

УДК 621.1

**ҚЫЗМЕТ МЕРЗІМІ 10 ЖЫЛДАН АСҚАН КҮШТІК ТРАНСФОРМАТОРДЫ
ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БАҚЫЛАУ**

Есенбек Алмат Жомартұлы

Yessenbek.almat.99@inbox.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Көлік-энергетика факультеті,
Электр энергетика мамандығының 1 курс магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Б.А Жакишев

Біздің еліміздің өндірістік базасының құрылымында өнеркәсіптік кәсіпорындар мен халықты электр энергиясымен қамтамасыз етудің негізгі компоненттері ретінде энергиямен жабдықтау жүйелері маңызды рөл атқарады. Электрмен жабдықтау жүйелерінің негізін келесі ішкі жүйелер құрайды: электр энергиясын өндіру, электр энергиясын тасымалдау және электр энергиясын тұтыну. Осы жоғарыда айтылған электр энергиясын өндіру мен

электр энергиясын тасымалдауда күштік трансформаторлар мен автотрансформаторлардың атқаратын орыны ерекше.

Күштік трансформаторлар электр станциялары мен қосалқы станциялардың негізгі жоғары вольтты жабдықтарының құрамына кіреді. Олар жүйе құраушы элементтер болып табылады және өзінің техникалық және конструктивтік параметрлері бойынша жиі ауыстыруға жатпайды, яғни трансформатордың істен шығуы станцияның немесе қосалқы станцияның қалыпты жұмыс істеуіне қауіп төндіреді, осылайша тұтынушыларға электр энергиясының шамасы жеткіліксіз болуы мүмкін, ол өз кезегінде көлемі мен ерекшелігіне байланысты экономикалық залалдың туындауына әкеліп соғады.

Трансформаторлардың ерекшелігі, бірінші кезекте, тікелей тексеру үшін орамалардың қол жетімсіз болуы болып табылады, ол олардың жай-күйін бақылауды күрделі міндет етеді. Тағы бір ерекшелігі электрмагниттік кедергілердің жоғары деңгейі және трансформатордың жұмыс кезінде электр параметрлерін өлшеуді күрделендіретін ультра жоғары кернеуі болып табылады.

Сондай-ақ, энергожүйедегі күштік трансформаторлардың жиынтық қуаты генераторлардың белгіленген қуатынан және электр тораптарындағы электр энергиясының 80-90% жеткіліксіз шығарылу күштік трансформаторлардың апаттарынан орын алатынын ескеру қажет. Осылайша, күштік трансформаторлардың зақымдануы жалпы энергия жүйесінің сенімділігіне тікелей әсер етеді, бұл күштік трансформаторлардың сенімділігіне қойылатын талаптардың жоғары болуын міндеттейді. Сенімді арттырудың бір жолы-күштік трансформатордың апаттық істен шығуына алып келетін дамушы ақауды дер кезінде диагностикалау болып табылады.

Трансформаторлардың жай - күйін диагностикалау, ең алдымен, өзінің нормативтік мерзімін өтеген электр жабдықтарын пайдаланатын жабдық үшін қажет. Трансформаторларды диагностикалау кез келген ақауларды, ластануларды және зақымдануларды уақтылы анықтауға мүмкіндік береді және тиісінше олардың істен шығуын болдырмауға көмектеседі. Күштік трансформаторларды диагностикалауды арнайы жабдықты пайдалана отырып, кәсіби дайындалған мамандар ғана жүргізеді. Ұзақ уақыт бойы алғаш рет диагноз қойылған электр жабдықтары, әдетте, әлдеқайда нашар жұмыс істейді және оның сенімділігі туралы айтудың қажеті жоқ.

Демек, ақауларды олардың пайда болуының бастапқы кезеңінде анықтау мәселесі қалыпты және, әсіресе, әрбір энергиямен жабдықтаушы компания үшін нормативтік мерзім аяқталған қуат трансформаторларында маңызды болып табылады.

Сонымен қатар, күштік трансформаторлардың оқшаулау жағдайын диагностикалаудың қолданыстағы құралдары мен әдістері олардың пайда болу сатысындағы ақауларды толық анықтауға мүмкіндік бермейді. Бұл бірқатар себептерге байланысты:

1. Қазіргі уақытта қолданылатын әдістер (диэлектрлік шығындар бұрышының тангенсін өлшеу, сіңіру коэффициенті және т.б.) оқшаулау жағдайының қауіпті нашарлауын анықтамайды, оның қартаюына сезімтал емес, ал кейбір жағдайларда оқшаулау күйін қате бағалайды.

2. Қолданылатын әдістердің көпшілігі абсорбция құбылысын қолдануға негізделген, алайда оқшаулаудың абсорбциялық тәуелділігіне ылғалданудан басқа бірқатар басқа факторлар да әсер етеді (температура, өлшеу аппаратурасының қателігі), оқшаулау жағдайын анықтауды қиындатады және т. б.

