



**Коммерциялық емес  
акционерлік қоғам**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ  
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ  
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ  
БАЙЛАНЫС  
УНИВЕРСИТЕТИ**

Электрмен жабдықтау  
және энергияның  
жаңғыртылатын көздері  
кафедрасы

**ЭЛЕКТР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ЖӨНДЕУ, РЕТТЕУ  
ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ**

6B07101– «Электр энергетикасы» және 6B07102 – «Электр энергетикасында энергия үнемділігін және энергия тиімділігін Smart технологиясымен біріктіру және басқару» білім беру бағдарламасының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар

Алматы 2022

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: В.И.Дмитриченко, И.В.Казанина, А.С.

Расмухаметова, Н.А.Даукенова. Электр қондырғыларын жөндеу,реттеу және пайдалану.6B07101– «Электр энергетикасы» және 6B07102 – «Электр энергетикасында энергия үнемділігін және энергия тиімділігін Smart технологиясымен біріктіру және басқару» білім беру бағдарламасының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар Алматы: АЭЖБУ, 2022. – 32 б.

Әдістемелік нұсқауларда зертханалық жұмыстарды жүргізуге дайындық бойынша материалдар, әрбір зертханалық жұмыстың орындалу сипаттамасы, эксперименттік қондырғылардың сұлбалары, деректерді талдау және өңдеу әдістемесі, ұсынылатын әдебиеттер тізімі және зертханалық жұмыстарды қорғауға бақылау сұрақтары бар.

Әдістемелік нұсқаулар 6B07101– Электр энергетикасы және 6B07102 – Электр энергетикасында энергия үнемділігін және энергия тиімділігін Smart технологиясымен біріктіру және басқару ББ барлық оқу түрлерінің студенттеріне арналған.

Кесте 2, ил. 15, библиогр. – 16 атауы.

Пікір беруші: доцент

Алмуратова Н.К.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциалық емес акционерлік қоғамының 2022 ж. басылым жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2022 ж.

## Мазмұны

1	№ 1 Зертханалық жұмыс. Асинхронды қозғалтқышты баптау және басқару сұлбаларының тізбектерін тексеру.....	3
2	№2 Зертханалық жұмыс. Трансформатор орамаларын қосу сұлбаларын монтаждау.....	12
3	№ 3 Зертханалық жұмыс. Электр беру желілерінің зақымдану орнын анықтау әдістерін зерделеу.....	17
4	№4 Зертханалық жұмыс. Қорғаныш ажырату құрылғысының (ЖҚБ) жұмысын зерттеу).....	22
5	№5 Зертханалық жұмыс. Айнымалы токтың асинхронды электр қозғалтқышының жылу қорғанысы.....	27
	Әдебиеттер тізімі .....	32

## **1 Зертханалық жұмыс №1. Асинхронды қозғалтқышты баптау және басқару сұлбаларының тізбектерін тексеру**

*Жұмыстың мақсаты:* асинхронды қозғалтқышты ревизиялау әдістерін зерделеу, басқару сұлбаларын зерттеу және баптау бойынша дағдыларды игеру.

### **1.1 Теориялық мәліметтер**

*Жоғары вольтты қозғалтқыштарды тексеру.*

Статорды тексеру. Статордың белсенді болатын (активная сталь) тексерген кезде оны престоудің тығыздығына көз жеткізіп, арналардағы тіректердің бекітілу беріктігін тексеру керек. Әлсіз престоу кезінде беттерде діріл пайда болады, бұл болаттың бетаралық (табақаралық) оқшаулауының бұзылуына, содан кейін оның жергілікті қызуына әкеліп соғады. Дірілдейтін тісті болат табақтардың әсерінен статор орамасының оқшаулағышын тоздырады. Болат табақтарын тығыздау глютенді лакпен төсеу немесе гетенакс клиндерді бітеу (забивка гетинаксовых клиньев) арқылы жүзеге асырылады.

Роторды қарау кезінде желдеткіштердің жай-күйі және олардың бекітілуі тексеріледі. Сондай-ақ ойықтардағы орам өзектерінің отырғызу тығыздығы, сызаттардың болмауы, өзектердің үзілуі, қыздыру іздері және олардың қысқа тұйықталатын сақиналардан шығу орындарында дәнекерлеудің бұзылуы тексеріледі.

Сырғымалы подшипниктерді тексеру кезінде төсеніштің қалай жұмыс істегеніне, сондай-ақ соңғы қазбаның, жарықтардың, артта қалудың, балқытудың немесе баббиттің тартылуының болмауына назар аударылады.

Айналдыру мойынтіректерін бензинмен жуғаннан кейін тексергенде айналуының жеңілдігі мен тегістігі, кептелудің, тежелудің және қалыптан тыс шудың болмауы, тойтармалардың үзілуі, сепараторда жарықтардың бар-жоғы, шамадан тыс люфт бар ма, сақиналарға тимейді ме, сыртқы сақинаның радиалды немесе осьтік люфті жоқ па барлығы тексеріледі.

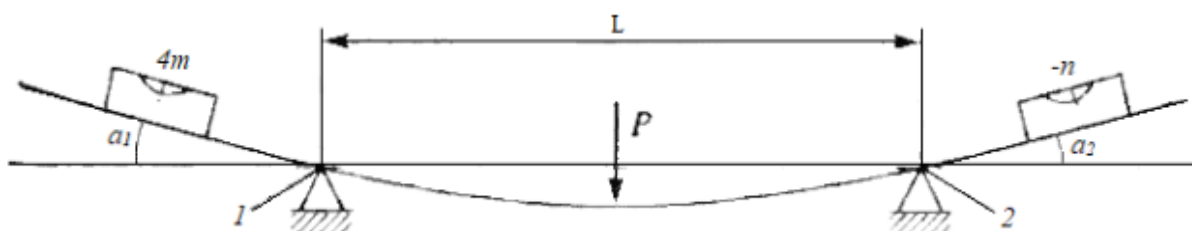
Мойынтірек бөлшектерінде ақаулар, оның ішінде кішкене раковиналар, электр дәнекерлеуден нүктелік балқымалар анықталған кезде, бұл подшипник ауыстырылуы керек. Аса ауыр жағдайларда, мысалы, 3000 айн/мин ірі қозғалтқыштарда жұмыс істейтін мойынтіректерді 5000-8000 сағат жұмыс аяқталғаннан кейін олардың жай-күйіне қарамастан ауыстыру керек.

*Жоғары қуатты машиналарды баптау.*

Электр машиналарын орнатуды бастамас бұрын, тексеріңіз: машинаның жобалық құжаттамасына сәйкестігі; машинаның жинақтылығы және бекіту бөлшектерінің сақталуы; тасымалдау және сақтау уақытында ықтимал зақымданулардың болуы (қайта іске қосқаннан кейін алдын ала қарау); мойынтіректердің, шығару қораптарының, коллектордың, түйіспелі сақиналардың, щеткалы механизмнің және т.б. жай-күйі; орамалардың, мойынтіректердің және щеткалы траверстердің оқшаулау кедергісі; сырғу

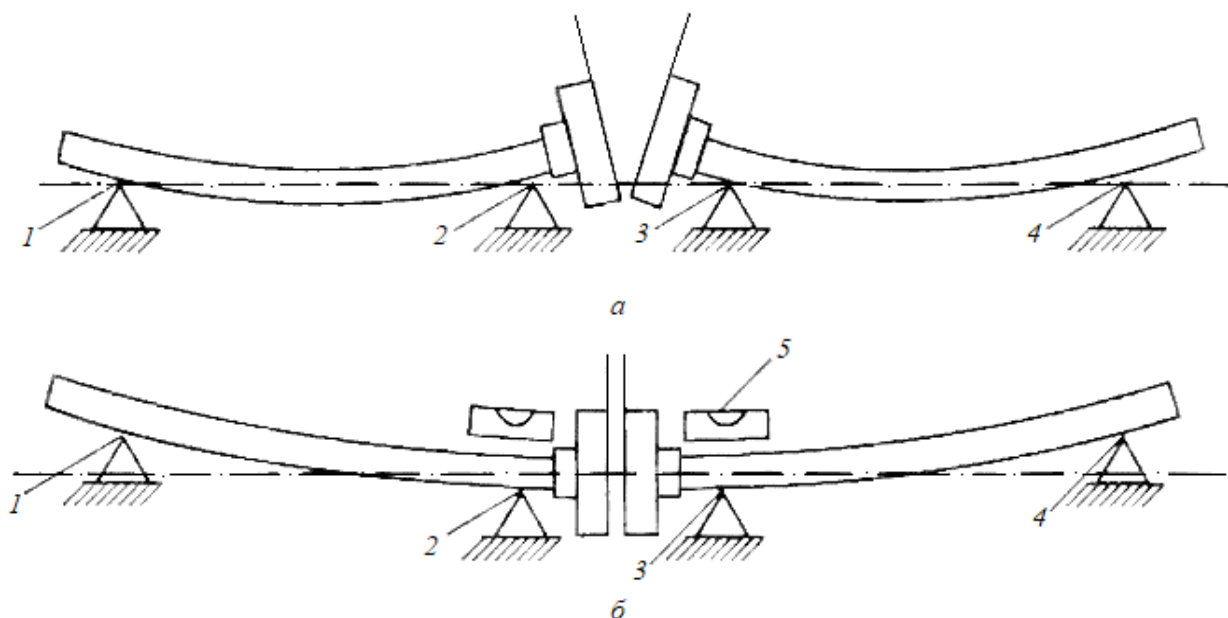
мойынтіректеріндегі және біліктерді тығыздаудағы саңылау; статор мен ротор арасындағы ауа саңылауы; ротордың статорға тиюінің болмауы (ротор мойынтіректерде еркін айналуы тиіс).

Жиналған күйде келетін ірі электр машиналарын орнатудың ерекшелігі – бұл машина орнатылатын және біліктерді орталықтандыратын бөлек іргетас плитасын орнатудан басталады. Бірқатар машиналарда біліктің соңында фланец бар, ол арқылы ол механизмге қосылады. Сонымен қатар, ротордың үлкен ұзындығымен оның салмағының әсерінен білік тік жазықтықта бүгіледі. Сондықтан, қосылатын машиналардың көлденең күйінде жартылай муфталар (немесе фланецтер) жазықтықтары 1.2 а - суретте көрсетілгендей бір-біріне бұрышта орналасады.



1 және 2 - подшипник; 3 - деңгейі.

1.1 сурет - Біліктің ауытқуы



а) салыстырып тексеруге дейін; б) білік сызығын салыстырып тексергеннен кейін; 1...4-подшипниктер; 5-деңгей.

1.2 сурет - Жартылай муфталар көмегімен жалғанған біліктердің орны

Бұл жағдайда біліктерді орталықтандыру – бұл жалғанған біліктерді орнату, олардың жалпы сызығы тік жазықтықта тегіс қисық, ал көлденеңінен түзу сызық. Орталықтандыру кезінде түйісетін жартылай муфталардың (немесе фланецтердің) шеттері параллель орнатылады, ал біліктердің осьтік сызықтары бір-бірінің жалғасы болуы және түйісетін жартылай муфталардың (фланецтердің) жанында сәйкес келуі тиіс. Мұны істеу үшін корпусстың табандарының астына тығыздағыштар орнату арқылы білік мойындарының көлденең сызыққа иілу бұрыштарының теңдігіне қол жеткізіледі. Көлбеу бұрышы 1.1-суретте көрсетілген және біліктің Шығыс ұшына орнатылған деңгей бойынша тексеріледі.

Егер үлкен электр машинасы құрастыруға бөлшектелген күйде түссе (статор мен ротор бөлек), онда машинаның өзі келесі ретпен алдын-ала жиналады. Біріншіден, машинаның барлық түйіндері монтаж алаңына орналастырылады және тексеріледі, содан кейін іргетас дайындалады (таңбалау, іргетас болттары үшін құдықтар және т.б.), іргетас плитасын орнатыңыз және тексеріңіз, көтергіш подшипниктер орнатылып, статор орнатылады. Содан кейін ротор оған қосылады, ал ротордың мойындары мойынтіректерге орнатылады. Ротор мекемесінің сұлбасы 1.2-суретте көрсетілген.

