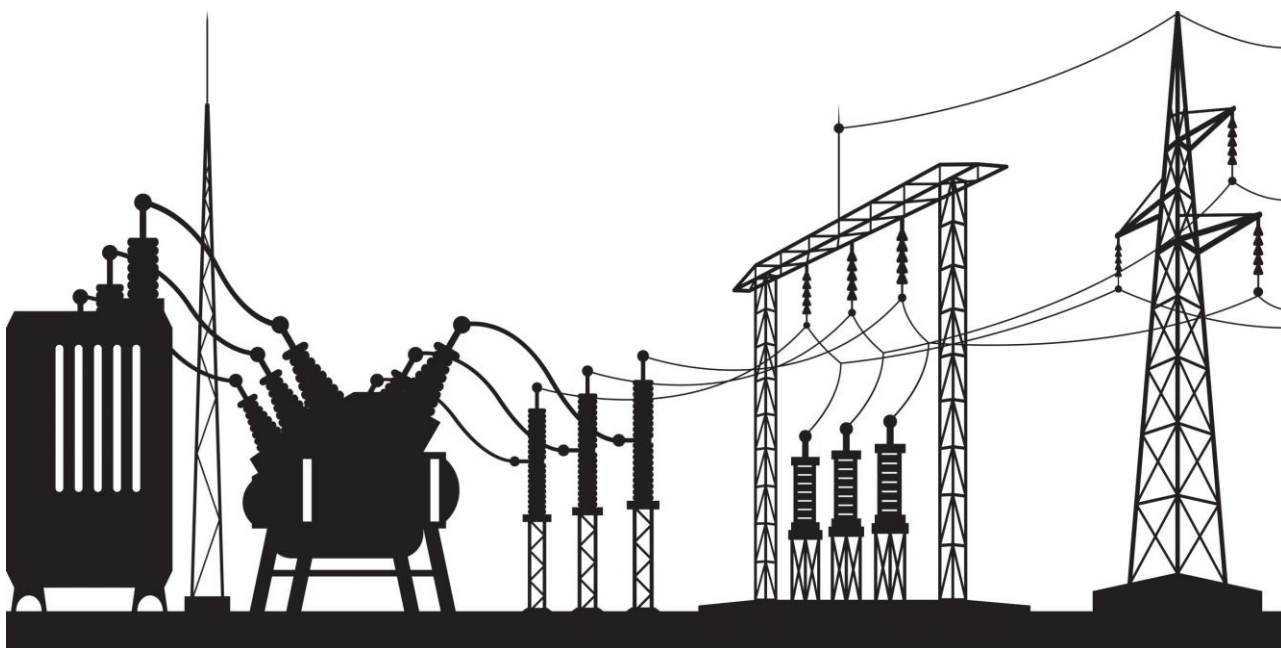


Г. Сарсенбаева

ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫ МЕН ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАРЫНА ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ



Қостанай, 2021

Білім және ғылым министрлігі Қазақстан Республикасы

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай Өңірлік университеті

Электр энергетика кафедрасы

Г.А.Сарсенбаева

**ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫ МЕН ЖЕЛЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТР
ЖАБДЫҚТАРЫНА ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ
оқу құралы**

Қостанай, 2021

ББК 31.277 я73

Э 46

Авторы:

Сарсенбаева Гаухар Асановна, электр энергетика кафедрасының аға оқытушысы

Рецензенттер:

Айдарханов А. М., т.ғ.д., Рудный индустриалдық институтындағы электр энергетикасы және жылу энергетикасы кафедра меңгерушісінің міндетін атқарушы

Курманов А.К., А. Байтұрсынов атындағы Қостанай Өңірлік университетінің Машина жасау кафедрасының профессоры, т.ғ.д

Сапа В.Ю., т.ғ.к., А.Байтұрсынов атындағы Қостанай Өңірлік университетінің Электроэнергетика кафедрасының т.ғ.д

Сарсенбаева Г.А.

Э46 Электр станциялары мен желілерінің электр жабдықтарына қызмет көрсету және жөндеу: Оқу құралы.– Қостанай: А. Байтұрсынов атындағы КРУ, 2021». – 98 б.

ISBN 978-601-356-094-6

Оқу құралында «Электр станциялары мен желілерінің электр жабдықтарына қызмет көрсету және жөндеу» пәні бойынша оқытылатын мәселелер қарастырылған. Теориялық материалдар «Энергетика» мамандығының студенттеріне оқытылатын курстың тақырыптарын қамтиды: генераторларға, синхронды компенсаторларға, күштік трансформаторларға, қозғалтқыштарға, кернеуге арналған коммутациялық аппараттарға қызмет көрсету және жөндеу қарастырылған.

Техникалық мамандықтардың студенттеріне, сонымен қатар колледждердің, университеттердің оқытушыларына және электр энергетикасы саласында жұмыс істейтін мамандарға арналған.

ББК 31.277 я73

Э46

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай Өңірлік университетінің оқу-әдістемелік кеңесімен 2021 жылдың 30 қарашасында бекітілген және баспаға ұсынылған, № ____ хаттама.

ISBN 978-601-7387-45-7

© А. Байтұрсынов атындағы Қостанай

Өңірлік университеті

© Сарсенбаева Г.А., 2021

МАЗМҰНЫ

Кіріспе.....	5
Қабылданған қысқартулар.....	7
1. Электр жабдығына техникалық қызмет көрсету.....	11
1.1. Электр станцияларының өндірістік құрылымы және олардың жұмысын жедел басқару сұлбалары.....	11
1.2 . Электр желілері кәсіпорындарының өндірістік құрылымы және олардың жұмысын жедел басқару схемалары.....	14
2. Электр жабдықтарын жөндеу.....	29
2.1. Электр жабдықтарды жоспарлы-алдын ала жөндеу.....	29
2.2. Жөндеу жұмыстарын жүргізу және оларды механикаландыру.....	33
2.3. Жабдықты жөндеуден қабылдау.....	34
3. Трансформаторларға және автотрансформаторларға қызмет көрсету.....	34
3.1. Трансформаторлардың мақсаты.....	35
3.2. Трансформаторлардың номиналды жұмыс режимі және рұқсат етілген артық жүктемелері.....	39
3.3. Салқындату құрылғыларына қызмет көрсету.....	44
3.4. Кернеуді реттеу құрылғыларына қызмет көрсету.....	51
3.5. Желіге қосу және жұмысты бақылау.....	56
3.6. Трансформаторларды параллель жұмысқа қосу.....	62
3.7. Трансформаторларды фазалау.....	64
3.8. Трансформаторларды асқын кернеуден қорғау.....	64
3.9. Май толтырылған және элегазды кірмелерге қызмет көрсету.....	66
3.10. Трансформатор майын бақылау.....	70
4. Трансформаторларды жөндеу.....	75
4.1. Трансформаторлар конструкциясының ерекшеліктері.....	75
4.2. Жөндеудің түрлері мен кезеңділігі.....	88
4.3. Трансформаторларды жөндеу үшін шарттары Error! Bookmark not defined.	
4.4. Кернеуі 110 кВ және одан жоғары трансформаторларды күрделі жөндеу кезінде орындалатын жұмыстар.....	94
Әдебиеттер тізімі.....	96

Кіріспе

2019 жылдың соңындағы жағдай бойынша Қазақстанның электр станцияларының жалпы белгіленген қуаты 22 936 МВт (+4,7%), қолда бар қуаты — 19 329 МВт (+2,3%) құрайды. Электр станцияларының өндіру түрі бойынша Қазақстандағы барлық өндірілген электр энергиясының шамамен 82,7% - ы ЖЭС (жылу электр станциялары) тиесілі. Негізгі энергетикалық аймақтар бөлігіндегі Қазақстандағы электр энергиясының негізгі өндірушісі елдің барлық электр энергиясының 76% - дан астамын өндіретін Солтүстік аймақ болып табылады.

Солтүстік аймақ Қазақстанда электр энергиясының барлық тұтынылатын көлемінің 2/3-ін тұтынады, бұл жерде ел халқының барлық санының 41% - ы шоғырланған. Тұтынуудағы осындай теңгерімсіздіктің себебі осы өңірде өндірістік қуаттар санының көп болуы болып табылады. Атап айтқанда, Павлодар және Қарағанды облыстары барлық тұтыну деңгейінің 54,3% - ын қамтамасыз етеді.

Электр энергиясын өндіру және тұтыну болжамдары. ҚР Энергетика министрлігінің бағалауы бойынша 2020-2025 жылдары электр энергиясы өндірісінің орташа жылдық өсу қарқыны 3,0% - ды құрайды. Бұл ретте тұтыну, болжам бойынша, жылына 1,9% - ға өседі және 2020 жылғы 110,1 млрд.кВт·сағ-тан 2025 жылы 120,9 млрд. кВт·сағ-қа дейін ұлғаяды. 2025 жылға қарай барлық электр энергиясын өндірудің 28% - ы 2020 жылдан 2025 жылға дейінгі аралықта пайдалануға берілген станцияларға тиесілі болады, бұл осы салаға қосымша күрделі салымдар салу қажеттігін білдіреді. Бұл ретте, іске қосуға жоспарланған станциялардың 19% - ы жаңартылатын энергия көздеріне (ЖЭК) жататын болады.

Өндіру, тұтыну орнына беру және бөлу мұндай электр энергиясының тұтынушыларына ел энергетиктерінің айтарлықтай күш-жігерін талап етеді.

Электр энергиясын тарату жүйесі жоғары техникалық және экономикалық көрсеткіштерге ие болуы және жаңа жетістіктерде базирленуі тиіс. Электр энергиясын іске асырудың барлық кезеңдерінде бәсекеге қабілетті электр техникалық жабдықты, сенімді үнемді ггерді, электрмен жабдықтау сұлбаларының прогрессивті конструкцияларын пайдалану қажет.

Дамудың қазіргі кезеңінде басты өндірістік күш және қоғамның жоғары құндылығы ретінде экономика мен челонектің мүдделері өсіп келе жатқан ұрпақты оқыту мен тәрбиелеуге жаңа көзқарасты талап етеді, сондықтан жас жұмысшының кәсіби даярлығының сапасын арттыру өзектілігі мен практикалық құндылығына ие болады.

Қазіргі уақытта болып жатқан сапалы өзгерістер халық шаруашылығы салаларында кең бейінді жұмысшыларды дайындау үшін объективті алғышарттар болып табылады.

Кең бейінді жұмысшы өндірістің техникалық базисінің тұрақты өзгеруі жағдайында жоғары кәсіби икемділік және ұтқырлық. Кәсіптік даярлықтың тар

бейіні өндіріс жағдайларын өзгертуге тез бейімдеуді қамтамасыз ете алмайды, ал қазіргі заманғы білікті жұмысшы тек қана осы уақытқа ғана емес, сонымен қатар өндірістің болашақ жағдайларына да дайын болуы тиіс.

Ол үшін оған тек жалпы орта білім ғана емес, сонымен қатар оқытудың соңғы кезеңінде арнайы дайындықтан өтетін кең жалпытехникалық және жалпы салалық дайындықты да алуы қажет.

Жұмысшылардың өндірістік бейінін кеңейту-ғылым мен техниканың жетістіктерін барынша толық пайдалану, жұмыс күшін тиімді пайдалануды арттыру шарттарының бірі.

Қазіргі заманғы жұмысшы жалпы білім беру, жалпы техникалық және жалпы өндірістік білім мен біліктердің жиынтығына ие болуы тиіс, яғни оны дайындау еденге негізделуі тиіс-техникалық оқыту. Бұл оған жақсы бағдар береді осы өндірістің барлық жүйесінде технология бойынша өзара байланысты күрделі жұмыс түрлерінің кең ауқымын орындауға, үнемі біліктілігін арттыруға, кәсіби шеберлікті жетілдіруге, жоғары өнімді және шығармашылықпен жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Еңбекті ұйымдастырудың әртүрлі формаларымен қарқынды дамып келе жатқан өндіріс жағдайында жұмыс істеу.Қазіргі энергетикалық өндіріс энергетикалық ресурстарды пайдаланумен, электр энергиясы мен жылуды өндірумен және таратумен байланысты процестердің жиынтығы.

Энергетикалық өндірістің ерекшеліктері: электр энергиясын өндіру мен оны тұтынудың бір мезгілде болуы, барлық технологиялық процестің үздіксіздігі мен автоматты өтуі, электр энергетикалық кәсіпорындардың өнеркәсіппен, көлікпен, ауыл және коммуналдық шаруашылықпен тығыз байланысы болып табылады.

Электр энергиясын өндіру және тұтыну процестерінің уақыты бойынша сәйкес келуі жиынтық генерацияланатын және тұтынылатын қуаттар арасындағы теңдікті тұрақты қолдауды талап етеді. Осы шамалар арасындағы баланстың бұзылуына жол берілмейді.

Сондықтан әрбір нақты бөлікке электр энергиясын өндіру уақыт келесі мөлшерде жүргізіледі. Технологиялық процестің үздіксіздігі барлық энергетикалық қондырғылардың жұмыс режимдерінің тәуелділігі: энергия. Процестің жекелеген кезеңдерінің арасында өнеркәсіптің бірде - бір саласында мұндай келісім жоқ. Зауыттар мен фабрикаларда жартылай фабрикаттар мен дайын өнімдерді уақытша жинауға болады. Өндірістің жекелеген буындарымен. Электр энергетикасы өндірісінде жеткілікті қуатты жинақтау құралдарының жоқтығынан дайын өнім қоймалары жоқ. Электр энергиясын электр желісіне қосылған тұтынушыларға жіберу арқылы ғана сатуға болады. Сондықтан электр энергиясын өндіру режимінің кез келген өзгеруі автоматты түрде оны бөлу және одан әрі қайта құру. Тең тұтыну режимін өзгерту іс жүзінде бірден әсер етеді электр энергиясын өндіруге.

Электр энергетикалық кәсіпорындардың электр энергиясын тұтынушылармен тығыз байланысы оның үздіксіз берілуін және жоғары

сенімділік деңгейін қамтамасыз ету қажеттілігін анықтайды тұтынушыларды электрмен жабдықтау. Электр энергетикасы өндірісін дамыту ешқандай жағдайда да қоғамдық өндірістің басқа салаларының дамуын тежеуге тиіс емес. Бұл яғни, энергетиканың даму қарқыны озық болуы тиіс.

Қазіргі жағдайда электр станцияларының, электр желілері мен қосалқы станциялардың жұмысы оларды бірыңғай технологиялық, жедел, экономикалық және шаруашылық-әкімшілік кешен. Мұндай кешен энергия жүйесі болып табылады, онда бірлесіп жұмыс істейтін электр станцияларында электр энергиясын өндіру шоғырлануы, электр беру желілері мен қосалқы станциялардан тұратын бірыңғай тармақталған электр желісінің көмегімен оны беру және тарату жүргізіледі.

Оқу құралында электр жүйелерінің электр жабдықтарына қызмет көрсету және жөндеу негіздері, электр жабдықтарын жоспарлы алдын-ала жөндеуді ұтымды орындау әдістері, үлкен қуатты электр жабдықтарына қызмет көрсету және жөндеудің негізгі режимдері көрсетілген. Әуе желілеріне (ВЛ) және кабельдік желілерге (КЛ), оның ішінде оқшауланған (ВЛИ) және қорғалған (ВЛЗ) сымдарымен кернеуі 0,4-10 кВ ВЛ қызмет көрсету және жөндеу мәселелері қысқаша баяндалған. Электр қондырғыларын сынау бойынша негізгі мәліметтер жеке келтірілген және негізгі электр жабдықтарын күту бойынша практикалық ұсыныстар берілген.

Оқу құралы бастауыш кәсіптік оқу орындарының студенттері жабдықтың құрылысы мен жұмыс принциптері туралы белгілі бір білімге ие екенін ескере отырып жасалған. Сондықтан автор машиналардың, аппараттардың, күш беретін құрылғылардың, қосалқы жабдықтардың және басқа да құрылғылардың конструкцияларын қарауға Электр қондырғыларын жөндеу мен күту ерекшеліктерін жақсы түсіну үшін қажет болған жағдайларда ғана жүгінеді.

Қабылданған қысқартулар

АБ-аккумуляторлық батарея
АВР-резервті автоматты түрде қосу
АГП-өрісті сөндіру автоматы
АПВ-Автоматты қайта қосу
АРВ-Автоматты қоздыру реттегіші
АТ-автотрансформатор
АЧР-Автоматты жиілік түсіру
АЭС-Атом электростанциясы
АЭЖ-Аудандық электр желілері
БИ - блок сынақ
БЩВ-щеткасы жоқ қозу
БЩУ - блокты басқару қалқаны
В-ажыратқыш
ВАБ - ажыратқыш анодты жылдам әрекет ететін
ВВ-әуе ажыратқышы
ВЛ-әуе желісі (электр берілісі)
ВЛЗ-қорғалған сымдар бар әуе желісі
ВЛИ-оқшауланған сымдары бар әуе желісі
ВН - Жоғары кернеу
ВЧ - жоғары жиілік, жоғары жиілікті
Г-генератор
ГЩУ-басқарудың бас қалқаны
ГЭС-гидравликалық электр станциясы
ДГР - доға сөндіруші реактор
ДЗШ-шиналарды дифференциалды қорғау
ЖЭС-жылу электр станциясы
З-қоршаушы
ЗН-жерге қосу пышағы
ЗРУ-жабық тарату құрылғысы
КЗ - қысқа тұйықталу, қысқа тұйықталу
КИВ-енгізуді оқшаулауды бақылау
КЛ-кабель желісі
КРУ-кешенді тарату құрылғысы
КРУН - кешенді тарату құрылғысы сыртқы
КРУЭ - кешенді тарату құрылғысы элегазовое
КЭС-конденсациялық электр станциясы
МВ-майлы ажыратқыш
МСРЗАИ жергілікті автоматика релелік қорғау қызметі және өлшеу
МЭК - халықаралық энергетикалық комиссия
НН-төмен кернеу
О-бір фазалы (жерге тұйықталу)

ОВБ-жедел шығу бригада
ОД — бөлгіш
ОДУ-жедел-диспетчерлік басқару
ОПН-асқын кернеуді шектегіш
ОРП-Жедел-жөндеу персоналы
ОРУ-ашық тарату құрылғысы
П-қосқыш
ПВВ-қозусыз ауысу
ПВХ — поливинилхлоридный
ПИН-кернеуді өлшеуге арналған құрылғы
ППР-жоспарлы-алдын ала жөндеу
ПС-қосалқы станция
ПТЭ-техникалық пайдалану ережесі
ПУЭ-Электр қондырғыларын орнату ережесі
ПЭС-электр желілері кәсіпорны
Р-реактор
РЗА-Автоматиканың релелік қорғанысы
РМС-жөндеу-механикаландырылған станциясы
РПБ-жөндеу-өндірістік базасы
РПН-жүктемемен реттеу
РТ-түтікті разрядтаушы
ТҚ — тарату құрылғысы
АЭЖ-электр желілері ауданы
СВ-секциялық ажыратқыш
СГ-синхронды генератор
СД-синхронды қозғалтқыш
СЗА-атмосфераны қорғау дәрежесі
СИГРЭ - халықаралық энергетикалық ұйым
СК-синхронды компенсатор
СМ-синхронды машина
СН-өз қажеттіліктері
СПЭ — сшитый полиэтилен
СШ - Шина жүйесі
Т- трансформатор
ТГ- турбогенератор
ТН — трансформатор кернеу
ТП - трансформаторлық пункт
ТРИ - терморезистивті оқшаулау
ТСН - трансформатор өз қажеттіліктері
ТТ - ток трансформаторы
ТЭС-жылу электр станциясы
УАТ-Автоматты кернеу реттегіші
УЭС-электр желілерінің учаскесі

ФИП-бекіту құралы
ФП-қосылу сүзгісі
ЦДУ - орталық диспетчерлік қызмет
ШСВ — шиносоединительный ажыратқыш
ЭД-электр қозғалтқышы
ЭҚК-электр қозғаушы күш
ЭС-электр станциясы, Энергетикалық жүйе

1 Электр жабдығына техникалық қызмет көрсету

1.1. Электр станцияларының өндірістік құрылымы және олардың жұмысын жедел басқару сұлбалары

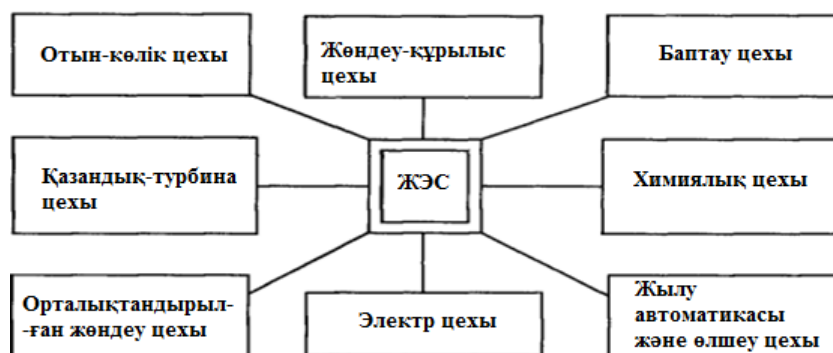
Электр станцияларының өндірістік цехтары мен персоналы. Электр станцияларының өндірістік құрылымы оның түрін ескере отырып құрылады, отын түрі және технологиялық ерекшеліктері. Электр станцияларының өндірістік процестерін басқару үшін персоналын шартты түрде келесі санаттарға бөлуге болатын тиісті өндірістік цехтардың жұмысын ұйымдастырады:

жедел (ауысымдық) персонал — жабдықты қадағалауды жүзеге асырады, оған тәулік бойы және мерзімді қызмет көрсетуді жүргізеді;

цехтық қызмет көрсетуші және жөндеуші персонал-жөндеу жұмыстарын орындайды, жабдықтарды ауыстырады және жаңғыртады, жабдықтарды пайдалануды жақсарту бойынша іс-шаралар жүргізеді;

зертханалық персонал — профилактикалық сынақтар мен тексерулер жүргізеді. Әрбір цех жеке сатыларды басқаруды қамтамасыз етеді энергетикалық өндіріс. Мысалы, жылу электр станциясында (ЖЭС) будың кинетикалық энергиясының айналу сатысы механикалық басқаруға қазандық-турбиналық цех, ал электр — Электр цехына механикалық және т. б. (сурет. 1)

Электр станцияларындағы өндірістік цехтардан басқа функционалдық бөлімдер-жоспарлы-экономикалық, өндірістік-техникалық және т. б. жергілікті жағдайларға байланысты басқа құрылым қабылдануы мүмкін, мысалы, электр станциясының құрамына екі қазандық турбиналық цехтың орнына кіруі мүмкін немесе қазандық және турбиналық цехтар. Қуаттылығы үлкен гидроэлектр станцияларында (ГЭС), әдетте, гидротехникалық, турбиналық, электрлік (зертханаларымен) және басқа да цехтар жұмыс істейді. Учаскеде болған жағдайда каскад ГЭС өзендері жалпы әкімшілік-техникалық басқармасы. Бұл жағдайда цехтарға бірнеше ГЭС қызмет көрсетеді. Орта және шағын қуатты ГЭС үш цехтың орнына жұмыс істей алады, тек екі — электромашин және гидротехникалық.



Сурет 1. Жылу электр станциясын басқарудың үлгілік құрылымдық схемасы

Электр станциясын пайдаланудың барлық техникалық мәселелерін бас инженер жүргізеді, оған барлық цехтар, зертханалар және өндірістік-техникалық бөлім бағынады. Электр цехының мысалында цехтың өндірістік құрылымын қарастырайық. Электр цехы электр станциясының генераторлары мен барлық электр жабдықтарының жұмысына, сондай-ақ релелік қорғауға, электр өлшеу аспаптарын, құрылғыларды электр автоматикасы, телемеханика және байланыс пайдалануға жауап береді. Құрылымға электр цехына электржөндеу, монтаждау және трансформаторлық шеберханалар, генераторлар мен трансформаторлардың май шаруашылығы, жабдықтар мен қайталама құрылғыларды алдын алумен, сынаумен айналысатын электротехникалық зертхана кіреді.

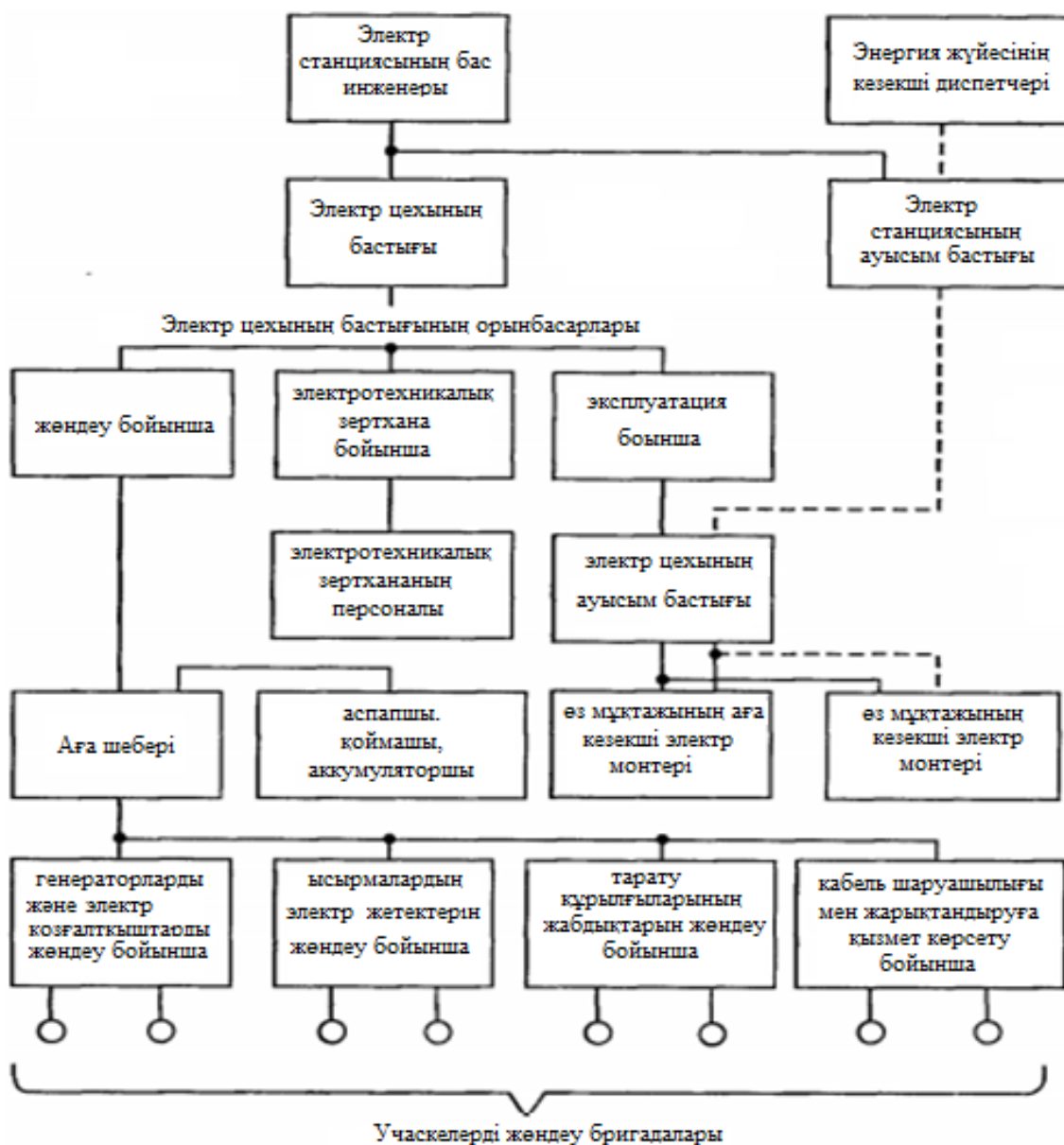
Электр цехтары электр станциясының барлық механизмдерінің электрқозғалтқыштарын алдын алу және жөндеу бойынша жұмыстарды орындайды, бірақ оларды пайдалануды басқа цехтердің персоналы жүзеге асырады. Электр цехының персоналы пайдалану және жөндеу. Әкімшілік-техникалық тұрғыдан персонал электр цехы цех бастығына бағынады, ал кезекші персонал, бұдан басқа, жедел түрде станцияның кезекші инженеріне (ауысым бастығына) бағынады.

Цехта шеберлер басқаратын өндірістік учаскелер бар. Әр учаскеде шебер жөндеу бригадаларының жұмысын басқарады. Ол жөндеу жоспары мен сапасына, материалдарды, жұмыс күшін және жалақы қорын пайдалануға жауапты. Мастер жөндеу жұмыстарының бастапқы құжаттамасын жүргізеді, персоналдың қауіпсіздік талаптарын сақтауына және учаскедегі еңбекті қорғау жағдайына жауап береді. Электр цехын басқаруды ұйымдастырудың принципті сұлбасы суретте келтірілген 2.

Электр станциясын жедел басқару. Электр станциясының жедел персоналының басында станияның кезекші инженеріне бағынатын ауысым бастығы тұрады. Кезекші инженер барлық станцияны пайдалануға жедел басшылықты жүзеге асыра отырып, оның өкімін ауыстыруда аға жедел адам болып табылады барлық цехтардың жедел персоналы бұлжытпай орындауы тиіс. Әкімшілік-техникалық қатынаста кезекші инженер станцияның бас инженеріне бағынады және оның нұсқауы бойынша жабдықты техникалық пайдалану жөніндегі жұмысты ұйымдастырады.

Сонымен бірге жедел қатынаста ол энергия жүйесінің кезекші диспетчеріне бағынады. Энергожүйе кезекші диспетчерінің станцияның электр бөлігіндегі ауыстырып қосу туралы, генераторлардың (демек, турбиналардың) жұмыс режимін реттеу жөніндегі барлық өкімдерін электр цехының персоналы (ауысым бастығы, аға кезекші электр монтері) тікелей орындайды.

Блокты типті жылу электр станциясында блокты қалқандағы энергоблоктың электр бөлігіне қызмет көрсетуді қазандық турбина цехының арнайы оқытылған персоналы(аға машинист, машинист) орындайды, ал тарату құрылғыларында (РУ) энергоблок жабдықтарындағы ауыстырып қосуды электр цехының персоналы орындайды (сурет 3).



Сурет 2. Электр цехын басқаруды ұйымдастырудың принципті сұлбасы.

Жедел персонал кезекшілік кезінде тапсырылған учаскедегі жабдықтың дұрыс қызмет көрсетуіне және апатсыз жұмыс істеуіне жауапты болады. Кезекшілік кезінде начальниксімен электр цехының кезекші электромонтер аралап, өндірістік үй-жайлар және қарайды электр жабдықтары. Тексеру арнайы жасалған кесте бойынша жүргізіледі. Электр жабдығын қарау кезінде оның жұмыс режимі, электрлік қосылыстар схемасының жай-күйі, ескерту және авариялық сигнал берудің әрекеті, жұмыс және авариялық жарықтандырудың жарамдылығы, ғимараттар мен құрылымдардың жай-күйі, сондай-ақ құтқару мүкәммалдары мен өрт сөндіру құралдарының болуы тексеріледі. Бұдан басқа, кезекші персонал қысқа тұйықталудан және автоматты ажыратудан кейін, қатты күйік және сыртқы ауа температурасының күрт өзгеруі кезінде жабдықты арнайы тексереді. Контактілерді қыздыру және т. б жабық РУ түнгі уақытта

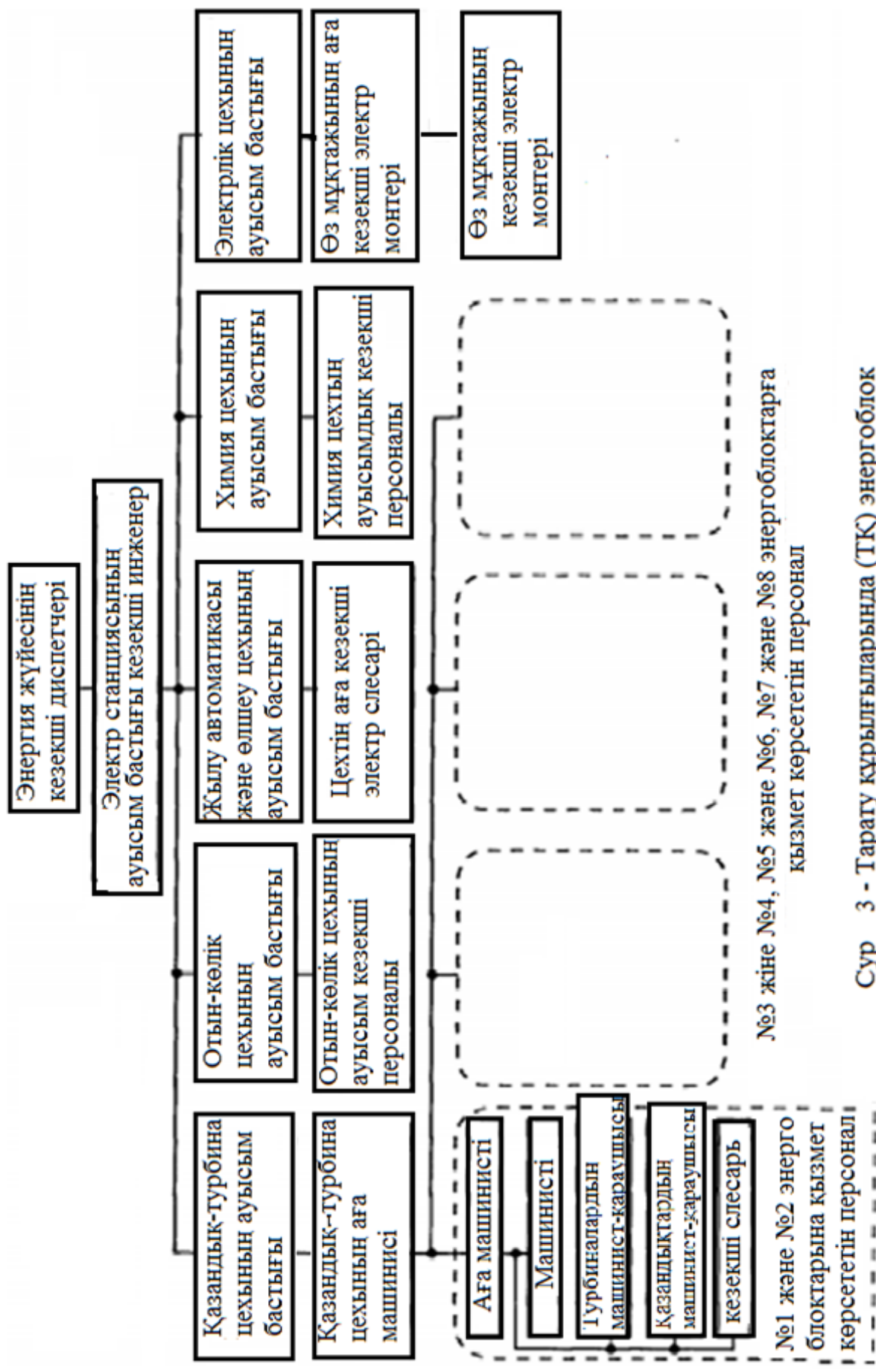
немесе күндіз тепловизорлардың көмегімен тексереді. Тексеру нәтижелері туралы Электр станциясының кезекші инженері хабарлайды және журналға тиісті жазба жасайды.

Ауысым кезінде кезекші персонал көрсеткіштерді және өлшеу аспаптарын мұқият қадағалайды және жабдықтардың неғұрлым үнемді және сенімді жұмыс режимін қамтамасыз етеді, кезекші инженердің рұқсатымен жабдықты іске қосуды және тоқтатуды жүзеге асырады, РУ-да және жеке қажеттілік қалқанында (СН) жедел ауыстырып қосуды жүргізеді, жұмыс орындарын дайындайды және жөндеу, алдын алу және басқа жұмыстарды орындауға қызметкерлерге рұқсат береді, кезекші инженердің басшылығымен станциядағы авариялардың алдын алу және жою жұмыстарын жүргізеді. Ауысым кезінде кезекші персонал көрсеткіштерді және өлшеу аспаптарын мұқият қадағалайды және жабдықтардың неғұрлым үнемді және сенімді жұмыс режимін қамтамасыз етеді, кезекші инженердің рұқсатымен жабдықты іске қосуды және тоқтатуды жүзеге асырады, РУ-да және жеке қажеттілік қалқанында (СН) жедел ауыстырып қосуды жүргізеді, жұмыс орындарын дайындайды және жөндеу, алдын алу және басқа жұмыстарды орындауға қызметкерлерге рұқсат береді, кезекші инженердің басшылығымен станциядағы авариялардың алдын алу және жою жұмыстарын жүргізеді.

1.2 . Электр желілері кәсіпорындарының өндірістік құрылымы және олардың жұмысын жедел басқару схемалары. Электр желілері кәсіпорындарының (ПЭС) құрылымдық элементтері.

Электр берілісінің әуе және кабель желілерін және қосалқы станцияларды (ПС) біріктіретін энергия жүйелерінің электр желілері электр желілері кәсіпорындар деп аталатын жекелеген желілік аудандарға аумақтан тыс белгі болып бөлінеді. Әр түрлі энергожүйелерде олардың саны 2-ден 15-ке дейін, энергожүйенің электр желілері орналасқан аумақтың көлеміне, қосалқы станцияның саны мен қуатына, ВЛ ұзақтығы мен кернеуіне, көлік жағдайларына, тұтынушылардың сипаты мен санына және т. б. байланысты ауытқуы мүмкін. ПЭС өндірістік құрылымы өндірістік бөлімшелердің қызмет көрсетілетін объектілерге жақындауын ескере отырып құрылады. Ол белгілі бір аумақта орналасқан әуе және кабельдік желілер, қосалқы станциялар, байланыс желілері электр желілерінің (РЭС немесе УЭС) аудандарының немесе учаскелерінің құрамына кіретін немесе электр желілерінің элементтері оларды пайдаланатын өндірістік қызметтерге бекітілген функционалдық жүйе түрінде аумақтық жүйе түрінде құрылуы мүмкін. Жеке объектілер қызметтерге, ал қалғандары — РЭС (УЭС) бекітілген кезде аралас жүйені қолдануға болады.

