

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Энергетика» кафедрасы

Амир Жан Серікұлы

Жоғары вольтты электр жабдықтарын бақылау әдістерін жетілдіруді
талдау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Мамандығы 5B071800 - Электр энергетикасы

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

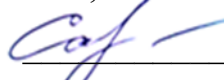
Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассистент-профессор

 Сарсенбаев Е.А.

«29» мамыр 2020 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Жоғары вольтты электр жабдықтарын бақылау әдістерін жетілдіруді талдау»

5B071800 – Электрэнергетикасы

Орындаған:



Амир Ж. С.

Ғылыми жетекші

т.ғ.к., асс. профессор

 А.А. Жуматова

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 - Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, ассистент-профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«27» қаңтар 2020 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Амир Жан Серікұлы

Тақырыбы Жоғары вольтты электр жабдықтарын бақылау әдістерін жетілдіруді талдау

Университет ректорының 2020 жылғы «27» қаңтарындағы №1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2020 жылғы «1» маусым .

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Негізгі бөлім

б) Есептік бөлім

в) Арнайы бөлім

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 8 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Негізгі бөлім	24.03.2020	жоқ
Есептік бөлім	06.04.2020	жоқ
Арнайы бөлім	04.05.2020	жоқ

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор	01.06.2020	
Есептік бөлім	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор	02.06.2020	
Арнайы бөлім	А.А. Жуматова т.ғ.к., сениор-лектор	04.06.2020	
Норма бақылаушы	Бердибеков А.О. сениор-лектор	05.06.2020	

Ғылыми жетекші  _____ А.А. Жуматова
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  _____ Амир Ж. С.
(қолы)

Күні "28" қаңтар 2020 ж.

АНДАТПА

Таңдалған тақырыптың өзектілігі қазіргі уақытта электротехникалық жабдықтардың "ескіру" үрдісі қалыптасты және қазіргі заманғы пайдалану шарттары жұмыс кернеуіндегі жабдықтарды бақылау мен диагностикалаудың жаңа байланыссыз әдістерін, арзан, қарапайым және оперативті болуын талап етеді. Қазіргі уақытта бірінші орында электр техникалық жабдықтың үздіксіз жұмысы, осы жабдықтың қызмет ету мерзімін ұзарту және өз кезегінде электр энергиясын тұтынушыларға қызмет көрсету сапасын арттыру тұр.

Қаралатын жұмыс электротехникалық жабдықтарды бақылау және диагностикалау әдістері болып табылады.

Дипломдық жұмысты орындаудың мақсаты электротехникалық жабдықтарды бақылаудың жаңа, заманауи әдістерін қолдану болып табылады.

АННОТАЦИЯ

Актуальность выбранной темы состоит в том, что в настоящее время сложилась тенденция «старения» парка электротехнического оборудования и современные условия использования требуют новых бесконтактных методов контроля и диагностики оборудования под рабочим напряжением, недорогих, простых и оперативных. В настоящее время на первом месте стоит бесперебойная работа электротехнического оборудования, продление срока службы этого оборудования и в свою очередь повышение качества обслуживания потребителей электроэнергии.

Предметом исследования являются методы контроля и диагностики электротехнического оборудования.

Целью выполнения выпускной квалификационной работы является применение новых, современных методов контроля электротехнического оборудования.

ANNOTATION

The timeliness of the selected theme lies in the fact that currently has formed a tendency of “aging of electrical machinery fleet and modern conditions of use require the new non-contact methods of control and equipment diagnostics under working voltage, inexpensive, simple and operating. At the present time, uninterrupted operation of electrical machinery, life extension of this equipment and in its turn improvement in service of electricity consumers is in the first place.

The methods of control and equipment diagnostics of electrical machinery are a subject of the research.

The purpose of the final qualification work is to apply new, modern methods of control of electrical equipment.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	7
1 Негізгі бөлім	8
1.1 Диагностиканың негізгі түсініктері мен ережелері	8
1.2 Жоғары кернеулі электр жабдықтарын бақылау жүйесінің әдіснамасы	11
1.3 Күштік трансформаторларды бақылау	13
1.4 Электр жабдықтарының ақаулары	18
1.5 Бұзылмайтын бақылау әдістері	19
1.6 Жылулық бақылау әдістері	19
1.7 Ультракүлгін диагностика	21
1.8 Май толтырылған жабдықтың диагностикасы	22
1.9 Вибродиагностика	25
1.10 Тепловизиялық бақылау	27
1.11 Спектр-ток талдауы	28
2 Есептік бөлім	30
2.1 Кәсіпорындағы трансформаторлардың санын білу. Кернеуі 0,4кВ болатын реактивті қуатты қарымталау	30
2.2 Трансформаторлы қосалқы стансадағы қуат шығындарын анықтау	31
2.3 Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуаттарын анықтау	32
2.6 Желіден өтетін кабельді таңдау	37
2.7 ТП дағы жүктемелік және автоматты ажыратқыштарды таңдау	39
2.8 Кернеулері 115/37/6,3кВ үшін жоғары кернеулі ток трансформаторын таңдап аламыз	40
2.9 Жоғары кернеулі трансформаторды таңдап алу	45
3 Арнайы бөлім	47
3.1 Тепловизиялық бақылау	47
ҚОРЫТЫНДЫ	51
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	52

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда Қазақстанның энергетикасының экономикалық жағдайы әртүрлі электр техникалық жабдықтарды пайдалану мерзімін ұлғайту бойынша шаралар қабылдауға мәжбүр.

Жоғары вольтты электр жабдықтары күшті электрлік, электромагниттік және жылу өрістерінің және электродинамикалық күштердің аралас әсеріне ұшырайды. Осыған байланысты мұндай электр жабдықтары ақаулардың, бұзылулардың және істен шығудың жоғары қаупіне ие. Диагностикалық әдістер мен құралдар қызмет көрсету уақытын азайтуға және қалпына келтіруде үлкен рөл атқарады.

Электр желілерінің электр техникалық жабдықтарының техникалық жай-күйін бағалау жөніндегі міндеттерді шешу жабдықты бақылау мен техникалық диагностиканың тиімді әдістерін енгізумен байланысты. Сонымен қатар, ол электр жабдығының қауіпсіз және сенімді жұмыс істеуі үшін қажет.

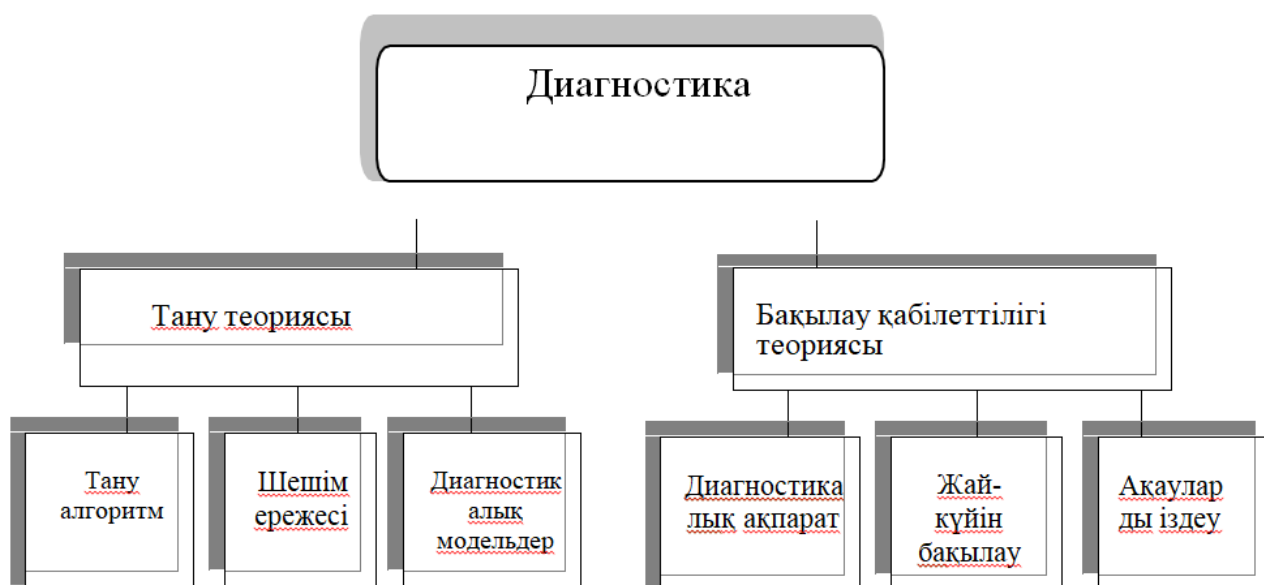
1 Негізгі бөлім

1.1 Диагностиканың негізгі түсініктері мен ережелері

Соңғы жылдары энергетикада қалыптасқан экономикалық жағдай түрлі жабдықтарды пайдалану мерзімін ұлғайтуға бағытталған шараларды қабылдауға мәжбүрлейді. Электр желілерінің электр техникалық жабдықтарының техникалық жай-күйін бағалау бойынша міндеттерді шешу аспаптық бақылау мен техникалық диагностиканың тиімді әдістерін енгізумен байланысты.

Диагностика-бұл жабдықтың ақаулық белгілерін (жұмыс істеу қабілетін) анықтауға және зерттеуге, әдістер мен құралдарды орнатуға мүмкіндік беретін іс-шаралар аппараты, олардың көмегімен ақаулық болуы (болмауы) туралы қорытынды беріледі. Диагностика зерттелетін объектінің жағдайын бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай диагностика негізінен жабдықтың ақаулығының ішкі себептерін іздеуге және талдауға бағытталған. Сыртқы себептер визуалды анықталады[1].

Жай-күйі анықталатын Объект диагностикалау объектісі деп аталады, ал зерттеу процесі ДО - диагностикалаумен. Диагностиканың негізгі мақсаты бірінші кезекте жабдықтың қалдық ресурсының сенімділігін және бағасын арттыру үшін шектеулі Ақпарат жағдайында техникалық жүйенің жай-күйін тану болып табылады. Әр түрлі техникалық жүйелердің әр түрлі құрылымы мен мақсаты бар, барлық жүйелерге диагностиканың бір түрін қолдануға болмайды. Техникалық диагностиканың шартты құрылымы жабдықтың кез келген түрі мен мақсаты үшін 1.1-суретте көрсетілген. Ол екі өзара кіруші және өзара байланысты бағыттармен сипатталады: тану теориясымен және қабілеттіліктің контролы теориясымен. Тану теориясы әдетте жіктеу міндеті ретінде қарастырылуы мүмкін диагностика міндеттеріне қатысты тану алгоритмдерін зерттейді. Техникалық диагностикадағы тану алгоритмдері техникалық жүйенің жай-күйі мен олардың диагностикалық сигналдар кеңістігінде бейнеленуі арасындағы байланысты белгілейтін диагностикалық модельдерге ішінара негізделеді. Тану проблемасының маңызды бөлігі шешім қабылдау ережелері болып табылады.



1.1 - сурет – Техникалық диагностикалық құрылым

Бақылау қабілеті деп бұйымның оның техникалық жай-күйін дұрыс бағалауды және ақаулықтар мен істен шығуларды ерте анықтауды қамтамасыз ету қасиеті деп аталады. Бақылау қабілеті теориясының негізгі міндеті диагностикалық ақпаратты алудың әдістері мен құралдарын зерттеу болып табылады[2].

Техникалық диагностика түрін қолдану мынадай шарттармен айқындалады:

- бақыланатын объектінің мақсаты (пайдалану саласы, пайдалану шарттары және т. б.);
- бақыланатын объектінің күрделілігі (конструкцияның күрделілігі, бақыланатын параметрлердің саны және т. б.);
- авариялық жағдайдың даму қауіптілігінің дәрежесі және бақыланатын объектінің істен шығу салдары.

Жүйенің жай-күйі оның анықтайтын параметрлерінің жиынтығымен сипатталады, жүйені диагностикалау кезінде олар диагностикалық параметрлер деп аталады. Диагностикалық параметрлерді таңдау кезінде басымдық беріледі, олар пайдаланудың нақты жағдайларында жүйенің техникалық жай-күйі туралы ақпараттың шынайылығы мен артық болуы талаптарын қанағаттандырады. Практикада әдетте бір уақытта бірнеше диагностикалық параметрлер қолданылады. Жұмыс процестерінің (Қуат, кернеу, ток және т. б.), ілеспелі процестердің (діріл, Шу, температура және т. б.) параметрлері диагностикалық параметрлер болып табылуы мүмкін. және геометриялық шамалар (Саңылау, люфт, биение және т.б.). Өлшенетін диагностикалық параметрлердің саны жүйені диагностикалауға арналған аспаптардың типтеріне (деректерді алу процесі өзі жүргізілетін) және диагностикалау әдістерінің даму дәрежесіне байланысты. Мысалы, күштік трансформаторлар мен шунттаушы реакторлардың өлшенетін диагностикалық параметрлерінің саны 38 – ге, майлы

ажыратқыштар – 29 – ға, элегазды ажыратқыштар – 25 – ге, асқын кернеуді шектегіштер мен ажыратқыштар-10-ға, ажыратқыштар (жетегімен) - 14-ға, май толтырылған өлшеу трансформаторлары мен байланыс конденсаторлары-9-ға жетуі мүмкін.

Өз кезегінде диагностикалық параметрлер келесі қасиеттерге ие болуы керек:

- * сезімталдық;
- * өзгерту кеңдігі;
- * тұрақтылық;
- * ақпарат;
- * тіркеу мерзімділігі;
- * қол жетімділік және өлшеу ыңғайлылығы.

Диагностикалық параметрдің сезімталдығы-бұл функционалдық параметр өзгергенде диагностикалық параметрдің өзгеру дәрежесі, яғни осы шаманың мәні неғұрлым көп болса, функционалдық параметрді өзгертуге сезімтал.

Тұрақтылық өзгермейтін жағдайларда бірнеше рет өлшеу кезінде диагностикалық параметрдің өзінің орташа мәнінен ауытқуының шамасын белгілейді.

Өзгерудің кеңдігі-функционалдық параметр өзгеруінің белгіленген мөлшеріне сәйкес келетін диагностикалық параметр өзгеруінің диапазоны; осылайша диагностикалық параметр өзгеруінің ауқымы неғұрлым көп болса, оның ақпараттылығы соғұрлым жоғары болады.

Ақпараттылық-бұл диагностикалық параметрдің қасиеті, ол жеткіліксіз немесе артық болған жағдайда диагностика процесінің тиімділігін (диагноздың шынайылығын) төмендетуі мүмкін.

Диагностикалық параметрді тіркеу мерзімділігі техникалық пайдалану талаптары мен дайындаушы зауыттың нұсқаулықтарына сүйене отырып анықталады және ақаудың пайда болуы мен даму жылдамдығына байланысты болады.