Біліктерді орталықтандыру алдыңғы жағдайдағыдай жүзеге асырылады, бірақ тығыздағыштар мойынтіректер корпусының астына орнатылады. Тегістеуден кейін машина мен подшипниктердің корпустары бекітіліп, жылжымалы подшипниктер мен олардың тығыздағыштары бекітіліп, мойынтіректердегі және электр машинасының статоры мен роторы арасындағы бос орындар тексеріледі.

Машинаның жұмысына қажетті қосымша жабдықты орнатыңыз (салқындату жүйесі, мойынтіректерді майлау және т.б.), ток көтергіш механизмдерді орнатыңыз және реттеңіз, электр тізбектерін қосыңыз және машинаның корпусын жерге қосыңыз.

*Шағын және орташа қуатты машиналарды баптау.*

Шағын қуатты машиналар әртүрлі типтегі муфталар мен беріліс, белдік немесе үйкеліс берілістерінің көмегімен жетек механизміне қосылады. Муфталардың көмегімен жалғанған кезде, муфталардың ұштарына жартылай муфталар алдын-ала орнатылып, бұған дейін машина білігінің ұшының сыртқы диаметрі мен муфтаның ішкі диаметрінің сәйкестігін өлшеу кронштейндері мен нутромерлердің көмегімен тексереді. Қону кезіндегі созылу мөлшері сызбада көрсетілген, ал қонудың өзі ыстық күйде жүзеге асырылады.

Егер сіз жартылай муфталарды өзара жағдайда қоссаңыз, онда құрылғы жұмыс істеген кезде жоғары діріл пайда болады, бұл мойынтіректердің, муфталардың және болт қосылыстарының тез тозуына әкелуі мүмкін. Сондықтан артикуляциялық машиналар жартылай муфталардың соңғы беттері параллель болатындай етіп орнатылуы керек, ал қосылатын машина мен механизм біліктерінің осьтері бір сызықта болуы керек.

Ол үшін біліктерді әртүрлі дизайндағы орталықтандыру кронштейндерінің көмегімен орталықтандыру жүзеге асырылады. Орталықтандыру дәлдігін бақылау муфтаның айналасында біркелкі орналасқан төрт нүктедегі радиалды және осьтік саңылаулардың мәні бойынша, жалғанған біліктерді  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  және  $270^\circ$  бұрышқа бұрған кезде жүзеге асырылады. Қанағаттанарлық ауытқулар болған кезде (муфталардың әртүрі радиалды және осьтік саңылауларда рұқсат етілген ауытқуларға ие), машинаны іргетасқа бекітіп, біліктердің туралануын қайта тексергеннен кейін муфталар бір-біріне қосылады.

Тізбекті немесе белдікті берілісті пайдалану кезінде жетек және жетек біліктеріне орнатылған жұлдызшалардың немесе шкивтердің орта желілерін біріктіру және тізбектің немесе белдіктің тартылуын қамтамасыз ету қажет.

Жұлдыздар мен шкивтердің ортаңғы сызықтары әдеттегі өлшеу құралын қолдана отырып, оларға параллель созылған Ішекті қолдана отырып біріктіріледі. Қажетті кернеуді қамтамасыз ету үшін машина қосылатын машиналардың айналу осьтерімен құрылған жазықтықта қозғалу мүмкіндігіне ие болуы керек. Кейбір жағдайларда кернеуді жасау үшін арнайы кернеу роликтері қолданылады.

Цилиндрлік тісті берілісті пайдалану кезінде қосылатын машиналардың біліктерінің параллелизмін және тістің бүкіл ұзындығы бойымен жұпталған берілістердің тістері арасындағы бірдей алшақтықты қамтамасыз ету қажет. Бұл жағдайда біліктердің сәйкес келмеуіне рұқсат беру әдетте 0,5 мм-ден аспайды. Электр машинасы іргетасқа бекітілгеннен кейін оның корпусы жерге қосылады.

## **1.2 Зертханалық стендтің сипаттамасы**

Зертханалық стенд монтаждау үстелі түрінде жасалған (1.3 сурет). Үстелге кернеу мұғалімнің басқару тақтасынан беріледі. Үстелдің өзінде Қорғаныс машинасы (суретте көрсетілмеген) және индикатор шамы бар. Егер орнату үстеліне пульттен кернеу берілсе және машина қосылса, индикатор шамы жанады (үстелдің терминал блогында кернеудің болуы).

## **1.3 Жұмысты орындау тәртібі**

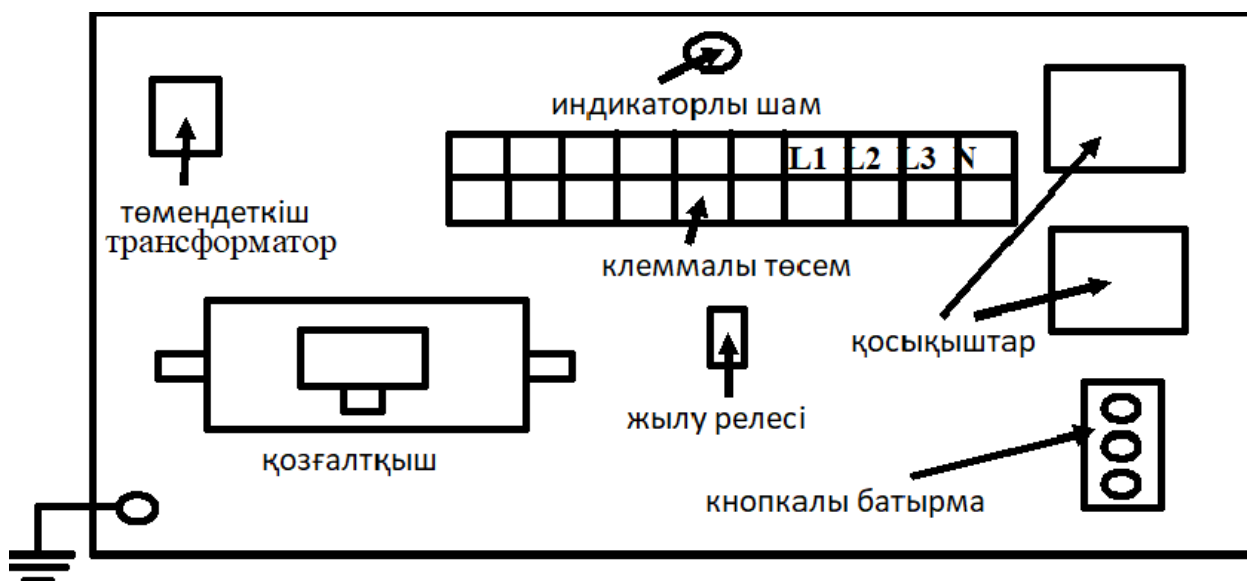
### **1.3.1 Қозғалтқышты сыртқы тексеру.**

Сыртқы тексерудің мақсаты айқын ақауларды анықтау болып табылады. Сондай-ақ, доңғалақтың тұтастығы тексеріледі, ол үшін оның жиегі алынып, тексеру жүргізіледі. Содан кейін қозғалтқыш білігі қолмен бұралып, мойынтіректердің кептелуі немесе соғылуы анықталады.

Сыртқы тексеру жүргізілді. Мыналар анықталды:

- 1) Айқын ақаулар анықталған жоқ.
- 2) Ернеуді алып тастағаннан кейін дөңгелектің тұтастығы көзбен анықталады.

3) Қозғалтқыш білігінің айналуынан кейін мойынтіректердің сыналануы немесе соғылуы анықталмаған.



1.3 сурет - Зертханалық стендтің белгіленуі

### 1.3.2 Орамдардың тұтастығын тексеру.

Оқшаулау кедергісі мен фазалық орамдарды өлшеу:

1) Орамалардың оқшаулау кедергісі мегомметрмен өлшенеді. Машина корпусына қатысты және орамалар арасындағы орамалардың оқшаулау кедергісін өлшеу барлық басқа тізбектерді машина корпусына қосқан кезде әр тәуелсіз электр тізбегі үшін кезекпен жүзеге асырылады.

Оқшаулау кедергісін өлшеу абсорбция әдісімен жүргізілді және 750С температураға келтірілді (өлшеу кезіндегі температура 200С-қа тең).

Электр машинасының оның корпусына қатысты оқшаулау кедергісі және машинаның жұмыс температурасы кезінде орамалар арасындағы оқшаулау кедергісі формула бойынша алынатын мәннен кем болмауы, бірақ 0,5 мОм кем болмауы тиіс:

$$r = \frac{U}{1000 + 0,01P}, \text{ мОм}, \quad (1.1)$$

мұндағы U-машинаның номиналды кернеуі, В;

P-машинаның номиналды қуаты, кВт.

2) Орамдардың бүтіндігін омметрмен тексеру. Орамдардың шығыстарын бір-бірімен омметрдің көмегімен тексереміз. Құрылғы төмен қарсылықты көрсететін екі шығыс-бір фазалық ораманың басы мен соңы.

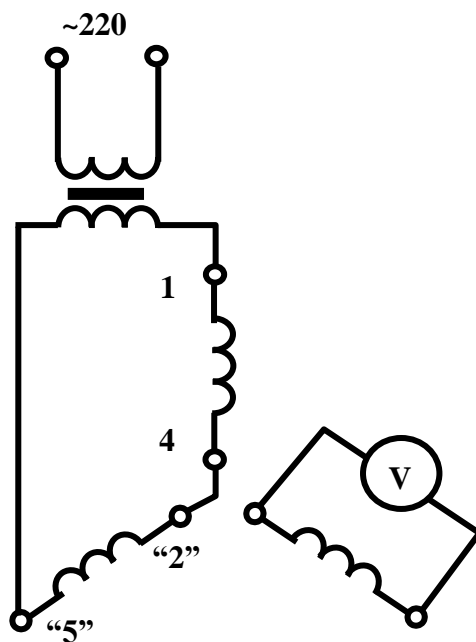
3) Фазалық орамалардың кедергісін өлшеу көпірмен немесе амперметр-вольтметр әдісімен жүргізіледі. Зертханалық жұмыста электр көпірі



қолданылды. Өлшеуден кейін барлық фазалық орамалардың кедергісі тең екендігі анықталды.

1.3.3 Қозғалтқыш фазалары орамдарының бастаулары мен ұштарын анықтау.

Біріншіден, омметрді қолдана отырып, статордың әр фазалық орамасының жұп сымдары анықталды. Содан кейін әр фазалық ораманың басталуы мен ұштары анықталды. Ол үшін кез келген фазалық ораманың қысқыштарының бірі оның басталуы үшін С1 деп қабылданып, ал екіншісі оның соңы С4 деп белгіленген. Басқа фазаның шығыстары шартты түрде «С2» және «С5» деп белгіленген. Осы фазаларды тізбектей қосамыз және олар түсіруші трансформаторға қосылады (1.4 сурет). Вольтметр үшінші фазаның қысқыштарына қосылды. Вольтметр кернеуді нөлден жоғары көрсетті, яғни бірінші фазаның С4 соңына қарай екінші фазаның С2 басы қосылады, яғни қарама-қарсы қысқыштар бір-бірімен байланысады, сол кезде шартты таңбалау дұрыс болады. Сол сияқты 3 фазаның басы мен соңы табылады.

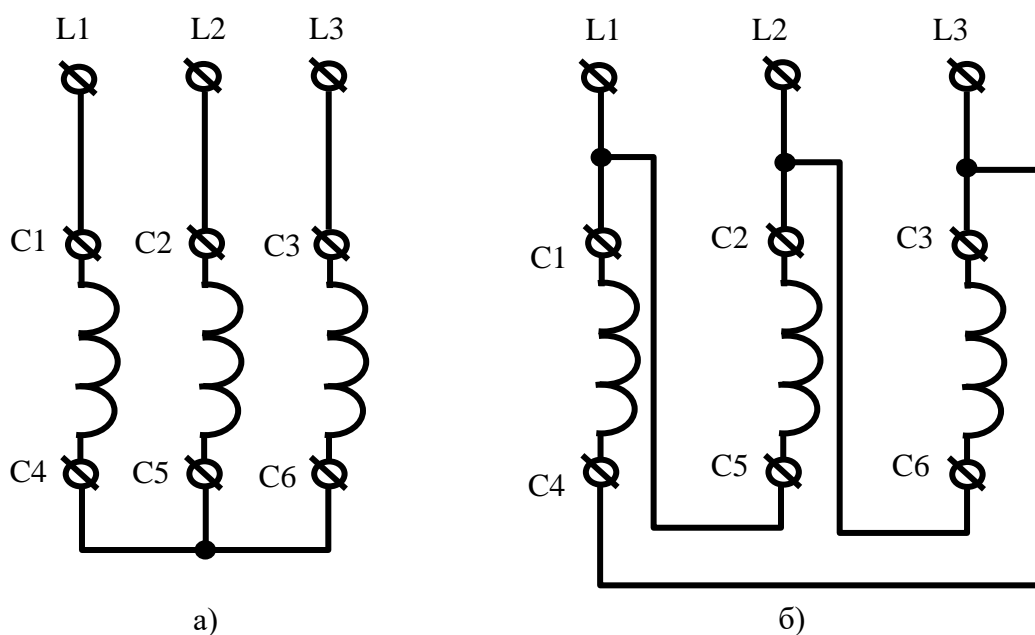


1.4 сурет - Қозғалтқыш фазаларының орамаларының бастары мен ұштарын анықтауға арналған қосылу сұлбасы.