Аумақтық жүйе (сурет 4) ПЭС орталығынан 50 км-ден астам қашықтықтағы қосалқы станциялар мен электр беру желілерінің ірі шоғырлануының болуын болжайды. Функционалдық жүйені ПЭС жөндеу-өндірістік базасынан (РПБ) қызмет көрсетілетін объектілерді неғұрлым елеулі жою жағдайларында қолданады.



№3 және №4, №5 және №6, №7 және №8 энергоблоктарға қызмет көрсететін персонал

Сур 3 - Тарау құрылғыларында (ТҚ) энергоблок

Өндірістік басқарудың кез-келген жүйесінде ПЭС ұйымдық құрылымы мен жөндеу-техникалық штаттары қызмет көрсету көлеміне (шартты техникалық бірліктердегі бағалау) байланысты санатпен айқындалады. Электр желілері кәсіпорны дербес ұйым болып табылады (сурет 5). Әрбір ПЭС құрамында өзінің диспетчерлік пункті бар жедел-диспетчерлік қызмет болады; тиісті пайдалану учаскелерінің (қосалқы станциялар топтарының) көмегімен кернеуі 35 кВ және одан жоғары қосалқы станцияларды күнделікті пайдалануды жүзеге асыратын қосалқы станциялар қызметі. Қосалқы станциялар қызметі өз жөндеу бригадаларының күшімен немесе мамандандырылған ұйымдардың көмегімен жабдықтарға ағымдағы және күрделі жөндеу, жаңғырту және басқа да жұмыстарды жүргізеді.

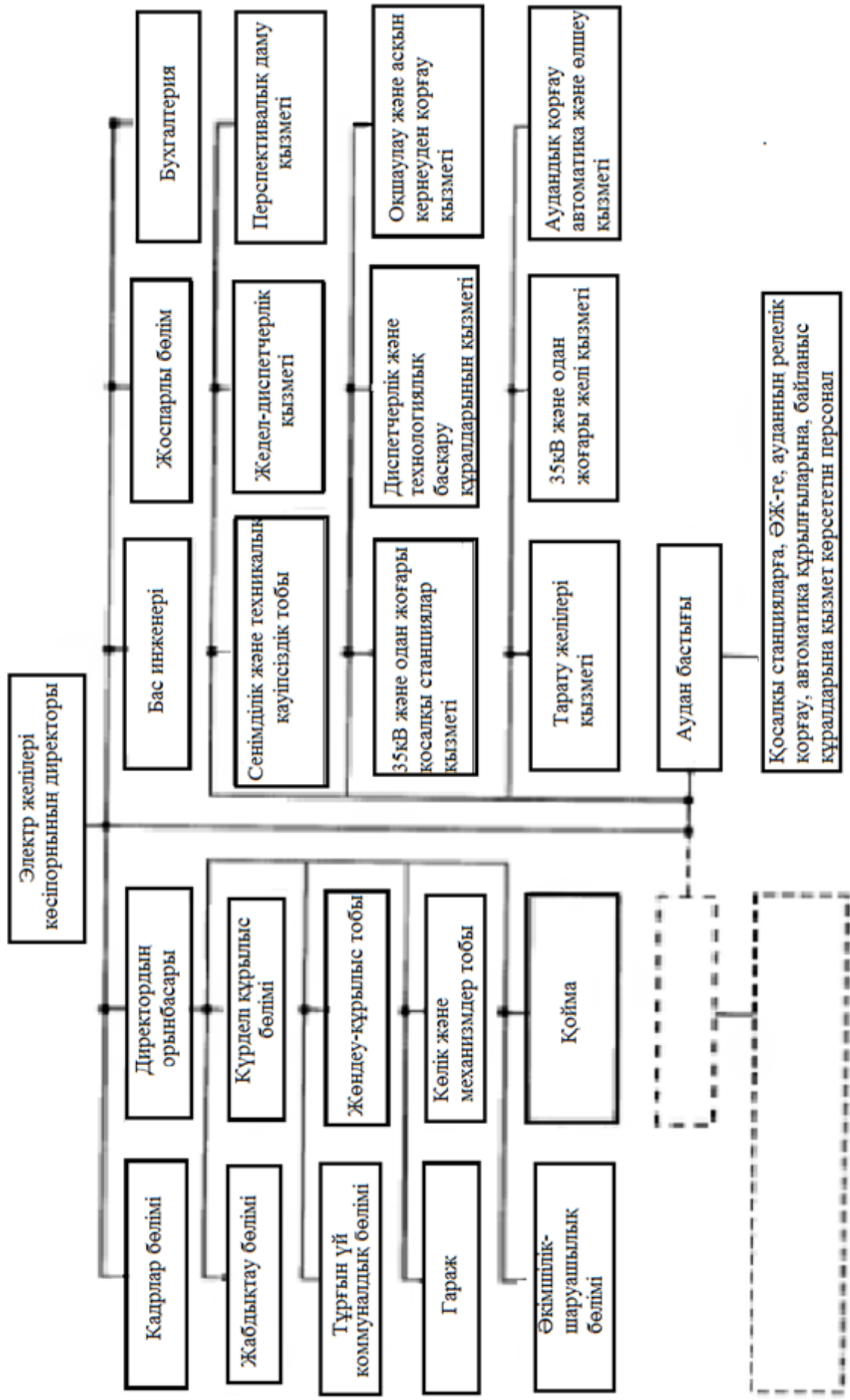
Алдын алу сынақтары мен тексерулерін арнайы оқшаулау және найзағайдан қорғау қызметтері, сондай-ақ релелік қорғау, автоматика, өлшеу, телемеханика қызметі орындайды. Электр беру желілерінің қызметі аумақтық белгісі бойынша ұйымдастырылатын жөндеу-механикаландырылған станциялардың (РПБ) көмегі арқылы ВЛ қадағалауды жүзеге асырады және жөндеуді жүргізеді. Тарату желілерін, олардың қосалқы станцияларын және кернеуі 0,4 трансформаторлық пункттерді (ТП) пайдалану үшін. Ауылдық және аудандық маңызы бар 10 кВ КЭС-те тарату желілерінің қызметі құрылады.

Электр желілерінің ауданы (учаскесі) оған бекітілген аумақта электр қондырғыларының барлық түрлеріне (немесе олардың бір бөлігіне) қызмет көрсететін өндірістік бөлімше. РЭС 0,4-10 кВ кернеулі электр беру желілеріне және 10/0,4 кВ трансформаторлық пункттерге, ал кейбір жағдайларда 35 және 10 кВ кернеулі желілерге, сондай-ақ жоғары кернеулі қосалқы станцияларға қызмет көрсетумен айналысады.

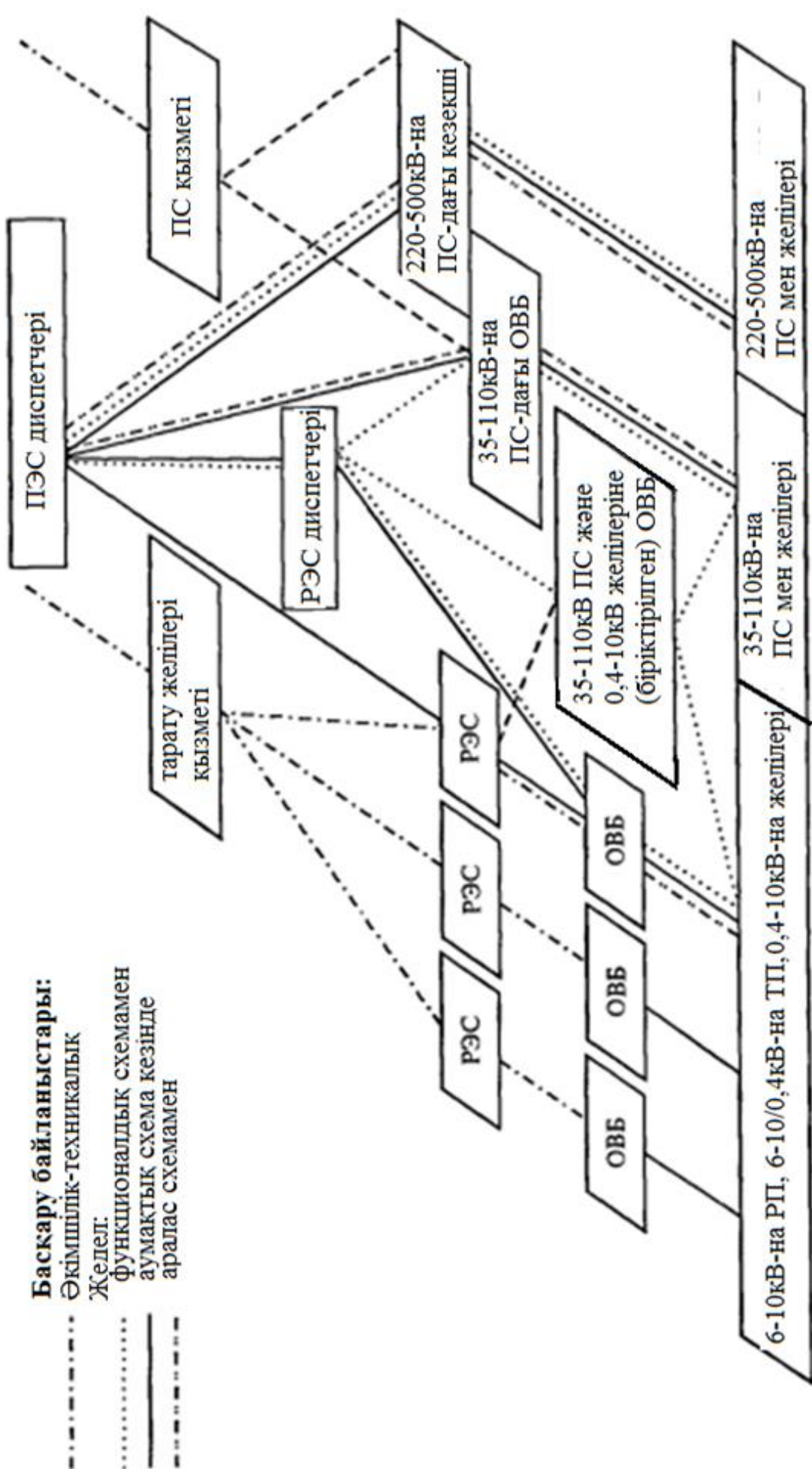
Қызмет-өндірістік функцияларды орталықтандырып орындайтын өндірістік мамандандырылған бөлімше. Мысалы, желі қызметі кернеуі 35 кВ және одан жоғары желілерді пайдаланумен және жөндеумен, қосалқы станциялар қызметі — 35 кВ және в кернеулі қосалқы станцияларды пайдалану, жөндеу және жедел қызмет көрсетумен айналысады.

Электр желілеріне жедел қызмет көрсету. Электр желілеріндегі қосалқы станциялардың жабдықтарына қызмет көрсетуді электр желілері кәсіпорны диспетчерінің немесе энергия жүйесі диспетчерінің басшылығымен осы қосалқы станцияларға бекітілген кезекші персонал орындайды. Бұл ретте қызмет көрсетудің үш түрі қолданылуы мүмкін: қосалқы станциядағы персоналдың кезекшілігі, үйдегі персоналдың кезекшілігі, жедел-шығу бригадаларының (ОВБ) және жедел-жөндеу персоналының (ОРП) қосалқы станциялардың тобына қызмет көрсетуі.

Қызмет көрсетудің *бірінші түрі* қосалқы станциядағы (басқару қалқанында немесе қосалқы станция аумағындағы арнайы бөлінген бөлмеде) персоналдың тәулік бойы кезекшілігін көздейді. Міндетті тәулік бойы кезекшілік жауапты тораптық қосалқы станцияларда орнатылады.



4 сурет - Электр желілері кәсіпорнын аумақтық әкімшілік-техникалық басқару схемасы



Басқару байланыстары:
 - - - - - Әкімшілік-техникалық
 Желел.
 _____ функционалдық схемамен
 - · - · - · - аумақтық схема кезінде
 - · - · - · - аралас схемамен

5 сур. - ПЭС-тегі жедел басқару схемасы

Оның сигналы бойынша кезекші жабдықтың жай-күйін тексереді және жабдықтың қалыпты жұмыс режимін қалпына келтіреді. Кезекшілік уақытында кезекші мезгіл-мезгіл тексереді құрал-жабдықтар және орындайды аздаған көлемі бойынша жұмыс. Осындай жедел қызмет көрсету нысаны кезінде әрбір қосалқы станцияға екі кезекші жеткілікті.

Үшінші нысан кезекші персоналсыз қызмет көрсетілетін қосалқы станцияларда қолданылады. Бұл жағдайда қосалқы станциялар топтарына орталықтандырылған қызмет көрсетуді жедел-шығу бригадаларының персоналы орындайды. Мұндай қызмет көрсету түрі неғұрлым прогрессивті және үнемді болып табылады. Ол сондай-ақ кернеуі 0,4 электр желісіне қызмет көрсететін РЭС қолданылады... 10 кВ, тарату пункттері 6... 10 кВ, 6-ға ТП... 10/0, 4 кВ және кернеуі 0,4 желілер... 10кВ, онда ОВБ аздаған зақымдануларды жояды. Кернеуі 35 кВ және одан жоғары көп қосалқы станциялары бар, кернеуі 6 желісінің едәуір саны бар едәуір аумақта орналасқан ПЭС... 10 кВ және тікелей электр тораптарының аудандарына тиесілі қосалқы станцияларды басқарудың аралас құрылымын қолданады, олардың қызмет көрсетуін РЭС жедел-шығу бригадалары арқылы РЭС диспетчеріне бекітіп береді (сурет 5).

Кейбір жағдайларда қосалқы станцияларға жедел қызмет көрсету кезекші персоналдың арнайы оқытылған және жедел жұмысқа жіберілген жөндеу персоналы орындайды. Мұндай қызмет көрсету түрін ОВБ жұмысы қатты жүктелген кезде жабдықты жаппай жөндеу кезінде қолданған жөн. Бұл жағдайда жөндеу жұмыстарын орындау үшін келген қосалқы станциялар қызметінің шебері немесе инженері Жабдықты жөндеуге басшылық етіп қана қоймай, қажет болған жағдайда оны жұмыстан шығарады, жұмыс орындарын дайындайды және бригаданың жұмысына жібереді. Жөндеу аяқталғаннан кейін жабдықты сол тұлға жұмысқа енгізеді. Тұрақты кезекшіліксіз қосалқы станцияларға қызмет көрсету тиімділігі автоматика құрылғыларын енгізудің арқасында жоғарылайды (АПВ, АВР, АЧР және т.б.) және телемеханика. Қосалқы станцияларды ажырату немесе жұмыстың қалыпты режимі бұзылған кезде телемеханикалық құрылғылардың сигналдары электр желісінің диспетчерлік пунктіне немесе кезекші бар базистік қосалқы станцияға түседі. Алынған сигналдың түрі бойынша бұзушылық сипатын белгілейді және ОВБ қосалқы станциясына шығудың жеделдігін анықтайды. Тұтынушыларда кернеуді ажырату кезінде қоректендіретін желілерді қосу телемеханика арналары бойынша автоматты түрде немесе қолмен жүргізіледі.

ЖЭС-да жедел адам жұмысын ұйымдастыру. Электр тораптарына қызмет көрсетудің ең прогрессивті түрін қарастырайық, яғни 35 кернеулі қосалқы станцияларға қызмет көрсететін жедел-шығу бригадаларының (ОВБ) жұмысын қарастырайық... 110 кВ. ОВБ қосалқы станциялар қызметінің немесе электр желілерінің аудандарының құрамына кіреді және ПЭС немесе РЭС диспетчерінің басшылығымен оларға бекітілген аймақта қосалқы станцияларға жедел қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді. Жұмысты орындау кезінде ОВБ қызметкерлері қауіпсіздік талаптарын, жергілікті нұсқаулықтарды, ережелерді

және басқа да директивтік құжаттарды сақтайды. ОВБ персоналының негізгі міндеті-бекітілген аймақта қосалқы станцияларға жедел қызмет көрсету есебінен тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың үздіксіздігін қамтамасыз ету. ОВБ қызметкерлерінің міндеттеріне кіреді:

1. электр желісі жұмысының схемасы мен режимін өзгерту үшін және қажет болған жағдайда қосалқы станциялар мен электр беру желілерінің жабдықтарында жөндеу және пайдалану жұмыстарын жүргізу;

2. қосалқы станциядағы жұмыс орындарын дайындау, қызметкерлерді жұмысқа жіберу, жұмыс орындарын қарау және қабылдау, жабдықты жұмысқа уақтылы енгізу немесе оны ол аяқталғаннан кейін резервке шығару;

3. жедел және техникалық құжаттаманы жүргізу;

4. жабдықтың, автоматика және сигнал беру схемаларының жай-күйін мерзімді тексеру және тексеру, ғимараттар мен құрылыстардың жай-күйін тексеру;

5. техникалық қызмет көрсету және тарату құрылғыларына (қоқыстарды жинау, май құю, май сынамаларын алу, өлшеу және т. б.) жекелеген жұмыстарды орындау);

6. электр қондырғыларында істен шығуды болдырмау және олардағы зақымдануларды жою бойынша жұмыстарды орындау.

Осыған ұқсас міндеттер РЭС және электр станцияларында жедел жұмыспен айналысатын электр монтерлеріне жүктеледі. Қосалқы станциялардың жедел бригадасын ауыстыру екі электр монтерінен тұрады: біреуі (ауысымда аға) электр қауіпсіздігі бойынша IV төмен емес біліктілік тобы бар және екіншісі — III төмен емес біліктілік тобы бар. Әдетте, ауысымдағы екінші тұлға-электромонтер міндеттерін қоса атқаратын ОВБ автомобилінің жүргізушісі болып табылады. ОВБ персоналы жедел қатынаста ПЭС немесе РЭС диспетчеріне, ал әкімшілік-техникалық — қосалқы станциялар немесе РЭС қызметінің бастығына бағынады. ПЭС, РЭС техникалық басшылығының, қосалқы станциялар қызметінің немесе әкімшілік-Техникалық персоналдың басқа да адамдарының жедел нұсқаулары ОВБ кезекшілігі кезінде тек кезекші диспетчер арқылы беріледі. ОВБ персоналының ОВБ қызмет көрсететін қосалқы станциялардан қоректенетін тұтынушылардың жауапты тұлғаларымен өзара қарым-қатынас тәртібі ПЭС басшылығымен бекітілген нұсқаулықтарды анықтайды.

ОВБ персоналы: диспетчер өкімдерінің уақтылы және дұрыс орындалуына; жұмыстардың сапалы орындалуына; жедел және техникалық құжаттаманы дұрыс жүргізуге; ОВБ-ға бекітілген құрылғыларды, аспаптарды, мүкәммалды және қорғаныс құралдарын жарамды күйде ұстауға; автомобильді және байланыс құралдарын дұрыс пайдалануға; қауіпсіздік талаптарын, нұсқаулықтар мен өрт қауіпсіздігі ережелерін, сондай-ақ еңбек тәртібін сақтауға жауап береді.

Жұмыс жүргізу кезінде ОВБ электромонтерінің іс-қимыл реттілігі олардың сипатымен, қолданылатын жабдықтың конструктивтік

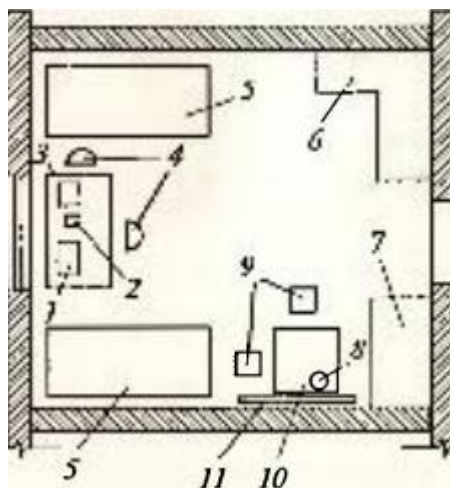
ерекшеліктерімен, қауіпсіздік талаптарымен, өндірістік және жергілікті нұсқаулықтармен анықталады. Әрбір ОВБ-ның қызмет көрсету аймағы қосалқы станциялар немесе РЭС қызметі дайындаған және ПЭС бас инженері бекіткен өкіммен айқындалады. Бұдан басқа, ОВБ қызмет көрсету аймағы электр желілерінің конфигурациясы мен тығыздығын, географиялық жағдайларды, жолдардың жай-күйін, желілерді автоматтандыру мен телемеханизациялау деңгейін, оларды электрмен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз ету бойынша тұтынушылар санатын ескере отырып анықталады (директивалық құжаттардың талаптарына сәйкес электр қабылдағыштар үш санатқа бөлінеді). ОВБ жұмыс орындары қызмет көрсетілетін аймақтың қосалқы станциялары, ОВБ-ға бекітілген және жұмыс істеуге арналған қорғаныш құралдарымен, құрал-саймандармен, құрылғылармен жабдықталған автомобиль, сондай-ақ кезекшілікке арналған арнайы жабдықталған үй-жай болып табылады. ОВБ үй-жайы әдетте қызмет көрсетілетін аймақтың орталығында орналасқан базалық қосалқы станцияны таңдайды. Қызметкерлер үшін арнайы жабдықталған ОВБ бөлмеде жұмыс істеу үшін барлық қажетті бөлме орналастырылады (6-сурет). ОВБ-ға қорғаныс құралдары бекітіледі (кесте 1), олардың бір бөлігі суретте көрсетілген. Қосалқы станциялардың жедел-шығу бригадалары ПЭС немесе РЭС диспетчерімен, ОВБ қызмет көрсететін қосалқы станцияларда жұмыстарды орындайтын ОВБ пайдалану және жөндеу персоналымен сенімді байланыспен қамтамасыз етіледі.

Қосалқы станциялардағы Жабдықтардың жұмыс режимінің бұзылуы туралы хабарламалар аудандық "РДП" диспетчерлік пунктіне келіп түседі. Ал ОВБ диспетчерден тиісті нұсқаулар алады. Қосалқы станциялар арасында ЛВБ диспетчерімен байланысты радиостанциялар немесе радиотелефон (Қалалық электр желілері үшін) көмегімен қолдайды. Кезекшілікті қабылдау және тапсыру кезінде ОВБ электромонтері қосалқы станциялардың схемаларындағы барлық өзгерістерді, жұмыстарды жүргізу орындарын анықтайды, құрал-саймандарды, айлабұйымдарды және жедел техникалық құжаттаманы тізімдеме бойынша қабылдайды. Соперативті схемамен танысып, ОВБ электромонтері оған қол қояды. Жедел журналда, сондай-ақ өкімдер, ақаулар журналдарында, релелік қорғау және автоматика жөніндегі құжаттамада ол соңғы кезекшіліктен бастап енгізілген жазбаларды зерделейді, телефон байланысы мен радиостанцияның іс-әрекетін тексереді және автомобильдің жұмысқа дайындығын бағалайды.

Тізбе бойынша ол жұмыс істеу үшін қажетті қорғаныс құралдары мен құралдарының, аспаптар мен құралдардың болуын, сондай-ақ автомобильді құрал-саймандармен, қосалқы дөңгелектермен және автомобильді қалыпты пайдалану үшін қажетті құрал-саймандар жиынтығымен жарақтандыруды тексереді.

Электр жабдықтарын жөндеуге және релелік қорғаныс құрылғыларын ажыратуға арналған өтінімдермен танысқаннан кейін, ОВБ электр монтері

кезекшілікті тапсырушыдан қосалқы станциялардың қызмет көрсетушілерінің жай-күйін сипаттайтын жаңа қосымша деректер жоқ-жоғын анықтайды. Кезекшілікті қабылдап, электромонтер жедел журналға жазба жасайды, оған қол қояды және диспетчерге қосалқы станцияларда орындалатын жұмыстардың, қалыпты Схемадан ауытқулар, электр жабдығы бойынша ескертулер мен т.б. туралы баяндайды.



Сурет 6. Демалыс құқығымен кезекшілік кезінде қосалқы станциялардың ОВБ үшін жұмыс орнын жоспарлау: 1-радиоқабылдағыш; 2 — телефон аппараты; 3 — жұмыс үстелі; 4 — креслолар; 5 — кроюталар; 6 — шкаф; 7- киімге арналған шкаф; 8 — тұрмыстық электр шәйнек; 9 — орындықтар; 10 — шаруашылық үстел; 11- қызмет көрсетілетін желі аймағының географиялық схемасы

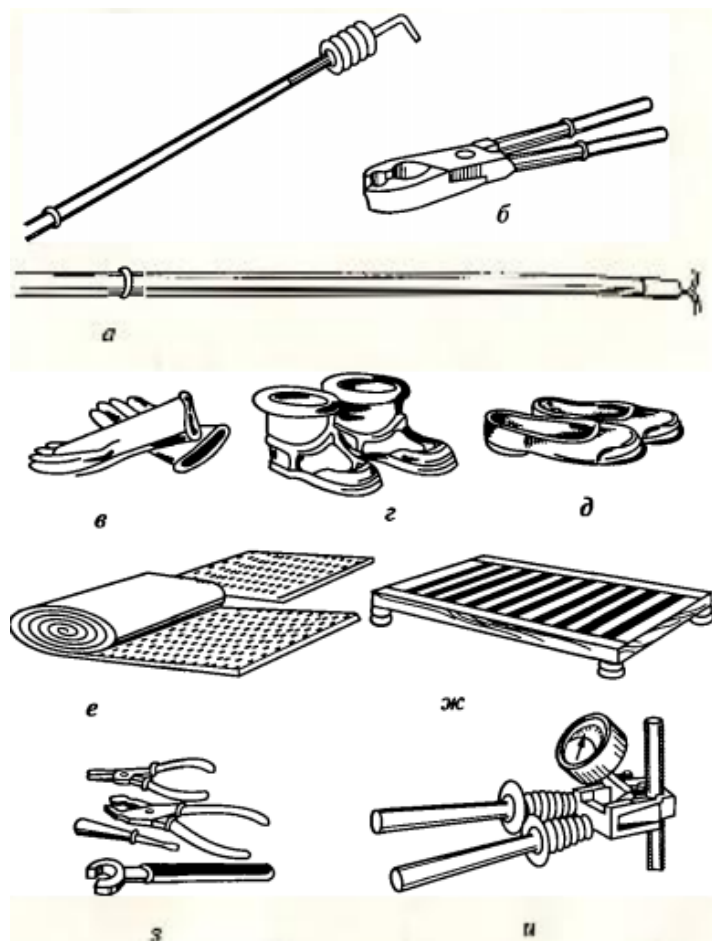
Кезекшілік кезінде ОВБ электромонтері диспетчермен ауыстырып қосу, релелік қорғаныс құрылғыларымен іс-қимыл, бригадаларды жұмысқа жіберу, өтінімдермен рұқсат етілген жұмыстардың аяқталуы туралы Жеке өзі келіссөздер жүргізеді. Жөндеу бригадаларына арналған қосалқы станцияларда жұмыс орындарын дайындай отырып, ОВБ электромонтері қажет болған жағдайда жұмыстардың орындалуын бақылайды, жабдықты жөндеуден қабылдайды және оны сынамалау үшін схемалар дайындайды. Жабдықты байқағаннан кейін диспетчердің өкімі бойынша ол оны жұмысқа енгізеді. Ауысым ішінде ОВБ электромонтері электромонтер міндеттерін қоса атқаратын автомобиль жүргізушісінің жұмыс көлемін анықтайды, қосалқы станцияларда режимдік жедел ауыстырып қосуларды жүргізу кезіндегі оның іс-қимылдарын басқарады, жабдықты тексереді және қалқандар мен өз қажеттіліктерінің жинақтарындағы шағын ақаулықтарды жояды.

Қосалқы станцияға келген немесе одан кеткен әрбір жағдай туралы ОВБ электр монтері диспетчерге хабарлайды. Қосалқы станцияға келгеннен кейін ол ОҚБ жедел журналына және қосалқы станцияның жедел журналына келу

уақытын, ал кету кезінде — кету уақытын жазады. Осыдан кейін ол автомобиль жүргізушісіне барлық өлшеу құралдарының көрсеткіштерін қосалқы станция ведомосына бақылау жазбасын жүргізуді тапсырады.

1-кесте - Қосалқы станциялардың ӨҚБ қорғаныс құралдарымен жинақтау

Қорғау құралы	Саны
Оқшаулағыш штангалар (жедел немесе әмбебап), дана	Әрбір кернеу үшін біреуі
1000В дейінгі және одан жоғары кернеу көрсеткіші, дана	Әрбір кернеуге екіден
Оқшаулағыш кенелер, дана: Әмбебап штанга болмаған кезде 1000 В жоғары кернеуге Кернеуі 1000В дейін	Осы кернеулерге сақтандырғыштар болған кезде 10 және 35 кВ кернеуге бір-бірден Жергілікті шарттар бойынша
1000В дейінгі және одан жоғары кернеуге арналған электр өлшеуіш қысқыштар, дана	Осы кернеулерге сақтандырғыштар болған кезде 10 және 35 кВ кернеуге бір-бірден
Диэлектрлік қолғаптар, дана	Үштен кем емес
Диэлектрлік боттар (ОРУ үшін), дана	Екеу
Оқшаулағыш тұтқалары бар слесарлық-монтаждық құрал-сайман, комплект	Біреу
Тасымалды жерге тұйықтау, дана	жергілікті жағдайлар бойынша, бірақ екеуден кем емес
Оқшаулағыш жапсырмалар және диэлектрлік кілемдер, дана	жергілікті жағдайлар бойынша
Қорғаушы көзілдірігі, жұп	Екеу
Тасымалды плакаттар мен қауіпсіздік белгілері, дана	жергілікті жағдайлар бойынша
Фазалау үшін кернеу көрсеткіштері, дана	жергілікті жағдайлар бойынша
Респираторлар, дана	жергілікті жағдайлар бойынша
Қорғаушы каскалар, дана	әрбір жұмысшыға бір-бірден
Сақтандыратын монтерлық белдігі, дана	жергілікті жағдайлар бойынша



Сурет 7. Электр қорғау құралдары: а-оқшаулағыш штанга; б, и-кенелер; в, г, д - диэлектрлік қолғаптар, боттар мен галоштар; е-резеңке кілемдер; ж-оқшаулағыш тұғырықтар; з-оқшаулағыш тұтқалары бар слесарлық-монтаждық құрал-саймандар

2-кесте - Тізбесі, құрал-саймандарды, аспаптарды, құрылғыларды және құрал-ОВБ

№	Атауы	Саны
1	2500В қа арналған мегомметр, дана	1
2	Бинокль сегіз еселі, дана	1
3	Электр тізбегін тексеруге (прозвонка) арналған іздеуші, дана	1
4	Қол қысқыштар, дана	1
5	Электрлік аккумуляторлық шамы, дана	2
6	Нақылды күрек (штыковая лопата), дана	1
7	d 8...10 мм болат арқаны (стальной канат), м	2
8	Радиостанция, жинағы	1
9	Газ релесінен газ сынамаларын алуға арналған құрал, дана	2
10	Май іріктеуге арналған бөтелкесі, дана	6
11	Құжаттама портфелі, дана	1

Қосалқы станцияның негізгі элементтерін қарау кезінде ОВБ электромонтері оның нәтижелерін жедел журналға жазады, ал жабдықтағы байқалған ақаулар мен ақаулықтарды арнайы журналда белгілейді. Ол қосалқы станцияның жедел схемасының коммутациялық аппараттардың нақты жағдайына сәйкестігін және қажет болған жағдайда диспетчерге хабарлай отырып, оған түзетулер енгізеді. Қосалқы станцияны қарау кезінде анықталған барлық ақаулар туралы ОВБ электр монтері диспетчерге және басшылыққа дереу хабарлайды және қосалқы станциялардың ақаулары журналына жазба жасайды.

Кезекшілік кезінде ОВБ электромонтері барлық жедел-техникалық құжаттаманы жүргізеді, жабдықтың істен шығуының салдарын жояды. Егер ол өз бетінше зақымдануды жоя алмаса, онда бұл туралы басшылықты хабардар етеді және жөндеу бригадасына рұқсат беру үшін жұмыс орнын дайындайды. Ол өз міндеттерінің шеңберіне кіретін мәселелер бойынша абоненттер өкілдерімен және диспетчермен, аудан кезекшісімен немесе тарату желілері учаскесінің кезекшісімен жедел келіссөздер жүргізеді, жауапты басшыларға және жұмыс жүргізушілерге қол қойғызып кілттерді береді және оларды жұмыс аяқталғаннан кейін қабылдайды. ОВБ электр монтері қызмет көрсетілетін аймақтың қосалқы станцияларының барлық жабдықтарын жеке тексеруге, осы бригада қызмет көрсететін қосалқы станцияда жұмыс істейтін персоналдың қауіпсіздік талаптарын сақтауын тексеруге құқылы. Қауіпсіздік талаптарының бұзылуы анықталған кезде ОВБ электр монтері жұмысты тоқтата тұрады, персоналды оларды орындаудан шеттетеді, қосалқы станцияға кіру құқығын беретін құжаттарды және қосалқы станцияға кіру туралы куәлікті тексереді.

Сынақтарды қауіпсіздік талаптары бойынша жұмысқа жіберу кезінде, жұмысынан шеттетеді тұлғалардың куәліктермен, қолданылу мерзімі өтіп кеткен. Бұдан басқа, ол жедел-жөндеу персоналы орындайтын қайта қосудың дайындалған бланкілерінің дұрыстығын тексеруге, электромонтердің (ОВБ екінші тұлғасының) жұмысын бақылауға, қосалқы станциядағы жабдықтың істен шығуын жою кезінде, ақаулы автомобильде және радиобайланыс болмаған кезде (қосалқы станциялар тобы немесе РЭС басшылығының рұқсатынсыз) кезекшілікті қабылдамауға, ал өрт болған жағдайда-қауіпсіздік талаптарын сақтай отырып, өрт сөндірудің неғұрлым тиімді шараларын дербес қабылдауға, өрт сөндіру командаларын шақыру.

ОВБ электромонтері: кезекшілік кезеңінде қызмет көрсетілетін қосалқы станцияларды дұрыс пайдалануға; қауіпсіздік талаптары мен нұсқаулықтардың қатаң орындалуына; жұмысқа жіберу және жұмыс жүргізу үшін қажетті қауіпсіздік шараларын орындауға; талап етілетін құжаттаманың жұмыс сипаты мен орнына сәйкестігі мен жеткіліктілігіне; жұмысқа рұқсат беруге және жұмыс орнын олар аяқталғаннан кейін дұрыс қабылдауға; наряд-рұқсатнамаларды және жедел журналдағы жазбаларды дұрыс ресімдеуге; диспетчердің өкімін уақытында орындауға немесе орындаудан негізсіз бас тартуға; өкімнің орындалуы туралы диспетчерді уақтылы хабардар ету. ОВБ

электромонтері міндетін қоса атқаратын автомобиль жүргізушісі, негізгі жұмыстан бос уақытта ауысым жетекшісінің басшылығымен жабдықтарға қызмет көрсетуге қатысады техникалық қызмет көрсету бойынша көлемі жағынан шағын жұмыстарды, режимдік, авариялық және жедел ауыстырып қосуды орындайды, қосалқы станцияларда жұмыс істеген кезде жұмыс орнын дайындайды, қосалқы станциялардың жабдықтарын қарап шығады және техникалық құжаттаманы жүргізеді.

ОВБ техникалық және жедел құжаттамасы. Электр станциялары мен электр желілерінің кәсіпорындарында келесі құжаттама жүргізіледі:

1. жабдықтың атқару сызбалары мен бастапқы және қайталама электр қосылыстарының схемалары бар барлық энергетикалық объектінің техникалық паспорты;

2. орнатылған жабдықтың техникалық паспорттары; жабдықтарға қызмет көрсету жөніндегі нұсқаулықтар және әрбір жұмыс орны бойынша лауазымдық нұсқаулықтар; жедел құжаттама.

Техникалық паспорт негізгі және қосалқы жабдықтың әрбір түрі бойынша жеке жасалады. Ол осы жабдықтың параметрлері мен техникалық сипаттамаларын қамтиды. Қызмет көрсету процесінде паспортқа ағымдағы және күрделі жөндеу, сынау және тексеру нәтижелері жазылады. Бұл мәліметтерді жабдықтың одан әрі жұмыс істеуге жарамдылығы мен жарамдылығын көрсететін қорытындымен бірге жөндеу және алдын алу жұмыстары жүргізілгеннен кейін тікелей паспортқа енгізеді. Жазбалар сынақ актілерімен және хаттамаларымен расталады. Қазақстанның Мемлекеттік тау-кен техникалық қадағалау органдарында тіркелетін *техникалық паспорттар мен құжаттамалар* қысыммен жұмыс істейтін жүк көтергіш механизмдер мен ыдыстарға жүргізіледі.