Диагностикалық параметрді өлшеудің қол жетімділігі мен ыңғайлылығы диагностикалау объектісінің конструкциясына және диагностикалық құралға (аспаптың) тікелей байланысты.

Әр түрлі әдебиетте диагностикалық параметрлердің әртүрлі жіктелуін табуға болады, біздің жағдайда электр жабдықтарын диагностикалау үшін біз көзде ұсынылған диагностикалық параметрлердің түрлерін ұстанамыз.

Диагностикалық параметрлер үш түрге бөлінеді:

- * Объектілік сипаттама беретін ақпараттық түрдің параметрлері;
- * объектінің элементтеріне (тораптарына) ағымдағы техникалық сипаттама беретін параметрлер;
- * бірнеше параметрлердің туындысы болып табылатын параметрлер •

Ақпараттық түрдің диагностикалық параметрлеріне:

- * объектінің түрі;
- * пайдалануға беру уақыты және пайдалану кезеңі;

- * объектіде жүргізілетін жөндеу жұмыстары;
 - * дайындаушы зауытта сынау кезінде /немесе пайдалануға енгізу кезінде алынған объектінің техникалық сипаттамалары •
- Объект элементтерінің (тораптардың) ағымдағы техникалық сипаттамасын білдіретін диагностикалық параметрлер көбінесе жұмыс (кейде ілеспе) процестерінің параметрлері болып табылады.
- Бірнеше параметрлердің туындысы болып табылатын диагностикалық параметрлерге ең алдымен, :
- * кез келген жүктеме кезінде трансформатордың ең қыздырылған нүктесінің ең жоғары температурасы;
 - * динамикалық сипаттамалары немесе олардың туындылары.
- Көп жағдайда диагностикалық параметрлерді таңдау жабдықтың әрбір нақты түріне және диагностикалау әдісіне байланысты.

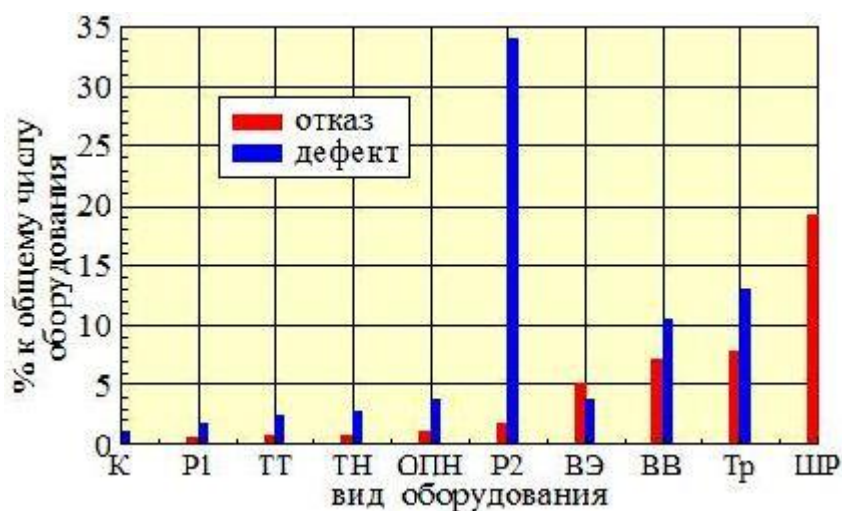
1.2 Жоғары кернеулі электр жабдықтарын бақылау жүйесінің әдіснамасы

Электр жабдығының пайдалану сенімділігін қамтамасыз ету қажеттілігі осы жабдықта қандай да бір ақаулардың пайда болуын белгілейтін әдістерді қолдану болып саналады. Электр жабдығының техникалық жай-күйін бақылау және оларды жою және пайдалану ресурсын қамтамасыз ету мақсатында ақауларды анықтау жабдықты диагностикалаудың тиімді әдістері мен құралдарын қолдана отырып қол жеткізіледі.

Пайдалану кезінде диагностикалауды талап ететін күрделі техникалық құрылғылардың арасында жоғары кернеулі электр энергетикалық жабдық (жоғары вольтты жабдық) ерекше орын алады. Бұл жабдық күшті электр, электромагниттік және жылу өрістері мен электродинамикалық күштің кешенді әсеріне ұшырайды. Осыған байланысты электр жабдығы ақаулардың, ақаулардың және істен шығулардың пайда болу қаупі жоғары. Сондықтан ақаулар мен ақаулардың пайда болуының алдын алу және жабдықтың пайдалану сенімділігін қолдау үшін диагностика жүйесі түрінде жабдықты бақылау қолданылады.

Белгілі болғандай, жоғары вольтты жабдық ақаулар мен ақаулардың пайда болу қаупі жоғары және өте жоғары апаттылыққа ие. Бүгінгі күні қолданылатын ақаулардың алдын алу және анықтау әдістері тек кейбір дәрежеде істен шығуды азайтуға мүмкіндік береді.

Берілген суретте 110-750 кВ жабдықтардың түріне байланысты істен шығулар мен анықталған ақаулықтар мен ақауларды бөлу ұсынылған. Мұнда ПС, ОРУ, ЗРУ жабдықтарының негізгі түрлерінің апаттылығын талдаудың жиынтық нәтижелері ұсынылған.



К – байланыс конденсаторлары; P1 – ажыратқыштар; TT, TH – ток және кернеу трансформаторлары; ОПН – асқын кернеуді шектегіштер; P2 – разрядтағыштар; ВЭ, ВВ – элегазды және ауалы ажыратқыштар; Тр – күштік трансформаторлар; ШР – шунттаушы реакторлар.

1.2 – сурет - Әртүрлі жабдықтардың істен шығулары мен анықталған ақаулықтары мен ақауларын бөлу

Диагностикалаудың басты міндеттері:

- * өзгермелі пайдалану әсері жағдайында электр жабдықтарының техникалық жағдайын анықтау,
- * ақаудың түрі мен қауіптілік дәрежесін анықтау,
- * қалдық ресурсты немесе қызмет мерзімін болжау.

Бұл міндеттер жеткілікті кең және жабдықтың түріне және оның аймақты электрмен жабдықтаудағы орнына байланысты нақтылауды талап етеді. Диагностиканың түрін оның толықтығы бөлігінде қолдану туралы шешім техникалық-экономикалық негіздемеге негізделеді. Мұндай шешім таза тұтыну болып табылады. Бір жағынан диагностикалық параметрлер кешенін және олардың функционалдық байланыстарын пайдалана отырып, жабдықтың жай-күйін объективті анықтау міндеті қойылады. Екінші жағынан материалдық ресурстарды шектеу қажеттілігі анықталады, яғни экономика диагностикалау міндеттерін айтарлықтай тарылтуы мүмкін, бұл жабдықтың жай-күйін объективті анықтау қамтамасыз етілмеуі мүмкін.

Техникалық диагностикалау жүйесі (ДК) нормативтік-техникалық құжаттамада (НТК) белгіленген ережелер бойынша диагностикалауды (бақылауды) жүргізу үшін қажетті объектілер мен құралдардың жиынтығы болып табылады.

Жөндеу және қызмет көрсету регламенті бойынша қызмет көрсету мен жөндеуден өту үшін нақты жай-күйі бойынша электр жабдықтарын Мұқият

диагностикалау қажет, бұл ретте жөндеуге дайындалу үшін ресурсқа әсер ететін барлық ақауларды істен шыққанға дейін анықтаған жөн. Бұл себептер бойынша функционалдық санатқа жататын ғана емес, сонымен қатар электр жабдығының нақты бөлігінің ақауын анықтауға мүмкіндік беретін диагностика әдістерін қолдану қажет. Сонымен қатар, функционалды диагностиканың әдістері экономикалық жағынан неғұрлым қолайлы, өйткені электр жабдықтарын пайдаланудан уақытша шығаруды талап етпейді.

1.3 Күштік трансформаторларды бақылау

Күштік трансформаторлардың диагностикасы (сынаулары) оқшаулау жағдайын бағалау және онда пайда болатын ақауларды анықтау үшін жүргізіледі.

Трансформаторлық жабдықтың жай-күйін анықтау (диагностика) мәселесінің өзектілігі күн сайын өседі және пайдалануда тұрған жабдықтар паркінің тозу динамикасына тікелей байланысты. Бүгінгі күні жұмыс істейтін жабдықтың 60% - ға жуығы өзінің пайдалану мерзімін өтеген және ауыстыруды қажет етеді. Трансформаторлардың 40% орташа жасы 18 жаста және регламентке сәйкес күрделі жөндеу жүргізуді талап етеді. Жүргізілген диагностика негізінде жабдықты одан әрі пайдалану мүмкіндігін дұрыс бағалау ақталмаған қаржылық шығындарды, сондай-ақ электрмен жабдықтаудың авариялық ажыратылуына байланысты шығындарды болдырмауға мүмкіндік береді.

Оқшаулама ақауларының түрлері оқшаулау алаңының аз бөлігін қамтитын жергілікті ақаулар (жарықтар, қатпарлар, ауа қосылыстары, жергілікті қызулар және т.б.) болып табылады.

Күштік трансформатордың ішкі оқшауламасы қатты (қағаз, картон және т. б.) және сұйық диэлектриктердің күрделі үйлесімі болып табылады, олардың физикалық – химиялық қасиеттерінің өзгеруі біртекті емес. Оқшаулаудың жекелеген компоненттерінің жай-күйінің нашарлауы. Ін дер кезінде анықтау үшін күштік трансформатор орамаларының жекелеген аймақтарының оқшауламасының 8 сипаттамаларын (оқшаулама кедергісі және диэлектрлік шығындар бұрышының тангенсі және сыйымдылығы) өлшеу жүргізіледі.

Күштік трансформаторларда сынау объектісі ең алдымен Трансформатордың белсенді бөлігі, сұйық диэлектрик (май толтырылған трансформаторлар үшін), кірмелерді оқшаулау, бактың бүтіндігі, қорғаныс құралдарының жай-күйі және сақтандыру құрылғылары болып табылады.

Күштік трансформаторды сынау әдістері

Riz оқшаулау кедергісін өлшеу

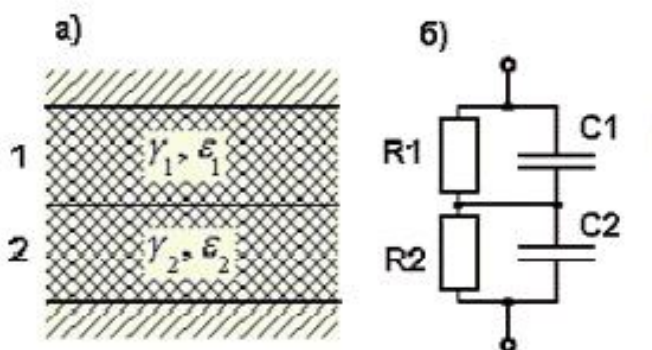
Оқшаулама кедергісін өлшеу оқшаулаудың тұтас ылғалдануын, сондай-ақ қабатты оқшаулаудағы қабаттардың бірінің ғана ылғалдануын бақылауға мүмкіндік береді.

Оқшаулама кедергісі деп -тұрақты кернеу кезінде оны 1 минуттан кейінгі берілген кедергі.

Трансформатордың орамдарының оқшаулама кедергісін өлшеумен бір мезгілде абсорбция коэффициентін анықтайды.

Абсорбциялық құбылыстардың мәні-оқшаулаудың қабатты ылғалдануын бақылау мүмкіндігі-деп 1.3 суретте түсіндіреді, онда екі қабатты оқшаулау және екі қабатты оқшаулауды ауыстырудың тең құқылы эквивалентті схемалары бейнеленген.

Тұрақты кернеуді беру кезінде алдымен кернеудің нөлден белгіленген мәнге дейін күрт секіруі болады, онда ток тек сыйымдылық элементтер бойынша өтеді (сурет. 1.3 б). Кернеуді тарату осы элементтердің сыйымдылықтарымен анықталады. Кейбір уақыт өткеннен кейін сыйымдылық элементтер қандай да бір роль ойнауын тоқтатады және қабаттар бойынша кернеуді тарату олардың омдық кедергілерімен анықталады. Егер кедергінің шамасы үлкен болса, онда сыйымдылық элементтерді қайта зарядтау жеткілікті ұзақ уақытқа созылса, мегаомметрдің көрсеткіштері біраз уақыт (он секунд) өзгереді; жақсы оқшаулама ылғалсыздандырусыз орныққан режимге көшудің ұзақ процесін білдіреді. Қабаттардың бірін ылғалдандыру кезінде R1 немесе R2 төменомды элементтерінің бірі арқылы қайта зарядтау 15 с кем уақыт ішінде жеткілікті тез өтеді. Егер тіпті екінші қабат үлкен кедергі болса (ал айнымалы кернеу кезінде төменомды қабат жоғарыомды қабаттың сыйымдылықты токтарымен қыздырылатын болады), онда уақыттың әртүрлі сәттерінде өлшенген кедергілердің арақатынасы бойынша (нақты - 60 с, R60 және 15 с, R15 кейін) қабаттардың біреуінің ылғалдануы туралы айтуға болады.



1.3-сурет - Екі қабатты оқшаулау және оның алмастыру схемасы

Суреттегі б сызбасы оқшаулама қабаттары мен қабаттардың сыйымдылықтары арқылы өтетін токтарды ескеретін екі қабатты оқшаулауды алмастырудың табиғи схемасы болып табылады.

Осылайша, $>R_{60}$ шамасын бақылай отырып оқшаулаудың тұтас ылғалдануы бар болуы туралы айтуға болады, ал абсорбция коэффициенті деп аталатын $K_{abc} = R_{60}/R_{15}$ қатынас бойынша оқшаулаудың бір қабатының ылғалдануының

бар-жоғы туралы айтуға болады. Егер $K_{абс} < 1.3$ болса, онда дымқыл оқшаулауға болмайды.

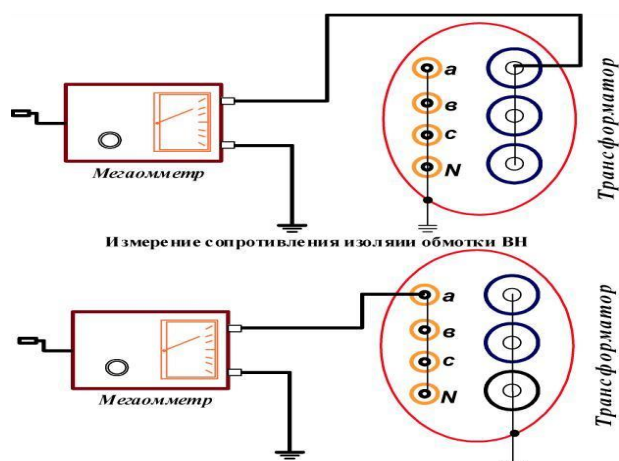


1.4 – сурет - Кедергінің құрғақ және ылғалданған оқшаулау кезіндегі тәуелділігі

Күрделі жөндеуден өткен, бастапқы мәндер анықталған сынау температурасына келтірілген, пайдалануға жаңадан енгізілетін трансформаторлар мен трансформаторлардың әрбір орамасының оқшаулау кедергісі бастапқы мәндердің 50% - ынан кем болмауы тиіс.

