Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі
«Кәсіпқор» холдингі» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

**Ш.Ж. ИСАХАНОВА, Д.С. ДАЙЫРМАНОВА,
Г.Б. АКЫЛБАЕВА, М.Е. АМАНКУЛОВ**

ЭЛЕКТР ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕСІ ЖӘНЕ ЭЛЕКТР ЖЕЛІСІ

0901000 – «Электр станциялары мен желілерінің электр жабдықтары (түрлері бойынша)» мамандығы бойынша техникалық және кәсіптік, орта білімнен кейінгі білім беру жүйесіне арналған, өзектілендірілген үлгілік оқу жоспарлары мен бағдарламалары бойынша оқу құралы ретінде әзірленді

Нұр-Сұлтан, 2019

ӘОЖ 621.3 (075)
КБЖ 31.261 я 73
Э 46

Электр жабдықтау жүйесі және электр желісі: Оқу құралы / Д.С.Дайырманова, Г.Б.Акылбаева, Ш.Ж.Исаханова, М.Е.Аманкулов. – Нұр-Сұлтан: «Кәсіпқор» холдингі» коммерциялық емес акционерлік қоғамы, 2019 ж.

ISBN 978-601-333-753-1

Оқу құралы 0901000 – «Электр станциялары мен желілерінің электр жабдықтары (түрлері бойынша)» мамандығы бойынша өзектілендірілген үлгілік оқу жоспарына сәйкес құрастырылған, КМ-11 «Энергия жүйелерінің электр желілерінің конфигурациясын орнату және таңдау» кәсіби модульдің оқыту нәтижелеріне бағытталған және оны зерттеуге қажетті оқу материалдарын қамтиды, техникалық және кәсіптік білім беру студенттеріне арналған.

Оқу құралында - электр желілеріне қойылатын талаптар, әуе, кабель желілері мен құрылымдардың негізгі элементтері, кабельдерді төсеу және оларды таңбалау, үлгілік электр сұлбалары, параметрлері, сымдар қимасы мен кабель тарамдары, кернеу шығыны бойынша электр тораптары мен механикалық есептеу, қуаттылық шығыны, жай және күрделі тұйық желілерді есептеу, аудандық және жергілікті электр желілерін есептеу әдістері, қуаты 10000 кВт-қа дейін кернеу 35 кВ-ға дейінгі екі орамды трансформаторларды техникалық бақылау, 500 кВ-қа дейінгі тұрақты және айнымалы ток электр машиналарының орауыштары мен орамдарын жөндеу, тазарту, жөндеу, қызмет көрсету, комплекті тарату қондырғының, кірменің ток өткізгіш бөліктерін қалайымен өңдеу туралы мәліметтер берілген.

ӘОЖ 621.3 (075)
КБЖ 31.261 я 73

Рецензенттер:

– Алматы мемлекеттік энергетика және электрондық технологиялар колледжі «Энергетика» бейіні бойынша оқу-әдістемелік бірлестік»;

– «Тау-кен өндіруші және тау-кен металлургиялық кәсіпорындардың республикалық қауымдастығы» ЗТБ.

«Оқулық» Республикалық ғылыми-практикалық орталығымен ұсынылған

© КеАҚ Холдинг «Кәсіпқор», 2019

Мазмұны

Кіріспе……..... 4

I Тарау.Электр беру желісінің электр жабдықтарын таңдауды жүргізу..... 6

1.1. Электр тораптарына қойылатын талап..... 6

1.2. Әуе желісі мен кабельдік желілердің қызметі мен құрылысы 9

1.3. Кабельдерді төсеу және оларды таңбалау тәсілдері..... 19

1.4. Энерго жүйелері электр желілерінің үлгілік электр сұлбалары..... 33

1.5. Электр желілері элементтерінің параметрлері..... 41

1.6. Сымдар қимасы мен кабель тарамдары..... 44

1.7. Максималды шығындар уақыты бойынша энергия шығындарын анықтау..... 48

II Тарау. Электр желісін есептеуді жүргізу..... 50

2.1. Кернеу шығыны бойынша электр тораптарын есептеу әдістемесі... 50

2.2. Кернеу шығыны бойынша электр тораптарын есептеу..... 64

2.3. Әуе электр беру желілерін механикалық есептеу..... 66

2.4. Электр желісінің элементтеріндегі қуаттылық шығындары..... 69

2.5. Жай және күрделі тұйық желілерді есептеу..... 87

2.6. Аудандық және жергілікті электр желілерін есептеу әдістері..... 96

III Тарау. Жабдықтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын жүргізу..... 99

3.1. Қуаты 10 000 кВт-қа дейін кернеу 35 кВ-ға дейінгі екі орамды трансформаторларды техникалық бақылау..... 99

3.2. 500 кВ-қа дейінгі тұрақты және айнымалы ток электр машиналарының орауыштары мен орамдарын жөндеу. 108

3.3. Май тазарту аппаратурасын пайдалану – жөндеу, қызмет көрсету..... 117

3.4 Компектті тарату қондырғының жылжымалы камерасының жұмысын тексеру..... 120

3.5. Кірменің ток өткізгіш бөліктерін қалайымен өңдеу..... 128

Қорытынды..... 131

Глоссарий..... 132

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі..... 136

КІРІСПЕ

Электр тораптары белгілі бір аумақта жұмыс істейтін электр тарату әуе және кабель желілерінің және қосалқы станциялардың жиынтығын білдіреді.

Ол әр түрлі тұтыну режимдерінде тұтынушылардағы электр қабылдағыштардың қысқыштарында және тораптың әр түрлі нүктелерінде берілген кернеу деңгейлерінің рұқсат етілген ауытқулары шегінде ұстап тұруға қатысады, қуат көздерін резервте сақтауға және тұтынушыларды үздіксіз электрмен жабдықтауды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл функцияларды орындау үшін желілер өз құрамында әуе және кабельдік электр беру желілерін, әртүрлі ток құбырларын, трансформаторлық қосалқы станцияларды, тарату құрылғылары мен коммутациялық пункттерді, реактивті қуатты генерациялайтын қондырғыларды және кернеуді реттеу құралдарын қамтиды. Электр энергиясын түрлендіруге және таратуға арналған электр қондырғысы электр қосалқы станция деп аталады. Электр энергиясын таратуға арналған электр қондырғыларын электр беру желілері (ЭТЖ) деп атайды. Энергетикалық жүйе электр энергиясын өндіру, беру және пайдалану процесінің ортақтығымен байланысты электр станцияларының, электр желілерінің және электр тұтынушылардың жиынтығын білдіреді. Кейбір электр станцияларында электр энергиясы ғана емес, жылу энергиясы да өндіріледі, сондықтан энергия жүйесі жылуды өндіру, тарату және пайдалану қондырғыларын да қамтиды. Энергожүйенің электр бөлігін электр жүйесі деп атайды. Электр жүйелерінің қоректену көздері — электр станциялары. Электр станцияларының негізгі түрлері гидроэлектрлік, жылу және атом электр станциялары болып табылады. Су электр станцияларында өзеннің су ағынының механикалық энергиясы-гидравликалық энергия. Жылу электр станцияларында көмір, шымтезек, мұнай, газ, сланец және отынның басқа да түрлері жанған кезде бөлінетін энергия электр энергиясына айналады. Атом электр станцияларында отын ретінде ядролық жанармай қолданылады. Тұтынушыларды электрмен жабдықтау үшін 500-800 МВт блоктары бар қуаты 6000 МВт электр станциялары енгізіледі. Уақытша электрмен жабдықтау үшін резерв ретінде газ турбиналы электр станциялары, дизельді, энергия пойыздары және т.б. қолданылады. Сонымен қатар, жел энергиясын, құйылулар мен құйылуларды, вулкандар мен гейзерлерді, гелиоэнергияны және т.б. кеңінен пайдалану мүмкіндіктері зерттеледі. Электр станцияларындағы электр энергиясының генераторлары мен электр қабылдағыштардың арасында электр энергиясын энергияның басқа түрлеріне түрлендіретін тұтынушыларда инженерлік құрылыстардың күрделі кешені — электр тораптары бар. Ұсынылып отырғанқұралдың электр тораптары бойынша мазмұны келесі.

Энергетикалық жүйелер туралы мәліметтерді, энергия жүйелерінің электр желілеріндегі электр жүктемелірн анықтау әдістерін, кабельдердің, арматураның және олардың аппараттарының міндеті мен құрылымын, электр

тарату әуе және кабель желілерінің құрылымын, электр желілерінің электр сұлбалары, жобалау негіздері, электрмен жабдықтау үздіксіздігі мен жұмыс режимінің қажетті деңгейі бойынша электр энергиясын қабылдағыштардың жіктемесін,кернеу шығыны бойынша электр тораптарын есептеу әдістемесін, қыздыру және тоқтың экономикалық тығыздығы бойынша өткізгіш қимасын есептеу кіреді. Оқу құралы 0901000– «Электр станциялары мен желілерінің электр жабдықтары (түрлері бойынша)» мамандығы бойынша өзектілендірілген үлгілік оқу жоспарына сәйкес құрастырылған, КМ-11 «Энергия жүйелерінің электр желілерінің конфигурациясын орнату және таңдау» кәсіби модульдің оқыту нәтижелеріне бағытталған және оны зерттеуге қажетті оқу материалдарын қамтиды, техникалық және кәсіптік білім беру студенттеріне арналған. Оқу құралында оқу нәтижелерін бағалау үшін оқу материалын тексеру және бекіту сұрақтары қарастырылған:

1 Тарау. Электр беру желісінің электр жабдықтарын таңдауды жүргізу

1.1. Электр тораптарына қойылатын талап

Электр торабы - электр энергиясын беру және тарату үшін арналған электр жүйесінің элементтері. Электр торабы электр тарату желілерінен, қосалқы станциялардан,тарату пункттері және коммутациялық аппараттардан тұрады.

Электр желілері бірқатар көрсеткіштерге сәйкес жіктеледі, олардың негізгісі: құрылымдылық орындалуы, ток түрі, номиналды кернеу, желінің міндеті, желі сұлбасының конфигурациясы.

Құрылымдылық орындалуына сәйкес әуе, кабельдік желілер мен ішке төселетін сымдарға бөлінеді.

Әуе желісі - оқшауланбаған сымдардан жасалып, оқшаулағыштар көмегі арқылы тіректерге ілінеді.

Кабель өзара және қоршаған ортадан оқшауланған сымдар жүйесі. Кабель желілері әдетте жерге төселеді;бұның **артықшылығы** қауіпсіздік, төсем аумақтарын қысқарту **кемшілігі** – бағасы жоғары, пайдалану барысында пайда болған зақымдалуды жою қиындықтықтары мен дайындалу күрделігі. Ішкі тоқ өткізгіш сымдар оқшауланған болып келеді. Ішкі сымдарды оқшаулағыштарға немесе қабырғалар бойындағы құбырларға, ғимараттардың төбелеріне, ішкі қабырғаларғам және арнайы шиналар арқылы төселеді.

Тоқтың түрі бойынша айнымалы және тұрақты ток тораптары болып бөлінеді. Негізінен айнымалы ток желілері үшфазалы болып келеді. Тұрақты ток тораптары қазіргі уақытта өнеркәсіптік кәсіпорындар тораптары үшін сирек орындалады (мысалы, электролиз цехтарында, алюминий зауыттарында).

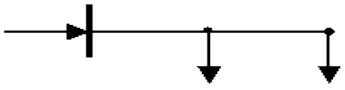
Кернеу бойынша электр тораптары төмен вольтты (1000 В дейін) және жоғары вольтты (1000 В жоғары) бөлінеді.

Міндеттері бойынша коректендіруші және таратушы торапқа бөлінеді. Тарату пунктің немесе қосалқы станциясын коректендіретін торапты коректендіруші деп атайды.

Таратушы торап деп бірнеше трансформаторлық қосалқы станцияларды немесе тұтынушылардың электр қондырғыларын кірмелерін коректендіретін торап .

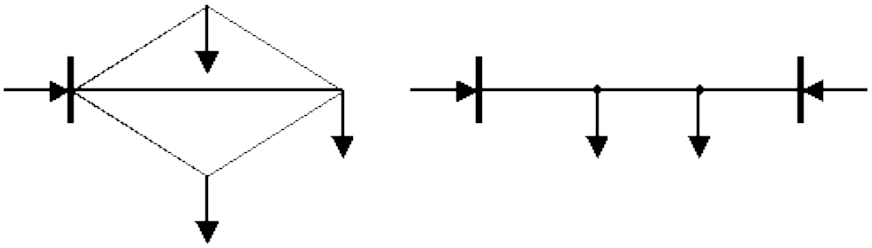
Конфигурация бойынша- торапты ашық (ажыратылған) және тұйықталған деп бөледі.

Ашық тораптарда электр энергиясын тек қана бір жағынан алуға болатын жүктемелер желісі сурет 1.



Сурет1.Бір жақты коректендіру сұлбасы

Тұйықталған тораптарда тұтынушыларды кемінде екі жағынан электрмен жабдықтауды жүзеге асыруға болады (2 суретте көрсетілгендей а,б)



а) б)

Сурет 2.Екі жақты коректендіру сұлбасы

Электр тораптары тұтынушыларды электрэнергиясымен сенімдітүрде қажетті мөлшерде қамтамасыз етуі тиіс. Сонымен қатар, тораптардың жұмысы ең жоғары экономикалық тиімділік талаптарына сай болуы керек.
Бұл жобалау шарттарына да, пайдалану жағдайларына да қатысты. Осыған орай тораптарға тиісті негізгі бес талап қойылады.

Жұмыс сенімділігі. Тұтынушыларды электрмен сенімді жабдықтау туралы мәселе уақыт өте келе барлық тораптардың элементтері зақымдануына байланысты туындайды. Жауын-шашынның, найзағайдың, күшті желдің, ауыр мұздың желіде пайда болуы және т.б. әсер етуінен тораптарда әр түрлі зақымдалу пайда болады. Электрмен жабдықтаудың сенімділігін арттыру тораптың зақымдануын азайту, оның элементтерінің резервтеу арқылы ғана емес, сонымен бірге экономикалық тұрғыдан тиімді болуы мүмкін басқа да тәсілдермен қамтамасыз етілуі мүмкін. Электр энергиясын сенімді жеткізілуін қамтамасыз ету үшін торапты резервтеу ден басқа сенімді жұмыс істейтін релелік қорғаныс пен автоматика құрылғылары қажет:

- Автоматты қайта қосу АҚҚ (АПВ)
- Автоматты резервті қосу АРҚ (АРВ)
- Автоматты жиілікті жүктемені түсіру АЖТ(АЧР) және т.б

Электрэнергия сапасы: Әрбір тұтынушы жоғары сапалы электр энергиясын алуға тиіс. Бұл электрэнергия сапасының негізгі көрсеткіштерімен анықталады:

кернеу деңгейі; жиілік деңгейі; үшфазалы ток кернеуінің симметриясы және кернеу сызығының формасы.

тұтынушыларының саны көп заманауи электр тораптардың электрэнергия сапасы көптеген тораптық шарттарға байланысты. Іс жүзінде электрэнергия сапасы әр жерлерінде әртүрлі болады, бірақ арнайы құрылғыларды пайдалану арқылы реттеледі.

Өнімділік: Торап үнемді болу үшін торап сұлбасының конфигурациясын, сымдардың қима кернеуін тиімді таңдау қажет.

Осыған байланысты бірқатар нұсқалар белгіленді «келтірілген шығындар» деп аталатын белгіленген критерийге сәйкес бір-бірімен салыстырылады.

Бұл критерий электр энергия шығынын, күрделі салымдарды және зақымдарды ескереді. Келтірілген шығындары ең аз нұсқа оптималды болып табылады.

Пайдаланудың қауіпсіздігі және ыңғайлылығы: Қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін Техникалық пайдалану ережелеріне (ПТЭ) сәйкес, жерге тұйықтау, қоршаулар, дабыл беру жүйелерін, арнайы киім және басқа да құралдар қолдануға болады. Қауіпсіздікті қамтамасыз етуден басқа, пайдаланудың ынғайлығы қарастырылуы қажет, яғни түрлі коммутация жүргізудің ыңғайлылығы, жөнделетін жабдыққа жақындау, бақылауға жеткілікті өту жолдары және т.б.

Одан әрі дамыту мүмкіндігі: Жүктемелердің өсуіне, жаңа тұтынушылардың үнемі пайда болуына байланысты электр тораптары әрдайым даму және қайта құру үстінде болады. Желілер мен трансформаторлық қосалқы станциялар ауыстырылып, қайта жаңартылып жатады. Электр тораптарын жобалау барысында торапты түбегейлі қайта құрусыз, кеңейту мүмкіндігін қарастыру қажет.

Электрмен жабдықтау сенімділігін қамтамасыз ету тұрғысында электр тұтынушылары үш санатқа бөлінеді:

I санаттағы электр қабылдағыштардың - электр мен жабдықтаудағы үзіліс салдары:

адам өміріне қауіп төндіру, экономикаға елеулі шығын келтіру, қымбат тұратын жабдыққа зақым келтіру, жаппай шығарылатынөнімге ақау келтіру, күрделі технологиялық процестің бұзылуына, халық шаруашылығының аса маңызды элементтерінің жұмысы бұзылуы.

II санаттағы электр қабылдағыштар-электрмен жабдықтаудағы үзіліс салдары:

өнімнің жаппай аз шығарулуына, жабдықтардың, жұмысшылардың, механизмдер мен өнеркәсіптік көліктердіңтоқтап қалуына, қалалық және ауылдық тұрғындардың айтарлықтай қалыпты жұмысының санының бұзылуына.

Екінші санат - ең таралған,оған тоқыма фабрикаларының негізгі өндіріс электржабдықтары, прокат цехтары, тау-кен өндірісі (дренажды және көтеруден басқа), целлюлоза-қағаз өнеркәсібінің барлық компоненттері, компрессор, түрлі түсті металлургияның электр қондырғылары және т.б. кіреді.

III санаттағы электр қабылдағыштарға - I және II топтарға кірмеген барлық басқа электр қабылдағыштар кіреді. Мысалы, қосалқы цехтар, сериялы емес өндіріс цехтары, аса жауапты емес қоймалардың электржабдықтары және электр жүйесінің зақымдалған элементін жөндеу

немесе ауыстыру кезінде электр энергиясының үзілісіне бір тәулікке дейін үзіліс жасауға болатын үшінші санатқа кіреді.

Электр тораптарының номиналды кернеуі және оларды қолдану салалары

Электр энергия көздері мен электрэнергия қабылдағыштардың номиналды кернеуі (генераторлар, трансформаторлар) қалыпты жұмыс істеуге есептелген кернеу болып табылады.

Электр тораптың және оларға қосылған электр энергиясын көздері мен тұтынушылар номиналды кернеуі МЕСТ-мен белгіленеді. Жиілігі 50 Гц айнымалы тоқ тораптардың номиналды кернеу шкаласы, фазалық аралық кернеуі болуы керек12, 24, 36, 42, 127, 220, 380 В; 3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500, 750, 1150 кВ, тұрақты ток тораптарына -12, 24, 36, 48, 60, 110, 220, 440, 660, 3000 В.

Бақылау сұрақтары:

1. Электр тораптарға қойылатын негізгі талаптар
2. Электр тораптары құрылымдылық орындалуына сәйкес қалай бөлінеді
3. Электр торабының міндеті
4. Кабельдің артықшылығы мен кемшілігі
5. Сенімділігі бойынша электр тұтынушылары неше санатқа бөлінеді

1.2. Әуе желісі мен кабельдік желілердің қызметі мен құрылысы

Электр энергиясын қашықтыққа жеткізетін ауа желісі — ашық ауада орналасқан және тіректерге, не инженерлік құрылыстарға (көпірге, жол өтпеге) траверспен (кронштейнмен), изоляторлармен және желілік арматурамен бекітілген сымдар арқылы электр энергиясын қашықтыққа жеткізуге және таратуға арналған құрылғы.

Ауа электр желісінің тіректері — желілік изоляторлар мен арматура арқылы сымдарды бір-бірінен және жер бетінен белгілі қашықтықта ұстап тұруға арналған құрылғы.

Сымдар ілінген екі тіректердің орталарының арасындағы горизонталь ара қашықтық тірекаралық, не тірекаралықтың ұзындығы деп аталады. Тірек аралық қарапайым және анкерлік болып бөлінеді. Анкерлік тірек аралық — екі анкерлік тіректің арасындағы қашықтық. Бұл екі анкерлік тіректің арасындағы бірнеше қарапайым тірек аралықтардан тұрады.

Инженерлік құрылыстың (байланыс желісінің, тас жолдың), не табиғи кедергінің (өзеннің, сайдың) үстінен қиып өтетін анкерлік тірек аралық өтпелі деп аталады.

Тірек аралығындағы сымның ең төмен нүктесімен жердің, судың бетіне, не қиын өтетін құрылысқа дейінгі биіктік, қашықтық желінің габариді деп аталады.

Тірек аралығындағы сымның ең төмен нүктесі мен сымды көршілес тіректерге бекіткен нүктелер арқылы жүргізілген горизонталь сызықтың арасындағы тік қашықтық, сымның иілу биіктігі деп аталады.

Шектес тірек аралықтарындағы желі бағыттары арасындағы бұрыш, желінің бұрылыс бұрышы деп аталады.

Тіректер құрылымы

Қолдану мақсатына орай тіректераралық, анкерлік, бұрыштық, ақырғы және арнайы болып бөлінеді.

Ауа электр желісі жоларнасынын түзу учаскелерінде орнатылатын тіректер аралық деп аталады (сурет 3)

Сурет 3. ӘЖ аралық тіректері

Олар сымдарды биіктікте көтеріп ұстап тұруға арналған. Бұл тіректер желі бойымен бағытталатын күштердің әсеріне есептелінбейді.

Ауа электр желісі жол арнасының түзу учаскелеріндегі инженерлік құрылыстардың (байланыс желілерінің, автомобиль тас жолдарының), не табиғи кедергілердің (өзеннің, сайдың) үстінен қиын өтуге арналған тіректеранкерлік деп аталады (3, 4 сурет). Олар шектес анкерлік аралықтардағы сымдар мен арқан сымдарды тарту күштерінің айырмасына тең және желі бойымен бағытталған күштің әсерінен болады. Осы себептен олардың құрылмасы қатты және берік болуы керек.

Ауа электр желісі жоларнасының бағыты өзгеретін жерлерге орнатылатын тіректер бұрыштық деп аталады. Олар желінің әдеттегі жұмыс режимінде шектес тірек аралықтарындағы сымдар мен арқан сымдардың тартылу күштерінің тең әсерлі күшін қабылдайды. Бұл күш ішкі бұрылыс бұрышының биссектрисасы бойымен бағытталады.

Сурет 4.ӘЖ анкер тіректері

Ауа электр желілерінде тарамдық, айқастырлық, транспозициялық және т. б. арнайы тіректер пайдаланылады.

Ауа электр желісінен тармақ алуға арналған тірек, тарамдық деп аталады.

Екі багыттағы ауа электр желілерін айкастыруға арналған тірек, айқастырлық деп аталады.

Тіректердегі сымдардың орналасу тәртібін өзгертуге арналған тірек, транспозициялық деп аталады.

Жерге бекітілуіне орай тірек жерге тікелей орнатылатын және іргетасқа орнатылатын болып бөлінеді.

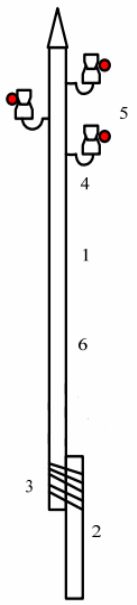
Ауа электр желілерінде ағаш, темір-бетон және металл тіректер қолданылады.

Ағаш тіректерді дайындауға негізінде қарағай, бал карағай, кейбір жағдайларда шырша мен самырсын пайдаланылады. Ағаштарды шіруден қорғау үшін, оларға майлы антисептиктер (креозот май, не креозот май мен мазуттың қоспасы) сіңдіріледі. Антисептик сіңдірілген ағаш тіректердің пайдаланылу мерзімі 15...25 жылға дейін ұзарады.

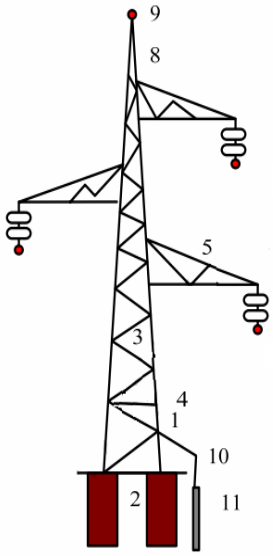
Ағаш тіректің бір түрі 5 суретте берілген. Ағаш тіректің негізгі бөлшектері: тіреу, қосалқы тіреу және тіреуіш. Тіректердің пайдаланылу мерзімін ұзарту үшін, темір-бетон қосалқы тіреу қолданылады. Ағаш тіректері кернеуі 220 кВ-ке дейінгі электр желілерінде пайдаланылады.

Соңғы кезде ауа электр желілерінде темір-бетон тіректер кең қолданылады. Олардың ағаш тіректерге қарағанда механикалық беріктігі жоғары және пайдаланылу мерзімі ұзақ келеді. Оның негізгі бөлшектері: тіреу, траверстер, арқан сымдар бекітілетін тіректер және ригельдер.

Металл тірек негізінде кернеуі 110...500 кВ ауа электр желілерінде, сондай-ақ климаттық жағдайлары ауыр (қиын) аудандарда, жолы қиын және таулы жерлерде салынатын басқа кернеулі электр желілерінде де қолданылады. Олардың түрлері 6 суретте берілген. Темір тірекердің негізгі бөлшектері: тіреу, траверстер және арқан сым бекітілетін тірек



Сурет 5. Ағаш аралық тірек
1 – тіреу; 2 – пасынок; 3 – бандаж; 4-ілмек;5-істік оқшаулағыш; 6-сымдар



Сурет 6. Темір тірек : 1– тіреу; 2 – темір бетон немесе монолит фундамент; 3 –тіреуіштер; 4-белдемше; 5-траверса; 6-гирлянда;7-сым;8- арқан сымдар бекітілетін тіректер; 9 – найзағайдан қорғау арқан; 10- жергетұйықтағыш; 11- жергетұйықтағыш өзекше

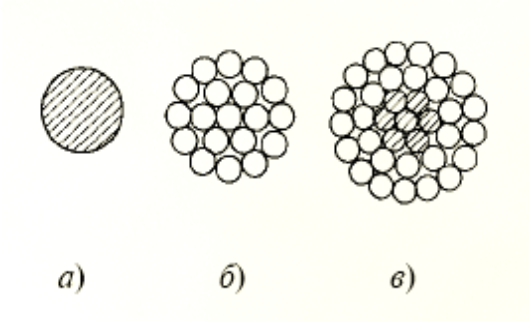
Сымдар мен арқан сымдар

Ауа электр желілерінде қолданылатын сымдарды дайындауға пайдаланылатын материалдардың электр өткізгіштігі жоғары, механикалық беріктігі жеткілікті, сондай-ақ олар ылғал мен химиялық заттардың әсеріне төзімді, арзан және мол болуы керек. Сымдарды дайындауға мыс, алюминий, болат және алюминий қорытпалары (алдерей, алмелек т. б.) пайдаланылады.

Сурет 7.Көп сымды екі металдан жасалған сым түрі

а) 7; 19 және 37 бір-бірімен бұралған жеке сымдардан тұратын (сым қимасына байланысты) бір металдан жасалған көп сымды сымдар (сурет. 8б);б) тұтас қимадағы бір сымнан тұратын бір сымды сымдар (сурет. 8а);в) екі металдан – болаттан және алюминийден немесе болаттан және қоладан жасалған көп сымды сымдар.

Қарапайым конструкциядағы болат-алюминий сымдары (АС маркасы) мырышталған болаттан (7 немесе 19 сымнан бір сымды немесе бұралған) тұрады, оның айналасында 6, 24 немесе одан да көп сымдардан тұратын алюминий бөлігі орналасқан (сурет 8 в).



Сурет 8. Ауа желілері сымдарының құрылысы

Ауа электр желілерінде пайдаланылатын сымдардың көлденең кимасының стандартталынылған ауданы мынадай болады (мм^2): 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800.

Мыс сымдар негізінде темір жолдың, трамвайдың, троллейбустың түйіспелі тораптарында және т. б. арнайы желілерде колданылады.

Бір сымды сымдардың көлденең қимасынын ауданы мынадай болады (мм^2) мыс сымның — 4...10; болат сымның — 10...28 (диаметрі — 3,5...6 мм); қос металл сымның (беті мыс, не алюминий қабатпен қапталған болат сымның) — 10...25.

Көп сымды сымдарды талсымдарды белгілі тәртіппен ширатып дайындайды. Олар бір, не екі металдан дайындалады. Екі металдан дайындалатын болат-алюминий сымдар кең таралған. Олардыңөзегі бір, не көп талды болат сымнан тұрады. Болат өзектіңүстіне алюминий талдар белгілі тәртіппен ширатылады. Болат өзек сымға жеткілікті механикалық

беріктік береді, ал сыртқы алюминий талдар сымның электр өткізгіштігін жоғарылатады.

Қуыс сымдар арнайы пішінді мыс, не алюминий талдарынан иілгіш түтік түрінде жасалынады. Бұл сымдар өте сирек пайдаланылады.

Көп сымды сымдардың маркасы әріппен және санмен белгіленеді. Әріп сымның материалын, ал сан көлденең қимасының ауданын керсетеді. Мысалы, көлденең қимасының ауданы 120 мм мыс сым М-120 деп белгіленеді, көлденең қимасының ауданы 95 мм^2 алюминий сым — А-95, көлденең қимасының ауданы 25 мм^2 болат сым — ПС-25. АВ—Е маркалы қарапайым алюминий корытпасынан жасалынған сым АН, ал кыздырумен беріктелінген алюминий қорытпасынан дайындалынған сым АЖ деп белгіленеді (мысалы АН-25, АЖ-50). Бірталды болат сымдар ПСО әріптерімен және сымның диаметрін көрсететін санмен белгіленеді (мысалы, ПСО-4). Қос металды сымдардың маркалары олардың өзегі мен сыртқы өткізгіш қабаттарының материалын және көлденең қимасының ауданын көрсететін бірнеше әріптермен және сандармен белгіленеді. Мысалы, АС-70/11 — өзегінің көлденең қимасының ауданы 11 мм^2, сыртқы өткізгіш алюминий қабаттарының көлденең қимасының ауданы 70 мм' болат-алюминий сым. Егер сымның барлық талдарының аралығы бейтарап маймен қорғалған болса, сымның белгісіне КП әріптері қосылады (мысалы, АСКП-120(19), ал егер сымның тек өзегі маймен қорғалған болса, КС әріптері қосылады (мысалы, АСКС-150(19). Өзегі арнайы қабыршақпен қапталған сым АСК әріптерімен белгіленеді (мысалы, АСК-185(24).

Ауа электр желілерінде пайдаланылатын сымдардың көлденең қимасының ауданы мынадай болады (мм^5): мыс сымдардың-4...400; алюминий сымдардың-16...800; болат-алюминий сымдардың-10-800; көң талсымды болат сымдардың-25...70.

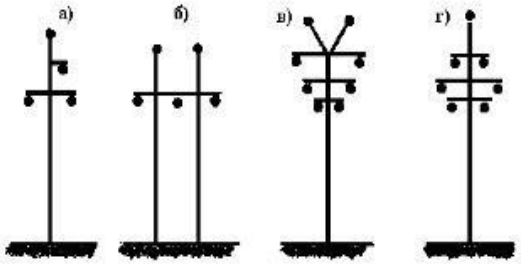
Қуыс сымдардың маркасында олардың материалын көрсететін бірінші әріптен кейін П әрпі болады, содан кейін санмен сымның көлденең қимасының ауданы көрсетіледі (мысалы, АП-500-көлденең ауданы 500 мм^2 қуыс алюминий сым).

Ауа электр желілеріне найзағайдан қорғауға пайдаланылатын арқан сым болат талсымдардан ширатылып дайындалады. Маркасы С әрпімен және олардың көлденең қимасының ауданын көрсететін санмен белгіленеді (мысалы, С-70-көлденең қимасының ауданы 70 мм^2 болат арқан сым).