Нұсқаулықтар: лауазымдық; жабдықтарды және қайталама құрылғыларды пайдалану бойынша; жедел ауыстырып қосуды орындау және аварияларды жою бойынша; өртті сөндіру және басқа да нұсқаулықтармен станциялардағы барлық жұмыс орындарын қамтамасыз етеді., қосалқы станциялар мен диспетчерлік пункттер. Лауазымдық нұсқаулықтарда (ережелерде) белгілі бір жұмыс орнын атқаратын персоналға қойылатын талаптар баяндалады, оның міндеттері, бағыныстылығы және жауапкершілігі көрсетіледі. Жабдықты және қайталама құрылғыларды пайдалану жөніндегі нұсқаулықтарда іске қосу, тоқтату және қызмет көрсету тәртібі көрсетіледі жөндеу жұмыстарына жіберу тәртібі, релелік қорғау және автоматика құрылғыларымен операциялар тәртібі. Станциялар мен қосалқы станцияларда жедел ауыстырып қосуларды орындау және аварияларды жою жөніндегі нұсқаулықтарда электр қосылыстары мен апат ошақтарын бөлу кезінде қалыпты және авариялық режимдерде коммутациялық аппараттармен жедел персоналдың іс-қимылдарының бірізділігі келтіріледі.

Жедел құжаттаманы станциялар мен қосалқы станциялардың кезекші персоналы, электр желілері кәсіпорындарының диспетчерлері, ОВБ персоналы

және энергия объектілерінің кезекші персоналы жүргізеді. Оған мынадай құжаттар жатады:

1. Жедел журнал — жедел өкімдер мен олардың орындалуы туралы хабарламаларды хронологиялық тәртіппен жазу үшін. Онда коммутациялық аппараттармен және қорғау және автоматика құрылғыларымен операциялар, қорғаныстық жерге тұйықтауды салу және алу жөніндегі операциялар, жабдықтың жұмыс режимдерінің бұзылуы туралы мәліметтер тіркеледі. Жөндеу бригадаларына рұқсат берудің арнайы журналы болмаған кезде жедел журналға жөндеу және қызмет көрсету персоналының жұмыстың басталу және аяқталу уақытын жазады;

2. Жабдықтың ақаулықтары мен ақаулықтары журналы-анықталған ақауларды жазу үшін, оларды жою қажет және міндетті;

3. Профилактикалық бақылау және қалпына келтіру, қайталама құрылғыларды сынау және тексеру нәтижелерін жазу үшін — релелік қорғау, автоматика және телемеханика журналы;

4. Реле қорғанысы және автоматика құрылғыларының тағайыншамаларының карталары-қорғау және автоматика релесінде орындалған тағайыншамаларды жазу үшін (РЗА журналының орнына энергия объектісінде картотекада сақталатын РЗА құрылғысының картасын қолдану ұсынылады және бұл құрылғы туралы мәліметтерді жедел алуға мүмкіндік береді);

5. Өкімдер журналы-басшы персонал ұзақ әрекет ету мерзімі бар өкімдер мен нұсқауларды жазу үшін;

6. Бастапқы қосылыстардың жедел схемасы—коммутациялық аппараттардың жағдайын бақылау үшін;

7. Желінің немесе объектінің қызмет көрсетілетін учаскесінің бастапқы қосылуының жедел схемасы-тәуліктің белгілі бір кезеңіне қалыпты режим схемасына сәйкес келетін коммутациялық аппараттардың жағдайын, сондай-ақ жедел ауыстырып қосуды орындау нәтижесінде пайда болған барлық өзгерістерді көрсету үшін;

8. Объектінің басқару қалқандарындағы бақылау-өлшеу аспаптарының көрсеткіштерін мерзімді жазу үшін-жабдықтың жұмыс режимінің тәуліктік ведомосі.

Жедел персонал жұмысының ерекшеліктеріне сәйкес техникалық және жедел құжаттама электр монтердің бүріккіш сөмкесінде немесе үй-жайда болуы мүмкін.

Электромонтердің тасымалданатын қоржынында мыналар бар: жедел схемалар жиынтығы; жедел журнал; жабдықтардың ақаулары мен ақаулары журналы; ауыстырып қосу бланкілері; жұмыс жүргізуге наряд бланкілері; жедел персонал қызмет көрсететін объектілер мен желілерде жұмыс жүргізуге нарядтар мен өкімдерді алуға құқығы бар қызметкерлер тектерінің тізімі; жауапты басшылардың, бақылаушылардың жұмыс өндірушілерінің, жедел

персоналдың құқығы бар қызметкерлердің міндеттерін орындау; Электр қондырғыларын пайдалану кезіндегі қауіпсіздік талаптары.

Жедел персоналдың үй-жайында: жедел ауыстырып қосуларды жүргізу жөніндегі нұсқаулық; жедел персоналға арналған лауазымдық нұсқаулық; электр станциялары мен желілерін техникалық пайдалану ережесі; объектілер мен желілерді жабдықтау түрлері бойынша өндірістік және пайдалану нұсқаулықтарының жиынтығы; жедел жұмыс болмаған кезде кезекшілік уақытында жедел персонал орындайтын желі жабдықтарына техникалық қызмет көрсету жөніндегі жұмыстардың тізбесі; өкімдер журналы; телефонограммалар журналы; ПЭС және РЭС басшы және әкімшілік-техникалық персоналдың телефондары мен; қызмет көрсетілетін желілерден қоректенуді алатын тұтынушылардың жауапты тұлғаларының тізімі және ПЭС әкімшілігі бекіткен жедел персоналдың олармен өзара қарым-қатынасы туралы Нұсқаулық; жедел персоналға бекітілген автомобильдің техникалық жай-күйі мен қорғаныш құралдарымен жарақталуы көрсетілген қабылдау және тапсыру журналы; жедел персоналдың кезекшілік кестесі. Қызмет көрсетілетін аймақтың әрбір қосалқы станциясында мынадай құжаттар болуы тиіс: қосалқы станцияның жедел схемасы және схемалардың бланкілері; жедел журнал; жұмыс орнындағы жөндеу персоналының Нұсқаулық журналы; өрт сөндіру жоспары және т. б. Техникалық және жедел құжаттаманың жай-күйі мен олардың дұрыс жүргізілуіне ПЭС (РЭС) әкімшілігінің диспетчерлік қызметінің басшылығы жауапты болады. Көрсетілген Жедел құжаттама жедел персоналға үнемі жай-күйін қадағалауға мүмкіндік береді электр қосылыстарының сұлбалары, жабдықтың жұмыс режимі және жөндеу және пайдалану жұмыстарының есебін жүргізу.

Бақылау сұрақтары

1. Электр станциялары мен электр желілері кәсіпорындарын пайдалану қалай ұйымдастырылады?
2. Энергожүйелер кәсіпорындарындағы жедел басқару міндеттері қандай?
3. Энергия жүйелерін параллельді жұмысқа біріктіру тиімділігі неде?
4. Энергожүйелер кәсіпорындарында қандай құжаттама жүргізіледі?

2 Электр жабдықтарын жөндеу

2.1. Электр жабдықтарды жоспарлы-алдын ала жөндеу

Жоспарлы-алдын ала жөндеу (ППР) себептері. Процесінде электр жабдықтарын пайдалану кезінде уақыт өте келе оқшаулама бұзылады, ток өткізгіш бөлшектер, электр машиналарының орамдары мен мойынтіректері, жеке механикалық бөлшектер тозады. Нәтижесінде, сондай-ақ зауыттық ақауларға, персоналдың дұрыс емес әрекеттеріне, ластануға, қолайсыз атмосфералық жағдайларға және басқа да себептерге байланысты электр жабдықтарының тозуы мен зақымдануы орын алады. Сондықтан электр станциялары мен желілерде жабдықты жоспарлы-алдын ала жөндеу жұмыстары жүргізіледі.

Қызмет көрсету және жөндеу түрлері мен әдістері (ГОСТ 18322-78). Жоспарлы-алдын ала жөндеу одан әрі оның сенімді және үнемді жұмысын қамтамасыз ету үшін тозған бөлшектер мен тораптарға қызмет көрсету, жөндеу және ауыстыру жолымен жабдықтың жұмыс қабілеттілігін қолдауға және қалпына келтіруге бағытталған жұмыстар кешенін білдіреді. Ол жөндеу аралық қызмет көрсету, ағымдағы, орташа және күрделі жөндеуден тұрады. Жөндеу аралық қызмет көрсету, әдетте, жабдықты тоқтатпай орындалады. Оған мыналар кіреді: жабдықты үнемі тазалау және майлау, оның жұмысын қарау және реттеу, қызмет ету мерзімі қысқа бөлшектерді ауыстыру, шамалы ақаулар мен ақауларды жою.

Ағымдағы жөндеу көптеген жағдайларда жабдықты ашпай, оны қысқа мерзімге тоқтай отырып жүргізіледі. Ол жұмыс процесінде туындайтын ақауларды жоюға бағытталған: бөлшектерді қарау, тазалау, майлау және анықталған ақауларды жою, тез тозатын тораптар мен жекелеген бөлшектерді жөндеу (ауыстыру).

Күрделі жөндеу алдындағы ағымдағы жөндеу кезінде жабдықтардың даму сатысында ақауларын анықтауға мүмкіндік беретін қажетті өлшемдер мен сынақтарды орындайды. Өлшеу және сынау негізінде күрделі жөндеу көлемін нақтылайды. Жабдықты құрастырғаннан кейін оны баптау және сынау орындалады.

Жабдықтың келесі жұмысқа жарамдылығы туралы қорытынды сынақ нәтижелерін қолданыстағы нормалармен, алдыңғы сынақтардың нәтижелерімен, сондай-ақ бір типті жабдықта алынған өлшемдермен салыстыру негізінде жасалады. Көліктік емес жабдықтарды сынауды жылжымалы электротехникалық зертханалар орындайды.

ППР-мен қатар жұмыста әртүрлі бұзушылықтарды жою үшін жабдықтың ресурсын пайдаланғаннан кейін орындалатын жоспардан тыс жұмыстар, сондай-ақ авариялардың салдарын жою кезінде немесе жабдықты дереу тоқтатуды талап ететін зақымдануларды алу кезінде орындалатын авариялық-қалпына келтіру жұмыстары жүргізіледі. Төтенше жағдайлар кезінде (жану, оқшаулауды жабу және т.б.) жабдық диспетчердің рұқсатын алмай

тоқтатылады. Жоспардан тыс жөндеу энергия жүйесінің диспетчерімен келіседі және тиісті өтініммен ресімдейді. Оны жабдық жұмысындағы түрлі ақауларды жою үшін, сондай-ақ ол коммутациялық ресурсты пайдаланғаннан кейін жүргізеді. Орташа және күрделі жөндеу (ағымдағы жөндеуге қарағанда) ішінара немесе толық жұмсалған ресурсты (механикалық, коммутациялық) қалпына келтіруге арналған.

Орташа жөндеу үшін жекелеген тораптарды бөлшектеуді көздейді. Ақауларды жою, жабдықты кезекті күрделі жөндеуге дейін қалыпты пайдалануды қамтамасыз етпейтін тез тозатын бөлшектер мен тораптарды ауыстыру. Орташа жөндеу жылына бір рет жүргізіледі.

Күрделі жөндеу жабдықтарды ашумен жүргізіледі. Ол мұқият ішкі тексеру, өлшеу, сынау және анықталған ақауларды жою арқылы жабдықты тексеруді қамтиды. Оның барысында бастапқы техникалық сипаттамаларды қалпына келтіру қамтамасыз етіледі және жабдықты жаңғырту жүргізіледі.

Күрделі жөндеу жабдықтың әрбір түрі үшін белгіленетін жөндеуаралық кезең мерзімі аяқталғаннан кейін жүргізіледі. Жабдықты күрделі жөндеуге шығару алдында мұқият дайындық жүргізіледі: белгіленген жұмыстардың ведомостары мен оларды орындау кестелері жасалады; алдын ала тексеру және сынау, өлшеу және тексеру жүргізіледі; қажетті жөндеу құжаттамасы дайындалады; қосалқы бөлшектер, аспаптар, көтергіш-көлік құралдары дайындалады; өртке қарсы іс-шаралар мен қауіпсіздік талаптары бойынша іс-шаралар орындалады.

Жөндеу барысында Мемкентехқадағалаудың нормативтік құжаттарының талаптарын, Қазақстанның Мемэнергоинспекциясының нұсқамаларын, табиғатты қорғау жөніндегі мемлекеттік қадағалау ережелерінің талаптарын, пайдалану және аварияға қарсы циркулярлардың талаптарын және жабдықты дайындаушы зауыттардың хаттарын сақтау қажет. Күрделі жөндеу кезінде барлық Тозған бөлшектерді ауыстырады немесе қалпына келтіреді, жекелеген элементтер мен тораптарды жаңғыртады алдын алу тексерулерін және өлшеулерді орындайды, аздаған зақымданулар мен ақаулықтарды жою бойынша жұмыстарды жүргізеді. Әуе желілеріндегі профилактикалық өлшеулер мен тексерулерге жерге қосылған тіректер мен тростардың кедергісін өлшеу бойынша, аспалы оқшаулағыштардың электр беріктігін тексеру, тіректер мен т.б. ағаш бөлшектерінің шіруі бойынша жұмыстар жатады. Авариялық сипаттағы зақымдарды дереу жояды. Тексеру және сынау кезінде анықталған ақаулықтар қысқа мерзімде жойылады.

ППР кезеңділігі. Жабдықтың әрбір түрі үшін ППР мерзімділігі техникалық пайдалану ережелерімен (ПТЭ) белгіленеді. Алайда энергия жүйелеріне жабдықтың жағдайына байланысты жөндеу мерзімділігін өзгертуге рұқсат етіледі. Бұдан басқа, "электр жабдықтарын сынау көлемі мен нормалары" атты 6-шы басылым кәсіпорынды жұмыс кернеуіндегі электр жабдықтарының жағдайын бақылауды пайдалануды кеңейтуге бағыттайды, ол олардың ерте даму сатыларында ақауларды анықтауға мүмкіндік береді. Бұл

ретте дәстүрлі сынақтардың кейбір көп еңбекті қажет ететін түрлерінен бас тартылуы мүмкін, ал жұмыс кернеуінде бақылау тәжірибесінің жинақталуына қарай — диагностика негізінде оның техникалық жағдайы бойынша белгіленген мерзімде жабдықты мерзімді жөндеуден жөндеуге көшу. Осы Директивті құжатпен сынақ көлемі кеңейтілді.

Жөндеуаралық кезеңдердің ұлғаюы шығындарды қысқартады және жөндеуде жабдықтың тұрып қалу уақытын қысқартудың Елеулі резерві болып табылады. Үнемдеудің басқа көзі-уақытты қысқарту жабдықтың тікелей жөндеуде тұрып қалуы. Ол үшін агрегаттық-тораптық және индустриалды-зауыттық жөндеу тәсілдері енгізілуде. Агрегаттық-тораптық жөндеу тәсілі кезінде жекелеген агрегаттарды немесе тораптарды бөлшектейді және айырбастау қорынан алдын ала жөнделген ауыстырады. Индустриялық-зауыттық тәсіл кезінде бір типті жабдық зауытта немесе мамандандырылған шеберханаларда жөнделеді, содан кейін жөндеуге шығарылған жабдықтың орнына орнатылады.

Жөндеуді ұйымдастыру. Электр станцияларындағы және желілеріндегі ППР ұйымының басым нысаны орталықтандырылған күрделі жөндеу болып табылады.

Жөндеуді орталықтандыру кезінде барлық жұмыстар немесе олардың негізгі бөлігін мамандандырылған жөндеу цехтары немесе кәсіпорындары орындайды. Орталықтандырылмаған ұйымдастыру формасымен салыстырғанда орталықтандырылған форманың артықшылықтары:

1. жөндеу кәсіпорнында, өндірілетін орталықтандырылған генераторларды, синхронды компенсаторларды, трансформаторларды, коммутациялық аппараттарды және басқа да жабдықтарды жөндеу жөніндегі қуатты мамандандырылған бригадалар құрылуы мүмкін. Персоналдың мамандануы жөндеу жұмыстарының сапасын арттыруға әкеледі;

2. есебінен жөндеуші персоналдың жалпы саны төмендейді жыл ішінде оны жақсы пайдалану;

3. жөндеу жұмыстарын неғұрлым жетілдірілген ұйымдастырудың арқасында жабдықтың жөндеуде тұрып қалу мерзімі қысқартылады; озық тәжірибемен алмасу, еңбектің прогрессивті әдістерін енгізу, жаңа жабдықтарды, құрал-саймандар мен құрылғыларды қолдану үшін неғұрлым кең мүмкіндіктер пайда болады.

Электр станцияларында қалыптасқан жағдайларға байланысты орталықтандырылған жөндеу әр түрлі орталықтандыру дәрежесімен орындалады. Ірі электр станцияларында (жабдықтарды жыл бойы жөндеумен) энергожүйенің мамандандырылған жөндеу кәсіпорындары немесе басэнергоремонт ауданаралық ұйымы орындайтын толық орталықтандырылған жөндеу қолданылады.

Жөндеу кәсіпорындары жөндеу жұмыстарының барлық түрлерін ғана емес, сондай-ақ Қызмет көрсетілетін объектілерді материалдармен, қосалқы бөлшектермен, көлік құралдарымен және т.б. қамтамасыз етеді.

Күрделі жөндеу жұмыстарына сондай-ақ ағымдағы жұмыстардан бос электр станцияларының персоналы тартылады. Жөндеу жұмыстарын ұйымдастырудың мұндай аралас нысаны, егер ол жұмысшылардың тұрып қалуын болдырмаса, біріншісі қарағанда үнемді болуы мүмкін. Білікті жөндеу персоналының жеткілікті саны бар электр станцияларында күрделі, ағымдағы және жоспардан тыс жөндеуді электр станциясы шегінде жұмыстарды орталықтандырудың шаруашылық тәсілі арқылы орындайды.

Электр желілерінде ППР ұйымдастырудың ең жақсы нысаны кешенді жөндеу болып табылады, ол жұмыстарды орындаудың кешенді тәсілдерімен (қосалқы станцияның немесе РУ барлық жабдықтарын бір мезгілде жөндеу) үйлесімде орталықтандырылған күрделі жөндеу болып табылады. Мұндай формада ППР ұйымдастыру кезінде кернеуі 35 кВ және одан жоғары қосалқы станциялардың барлық жабдықтары кезекпен шығарылады, оның барысында қосалқы станциядағы барлық негізгі және қосалқы жабдықтарды жөндейді. Жұмысты ұйымдастыру кешенді болуы мүмкін.

Қосалқы станцияны жөндеу кезіндегі жұмыс түрлерін) немесе мамандандырылған (күрделі жабдықты жөндеуді мамандандырылған бригадалар орындайды). Жұмыстың барлық түрлерін тиімді механизация құралдарын және басқару тәсілдерін қолдануды көздейтін жұмыс өндірісінің жобасына сәйкес орындайды. Кешенді тәсіл кезінде қосалқы станциялардың барлық электр жабдықтары кезекпен жөнделеді, ғимараттар мен құрылыстарды жөндейді, аумақты абаттандыру бойынша қайта жаңарту жұмыстарын жүргізеді.

Әуе желілерін кешенді жөндеуді әдетте жөндеу жүргізетін ұйымдармен кәсіпорын жасасатын шарт негізінде мердігерлік тәсілмен орындайды. Жөндеу көлемі жүргізілген тексерулердің, өлшеулердің, жоғарыдан тексерулердің, сынаулардың, зерттеулер мен бақылаулардың нәтижелеріне байланысты анықталады.

Күрделі жөндеуді жоспарлау. Электр энергиясын өндіру мен берудің бірыңғай үдерісіне қатысатын электр станциялары мен ППР өз қалауы бойынша негізгі жабдықты жоспарлай және жөндеуге шығара алмайды. Негізгі Жабдықты күрделі жөндеу жалпы энергия жүйесі бойынша жоспарланып отыр. Жоспарлау-перспективалық, жылдық және айлық жөндеу жоспарларын жасау. Жөндеу жұмыстарының көлемін, олардың ұзақтығы мен еңбек шығындарын көздейтін перспективалық жоспарлар 5 жыл мерзімге құрайды. Олардың негізінде жөндеудің жылдық жоспарларын әзірлейді, оларды жедел диспетчерлік басқармамен (ОДУ) және жөндеуге тартылатын мердігерлік ұйымдармен келіседі. Жылдық жөндеу жоспарлары бекітілгеннен кейін кәсіпорынның бас пайдалану басқармасы жөндеу кестелерін жасауға және дайындық жұмыстарын жүргізуге кіріседі.

Күрделі жөндеуге дайындық. Жабдықтың жөндеу сапасы мен тоқтап тұру уақыты дайындық іс-шараларының уақтылы және толық жүргізілуіне байланысты. Сондықтан Жабдықты жөндеуге шығарғанға дейін қажетті

материалдар мен қосалқы бөлшектер дайындайды, аспаптарды, айлабұйымдар мен механикаландыру құралдарын тексереді және жарамды күйге келтіреді, яғни жөндеудің материалдық-техникалық базасын дайындайды. Сонымен қатар қауіпсіздік және өртке қарсы қорғау талаптары бойынша қажетті іс-шаралар өткізу жоспарлануда.

Жұмыс басталғанға дейін барлық қажетті жөндеу бригадалары жасақталады. Кем емес маңызды болып табылады құжаттық-техникалық безендіру алдағы жөндеу. Дайындық кезеңінде жұмыс объектілерінің тізімдемесін жасайды, технологиялық кестелерді және жұмыстарды ұйымдастыру жобаларын әзірлейді. Технологиялық графиктердің маңызы зор. Күрделі емес жабдықты жөндеу кезінде желілік графиктер қолданылады. Қазіргі қуатты энергетикалық жабдықты жөндеу кезінде неғұрлым жетілдірілген желілік графиктер қолданылады.

Желілік жоспарлау және басқару жүйесі жөндеуді белсенді басқаруға мүмкіндік береді: жөндеу жұмыстарының барысын талдау, ұйымдастыру-техникалық шешімдерді негіздеу, жоспарлы мерзімде және ең аз шығындармен жұмыстардың орындалуын қамтамасыз ету.

2.2. Жөндеу жұмыстарын жүргізу және оларды механикаландыру

Жөндеу басталғаннан кейін жабдықты желіден ажыратады, ал аяқталғаннан кейін — желіге қосады. Жөндеуге басшылықты барлық жөндеу бригадаларының жұмысын үйлестіретін, жөндеу сапасына, өндірістік тәртіпке, жұмыстардың басталуы мен аяқталуына жауап беретін, еңбектің қауіпсіз жағдайларын қамтамасыз ететін, еңбек және материалдық шығындардың есебін жүргізетін арнайы тағайындалған жауапты тұлға жүзеге асырады. Жөндеу жұмыстарды ұйымдастыру жобасына сәйкес орындалады. Жөндеу кезінде механикаландыру құралдары кеңінен қолданылады. Оларды қолдану жұмысшыларды ауыр физикалық жұмыстан босатады, жөндеу уақытын қысқартады, еңбек шығындарын төмендетеді.

Жөндеу жұмыстарын орындауда жөндеу-өндірістік базалардың маңызы зор. Электр станцияларында — бұл қажетті құрал-саймандармен, құрылғылармен, сығылған ауаны, оттегі мен ацетилен ажыратқыштарымен, дәнекерлеу жұмыстары үшін тұрақты электр желісімен және құрал-сайманның электр жетегімен жабдықталған орталық және цех шеберханалары; электр желілерінде-бұл жұмыс үшін қажетті құрал-саймандармен, құрал-саймандармен және құрылғылармен жабдықталған РПБ. Бұдан басқа, жөндеу жұмыстары үшін автомобильдер немесе тракторлар базасындағы өздігінен жүретін технологиялық механизмдер ілінеді. ПЭС ұйымдық құрылымына байланысты механикаландыру құралдарының технологиялық жинақтары өндірістік қызметтерге (басқарудың функционалдық жүйесі кезінде) немесе кәсіпорынның құрамына кіретін электр желілерінің аудандарына (аумақтық немесе аралас басқару жүйесі кезінде) бекітіледі. Жабдықты жөндеу жөніндегі

басқа бөлімдерде жөндеу жұмыстарын механикаландыру туралы қосымша мәліметтер келтіріледі.

2.3. Жабдықты жөндеуден қабылдау

Жабдықтың жекелеген тораптарын жөндеуден қабылдау жөндеу жұмыстарының барлық кешені аяқталғанға дейін, яғни оларды орындау процесінде басталады. Мұндай жөндеу түрі торап деп аталады. Торап бойынша қабылдауға акт жасалады және қабылданатын торапқа қатысты бақылау өлшеулерінің хаттамаларына қол қойылады. Барлық жоспарланған жұмыстар аяқталғаннан кейін жабдықты алдын ала қабылдау жүргізіледі. Бұл ретте жөнделген жабдықтың жалпы жай-күйі, жөндеу жөніндегі техникалық құжаттама: жұмыс көлемінің ведомостары, технологиялық кестелер, тораптық қабылдау актілері тексеріледі, сондай-ақ жүргізілген өлшеу хаттамасы жасалады. Қорытындыда комиссия қабылдау-тапсыру актісін толтырады және 24 сағат ішінде жабдықты сынауға рұқсат береді.

Ешқандай ақау табылған, жабдық пайдалануға қабылданып, жөндеу сапасына алдын ала баға береді. Түпкілікті баға жүктемемен жабдықтың жұмыс істеген 30 күннен кейін беріледі, ол ішінде пайдалану сынақтары мен өлшеулер жүргізілуі тиіс, егер бұл қажеттілік болса. Электр жабдықтарын желіге қосу сәті жөндеудің аяқталу уақыты болып саналады.

Электр станцияларындағы негізгі Жабдықты күрделі жөндеуден қабылдау жөніндегі комиссияны әдетте электр станциясының бас инженері, ал ағымдағы жөндеуден — тиісті цех бастығы басқарады. Егер жөндеуді мамандандырылған жөндеу ұйымы жүргізген болса, онда оның өкілі комиссия жұмысына қатысады. Электр желілерінде Жабдықтарды жөндеуден қабылдауды: қосалқы станцияларда — қосалқы станциялар қызметінің (учаскелер немесе қосалқы станциялар топтарының) инженерлері немесе қосалқы станциялардың бастықтары, ал электр беру желілерінде — желілер, РМЖ, электр желілері аудандарының немесе учаскенің шеберлері мен инженерлері жүргізеді.

Бақылау сұрақтары

1. Электр станциялары мен желілерде жоспарлы-алдын ала жөндеудің мақсаты қандай? Оны ұйымдастырудың негізгі түрлерін атаңыз.
2. Электр жабдықтарын жөндеуден қабылдау тәртібі қандай?

3 Трансформаторларға және автотрансформаторлар қызмет көрсету

3.1. Трансформаторлардың мақсаты

Трансформатордың әрекет ету принциптері. Трансформатордың әрбір фазасы бір-бірінен оқшауланған екі немесе үш орамнан тұрады. Орамдардың әртүрлі (берілген) саны болады. Олар ферромагнитті материалдан (болат, никель, кобальт) жасалған магнитті өткізгіштің бір өзегінде орналасқан), үлкен магниттік өткізгіштігі бар.

Орамдардың бірінде электр тогы өтіп, онда магнит өрісі пайда болады. Бұл өрістің магнитті индукциясы бастапқы ток ағымайтын басқа орама өткізгіштерін енеді және оның шамасы осы процеске қатысатын орамдардың санына пропорционалды кернеуді салады.

Трансформатордың теңдеуі бойынша екінші орамдағы кернеуді мына формула бойынша анықтайды:

$$U=4,44f\omega\Phi,$$

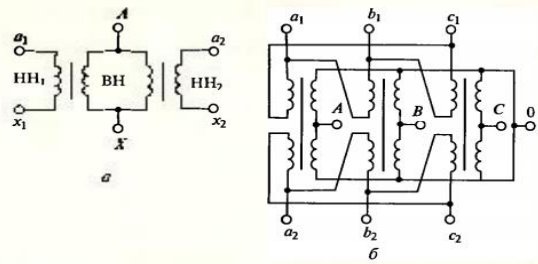
Мұндағы: f - айнымалы синусоидалды ток жиілігі 50 Гц;

ω -орама орамдарының саны;

Φ -магнит ағыны.

Трансформаторлардың жіктелуі. Электр станцияларында немесе қосалқы станцияларда орнатылған күштік трансформаторлар (бұдан әрі жай трансформаторлар) электр энергиясын бір кернеуді екіншісіне түрлендіру, электр желісінің жекелеген элементтері (учаскелері) арасындағы байланыс, кернеу мен қуат ағындарын реттеу үшін қызмет етеді. Олар екі және одан да көп индуктивті байланысқан орамалары бар статикалық электромагниттік құрылғы болып табылады. Трансформаторлар тағайындалуы бойынша жоғарылайтын және төмендететін, орамдар саны бойынша — екі орамалы, үш орамалы және ыдыратылған орамалы болып бөлінеді. Екі орамалы трансформаторларда жоғары кернеу (ВН) және төмен кернеу (НН) орамалары болады; үш орамалы-жоғары кернеу, орта кернеу (СН) және төмен кернеу орамалары болады. Бір магнит өткізгіште орналасқан фазалық орамдардың саны бойынша бір фазалы және үш фазалы трансформаторлар ажыратылады. Үш фазалы трансформаторлардан бір үш фазалы топ құрылады.

Жарылған орамалары бар трансформаторлар (сурет. 8, а) негізінен желінің осы нүктесінде қысқа тұйықталу токтарын төмендету үшін қолданылады. Ажыратқышты трансформаторлар деп орамаларының біреуі екі және одан да көп бөліктері бар, электрлік қосылмаған және бөлек шықпалары бар трансформатор түсініледі. Бұл әрбір бөлігін басқа да пайдалануға мүмкіндік береді.



Сурет 8 – НН тармақталған орамасы бар екі орамалы трансформатордың қосу сұлбасы НН (а), үш фазалы үш орамалы автотрансформатордың сұлбасы (б)

Қажет болған жағдайда ораманың жекелеген бөліктері, егер олардың номиналды кернеуі бірдей болса, электр қосылуы және параллель жұмысқа қосылуы мүмкін. Сондай-ақ, ажыратылған ораманың әр бөлігінің екіншісін ажыратқан кезде жұмыс істеуі мүмкін. Ажыратқыштың барлық бөліктерінің жиынтық қуаты трансформатордың номиналды қуатына тең.

Орамалы трансформаторлар (ГОСТ 17544-85) 500-ден 750 кВ-қа дейін бір фазалық және үш фазаны өндіреді. Кәдімгі екі орамалы трансформатордан айырмашылығы, орамасы бар екі бөлікке бөлінген трансформатор (ВН және СН), НН орамасының екі параллель тармағы бар. Бір фазалы трансформаторда жоғары вольтты орамның және төмен вольтты орамдардың магниттік тізбектің әр түрлі шоқтарына орналастырылады. Үш фазалы трансформаторда әр фазаның НН бөліктерінің бөліктері әртүрлі шоқтарда емес, бір бағытта осьтік бағытта жылжытылады. Трансформатордың операциялық қасиеттері мен баламалы параметрлері орамалардың салыстырмалы жағдайына байланысты.

Бір фазалық сплит орау трансформаторлары тек қана 500 ... 700 кВ кернеуіне арналған ГОСТ 17544-85 бойынша қолданылады. Олар жаппай өндіруге арналмаған. Алайда, болашақта осы трансформаторлардың кернеуі 35 кВ дейінгі желілердегі рөлі артады, кернеу 0,4 ... 35 кВ желіде қысқа тұйықталу токтарының өсуі және оларды азайту керек.

Автотрансформатор қарапайым трансформатордан ерекшеленеді оның екі орамасының электрмен байланысы бар екені, бұл электр энергиясын тек электр магнитті емес, сонымен бірге электрмен беруді тудырады.

Трансформаторлар 150 кВ және одан жоғары кернеулі желілерде олардың аз құны және сол қуаттағы трансформаторлармен салыстырғанда орамдардағы активті қуаттың аз жиынтық шығынының арқасында кеңінен қолданылады. Автотрансформатор болатындағы қуат шығыны трансформаторлармен салыстырғанда төмен.

Әдетте көпорамды автотрансформатор электрлік байланысты орамасының ВН және СН, ал орау НН (үшіншілік орау) бар электромагниттік байланыс (сур. 8, б). Автотрансформатордың жоғары және орташа кернеулі орамасының үш фазасы жұлдызға жалғанады және жалпы бейтарап оларды жерге тұйықтайды, ал төменгі кернеулі орам әрдайым үшбұрышқа жалғанады.

Автотрансформатордың әрбір фазасының жоғары кернеуін орау екі бөліктен тұрады: жалпы орам, немесе орта кернеулі орам, және тізбекті орам.

Қуат $S_n = S_0 = S_{ном2} = S_{тип}$ типтік қуат деп аталады автотрансформатор. Ол номиналды қуаттың бір бөлігі болып табылады және электромагниттік жолмен беріледі. Трансформатордың номиналды қуаты а есе аз болғандықтан, активті материалдардың шығыны, өлшемі, массасы және құны қарапайым трансформаторға қарағанда аз болады.

Кірістілік коэффициентінің шамасы коэффициентке байланысты жоғары / орташа кернеулердің U_B/U_c кернеуі 0,855 ($U_B=750$ кВ, $U_c=110$ кВ) -дан 0,267 дейін өзгереді ($U_B=150$ кВ, $U_c=110$ кВ). Егер болса жоғары және орташа кернеулердің мәндері біршама ерекшеленеді, әдеттегі трансформатордың орнына автотрансформаторды пайдалану экономикалық тұрғыдан тиімдірек болады.

Мысал. Ол үшін автотрансформаторды қолдану арқылы 50 кВА қуатын 230 желісінен 380 В желіге беру қажет. Тиімділік коэффициентін анықтаймыз λ_T :

$$\lambda_T = 1 - 1/K, \text{ мұнда } K = U_2/U_1, \text{ немесе } 1 - 230/380 = 1 - 0,6 = 0,4.$$

Мұнда: λ_T - автотрансформатордың пайдалы коэффициенті.

Бұл жағдайда, қуаты 50 кВА болатын қарапайым трансформатордың орнына қуаты $50 \times 0,4 = 20$ кВА болатын автотрансформаторды қолдануға болады.

Төмендеткіш автотрансформатордың НН орамасы жүктемені қоректендіру үшін, сондай-ақ компенсациялық құрылғыларды (синхронды компенсатор, конденсатор батареялары) қосу үшін пайдаланылады. Оның қуаты $S_{НН} = S_{тип} = S_{ном}$

Электр автотрансформаторлардың пайдалылық коэффициенттерін пайдалану қажеттілігі болмаған кезде генераторлардың қуатын беру үшін РПН жоқ жоғарылататын трансформаторлар қолданылады, себебі бастапқы кернеу (генераторлардың кернеуі) тұрақты.

Энергожүйелер желілерінде автотрансформаторлар көп жағдайда ВН және СН түрлі кернеудің жүйе құраушы нүктелерінде байланыс элементтері ретінде қолданылады.

Төмендететін және арттыратын автотрансформаторлардың арасындағы айырмашылық мынада: жалпы орамасындағы бірінші өтеді, айырмасы токтар – $I_c - I_6$, ал жалпы орамасындағы екінші — олардың сомасы $I_c + I_6$. Сонымен бірге, орамалардың конструкциялық орналасуының арқасында жоғарылататын автотрансформаторлар салыстырмалы түрде шағын реактивті кедергіге ие болады (10...13%). Бұл электр берілісінің жиынтық реактивтілігін азайту тұрғысынан өте маңызды. Төмендететін автотрансформаторлар, керісінше, үлкен реактивті кедергісі (24... 36 %) орамалары арасындағы ВН—НН, бұл қолайлы әсер етеді шектеу шамасын тоқ КЗ жағында НН. Сонымен қатар

реактивті кедергінің үлкен мәні кернеуді реттеуді қиындатады және реактивті қуатты тұтынуды арттырады.

Электр байланыс орамдарының кемшілігі ВН және СН мен автотрансформаторлардың мүмкіндігі асқын бір желісін басқаға беру болып табылады. Автотрансформатордың оқшауламасын жоғары және орта кернеудегі шықпаларда зақымданулардан қорғау үшін автотрансформатордың кірмелеріне тікелей (ажыратқыштарсыз) қосылатын вентильді ажыратқыштар орнатылады.

Бір фазалы ҚТ токтарын азайту үшін автотрансформаторлардың бейтараптарында РОН-35 типті ток шектейтін реакторлар қосылады, олар нейтралды шиналауға ажыратқыштарсыз қосылады.

Энергия жүйесінде жұмыс істейтін барлық автотрансформаторлардың бейтараптарын жинақтау бір фазалы қысқа тұйықталу токтарының көбеюіне әкеледі.

Трансформаторлардың техникалық деректері трансформатордың бакіне бекітілетін арнайы қалқаншаларда көрсетілген. Онда трансформатор туралы барлық қажетті мәліметтер көрсетілген, соның ішінде: трансформатордың түрі (автотрансформатор); орамдардың қосылу схемасы мен тобының белгіленуі; номиналдық жиілік; тармақтарды ауыстырып қосу түрі; номиналдық қуат, кВА; трансформатордың номиналдық кернеуі және тармақталу кернеуі, кВ; номиналдық ток, А; қысқа тұйықталу кернеуі, %; трансформатордың толық салмағы, кг немесе т; майдың салмағы, кг немесе т; белсенді бөліктің салмағы, кг немесе т; активті бөліктің; көлік массасы (егер ол 90 т-ға тең немесе одан көп болса); көлік жағдайындағы бактың алмалы-салмалы бөлігінің салмағы, кг немесе т.

