және одан жоғары болуы мүмкін.

Қозғалтқыштардың қуаты 150-200 кВт артық болған кезде кернеуі 6 кВт жоғары вольтты электр қозғалтқыштары қолданылады. Мысалы, КРУ-900 конвейерінің жетекті станциясында әрқайсысы 380 кВт фазалық роторы бар үш жоғары вольтты асинхронды қозғалтқыш, ал КРУ-350 - 85-100 кВт қуаты бар к. з. роторы бар үш төмен вольтты қозғалтқыш орнатылған.

Конвейерлерді автоматты басқару үшін сериялық шығарылатын автоматтандыру аппаратурасын пайдаланады. Автоматты басқарудың арқасында қызмет көрсететін персонал саны барынша азаюда, бұл айтарлықтай экономикалық нәтиже береді.

Конвейерлік қондырғылар жетектерін қоректендіру тәсілін осы карьерде электр энергиясын таратудың жалпы жүйесімен, конвейерлік жетектердің санымен және өзара тәуелділігімен анықтайды. [8,9]

Бақылау сұрақтары:

1. Конвейерлік қондырғылардың қоректену сұлбаларын талдау.
2. Конвейерлік қондырғыларды басқару аппаратурасына қойылатын негізгі талаптар.
3. Конвейерлік желіні іске қосуды автоматты басқару қалай жүргізіледі?

2.4.6-тақырып. Карьерлік сорғы, жер сорғыш, желдеткіш және компрессорлық қондырғылардың электр жабдықтары

Сорғы және жер сорғыш қондырғылардың электр жабдықтарына жетек қозғалтқыштары, іске қосудан қорғау аппаратурасы, бақылау және сигнал беру аспаптары жатады.

Сорғыштар мен жер сорғыштардың жетегі үшін ең алдымен роторы бар асинхронды қозғалтқыштар және сирек синхронды қозғалтқыштар қолданылады. Қуатты топырақ сорғыш және сорғыш қондырғыларда қолданады асинхронды электр қозғалтқыштар фазалық роторы бар, ол, алайда, айтарлықтай қиындатады схемасы автоматты басқару. Сондықтан да үлкен қуаттар кезінде де (қоректендіретін электр станциясының жеткілікті қуаты болған жағдайда) ротор к. з. бар жоғары вольтты қозғалтқыштарды қолдану ұсынылады. Бұл ретте іске қосу тогын азайту үшін екі есе беличье торы немесе терең ойығы бар қозғалтқышты қолдану қажет.

Ашық тау-кен жұмыстары жағдайында сорғыштар мен жер сорғыштарда оларға судың түсуінен қорғалған және ылғалға төзімді оқшауламасы бар жабық орындалған электр қозғалтқыштар қолданылуы тиіс.

Кернеуі 1000В дейінгі сорғыш және жер сорғыш қондырғылардың электр қозғалтқыштарын басқару үшін магниттік контакторлар, магниттік іске қосқыштар, қорғаныс және басқару релелері қолданылады. Кернеуі 1000В жоғары қондырғыларда қозғалтқыштарды басқару және қорғау үшін жоғары вольтты жиынтықты бөлу құрылғылары қолданылады.

Сутөкпе қондырғыларын басқару схемаларында басқару мен қорғаудың аталған аппаратурасынан басқа технологиялық бақылау аппаратурасын (деңгей релесі, өнімділігі, су қысымы, температура және т.б.), сондай - ақ автоматты басқару үшін-арнайы аппаратураны қолданады. [8,9]

Бақылау сұрақтары:

1. Айдау сорғысын автоматты басқару қалай жүзеге асырылады?
2. Қалай ойлайсыз, неге сорғы жетегі үшін АҚ ротормен қолданады?
3. Сорғы және жер сорғыш қондырғылардың электр қозғалтқыштарын басқару және қорғау қалай жүргізіледі?
4. Желдеткіш қондырғыларының электр жабдықтарын атаңыз.
5. Компрессор жетегі үшін қозғалтқыш қуаты қалай анықталады?