Пайдалану процесінде өлшеу майды сынаудың және (немесе) майда ерітілген газдарды хроматографиялық талдаудың қанағаттанғысыз нәтижелері кезінде, сондай-ақ кешенді сынақтар көлемінде жүргізіледі.

Өлшеулер Трансформатордың белсенді бөлігін қараған жағдайда жүргізіледі (сурет. 4). Өлшенген мәндер кемінде 2 МОм, ал ярмалық арқалықтардың оқшаулау кедергісі кемінде 0,5 МОм болуы тиіс.



1.5 – сурет - Орамдардың оқшаулау кедергісін өлшеу схемалары

ТК орамасының оқшаулау кедергісін өлшеу

Өлшеуді жүргізер алдында трансформаторды шаңнан және кірден сүрту, сымдарды және шиналы көпірлерді трансформатордан ажырату (трансформаторды қосымша құрылғыларсыз қалдыру) және жоғарыда айтылған уақытқа орамаларды жерге қосу қажет.

Оқшаулау кедергісін өлшеу кезінде мегаомметрдің көрсеткіштерін есептеу әрбір 15 секунд сайын жүргізіледі және нәтиже өлшеу басталғаннан кейін 60 секундтан кейін есептелген кедергі болып саналады, ал R60/R15 көрсеткіштерінің қатынасы абсорбция коэффициенті болып саналады.

Трансформатордың сыналатын орамасы қысқартылады, ал еркін орама қысқартылады және мегаомметрден сынақ кернеуін кері трансформациялауды болдырмау үшін жерге қосуға қосымша қосылады.

Өлшеулер күштік трансформаторлар орамаларының оқшаулама кедергісін өлшеу принципі бойынша жүргізіледі, бұл ретте Мегаомметр көрсеткіші белгіленген мәндерден кейін, бағыттама тербеліс жасамағанда, қандай да бір мәнде орнатылғанда алынады. Мегаомметр сынақ объектісіне желілік қысқышпен (мысалы - түйреуішке) , ал "жер" қысқышы Трансформатордың белсенді болатына қосылады.

Диагностиканың тұжырымдамасы мен нәтижелері

Электр жабдықтарының заманауи диагностикасын шартты түрде үш негізгі бағытқа бөлуге болады: параметрлік диагностика, ақауларды диагностикалау, превентивтік диагностика.

Параметрлік диагностика – бұл жабдықтың нормаланған параметрлерін бақылау, олардың қауіпті өзгерістерін анықтау және сәйкестендіру. Ол жабдықты авариялық қорғау және басқару үшін пайдаланылады, ал диагностикалық ақпарат осы параметрлер шамаларының номиналды мәндерден ауытқуларының жиынтығында болады.

Ақауларды диагностикалау-ақаулықтың пайда болу фактісі тіркелгеннен кейін ақаудың түрі мен көлемін анықтау. Мұндай диагностика жабдықтарға қызмет көрсету немесе жөндеу жұмыстарының бір бөлігі болып табылады және оның параметрлерін бақылау нәтижелері бойынша орындалады.

Превентивтік диагностика-бұл дамудың ерте сатысында барлық ықтимал қауіпті ақауларды анықтау, олардың дамуын қадағалау және осының негізінде жабдықтың жағдайын ұзақ мерзімді болжау.

Диагностикалаудың қазіргі заманғы жүйелері жабдықтың жағдайын толық және дұрыс бағалауды қалыптастыру үшін техникалық диагностиканың барлық үш бағытын қамтиды.

Диагностика нәтижелеріне жатқызуға болады:

- * диагностикаланатын жабдықтың жай-күйін анықтау (жабдықтың жай-күйін бағалау);

- * ақау түрін, оның ауқымын, орналасу орнын, пайда болу себептерін анықтау, бұл жабдықты одан әрі пайдалану (жөндеуге шығару, қосымша тексеру, пайдалануды жалғастыру және т. б.) немесе жабдықты толық ауыстыру туралы шешім қабылдауға негіз болады;

* кейінгі пайдалану мерзімі туралы болжам – электр жабдықтары жұмысының қалдық ресурсын бағалау.

Демек, ақаулардың пайда болуының алдын алу (немесе ерте білім беру сатыларында анықтау) және жабдықтың пайдалану сенімділігін қолдау үшін диагностика жүйесі әдісімен жабдықты бақылауды қолдану қажет деген қорытынды жасауға болады.

Жалпы жіктеме бойынша, электр жабдықтарын диагностикалаудың барлық әдістерін екі топқа бөлуге болады: бұзатын және бұзбайтын бақылау әдістері.

Бұзбайтын бақылау әдістері – (ББӨ) - материал үлгілерін бұзуды талап етпейтін материалдарды (бұйымдарды) бақылау әдістері. Тиісінше, бұзатын бақылау әдістері-материал үлгілерін бұзуды талап ететін бақылау әдістері.

Барлық ББӨ өз кезегінде әдістерге бөлінеді, бірақ жұмыс принципіне байланысты (олар негізделген физикалық құбылыстар).

Төменде электр техникалық жабдықтар үшін жиі қолданылатын негізгі ББӨ ұсынылған: магнитті, электрлік, құйынды, радиотолқынды, жылу, оптикалық, радиациялық, акустикалық, кіретін заттар (капиллярлы және ағыс іздеулер). Әр түрдің ішінде әдістер қосымша белгілері бойынша жіктеледі.

Әрбір ББӨ әдісіне нақты анықтамалар береміз.

Бақылаудың магниттік әдістері ақаулар пайда болатын шашыраудың магниттік өрістерін тіркеуге немесе бақыланатын бұйымдардың магниттік қасиеттерін анықтауға негізделген [7].

Бақылаудың электрлік әдістері бақылау объектісімен өзара әрекеттесетін электр өрісінің параметрлерін немесе сыртқы әсердің нәтижесінде бақылау объектісінде пайда болатын өрісті тіркеуге негізделген.

Бақылаудың вихретоқтық әдісі сыртқы электромагниттік өрістің құйынды токтардың электромагниттік өрісімен өзара әрекеттесуін талдауға негізделген.

Радиотолқындық бақылау әдісі-бақылау объектісімен радиотолқындық диапазонның электромагниттік сәулеленуінің өзара әрекеттесуін талдауға негізделген бұзбаған бақылау әдісі.

Бақылаудың жылу әдістері бақылау объектісінің жылу немесе температуралық өрістерін тіркеуге негізделген.

Визуалды-оптикалық бақылау әдістері оптикалық сәулеленудің бақылау объектісімен өзара әрекеттесуіне негізделген.

Бақылаудың радиациялық әдістері бақыланатын объектімен өзара әрекеттескеннен кейін кіретін Иондаушы сәулеленуді тіркеуге және талдауға негізделген.

Бақылаудың акустикалық әдістері бақылау объектісінде қозғалатын немесе туындайтын серпімді тербелістерді қолдануға негізделген.

Бақылаудың капиллярлы әдістері бақылау объектілері материалының үстінгі және толассыз қатпарлығы қуысына индикаторлық сұйықытқтардың капиллярлы енуіне және пайда болатын индикаторлық іздерді көзбен шолып немесе түрлендіргіштің көмегімен тіркеуге негізделген.

1.4 Электр жабдықтарының ақаулары

Электржабдықтардың техникалық жағдайын бағалау электр станциялары мен қосалқы станцияларды пайдаланудың барлық негізгі аспектілерінің маңызды элементі болып табылады. Оның негізгі міндеттерінің бірі жабдықтың жұмыс қабілеттілігі немесе ақаулығы фактілерін анықтау болып табылады.

Жай – күйі нормативтік құжаттарда белгіленген барлық талаптарға сәйкес келетін жабдық жарамды деп есептеледі, олай болмаған жағдайда жарамсыз деп есептеледі.

Бұйымның жарамды күйден ақаулы күйге ауысуы ақаулар салдарынан болады. Ақау жабдықтың әрбір жеке сәйкессіздігін белгілеу үшін қолданылады.

Жабдықтағы ақаулар оның өмірлік циклінің әр түрлі сәттерінде пайда болуы мүмкін: дайындау, монтаждау, баптау, пайдалану, сынау, жөндеу кезінде – және әр түрлі салдары болуы мүмкін.

Электротехникалық жабдықтардағы ақаулардың түрлері, олардың әртүрлілігі, көп.

Ең заманауи жылу термиялық диагностика. Әдетте ақаудың төрт негізгі санаты немесе даму дәрежесі болады:

- * жабдықтың қалыпты жағдайы (ақаулар жоқ);
- * дамудың бастапқы сатысындағы ақау (мұндай ақаудың болуы жабдықтың жұмысына айқын әсер етпейді);
- * қатты дамыған ақау (мұндай ақаудың болуы жабдықты пайдалану мүмкіндігін шектейді немесе оның өмірлік мерзімін қысқартады •);
- * авариялық даму сатысындағы ақау (мұндай ақаудың болуы Жабдықты пайдалануды мүмкін емес немесе жарамсыз етеді) •

Мұндай ақауларды анықтаудың салдары ретінде, олардың даму дәрежесіне байланысты оларды жою бойынша мынадай мүмкін болатын шешімдер (іс-шаралар) қабылданады:

- * жабдықты ауыстыру, оның бөлігі немесе элементі;
- * жабдықты немесе оның элементін жөндеу (бұдан кейін орындалған жөндеу сапасын бағалау үшін қосымша зерттеу жүргізу);
- * мерзімді зерттеулер арасындағы уақытты азайту (жиі бақылау);
- * басқа қосымша сынақтар өткізу.

Электр техникалық жабдықты одан әрі пайдалану бойынша ақауларды анықтау және шешім қабылдау кезінде жабдықтың жай-күйі туралы алынған ақпараттың шынайылығы мен дәлдігі мәселесі туралы ұмытпаған жөн.

Бұзбайтын бақылаудың кез келген әдісі (ББ) объектінің жай-күйін бағалаудың толық дұрыстығын қамтамасыз етпейді. Өлшеу нәтижелері қателерді қамтиды, сондықтан әрдайым жалған бақылау нәтижесін алу мүмкіндігі бар:

- * жарамды нысан жарамсыз деп танылады • жалған ақау немесе бірінші түрдегі қате);

* ақаулы нысан жарамды деп танылады (табылған ақау немесе екінші түрдегі қате) •

Егер бірінші түрдегі қателер (жалған ақау) тек қалпына келтіру жұмыстарының көлемін ұлғайтса, онда екінші түрдегі қателіктер (табылмаған ақау) жабдықтың авариялық зақымдануына әкеп соқтырады.

ББ кез келген түрінде өлшеу нәтижелеріне немесе алынған деректерді талдауға әсер ететін бірқатар факторлар бар. Бұл факторларды үш негізгі топқа бөлуге болады: қоршаған орта, адам факторы, техникалық аспект.

"Қоршаған орта" тобына метеожағдайлар (ауа температурасы, ылғалдылық, бұлттылық, жел күші және т.б.) және тәулік уақыты сияқты факторларды жатқызуға болады.

"Адам факторы" деп персоналдың біліктілігін, жабдықтарды кәсіби білуді және тікелей тепловизиялық бақылауды сауатты жүргізуді түсінеді.

"Техникалық аспект" диагностикаланатын жабдық туралы ақпараттық базаны білдіреді (материал, паспорттық деректер, Шығарылған жылы, бетінің жай-күйі және т.б.).

1.5 Бұзылмайтын бақылау әдістері

Электр әдістері бақыланатын объектіде электр өрісін құруға немесе оған тікелей әсер етуге негізделген (мысалы, тұрақты немесе айнымалы ток өрісі), немесе электр емес табиғаттың (мысалы, жылу, механикалық және т.б.) наразылықтарының көмегімен жанама түрде. Бастапқы ақпараттық параметр ретінде бақылау объектісінің электрлік сипаттамалары пайдаланылады.

Электр жабдықтарын диагностикалау үшін бұзбай бақылаудың шартты электр әдісіне ішінара разрядтарды өлшеу әдісін (РӨӘ) жатқызуға болады. Электр және акустикалық құбылыстар, газдардың бөлінуі, майдалау, оқшаулаудың қызуы РӨӘ даму процестерінің сыртқы көріністері болып табылады. Сондықтан РӨӘ анықтаудың көптеген әдістері бар. Қазіргі таңда ішінара разрядтарды анықтау үшін негізінен үш әдіс қолданылады: электрлік, электромагниттік және акустикалық [6].

Сонымен қатар электр жабдықтарын диагностикалау үшін бұзбай бақылау әдістеріне үш негізгі жаңа әдіс жатқызуға болады: Жылу бақылау әдістері, ультракүлгін диагностика, трансформаторлардың мониторинг жүйесі.

1.6 Жылулық бақылау әдістері

Жылулық бақылау әдістері (ЖБӘ) бақыланатын объектілердің температурасын өлшеуге, бағалауға және талдауға негізделген. Жылу

көмегімен диагностиканы қолданудың басты шарты диагностикаланатын объектіде жылу ағындарының болуы болып табылады.

Температура-кез келген жабдықтың жай-күйінің ең әмбебап көрінісі. Жабдықтың қалыпты жұмыс режимінен өзгеше кез келген іс жүзінде кез келген жағдайда температураның өзгеруі ақаулы күйін көрсететін ең бірінші көрсеткіш болып табылады. Әр түрлі жұмыс режимдерінде температуралық реакциялар өзінің әмбебаптығына байланысты электртехникалық жабдықтарды пайдаланудың барлық кезеңдерінде пайда болады [7].

Инфрақызыл диагностика электр жабдықтарын диагностикалауда дамытудың перспективалық және тиімді бағыты болып табылады. Ол дәстүрлі сынақ әдістерімен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие:

- * алынған мәліметтердің шынайылығы, объективтілігі және дәлдігі;
- * жабдықты тексеру кезінде персоналдың қауіпсіздігі;
- * жабдықты ажырату қажеттілігінің болмауы;
- * жұмыс орнын дайындау қажеттілігінің болмауы;
- * уақыт бірлігі үшін орындалатын жұмыстардың үлкен көлемі;
- * дамудың ерте сатысында ақауларды анықтау мүмкіндігі;
- * қосалқы станциялық электр жабдықтарының көптеген түрлерінің диагностикасы;
- * жабдық бірлігіне өлшеу өндірісіне аз еңбек шығындары

ЖБӨ-ны қолдану жабдықтың ақауларының барлық дерлік түрлерінің болуы ақаулы элементтердің температурасының өзгеруіне және нәтижесінде жылу бейнелеу құрылғыларымен анықталатын инфрақызыл сәулеленудің қарқындылығының өзгеруіне әкеп соқтыратындығына негізделген [12].