Қуатына байланысты трансформаторлар құрғақ (С), құрғақ қорғалған (СЗ) немесе құрғақ герметикалық (СГ) немесе майлы (М) дайындайды.

Трансформаторлардың шартты белгіленуі (майлы) әдетте әріптік және сандық бөліктерден тұрады. Әріптер білдіреді: А-орамдарды жалғаудың автотрансформаторлық схемасы; Т және О-фазалар саны (үш фазалы, бір фазалы); Р — НН жағында ыдыратылған ораманың болуы (бір — бірінен және Жерге тұйықталған бөліктерден оқшауланған екі және одан да көп параллель тармақтардан); М, Д, ДЦ, Ц, МЦ және МВ — салқындату жүйесі; Т — үшінші ораманың болуы; Н — жүктеме астында реттеудің болуы; С және 3-кеңейткішсіз меншікті мұқтаждық трансформаторы. Трансформатордың номиналды қуаты кВА (белгінің сандық бөлігіндегі алымы) көрсетіледі.

Мысалы, ТРДНС-32000310-92У1 трансформаторының шартты белгіленуі бұл "Д" суыту жүйесі бар, РПН бар, электр станцияларының өзіндік мұқтаждықтары үшін орындалуы, номиналды қуаты 32 000кВА, кернеуі 10 кВ, конструкциясы 1992 ж., сыртқы қондырғы үшін қалыпты климаты бар аудандар үшін.

Трансформаторларды жөндеуге тасымалдау және тиісті көлік құралдарын таңдау үшін олардың шекті сыртқы габариттік өлшемдерін білу қажет. Жеке

элементтерді (орамдарды, магнит өткізгіштерді және т.б.) ауыстыра отырып, трансформаторларды дайындау және жөндеу кезінде соңғылардың өлшемдері осы трансформаторлар үшін габариттік өлшемдерге сәйкес таңдалады. Отандық өндірістің трансформаторлары мен автотрансформаторлары үшін сегіз габариттік өлшем енгізілді (кесте 3).

Алыс электр беру қосалқы станцияларында шунттаушы реакторлар қолданылады. Өз конструкциясы бойынша олар трансформаторлар мен автотрансформаторларға жақын. Алайда шунттаушы реакторлар-бұл үлкен ұзындықтағы желілердің сыйымдылық кедергісін өтеуге арналған индуктивтілік. Олар аса жоғары кернеулі желілердің ұштары бойынша тікелей қосылады, сондай-ақ алыс электр беру Қосалқы станцияларындағы автотрансформаторлардың орта кернеулі шиналарына және үшінші орамдарына қосылады. Пайдалануда қуат іріктелген шунттаушы реакторлар бар. Мұндай реакторлардың жүктемені қосу үшін пайдаланылатын негізгі орамнан екінші орамалары немесе тармақталуы болады.

4 Кесте - Күштік трансформаторлардың габариттік өлшемдері

Өлшем нөмірі	Қуат ауқымы, кВА	Кернеу классы, кВ
I	100-ге дейін	35 -ке дейін
II	100-ден жоғары 1000-ға дейін	35 -ке дейін
III	1000-нан жоғары 6300-ге дейін	35 -ке дейін
IV	6300- ден жоғары	35 -ке дейін
V	32000-ға дейін	35-тен 110-ға дейін
VI	32000-нан жоғары 80000-ға дейін	330-ға дейін
VII	80000-нан жоғары 200000-ға дейін	330-ға дейін
VIII	200000-нан жоғары	330-ға дейін
	Қуатқа қарамастан Қуатқа қарамастан ӘЖ тұрақты тогына	330-дан жоғары Кернеуге қарамастан

3.2. Трансформаторлардың номиналды жұмыс режимі және рұқсат етілген артық жүктемелері

Трансформаторлар жұмысының номиналды режимінің параметрлері. Оларға кернеу, ток күші, жиілік және т.б. Параметрлер олардың әрқайсысының зауыттық қалқаншасында көрсетіледі. Номиналды параметрлерде трансформаторлар, егер салқындатқыш ортаның жағдайы номиналға сәйкес келсе, шексіз ұзақ жұмыс істей алады. Салқындатқыш ортаның номиналды шарттары: салқындатқыш ауаның температурасы +40°C-тан жоғары емес және -45°C-тан төмен емес; салқындатқышқа кіре берістегі салқындатқыш судың

температурасы май-сумен салқындату кезінде $+25^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары емес; ауаның орташа тәуліктік температурасы $+30^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары емес. Егер ауаның немесе судың температурасы тиісінше $+40$ немесе $+25^{\circ}\text{C}$ асатын болса, онда қыздыру нормалары ауаның немесе судың температурасы тиісінше $+40$ және $+25^{\circ}\text{C}$ асатын болса, сонша төмендеуі тиіс.

Автотрансформаторлар үшін үш негізгі жұмыс режимі тән: автотрансформаторлық, трансформаторлық және аралас трансформаторлық-автотрансформаторлық. Трансформаторлар мен автотрансформаторлық режимде ВН—СН және СН—ВН автотрансформатор толық номиналды қуатын бере алады, бірақ оның орамалары мен магнитөткізгіші тек типтік қуатқа ғана есептелген. ВН—НН немесе НН—ВН трансформаторлық режимде тек типтік қуатты беруге болады.

Ең үлкен қызығушылық аралас режимдер. Бұл режимдерде рұқсат етілген жүктеме ВН орамындағы токпен шектеледі. ВН орамның номиналды тогында төмен кернеудің жүктемесінің НН орамасының жүктемесінің тиісті төмендеуі және керісінше болуы керек. СН мен НН орамалары арасында жүктемелерді қайта бөлуді персонал жергілікті нұсқаулықтарға сәйкес жүргізеді, бұл ретте арнайы кестелер мен кестелерді пайдаланады.

Рұқсат етілген артық жүктемелер. Номиналды режимде жұмыс істейтін трансформатордың табиғи тозу мерзімі шамамен 25 жылды құрайды (ГОСТ 11677-85, 3.4-т.). Мерзім орамдардың — қағаздың, матаның, лактардың және басқа материалдардың оқшаулағышының тозуымен — осы оқшаулау сыныбы үшін рұқсат етілген температурадан асатын температураның әсерінен анықталады. Тозудың процесі оқшаулағыш материалдардың бастапқы электрлік, механикалық және химиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкеледі.

Халықаралық энергетикалық комиссияның (МЭК) ұсынымдары бойынша трансформатордың оқшауламасының қалыпты тәуліктік тозуы үшін ораманың ең қыздырылған нүктесінің температурасы $+98^{\circ}\text{C}$ аспауы тиіс. Бұл жерде ең қызған нүктенің температурасы трансформатордың жоғарғы катушкасының орамасының ең қызған ішкі қабатының температурасы болып табылады.

Трансформатордың қалыпты жүктемесі мен салқындататын ортаның ең жоғары температурасы кезінде майдың жоғарғы қабатының температурасы (салқындататын ауаның орташа тәуліктік температурасы $+30^{\circ}\text{C}$, салқындататын судың температурасы $+25^{\circ}\text{C}$ салқындатқышқа кіре берістегі) мынадай ең жоғары рұқсат етілген мәндерден аспауы тиіс: $+95^{\circ}\text{C}$ — табиғи майлы салқындатылатын (М) немесе үрлемелі салқындатылатын (Д) трансформаторларда); $+75^{\circ}\text{C}$ — егер трансформатордың техникалық жағдайларында дайындаушы зауыт басқа температура айтылмаса, май мен ауаның мәжбүрлі циркуляциясымен циркуляциялық салқындатуы бар трансформаторларда (ДЦ); $+70^{\circ}\text{C}$ -майдың мәжбүрлі циркуляциясымен май — сумен салқындатуы бар трансформаторларда (Ц), егер техникалық жағдайларда басқа температура айтылмаса, май салқындатқышқа кіре берісте.

Энергожүйелерде трансформаторлар салқындатқыш ортаның тұрақты өзгеріп тұратын температурасы жағдайында ауыспалы жүктемемен жұмыс істейді. Олардың көп бөлігі (демек, оқшаулау) қызмет ету мерзімі ішінде номиналдық жүктеме көтермейді. Трансформаторлардың басқа бөлігі керісінше, оқшаулаудың тозуын тездетеді. Әлбетте, екі нұсқа да экономикалық тиімсіз. Трансформатор үшін оңтайлы жұмыс режимі, оның оқшауламасының тозуы есептеуіне жақын болатындай болуы тиіс. Трансформаторлардың оқшауламасын ең жақсы пайдалануға жүктемелік қабілетіне сәйкес оларды жүктеумен қол жеткізіледі, ол шамадан тыс жүктемемен қысқа мерзімді жұмыс режимін көздейді.

ПТЭ сәйкес май трансформаторларын токтың күші бойынша 5%-ға ұзақ жүктемеге жол беріледі, егер орамдардың кернеуі номиналдан жоғары болмаса, онда тармақталған орамалар үшін жүктеме тармақталу номиналды тогынан 1,05 есе артық аспауы тиіс. Бірақ кейбір жағдайларда трансформатордың оқшауламасын толық пайдалану үшін рұқсат етілген шамадан тыс жүктеме жеткіліксіз болады. Бұл жағдайда, ГОСТ 11677-85 сәйкес жасалған, қуаты 100 МВА дейінгі трансформаторлардың жүктелу ұзақтығы мен мәндері тәуліктік жүктеме графигі бойынша, салқындатқыш ортаның температурасына баламалы және ауаның эквивалентті температурасына арналған трансформатордың тұрақты уақытына қарай табады. Трансформаторлардың жүктеме қабілеттілігінің графиктері және оларды пайдалану әдістемесі ГОСТ 14209-85 келтірілген. ГОСТ 14209-85 нұсқауларын қолдануға, егер мұндай трансформаторлардың стандарттарында және техникалық шарттарда жүктеме қабілеті бойынша өзге нұсқаулар болмаса, қуаттылығы 100 МВА артық трансформаторлар үшін де рұқсат етіледі.

Ажыратылған орамдары бар трансформаторлар оның номиналдық қуатына жатқызылған әрбір тармақтың ажыратылмаған орамдары бар трансформаторлар сияқты артық жүктелуіне жол беріледі.

Жүктеме қабілеттілігінің графиктері бойынша анықталатын жүйелі жүктемелер номиналды токтың 1,5 еселенген мәнінен аспайтын және тек зауыт дайындаушының келісімі бойынша ғана рұқсат етіледі. Пайдалану практикасында жедел персоналда артық жүктеме пайда болған кезде белгілі бір себеппен тәуліктік жүктеме графигі болмаған және персонал рұқсат етілген артық жүктемені анықтау үшін жүктеме қабілетінің графиктерін пайдалана алмайтын жағдайлар жиі кездеседі. Осы кестелерге сәйкес жүктемені номиналдыдан төмен түсіргеннен кейін жол берілетін жүйелі артық жүктемелер майдың жоғарғы қабаттары температурасының салқындатқыш ортаның температурасынан асуына байланысты белгіленеді, ол артық жүктеме басталғаннан кешіктірмей анықталады. Кесте бойынша анықталатын шамадан тыс жүктемелер екенін байқаймыз. 5 және 6 трансформаторлардың жүктелу қабілетінің графиктері бойынша анықталатын шамадан тыс жүктемеге карағанда артық жүктемелеу қабілетін аз дәрежеде пайдаланады және

жүктелетін трансформатордың жекелеген бөліктері температурасының артуы нормалармен рұқсат етілген мәндерден тыс шықпайды.

5 Кесте - Салқындатылатын трансформаторлардың шамадан тыс жүктелуінің рұқсат етілген ұзақтығы (сағат пен минут) М (бактың ішіндегі майдың және сыртқы ауаның табиғи айналымы бар майлы) және Д (май үрлеумен және майдың табиғи айналымы бар майлы)

Номиналдық үлесіндегі жүктеме	Майдың жоғарғы қабаттары температурасының шамадан тыс жүктеме басталған кездегі ауа температурасынан асуы, °С					
	18	24	30	36	42	48
1,05			ұзақ			
1,1	3,50	3,25	2,50	2,10	1,25	0,10
1,15	2,50	2,25	1,50	1,20	0,35	-
1,2	2,05	1,40	1,15	0,45	-	-
1,25	1,35	1,15	0,50	0,25	-	-
1,3	1,10	0,50	0,30	-	-	-
1,35	0,55	0,35	0,15	-	-	-
1,4	0,40	0,25	-	-	-	-
1,45	0,25	0,10	-	-	-	-
1,5	0,15	-	-	-	-	-

Трансформаторлардың д салқындатқышы бар рұқсат етілген шамадан тыс жүктелуі желдеткіштер ажыратылған кезде олар үрлеусіз болатын қуатқа (М суыту) қатысты анықталады. Сондықтан мұндай трансформаторлар келесі уақыт ішінде номиналды жүктемемен жұмыс істеуге рұқсат береді:

Қоршаған ауаның температурасы, " С -15 -10 -0 +10 +20 +30

Жүктеменің рұқсат етілген ұзақтығы, сағ 60 40 16 10 6 4

Жүктемелердің екі түрі де (жүктеме қабілеті және бір пайыздық ереже бойынша) егер қосынды жүктеме трансформатордың номиналдық қуатынан 150% аспаған жағдайда бір мезгілде қолданылуы мүмкін.

Апат кезінде, мысалы, параллель жұмыс істейтін трансформаторлардың біреуі жұмыстан шыққан кезде және резерв болмаған кезде, алдыңғы жүктеменің ұзақтығы мен мәніне және салқындату ортасының температурасына қарамастан, жұмыста қалған трансформаторлардың авариялық жүктелуіне рұқсат етіледі. Оқшаулаудың номиналды тозуымен салыстырғанда авариялық артық жүктемелер оқшаулаудың тозуын арттырады. Алайда, оқшаулаудың тездетілген тозуы негізделген болып саналады, өйткені трансформатордың оқшауламасы жұмысының есептік уақытын қысқарту тұтынушыларды ажыратуға қарағанда аз зиян келтіреді. Май трансформаторларының авариялық жұмыс режимдерінде қайта тиеуге жол беріледі:

Ток бойынша жүктеме, %	30	45	60	70	100	200
Жүктеме ұзақтығы, мин	120	80	45	20	10	1,5

6 Кесте - ДЦ (май үрлеумен және май циркуляциясымен майлы) және Ц (май және салқындатқыш су еріксіз циркуляциясымен майлы) салқындатылатын трансформаторлардың шамадан тыс жүктелуінің рұқсат етілген ұзақтығы (сағат және минут)

Номиналдық үлесіндегі жүктеме	Майдың жоғарғы қабаттары температурасының шамадан тыс жүктеме басталған кездегі ауа температурасынан асуы, °С					
	13,5	18	22,5	27	31,5	36
1,05			ұзақ			
1,1	3,50	3,25	2,50	2,10	1,25	0,10
1,15	2,50	2,25	1,50	1,20	0,35	-
1,2	2,05	1,40	1,15	0,45	-	-
1,25	1,35	1,15	0,50	0,25	-	-
1,3	1,10	0,50	0,30	-	-	-
1,35	0,55	0,35	0,15	-	-	-
1,4	0,40	0,25	-	-	-	-
1,45	0,25	0,10	-	-	-	-
1,5	0,15	-	-	-	-	-

Келтірілген авариялық жүктемелер номиналды қуаттан пайызбен берілген және қайта тиеу дайындаушы зауытпен келісілгеннен басқа барлық трансформаторлар мен автотрансформаторларға қолданылады. Авариялық артық жүктеме кезінде персонал бүлінген жабдықты резервтік жабдықпен ауыстыру жөнінде шаралар қолдануға міндетті, ал көрсетілген мерзім өткеннен кейін артық тиелген трансформаторларды номиналдық қуатқа дейін Тұтынушылардың бір бөлігін ажыратып тастауға міндетті. Авариялық жүктемелердің шамалары мен уақыты бақылануы тиіс. Бақыланбайтын артық жүктемелер трансформаторлардың зақымдануына және аварияның дамуына әкелуі мүмкін.

Қысқы айларда жүйелі шамадан тыс жүктемелерден басқа, трансформаторлардың жаздағы жүктеменің әр пайызына 1% артық жүктелуіне жол беріледі, бірақ 15% артық емес. Бұл ереже жүктеменің ең жазғы графигі трансформатордың номиналды қуатынан аспаған жағдайда қолданылады. Трансформаторлар кез келген орамдағы желілік кернеу мемлекеттік стандартта белгіленген ең үлкен жұмыс кернеуінен аспаған жағдайда, су астындағы кернеуді арттыру кезінде ұзақ жұмыс істеуге рұқсат береді:

Кернеу классы, кВ	3	6	10	15	20	35
Ең көп жұмыс кернеуі, кВ	3,5	6,9	11,5	17,5	23	40,5
Кернеу классы, кВ	110	150	220	330	500	750
Ең көп жұмыс кернеуі, кВ	126	172	252	363	525	787

Тарамдары жоқ кез келген орамдағы номиналды кернеудің және трансформатордың кез келген тармақталуының номиналды кернеуінен жоғары кернеуді арттыруға рұқсат етіледі: ұзақ, бірақ номиналдардан аспайтын жүктеме кезінде 5% артық емес; барлық трансформаторлар үшін номиналдардан 0,25 артық емес жүктеме кезінде және генераторлары бар блокта жұмыс істейтін трансформаторлар үшін номиналдардан артық емес жүктеме кезінде, сондай-ақ бейтараптарға тармақталмаған және бейтараптардағы реттеуішсіз жұмыс істейтін автотрансформаторлар үшін 10% артық емес; қысқа мерзімді (тәулігіне 6 сағатқа дейін) 10% - ға жүктеме номиналдыдан артық емес.

3.3. Салқындату құрылғыларына қызмет көрсету

Трансформатордағы жылу беру. Жұмыс істеп тұрған трансформатор конструкциясының орамдары, магнит өткізгіштері мен болат бөлшектерінде ілінетін жылу қоршаған ортада шашырайды, бұл ретте жылудың берілу процесі екі кезеңге бөлінуі мүмкін: жылу орамдары мен магнит өткізгіштерден салқындатқыш майға және жылуды қоршаған ортаға беру. Бірінші кезеңде жылу беру орамдар мен магнит өткізгіш температурасының май температурасынан асып кетуімен, екіншісінде — май температурасының қоршаған орта температурасынан асып кетуімен анықталады.

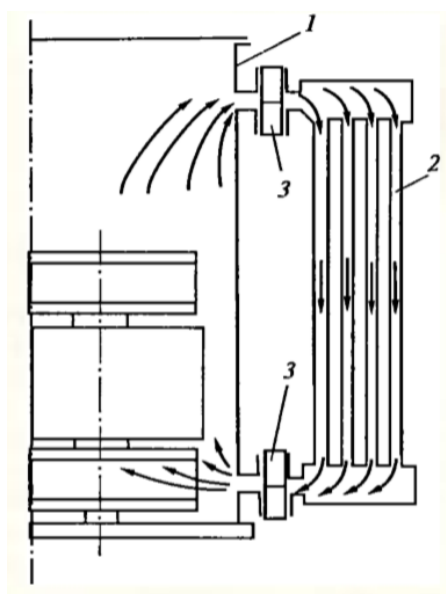
Май трансформаторының салқындату құрылғысы бірінші суыту сатысында жылуды қамтамасыз ететін ішкі суыту жүйесінен және екінші кезеңде жылу беруді қамтамасыз ететін сыртқы салқындатқыш жүйеден тұрады деп есептеледі.

Ішкі суыту жүйесінің элементтері орамдар мен магнит өткізгіштердегі көлденең және тік арналар, сондай-ақ арналар бойынша майдың бағытталған айналымын жасайтын арнайы құбырлар мен оқшаулау қалқандары болып табылады. Ішкі суыту жүйесінің барлық элементтері трансформатор бағының ішінде болады, сондықтан олардың жай-күйін көзбен бақылау мүмкін емес.

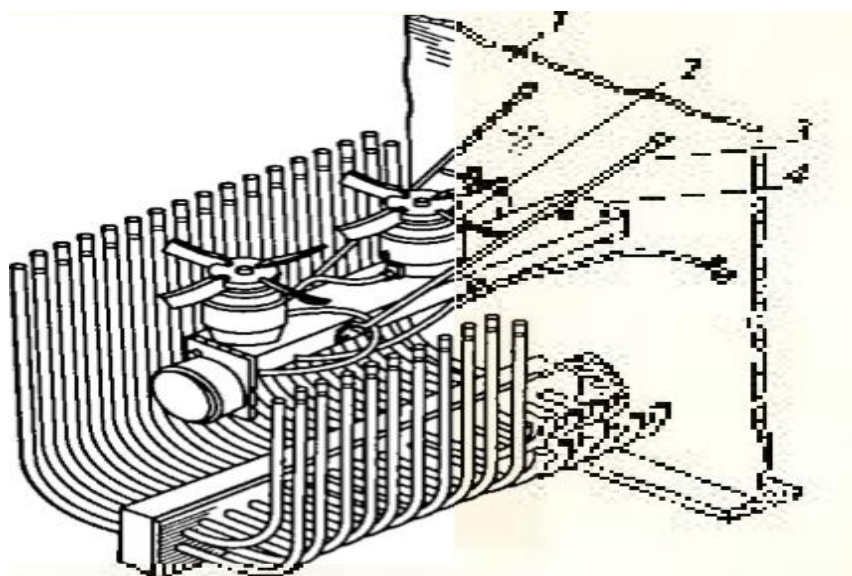
Сыртқы суыту жүйесі май салқындатқыштарды, сүзгілерді, сорғыларды, желдеткіштерді және трансформатордың сыртқы бөлігінде орналасқан басқа да жабдықтарды қамтиды. Бұл жабдықтың жұмысына жүйелі бақылау жүргізіледі. Салқындату жүйелері. Энергожүйелердің қосалқы станцияларында отандық өндірістің "М", "Д", "ДЦ" және "Ц" салқындату жүйелері бар трансформаторлары қолданылады. Электр станцияларында неғұрлым жетілдірілген суыту жүйелері қолданылады, мысалы "МЦ" және т. б.

Май трансформаторлары қуаттылығы 16 МВА дейін — табиғи майлы салқындатумен (М); қуаты 100 МВ-А — майлы салқындатумен және мәжбүрлі желдеткішпен (Д); қуаты 63 МВ А және одан жоғары — майлы салқындатумен және майдың мәжбүрлі циркуляциясымен (ДЦ) дайындалады. Қуатты трансформаторлар, сондай-ақ су салқындатқыш (Ц) майы арқылы майдың мәжбүрлі айналымымен, майдың мәжбүрлі айналымымен (МЦ) дайындалады.

"М" салқындату жүйесі (9 сурет) кернеуі 35 кВ дейінгі шағын қуатты трансформаторларда қолданылады. Мұндай трансформаторлардың бактары салқындатқыш құбырлармен немесе аспалы құбырлы салқындатқыштармен (радиаторлармен) тегіс. Әрбір радиатор өз келтеқұбырларымен бактың келтеқұбырларына қосылатын дербес түйін болып табылады. Патрубкалардың фланецтері арасында радиаторға майдың кіруін жабатын жалпақ крандар орнатылған. Трансформатордағы қыздырылған және суық май қабаттарының табиғи қозғалысы әртүрлі тығыздық есебінен, яғни гравитациялық күштер есебінен жүреді. Қоршаған ортаға жылу бак және радиаторлар бетіндегі конвекциялық ауа ағынымен, сондай-ақ сәулемен беріледі.



Сурет 9 - Майдың табиғи айналымы схемасы ("М" салқындату жүйесі):
1 — трансформатордың багы; 2 — радиатор; 3 — жазық экран



Сурет 10 - Радиаторларды үрлеуге арналған желдеткіштерді орнату ("Д" салқындату жүйесі): 1-бактың қабырғасы; 2-желдеткіштің қозғалтқышы; 3-созу; 4-кронштейндер

Трансформатордың сыртқы суыту жүйелеріне май радиаторлары ("Д" салқындату жүйесі бар трансформаторлар үшін), салқындатқыштар ("ДЦ" салқындату жүйесі бар трансформаторлар үшін), двигателі бар үрлеу желдеткіштері, қуаты 0,25-тен 3,0 кВт-қа дейін, ЭЦТ типті май сорғылары, су сорғылары және т. б. кіреді.

"Д" салқындату жүйесі (10 сурет) кернеуі 35, 110 және 220 кВ орташа қуатты трансформаторларда қолданылады. Ол желдеткішпен үрленетін аспалы радиаторларды пайдалануға негізделген. Желдеткіштер бактың қабырғасына дәнекерленген консольдерде орнатылады. Әрбір желдеткіш АЗЛ-31-4 У типті үш фазалы асинхронды қозғалтқыштан және МЦ сериялы қанатшалардан тұрады. Қанатшаның күшшесінің жұмыс кезінде қанатшаның шайылуын болдырмайтын қозғалтқыш білігіне шпонкалы қонуы болады.

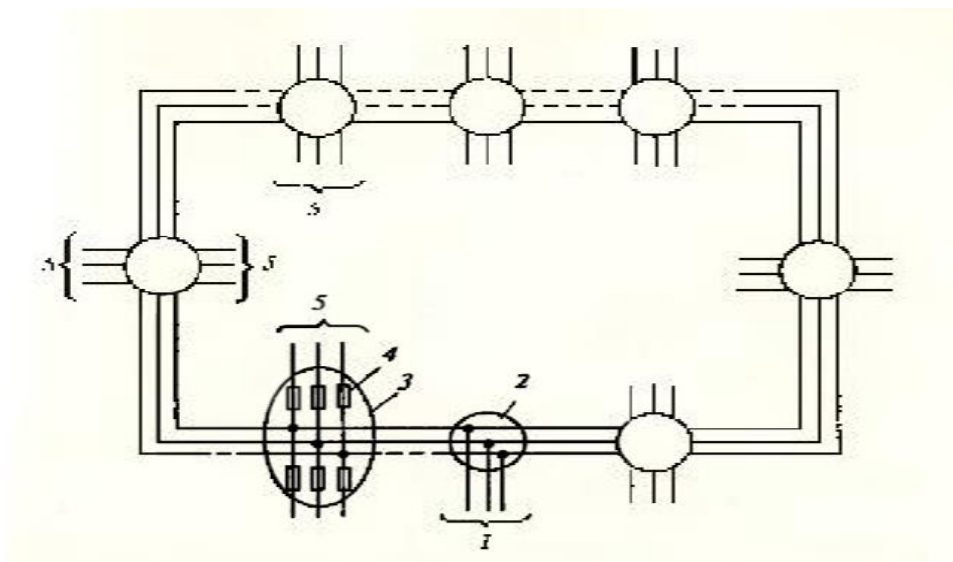
Желдеткіштерді үрлеу автоматты түрде майдың жоғарғы қабатының температурасы + 55 °С жеткенде немесе трансформатордың толық жүктемесі кезінде қосылады (қоршаған ауаның температурасына қарамастан).

11-суретте желдеткіштің электр қозғалтқыштарының электр желісінен қоректену схемасы келтірілген. 1 кабель бойынша қорек көзінен кернеу трансформатор бағында орнатылған 2 магистралды қорапқа беріледі. Бұл қораптан кабельдер сақиналы желіге қосылған 3 Тарату қораптарына барады. 4 сақтандырғыштар арқылы тарату қораптарынан (220 В кернеуінде 4 А-ға балқымалы ендірмелері бар ПД1 типті) 5 сым бойынша қорек электр қозғалтқыштарына беріледі.

"ДЦ" салқындату жүйесі (12 сурет) кернеуі 110 кВ және одан жоғары сыртқы қондырғының қуатты трансформаторларын суыту үшін тарату алды. Ол май циркуляциясы бар май-ауа салқындатқыштарын қолдануға және салқындатқыштардың қабырғалы құбырларын ауамен жылдамдатып үрлеуге негізделген. Салқындатқыштар эцт сериялы орталықтан тепкіш сорғылармен және НАП-7,4 типті тыныш жүрісті желдеткіштермен жабдықталады.

Тиімділігін арттыру үшін жылуалмасу ірі трансформатор шығаратын отандық өнеркәсіптің қозғалысы майы трансформатор ішіндегі бірқалыпты: салқындатылған майы беріледі арнайы құбырлар белгілі бір бөліктеріне орамдарын, нәтижесінде құрылады бағытталған айналымы бойынша май салқындатқыш арналар.

Трансформаторлардың орамалары арқылы май айналымы бағытталған салқындатқыш құрылғылар үшін ЭЦТЭ типті экрандалған статоры бар сорғылар қолданылады.

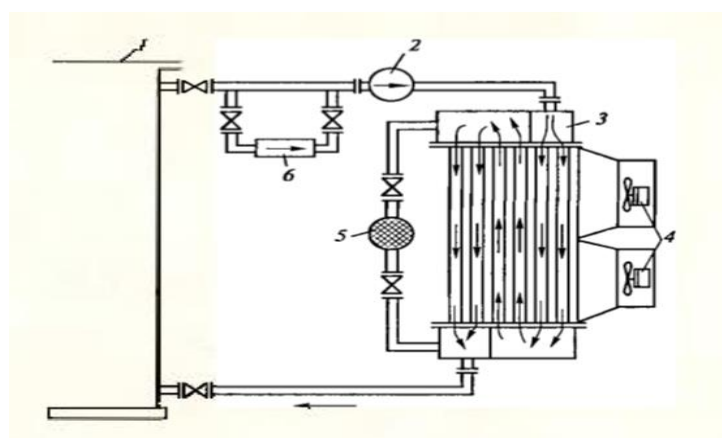


Сурет 11 - "Д" салқындату жүйесі желдеткіштерінің электр қозғалтқыштарын қоректендіру схемасы:

1 — кабель; 2 — магистральды қорап; 3 — тарату қорабы; 4 — сақтандырғыштар; 5-сымдар.

"ДЦ" салқындату жүйесін басқару автоматты және қолмен. Басқару аппаратурасы ШАОТ-ДЦ немесе ШАОТ-ДЦН типті трансформаторды салқындатуды автоматты басқарудың арнайы шкафтарында орнатылған (шкаф түрін белгілеуде: ДЦ — үрлеумен және май циркуляциясымен майлы салқындату; ДЦН — сол сияқты, бірақ май циркуляциясымен бағытталған).

Автоматты басқару схемасы трансформаторды желіге қосу кезінде салқындатқыштардың негізгі тобын қосуды, номиналды жүктемеге немесе трансформатордағы майдың берілген температурасына жеткен кезде қосымша салқындатқыштарды қосу қарқындылығын ұлғайтуды, жұмыс істеп тұрған салқындатқыштардың ең болмағанда біреуі авариялық ажыратылғанда резервтік салқындатқыштарды қосуды, айналмалы сорғыларды тоқтатпай үрлеу желдеткіштерін ажыратуды қамтамасыз етеді.



Сурет 12 - Ауа-майлы салқындату схемасы ("ДЦ" салқындату жүйесі):

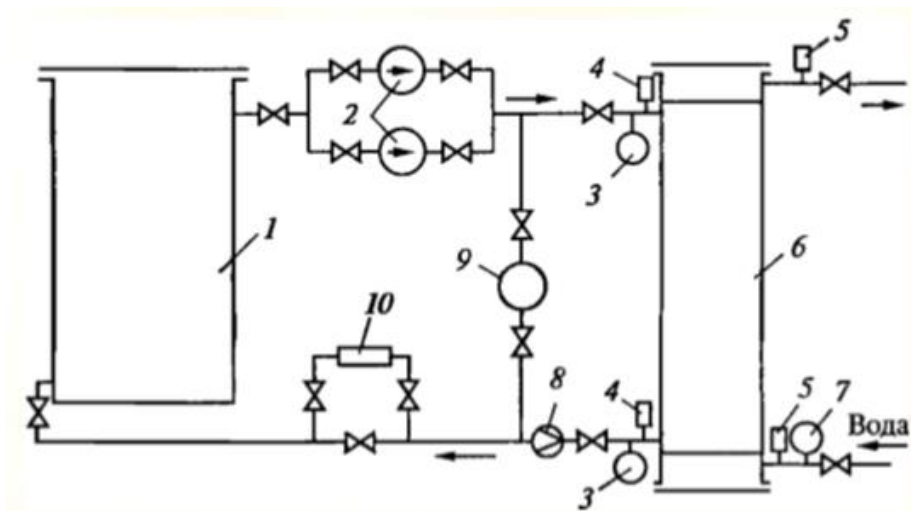
1 — трансформатор багы; 2 — Электр сорғыш; 3 — салқындатқыш; 4 — салқындатқышты үрлеуге арналған желдеткіштер; 5 — адсорбциялық сүзгі; 6 — ағынды реле.

Салқындатуды басқару шкафтары майдың айналуын тоқтату туралы, үрлеу желдеткіштерінің тоқтауы туралы, резервтік салқындатқыштың қосылуы туралы, кернеу жоғалғанда немесе оның негізгі желіде төмендеуінде салқындату жүйесі қозғалтқыштарының қоректенуін резервтік көзден ауыстырып қосу туралы үнемі қосылған сигнализациямен жабдықталған. Шкафтарда жылыту элементтері бар.

"Ц" салқындату жүйесі сыртқы және ішкі қондырғы трансформаторлары үшін қолданылады. Ол ықшам, жоғары сенімділікке және жылу тиімділігіне ие, бұл майдың ауаға жылу алмасуының үлкен қарқындылығымен түсіндіріледі. Алайда, "Ц" суыту жүйесін қолдану қуатты сумен жабдықтау көзі болған кезде ғана мүмкін болады.

Сыртқы қондырғының трансформаторлары үшін салқындатқыштарды температурасы оң үй-жайларда орналастырады. Сондай-ақ қысқы уақытта май салқындатқыштарда, сорғыларда, су магистральдарында судың қатып қалуының алдын алу шаралары қарастырылады (трансформаторды өшіру кезінде салқындатқыштардан суды ағызу және т.б.).

13 суретте "Ц" салқындату жүйесінің принципті сұлбасы келтірілген. 1 трансформатор багының жоғарғы бөлігіндегі ыстық май 2 жұмыс сорғысымен 6 май салқындатқышы арқылы айдалады, онда айналмалы сумен салқындатылады және торлы сүзгі арқылы бақтың төменгі бөлігіне қайтарылады. Салқындатқыш арқылы су айналымы ортадан тепкіш су сорғысының көмегімен жүзеге асырылады.



Сурет 13 - "Ц" суыту жүйесінің принципті сұлбасы: 1 — трансформатор; 2 — жұмыс сорғысы; 3 — қалыпты ашық ысырма; 4 — адсорбер; 5 — тығынды кран; 6 — май салқындатқыш; 7 — дифманометр; 8 — қалыпты жабық кері клапан; 9 — резервтік сорғы; 10 — іске қосу сорғысы

Су айналатын құбырларда тығыздық пен жарықтар пайда болған жағдайда майға су ағызуды болдырмау үшін май сорғыштары май салқындатқыштың алдында орнатылады. Осы мақсатта май салқындатқыштағы майдың артық қысымын су қысымынан кем дегенде 0,1-ден жоғары ұстайды ...0,2 МПа.

"Ц" суыту схемасында 10 іске қосу сорғысы бар тармақ бар, ол майды араластыруға және оның температурасын трансформатор бағының барлық аймақтарында тегістеуге арналған. Іске қосу сорғысы салқындатқыштың контурынан тыс майдың айналымын жасайды. Ол трансформаторды кернеу астына қосқан кезде автоматты түрде қосылады және майдың температурасы 15 °С жеткенде ажыратылады.

"Ц" суыту жүйелерінде май мен судың температурасын, шығыны мен қысымын бақылауға арналған, май мен суды тазалауға арналған аспаптар, сондай-ақ салқындатуды басқару аппаратурасы және әртүрлі сигналдық құрылғылар бар.

"Ц" салқындатуды автоматты және қолмен басқару ШАОТ-ЦТ және ШАОТ-ЦТЭ типті шкафтардың көмегімен жүзеге асырылады (шкафты белгілеуде: Ц — салқындату жүйесінің шартты белгіленуі; Т — ЭЦТ сериялы сорғыларды басқару үшін; ТЭ — ЭЦТЭ сорғылары үшін де). Шкафтарда әрбір сорғының жұмыс режимін таңдау үшін жеке кілттер бар: "сөндірілді", "қолмен басқару", "автоматты басқару".

Ал қолмен басқару кезінде жұмысқа қосу жүйесін салқындату кейін жүргізіледі енгізу трансформатордың желісі, алдымен мыналарды қамтиды жұмысқа масляный насос тексереді айналымын май маслоохладителе, содан кейін береді салқындату суды тексереді қатынасы қысымды су және май. Қажет болған жағдайда су қысымын реттейді. Май суыту жүйесінде май салқындатқыштар майдың температурасын 10... 15 ° С төмендетеді және майдың жоғарғы қабатының температурасын 50... 55 ° С деңгейінде ұстап тұруға қабілетті. Сондықтан салқындатқышқа су беруді 15 °С төмен емес температурада жүргізеді. Су айналымы майдың температурасы 10 ° С дейін төмендеген кезде тоқтатылады. Май-су салқындатуды ажырату трансформаторды желіден ажыратқаннан кейін: алдымен май салқындатқышқа судың кіруін тоқтатады, содан кейін май сорғысын өшіреді.