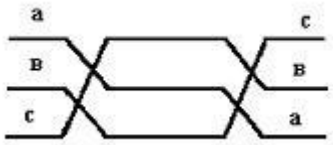
Әуе желісінде сымдардың орналасуы

Әуе желілерінің тіректеріндегі сымдар әртүрлі тәсілдермен орналастыруға болады: Бір тізбекті желілерде-үшбұрыш немесе көлденең; екі тізбекті желілерде-кері шыршамен немесе алты бұрышпен («бөшке» түрінде). Сымдардың үшбұрышпен орналасуы (сурет. 9а) кернеуі 20 кВ дейінгі желілерде және темір және темірбетон тіректері бар кернеуі 35...330 кВ желілерде қолданылады. Сымдардың көлденең орналасуы (сурет. 9 б) ағаш тіректері бар кернеуі 35...220 кВ желілерде қолданылады. Сымдардың

мұндай орналасуы пайдалану шарттары бойынша ең жақсы болып табылады, өйткені төмен тіректерді қолдануға мүмкіндік береді және сымдар көктайғақты лақтыру және сымдар айкасуы кезінде сымдардың тербетілүін болдырмайды. Екі тізбекті желілерде сымдар кері шыршамен орналастырылады (сурет.9 в), монтаждау шарттары бойынша ыңғайлы, бірақ тіректердің массасын ұлғайтады және екі қорғаныс арқандарын ілуді немесе алты бұрышты талап етеді (сурет.9 г). Соңғы әдіс жақсырақ. Ол кернеуі 35...330 кВ екі тізбекті желілерде қолдануға ұсынылады. Барлық аталған нұсқалар үшін бір-біріне қатысты сымдардың симметриялы емес орналасуы тән, бұл фазалардың электр параметрлерінің айырмашылықтарына әкеледі. Бұл параметрлерді теңестіру үшін сымдардың транспозициясын қолданады, яғни тіректерде сымдардың бір-біріне қатысты желінің әр түрлі учаскелерінде өзара орналасуын біртіндеп өзгертеді. Бұл ретте әрбір фазаның сымы сызық ұзындығының үштен бір бөлігінен бір, екіншісі-басқада және үшіншісі - үшінші орында өтеді (сурет 10).



Сурет 9. Тіректердегі сымдар мен қорғаныс тростарының орналасуы:
а – үшбұрыш; б – көлденең; в – кері шырша; г – алтыбұрыш (бөшке)



Сурет 10. Бір тізбекті желі сымдары транспозициясының сұлбасы

Электр тарату әуе желілерінің найзағайдан қорғау арқандары: Найзағайдан қорғау арқандары оларды атмосфералық асқын кернеуден қорғау үшін сымдардан жоғары ілінеді. Кернеуі 220 кВ төмен желілерде тростар тек қосалқы станцияларға кіре берістерде ілінеді. Бұл ретте қосалқы станцияға жақын желі сымдарын жабу ықтималдығы төмендейді. Кернеуі 220 кВ және одан жоғары желілерде тростар барлық желінің бойымен ілінеді. Әдетте болат сымдардан жасалған тростар қолданылады.

Желілік изоляторлар

Желілік изоляторлар сымдар мен арқан сымдарды оқшауламалауға және оларды тіректерге бекітуге пайдаланылады.

Изоляторларды электр техникалық фарфордан және суарылған арнайы шыныдан дайындайды. Фарфор изоляторлардың беті глазурьмен қапталынады да арнайы пештерде күйдіріледі.

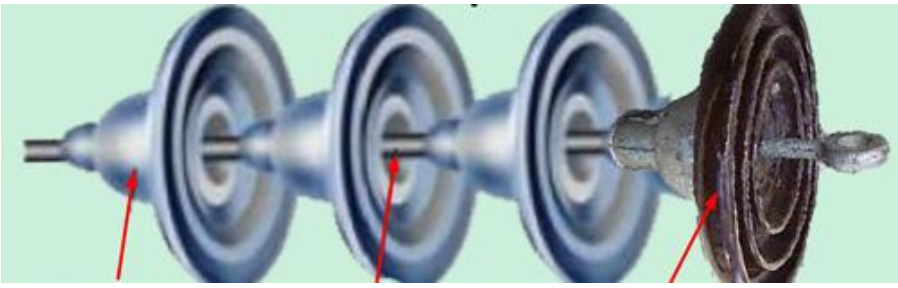
Кернеуі 0,38...35 кВ ауа электр желілерінде штырьлік изоляторлар, кернеуі 10...35 кВ электр желілерінде штырьлік (10-сурет) және аспалы (11-12 сурет) изоляторлар, ал кернеуі 35 кВ-тан жоғары электр желілерінде тек аспалы изоляторлар қолданылады.

Фарфор оқшаулағыштарынан жасалған гирляндалардың конструкциясы:

1 Шойын қақпақ;

2 Болаттан өзекше;

3. Фарфор қабыршық.



1 Шойын қақпақ 2. Болаттан өзекше 3.Фарфор қабыршық

Сурет 11.Фарфор оқшаулағыштарынан жасалған гирляндалардың конструкциясы

Кернеуі 1000 кВ-ке дейінгі ауа электр желілерінде, байланыс желілерінде және радиохабар тарату тораптарында мына маркалы изоляторлар пайдаланылады: ТФ (телефондық, фарфор), РФ (радиохабар тарату тораптық, фарфор). РФО (радиохабар тарату тораптық, фарфор, тарамдық), ШФТК (штырлік, фарфор, төменгі кернеу), ТК (төменгі кернеу шыны). Изоляторлар белгісіндегі әріптерден кейінгі сандар изолятор орнатылатын штырдің, не ілмектің диаметрін (мм) көрсетеді (мысалы, ТФ-20, РФ-10, РФО-16, НС-18).

Кернеуі 1000 В-тен жоғары ауа электр желілерінде ШС-10-А, ШС-10-В, ШС-10-Г, ШФ-10-Г, ШЖФ-10-С. ШФ-20-В, ШФ-35-0 типті штырьлік изоляторлар қолданылады. Изолятор белгісіндегі әріптер мен сандар:Ш-штырлік; Ф, не С-фарфор, не шыны; Ж-темір-бетон бағаналарда орнатылатын; А, Б, В, Г, С-конструкциялық орындалуы; сандар-кернеу мөлшері, кВ екенін көрсетеді.

Штырлік изоляторлар бағананың тіреуіне, не траверсына бекітілген штырлерге, не ілмектерге орнатылады. Кернеуі 0,38 кВ ауа әлектр желілерінде С-12, С-14, С-16, Д-12, Д-14, Д-16 типті штырьлер және КП-16, КН-18, КН-20, КН-22, КН-25 типті ілмектер пайдаланылады. Кернеуі 6...20

кВ ауа электр желілерінде Ш-22, ШУ-21, ШУ-22, ШВ-22 типті штырьлер және КВ-22, КВ-25, КВ 28 типті ілмектер қолданылады.

Изолятор штырьге, не ілмекке арнайы май сіңдірілген кендір жіптің, не полиэтилен қақпақшалардың көмегімен орнатылады. Ол үшін штырьге, не ілмекке кендір жіпті орайды, не қақпақшаны кигізеді де, изоляторды бұрап орнатады. Кернеуі 0,38 кВ электр желілерінде ПКП типті, ал кернеуі 6...20 кВ желілерінде К типті қақпақшалар пайдаланылады.

Аспалы изолятор фарфор, нешыны табақшадан (оқшауламалаушы бөлшектен), қақтауға төзімді шойыннан жасалған қалпақтан және стерженьнен тұрады. Қалпақтың ұясы мен стержень басының құрылмасы изоляторларды бір-бірімен сфералық тоспалы жалғауға мүмкіншілік береді.

а) фарфор изоляторлар

б) шыны изоляторлар

в) полимер изоляторлар
Сурет 12.

Аспалы изоляторларды бір-біріне жалғап изоляторлар тізбегін құрайды. Тізбектегі изоляторлар саны негізінде электр желісінің кернеуіне байланысты келеді. Аспалы изоляторлар қолданылу орнына орай, әдеттегі және лас ауада пайдаланылатын болып бөлінеді. Олар фарфордан, не шыныдан дайындалады. Әдеттегі, ауада ПФ 6-В, ПФ 16-А, ПФ 20-А маркалы

фарфор және ПС 6-А, ПС-12-А, ПС 16-Е, ПС 22-А, ПС-ЗО-Б маркалы шыны изоляторлар қолданылады. Лас ауалы аудандарда ПФГ 5-А, ПФГ 6-А, ПФГ 8-А маркалы фарфор және ПСГ 6-А, ПСГ 12 маркалы шыны изоляторлар пайдаланылады. Аспалы изоляторлар маркаларындағы белгілер: П-аспалы; Ф-фарфор; С-шыны; Г-лас ауаға; сандар тоннамен берілген изолятордың механикалық беріктігі; соңындагы А, Б, және В әріптері-изолятордың модификациялары (құрылмалық ерекшеліктері).

Арматура

Изоляторларды бір-біріне жалғап, изоляторлар тізбегін құруға, оларға сымдарды бекітуге, изоляторлар тізбегін бағанаға ілуге, сымдарды бір-бірімен жалғауға және басқа мақсаттарға арналған бөлшектер-арматура деп аталады.

Сурет13.Әуе ЭТЖ үшін арматураның элементтері

Пайдалану мақсатына байланысты арматураны үш топқа бөлуге болады.

Бірінші топқа сымдар мен арқан сымдарда монтаждалатын бөлшектер жатады. Олардың қатарына тартып тұратын, жалғайтын және ұстап тұратын қыспақтар, аралық тіреуіштер және тербелуді тежеткіштер (сөндіргіштер) кіреді.

Тартып тұратын қыспақтар сымдар мен арқан сымдарды анкерлік бағаналарға тартып бекітуге арналады. Олар сыналы (НК, НКК маркалы), болтты (НБН маркалы) және сығымдалынатын (НАС маркалы) болып бөлінеді. Бағаналарға болат арқандарды (арқан сымдар мен бағаналар тартпаларын) НС маркалы қыспақпен, болат-қола сымдарды НБС маркалы қыспақпен, мыс және қола сымдарды НМБ маркалы қыспақпен, ал қуыс сымдарды НАП және НМП маркалы қыспақпен бекітеді.

Ұстап тұратын қыспақтар аралық бағаналарда сымдар мен арқан сымдарды аспалы изоляторлар тізбегіне бекітуге арналады. Сымдардың көлденең қимасының ауданы 300 мм^2-тан кем болғанда, ПГН және ПГУ маркалы ұстап тұратын қыспақтар пайдаланылады.

Жалғайтын қыспақтар бағаналар аралығында және анкерлік бағаналар тұзақтарында сымдарды және арқан сымдарды бір-бірімен жалғауға арналады. Бұл қыспақтар сопақша (СОМ, СОАС, СОС маркалы),

сығымдалынатын (САС, СВС, РАС маркалы) және тұзақтық (ПА, ПАБ, ПП, ПМ, ПС, ПАМ маркалы) болып бөлінеді.

Аралық тіреуіштер ауа электр желісінің жіктелген фазаларының сымдарын белгілі ара қашықтықта ұстап тұруға арналады. Олар сымдарда бекітілуіне орай қозғалмайтын (РГН, РН, РВНІ маркалы) және топсалы (РГШ, РВШ) болып бөлінеді.

Тербелуді тежеткіш (сөндіргіш) ауа электр желісі сымдарының тербелісін тежеуге, не толық өшіруге арналады. Ол екі ұшына шойын жүктер берік бекітілген қысқа арқан сым. Оның орта жерінде тежеткішті желі сымына бекітетін қыспақ болады. Электр желісі сымы мен тежеткіш шойын жүгінің тербелістері қарама-қарсы болады. Осы себептен желі сымдардың тербелуі тежетіледі, не толық өшіріледі.

Екінші топқа тіркеуші арматура жатады. Ол қыспақтарды аспалы изолятор тізбектеріне, сондай-ақ изолятор тізбектерін және арқан сымдарды бағаналарға бекітуге арналады. Тіркеуші арматураға сырғалар, көзді тіркеуіштер, қапсырмалар, аралық бөлшектер, күйентелер, сондай-ақ аспалы изолятор тізбектерін бағаналарға бекіту бөлшектері кіреді.

Үшінші топқа қорғаныш сақиналар және зарядсыздандырушы мүйіздер жатады. Қорғаныш сақиналар кернеуі 330 кВ-тан жоғары ауа электр желілерінде аспалы изоляторлар тізбегінің сымдар жағындағы изоляторларында потенциал мөлшерін азайтуға пайдаланылады. Зарядсыздандырушы мүйіздер (РРВ маркалы жоғары және РРН маркалы төменгі мүйіздер) кернеуі 220...500 кВ ауа электр желілері бағаналарына найзағайдан қорғайтын арқан сымдарды изоляциялап бекіткенде, ұшқындық аралық жасауға қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Қолдану мақсатына орай тіректердің бөлінуі
2. Әуе желісінде сымдардың орналасуы
3. Желілік изолятордың түрлері
4. Фарфор оқшаулағыштарынан жасалған гирляндалардың конструкциясы
5. Пайдалану мақсатына байланысты тірек арматурасының топқа бөлінуі

1.3. Кабельдерді төсеу және оларды таңбалау тәсілдері

Кабельді желілер, әдетте, әуе желілерін салу мүмкін емес жерде ғана салынады. Мысалы, қалалар мен елді мекендерде әуе желілері үшін трассаның болмауына байланысты және сәулет пайымдаулары бойынша, өнеркәсіптік кәсіпорындардың аумағында, үлкен су қоймалары арқылы және басқа жағдайларда.

Кабель желілерінің артықшылықтарына жатады:

атмосфералық әсерлерге төзбеушілік, мысалы, желге, көктайғаққа, найзағай зақымдарына;

Трасса жабық және кабельдің бөгде адамдар үшін қол жетімсіздігі.

Кабель желісінің негізгі элементтері:

а) электр энергиясын жеткізуге арналған кабель;

б) егер кабельдің бір бөлігінің құрылыс ұзындығы желінің ұзындығына сәйкес келмесе,олардың көмегімен зауытта дайындалған кабельдердің жекелеген құрылыс ұзындығы бір желіге жалғанатын жалғастырушы муфталар;

в) шеткі муфталар (бітеу);

г) кабель массасының ағуын алдын алу үшін желі трассасының тік учаскелерінде орнатылатын стопорлық муфталар;

д) май толтырылған кабельдермен орындалған желілерге арналған май қысымының сигнал беру жүйесі және қоректендіру аппараттары;

е) табиғи топырақта кабелді төсеуге болмайтын кезде кабель желілерінің жекелеген учаскелерінде арнайы қолданылатын кабель құрылыстары (кабельдік коллекторлар, туннельдер, каналдар, шахталар, құдықтар).

Кабельдік желінің басы мен соңы үшін соңғы муфталардың (бітеуіштердің) кабельдік ұштықтары қабылданады.

Күштік кабельдер кернеуі 500 кВ дейінгі электр желілерінде электр энергиясын жеткізуге және таратуға арналған.

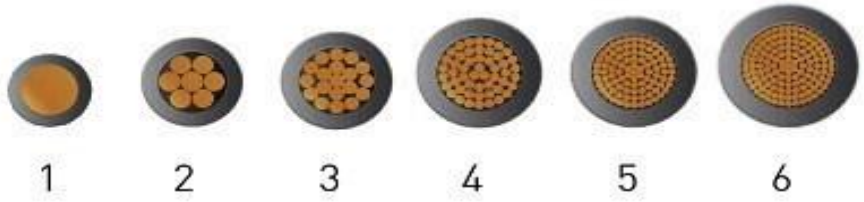
Күштік кабелінің құрылымы:

Қазіргі заманауи күштік кабельдері келесі бөліктерден тұрады:

- Тоқ өткізгіш талсымдар
- Әр талсым оқшаулау
- Қабығы
- Сыртқы қорғаныс жамылғысы

Токөткізгіш талсымдар:

Қимасы 16 мм^2 дейін кабельдер – бір талсымды, (сурет 14) қимасы одан жоғары-көп талсымсымды болып келеді. Алюминий талсымдары бар кабельдер кеңінен қолданылады. Мыстал сымдары бар кабельдер сирек қолданылады көбнесе қозғалатын механизмдер, жарылыс қаупі бар үй-жайлар үшін.



Сурет 14. Талсымдар классы

Бір талсымды кабельдер талсымының қимасының пішіні – дөңгелек, ал көп талсымды кабельдер-сегментті немесе секторлы. Бір талсымды кабельдер

мен бөлек қорғасындалған талсымды кабельдердің ток өткізгіш талсымдарының қимасы дөңгелек пішінді, ал белдік оқшауламасы бар, кернеуі 10 кВ дейін қоса алғанда және 25 мм және одан жоғары талсым қимасы бар көп талсымды кабельдер-секторлық немесе сегменттік пішінді болады. Секторлық және сегментті пішінді талсымды қолдану кабелдердің диаметрін төмендетеді, сонымен қатар оқшауламаға, қорғаныс қабыршыққа кететін шығынды азайтады. Кабельдің қимасын толтыру дәрежесін арттыру үшін көп сымды кабельдердің талсымдары тығыздаушы станоктарда арнайы қысу процесінен өтеді.

Талсымдар оқшауламасы: майканифоль құрамы сіңірілген кабельдік қағаздан, резеңкеден, поливинилхлоридтен және полиэтиленнен жасалады. Оқшаулама белгіленуі: Р-резеңке, П-полиэтилен, В-поливинилхлоридті, белгілеудің болмауы-қалыпты сіңдірілген қағаз. Кернеуі 6÷35 кВ тораптарда қағаз сіңірілген оқшауламасы бар кабельдер басым қолданылады. Қағаз оқшауламасы арнайы кабельдік массамен сіңіріледі. Тұтқыр сіңдірілген, өткізбейтінсіңірмейтін массасы бар немесе біріктірілген кабельдер шығарылады. Тұтқыр сіңдірілген кабельдер төсем деңгейлерінің 15 м-ден артық болмауы кезінде төселуі мүмкін.

Кернеуі 35 кВ дейінгі кабельдерді қоса алғанда оқшаулауды тұтқыр заттармен (канифольді минералды маймен), ал кернеуі 110-220 кВ май толтырылған кабельдерді жоғары электр беріктігі бар аз тұтқыр минералды маймен сіңдіреді. Кернеуі 10 кВ кабельдер, қалыңдығы 5 мм тұтас қабатты тоқ өткізгіш талсымдарды жабатын полиэтилен оқшаулағышы пен де дайындайды. Мысалы, тігілген полиэтиленнен жасалған оқшауламасы бар (сурет 15) кабельді -50...+50 °С диапазонындағы температураларда қолдануға болады. 330 кВ дейінгі кернеудегі жұмысқа есептелген.

Қағаз оқшаулағышы бар күштік кабельдері номиналды кернеуі 35 кВ дейінгі электр желілері үшін, резеңке оқшаулағышы бар электр желілері үшін – кернеуі 10 кВ дейінгі тұрақты ток желілері үшін, ПВХ қабығы бар электр желілері үшін-номиналды кернеуі 6 кВ дейінгі айнымалы ток желілері үшін қолданылады. Қазіргі күштік кабельдері негізінен полимерлі және резеңке оқшаулаумен. Полиэтилен оқшауламасы бар күштік кабельдерін күрделі трассаларда төсеуге болады. Қарапайым төсеу арқасында монтаж жұмыстарының өзіндік құны төмендейді.

Сурет 15. Талсымдар оқшауламасы

Кабельдің қорғаныс қабықтары

Кабельдің оқшаулама үстіңгі жағына салынатын қорғаныс қабықтары қорғасын, алюминий және полихлорвинилді болады. Қорғасынды қабықтар ылғал өткізбейтін, ию және дайындауы оңай, бірақ ауыр және сонымен бірге дірілді қатысты төзімділігі жеткіліксіз. Соңғы уақытта кеңінен қолданылатын алюминий қабықты кабелдер, қорғасын қабықты кабелдерден 2-3 есе жеңіл, бірақ коррозиялық төзімділігі аз. Сонымен қатар, олар иілуі жеткіліксіз және оларды кабель оқшаулағышына салу қиын. Барлық түрдегі қабықшалар-қорғасын, алюминий және поливинилохлоридті-механикалық зақымданудан қорғалуға тиіс. Ол үшін қабықшаға сіңдірілген сульфат қағаздан қабат салынып артынша иірілген иірімжіптен жасалған қабықты, содан кейін екі болат таспадан немесе болат мырышталған сымдардан жасалған сауытты салады(сурет 16). Сым сауытты қорғаныс қабығын механикалық зақымданудан сақтаумен ғана емес, сонымен қатар кабельдік желілерге әсер ететін (мысалы, су асты төсемдері,көлбеу трассаларда және т. б.) созылатын күштерді қабылдаумен де пайдалы.

Сурет 16.Сауытты кабельдердің түрлері

Алюминий қабықшаларды коррозиядан қорғау үшін сульфат қағаздың үстіне тағы екі жаппай қап құрайтын полихлорвинилді ленталар салынады. Сауытта коррозиядан қорғалуы қажет етеді. Оны битуммен сіңірілген кабель иірім жіптің екі қабатымен және бор құрамымен жабады.

Кабельдерді төсеу тәсілдері және оларды таңбалау

Күш кабельдерінің пластмассалық оқшауламасын полиэтиленнен, не поливинилхлоридтен дайындайды. Кабельдердің ток өткізетін талсымдары оқшауламалауға РТИ-1 маркалы резинка қолданылады.

Саңылаусыздығы, ылғал өткізбеушілігі, иілгіштігі және жылуға беріктігі жөнінен қабықшаны дайындауға металдар (қорғасын, алюминий) ең жақсы материал болып келеді. Ылғал сіңірімділігі өте аз келетін пластмасса, не резинка оқшауламалы кабельдерге металл қабықша қажет емес, сондықтан олардың қабықшалары пластмассадан, не резинкадан жасалынады. Қабықшаның қалыңдығы пайдаланылатын материалдың түріне, кабельдің диаметрі мен пайдалану жағдайына байланысты келеді. Қорғасын қабықша

С-3 маркалы қорғасыннан жасалынады. Алюминий қабықшаны дайындауға тазалығы 99,97 %-тен кем емес А-5 маркалы алюминий қолданылады. Пластмасса қабықша ПВХ пластикатынан, не полиэтиленнен дайындалады. Резинка қабықшаны жасауға май әсеріне берік және жануы тарамайтын РШН-2 маркалы резинка пайдаланылады.

Қорғағыштық жамылғының құрамына кіретін төсеме қабықшаныңүстіне жағылған битум түрінде, не оның үстіне оралған талшықты материалдар түрінде жасалынады. Төсеме қабықшаны кабель сауытының зақым келтіретін әсерінен және оны коррозиядан (тотығудан) сақтайды. Төсеменің коррозия мен кезбе ток әсеріне беріктігін жоғарылату үшін оның үстіне екі қабат пластмасса лента орайды. Кейбір жағдайда лентаның үсті полиэтилен, ПВХ пластикатпен қапталады. Төсеменің ең аз қалыңдығы кабельдің құрылысы мен диаметріне байланысты келеді де, 1,5...3,4 мм шамасында болады. Төсемесі жоқ қорғағыштық жамылғылар «б» әрпімен белгіленеді.

Сауыт кабельді механикалық зақымнан қорғайды (сурет 16) Пайдалану кезінде созатын күш әсері болмайтын жағдайда ленталық сауытты кабельдер қолданылады. Ленталық сауыттың қалыңдығы 0,3...0,38 мм болады. Созатын күш әсер ететін жерлерде пайдаланылатын кабельдердің сауыты дөңгелек, не жазық болат сымнан жасалынады. Жазық болат сымнан дайындалған сауыттың қалыңдығы 1,5...1,7 мм, ал дөңгелек болат сымның диаметрі 4...6 мм болады.

Сыртқы жамылғы битумдық құрамнан, не битумнан, май сіңдірілген, иірілген жіптен және кабель орамдарын бір-біріне жабысып қалудан сақтайтын жабудан тұрады. Сыртқы жамылғының қалыңдығы кабельдің диаметріне байланысты келеді де, 1,9...3,0 мм болады. Кабель маркасында өртке жанбайтын материалдан жасалынған жамылғы «Н» әрпімен, полиэтилен жамылғы «Шп» деп, ПВХ пластикат жамылғы «Шв» деп белгіленеді.

1...35 кВ кернеуге арналған май сіңдірілген қағаз оқшауламалы күштік кабельдер мыстан, не алюминийден дайындалған бір, екі, үш және төрт (тек 1 кВ кернеуге арналған) талсымды болып шығарылады. Қабықшасы қорғасыннан, не алюминийден болады. Қолданылу орнына пайдаланылу жағдайына байланысты әр түрлі қорғағыштық жамылғылар болуы мүмкін.

0,66; 1; 3; 6; 10 және 35 кВ кернеуге арналған пластмасса оқшауламалы күштік кабельдер металл қабықшасыз дайындалады. Осы себептен оларды жасау технологиясы жеңілденеді және қорғасын мен алюминий үнемделеді.

Резинкалы оқшауламалы күштік кабельдер айнымалы токқа 0,66 кВ кернеуге, ал тұрақты токқа 1, 3, 6 және 10 кВ кернеуге арналып шығарылады. Олардың қабықшасы май әсеріне берік және жану тарамайтын резинкадан, не қорғасыннан, не ПВХ пластикаттан дайындалады.

Құрылысына және қолдану орнына орай, әрбір кабельге әріп-таңбалаудан тұратын белгілер беріледі.1-ші кестеде кабельдердің маркасы белгілегенде пайданылатын кейбір әріптік таңбаларберілген.

1 кесте.Күштік Кабельдердің маркасын белгілегенде пайдаланылатын әріптік таңбалау

Кабельдің әріптік таңбалауы	Әріптік таңбалауды ажырату
А - АА Кабельдің қорғаныс қабаты: б Л	Алюминий Мыс Алюминий қабығы бар Битумдық құрам, не битум Битумдық құрамның, не битумның үстіне екі пластмассалық лента оралған Екі қабатты пластмассалық лента
Кабельдің қорғанысқабаты(ортасындағы әріптері): С А В П Н 2л Пв	 Қорғасын Алюминий Шлангалық ПВХ пластикат Полиэтилен Жану тарамайтын шлангалық резинка Полиэтиленнен жасалған шланг Поливинилхлоридтен жасалған шланг
Сауыты Кабельді (белгінің ортасындағы әріптері): Б П К	Болат, не мырышпен қапталған болат лентадан Мырышпен қапталған болат жазық сымнан Мырышпен қапталған болат дөңгелек сымнан
Сыртқы Кабель қабығы(белгінің соңында): Г - Шп Шв Н	Сыртқы жамылғы жоқ Битумдық құрам, не битум, не май сіңдірілген кабельдік иірілген жіп, не иірілген әйнекті жіп, не жабысқақ желімдік құрам Полиэтиленнен жасалған шланг Поливинилхлоридтен жасалған шланг Жанбайтын құрам

Кабель маркасы белгісінің соңында келтірілетін «У»әрпіоны дайындауда сапасы жаксартылған сіңдірілінетін құрам пайдаланылғанынкөрсетеді. Бұл Кабельтарамдарыныңтемпературасын жоғарылатуға, ал осы себептеноларға токтық жүкті көбейтуге мүмкіншілік береді.

Күш Кабельдерінің тартылу және пайдаланылу жағдайларына орай, олардың колданылу орындарынанықтау «Электр Кабельдерін таңдап алу мен пайдалануға арналған біртұтас техникалық нұсқауларға» сәйкес орындалады. Бұл «Нұсқауларға» байланысты қабықшасы алюминийден, жәнепластмассадан жасалынған кабельдерді кең пайдалану керек.

Жер астында (ормен) тартылуға арналған Кабельдер маркасы 2-шікестеде берілген.

2 кесте. Жер астында тартылатын Кабельдер түрлері.

Май сіңдірілген қағаз оқшауламалы Кабель маркасы		Пластмасса, резинка оқшауламалы және қабықшалы, созатын күш әсер етпейтін
созатын күш әсер етпейтін	созатын күш әсер ететін	
ААШвУ, ААШпУ ААБлУ, АСБУ ААБ2лУ,АСБлУ, ААБвУ АСБ2лУ	ААПлУ, АСПлУ ААП2лУ ААП2лШвУ	АВВГ, АПсВГ, АПвВГ, АПВГ, АВВБ, АПВВ АПсВБ, АППБ, АПвПБ
ААБ2лШвУ ААБ2лШпУ	АСП2лУ	АПБбШв, АПвБбШв АВБбШв, АВБбШП АПсБбШв, АПАШвАПАШп, АВАШвАПсАШв, АВРБ, АНРБ АВАБл, АПАБл.

3 кесте. Ауада тартылуға арналған Кабельдердің маркасы

Кабель маркасы				
Май сіңдірілген қағаз оқшауламалы		Пластмасса, не резинка оқшауламалы		Қолдану орындары
Механикалық зақымдану болмайтын жағдайда	Механикалық зақымдану болу мүмкін жағдайда	Механикалық зақымдану болмайтын жағдайда	Механикалық зақымдану болу мүмкін жағдайда	
ААГУ ААШвУ АСШвУ ААГУ ААБвУ	ААБлГУ ААБвГУ ААБ2лШвУ АСБлГУ АСБ2лГУ АСБ2лШвУ ААБвГУ ААБлГУ АСБлГУ	АВВГ АВРГ АНРГ АПвВГ АПВГ АПвсВГ АПсВГ АВВГ АВРГ АПсВГ АПвсВГ АНРГ АСРГ	АВВБГ АВРБГ АВБбШв АПвВБГ АПАШв АВАШб АПвБбШв АПвсБбШв АПсВБГ АПвсВГ АПВБГ АНРБГ АВВБГ АВВБГ АВБбШв АПсБбШв АПвсБГ АВРБГ АСРБГ	Өндіріс үйлерінің ішінде, туннельдер де, каналдарда, Кабельдік жарты қатардарда, шахталарда, коллекторлар да тартуға Өрт шығу қаупі бар бөлмелерде тартуға

Кабель желілерін тарту тәсілдері

Электр энергиясын ара қашықтыққа жеткізуге арналған жалғағыш, тоқтатқыш, ұштық муфталар (ұштык жабық қосылғылар) мен бекіту бөлшектерінен тұратын бір және бірнеше параллель кабельдер кабельдік желі деп аталады.

Кабельдік желіні әр түрлі жағдайларда тартады:

- жер астында (ор ішінде және орсыз тәсілмен);
- ауада (арнайы кабельдік құрылыстарда және өндірістік ғимараттарында);
- су астында (өзен, теңіз, үлкен көл, айдын астында).

Арнайы Кабельдік құрылыстарға коллекторлар, каналдар, туннельдер, эстакадалар, галереялар, блоктар жәнет.б. жатады.

Кабель желілерін, жылу және су құбырларын біргеорналастыруға арналған жер астындағы құрылыс **коллектор** деп аталады.

Кабельдердітартуға және оларды бакылауды және жөндеуді қақпағын ашқан кезде жүргізуге болатын жерде,үлкен тереңдікте орналастырылған құрылысты **кәбеілдік канал** деп атайды.

Ішінде кабельдер мен кабельдік муфталарды орналастыруға арналған тіректік конструкциялары бар, кабельдік желіні тарту, бақылау және тексеру кезінде оның жалпы ұзындығымен адам еркінөтетін жер астындағы жабық құрылыс — **кабельдік туннель** деп аталынады.

Ішінде кабельдер тартуға арналған құбырлар және каналдар бар, құрамына құдықтар кіретін құрылыс-**кабельдік блок** деп аталады.

Жер астында, не жер үстінде ашық горизонталь, не көлбеу орналасқан ұзын кабельдік құрылысты-**кабельдік эстакада** деп атайды. Түгел, не жартылай жабылған эстакада - **кабельдік галерея** деп аталады.

Кабельдерді тарту жағдайы мен тәсілдері жобада көрсетіледі. Кабельдік желілердің сенімді жұмыс істеуі үшін, кабельдерді тарту технологиясы жоба бойынша мұқият орындалуы керек. Кабельдік желіні тартудың алдында барлық құрылыс жұмыстары орындалады (орлар, туннельдер, каналдар, құдықтар қазылады; галереялар, эстакадалар, есіктер және салынып қойылатын тірек бөлшектер орындарына қондырылады).

Күштік кабельдер барабанға ораулы болады. Кабельді барабаннан тарқатуға осы жұмысты орындауға арналган арнайы құрылғылары бар машиналар мен тіркегіштер, құбыр төсегіштер, сондай-ақ жетекші лебедкалар, кабельдік домкраттар, барабан көтергіштер және тағы басқа аспаптар пайдаланылады.

Кабельдерді ор ішінде (жер астында) тарту, оларды басқа тәсілдермен тартуға қарағанда қарапайым және арзан келеді. Бұл тәсіл тартылатын кабельдер саны аз болғанда кең қолданылады. Бір ор ішінде кернеуі 10кВ-ке дейін болатын алты кабель, ал кернеуі 20...35кВ болатын үш кабель тартуға болады. Ор негізінде экскаватормен, ал кейбір жағдайларда қолмен қазылады. Оның тереңдігі 0,8...09 м болады. Көшелер мен жолдармен

қиылысқан жерде ордың тереңдігі 1,1 м болуы керек. Кабельдерді құбырлар ішінде тартқанда және үйлерге енгізетін жағдайда олардың тартылу тереңдігі 0,6 м-ден кем болмауы тиіс. Олардың ені оның ішінде тартылатын кабельдер санына байланысты келеді. Мысалы, оның мөлшері кернеуі 10 кВ-ке дейін 1...2 кабель тартқанда 0,3 м-ден, 2...3 кабель тартқанда 0,4 м-ден, 3...4 кабель тартқанда 0,5 м-ден, 4...5 кабель тартқанда 0,6 м-ден кем болмауы керек. Бір ор ішінде тартылатын кабельдердің бір-бірінен ара қашықтығы «Электр қондырғыларын құру ережелеріне» сәйкес қабылданылады. Мысалы, кернеуі 10 кВ кабельдердің ара қашықтығы 0,1 м, кернеуі 20...35 кВ кабель мен кернеуі 10 кВ кабельдің ара қашықтығы 0,25 м болуы тиіс.