ЖБӨ Электр станциялары мен қосалқы станциялардағы электр техникалық жабдықтарды диагностикалау үшін жабдықтың келесі түрлері үшін пайдаланылуы мүмкін:

- * күштік трансформаторлар және олардың жоғары вольтты кірмелері;
- * коммутациялық жабдықтар: күштік ажыратқыштар, ажыратқыштар;
- * өлшеу трансформаторлары: ток және кернеу трансформаторлары;
- * жоғары кернеулерді разрядтауыштар мен шектегіштер;
- * оқшаулағыштар;
- * байланыс қосылыстары;
- * генераторлар (алдыңғы бөліктері мен белсенді Болат);
- * электр беру желілері (ЭБЖ) және олардың құрылымдық элементтері (мысалы, ЭБЖ тіректері) және т. б

ЖБӨ электр жабдықтарына тексеру жүргізу үшін тепловизионды өлшеу құралы (тепловизор) қолданылады. Тепловизор – белгілі сәулелену коэффициенттері мен түсірілім параметрлері бойынша (қоршаған ортаның температурасы, атмосфераны өткізу, бақылау дистанциясы және т.б.) термограммалардың уақытша реттілігін қалыптастыру және объект бетінің температурасын анықтау жолымен аспаптың көру өрісіндегі объектілердің радиациялық температурасының кеңістіктік/кеңістіктік-уақытша таралуын

өлшеу және тіркеуге арналған оптикалық-электрондық аспап. тепловизор-бұл ИК-сәулеленудегі объектілерді алып тастайтын, нақты уақытта жер бетінде жылудың (температура айырмасының) таралу көрінісін алуға мүмкіндік беретін телекамера.

Тепловизордың жұмыс істеу принципі барлық физикалық денелердің қызуы біркелкі емес, соның салдарынан ИК-сәулеленудің таралу көрінісі қалыптасады. Барлық тепловизорлардың әрекеті "объект/фон" температуралық айырмашылығын тіркеуге және алынған ақпаратты көзбен көрінетін бейнеге (термограммаға) түрлендіруге негізделген. Термограмма-бұл көп элементті екі өлшемді сурет, оның әрбір элементіне шартты температуралық шкалаға сәйкес айқындалатын түс/немесе бір түсті градация/экран жарықтығын градациялау жазылады. Яғни объектілердің температуралық өрістері түсті сурет түрінде қарастырылады, онда түстің градациясы температура градациясына сәйкес келеді. Соңғы жылдары тепловизиялық бақылау танымалдыққа ие болды. Бірақ басқа да заманауи, оқшаулау жағдайын бақылау әдісі бар-ультракүлгін диагностика [9].

1.7 Ультракүлгін диагностика

Ультракүлгін диагностика принципі УК-камераларды қолданумен электр разрядтарынан ультракүлгін (УК) сәулеленуді ұстау болып табылады.

Камера детекторының сезімталдығы ультракүлгін диагностиканың дұрыстығын анықтайтын маңызды сипаттама болып табылады. Электромагниттік сәулелену спектрінің УК-диапазоны сол жақ көрінетін диапазонда жатыр және шамамен 400-200 нм. Корондар сәуле шығару спектрі оның иондалуы кезінде атмосфералық азоттың электромагниттік сәулеленуіне сәйкес келеді. Бұл процестің механизмі, атап айтқанда, оқшаулаудың ақауы немесе ластануы салдарынан пайда болуы мүмкін.

Тәж спектрі 340 және 360 нм-ге сәйкес екі айқын белгіленген максимумға ие. Сонымен қатар, осы диапазондарда күн сәулесінің қуаты да үлкен.

Ол үшін UVC диапазонына сәйкес келетін 240-280 нм диапазоны қолданылады. Бұл диапазонда күн радиациясы атмосфералық озон молекулаларымен толығымен жұтылады және оқшаулауды бақылау іс жүзінде кедергілерсіз мүмкін. Іс жүзінде көрсетілген спектрлік диапазонды УК-арнаға бөлу үшін детектордың алдында арнайы оптикалық сүзгі орнатылады.

УК детекторы 240-280 нм диапазонында ең көп спектральді сезімталдықты қамтамасыз ететіндей есептеледі және дайындалады. Бұл ретте максималды сезімталдық 260 нм-ге сәйкес келеді.

Ультракүлгін диагностиканы пайдалана отырып, оқшаулауды бақылау үшін қосылған УК-камераны кернеудегі электр үйлестіруге жібереді және беттік жартылай разрядтардың немесе корондаудың болуын немесе болмауын көзбен анықтайды. Daucare және Volley ("Ofil" компаниясы, Израиль) және

Corosam ("CSR-UVIRCO" компаниясы, ОАР) маркаларының УК-камералары ең танымал.

1.8 Май толтырылған жабдықтың диагностикасы

Қазіргі уақытта қосалқы станцияларда май толтырылған жабдықтың жеткілікті саны қолданылады.

Қосалқы станцияларда май толтырылған жабдықты мынадай түрлерді қолданады және пайдаланады:

- * қуатты трансформаторлар;
- * ток пен кернеуді өлшеу трансформаторлары
- * шунттаушы реакторлар;
- * ажыратқыштар;
- * жоғары вольтты кірмелер;
- * май толтырылған кабель желілері •

Қазіргі уақытта пайдаланылатын май толтырылған жабдықтың аз үлесі өзінің мүмкіндіктері шегінде – өзінің нормативтік пайдалану мерзімінен артық пайдаланылады. Жабдықтың басқа бөлшектерімен қатар май да тозуға ұшырайды.

Май жағдайына ерекше көңіл бөлінеді, өйткені электр және магнит өрістерінің әсерінен оның бастапқы молекулалық құрамының өзгеруі, сондай-ақ пайдалану салдарынан оның көлемінің өзгеруі мүмкін. Бұл қосалқы станциядағы жабдықтың жұмысы үшін де, қызмет көрсетуші персонал үшін де қауіп төндіруі мүмкін.

Сондықтан майдың дұрыс және уақтылы диагностикасы-май толтырылған жабдықтың сенімді жұмыс істеу кепілі.

Мұнайдың шығу тегіне байланысты ол әртүрлі қасиеттерге ие және бастапқы шикізаттың осы ерекшелік қасиеттері мен алу тәсілдері майдың қасиеттерінде көрсетіледі. Энергетикалық саладағы май ең көп таралған сұйық диэлектрик болып саналады. [8].

Майда жабдықтың жай-күйі туралы ақпараттың 70% - ға жуығы бар. Май құрамын талдауға арналған негізгі жабдықтың мысалдары:

- * Ылғал өлшегіш-трансформаторлық майдағы ылғалдың массалық үлесін өлшеуге арналған
- * газдардың көлемдік үлесін өлшеуіш-трансформатор майында ерітілген газдардың көлемдік үлесін өлшеуге арналған
- * трансформаторлық майдың диэлектрлік параметрлерінің өлшеуіші трансформаторлық майдың диэлектрлік ысыраптарының салыстырмалы диэлектрлік өткізгіштігін және бұрышының тангенсін өлшеуге арналған
- * трансформаторлық майдың Автоматты тестері – сынамада электр оқшаулау сұйықтықтарының электрлік беріктігін өлшеу үшін қолданылады. Сынаманың кернеуі сұйықтықтың әртүрлі қоспалармен ластану дәрежесін көрсетеді.

* трансформатор параметрлерінің мониторинг жүйесі: трансформаторлық майдағы газдар мен ылғалдың құрамын мониторингілеу-жұмыс істеп тұрған трансформаторда бақылау үздіксіз жүзеге асырылады, деректерді жазу ішкі жадқа берілген мерзімділікпен жүзеге асырылады немесе диспетчерге жіберіледі.

* трансформаторлардың оқшаулау диагностикасы: трансформаторлардың оқшауламасында ылғалдың қартаюын немесе құрамын анықтау.

* Ылғал құрамын автоматты өлшеуіш-микрограммалық диапазонда судың мөлшерін анықтауға мүмкіндік береді.

Трансформаторлар электр желілерінің ең маңызды және қымбат компоненттерінің бірі болғандықтан, желінің сенімді жұмысы үшін олардың техникалық жай-күйін білу өте маңызды. Трансформаторлардың оқшаулама жүйесіндегі артық жүктемелердің әсерінен майға еритін газдар шығарылады. Майда ерітілген газдарды талдау (DGA) дамушы ақауларды ерте анықтаудың ең жақсы тәсілдерінің бірі ретінде танылды.

трансформаторда ақаудың пайда болуы мен дамуы туралы нақты уақыт режимінде персоналды ескертетін, ерітілген газдар мен майдағы Ылғал концентрациясын үздіксіз бақылау құрылғысы. Құрал қауіпті жағдайларды, қайнау температурасын, қартаю жылдамдығын бағалау үшін, сондай-ақ трансформаторларда (немесе кез келген басқа май толтырылған электр жабдықтарында) пайда болатын істен шығуларды ерте анықтау үшін трансформаторлық майдағы жанғыш газдардың деңгейін (концентрациясын) және ылғал мөлшерін өлшейтін нақты уақыттағы интеллектуалды (микропроцессорды қолдануға негізделген) бақылау жүйесі болып табылады. Құрылғы трансформатордың негізгі күй параметрлерін қадағалайды және жоспарланбаған тоқтап қалу қаупін азайтады. Жүйе төрт газға сезімтал, олар май толтырылған электр жабдықтарында пайда болатын істен шығулардың төрт негізгі индикаторлары болып табылады.

Температура мен электр факторларының әсерінен диэлектрлік трансформатор майы электр жабдығының жақындап келе жатқан сынуын айғақтайтын әртүрлі газдарды бөледі. персонал мұндай газдардың бөлінуі туралы алдын алуға тиіс, өйткені ерте сатыда табу қымбат тұратын жабдықтың сынуын болдырмау бойынша шаралар қабылдауға мәжбүр етеді, сонымен қатар ол жабдықтың зақымдалуына әкелетін қазіргі үрдістерді анықтауға мүмкіндік береді. Мониторинг жүйесінің негізгі артықшылықтары:

* Қауіпті газдардың концентрациясын үздіксіз өлшеу + майдағы ылғал мөлшерін анықтау.

Қосымша датчиктерді қосу (жүктеме датчигі, температура датчигі т.б.).

* IEEE стандартына сәйкес трансформаторлардың модельдерін кірістірілген есептеу шебері

* Көптеген деректер алмасу опциялары.

* Уақыт тексерілген дизайн-көптеген құрылғылар бүкіл әлем бойынша жұмыс істейді

Қолдану салалары:

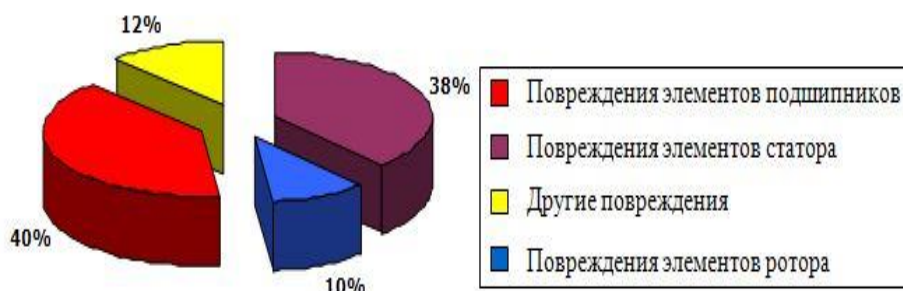
- * Жауапты желілерді қоректендіретін трансформаторлар үшін әмбебап шешім
- * Басымдықты деп саналатын активтерді алмастыру стратегиясына басты назар аударылады.
- * Энергиямен жабдықтауды тоқтату салдарынан өндірістік процестің тоқтау ықтималдығын төмендету
- * Тоқтап қалудан экономикалық шығынды азайту.

Сондай-ақ, мониторинг жүйесі IEEE стандартының негізінде трансформаторлардың математикалық модельдерін есептеуді жүргізуге, сондай-ақ оларды пайдалану орнында алынған деректермен салыстыруға мүмкіндік береді. Датчиктерден алынған кіріс сигналдары нақты уақыт ауқымында келіп түсетін деректерге түрлендіріледі, трансформатордың жалпы жай-күйін жақсы бағалауға мүмкіндік береді. [8].

Электр қозғалтқыштарының диагностикасы

Электр қозғалтқыштарының диагностикасы бірқатар әдістердің көмегімен электр жабдықтарының зақымдануын сәйкестендіруге мүмкіндік беретін күрделі кешенді міндет болып табылады.

1.6 – суретте электрқозғалтқыштардың ең жиі пайда болатын зақымдарының статистикасын бейнелейді. Қандай да бір ақаулықтардың пайда болуы бүкіл машинаның істен шығуына және соның салдарынан – технологиялық процестің тоқтауына, аварияларға, өртке және өзгелерге әкеп соғады.



1.6 – сурет - Электрқозғалтқыштардың жиі пайда болатын зақымдарының статистикасы

Көптеген өндірістерде қозғалтқыштың кенеттен істен шығуы орны толмас зардаптарға әкелуі мүмкін. Бұдан басқа, қанағаттанғысыз техникалық күйдегі электр қозғалтқыштарын пайдалану жабдықтың істен шығуынан болжанбайтын тікелей қаржылық шығындарға және технологиялық процестің осы бұзылуынан туындаған, сондай-ақ жоғары электр тұтынумен (сол пайдалы қуат кезінде) байланысты электр энергиясының Елеулі (5-7% дейін) жанама

өнімсіз шығындарына әкеледі. Сондықтан оның жұмысы процесінде қозғалтқыштың жай-күйін диагностикалау қажеттілігі туындайды.

Қазіргі уақытта асинхронды электр қозғалтқыштары елдегі барлық электр энергиясының 70% - дан астамын тұтынушылар болып табылады. Электр қозғалтқыштарын пайдалану тәжірибесі авариялық жағдайлар себебінен болып жатқан істен шығулардың көп санын куәландырады. Апаттылық жыл сайын 25% және одан да көп. Электр қозғалтқышының істен шығуы үлкен зиян келтіреді. Негізінен бұл залал технологиялық жабдықтың тоқтап қалуына немесе қозғалтқыштың авариясы салдарынан өнімнің бүлінуіне байланысты. Шығындарға қосымша электрқозғалтқыштың статорының немесе роторының орамасында болуы мүмкін қысқа тұйықталуларға байланысты электр және өрт қауіпсіздігінің төмендеуі қосылады.