2.4.7- тақырып. Карьерлік электровоз көлігін электрмен жабдықтау

Пайдалы қазбалар кен орындарын ашық әдіспен өндірудегі негізгі көлік түрлерінің бірі электр тартқышты пайдаланатын теміржол көлігі болып табылады. Осыған байланысты ашық жұмыс үшін айтарлықтай салмақ және жоғары тарту күші бар өндірістік электровоздар қолданылады. Теміржол көлігін электрлендіру 1650 немесе 3300 В кернеуі 10 кВ болатын тұрақты ток көмегімен жүзеге асырылады. Ашық электровоз көлігінің электрмен жабдыкталуы мыналардан тұрады: сыртқы электрмен жабдықтау, тарту станциялары және тарту желілері (2.51-сурет).



2.51 сурет. Карьерлік электровоз көлігін электрмен жабдықтау.

Бақылау сұрақтары:

1. Тартқыш желісі қандай негізгі элементтерден тұрады?
2. Тарту қосалқы станциясының мақсаты.
3. Тұрақты токтың тартымдық қосалқы станциясының негізгі жабдықтарын атаңыз.
4. Бірфазалы айнымалы токтың тартымдық қосалқы станциясының негізгі жабдықтарын атаңыз.

2.4.8-тақырып.Тау-кен машиналары мен жабдықтарына қойылатын қауіпсіздік ережелерінің талаптары

Тау-кен машиналары мен жабдықтарының электр жабдықтарын пайдалану кезінде ҚР Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік техникасы ережелері және тау-кен және геологиялық барлау жұмыстарын жүргізетін қауіпті өндірістік объектілер үшін өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету ережелері сақталуы тиіс.

Конструктивтік орындау және орнату тәсілі бойынша электр құрылғыларының кез келген түрі өзінің мақсатына жауап беруі, олар пайдаланылатын кернеуге, жұмыс режиміне, қоршаған орта жағдайларына, қызмет көрсетуші персоналдың біліктілігіне сәйкес келуі тиіс.

Тау-кен машиналары мен қондырғыларын ақаулы және жерге қонбаған жабдық кезінде пайдалануға тыйым салынады. Барлық өндірістік және басқа

үй-жайлардағы электр қондырғылары мен жабдықтарының металл бөліктері жерге қосуға жатады.

Қозғалатын механикалық бөліктерден қоршаулар алынып тасталған кезде, сондай-ақ кез келген кернеудің жалаңаш электр бөліктерінің жанасуына қол жетімді болған кезде машиналар мен қондырғыларда жұмыс істеуге тыйым салынады. Қоршау торларына қандай да бір материалдар мен құралдарды қоюға, сондай-ақ оларды орындықтар ретінде пайдалануға қатаң тыйым салынады.

Ұзақ тоқтағаннан кейін электр машиналарын іске қосар алдында сыртқы тексеру жүргізілуі тиіс; іске қосу құралдарын тексеру: орамалардың оқшаулау кедергісін өлшеу; мойынтіректердің жай-күйін тексеру және оларды майлау.

Экскаваторлардың жоғары вольтты сақиналарына рұқсат беру, сондай-ақ жоғары вольтты кабельді жөндеу қоректендіретін ауыстырып қосу пунктінде кернеу өшірілген кезде ғана рұқсат етіледі.

Қуатты трансформаторларға, кернеу мен ток трансформаторларына, түрлендіргіш агрегаттың желілік қозғалтқышына ажыратқыш ажыратылған кезде ғана рұқсат етіледі.

Электр қондырғыларына қызмет көрсету кезінде белгіленген нормаларға сәйкес мерзімде мезгіл-мезгіл сыналатын электр қорғау құралдары қолданылуы тиіс.

Кернеуі 500В жоғары аппараттардың қоршау торлары мен қаптамаларында "ЖОҒАРЫ КЕРНЕУ" деген жазуы бар жарықтандырылған плакаттар ілінуі тиіс.

Әрбір іске қосу аппаратында қосылатын қондырғыны көрсететін анық жазу болуы тиіс.