Кабельдерді тарту алдында олардың ішіне қалыңдығы 0,1 м құмнан, не жұмсақ топырақтан төсеме салынады. Содан кейін кабель барабаннан тарқатылады да, ор ішіне тартылмай иректелініп бос төселінеді. Бұлай төсеу кабельді топырақ жылжу және жылулық деформация әсерінен механикалық зақым алудан сақтайды. Кабельдердің үсті қалыңдығы 0,1 м құммен, не жұмсақ топырақпен жабылады. Кабельдерді механикалық зақымнан қорғау үшін құм, не жұмсақ топырақ жамылғының үстіне бір қатар кірпіш, не темір-бетон плита төселінеді. Оның үстіне топырақ салынып жер тегістеледі.

Жолдармен және басқа инженерлік құрылыстармен қиылысқанда және оларға жақын тартылғанда кабельдерді зақымнан қорғау үшін, оларды бетон, темір-бетон, керамика, шойын, не пластмасса құбырлардың ішінде тартады.

Кернеуі 10 кВ-ке дейін келетін қорғасын, не алюминий қабықшалы сауытпен қапталған кабельдерді инженерлік құрылыстардан қашық орналасқан кабельдік жоларналарда орсыз тәсілмен тартуға болады. Бұл тәсілде өздігінен, не арнайы тартқыш механизм көмегімен жүретін пышақты кабель төсегіштер пайдаланылады. Кабель төсегіш пышағымен жерді кесіп терең саңылау жасап, оның түбіне барабаннан тарқатылатын кабельді бірден төсейді. Саңылау өздігінен жабылады. Саңылаудың тереңдігі 1...1,2 м болады. Жұмысты бастар алдында жоларнаны ағаштардан және олардың түбірлерінен тазартып тегістеу керек. Бұл тәсілде ор ішімен тартуға қарағанда құрылыс жұмысының келемі көп кем болады. Бірақ құны өте жоғары көп механизмдер пайдаланылады. Осы себептен бұл тәсіл кабельдік жұмыстың көлемі көп болған жағдайда тиімді келеді.

Кабельдерді өндірістік ғимараттар ішінде олардың құрылмаларына бекітіп, сондай-ақ каналдар, блоктар, құбырлар, не қораптар ішімен жүргізіп, науалар үстіне төсеп, сым арқанға іліп тартуға болады. Қабырғадан және төбеден өтетін жерлерде кабельдер құбырлардың ішімен тартылады. Бөлмелердің қабырғасына, еденіне және төбесіне кабельдерді жабық тартуға болмайды.

Қорғасын, не алюминий қабықшалы сауытсыз кабельдерді бөлменің құрылмасына бекітетін жерлерге жанбайтын материалдан (асбесттен, поливинилхлоридтен) төсем салынады. Ол кабель қабықшасын механикалық зақымнан қорғайды. Пластмасса, не резинка қабықшалы сауытсыз кабельдерді бөлме құрылмасына тікелей бекітуге болады.

Бөлме ішінде тартылатын кабельдердің сыртқы жанатын (талшықты материалдан т. б.) жамылғысы болмауы керек.

Кернеуі 1 кВ-ке дейін кабельдер болат сым арқанға қапсырмалар арқылы ілініп тартылады. Болат арқан бөлменің қабырғаларына және тіректеріне тартылып бекітіледі.

Кабельдік муфталар мен ұштық қосылғылар

Кабельдерді тармақтау, бір біріне жалғау және оларды электр аппараттарына, не ауа электр желісіне қосу үшін кабельдік муфталар және ұштық жабық қосылғылар қолданылады.

Кабельдік муфталар мен қосылғыларды топтастыру үшін бірыңғай терминологиялар, анықтамалар және белгілер енгізіледі.

Жалғағыштық кабельдік муфталар (С)-кабельдерді бір-бірімен жалғауға арналған құрылғы.

Тоқтатқыштық кабельдік муфта (Ст)-көлбеу жоларнада тартылған кабельдерді бір-бірімен жалғауға және осы жағдайда олардың құрамындағы арнайы кабельдік қоспаның ағып кетуіне жол бермеуге арналған құрылғы.

Тоқтатқыштық-өтпелі кабельдік муфта (СтП)-көлбеу және тік жоларналарда тартылған май сіңдірілген әртүрлі қағаз оқшауламасы кабельдерді бір-бірімен жалғауға және осы жағдайда майдың ағып кетуіне жол бермеуге арналған құрылғы.

Тармақтандырғыштық кабельдік муфта (О)-магистраль кабель желісіне тармақтандыру кабелін жалғауға арналған құрылғы.

Ұштық кабельдік муфта (К)-кабельдерді ауа электр желісіне және сыртқы қондырғының (КН), не ішкі қондырғының (КВ) электр аппараттарына қосуға арналған.

Ұштық кабельдік жабық қосылғы (КВ)-кабельдерді ішкі қондырғының электр аппараттарына қосуға арналған құрылғы. Кабелдік қосылғы арнайы қорғаныштық қорапсыз болады.

Муфталар мен қосылғылар типтеріне, маркаларына және маркалар ішіндегі шамаға орай топтасады.

Муфтаның, не қосылғының типі, не оны қолдану орнын және мақсатын көрсетеді. Маркасы муфтаның, не қосылғының типінің, материалының және құрылмалық дайындалуының белгілерінен құралады. Көлденең қимасы әртүрлі кабельдерге арналған муфталар мен қосылғылардың маркаларын олардың габариттік мөлшеріне (марка ішіндегі шамаға) орай топтайды.

Жер астында, не кабельдік құрылыстар ішінде тартылған кернеуі 10 кВ-ке дейін платмасса оқшауламалы кабельдерді бір-бірімен жалғауға өздігінен желімделінетін ленталардан, не қыздырылып кигізілетін түтіктерден жасалынатын ПСсл маркалы жалғағыштық муфталар қолданылады.

Кернеу 10 кВ-ке дейін қағаз оқшауламалы кабельдерді бір-бірімен жалғауға СЭ маркалы эпоксидті және СС маркалы қорғасын жалғағыштық муфталар пайдаланылады. СЭ маркалы муфталар тұрқы ұзындығынан (СЭв),

не көлденеңінен (СЭ) бөлінген екі бөліктен тұрады. Тұрқы пластмассадан жасалынған көлденеңінен бөлінген екі бөліктен тұратын муфта СЭФ деп белгіленеді. СЭс маркалы муфтаның тұрқының сыртында пластмассалық қаптамасы болады.

СС маркалы жалғағыштық муфта қорғасыннан құбыр түрінде дайындалады. Муфтаны механикалық зақымнан қорғау үшін, оның сыртына қаптама кигізеді. Шойыннан құйылған саңылаусыз қаптама КзЧГ, саңылаулы қаптама КэП деп белгіленеді.

Кернеуі 1 кВ-ке дейін пластмасса оқшауламалы кабельдерді желісіне қосу үшін 3ПКМЧ және 4ПКМЧ маркалы шойыннан құйылған ұштық діңгектік муфтадар пайдаланады.

Кернеуі 6 және10 кВ оқшауламалы кабельдерді сыртқы қондырғаларда ұштау үшін мынадай маркалы муфталар қолданылады: КНА (тұрқы алюминиден), КНЧ (тұрқы шойыннан), КНСТ (тұрқы болаттан).

Кабельдік желіні ауа электр желісіне қосу үшін мынадай маркалы ұштық діңгектік муфталар пайдаланылады: КМА (тұрқы алюминиден), КМЧ (тұрқы шойыннан).

Кернеу 10 кВ-ке дейін қағаз оқшауламалы кабельдерді ұштау үшін КНЭ маркалы ұштық эпоксидті (тұрқы эпоксидті компаундтан құйылған) муфталар қолданылады.

Ішкі қондырғыларда кабельдерді ұштау үшін тұрақты эпоксидті компаундтан құйылған және тарамдарын оқшауламалауға арналған түтіктері бар КВЭ маркалы ұштық эпоксидті қосылғылар пайдаланылады. Олар әр түрлі болып дайындалады: қыздырумен кигізілетін ПВХ түтікті КВЭтв маркалы; найритті резинке түтікті КВЭн маркалы; кремний-органикалық түтікті КВЭк маркалы; үш қабатты (іші мен сыртында ПВХ қабат, ортасында полиэтилен қабат) түтікті КВЭт маркалы.

Кернеу 10 кВ-ке дейін пластмасса оқшауламалы кабельдерді ұштау үшін, ПКВ (құрғақ бөлмелерде) және ПКВЭ (ылғалды бөлмелерде) маркалы ұштық қосылғылар қолданылады.

Кабельдерді бір-бірімен жалғау және оларды электр аппараттарына қосу үшін, көптеген материалдар мен бұйымдар пайдаланылады. Материалдар негізгі және қосымша болып бөлінеді. Негізгі материалдар жұмыс орындалғаннан кейін дайындалған бұйымдардың, құрылғылардың құрамында қала береді. Мысалы, эпоксидті компаунд муфтаның тұрқына құйылып қатқаннан кейін муфтаны құрамына енеді. Негізгі материалдарға қара және түсті металдар, электр оқшауламалық және химиялық материалдар, бояулар, лактар, т. б. жатады.

Жалғағыштық муфталар мен ұштық қосылғыларды монтаждауда құятын және сіңдірілетін құрамдар пайдаланылады. Құятын құрамдар муфтаның электрлік беріктігін және герметикалығын жоғарылату үшін қолданылады. Олардың қатарына МК маркалы май-канифольдік, МБ және МБМ маркалы битумдық, КФМ маркалы канифоль-фурфурольдік құятын құрамдар жатады.

Кабельдік арматураны жасауға және муфталар мен ұштық қосылғыларды толтыруға К-176, К-115, УП-5-199 маркалы эпоксидті компаундтар (эпоксидтік шайырлар негізінде дайындалатын көп құрамды қоспалар) пайдаланылады.

Ұштық және жалғағыштық муфталардың ішіне құюға толтырғыш қосылған полиэфир шайыр мен полиизоцианаттан тұратын ВИЛАД 13-1 маркалы полиуретанды компаунд қолданылады.

Кернеуі 1...35 кВ қағаз оқшауламалы кабельдердің жалғанатын тарамдарын оқшауламалау үшін кабельдік қағаздан дайындалған шығырлар, рулондар, бобиналар пайдаланылады.

Муфталар мен ұштық қосылғыларды монтаждауда әртүрлі ленталар қолдалынады. Олар пайдалану мақсатына орай оқшауламалық, жартылай өткізгіш, адгезиялық тығыздатқыш және қосымша болып бөлінеді. Кең қолдалынатын ленталар маркалары: СЭЛ, ЛЭТСАР, ЛЭТСАР ЛП, ЛЭТСАР ЛПП, ЛЕТСАР ЛПМ, ЛЕТСАР ЛППМ, ПВХ, ЛВ, ПЛ, ЛМБ, ЛХМ, ЛЭС. Осы маркалы ленталармен қатар эпоксидті компаунд, не битум сіңдірілген мата ленталар пайдаланылады.

Кабельдердің жалғанған және ұшталған тарамдарын қосымша оқшауламалау және оларды жарық, температура және ауа әсерінен қорғау үшін оқшауламалық түтіктер қолданылады. Олардың қатарына ХВТ және ТТВ түтіктер, ТТЭ-С, ТТЭ-Т, ТТШ маркалы қыздырумен кигізілетін полиэтилен түтіктер жатады.

Негізгі материалдарға пісіруге және дәнекерлеуге арналған бұйымдар (термиттік патрондар, сіріңкелер т.б.) және материалдар (дәнекерлер, флюстер т.б.) жатады.

Қосымша материалдар (газ, бензин, пластилин, электродтық бор, жіп түрлі асбест, зығыр жіп т.б.) технологиялық жұмыстарды орындауға пайдаланады. Мысалы, газ кабельдік сіңдірілетін құрамдарды қыздыруға, пластилин эпоксидті муфтаның саңылауларын бітеуге қолданылады.

Кабель ұштарын тарамдау және жалғау

Кабельдік муфталармен ұштық қосылғыларды монтаждаудың алдында әрқашанда белгілі тәртіппен орындалатын технологиялық операциялар жиынын кабель ұштарын тарамдау, не кабельді тарамдау деп атайды. Осыған кабельдің құрылымына орай белгілі ұзындыққа кезекпен, оның сыртқы жамылғысын, сауытын, қабықшасын, экрандарын және оқшауламаларын алу жұмыстары жатады.

Кабель ұштарын тарамдау, муфталар мен қосылғыларды монтаждау - біртұтас технологиялық процесс. Бұл жұмыстар кабель қабықшасын алудан муфтаны ұштық қосылғыны саңылаусыз бітеуге дейін үзіліссіз орындалады.

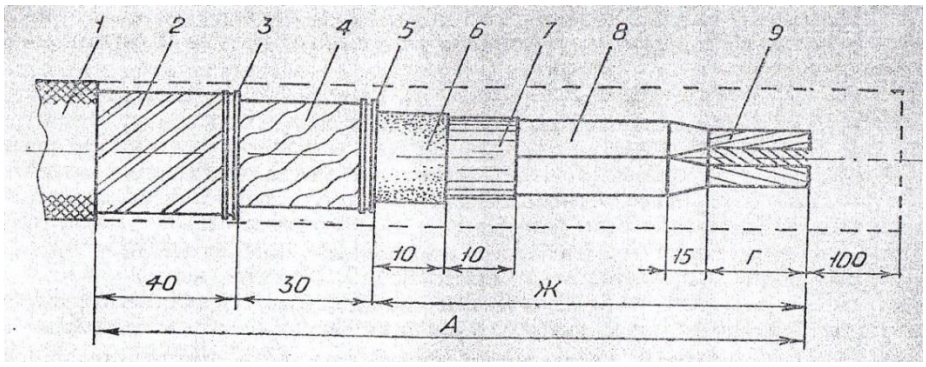
Кабельді тарамдауды жұмыс шеберлігі екінші-үшінші разрядтан төмен емес екі кабельші-электр монтерлер орындайды.

Кабельді тарамдаудың алдында жұмыс орнын мұқиятты түрде дайындау керек. Жұмыс орнында барлық қажетті техникалық аспаптар мен

айла бұйымдар болуы тиіс және тазалық сақталуы керек. Тазалық сақталмаса, кабель ұштарына ылғал және басқа заттар еніп кетуі мүмкін. Бұл жағдайда муфталардың, не ұштық қосылғылардың электрлік беріктігі және жұмыс істеу мерзімі азаяды.

Кабель ұштарының тарамдалатын ұзындығы кабельдің кернеуіне, көлденең қимасының ауданына, оның және пайдаланылатын муфтаның, не ұштық қосылғының құрылмасына байланысты келеді.

Кабель ұштарын тарамдау оның түріне байланысты болады. Мысалы, кернеу 6 кВ белдік оқшауламасы пластмассадан, оның үстіне метал және жартылай өткізгіш экрандары, болат ленталар сауыты және пластмасса шланг түрінде сыртқы жамылғысы бар кабель ұштарын тарамдау мынадай тәртіппен орындалады (17-сурет). Кабель ұштарын тарамдауда оның жамылғылары, сауыттары, оқшауламалары тарқап кетпес үшін, олардың әрқайсысына талсымнан, не мақта жіппен құрсаулар оралады.



Сурет 17. Кернеуі 6 кВ пластмасса оқшауламалы үш тарамды кабельді тарамдаудың сұлбасы:
1 – сыртқы жамылғы; 2 – сауыт; 3 және 5 – сым құрсаулар; 4 – металл экран; 5 – жартылай өткізгіш экран; 7 – белдік оқшаулама; 8 – тарамдар оқшауламасы; 9 – ток өткізгіш тарамдар

Алдымен электр қондырғысына қосуға қажетті ұзындықты өлшеп алып, НС маркалы қайшымен кабельдің ұшын кеседі. Сосын кабельдің қосуға арналған ұшының белгілі «А» ұзындығына арнайы айлабұйыммен сыртқы пластмасса жамылғының үстінен, тереңдігі оның жарты қалыңдығындай сақиналық және бойлық тіліктер жасайды. Содан кейін тіліктелген пластмасса жамылғыны алып тастайды. Сыртқы жамылғының кесілген жерінен 40 мм қашықтағы сауыттың үстіне болат талсымнан құрсау орайды. Арнайы сауыт кескішпен құрсауға жақын жерде сауыттың жоғарғы және төменгі болат ленталарын кесіп алып тастайды. Содан соң кабельдің қабықшасын бензин сіңдірілген шүберекпен сүртіп тазартады. Сауыттың жоғарғы және төменгі болат ленталарына жермен қосатын сымды дәнекерлеп бекітеді. Сауытты кескен жерден 30 мм қашықтықта металл экран ленталарының үстіне құрсау орайды. Ленталарды кабель ұшынан бастап тарқатады да, кесіп алып тастайды. Егер ленталар муфтаны экрандауға

пайдаланылатын болса, оларды кеспей орап жинап қояды. Бұл жағдайда кабель ұшын «А» ұзындықтан артықша ұзындықта (әдетте А+100мм) тарамдайды. Металл экраннан кейін жартылай өткізгіш экранды кесіп алады. Оны металл экраннан 10 мм ұзын қалдырады. Белдік пластмасса оқшауламаны алу үшін, жартылай өткізгіш экранды кескен жерден 10 мм қашықта, тереңдігі оқшауламаның жартылай қалыңдығына тең болатын сақиналық тілік жасайды. Сосын сақиналық тіліктен бастап, кабель ұшының соңына дейін, жоғарғыдай тереңдікке бойлық тілік жасайды. Содан кейін белдік оқшауламаны алып тастайды. Кабель тарамдарын ажыратып, қолмен не, шаблонның көмегімен оларды керекті радиуспен иеді. Содан соң кабель тарамдардың фазалық оқшауламалық «Г» ұзындықта пышақпен кесіп алады да, оқшауламалардың ұшын пышақпен конус тәрізді қылып жонады. Конус тәрізді учаскенің ұзындығы кабельдің кернеуіне байланысты келеді. Мысалы, кернеуі 6 кВ болғанда, бұл учаскенің ұзындығы 10...15 мм болады.

Кабелдер ұшының тарамдалатын ұзындық мөлшері пайдаланылатын муфталар мен ұштық қосылғылардың түріне байланысты келеді. Бұл мөлшердің мәні арнайы техникалық құжаттарда беріледі.

Резинке оқшауламалы кабельдердің ұштарын пласмасса оқшауламалы кабельдердің ұштарындай тарамдайды.

Кабель ұштарын тарамдау кезінде оның қабықшасын, экранын, сауытын, сондай-ақ муфталардың металл тұрқысын жермен, не нөлдік сыммен қосу орындалады. Бұл қосылыс қызметкерлерді электр тоғы әсерінен қорғау және кабель оқшауламасы тесіліп, жермен қосылған кезде, қысқаша тұйықталу тоғының әрекетінен қабықшалардың еріп кетпеуі үшін керек.

Муфталар ішінде кабель тарамдарын жалғағыштық және тарамдатқыштық гильзаларды сығымдап, пісіріп, не дәнекерлеп жалғайды.

Кабель тарамдарын электр қондырғыларына қосу үшін, олардың ұштарына арнайы ұштықтар сығымдалынып, пісіріліп, не дәнекерленіп бекітіледі.

Кабель тарамдарын ұштау және жалғау тәсілдерін таңдап алу - кабельдің кернеуі мен тарамдарының материалына байланысты келеді. Бұл жағдайда пайдаланылатын ұштықтар мен гильзалардың түрлері жобада және арнайы анықтамалық әдебиетте көрсетіледі.

Кабель тарамдарын сығымдап ұштауға және жалғауға ПК-3М, ПК-4 маркалы қол пресс–кыскыштар, РМП-7, ПГР-20М1 маркалы механикалық және гидравликалық пресстер, ПГЭП-2М, ПГЭ-20 маркалы электр жетекті гидравликалық престер қолдалынады.

Кабельдердің алюминий тарамдарын ұштауға және жалғауға газдық термиттік, түйіспелі, не доғалық пісіру тәсілдері пайдаланылады.

Кабель тарамдарын бір-біріне және ұштықтарға дәнекерлеп жалғауға арнайы аспаптар, айлабұйымдар және дәнекерлер қолданылады. Бұл тәсілде пропан-ауалық, пропан-оттегілік, не ацетилен-оттегілік жанарғылар, не дәнекерлеуік лампалар пайдаланылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Кабель ұштарын тарамдау және жалғау түрлері
2. Кабель желілерін тарту тәсілдері
3. Кабельдік муфталар мен ұштық қосылғылар түрлері
4. Кабельдерді төсеу тәсілдері және оларды таңбалау
5. Ток өткізгіш талсымдардың түрлері

1.4. Энерго жүйелері электр желілерінің үлгілік электр сұлбалары

Қалалық электр тораптарының сұлбасы

Ірі қалаларды электрмен жабдықтау үшін кернеуі 6-10 кВ электр тораптарының сұлбаларын құрастырудың екі принципті әр түрлі жүйесі қабылданады.

а) өзара қоректендіретін және таратын желілерді (екі сатылы торап) байланыстыратын тарату пункттері (РП) бар жүйелер;

б) тұтынушылардың трансформаторлық қосалқы станциялары (ТП) тікелей тарату желісі (бір сатылы желі) арқылы қоректендіру орталықтарына (ЦП) қосылған жүйелер.

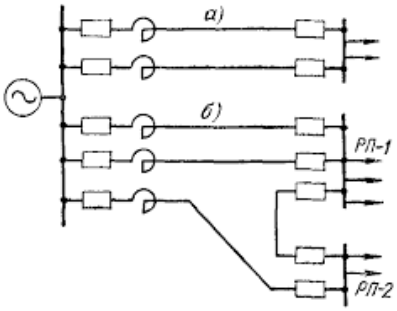
Қоректендіретін тораптар

Үлкен қалаларда өткен жылы РП-мен электрмен жабдықтау жүйесі кең таралған, олар үлкен өткізу қабілетінің қоректендіргіш желілерінің салыстырмалы аз санымен қоректену орталықтарымен байланысты**.**

РП шиналарына тарату желісі желілерінің қажетті саны қосылады. Осылайша, РП қорек көзінің қайталануы (ЖК) болып табылады.

Мұндай екі сатылы торап, атап айтқанда,қысқа тұйықталу токтарын шектеу қажеттілігінен туындайтын, шықпа желілерді жеке реакторлау сұлбалары бар қоректендіргіш орталықтарға тән.

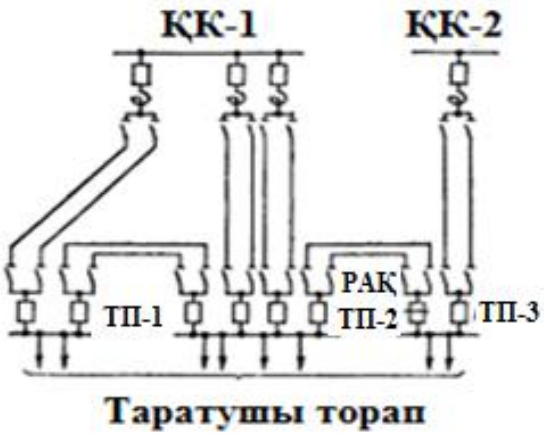
3000 кВА және одан жоғары жиынтық жүктемелерді электрмен жабдықтау жүзеге асырылатын қоректендіруші тораптар желінің кез келген зақымдануы кезінде тұтынушыларды қалыпты қосылған резервтік желілер бойынша не автоматты түрде резервті енгізу жолымен (АРВ) тұтынушыларды қоректендіруді қамтамасыз етуі тиіс.



Сурет 18. Коректендіруші торап сұлбасы: а) радиалды; б) ілмекті

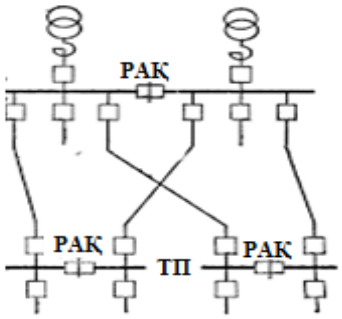
18-суретте желілердің параллель жұмысы бар қоректендіргіш желілердің радиалды және ілмекті (радиалды тұйықталған) сұлбалары келтірілген (сұлбаларда шартты түрде айырғыштақыштар көрсетілмейді).

Егер қоректендіргіш желілердің көп санының параллель жұмысы кезінде РП шиналарындағы қысқа тұйықталу қуаты жоғары болып алынса, онда РП1 және РП2 тарату пункттерінің бөлек жұмысы бар сұлбаны қолданады. Бұл жағдайда РП-1 және РП-2 арасындағы тұйықталу ажыратқыштарының біреуі қалыпты ажыратылады; қоректендіруші желінің зақымдануы кезінде ол автоматты түрде қосылады. Егер РП жүктемелері маңызды болса, онда 18суретте бейнеленген сұлбалар РП арасындағы резервтік ауыстырғышты АВР бар әрбір желіде қосарланған кабельдермен орындалады (сурет 19). Қоректендіргіш торапқа қосылған РП саны екіден көп болуы мүмкін, және де оларды қоректендіру сол суретте19 көрсетілгендей әртүрлі көздерден жүзеге асырылуы мүмкін.



Сурет 19. Желілердің параллель жұмысы және АРВ-мен торап сұлбасы

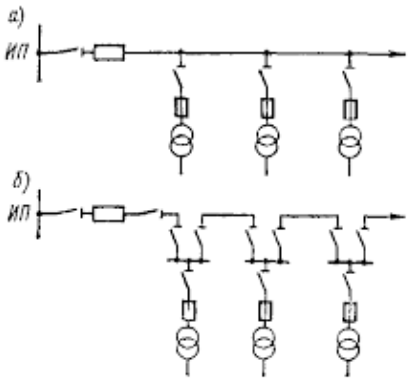
Қазіргі уақытта топтық реакторлаумен, тармақталған реакторларды орнатумен немесе орамдары тармақталған трансформаторларды пайдаланумен аудандық қосалқы станциялардың сұлбалары кеңінен қолданыла бастады, бұл 6-10 кВ тарату құрылғыларының жабдықтарын едәуір жеңілдетуге және олар үшін қарапайым секцияланған сұлбаларды қолдануға мүмкіндік береді. Осыған байланысты аудандық қосалқы станцияда, АВР бар РП-да (резервті автоматты түрде енгізу) секциялық ажыратқыштарды қолдана отырып, терең секциялау принципі бойынша торапты құру мүмкіндігі пайда болады). Мұндай сұлба 20 суретте бейнеленген.



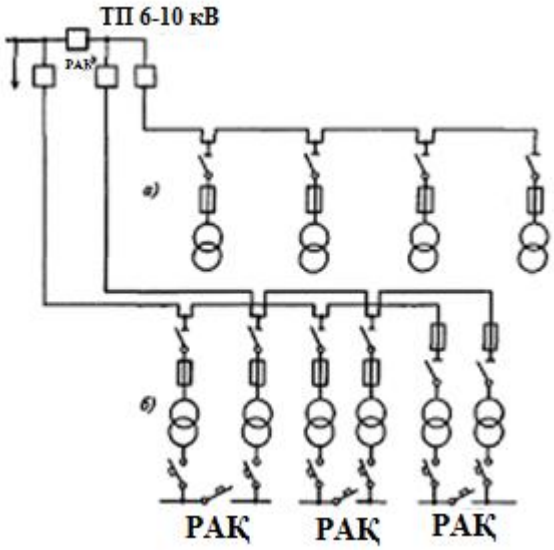
Сурет20. Терең секциялы торап сұлбасы

Электр жүктемелердің екі сатылы қоректену сұлбасы қоректендіргіш кабельдердің ірілеуінен 6-10 кВ желі ұзындығының біршама төмендегеніне қарамастан, бір сатымен салыстырғанда РП болуы есебінен неғұрлым жоғары құндық көрсеткіштерге ие, ал кететін желілерді жеке реакторлау кезінде реакторлары бар желілік ұяшықтардың жоғары құны есебінен де бар. Торапты құрудың қандай да бір жүйесін таңдау жүктемелердің тығыздығына, жүктемелердің ортасына ИП жақындау мүмкіндігіне, аудан бойынша жүктемелердің таралуына байланысты жүргізіледі және нұсқалардың техникалық-экономикалық салыстырумен аяқталады.

Кернеуі 6-10 кВ тарату тораптардың сұлбасы

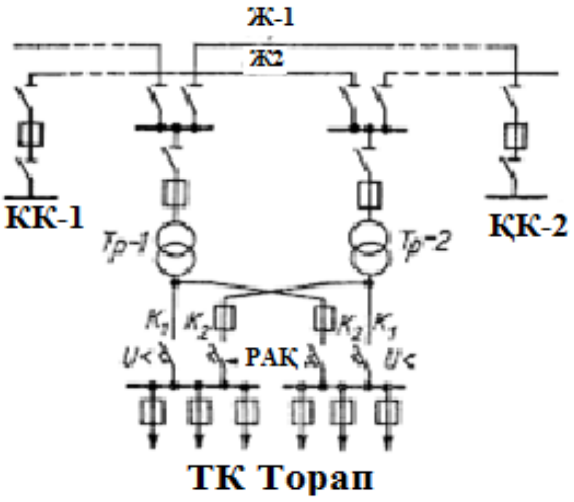


Сурет 21.Ашық тарату тораптардың сұлбасы



Сурет 22. Жоғары кернеу тарату тораптың ілмекті сұлбасы

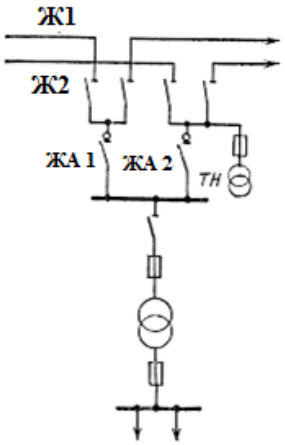
Суретте ұсынылған ілмекті тарату желісі (сурет 21), ажыратылған жұмыс істейді (желінің соңында А—б бөгеті қалыпты ажыратылған); әрбір магистральды желі ИП-нан қоректенеді.Егер желілердің бірінің қандай да бір учаскесі зақымданса, онда релелік қорғаныстан желінің басында орнатылған ажыратқыш ажыратылады және осы желіге қосылған барлық тұтынушылардың қоректенуі бұзылады. Апат орны тапқан соң, бүлінген учаскені ағытқышпен ажыратады және а—б бөгетін тұйықтап, қосалқы станциялардың қоректенуін қалпына келтіреді. Ең ауыр жағдайда, зақымдану ИП-нің бірінші учаскесінде болған кезде, желінің барлық жүктемесі бір желі бойынша көректенуге ауысады; желі осындай ұлғайтылған жүктемені көтере алатындай, авариялық режим үшін рұқсат етілген кернеудің жоғалуына жол бере отырып, авариялық режим бойынша қыздыруға арналған желінің тексеру есебін жасау қажет. Қалыпты режим үшін ілмекті ажыратуды ток бөлу нүктесімен сәйкес келетін қосалқы станцияда жасау қажет, өйткені бұл ретте электр энергиясының шығыны ең аз болады.Кернеуі 6-10 кВ желілердің бір ілмегіне қосылатын трансформаторлық қосалқы станциялардың саны 10-12-ден (яғни желіге 5-6 қосалқы станциядан) аспауы тиіс. Тұтынушылардың электрмен жабдықтау сенімділігін арттыруға ЖК немесе ТК жағында резервтеумен желілердің автоматтандырылған ажыратылған сұлбаларын қолдану ықпал етеді. 23 суретте екі сәулелі тарату желісінің сұлбасы берілген. Трансформаторлық қосалқы станцияларда қуаты бірдей екі трансформатор орнатылған, олардың әрқайсысы жеке желіден (сәуледен) қоректенеді.



Сурет 23. Суретте екі сәулелі тарату желісінің сұлбасы

ТК торап ажыратылған. Трансформаторда немесе ЖК желісінде апат болған кезде осы трансформатордан қоректенетін ТК тораптарда автоматты түрде ажыратылады және К1 және К2 түйіспелерінің көмегімен басқа трансформаторға ауыстырылады. Әрбір қосалқы станцияның екі трансформаторларының номиналды қуаты апаттық режимде рұқсат етілген артық жүктемені есепке ала отырып, осы қосалқы станцияның жүктемесінен 1,4 есе артық болуы тиіс. ЖК тораптың кабельдерін қалыпты режимде жүктеуді арттыру үшін торапты екі сәулелі емес, үш сәулелі сұлба бойынша, қосалқы станцияларды сәулелерге қосу кезектесіп орындаған жөн. Трансформаторлардың жоғары сенімділігі рұқсат етілген және ТК ажыратылған желілерін қоректендірудің екі сәулелі сұлбасын жасайды, ол бойынша қосалқы станцияға тек бір ғана трансформатор келеді.