Электр қозғалтқыштарының зақымдануы. Электр қозғалтқыштарының орамдарында статордың бір фазасының жерге тұйықталуы, орамдар мен көп фазалы ҚТ арасындағы тұйықталу туындауы мүмкін. Жерге тұйықталу және көп фазалы ҚТ электрқозғалтқыштың шықпаларында, кабельдерде, муфталар мен күйғыштарда пайда болуы мүмкін. Электр қозғалтқыштарындағы қысқа тұйықталулар оқшаулауды және орамдардың мысын, ротор мен статордың болатынын бұзатын үлкен токтардың өтуімен сүйемелденеді. Көп фазалы ҚТ-дан электр қозғалтқыштарын қорғау үшін токты кесу немесе ажыратуға әрекет ететін ұзына бойы дифференциалды қорғаныс қызмет етеді.

ҚТ ажыратылғаннан кейін электрқозғалтқыштың шығысындағы кернеу қалпына келтіріледі және оның айналу жиілігі ұлғая бастайды. Бұл ретте электрқозғалтқыштың орамалары бойынша мәндері электрқозғалтқыштың айналу жиілігімен және оның шығысындағы кернеумен анықталатын үлкен токтар өтеді. Барлық айналу жиілігінің 10-25% төмендеуі электрқозғалтқыштың кедергісін іске қосу тогына сәйкес келетін ең аз мәнге дейін азайтуға әкеледі. Электрқозғалтқыштың қалыпты жұмысын қалпына келтіру ҚТ ажыратылғаннан кейін өзін — өзі іске қосу деп аталады, ал бұл ретте өтетін токтар өзін-өзі іске қосу токтары деп аталады.

Кернеуі 600 В дейінгі электр қозғалтқыштар барлық түрдегі ҚТ-дан (оның ішінде бір фазалы) балқығыш сақтандырғыштардың немесе автоматты ажыратқыштардың тез әрекет ететін электр магниттік ағытқыштарының көмегімен қорғалады.

Жұмыстың қалыпты емес режимдері. Электрқозғалтқыштар үшін нормаланбаған жұмыс режимінің негізгі түрі оларды токпен номиналдыдан артық жүктеу болып табылады[4].

1.9 Вибродиагностика

Қозғалтқыштардың және генераторлардың жай-күйін бақылаудың вибродиагностикалық әдістері әдетте жай-күйді бағалаудағы бірінші кезең

болып табылады, өйткені оның жұмысы кезінде жабдықтың жай-күйін тікелей талдауға мүмкіндік береді. Вибродиагностика көмегімен қандай да бір ақаудың негізгі сипатты белгілері анықталғаннан кейін диагностиканың басқа, мамандандырылған әдістерін қолдану қажет.

Оның негізгі белгісі - Электрлік машинаны желіден ажыратқаннан кейін діріл спектрінде оның белгілерінің бірден жоғалуы. Электр қозғалтқыштарындағы дірілдің жоғарылауын тудыратын негізгі ақаулар (ақаулар):

- ротордың (біліктің) және жетек элементтерінің (муфталар, шкивтер);
- тірек жүйесінің қаттылығын жоғалту (іргетастың, раманың, бекіту элементтерінің ақаулары);
- жетек біліктерін ортalandыру;
- резонанстық құбылыстар;
- мойынтіректердің ақаулары және кинематикалық буындардың тозуы.

Электр машиналарының жоғары діріл себептерінің диагностикасы қозғалтқыштың мүмкіндігінше үлкен жүктемесі кезінде жүргізілуі тиіс. Егер зерттеулер бос жүрісте жүргізілсе, онда жабдықтағы барлық электромагниттік ақаулардың аз бөлігін ғана анықтауға болады.

Электр қозғалтқыштары мен генераторлардағы әртүрлі электромагниттік ақаулары табысты диагностикалау үшін, 3200-ден кем емес спектралды желілер санымен, өте жоғары рұқсат ету қабілеті бар спектроанализатор қажет. Электр машиналарының діріл параметрлерін талдауға негізделген жүйенің типтік құрылымы мынадай негізгі элементтерден тұрады:

- діріл датчиктері;
- дірілді өлшеуге және талдауға арналған аспап;
- дербес компьютер;
- мониторинг, терең диагностика және жабдықтың жай-күйін болжау үшін бағдарламалар пакеті;
- сигналдарды талдау құралдарымен датчиктердің, компьютерлермен аспаптардың, компьютерлік желілермен компьютерлердің байланыс желілері;
- коммутация және күшейту құрылғылары.

"Vibro Vision" маркалы шағын көлемді виброметр айналмалы жабдықтың ақауларын экспресс-диагностикалауға және дірілдің деңгейін бақылауға арналған. Дірілдің жалпы деңгейін өлшеуге, тербелу мойынтіректерінің жағдайын жедел диагностикалауға мүмкіндік береді.

Виброметр сигналдарды вибропускнинг, виброместения өлшемінде кіріктірілген немесе сыртқы датчиктің көмегімен тіркейді. Фотосуретте орнатылған дірілдегішпен дірілдеуді өлшеу көрсетілген. Бұл режимде виброметр қарапайым және оперативті өлшемдерге ыңғайлы.

Бақылаудағы жабдықта орнатылған сыртқы датчикті магниттің көмегімен немесе щуп арқылы пайдаланған кезде неғұрлым күрделі өлшеулерді жүргізуге болады. Екінші фотосуретте магнитте дірілді бақылау орнына құрылғыға қосылған сыртқы діріл датчигі орнатылған.

"Vibro Vision" виброметрінің қосымша функциялары виброупускорения эксцесін есептеу негізінде тербеліс мойынтіректерінің жай-күйін анықтау және виброосигналдардың қарапайым талдағышы болып табылады. Құрылғы вибросигнал пішінін (256 санақ) бағалауға және вибросигнал спектрін (100 сызық) талдауға мүмкіндік береді. Бұл "орнында" кейбір ақауларды анықтауға мүмкіндік береді, мысалы, небаланс, орталықсыздандыру. Бұл функциялар айналмалы жабдықтың ең жиі кездесетін ақауларын осы қарапайым және арзан аспапты диагностикалауға мүмкіндік береді.

1.10 Тепловизиялық бақылау

Рұқсат етілген температураның аздаған артуы, жалпы айтқанда, қозғалтқыш "жанады" дегенді білдірмейді, алайда бұл ретте орамалардың оқшауламасының қарқынды ескіруі және оқшаулаудың диэлектрлік беріктігінің жоғалуына байланысты машинаны пайдалану мерзімінің күрт қысқаруы орын алады.

Орамдарды оқшаулау температурасы ішкі жылу бөлінуінің деңгейімен ғана емес, сонымен қатар қоршаған ортаның температурасымен де анықталады. Қоршаған орта температурасына 40°C тең есеппен электр машинасында рұқсат етілген жылу ысыраптарының деңгейін көрсету қабылданған, сондықтан орта температурасына қатысты температураның асып кетуіне жиі қолайлы болады.

Рұқсат етілген жылу режимі деп оқшаулаудың қызмет ету мерзімі берілген режимнен кем болмайтын режимді түсіну керек. Қозғалтқышты пайдалану процесінде оны қыздыруға байланысты оқшаулаудың үздіксіз тозуы жүреді және осы процестің қарқыны температуралық режим сипатымен анықталады.

Қозғалтқыш оқшаулаудың өзгермейтін температурасы кезінде жұмыс істеп тұрған жағдайларда оқшаулаудың ескіру процесінің жылдамдығын немесе қызмет ету мерзімін салыстырмалы түрде бағалау қиын емес. Осы класты оқшаулаудың қызмет ету мерзімін байланыстыратын тәуелділіктер белгілі-берілген диэлектрлік қасиеттер сақталатын уақыт, қызмет ету мерзімі ішінде белгілі бір тұрақты температура деңгейімен.

Қазіргі уақытта электр станцияларынан электр энергиясын тұтынушыларға дейін электр энергиясын өндіру мен бөлудің барлық циклі бойынша жылу тұтынудың қарқынды қолданылуы байқалады. Жылу беру негізінде жылу (инфрақызыл) сәулеленуі бойынша объектілердің көрінетін бейнесін алу мүмкіндігі жатыр, бұл жылу өрістерінің таралуын бағалауға және осының нәтижесінде объектінің бетіндегі кез келген нүктенің температурасын анықтауға мүмкіндік береді. Тепловизионды жүйенің негізгі элементі-инфрақызыл диапазонда объектінің суреттерін орындауға мүмкіндік беретін компактті тепловизионды камера. Қазіргі заманғы тепловизионды камералардың жоғары рұқсат ету қабілеті бар және $0,05^{\circ}\text{C}$ дейінгі дәлдікпен

үстіңгі қабаттағы температураның айырмашылығын анықтауға мүмкіндігі бар. Жоғары ұтқырлық және байланыссыз жұмыс істеу принципі кез келген объектілерді, соның ішінде ауадан, мысалы, тікұшақ бортынан тексеру үшін камераны қолдануға мүмкіндік береді. Бұдан басқа, тепловизионды жүйенің құрамына камерамен алынған суреттерді өңдеуге және зерттеу нәтижелері бойынша деректер базасын құруға арналған дербес компьютер және бағдарламалық қамтамасыз ету кіреді [7].

Жылудың ерекше құндылығы-диагностика жабдықты жұмыстан шығармай жүзеге асырылады. Қазіргі уақытта электр энергетикасы кәсіпорындарында инфрақызыл техниканы қолданудың айтарлықтай тәжірибесі жинақталған.

Кемшілік ретінде жабдықтың жоғары құнын атап өтуге болады.

1.11 Спектр-ток талдауы

Соңғы уақытта әлемде тұтынылатын ток мониторингін орындауға негізделген электр машиналарының жай-күйін диагностикалау әдістері кеңінен дамыды, кейіннен алынған сигналдың арнайы спектралдық талдауын орындаумен, бұл қозғалтқыштың әр түрлі элементтерінің жай-күйін жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді.

Осы әдістің негізіне алынған физикалық принцип электрқозғалтқыштың және онымен байланысты құрылғылардың электр және механикалық бөлігінің жұмысындағы кез келген ауытқулар электр машинасының саңылауындағы магнит ағынының өзгеруіне және, электрқозғалтқышымен тұтынылатын токтың әлсіз модуляциясына алып келеді. Тиісінше қозғалтқыш тогының спектрінде белгілі бір шамадағы тән (және сәйкес келмейтін) жиіліктердің болуы электр қозғалтқышының және онымен байланысты механикалық құрылғының электрлік және/немесе механикалық бөлігінің зақымдануының болуын куәландырады.

Электрқозғалтқыштың тогына мониторинг жүргізу, дірілдік диагностикаға қарағанда, электрқозғалтқыштың клеммалық қорабында (оның жұмыс режимін қандай да бір бұзусыз), сондай-ақ қоректендіру (басқару) электрқозғалтқышында да орындалуы мүмкін.

Кешен құрамына мыналар кіреді: сызықтық жиіліктік сипаттамасы бар ажыратқыш ток датчигі, сигналдың кондиционері (сигналдардың жалған жиілігінің пайда болуына кедергі келтіретін төменгі жиіліктер фильтрі), олардың дискретизациясы кезінде [4], анало-цифрлық түрлендіргіш (АСТ), ақпаратты жинау және өңдеу үшін қажетті бағдарламалық қамтамасыз етуі бар дербес компьютер (ДК).

Ток сигналдарын жазу жиілігі бойынша 0,01–0,02 Гц кем емес рұқсат беру арқылы спектралды талдауды орындау үшін қажетті уақыт ішінде жүзеге асырылады.

Цифрланған АСТ деректер ДК-ге беріледі, онда алынған мәліметтерді өңдеу орындалады: қозғалтқыштың айналу жиілігі және оның роторы өзекшелерінің саны анықталады, содан кейін ток сигналына арнайы спектралдық талдау жүргізіледі.

Компьютерде орындалатын бағдарлама, өз кезегінде, белгілі бір түрде кіріс ақпаратын өңдеп, жұмыс істеп тұрған электрқозғалтқыштың зақымдалуының ықтимал түрін анықтауы немесе оның жарамдылығы туралы қорытынды жасауы тиіс. Бұл әдіс анағұрлым тиімді, өйткені компьютерде электрқозғалтқыштың бүліну динамикасының бақыланып отырған динамикасы туралы ақпараты бар үлкен деректер базасын сақтауға мүмкіндік береді, кейін оның істен шығуын болжайды.

Жоғарыда сипатталған өлшемдерден басқа, электрқозғалтқышқа қоса берілген кернеудің мониторингін жүргізу ұсынылады, бұл оның симметриясын анықтауға мүмкіндік береді, жоғары гармоникалық құрамдастары мен асқын кернеулердің импульстерінің болуы (айналу жылдамдығын жиіліктік реттегіштермен жұмыс істеу кезінде мүмкін), яғни қозғалтқыштың қызмет ету мерзіміне және жұмысының үнемділігіне тікелей әсер ететін факторлар. Жоғарыда аталған факторлардың алғашқы екеуі статор орамаларының қызып кетуіне де, кері тізбектегі жоғары жиілікті айналмалы сәттердің пайда болуына байланысты мойынтіректердің зақымдануына да әкеп соқтыратыны белгілі.

1 Есептік бөлім

2.1 Кәсіпорындағы трансформаторлардың санын білу. Кернеуі 0,4кВ болатын реактивті қуатты қарымталау

Кәсіпорындағы трансформаторлардың саны мен қуатын технико-экономикалық есептеулер жолымен ғана анықтау мүмкін, келесі факторларды ескеріп: тұтынушыларды электрмен қамсыздау сенімділігінің категориясын; 1кВ-қа дейінгі реактивті жүктемені қарымталауын; қалыпты (нормалы) және апаттық жағдайда трансформатордың асқын жүктелу қасиетін; стандартты қуаттар қадамы; жүктеме графигі бойынша трансформаторлардың тиімді жұмыс жағдайлары [5].

Есептеулер үшін мәліметтер:

$$P_{p0,4} = 5492,73 \text{ кВт}; Q_{p0,4} = 3925,01 \text{ квар}; S_{p0,4} = 6804,7 \text{ кВА}.$$

Кәсіпорын II категориялы тұтынушыларға жатады, кәсіпорын екі ауысыммен жұмыс істейді; сондықтан трансформаторлардың жүктелу коэффициенті $K_{зтр} = 0,8$. Трансформатор қуатын $S_{нтр}$ 630кВА тең деп қабылдаймыз.

Кәсіпорындағы трансформаторлардың ең аз саны:

$$N_{т\min} = \frac{P_{p0,4}}{K_3 \cdot S_{нтр}} + \Delta N = \frac{5492,73}{0,8 \cdot 630} + 0,11 = 11, \quad (2.1)$$

мұнда $P_{p0,4}$ – есептік активті қуат;

K_3 – трансформатордың жүктелу коэффициенті;

$S_{нтр}$ – трансформатордың қабылданған орташа қуаты;

ΔN – ең жақын бүтін санға дейінгі қосымша.