Автоматты басқару кезінде шкаф сұлбасы мынадай процестерді қамтамасыз етеді: егер бактағы майдың жоғарғы қабатының температурасы 15 °С жоғары болса, трансформаторға кернеу беру кезінде іске қосу сорғысын автоматты қосу; трансформаторды желіден ажырату кезінде, сондай-ақ жұмыс сорғысын қосу кезінде іске қосу сорғысын ажырату; егер майдың температурасы 15 °С тең немесе жоғары болса, трансформаторға кернеу беру кезінде жұмыс сорғысын қосу; трансформатордан кернеуді алу немесе майдың температурасы 15 °С төмен); қоршаған орта температурасы -20 °С кезінде шкафта жылытқыштарды қосу; істен шыққан жұмыс орнының орнына резервтік сорғыны қосу; негізгі қоректендіруші желіде кернеу жоғалып кеткен

кезде резервтік қоректену көзін қосу; сорғыларды шамадан тыс жүктемеден, ҚТ және электр қозғалтқышының фазасының үзілуінен қорғау, бұл жоғары діріл салдарынан сақтандырғышта байланыс бұзылған кезде жиі болады.

Салқындату жүйелеріне қызмет көрсету. Қызмет көрсету салқындату жүйесінде пайдаланылатын жабдықтың жұмысын және техникалық күтімді қадағалаудан тұрады. Техникалық күтім кезінде зауыт нұсқаулықтары мен жабдықтарға қызмет көрсету жөніндегі жергілікті нұсқауларды басшылыққа алады. Салқындату жүйелерін қарау трансформаторларды қарап шығумен бір мезгілде орындалады. Қарау кезінде мыналар тексеріледі: суыту жүйесінің бүтіндігі, яғни май ағуының болмауы; радиаторлардың жұмысы — сезіне анықталатын оларды қыздыру бойынша; "ДЦ" суыту жүйесінің салқындатқыштарының жұмысы — оларды қыздыру және май айдайтын сорғылардың келте құбырларына жақын орнатылған манометрлердің көрсеткіштері бойынша; абсорбты сүзгілердің жұмысы — қолмен сезу, құбыржолдардың, салқындатқыштардың, Сорғылардың және желдеткіштердің бекітпелерінің жай — күйі; желдеткіштердің жұмысы-дірілдің, сиретудің және қанатқыштардың қаптамадан сыртына ілуінің болмауы бойынша. Айта кету керек, басты себептері бойынша қанатшалардың сынуы, мойынтіректердің тозуы және салқындатқыш құрылғылардан майдың ағуы ұсақ ақаулардың уақтылы жойылмағандығынан, болтты бекітпелердің әлсіреуінен, мойынтіректердің нашар майлауынан, желдеткіш қанатшаларының осьтік соғуынан және т. б. пайда болатын жоғары діріл болып табылады.

Салқындату жүйесінің құрылғыларына техникалық күтім қарау кезінде анықталған ақаулықтарды жою, Тозған бөлшектерді (сорғылардың қалақтарын, желдеткіш қалақтарын, мойынтіректерді) ауыстыру, салқындатқыштар мен желдеткіштерді тазалау, подшипниктерді майлау, электр қозғалтқыштардың оқшаулағыш кедергісін бақылау болып табылады.

"Ц" суыту жүйесінің салқындатқыштарына күтім жасау кезінде құбырлар мен су камераларын тұнбадан және басқа да суыту беттеріндегі шөгінділерден мерзімді тазартуды орындайды.

Салқындатуды автоматты басқару шкафтарын қарау кезінде контактілердің қызуы мен коррозиясының болмауын, сондай-ақ аппаратураның ток өткізгіш бөліктерінің оқшаулануының зақымдануын, шкафтардың түбі мен есіктерінің оларға шаң мен ылғалдың енуінен тығыздалуын тексереді.

Шкафтарда автоматты ажыратқыштарды кезектен тыс тексеру олардың ҚТ тогын әрбір ажыратқаннан кейін жүргізіледі. Желдеткіштердің және сорғылардың электр қозғалтқыштарын Автоматты ажыратқаннан кейін магниттік іске қосқыштар мен автоматты ажыратқыштардың түйіспелерін қарау қажет. Тексеру кезінде қауіпсіздік талаптарын басшылыққа алу керек, өйткені қорғаныс қаптамасы жоқ аппараттар мен құрама тораптардың ток өткізгіш бөліктерінде кернеудің болуы персоналға қауіп төндіреді.

Салқындату қозғалтқыштарының қоректендіру схемасының және АВР әрекетінің дұрыстығын кесте бойынша айына кемінде бір рет тексереді.

Суыту жүйесі жұмысының тиімділігін жалпы трансформатордағы майдың жоғарғы қабатының температурасы бойынша тексереді. Дұрыс суыту кезінде майдың ең жоғары температурасы "М" және "Д" салқындату жүйелері бар трансформаторларда 95°C, "ДЦ" салқындату жүйесі бар қуаты 250 МВА қоса алғанда — 80°C және қуаты 250 МВА — 75 °C жоғары болғанда, "Ц" салқындату жүйесі бар трансформаторларда май салқындатқышқа кіре берістегі майдың температурасы 70 °C аспауы тиіс.

Бұл жерде майдың ең жоғары температурасы қалыпты жүктемемен трансформатордың жұмысы кезінде өлшенген бактың қақпағы астындағы майдың температурасы қабылданады... "М" және "Д" салқындату жүйелері бар трансформаторлар үшін 10 сағат және 12 сағат ішінде... "ДЦ" салқындату жүйесі бар трансформаторлар үшін 6.....8 сағат салқындатқыш ауаның өзгермейтін температурасы 40 °C тең. "М" және "Д" суыту жүйелері бар трансформаторларда орнатылған жылу режимінің пайда болу уақытының үлкен кезеңі бактағы май қозғалысының салыстырмалы төмен жылдамдығы кезінде орамдар мен майдың жоғарғы қабаттары арасындағы температуралардың айтарлықтай ауытқуымен түсіндіріледі. Трансформаторларда майдың мәжбүрлі айналымы бар (салқындату "ДЦ") жылдамдық, орын ауыстыру майдың бактағы жоғары температураның орамасының арасындағы және үстіңгі қабаттары май жақын есептік асуға орта температурасының орамдарын үстінен орта температурасы майдың, ол шамамен 30 °C.

Трансформатордың номиналды жүктемесі кезінде пайдалануда майдың жоғарғы қабатының температурасы ең жоғары мәнге сирек жетеді. Алайда, егер бұл, әсіресе, жөндеуден кейін жұмысқа қосылатын трансформаторларда болса, онда "М" және "Д" суыту жүйелері үшін майдың қызуын арттырудың мынадай себептері болуы мүмкін: радиаторлардың тегіс крандары жабық немесе толық ашылмаған; радиаторлардың жоғарғы коллекторларынан радиаторларды маймен толтыру кезінде ауа шығарылмаған; радиаторлардың сыртқы беттері қатты ластанған. "Д" суыту жүйесі үшін аталғандардан басқа келесі себептер болуы мүмкін: сорғының жұмыс дөңгелегі кері жаққа айналады; жұмыс істейтін желдеткіштердің жеткіліксіз саны, желдеткіштің қанаттары кері жаққа айналады; салқындатқыштың және т. б. қабырғаларының беті қатты ластанған. Егер суыту механизмдерінің жұмысындағы ақаулықтар сыртқы тексеру кезінде анықталмаса, қыздырудың жоғарылауының себебі трансформатордың өзінің ақаулығы болып табылады деп ұйғарған жөн.

3.4. Кернеуді реттеу құрылғыларына қызмет көрсету

Кернеуді реттеу тәсілдері. Қосалқы станция шиналарындағы кернеуді реттеудің кең таралған тәсілдерінің бірі трансформаторлардағы орамдардың тармақтарын ауыстырып қосу болып табылады. Осы мақсатта трансформаторлардың орамдарында (әдетте, аз жұмыс тогы бар жоғары кернеудегі) реттеу тармақтамалары және арнайы тармақтамаларды ауыстырып

қосқыштар көзделеді, олардың көмегімен трансформация коэффициентін K ұлғайтып немесе азайтып, жұмысқа қосылған орамдардың санын өзгертеді:

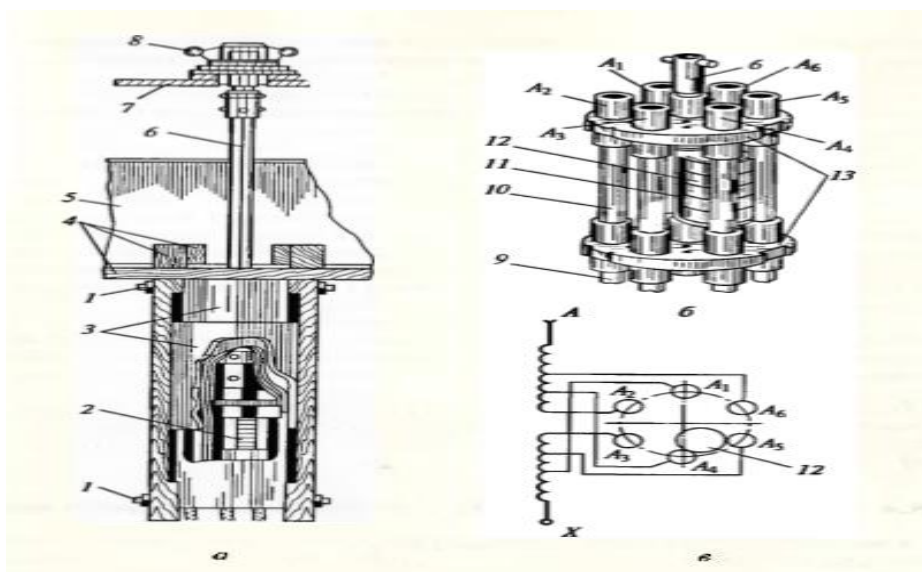
$$K_{ВН-НН} = U_{ВН}/U_{НН} = w_{ВН}/w_{НН},$$

Мұндағы: $U_{ВН}$ және $U_{НН}$ — $ВН$ және $НН$ орамаларындағы кернеу; $w_{ВН}$ және $w_{НН}$ -жұмысқа қосылған $ВН$ және $НН$ орамаларының саны.

Жоғары және төмен кернеу орамдарының арасындағы трансформация коэффициентінің өзгеруі бастапқы немесе қайталама кернеу номиналдан қандай да бір себептермен ауытқыған кезде номиналды кернеуге жақын $НН$ шиналарында кернеуді ұстап тұруға мүмкіндік береді.

Орамдардың секциясын ауыстырып қосу операциялары ажыратылған және желіден жерге тұйықталған трансформаторда ПБВ құрылғысымен (қозусыз ауыстырып қосу) не жұмыс істеп тұрған трансформаторда РПН құрылғысының тікелей жүктемесімен (жүктемемен реттеу) жүргізіледі. ПБВ құрылғылары бар үлкен қуатты трансформаторлар номиналды кернеудің төрт сатысын алу үшін беске дейін тармақталады: +5%; +2,5%; $U_{ном}$; -2,5%; -5%.

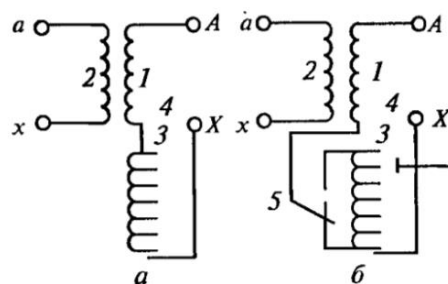
Трансформатордың кернеу класына, оның орындалуына және реттеу сатыларының санына байланысты конструкция бойынша әртүрлі тармақталуларды ауыстырып қосқыштарды қолданады. Олар бір фазалы және үш фазалы болуы мүмкін. Барабан түріндегі бір фазалы ауыстырып қосқыштар (сурет 14) $ВН$ орамасының әр фазасында орнатылады. Байланыс жүйесі қозғалмайтын контактілерден тұрады-қуыс ток өткізгіш өзекшелерден тұрады 11 ($A_1 - A_6$, сурет. 14, б), бұрумен байланысқан 9 орамнан және қозғалмайтын контактілердің әр түрлі жұптарын тұйықтайтын 10 жылжымалы контактілі сақинадан. Түйіспелі сақиналар 12 иінді білікпен жылжиды, оның осі оқшаулағыш штанганың көмегімен трансформатордың қақпағындағы жетекпен жалғанады. Ауыстырып қосқыш оқшаулағыш текстолит негіздерінде орнатылған 13.



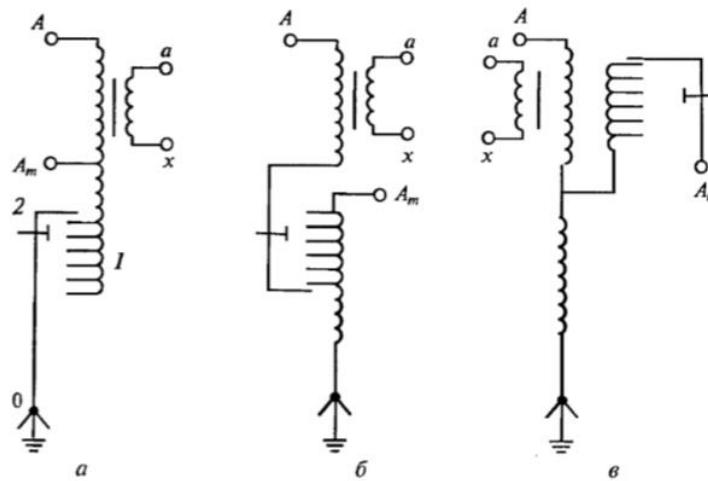
Сурет 14 - Барабан түріндегі тармақтауды ауыстырып қосқыш: а — трансформатордың жаздық арқалығына бекіту; б — сыртқы түрі; в — тармақтарды ауыстырып қосу схемасы; 1 — текстолитті түйреуіш; 2 — ауыстырып қосқыш; 3 — қорғаныштық қағаз-бакелитті цилиндрлер; 4 — ағаш рама; 5 — ярмды белдем; 6 — оқшаулағыш штанга; 7 — бактың қақпағы; 8 — кол жетегі; 9 — бұрғыштар; 10 — түйіспелі сақиналар; 11 — қуыс ток өткізгіш өзек; 12 — иінді білік; 13 — мәтіндік негіз

РПН бар трансформаторлардың реттеуші сатыларының көп саны (9-дан 26-ға дейін) және сәйкесінше, ПВВ бар трансформаторларға қарағанда реттеудің кең диапазоны ($\pm 10\%$ Уном). Трансформаторларда қолданылатын реттеу сұлбалары 15 суретте көрсетілген. Реттелетін орамдар бейтарап жағынан орналастырылған, бұл жеңілдетілген оқшауламасы бар РПН құрылғыларын қолдануға мүмкіндік береді. 15-суреттегі сұлбада, 5 екі позициялы ауыстырып қосқыш-реверсор реттеу орамасын бастапқы орамаға / сәйкес немесе қарама-қарсы тармақтармен қосуға мүмкіндік береді, осының арқасында реттеу диапазоны сурет схемасымен салыстырғанда екі есе өседі. 16 - Суретте ВН және СН жағындағы автотрансформаторларда реттеу сұлбалары көрсетілген. РПН құрылғыларының оқшаулау класы трансформатордың СН оқшаулау класына сәйкес келеді.

РПН типті құрылғылардың қалыпты жұмысы $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ төмен емес контакторлардағы майдың жоғарғы қабатының температурасы кезінде кепілдік беріледі. Сыртқы ауа температурасы $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейін құрылғылардың қалыпты жұмысын қамтамасыз ететін, контакторлардың бактарындағы май деңгейі май көрсеткіштері бойынша бақыланады.



Сурет 15 - Трансформаторларда реверсиялаусыз (а) және реверсиялаумен (б) реттеу орамасының реттеу схемасы: 1 п 2 — тиісінше бастапқы және қайталама орамалар; 3 — тармақталған реттеу орамалары; 4 — ауыстырып қосқыш құрылғы; 5-реверсор.



Сурет 16 - Автотрансформатордағы кернеуді реттеу сұлбалары: 0-бейтарапта; б — ВН жағында; в — СН жағында; 7-реттеу орамасы; 2-ауыстырып қосқыш құрылғы

Кернеуді реттеу құрылғыларына қызмет көрсету. ПБВ ауыстырып қосқыштарын бір сатыдан екіншісіне ауыстыру 1 жүргізіледі. Жылына 2 рет (маусымдық реттеу). Ауыстырып қосылмай ұзақ жұмыс істеген кезде контактілі өзектер мен сақиналар оксидті пленкамен жабылады. Бұл пленканы бұзу және жақсы контакт жасау үшін, әрбір ауыстырып қосқышты ауыстырғанда оны алдын ала айналдыру ұсынылады (кемінде 5... 10 рет) бір шеткі жағдайдан екіншісіне ажыратылған және екі жағынан жерге тұйықталған трансформатор кезінде. Ауыстырып қосқыштарды фазалы ауыстыру кезінде олардың бірдей жағдайын тексереді. Жетекті орнату әрбір сатыда тоқтатқыш бұрандамамен бекітілуі тиіс. Егер ауыстырып қосқыштың жұмысында күмән туындаса, электр тізбегінің бүтіндігін омметрмен тексереді. Тармақтарды ауыстыру туралы оперативтік журналға жазба жасалуы тиіс.

РПН-ға қызмет көрсету ауыстырып-қосқыш құрылғылардың контактілі жүйелерінің шламынан және оксидінен тазарту мақсатында жүргізіледі. Ол үшін оларды үнемі (әрбір 6 ай сайын) реттеудің барлық диапазоны бойынша (п-е жағдайы бойынша 1-ден) әрбір жаққа 5...10 рет "айдап өту" керек.

РПН құрылғылары АРКТ блогы іске қосылған жұмыста үнемі болуы тиіс. Оларды қашықтан басқаруға Автоматты реттегіштердің ақауы, команда ауысуға орындалмауы (сайлаушының аралық жағдайда байланыстарының кептелуі, жетек механизмінің жұмысында бас тарту) кезінде ғана ауыстырылады. АРКТ блогы бұзылған кезде РПН құрылғысы ажыратылып, қашықтықтан басқаруға ауыстырылуы тиіс. РПН қашықтықтан басқару схемасының әрекетінен бас тартқан кезде оны жергілікті басқаруға ауыстыру және ақауларды жою бойынша шаралар қабылдау қажет. Сайлаушының немесе контактордың ақаулығы анықталған жағдайда трансформатор ажыратылады.

Трансформатордың қалыпты пайдалану және авариялық артық жүктемелері (егер ток күші номиналдыдан 20% аспайтын болса) РПН жұмысын шектей алмайды. Ең жоғары рұқсат етілген жүктемеден жоғары болса, арнайы бұғаттау ауыстырып қосқыш құрылғыны іске қосуға мүмкіндік бермейді. РПН жағдайы жабдықты тексеру кезінде бақылануы тиіс. Басқару қалқанындағы және РПН жетектеріндегі ауыстырып-қосқыш жағдайының көрсеткішін салыстырып тексеру қажет, себебі сельсин-датчик және қабылдағыш сельсин көрсеткіштерінің сәйкес келмеуі мүмкін. Сондай-ақ фазалық басқару кезінде бөлек фазалардың барлық параллель жұмыс істейтін гши трансформаторларының РПН ауыстырып қосқыштарының бірдей жағдайы тексеріледі, РПН ауыстырып қосу санын есептегіштің көрсеткіштері жазылады. Электр тозуға төзімділігі РПН (контактілерді ауыстырусыз) ауыстырып қосқыш ток мәніне байланысты. РПН көмегімен нұсқауларға сәйкес жүктеме астында шамамен 10...25 мың ауыстырып қосу орындалуы мүмкін, содан кейін контактор әдетте ревизияға шығарады, бұл ретте контакторлық құрылғылардың жанып кеткен түйіспелерін алмастырады.

Жұмыс кезінде жоғары өтпелі кедергімен байланысты қалдыруға болмайды, өйткені олардың қызуы май ыдырау процесін күшейтеді, оның сипаттамалары доғаның әсерінен нашарлайды.

РПН контактор бағындағы май сапасының өлшемі ылғалдың болмауы (0,003% — дан аспайтын рұқсат етіледі) және 35 кВ кернеу класындағы РПН үшін 30 кВ-ға тең қабылданған, 110 және 220 кВ кернеу класындағы РПН контакторлық құрылғылар үшін-тиісінше 35 және 40 кВ. Көміртегінің түсі, құрамы, қышқылдығы және май сапасының өзге де көрсеткіштері маңызды рөл атқармайды және оны контактор бағында одан әрі пайдалануға кедергі бола алмайды. Майдың сынамасын талдау үшін әрбір 5 мың сайын іріктелуі тиіс. емес, бірақ жылына бір реттен кем емес.

Кеңейткіш бөлігінде немесе контакторлардың бактарында майдың болуы май көрсеткіштері бойынша тексеріледі. Май деңгейін рұқсат етілген шектерде ұстап тұру керек. Төмен деңгейде контактілердегі доғаның жану уақыты артады. Май деңгейінің қалыпты белгісінен асуы май жүйесінің жекелеген тораптарының тығыздалуының бұзылуы кезінде жиі байқалады.

Егер техникалық шарттарда РПН-да басқа температура көзделмесе, контакторлардың қалыпты жұмыс істеуіне $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ төмен емес май температурасы кезінде кепілдік беріледі. Қоршаған ауаның төмен температурасы кезінде контакторлар бағындағы қыздыру элементтерінің жұмысын қадағалау қажет. Егер контактор бағындағы немесе трансформатор бағындағы май температурасы (бакге салынған РПН үшін) $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ дейін төмендесе, РПН жұмыстан шығару керек. Тұтқыр майда контактор жұмыс кезінде сынуына әкелуі мүмкін елеулі механикалық жүктемелерді бастан өткізеді. Сонымен қатар, ауыстырып қосу уақытының ұлғаюына және олардың ток астында ұзақ болуына байланысты резисторлардың зақымдануы мүмкін.

Егер РПН-да контакторларды жылыту көзделген болса, онда қысқы кезеңде қоршаған ауаның температурасы $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ кезінде контакторларды автоматты жылыту жүйесі қосылады. Жылыту жүйесін қолмен (автоматика әрекеттерінен басқа) қосуға жол берілмейді. Электр жылытумен жабдықталған РПН құрылғысы бар трансформатордың резервінен қосылған кезде қоршаған ауаның температурасы $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ төмен болғанда алдын ала контакторларды автоматты жылыту жүйесі 13... 15 сағ қосылуы тиіс. Бұл жағдайда РПН пайдалану көрсетілген уақыт өткеннен кейін ғана рұқсат етіледі. РПН жетекті механизмдері ең жауапты және сол уақытта осы құрылғылардың ең аз сенімді тораптары болып табылады. Оларды пыша мен ылғалдың түсуінен сақтау қажет.

Үйкелетін бөлшектер мен берілістердің топсалы қосылыстарын қатпайтын қиын балқытпамен әрбір 6 ай сайын майлау керек.

Кернеуді реттеу барысында ПБВ және РПН құрылғыларының көмегімен тармақталуларды ауыстырып қосу кезінде персонал трансформатордағы кернеудің номиналдан жоғары 5% - дан артық жоғарылауына жол бермеуі тиіс. Бейтараптардағы тармақталмаған автотрансформаторлар мен реттеу трансформаторлары үшін жергілікті нұсқаулықтардың талаптарына сәйкес кернеудің ұзақ жоғарылауына жол беріледі. Көрсетілген мәндердің асып кетуі магнит өткізгіштің артық қанығуына, токтың күрт ұлғаюына және бос жүрістің шығынына алып келеді. Бұл ретте болаттың шығындары кернеу квадратына пропорционал өседі, ал ток күші үлкен дәрежеде артады. Болаттағы шығындардың артуы оқшаулаудың уақытынан бұрын тозуына алып келеді және болат конструкциялардың жергілікті қызуының себебі болып табылады.

Екі реттелетін трансформаторлардың параллель жұмысы кезінде олардың трансформация коэффициенттерін өзгертуді теңестіру тогының шамадан тыс жүктелуін болдырмау үшін мүмкіндігінше бір мезгілде жүргізу керек. РПН автоматты басқару кезінде бұл рөл арнайы бұғаттаумен орындалады. Егер автоматты басқару жоқ болса, тармақтарды ауыстырып қосуды тармақтардың сатылары бойынша бір сатыдан артық келісуге жол бермей, бірте-бірте орындау керек.

3.5. Желіге қосу және жұмысты бақылау

Желіге қосу. Трансформаторды резервтен желіге қосар алдында немесе жөндеуден кейін трансформатордың өзін, сондай-ақ онымен қосылатын барлық жабдықты тексеру жүргізіледі. Бұл ретте мыналар тексеріледі: кеңейткіштегі және трансформатордың кірмесіндегі май деңгейі; суыту жүйесі жабдығының жарамдылығы және іске қосу жағдайы; кернеу ауыстырып қосқыштары көрсеткіштерінің дұрыс жағдайы; жерге тұйықтау ажыратқыштың жағдайы және бейтараптағы ажыратқыштардың жағдайы; доға сөндіргіш реакторды ажырату; фарфор оқшаулағыштары мен кірмелердің қақпақшаларының, сондай-ақ шинасымдар мен экрандалған ток өткізгіштердің жай-күйі.

Егер трансформатор жөндеуде болса, онда жұмыс орындарының тазалығына, трансформаторда және оның жабдықтарында қорғаныштық жерге тұйықтау және бөгде заттардың болмауына назар аударады.

Трансформаторды желіге қосу қоректендіру жағынан (ВН орамасы жағынан желілік трансформаторлар) толық кернеуге жүргізіледі. Қосу жиі қатты магниттеу тогы жүреді. Ол трансформатордың кернеуі бірінші сынау кезінде магниттеу тогына жауап бермейді, бұл барлық келесі қосулар кезінде оның жалған іске қосылуын болдырмауға мүмкіндік береді.

Трансформаторды іске қосу кезінде онда бірден номиналды жүктеменің пайда болуы мүмкін емес. Толық жүктемеге қосуға "ДЦ" және "Ц" салқындату жүйелері бар трансформаторлардың "М" және "Д" және -25°C төмен емес салқындату жүйелері бар трансформаторлар ауасының кез келген теріс температурасы кезінде рұқсат етіледі. Егер ауаның температурасы, демек, майдың температурасы көрсетілгеннен төмен болса, оны трансформаторды бос жүріске немесе номиналдан 50% аспайтын жүктемеге қосу арқылы көтереді. Апаттық жағдайларда бұл шектеулер ұсталмайды және трансформаторлар кез келген температурада номиналды жүктемеге қосылады. Бұл ретте суық майдың тұтқырлығы жоғары болғандықтан май мен орамдар арасындағы температураның айтарлықтай ауытқуы трансформатордың бүлінуіне әкеп соқпайды, алайда орамалардың оқшауламасының тозуы тездетіледі.

Жылдың қыс мезгілінде май тұтқырлығының артуы тек трансформатордың өзін ғана емес, сонымен қатар оның салқындатқыш құрылғыларын іске қосқан кезде ескеріледі. Майға батырылған ЭЦТ сериялы айналмалы сорғылар айдалатын майдың температурасы -25°C төмен емес, ал ЭЦРЭ сериясы — 20°C төмен емес кезде сенімді жұмыс істейді. Ең төмен температура кезінде және, демек, майдың жоғары тұтқырлығы артық жүктемеден сорғылардың зақымдануы байқалды. Сондықтан "ДЦ" және "Ц" салқындату жүйелері бар трансформаторларда айналмалы сорғыларды майды көрсетілген температураға дейін алдын ала қыздырғаннан кейін ғана қосу ұсынылады. Барлық қалған жағдайларда (дайындаушы зауыттың арнайы нұсқаулары болмаған жағдайда) майдың мәжбүрлі айналымы сорғылары трансформатордың жүктемесіне қарамастан тұрақты жұмысқа қосылуы тиіс.

Ауа температурасы төмен болған кезде салқындатқыш желдеткіштері май температурасы 45°C жеткеннен кейін жұмысқа қосылады.

"Д" суыту жүйесі ауа үрлегішінің ажыратылған құрылғыларымен трансформаторлардың жұмысын жоққа шығармайды, бірақ бұл тек трансформатордың номиналдық жүктемесінің 50% жүктемесі кезінде ғана мүмкін, бұл номиналды жүктемемен және қосылған үрлеумен жұмыс істеген кезде сияқты олардың оқшауламаларының шамамен тозуына алып келеді. Осы негізде мамандар үрлеу желдеткіштері, егер трансформатордың жүктемесі $S \leq S_{ном}$ немесе майдың жоғарғы қабатының температурасы 55°C тең немесе одан көп болса, жұмыста болуы тиіс деген қорытындыға келді.

Үрлеу желдеткіштерін ажырату, егер трансформатордың жүктемесі номиналдыдан аз болса, майдың температурасы 50°C дейін төмендеген кезде жүргізілуі тиіс.

Апаттық жағдайларда, мысалы, қосалқы станцияның өз мұқтаждықтарын жоғалтуы кезінде, ажыратылған суыту кезінде номиналды жүктемемен трансформаторлардың қысқа мерзімді жұмыс істеуіне жол беріледі. "Д" салқындатылатын трансформаторлар үшін барлық желдеткіштерді ажыратумен жұмыс істеу уақыты қоршаған ауаның температурасына байланысты шектеулі уақытқа рұқсат етіледі:

Ауа температурасы, °С	-15	-10	0	10	20	30
-----------------------	-----	-----	---	----	----	----

Жұмыстың рұқсат етілген ұзақтығы, сағ	60	40	16	10	6	4
---------------------------------------	----	----	----	----	---	---

"ДЦ" салқындату жүйесі бар трансформаторлар үрлеу желдеткіштері, май айналымы сорғылары жұмыс істеп тұрған және майдың берілуін тоқтату және үрлеу желдеткіштерін тоқтату туралы сигнал беру қосылған кезде ғана пайдаланылуы мүмкін.

Тоқтаған суыту кезінде трансформатордағы жылуды бұру, тіпті егер ол жүктеме көтермесе де қамтамасыз етілмейді. Бос жүріс режимінде трансформатор 30 минуттан артық емес, ал номиналды жүктемемен — 10 минуттан артық емес болуы мүмкін.

Трансформатордың жүктемемен жұмыс істеу уақыты номиналдыдан жоғары емес 1 сағатқа дейін ұзартылуы мүмкін, егер қуаты 250 МВА дейінгі трансформаторларда майдың жоғарғы қабатының температурасы 80 °С жетпесе, ал қуаты 250 МВА — 75 °С жоғары трансформаторларда.

Көрсетілген уақыт өткеннен кейін және салқындаудың қалыпты жағдайларын қалпына келтіру мүмкін болмаса, трансформатор белсенді бөліктің биіктігі бойынша температура айырмасының күрт өсуін болдырмау үшін түсірілуі тиіс.

"ДЦ" және "Ц" салқындату жүйелері бар трансформаторлардың жүктемесі салқындатқыштардың бір бөлігін ажырату кезінде ажыратылған салқындатқыштардың санына пропорционалды түрде азайтылуы тиіс.

Жұмыс режимін бақылау. Трансформаторлардың жүктемелерін бақылау амперметр бойынша жүргізіледі, олардың шкалаларында орамдардың номиналдық жүктемелеріне сәйкес келетін қызыл тәуекелдер жазылуы тиіс. Бұл трансформатордың жұмыс режимін бақылауды жеңілдетеді және артық жүктеменің алдын алуға көмектеседі. Есептеу кезінде мүмкін болатын қателікке байланысты аспаптардың эйнектеріне сурет салуға жол берілмейді. Автотрансформаторларда жалпы орамадағы ток күші де бақыланады.

Трансформаторға жүргізілген кернеуді және оның қайталама орамаларының кернеуін бақылау шиналардағы кернеуді өлшейтін вольтметр бойынша жүргізіледі.

Трансформаторлардағы кернеудің номиналдыдан асып түсуі салыстырмалы шағын шектерде рұқсат етіледі: жүктеме номиналдыдан артық

емес кезде 5% - ға және 10-ға ұзақ % жүктеме кезінде номиналдыдан 25 % артық емес.

Бұл ретте кез келген орамадағы желілік кернеу трансформатордың осы кернеу класы үшін ең үлкен жұмыс кернеуінен аспауы тиіс:

Кернеу класы, кВ	6	10	35	110	220	330	500	750
------------------	---	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

Ең көп жұмыс кернеуі, кВ	6,9	11,5	40	126	252	363	525	787
--------------------------	-----	------	----	-----	-----	-----	-----	-----

Кернеудің көрсетілген мәндерінің асып кетуі магнит өткізгіштің қанығуына, токтың күрт ұлғаюына және бос жүрістің шығындарына әкеледі (болаттағы жоғалтулар кернеу квадратына пропорционалды түрде өседі). Болат ысыраптарының ұлғаюы магнит өткізгіштің болат конструкцияларының жергілікті қызуының себебі болып табылады.

Ең көп жұмыс кернеуінен асатын кернеулердің әсері кернеуі 110 кВ және одан жоғары трансформаторлар мен реакторлар тек қысқа мерзімде рұқсат етіледі. 110...750 кВ кернеулі трансформаторлар үшін кернеудің жоғарылау мәні және оның әсер ету ұзақтығы бұрын келтірілген рұқсат етілген мәндерден аспауы тиіс.

Трансформаторлардың жылу режимін бақылау бактардағы майдың жоғарғы қабатының температурасын кезеңдік өлшеуге негізделеді. Өлшеулер трансформаторлардың қақпақтарында арнайы гильзаларға тиелген шыны термометрлердің, кедергінің дистанциялық термометрлерінің және манометрлік типті термометрлердің — термосигнализаторлардың көмегімен орындалады. Трансформатордың қақпағында ауыстырғыш түйіспелері бар екі термосигнализатор орнатылады. Олардың біреуінің түйіспелері салқындату жүйесін басқару үшін, екіншісі — сигнал беру және майдың рұқсат етілген температурасы асып кеткен жағдайда трансформаторды ажырату үшін қолданылады.

Мерзімді тексеру. Мерзімді тексеру мерзімдері жергілікті нұсқаулықтармен белгіленеді. Персоналдың тұрақты кезекшілігі бар қосалқы станцияларда трансформаторлар тәулігіне кемінде бір рет, ал жедел-шығу бригадалары қызмет көрсететін қосалқы станцияларда — айына кемінде бір рет тексеріледі. Тексеру трансформаторлардың немесе олардың салқындату жүйелерінің жұмыс режимінің бұзылуы туралы сигнал алған кезде, релелік қорғаныс және автоматика құрылғылары іске қосылған кезде жүргізілуі тиіс. Дүлей зілзалалар (өрт, жер сілкінісі және т.б.) кезінде трансформаторлар дереу тексерілуі тиіс.

Мерзімді тексеру кезінде трансформаторлардың сыртқы оқшауламасының жай-күйін (кірмелер мен оларға орнатылған және ажыратқыштар мен тірек оқшаулағыштардың бейтараптарында), оқшаулағыш элементтердің жарықтары мен сынықтарының жоқтығын тексереді, оқшаулау беттерінің ластану дәрежесін анықтайды (сыртқы оқшаулаудың жоғары ластану аймақтарындағы үстіңгі беттің жай-күйіне ерекше назар аударады), оқшаулағыш аралықтарды қысқартатын және ток өткізгіш бөліктерінің корондау деңгейін арттыратын бөгде заттардың болуын анықтайды.

Май көрсеткіштері (май өлшегіш шынылар) бойынша трансформаторлар бағындағы май деңгейінің және герметикалық емес май толтырылған кірмелерді кеңейткіштердегі температуралық белгілерге сәйкестігін анықтайды, бір мезгілде май өлшегіш шыныда көрінетін май түсіне назар аударады (қараңғыланған май трансформатордың ішіндегі жоғары қызудан оның термиялық ыдырауын немесе майда өлшенген көміртегінің пайда болуын, мысалы онда электр разрядтарынан куәландырады).

Герметикалық кірмелері бар трансформаторларды қарау кезінде манометр бойынша олардағы қысымды бақылайды. Крандардың, фланецтердің және бактың люктерінің, сондай-ақ резеңке төсемдер мен тығыздамалардың қалыпты жай-күйін (олар ісінбеуі немесе қайнатпауы тиіс); аспаптардың (термометрлердің, манометрлердің, газ релесінің) бүтіндігі мен жарамдылығын; трансформатор бағының жерге тұйықталуының жарамдылығын; өрт сөндіру құрылғыларының, май қабылдағыш шұңқырлардың және дренаждардың болуы мен жарамдылығын тексереді.

Газ релесін қарап, қарау шынысының майымен толтырылуына және кеңейткішті трансформатордың бағымен қосатын май құбырында орналасқан кескіш клапанның дұрыс орналасуына назар аударады.

Шығарынды құбыр мембранасының бүтіндігін және сақтандырғыш клапан дискісінің жабық жағдайын тексереді. Май жүйесінің фланецті қосылыстарының қол жетімді тығыздалуының жай-күйін, фланецтер мен арматурада май ағуының болмауын көзбен шолып бағалайды.

Тексеру шынылары арқылы трансформаторлар бағының ауа кептіргіштерінде индикаторлық силикагельді қарап, оның түсін бақылайды (көгілдір болуы тиіс), өйткені түстің қызғылт түске дейін өзгеруі сорбенттің ылғалдануын және оны ауыстыру қажеттігін куәландырады (ауа кептіргішті қайта зарядтау).

Трансформаторларды қарау кезінде кірмелерде және ошиновкаларда (жауапты трансформаторларда пирометрлердің көмегімен болуы мүмкін) қол жетімді контактілі қосылыстардың жай — күйін-түсті ағындылардың пайда болуын, бояудың қараюын немесе жануын, контактінің үстінен "ағатын" ауаны, жаңбырлы ылғалдың булануын немесе қардың еруін, иней олардың жоғары қызуын куәландырады.