1.3.4 Қозғалтқыш орамаларын жұлдыз және үшбұрыш арқылы қосу.

Асинхронды қозғалтқыштардың орамалары жұлдыз - Y (1.5, а сурет) немесе үшбұрыш - Δ (1.5, б сурет) сұлбасы бойынша қосылуы мүмкін. 220/380 В қозғалтқыштары үшін 3 фазалық желіге қосылған кезде 380 В Y тізбегін, 3 фазалық желіге қосылған кезде 220 В - Δ қолданады.

Зертханалық жұмыс кезінде орамалар екі жолмен танысу үшін қосылды.



а) Жұлдыздың қосылу сұлбасы; б) Үшбұрыштың қосылу сұлбасы.

### 1.5 сурет - Асинхронды қозғалтқыштардың орамаларын қосу сұлбалары

1.3.5 қозғалтқышты басқару сұлбаларын құрастыру.

1. 1.6, 1.7 - суреттерде көрсетілген басқару сұлбаларын зерттеу. Мұғаліммен бірге басқару тізбектері мен сұлбалардың қуат бөліктері қалай жұмыс істейтінін талдаңыз.

2. Электромагниттік стартерлердің, жылу релесінің және түйме постының дизайнымен танысыңыз. Сұлбаларға қатысатын коммутациялық аппараттар элементтерінің орналасуын (1.6, б, 1.7, б суреттер), олардың байланыс қысқыштарын анықтау.

3.1.6. 1.7 суреттерде көрсетілген басқару сұлбаларын жинаңыз.

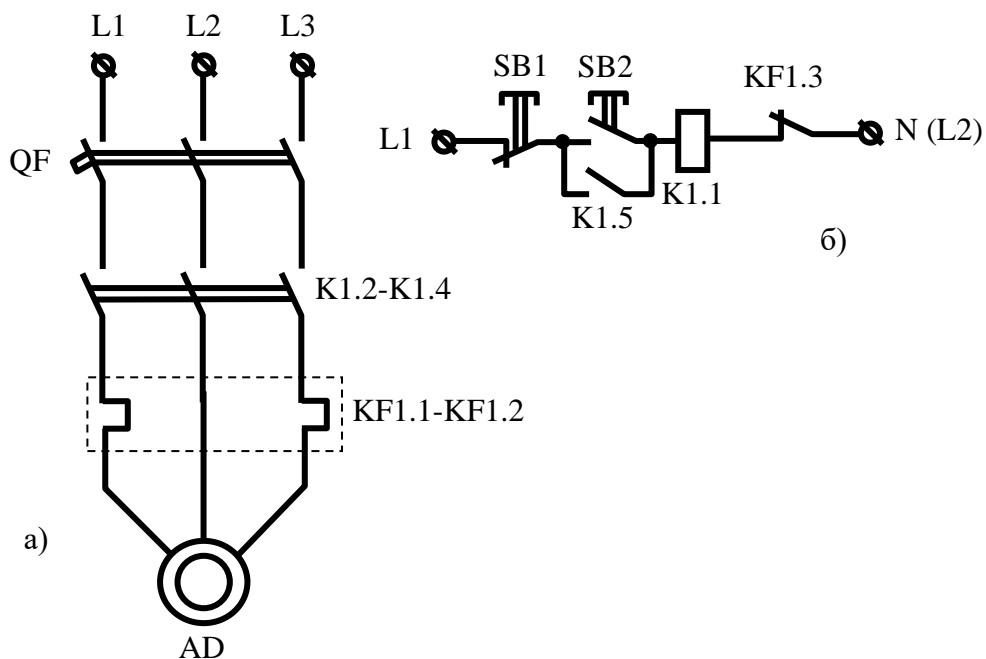
Алдымен басқару тізбегін күшсіз жинаңыз. Бұл жағдайда Стартер катушкаларының жұмыс кернеуін білу қажет болды. Стартерде 380 В (екі фаза арасындағы басқару тізбегін қосу) және 220 В (фаза мен нөл арасындағы басқару тізбегін қосу) катушкалар қолданылуы мүмкін және олар бір-бірін алмастырады, жұмыс кернеуі катушканың өзінде, 220 В.

Қозғалтқышты реверсиялайтын сұлба үшін (1.7 сурет) екі Стартер бір уақытта қосылмауы тиіс екенін есте сақтау қажет. Бұған сұлбада блоктау контактілерін қолдану арқылы қол жеткізілді, олар К1.6 және К2.6 стартерлерінің қосымша қалыпты жабық контактілерін қолданды (1.7, б суреттегі басқару тізбегінің сұлбасын қараңыз). Кез келген стартерді қосқан кезде, ол басқа стартердің қуат тізбегін блоктау арқылы бұзды, бұл екінші стартерді қосуға мүмкіндік бермеді.

Басқару сұлбасын құрастырғаннан кейін жұмыста тексеріңіз.

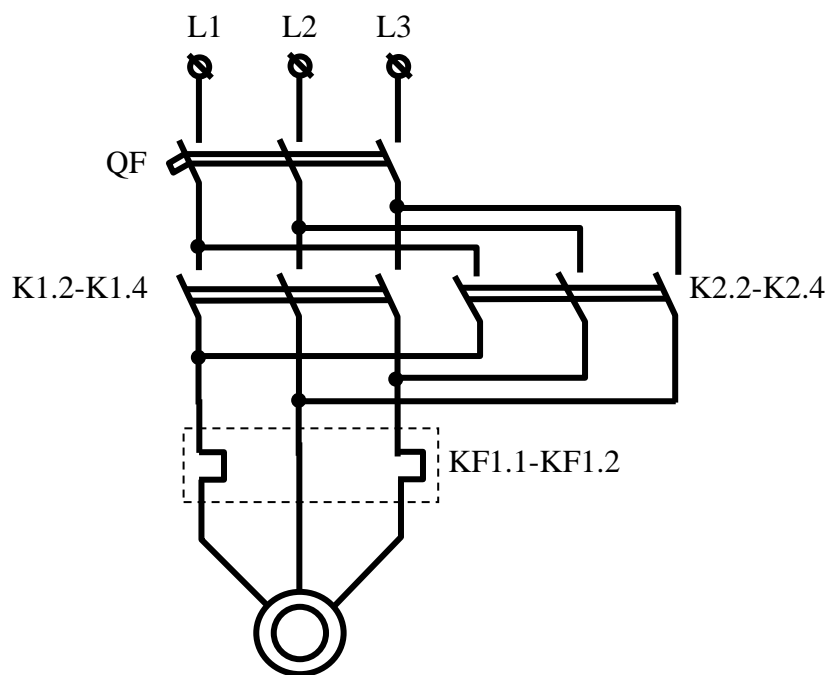
Басқару сұлбасы жұмыс істейтініне көз жеткізіп, қуат бөлігін жинаңыз. Кейін құрастыру сұлбаларын (әсіресе реверсиялау қозғалтқыш) қарауға

сымдарды күш байланыстары жібергіштер үшін көз болмайды қосу қысқа тұйықталу.

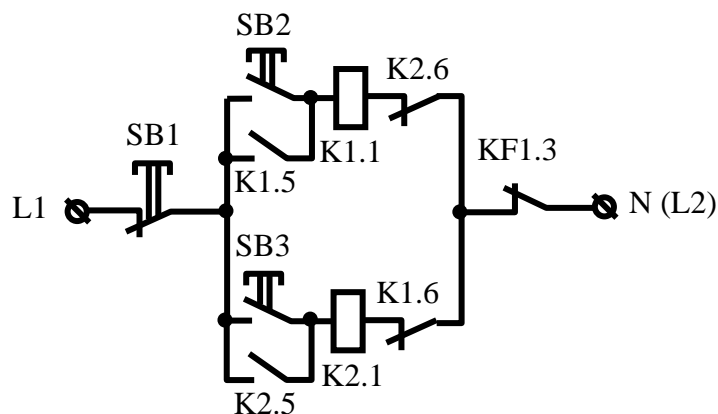


а) Күштік бөлік; б) Басқару тізбегі.

1.6-сурет – «Асинхронды қозғалтқышты іске қосу» басқару сұлбасы



а) Күштік бөлігі;



б) Басқару тізбегі.

1.7 сурет– «Кері бағыттаумен асинхронды қозғалтқышты іске қосу» басқару сұлбасы

#### 1.4 Есептің мазмұны

- 1.4.1 Зертханалық жұмыстың мақсаттары.
- 1.4.2 Теориялық мәліметтер.
- 1.4.3 Зертханалық стендтің сипаттамасы.
- 1.4.4 Жұмысты орындау тәртібі.
- 1.4.5 Эксперименттік деректер.
- 1.4.6 Атқарылған жұмыс туралы қорытынды.
- 1.4.7 Әдебиеттер тізімі.

#### 1.5 Бақылау сұрақтары

- 1.5.1 Жоғары вольтты қозғалтқыштарды тексеру қалай жүргізіледі.
- 1.5.2 Асинхронды қозғалтқышты іске қосу сұлбасының жұмысын түсіндіру.
- 1.5.3 Кері бағыттаумен асинхронды қозғалтқышты іске қосу схемасының жұмысын түсіндіру.
- 1.5.4 Жоғары қуатты машиналарды баптау.
- 1.5.5 Шағын машиналарды баптау.
- 1.5.6 Орташа қуатты машиналарды баптау.
- 1.5.7 Жоғары қуатты электр қозғалтқышының механикалық бөліктерін пайдалану және тексеру.
- 1.5.8 Қуаты аз электр қозғалтқышының механикалық бөліктерін пайдалану және тексеру.

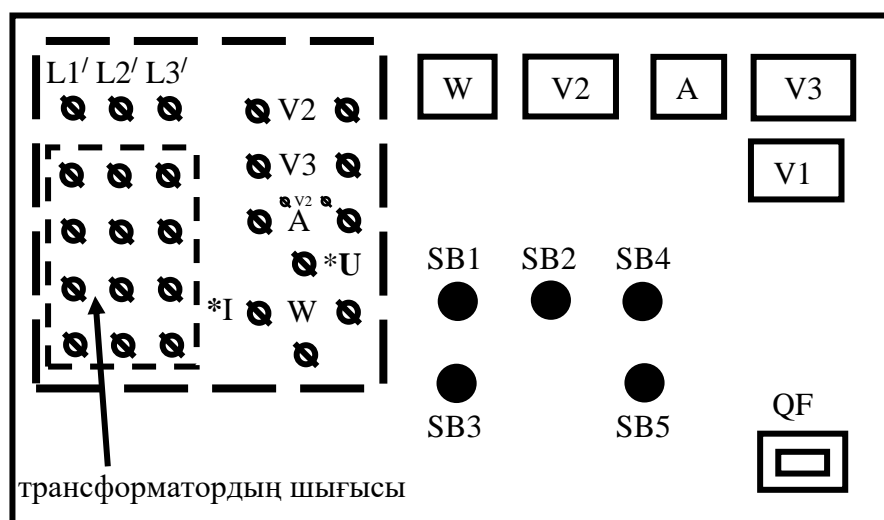
## 2 зертханалық жұмыс №2. Трансформатор орамаларын қосу схемаларын баптау

*Жұмыстың мақсаты:* трансформатор орамаларының қосылыстары мен қосылу тобын анықтау әдістерін зерттеу, сондай-ақ трансформатор орамаларының берілген қосылу тобын реттеу.