Экономикалық жағынан тиімді саны:

$$N_{т.э} = N_{\min} + m, \quad (2.2)$$

мұнда m – қосымша трансформаторлардың саны;

$N_{т.э}$ – капиталды шығындардың тұрақты құраушыларын ескеріп, реактивті қуатты беруге кететін меншікті шығындармен анықталады

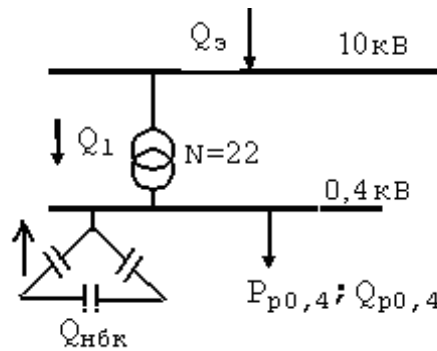
$$Z_{п/ст}^* = 0,5; K_3 = 0,8; N_{\min} = 11; \Delta N = 0,11,$$

сондықтан $m=1$, ал

$$N_{т.э} = 11 + 1 = 12 \text{ трансформатор}.$$

Трансформаторлардың таңдалған саны бойынша кернеуі 1 кВ-қа дейінгі желіге трансформаторлар арқылы берілетін ең көп реактивті қуатты анықтайды

$$Q_1 = \sqrt{(K_3 \cdot N \cdot S_{нтр})^2 - P_{p0,4}^2} = \sqrt{(0,8 \cdot 12 \cdot 630)^2 - 5492,73^2} = 2531 \text{ квар}. \quad (2.3)$$



2.1- сурет - Реактивті қуат балансы

0,4 кВ шиналарында реактивті қуаттар балансы шартынан $Q_{нбк1}$ шамасын анықтаймыз

$$Q_{нбк1} + Q_1 = Q_{p0,4}, \quad (2.4)$$

бұдан

$$Q_{нбк1} = Q_{p0,4} - Q_1 = 3925,01 - 2531 = 1394,01 \text{ квар.}$$

Әр трансформаторға келісетін бір конденсаторлар батареясының қуатын анықтаймыз

$$Q_{нбк\text{ ш}} = \frac{Q_{нбк}}{N_{тз}} = \frac{1394,01}{12} = 116 \text{ квар.} \quad (2.5)$$

НБК: УКБН-0,38-300-150У30.

2.2 Трансформаторлы қосалқы стансадағы қуатқа кеткен шығындарды анықтау

ТМН-630-6/0,4 трансформаторын таңдаймыз.

Трансформатордың паспорттық берілулері
Трансформатор түрі: ТМН-630-6 (0,4); $S_H - 630 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; $I_{xx} - 2 \%$; $U_{кз} - 5,5 \%$; $\Delta P_{кз} - 8,5 \text{ кВт}$; $\Delta P_{кк} - 1,31 \text{ кВт}$

Трансформатордағы активті қуат шығындары төмендегі формула бойынша анықталады:

$$\Delta P_m = (\Delta P_{xx} + \Delta P_{кк} \cdot K_3^2) \cdot N$$

Трансформатордағы реактивті қуат шығындары төмендегі формула бойынша анықталады:

$$\Delta Q_m = \left(\frac{I_{xx}\%}{100} \cdot S_{HH} + \frac{U_{kk}\%}{100} \cdot S_{HH} \cdot K_3^2 \right) \cdot N$$

ТП 1-2:

$K_3=0.77$; $N=4$;

$$\Delta P_m = (1,31 + 8,5 \cdot 0.77^2) \cdot 4 = 25,4 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.77^2) \cdot 4 \cdot 630 = 132,6 \text{ квар};$$

ТП 3-4:

$K_3=0.77$; $N=4$;

$$\Delta P_m = (1,31 + 8,5 \cdot 0.77^2) \cdot 4 = 25,4 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.77^2) \cdot 4 \cdot 630 = 132,6 \text{ квар};$$

ТП 5-6:

$K_3=0.85$; $N=4$;

$$\Delta P_m = (1,31 + 8,5 \cdot 0.85^2) \cdot 4 = 29,8 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_m = 0.01 \cdot (2 + 5.5 \cdot 0.85^2) \cdot 4 \cdot 630 = 150,5 \text{ квар};$$

Барлық трансформаторлардағы суммалы шығындар:

$$\Sigma \Delta P_{1-8} = 25,4 + 25,4 + 29,8 = 80,6 \text{ кВт}.$$

$$\Sigma \Delta Q_{1-8} = 132,6 + 132,6 + 150,5 = 415,7 \text{ квар}.$$

2.3 Синхронды қозғалтқыштардың есептік қуаттарын анықтау

ЖК жағында реактивтік қуаттын компенсациялау үшін 10-шы цехтың СҚ пайдаланамыз.

$$P_{HCD} = 800 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0,805; N_{CD} = 4; k_3 = \beta = 0.85.$$

СҚ үшін есептік қуатын анықтаймыз:

$$P_{PCD} = P_{HCD} \times N_{CD} \times k_3 = 800 \times 4 \times 0.805 = 2576 \text{ кВт}.$$

$$Q_{PCD} = P_{PCD} \times \tan \varphi = 2576 \times 0.737 = 1898,512 \text{ квар}.$$

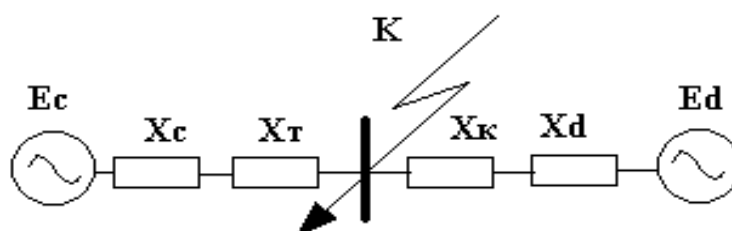
$$S_{PCD} = P_{PCD} / \cos \varphi = 2576 / 0,805 = 3200 \text{ квар}.$$

Бір қозғалтқыш үшін:

$$S_{p\text{сд}} = S_{p\text{сд}} / N = 3200 / 4 = 800 \text{ квар.}$$

2.4 Жоғары вольтты қондырғыларды таңдау

БТҚС шинасындағы қ. т. т есептеу



2.2-сурет - Орынбасу схемасы

Осы суреттегі берілгендердің шамасын анықтау :

$S_6 = 1000 \text{ МВА}$; $x_c = 0,83 + 0,01 = 0,84 \text{ о.е.}$; $U_6 = 6,3 \text{ кВ.}$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 6.3} = 92 \text{ кА};$$

$$X_T = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_n} = \frac{1000 \cdot 10,5}{100 \cdot 6.3} = 16,6 \text{ о.е.}$$

Энергетикалық жүйедегі қ. т. т

$$I_{kc} = \frac{I_6}{X_c + X_T} = \frac{92}{0,84 + 16,6} = 5,27 \text{ кА}$$

Синхронды қозғалтқыштағ кабельдің өзіндік кедергісін анықтау.

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 6.3} = 73,3 \text{ А.}$$

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{I_P}{J_{\text{ЭК}}}; \quad I_P < I_{\text{доп}} \\ I_{\text{ав}} < 1,3 \cdot I_{\text{доп}}$$

мұндағы токтың эконом. тығ: $J=1 \text{ А/мм}^2$ – $T_M=4500$ –ге тең

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{73,3}{1} = 73,3 \text{ мм}^2;$$

ААШВ-10-(3х70) , $I_{\text{доп}}=165 \text{ А}$ кабельді таңдасақ болады

$I_{\text{доп}}=165 \text{ А} > I_P=73,3 \text{ А}$; $X_{\text{уд}}=0,08 \text{ Ом/км}$.

$$X_K = L \cdot X_{\text{уд}} \cdot \frac{S_6}{U_{\text{ср}}^2} = 0,35 \cdot 0,08 \cdot \frac{1000}{6,3^2} = 0,5 \text{ о.е.}$$

Синхронды қозғалтқыштағы параметрлердің шамасын қарастырайық:

$$X_d = X_d^{\text{II}} \cdot \frac{S_6}{S_H} = 0,2 \cdot \frac{1000}{0,800} = 250 \text{ о.е.}$$

$$E_d = E_H^{\text{II}} \cdot \frac{U_H}{U_6} = 1,1 \cdot \frac{6}{6,3} = 1,04 \text{ о.е.}$$

$$X_{\text{клсд}} = (X_{\text{сд}} + X_{\text{кл}}) / 2 = (0,5 + 250) / 2 = 125,25 \text{ о.е.}$$

Қ.т. тоғы:

$$I_{\text{кд}} = \frac{I_6 \cdot N}{X_K + X_d} = \frac{92 \cdot 4}{250 + 0,81} = 1,467 \text{ кА.}$$

$$I_{\text{кз}} = I_{\text{кс}} + I_{\text{кд}} = 5,27 + 1,467 = 6,737 \text{ кА.}$$

$$i_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 6,737 = 17 \text{ кА.}$$

2.5 6кВ кернеуге келетін ажыратқыштарды қарастыру

$S_{\text{р.кәсіпор}} = 8135,3 \text{ кВА.}$

Есептелген ток күші:

$$I_p = \frac{S_{P.3AB.}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{8135,3}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6,3} = 372,7 \text{ A}.$$

Апаттық ток күші:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 372,7 = 745,4 \text{ A}.$$

Кірістегі ажыратқыш: ВВТЭ-10-20/1000УХЛ2 вакуумдық ажыратқышты алсақ болады.

Алынған ажыратқышты тексеру.

Өзіндік:	Есептелген:
U _н =10 кВ	U=6 кВ
I _н =1000А	I _{ав} =745,4 А
I _{откл} =20 кА	I _{кз} =6,737кА
I _{терм} =20 кА	I _{кз} =6,737 кА
I _{дин} =52 кА	I _y =17 кА

Секциялық ажыратқыш: ВВТЭ-10-10/630У2 вакуумды таңдаймыз.
Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық:	Есептік:
U _н =10 кВ	U=6 кВ
I _н =630А	I _p =372,7 А
I _{откл} =10 кА	I _{кз} =6,737кА
I _{терм} =10 кА	I _{кз} =6,737 кА
I _{дин} =25 кА	I _y =17 кА

Тармақты линиялардың ажыратқыштарын таңдау

1) БТҚС-(ТП1,ТП2) магистралі:

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2},$$

$$S_p = \sqrt{(1778,1 + 25,4)^2 + (712,56 + 132,6)^2} = 1991,7 \text{ кВА}.$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1991,7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6,3} = 91,2 \text{ A}$$

Авариялық ток:

$$I_{ав}=2 \times I_p = 2 \times 91,2 = 182,4 \text{ А.}$$

ВВТЭ-10-10/630У2 вакуумды ажыратқышын таңдаймыз.
Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық:	Есептік:
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 6 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 372,7 \text{ А}$
$I_{откл} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 6,737 \text{ кА}$
$I_{терм} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 6,737 \text{ кА}$
$I_{дин} = 25 \text{ кА}$	$I_y = 17 \text{ кА}$

2) БТҚС-ТП 3-4 магистралы.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2},$$

$$S_p = \sqrt{(1784,68 + 25,4)^2 + (754,65 + 132,6)^2} = 2015,8 \text{ кВА.}$$

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{2015,8}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6,3} = 92,3 \text{ А.}$$

Авариялық ток:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 92,3 = 184,6 \text{ А.}$$

ВВТЭ-10-10/630У2 вакуумды ажыратқышын таңдаймыз.

Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық:	Есептік:
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 6 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 372,7 \text{ А}$
$I_{откл} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 6,737 \text{ кА}$
$I_{терм} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 6,737 \text{ кА}$
$I_{дин} = 25 \text{ кА}$	$I_y = 17 \text{ кА}$

3) БТҚС-ТП 5-6.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2},$$

$$S_p = \sqrt{(1957,95 + 29,8)^2 + (658,88 + 150,5)^2} = 2146,2 \text{ кВА.}$$

$$I_p = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{2146,2}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 6,3} = 98,3 \text{ A}.$$

Авариялық ток:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 98,3 = 196,6 \text{ A}.$$

ВВТЭ-10-10/630У2 вакуумды ажыратқышын таңдаймыз.
Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық:	Есептік:
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 6 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 372,7 \text{ А}$
$I_{откл} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,437 \text{ кА}$
$I_{терм} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,437 \text{ кА}$
$I_{дин} = 25 \text{ кА}$	$I_y = 19 \text{ кА}$

4) БТҚС-СҚ магистралы.

СҚ-ның кабель кедергісін табамыз.

$$I_p = \frac{Sp}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 73,3 \text{ A}.$$

ВВТЭ-10-10/630У2 вакуумды ажыратқышын таңдаймыз.
Таңдалған сөндіргішті тексереміз

Паспорттық:	Есептік:
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U = 6 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 372,7 \text{ А}$
$I_{откл} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,437 \text{ кА}$
$I_{терм} = 10 \text{ кА}$	$I_{кз} = 7,437 \text{ кА}$
$I_{дин} = 25 \text{ кА}$	$I_y = 19 \text{ кА}$

2.6 Желіден өтетін кабельді таңдау

Кабель таңдау шары:

$$S_{ЭК} = \frac{I_p}{J_{ЭК}};$$

$$I_p < I_{\text{доп}}; I_{\text{ав}} < 1.3 \cdot I_{\text{доп}},$$

мұнда $J=1 \text{ А/мм}^2$ экономикалық ток тығыздығы.

$$S_{\text{терм}} = 12 \cdot 6,737 \cdot \sqrt{0,8} = 73,3 \text{ мм}^2;$$

СҚ:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{73,3}{1} = 73,3 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз: ААШВ-6-(3х95) с $I_{\text{доп}}=225 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=225 \times 0,8=180 \text{ А} > I_p=73,3 \text{ А}$.

мұндағы: $K_p=0,8$ – түзету коэффициент
 $N=4$.

ТП 1-2:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{91,2}{1} = 91,2 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз: ААШВ-6-(3х95) с $I_{\text{доп}}=225 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=225 \times 0,9=203 \text{ А} > I_p=91,2 \text{ А}$.

$1.3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 203=263 \text{ А} > I_{\text{ав}}=182,4 \text{ А}$.

$N=2$.

ТП 3-4:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{92,3}{1} = 92,3 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз: ААШВ-6-(3х95) с $I_{\text{доп}}=225 \text{ А}$.

$I_{\text{доп}}=225 \times 0,9=203 \text{ А} > I_p=92,3 \text{ А}$.

$1.3 \times I_{\text{доп}}=1,3 \times 203=263 \text{ А} > I_{\text{ав}}=184,6 \text{ А}$.

$N=2$.

ТП 5-6:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{98,3}{1} = 98,3 \text{ мм}^2;$$

Кабель таңдаймыз: ААШВ-6-(3х120) с $I_{доп}=260A$.

$I_{доп}=260 \times 0,9=234 A > I_p=98,3A$.

$1,3 \times I_{доп}=1,3 \times 234=304A > I_{ав}=196,6A$.

$N=2$.

2.3-кестеге алынған мәндерді енгіземіз.