[4,8,9,11,12]

2.5 -тарау. Ашық тау-кен жұмыстарын электрлік жарықтандыру

2.5.1-тақырып. Жарықтандыру желісінің құрылысы

Жарықтандыру желісін орнату кезінде мыналар ескерілуі тиіс: "тау-кен және геологиялық барлау жұмыстарын жүргізетін қауіпті өндірістік объектілер үшін өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету ережелерінің" талаптарына сәйкес барлық жұмыс орындарының біркелкі жарықтандырылуын жасау; жарықтандыру үшін шамдардың ең аз мөлшерін пайдалану; олардың сенімділігі мен беріктігі.

Тіліктерде жалпы, жергілікті және аралас жарықтандыру жүйелері қолданылады. Барлық қиманы жалпы жарықтандыру және жекелеген жұмыстарды жергілікті жарықтандыру кіретін құрамдастырылған жарықтандыру жүйесі кеңінен таралған.

Учаскені жалпы жарықтандыру кен және бұрғылау-жару жұмыстарын жүргізу шебінен тыс орнатылған жоғары арнайы діңгектерде орналасатын

ксенон шамдары бар жарықтандыру қондырғыларымен жүргізіледі. Жалпы жарықты басқару фотоавтоматтармен жүргізіледі. [8,9,11,12]

Бақылау сұрақтары:

1. Электрлік жарықтандыруды орнату кезінде ашық тау-кен жұмыстарының қандай ерекшеліктерін ескеру қажет?
2. Экскаватор жүргізушісінің кабинасын жарықтандыру нормасы қандай?
3. Жарық шамаларын атаңыз.
4. Жарық күші немен сипатталады?
5. Аумақтың азаюымен қатты бұрыш қалай өзгереді?

Өз бетінше жұмыс істеуге арналған әртүрлі деңгейлі тапсырмалар:

1 деңгей

1. Жарықтың негізгі шамаларын атаңыз.
2. Электрлік жарық көздерін атаңыз.

2 деңгей

1. 3900 м² жер бетін жарықтандыру үшін пойыздардың түсіру пункттерінде ARL-125 доғадағы сынап лампаларының саны қанша болуы керек?

3 деңгей

1. Қалай ойлайсыздар, бөлімдерде қандай электр шамдары жиі қолданылады және неге?
2. Сіз бұрғылау жұмыстарын жарықтандыру үшін доғалы сынап лампаларын орнатқан тиімді деп ойлайсыз ба?

15-практикалық жұмыс. Жарықтандыру желісін есептеу

Жұмыстың мақсаты: жарықтандыру желісін есептеу үшін анықтамалық кітаптарды пайдалану үшін жарықтандыру құрылғыларының түрі мен санын, кабельдің (сымның), жарық трансформаторының маркасын таңдаңыз.

Барыс:

1. Сабақтың мақсатымен таныстыру.
2. Қысқаша теориялық материалды қарастырыңыз.
3. Жарықтандыру желісін есептеу үшін тапсырма нұсқасына сәйкес жарықтандыру құрылғыларының түрі мен санын, кабельдің (сымның), жарық трансформаторының маркасын таңдаңыз.
4. Жобалау жұмыстары. Қорытындылар

Қысқаша теориялық материал:

Жалпы жарықтандыруды есептеу жарық ағындарын пайдалану әдісіне сәйкес жүзеге асырылады.

Жарық жылдамдығы қабылданды

Жер учаскесі

$$S = A \cdot B, \text{ м}^2.$$

(2.71)

Жалпы жарық ағыны

$$\sum \Phi = E_n \cdot S \cdot K_s \cdot K_n, \text{ Лм}, \quad (2.72)$$

мұндағы $K_s = 1,3-1,5$ - шамдардың ескіргенін, ластануын ескеретін қор коэффициенті;

$K_n = 1,15-1,5$ - жарықтандыру бетінің конфигурациясына байланысты жарықтың жоғалуын ескеретін коэффициент.

Анықтама бойынша қуаты $P_{\text{л}}$, кВт; кернеуі U_n , кВ; жарық ағыны $\Phi_{\text{л}}$, Лм; қуат коэффициенті $\cos \varphi_{\text{св}} = 0,9$, $\eta_{\text{св}} = 0,75-0,83$ шам қабылданады.