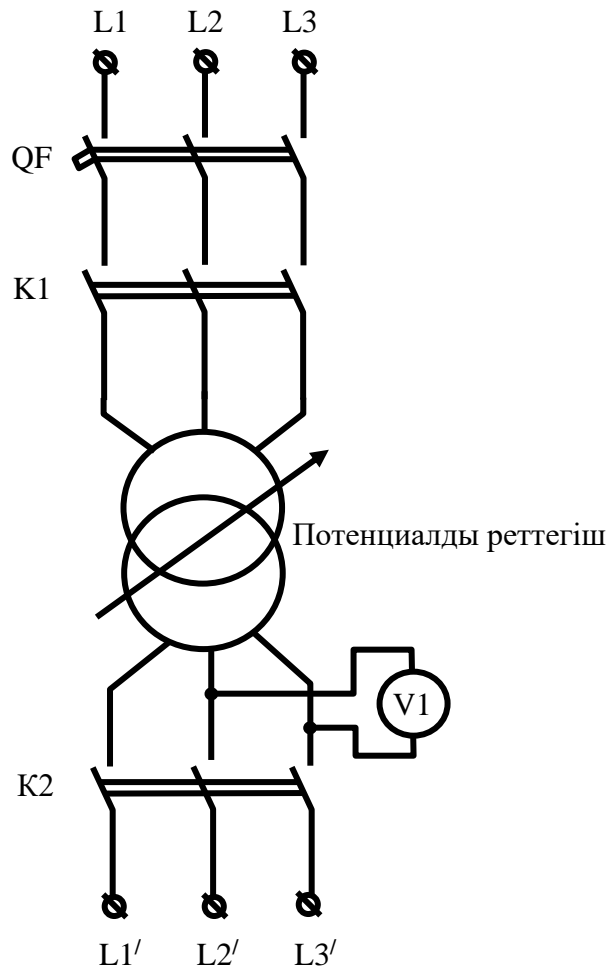
### 2.1 Зертханалық стендтің сипаттамасы

Зертханалық стенд монтаждау үстелі түрінде жасалған (2.1 сурет). Үстелде өлшеу құралдары, басқару түймелері, қуат көзі және терминал қысқыштары бар. Терминалды қысқыштардың бір бөлігі өлшеу құралдарын жиналған схемаларға қосуға арналған. Зерттелетін трансформатор орамаларының терминалдары терминалды қысқыштардың басқа бөлігіне қосылған. Қандай да бір схеманы монтаждағанда кейін клеммдік қысқыштар сақтандырғыш қақпақпен жабылуы тиіс, қақпағы ашық болған кезде стендтің жұмысы бұғатталады.

Сұлбаның күштік бөлігі 2.2-суретте көрсетілген. Қуат көзі QF автоматымен беріледі. Потенциалды реттегішті қосу SB1 түймесін басқан кезде K1 қосқышымен жүзеге асырылады, SB2 түймесі K1 қосқышын және потенциалды реттегішті өшіреді. Потенциалды реттегіштен L1/, L2/, L3/ үстел терминалдарына кернеу беру SB3 түймесін басқан кезде K2 қосқышымен жүзеге асырылады, осы кезде түйме ұсталуы керек. Потенциал-реттегіштің шығыс кернеуі SB4 (үлкен) және SB5 (аз) түймелерімен орнатылады, ал фазааралық кернеудің мәні V1 вольтметрмен басқарылады.



2.1 сурет - Зертханалық стенд



2.2 сурет - Қосылу сұлбасы

## 2.2 Жұмысты орындау тәртібі

2.2.1 Үш фазалы үш толқынды екі орамалы трансформатордың конструкциясымен және оның техникалық деректерімен танысу.

2.2.2 Трансформатордың төменгі және жоғарғы жағындағы орамалардың әр фазасына жататын қысқыштарды анықтаңыз.

2.2.3 Трансформатор орамаларын таңбалау.

2.2.4 Трансформатор тобын анықтау.

2.2.5 Трансформаторды берілген топқа жинау.

1. ЖК және ТК орамаларының әр фазасына жататын тұжырымдарды анықтау.

ЖК және ТК орамаларының әр фазасына жататын тұжырымдарды анықтау үшін омметр қолданылды. Трансформатор орамасының кез-келген шығысы омметрге қосылды. Омметрден еркін зондпен фазалық орамалардың 5 терминалына кезек-кезек тиіп, бір фазаның шығысы анықталды.

Келесі жұп тұжырымдар анықталды: 1-4, 2-5, 3-12, 6-9, 7-10, 8-11.

2. ЖК және ТК орамаларын анықтау.

Барлық алты ораманың кедергісі өлшенді. Алынған мәндер үш бірдей қарсылықтың екі тобына бөлінді. Үлкен кедергілер ЖК орамаларына, кіші ТК орамаларына сәйкес келеді.

Анықталды:

1-4, 2-5, 6-9 кедергісі = 200 мОм, ЖК орамаларына сәйкес келеді;

3-12, 7-10, 8-11 кедергісі = 20 мОм, ТК орамаларына сәйкес келеді.

3. Магниттік тізбектің бір өзегінде орналасқан ЖК және ТК орамаларын анықтау.

ЖК орамаларының кез келгені төмен кернеумен ( $U < 100$  В) қуатталады. Өлшеу кернеу қорытындылар ТК орамының. Магнит ағынының таралуына сәйкес, ең үлкен ЭҚК басқарылатын ЖК орамасы бар сол өзекте орналасқан ТК орамасында болады. Сол сияқты орамалардың қалған жұптары анықталады.

Келесі орамалар орнатылды: 1-4 және 7-10, 2-5 және 8-11, 6-9 және 3-12.

4. Трансформатордың ЖК және ТК орамдарын таңбалау.

Орамаларды таңбалау төменгі кернеуден басталады. Трансформатор орамасының кез келген үш қысқышы бір-бірімен жабылатын тізбекті жинаңыз. Ораманың бір фазасына төмендетілген кернеу беріледі ( $U \leq 100$  В). «ав» және «вс» қысқыштарындағы кернеудің салыстырмалы мәні бойынша трансформатордың қысқыштары таңбалаынады. Тәжірибе жүргізу кезінде келесі жағдайлар болуы мүмкін:

- трансформатордың ортаңғы өзегінде орналасқан фазалық орамаға нақты кернеу қолданылады;

- трансформатордың шеткі өзегінде орналасқан фазалық орамаға ұқсас кернеу қолданылады.

Бірінші жағдайда, ортаңғы өзекке қатысты симметриялы магниттік жүйеге байланысты, F өзегінің ағыны экстремалды өзектерге біркелкі бөлінеді және  $\frac{1}{2}\Phi$  құрайды. бұл магниттік ағындар ЭҚК экстремалды өзектерінің фазалық орамаларында  $E_{ax} = E_{cz} = \frac{1}{2}E_{by} = \frac{1}{2}U$  мәндеріне тең болады.

Трансформаторды дұрыс таңбалау кезінде қысқыштарға (а-в), (в-с) қосылған вольтметрдің көрсеткіштері тиісінше нөлге тең болады.

Бұл «ав» және «вс» контурлары бойынша айналып өту кезінде фазалар орамаларының ЭҚК қоса берілген кернеуге сәйкес бағытталғандығымен және жиынтықталатындығымен, ал «ас» контуры бойынша орамдарды айналып өту кезінде қарсы бағытталғандығымен және шегерілетіндігімен түсіндіріледі. Егер дұрыс таңбаланбаған болса, «ав» қысқышында қосылған вольтметрдің көрсеткіштері берілген кернеу мен дұрыс қосылмаған фазаның ЭҚК айырмашылығымен анықталады, яғни  $U_{by}$  қолданылатын кернеуден аз. Бұл орамалардың біреуі дұрыс таңбаланбаған жағдайда, индукцияланған ЭҚК белгісі өзектегі магнит ағынының өзгермейтін бағытында керісінше өзгереді. Дұрыс таңбалау үшін «а» фазасының «х» ұшымен басын («а» қысқышы) ауыстыру керек.

Егер кернеу өзекке қатысты магниттік жүйенің асимметриясына байланысты шеткі өзектегі фазалық орамаға берілсе (2-жағдай), өзектердегі

ағындар біркелкі бөлінбейді және негізінен тиісті өзектердің магниттік күш сызықтарының ұзындығына байланысты болады және шамамен  $\Phi_1:\Phi_2:\Phi_3=1:2/3:1/3$  қатынасына тең болады. Ағындардың бұл таралуы негізінен трансформатордың магниттік тізбегі терезесінің ені мен ұзындығының геометриялық өлшемдеріне байланысты және трансформатордың әртүрлі нұсқалары үшін әртүрлі болуы мүмкін. Трансформатор фазаларының орамаларындағы осы ағындарға пропорцияда ЭҚК индукцияланады. Жоғарыда айтылғандарға байланысты қысқыштарды таңбалауды орта өзекте орналасқан ораманың фазасына кернеу берілген кезде жүргізу ұсынылады. ЖК орамасының қысқыштарын таңбалау ТК орамаларын таңбалауға ұқсас жүргізіледі

Орнатылған: 1-А, 2-В, 3-С, 4-Х, 5-У, 6-С, 7-а, 8-б, 9-З, 10-х, 11-у, 12-з.

5. Трансформатор тобын анықтау.

Трансформатор тобын у/Δ тізбегі бойынша анықтау қажет болсын. Барлық бастапқы және қайталама сызықтық кернеулердің теңдігін тексеріңіз, «А» және «а» клиптерін секіргішпен жалғаңыз, содан кейін «а» және «А» нүктелері бірдей болады. Содан кейін қысқыштар арасындағы кернеуді өлшеңіз: АВ, ВС, СА, вС, сВ, сС. Алынған мәліметтерге сәйкес, бастапқы сызықтық кернеулердің АВС тең жақты үшбұрышы еркін масштабта салынады. «А» және «а» нүктелері бірпотенциалды болғандықтан, екінші реттік сызықтық кернеулер үшбұрышының шыңы «в» үш кесіндінің қиылысу нүктесінде кездеседі: АВС үшбұрышының «А» шыңынан жүргізілген «ВА» кесіндісі, «вВ» кесіндісі «В» шыңынан және «вС» кесіндісі – «С» шыңынан. Екінші реттік сызықтық кернеулер үшбұрышының «С» шыңы «сА», «сВ», «сС» үш кесіндісінің қиылысу нүктелерінде орналасқан.

Бастапқы және қайталама сызықтық кернеулердің фазаларын сағат тілімен айналдыру тәртібі бірдей болуы керек. Біріншіге қатысты екінші сызықты ЭҚК-нің ығысу бұрышы бойынша (мысалы, UAB-қа қатысты  $U_{AB}$ ) орамалардың таңбаланған кезде у/Δ қосылыстары тобы анықталады.

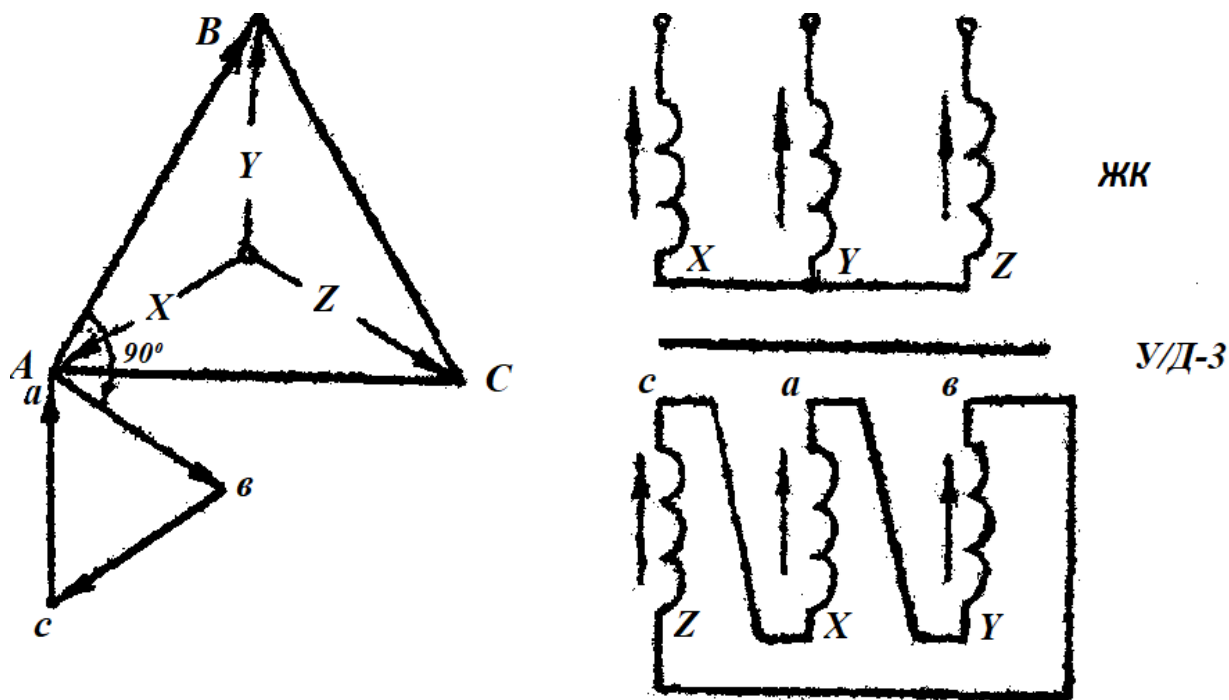
Трансформатордың 11 топқа қосылғаны анықталды.