Трансформаторлардың жоғары сенімділігі рұқсат етілген және ТК ажыратылған желілерін қоректендірудің екі сәулелі сұлбасын жасайды, ол бойынша қосалқы станцияға тек бір ғана трансформатор келеді. Жоғары кернеулі қоректендіруші желінің $Л_1$ және $Л_2$ зақымдануы жағдайында резервтеу ЖК-1 және ЖК-2 жүктемесінің екі ажыратқыштары арқылы жоғары кернеулі кірмелерде жүзеге асырылады (сурет. 23-24), олардың біреуі қалыпты ажыратылған.



Сурет 24. Суретте екі сәулелі тарату желісінің сұлбасы

Кернеудің жоғалуы минималды кернеу реленін ВН-1 ажыратуға және ВН-2 қосуға команда беріледі.Жедел ток КТ кернеу трансформаторынан алынады. Трансформатордың жоспарлы (және апаттық) жөндеуін тұтынушыларды ажыратпай қамтамасыз ету үшін көршілес қосалқы станциядан ТК желісі бойынша резервтеу көзделеді.

Өнеркәсіптік кәсіпорындар тораптарының сұлбасы

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың желілерін жобалау кезінде басында қоректену көздері туралы мәселе шешілуі тиіс. Технологиялық мақсаттар үшін көп мөлшерде жылу энергиясын талап ететін кәсіпорындарда бірқатар жағдайларда меншікті ЖЭО салу орынды. ЖЭО немесе қазандық салу мәселесі техникалық-экономикалық есептеулер арқылы шешіледі. Осылайша, кәсіпорынды электрмен жабдықтау энергожүйеден, не бір мезгілде жүйеден және ЖЭО-дан, не ақырында, егер кәсіпорын құрылысының ауданында. Энергожүйе желілері болмаса, онда тек ЖЭО-дан. ЖЭО-ның резервтеу, артық қуатын жүйеге беру және үнемділігін арттыру шарттары бойынша барлық жағдайларда екінші нұсқа, яғни ЖЭО-ның жүйемен параллель жұмысы жақсырақ. Кәсіпорынды электрмен жабдықтаудың үздіксіздігін қамтамасыз ететін қоректендіру көздерінің саны туралы мәселе де шешілуге жатады. 1 санаттағы жүктемелері бар өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін екі тәуелсіз ҚК (ИП) қажет. Осы корек көздердің әрқайсысы басқа корек көзі істен шыққан жағдайда 1-ші санаттағы барлық жүктемені үзіліссіз немесе қоректендіруді автоматты түрде дереу қалпына келтіру жолымен қоректендіруді қамтамасыз ету үшін жеткілікті қуатқа ие болуы қажет. Кәсіпорында энергожүйемен қатар жұмыс істейтін ЖЭО болуы осы талаптың орындалуын қамтамасыз етеді. Егер қоректендіру тек жүйеден жүзеге асырылса, онда резервтеу не осы қоректендірудің қайталануы (екі қосалқы станция немесе екі тарату желісі), не болмаса тек I санаттағы жүктемелерге есептелген шағын қуатты жергілікті қоректену көзін

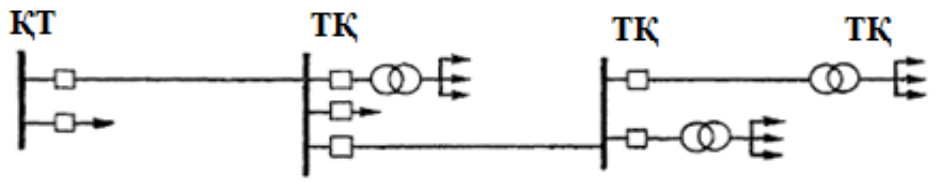
құруы мүмкін (мысалы, дизельді электр станциясы). Аса жоғары сенімділіктің I-санатты объектілер үшін қуаты кәсіпорынның авариясыз тоқтауы үшін жеткілікті болуы тиіс үшінші (авариялық) көз қарастырылады. Энергия жүйесінен қоректенетін өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау сұлбалары сыртқы электрмен жабдықтау сұлбаларына және ішкі электрмен жабдықтау сұлбаларына бөлінеді.

Сыртқы электрмен жабдықтау сұлбасы

Жүктеменің 6-10 кВ кернеуімен коректенетін қала шегінде орналасқан шағын өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін суретте бейнеленген қоректендіргіш тораптың сұлбаларына ұқсас (сурет 23-24) сыртқы электрмен жабдықтау сұлбаларын қолданады. Үлкен қуаты бар өнеркәсіптік кәсіпорындарда кернеуі 35-110 кВ терең енгізулер қолданылады, ол кабельдік немесе, егер жер мүмкіндік берсе, кернеуі 6-10 кВ тарату құрылғыларына қосылатын трансформаторлардың тұтыну орнында аяқталатын әуе желілері, ал кейбір жағдайларда тікелей цех тарату құрылғыларына қосылады. Егер өнеркәсіптік кәсіпорындар елді мекендерден едәуір қашықтықта және энергия жүйесі желілерінен алыс орналасқан болса, электрмен жабдықтаудың сыртқы сұлбасын не осы кернеудің тарату желілеріне қосылған кернеуі 35 кВ электр беру желілерінің көмегімен не аудандық желілерге қосылған кернеуі 110 кВ және одан жоғары электр беру желілерінің көмегімен жүзеге асырады. Бұл жағдайда өнеркәсіптік кәсіпорында электр энергиясын кәсіпорынның тарату желісінің кернеуіне түрлендіретін төмендету қосалқы станциясы салынады.

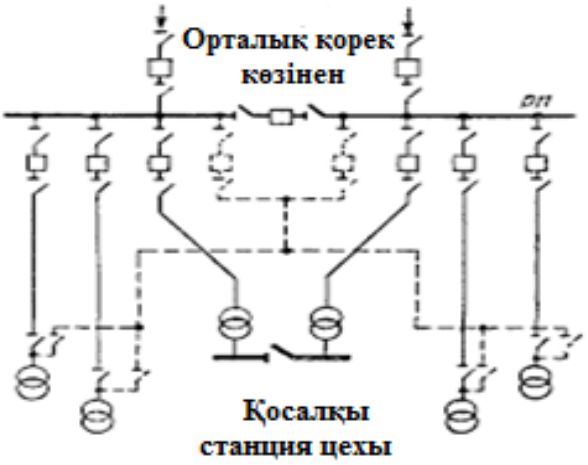
Ішкі электрмен жабдықтаусұлбасы

6-10 кВ кернеулі тарату желілерінің сұлбалары өнеркәсіптік кәсіпорындарды ішкі электрмен жабдықтау үшін жобаланады, жалпы айтқанда, жоғарыда сипатталған қала желілерінің сұлбалары сияқты. Ауқымды алаңдарды алып жатқан және үлкен жүктемеге ие немесе өз аумағында электр станциясы немесе басты төмендету қосалқы станциясы бар ірі объектілер үшін РП-мен қоректендіретін желіні жобалайды (сурет. 21 және 24) және одан әрі цехтық қосалқы станцияларды қоректендіретін тарату желісі қарастырылады. Бұл ретте РП әдетте, электр энергиясын ең көп тұтыну орындарында орналастырады және ең ірі цехтардың трансформаторлық қосалқы станцияларымен біріктіріледі. Көбінесе, әсіресе екі қоректену көзінде, терең секциялау сұлбасы артықшылық беріледі (24 суретті қараңыз) әрбір секцияның ең жауапты қосалқы станциялардың тәуелсіз көздерінен екі жақты қоректендіруді және секциялық ажыратқыштарда АВР-ның болуын қажет етеді. Электрмен жабдықтауда (жүктеменің II және III категориялары) үзіліске жол беретін цех қосалқы станциялары бар өнеркәсіптік кәсіпорындардың тарату желісін радиалды немесе радиалды-ілмекті сұлба бойынша, сурет сұлбаларына ұқсас орындауға болады 21 б және 22.



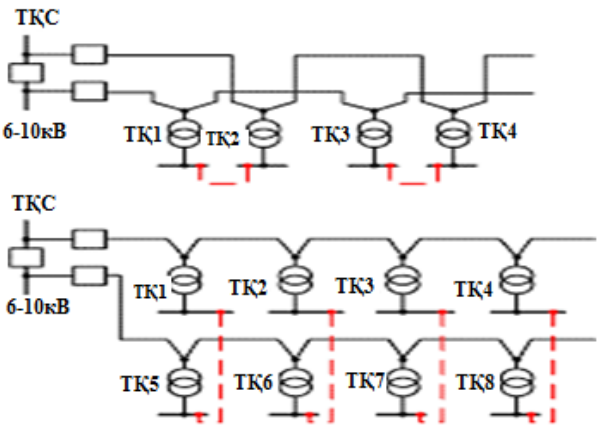
Сурет 25. Радиалды тораптың ажыратқыштармен сұлбасы
(өнеркәсіптік кәсіпорындар үшін)

Алайда, бұл сұлбалардың кемшілігін ескеру қажет: желі бүлінген жағдайда бірден цехтардың тұтас тобы істен шығады, бұл кәсіпорын жұмысының айтарлықтай бұзылуына әкеледі. Бұл 25 суретте бейнеленген ажыратқыштары бар радиалды сұлбаға артықшылық береді. I және II санатты жүктемелері бар кәсіпорындар үшін РП-дан цех қосалқы станцияларын жеке қоректендіретін сұлбалар қолданылады сурет 26.



Сурет 26. Цех қосалқы станцияларын жеке қоректендірумен өнеркәсіптік кәсіпорын торабының сұлбасы

Бұл жағдайда қандай да бір цехтық қосалқы станция желісінің зақымдануы қалған қосалқы станциялардың жұмысына әсер етпейді. Сұлбаның сенімділігін штрихтік сызықпен сұлбада сызып көрсетілген резервтеуші ауыстырғыш қойып арттыруға болады. Бірақ бұл сұлбаның кемшілігін жасайды — кабельдердің жоғары шығыны сезіле бастайды.



Сурет 27.Өтпелі магистральдары бар шинасыз қосалқы станциялардың сұлбасы

Әр түрлі қоректену көздеріне немесе РП түрлі секцияларына қосылған екі жақты магистральдары бар сұлба кабель шығыны бойынша тиімді, аса жетілдірілген. Бұл жағдайда цехтық қосалқы станциялар әр түрлі магистральдарға қосылған екі трансформаторы бар жиналмалы шинасыз орындалады, бұл сенімді резервтеу жасайды. Кейбір жағдайларда терең қосылатын қосалқы станцияларды цехтарға жақын орналастыруға болмайды. Бұл жағдайда тарату желісіндегі кабельдерді үнемдеу мақсатында, сондай-ақ үлкен шоғырланған жүктемелері бар кәсіпорындарда РП тарату құрылғыларының сұлбаларын оңайлату және арзандату үшін кернеуі 6-10 кВ желілерде эстакада бойынша орнатылатын және РП шиналарының жалғасы болып табылатын шиналы сымдарды қолданады.

Бақылау сұрақтары:

1. Сыртқы электрмен жабдықтау сұлбасы
2. Ішкі электрмен жабдықтау сұлбасы
3. Өнеркәсіптік кәсіпорындар тораптарының сұлбасы
4. Кернеуі 6-10 кВ тарату тораптардың сұлбасы
5. Қалалық электр тораптарының сұлбасының түрлері

1.5.Электр желілері элементтерінің параметрлері

Электр желісі әрбір мақсаты мен құрылымдық орындалуы бар әр түрлі элементтерден тұрады. Электр желісінің әрбір учаскесі параметрлердің бірдей жиынтығымен сипатталады (r, x, g, b, Kt):

$\boldsymbol{R_л}$, r – активті кедергі, Ом;

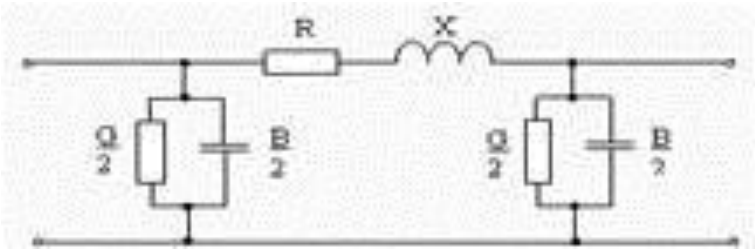
$\mathbf{X_л}$, x – реактивті кедергі, Ом;

$\boldsymbol{G_л}$, g – активті өткізгіштілік, См;

$\boldsymbol{B_л}$,b – реактивті өткізгіштілік, См;

K_t –трансформация коэффициенті.

Параметрлер торап элементтерінің сипатты қасиеттерін көрсетеді және тек сандық түрде ерекшеленеді. Электр торап элементтерінің қасиеттерін сандық анықтау үшін алмастыру сұлбасы құрастырылады. Алмастыру сұлбасы жұмыс режимдерін есептеу үшін құрастырылады. Сұлбада электр торабының күйін анықтайтын барлық параметрлері көрсетіледі. Кернеуі 110 кВ және одан жоғары, ұзындығы 300-400 км әуе ЭТЖ көбіне П түріндегі алмастыру сызбасы арқылы көрсетіледі.



Сурет 28. П түріндегі алмастыру сұлбасы

Желінің активті кедергісі. Сымның активті кедергісінің шамасын Омда келесі формула бойынша анықтайды

$$R_л = r_o L, \quad (1)$$

мұндағы: $\mathbf{r_o}$ – 1 км сымның есептік кедергісі,Ом/км; L – сым ұзындығы, км.

Желінің реактивті кедергісі анықталады:

$$X_л = x_o L\ , \quad (2)$$

мұндағы: $\mathbf{x_o}$ – өзіндік реактивті кедергі, Ом/км. Әуе желісінің фазасындағы өзіндік индуктивті кедергісі әртүрлі, сол себепті есептеу барысында симметриялы режимдегі орташа мән қолданылады x_0:

$$x_0 = 0.144 lg \frac{D_{cp}}{r_{np}} + 0.0157 Ом/км, \quad (3)$$

мұнда: $r_{пр}$ – өткізгіш радиусы, см;

$D_{ср}$– фазааралық орташа геометриялық ара қашықтық, см, былай анықталады:

$$D_{ор} = \sqrt[3]{D_{AB} * D_{BC} * D_{CA}} \quad (4)$$

мұнда: D_{AB}, D_{BC}, D_{CA} – A, B, C фазаларына сәйкес өткізгіштердің арақашықтығы.

D - 6-10 кВ -1 м, 35 кв – 3м, 110кв -4м, 220 кв-7 м, 330 кв – 9м, 500 кв-12 м, 750кв – 15м.

330 кВ желісінде электрэнергия шығындарыжоғары болса, $r_{сым-сым}$ кедергісінтөмендету үшін орнына $r_{экв}$кедергі эквивалентін қолданады, яғни:

$$r_{ЭКВ} = \sqrt[3]{r_{сым} * a^{n-1}} \quad (5)$$

n=2 – 330 кВ n – тармақ саны
n=3 – 500 кВ
n =5 – 750 кВ
a – 40-60 см - бір фазадағы таңдалған 2 сымның ара қашықтығы

$$r_0 = p/F*n \quad (6)$$

p – тығыздығы, 32 –Al,18 –Cu, F – қимасы.

$$x_0=0.141lgD_{ср}/r_{сым} + 0,0157/n \quad (7)$$

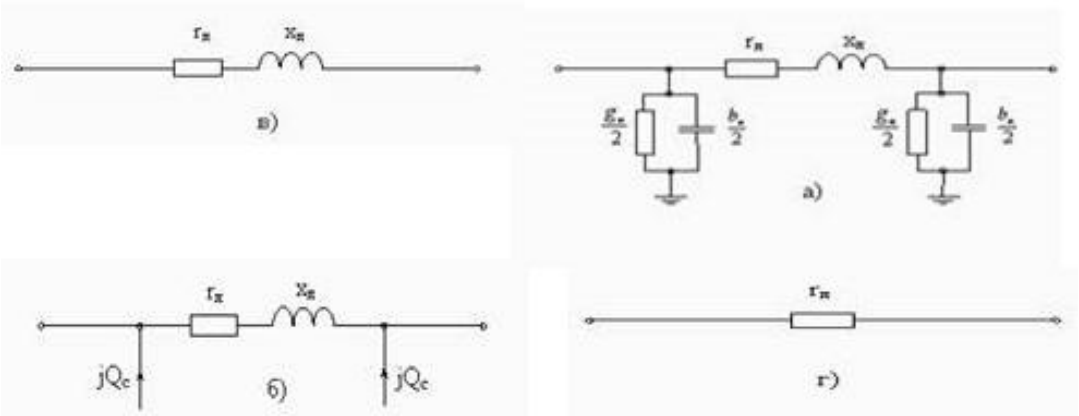
Болат алюминийлі сымдар үшін x_o фазадағы сымның қимасы мен санына байланысты анықтамалық кестелерден алынады. Тораптың активті өткізгіші Gл активті қуат шығынының екі түріне сәйкес келеді: оқшаулама арқылы ток азаюынан және тәжге. Оқшаулама арқылы ток азаюы аз, сол себепті оқшауламадағы қуат шығынын немесе де болады. Активті қуат шығыны тәжге сәйкестенеді. Тәждегі қуат шығынын азайту үшін сымның диаметрін ұлғайту керек. Әуе желілерінің ең аз рұқсат етілген қимасы тәж пайда болу талабымен нормаланады: 110кВ — 70 мм2; 220кВ —240 мм2; 330кВ –2х240 мм2; 500кВ – 3х300 мм2; 750кВ – 4х400 или 5х240 мм2. Сыйымдылықты немесе реактивті өткізгіш ӘЖ әр түрлі фазалар арасындағы сымдардың сыйымдылығымен және сым-жер сыйымдылығымен шартталған:

$$B_л= b_oL, \quad (8)$$

Мұнда: $\mathbf{b_o}$- анықтамалық кестелер бойынша немесе келесі формула бойынша анықталуы мүмкін меншікті сыйымдылық өткізгіштігі, см/км:

$$b_0 = \frac{7.58}{\frac{D_{cp}}{r_{np}}} 10^{-6} \quad (9)$$

110-220 кВ ЭБЖ үшін көптеген есептеулер үшін алмастыру сызбалары қарапайым болып келеді.



Сурет 29. Электр тарату желісінің алмастыру сұлбасы

а, б – әуе желісі 110-220-330 кВ;
в - әуе желісі $U_{ном}$ =35 кВ;
г - әуе желісі $U_{ном}$ =10 кВ.

Бақылау сұрақтары:

1. Сымның активті кедергісінің шамасы калай анықталады
2. Тәждегі қуат шығынын азайту неге байланысты
3. Фазааралық орташа геометриялық ара қашықтық
4. Электр торап элементтерінің қасиеттерін сандық анықтау
5. Индуктивті кедергіге әсер ететін параметрлер

1.6. Сымдар қимасымен кабель тарамдары

Кабельді желілер (КЖ) 500 кВ кернеуге дейінгі кернеулерге жасап шығарылады.

Кабельдердің талсым қимасын таңдау токтың тығыздығы (2-кесте) экономикалық мөлшерлеме бойынша орындалады. Кабель талсымының *F* қимасы (2) теңдеу бойынша есептеледі және жақын маңдағы стандартты қиманға дейін дөңгелектенеді.

Таңдалған қималар КЖ дұрыс пайдалануын қамтамасыз ететін, бір қатар техникалық талаптарды қанағаттандыруы қажет. Қиманың соңғы таңдауын тек осы техникалық талаптарды тексергеннен кейін ғана жасауға болады.

Рұқсат етілген қыздыру бойынша тексеру. Әрбір КЖ үшін 10 м-ден кем телім ұзындығы кезінде ең нашар жылулық шарттарымен телім бойынша анықталып, рұқсат етілген ток жүктемелері орнатылады. $I_д$ рұқсат етілген ток ұзақтығы кабельдердің әрбір маркасы үшін төсемдердің әртүрлі шарттары кезінде анықтамалық материалдардан қабылданады, мысалы:

Анықтамалық мәліметтердегі рұқсат етілген ток ұзындығы ауа температурасы 25°С кезіндегі ашық жүргізілген немесе жердегі температурасы +15°С кезіндегі және жердің жылулық кедергісі 1,2 м·кВт

болатын бір кабель үшін келтірілген. Жұмыстың басқа шарттары кезінде КЖ мүмкін болатын ток көлеміне түзету еселеуіштер енгізіледі.

Бір жердегі ордағы түзету еселеуіші k_1 кабельдер саны 4-кестеде көрсетілген. Нақты температурадағы түзету еселеуіші $k_2$5-кестеде көрсетілген (берілгендер 10 кВ кернеулі кабельдер үшін келтірілген). Жердегі жылулық кедергісінің түзету еселеуіші k_3 6-кестеде көрсетілген.

Осылайша, рұқсат етілген кабель тогының ұзақтығы оның төсемінің нақты есептеулерімен төмендегіні құрады:

$$I_д' = k_1\, k_2\, k_3\, I_д \qquad (10)$$

4-кесте.Кабельдердің ордағы k_1 түзету еселеуіші:

Кабельдер саны кезіндегі k_1 түзету еселеуіші					
1	2	3	4	5	6
1,0	0,84	0,72	0,68	0,64	0,61

5-кесте. Қоршаған орта температурасы кезіндегі k_2 түзету еселеуіші.

Төсем әдістері	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
жердегі	1,2	1,15	1,12	1,05	1,0	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
ауадағы	1,35	1,31	1,25	1,2	1,13	1,07	1,0	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54

6-кесте. Жердегі жылулық кедергісінің түзету еселеуіші k_3

Жердің сипаттамалары	Меншікті жылулық кедергісі, м·кВт	k_3 түзету еселеуіші
Ылғалдылығы 9% аспайтын құмның құмайт топырағының ылғалдылығы 14%	0,8	1,13
Қалыпты топырақ және құм ылғалдылығы 7-9%, құмай топырағының		

6-шы кестенің жалғасы

ылғалдылығы 12-14%	1,2	1,0
Құмның ылғалдылығы 4-7%, құмайт топырағының ылғалдылығы 8-12%	2,0	0,87
Құмның ылғалдылығы 4% кем болатын, тасты жер	3,0	0,75

Нормативті құжаттар рұқсат етілген ток ұзақтығының қатынасы бойынша кабельдердің асқын жүктемесіне мүмкіндік береді, мысалы, апатты жою кезеңі.

«Тұтынушылардың электр қондырғыларын пайдаланудың техникалық ережелеріне» сәйкес оқшауланған кабельдердің келесі рұқсат етілген асқын жүктемелері рұқсат етілген:

10 кВ дейінгі кернеулі сіндірілген қағазды $k_п$ = 1,3;

полиэтиленді және поливинилхлоридті $k_п$ = 1,15;

резеңкелі $k_п$ = 1,18.

Осы кабельдердің 5 тәулікте тәулігіне 6 сағаттан және жылына 100 сағаттан аспайтын асқын жүктеме ұзақтығы рұқсат етілген, егер көрсетілген тәуліктің басқа уақыттарында жүктеме рұқсат етілген ұзақтықтан аспауы керек.

20 кВ және одан астам кернеулі сіндірілген қағазды оқшаулағыш кабельдердің асқын жүктемелері рұқсат етілмейді.

Дайындаушы-зауыттың берілгендерне сәйкес СПЭ кабельдерінің келесі асқын жүктемелері рұқсат етілген:

жердегі төсемдер кезінде $k_п$ = 1,28 (35 кВ кернеуге дейінгі);

ауадағы төсемдер кезінде $k_п$ = 1,27 (35 кВ кернеуге дейінгі);

жердегі төсемдер кезінде $k_п$ = 1,17 (110 кВ кернеу);

ауадағы төсемдер кезінде $k_п$ = 1,2 (110 кВ кернеу).

Мұндай кабельдердің асқын жүктеме ұзақтығы тәулігіне 8 сағаттан, жылына 100 сағаттан және кабельдің қызмет ету мерзімінде 1000 сағаттан аспауы керек.

(11) бойынша таңдалған кабель талсымының қимасы төмендегі формуламен тексерілуі қажет:

$$I_{max} \leq k_п I_д', \qquad (11)$$

мұндағы I_{max} – режим ұзақтығының максималды тогы.

Кернеудің рұқсат етілген шығындары бойынша тексеру. 20 кВ дейінгі КЖ үшін U_{max} кернеулі шығын қоректену орталығынан электрлі алыстағы жердегі тұтынушыларға дейін есептеледі. Таңдалған КЭ қимасы төмендегі формуламен тексеріледі:

$$\Delta U_{\max} \leq \Delta U_{д}, \qquad (12)$$

Мұндағы: $\Delta U_{д}$ = 6%, рұқсат етілген кернеу

Электр қабылдауыштарға баратын осы кернеудегі 6-10 кВ желілер МЖМБ13109-97 сәйкес рұқсат етілген кернеудің ауытқуымен тексеріледі.

Термиялық беріктілігі бойынша тексеру. Апатты ҚТ токтарының желі бойынша ағуы кезінде кабельдің ток жүргізуші элементтерінің қыздырылуы қарқынды болады. орнатылған, рұқсат етілген теператураның $\Theta_{пр}$ оқшауланған кабельдер:

кернеуі 10 кВ дейінгі сіңдірілген қағаз – 200°С;

кернеуі 10 кВ астам сіңдірілген қағаз – 125°С;

поливинилхлоридті және резеңкелі – 150°С;

полиэтиленді – 120°С.

ҚТ токтарының өтуі кезіндегі кабель талсымынң температурасын есептеу айтарлықтай күрделі болады. Сондықтан тәжірибеде кабельдің қималарын есептеуде төмендегі формула тексеріледі:

$$F \geq F_{\min тс}, \qquad (13)$$

мұндағы: $F_{\min тс}$ – ҚТ тогының көлемі және оны ажырату уақытындағы кабель қимасының минималды термиялық табандылығы.

СПЭ кабельдері үшін шығарушы-зауыттың берілгендеріне сәйкес $\Theta_{пр}$ = 250°С. Бұл кабельдер үшін рұқсат етілген бір секундтан аспайтын ҚТ токтары орнатылғанмәндерден 7-кестеде келтірілген.

7-кесте. Бір секундтан аспайтын ҚТ токтары.

Талсым	Талсым қимасы кезіндегі мм^2, бір секундты ҚТ тогы $I_{кз1}$кА											
	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800
Мыс	7,15	10,0	13,6	17,2	21,5	26,5	34,3	2,9	57,2	71,5	90,1	114,4
Алюм.	4,7	6,6	8,9	11,3	14,2	17,5	22,7	28,2	37,6	47,0	59,2	75,2

Басқа ҚТ токтарының ұзақтығында рұқсат етілген термиялық табандылықты ток $I_{кз1}$ тогының көбейтіндісімен, 7-кестеде келтірілген түзету еселеуіші анықталады

$$k = \frac{I}{\sqrt{t}}, \qquad (14)$$

мұнда: t – ҚТ ұзақтығы, с.

КЖ талсым қималарының әрбір техникалық талаптарының орындалмауы кезінде таңдалған токтың тығыздығы экономикалық мөлшерлеме бойынша, талаптарға сәйкес қанағаттандырылмай мәндері үлкее береді.

1.7. Максималды шығындар уақыты бойынша энергия шығындарын анықтау

А) Шығындар уақыты t – желі,есептік уақыт ішінде $I_{макс}$ тұрақты жүктемемен жұмыс істегенде де, айнымалы жүктеме графигімен жұмыс істегенде болатын электр энергиясы мен қуат шығыны болатын уақыт.Орташа квадраттық ток ch орташа Іор тогы және жүктеме графигі формасының коэффициенті бойынша табады.

Орта квадраты токты $I_{ср}$ орташа ток және Кф жүктеме графигі пішіні бойынша табады:

$$I_{ск}=к_ф I_{ср},\ I_{ср} = \frac{W}{\sqrt{3}T_{действ}*U_{ном}*cos\varphi_{срв}} \quad (15)$$

мұнда: W - уақыт ішіндегі активті электр энергиясының шығысы (кВт-сағ) $T_{действ}$ (сутки, год); $cosj_{срв}$ - орташа өлшенген қуат коэффициенті.

Орташа квадраттық ток бойынша активті қуаттың (кВт) және электр энергиясының (кВт-сағ) шығыны келесі формулалар бойынша анықталады:

$$\Delta P = 3 \cdot I_{ск}^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \quad (16)$$

$$\Delta W = \Delta P \cdot T_{действ} \quad (17)$$

Реактивті қуаттың (квар) және реактивті энергияның (квар-сағ) шығындары:

$$\Delta Q = 3 \cdot I_{ck}^2 \cdot X \cdot 10^{-3} \quad (18)$$

$$\Delta V = \Delta Q \cdot T_{действ} \quad (19)$$

мұндағы: R және X - ауа немесе кабель желісінің активті, индуктивті кедергі.

Егер де W ээ шығыны мен макс жүктеме қуаты $P_{макс}$ белгілі болса, берілген желінің қанша уақытта электр энергия берілісін табуға болады: $T_{макс}=W/P_{макс}$. Жүктеме макс қолданылғын уақыты $T_{макс}$ өнеркәсіп сипатына және тұтынушы жұмыс аусымына байланысты анықталады:

жарықтандратын жүктеме үшін- 1500-2000;

кәсіпорындағы бір ауысым үшін - 1800-2500;

кәсіпорындағы екі ауысым үшін - 3500-4500;

кәсіпорындағы үш ауысым үшін - 5000-7000.

W және $T_{макс}$ шамалары арқылы қарастырылған уақыт аралығындағы макс токты анықтауға болады:

$$I_{макс} = \frac{w}{\sqrt{3}T_{макс} \cdot U_{ном} \cdot cos\varphi_{ср}} \quad (20)$$

Электр энергия және қуат шығындарын макс уақыт аркылы есептегенде, пайдаланылғын уақыт макс мен қуат коэффициентінен тәуелді уақыт шығыны $t_{п.б.}$ Бұл шамаларды біле отырып t =f(Тмакс,cosj срв) қисығынан уақыт шығынын тауып, сол арқылы э.э. активті және реактивті шығындарын табады:

$$\Delta W = 3I_{max}^2 * R_\tau \quad (21)$$

$$\Delta V = 3I_{max}^2 * X_\tau \quad (22)$$

Бақылау сұрақтары:

1. Максималды шығындар уақыты бойынша энергия шығындарын анықтау
2. Талсымдар оқшауламасы түрлері
3. Сымдардың және кабельдердің қимасы таңдау
4. Аудандық және жергілікті электр желілері.
5. Энерго жүйелерінің электр тораптарының типтік электр сұлбасы

2. Тарау. Электр желісін есептеуді жүргізу

2.1. Кернеу шығыны бойынша электр тораптарын есептеу әдістемесі

Тұтынушыларға жеткізілетін электр энергиясы МЕСТ 13109-97 регламенттелген сапалы көрсеткіштермен анықталуы қажет. Электр энергиясының сапалы көрсеткіштерінің бірі Δf ауытқу жиілігіне МЕСТ 13109-97 талаптары жоғарыда қарастырылған. Қалған электр энергияның көрсеткіштері электр желісінің және тұтынушыларды электрмен жабдықтау жұмыстарының үнемділігін анықтайтын электр энергия сапасымен қатар электр желісінің кернеулер режимімен байланысты.

Электр жүктемелерінің үздіксіз өзгерулері электр желілерінің элементтерінде кернеудің төмендеуінің үздіксіз өзгеруіне алып келеді, демек электр желілерінің әртүрлі түйіндеріндегі оның $U_{ном}$ номиналды мәні U ауытқу кернеуінің үздіксіз өзгеруіне алып келеді. Әдетте мүкін болатын және шекті рұқсат етілген мәндері орнатылған ауытқу кернеуі.

$$\delta U = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} 100\% \qquad (23)$$

электр желісінің қабылдауыштардың сыртқа шығарылған өткізгіштерінде МЕСТ 13109-97 регламенттелген ± 5% және ± 10% сәйкес тең.

Электр желісінің қалыпты режимінде δU мәні электр энергияның қабылдауыштарының сыртқа шығарылған өткізгіштерінде тәулік ішінде шекті рұқсат етілген мәндерінен аспауы қажет, сонымен бірге 95% ықтималдылықпен δU мәні қалыпты рұқсат етілген мәндерінен аспауы қажет.

Электр желісінің апаттан кейінгі режимінде δU мәні қабылдауыштардың сыртқа шығарылған өткізгіштерінде шекті рұқсат етілген мәндерінен аспауы қажет. Электр желісінің апатты бұзылуларында қысқа уақытқа δU мәнінен шығып, рұқсат етілген шекті мәндері олардың келесі орнатылған апаттан кейінгі режим үшін қайта қалпына келу.

Кернеудің режимдерін қарастыру кезінде сенімділікті есепке алуы электр желісінің әрбір нүктесінде, кернеудің әрбір қалыпты және апаттан кейінгі режиміндерінен аспауы қажет немесе анықталған рұқсат етілген мәндерінен төмен болуы керек.