Шамдардың қажетті саны анықталады

$$N_{\text{л}} = \frac{\sum \Phi}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{св}}}, \text{ шт.} \quad (2.73)$$

Ксенон шамымен жарықтандыру тереңдігі анықталады

$$H = 0,11 \sqrt{\frac{\Phi_{\text{л}}}{E_{\text{мин}}}}, \text{ м}, \quad (2.74)$$

мұндағы $E_{\text{мин}} = 0,2$ Лк.

Жарықтандыру трансформаторының есептік қуаты анықталады

$$S = \frac{\sum P_{\text{л}} \cdot 10^{-3}}{\eta_{\text{т}} \cdot \eta_{\text{св}} \cdot \cos \varphi}, \text{ кВА}, \quad (2.75)$$

мұндағы $\eta_{\text{св}}$ – К.П.Д. жарықтандыру желісі;

$S_p \leq S_n$ шартынан трансформатор алынады.

Сым үшін есептік жүктеме тогы анықталады

$$I = \frac{P_{\text{л}} \cdot \text{в} \cdot \text{а}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_{\text{св}} \cdot \eta_{\text{св}}}, \text{ А}, \quad (2.76)$$

мұндағы а – топтағы шамдардың саны;

в – топтар саны.

$I_p \leq I_{\text{доп}}$ жағдайынан және механикалық беріктік жағдайынан сымды қабылдаймыз.

Таңдалған сым қимасы кернеудің жоғалуына тексеріледі

$$S \geq \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I \cdot L_{\text{вл}} \cdot \cos \varphi}{\gamma \Delta U \% \cdot U_n}, \text{ мм}^2, \quad (2.77)$$

мұндағы $\gamma = 31,5$ м/Ом мм² – алюминий материалының меншікті өткізгіштігі;

$\Delta U \%$ - кернеудің қалыпты шығындары.

Иілгіш кабель үшін жүктеменің есептік тогы анықталады

$$I_p = \frac{P_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta_{\text{л}}}, \text{ А}. \quad (2.78)$$

$I_p \leq I_{\text{доп}}$ шарттарынан және механикалық беріктілік шарттарынан иілгіш кабель қабылданады.

Таңдалған көлденең қима кернеудің қалыпты шығындарына тексеріледі.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos \varphi}{\gamma \Delta U \% \cdot U_n}, \text{ мм}^2, \quad (2.79)$$

мұндағы $\gamma = 53 \text{ м/Ом мм}^2$ – Мыстың меншікті өткізгіштігі.

Шешімнің үлгісі:

Жарық беру желісін есептеу, жарық беру құралдарының түрі мен санын, кабельдің (сымның) маркасын, жарық беру трансформаторын таңдау. Егер жарықтандырылатын объектінің атауы: тілік шегіндегі темір жолдар жарықтандырылатын учаскенің ұзындығы 1725м ені 1115м.

Шешім:

Жарықтандыру нормасы қабылданады

$E_n = 0,5, \text{ Лк.}$

Учаске аумағының алаңы анықталады

$$S = 1725 \cdot 1115 = 19233375 \text{ м}^2.$$

Жиынтық жарық ағыны

$$\sum \Phi = E_n \cdot S \cdot K_z \cdot K_n = 0,5 \cdot 19233375 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 1437722,8 \text{ Лм.}$$

Анықтама бойынша қуаты ДКсТ қуаттылығы $P_{\text{л}} = 20 \text{ кВт}$; кернеуі $U_n = 0,4 \text{ кВ}$; жарық ағыны $\Phi_{\text{л}} = 6000000 \text{ Лм}$; қуат коэффициенті $\cos \varphi_{\text{св}} = 0,9$, $\eta_{\text{св}} = 0,75$ -0,83 типті шам қабылданады;

Шамдардың қажетті саны анықталады

$$N_{\text{л}} = \frac{\sum \Phi}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{св}}} = \frac{1437722,81}{600000 \cdot 0,75} = 1,9 \text{ лампы}$$

2 шам қабылданады.