6. Трансформаторды берілген топқа қосу.

Берілген топқа орамаларды қосу потенциалды диаграмма негізінде жүзеге асырылуы мүмкін. Үш фазалы трансформатордың орамаларын у/Δ -3 (үшінші топ) сұлбасы бойынша қосу қажет.

Бұл топ үшін сызықтық ЭҚК орамалары ЖК мен ТК орамалары арасындағы ығысу  $3 \cdot 30=90$  градусқа тең.





2.3 сурет - Векторлық диаграмма және үшінші топ үшін трансформатор қосылыстары

Суреттен АВ және ав, ВС және вс, СА және са векторлары арасындағы ығысу 90 градуска тең екенін көруге болады.

2.3, б суретте трансформатордың бастапқы және қайталама орамаларының фазалық қысқыштары көрсетілген. Қысқыштар орамасының ШКІ белгіленді, еркін түрде, АХ ВУ СZ. ЖК және ТК орамаларының фазалары бір бағытта оралған деп есептей отырып, ЖК орамасының фазаларында ЭҚК-нің жедел бағыты, мысалы, ұшынан бастап бастауларға дейін және ТК орамасының фазаларында ЭҚК-нің сол бағытында көрсеткілермен белгіленеді. ТК орамасының қысқыштарын белгілеу қалады. Потенциалдық диаграммадан «вс» - орамасының ТК сызықтық ЭҚК векторы, АХ фазалық ЖК орамасының ЭҚК векторы сияқты бағытталғанын көруге болады. Демек, «вс» қысқыштары шеткі сол жақ фазада орналасуы тиіс, бұл ретте көрсеткіш «в» - дан «с» - ға дейінгі бағытты көрсетуі тиіс.

Сол сияқты ортаңғы фазада «са» және шеткі оң жақта – «ав» қысқыштары белгіленуі тиіс. Сол атаудағы қысқыштарды қосу арқылы берілген топ - 3 құрылды.

## 2.3 Есеп мазмұны

2.3.1 Зертханалық жұмыстың мақсаттары.

2.3.2 Теориялық мәліметтер.

2.3.3 Зертханалық стендтің сипаттамасы.

2.3.4 Жұмысты орындау тәртібі.

- 2.3.5 Эксперименттік деректер.
- 2.3.6 Атқарылған жұмыс туралы қорытынды.
- 2.3.7 Әдебиеттер тізімі.

## **2.4 Бақылау сұрақтары**

- 2.4.1 Трансформатор орамдарының шықпаларын анықтаудың қандай әдістері бар?
- 2.4.2 Трансформатор орамдарының қосылу тобын анықтау әдістері.
- 2.4.3 Трансформатор орамаларын қосудың берілген тобын баптау қалай жүргізіледі?
- 2.4.4 Үш фазалы үш кернеулі және топтық трансформатордың конструкцияларын салыстыру.
- 2.4.5 Трансформатордың қысқыштарына қосылған вольтметрдің көрсеткіші неге байланысты?
- 2.4.6 Өртүрлі құрылымдағы трансформаторлардың техникалық деректері.
- 2.4.7 Орамдарды таңбалау қалай жүргізіледі?
- 2.4.8 Трансформаторлар тобын қалай анықтауға болады?

## **3 Зертханалық жұмыс №3. Электр беру желілерінің зақымданған жерін анықтау әдістерін зерттеу**

*Жұмыс мақсаты:* электр беру желілерінің зақымдану орнын анықтау әдістерін зерттеу және Р5-10 аспабымен жұмыс істеу дағдыларын меңгеру.

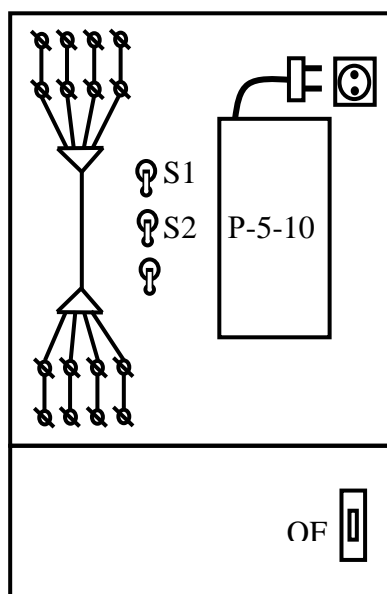
### **3.1 Тапсырма**

- 3.1.1 Зертханалық стенд құрылғысымен танысу.
- 3.1.2 Р5-10 аспабының әрекет ету принципімен танысу.
- 3.1.3 Р5-10 аспабының көмегімен қысқа бейнепульс және бірлі-жарым кернеу айырмасы әдісімен зақымдану орнын анықтау.
- 3.1.4 Зақымдалған және зақымдануды жойғаннан кейін кабель моделінің импульстік сипаттамаларын сызыңыз (зақымдануды имитациялау тумблерлері ажыратылған кезде).

### **3.2 Зертханалық стендтің сипаттамасы**

Стендтің сыртқы түрі 3.1-суретте көрсетілген. Стенд Р5-10 құрылғысынан және кабель желісінің моделінен тұрады. Р5-10 аспабына қуат 220 В розеткадан беріледі, оған кернеу стенд автоматымен беріледі. Кабель желісінің моделі үшін қуат қажет емес, стендтің жоғарғы панелінде кабель өткізгіштерінің ұштары бар кабель желісінің мнемосұлбасы көрсетілген.

Мнемосұлбаның жанында зақымдарды имитациялау үшін тумблерлер орнатылған: S1, S2, S3.



3.1 сурет - Зертханалық стенд

### 3.3 Теориялық мәліметтер

P5-10 өлшегіші электр беру және байланыстың әуе және кабельдік желілерінде келесі операцияларды жүргізуге арналған:

-Зақымдануды анықтау және оның сипатын анықтау (үзілу, қысқа тұйықталу) ;

-Толқын кедергісінің шоғырланған гетерогенділігін анықтау (сымдардағы асимметрия, байланыстың бұзылуы, кірістіру, оқшаулау кедергісінің күрт өзгеруінен гетерогенділік және т. б.);

-Зақымға немесе гетерогенділікке дейінгі қашықтықты анықтау.

Есептегішті зақымдалған желілерде өлшеу үшін ғана емес, сонымен қатар кабельдердің күйін бақылау, олардағы ақауларды болжау, олардың ұзындығын өлшеу және симметриялау үшін де қолдануға болады.

Кабельдердегі Метрдің негізгі блогын қолдана отырып, келесі өлшеулерді жүргізуге болады:

-Асимметриялық кабельдің гетерогенділігіне (зақымдалуына) дейінгі қашықтықты анықтау;

-уақыт кідірісін өлшеу;

-үш ядроны дәйекті салыстыру;

-энергияның ауысу әдісі бойынша өлшеу;

-күрделі зақымдануларды кернеу айырмашылығымен зерттеу (индуктивті және сыйымдылық сипатындағы реактивтілікті шынайы зақымданулардан ажырату, кабель ендірмелерінің ұзындығын және құрылыс

ұзындығын өлшеу, тармақтармен желілерде өлшеу, ылғал кабельге түскен кезде толқын кедергісінің бірқалыпты өзгеруі кезіндегі өлшеу және т.б.).

Көруге болатын сызықтың ең аз ұзындығы 5 м-ден аспайды, алайда желінің басына бірдей толқындық кедергісі бар ұзындығы шамамен 4-5 м калибрленген кірістіру қосылған кезде оны азайтуға болады.

### 3.3.1 Жұмыс принципі P5-10.

Есептегіш жіберілген сигналға қатысты шағылысқан сигналдың кешігу уақыты бойынша қашықтықты анықтаудың импульстік әдісіне негізделген. Зондтау импульсі импульстік генератор арқылы қалыптасады және толқын арнасына (зерттелетін желінің сымдары) жіберіледі. Желіде болып жатқан процестерді көрсету ЭСТ экранында жүзеге асырылады. Өлшенген қашықтықты есептеу «ҚАШЫҚТЫҚ» дәлдікті потенциалметр шкаласы бойынша тікелей жүргізіледі.

### 3.3.2 Қауіпсіздік шараларын көрсету.


1.Құрылғы электр қауіпсіздігі бойынша 1 сыныпқа сәйкес келеді.

2.Барлық өлшеулер екі жағынан ажыратылған желіде жүргізіледі. Есептегіштің істен шығуына жол бермеу үшін алдымен өзектерді бір-біріне және жер шинасына жауып, желіні босату керек.




3.Аспаппен жұмыс істеу онымен жұмыс істеу жөніндегі нұсқаулықпен танысқан адамдарға рұқсат етіледі.

## 3.4 P5-10 аспабымен жұмысты орындау тәртібі

3.4.1 Басқару тұтқаларын алдыңғы және бүйірлік тақталарға келесі позицияларға орнатыңыз:

- «КҮШЕЙТУ» - сол жақ;
- «ҚАШЫҚТЫҚ» - «О»;
- «УСТ. ОТСЧЕТА» - Шеткі сол жақ;
- «КОМПЕНС.» - шеткі сол жақ;
- «СҮЗГІ» - «»

3.4.2 Қуат кабелін қуат беру желісіне қосыңыз; «ҚУАТ» қосқышын қосыңыз; сигнал шамы жанады және 0,5-2 минуттан кейін ЭСТ экранында сканерлеу желісі пайда болады.

3.4.3 «» «» «» тұтқаларымен ЭСТ экранындағы сәуленің жарықтығын, фокусын және орнын реттеңіз. Сәуленің сканерлеу сызығының орналасуы түтік экранының ортасында болуы керек.

3.4.4 Метрдің сол жақ панеліндегі «КІРІС-ШЫҒЫС» қосқышына жалғау кабелін қосыңыз; жалғау кабелінің қосқышына жалғау кабелін қосыңыз.

3.4.5.Өлшенетін сызықтардың ұзындығына байланысты жұмыс ауыстырып қосқыш пен «КМ ДИАПАЗОНДАРЫ» тумблерімен таңдалатын мынадай өлшеу диапазондарының бірінде жүргізіледі: 0,3 км; 1 км; 3 км; 10 км; 30 км; 100 км; 90 км; 300 км.

Егер санау өлшеу диапазонының соңында жасалса, қашықтықты өлшеу нәтижесі дәлірек болады.

3.4.6 Қысқа бейне импульсті өлшеген кезде «ЗОНД.ИМП» тұтқасын мына жағдайларға орнатыңыз:

- «0,05; 0,1; 0,3;» (өлшенетін сызықтың ұзындығы 10 км-ге дейін болғанда);

- «0,1; 0,3; 1; 3» (өлшенген ұзындығы 30 км-ге дейін);

- «1; 3; 10; 30» (өлшенетін сызықтың ұзындығы 300 км-ге дейін болғанда).

3.4.7 Қаламды орнатыңыз «ШЫҒ.КЕРНЕУ»- өлшенетін сызықтың толқындық кедергісінің шамасына. Шығу кедергісінің шамаланған мәндері «ШЫҒ.КЕРНЕУ» тұтқасының астында құрылғының алдыңғы панелінде қолданылатын түсті секторлармен анықталады. Жарық секторы 20-дан 100 Ом-ға дейінгі шығыс кедергісіне сәйкес келеді; сұр - 100-ден 250 Ом-ға дейін; қара сұр-250-ден 500 Ом-ға дейін.