Оқшауламаның сенімді жұмысымен, анықталатын $U_{жұм\ max}$ электр желісінің ең үлкен жұмыс кернеулері МЕСТ 721-77 электр желісінің $U_{ном}$ қалыпты кернеуінен келесі шектерге дейін мөлшерленген:

$U_{ном}$ = 6, 10 кВ
$U_{жұм\ max}$ = 1, 2 $U_{ном}$;
$U_{ном}$ = 35, 110 кВ
$U_{жұм\ max}$ = 1, 15 $U_{ном}$;
$U_{ном}$ = 220, 330 кВ

$U_{жұм\ max} = 1,1\ U_{ном}$;
$U_{ном} = 500$ кВ
$U_{жұм\ max} = 1,05\ U_{ном}$.

110 кВ және одан астам электр желілерінің ең кіші жұмыс кернеулері ең алдымен генераторлардың және түйіндегі кернеулердің параллель жұмысының тұрақтылығымен анықталатын, (0,8...0,9) $U_{ном}$ деңгейінде шектеледі.

Электр желісінің кернеулер режимінің үнемділігі автивті қуат шығынының мөлшерімен және оның элементтеріндегі энергия (желілер және трансформаторлар) шартталған. Бұл шығындар трансформаторлар және желінің активті кедергілер бойында кернеулердің квадраттарына кері пропорционал. Сондықтан кернеу деңгейінің жоғарылауы 220 кВ кернеуге дейінгі электр желілеріндегі энергия және қуат шығындарының негізгі бір құралдарының азаюы болып табылады.

Жоғарыда баяндалғандай, электр желілерінің жұмыс режимдерінің көрсеткіштері технико-экономикалық талаптарын қамтамасыз ету үшін кернеуді реттеу қажет. Әр түрлі электр желілерінің үшін кернеуді реттеу мақсаты өзара айырмашылығы бар.

Тұтынушыдан тікелей электрлі жақында орналасқан, 6-20 кВ кернеулі үлестіруші желілерінде кернеуді реттеудің негізгі мақсаты МЕСТ 13109-97 орнатылған шектегі кернеулердің ауытқуларын сүйемелдеу болып табылады.

330 кВ және одан астам кернеулі жүйе құрушы желілерде кернеуді реттеудің негізгі мақсаты шекті жұмыс кернеуі $1{,}05U_{ном}$ құрайтын осындай желілердің жабдықтардың оқшауламаның сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін осындай ішкі асқын кернеулерін шектеу болып табылады.

Кернеуді реттеу электр станцияның шиналар генераторында, жүйе құрушы желілердегі қосалқы станциялардың ірі түйінді жоғарғы және орташа кернеулі шиналарда, үлестіруші электр желісінің шиналарының қоректену орталықтарында жүзеге асырылады.

Кернеуді реттеу үлестіруші құрылғы деп аталатын арнайы техникалық құралдардың көмегімен жүзеге асырылады. Бұл барлық үлестіруші құрылғыларды шартты түрде екі түрге бөлуге болады: *түйінді және сызықтық*. Түйінді құрылғылар желінің режимді параметрлерін – кернеу және желіге қосылған жердегі реактивті қуатты өзгертеді. Бұл электр станцияның генераторлары, синхронды компенсаторлары, конденсаторлар батареялары, реттелмейтін және реттелетін реакторлар және статикалық реттелетін реактивті қуаттың қоректену көздерін өзгертеді.

Сызықтық құрылғылар желі сұлбасының параметрлерін – трансформация коэффициенттері, реактивті кедергіні өзгертеді. Бұл трансформаторлар, РПН жүктемедегі кернеуді реттейтін құрылғылары бар автотрансформаторлар, арнайы реттелетін трансформаторлар, желінің индуктивті өтеу кедергі бойы үшін орнатылған конденсаторлар.

Электр станцияларда кернеуді реттеу:

Электр станцияның генераторларының негізгі белгілеулері – бұл берілген активті қуат мәнін электр желісіне жібереді. Бұдан басқа генераторлар ЭЭЖ-дегі реактивті қуаттардың негізгі қоректену көзі болып табылады. Генераторлар шығаратын реактивті қуатты және оның шығысындағы кернеудің өзгеруі генератордағы қозу тогын реттеу есебінен жүзеге асады. $U_г$ генератордың шығысындағы кернеу (0,95...1,05) $U_{ном}$ шектерінде өзгереді.

Кернеу бойынша реттеу диапазонын үлкейту, мысалы, 1,1$U_{ном}$–ге дейін генератордың қозу тогының көбеюін талап етеді, демек, генератор беретін реактивті қуаттың көбеюіне алып келеді. Генераторды толық қуатпен номиналды жүктеме кезінде және генератордың асқын жүктемесінен аман болу үшін генератор беретін реактивті қуатпен оның активті қуатының көбеюін төмендеті қажет. Соңғы шарт генераторлардың негізгі тағайындауына қарсы – берілген активті қуатты беру.

Электр станцияларындағы жоғарылататын трансформаторлар немесе кернеу бойынша реттейтін диапазонын болмауы немесе бұл диапазон ±2 х 2,5% $U_{ном}$ шектерімен шектелген.

Электр желілерінде нақты кернеу шығындары электр станцияның жоғарлатқыш трансформаторларымен және генераторлармен реттелетін кернеу диапазонынан анағұрлым көбірек. Электр жіберу желілерінде кернеу шығындары олардың ұзындықтарына, жүктемелері мен кернеулеріне байланысты және желідебір кернеулі 10% жетуі мүмкін. Әрбір трансформация кезіндегі кернеуді шығындары да осындай ретте болады.

Электр станциядан тұтынушыларға дейінгі электр энергиясы кернеуді трансформациялаудың 3...5 сатысынан өтеді. 50%-дан елеулі асуы мүмкін кернеудің жиынтық шығынын бағалау қиын емес.

Келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғандай, кернеуді электр станцияның генераторлары мен трансформаторлары есебінен реттеу электр желісінде кернеу шығындарын жабу үшін сөзсіз жеткіліксіз. Сондықтан электр станцияның генераторлары мен трансформаторлары жалпы жағдайда тек электр желісінде кернеуді реттеудің қосалқы құралы болып табылады. Генераторлар тек генераторлы кернеу шиналарынан тікелей қорек алатын тұтынушылар үшін кернеуді реттеудің негізгі құралы болып қызмет етуі мүмкін.

Электр желілерінде кернеуді реттеу үшін төменде қарастырылатын, кернеуді реттейтін құралдармен жабдықталған, және басқа құралдар электр желісінің қосалқы станциялары трансформаторлар және автотрансформаторлар қолданылады.

Қосалқы станцияларда кернеуді реттеу:

Электр желілерінде кернеуді реттеудің негізгі құралдырының бірі электр желісінің қосалқы станцияларындағы трансформаторлардың (автотрансформаторлардың) трансформациялау коэффициентінің өзгеруі болып

табылады. Трансформациялау коэффициенті трансформатор орамының бірінші w_1 және екінші w_2айналым санының қатынасына немесе трансформатордың $U_{жк}$ бірінші (жоғарғы) номиналды және екінші (төменгі) $U_{тк}$ кернеулерде оның бос жүріс кезінде.

$$K = \frac{W1}{W2} = \frac{U_{жк}}{U_{тк}} \qquad (24)$$

Трансформаторлар (автотрансформаторлар) орамадан трансформациялау коэффициентін өзгертуге рұқсат етілген арнайы тармақтарға ие, демек, кернеуді реттеу. Тармақтарды ауыстыру желіден трансформаторларды ажырату кезінде қоздырусыз ауыстыру құралымен (ҚАҚ) немесе желіден трансформаторды ажыратпай жүктемеде реттеу құрылғысымен (ЖРҚ) жүзеге асады.

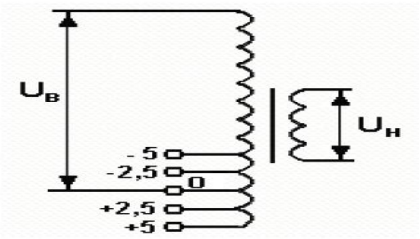
Кернеуді реттеу үшін сондай-ақ қосалқы станцияларда орнатылған арнайы реттеуіш трансформаторлары қолданылады.

Екі және үш орамды трансформаторларды тармақтауын реттеу нейтраль жағынан *жоғарғы кернеулі орамада* орындалады. Жоғарғы кернеулі орамадағы ток басқа орамадағы қарағанда аз, демек, ЖРҚ жұмыс шарты жеңіл, оның масса габариттерінің көрсеткіштері жақсы.

Екі орамалы трансформаторлар үшін жоғарғы және төменгі $k_{жк}$ кернеулі орамалар арасында трансформациялау коэффициенті реттеледі. Үш орамалы трансформаторлар үшін жоғарғы және төменгі $k_{вн}$ кернеулі орамалар арасында трансформациялау коэффициенті және жоғарғы және төменгі $k_{вс}$ кернеулер арасында бір уақытта және тәуелді реттеледі.

Автотрансформаторлардың реттелу тармақтары жалпы ораманың нейтарал жағынан немесе орташа кернеулі ораманың сызықтық шығысында орындалады. Бірінші жағдайда $k_{вн}$ және $k_{вс}$ коэффициентібір уақытта және тәуелді реттеледі, екіншісінде – $k_{вс}$ коэффициенті ғана реттеледі.

Трансформациялау коэффициентін реттеудің негізгі принциптерін қарастырайық. Жеңілдету мақсатында трансформаторларды және реттеу құрылғыларын бір фазалы орындауда қарастырайық. 2.1 суретте ҚАҚ құрылғылары бар трансформаторлардың принципаилды сұлбалары келтіріледі. $U_в$ алғашқы орамасы нөлдік тармақталуға ие және төрт реттеу тармақтары: ±2,5% және ±2,5%. Екінші $U_н$ орамасы өзгермейтін айналмалы санға ие.



Сурет 30. ҚАҚ құрылғылары бар трансформаторлардың принциптік сұлбалары

ҚАҚ нөлдік тармақталу $k_т = U_{жк} / U_{тк}$ трансформациялаудың номиналды коэффициентіне сәйкес. ҚАҚ басқа тармақтаулары 8-кестеде көрсетілген трансформациялау коэффициентінің өзгеруіне сәйкес.

8 кесте.Тармақ бойынша трансформация коэффициентінің өзгеруі.

Алғашқы тармақталу орамасы, %	+5	+2,5	0	-2,5	-5
Трансформациялау коэффициенті	$1{,}05k_т$	$1{,}025\ k_т$	$k_т$	$0{,}975\ k_т$	$0{,}95\ k_т$

Реттеу тармақталуын ауыстыру үшін желіден трансформаторларды ажырату қажет. Бұл ауыстырулар сирек жасалады, мысалы, жүктеменің мерзімді өзгеруінде. Мұндай трансформаторлар тәулік ішінде жүктеменің өзгеруі кезінде кернеуді реттеу үшін қолданылмайды.

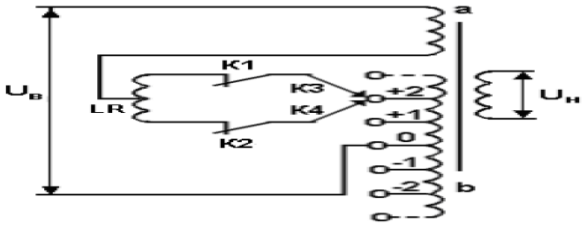
ЖРҚ бар трансформаторлардың принциптік сұлбасы 30 суретте келтірілген. Бірінші орамареттелмейтін (*а*)және реттелген (*б*) бөлігіне бар. Мұндай трансформаторлардың бірінші ораманың реттелетін бөлігінде тармақталу саны ҚАҚ бар трансформаторларға қарағанда көбірек. Мысалы, $U_{вн}$ = 115 кВ номиналды бірінші кернеулері бар трансформаторлар үшін $\pm 9 \cdot 1{,}78\%\ U_{вн}$ кернеуді реттеу диапазоны құрайды. Бұл трансформаторлар нөлден басқа 18 тармақтауларға ие.

ЖРҚ нөлдік тармақтаулары $k_т = U_{жк} / U_{тк}$ номиналды трансформациялау коэффициентіне сәйкес. Басқа тармақтаулар трансформациялау коэффициентінің өзгеруі төмендегі мөлшеріне сәйкес:

$$k_т\ (1 \pm 0{,}0178i), \qquad (25)$$

мұндағы: i – тармақталу нөмірі.

31 суретте көрініп тұрғандай, +1, +2, тармақтаулары үшін реттелетін ораманың айналымдары реттелмейтін орамаларына сәйкес қосылған. Жұмыс кезінде бұл тармақтауларда трансформациялау коэффициенті көбееді. -1, -2, тармақтаулар үшін реттелетін орамалардың айналымдары реттелмейтін орамаларға қарсы қосылған. Жұмыс кезінде бұл тармақтауларда трансформациялау коэффициенті азаяды.



Сурет 31. ЖРҚ құрылғысы бар трансформатордың принциптік сұлбасы

ЖРҚ құрылғысын ауыспалы жұмысын орташа нүктеде трансфоматордың реттелетін орамасының шығысында қосылған, қозғалмайтын жанасудан *К*1 және *К*2, қозғалатын жанасу *К*3 және *К*4 және ток шектейтін *LR* реактор тұратын қарастырайық. Трансформатордың әбір тармақталуының жұмысы кезінде бірінші ораманың жүктеме тогы екі реактордың бөліктері арасында тең таратылады. Реактордың әртүрлі бөліктеріндегі ток қарама-қарсы ағады, нәтижелі магнитті ағын және реактордың индуктивті кедергісі нөлге тең.

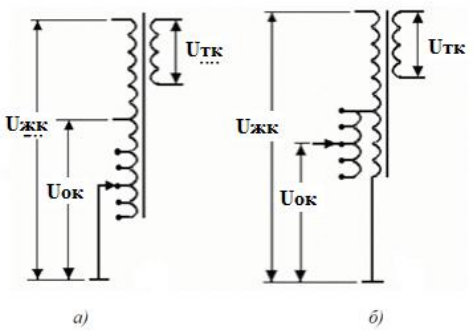
Кернеуді реттеу шарты бойынша +2 тармақталудан +1 тармақталуға ауысу талап етіледі делік. Ол үшін *К*1 жанасуы ажыратылып, ал *К*3 қозғалмалы жанасу +1 тармақталуға ауысады. *К*1 жанасуы қосылады. +1 және +2 тармақталу арасындағы орама секциясы *LR* реакторында тұйықталады екен. Реактордың екі бөлігіндегі тұйықталу токтары бағыты бойынша ұқсайды, нәтижелі магнитті ағын және реактордың индуктивті кедергісі көбееді, осымен орама бөлігінің тұйықталған тогының тиімді шегіне жетеді.

Ары қарай *К*2 жанасуы ажыратылады, *К*4 қозғалмалы жанасуы +1 тармақталуына ауысады, содан кейін *К*2 жанасуы тұйықталады.

ЖРҚ құрылғысы бар трансформаторлар тәулік ішіндегі жүктеме өзгерген кезде кернеуді реттеуге мүмкіндік береді. Мұндай трансформаторлар берілген кернеуді реттеу заңына сәйкес ЖРҚ тармақталуына ауысу командасын беріп, трансформатордың екінші орамасындағы кернеудің өзгеруіне әсер ететінкернеуді автоматты реттеу (КАР) жабдықталады.

ЖРҚ сенімділік жұмысын жоғарылату үшін оның кернеудің шамалы ауытқуы кезінде іске қосылуы, сонымен қатар маңызды, бірақ кернеудің қысқа уақытты ауытқуын шығарып жіберу керек. Ол үшін КАР бірнеше реттеудің бір сатысының үлкен жартысынсезбейтін зонаға ие. Егер кернеу қазіргі уақытта трансформатор жұмыс істеп жатқанға қарағанда, реттеудің келесі сатысына жақын болса, бұл жағдайда КАР ауысуға дабыл жібереді.

ЖРҚ салып бірігу үшін іске қосылудан КАР-дағы кернеудің қысқа уақытты ауытқу кезінде 1...3 минут уақыт ұстамдылығы қарастырылған.

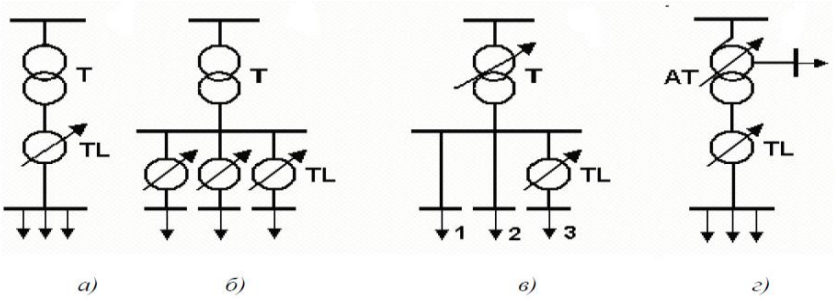


Сурет 32. Автотрансформаторлардағы ЖРҚ қосылуларының принциптік сұлбасы

Автотрансформаторлардың ЖРҚ құрылғысы осы тәрізді жұмыс істейді. ЖРҚ қосылуларының нейтралдағы жалпы орамасы және ораманың сызықтық шығаруларының принциптік сұлбасы 32, *а*, *б* суреттерде көрсетілген. Бірінші жағдайда бір уақытта және $k_{вн}$ және $k_{вс}$ реттейтін коэффициенттеріне, екіншісінде – тек $k_{вс}$ коэффициентіне байланысты.

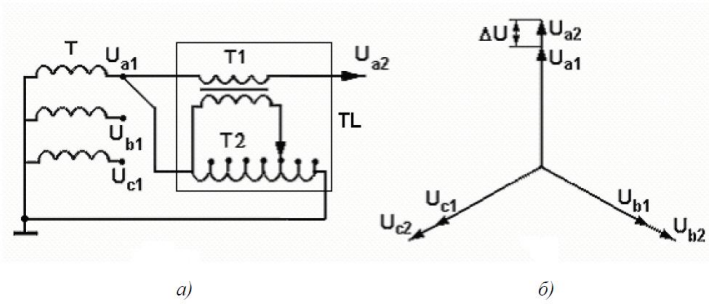
TL реттеу трансформаторы трансформатордың (автотрансформатордың) негізгі орамасына қосылатын кернеуді енгізеді және келесі жағдайларда қолданылады:

ЖРҚ жоқ трансформаторлары бар қосалқы станцияларда кернеуді реттеу үшін топтық (33, *а* сурет) немесе жеке (33, *б* сурет) реттеу кезінде; әр түрлі сипатты жүктемелері бар (33, *в* сурет) тұтынушылар қоректенетін ЖРҚ бар трансформаторлары бар қосалқы станцияларда кернеуді реттеу үшін; 3 тұтынушы жүктемесінің сипаты 1 және 2 тұтынушылардың жүктеме сипатынан едәуір айырмашылығы бар; автотрансформаторлары бар қосалқы станцияларда төменгі кернеуді реттеу үшін орташа кернеулі орамада ЖРҚ құрылғысымен жабдықталған (33, *г* сурет).



Сурет 33. Сызықтық реттеу трансформаторлар қосылуларының принциптік сұлбасы

TL бір фазалы сызықтық реттеу трансформаторының принциптік сұлбасы 34, *а* суретте көрсетілген. Бұл реттеу трансформаторы *T* негізгі трансформатор орамасына ΔU кернеуіне қосымшаны енгізетін, *T*1 тізбекті трансформаторынан және осы қосымша мөлшерін өзгертетін тармақталу есебінен, *T*2 реттеу автотрансформаторларынан құралады.



Сурет 34. Реттеу трансформаторы (*а*) және кернеудің векторлы диаграмма (*б*) қосылулыраның принциптік сұлбасы

Кернеудің векторлы диаграммасы 34, *б* суретте көрсетілген. $U_{а1}$, $U_{в1}$, $U_{с1}$ реттеусіз кернеулері, ΔU қосымша кернеуінің мөлшеріне реттеу нәтижесінде алынған $U_{а2}$, $U_{в2}$, $U_{с2}$ кернеулерден айырмалышығы бар.

Трансформаторлардың реттеу тармақтарын таңдау

Трансформаторлардың реттеу тармақтарын таңдау мәселері электр желісіндегі кернеудің рұқсат етілген әрбір өзгерісі кезінде трансформатордың екінші кернеулі шиналарында талап етілетін кернеуді қамтамасыз етумен қорытылады.

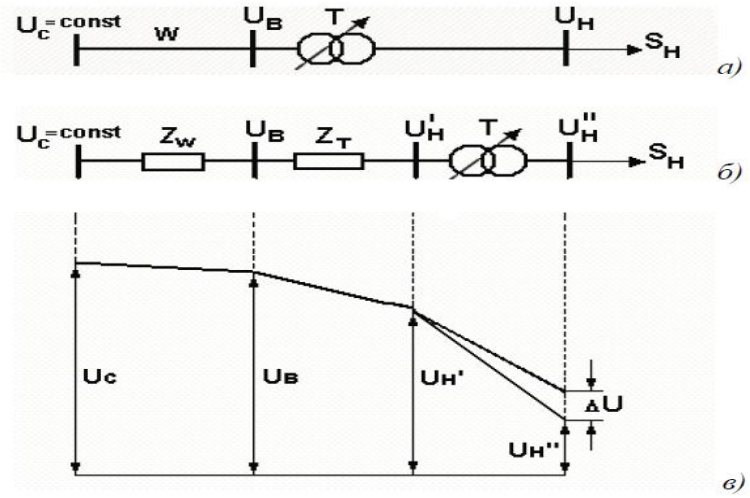
Қарапайым электр желісін қарастырайық (34, *а* сурет). ОП-дан $U_с$ = const өзгермейтін кернеулі шиналарда келтірілген, *W* электр жіберу желісі және *T* трансформаторы арқылы $S_н = P_н + jQ_н$ қуатты жүктеме қоректенеді.Бірінші және екінші трансформатор орамасындағы кернеу $U_в$ және $U_н$ сәйке тең. Трансформатор ЖРҚ құрылғысына ие.

Желінің (34, *б*сурет) орынбасу сұлбасында желі Z_w кедергісімен келтірілген, трансформатор $k_т$ трансформация коэффициентіне сәйкес кернеуі өзгеретін, бірінші кернеугеZ$_т$ кедергісімен және қуатты және кернеуді шығынысыз *T*идеалды трансформатормен келтірілген. Жоғарғы орамалы кернеуде келтірілген,екінші кернеу$U'_н$ белгіленген. Нақты екінші кернеу $U''_н = U'_н / k_т$ құрайды.

Әдетте ЖРҚ жанасуы нөлдік тармақталу $U_{тарм\ 0}$ орналасқан деп есептейік. Трансформацияның номиналды коэффициенті

$$k_T = \frac{U_{ЖК}}{U_{ТК}} = \frac{U_{тарам0}}{U_{ТК}} = \frac{U''_н}{U''_н} \qquad (26)$$

ЖРҚ есебінен өзгеруі мүмкін.



Сурет 35. Электр желісінің сұлбасы (*а*), орын басу сұлбасы (*б*) және кернеу эпюрасы (*в*)

Желідегі кернеу эпюрасы 35, *в* суретте көрсетілген. Трансформатордың бірінші орамасындағы $U_в$ кернеуі Z_w кедергідегі кернеу шығынының мөлшері жүйедегі $U_ж$ кернеуінен айырмашылығы бар

$$U_в = U_ж - \Delta U_{ZW} \tag{27}$$

Жоғарғы кернеулі орамада келтірілген трансформатордың екінші орамасының шығысындағы кернеулері $Z_т$ трансформатор кедергісіндегі кернеу шығынының мөлшері $U_в$ кернеуінен айырмашылығы бар:

$$U_н = U_в - \Delta U_{Zт} \tag{28}$$

Екінші орамадағы нақты кернеу төмендегіні құрайды:

$$U_н^{''} = \frac{U_н}{k_Т} = \frac{U_н * U_{тк}}{U_{ЖК}} = \frac{U_н * U_{жк}}{U_{тарам0}} \tag{29}$$

$U''_н$ нақты кернеу талап етіліп тоырған $U''_{н\,т}$ кернеуінен айырмашылығы бар. Трансформатордың екінші орамасындағы кернеуді қамтамасыз ететін ЖРҚ $U_{тарм\ 0}$ нөлдік тармақтауынан талап етіліп отырған $U_{тарм\ т}$ тармақталуға ауйыстыру қажет:

$$U_н^{''} = \frac{U_н * U_{тк}}{U_{тарам0}} \tag{30}$$

Соңғы теңдеуден талап етілген тармақталудағы реттеу кернеуін анықтаймыз:

$$U_{тарам0} = \frac{U_н * U_{тк}}{U_{тК}} \tag{31}$$

Талап етіліп отырған тармақталуды реттеуде алынған кернеу $U_{тарм}$ стандартты мәніне дейін дөңгелектенеді және реттеуден кейін трансформатордың екінші орамасындағы нақты кернеуді анықтайды:

$$U_д = \frac{U_н^{''} * U_{тк}}{U_{тарам0}} \tag{32}$$

Трансформатордың екінші орамасында кернеуді реттеуден кейін талап етілген мәнге дейін өзгереді. 35, *в* сурет көрсетілген кернеу эпюрасынан көрініп тұрғандай, электр желісінің сұлбасына қосымша ΔU кернеуін енгізу реттеу кернеуіне эквивалентті.

Тармақталуды реттеудегі стандартты кернеуді анықтау нақты мысалда түсіндірейік. Көптеген $U_{вн}$ = 115 кВ алғашқы номиналды кернеуі бар трансформаторлар үшін кернеуді реттеу диапазоны ±9 · 1,78% құрады.

Мұндай трансформаторлар үшін стандартты кернеу тармақтаулары төмендегідей анықталады:

$$U_{\text{тарм i}} = U_{\text{вн}} \pm i \cdot 1{,}78\ U_{\text{вн}} /100, \qquad (33)$$

мұндағы: $\pm i = \pm (0, 1, 2, ... 9)$ – тармақталу нөмірлері.

Трансформатордың екінші орамасындағы кернеуді жоғарылату үшін оның трансформациялау коэффициентін азайту қажет, ол (32) теңдеуді нөл белгісіне сәйкес. Трансформатордың екінші орамасындағы кернеуді төмендету үшін – керісінше.

Мысал ретінде 8 кестеде трансформатор тармақталуының стандартты кернеуі алғашқы номиналды кернеуі $U_{\text{вн}}$ = 115 кВ келтірілген. Кестеде келтірілген берілгендерді (31) теңдеудегі реттеуден кейінгі трансформатордың екінші орамасындағы кернеуді анықтау үшін қолдануға болады.

9 кесте. Трансформатор тармақталуының стандартты кернеуі:

Тармақталу N	$U_{\text{тарм}}$, кВ	Тармақталу N	$U_{\text{тарм}}$, кВ
0	115	0	115
-1	112,95	+1	117,04
-2	110,91	+2	119,09
-3	108,86	+3	121,14
-4	106,82	+4	123,19
-5	104,77	+5	125,23
-6	102,72	+6	127,28
-7	100,67	+7	129,33
-8	98,63	+8	131,37
-9	96,58	+9	133,42

6-20 кВ үлестіруші желілерде кернеуді реттеу

6-20 кВ кернеулі үлестіруші желілерде кернеуді оңтайландыру режимінің мәселелері өте маңызды, сондықтан бұл желілер тұтынушылардан тура электрлік жақын орналасқан болып табылады. Аудандық деп те аталатын мұндай желілерде ЭЭЖ қосалқы станцияларында (6...20 кВ) екінші кернеулі үлестіруші құрылғыны шина деп түсінуге болатын, электр энергиясы тұтынушыларға ОП-дан таралады.

Желілік ауданның сұлбасы өзімен ажыратылған радиал-магистральді немесе ілмекті желіні ұсынады. Электр энергияны 0,4 кВ кернеудің төменгі сатысында трансформациялау ПБВ құрылғылары бар үлестіруші трансформаторлар арқылы жүзеге асады.

Желілік аудандар өзімен қалалық, ауылшаруашылық немесе өндірістік тұтынушыларды жеке электрмен жабдықтаужүйесін ұсынады және осы қатынаста өзара ЭЭЖ иерархиялық құрылымды қосалқы жүйелердің төменгі

сатысы болып табылады. Әрбір желілік ауданның жоғары деңгейлі электр желісімен байланысы ОП шиналары арқылы жүзеге асады.

Активті мүмкіндіктің желілік аудандағы кернеу режиміне әсері өте шектеулі болады. Мұндай шектеудің бір себебі желілік ауданның жаппай көптігі болып табылады. Бір аудандық ЭЭЖ ондаған желілік аудандар, мыңдаған 6...20/0,4 кВ қосалқы станциялар саналады. Сондықтан желілік аудандарда кернеуді реттеудің қарапайым және арзан құралдары – ПБВ бар трансформаторлар және реттелмеген конденсаторлы батареялар орынды.

Басқа себебі желі режимінің параметрі туралы бастапқы нақты ақпараттың болмауы болып табылады. Мұндай ақпарат пайдаланушы қызметкерлердің көрсеткіштері және тіркеу аспаптарды бақылау нәтижесінде, болмаса телемеханиканың автоматты құрылғыларынан алынуы мүмкін. Желілік аудандардың жүзден аса түйіндерінен ақпаратты алудың екі әдісі нақты болып табылады. Аз санды пайдаланушы қызметкерлердің күшіне әрбір желілік аудан өзіне аспаптарды тұрақты бақылауы ғана емес, сонымен бірге әрбір ауданның қосалқы станцияның бір уақыттағы бақылау режимдік параметрлерінің өлшемдерін ерік бере алмайды. Желілік аудандарды теле өлшеулер және теледабыл құралдарымен жабдықтау бұл құралдарға ақталмайтын экономикалық шығындарды қажет етеді.

Сөйтіп, әрбір уақыт мезетіне кернеу бойынша желілік аудан режимінің фактылы берілгендері болмайды. Тек көп немесе аз жалпы аудан желісінің және түйіндер жүктемесінің максималы және минималы туралы нақты берілгендері бар.

Туындаған жағдайда кернеу бойынша желілік ауданның оперативті бақылау режимі кезінде ОП-ға шоғырланады. ОП-да кернеуді реттеу заңы [4] анықталады: үлкен жүктеме кезеңінде $1{,}05U_{ном}$ төмен емес және төмен жүктеме кезеңінде $U_{ном}$ жоғары емес шекте қайбір үлестіруші желілер қосылған, кернеуді реттеу құрылғылары шиналарда 6...20 кВ электр станцияларда және қосалқы станцияларда кернеуді ұстауды қамтамасыз етуі қажет.

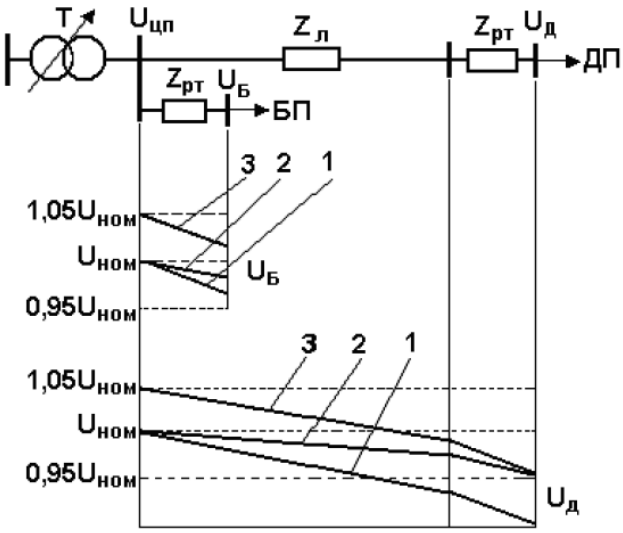
Үлестіруші желілердің ОП кернеуді реттеу кернеуді орталықтандырылып реттеу деп аталады. ОП шиналарындағы кернеу үлкен жүктеме кезеңінде реттеу жоғарылайтын, ал төмен жүктеме кезеңінде азаятын кернеуді қарама-қарсы реттеу деп аталады.

Желілік ауданның ОП-дағы кернеуді қарама-қарсы реттеу принципін кеңінен қарастырайық. 36 суретте желілік ауданның қарапайым сұлбасы көрсетілген. ОП шиналарынан $Z_{РТ}$ кедергісі бар үлестіруші трансформатор арқылы БП электр энергиясын жақын орналасқан тұтынушылар қорек алады. ОП шиналарынан $Z_л$ кедергілі желі шығарылып, соңында $Z_{РТ}$ кедергісі бар үлестіруші трансформатор шалғайдағы ДП электр энергиясын тұтынушылар қосылған.

Жақын тұтынушылардағы БП кернеуі төмендегіні құрайды:

$$U_б = U_{оп} - \Delta U_{ут} \qquad (34)$$

мұндағы: $U_{оп}$ – ОП-дағы кернеу;
$\Delta U_{үт}$ – үлестіруші трансформатордағы кернеу шығыны.



Сурет 36. Кернеуді қарама-қарсы реттеу принципін түсіндіретін кернеу эпюры және желі сұлбасы

Шалғайдағы ДП тұтынушысының кернеуі төмендегіні құрайды:

$$U_{д} = U_{оп} - \Delta U_{ж} - \Delta U_{үт} \qquad (35)$$

мұндағы: $\Delta U_{ж}$ – $Z_{ж}$ желі кедергісіндегі кернеу шығыны.