Ксенон шамымен жарықтандыру тереңдігі анықталады

$$H = 0,11 \sqrt{\frac{\Phi_{\text{л}}}{E_{\text{мин}}}} = 0,11 \sqrt{\frac{6000000}{0,2}} = 19052 \text{ м.}$$

Жарықтандыру трансформаторының есептік қуаты анықталады

$$S = \frac{\sum P_{\text{л}} \cdot 10^{-3}}{\eta_{\text{с}} \cdot \eta_{\text{св}} \cdot \cos \varphi} = \frac{100000 \cdot 10^{-3}}{0,96 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 154,3 \text{ кВА.}$$

$S_p \leq S_n$ шарты бойынша ТМ – 250 с $S_n = 250 \text{ кВА}$ типті трансформатор қабылданады.

Сым үшін есептік жүктеме тогы анықталады

$$I = \frac{P_{\text{л}} \cdot \text{в} \cdot \text{а}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_{\text{св}} \cdot \eta_{\text{св}}} = \frac{20 \cdot 1 \cdot 2}{\sqrt{3} \cdot 6,3 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 108 \text{ А.}$$

$I_p \leq I_{\text{доп}}$ жағдайынан және механикалық беріктік жағдайынан $I_{\text{доп}} = 170 \text{ А}$ болатын А - 35 сымын аламыз.

Таңдалған сымның көлденең қимасы кернеудің қолайлы жоғалуын тексереді.

Таңдалған сым қимасы кернеудің қалыпты шығындарына тексеріледі

$$S \geq \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I \cdot L_{\text{вл}} \cdot \cos \varphi}{\gamma \Delta U \% \cdot U_n} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 10,8 \cdot 1,2 \cdot 0,9}{31,5 \cdot 5 \cdot 6,3} = 2,11 \text{ мм}^2.$$

Иілгіш кабель үшін жүктеменің есептік тогы анықталады

$$I_p = \frac{P_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta_{\text{л}}} = \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 40,14 \text{ А.}$$

$I_p \leq I_{доп}$ шарттарынан және механикалық беріктілік шарттарынан КГ - $3 \times 16 + 1 \times 6 + 1 \times 6$ $I_{доп} = 106$ А типті иілгіш кабель қабылданады.

Таңдалған қима кернеудің қалыпты шығындарына тексеріледі

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot I_p \cdot L \cdot \cos \varphi}{\gamma \Delta U \% \cdot U_n} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 40,14 \cdot 0,25 \cdot 0,9}{53 \cdot 5 \cdot 0,4} = 14,7 \text{ мм}^2.$$

2.21 кесте. Тапсырма нұсқалары

Нұсқа №	Нысанның аты	Нысан өлшемдері, м			U.B
		ұзындығы	Ені	биіктігі	
1	2	3	4	5	6
1	Т/ж жүк түсіру орны Құрам	300	8		220

2.21 кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6
2	Жер соратын үй-жай Қондырғылар	40	20	4	220
3	Қоқыс төгетін жерде көліктердің жұмыс орындары	500	100		200
4	Бөлім ішіндегі темір жолдар	1000	30		220
5	Бөлім ішіндегі көлік жолдары	1200	90		220

Бақылау сұрақтары

1. Жарық техникалық шамаларға анықтама беріңіз.
2. Қыздыру шамдарының мақсаты, құрылысы және жұмыс істеу қағидаты.
3. Газразрядты шамдардың мақсаты, құрылысы және жұмыс істеу қағидаты.
4. Жарық беру желісін есептеу әдістемесі.

2.5.2-тақырып. Электрлік жарықтандыруды қолдану және пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелеріне қойылатын талаптар.

Электрлік жарықтандыруды ұйымдастыру және пайдалану кезінде, Қазақстан Республикасы тұтынушыларының электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелері және тау-кен-барлау жұмыстарын жүргізетін қауіпті өндірістік объектілерде өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету ережелері сақталуы керек.

Бөлімдегі және пышақтағы жарықтандырудың үстіңгі сызықтарының аспалы биіктігі кемінде 5 м, ал теміржолмен қиылыста рельстің басынан 7,5 м болуы керек.