3.4.8 Қосылатын кабельді өлшенген сызыққа қосыңыз.

3.4.9 Қаламды орнатыңыз «ЖАЛПЫ-БӨЛУ» құрылғының сол жақ панелінде «ЖАЛПЫ 1» күйіне бір жұпта өлшеу және дәйекті салыстыру әдісі бойынша өлшеу жағдайында немесе «БӨЛУ.»- энергияның ауысу әдісі бойынша өлшеу жағдайында.

Жұптарды салыстыру әдісі бойынша өлшеу кезінде «ЖАЛПЫ-БӨЛУ» «ЖАЛПЫ 1» позициясынан «ЖАЛПЫ 2», «ЖАЛПЫ 3» позицияларына кезекпен ауыстырыңыз. Қосылу кабелінің қорытындылары «КІР. 1», «КІР. 2», «КІР. 3» зерттелетін сым тарамына қосылуы керек.

3.4.10 «ҚЫСҚАРТУ» тұтқасын өлшенетін кабель түрінің қысқарту коэффициентінің мәніне сәйкес келетін қалыпқа орнатыңыз.

3.4.11 Өлшеуішті жұмысқа дайындау және өлшенетін желіге қосу аяқталғаннан кейін ЭСТ экранында желінің импульстік сипаттамасын қарап шығу.

3.4.12 Неғұрлым айқын импульстік сипаттаманы алу үшін «ШЫҒУ. КЕРНЕУ» мен «СҮЗГІ» тұтқаларын реттеу керек.

Сүзгі «тұтқасының ережелері» - « $\approx 1$ ,  $\approx 2$ ,  $\approx 3$ » төмен жиілікті кедергілердің жоғары деңгейі бар желілерде өлшеу кезінде қолданылады; « $\approx 1$ » - жоғары жиілікті кедергілердің жоғары деңгейі бар желілерде.

3.4.13 Сызықтың біртекті еместігінен (болжамды зақымдану орнынан) шағылысуға сәйкес келетін сызықтың импульстік сипаттамасында шашырау табыңыз, зақымдану сипатын орнатыңыз.

Транспозициялардан, ендірмелерден, қайта өрнектерден шағылысқан күрделі импульстік сипаттамасы бар желінің зақымдалған жерінен шағылысқан сигналды табу үшін импульстік сипаттаманың сызбасын жасаңыз және басқару тұтқаларының бірдей позицияларында зақым болмаған кезде оны осы сызықтың бұрын сызылған сипаттамасымен салыстырыңыз.


3.4.14 Тұтқамен «ОРНАТУ. САНАҚ» алдыңғы фронт зондтау импульсін бір ЭСТ шкаласымен біріктіру.







3.4.15 «Қашықтық» тұтқасымен импульстік сипаттаманың (шағылысқан импульстің) табылған шашырауының алдыңғы жағының басталуын шкаланың

есептеу тәуекелімен (зондтық импульстің комбинациясы жасалған) біріктіріңіз.

3.4.16 «Қашықтық» тұтқасының көрсеткіші бойынша қашықтықты кері санаңыз (алынған нәтижеге қосылатын кабельдің ұзындығы кіреді).

Егер сызық ұзартылған болса және құрылғы оның соңында зақымдалған жерді көрсетсе, онда дәлдікті арттыру үшін сызықтың екінші ұшынан өлшеу жүргізген жөн.

3.4.17 Күрделі зақымдануларды өлшеу «ЗОНД» тұтқасын орнату кезінде кернеу айырмасымен желіні зондтау арқылы жүргізіледі. ИМП.µs «орнына» .

Енгізу кезінде күшейту вершина бірлі-жарым құлама мүмкін шегінен экранның ЭСТ. Бұл жағдайда «» тұтқасы экранның көруге ыңғайлы жерінде айырмашылықтың жоғарғы жағын орнатуы керек. Егер бұл түзету жеткіліксіз болса, онда өлшеуіштің бүйіріндегі Саңылау астында көрсетілген « » сканерлеу сызығының бастапқы орнату резисторын пайдалану керек. Өлшеу аяқталғаннан кейін, « » тұтқасын «» орташа күйіне алдын-ала орнатып, резисторымен сканерлеу сызығын бастапқы күйіне орнатыңыз.

Гетерогенділікке дейінгі қашықтықты өлшеу жоғарыда көрсетілгенге ұқсас жүргізіледі.

Тұтқамен «УСТ.ОТСЧЕТА» айырмашылықтың алдыңғы жағын ЭСТ шкаласының бір суретімен біріктіріңіз. Біркелкі емес жерге сәйкес келетін айырмашылықтың жалпақ шыңында шашырауды табыңыз. «Қашықтық» тұтқасымен табылған шашыраудың алдыңғы жағының басталуын есептеу шкаласымен біріктіріңіз. «Қашықтық» тұтқасының көрсеткіші бойынша қашықтықты гетерогенділікке дейін санаңыз.

3.4.18 Ұзын желілерде, үлкен өшуі бар кабельдерде өлшеу жүргізу кезінде импульстің ұзақтығын ұлғайту және оның пішінін бұрмалау есебінен өлшеуіштің рұқсат ету қабілеті айтарлықтай төмендейді. Қашықтық бойынша рұқсат ету қабілетін қалпына келтіру мақсатында «КОМПЕНС». «КОМПЕНС» тұтқасын орнатыңыз, бақыланатын импульстік сипаттама ең көрнекі болатын жағдайға және жоғарыда сипатталғандай өлшеулер жасаңыз.

3.4.19 Зақымдануды жойғаннан кейін желіні аспаппен қайта қарау және импульстік сипаттаманы салу немесе зақымдануды жойғаннан кейін жаңа көрінетін көрініс пайда болса, ескісіне түзету енгізу қажет.

### **3.5 Есеп мазмұны**

3.5.1 Зертханалық жұмыстың мақсаттары.

3.5.2 Теориялық мәліметтер.

3.5.3 Зертханалық стендтің сипаттамасы.

3.5.4 Жұмысты орындау тәртібі.

3.5.5 Эксперименттік деректер.

3.5.6 Атқарылған жұмыс туралы қорытынды.

3.5.7 Әдебиеттер тізімі.

### 3.6 Бақылау сұрақтары

3.6.1 Электр беру желілерінің зақымдануын анықтаудың импульсті әдісі.

3.6.2 ЭЖЖ зақымдануын анықтаудың индукциялық әдісі.

3.6.3 Электр беру желілерінің зақымдануын анықтаудың акустикалық әдісі.

3.6.4 Тербелмелі разряд әдісі туралы айту.

3.6.5 Сыйымдылық әдісінің принципін түсіндіру.

3.6.6 Ілмек әдісі (Муррей) дегеніміз не?

3.6.7 P5-10 аспабын қалай оттарирлеуге болады?

3.6.8 Желінің зақымдануын анықтаудың қосымша әдістері қандай?

### 4 Зертханалық жұмыс №4. Қорғаныстық ажырату құрылғысының (ҚАҚ) жұмысын зерделеу

*Жұмыстың мақсаты:* қорғаныс ажырату құрылғысының (ҚАҚ) жұмысын зерделеу және онымен жұмыс істеу дағдыларын бекіту.

#### 4.1 Теориялық бөлім

ДА-63 типті электромеханикалық дифференциалды ажыратқыштар электр жабдықтарының ток өткізгіш бөліктеріне кездейсоқ байқаусызда тигенде адамдарды электр тогының соғуынан қорғауға арналған. Ажыратқыштар жоғары жылдамдыққа ие, сенімді және берік. 300 мА іске қосу қондырғысымен орындау электр жабдықтарын өрттен топтық қорғау және сымдар мен кабельдерді дифференциалды токтан оқшаулау үшін қолданылады. Ажыратқыштарды пайдалануға олармен қатар қосылған, шамадан тыс токтардан қорғалған автоматты ажыратқыш болған кезде ғана жол беріледі.

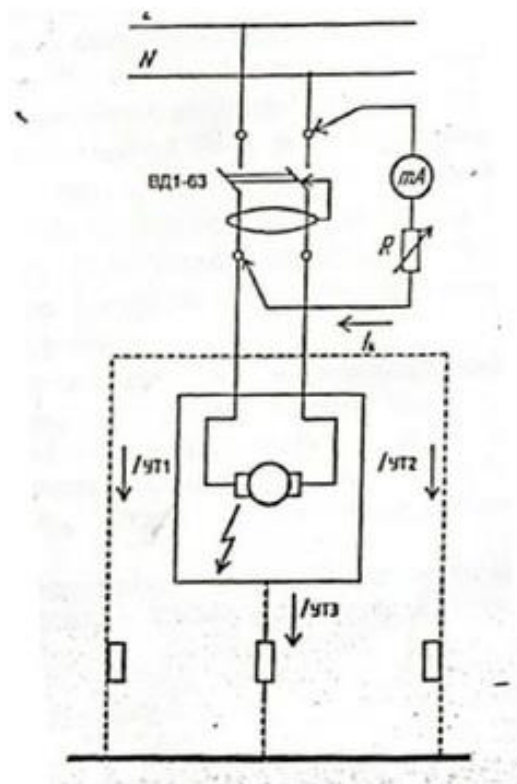
Өнімдер нөлдік жұмыс өткізгіші сынған кезде жұмыс қабілеттілігін сақтайды. Жерге тұйықталған бейтарабы бар электр желісінде токты зақымдаудан қорғау аппаратурасын құру кезінде жерге дифференциалды (Іағып.кету) токты бөлу принципі қолданылады (4.1 сурет).

Бұл  $I\Delta$  тогы-бұл желіден жүктемеге түсетін толық  $I1$  тогы мен жүктемеден желіге қарай ағатын  $I2$  тогы арасындағы айырмашылық. Айырмашылық тогы жерге еденге байланысты болған жағдайда пайда болады. Көрсетілген ток айырмашылығын шығаратын құрылғы ретінде бастапқы ораманың трансформаторы қолданылады, ол бір-біріне бүктелген және сақиналы магнит өткізгіштегі тесіктер арқылы өтетін фазалық (фазалық) және нөлдік сымдар жүктеме бағытында жүреді, ал екінші реттік магнит тізбегі үстіне оралады.

Миниатюралық электромагниттік реле катушкасының орамасы екінші реттік орамаға параллель қосылған – дифференциалды ажыратқыштың негізі болып табылатын электромеханикалық ажырату.

Қалыпты жұмыс режимінде фазалық және нөлдік өткізгіштер түзетін F1 және F2 магниттік жүктемелері өтеледі, нәтижесінде пайда болған ағын нөлге жақын болады.

Екінші орамада кернеу нөлге тең.



$$I_{УТ} = I_{ағып.кету1} + I_{ағып.кету2} + I_{ағып.кету3}$$

4.1 сурет - Электр қондырғысының құрамындағы дифференциалды ажыратқышты басқаруға арналған электр тізбегі

Электромеханикалық ажыратқыштың жұмыс принципі қарапайым реленің әрекет ету принципіне кері әсер етеді. Оның зәкірі тірекке басылады және арнайы «құлыптау» магнитінің тартылуымен осы күйде ұсталады, ал магниттің тарту күші зәкірді өзектен шығаруға тырысатын арнайы «қайтару» серіппесінің күшінен біршама үлкен.

Егер адамның жанасуы нәтижесінде пайда болған дифференциалды ток белгілі бір мәннен асып кетсе, онда босату орамасынан пайда болған электромагниттік ағын құлыптау магнитінің ағынын өтеу үшін жеткілікті болады, серіппе зәкірді өзектен шығарады (іске қосу параметрі). Арматура дифференциалды Ажыратқышты басқару механизміне механикалық әсер етеді. Оның қуат контактілері ашылып, жүктеме (тұтынушы) электр желісінен ажыратылады.

ДА жұмыс жағдайын тексеру үшін дифференциалды токтың пайда болуына еліктейтін «Тест» батырмасы бар тізбек қарастырылған. Түймені



басқан кезде электр желісіне қосылған ДА іске қосылады және визуалды бақылау терезесінде басқару механизмінің ажыратылған күйі туралы Қызыл сектор пайда болады:

#### 4.2 Зертханалық жұмыстың сипаттамасы

Бұл зертханалық жұмыста бірнеше модуль бар:

- «қорғау ажырату құрылғысы. Жүктеме» (4.2 сурет);
- «өлшеу модулі» зертханалық модулі;
- «Автотрансформатор» зертханалық модулі;
- Байланыстырушы өткізгіштер.