2.1 - кесте – Кабель журналы

Участке атауы	S_p , кВА	N	Кп	Жүктеме		Токтың экон. тығ. б/ша, мм ²		ҚТ тогы б/ша, мм ²		Алынған кабель	$I_{доп}$, A
				I_p , A	$I_{ав}$, A	$j_э$	$F_э$, мм ²	I_k , кА	S , мм ²		
БТҚС-СҚ	800	4	0,8	73,3	-	1	73,3	7	72,3	ААШВ-6- (3×95)	225
БТҚС- ТП1-2	1915,5	2	0,9	91,2	182,4	1	91,2	7	72,3	ААШВ-6- (3×95)	225
БТҚС- ТП3-4	1937,6	2	0,9	92,3	184,6	1	92,3	7	72,3	ААШВ-6- (3×95)	225
БТҚС- ТП5-6	2065,8	2	0,9	98,3	196,6	1	98,3	7	72,3	ААШВ-6- (3×120)	260

2.7 ТП дағы жүктемелік және автоматты ажыратқыштарды таңдау

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 6,3} = 58A.$$

ВНП-17 с ПК-6/100 таңдаймыз.

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 957A.$$

ВА75-75 с $I_{доп}=1000A$. таңдаймыз

2.8 Кернеулері 115/37/6,3кВ үшін жоғары кернеулі ток трансформаторын тандап аламыз

а) Кіріс және секционды ажыратқыштардағы ток трансформаторларын тандау.

Аспап	Тип	A, BA	B,BA	C, BA
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Қосындысы		6,5	5,5	6,5

ТТ-ң екінші реттік жүктемесін есептейік.

Екіншілік жүктеменің кедергісі құрал кедергілерінен, жалғайтын сымдардан және контактілердің ауыспалы кедергісінен тұрады:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тов}}$$

Құрал кедергілерін мына формуламен анықтаймыз

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом} ,$$

$$r_{2н} = \frac{S_{2н\text{ТТ}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом} ,$$

мұнда $S_{\text{приб}}$ – құралдармен тұтынатын қуат;

I_2 – құралдың екіншілік номиналдық тоғы

Желі кедергілерінің мүмкін болатын шегі

$$r_{\text{дошпр}} = r_{2н} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2 ;$$

АКР ТВ $F=1,5 \text{ мм}^2$ сымын қабылдаймыз.

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{аспап}} + R_{\text{п}} + R_{\text{кт}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,4 \text{ Ом}$$

$$B_{\text{к}} = I_{\text{кт}}^2 \cdot (t_{\text{өшір}} + T_{\text{а}}) = 7,4^2 \times (0,095 + 0,04) = 7,3 \text{ кА}^2 \text{с}$$

БТҚС шиналарындағы секциялық ажыратқышқа тоқ трансформаторын таңдаймыз: ТЛМ-10-У3-800/5: $I_{\text{н}}=800 \text{ А}$; $U_{\text{н}}=10 \text{ кВ}$.

Есептелген мәндер

$U_{\text{н}}=6 \text{ кВ}$

$I_{\text{ав}}=182,4 \text{ А}$

$B_{\text{к}}=7,39 \text{ кА}^2 \text{с}$

$i_{\text{уд}}=17 \text{ кА}$

$Z_{2\text{р}}=0,45 \text{ Ом}$

Паспорттық

$U_{\text{н}}=6 \text{ кВ}$

$I_{\text{н}}=200 \text{ А}$

$I_{\text{т}}^2 t_{\text{т}}=306 \text{ кА}^2 \text{с}$

$I_{\text{дин}}=52 \text{ кА}$

$Z_{2\text{н}}=0,6 \text{ Ом}$

БТҚС-ТҚС 1-2 желідегі Т Т

Құрал	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

Құралдағы кедергіні төмендегі шешіммен табамыз

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом};$$

$$r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{н ТТ}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}.$$

мұндағы: $S_{\text{приб}}$ – құралдағы қуат;

I_2 – құралдағы орташа ток.

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

Жабдықтағы сымда болатын кедергі:

$$r_{\text{доп}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом.}$$

АКР ТВ ; $F=1,5 \text{ мм}^2$ болатын сымды таңдасақ болады;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

Есептелген мәндер:

$$U_H = 6 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{ав}} = 184,6 \text{ А}$$

$$B_k = 7,39 \text{ кА}^2 \text{с}$$

$$i_{\text{уд}} = 17 \text{ кА}$$

$$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$$

Өзіндік мәндері:

$$U_H = 6 \text{ кВ}$$

$$I_H = 200 \text{ А}$$

$$I_T^2 t_T = 306 \text{ кА}^2 \text{с}$$

$$I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$$

$$Z_{2H} = 0,6 \text{ Ом}$$

БТҚС-ТҚС 3-4 желідегі Т Т

Құрал	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы:		6,5	5,5	6,5

Құралдағы кедергіні төмендегі шешіммен табамыз

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом};$$

$$r_{2H} = \frac{S_{2H \text{ TT}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом.}$$

мұндағы: $S_{\text{приб}}$ – құралдағы қуат;

I_2 – құралдағы орташа ток.

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

Жабд

ЫҚТАҒЫ СЫМДА БОЛАТЫН КЕДЕРГІ:

$$r_{\text{дошпр}} = r_{2\text{н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом.}$$

АКР ТВ ; $F=1,5\text{мм}^2$ болатын сымды таңдасақ болады;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{аспап}} + R_{\text{п}} + R_{\text{кт}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,4 \text{ Ом}$$

$$B_{\text{к}} = I_{\text{кт}}^2 \cdot (t_{\text{өшір}} + T_{\text{а}}) = 7,4^2 \times (0,095 + 0,04) = 7,3 \text{ кА}^2 \text{с}$$

Есептелген мәндер:

$$U_{\text{н}} = 6 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{ав}} = 196,6 \text{ А}$$

$$B_{\text{к}} = 7,39 \text{ кА}^2 \text{с}$$

$$i_{\text{уд}} = 17 \text{ кА}$$

$$Z_{2\text{р}} = 0,45 \text{ Ом}$$

Өзіндік мәндері:

$$U_{\text{н}} = 6 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{н}} = 200 \text{ А}$$

$$I_{\text{т}}^2 t_{\text{т}} = 306 \text{ кА}^2 \text{с}$$

$$I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$$

$$Z_{2\text{н}} = 0,6 \text{ Ом}$$

БТҚС-ТҚС 3-4 желідегі Т Т

Жабдық	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы:		6,5	5,5	6,5

Құралдағы кедергіні төмендегі шешіммен табамыз

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом};$$

$$r_{2\text{н}} = \frac{S_{2\text{н тт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом.}$$

мұндағы: $S_{\text{приб}}$ – құралдағы қуат;

I_2 – құралдағы орташа ток.

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

Жабдықтағы сымда болатын кедергі:

$$r_{\text{допир}} = r_{2H} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,26 - 0,1 = 0,44 \text{ Ом}.$$

АКР ТВ ; $F=1,5 \text{ мм}^2$ болатын сымды таңдасақ болады;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{аспап}} + R_{\text{п}} + R_{\text{кт}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0,4 \text{ Ом}$$

$$B_k = I_{\text{кт}}^2 \cdot (t_{\text{өшір}} + T_a) = 7,4^2 \times (0,095 + 0,04) = 7,3 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

Есептелген мәндер

$$U_H = 6 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{ав}} = 196,6 \text{ А}$$

$$B_k = 7,39 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

$$i_{\text{уд}} = 17 \text{ кА}$$

$$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$$

Өзіндік мәндері

$$U_H = 6 \text{ кВ}$$

$$I_H = 200 \text{ А}$$

$$I_T^2 t_T = 306 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

$$I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$$

$$Z_{2H} = 0,6 \text{ Ом}$$

БТҚС Синхронды Қозғалтқыштағы Т Т

Жабдық	Түрі	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	СА3-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

Құралдағы кедергіні төмендегі шешіммен табамыз

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом};$$

$$r_{2н} = \frac{S_{2н\Gamma\Gamma}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом.}$$

мұндағы: $S_{\text{приб.}}$ – құралдағы қуат;
 I_2 – құралдағы орташа ток.

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$

Жабдықтағы сымда болатын кедергі:

$$r_{\text{доп\pi p}} = r_{2н} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0.8 - 0.26 - 0,1 = 0.44 \text{ Ом.}$$

АКР ТВ ; $F=1,5\text{мм}^2$ болатын сымды таңдасақ болады;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{1,5} = 0,093 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_{\text{аспап}} + R_{\pi} + R_{\text{кт}} = 0,26 + 0,093 + 0,1 = 0.4 \text{ Ом}$$

$$B_K = I_{\text{кт}}^2 \cdot (t_{\text{өшір}} + T_a) = 7,4^2 \times (0.095 + 0.04) = 7,3 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

Есептелген мәндер

$$U_H = 6 \text{ кВ}$$

$$I_{\text{ав}} = 196,6 \text{ А}$$

$$B_K = 7,39 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

$$i_{\text{уд}} = 17 \text{ кА}$$

$$Z_{2P} = 0,45 \text{ Ом}$$

Өзіндік мәндері

$$U_H = 6 \text{ кВ}$$

$$I_H = 200 \text{ А}$$

$$I_T^2 t_T = 306 \text{ кА}^2 \text{ с}$$

$$I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$$

$$Z_{2H} = 0,6 \text{ Ом}$$

2.9 Жоғары кернеулі трансформаторды таңдап алу

Кернеу трансформаторын таңдау үшін мына қажеттіліктерді білуіміз қажет. Олар:

1. $U_H \geq U_{\text{орн.}}$; шартына сай жабдықтың кернеуі болуы керек;
2. $S_{H2} \geq S_{\text{есеп2.}}$. – шартқа сай екінші реттік жүктеменің болуы;
3. жалғануы мен құрылымына қарай.

2.2 - кесте – Кернеу трансформаторының есептік мәндері

Құрылғы	Түрі	$S_{об-ки}$, ВА	Орам саны	$\cos \varphi$	$\sin \varphi$	Құрыл- ғы саны	$P_{барл}$, Вт	Q_{φ} , вар
V	Э-335	3	1	1	0	1	3	-
W	Д-335	2.5	2	0.4	0.93	6	12	23
Var	И-335	2.5	2	0.4	0.93	6	12	23
Wh	СА3- И681	2	2	0.4	0.93	6	9	27
Varh	СР4- И689	2	2	0.4	0.93	6	9	27
Қосындысы							45	100

Екінші реттік жүктемесі:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{45^2 + 100^2} = 110 \text{ ВА.}$$

КТ-на НТМК-6-71У3 типті кернеу трансформаторын таңдаймыз

$$\begin{aligned} U_{HT} &= 6 \text{ кВ} & U_{HT} &= 6 \text{ кВ} \\ S_{H2} &= 120 \text{ кВА} & S_{p2} &= 110 \text{ ВА} \end{aligned}$$

3 Арнайы бөлім

3.1 Тепловизиялық бақылау

Тепловизиялық бақылау әдістері энергетикалық кәсіпорындарда көбірек қолданылады, бұл әдіс пайдаланудың қарапайымдылығына байланысты. Өз кезегінде, тепловизиялық бақылау әдісі бірқатар артықшылықтарға ие:

- * электр техникалық жабдықты бақылау үшін көп персонал қажет емес, бір маман жеткілікті.
- * жабдықты жұмыстан шығармай, кез келген уақытта тексеруді жүргізуге болады.
- * бастапқы сатыда бұзу процесін табу, бұл жоғары вольтты желілерге де, күш жабдығына да қатысты.

Барлық артықшылықтар оқшаулауды және жабдықтың түйіспелі қосылыстарын бұзу процесінің дамуын жедел анықтауға және ілгерілетуге мүмкіндік береді, осылайша жабдық жұмысының сенімділігін арттыруға және тиісінше жөндеуге жұмсалатын шығындарды қысқартуға мүмкіндік береді. Температураны бақылау үшін тепловизор қолданылады, габариттері қарапайым тұрмыстық бейнекамерадан артық емес, бұл өз кезегінде мобилділік пен пайдаланудың қарапайымдылығын арттырады.



3.1 - сурет – Тепловизиялық бақылау әдісін енгізу

Жоғары жиілікті (жж) бөгейіштің мысалында тепловизионды жабдықты енгізу мысалын келтіреміз.

Жоспарлы-алдын ала жөндеуге (ЖАЖ) сәйкес жоғары жиілікті бөгейішті тексеру уақыты 6 жыл. Қалған уақытта жоғары жиілікті бөгейіш диагностикаланбайды. Тұрақты диагностика проблемасы-қоршаушы 16 метрге жуық жоғары биіктікте тұр. Қоршағыштың ВЧ-на тек қана автоөткізгіштің көмегімен және желіні жұмыстан шығару арқылы жетуге болады, бұл тиісінше шығындар мен энергияның толық жіберілмеуіне әкеп соғады.

Тепловизионды бақылау әдісін енгізгеннен кейін жоғарыда аталған барлық мәселелерді болдырмауға болады, өйткені тексеру қауіпсіз қашықтықтан өтеді, жабдықты жұмыстан шығару қажет емес және бұзылуларды анықтау ЖАЖ кестесі басталғаннан тезірек жүреді.