Кернеуі 6000 / 230В болатын жарық трансформаторлары үшін қауіпсіздік мақсатында жоғары кернеуді төмен кернеу орамасына ауыстыру кезінде сақтандырғыштар орнатылуы керек. Жарықтандыру желілерінде ағып кету релесі орнатылуы керек, жерге тұйықталған жағдайда желіні

ажыратады. Электр жеткізу желілерін, прожекторларды, жарықтандыру құрылғыларын және трансформаторлық қосалқы станцияларды жөндеу, тасымалдау қауіпсіздік пен жергілікті ережелер талаптарына сәйкес жүзеге асырылуы керек.

Сақтандырғыштарды кернеуді арнайы ысқыштарсыз, оқшаулағыш қолғаптар мен қауіпсіздік көзілдіріктерінде ауыстыру керек.

Портативті шамдар мен бағдаршамдарды қосатын икемді кабельдер қызмет етуі керек және реттелмеген таяқшалары болмауы керек.

Трансформаторлар, іске қосу жабдықтары, іске қосу жабдықтары, бағдаршамдар, кабель броньдары сенімді түрде жерге қосылуы керек. [4,8,9,11,12]

2.6-тарау. Тау-кен электр шаруашылығының қуат коэффициенті және негізгі энергетикалық көрсеткіштері

Тау-кен өнеркәсібін кең механикаландыру және электрлендіру кен қондырғылары мен электр энергиясын тұтыну қуатының ұдайы өсуіне себепші болады. Бұл жағдайда кеніш электр шаруашылығының энергетикалық көрсеткіштері үлкен халық шаруашылығының маңызы бар.

Өнеркәсіптік кәсіпорынның негізгі энергетикалық көрсеткіштері 2.52 суретте көрсетілген.



2.52 сурет. өнеркәсіптік кәсіпорынның негізгі энергетикалық көрсеткіштері

Бақылау сұрақтары:

1. Пайдалану жағдайында орташа өлшенген қуат коэффициенті қалай анықталады?
2. Реактивті қуатты тұтынуды төмендету бойынша іс-шаралар.

3. Реактивті қуатты компенсациялау тәсілдері.

4. Статикалық конденсаторлардың басқа компенсациялық құрылғылармен салыстырғанда артықшылықтары. [8,9]

2.7-тарау Карьерлердегі сигнал беру және байланыс

Қазіргі заманғы тау-кен кәсіпорындарында пайдалы қазбаны өндіру технологиясын дұрыс ұйымдастыру, жабдықтарды ұтымды орналастыру, жедел басқару және жұмыстардың жүргізілуіне бақылау тау-кен кәсіпорнының жоғары өнімділігі мен рентабельділігін қамтамасыз етудің міндетті шарты болып табылады.

Тау-кен кәсіпорындарындағы өндірістік процесс жұмыстың барлық буындарының толық және нақты келісімділігін тұрақты түрде ұстап тұру үшін ұйымдастырылуға тиіс, өйткені буынды жұмысының бұзылуы барлық қалған буындарда да көрініс табады.

Өндірістің барлық буындарының жұмысында толық келісімге және жоғары өнімділікке қол жеткізуге өндірістің барлық қатысушыларымен басшылықтың сенімді байланысы болғанда және өндірістік процестің барысын үздіксіз жедел бақылау кезінде ғана болады.

Өндірісті басқарудың жеделдігі мен айқындығы бақылау мен басқарудың диспетчерлік жүйесі болған кезде жақсы қол жеткізіледі.

Диспетчерлендіру, өз кезегінде, жақсы дамыған, сенімді жұмыс істейтін бақылау, сигнал беру және байланыс құралдарын талап етеді.

Қазіргі заманғы тау-кен кәсіпорындарында сигнал беру (өндірістік, көліктік, диспетчерлік), байланыс: телефон, дауыс зорайтқыш, жоғары жиілікті және радиобайланыс жүйелері кеңінен қолданылады. Сигнал беру сигнал қабылдайтын тұлғаның назарын аудару үшін шартты белгілердің (сигналдардың) шектеулі саны арқылы алдын ала келісілген хабарламаларды беру үшін қызмет етеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Ашық тау-кен жұмыстарында электр байланысының міндеті.
2. Телефон байланысы қағидаты және оның негізгі элементтері.
3. Телефон байланысы жүйелері.
4. Ашық тау-кен жұмыстарындағы сигнал берудің мәні мен түрлері.