1) АС типті ҚАҚ – кенеттен немесе баяу өсіп келе жатқан ауыспалы синусоидальды дифференциалды токқа жауап беретін қорғаныстық ажырату құрылғысы.

2) А типті ҚАҚ – ауыспалы синусоидальды дифференциалды токқа жауап беретін және кенеттен немесе баяу өсетін пульсирленген тұрақты дифференциалды ток.

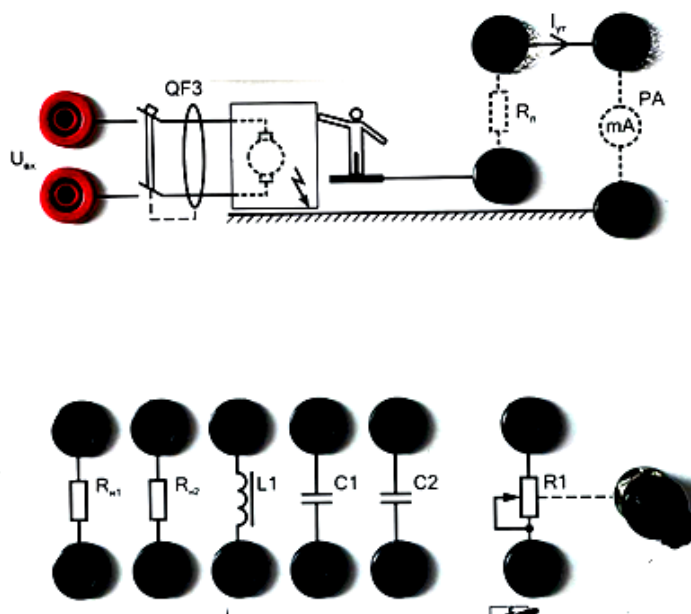
3) В типті ҚАҚ – ауыспалы, тұрақты және түзетілген дифференциалды токқа жауап беретін қорғаныстық ажырату құрылғысы.

4) S типті ҚАҚ – қорғаныштық ажырату құрылғысы, селективті (ажырату уақытын ұстай отырып).

5) G типті ҚАҚ – S типімен бірдей, бірақ уақыт аз.

ЖҚБ жұмыс істеу шарттары бойынша мынадай түрлерге бөлінеді: АС, А, В, S, G.

А типті аспаптар импульстік қоректендіру көздері (компьютерлер, теледидарлар және т.б.) бар электр қабылдағыштары бар тізбектер үшін ұсынылады. Селективті тізбектерді құру үшін S типті ҚАҚ қолданылады, олар белгілі бір уақыт кідірісімен жұмыс істейді.



4.2 сурет - Зертханалық модульдің алдыңғы панелі «Қорғаныс ажырату құрылғысы және жүктеме»

### 4.3 Зертханалық жұмысты орындау тәртібі

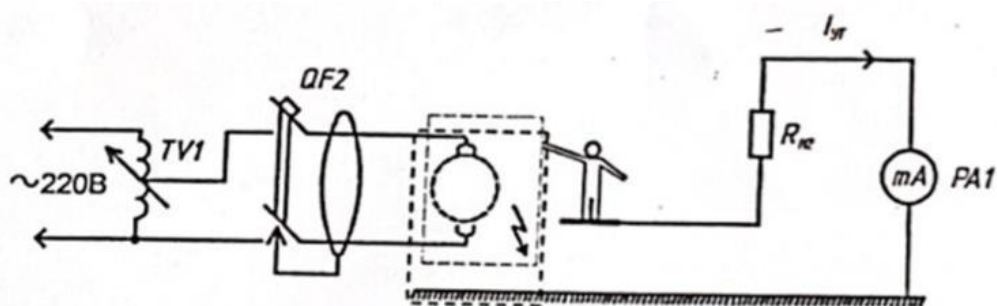
4.3.1 Зертханалық жұмысты орындау үшін қажетті теориялық материалды зерттеу. Бақылау сұрақтарына жауап беріңіз және оқытушыдан зертханалық жұмысқа рұқсат алыңыз.

4.3.2 4.2-суретке сәйкес, ҚАҚ зерттеу үшін модульдердің электрлік қосылыстарын орындаңыз. Монтаждау сұлбалары жүргізуге ажыратылған кезде тамақтану.

РА1 - «Модуль измерительный» Модулінің амперметрі (айнымалы токтың орташа мәнін өлшейді).кв.мынадай формула бойынша есептеледі:  $I_{ср.кв} = 1,11 I_{ср}$ , TV1-«Автотрансформатор» Модулінің автотрансформаторы, QF2 - «қорғаныс ажырату құрылғысы. Жүктеме». Rh2-резистор Модулінің «қорғаныс құрылғысы. Жүктеме».

4.3.3 Сұлбаның дұрыс қосылуын оқытушы немесе зертханашы тексергеннен кейін автоматты Ажыратқышты және «Ваттметр» Модулінің «желі» дифференциалды ток ажыратқышын қосу қажет. ҚАҚ модулін «қауіпсіздік құрылғысы. Жүктеме «I» күйіне. Жиналған сұлбадан rh2 резисторын алып тастаңыз.  $U_{tv1} = 220V$  автотрансформаторының шығу кернеуін орнатыңыз.

«Т-Тест» батырмасын басу арқылы ҚАҚ-ның жұмысқа қабілеттілігіне көз жеткізу, бұл ретте ҚАҚ-ны ажырату орын алады («0»позициясы).



4.3 сурет - ҚАҚ зерттеуге арналған электр сұлбасы

4.3.4 Автотрансформатордың шығу кернеуін орнатыңыз  $TV1=0V$ . 4.3-суретке сәйкес  $R2$  резисторын тізбекке қосыңыз. ЖҚБ-ны «I» күйіне ауыстыру.  $UTV1$  автотрансформаторының шығу кернеуін ҚАҚ іске қосылғанға дейін көбейтіңіз. ҚАҚ жұмыс істейтін токтың мәні ( $PA1$ ) талаптарға сәйкес  $0,5 \cdot I_{\Delta}$  п... $I_{\Delta n}$  болуы тиіс ҚАҚ берілген данасының  $i_{\Delta}$  дифференциалды тогы болып табылады, мұнда  $i_{\Delta n}$ -дифференциалды ажыратқышта көрсетілген номиналды ажыратқыш дифференциалды ток. Токтың мәнін 4.1-кестеге енгізіңіз.

Егер  $i_{\Delta}$  мәні осы диапазон шегінен асып кетсе, ЖҚБ ауыстыруға жатады.

4.3.5 4-тармаққа сәйкес экспериментті бірнеше рет қайталаңыз (оқытушының нұсқауы бойынша),  $I_{\Delta}$  мәндерін 4.1-кестеге енгізіңіз.

4.1 кесте

№ Тәжірибе	1	2	...	N
$I_{\Delta}$ , mA				

4.3.6 Ажыратылатын дифференциалдық токтың орташа мәнін  $I_{\Delta CP}$  формула бойынша есептеу:

$$I_{\Delta CP} = \frac{I_{\Delta 1} + I_{\Delta 2} + I_{\Delta n}}{n}.$$

4.3.7 Жобаны рәсімдеп, нәтижелерді тексергеннен кейін мұғалім схеманы талдап, жиынтықты толық құрамда және оқытушыға немесе зертханашыға тапсырып, қорытынды жасауы керек.

#### 4.4 Есеп мазмұны

4.4.1 Зертханалық жұмыстың мақсаттары.

4.4.2 Теориялық мәліметтер.

4.4.3 Зертханалық стендтің сипаттамасы.

- 4.4.4 Жұмысты орындау тәртібі.
- 4.4.5 Эксперименттік деректер.
- 4.4.6 Атқарылған жұмыс туралы қорытынды.
- 4.4.7 Әдебиеттер тізімі.

## **4.5 Бақылау сұрақтары**

- 4.5.1 Дифференциалды ажыратқыштардың қолдану аясын көрсетіңіз.
- 4.5.2 Дифференциалды ажыратқыштардың жұмыс принципін сипаттаңыз.
- 4.5.3 Электр қондырғысының құрамындағы дифференциалды ажыратқышты басқару сұлбасын талдап беріңіз.

## **5 Зертханалық жұмыс №5. Айнымалы токтың асинхронды электр қозғалтқышының жылу қорғанысы**

*Жұмыстың мақсаты:* айнымалы токтың асинхронды электр қозғалтқышының жылу қорғанысын зерттеу.

### **5.1 Теориялық бөлім**

Электр қозғалтқыштарының қорғанысын дұрыс таңдау және баптау олардың жұмыс ресурсын ұзартуға, апатсыз жұмысты қамтамасыз етуге және пайдаланудағы сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Алайда, қорғауды қолдану Электр қозғалтқышының қымбаттауына әкеледі, сондықтан қорғаныс түрі мен санын таңдау оларды орнатудың техникалық ғана емес, сонымен бірге экономикалық орындылығымен де анықталады. Кернеуі 1000 В дейінгі электр қозғалтқыштарын қорғаудың мынадай түрлері көзделеді::

Көп фазалы қысқа тұйықталудан және минималды кернеуден, ал жерге тұйықталған бейтарабы бар желілерде – айнымалы ток электр қозғалтқыштары үшін бір фазалы тұйықталудан қосымша қорғау;

Тұрақты ток электр қозғалтқыштары үшін қысқа тұйықталудан және жол берілмейтін айналу жиілігінің артуынан қорғау;

Барлық электр қозғалтқыштары үшін шамадан тыс жүктемеден қорғау;

Синхронды қозғалтқыштар үшін асинхронды режимнен қорғаныс.

Электр қозғалтқыштарын қысқа тұйықталудан қорғау үшін сақтандырғыштар немесе автоматты ажыратқыштар қолданылуы тиіс.

Қайта тиеуден қорғау технологиялық себептер бойынша тетікті қайта тиеу мүмкін болған жағдайларда, сондай-ақ ауыр іске қосу жағдайларында және төмен кернеу кезінде іске қосу ұзақтығын шектеу үшін орнатылуы тиіс. Қорғаныс уақыт кідірісімен орындалуы керек және жылу релесі арқылы жүзеге асырылуы мүмкін. Қорғаныс, егер мүмкін болса, ажыратуға немесе сигналға немесе түсіруге әрекет етуі керек.

Қайта-қысқа мерзімді жұмыс режимі бар электр қозғалтқыштары үшін бұл қорғанысты қолдану талап етілмейді.

Термосезімтал қорғаныс құрылғылары электр қозғалтқышының орнатылған жылу қорғанысына жатады. Осы мақсат үшін арнайы көзделген электр қозғалтқышының алдыңғы бөліктерінде (ротордың сыналуынан қорғау) немесе электр қозғалтқышының орамдарында (жылу қорғанысы) ұяларда орналасады. Термосезімтал қорғаныс құрылғыларын екі түрге бөлуге болады: термисторлар – температураға байланысты кедергісін өзгертетін жартылай өткізгіш резисторлар және термостаттар – белгілі бір критикалық температураға жеткенде жұмыс істейтін биметалды қосқыштар.

Термисторлар негізінен екі класқа бөлінеді: РТС типі-оң температура кедергісі бар жартылай өткізгіш резисторлар және ntc типі – теріс температура кедергісі бар жартылай өткізгіш резисторлар. Электр қозғалтқыштарын қорғау үшін негізінен РТС термисторлары (позисторлар) қолданылады, олар белгілі бір температураға жеткен кезде олардың қарсылығын күрт арттырады. Электр қозғалтқышына келетін болсақ, бұл оқшаулаудың осы класы үшін статор орамаларының максималды рұқсат етілген қыздыру температурасы. Үш (екі орамалы электр қозғалтқыштары үшін – алты) РТС термисторы тізбектелген және электронды қорғаныс блогының кірісіне қосылған. Блок тізбектің жалпы кедергісі асып кетсе, Шығыс релесінің контактісі Автоматты ажыратқышты немесе магниттік стартердің катушкасын басқарады. Электр қозғалтқышының температурасын жеткілікті дәлдікпен анықтау мүмкін болмаған жағдайда термисторлық қорғаныс жақсырақ болады. Бұл, ең алдымен, ұзақ іске қосу кезеңі бар электр қозғалтқыштарына, жиі қосу және өшіру операцияларына (қысқа мерзімді режим) немесе реттелетін айналу саны бар электр қозғалтқыштарына (жиілік түрлендіргіштерін қолдана отырып) қатысты. Термисторды қорғау Электр қозғалтқыштарының қатты ластануы немесе мәжбүрлі салқындату жүйесінің істен шығуы үшін де тиімді.