Жүктемедегі кернеуді реттеу құрылғыларының сыртқы жағдайын тексереді. Бұл ретте басқару қалқанындағы және РПН жетектеріндегі ауыстырып-қосқыш жағдайының көрсеткішін салыстырып тексеру қажет, себебі бірқатар себептер бойынша сельсин-датчик және сельсин-қабылдағыш көрсеткіштерінің сәйкес келмеуі мүмкін. Сонымен қатар барлық параллель жұмыс істейтін трансформаторлардың немесе фаза бойынша басқару кезінде жеке фазалардың РПН ауыстырып қосқыштарының бірдей жағдайын тексереді. Контакттор бағында майдың болуы май көрсеткіштері бойынша тексеріледі — оның деңгейі төмен болған кезде құрылғының контактілерінде доғаның жану уақыты артады.

Салқындатқыш желдеткіштер тоқтаған кезде (егер олар бар болса) трансформаторлар шығаратын шудың сипаты олардың жай-күйінің қосымша көрсеткіші болып табылады. Жарылу немесе сілтеу, деңгейдің немесе гуілдеу тонының мезгіл-мезгіл өзгеруі, тарылатын дыбыстар ықтимал ақаулықтың куәсі болып табылады.

Трансформаторлардың жазулары мен бояуының жай-күйін тексереді. Трансформаторлардың жабық камераларында шатырдың, есіктердің және желдеткіш ойықтардың жарамдылығын тексереді. Үй-жайдың желдеткішінің қалыпты жұмысы кезінде төменнен кіретін және жоғарыдан шығатын ауа температурасының айырмасы трансформатордың номиналды жүктемесі кезінде 15 °С аспауы тиіс.

Тексеру кезінде қандай да бір жұмыстарды орындауға рұқсат етілмейді. Дереву араласуды талап ететін кез келген ақаулықтар анықталған жағдайда, белгіленген тәртіппен тексеру тоқтатылады және ақауларды жою жөніндегі жұмыстарды ұйымдастырады.

Тәуліктің жарық уақытында жүргізілетін тексерулер ақаулар неғұрлым толық анықталғанда (пирометрлерді қолдана отырып, бұл жұмыстың бір бөлігі — контактілердің жағдайын тексеру — тәуліктің жарық уақытында орындауға болады) қараңғыда қарап шығумен кезектестіреді: контактілі қосылыстардың қызуы, сыртқы оқшаулаудың беті бойынша тәждік разрядтары және т. б.

Қоршаған ауа температурасының күрт төмендеуі кезеңінде жүргізілетін сыртқы қондырғының трансформаторларын кезектен тыс тексеру кезінде, дауыл, қатты қар жауу және көктайғақ кезінде май деңгейін, кірмелер мен салқындату жүйесінің жай-күйін тексереді, ток өткізетін бөліктерде бөгде заттардың болуына немесе олардың пайда болу мүмкіндігіне назар аударады. Дүлей құбылыстар кезінде (найзағай, қатты жаңбыр, жер сілкінісі) ажыратқыштардың іске қосылуын (іске қосылуын тіркеушілер бойынша) немесе оқшаулаудың жабылуын бақылайды, ылғалданған оқшаулау бойынша беттік разрядтарды бақылайды, трансформаторлардың немесе олардың жеке элементтерінің (жер сілкінісі кезінде итерудің салдарынан) жылжуын (ауытқуын) тексереді.

Трансформаторлардың кезектен тыс тексерулері тура қысқа тұйықталудан кейін немесе газ релесі сигналы пайда болғанда, ҚТ тогымен ағатын ток өткізгіш бөліктердің және динамикалық жүктемеге ұшырайтын оқшаулағыштардың жай-күйін немесе газ релесі мен оның тізбектерінің жай-күйін тексере отырып жүргізіледі.

Қажет болған жағдайда кезектен тыс тексеру жағдайы қауіп тудыратын немесе кернеуді түсірмей қол жеткізу мүмкін болмайтын олардың элементтерін неғұрлым толық зерделеу үшін трансформаторларды ажыратумен жүргізіледі.

Егер тексеру нәтижелері бойынша трансформаторды жедел ажырату қажеттілігі туындаса, онда қосалқы станцияның немесе электр станциясының кезекші диспетчеріне немесе электр станциясының кезекші инженеріне бұл туралы баяндайды, ол авариялық трансформаторды ажырату туралы шешім

қабылдайды (әрине, авариялық трансформаторды ажырату туралы шешім кәсіпорын басшылығымен бірге қабылданады).

Трансформаторды желіден ажырату. Әдетте, оны ажыратқыштармен тарапынан жүктеме (НН және СН), содан кейін қоректендіру жағынан (ВН) жүргізеді.

Қысқа схемалы қосалқы станцияларда (ВН жағынан ажыратқыштарсыз) трансформаторларды желіден ажыратуды жүктеме жағынан ажыратқыштарды ажыратқаннан кейін ажыратқыштармен жүргізу ұсынылады.

3.6. Трансформаторларды параллель жұмысқа қосу

Трансформаторлардың номиналды қуатына пропорционалды жүктемелермен параллельді жұмысы бастапқы және қайталама кернеулердің теңдігі (трансформация коэффициенттерінің теңдігі), ҚТ кернеулерінің теңдігі және орамдарды қосу топтарының теңдігі кезінде мүмкін.

Трансформаторлар параллельді жұмысқа қосылған кезде олардың екінші орамдарының қысқыштарындағы кернеу трансформациясының әртүрлі коэффициенттері әртүрлі болады. Екінші кернеулердің айырмашылығы теңестіруші токтардың өтуін тудырады.

Трансформаторлардың орамдарын жүктемемен теңестіру токтары энергия шығынын ұлғайтады және қосалқы станцияның жиынтық қуатын төмендетеді, сондықтан олардың өтуіне жол берілмейді. Осыған байланысты ГОСТ 11677 — 85 сәйкес параллельді жұмысқа қосылатын трансформаторлардың трансформация коэффициенттері + 5% — дан артық ерекшеленбеуі тиіс.

Трансформаторлардың белгіленген қуатын ең жақсы пайдалану ҚТ кернеулерінің теңдігі кезінде ғана мүмкін. Алайда пайдалануда ҚТ кернеуінің орташа мәнінен ауытқуы бар, бірақ $\pm 10\%$ - дан аспайтын трансформаторларды қатарлас жұмысқа қосуға рұқсат етіледі. Бұл жорамалдау U_k әсер ететін орамдар өлшемінде трансформаторларды дайындау кезінде ықтимал ауытқумен (өндірістік рұқсатнамалар шегінде) байланысты.

Номиналды қуаты үштен артық трансформаторларды қатарлас жұмысқа қосу ұсынылмайды. Бұл трансформатордың шағын нақты жүктелуі кезінде де аз қуатты трансформатордың пайыздық қатынаста өте көп жүктелуі мүмкін және әсіресе, егер ол аз U_k болса.

Трансформаторлардың параллель жұмыс істеуі, олардың екінші орамдарының арасында екінші кернеу векторлары арасындағы жылжу бұрышымен байланысты кернеу пайда болуы себепті мүмкін емес.

Үш фазалы трансформаторлардың орамалары әр түрлі схемалар бойынша жалғанады. Ең көп таралған- жұлдызша мен үшбұрыш қосылыстар. Бұл қосылыстар кезінде әрбір 30° сайын ВН орамдарының сызықтық кернеулерінің бір аттас векторларына қатысты екінші орамалардың сызықтық кернеулерінің векторларын жылжытумен 12 түрлі топтарды алуға болады. Y/Δ

схемаларындағы негізгі топтар 11-ші топ, ал Y/Y схемаларында — нөлдік топ болып табылады. Қалған топтар туынды болады.

17 суретте ГОСТ 11675 — 85 бойынша трансформаторлар мен автотрансформаторлардың орамдарын жалғау сұлбалары мен топтары келтірілген. Бірақ трансформаторларды дайындау немесе оларды жөндеу технологиясының бұзылуы кезінде стандартты орамдардан айырмашылығы бар орамдарды қосу топтары алынуы мүмкін. Қосылыстардың қандай да бір тобын алу орамалар орамасының бағытына, фазалық орамалардың қысқыштарын жалғау бірізділігіне, орамалардың басы мен соңын таңбалауға байланысты.

Схемы соединения обмоток		Диаграммы векторов ЭДС		Условные обозначения
ВН	НН	ВН	НН	
				Y/Y ₀ -0
				Y/Δ-11
				Y ₀ /Δ-11

Схемы соединения обмоток			Диаграммы векторов ЭДС			Условные обозначения
ВН	СН	НН	ВН	СН	НН	
						Y ₀ /Y ₀ /Δ-0-11
						Y ₀ /Δ/Δ-11-11

Схемы соединения обмоток		Диаграммы векторов ЭДС		Условные обозначения
ВН и СН	НН	ВН и СН	НН	
				Y ₀ авт/Δ-0-11

Сурет 17. Күштік трансформаторлар мен автотрансформаторлардың орамаларын қосу схемалары мен топтары (ГОСТ 11677 — 85): а — үшфазалы

екі орамалы трансформаторлар; б — үшфазалы үш орамалы трансформаторлар; в - үшфазалы үш орамалы автотрансформаторлар.

Трансформатордың кірмелерін қайта таңбалау және фазалардың орнын ауыстыру (кернеу орамына келтірілетін фазалардың ауысуын өзгерту) монтаждау және жөндеу жұмыстары кезінде болмайды. Сондықтан жаңа трансформаторларды пайдалануға қабылдау кезінде, сондай-ақ оларды күрделі жөндеуден кейін, егер орамдарды ауыстыру жүргізілсе, үш фазалы трансформаторлардың қосылу топтары мен бір фазалы трансформаторлардың іске қосылу полярлығын тексереді.

Орамдарды қосу тобын тексеру фазометрдің, әмбебап фаза көрсеткішінің немесе гальванометрдің көмегімен жүргізіледі.

3.7. Трансформаторларды фазалау

Орамдарды қосу тобын тексеруге қарамастан, монтаждаудан, күрделі жөндеуден кейін, сондай-ақ оны қосу схемаларындағы өзгерістер кезінде трансформаторды қатарлас жұмысқа қосуға фазалау жүргізілгеннен кейін ғана жол беріледі. Фазалау қосылатын фазалардың аттасуын анықтаудан тұрады. Бұл жағдайда бір шинаға қосылатын екінші орамалардың қысқыштары арасында кернеудің жоқтығына көз жеткізу қажет. Кернеуі 380 В дейінгі қондырғыларда кернеудің болмауын бақылау үшін вольтметрлер, неғұрлым жоғары кернеу қондырғыларында — кернеу трансформаторларына қосылатын кернеудің арнайы бейімделген көрсеткіштері немесе вольтметрлер қолданылады.

Фазалаудың тура және жанама әдістері бар. Фазалаудың тура әдісі кейіннен трансформаторлар ажыратылатын кернеуде орындалады. Фазалаудың тура әдістері 110 кВ жоғары емес қайталама орамалардың номиналды кернеуінде қолданылады. Кернеу трансформаторларының екінші кернеуінде фазалау жүргізілетін жанама әдістер тікелей әдістер сияқты көрнекі емес, бірақ персонал үшін қауіпсіз.

3.8. Трансформаторларды асқын кернеуден қорғау

Трансформаторлардың оқшауламасын атмосфералық және коммутациялық асқын кернеулерден қорғау. Қорғаныс вентильді ажыратқыштармен жүзеге асырылады. РВРД, РВМГ, РВМК, РВМ және т. б. сериялы ажыратқыштар қолданылады. Кернеуі 220 кВ дейінгі қосалқы станцияларда олардың көлемі шиналарда немесе трансформаторлардың жалғауларында орнатылады. Кернеуі 330 кВ және одан жоғары қосалқы станцияларда вентильді ажыратқыштар міндетті түрде трансформатордың әрбір қосылуында, сонымен қатар найзағайдан қорғау сенімділігін арттыру және оны ықтимал коммутациялық асқын кернеулерден сақтау үшін трансформаторға мүмкіндігінше жақын орналасады.

Вентильді ажыратқыштар кернеуі 110-220 кВ трансформаторлардың жерге тұйықталмаған бейтараптарынан асқын кернеулерден қорғайды. Бұл

қазіргі уақытта барлық үшфазалы трансформаторлар кернеуімен байланысты...220 кВ бейтараптың төмендетілген оқшауламасымен шығарылады(желілік енгізу оқшаулау сыныбымен салыстырғанда). Сонымен, жүктемедегі кернеуді реттеумен кернеуі бірақ кВ трансформаторларда бейтараптау деңгейі 35 кВ кернеудің стандартты сыныбына сәйкес келеді, бұл бейтараптау класы 35 кВ РПН құрылғыларын бейтараптандыру жағынан қосумен байланысты. Кернеуі 220 кВ трансформаторларда бейтарап оқшаулаудың төмен деңгейі бар. Барлық жағдайларда бұл айтарлықтай экономикалық әсер береді және трансформатордың кернеу класы жоғары болған сайын соғұрлым үлкен.

Сонымен қатар, мұндай трансформаторлардың жерге тұйықталмаған бейтараптарында бір фазалы ҚТ кезінде асқын кернеу пайда болуы мүмкін. Олар жүктелмеген трансформаторлардың толық емес фазалы коммутация режимдерінде өнеркәсіптік жиіліктің жоғары кернеулерінің әсерінен болуы мүмкін. Трансформаторлардың жерге тұйықталмаған бейтараптарын қорғау үшін бейтараптаманың оқшаулау сыныбына сәйкес келетін номиналды кернеуге вентильді ажыратқыштар қолданылады.

Төмен (орта) кернеудегі трансформаторлардың пайдаланылмайтын орамалары әдетте үшбұрышқа (немесе жұлдызға) жалғанады және вентильді ажыратқыштармен асқын кернеуден қорғалады. Қолданылмайтын орамдарда асқын кернеулердің ВН орамына найзағай толқындарының әсері және олардың сыйымдылық немесе орамдар арасындағы индуктивтілік арқылы НН (СН) орамасына өтуі нәтижесінде пайда болады. Пайдаланылмайтын орамды қорғау үшін оның әрбір фазасын енгізуге вентильдік ажыратқыш қосылады. Жұлдыз бейтараптарында вентильді ажыратқыш орнатылады.

Бір орамнан екінші орамға толқындардың ауысуымен, сондай-ақ ажыратылатын ажыратқышпен (немесе пайдаланылмайтын) автотрансформатордың орамасында оқшаулама үшін қауіпті асқын кернеулердің пайда болуын байланыстырады. Зақымдануды болдырмау үшін автотрансформаторлардың орамаларын оқшаулауды өзара автотрансформаторлық байланысы бар барлық орамдарда Орнатылатын вентильді ажыратқыштармен қорғайды. Ажыратқыштарды ажыратқыштарсыз жалғағыш шиналарға қатты қосады.

Разрядтауыштарға қызмет көрсету. Барлық кернеулердің вентильдік ажыратқыштары, әдетте, жыл бойы үнемі жұмыста болуы тиіс. Оларды мезгіл-мезгіл қарайды. Тексеру кезінде фарфор покрывкаларының, арматуралау тігістерінің және резеңке тығыздағыштардың бүтіндігіне назар аударылады. Фарфор жамылғысының беті таза болуы тиіс. Қақпақшалардың бетіндегі кір ажыратқыштың бойымен кернеудің таралуын бұрмалайды, бұл оның жабылуына әкелуі мүмкін.

Вентильді ажыратқыштардың іске қосылуын бақылауды арнайы тіркелімдер бойынша жүргізеді. Олар ретімен разрядник—жер тізбегіне

қосылады және олар арқылы регистрдің іске қосылуына әкелетін импульстік ток өтеді.

Вентильді ажыратқыштарды пайдалану барысында мегаомметрмен кедергіні, сондай-ақ түзетілген кернеу кезіндегі өткізгіштік тогының күшін өлшейді.

Вентильді ажыратқыштарды күрделі жөндеу қажеттілігін сынау және тексеру нәтижелері бойынша анықтайды.

3.9. Май толтырылған және элегазды кірмелерге қызмет көрсету

Конструкцияның ерекшеліктері. Кірмелер күштік трансформаторлар мен май реакторларының бактарына, май толтырылған ажыратқыштарға жоғары кернеуді енгізуге, сондай-ақ жабық ТҚ араластыру қабырғалары арқылы өтуге арналған.

Май толтырылған кірмелер 100...1150 кВ кернеуге және 200...2000 А токта дайындалады.

Кірмелер ток өткізгіш жүйеден, сыртқы және ішкі оқшаулаудан тұрады. Токөткізгіш енгізу жүйесі жоғарыдан контактілі қысқышы және төменнен экрандалған контактілі түйіні бар мыс түтікті білдіреді. Күштік трансформаторлардың енгізулерінде мыс құбыр арқылы әдетте ораманың иілгіш бұрылуын өткізеді.

Сыртқы оқшаулама қосқыш металл төлкеге бекітілген екі фарфорлы доңғалақтан тұрады. Ток өткізгіш құбырды, май өткізгішті және экрандарды Фарфор қаптамаларында бекіту үшін арматураланған фланецтер (ескі құрылымды кірмелерде) немесе арнайы серіппелі тартқыш құрылғы бар, ол сондай-ақ құбыр мен доңғалақ ұзындығының температуралық өзгерістері кезінде өзіндік компенсатор рөлін атқарады.

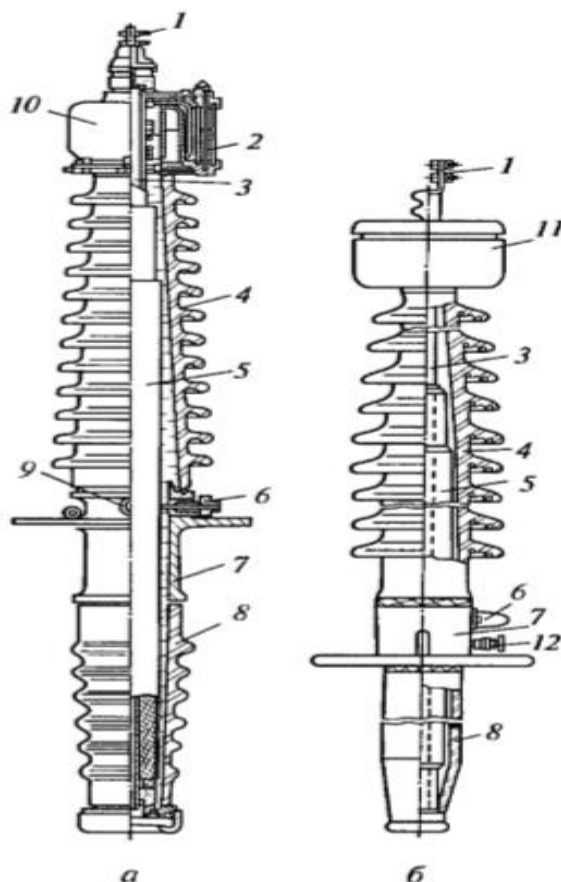
Ішкі оқшаулауды орындау бойынша кірмелерді қағаз-майлы (Б М) (сурет 18), барьерлік май (МБ) (сурет 19) қатты қағаз және элегазды.

Қағаз-майлы оқшауламасы бар кірмелерде ток өткізгіш құбырдың тікелей құбырға немесе бакелитті цилиндрге қабатпен салынған және трансформаторлық май сіңдірілген қағаз оқшаулағышы болады. Қағаз қабаттарының арасында оқшаулағыш остегі электр өрісінің кернеулігін теңестіру үшін алюминий фольгадан жасалған теңестіргіш қалаулар салынады.

Ішкі оқшаулауды қорғау тәсілі бойынша май толтырылған енгізгіштер герметикалық және герметикалық емес болып бөлінеді.

Қағаз-майлы оқшауламасы бар кірмелер бұрын герметикалық емес орындаумен (ескі құрылымды кірмелер әлі жұмыс істеп тұрған), соңғы уақытта — тек герметикалық орындаумен шығарылған. Бұл негерметичном орындалуы енгізу бар расширитель бастап майлы жапқышы және ауа кептуа кептіргішпен және май көрсеткішпен. Герметикалық орындалған енгізулерде май көлемінің температуралық өзгеруінің өтемақысы кіріске енгізілген немесе шығарылған (220 кВ және одан жоғары енгізулер үшін — 21 суреті) қысым

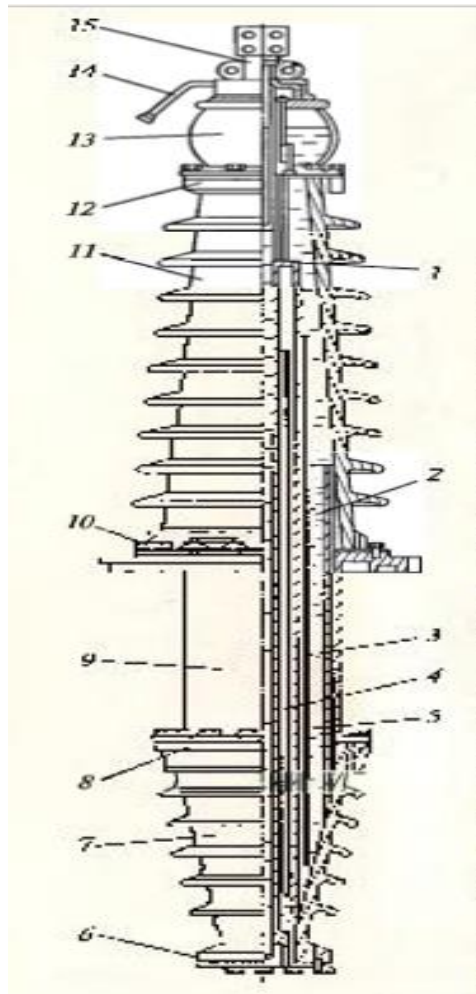
компенсаторларымен. Енгізудегі май манометрмен өлшенетін артық қысымда болады.



Сурет 19 - 110 кВ трансформаторларға арналған май толтырылған қағаз-май кірмелері: а-герметикалық емес; б — герметикалық; 1— контактілі қысқыш; 2 — май көрсеткіштері; 3— құбырлар; 4,8 — жоғарғы және төменгі фарфор қапқатары; 5—оқшаулағыш остов; 6— шықпалар; 7 — жалғағыш төлке; 9 — май іріктеу құрылғысы; 10 — май тескіш корпусы; 11-қысым компенсаторы; 12-манометрге вентиль

Қатты қағаз оқшауламасы бар кірмелердің конструкциясында (бакелит шайыры сіндірілген қағаз орамадан жасалған оқшаулағыш өзек) төменгі Фарфор қаптамасы жоқ. Мұндай енгізуді орнатқаннан кейін оның төменгі бөлігі трансформатордағы майға батырылған болады.

Май-барьерлік енгізулерде ток өткізгіш құбыр мен қосудың жерге тұйықталған бөліктері арасындағы негізгі оқшаулама трансформаторлық май қызмет етеді (қапқашаларды қосатын төлке жерге тұйықталады). Электр беріктігін арттыру үшін май аралықтары қағаз-бакелитті цилиндрлерден жасалған кедергілермен қабаттарға бөлінген. Трансформаторда орнатылатын кірмелерде күштік трансформаторы бар майдың жалпы көлемі болады. Төменгі фарфор қаптамасы жоқ.



Сурет 20 - Майбарьерлік оқшауламасы бар май толтырылған енгізу: 1— Дистанционды шайба; 2 — Жерге тұйықталған экран; 3,5 — ішкі және сыртқы цилиндрлер; 4 — қағаз оқшауламасы бар ток өткізгіш құбыр; 6, 8, 10 — фланецтер; 7 — төменгі жапқыш; 9 — жалғағыш төлке; 11—жоғарғы жапқыш; 12 — фланец;13— шыны кеңейткіш; 14-тыныс алу түтігі; 15-контактілі қысқыш

Майбарьерлік және қағаз майлы оқшауламасы бар кірмелерде кернеуді өлшеуге арналған құрал-саймандарды (ПИН) оған қосу үшін шығару болады. ПИН-ге арналған шығару енгізу қағазының соңғы қабаттарына салынатын екі арнайы оқшауланған қаптамадан жасалады. Бір қалау өлшеуіш болып табылады, ал екіншісі жалғау төлкесінің корпусына жерге қосылады. Болмауы жерге тұйықтау немесе үзілуі шығару ПИН тудырады қайта бөлу бойынша кернеу топтарына қағаз оқшаулау мүмкін, бұл, сайып келгенде, әкелуі мүмкін оның пробою. Сондықтан ПИН-ді пайдалануда қолдану кең таралған жоқ.

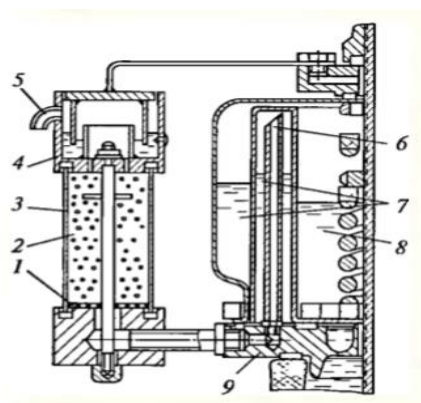
Герметикалықсыз орындалған кірмелерді маймен толтыру май тазалағыштармен қамтамасыз етіледі, май көрсеткіштері мен майды ылғалданудан және ластанудан қорғау құрылғыларымен жабдықталған. - Сур. 22 майлы бекітпесі бар май толтырылған енгізу кеңейткіші (хабарланатын

ыдыстар принципі бойынша жұмыс істейтін) және ауа тазарту сүзгісі көрсетілген.

Сүзгі корпусы силикагельмен толтырылған шыны түтік. Силикагельдің салмағы мынадай есеппен алынады: 0,5... 1 кг 1000 кг майға. Индикаторлық силикагель түтіктің жоғарғы және төменгі жағында кіру және шығу тесіктеріне жақын орналасады. Сүзгіштегі силикагельдің белсенділігі индикаторлық силикагельдің түсі көк түстен қызғылт түске қарай бақыланады. Май бекітпесіндегі майды ауыстыру кеңейткіштегі арнайы тесіктер арқылы жүргізіледі.

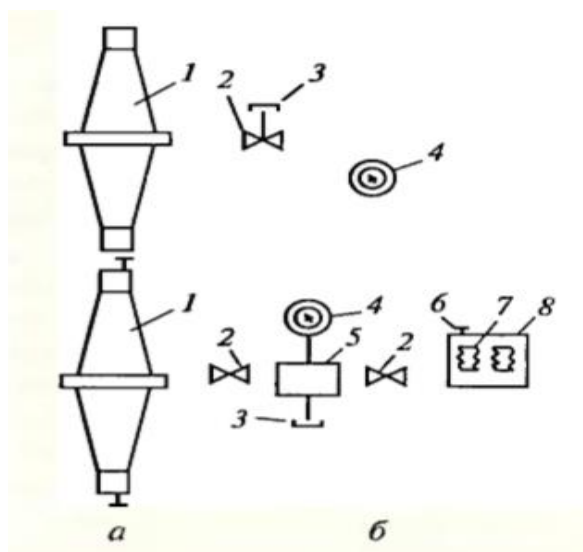


Сурет 21 - 220 кВ — қа енгізуді орнату схемасы: 7 — кіріктірілген ток трансформаторлары; 2 — резеңке нығыздау; 3 — енгізу; 4 — өтпелі фланец; 5 — қағазбакелитті цилиндр; 6 — трансформатор бағының қабырғасы; 7-орамды 220 кВ бұру



Сурет 22 - 110 кВ БМ типті май толтырылған енгізулердің басы: 7-тор; 2 — силикагель; 3 — ауа сөндіргіштің корпусы (шыныдан); 4 — ауа сөндіргіштің

майлы ысырмасы; 5 және 6 - енгізу мен ауа сөндіргіштің майлы ысырмасының тыныс алу түтіктері; 7 — бекітпедегі май; 8-трансформаторлық май; 9-науа



Сурет 23 - Орнатылған сифоны (а) және қысымның шығару бағы (б) бар герметикалық кірмелердің май жүйелерінің схемалары: 1 — енгізу; 2 — вентиль; 3 — бітеуіш; 4 — манометр; 5— төрт тесігі бар жалғастырғыш; 6 — ауа шығаруға арналған тығыны; 7— сиффон; 8-қысым бағы

Кейбір артық қысымда тұрақты болатын конденсаторлық типті герметикалық енгізулерде май көлемінің температуралық өзгеруін өтеу компенсациялық құрылғылардың (азотпен толтырылған және герметикалық дәнекерленген сиффон) көмегімен жүзеге асырылады. Сиффондар кеңейткіштерде немесе қысым бактарында орналастырылады.

23 суретте ең көп таралған герметикалық енгізулердің май жүйелерінің сұлбалары көрсетілген. Герметикалық кірмелердегі қысымды бақылау манометрлердің көмегімен жүзеге асырылады. Температураға байланысты рұқсат етілген қысым кесте бойынша анықталады. Ол графиктің жұмыс бөлігінен тыс шықпауы тиіс (0,02...0,05 МПа).

Қысымның шекті мәндерінің белгілеріне қызмет көрсетуге ыңғайлы болу үшін манометр шкалаларына салынады. Қысымның нормаланған мәндері төмендеген жағдайда енгізудегі тығыздау орнын тексеруді жүргізеді.

Май толтырылған кірмелерді тексеру. Кернеудегі кірмелерді қарау кезінде тексереді:

- кеңейткіштің май көрсеткіштері бойынша енгізудегі май деңгейі (қоршаған ауаның температурасы 20 °С кезінде май деңгейі май көрсеткіштері биіктігінің жартысында болуы тиіс);

- ауа тазалағыш сүзгідегі силикагельдің жай-күйі мен түсі;
- герметикалық кірмелердегі май қысымы;

- фарфор жапқыштарының жалғау тығынымен қосылған жерлерінде, сондай-ақ енгізудің жоғарғы бөлігіндегі жекелеген бөлшектердің қосылыстарында май ағуының болмауы;

- фарфор бетінің, жарықшақтарының және сынықтарының болмауы;

- фланецтердің және резеңке тығыздаулардың жай-күйі;

- жарықтар мен разрядтары дыбыстарының болмауы;

- контактілі қосылыстардың қызуының болмауы.

Кіrmелерді оқшаулауды бақылау (КИВ). Қағаз-май оқшаулағышы бар конденсаторлық түрдегі енгізулер майдың аз мөлшерімен толтырылады және электр өрісінің жоғары градиенттері болады. Бұл жағдайда кіrmелердің бүліну себептері әдетте қағаз оқшаулағыштың жылу тесігі болып табылады.

Зақымданулардың басым бөлігін ылғалдау және қағаз негізінің технологиялық ақаулары байланыстырады. Зақымданулардың дамуы ұзақ уақыт кезеңінде немесе одан аз болады.

Бастапқы сатыда кіrmелердің ішкі оқшауламасының зақымдануын анықтау үшін кіrmелерді оқшаулауды бақылау құрылғылары қолданылады. Әсіресе, оларды кернеуі 500 кВ және одан жоғары трансформаторлық кіrmелерді үздіксіз бақылау үшін кеңінен қолданады.

3.10. Трансформатор майын бақылау

Трансформаторлық майлардың жай-күйін сынау нәтижелері бойынша бағалайды, олар олардың көлеміне байланысты үш түрге бөлінеді: электр беріктігін сынау (сыналатын кернеуді, су құрамын және механикалық қоспаларды анықтау); қысқартылған талдау (электр беріктігін сынау, қышқыл санын анықтау, суда еритін қышқылдардың құрамын, тұтану температурасын және майдың түсін анықтау.); толық талдау (қысқартылған талдау көлемінде сынау, $\tan \delta$ диэлектрлік шығын бұрышының тангенсін анықтау-ағудың белсенді тогының сыйымдылық токқа, натр сынамасына, тотығуға, ылғал құрамына және механикалық қоспаларға қарсы тұрақтылыққа қатынасы).

Сынауға арналған май сынамасын таза құрғақ шыны литрлік тығындары бар ыдыстарға алады.

Бекітілген заттаңбаларда жабдықтың түрі, сынама алу күні мен себебі, сынама алуды жүргізген қызметкердің тегі көрсетіледі.

Майдың сынамасын алу алдында (әдетте төменгі қабаттардан) ағызу кранынан (тығындарынан) ішеді, содан кейін оны 0,5...3 л маймен (аппараттағы оның көлеміне байланысты) жуады.

Сынама алу кезінде банкаларды аппараттан екі рет маймен жуады, содан кейін мойнын тар бөлігіне дейін маймен толтырады және тығынмен жабады, содан кейін сынақтан өткізу үшін зертханаға жібереді.

Жылдың суық мезгілінде жылы үй-жайға енгізілген май салынған банктер, әдетте, олардың температурасы үй-жайдың температурасына дейін көтерілмегенше (конденсаттың пайда болуына байланысты майдың ылғалдануын болдырмау үшін) 3-4 сағат ашпайды.

Трансформаторлық майды сынаудың келесі мерзімділігі белгіленді: кернеуі 35 кВ дейінгі трансформаторды іске қосар алдында-қысқартылған талдау, 110 кВ және одан жоғары-қысқартылған талдау, tg δ және ылғал құрамын өлшеу.

110...220 кВ кернеулі трансформаторларды жұмысқа қосқаннан кейін 10 және 30 күннен кейін майды сынау қосу алдындағы көлемде, ал оларды одан әрі пайдалану кезінде — трансформаторларды жөндеу үшін белгіленген кезеңділікке сәйкес жүргізіледі.

Трансформатордағы ішкі зақымданулар әрдайым газ бөлінуімен қатар жүреді, бұл ретте оны дереу ажырату қажеттілігі туындауы мүмкін. Газ релесінде газ пайда болған кезде ақпарат алу үшін газдардың көлемін, бөліну жылдамдығын және газ қоспасының құрамын талдайды. Газдардың қысу жылдамдығы және олардың көлемі мөлшері туралы, ал кейде зақымдану сипаты туралы, газ қоспасының құрамы — оның түрі туралы алдын ала ақпарат береді.

Газ релесіндегі газдың сапасын тексерудің қарапайым тәсілі-оның иісін, түсін, жанғыштығын сынаманы арнайы іріктеусіз бағалау. Газ түсі қарау шынысы, реле, жанғыштығы арқылы краннан шығатын газ қоспасының релесін тұтату арқылы анықталады. Газ түсі оған түс беретін өлшенген бөлшектер шөгіп кетпеуі немесе майда ерімеуі үшін мүмкіндігінше тезірек анықтау қажет. Тез тұтанатын газдың қара немесе қара-көк түсі майдың термиялық ыдырауын, сары — ағаштың тұтануын, қатты иісі бар ақ-сұр тұтанбайтын газды — қағаздың ыдырауын куәландырады. Газ қоспасының анық білінетін иісі, бояуы мен жанғыштығы трансформатордың зақымдануын, ал олардың болмауы — газ релесінде ауаның болуын растайды.

Газ сапасын тексерудің келтірілген тәртібі зақымданудың болжамды түрін белгілеу үшін негіз бола алмайды, кейбір жағдайларда ол қате болуы мүмкін, сондықтан тек индикация үшін пайдаланылады.

Газ қоспасының құрамы туралы толық ақпаратты одан әрі стационарлық зертханада химиялық құрамын зерттей отырып, арнайы ыдысқа газ сынамаларын алу жолымен алады. Сынама алу кезінде газ қоспасына қоршаған ортаның ауасы түспеуі үшін оның сенімді герметизациялануын қадағалайды. Ол үшін 150...200 см² сыйымдылығы бар екі тиекті краны және қысқышы бар жалғастырушы резеңке түтігі бар аспираторлар қолданылады. Пипетканы газ сынамасын қоршаған ортаның ауасымен жанасудан кейін оқшаулауға арналған жабатын сұйықтықпен (метилоранжамен боялған ас тұзының ерітіндісі немесе глицерин ерітіндісі) толтырады. Газ сынамасын алу кезінде дәнекер ' тоқты газ релесі кранының штуцеріне кигізеді, түтіктен қысқыш алады және газ релесі мен аспиратор крандарын жүйелі түрде ашады. Пипеткаға газ келіп түскен кезде жабылатын сұйықтық ағады (сынаманы іріктеудің аяқталуы реле қарау терезесі арқылы немесе барлық пипетканы газбен толтыру бойынша белгіленеді). Іріктеу аяқталғаннан кейін аспиратор мен газ релесінің крандарын жабады, аспиратор газдың пайда болу себептерін анықтау үшін зертханаға

жібереді. Трансформаторлардың әр түрлі ішкі зақымданулары кезінде бөлінетін газдың құрамы бойынша техникалық деректер 7 кестеде келтірілген.