МЕСТ 13109-97 сәйкес тұтынушлардағы қалыпты рұқсат етілген кернеудің ауытқу мәні ±5%$U_{ном}$ диапазонында орналасқан. ОП-дағы кернеуді ұстауы кезінде қалыпты $U_{оп}$ = $U_{ном}$ тең, ОП-дан БП, ДП-ға дейінгі кернеудің өзгеруі (30) және (31) бойынша есептелген, максималды жүктеме режимі үшін 1 эпюрамен және минималды жүктеме режимі үшін 2 эпюрасымен сипатталады. Осы эпюраларда көрініп тұрғандай, максималды және минималды жүктемедегі БП кернеуі рұқсат етілген шекте орналасады. Минималды жүктеме режимінде ДП-дағы кернеу рұқсат етілген шекте орналасады. Максималды жүктеме режимінде ДП-дағы кернеу рұқсат етілген мәнінен төмен болады.

Максималды жүктеме режиміндегі шалғайда орналасқан тұтынушылардың кернеудіңмүмкін деңгейін қолдау үшін ОП-дағы кернеудің жоғарылату қажет.ОП кернеудің $U_{оп}$ = 1,05$U_{ном}$ мәніне дейін үлкею кезінде желідегі кернеу өзгерісі жақындағы және шалғайдағы тұтынушыға дейін 3 эпюрасымен сипатталады. Бұл жағдайда жақындағы және шалғайдағы тұтынушыдағы кернеу рұқсат етілген шекте орналасады.

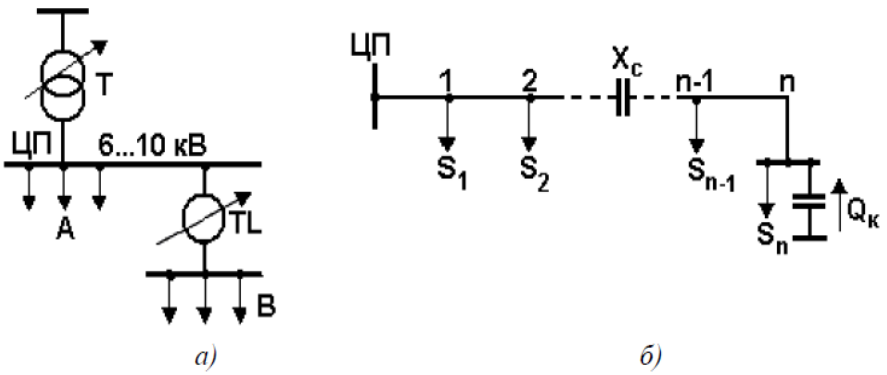
Сөйтіп, ОП шинасындағы кернеу максималды жүтеме режимінде 1,05$U_{ном}$ төменді, ал минималды жүктемеде - $U_{ном}$ деңгейін ұстауы қажет.

Жағдайлар қатарында орталықтандырылған қарама-қарсы реттеу талап етіліп отырған кернеу деңгейін қамтамасыз ете алмайды. Бұл ОП таралатын және біртекті емес әртүрлі тұтынушылардың жүктеме графигімен желінің әртүрлі параметрлерімен шартталған. Талап етіліп отырған кернеу деңгейі қайбірі үшін қамтамасыз етілмейді, мұндай жағдайларда тұтынушлардың *жергілікті кернеуді реттеуді* қолдану қажет.

Жергілікті кернеуді реттеу құрылғысы ретінде реттеу трансформаторлары, компенсациялау құрылғылары, компенсация бойы орналасушылар қолданылуы мүмкін. Мұндай немесе басқа кернеуді реттеу құралдарын таңдау техника-экономикалық есептеулерде негізделуі мүмкін.

Әдетте, *TL* реттеу трансформаторлары бөлек тұтынушы топтарында кернеуді реттеу үшін мақсатқа сай ОП-лар орнатылғаны жөн. Мұндай сұлбалар 37, *а* суретте көрсетілген. *В* тобының тұтынушылары алыстықтары, қуаттылығы және жүктеме графигімен *А* тобының тұтынушыларына қарағанда елеулі айырмашылықтары бар.

Қуатты және алыстағы жүктемелерде жергілікті кернеуді реттеу үшін компенсациялау құрылғысы $Q_к$ (37, *б* сурет) қолдану керек.Компенсациялау құрылғысын орнату желіні реактивті қуаттан жеңілдетіп, желідегі кернеу шығынын төмендетеді, салдары ретінде алыс жердегі тұтынушыларда ғана емес, барлық желіде де кернеу режимін жақсартады.



Сурет 37. Жергілікті кернеуді реттеу сұлбасы

Компенсация бойы қолдану, яғни конденсаторларды, бөлу желісінде қосылатын (37, *б* сурет), X_L желінің индуктивті кедергісін компенсациялауға мүмкіндік береді, осы үшін кернеу шығынын төмендейді және желідегі кернеу режимі жақсарады.

Желінің компенсация бойы нәтижелі реактивті кедергісі төмендегіні құрайды:

$$X = X_L - X_C \tag{36}$$

Үлестіруші желідегі кернеуді реттеудің мұндай құрылғысы сирек қолданылады, сондықтан компенсация бойы орнату қымбат, пайдалануда қиын, арнайы қысқа тұйықталу токтарынан қорғауға қажет болып табылады.

110-220 кВ үлестіруші желілерде және жүйе құрушы желілерде кернеуді реттеудің негізі

110-220 кВ кернеуді үлестіруші электр желілері 6-20 кВ кернеулі үлестіруші желілердің жоғарғы кернеулі орталық қоректену жағы бойынша қосылады. 110-220 кВ желілер көбіне диспетчерлік орталықтарға желінің әртүрлі түйіндеріндегі режимді параметрлері туралы ақпаратты жіберуге, ал диспетчерлік орталықтан – желіні реттеу режимінде құрылғы парметрінің өзгеруіне команда беруге мүмкіндік беретін телемеханика құрылғыларымен жабдықталған.

110-220 кВ желілер өзара қатты электрлік байланыс және жалпы жұмыс режиміне ие. Мұндай желі режимін басқару автоматтандырылған диспетчерлік басқару жүйесі (АДБЖ) көмегімен жүзеге асады, функцияларының бірі кернеуді реттеу болып табылады.

110...220 кВ үлестіруші желілерде кернеуді реттеудің негізгі мәселелерінің бірі рұқсат етілген кернеу деңгейлерін және реттеу құрылғысының диапазоны бойынша техникалық шектелуін қадағалау кезінде минималды ΔP_{Σ} автивті қуат шығындарының жиынтығын қамтамасыз ету.

Мұндай желіде кернеуді реттеудің сұрақтары бұл желілердің дамуын жобалау кезіндеде, осы режимдерді басқару кезіндеде шешіледі.

Жобалау кезінде реактивті қуат балансын қамтамасыз ету, кернеуді реттеу құрылғысының орналасу пунктерін негіздеу, олардың типтерін, қуатын, реттеу диапазонын таңдау сұрақтары шешіледі. Режимдерді басқару кезінде экономикалық эффекке жету үшін кернеуді реттеу есебі толық қолданыста бар кернеуді реттеу құрылғыларынан құралады.

Электр жіберу желілері сыйымдылық өткізгіштік есебінен Q_c реактивті қуатты генерациялайды. Жекелегенде, бір километр 500 кВ ӘЖ шамамен 1 Мвар реактивті қуатпен генерацияланады және бұл қуат желідегі ток жүктемесіне еш байланысы жоқ. Максимум жүктеме уақытында Q_c қуаты ішінара немесе толық желінің индуктивті кедергісінде реактивті қуат шығындары компенсацияланады. Желідегі минимум жүктеме уақытында реактивті қуат артықтығынан құрылады, бұл ӘЖ бөлек телімдерінде ішкі асқын жүктемеге алып келуі мүмкін. Сондықтан 330 кВ және одан астам жүйе құрушы желілерде кернеуді реттеу кезінде негізінен реактивті қуат артықшылығымен, әуе желілерімен электр жіберулері генерациялаумен шартталған ішкі асқын жүктемені шектеу есебі шешіледі.

Реактивті қуат режимін реттеу үшін желі бойымен кернеуді түзету және ішкі асқын жүктемелерді шешу *LR* шунттық реакторлары қолданылады. Бұл реакторлар өзара фаза және жермен қосылған артық реактивті қуатты тұтынады. Реакторды іске қосу арнайы реакторды ажыратқышымен

реактордың рұқсат етілген қосылу нүктесінде кернеудің асуы кезінде жүзеге асады.

Бақылау сұрақтары:

1. Кернеу шығыны бойынша электр тораптарының есептелуі
2. 110-220 кВ үлестіруші желілерде және жүйе құрушы желілерде кернеуді реттеудің негізі
3. Трансформаторлардың реттеу тармақтарын таңдау
4. Қосалқы станцияларда кернеуді реттеу түрлері
5. Электр станцияларда кернеуді реттеу түрлері

2.2. Кернеу шығыны бойынша электр тораптарын есептеу

Электр желісінің элементтерінде электр энергияның тұрақты шығын мөлшері төмендегіні құрады:

$$\Delta W^{``} = \left(\Delta P_k + \Delta P_y + \Delta P_{XX}\right) * T_{\text{қос}} = P^{"} * T_{\text{қос}} \qquad (37)$$

мұндағы: $T_{\text{қос}}$ – қосу уақыты немесе жыл бойы электр желісінің элементтерінің жұмыс уақыты. Әуе және кабельді желілер және трансформаторлар үшін жобалау есептеулері кезінде $T_{\text{қос}}$ = 8760 сағат алынады.

Желідегі электр энергия шығынының қосынды мөлшері төмендегідей:

$$\Delta W = \Delta W" + \Delta W" \qquad (38)$$

Электр желісіндегі айнымалы шығынын анықтау әдісін қарастырайық. Электр желісінің элементі үшін, мысалы, R активті кедергісі бар, жылдық жүктемесі белгілі әуе желілері. Бұл график сатылы график түрінде Δt_i ұзақтық бойынша әрбір P_i жүктеме келтірілген. (38, *а* сурет).

Желінің қарастырылып отырған элементі арқылы жыл бойы жіберілетін энергия, төмендегідей:

$$W = \sum_{i=1}^{n} P_i \, \Delta t_i \qquad (39)$$

Бұл энергия өзінше жүктеме графигімен шектелген, фигура ауданын құрайды.

Осы графикте ұзындығы $P_{\max}$ ең үлкен жүктемені құрайтын тікбұрыш және нақты жүктеме графигінің ауданына тең ауданын саламыз. Бұл тікбұрыштың негізі $T_{\max}$ уақыты болады. Бұл уақыт ең үлкен жүктеме ұзақтығын қолдану деп аталады. Осы уақытта желі элементінің ең үлкен жүктемесінің жұмысы кезінде нақты жылдық жүктеме графигінің жұмысы

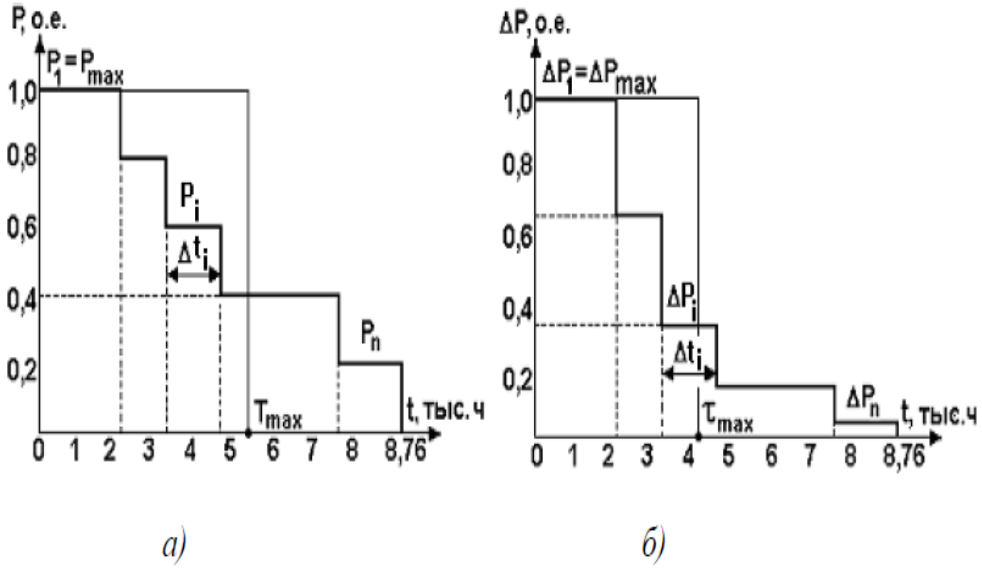
бойынша, ол арқылы сол электр энергия жіберіледі. Өндірістердің әртүрлі салалары үшін T_{max} орташа мәндері [5] келтірілген.

Қуат шығындары қарастырылып отырған әрбір *i*-ші уақыт интервалындағы желі элементі төмендегіні құрайды:

$$\Delta P_i = (\frac{S_i}{U_{ном}})^2 R = (\frac{P_i}{U_{ном} \cos\varphi})^2 R \quad (40)$$

мұндағы: cosφ – жүктеме қуатының коэффициенті.

38, *б* суретте (38) теңдеу бойынша салынған, қуат шығынының сатылы графигі келтірілген. Бұл графиктік ауданы қарастырылып отырған желі элементінің жылдық айнымалы электр энергия шығынына тең.



Сурет 38. Уақытты T_{max} (*а*) және τ_{max} (*б*) уақытын анықтау үшін ұзақтық бойынша жүктеме графигі

$$W' = \sum_{i=1}^{n} P_i \, \Delta t_i \quad (41)$$

36, *а* суретке ұқсас ұзындығы ең үлкен ΔP_{max} шығынына тең және электр энергия шығынының нақты графигінің ауданына тең ауданды тікбұрыш салайық. Бұл тікбұрыштың негізі уақыты τ_{max} болады. Бұл уақыт *қуат* шығынының ең үлкен уақыты деп аталады. Бұл уақытта электр энергиясының ең үлкен жүктеме шығыны бар желі элементінің жұмысы кезінде нақты жылдық жүктеме графигі бойынша жұмыс кезіндегідей болады.

T_{max} және τ_{max} арасындағы байланыс шамалап эпюрикалық байланыспен орнатылады

$$\tau_{max} = (0.124 + T_{max} 10^{-4})^2 * 8760 \quad (42)$$

Электр желілерінің перспективті жобалауы кезіндегі тұтынушылардың жүктеме графигі, әдетте белгісіз. Анықталған деңгейдегі нақты тек ең үлкен есептеу жүктемесі P_{max} белгілі.

Осындай сипаттағы тұтынушылар үшін [5] анықтамалық әдебиетте T_{max} мәндері келтірілген. Бұл жағдайда электр желісінің элементтеріндегі электр энергияның айнымалы жылдық шығындары төмендегі теңдеумен анықталады:

$$\Delta W = \Delta P_{max} * \tau_{max} \quad (43)$$

мұндағы: τ_{max} (40) теңдеу бойынша есептеледі.

Бақылау сұрақтары:

1. Желідегі электр энергиясының шығынының өрнегі
2. Электр энергияның айнымалы жылдық шығындары
3. Электр энергияның шығынын анықтау
4. Жыл бойы жіберілетін энергия шығыны
5. Орта квадратты қуат тәсілі бойынша шығынды анықтау

2.3. Әуе электр беру желілерін механикалық есептеу

Электр беріліс желілерінің сымдарына климаттық жағдайдың әсері

Әуе беріліс желілері ашық аймақтарда орнатылғандықтан алуан түрлі атмосфералық өзгерістер ықпал етеді. Әуе желілерінің жұмыс талабы көбіне климаттық жағдайларға тәуелді, сол себептен желілерді жобалау негізіне климаттық жағдай қарастырылған.

Ауа температурасы желі сымының созылуы немесе салбырау дәрежесіне әсер етеді. Жобалау процесінде ең маңызды орын алатын макс (абсолютті жоғары), мини (абсолютті төмен), орташа жылдық температуралар, сонымен бірге әуе желісінде көкмұз пайда болатын температуралар. Бұл температуралар метеорологиялық станцияларда әрбір климаттық аудан үшін жеке қарастырылады.

Көк мұз бұл құрылымы біркелкі шыны секілді тығыз қатқан мұз. Көк мұз аязды күндері − 0,5-тен − 5°С, көбіне - 10°С ауа температурасында болады. Көк мұз пайда болу себебі сіркірегенде және жаңбырда, кесек тамшылы тұманда су тамшыларының қатты суып, қатуынан болады. Мұз қабық желідегі сымға тығыз ілініседі. Симметриалы емес болып қатқан көк мұз сымның шиыршықтануына әкеп соғады, ал көк мұз қалыңдаған сайын салмағы сымның салмағынан да ауыр болады.

Әуе желілірei жер үстіндегі құрылғылар болып табылады, сондықтан басты кедергі көлденең соққан жел. Әуе желісінің жұмысына желдің тікелей

әсері ол, сымға, тірекке жіне тросқа қысымы. Бұл қысым іргетасы топырақта берік нығыздалмаған тіректің құлауы мен сынуына әкеп соғады.

Сымдардың механикалық есептеулері.

Механикалық төзімділік бойынша әуе желісінің (ӘЖ) есебі. ӘЖ механикалық төзімділікке есептеу деген, оның нәтижесі бойынша ауа желілерінің элементтеріне түсетін механикалық жүктемелер анықталатын, осы жүктеме әсерінен ӘЖ элементтерінде туатын ішкі кернеулер және сымдар мен арқансымдардың (тросс) салбырау анықталатын есептеулер.

ӘЖ-нің келесі элементтері есептеледі: сымдар және арқансымдар; оқшауламалар мен арматура; тіректер мен іргетастар.

Кернеуі 1кВ жоғары кабель желілері (КЖ) үшін:

а) энергия шығыны (тоқтың экономикалық тығыздығы) бойынша желінің есебі

$$S_{\text{эк}} = \frac{I_p}{j_{FK}}\text{, мм}^2 \tag{44}$$

б) ұзақ есептік тоқпен қызу бойынша
$I_{\text{ном.каб}}$ ³ $I_{\text{р}}$ – бір тізбекті КЖ үшін;

в) апаттық режимі бойынша (екі тізбекті КЖ үшін)

$$I^3_{\text{рұқ.апат}} * I_{\text{апат}} \tag{45}$$

$$I_{\text{рұқ.апат}} = 1.3 * I_{\text{ном.каб.}} \tag{46}$$

г) қысқа тұйықталу тоғы бойынша ($I_{\text{кт}}$)

$$S_{\sin\varphi} = \alpha * I_{\text{кз}} * \sqrt{t_{\text{пр}}}\text{, мм}^2 \tag{47}$$

мұнда: α=12 кабельдің алиминиді талсымы үшін;
$T_{\text{пр}}$ – келтірілген уақыт (0,3-0,7).

д) кернеу шығыны бойынша

$$\underline{\Delta}\,U = \sqrt{3} * I_p * (r * cos\varphi + x * sin\varphi),B$$

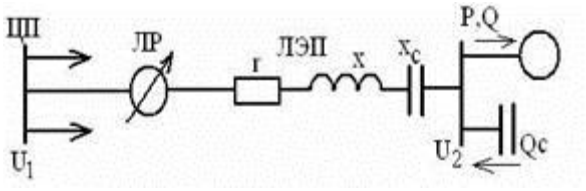
немесе

$$\Delta U = \frac{Pr+Qx}{U_{ном}},B \tag{48}$$

Номиналды кернеу бойынша кернеу шығынының пайыздық көрсеткіші:

$$\Delta U, \% = \frac{\Delta U}{U_{ном}} 100 = \frac{P_r + Q_x}{U_{ном}^2} 100 \quad (49)$$

Электр тораптарындағы кернеуді реттеу.



Сурет 39. Әуе желісі

Желідегі кернеу тоқтаусыз өзгереді, сонда тұтынушы шиналарындағы кернеу:

$$U_2 = U_1 \pm \Delta U_{пр} - \frac{P*r + (Q - Q_c)*(x*x_c)}{U_H} \quad (50)$$

Кернеуді реттеу – желінің сипаттамалық нүктелерінде арнайы техникалық құрылғылар арқылы кернеу дәрежесін өзгертеді.

U_2 кернеуін өзгерту мүмкіндігі:

1) U_1 кернеуін қорек орталығынан (ЦП) өзгерту. Бұл әдіс орталықтандырылған реттеу деп аталады.

2) Желілік реттегіш арқылы (ЛР) фаза мен үстеме шамасы ΔUлр кернеу қосу трансформаторының екіншілік орамымен дәнеркерін ауыстырып қосу арқылы.

3) Q- Q_c- конденсаторлық батареялар арқылы реактивті қуатты өзгерту. Бұл әдіс реактивті қуатты компенсациялау немесе көлденең компенсация деп аталады.

4) Тізбектей қосылған конденсаторлар есебінен реактивті кедергіні озгерту (X – Xc) әдісі тігінен компенсациалау деп аталады. Ол 6 кВ орташа ұзындықты әуе желісінде, ұзын желілі жоғарғы және өте жоғарғы кернеуде, тез айнымалы жүктемені қоректендіру (доғалық пештер, прокатты стандар, сварка) үшін қолданылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Сым массасынан түсетін жүктеме
2. Сымдардың механикалық есептеулері
3. Көкмұз массасынантүсетін жүктеме
4. Жел қысымынан түсетін жүктеме
5. Көкмұз және сым массасынан түсетін жүктеме

2.4. Электр желісінің элементтеріндегі қуаттылық шығындары

Электр энергияның шығындары

Желілердегі энергия шығындары. Қуат – бұл уақыт бірлігіндегі энергия болғандықтан, ΔЭ энергия шығындары - бұл уақытқа көбейтілген қуат шығындары:

$$\Delta Э = \Delta Pt = 312Rt \tag{51}$$

Алайда, ΔP қуат шығындары тұрақты болып қалады. Егер ток өзгермеген жағдайда. Шынында, жоғарыда көрсетілгендей, ток әрбір объект үшін әрдайым өзгереді. Яғни, T=8760 сағ алайда токты T уақытынан математикалық түрде көрсетуге болмайды, сондықтан әртүрлі жасанды тәсілдер қолданылады. Әрбір тұтынушы тоқтарында (машина жасау тұтынушылары, тоқыма фабрикалары және т.б.) өзіндік жүктеме графиктері бар. Жеке ішкі станциялармен желілердің жүктемелері тұтынушы жүктемелерінен қосылады да, тағыда өзіндік графиктерге ие болады.

Қандай да бір графиктің ауданын анықтау үшін, шамамен тұтынушының нақты графигінен құралған тік бұрыштар тобымен алмастырып, ал содан кейін, кейін берілетін тәсілдермен осы графиктердің ауданы мен сәйкесінше энергия шығындарын анықтау қажет. Орташа қуаттық тоқ ол тұтынушы энергиясының шығынын анықтау мысалдарының бір орта квадраттық тоқты анықтау болып табылады, яғни желі арқылы өте отырып нағыз тоқтан беретін шығындар сызықтармен сызылған тік бұрыш берілген графиктің нақты ауданына тең болуы қажет. Сонда:

$$I_{let}^2 = \frac{I_1^2 + I_2^2 + ..}{T} \tag{52}$$

Сәйкесінше тұтынушы $\Delta P_{макс}$ максималды шығынмен жұмыс істей отырып, осындай энергия шығынын тудыратын уақыт максималды шығындалу уақыты деп аталады. Бұл шығындар тік бұрыш ауданымен анықталады.

$$\Delta Э = \Delta P_{макс}\tau = 3I_{макс}^2 R\tau = \frac{R}{U^2 cos^2\varphi} P_{макс}^2 \tau \tag{53}$$

Шығын уақыты τ -да тұтынушы сипаттамасына тәуелді. Сондықтан жүктеменің типтік графиктері үшін, $\tau = f(T_{max})$ тәуелділігін орнатуға болады. Осылай, жүктеменің типтік графиктері үшін, $T_{макс}$ шамасын (тұтынушылардың орташаланған немесе нақты) біле отырып, T мәнін және сурет бойынша энергия шығынын, сонымен қатар энергия шығынының τ тәуелді меншікті бағасын табуға болады.

Желі элементтеріндегі қуат шығындары

Электр желісі элементтерінің сандық жұмыс сипаттамасы үшін оның жұмыс режимдері қарастырылады. Жұмыс режимі-бұл ток, кернеу, белсенді, реактивті және толық қуаттар мәндерімен сипатталады. Негізгі мақсаты есептеу режимдерін анықтау болып табылады.

Электр желісі элементінің басында және соңында қуаттарды есептей отырып, элементтің кедергілеріндегі қуаттың жоғалуын және оның өткізгіштігінің әсерін ескереді.

Болаттағы реактивті қуаттың шығындары трансформатордың бос жүрісінің тогы бойынша анықталады, оның мәні пайызбен оның паспорттық деректерінде келтіріледі.

Трансформатордың орамаларындағы қуат шығынын екі жолмен анықтауға болады:

- алмастыру сұлбасының параметрлері бойынша;
- трансформатордың паспорттық мәліметтері бойынша.

Алмастыру сұлбасының параметрлері бойынша қуат шығындары ЭБЖ үшін бірдей формулалар бойынша анықталады:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \frac{S^2}{U^2} R_{\text{т}};$$

мұнда: S – жүктеме қуаты;

U-трансформатордың екінші жағындағы сызықтық кернеу.

Үш орамды трансформатор немесе автотрансформатор үшін мыстағы шығындар әр орамның қуат шығынының сомасы ретінде анықталады.

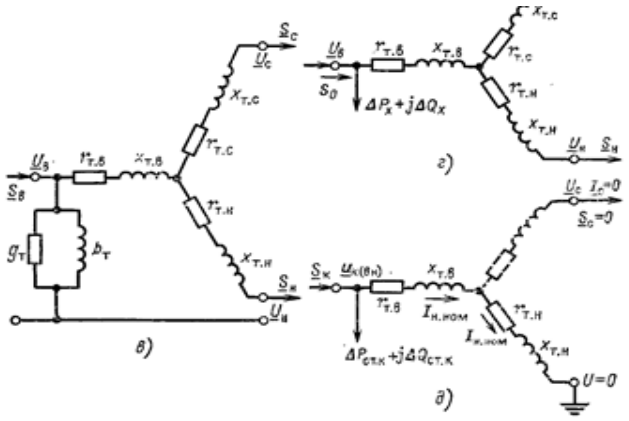
Екі орамды трансформатордың паспорттық мәліметтері бойынша қуат шығынын анықтау үшін формулаларды аламыз.

Трансформаторлардағы қуат шығынын есептеу.

Трансформаторлар мен автотрансформаторлардағы активті және реактивті қуаттың шығындары болаттағы шығындарға және мыстағы шығындарға (жүктемелік шығындарға) бөлінеді. Болат шығындары бұл трансформаторлардың өткізгіштігіндегі шығындар. Олар қосымша берілген кернеуге байланысты. Жүктеме шығындары – бұл трансформаторлардың кедергілеріндегі шығындар. Олар жүктеме тогына байланысты.

Трансформаторлар болатындағы активті қуаттың шығындары бұл қайта магниттендіруге және құйынды токтарға кететін шығындар. Трансформатордың бос жүрісінің шығындарымен анықталады , олар оның паспорттық деректерінде келтіріледі.

Мысалы*:*Үш орамды трансформаторлардың алмастыру сұлбаларының шығыны



Сурет 40. Үшорамды трансформатордың алмастыру сұлбалары

Үшорамды трансформаторлардың активті кедергілері

$$r_{T.B} = \frac{\Delta P_{xr} U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \quad , \quad r_{T.C} = \frac{\Delta P_{xc} U_{ном}^2}{S_{ном}^2}; r_{T.H} = \frac{\Delta P_{xн} U_{ном}^2}{S_{ном}^2} \tag{54}$$

Үш орамды трансформаторлардың активті қуат шығындары:

$$\Delta P_{kв} = 0{,}5\left(\Delta P_{қжк} + \Delta P_{қок} - \Delta P_{ктк}\right) \ , \tag{55}$$

$$\Delta P_{kв} = 0{,}5\left(\Delta P_{қок} + \Delta P_{қжк} - \Delta P_{ктк}\right) \ , \tag{56}$$

$$\Delta P_{kв} = 0{,}5\left(\Delta P_{қтк} + \Delta P_{қжк} - \Delta P_{кок}\right) \ , \tag{57}$$

Үш орамды трансформаторлардың қысқы тұйықталу кернеулері:

$$U_{кж}\% = 05\ (U_{к(жк-ок)}\% + U_{к(жк-тк)}\% - U_{к(ок-тк)}\%) \tag{58}$$

$$U_{кж}\% = 05\ (U_{к(жк-ок)}\% + U_{к(ок-тк)}\% - U_{к(жк-тк)}\%) \tag{59}$$

$$U_{кж}\% = 05\ (U_{к(жк-тк)}\% + U_{к(ок-тк)}\% - U_{к(жк-ок)}\%) \tag{60}$$

Кесте 10.Таңдалған трансформатордың техникалық көрсеткіштері:

Трансформатор типі	ТДТН 63000/35	ТДН 80000/35
Орамдардағы кернеулер кВ	ЖК	
ТК	6,3	6,3
Бос жүріс шығыны Рх.х кВт		
Қысқаша тұйықталу шығыны Рқ.т кВт		
Uk %	10.5	10.5
Iх.х %	0.8	0.8

Жоғарыда көрсетілген 2 трансформатордың тиімді түрінкесте 10. таңдап алу үшін төмендегі есептеулер жасалуы тиіс.

Трансформатордың қалыпты жұмыс жағдайындағы жүктеу коэффициентін анықтау.

$$К_{жүктеу} = S_{max}/2S_{жүктеме} \quad (61)$$

А) $К_{знр}$=35/2·25=0,7;

Б) $К_{знр}$=35/2·40=0,43.

Трансформатордың бірі істен шыққан кезде жобаланатын трансформатордың жұмыс істеу қабілеті: $1{,}4 * S_{Нт}$

А) 1,4·25000=35 МВА;

Б) 1,4·40000=56 МВА.

Трансформаторлардың бос жүріс кезіндегі реактивті қуаттары:

$$\Delta Q_{х.х}=Sнт(Iх.х/100); \quad (62)$$

А) $\Delta Q_{х.х}$=25000(0.8/100)=200 kВар;

Б) $\Delta Q_{х.х}$=40000(0,8/100)=5000 kВар.

Трансформаторлардың қысқа тұйықталу кезіндегі реактивті қуаты:

$$\Delta Q_{х.х}=Sнт(Uх.х/100); \quad (63)$$

А) $\Delta Q_{х.х}$=25000(10,5/100)=2625 кВар;

Б) $\Delta Q_{х.х}$=40000(10,5/100)=3809 кВар.

Есептік қысқа тұйықталу кезіндегі активті қуаттың шығыны:

$$\Delta P'_{кз}=\Delta P_{кз}+К_{ш}*\Delta Q_{кт}; \quad (64)$$

А) ΔP′кз=36+0,7*200=7480 кВт;

В) ΔP′кз=120+0.7+2625=441000 kВт.

Есептік бос жүріс кезіндегі активті қуаттардың шығыны:

$$\Delta P'х.х=\Delta Pх.х+КшΔQх.х; \quad (65)$$

А) ΔP′х.х=52+0,43·320=16777,6 кВт;

В)ΔP′х.х=175+0,43·4200=736806 кВт.

Жылдық қуат шығындар:

$$\Delta P_2х=2\Delta P'х.х+2\Delta P'кз; \quad (66)$$

А) ΔP_2х=2·16777,6+2·360,75=194,6 кВт· сағ;

В) ΔP_2х=2·32,8+2·89,9=245,4 кВт· сағ.

Жылдық энергия шығыны:

$$\Delta Э_п=\Delta P_2х\cdot 8760; \quad (67)$$

А) $\Delta Э_п$=14960·8760=1305240 кВт ·сағ;

Б) $\Delta Э_п$=882000·8760=772600800 кВт·сағ.
1-трансформатор құны 41511124 теңге;
2- трансформатор құны 61110998 теңге.
Трансформаторларға техника-экономиқалық салыстыру жүргізу:

$$К_1=2\cdot К; \quad (68)$$

А) $К_1$=2·20755562=41511124 теңге;
Б) $К_2$=2·30555433=61110998 теңге.