Қорғаудың бұл түрінің кемшілігі-Электр қозғалтқыштарының барлық түрлері сенсорлармен шығарыла бермейді. Бұл әсіресе отандық электр қозғалтқыштарына қатысты. Датчиктер тек стационарлық шеберханалар жағдайында орнатылуы мүмкін. Термистордың температуралық сипаттамасы өте инерциялық және қоршаған ортаның температурасына және электр қозғалтқышының жұмыс жағдайларына байланысты. Қорғаудың бұл түрі арнайы электронды блоктың болуын талап етеді: электр қозғалтқыштарын қорғаудың термисторлық құрылғысы, баптау және реттеу блоктары бар жылу немесе электронды шамадан тыс жүктеме релесі, сондай-ақ Стартер катушкасын немесе электромагниттік босатқышты өшіруге қызмет ететін Шығыс электромагниттік релелер.

Статор орамасының температурасының нормативтен тыс көтерілуіне неғұрлым жедел ден қою үшін электр қозғалтқышының корпусына биметалл ажыратқыштар (термостаттар) орнатылады.

Термостаттар-оларды кейде температура релесі деп те атайды - бұл температураны кесу принципі бойынша жұмыс істейтін биметалды

реттегіштер. Термостаттың жұмыс принципі әртүрлі жылу кеңею коэффициенті бар металдың температуралық деформациясына негізделген. Олар корпусқа бекітілген контактілі пластинадан, температураға байланысты бүгілетін биметалды мембранадан және оған шыбықпен бекітілген жылжымалы байланыс тобынан тұрады. Электр қозғалтқыштарын қорғау үшін әдетте үш (әр орамға бір) қалыпты жабық термостат қолданылады, олар электр қозғалтқышын басқару тізбегіне тікелей және тікелей қосылады. Егер ораманың критикалық температурасы асып кетсе, олар өз тізбегін бірден бұзады, бұл электр қозғалтқышының ажыратылуына әкеледі.

Токтың тікелей немесе жанама жылу әсерін өлшеу принципі бойынша жұмыс істейтін сипатталған қорғаныс құрылғыларының көпшілігі желілік кернеу апаттарына байланысты апаттарға өте нашар жауап береді. Мұндай апаттардан қорғау үшін кернеу релесі және фазалық бақылау қолданылады.

## **5.2 зертханалық жұмыстың сипаттамасы**

Бұл зертханалық стендте келесі модульдер бар:

- қосылатын панелі бар асинхронды айнымалы ток электр қозғалтқышы;
- «Секундомер» зертханалық модулі. «Кернеу трансформаторы»;
- «Өлшеу модулі» зертханалық модулі;
- «Автотрансформатор» зертханалық модулі;
- «Ваттметр» зертханалық модулі;
- Байланыстырушы өткізгіштер.

## **5.3 Зертханалық жұмысты орындау тәртібі**

5.3.1 Зертханалық жұмысты орындау үшін қажетті теориялық материалды зерттеу. Бақылау сұрақтарына жауап беріңіз және оқытушыдан зертханалық жұмысқа рұқсат алыңыз.

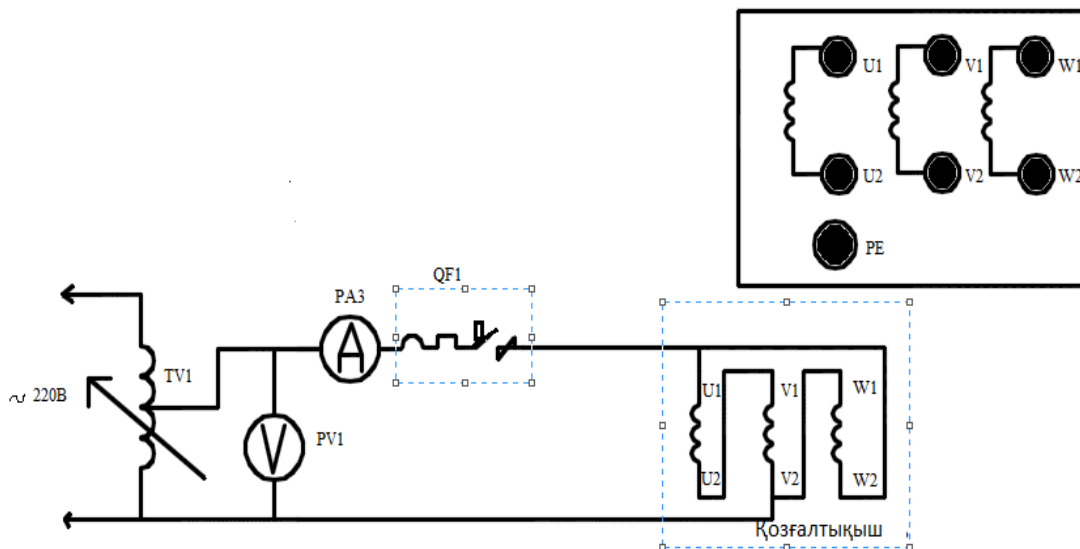
5.3.2 5.1-суретке сәйкес асинхронды электр қозғалтқышының жылу қорғанысын зерттеу үшін модульдердің электрлік қосылыстарын орындау. Монтаждау схемалары жүргізуге ажыратылған кезде тамақтану.

«Өлшеу модулі» Модулінің 5 А шегі бар айнымалы токтың бір амперметрі (айнымалы токтың орташа мәнін өлшейді., орташа квадраттық айнымалы токтың мәні. кв. мынадай формула бойынша есептеледі:  $I_{ср.кв.} = 1,11 I_{ср}$ ), «Модуль өлшегіш» Модулінің 250 В шегі бар  $p_{v1}$  – вольтметр (айнымалы кернеудің орташа мәнін  $U_{ср}$  мәнін өлшейді. RMS айнымалы кернеуінің орташа квадраты кв.  $U_{ср}$  келесі формуласы бойынша есептеледі. кв.  $= 1,11 u_{ср}$ ), TV1 – «Автотрансформатор» Модулінің автотрансформаторы, QF1 – «Секундомер» Модулінің автоматты ажыратқышы. Кернеу трансформаторы».

5.3.3 Сұлбаның дұрыс қосылуын оқытушы немесе зертханашы тексергеннен кейін автоматты ажыратқышты және «Ваттметр» Модулінің «желі» дифференциалды ток ажыратқышын қосу қажет.  $U_{tv1}$  автотрансформаторының

шығу кернеуін арттыра отырып, жүктеме тогын амперметрмен бір рет бақылаңыз (1,0; 1,4; 1,8 а деңгейінде орнатыңыз) жылу қорғанысының іске қосылуын күтіңіз. 5 минуттан кейін тәжірибені қайталаңыз. Ажыратқыш жұмыс істейтін уақытты «Секундомер» Модулінің секундомерімен өлшеңіз. Кернеу трансформаторы». Нәтижелер 5.1-кестеге енгізіледі.

Ескерту. Оқу кезінде электр қозғалтқышын іске қосу конденсаторынсыз қосыңыз.



5.1-Сурет-электр қозғалтқышының жылу қорғанысын зерттеуге арналған электр сұлбасы

5.1 кесте

№ тәжірибе	Ток, А	Қорғаныстың іске қосылу уақыты, сек.
1		
2		
3		

5.3.4 Жылу релесінің іске қосылу уақытының жүктеме тогына тәуелділігінің графигін жасау (уақыт – ток сипаттамасы).

5.3.5 Есепті рәсімделгеннен және нәтижелерді тексергеннен кейін оқытушы сұлбаны талдап, жиынтықты толық құрамда және оқытушыға немесе зертханашыға тапсыруы, қорытынды жасауы қажет.

## 5.4 Есеп мазмұны

5.4.1 Зертханалық жұмыстың мақсаттары.

5.4.2 Теориялық мәліметтер.

5.4.3 Зертханалық стендтің сипаттамасы.

5.4.4 Жұмысты орындау тәртібі.

5.4.5 Эксперименттік деректер.

5.4.6 Атқарылған жұмыс туралы қорытынды.

5.4.7 Әдебиеттер тізімі.

## **5.5 Бақылау сұрақтары**

5.5.1 Электр қозғалтқыштарын қорғаудың негізгі түрлерін көрсетіңіз.

5.5.2 Қандай жағдайларда шамадан тыс жүктемеден қорғау қолданылатынын көрсетіңіз?

5.5.3 Жылу релесінің жұмыс принципін сипаттаңыз, оның кемшіліктерін келтіріңіз.

5.5.4 Жылулық қорғау құрылғыларының негізгі түрлерін келтіріңіз.



## Әдебиеттер тізімі

- 1 Белов Н.В. Библия электрика. – Минск: Харвест, 2011. – 640 с.
- 2 Бредихин А.Н. Слесарь-электромонтажник: Справочник. - 2-ое издание. – М.: ИП Радио Софт, 2014. – 368 с.
- 3 Дубинский Г.Н., Левин Л.Г. Наладка устройств электроснабжения напряжением свыше 1000 В. Издание 2-ое. – М.: СОЛОН-Пресс, 2014. – 538 с.
- 4 Казанина И.В. Наладка и эксплуатация электрооборудования в системах электроснабжения: Конспект лекций для магистрантов специальности 6М071800 – Электроэнергетика. – Алматы. АУЭС, 2010. – 36 с.
- 5 Киреева Э.А. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов): Справочное издание / Киреева Э.А., Шеретнев С.Н. Под. общ.ред. Шеретнева С.Н. – 2 –ое изд. – М.: КНОРУС, 2013. – 864 с.
- 6 Кисаримов Р.А. Справочник электрика. Издание 4-е исправ. и доп. – М.: ИП Радио Софт, 2014. – 514 с.
- 7 Корянин-Черняк С.Л. Справочник домашнего электрика. Издание 7-е. – СПб.: Наука и техника, 2009. – 400 с.
- 8 Красник В.В. 102 способа хищения электроэнергии. – М.: ЭНАС, 2013. – 160 с.
- 9 Пестриков В.М. Современный квартирный электрик. Издание 2-е. – СПб.: БХВ –Петербург, 2012. – 448 с.
- 10 Правила устройства электроустановок Республики Казахстан (ПУЭ) – Алматы, 2015. – 588 с.
- 11 Правила устройства электроустановок. Вопросы и ответы: Учебно-практическое пособие. Издание 2-е издание. – М.: КНОРУС, 2014. – 288 с.
- 12 Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Альтернативные источники энергии. – М.: ИП Радио Софт, 2015. – 248 с. ил.
- 13 Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Электроснабжение: Учебное пособие. – М.: ИП Радио Софт, 2015. – 328 с.
- 14 Сибикин Ю.Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов: Учебное пособие. – М.: Форум: ИНФРА – М, 2015. – 384 с.
- 15 Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. Издание 3-е стереотипное. – М.: ИП Радио Софт, 2013. – 464 с.
- 16 Фадеев В.Б. Электрооборудование распределительных устройств до и выше 1000 вольт: Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика. - Алматы: АУЭС, 2008. – 56 с.

2021 ж. жиынтық жоспар, 5 реті.

Дмитриченко Виктор Иванович  
Казанина Ирина Владимировна  
Расмухаметова Айнур Сериковна  
Даукенова Нурия Аскаровна

## ЭЛЕКТР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫН ЖӨНДЕУ, РЕТТЕУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ

6B07101– «Электр энергетикасы» және 6B07102 – «Электр энергетикасында энергия үнемділігін және энергия тиімділігін Smart технологиясымен біріктіру және басқару» білім беру бағдарламасының студенттері үшін зертханалық жұмыстарды орындауға әдістемелік нұсқаулар

Редактор:  
Стандарттау бойынша маман:

Изтелеуова Ж.Н.  
Ануарбек Ж.А.

Басылымға қол қойылды \_\_.\_\_.\_\_.  
Таралымы 50 дана.  
Көлемі – 2,0 оқу- бас.ә.

Пішімі 60x84 1/16  
Баспаханалық қағаз № 1  
Тапсырыс Бағасы 1000 тг.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының  
көшірме – көбейту бюросы  
050013 Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126/1