7 Кесте - Трансформатордың әр түрлі ішкі зақымдануларында пайда болатын газдың құрамы бойынша техникалық деректер

Газдың пайда болу себебі	Трансформатордың зақымдануы	Газ шығару сипаты	Газ қорғау жұмысы	Газ сынамасындағы компоненттердің көлемдік құрамы, %				
				Сутегі	Көмірсулар		Көміртек оксиді	Көмірқышқыл газы
					шекті	шектелмеген		
Майдағы электр доғасы	Ажыратқы штағы жабындар және орамдық тұйықталулар	Қатты шығарындылар, пайдаланылған газ құбырынан майдың жиі шығарылуы	Ажырату	40...65	0,1...5	0,1...5	0...0,2	0,1 ... 3
Электр доғасының маймен қатты оқшаулаудың ыдырауы	Ажыратқы штағы жабындар және орамдық тұйықталулар	Қатты шығарындылар, пайдаланылған газ құбырынан майдың жиі шығарылуы	Ажырату	30...65	0,5...10	0,2...5	1...25	0,2...5
Қыздыру кезінде майдың ыдырауы	Оқшаулағышпен жанаспайтын металды жергілікті қыздыру	Төмен таңдау жылдамдығы	Сигнал беру	0,5...30	3...10	0,2...10	0...0,2	0,1...2
Майдың ыдырауы және қатты оқшаулау	Оқшаулағышты жергілікті қыздыру, ішінара разрядтар	Төмен таңдау жылдамдығы	Сигнал беру	2...25	2...10	0,1...10	0,2...15	0,2...5

Бақылау сұрақтары

1. Трансформатордың магнит өткізгіші қандай функцияларды орындайды?
2. Трансформатордың магнит өткізгішін не үшін және қалай жерге қосады?
3. Трансформаторлардың орамдарына қандай талаптар қойылады?
4. Май-суыту жабдығы жұмысқа қандай ретпен енгізіледі?
5. Май трансформаторларын салқындату жүйесіне қызмет көрсету неде?
6. Резисторлары бар РПН реакторы бар РПН құрылғысы немен ерекшеленеді?
7. ПБВ және РПН құрылғыларына қызмет көрсету неде?
8. Сыртқы ауа температурасы -25°C төмен болған кезде қысқы уақытта "ДП" және "Ц" салқындату жүйелері бар трансформаторларды жұмысқа қосу мүмкін бе?
9. Трансформаторлар мен автотрансформаторларды қайта тиеуге жол беріледі ме?
10. Трансформаторлардың орамаларындағы кернеудің артуы қандай шектерде рұқсат етіледі?
11. Трансформаторларды қарау кезінде неге көңіл аудару керек?
12. Трансформатор орамдарының қосылу тобын қалай тексеруге болады?
13. Трансформаторларды фазалау қандай әдістермен орындалады?
14. Трансформаторлардың жерге қосылған нейтралдарынан қорғау қалай жүзеге асырылады?

4 Трансформаторларды жөндеу

4.1. Трансформаторлар конструкциясының ерекшеліктері

Элементтердің құрылымы. Май трансформаторлары мен автотрансформаторлар конструкцияларының негізгі элементтері магнит өткізгіш, бұру және оқшаулау элементтері бар орамдар, кеңейткіші бар бак болып табылады. Сонымен қатар трансформаторлар мен автотрансформаторлардың қосалқы құрылғылары болады: салқындату, орамдардың тармақтарын ауыстырып қосу, майды сыртқы ортаның әсерінен қорғау, бақылау және сигнал беру, сондай-ақ енгізу.

Трансформатордың магнит өткізгіші магнит жүйесінің функцияларын және оның конструкциялық және механикалық негіздерін орындайды. Магнит өткізгіштің конструкциясында магнит ағынын жүргізетін белсенді бөлік және магнит өткізгішке қажетті қаттылықты беретін және оған әр түрлі бөлшектерді орнату және бекіту үшін қалғандары болып табылатын активті емес бөлік ажыратылады.

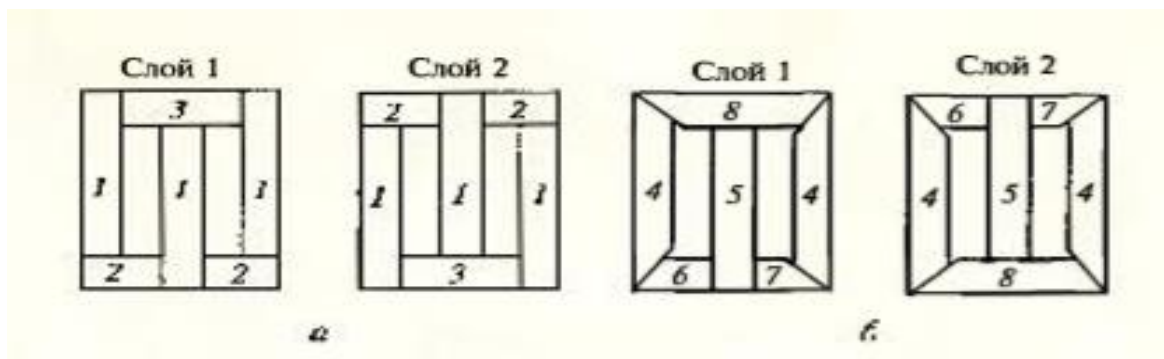
Ескі құрылым трансформаторларының белсенді бөлігі 1511, 1512, 1553 маркалы ыстықтай иленген кремнийлі электротехникалық болаттың жеке табақтарынан жиналды. Қазіргі заманғы трансформаторларда 1416, 3413 маркалы суықтай илектелген электр техникалық болат қолданылады, ол төмен меншікті жоғалтулар мен жоғары өткізгіштікке ие, бұл Болаттың индукциясын арттыруға және бос жүрістің жоғалуы мен тогын бірнеше есе азайтуға мүмкіндік берді.

Құйынды токтардан ысыраптарды төмендету үшін қалыңдығы 0,35...0,5 мм шегінде таңдалатын болат табақтары бір-бірінен ыстыққа төзімді жабындармен немесе лак пленкаларымен, немесе тағы басқалармен бір мезгілде оқшауланады. Электр оқшаулағыш жабындардың қалыңдығы 20...30 мкм орнына 4...5 мкм құрайды.

Магнит өткізгіштің магниттік тізбегі тік өзекшелерден және оларды үстіңгі және астыңғы ярмадан тұрады. Магнит өткізгішті жасау кезінде тікбұрышты пластиналар, әдетте әрқайсысы болаттың екі-үш табағынан тұратын, бір қабатты пластиналар онымен жапсарлас қабатты пластиналардың түйіспелерін жабатындай етіп жинайды (шихталайды) (24 сурет, а). Суықтай басылған болаттан жасалған магнит өткізгіште тікбұрышты пластиналардың орнына бір жағы бұрышпен кесілген пластиналар қолданылады.

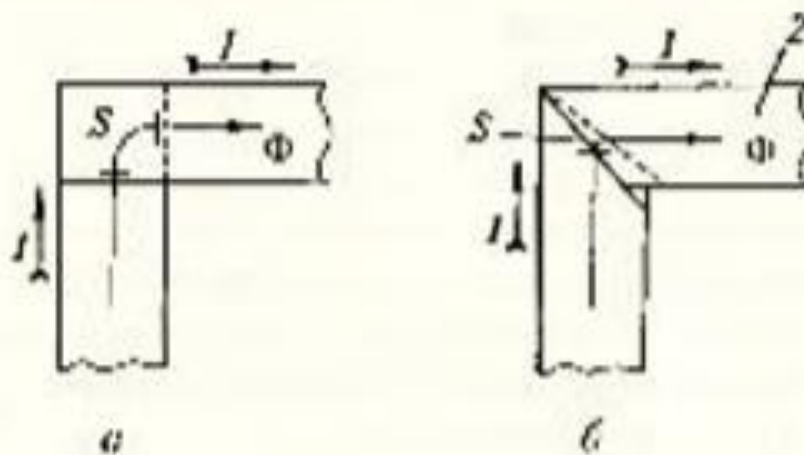
"Қиғаш түйістігі" пластиналарды шикікұрамдау (24 сурет, б) магнит өткізгіш бұрышындағы жоғалтуларды төмендетуге әкеледі, өйткені бұл ретте табакты прокаттау бағытына сәйкес келмейтін магнит ағыны жолының ұзындығы азаяды (25 сурет).

Трансформатордың жұмыс процесінде болат табақтарының бір-біріне тығыз жанасуын қамтамасыз ететін және сыртқы механикалық жүктемелерден белсенді бөлігін түсіретін бөлшектер мен тораптардан тұрады.

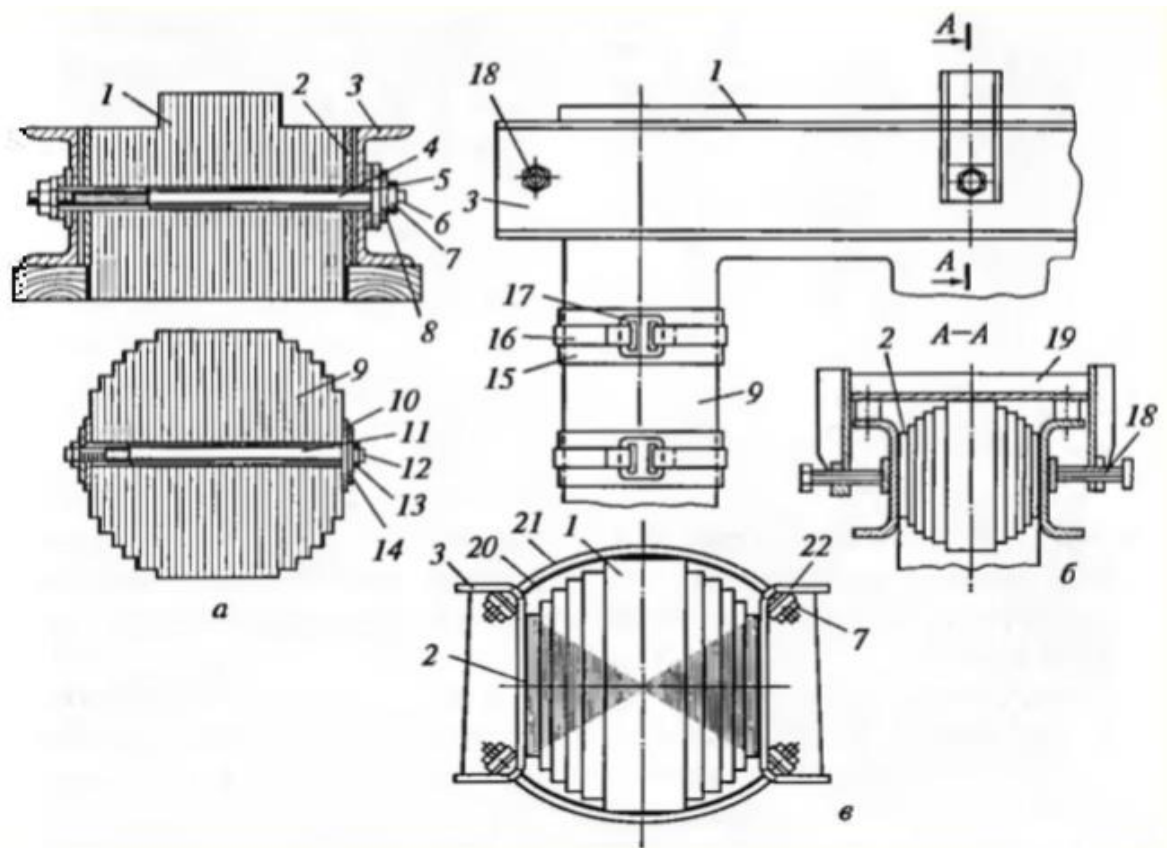


Сурет 24. Тік бұрышты пластиналардан (а) және бұрыштары кесілген пластиналардан жасалған өзектер мен ярмалардың пластиналарының кезектесуі (б): 1-8 пластиналар.

Бұрын магнит өткізгіштердің өзектері арнайы шпилькалардың көмегімен созылды (сығымдалған) (26 сурет, а) пластиналардың тұйықталуын болдырмау үшін пластиналардан мұқият оқшаулаған. Шпилькалармен престоу әдісі еңбек сыйымды және сенімсіз. Сонымен қатар, белсенді болатта тесілген шпилькаларға арналған тесіктер болаттың көлденең қималарының ауданын азайтады, бұл магнит ағынының жергілікті қоюлауына және ысыраптардың артуына әкеледі. Суық тапталған болатты қолдану арқылы бұл шығындар бірнеше есе өседі. Сондықтан көптеген трансформаторлардың магнит өткізгіштері (ал ірілері бәрі де жоқ) бандаждардың көмегімен шпилькаларды қолданбай нығыздалады (26 сурет, б және в).



Сурет 25 - Тік бұрышты пластиналардан (а) және бұрыштары кесілген пластиналардан (б) жасалған магнитті өткізгіш шихталау болаттың илемделген табақтарының бағытымен сәйкес келмейтін магнитті ағынның S жолының ұзындығы: 1 — Болат табақтарын илемдеу бағыты; 2-өзекше.



Сурет 26 - Магнит өткізгішті өтпелі шпилькалармен (а), ярм — сыртқы шпилькалармен, өзек — бандаждармен (б), ярм — жартылай бандаждармен (в) престоу тәсілдері): 1 — ярмо; 2 — картон оқшаулау; 3 — ярмалық балка; 4, 11 — қағазбакелитті түтіктер; 5,10— оқшаулағыш шайбалар; 6,12— өтпелі тартпалы шпилькалар; 7,13— гайкалар; 8,14— Болат шайбалар; 9 — магнит өткізгіш өзегі; 15 — картон бандаж астындағы оқшаулау; 16 — Болат бандаж; 17 — бандаж құлпы (оқшаулау); 18— шпилька; 19— қапсырма; 20— жартылай мандажбен картонды сыртқы оқшаулау; 21 — болат жартылай мандаж; 22 — оқшаулағыш төсем (шынытекстолит)

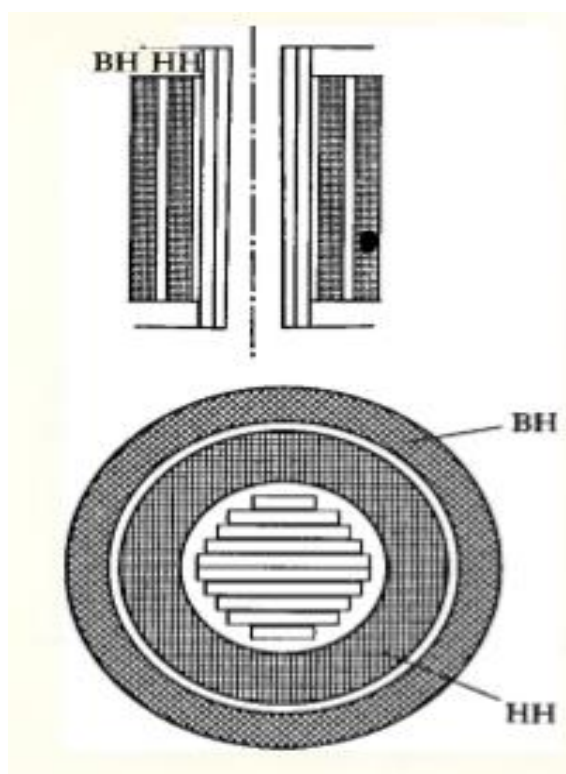
Магнит өткізгішті құрастыру кезінде құрастыру стендінде өзектер мен ярлардың Болат табақтары алдымен гидравликалық сығымдағышпен қысылады, содан кейін өзектерге 16 болат бандаждар салынады, олардың ұштары бандаж бойынша тұйық контурдың пайда болмауы үшін оқшаулағыш материалдан жасалған 7 бандаж құлпына бекітіледі. Ярманың үстінен және магнит өткізгіш терезесі арқылы өтетін 21 болат жартылай мандаждармен тартылады. Сығымдау біркелкілігіне арнайы ярмалық арқалықтарды орнату арқылы қол жеткізіледі. Ярмалық арқалықтар белсенді болаттан оқшауланады. Өзектерді престоудің қазіргі заманғы тәсілі оларды шыныдан жасалған бандаждармен тарту болып табылады.

Сыртқы механикалық жүктемелерден белсенді бөлікті түсіру үшін жоғарғы және төменгі ярмалық арқалықтарды өзара шпилькалармен немесе пластиналармен байланыстырады. Шпилькалардың (пластиналардың)

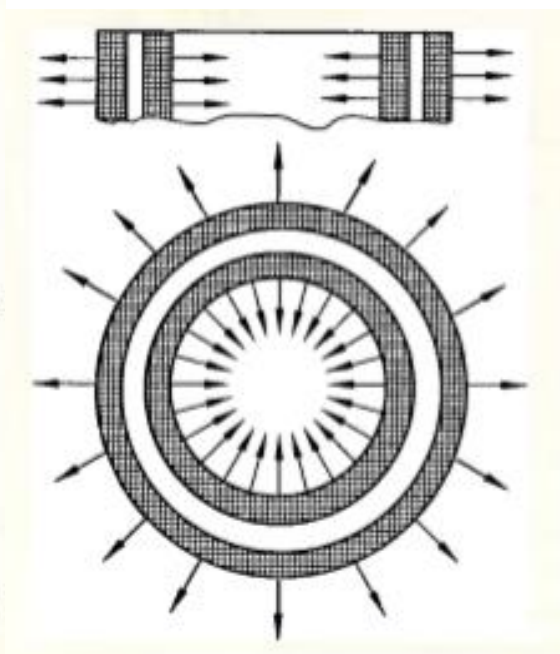
арқасында механикалық жүктемелер, мысалы, магнит өткізгішті көтеру және тасымалдау кезінде жармалы арқалықтармен қабылданады және магнит өткізгіштің белсенді бөлігіне әсер етпейді.

Трансформатордың жұмыс істеуі кезінде оның магнит өткізгіштерінің металл бөліктерінде электр заряды қойылады. Бак ішіндегі разрядтарды болдырмау үшін белсенді болат пен ярмалық арқалықтар белсенді Болаттың шеткі пакетін ярмалық арқалықпен қосатын және әрі қарай жерге қосылған Бакуге өтетін мыс лентаның көмегімен жерге тұйықталады.

Трансформаторлардың орамдары. Орташа және үлкен қуатты орамдар кәбілдік қағазбен оқшауланған тікбұрышты қималы мыс сымнан орындалады. Олар цилиндрлік пішінді және концентрациялы магнит өткізгіш өзекшелерінде орналасады (27 сурет).



Сурет 27 - Магнитөткізгіш өзекшесінде орамалардың концентрикалық орналасуы



Сурет 28 - Олардың концентрикалық орналасуы кезінде орамаға әсер ететін созатын және

Трансформаторлардың орамалары болуы тиіс:

1. электр беріктігі (әртүрлі коммутациялық және атмосфералық асқын кернеулерді ұстап тұру қабілеті);
2. термиялық беріктігі (номиналды қуатпен жұмыс істеу кезінде трансформатордың бір де бір бөлігі белгіленген нормалардан артық қызып кетпеуі тиіс);

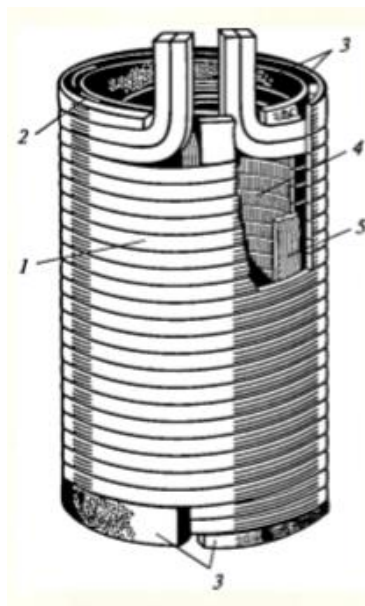
3. механикалық беріктігі (бүлінусіз және қалдық деформацияларсыз орамдарда шашыраудың магниттік өрісімен ҚТ токтарының өзара әрекеттерінен туындайтын механикалық күштерді ұстап тұру қабілеті).

Соңғы талап ҚТ токтарының концентрациялық орамалары бойынша өту кезінде олар сыртқы радиалды созуға және керісінше ішкі орамды қысуға ұмтылатын үлкен радиалды күштерді сынайды (28 сурет).

Сонымен қатар, осьтік бағытта концентрикалық орамалар да орамаларды олардың биіктігі бойынша қысатын күштерді сынайды. Симметриялы орамдарда күш аз. Бірақ симметрия болмаған кезде (ораманың біркелкі емес биіктігі және токпен орамдардың биіктігі бойынша біркелкі бөлінбеуі) қысу күші қауіпті мәндерге жетуі мүмкін. Орамдарға механикалық беріктілік беру үшін оларды радиалды бағытта ағаш тақтайшалармен, рейкалармен немесе төсемдермен тегістейді. Осьтік бағытта орамаларды престоу сақиналарымен престоиді. Престоу сақиналары орамнан оқшауланады.

Ораманың сипаты бойынша өткізгіштердің концентрикалық орамдары цилиндрлік, бұрандалы, үздіксіз спиральды және түптелген (ілмекті) болып бөлінеді.

Екі қабатты цилиндрлік орау 29 суретте көрсетілген. Оның орамдары бір-біріне тығыз қысылған. Ол қағаз-бакелит цилиндрінде оралған. 1 орамының сыртқы қабаты ішкі қабатқа төменнен өтеді. 5 букстік реекалардың көмегімен пайда болған май арнасы бар және қосымша оқшаулауды да, салқындатқыш майдың орамасына қол жеткізуді да қамтамасыз етеді. Өз конструкциялық мәліметтері бойынша орамның ҚТ токтарына тіреуі жеткіліксіз, сондықтан оны шағын қуатты трансформаторлар үшін қолданады.

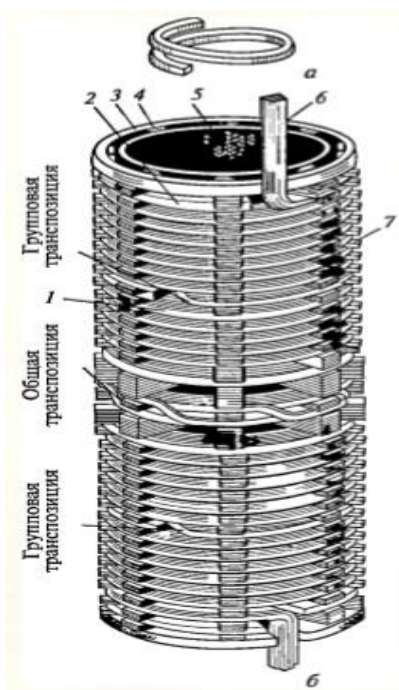


Сурет 29- Екі қабатты цилиндрлік екі параллель жетекті орау: 1 — ораманың сыртқы қабаты; 2 — салқындатқыш май арнасы; 3-ораманың шетінен қағаз — бакелитті тірек сақиналары; 4-ораманың ішкі қабаты; 5-әріпті рейка

Бұрандалы орау бір жүрісті бұранда сияқты бұрандалы сызық бойынша бірінен кейін бірі келе жатқан орамдардың қатарынан тұрады (30 суреті, а). Орамның орамалары қатты қағаз-бакелитті цилиндрге оралған. Орамдар арасында оқшаулағыш (дистанциялық) төсемдер орнатылған. Радиалды бағыттағы механикалық беріктігі орамаға оның бүкіл биіктігі бойынша өтетін ағаш тегістейтін рейкалар береді. Орамдар арасында май арналарының болуы ораманың жоғары электрлік беріктігін қамтамасыз етеді.

Бұрандалы орамдар жиі орамада бірнеше параллель сымдардан жасалады (30 сурет, б). Концентрикалық орналасқан ораудың параллель сымдары (орама осінен әртүрлі қашықтықта) әртүрлі белсенді және индуктивті кедергілерге ие болады. Параллельді сымдар арасында токтың біркелкі таралуы үшін олардың кедергілері транспозициямен теңестіріледі, яғни сымдарды ауыстырып салу, нәтижесінде сым әр түрлі жағдайға ие болады. Бұрандалы орамада әдетте бір ортақ және екі топтық транспозиция жасалады.

Үздіксіз спиральді катушкалы орау спираль бойынша оралған тізбектелген дискілердің (катушкалардың) қатарынан жасалады (31 сурет). Сымның бір катушкадан екінші катушкаға ауысуы оның бүтіндігін бұзбай, дәнекерлемей орындалады. Катушкалардың арасында электр картоннан жасалған төсемдер орнатылады. Орама жоғары электр және механикалық беріктігі, жақсы салқындату бар. Ол кернеуі 220 кВ дейінгі трансформаторларда қолданылады.

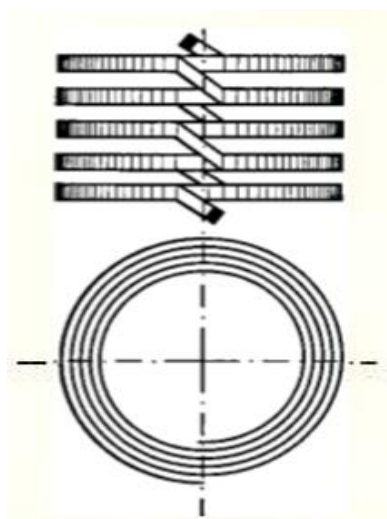


Сурет 30 - Бұрандалы бір жүрісті орау: а - бір сымнан оралған орама; б — сегіз параллель сымнан жасалған орама; 1 — орамның орамасы; 2 — сегмент; 3 — шеткі тірек сақинасы; 4 — букстік рейка; 5-қағаз — бакелитті цилиндр; 6- ораманың өткізгіштерін шығару; 7-оқшаулағыш төсемдер

Тоқылған орама кернеуі 500 кВ және одан жоғары трансформаторларда қолданылады. Оны орау процесінде аралас катушкалардың (секциялардың) орамалары өзара түптеледі, бұл оқшаулаудың импульстік беріктігінің қажетті деңгейін және ҚТ кезіндегі орамалардың жоғары динамикалық тұрақтылығын қамтамасыз етеді.

Орамдарды бұру. Трансформаторлардың кернеуі реттеу тармақтарын орамнан ауыстырып қосуды реттейді. Тарамдарды орамаларды дайындау кезінде орындайды. Тарамдар ораманың сыртқы жағынан орналасқан кезде оларды орамның орамдары сияқты сымнан жасалған ілмектер түрінде орындайды. Ішкі тармақтаулар орам сымдарына дәнекерленетін таспалы Мыстың жолақтарынан орындалады. Тармақталу иілгіш мыс сымынан және мыс өзекшелерден дайындалатын бұрулардың көмегімен трансформаторлардың ауыстырып қосқыштарымен және кірмелерімен жалғанады. Бұрулар бактан, ярмалық Арқалықтардан, орамалардан және басқа да бұрғыштардан сенімді оқшауланады. Жөндеу кезінде жерге қосылған бөліктерден және жеке орамнан бұрудың белгіленген арақашықтығын бұзуға жол берілмейді.

Оқшаулау. Оқшаулама май трансформаторлары құрылымының маңызды элементі болып табылады. Трансформатордың ішкі және сыртқы оқшауламасы бар. Ішкі оқшаулама (бактағы ток өткізгіш бөліктерді оқшаулау) басты оқшаулауға — орамаларды жерге қосылған бөліктерден және басқа орамдардан оқшаулау; бойлық оқшаулама — бір орамадағы орамалар, қабаттар және орауыштар арасындағы оқшаулау; бұрмалар мен ауыстырып қосқыштарды оқшаулау болып бөлінеді.



Сурет 31 - Үздіксіз спиральды орау

Орамның басты оқшауламасы конструкциясының бір нұсқасы 32 суретте көрсетілген. Орамдарды магнит өткізгіш өзекшелерінен оқшаулау, сондай-ақ орамдар арасындағы оқшаулау оқшаулағыш цилиндрлердің, қалқалардың, кергіштер мен шайбалардың көмегімен орындалады, олардың арасындағы

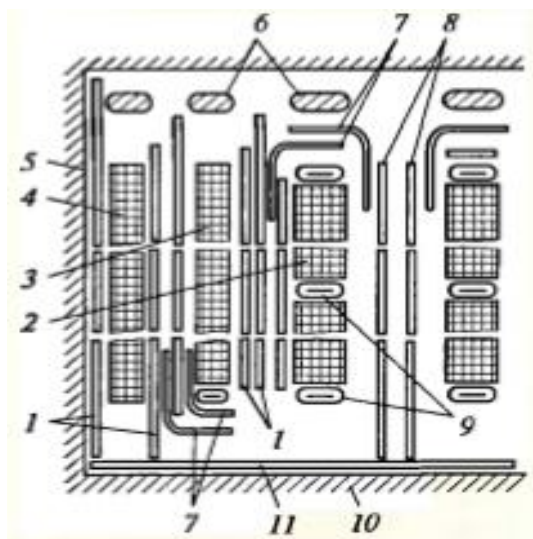
аралықтар маймен толтырылған. Қатты және сұйық диэлектриктердің ауысуы оқшаулаудың электрлік беріктігін арттырады. Цилиндрлер орамалардың үстінен шығып тұрады, бұл өзекке орамдан цилиндрлердің беті бойынша және орамалар арасындағы разрядтарды болдырмайды.

Орамдарды ярмадан оқшаулау 7 бұрыштық шайбалармен күшейтіледі. Фазааралық оқшаулама ретінде электр картоннан жасалған 8 қалқалар қолданылды.

Орамдар арасындағы орамалардың ұзына бойы оқшаулауы орам сымның өзін оқшаулаумен қамтамасыз етіледі. Бұл оқшаулауды күшейту фазалық орамдардың катушкаларының кіріс орамдарында ғана жүргізіледі.

Қабатаралық оқшаулау кәбілдік қағаздан, электр картоннан немесе май каналының орамалары арасында қалдыру жолымен орындалады.

Құлақаралық оқшаулау электр картонды шайбалар мен радиалды май арналарының көмегімен орындалады.

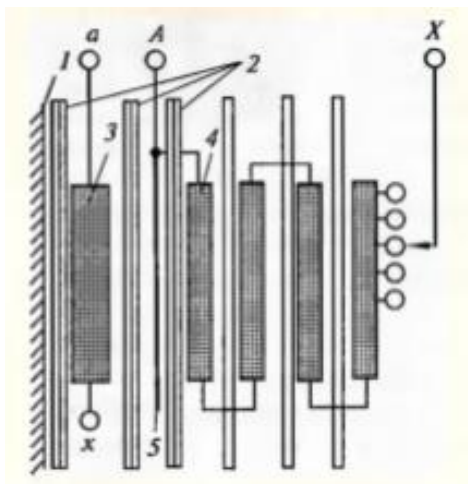


Сурет 32 - Кернеуі 220 кВ трансформатордың басты оқшауламасы: 1— оқшаулағыш цилиндрлер; 2 — ВН орау; 3 — СН орау; 4 — НН орау; 5 — магнит өткізгіш өзегі; 6 — сығымдағыш сақина; 7 — бұрыштық шайбалар; 8 — фаза аралық қалқалар; 9 — сыйымдылық сақина; 10 — ярмо; 11 - ярмалық барьер.

Трансформатордың сыртқы оқшаулағышына сыртқы оқшаулағыштар жатады: су және ауа аралықтары, кірмелерді бір-бірінен және трансформатордың Жерге тұйықталған бөліктерінен бөліп тұратын.

Трансформаторлардың орамдарын атмосфералық асқын кернеулерден қорғау сыйымдылықты қорғаудың түрлі құрылғыларымен орындалады. Мұндай құрылғыларға экрандар, сыйымдылық сақиналар және экрандау орамдары жатады. Экрандар (магнитті емес металдан жасалған тұйықталмаған

цилиндрлер) ВН орамасының ішкі қабатына төселеді және желілік кіріске қосылады (33 сурет).

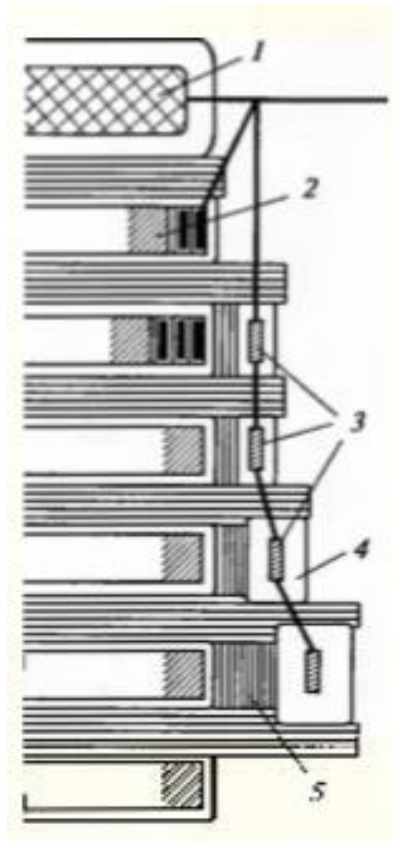


Сурет 33 - Кернеуі 35 кВ орамаларды сыйымдылықты қорғау схемасы: 1— өзекше; 2 — оқшаулағыш цилиндрлер; 3 — НН орау; 4 — ВН орау; 5-экрандар

Экрандармен кернеуі 35 кВ және одан төмен трансформаторлар жабдықталады. 110...220 кВ кернеулі трансформаторлар 34 суретте көрсетілген сыйымдылық қорғаныс құрылғысы болады. Сұлбаға орамның шетінен орналасқан тұйықталмаған металл оқшауланған сақина және бірнеше тұйықталмаған экрандаушы орамдар кіреді. Экрандаушы орамдар сыйымдылық сақинамен электрлік жалғанады және Ораманың желілік енгізуіне жалғанады. Экрандаушы орамдар мен сақиналардың электрлік сыйымдылықтары импульстік кернеудің бастапқы таралуын орау бойынша теңестіруге және оның бірінші орамдары мен секцияларының оқшауламасына аса кернеулердің қауіпті әсерлерін болдырмауға мүмкіндік береді.

Май трансформаторының бағы. Бак ішінде белсенді бөлік орнатылатын резервуар болып табылады. Қуаттылығы аз және орташа трансформаторлардың бактары жоғарыдан қақпақпен жабылады. Қақпағы кірмелерді, кеңейткішті, шығатын құбырларды, бақылау-сигналдық және басқа құрылғыларды орнатуға негіз болады, кейбір конструкцияларда қақпақтарға белсенді бөлік механикалық түрде бекітіледі. Бұл жағдайда жөндеу кезінде белсенді бөлік бактан қақпақпен бірге көтеріледі. Осыдан кейін Судан кірмелерден және сым ауыстырып қосқыштан ажыратылады, ал қақпақ белсенді бөліктен бөлінеді.

Белсенді бөлігі 25 т астам қазіргі заманғы трансформаторлар төменгі бұрандамалы ажыратқышы бар қоңырау түріндегі бактармен жасалады. Ажыратқыш бак екі бөлікке бөлінеді: төменгі-науа және жоғарғы-қоңырау. Төменгі бөлігінде трансформатордың белсенді бөлігі орнатылады. Жоғарғы (көтеру) бөлігі темір жол арқылы тасымалдау ерекшеліктерін ескере отырып орындалады.



Сурет 34 - Кернеуі 220 кВ орамаларды сыйымдылықты қорғау схемасы: 1 — сыйымдылық сақинасы; 2 — орау; 3 — экрандаушы орамдар; 4— экрандаушы орамдарды оқшаулау; 5-май арналарын құрайтын оқшаулау төсемдері.

Төменгі ажыратқышы бар бак конструкциясы қоңырау алған кезде белсенді бөлікті көтеруді қоспағанда, Трансформатордың белсенді бөлігіне қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

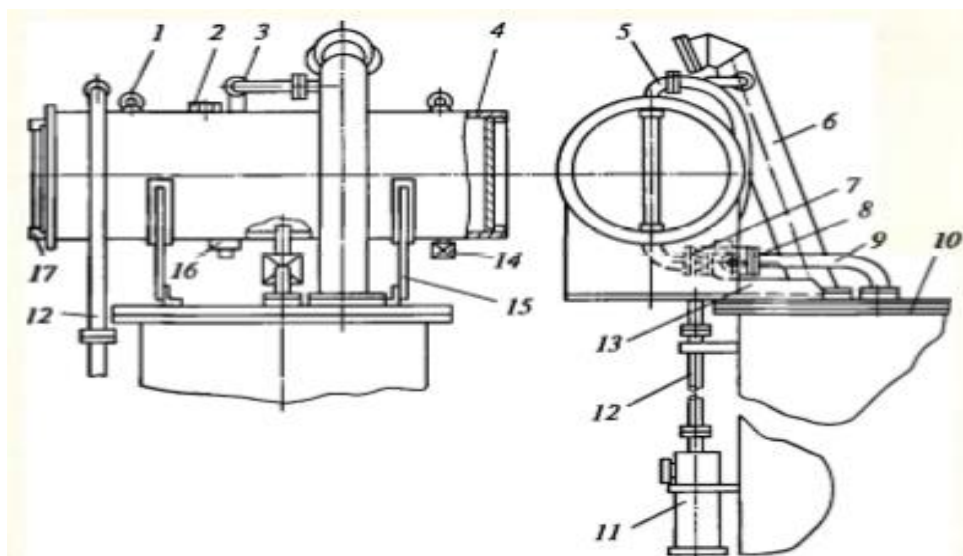
Ағытпадағы, сондай-ақ кірмелерді орнату, суыту жүйесі құбырлары мен басқа да жабдықтардың қосылу орындарында бактың герметикалығы резеңке төсемдермен қамтамасыз етіледі.

Монтаж және жөндеу кезінде трансформатордың қозғалуы үшін бактың төменгі бөлігі айналмалы катоктары бар кареткамен жабдықталады. Сондай-ақ ілмектерді, арқандарды және т.б бекітуге арналған құлақшалар қарастырылған.

Үстіңгі жағында қақпақта немесе қоңырауда фланецті қосылыстардың көмегімен кеңейткіш және пайдаланылған құбыр орнатылады.

Кеңейткіш. Кеңейткіш (35 сурет) келте құбырмен трансформатордың бағымен жалғанады және температураның ауытқуы салдарынан май көлемінің өзгеруі кезінде оның майымен толтырылуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, кеңейткіші бар трансформатор ауамен жанасатын майдың ашық бетінің аз ауданы бар, бұл майдың тотығу, ылғалдану және ластану дәрежесін азайтады.