3. Оқшаулауды тексерудің қолданыстағы әдістері оқшаулау көлемінің тек бір бөлігінің күйін анықтайды және трансформатордың бүкіл көлемінде оқшаулау күйін сипаттай алмайды.

4. Барлық дәстүрлі әдістер өлшеу нәтижесінің майдың физика-химиялық көрсеткіштеріне тәуелділігімен сипатталады, сонымен бірге қатты оқшаулау майының ыдырау өнімдері оқшаулау күйін бағалауға үлкен қателіктер жібереді.

5. Ажыратылған трансформатордағы бақылау нәтижелері температуралық режимге, "қағаз-май" жүйесіндегі ылғалдың ауысуына, күштік трансформатордың құрамдас

бөліктеріндегі электр өрісінің кернеуіне байланысты жұмыс жағдайындағы бақылау нәтижелерінен айтарлықтай ерекшеленеді.

Аталған әдістерді талдау күштік трансформаторлардың оқшаулау жағдайын диагностикалаудың әзірленетін әдістеріне қойылатын мынадай негізгі талаптарды айқындайды: оқшаулаудың қартаюын да, ылғалдануын да, сондай - ақ бағалаудың қарапайымдылығын, жоғары сезімталдығын және бір мәнді болуын ескеруге мүмкіндік беретін әмбебаптылық; жұмыс істеп тұрған күштік трансформаторлардың оқшаулау жағдайын бағалау параметрлерінің нормаланатын мәндері аймағында оның қартаюы кезінде оқшаулауда болатын физика - химиялық заңдылықтардың барлық кешенін барынша көрсететін оң диагностикалық пайдалылыққа ие болу.

Трансформаторлар апаттарының алдын алуда көбінесе мониторинг деп аталатын техникалық жай-күйді бақылаудың автоматтандырылған жүйелері атқарады.

Мұндай жүйелерді алғаш рет XX ғасырдың 80-ші жылдарының басында әзірлей бастады.

Қазіргі уақытта шетелдік өндірістің мониторинг жүйесі (TPAS, Siemens, ABB Sech-erogі жүйелері) ең көп таралған болып табылады, сондай-ақ Ресей және ТМД елдері өндірісінің бірқатар әзірлемелері бар (SAFE-T, TDM, СУМ-ТО жүйелері).

Жоғарыда аталған мониторинг жүйесінің басым көпшілігі жаңа трансформаторларда қолданыс тапқан, ал елеулі істен шығулар қолданыста 10 жылдан асқан трансформаторларда кездеседі.

Трансформаторлардың басты ерекшелігі бакта айналатын салқындатылатын маймен қағаз-май оқшаулағышының болуы болып табылады. Трансформаторлардың үлкен қуаттары және олардың кернеу класстары қауіпті жылу әсеріне және электр және магнит өрістерінің жоғары кернеулігіне төзімді белсенді материалдарды пайдаланудың жоғары деңгейін, сондай-ақ трансформатордың генератордан айырмашылығы сөндірілген реактивті кедергімен қорғалмаған тораптағы ҚТ кезіндегі үлкен механикалық әсерлерін анықтайды.

Осы себепті, күштік трансформатордың авариялық істен шығуын болдырмау мақсатында оның негізгі параметрлерін бақылайды:

- жоғары мәндері оқшаулаудың тез тозуына және соның салдарынан оқшаулаудың қызуына, оның сынуына әкеп соқтыратын қағаз оқшаулаудың тозуының салыстырмалы жылдамдығы;

- нығыздау дәрежесі және орамалардың деформациясы;

- трансформатор майының жағдайы;

- РПН жағдайы;

- жоғары вольтты кірмелерді оқшаулау жағдайы.

Сондай-ақ келесі екі айғақты ескеру қажет:

- жоғарыда көрсетілген параметрлерді бақылау белсенді бөлігі мен жұмыс кернеулерінің жоғары мәндерінің қолжетімділігіне қиындайды;

- пайдалануда тұрған трансформаторлардың көп саны олардың номиналды қызмет ету мерзімі аяқталды немесе соңына жақындады.

Соңғы факт трансформаторлық жабдықтың авариялық істен шығуын болдырмау мақсатында ғана емес, болашақта оның қызмет ету мерзімін ұзарту мақсатында трансформаторлық жабдықтың жағдайын бақылауға аса назар аудару қажеттігіне әкелді.

Нормаланған қызмет ету мерзімінен тыс жұмыс кезінде зақымданудың өсуі жабдықты ағымдағы жөндеуге жұмсалатын шығыстарды ұлғайтады, авариялық істен шығу ықтималдығын арттырады және осыған байланысты алдын алу іс-шараларының көлемі өседі.

Нарықтық бәсекелестік жағдайында жабдықтың рентабельділігінің төмендеуі жөндеу шығыстарына қарағанда айтарлықтай үлкен шығындарға әкеледі - бәсекеге қабілеттіліктің жоғалуына әкеледі.