Жылдық амортизациялық шығындар:

$$С_а=\Psi\cdot К; \quad (69)$$

А) $С_а$=0,1·41511124=4151112,4 теңге;
Б) $С_а$=0,1·61110998=6111099,8 теңге.
Жылдық пайдаланулық шығындар:

$$С_п=\Psi\Delta Э_п; \quad (70)$$

А) $С_п$=0,02·1305240=26104,8;
Б) $С_п$=0,02·772600800=1545201,6
Жылдық қосынды пайдаланулық шығындар:

$$С_1=С_а+С_п; \quad (71)$$

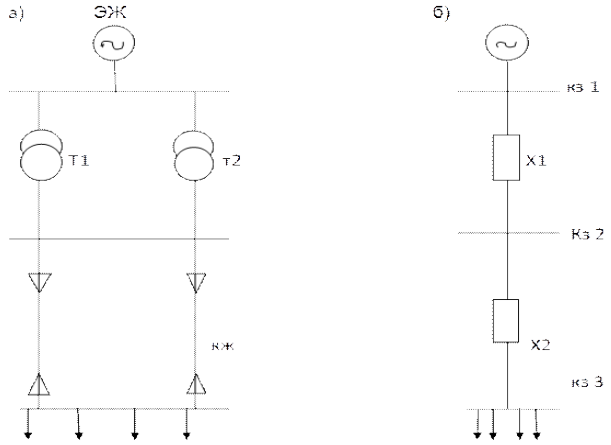
А) $С_1$= 26104,8+4151112,4=4177217,2;
Б) $С_1$= 1545201,6+6111099,8=7656301,4.
Шығындардың орнын толтыру мерзімі:

$$Т_{ок}=К_2-К_1/С_2-С_1; \quad (72)$$

$Т_{ок}$ =61110998-41511124/7656301,4-4177217,2=10 жыл
Техника - экономикалық есептерді ескере келе, ТДТН-63000/110 трансформаторын таңдаймыз.

Тәжірбиелік жұмыс мысалы: Қысқа тұйықталу токтарын есептеу арқылы электр энергиясының шығындарын анықтау.

Қысқа тұйықталу тоқтарын есептеу қажетті аппараттар мен өткізгіштерді таңдау үшін және электрлік қосылыстардың сызбаларын таңдағанда, оларды шектеу мәселелерін шешу үшін жүргізіледі. Электрлік аппараттар мен өткізгіштерді тұйықталу кезіндегі электрлік динамикалық және температураға қарсы беріктігін тексеру үшін қысқаша тұйықталу тоғының алғашқы уақытындағы периодты құраушысының әсерлік мәні Ін мен соққы тоғының $I_{уд}$ және тағы басқалардың мәнін анықтау үшін қажет.



Сурет 41. Қысқа тұйықталу токтарын есептеуге арналған сұлба

а) есептік сұлба; б) алмастыру сұлбасы

Барлық элементтердің кедергілері базистік шартпен алынып, салыстырмалы бірлікпен есептелінеді. Трансформатордың трансформация коэффициенті кернеулер шкаласына сәйкес 3,15;6.3;13.8;15.75;18;20; 37;115;230 кВ орташа номинал кернеулер қатысуымен орындалады.

Базистік қуатты таңдаймыз. Ол берілу бойынша $S_б$=100МВА, базистік кернеу $U_б$=10,5 кВ. Сонымен, жоғарыдағы екі мәнді аламыз және базистік тоқты анықтаймыз.

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3*U_б}} \quad (73)$$

$$I_б = \frac{100}{\sqrt{3 \cdot 10{,}5}} = 1{,}56кА$$

Әуе желісінің кедергісін есептеу

$$X_{1Ж}=X_0L_{ВЛ}(S_Б/U^2_{НОМ}); \quad (74)$$

$X_{1Ж}$=0,4·6(100/37^2)=1,75 Ом.

Трансформатор кедергісі

$$X_2=(U_{кз}/100\cdot S_Б)S_н; \quad (75)$$

X_2=(10,5/100·100)·6,3=0,8 Ом.

Кабел желісінің кедергісі;
$X_{зж}$=($X_{ол}\cdot S_б$ $U^2_Б$); (2.4.23)
$X_{зж}$=(0,08·1,5·100/6,3)=0,302 Ом.

Қысқа тұйықталу тоқтарын базистік бірліктерде есептейміз.К1-нүктесі үшін:

$$I_{кт}= I_б/X_{рез}; \quad (76)$$

$I_{кт}$=1,5/1,75=0,857 kA

Қысқа тұйықталу қуаты:

$$S_{кт}= S_б/X_{рд}; \quad (77)$$

$S_{кт}$=100/1,75=57,14 MBA

К1 нүктесінің соққы тоғы:

$$i_у= \sqrt{2}\,K_у I_{кт}; \quad (78)$$

$i_у= \sqrt{2}\cdot 1,8\cdot 0,85=2,16$ kA.

мұндағы $K_у$ –соғылу коэффициентін 1,8-ге тең деп аламыз.

Қысқа тұйықталу тоқтарын базистік бірліктерде есептейміз. К2-нүктесі үшін;

$$X_{рез2}=\sum X_{рез1}+X_{1;} \quad (79)$$

$X_{рез2}$=0,065+0,13=0,195.

$I_{кт2}$=9,17,5/0,13=43,2 кА;

$S_{кт2}$=100/0,13=769 MBA;

$i_у= \sqrt{2}\cdot 1,8\cdot 42,3=19,98$ кА.

Қысқа тұйықталу тоқтарын базистік бірліктерде есептейміз. К3-нүктесі үшін:

$$X_{рез3}=\sum X_{рез2}+X_{2:} \quad (80)$$

$X_{рез3}$=0,195+0,56=0,255 Ом;

$I_{кт3}$=5,5/0,255=21,5 кА;

$S_{кт3}$=100/0,255=392,2 MBA;

$i_у= \sqrt{2}\cdot 1,8\cdot 21,5=5,5$ кА.

Есептік кедергілердің мәндері:

$$X_{расч}=\sum X_{пж}\cdot S_{max}/S_б \quad (81)$$

$X_{1расч}$=0,065·80/100=0,052 Ом.

$X_{2расч}$=0,195·80/100=0,156 Ом

$X_{3расч}$=0,255·80/100=0,204 Ом

Қысқы тұйықталу процесі кезіндегі соғу тоғының ең ұлкен мәні:

$$I_{Д=}I''\ \sqrt{1+2(K-1)^2}; \quad (82)$$

$I_{Д1}$=3,97·1.73=6,86 kA;
$I_{Д2}$=2,26·1.73=3,90 kA;
$I_{Д3}$=23,3·1.73=40,3 kA.

Қорытынды: Табылған қысқа тұйықталу тоқтарының мәндерін кестеге түсіреміз.

Энергия шығынын анықтау.

Техникалы-экономикалық теңестіру кезінде тек қана техникалық талаптарға сәйкес келетін нұсқаларды ғана теңестіреді, яғни тұтынушыға қажетті сапада электр энергиясын, көрсетілген сенімділік дәрежесінде алады және техникалық талаптарға сай таңдау жасап, техникалы-экономикалық көрсеткіштердің ең ыңғайлысын таңдайды.

Есептеудің алдында қоректендіру көзінің шинасы, желілер, трансформаторлар, ажыратқыштар, қосалқы станциядағы қосалқы кернеудің жинақтаушы шинасы көрсетілген қарастырылатын тарамның сұлбасын елестеткен жөн. Және де әуелі желілердегі сымдардың маркасын, оның барлық аймақ бойынша ұзындығын, қосалқы станциялардағы трансформаторлардың түрін көрсету керек.

ТЭ теңестіру сұлба бойынша жақын есептеудің соңғы бөлімі болып табылады. Бұл теңестіру арқылы техникалық тұрғыда ұқсас нұсқалардың арасынан ең үнемдісін анықтауға мүмкіндік береді.

Экономикалық критерий бойынша ең тиімді нұсқасын анықтаудың негізі болып ең аз шығындалатын нұсқа табылады, оны мына формула бойынша анықтайды:

$$З = \beta \cdot К + И_{ар} + И_{пот} \quad (83)$$

К – егер қайта салынып жатқан тарам үшін β=0,15 деп алғандағы тарамның құрылысына қажетті қаржы бөлу

И – жыл сайынғы пайдаланулық шығындар

Әр нұсқадағы қажетті қаржыны қосалқы станция ($К_П$) қаржының шығыны, желінің құрылысына қажет ($К_Л$) қаржы болып екіге бөлуге болады

$$К = К_Л + К_П \quad (84)$$

Күрделі жұмсалымдардың құрамын электр жүйесінің бөлек элементтерінің көрсеткіштері арқылы қажетті дәлдікпен анықтауға болады.

$К_Л$ мына формуламен анықталады:

$$К_Л \sum_{i=1}^{n} К_{уд} \cdot l \quad (85)$$

мұндағы: $К_{уд}$ – 1 км желінің меншікті бағасы, ол тарамның номинал кернеуіне, тіреуіш түріне, материалына, сымның қимасы мен көктайғақ аймағына тәуелді.

Қосалқы станцияның құрылысын қаржыландыруға күштік трансформаторлардың бағасы, АТҚ ұяшықтарының бағасы, қосалқы

станцияның құрылысына кететін тұрақты шығын да жатады және мына формула бойынша анықтайды:

$$К_{к/ст} = \sum К_{тр} + К_{ОРУ} + К_{к/ст} \quad (86)$$

Тәжірбиелік жұмыс мысалы:

1- нұсқа

τ =2800 с

$$\Delta W_{A-3} = \frac{P_{A-3}{}^2 + Q_{A-3}{}^2}{U_{нак}{}^2} \cdot R_{A-3} \cdot \tau \cdot 10^3 = \frac{78{,}54^2 + 45{,}93^2}{220^2} \cdot 2{,}5 \cdot 2800 \cdot 10^3 = 1197{,}2 \cdot 10^{-3} кВт \cdot с$$

$$\Delta W_{3-1} = \frac{P_{3-1}{}^2 + Q_{3-1}{}^2}{U_{нак}{}^2} \cdot R_{3-1} \cdot \tau \cdot 10^3 = \frac{40{,}024^2 + 24{,}464^2}{220^2} \cdot 5{,}6 \cdot 2800 \cdot 10^3 = 712{,}8 \cdot 10^3 кВт \cdot с.$$

$$\Delta W_{1-2} = \frac{P_{1-2}{}^2 + Q_{1-2}{}^2}{U_{нак}{}^2} \cdot R_{1-2} \cdot \tau \cdot 10^3 = \frac{30{,}67^2 + 19{,}846^2}{220^2} \cdot 2{,}5 \cdot 2800 \cdot 10^3 = 193 \cdot 10^3 кВт \cdot с.$$

$$\Delta W_{2-A'} = \frac{P_{2-A'}{}^2 + Q_{2-A'}{}^2}{U_{нак}{}^2} \cdot R_{2-A'} \cdot \tau \cdot 10^3 = \frac{89{,}364^2 + 51{,}594^2}{220^2} \cdot 6{,}3 \cdot 2800 \cdot 10^3 = 388{,}7 \cdot 10^{-3} кВт \cdot с$$

$$\Sigma \Delta W_i = \Delta W_{A-3} + \Delta W_{3-1} + \Delta W_{1-2} + \Delta W_{2-A'} = 1197{,}2 \cdot 10^3 + 7{,}12{,}8 \cdot 10^3 + 193 \cdot 10^3 + 388{,}7 \cdot 10^3 =$$

$$= 2491{,}7 \cdot 10^3 кВт \cdot с.$$

$$U_1 = \beta \cdot \Sigma \Delta W_1 = 2{,}4 \cdot 2491{,}7 \cdot 10^3 = 5980{,}08 мын.тг.$$

$$U_2 = \frac{(\alpha a + \alpha p) \cdot K \sum I_{тарам}}{100} = \frac{(2{,}8 + 1) \cdot 1859760}{100} = 70670 мын.тг.$$

$$U_3 = \frac{(\alpha a + \alpha p) \cdot K \sum I_{к/ст}}{100} = \frac{(6{,}3 + 4) \cdot 7440000}{100} = 766320 мын.тг.$$

$$U_{II} = U_1 + U_2 + U_3 = 5980{,}08 + 70670 + 766320 = 842970{,}8 мын.тг.$$

2- нұсқа

$$\Delta W_{A-3} = \frac{P_{A-3}{}^2 + Q_{A-3}{}^2}{U^2} \cdot R_{A-3} \cdot \tau \cdot 10^3 = \frac{95{,}98^2 + 41{,}574^2}{220^2} \cdot 2{,}4 \cdot 2800 \cdot 10^3 = 1519{,}1 \cdot 10^3 кВт \cdot с$$

$$\Delta W_{3-1} = \frac{P_{3-1}{}^2 + Q_{3-1}{}^2}{U^2} \cdot R_{3-1} \cdot \tau \cdot 10^3 = \frac{38{,}196^2 + 9{,}536^2}{220^2} \cdot 2{,}7 \cdot 2800 \cdot 10^3 = 242{,}8 \cdot 10^3 кВт \cdot с.$$

$$\Delta W_{A-2} = \frac{P_{A-2}{}^2 + Q_{A-2}{}^2}{U^2} \cdot R_{A-2} \cdot \tau \cdot 10^3 = \frac{70{,}674^2 + 42{,}91^2}{220^2} \cdot 2{,}06 \cdot 2800 \cdot 10^3 = 814{,}6 \cdot 10^3 кВт \cdot с.$$

$$\Sigma \Delta W_2 = \Delta W_{A-3} + \Delta W_{3-1} + \Delta W_{A-2} = 1519{,}1 \cdot 10^3 + 242{,}8 \cdot 10^3 + 814{,}6 \cdot 10^3 = 2576{,}5 \cdot 10^3 кВт \cdot с.$$

$$U_1 = \beta \cdot \Sigma \Delta W_2 = 2{,}4 \cdot 2576{,}5 \cdot 10^3 = 6183{,}6 мын.тг.$$

$$U_2 = \frac{(\alpha a + \alpha p) \cdot K \sum I_{тарам}}{100} = \frac{(2{,}8+1) \cdot 1266360}{100} = 48121 мын.тг.$$

$$U_3 = \frac{(\alpha a + \alpha p) \cdot K \sum I_{к/ст}}{100} = \frac{(6{,}3+4) \cdot 660000}{100} = 67980 мын.тг.$$

$$U_{I\Sigma} = U_1 + U_2 + U_3 = 6183{,}6 + 48121 + 67980 = 12284{,}6 мын.тг.$$

Сақиналы тарамды екі жақты қоректенетін желіге түрлендіреміз. Тұйықталған тарамның қуаттарын момент ережесі бойынша анықтаймыз, сондықтан бірінші тораптарды, ал орамдардағы қуатты Кирхгофтың I заңы бойынша анықтап аламыз.

Тұйықталған тарамның алмастыру сұлбасын және қуаттар балансын құраймыз: Минимал режим, Қосалқы станция №1

$$P_{10} = 32 \div 100 = 0{,}32 \cdot 38 = 12{,}16 МВт$$

$$S_{10} = \frac{P_{10}}{\cos\varphi} = \frac{12{,}16}{0{,}88} = 13{,}8 МВт$$

$$Q_{10} = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{13{,}8^2 - 12{,}16^2} = 6{,}52 МВАр$$

$$\Delta P_{10} = \frac{P^2{}_{10} + Q^2{}_{10}}{U_{нак}{}^2} \cdot \frac{r_{тр}}{2} = \frac{12{,}16^2 + 6{,}52^2}{230^2} \cdot \frac{0{,}12}{2} = 0{,}02 МВт$$

$$\Delta Q_{10} = \frac{P^2{}_{10} + Q^2{}_{10}}{U_{нак}{}^2} \cdot \frac{x_{тр}}{2} = \frac{12{,}16^2 + 6{,}52^2}{230^2} \cdot \frac{19{,}8}{2} = 0{,}03 МВАр$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{I_0 \cdot S_{тр}}{100} = \frac{0{,}9 \cdot 40}{100} = 0{,}288 \cdot 2 = 0{,}576 МВАр$$

$$\Delta P_0 = 43 кВт \div 1000 = 0{,}043 \cdot 2 = 0{,}086 МВт$$

$$P'_{10} + Q'_{10} = (P_{10} + \Delta P_{10}) + j(Q_{10} + \Delta Q_{10}) = (12{,}16 + 0{,}02) + j(6{,}52 + 0{,}03) = 12{,}18 + j6{,}55$$

$$P''_{10} + jQ''_{10} = (P'_{10} + \Delta P_0) + j(Q'_{10} + \Delta Q_{\mu}) = (12{,}18 + 0{,}086) + j(6{,}55 + 0{,}576) = 12{,}26 + j7{,}126$$

Кернеу шығындары мен кернеу түсуі. Кабель мен сымдардың қимасын таңдау.

Қыздыру шарты бойынша 1000 В-қа дейінгі кабелдер мен сымдардың қимасын ұзақ мерзімді өткізетін токтың жүктеменің есептелінетін мәніне тәуелді кестеден алынған қалыпты жағдайда төселген кезде, екі қатынас шарты бойынша есептеледі.

Қыздыру шарты:

а) ұзақ мерзімді есептік ток бойынша

$$I_{норм,доп,пров,} =^{3} \frac{I_{ном}}{K_{попр}}; \qquad (87)$$

б) алынған аппараттардың максималды токтық қорғанысына сәйкес шарт бойынша

$$I_{норм,доп,пров,} = {}^{з} \frac{К_{i} * I_{каш}}{К_{попр}} \quad (88)$$

мұндағы: $К_{попр}$ -сымдар төселуіне байланысты, түзету коэффициенті;
$К_{з}$ -қорғаныс коэффициенті, яғни ол $I_{норм.доп.пров}/I_{н\ апп}$ немесе $I_{сраб.апп.}$

Балқытылған қыстырғы үшін:$к_{з}$=1,25 жаруға және өртке қауіпті жерлер, сауда орындары; $к_{з}$=1 жаруға және өртке қауіпсіз өндіріс орындары; $к_{з}$=0,33 асқын жүктемеден қорғауды қажет етпеген жағдай. Электр қондырғыларын құру ережелері бойынша (ПУЭ) тоқтың экономикалық тығыздығының $j_{эк}$ мәні белгіленген, ол тек сымның материалына, құрылымына және жүктеме $Т_{м}$ максимумын қолдану уақытына тәуелді. Бұл жерде келесі факторларды есепке алмаймыз, олар: электр энергияның бағасы және желідегі кернеудің мәні. Экономикалық жағынан ең тиімді қиманы желінің есептік тоғы $I_{р}$ және экономикалық тығыздық $j_{эк}$ арқылы есептейміз

$$S_{PK} = \frac{I_p}{J_{ЭК}}, \quad (89)$$

мұнда :

$$I_P = \frac{S_{есеп}}{\sqrt{3} U_{ном}}, \quad (90)$$

А – бір тізбекті желі үшін есептік тоқ;

$$I_P = \frac{S_{есеп}}{2\sqrt{3} U_{ном}}, \quad (91)$$

А – екі тізбекті желі үшін есептік тоқ; $I_{ав}=2I_{р}$;
б) ұзақ есептік тоқпен қыздыру шарты бойыншы желі есебі
$I_{ном.пров}$ ³ $I_{р}$– бір тізбекті желі үшін есептік тоқ;
$I_{доп.ав.}$³$I_{ав}$ – екі тізбекті желі үшін есептік тоқ; $I_{доп.ав.}$=1,3 $I_{ном.пров}$
мұнда $I_{ном.пров}$ – жалаңаш сымдар үшін рұқсат етілетін ұзақ тоқ;
в) кернеу шығыны бойынша желі есебі

$$\Delta U = \sqrt{3 *} I_p * (r * cos\varphi + x * sin\varphi), B \quad (92)$$

немесе $\Delta U = \frac{Pr+Qx}{U_{ном}}, B$

Номиналды кернеу бойынша кернеу шығынының пайыздық көрсеткіші:

$$\Delta U, \% = \frac{\Delta U}{U_{ном}} 100 = \frac{P_r + Q_x}{U_{ном}^2} 100; \quad (93)$$

г) «тәжге» кететін шығын шарты бойынша, 110кВ АЖ үшін сымның минималды қимасы АС-70, 220кВ АЖ үшін АС-240 болады, 35кВ АЖ-рі «тәжге» кететін шығынға тексерілмейді.

Тәжірибелік жұмыс: Кернеуді есептеу және таңдау

Желі линиясының номинал кернеуін таңдау күрделі технико-экономикалық есеп болып табылады. Ол көптеген факторларға байланысты. Мысалы, кернеуінің мәні төмен линияның жабдықтарының және құрылыстарының құны аз болады. Кернеудің ұлғаюына байланысты қуат және энергия шығындары азаяды, электрлік желіні дамыту жағдайлары жақсарады.

Электр желісін дамытуды жобалау кезінде электр желісінің конфигурациясы туралы мәселені әзірлеумен қатар оның номиналды кернеуін таңдау туралы мәселе де шешіледі. Электр желінің номиналды сызықтық кернеулерінің шкаласы МЕСТ 721-77 бекітілген және келесідей қатарды құрайды:

0,38; 3; 6; 10; 20; 35; 110; 150; 220; 330; 500; 750; 1150 кВ.

Желінің номиналды кернеуін таңдау кезінде келесідей жалпыұсыныстар ескеріледі:

6...10 кВ кернеулі өнеркәсіптік, қалалық және ауылшаруашылық үлестіруші желілері үшін қолданылады; мұндай желілер үшін10 кВ кернеулі кеңінен таралған; жаңа объекттер үшін 6 кВ кернеуді қолдану ұсынылмайды, бірақ қолданыстағы электр желісін қайта құру кезінде онда осындай кернеуге жоғарғы вольтті қозғалтқыштар болған жағдайда қолданыла алады;

Қазіргі уақытта коммуналды-тұрмыстық секторының жүктемелерінің өсуіне байланысты ірі қалаларда үлестіруші желілердің кернеуін 20 кВ дейін арттыру үрдісі орын алуда;

35 кВ кернеу 10 кВ ауылшаруашылықтың үлестіруші желілерін қоректендіру орталықтарын құру үшін кеңінен қолданылады; ауылдық тұтынушылардың қуаттарының өсуіне байланысты бұл мақсаттар үшін 110 кВ кернеу қолданыла бастауда;

110...220 кВ кернеулер жалпы қолданыстағы және ірі тұтынушыларды сыртқы электрмен жабдықтауға арналған аймақтық үлестіруші желілерін құру үшін қолданылады;

330 кВ және одан астам кернеулер БЭЖ-нің жүйе құрайтын байланыстарын қалыптастыру үшін және ірі электр станцияларына қуат бері үшін қолданылады.

Біздің мемелекетте тарихи электр желілерінің (110 кВ және одан астам) кернеулерінің екі жүйесі қалыптасқан. 110(150), 330, 750 кВ бір жүйе негізінен Солтүстік-Батыс және ішінара Орталық және Солтүстік Кавказға тән. 110, 220, 500 кВ екінші жүйе мемлекеттің территориясының көп бөлігіне

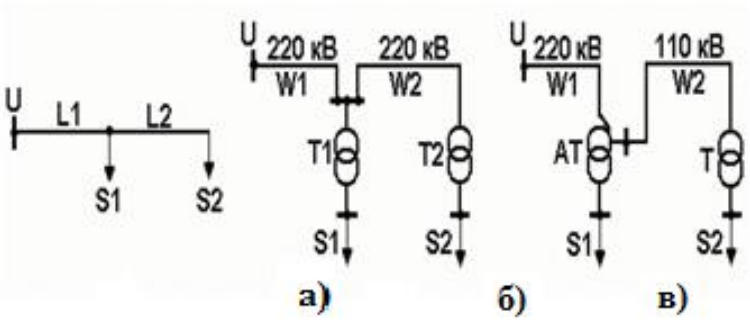
тән. Мұнда келесі саты ретінде 1150 кВ кернеу қабылданған. Мұндай кернеудің электр жіберілуі өткен ғасырдың 80-ші жылдарында құрылды және Сібірден және Қазақстаннан Уралға электр энергиясын беруге арналды. Қазіргі уақытта 1150 кВ электр жіберу телімдері уақытша 500 кВ кернеуде жұмыс істейді. Бұл электр жіберуді 1150 кВ кернеуге аудару кейінірек жүзеге асырылатын болады.

Жеке электр жіберу желісінің номиналды кернеуі ең алдымен, екі параметрдің: желі бойымен берілетін *P* қуатының және осы қуат берілетін *L* қашықтығының функциясы болып табылады. Осыған байланысты әртүрлі авторлармен ұсынылған желінің номиналды кернеуін таңдауға арналған бірнеше эмпирикалық формулалар бар .

1.Г.А. Илларионов формуласын қолданамыз.

$$U=\frac{S}{\sqrt{\frac{500}{L}+\frac{2500}{P}}} \qquad (94)$$

U-желідегі кернеу, кВ;
S-толық қуат, МВА;
L-желінің ұзындығы, км;
P-активті қуат, МВт.



Сурет 42. (*а*) және екі нұсқалы (*б*) және (*в*) кернеулі желілер сұлбасы

Желі кернеуінің соңғы таңдауы осы нұсқаларға кеткен шығындарының нәтижесі арқылы анықталады. Шығындары 5% аз болатын номиналы жоғарғы кернеулі нұсқаны таңдаған дұрыс.

Стилл формуласы:

$$U_н \approx 4{,}34\sqrt{l + 0.016 * P} \qquad (95)$$

мұнда: *P*, кВт, *L*, км *L*≤ 250 км және *P*≤ 60 МВт мәндері кезінде тиімді нәтиже береді.
Берілген P пен L-ге қатысты:

$$U_н=16*4\sqrt{\frac{P*L}{1000}} \quad (96)$$

мұнда: *P*, МВт, *L*, км 35-тен 1150 кВ дейінгі барлық шкала үшін номиналды кернеуіқанағаттанарлық нәтиже береді.

Тәжірибелік жұмыс: Кабель желісін таңдау

Кабель желілерінің торабы әуе сым желілеріне қарағанда күрделі жасалынады,олардың жөндеу жұмыстарына да ұзақ уақыткетеді. Сонымен қатар, түсті металл көп қолданылады. Сондықтан кабель желілері торабы әуе сым желілеріне қолданылатын жерлерде жүргізіледі.

$$S_{тұт} = \frac{S_{тр}}{n} \quad (97)$$

$$S_{max} = \frac{6300}{8} = 787{,}5 \text{ МВ} * A$$

1) Кесте бойынша ТМН-10000/35 маркалы 6 трансформатор аламыз.

$$I_{max} = \frac{S_{тр}}{\sqrt{3}*U} \quad (98)$$

$$I_{max} = \frac{10000}{\sqrt{3}*35} = 165\ A$$

2) Экономикалық тығыздық бойынша тексереміз.

$$S_{эк} = \frac{162}{1{,}2} = 138 \text{ МВ} * A$$

3)Кесте бойынша А-150 мм^2, Іжіб=275 Аталынған кабельді қыздыру шарты бойынша тексереміз; *мысалы:* 165А<275А Маркасы АСБГ 3х150 кабелын таңдаймыз.

Тарату құрылғыларының электрлік аппараттарын және өткізгіштерін таңдау

Аппараттар мен өткізгіштерді таңдағанда, олардың қандай жағдайда жұмыс істей алуына байланысты, олардың құрылысы ішке (жабық) және сыртқа (ашық) орналастыру талаптарын қанағаттандыру керек.

Өткізгіштер (шина,кабель) үшін қажетті материал (алюминий немесе мыс) орындау және ауада немесе жерде орналастыру жағдайлары ескерілуі керек. Көбінесе өткізгіштердің материалы ретінде алюминий және өте айрықша жағдайда мыс қолданылады. Аппараттар мен өткізгіштер жұмыс режимдері қалыпты ауырлау және қысқа тұйықталу режимі деп бөлінеді.

Тәжірибелік жұмыс: Шинаны есептеу және таңдау

ГПП шиналарын есептеу және таңдау. ГПП шиналарының екі секциясындағы есептік жүктеме тоқты анықтаймыз:

$$I_{\text{есеп}} = \frac{S_{\text{есеп}}}{2 \cdot \sqrt{3 \cdot U_{\text{ном}}}}, \text{А} \quad (99)$$

мұндағы: $S_{\text{есеп}} = 606{,}93$ кВА- ГПП шиналарындағы есептік қуат;
$U_н$=6 кВ – ГПП шиналарындағы жалпы кернеу

$$I_{\text{есеп}} = 606{,}93 / 2 \cdot 1{,}73 \cdot 6 = 0{,}29\text{А}$$

Енді жүктеме тоқтың қоршаған орта температурасын есепке ала отырып жаңа мәнін анықтаймыз:

$$I_{\text{есеп}} = \frac{0{,}29}{0{,}87} = 0{,}33 \text{ А}$$

Сонымен есептеулердің соңында размерлері (50х5)мм^2; $S_{выб}$=250мм^2 аллюминий шиналарын таңдаймыз.

а) үш фазалы қысқаша тұйықталу кезіндегі механикалық күш анықталады:

$$F_e^3 = 1.76 - (i_y^3)^2 * \frac{I}{a} - 10^2 = 1.76 * (1.87^2) * \frac{120}{100} - 10^2 = 0.05$$

мұндағы: l - оқшаулатқыштардың ара қашықтығы, l = 120 см;
a – шиналардың ара қашықтығы, a = 100 см.
б) иілу моменті анықталады:
бір немесе екі өткін кезінде:

$$\text{M} = F^3 \cdot \frac{l}{8} = 0{,}7 \cdot \frac{120}{8} = 1{,}05 \quad (100)$$

в) кедергі моменті анықталады шиналарды құлатып орнатқанда:

$$W = b \cdot \frac{h^2}{6} = 0{,}6 \cdot \frac{6^2}{6} = 3{,}6 \quad (101)$$

г) иілу кезіндегі шинаның материалының кернеуі:

$$\sigma = \frac{\text{M}}{W} = \frac{1{,}05}{3{,}6} = 0{,}29 \text{ даН/см}^2 \quad (102)$$

Шиналарды динамикалық төзімділікке тексергенде келесі шарт орындалуы керек:

$$\sigma_q \leq \sigma_{есеп} \text{ кернеу} \quad (103)$$

мұндағы: σ_q-шинадағы есептік кернеу;

σ_μ шинаның берілген қимасының және материалының рұқсат етілген мәні.

$\sigma_р$ шамасын анықтау тәртібі:

$$\sigma \text{есеп кернеу} \leq \sigma \text{рұқсат; } 38{,}14 \text{ даН}/см^2 \leq 630 \text{ даН}/см^2 \quad (104)$$

шарт орындалып тұр.

50х5 размерлі шинаны термиялық беріктігіне тексереміз.

$$S_{min} = \frac{I_x}{C\sqrt{t\pi}}, \text{мм}^2 \quad (105)$$

мұндағы: I_∞ -қысқаша тұйықталу тоғы;

С –алюминий шинасы үшін С = 90;

$t_П$ –келтірілген уақыт.

$$S_{min} = \frac{8270}{90\sqrt{1{,}8}} = 123\text{мм}^2$$

Таңдап алынған $S_{выб}$ =250 мм^2> S_{min} = 121 мм^2, шарт талабын қанағаттандырып тұр.

Тоқ трансформаторларын таңдау

Ток трансформаторларын бірінші ретті тоқты өлшеуіш аспаптарға және жеке релелерге қажетті кернеуге дейін төмендету, өлшеуіш тізбектің бөлінуі және жоғарғы кернеудің бірінші реттік тізбегінен қорғау үшін қолданылады.

Тоқ трансформаторларында магнитөткізгіштік және екі орам бірінші және екінші ретті болады. Бірінші ретті орам өлшеуіш тоққа тізбектей,екінші ретті орамға I_2 тоғынан тоғынан өтетін приборлар жалғанады.

Тоқ трансформаторының жұмысы берілген дәлдік классымен егер оның номинал жүктемесі $S_{ном}$ есептік жүктемесінен $S_{есеп}$ үлкен немесе тең болған жағдайда орындалады.

Кесте бойынша сәйкес 35 кВ кернеу үшін ТФНД 35М типті екі тоқ трансформаторын, 35 кВ кернеу үшін ТФНР 35 типті екі трансформаторын таңдаймыз.

Кесте 11.ТФНД-110М тоқ трансформаторының белгілері

Есептік берілгені	ТФНД-35М	
Uном=35кВ	U=35кВ	
Imax=421А	Imax=300÷600А	
Iд=8,46кА	I=150кА	

Кесте 12.ТФНД -35 тоқ трансформаторының белгілері

Есептік берілгені	ТФНД -6
Uном=35кВ	U=35кВ
Imax=1337А	Imax=2000А
Iд=42,3кА	I=125кА

Ажыратқыштар мен айырғыштарды таңдау

Ажыратқыш – коммутациялық аппарат, тоқты қосуға және ағытуға арналған. Ажыратқыш электр қондырғыларындағы негізгі аппарат болып табылады және ол кез келген режимдегі тізбекті ажыратып, қосу қызметін атқарады. Ұзақ жүктеме, асқын жүктеме, қысқаша тұйықталу, бос жүріс, синхронды емес жұмыс. Ең қиын және жауапты операциялар бұл қысқа тұйықталу тоқтарының ажыратылуы және берілген қысқаша тұйықталуға қосылуы.

Ажыратқыштың негізгі конструкциялық бөліктері: түйіспеілі жүйе, ұшқын сөндіретін құрылғымен, тоқ жетекші бөлік, корпус, оқшауламалық және жетектік механизм.