[8,9]

Глоссарий

Қолданыстағы электр қондырғысы	Коммутациялық құрылғыларды қосу арқылы қуаттандырылатын немесе кернеу беретін электр қондырғысы немесе оның бөлімі
Кернеу астында жұмыс істеу	Жұмыс кернеуінің астында жұмыс жасайтын бөлшектерге тию арқылы немесе жұмыс істейтін бөліктерге қол жетпейтін жерден аз қашықтықта орындалатын жұмыс
Коммутациялық құрылғы	Электр тізбегін ауыстыруға және ток өткізуге арналған электрлік құрылғы (ажыратқыш, ажыратқыш, оқшаулағыш, ажыратқыш, ажыратқыш, ажыратқыш, ажыратқыш, сақтандырғыш және т.б.)
Айнымалы емес бөлік	Апаттық жұмыс кезінде қуатталған электр қондырғысының бөлігі, мысалы, электр машинасының корпусы
Ток өткізетін бөлік Электр берудің әуе желісі	Кернеудегі электр қондырғысының бөлігі Ашық аспан астында орналасқан және инженерлік құрылымдардағы тіректерге немесе кронштейндер мен тіректерге оқшаулағыштармен және фитингтермен бекітілген сымдар арқылы электр энергиясын беруге арналған құрылғы (көпірлер, жол өтпелері және т.б.)
Электр қондырғысы	Электр энергиясын өндіретін, түрлендіретін, беретін, тұтынатын қондырғы
ЭБЖ	Электр беру желісі
ҚТ	Қысқа тұйықталу
ТҚ	Тарату құрылғысы
КТП	Карьерлік тарату пункті
НТҚС	Негізгі төмен түсетін қосалқы станция
РҚҚ	Релелік қорғаныс және автоматика үшін релелік және қосалқы құрылғылар
ВДК	Вакуумдық доға сөндіргіш камера
ЖТҚ	Жиынтықта тарату құрылғылары
АТҚ	Ашық тарату құрылғылары
КЖ	Кабельдік желілер
ЖТП	Жиынтық тарату пункттері
АП	Ауыстырып қосу пункттері
СКТҚ	Сыртқы қондырғының комплектілі тарату құрылғылары
АТС	Аудандық төмендету қосалқы станциясы
АҚҚ	Автоматты түрде қайта қосу
РАҚ	Резервті автоматты түрде қосу

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Ждановская Г.В. Өнеркәсіптің технологиялық қондырғыларының электр жабдықтары (1 бөлім. «Электротехниканың теориялық негіздері») - Астана, 2011-411 б.
2. Ждановская Г.В. Электр техникасы бойынша Задачник - Астана, 2011-226 с.
3. Синдеев Ю.Г. Электроника негіздері мен электротехника - Финикс, 2014.-407 б.
4. Колосюк В.П. Ашық электрик-М. Недра, 1991-303 жж.
5. Петленко Б.И. Электротехника және электроника. -М.: «Академия» баспа орталығы, 2003.-320 б.
6. Мурзин Ю.М. Электротехника: Оқу құралы.- SPb .: P., 2007-443,
7. V.S. Электр станциялары электр жабдықтары мен аппараттары - М, 2002-55 жж
8. Чеботаев Н.И. Ашық тау-кен электр жабдықтары және электрмен жабдықтау-М. Тау кітабы, 2006, -366 б.
9. Губко А.А. Тау-кен өндіруші кәсіпорындардың электр жабдықтары және электрмен жабдықтау - М.
10. Пичуев А.В. Тапсырмалар мен мысалдардағы тау-кен жұмыстарын электрлендіру - М «тау кітабы» -2012-251 жж
11. Қазақстан Республикасы тұтынушыларының электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік ережелері. Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің 2015 жылғы 19 наурыздағы № 222 бұйрығымен бекітілген. Қазақстан Республикасының Әділет министрлігінде 2015 жылы 29 сәуірде № 10889 тіркелді
12. «Тау-кен жұмыстарын және барлау жұмыстарын жүргізетін қауіпті өндірістік объектілерде өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету ережесін» бекіту туралы Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрінің 2014 жылғы 30 желтоқсандағы № 352 бұйрығы.