Трансформатордағы және салқындату жүйесіндегі май көлемінің 9,5-10% - ын құрайды.



Сурет 35 - Трансформатордың кеңейткіші және шығарынды құбыры: 1— кеңейткішті көтеруге арналған сақина; 2 — тығын; 3 — газ шығару құбыры; 4 — кеңейткіш; 5 — ауа кептіргішті қосуға арналған келтеқұбыр; 6 — шығарғыш құбыр; 7— жазық экран; 8— газ релесі; 9— май құбыры; 10— бактың қақпағы; 11 — ауа кептіргіш; 12 — ауа кептіргішті қосуға арналған құбыр; 13 — бекіткіш бұрыштар; 14 — кеңейткішке май құю және түсіруге арналған вентиль; 15 — тірек пластиналар; 16 — тұндырғыш; 17— май көрсеткіштері

Ішкі кеңейткіштің атмосферамен қатынасы 11 ауа кептіргішпен аяқталатын 12 құбыр арқылы жүзеге асырылады. Кеңейткішке су және майға түсетін жауын-шашын жиналатын 16 тұндырғыш дәнекерленген. Кеңейткіш газдарды бұру үшін қоңыраудың жоғары орналасқан нүктелері бар газ бұру құбырларымен байланысты, олар сонда жиналуы мүмкін.

Сонымен қатар, газдардың қысылуы, сонымен қатар май деңгейінің төмендеуімен қатар, ішкі зақымдануларға әсер ететін 8 газ релесі орнатылады. Газ релесі екі типті қолданылады: қалқан және тостаған.

Трансформатордың зақымдануы және өрт пайда болуы кезінде кеңейткіштен бакке қарай өтетін май құбырын жылдам жабу қажеттілігі пайда болады. Ол үшін май құбырына арнайы автоматты клапан салынады. Ол серіппенің әсерінен кеңейткіштен май өту үшін тесікті жабады. Клапаны электромагнитпен басқарылады, оны орамаға ішкі зақымданудан релелік қорғаныс іске қосылған кезде жедел ток беріледі (35 суретте клапан көрсетілмеген).

Шығарынды (сақтандырғыш) құбыр. Бак қақпағында орналасқан шығарғыш трансформатордың ішіндегі ірі зақымданулар кезінде газ қарқынды бөлінгенде оны ажыратудан қорғайды. Шығарынды құбырдың жоғарғы ұшы шыныдан немесе мыс фольгадан жасалған диафрагмамен герметикалық

жабылады. Газ жарылу қауіпі бар бөлінулерде диафрагма бактағы қысым төмендейді, бұл оны деформациялаудан қорғайды. Шығарынды құбырдың жоғарғы қуысы мен кеңейткіштегі май бетінің үстіндегі әуе кеңістігі өзара түтікпен жалғанған. Бұл қалыпты пайдалану жағдайларында май көлемінің өзгеруі кезінде диафрагманың екі жағынан қысымды теңестіру үшін қажет.

Шығарынды құбырдың орнына қазіргі уақытта трансформатор бағының жоғарғы бөлігіне орнатылатын механикалық серіппелі сақтандырғыш клапандар қолданылады. Клапан бактағы қысым 80 кПа дейін көтерілген кезде іске қосылады және 35 кПа төмен қысым кезінде жабылады. Бакта екі және одан да көп клапандар орнатылады.

Кеңейткіш 17 май көрсеткішімен жабдықталады, ал қуаты 10 МВ А және одан жоғары трансформаторлар, сонымен қатар майдың төмен деңгейдегі релесі.

Майкөрсеткіш. Трансформатордағы май деңгейін бақылау үшін май көрсеткіштері қызмет етеді. Аралас ыдыстар принципі бойынша жұмыс істейтін жазық және түтік тәрізді шыны май көрсеткіштері қолданылады. Май көрсеткіштері шкаласында -45, +15 және +40 °С температурада жұмыс істемейтін трансформатордағы майдың деңгейіне сәйкес келетін үш бақылау тәуекелі салынады. Май көрсеткішінің кеңейткіште май бетінде орналасқан қалтасы бар. Қалташаның сыртта тұрған май көрсеткішімен байланысы екі тұрақты магнит арқылы жүзеге асырылады, олардың біреуі бағыттамамен қатты байланысты, ал екіншісі — қалтқышы бар иінтіректер жүйесімен. Магниттер кеңейткіштің Болат түбінде кесілген терезені герметикалық жабатын жұқа магнитті емес пластинамен өзара бөлінген. Магниттер бір-бірімен магнитті емес пластина арқылы өзара іс-қимыл жасайды, ол қалақшаның жағдайына байланысты сол бұрышқа бұрылады.

Май көрсеткішінің корпусына трансформатордағы май деңгейінің жол берілмейтін төмендеуі жағдайында сигнал беретін арнайы герметикалық байланыс (геркон) орнатылған.

Трансформатордың ішкі зақымдануына әсер ететін газдық релесі трансформатордың бағымен қосатын құбырға қосылады.

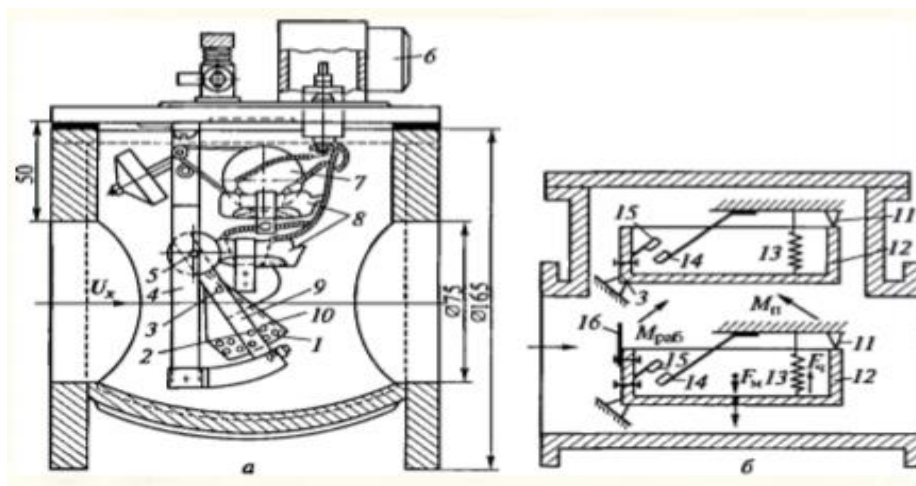
Газ релесі. Газдық реле конструкциясы әсер ететін элементтердің орындалу принципімен ерекшеленетін үш түрі бар: қалақ, шыныаяқ немесе қалақ түрінде.

Қалақты реле (36сурет, а) 1 бұрылыс қалағы бар, ол қозғалыстағы май мен газдың әсерінен бұрылады. Бұл ретте қалақпен байланысты сынап байланыстары 8 трансформаторды ажыратуға импульсті басу арқылы тұйықталады. Төменгі қалақша қозғалатын май мен газдың әсерінен жабық және май деңгейінің қауіпті төмендеуі кезінде жұмыс істеуге арналған.

Тостаған тәрізді реле (36 сурет, б) төменгі және жоғарғы тостағандарда орналасқан 14 жылжымалы байланыстары бар. Қозғалатын май мен газдың әсерінен бұрылғанда олар қозғалмайтын контактілермен тұйықталады. 13 серіппелері 14 және 15 контактілердің тұйықталуына қарсы тұр. Май болмаған

кезде M_p серіппесінің сәті $M_{раб}$ шыныаяқының жұмыс сәтін еңсереді және байланыстар шайылады. Шыныаяқтарда май болған кезде тостағанында $M_{раб}$ азаяды, M_p одан да артық $M_{раб}$ ($M_{раб} > M_p$) шыныаяқ түсіріледі және өз байланыстарын тұйықтайды.

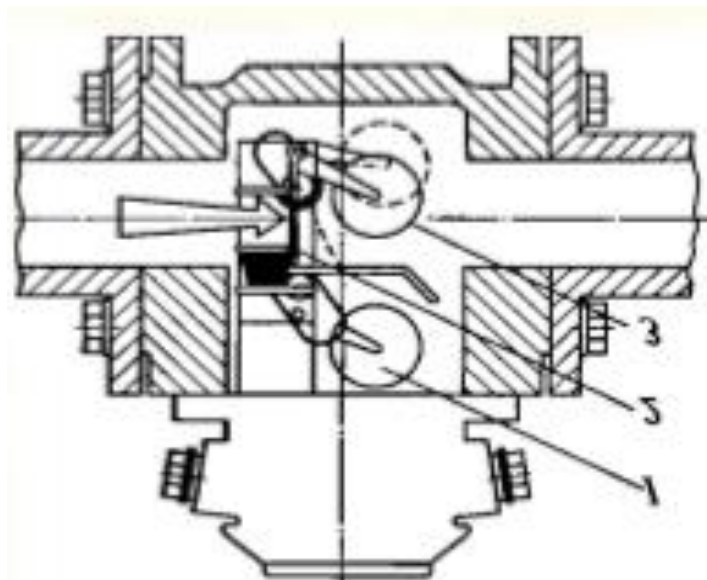
Газ тәріздес дауыл кезінде май ағыны 16 қалақты бұрады және түйіспелерді тұйықтайды.



Сурет 36 - Газ релесі құрылғысы:

а — қалақты; б — тостаған тәрізді; 1 — бұрылмалы қалақ; 2 — қалақтың орналасуын бекітуге арналған штифт; 3 — қалақтың осі; 4 — тіреуіш; 5 — раманың осі; 6 — реле шықпаларына арналған қорап; 7 — сигналдық қалақ; 8 — сынап байланыстары; 9 — рамка; 10 — қалақтың көлбеуін реттеуге арналған тесік; 11 — тостағандардың қозғалысын шектейтін тіректер; 12 — тостаған тәрізді элемент; 13 — серіппелер; 14 — жылжымалы контактілер; 15 — қозғалмайтын байланыстар; 16 — қалақ; M_p -серіппе моменті; $M_{раб}$ - жұмыс моменті; $F_{ч}$ және F_m — шыныаяқ пен майдың салмағы.

Балқыма релесі (37 сурет) сигналдық және екі ажыратқыш элементі бар. Сигналдық элемент 1 шар тәрізді пластмасса қалтқымен басқарылады. 3 төменгі қалақшадан басқа ажыратқыш элемент май мен май газ қоспасына көлденең орнатылған 2 пластинадан тұрады. Сигналдық және ажыратқыш элементтердің контактілік жүйесі магнитті басқарылатын геркондардың көмегімен орындалған, олардың тұйықталуы оларға қалтқыштармен және айналмалы пластинамен тасымалданатын тұрақты магниттердің әсер етуі кезінде болады. Ажыратқыш элементте тұрақты магнитті 0,65..1..1,5 м/с іске қосу жылдамдығының қондырғыларына сәйкес келетін үш жағдайдың бірінде орнатуға болады. 1,25 еселігі кезінде жұмыс істеу уақыты 0,15 с аспайды; 1,5 еселігі кезінде-0,1 с аспайды.



Сурет 37- BF 80/Q релесі: 1 және 3-қалақшалар; 2-пластина

Трансформация коэффициенті (РПН) бойынша реттеумен трансформаторда РПН құрылғысын оның бағының ішіндегі зақымданулардан қорғау үшін ағынды деп аталатын URF 25/10 типті газ релесі қолданылады. Бұл реледе BF80 / Q типті реледегі май-газ қоспасы ағынының көлденең орнатылған бұрылыс пластинасы реакция органы болып табылатын бір ажыратқыш элемент болады. Реле іске қосылған кезде бұрылмалы пластина қолмен қайтарылғанға дейін іске қосылған күйде тіркеледі, ол үшін реле жұмысқа қабілеттілігін сынау үшін қызмет ететін құрылғы қарастырылған.

4.2. Жөндеудің түрлері мен кезеңділігі

Отандық трансформаторлар конструкциясы бойынша қарапайым және жұмыста сенімді. Жабдықтың басқа түрлерімен салыстырғанда олардың үлестік зақымдануы елеусіз. Бірақ ақаулықтарды жою және авариялардың алдын алу үшін трансформаторлар мерзімді түрде ағымдағы және күрделі жөндеуге шығарылады.

Ағымдағы жөндеу. Ағымдағы жөндеу көлеміне сыртқы тексеру, тазалау, анықталған ақауларды жою кіреді. Бұл ретте крандардың тығыздалу жағдайын, салқындату жүйесін, май көрсеткішінің жұмысын, газ қорғанысының жұмысын, салқындату және өрт сөндіру жүйесінің автоматты құрылғыларының жұмысын тексереді. Кеңейткіштің тұндырғышынан май түсетін ылғал мен жауын-шашын түседі. Бұдан басқа, ағымдағы жөндеу барысында ауа тазартқышта, адсорбциялық және термосифонды сүзгілерде силикагельдің ылғалдану дәрежесін тексереді; егер қызғылт түсті дәннің басым массасында силикагельді ауыстырады; ауа кептіргіштің май қақпағында май алмастырады; трансформатордан және май толтырылған кірмелерден майдың сынамасын

алады; кернеуді реттеу құрылғыларының жұмысын тексереді және азот қорғау жүйесін қарайды.

Трансформаторлардың ағымдағы жөндеуі кезінде әдетте орамдардың оқшаулама кедергісін өлшейді және R60/R15 қатынасын анықтайды. Өлшеулер 2500 В кернеуге мегомметрдің көмегімен орындалады. Оқшаулама кедергісін және абсорбция коэффициентін өлшеу үшін Ф4102М/2, Ф4108/1,2, ЭЖО202/2 типті мегомметрлерді қолдану ұсынылады, олар тиісінше 15 және 10% өлшеу кезінде қателігі болады.

Станциялар мен қосалқы станциялардың бас трансформаторларын, өзіндік қажеттіліктегі негізгі және резервтік трансформаторларын ағымдағы жөндеу, егер көрсетілген трансформаторлар РПН жабдықталса, жылына кемінде бір рет, РПН болмаған кезде — екі жылда кемінде бір рет орындалады. Трансформаторды ағымдағы жөндеу кезінде тораптар мен бөлшектердің ең аз санын ауыстырады.

Күрделі жөндеу. Күрделі жөндеу кезінде трансформаторды ашуды жүргізеді, оның барлық тораптарын мұқият тексереді және жөндейді және сынауды толық көлемде жүргізеді.

Пайдалану жағдайында ірі трансформаторларды күрделі жөндеу құрал-саймандық құрама конструкцияларды қолдана отырып, орнату орнында, тарату құрылғыларына жақын салынатын трансформаторлық мұнараларда, трансформаторлар орнатылған жерден кірме жолдары бар электр станцияларының машина залының жөндеу алаңдарында жүргізіледі. Шағын қуатты трансформаторлар электр станциялары мен электр желілерінің электр цехтарының шеберханаларында, ал ірі трансформаторлар — энергия жүйелері зауыттарында жөнделеді. Мысалы, РЭТО Мосэнерго зауыты жыл сайын 250 ірі жоғары вольтты трансформаторларды (зауыт цехында) жөндейді.

Жөндеуге арналған үй-жайлар, сондай-ақ уақытша салынатын жабындар трансформаторларды шаң мен атмосфералық жауын-шашынның түсуінен сенімді қорғауы тиіс.

Такелаждық жұмыстарды орындау жөндеушілерден ерекше білім мен дағдыларды талап етеді. Сондықтан трансформаторды жөндеу алаңына жеткізуді, кірмелерді алуды, белсенді бөлікті көтеруді және жекелеген бөлшектер мен тораптарды ауыстыруды такелажшы мамандарға тапсырады.

Электр станциялары мен қосалқы станциялардың бас трансформаторларын, электр станцияларының өзіндік мұқтаждықтарының негізгі трансформаторларын күрделі жөндеуді: бірінші рет — профилактикалық сынақтардың нәтижелерін ескере отырып, пайдалануға енгізілгеннен кейін сегіз жылдан кешіктірмей, ал одан әрі — трансформатордың техникалық жай-күйіне байланысты қажеттілігіне қарай жүргізеді.

8, 9 және 10-кестелерде трансформаторларды жөндеу үшін қажетті механизмдер мен құралдардың тізімі келтірілген.

8 Кесте - Күштік трансформаторларды жөндеуге арналған механизмдерге орташа қажеттілік.

Механизмдер атауы	Трансформаторларды жөндеу кезіндегі механизмдердің орташа қажеттілігі, келесі кернеулер болғанда		
	110кВ	220кВ	500-750кВ
7т. жүк көтергіштігі, жебесі 11 м. кем емес бар автокран	1	1	1
Трактор С-100	1	1	1
Бульдозер С-100 (күрегі бар)	1	1	1
d19...21мм диаметрі бар арқанмен жиынтықтағы электролебедка (5т.)	-	1	1
электролебедка (3т.)	1	-	-
Гидравликалық домкраттар (50т.)	6	8	16
Тіректі (реечный) домкрат (3...5т.)	2	2	2
Жүк массасына байланысты трейлер	1	1	1
Трансформаторды дайындауға арналған құрылғылар			
Цеолитті қондырғысы	1	1	1
«Суховей» құрғату қондырғысы	-	1	1
Өнімділігі 3000 л/сағ Центрифуга	1	1	-
Жууға арналған өнімділігі 3000 л/сағ сүзгі-пресс	1	1	1
Электр май жылытқышы	1	1	1
18000 л/сағ өнімділігі бар электр май сорғы	1	1	1
Қолмен май сорғыш	1	1	1
Вакумды сорғыш	1	1	1
Газсыздандыру қондырғысы (қажет болған жағдайда)	-	1	1
Электр жылу ауа үрлеуші (18кВт)	2	4	6

9 Кесте - Жөндеу кезінде бір трансформаторға арналған айлабұйымдарға, құрал-саймандарға және инвентарға орташа қажеттілік.

Атауы	Трансформаторларды жөндеу кезіндегі орташа қажеттілік келесі кернеулер болғанда		
	110кВ	220кВ	500-750кВ
Жүк көтергіш механизмдер			
Трансформаторларды тасымалдауға арналған шана, жиынтық	1	1	1
Строп d 13...17, l=12м, дана	1	1	1
Строп d 13...17, l=5м, дана	1	2	3
Строп d 13...19, l=3м, дана	1	1	-
Строп d 21...24, l=3м, дана	-	2	2
Строп d 24...26, l=16м, дана	-	-	2
Строп d 28...32, l=16м, дана	2	2	2
d 30...100 белсенді бөлікті көтеруге арналған болат біліктер, жиынтық	1	1	1
Жүк көтергіштігі 3 т талрептер, дана	2	2	2
Домкраттар (трансформатордың массасына байланысты), жиынтық	1	1	1
Инструменттер			
Орамаларды қысуға арналған арнайы кілттер, дана	1	1	1
10-12 мм гайка кілттерінің жиынтығы, жиынтық	1	1	1
Тартпалы болттарды тартуға арналған шеткі кілттер	1	1	1
Тұтқасы 800 мм дейін бір жақты 27 мм гайкалық кілттер, дана	5	7	15
Газдық кілттер №5, дана	2	1	1
Газдық кілттер №6, дана	1	2	2
Керн d 20мм, l=250...300мм, дана	1	1	1
Электр дрель, дана	1	1	1
Бұрғы d 5...25мм, жиынтық	1	1	1
Бұрауыштар әртүрлі, жиынтық	1	2	3
Болат метр, дана	1	2	2
Метчик М8ден М16ге дейін, жиынтық	1	1	1
Конустық оправкалар 15...20мм, дана	6	10	15
d 300мм дейін резеңке төсемдерді кесуге	1	1	1

арналған арнайы циркуль, дана			
5..6 кг салмағы бар кувалда, дана	1	2	3
1кг салмағы бар слесарлық балғалар, дана	3	5	5
Пассатижи, плоскогубцы, круглогубцы және т.б.	4	6	8
Кескіш станоктар, дана	2	3	3
Сынық, ара, балта, жиынтық	1	1	2
Пышақ кенептері (полотна ножовочные), дана	10	15	15
Қысқыштары бар Слесарлық жұмыс орны	1	1	1
Құрал-саймандар			
Трансформатордың айналасындағы лесалар, жиынтық	1	1	1
110кВ енгізуге арналған металл орындық, жиынтық	1	1	1
220...750 кВ енгізуге арналған металл орындық, жиынтық	-	1	1
Домкраттарға арналған болат тақталар 500x500x20, жиынтық	1	1	1
Домкраттарға арналған көтергіш қапсырма, жиынтық	1	1	1
Шелектер, суарғыштар, қылтаяқшалар, жиынтық	1	1	1

4.3. Трансформаторларды жөндеу үшін шарттары

Ашық трансформатордың оқшауламасы қоршаған ауадан ылғал сіңіру нәтижесінде ылғалданады. Егер Трансформатордың белсенді бөлігінің температурасы қоршаған ауа температурасынан төмен болса, онда ауаның салыстырмалы суық белсенді бөлігімен жанасқан кезде ылғалдың бетіне конденсацияланады және оқшаулағышпен сіңеді. Жөндеу кезінде оқшаулаудың ылғалдануын болдырмау және трансформаторды кептірмей жұмысқа қосу үшін, оның белсенді бөлігін тексеру және жөндеуді құрғақ ауа райында жүргізу қажет. Бұл ретте белсенді бөлікті кернеуі 35 кВ дейінгі трансформаторлар үшін кемінде 24 сағ және кернеуі 10...500 кВ трансформаторлар үшін 16 сағ салыстырмалы ылғалдылығы 75% кем емес ауада ұстауға рұқсат етіледі.

Уақытты есептеу маймен тасымалданатын трансформаторлар үшін майды ағызу басталғаннан бастап, қақпақты ашудан немесе майсыз тасымалданатын трансформаторлар үшін кез келген бітеуішті ашудан жүргізіледі.

10 Кесте - Кернеуі 6...10/0,4 кВ және 35/6...10 кВ күштік трансформаторларын жөндеу шеберханасының технологиялық жабдығы жиынтығының ең аз құрамы

Атауы	Саны, дана
1 және 2 габаритті трансформаторларды құрастыруға және бөлшектеуге арналған жұмыс орны	2
Доғалық дәнекерлеуге арналған қондырғы дәнекерлеушінің үстелі	1
Кіrmелерді жөндеуге арналған дәнекерлеу түзеткіші	2
Кіrmелерді жарықтардың бар-жоғын тексеруге арналған зертханалық термостат	1
Кіrmелерді саңылаусыздыққа сынауға арналған стенд	1
РЛП дәнекерлеу бұрмалар үшін трансформатор	1
Кіrmелердің герметикалығын тексеруге арналған қол сорғысы	1
Глетті қыздыратын муфельді пеш	1
Қайрау-тегістеу екі жақты станок (шеңбер диаметрі 150 мм)	1
Электрокартонды фрезерлеуге арналған станок	1
Оқшаулау мен рейкаларды дәнекерлеуге арналған қондырғы трансформаторлар	1
Алынатын бөлшектерді кептіруге арналған кептіргіш пеш	1
Екі жұмыс орнына арналған слесарлық жұмыс орны майды қалпына келтіруге арналған қондырғы сепаратор	1
Өнімділігі 3 м/сағ сорғы сүзгі-пресс	1
Орау станогы (жоспар-жуғыштың диаметрі 620 мм)	1
Иінді пресс картон кесу станогы	1
Оқшаулауды кесуге және рельстерді құрастыруға арналған үстел	1
Тік бұрғылау машинасы (ең үлкен бұрғылау диаметрі 35 мм)	1
1 және 2 габаритті трансформаторларды құрастыруға және бөлшектеуге арналған жұмыс орны	1
Доғалық дәнекерлеуге арналған қондырғы дәнекерлеушінің үстелі	1
Кіrmелерді жөндеуге арналған дәнекерлеу түзеткіші үстел	1
Кіrmелерді жарықтардың бар-жоғын тексеруге арналған зертханалық термостат	1
Кіrmелерді саңылаусыздыққа сынауға арналған стенд	1

Егер қоршаған ортаның табиғи жағдайлары осы талаптардың орындалуын қамтамасыз етпесе, онда трансформаторды ашу кейінге қалдырылады немесе белсенді бөлігі қоршаған ауаның температурасынан 10...15 °С асатын

температураға дейін қызады. Ауа райы жаңбырлы болған жағдайда, ауа температурасы сыртқы ауа температурасынан кемінде 10 °С жоғары болатын үй-жайда тексеру жүргізіледі. Ауадағы белсенді бөліктің болу уақыты ұлғайтылуы мүмкін (көрсетілгендермен салыстырғанда екі еседен артық емес), бірақ бұл ретте қоршаған ауаның температурасы 0 °С — тан жоғары, салыстырмалы ылғалдылығы-70% - дан кем емес, ал белсенді бөліктің температурасы қоршаған ауаның температурасынан кемінде 10 °С-тан аспауы тиіс. Егер ауада белсенді бөліктің болуы неғұрлым ұзақ болса, оқшаулау сипаттамаларын өлшеу нәтижелері бойынша қажеттілігі белгіленетін оқшаулауды бақылау кептіру немесе кептіру талап етіледі.

4.4. Кернеуі 110 кВ және одан жоғары трансформаторларды күрделі жөндеу кезінде орындалатын жұмыстар

Трансформатордың белсенді бөлігін бөлшектемей күрделі жөндеу. Жөндеудің бұл түрі мынадай жұмыс түрлерін қамтиды: қосалқы жабдықты бөлшектеу, бактың алмалы-салмалы бөлігін (қоңырау) немесе қақпақты және белсенді бөлігін көтеру (бактың жоғарғы ажыратқышы бар трансформаторларда) және оларды жөндеу алаңына орнату, белсенді бөлігін қарау және жөндеу, қосалқы жабдықты қарау және жөндеу, белсенді бөлікті оқшаулауды бақылау кептіру немесе кептіру, сынау.

Белсенді бөлікті бөлшектемей жөндеу келесі ретпен орындалады:

1. белсенді бөлікті тексеру кезінде және бактың алмалы-салмалы бөлігінде жұмыс жүргізу кезінде ыңғайлы және қауіпсіз жағдайларды қамтамасыз ететін уақытша стеллаждар орнатылады;

2. ЕВ-3, ПКВ-7 немесе ПКВ-8 аспабымен $\Delta C / C$ қатынасын өлшейді;

3. қол жетімді ярманың тартпалы шпилькаларының тартылуын, бұруларды, тосқауылдарды, ауыстырып қосқыштарды және белсенді бөліктің басқа да элементтерінің бекітілуін тексереді. Байқалған әлсіреулер гайкаларды тарту арқылы жояды;

4. орамалардың осьтік престеу бұрандалары мен домкраттарының тартылуын тексереді. Ішкі орамалардың домкраттарын созу кезінде қажет болған жағдайда сыртқы орамалардың нығыздаушы бұрандаларын созуға кедергі келтіретін бұрауға рұқсат етіледі. Бұл бұрандалар сыртқы орамаларды престеу кезінде тартылады. Бұрандалар мен домкраттарды тарту барлық шеңбері бойынша біркелкі жүргізіледі, тартылуын тексереді, бұрылыстардың Ажырайтын қосылыстарын тартады, контргайкаларды тартады;

5. остовтың нығыздау жағдайын тексереді және қажет болған жағдайда ярмды нығыздау жүргізеді. Қызып кету, кенжардың және шлак түзілу орындарын анықтайды. Тартпалы шпилькалардың (жартылайпандаждардың) ақаулы оқшауламасын ауыстырады, белсенді Болат пластиналарының бұзылған қаңылтыраралық оқшауламасын конденсаторлық қағазбен немесе бакелитті лакпен қол жетімді жерлерде қалпына келтіреді. Забойларды түзетеді және шлак түзілуін жояды;

6. орамалардың, бұрулардың, ауыстырып қосқыштардың, цилиндрлердің, кірмелердің және басқа да оқшаулағыш элементтердің қол жетімді бөліктерінің оқшаулануын қарайды. Электр разрядтары іздерінің болуын анықтайды, оқшаулаудың түсі мен механикалық беріктігін тексереді және трансформаторды одан әрі пайдалану туралы шешім қабылдайды. Байқалған зақымдарды жояды;

7. ауыстырып-қосқыштардың қол жетімді контактілік беттерінің жай-күйін қарайды, түйіспелі беттен қиыстырып тастайды немесе контактілерді ауыстырады;

8. белсенді бөлікті сызбаға сәйкес жерге тұйықтау схемасын тексереді және кедергіні өлшейді: белсенді болат пен ярмалық арқалықтарға қатысты ярмның тартпалы шпилекшелерінің, бандаждары мен жартылай бандастарының оқшаулауы; белсенді болат пен ярмалық арқалықтарға қатысты нығыздаушы сақиналарды оқшаулау; белсенді болатқа қатысты ярмалық арқалықтарды оқшаулау; орамаларға және белсенді болатқа қатысты электростатикалық экрандарды оқшаулау (егер конструкцияда көзделсе). Экрандардың жерге тұйықтау шиналары арасындағы шынжырдың жарамдылығын тексереді, жерге орнатады және экрандардың жерге тұйықталуын бекітеді;

9. белсенді бөлікті түсіру немесе бактың жоғарғы бөлігін орнату алдында ревизия соңында $\Delta C / C$ қатынасын өлшейді;

10. ыстық трансформаторлық май ағынының белсенді бөлігін жуады, ол қойылатын талаптарға сәйкес болуы тиіс;

11. бак түбінен май қалдықтарын алып тастайды, бактың қол жетімді ішкі бөліктерін жуады және тазалайды;

12. белсенді бөліктегі жұмыстармен қатар трансформатордың негізгі сыртқы құрамдас бөліктерін: қақпақты, бак, кеңейткішті, сақтандырғыш құрылғыларды, кірмелерді, салқындату жүйесін жөндейді.

Күрделі жөндеуден кейін жүргізілетін ауыстырусыз оқшаулау және орамдарды, өлшейді оқшаулау кедергісі трансформатордың орамдарын анықтайды қатынасы R60 /R15. Өлшеуді 2500 в мегомметрмен орындайды. 20 °C температурада кернеуі 110 кВ дейінгі майлы трансформаторлар үшін R60 оқшаулама кедергісінің рұқсат етілген ең аз мәні 600 МОм кем емес, ал R60/R15 қатынасы 1,3 кем емес болуы тиіс. Көп номиналды кернеуге арналған трансформаторлар үшін кедергі нормаланбайды, бірақ өлшеу нәтижелерін кешенді қарау кезінде ескеріледі.

2 және 50 Гц жиілігі кезінде орамдардың сыйымдылығын өлшейді және C2/C50 және $\Delta C / C$ қатынасын анықтайды...20°C температурада 500 кВ C2/C50 қатынасының мәні 1,2%— дан кем, $\Delta C / C$ қатынасы 12% — дан кем, ал $\Delta C / C$ қатынастарының жөндеу соңында және басында өлшенген және бір температураға келтірілген өсуі-4% - дан кем болуы тиіс.

Айнымалы ток көпірінің көмегімен трансформатордың tg 5 орамын өлшейді. Номиналды кернеуі 110...150 кВ трансформаторлар үшін 20 °C температурада tg 5 мәні 2,5% кем болмауы тиіс.

Бақылау сұрақтары

1. Жөндеу үшін трансформаторларды ашу шарттары қандай?
2. Трансформаторды күрделі жөндеу кезіндегі негізгі жұмыс түрлерін атаңыз.
3. Трансформатордың басты оқшауламасының одан әрі пайдалануға жарамдылығы туралы қандай белгілер бойынша сотталады?
4. Трансформаторлардың орамдарын қандай жағдайларда және қалай престейді?
5. Қалай оқшаулауды стяжных шпилькаларды магнитөткізгіштер?
6. Магнит өткізгіштің болат престоу деңгейін қалай тексеруге болады?
7. Трансформаторды бақылау кептіру немен тұрады?
8. Трансформаторды күрделі жөндеу кезінде сынау көлеміне не кіреді?

- 1 Жәнібеков Ж. Электрмонтер - Астана: Фолиант, 2010. - 408 бет.
- 2 Абрамов В. Д., Хомяков М.В. Эксплуатация изоляторов высокого напряжения. — М.: Энергия, 1976.
- 3 Азбукин Ю. И., Аврух В.Ю. Модернизация турбогенераторов. — М.: Энергии, 1980.
- 4 Андреев П. Е., Сметков Ю.А. Тепловизионное обследование вводов // Электрические станции. — 1999. — № 4.
- 5 Афанасьев В. В., Вишневский Ю.И. Воздушные выключатели. — Л.: Энергоиздат, 1981.
- 7 Афанасьев В. В., Якунин З. Н. Приводы к выключателям и разъединителям высокого напряжения. — Л.: Энергоатомиздат, 1982.
- 8 Афанасьев В. В., Якунин П.Н. Разъединители. — Л.: Энергии, 1979.
- 9 Балыбердин П.С., Галанов В. И., Шершнев Ю.А. Комбинированная установка «Управляемый выпрямитель для плавки гололеда — статический тиристорный компенсатор» // Электрические станции. — 1993. —
- 10 Безчастнов Т.А. Об устройствах контроля изоляции обмоток статоров турбогенераторов // Электрические станции. — 1998. — № 7.
- 11 Белецкий О. В., Лезнов С. И., Фипатов А.А. Обслуживание электрических подстанций. — М.: Энергия, 1980.
- 12 Борин В. Н., Вариводов В. Н., Чемерис Н. С. Современное состояние и перспективы создание элегазовых КРУЭ на напряжение 110 кВ и выше // Новые комплектные электротехнические устройства. — М.: МДНТП, 1990.
- 13 Гуресборф В. В., Муретов Н. С. ТЭУА ВНИИЭ. Вып. 10. — М.: Госэнергоиздат, 1960.
- 14 Вдовико В. П., Овсянников А.Т., Поспепов А.П. Диагностика электрической изоляции высоковольтного оборудования под рабочим напряжением // Энергетик. — 1995. — № 10.
- 15 Тазанов В. П., Спирин М. В., Тураев В.А. Ультразвуковой метод контроля фарфоровой изоляции воздушной линий электропередачи 35-220 кВ // Энергетик. — 2000. — №4.
- 16 Гамус И. М., Цветов И.М. Воздухоприготовительные установки для воздушных выключателей. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Энергоатомиздат, 1985.
- 17 Глебов И. А., Данипевич Я.Б. Диагностика турбогенераторов. — Л.: Наука, 1989.
- 18 Гловацкий В.Т., Кузнецов А. П., Аронсон В.И. Применение фиксирующих индикаторов для определения места повреждения в электрических сетях // Электрические станции. — 1985. — № 10
- 19 Гловацкий В.Т., Кузнецов А. П., Аронсон В.И. Применение фиксирующих индикаторов для определения места повреждения в электрических

- сетях // Электрические станции. — 1985. — № 10
- 20 Толунов А. М., Сеценко Н.С. Охлаждающие устройства масляных трансформаторов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергия, 1976.
 - 21 Дикой В. П., Овсянников А. Е. Электромагнитная аэроинспекция воздушных линий электропередачи // Электрические станции. — 1999. — № 3.
 - 22 Дорошев К.Н. Эксплуатация комплектных распределительных устройств 6-220 кВ. — М.: Энергоатомиздат, 1987.
 - 23 Иванов Н. А., Лернер Н. М., Рябцев Ю.И. Справочник по монтажу распределительных устройств выше 1 кВ на электростанциях и подстанциях. — М.: Энергоатомиздат, 1987.
 - 24 Изменение свойств трансформаторного масла Т-750 в высоковольтных герметичных вводах в процессе эксплуатации / Б.В. Ванин, Ю. Н. Львов, Н.А. Нисарева и др. // Электрические станции. — 1995. — № 3.
 - 25 Инструкция по определению степени обугливания древесины опор ВЛ прибором типа ЦД- 1 конструкции ЦВЛ Мосэнерго. — М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1970.
 - 26 Инструкция по плавке гололеда на ВЛ 6 - 500 кВ. — М.: ОРГРЭС, 1988.
 - 27 Инструкция по эксплуатации силовых трансформаторов напряжением 110-750 кВ. — М.: Союзэнерго, 1986.
 - 28 Инструкция по эксплуатации силовых кабельных линий. Ч. 1. Кабельные линии напряжением до 35 кВ. — М.: СПО «Союзтехэнерго», 1980.
 - 29 Инструкция по эксплуатации силовых кабельных линий. Ч. 2. Кабельные линии напряжением 110 - 500 кВ. — М.: СНО «Союзтехэнерго», 1980.
 - 30 Инструкция по эксплуатации трансформаторов. — М.: СПО ОРГРЭС, 1976.
 - 31 Комплектные электротехнические устройства. — М.: Энергоатомиздат, 1999.
 - 32 Коптев А.А. Электромонтер оперативно-выездной бригады подстанций. — М.: Высш. шк., 1988.
 - 33 Коротков Г. С., Членов М.Я. Ремонт оборудования и аппаратуры распределительных устройств. — М.: Высш. шк., 1990.
 - 34 Коршунов С. Е., Лернер Н. М., Синцов Т.Н. Справочник по монтажу силового и вспомогательного оборудования на электростанциях и подстанциях. — М.: Энергоатомиздат, 1993.
 - 35 Коструба С.Л. Измерение электрических параметров земли и заземляющих устройств. — М.: Энергоатомиздат, 1983.
 - 36 Кочкин В. И., Шакарян Ю.Г. Режимы работы управляемых линий электропередачи // Электричество. — 1997 — № 9.
 - 37 Кужеков С. Л., Синельников В.Я. Защита шин электростанций и подстанций. — М.: Энергоатомиздат, 1983