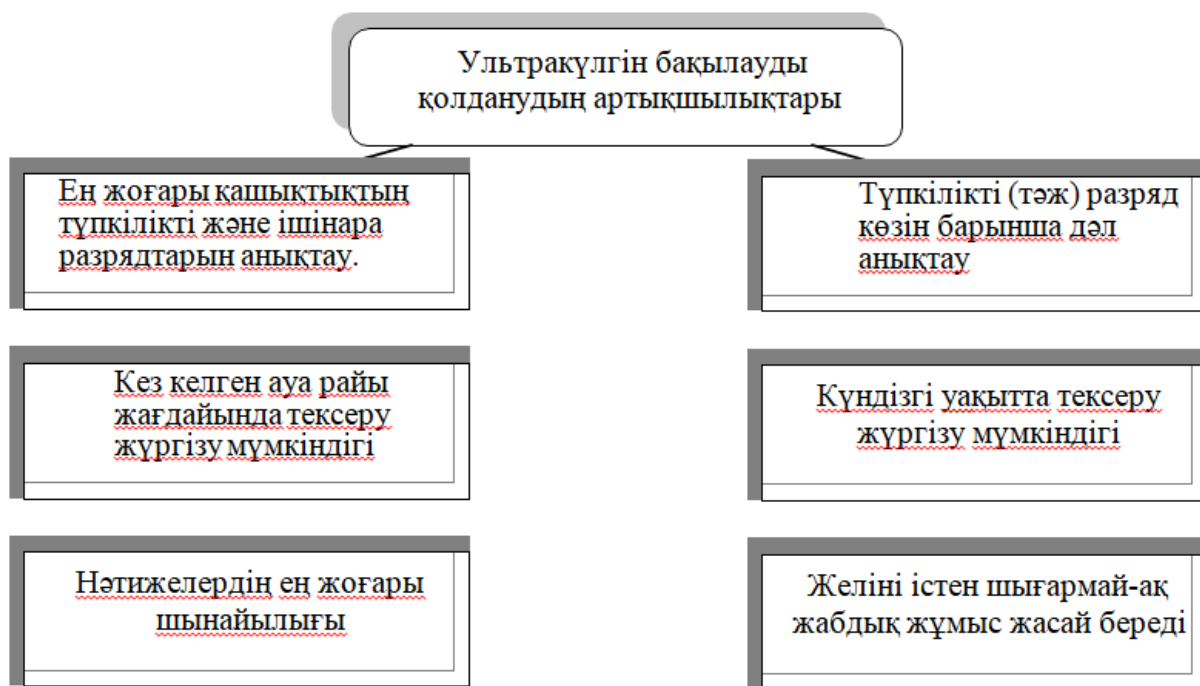
Енді экономикалық құрамдас бөлікті қарастырайық. 20 – дан + 600оС-қа дейін өлшенетін температура диапазоны бар тепловизордың құны шамамен 460 000 руб. [21]. Тепловизордың өзін-өзі ақтау мерзімі үлкен болады, өйткені тепловизордың көмегімен анықталған барлық бұзылулар бастапқы кезеңде және жөндеуге кететін шығынның аз мөлшерімен жойылады. Бақылаудың бұл түрі электр техникалық жабдықты жұмысының сенімділігін арттырады, бұл өз кезегінде оқшаулаудың бұзылуынан және түйіспе бұзылуынан жабдықтың ажыратылу қаупін төмендетеді. Сонымен қатар, тепловизиялық бақылау әдісі ультракүлгін бақылау әдісімен тығыз байланыста болады. [7].

3.2 Ультракүлгін бақылау

Ультракүлгін бақылауды (УФК) қолданудың маңызды артықшылығы-тексеру кезінде ақауды анықтау үшін ток өткізгіш бөліктердің ток жүктемесінің болуы талап етілмейді. Бақылау жүргізу үшін жабдықтың жұмыс кернеуінде болуы жеткілікті. Барлық тексеру жабдықты өшірмей қалыпты жұмыс режимінде жүргізіледі.

Бұл әдіс баптау кезінде желілерді зерттеу кезінде, яғни пайдалануға енгізу кезінде өзін жақсы көрсетті. Әсіресе жоғары ылғалдылық жағдайында. Дұрыс құрастырмаған кезде (шығыңқы үшкір шеттері, фланецтер, монтаждың кемшіліктері және т.б.) ток өткізгіш бөліктердегі тәжі байқалады. Бұл құбылыс ақаулар тудырмайды. Осы әдісті пайдалана отырып, құрастыру кезінде барлық қателер анықталады және түзетіледі. Ультракүлгін бақылау нәтижелері бойынша ақауларды анықтау тиімділігін арттыру үшін тексеру тепловизиялық бақылаумен бірге жүргізген жөн. Егер тепловизиялық бақылау ультракүлгін бақылаумен анықталған ақаудың болуын растайтын болса, онда бұл ақаудың айтарлықтай дамығанын білдіреді. Бұл әдістер бір-бірін толықтырады және оларды бірлесіп пайдалану ақаулар мен бұзылуларды анықтау үшін іс жүзінде кез келген жабдықты тексеруге мүмкіндік береді. [8].

Ультракүлгін диагностиканы қолданудың артықшылықтары 3.2 суретте көрсетілген



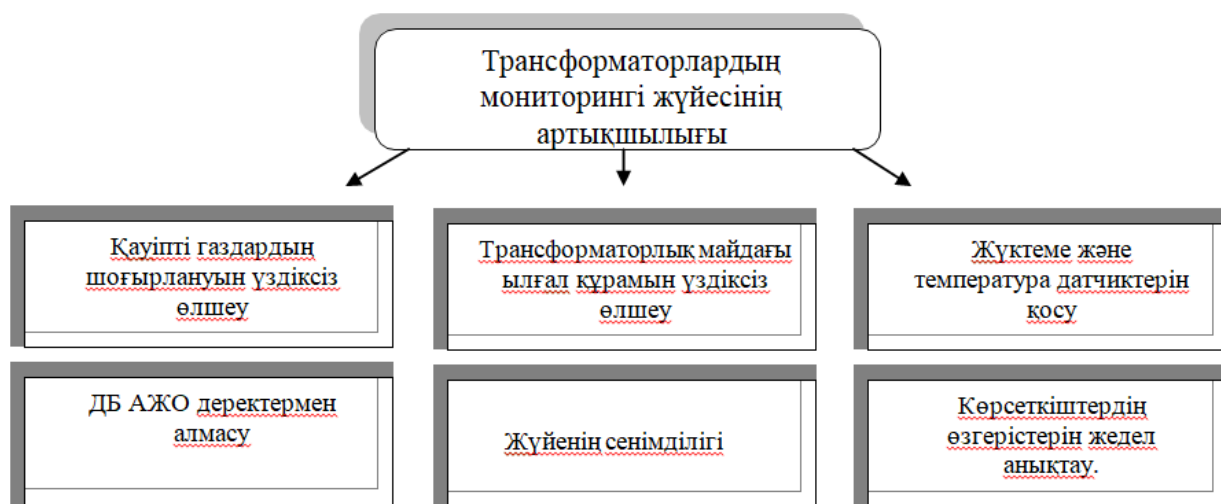
3.2 - сурет - Ультракүлгін диагностиканы қолданудың артықшылықтары

Бұл жабдықтың өзін-өзі ақтауы ұзақ мерзімді болып табылады, бірақ барлық электр техникалық жабдықтың жұмыс сенімділігі артады. Бұл өз кезегінде ақауларды жою жөніндегі шығындарға әсер етеді, пайда болған және авариялық ажыратуға әкеп соқтыратын бастапқы сатыда ақаулықты жою тиімдірек, электр энергиясы мен өзге де шығыстарға әкеп соқтырады.

3.3 Трансформаторлардың мониторинг жүйесі

Трансформаторлар электр желілерінің ең маңызды және қымбат компоненттерінің бірі болып табылады, сондықтан желінің сенімді жұмысы үшін олардың техникалық жай-күйін білу өте маңызды. Трансформаторлардың оқшаулама жүйесіндегі артық жүктемелердің әсерінен майда еритін газдар шығарылады. Майда ерітілген газдарды талдау (DGA) дамушы ақауларды ерте анықтаудың ең жақсы тәсілдерінің бірі ретінде танылды.

Энергожүйе трансформаторларының мониторингі жүйесі Hydran M2 трансформаторда ақаудың пайда болуы мен дамуы туралы нақты уақыт режимінде персоналды ескертетін, ерітілген газдар мен майдағы ылғалдың концентрациясын үздіксіз бақылау құрылғысы болып табылады. Аспап трансформаторларда (немесе кез келген басқа маймен толтырылған электр жабдықтарында) қауіпті жағдайларды бағалау үшін трансформаторлық майдағы жанғыш газдардың деңгейін (концентрациясын) және ылғал мөлшерін өлшейтін нақты уақыттағы интеллектуалды (микропроцессорды қолдануға негізделген) бақылау жүйесі болып табылады. Құрылғы трансформатордың негізгі күй параметрлерін қадағалайды және жоспарланбаған тоқтап қалу қаупін азайтады. HYDRAN M2 жүйесінің бастапқы өлшеу түрлендіргіші төрт газға: сутекке, көмір газына, ацетилен мен этиленге сезімтал газдың бар болуын детектормен (анықтаушымен) жарақталады, олар май толтырылған электр жабдықтарында пайда болатын істен шығулардың негізгі индикаторлары болып табылады.



3.3 - сурет - Мониторинг жүйесінің артықшылықтары

Бір мониторинг жүйесін жеткізуге және орнатуға жұмсалатын қаражатқа 4-8 трансформаторға дейін кешенді тексеру жүргізуге болады. Осы себепті диагностикалық мониторинг жүйелерімен жауапты тұтынушыларды қоректендіретін ірі тораптық қосалқы станцияларда орнатылған қуаты 50% - дан асатын трансформаторларды жарақтаған жөн. Мониторинг жүйесін орнату құны трансформатор құнының 3% - нан аспайтын болады[3]..

Бұл жүйені пайдаланбай ақаулық прогрессі критикалық деңгейге жетуі мүмкін, бұл трансформаторды жұмыстан шығарады және оның сынуына алып келеді, бұл тиісінше жаңа трансформаторға қосымша шығындар әкеледі. Трансформатордың істен шығуы электр энергиясының жоғалуына алып келеді және апат жағдайында энергияның жеткіліксіз шығарылуына әкеледі.

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмысты орындау нәтижесінде электротехникалық жабдықтарды бақылау мен диагностикалаудың заманауи әдістерін қолдануға баға бердік, сондай-ақ оларды қолдану бойынша практикалық ұсыныстар берілді.

Осы диплом жұмысын орындау қорытындысы бойынша келесі негізгі қорытынды жасауға болады: қазіргі уақытта электр техникалық жабдықтың "тозу" үрдісі қалыптасты, бұл жабдықтың өзінің дәл және жедел бақылауын және диагностикасын талап етеді. Осы жұмыста қолдануға ұсынылған жаңа әдістер барлық заманауи талаптарды қанағаттандырады. Тепловизиялық, ультракүлгін бақылау әдістері және күштік трансформаторлардың мониторинг жүйесі кез келген электротехникалық жабдықтарды бақылау мен диагностикалауды қамтамасыз етеді.. Бұл әдістерді пайдалану ақауларды жою бойынша жедел шешім қабылдауға мүмкіндік береді, бұл жоюға кететін шығындарды азайтуға әкеледі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Михеев Г.М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования. – М.: Додэка-XXI, 2010. – 224 с.
2. Михеев Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования. – М.: Додэка-XXI, 2008. – 304 с.
3. Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. – М.: НЦ ЭНАС, 2002.
4. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования : справочник. / Ящура А. И. – М. : Энас, 2012. – 95 С.
5. Цель и основные задачи технической диагностики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/949281/page:13/> (Дата обращения 23.03.2017) Загл. с экрана
6. Вдовико, Методология системы диагностики электрооборудования высокого напряжения / Веников В. П. // Электричество, № 2. 2010. С. 14 – 20.
7. Сидоренко, М. Г. Тепловизионная диагностика как современное средство мониторинга [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.centert.ru/articles/22/> (дата обращения: 20.03.2017). Загл. с экрана.
8. Ультрафиолетовая диагностика электрической изоляции [Электронный ресурс]. – URL: <https://worldofmaterials.ru/spravochnik/tests/267-ultrafioletovaya-diagnostika-elektricheskoy-izolyatsii> (Дата обращения 25.04.2017) загл. с экрана

Қосымшалар

А – кесте – ТҚС арқылы кәсіпорынның жүктемесін тарату

№ ТП S _{HT} , Q _{нбк} тп	№ цех номері	P _{p 0,4} , кВт	Q _{p 0,4} , квар	S _{p0,4} , кВА	Кз
1	2	3	4	5	6
ТП 1-2 (4х630) ΣS _H =4х630=2520кВА Q _{нбк} =4х116=464квар <i>Барлығы</i>	4	510,8	394,4		
	9	776,8	610		
	11	117	102,42		
	14	318	112,32		
	15	55,5	33,5		
		1778,1	1252,64		
			-464		
		1778,1	788,64	1945,15	0,77
ТП 3-4 (4х630) ΣS _H =4х630=2520кВА Q _{нбк} =4х116=464квар <i>Барлығы</i>	5	383,4	284,04		
	6	390	313,2		
	7	410,7	343,8		
	8	183,6	144,2		
	10	61,5	20,25		
	12	137,4	110		
	13	190,08	68		
		1756,68	1283,49		
			-464		
		1756,68	819,49	1938,4	0,77
ТП 5-6 (4х630) S _H =4х630=2520кВА Q _{нбк} =4х116=464квар <i>Барлығы</i>	1	1159	883,6		
	2	441,8	156,08		
	3	357,15	349,2		
		1957,95	1388,88		
			-464		
		1957,95	924,88	2165,4	0,85

Б - кесте – Кәсіпорынның электр жүктемесін дәл есептеу

№ ТП	№ цех	ЭҚ саны п	Тұрақталған қуаттылық		Ки	Орта жүктеме		Nэ	Км	Есептелген қуаттылық			Кз
			Pmin- Pmax	Общая ΣPн, кВт		Pсм кВт	Qсм квар			Pp, кВт	Qp, квар	Sp, кВА	
ТП 1-2 4х630	4	100	1-40	1100		440	387,2						
	9	60	1-40	1700		680	598,4						
	11	8	10-30	150		90	91,8						
	14	40	1-80	480		240	108						
	15	30	1-20	150		30	30,6						
Күштік		238	1-80	3580	0,4	1480	1216	177	1,2	1709,7	1225,2		
Жарықтандыру										68,4	27,36		
Қнбк											-540		
Барлығы:										1778,1	712,56	1915,5	0,76
ТП 3-4 4х630	5	50	1,0-80	900		270	275,4						
	6	50	1,0-70	1000		300	306						
	7	60	1,0-50	1100		330	336,6						
	8	30	1,0-30	450		135	137,7						
	10	10	1,0-20	100		30	13,5						
	12	20	1,0-25	350		105	107,1						
	13	50	1,0-40	340		136	68						
Күштік		270	1,0-80	4240	0,3	1306	1244,3	178	1,2	1646,18	1245,65		
Жарықтандыру										110,5	37,8		
Территория жар.										28	11,2		
Қнбк											-540		
Барлығы:										1784,68	754,65	1937,6	0,77

Б-кестенің жалғасы

№ ТП	№ цех	ЭҚ саны n	Тұрақталған қуаттылық		Ки	Орта жүктеме		Nэ	Км	Есептелген қуаттылық			Кз
			Rmin- Pmax	Общая ΣPн кВТ		Rсм кВТ	Qсм квар			Pp, кВт	Qp, квар	Sp, кВА	
ТП 5-6 4х630	1	80	1-125	2500		1000	880						
	2	50	10-80	950		332,5	149,6						
	3	30	10-40	700		285	342						
Күштік		80	1-125	4510	0,3	1617,5	1371,6	99	1,1	1914,75	1241,6		
жарықтандыру										43,2	17,28		
Қнбк											-600		
Барлығы:										1957,95	658,88	2065,8	0,82
0.4кВ шинадағы жинағы										5520,73	2126,09		
трансф.-ғы шығындар										80,6	415,7		
0,4кВ жүктемедегі қорытынды										5550,53	2276,59		
Синхронды қозғалтқыштар:	11	4	800	3200						2576	-1898,5		
Зауыттың қорытындысы бойынша										8126,53	378,09	8135,3	