Әр түрлі ақаулардың пайда болу жиілігі Қазақстанның Солтүстігіндегі желілерде кВ бойынша трансформаторлардың зақымдану себептерімен көрсетілген (22 жылдың статистикасы) (1.1 кесте).

Күштік трансформаторлардың сенімділігі оларға қызмет көрсетудің сапасы мен уақтылылығына тікелей байланысты.

Күштік трансформаторды және оның қорғау жүйелерін жоспардан тыс тексеру қоршаған ауа температурасының күрт өзгеруі кезінде, сондай-ақ авариялық режимдер кезінде жүргізіледі. Мерзімді қызмет көрсетуге кернеуді реттеу құрылғылары да жатады. Себебі-байланыс топтарының тотығуы, бұл олардың өтпелі кедергісінің өсуіне әкеледі. Жүктеменің маусымдық өзгерістерінің алдында (әдетте жылына екі рет) құрылғы тұтынушылардан және қоректенуден ажыратылады, содан кейін кернеу реттеуіші барлық ықтимал жағдайларға біртіндеп ауыстырылады.

Майды зертханалық талдау жыл сайын күрделі жөндеу кезінде жүргізіледі. Егер май көзбен шолып қарау кезінде (түсі) немесе тексеру деректері бойынша талаптарды қанағаттандырмаса, оны ауыстыру немесе толтыру жүргізіледі.

1.1 кесте-Ақау түрлерінің пайда болу жиілігі

Зақымданудың нақты орындары	Үлесі, %
РПН ақаулары	35,2
ПБН ақаулары	2,5
Ораманың зақымдануы	22,6
Кірмелердің зақымдануы	18,9
Сыртқы шина қосылымдар	10,1
Май ағуы	3,9
Өзек және магнит өткізгіш	1,9
Оқшаулаудың зақымдануы	0,6
Басқа тораптар	5,1

Анықталған ішкі зақымданулардың себептерін талдау еліміздің электр желілерінде жұмыс істейтін трансформаторлардың ең жиі ақаулары келесі ақаулар болып табылатындығын көрсетті:

- жоғары температуралы жергілікті қызып кету (өзекше және орамалар);
- электр разрядтары (әртүрлі қарқындылығы бар толық немесе ішінара);
- бір мезгілде бірнеше ішкі ақаулардың болуы.
- Бак газдардың қалқалардың тығыз еместігі немесе РПН құрылғысынан жалпы кеңейткіші арқылы енуі.

Әртүрлі ақау түрлерінің үлесі:

- 40-50% - жоғары температурадағы қызулар;
- 30-40% - электр разрядтары;
- 5-10% - үйлесімі бірнеше түрі бар ақаулар.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты, күштік трансформаторлар жұмысының сенімділігін арттыру мақсатында, шетелде, сол жерде және Қазақстанда, жедел диагностиканың әдістері мен құралдарын, атап айтқанда, трансформаторлар апаттарының алдын алуда неғұрлым тиімділікке ие трансформаторлық жабдық мониторингінің жүйесін енгізу жүзеге асырылады.

Жоғарыда аталған мониторинг жүйесін басым көпшілігі жаңа трансформаторларда белгіленеді, пайдалануға берілген бірақ қазірдің өзінде, 10 жылдан астам пайдаланылып жүрген трансформаторлардың елеулі істен шығатынын атап өткен жөн. Дерек бойынша, осындай қызмет мерзімі бар трансформаторлар Қазақстанның күштік трансформаторлары паркінің 90% - ы келеді. Жоғарыда айтылғандардан келесі қорытындылар жасауға болады:

1.Номиналды қызмет мерзімін өтеген жабдықтың пайызы ұдайы өсуде. Осыған байланысты, бақыланатын трансформаторлық жабдықтың авариялық істен шығуының алдын алуға қабілетті үздіксіз бақылау жүйелеріне қажеттілік туындайды.

2. Ақаулардың ең көп саны келесі үш компонентке келеді – жоғары вольтты енгізулер, ораманың және РПН зақымданулары.

3. МЖ әзірлеу кезінде ұзақ пайдалану мерзімі бар күштік трансформаторларда апаттылық жоғары екенін ескеру қажет.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Алексеев Б.А. Контроль состояния, (диагностика) крупных силовых трансформаторов. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 216с: ил. – (Основное электрооборудование в энергосистемах: обзор отечественного и зарубежного опыта).

2. Чичинский М.И. Повреждаемость маслонаполненного оборудования электрических сетей и качество контроля его состояния // Энергетик. 2000; № 11. С. 29-31.

3.«TDM» - система мониторинга и диагностики технического состояния трансформаторов. Краткое техническое описание и комплект поставки¹ для группы автотрансформаторов 500/220 W. Производственно-внедренческая фирма «Вибро-Центр». Пермь, 2006.

4.Силовые трансформаторы. Методы диагностики механического состояния обмоток / Хренников А.Ю. // Новости электротехники, 2009, № 3 (57).