Кесте 13.Ажыратқыштың мәндері

Есептік берілгені	Пасторттық берілгені
$U_{ном.\ уст}$ = 35 кВ	$U_{ном.а}$ = 10 кВ
$I_{расч.\ уст}$ = 166 А	$I_{ном.а}$ = 630 А
$I_{0.2}$ = 7,78 кА	$I_{ном.\ от.}$ = 20 кА
$i_{у.\ расч}$ = 19,6 кА	$i_{у.\ доп}$ = 52 кА
$I_{у.\ расч}$ = 11,75 кА	$I_{у.\ доп}$ = 20 кА
$I_{р.т.с.}$ = 5,5 кА	$I_{ном.т.с.}$ = 20 кА
	$I_{н.т.с.}$ = 4 с

Кесте 14.Ажыратқыштың мәндері

Есептік берілгені	Пасторттық берілгені
$U_{ном.\ уст}$ = 6 кВ	$U_{ном.а}$ = 10 кВ
$I_{расч.\ уст}$ = 114 А	$I_{ном.а}$ = 630 А
$I_{0.2}$ = 5,84кА	$I_{ном.\ от.}$ = 20 кА
$i_{у.\ расч}$ = 14,71кА	$i_{у.\ доп}$ = 52 кА
$I_{у.\ расч}$ = 8,8кА	$I_{у.\ доп}$ = 20 кА
	$I_{н.т.с.}$ = 4 с

Айырғыш-түйіспелі коммутациялық аппарат тоғы жоқ немесе аз ғана тоғы бар электрлік тізбекті ажыратуға немесе қосуға арналған,техника қауіпсіздігін сақтау үшін ажыратылған жағдайда түйіспелер арасында оқшауламалық аралық болады.

Айырғыштармен жүктеме тоғын ажыратуға болмайды. Өйткені түйіспелі жүйеде ұшқын сөндіретін құрылғы жоқ, ал жүктеме тоқтарын қателесіп ажыратса, ұшқын пайда болады, ол фазалық қысқы тұйықталуға

және жұмыс істеп жатқан жағдайда, адамдардың жарақатталуына әкеп соқтырады.

Айырғышпен ажыратпас бұрын ажыратқышпен тізбекті сөндіру керек. Номинал кернеу, номинал тоқ, соғылу тоғы бойынша РНДЗ 2-35У/2000 У1 типті ажыратқыштарды таңдаймыз.

Кесте 15. РНДЗ 2-35У/2000 У1 айырғыштың белгілері

Есептік берілгендер	РНДЗ 2-35У/2000 У1
Uном=35 кВ	Uном=35 кВ
Imax=1337 А	Imax=2000 А
Iд=42,3 кА	Iд= 31,5 кА

Тарату құрылғыларының электрлік сызбасын анықтау

Станцияның, қосалқы станцияның тарату құрылғылары номинал кернеумен, қосылған трансформатор, генератор санымен, жеке қуатымен, желі санына, жұмыс режиміне, даму перспективасымен сипатталады. Тарату құрылғыларының электрлік сызбасын жобалауға принципиалдық сызбаны таңдағаннан кейін кіріседі. Тарату құрылғылары кернеуінің шамасына байланысты 6-10 кВ және жоғарғы кернеудегі (35кВ одан да жоғары) тарату құрылғысы деп бөлінеді. Кернеуі 6-10кВ тарату құрылғысы үшін тек екі сызба қолданылады;бір немесе екі жинақты шинаның жүйесі және бір ажыратқышы бар (радиалдік типті) ал кернеуі 35 кВ тарату қондырғысы үшін сызбалардың әртүрлісі қолданылады.

Тарату қондырғыларының сызбасын жобалау әртүрлі салыстырулардан тұрады. Сызбалардың нұсқаларын құрғанда іс жүзінде бекітілген және жиі қолданылатын төмендегі жалпы жағдайды қарастыру керек:

а) кернеуі 35 Кв тарату құрылғысы үшін орама жүйелі шина қолданылмайды;

б) кернеуі 110 кВ және одан да жоғары тарату құрылғылары үшін орама жүйелі ҒТП типті тек орама жүйелі шиналар қолданылады,

в) көпбұрышты сызбалы трансформатор мен электр тізбегі саны бірдей болғанда қолданылады;

г) шиналарды жоғарғы кернеудегі тарату құрылғыларына екі ажыратқышпен,ал трансформаторға төрт ажыратқышпен қосу керек.

Ажыратқыштардың ұяшықтардың құнымен анықталған күрделі салымдарды бағалау үшін ажыратқыштар типін олардың жоғарғы кернеудегі тарату қондырғыларында майлы және бағы бар ажыратқыштар қолданылады. Тарату құрылғыларының сызбасын кернеуге және қосылыстардың санына байланысты таңдайды.

Бақылау сұрақтары:

1. Тарату қондырғыларының сызбасын анықтау
2. Максималды шығындалу уақыты

3. Трансформатордың орамаларындағы қуат шығынын анықтау жолдары
4. Жұмыс режимі
5. Электр желісінің элементтеріндегі қуаттылық шығындары

2.5. Жай және күрделі тұйық желілерді есептеу

Заманауи деңгейде мемлекеттік аймағында бұрыннан тұрақ болған жоғарғы дәрежелі желілермен қамту кезінде, кешенді құру есептей отырып, қолданыстағы электр желісін оңтайлы дамуы туралы сөз айтылып отыр.

Электр желілерін таңдау келесі есептеу деңгейлеріне қарай орындалады:

біріңғай электр желісі – есептеу мерзімі 10 жыл;

үлестіруші желі – 5 жыл;

өндірістік өнеркәсіптің сыртқы электр жабдықтау желісі – өнеркәсіпті жұмысқа енгізілген мерзімі (толық қуатты игеру).

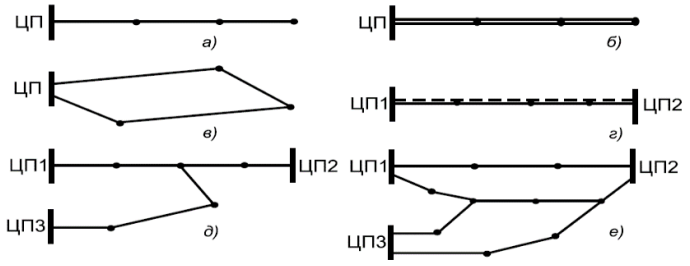
Электр желілерін жобалау кезінде олардың дамуы және функционалды қолданыста бар құрылатын желі элементтерімен рационалды ұқсастығын есептей отырып қамтамасыз етілуі тиіс.

Жалпы қабылданған электр желілерінің классификациясы олардың баптауларында болмайды. Бірақ, қолданылатын көптеген сұлбаларға қарағанда, әрбір электр желісін қоректену орталығына (ҚО) тірелетін әрбір электр желісін бөлек телімдерге бөлуге және төменде қарастырылатын топтардың біреуіне біріктіруге болады [5].

Бір радиалды (магистралды) желі (43, *а*-сурет) арзанырақ, бірақ сенімді болып табылады. Бұл желі желінің бірінші даму этапы ретінде кеңінен таралған. Бірақ бірінші этаптың өзінде 43, *б*, *в*, немесе *г* суреттегі бір түрге келтіру үшін желінің қай бағытта ары қарай дамуын шешу керек.

Екі радиалды (магистралды) желі (43, *б* сурет) тұтынушылардың резервті қоректенуін және қосалқы станцияға қарапайым блогты сұлбарамен немесе жиналма емес шиналар жеңілдетілген сұлбалар бойынша қамтамасыз етеді.

Тұйықталған сақиналы желі (43, *в* сурет) алдынғысы сияқты, жоғары сенімділікке ие және жиналма емес шиналар қарапайым сұлбалар бойынша қосалқы подстанцияны қосу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.



Сурет 43. Желіні баптаудың негізгі түрлері

Екі ҚО тірелген тұйықталған желі кеңінен қолданылады (43, г сурет).

Мұндай желі (бір немесе екілі) екі ҚО арасындағы желінің этапты дамуы нәтижесінде құрылады. Мұндай желінің ерекшелігі желінің үлкен аумақты алу, қосалқы станцияға қарапайым жиналма емес шиналармен қарапайым сұлба бойынша және жаңа қосалқы станцияларға қосылу мүкіндігі болып табылады. Мұндай желінің кемшілігі ҚО әртүрлі кернеулі ағын үлестірудің үнемсіздігі және ҚТ токтарының деңгейінің жоғарылауы болып табылады.

Түйінді желі (43, *д* сурет) үш ҚО қосу есебінен жоғары сенімділікке ие, бірақ режимді байланыста басқару қиын және қиындатылған түйінді қосалқы станция құруды талап етеді. Мұндай желі міндеттелген кезде ғана құрылады.

Көп контурлы желі (43, *е* сурет) саны шектеулі және ҚО бірегейсіз орналастырылуы шартында басқарылмайтын желінің дамуы нәтижесі болып табылады. Мұндай желі қосалқы станцияның қиындатылған қосылу сұлбаларымен, оптималды режимді қамтамасыз ету қиыншылығымен, ҚТ токтарының деңгейінің жоғарылауымен сипатталады.

Желінің рационалды дамуының негізі желінің қарапайым баптауларын қолдану болып табылады. Мұндай баптаулары бар үлестіруші желі үшін бірінші орында екі радиалды (магистралды) және бір рет тұйықталған, екі ҚО тіргелген желі болып табылады.

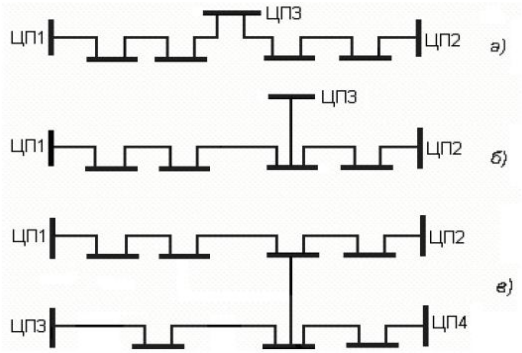
Екі радиалды желі тұтынушылардан ҚО ұзындықтары аз және жоғары жүктеме деңгейін кезінде тиімдірек. Желінің бұл түрі өндірістік өнеркәсіпті электрмен жабдықтау үшін және қаланың бөлек аудандарын 110 кВ кернеумен қолдануы кезінде табылады. Екі қосалқы станциядан аспайтын, екі бір тізбекті желі кезінде үш қосалқы станциядан аспайтын екі тізбекті желіде орындалған екі радиалды 110 кВ желі қосылады.

Бір рет тұйықталған, екі ҚО тірелген желі ауылшаруашылық тұтынушыларды электрмен жабдықтау үшін 110 кВ үлестіруші желілерде, сондай-ақ максималды аумақты шығындары аз болуын қамтамасыз ететін220 кВ үлестіруші желілерде кеңінен қолданылады. Мұндай желіге қосалқы станцияны қосу жеңілдетілген жиналма емес шиналар сұлбасымен жүзеге асады.

Бір тұйықталған желі үшін техникалық шектеу болып басқа бас телімдегі апатты өшіру кезінде әрбірі барлық тұтынушыларды электрмен қамтамасыз етуден тұратын бас телімдердің өткізгіштік қасиеті табылады. басқа техникалық шектеу үшін желінің мұндай баптауы болып қосалқы станцияның қосылу саны және желінің шекті ұзындығы табылады. Қосалқы станцияның қосылу саны үштен аспайтын, кернеуі 220 кВ кезіндегі желі ұзындығының шегі, ереже бойынша 250 км, ал кернеуі 110 кВ кезінде 120 км аспауы қажет.

Мұндай шектеулер пайда болған кезде екі ҚО тірелген бір тұйықталған желі 44суретте көрсетілген нұсқалардың біріне ауыстырылуы мүмкін. 40, а суреттегі сұлба желінің баптауын қиындатпағаны үшін ыңғайлы болып

табылады. Бірақ, мұндай желіні пайдалану қарастырылып отырған жегіле қарағанда жаңа ҚОЗ орналастыруының жағымдылығымен шартталған.



Сурет 44. Тұйықталған желінің даму түрлері

44, *б* және *в* суреттегі сұлбалар түйінді (*б*) және көп контурлы (*в*) желіні баптауды және қосалқы станцияның бөлек қиындатылған сұлбаларын құруға алып келеді. 44, *в* суреттегі сұлба жаңа ҚО құрылымы міндетмеген кезде қолданылады.

Екі рет тұйықталған желі үлкен өткізгіштік және басқа түрлерге ауыстырылмай-ақ ұзақ уақыт пайдалану мүмкіндігі бар қасиетке ие. Ол көбіне, 110 кВ желідегі үлкен қалаларды және транспортты жүйелерді (темір жол телімдерін, газ және мұнай өткізгіштері) электрмен жабдықтау жүйелерінде қолданылады. 110 және 220 кВ кернеулер кезінде мұндай желіге беске дейін қосалқы станция аралық жиналма емес шиналардың қарапайым сұлбаларымен қосуға болады.

Бір ҚО тірелген, тұйықталған сиқиналы желілер ауыл аймақтағы және қаладағы ары қарай екі телімге екі ҚО тірелген, бір немесе екі рет тұйықталған желіге айналуымен желінің бірінші этапында пайдаланылады.

Үлестіруші желінің күрделі тұйықталу баптауын қолдану олардың қажет емес кемшіліктерінен. Бірақ желінің даму шартында оларды қолданбау мүмкін емес. Жаңа ҚО пайда болуларына қарай көп контурлы желілерді жеңілдетуге тырысу керек. Бұл үшін жаңа ҚО желінің түйінді нүктелерінде орналастыру керек.

Тәжірибелік жұмыс: Жай және күрделі тұйық желілерді есептеу үшін жүктемелерді жайғастырудың VI нұсқасын қарастырамыз.

Техникалы-экономикалық теңестіру кезінде тек қана техникалық талаптарға сәйкес келетін нұсқаларды ғана теңестіреді, яғни тұтынушыларға қажетті сапада электр энергиясын, көрсетілген сенімділік дәрежесінде алады және техникалық талаптарға сай таңдау жасап, техникалы-экономикалық көрсеткіштердің ең ыңғайлысын таңдайды.

Есептеудің алдында қоректендіру көзінің шинасы, желілер, трансформаторлар, ажыратқыштар, қосалқы станциядағы қосалқы кернеудің жинақтаушы шинасы көрсетілген қарастырылатын тарамның сұлбасын

елестеткен жөн. Әуелі желілердегі сымдардың маркасын, оның барлық аймақ бойынша ұзындығын, қосалқы станциялардағы трансформаторлардың түрін көрсету керек.

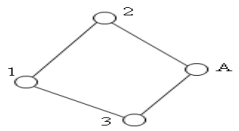
ТЭ теңестіру сұлба бойынша жақын есептеудің соңғы бөлімі болып табылады. Бұл теңестіру арқылы техникалық тұрғыда ұқсас нұсқалардың арасынан ең үнемдісін анықтауға мүмкіндік береді.

Экономикалық критерий бойынша ең тиімді нұсқасын анықтаудың негізі болып ең аз шығындалатын нұсқа табылады.

Экономикалық тұрғыда тиімді нұсқа болып аз шығынға ұшырайтын нұсқа саналады.

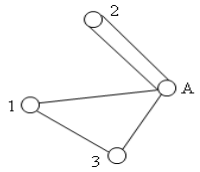
I – нұсқа

L_I = lA-3 + l3-1 + l1-2 + lA-2 = 1,7 · 13 + 1,3 · 13 +1,6 · 13 + 1,5 · 13 = 22 + 18 + 22 + 20 = 82 км



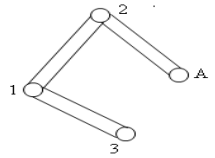
II – нұсқа

L_{II} = lA-2 + lA-1 + l1-3+ l3-A = 2 · 13 · 1,7 + 2,5 · 13 + 2,2 · 13 +2,6 · 13 = 46 + 32 + 28 + 33 = 139 км



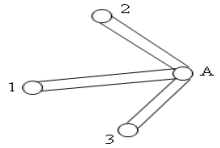
III – нұсқа

L_{III} = lA-2 + l2-1 + l1-3 = 1,9 · 13 · 1,7 + 2,3 · 13 · 1,7 + 2,1 · 13 · 1,7 = 42 + 50 + 46 = 138 км



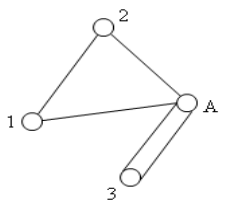
IV – нұсқа

L_{IV} = lA-2 + lA-1 + lA-3= 1,5· 13· 1,7 + 2,5· 13· 1,7 + 2,2· 13 · 1,7 = 33 + 55 + 48 = 136км



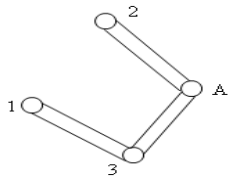
V – нұсқа

L_V = lA-2 + 12-1 + l1-A + l3-A = 1,7·13 + 2,4 · 13 + 2,6 · 13 + 2,3 · 13 · 1,7 = 22 + 31 + 33+ 50 =136 км



VI – нұсқа

L_{VI} = lA-2 + lA-3 + l3-1 = 1,6· 13· 1,7 + 1,9 · 13 · 1,7 + 2,1 · 13 · 1,7 = 35 + 41 + 46 = 122 км



Әуе желілерінің сымының қиылысын таңдау

35 кВ кернеуге дейінгі ӘЖ үшін қазіргі уақытта өзін таситын оқшауланған СИП сымдары кеңінен таралуда. СИП үшін болат алюминий сымдары немесе алюминий ерітіндісі бар жоғары мықтылықты сымдары пайдаланылады. Оқшаулағыш мақсатында тігілген полиэтиленді СПЭ пайдаланылады.

750 кВ және одан астам кернеулі ӘЖ сымдарының қиылысын таңдау технико-экономикалық есептеулер негізінде орындалады.

500 кВ кернеуге дейінгі ӘЖ жобалау кезінде сымның қимасын таңдау жинақталып мөлшерленген көрсеткіштерден келтіріледі. Мұндай көрсеткіштер ретінде 16 кестеде көрсетілген токтың экономикалық тығыздығы $j_н$ мөлшерленген мәні пайдаланылады.

Токтың экономикалық тығыздығы ӘЖ берілген жүктемесі бойынша жіберу кезіндегі минималды шығындарға сәйкес.

Кесте 16. Токтың экономикалық тығыздығының мөлшерленген мәні $j_н$.

Өткізгіштер	T_{max}, с/жыл кезіндегіток тығыздығы $j_н$, А/мм^2,		
	1000...3000	3000...5000	5000 астам
Оқшауланбаған сымдар және шиналар: мыс	2,0	1,7	1,4
алюминий	1,0	0,9	0,8
Қағаз сіңдіріліп талсыммен оқшауланған (жила) кабельдер: мыс	2,4	2,0	1,6
алюминий	1,3	1,1	1,0
Резеңке және пластмассалы талсыммен оқшауланған кабельдер:мыс	2,8	2,5	2,2
алюминий	1,5	1,4	1,3

ӘЖ жобаланатын F сымының қимасы:

$$F = I_р/j_н, \qquad (106)$$

Мұнда: $I_р$ – оның бесінші жылғы пайдалануындағы желінің есептеуіш тоғы [1].

$I_р$ негізгі желінің жүйе құрушысы үшін қуаттың ағын ұзындығының есептеуі бойынша анықталады. Желінің $I_р$ үлестіруші желісі үшін энергожүйенің жүктемесінің максималды өту кезіндегі ағын үлестіруші есептеулермен анықталады.

(101) теңдеуінен алынған қиылыс стандартты қимасына дейін шамаланады. ӘЖ сымдарының стандартты қимасы шкаласы келесі қатарды құрайды: 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 330, 400, 500, ... мм^2.

Ток тығыздығының экономикалық әдісі жеткілікті қарапайым, өйткені қима үшін (101) қарапайым формуласы таңдалған. Бұл осы әдістің жағымдылығы. Бірақ бұл әдісте ӘЖ құнына әсер ететін бір қатар факторлар ескерілмейді. Бұл, жекелегенде тірек материалдары, кернеу және ӘЖ тізбегінің саны, оның географиялық орналасуы.

Таңдалған ӘЖ қима сымдары желіні қалыпты пайдалануды қамтамасыз ететін бір қатар техникалық талаптарға сәйкес келуі қажет. Қиманың осы техникалық талаптардың орындалуын тексергеннен кейін соңғы таңдауды жасау керек.

Механикалық беріктігін тексеру. ӘЖ сымдары сыртқы механикалық ықпал жасалуға бейім. Бұл негізінен алғанда жел және көк мұздық жүктемелер. ӘЖ сымдарының сенімді жұмысын қамтамасыз ету мақсатында 15-кестеде келтірілген, шартты сыртқы механикалық ықпалдардың минималды рұқсат етілген $F_{\min\ мех}$ қима сымдары механикалық беріктілігі бойынша орнатылады да, (101) таңдалған сымның қимасы.

$$F \geq F_{\min\ мех} \qquad (107)$$

шартымен тексерілуі қажет.

Тәж шарты бойынша тексеру. Жалпы тәж құбылысы сымның бетіндегі және көрінетін шырақтары мен осыған ұқсастықпен алып жүретін жоғары кернеулі электр өрісі кезінде пайда болады. Тәжделетін сымның ауа айналысындағы ионизация процестері активті қуат шығынына алып келеді. Сымның бетіндегі кернеудің азаюы сым радиусының (қимасы) көбеюіне алып келеді.

$F_{\min\ кор}$ сымның минималды қимасы тәждегі шығындардың шектелу шарты бойынша102. кестеде келтірілген. Тәж шарты бойынша сым қимасын тексеру 110 кВ және одан астам кернеулі ӘЖ үшін орындалады. (102) бойынша таңдалған сым қимасы төмендегі формуламен тексерілуі қажет:

$$F \geq F_{\min\ кор} \qquad (108)$$

Кесте 17. Әуе желілерінің сипаттамалары.

ӘЖ сипаттамалары	Сым қимасының минималды мүмкіндігі, мм^2			
	алюминий және термиялық өңделмеген алюминий ерітінділерінен	термиялық өңделген алюминий ерітінділерінен	болат алюминий ден	болат
Көк мұз аудан - арындағы ӘЖ:	70	50	35	35
II дейін	95	50	50	35
III-IV V және оданастам	-	-	70	35
Екі тізбекті терілмедегі ӘЖ 35 Кв жоғары	-	-	120	-

Кесте 18. Әуе желісінің қимасы.

$U_{ном}$, кВ	110	150	220	330	500	750	750
Фазадағы сымдардың саны	1	1	1	2	3	4	5
$F_{min\ кор}$	70	120	240	240	300	400	240

Рұқсат етілген қыздыруды тексеру. сәйкес барлық өткізгіштер ұзақ жұмыс режимдеріндегі рұқсат етілген қыздыру талаптарын қанағаттандыруы қажет. Бұл режим ұғымын электр желісіндегі апаттан кейінгі және жөндеу режимдерінің жұмысы деп түсіну керек.

ӘЖ рұқсат етілген қыздыру сымдары температурасы Т = 70°С рұқсат етілген ұзақтықпен сипатталады. Пайдалану процестері кезінде өткізгіш температурасының бақылауын жүзеге асыру қиынырақ, өйткені анықтамалық мәліметтерде келтірілетін токтың мүмкін болу ұзақтығы ауа температурасы (25°С) кезіндегі Т - температурасына дейінгі өткізгіштің қыздыруына алып келеді. 17 кестеде болат алюминий сымдары үшін токтың мұмкін болатын ұзақтықтары келтірілген. 17 кестеде кестеде ауа температурасына түзету еселеуіштер келтірілген.

ӘЖ сымдарының қимасы (18) бойынша таңдалып, төмендегі (109) формуласымен тексеріледі:

$$I_{max} \leq k_{\Theta} I_{д}, \qquad (109)$$

мұндағы: I_{max} – режим ұзақтығының максималды тогы.

Кесте 19. I_{max} – режим ұзақтығының максималды тогының мәні.

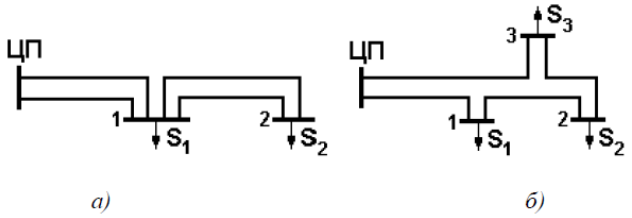
F, мм^2	35	50	70	95	120	150	185
$I_д$, А	175	210	265	330	390	450	510
F, мм^2	240	300	330	400	500	600	700
$I_д$, А	610	690	730	825	945	1050	1180

Кесте 20. Ауаның нақты температурасы кезіндегі, k_{Θ} коэффициентінің өзгертулері.

Ауаның нақты температурасы кезіндегі, k_{Θ} коэффициентінің өзгертулері, °С										
-5	0	5	10	20	25	30	35	40	45	50
1,29	1,24	1,2	1,15	1,05	1,0	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67

ӘЖ қимасын тексеретін екі түрлі жағдайды рұқсат етілген қыздыру шарты бойынша қарастырайық.

45 суретте электр желісінің екі сұлбасы келтірілген: екі радиалды (*а*) және тұйықталған сақиналы (*б*). Сым қимасын рұқсат етілген қыздыру бойынша тексеру қажет:



Сурет 45. Электр желісінің сұлбасы

Бірінші сұлбада (45*а* сурет) ЦП-1 бас телімнің бір желісін немесе 1-2 телімнің бір желісін ажыратқан кезде жұмыста қалған ток екі есе көбейеді. Әрбір осындай жағдайларда төмендегі шарт тексеріледі:

$$I_{max} = 2I_{р} \leq I_{д}, \qquad (110)$$

мұндағы: $I_{р}$ – желінің есептелетін тогы.

Рұқсат етілген қыздыру бойынша қиманы тексеру шартын берілген жүктеме арқылы жазуға болады. ЦП-1 телімі үшін 2.5.2., *а* суреттегі сұлбасы

$$I_{max} = (S_1 + S_2)/ \sqrt{3}U_{ном} \leq I_{д}, \qquad (111)$$

12 телім үшін

$$I_{max} = S_2/ \sqrt{3}U_{ном} \leq I_{д}. \qquad (112)$$

45, *б* суреттегі сақиналы сұлба бойынша желінің бас телімдерін ажырату ауыр режим болып табылады. Бұл режимдер бойынша рұқсат етілген қыздыру қимасын тексеру орындалады.

ЦП-1 бас телімін ажыратқан кезде төмендегі формуламен тексеріледі:

$$I_{max\ ЦП\text{-}3} = (S_1 + S_2 + 3)/ \sqrt{3}U_{ном} \leq I_{д}, \qquad (113)$$

$$I_{max\ 3\text{-}2} = (S_1 + S_2)/\sqrt{3}U_{ном} \leq I_д, \quad (114)$$

$$I_{max\ 2\text{-}1} = S_1 / \sqrt{3}U_{ном} \leq I_д. \quad (115)$$

ЦП-3 бас телімін ажыратқан кезде төмендегі формуламен тексеріледі:

$$I_{max\ ЦП\text{-}1} = (S_1 + S_2 + 3)/\sqrt{3}U_{ном} \leq I_д, \quad (116)$$

$$I_{max\ 1\text{-}2} = (S_2 + S_3)/\sqrt{3}U_{ном} \leq I_д, \quad (117)$$

$$I_{max\ 2\text{-}3} = S_3 / \sqrt{3}U_{ном} \leq I_д. \quad (118)$$

Егер қай бір желінің телімі үшін рұқсат етілген қыздыру бойынша тексеру шарттары орындалмаса, онда осы телімдегі қималарды шарт орындалатындай мәндеріне дейін үлкейткен жөн.

Кернеудің рұқсат етілген шығыны бойынша тексерулер. 220 кВ дейінгі үлестіруші желілер үшін ΔU_{max} шығын кернеуі қоректену орталығынан электрлі алыс жердегі тұтынушыларға дейін есептеледі. (112) бойынша таңдалған үлестіруші желінің желі қималары төмендегі формуламен тексеріледі:

$$\Delta U_{max} \leq \Delta U_д, \quad (119)$$

мұндағы: $\Delta U_д$ = 6%, рұқсат етілген кернеу.

Басқа техникалық талаптар. Үлкен қалалардың аумақтарында құрылатын 110 және 220 кВ ӘЖ үшін 240 және 400 мм^2 сәйкес сымдардың қимасын қолдану ұсынылады.

Негізгі ӘЖ-мен қатар құрылатын негізгі ӘЖ-нен тармақталған (ұзындығы 2 км дейін) сым қималары негізгі ӘЖ-дегідей қабылданады.

Техникалық талаптардың қай бірі орындалмаған жағдайда, токтың экономикалық тығыздығына мөлшерленуі бойынша таңдалған сым қималары осы талаптарды қанағаттандыратындай мәндерге дейін үлкееді.

Бақылау сұрақтары:

1. Кернеуді реттеу құрылғысының классификациясы
2. Активті қуат балансы
3. Электр желісінде активті қуат шығынының көлемі
4. Желідегі реактивті қуат шығыны
5. Тәждегі шығындарды шектеу шарты бойынша ӘЖ сымдарының минималды қимасы

2.6. Аудандық және жергілікті электр желілерін есептеу әдістері

Аудан аралық желілердің деңгейлерінде үлкен электр станцияларының қуат шығаратын желілеріне енетін, аудан аралық желілерінің жүйе құрушы байланыстарының дамуы, аудан аралық электр жүйелерінің жүйе аралық байланыс арасында және ең маңызды ішкі аудан желілерінің байланысы арқылы жүзеге асады.

Электр энергиясының негізгі тұтынушылары болып өнеркәсіп, құрылыс, электрленген транспорт, ауылшаруашылық өндірісі, қалалар мен ауылдық мекендердегі коммуналды-тұрмыстық сектор табылады.

Тұтынушылардың электр жүктемелерін анықтау электр желілерін дамытуды жобалау кезінде туындайтын бірқатар мәселелерді шешу үшін:

- ✓ электр желісінің кернеуін;
- ✓ электр желісінің сұлбаларын;
- ✓ негізгі жабдықты;
- ✓ электр желісінің жұмыс режимдерін есептеуді таңдау үшін қажет.

Келешекте электр тұтынуды бағалаудың негізгі әдісі болып электр энергиясы шығынының меншікті нормаларын және өндіріс көлемі бойынша жоспарлы немесе болжамды мәліметтерді қолдануға негізделген тура есеп әдісі табылады. Өнеркәсіптің әр түрлі салаларындағы, ауылшаруашылық өндірісіндегі, коммуналды-тұрмыстық секторындағы электр энергиясын тұтынудың болжалды меншікті нормалары [5] келтіріледі.

$W_{жыл}$ жылдық электр энергиясын тұтыну, мысалы, өнеркәсіп орындарының А көлемі бар жылдық өнім шығару төмендегіні құрайды:

$$W_{жыл} = w_{мен} \cdot A, \qquad (120)$$

мұнда: $w_{уд}$ – өнімнің бір бірлігіне кететін электр энергиясының меншігі.

Тарату желілерін дамыту сұрақтарын шешу кезінде P_{max} тұтынушылар жүктемесінің максимум мәліметтерін есептесе жетеді. Тұтынушы (объект) электрлік жүктемесінің максималды күткен есептеу әдістерінің кеңінен тарағандардың бірі $W_{жыл}$ жылдық электр энергиясын тұтыну туралы мәліметтерін пайдалану және T_{max} максималды жүктемені пайдалану ұзақтығынан тұрады.

$$P_{max} = W_{жыл} / T_{max} \qquad (121)$$

Өнеркәсіптің әртүрлі салалары және коммуналды-тұрмыстық тұтынушылар үшін T_{max} орташа мәндері [5] анықтамалық әдебиеттерінде келтіріледі.

Тарату электр желілерін дамытуды жобалау кезінде заманауи қосалқы станция жүктемесі есептеледі. Қосалқы станция жабдығын таңдау үшін,жекелей алғанда, трансформаторларды таңдау үшін қосалқы станцияның максималды жүктемесі есептеледі. Бұл үшін қарастырылып

отырған қосалқы станциядан қорек алатын объектілердің максималды жүктемелері қосылады және $k_р$ максимумдардың әр түрлі уақыттылығының коэффициенті қолданылады. Максималды есептік жүктемелері $P_{max,i}$ болатын n объектілер қоректенетін қосалқы станцияның есептік максималды электр жүктемесі мынаны құрайды:

$$P_{p\max} = k_p \sum_{i=1}^{n} P_{\max i} \qquad (122)$$

Электр желілеріндегі ағынды үлестіру есептеулерін орындау үшін энергожүйенің жүктемесінің максимумынан өту кезеңіндегі электр желісінің әрбір қосалқы станциясының жүктемесі анықталады. Бұл кезеңдегі қосалқы станцияның жүктемелерін анықтау үшін $k_м$ энергожүйенің жүктемесінің максимумына жету коэффициенттері қолданылады. Энергожүйенің жүктемесінің максимумынан өту кезеңіндегі қосалқы станцияның есептік жүктемесі мынаны құрайды:

$$P'_{p\max} = \sum_{i=1}^{n} k_{мi}\, P_{\max i} \qquad (123)$$

$k_р$ және $k_м$ режимдік коэффициенттерінің болжамды мәндері төменде келтірілген [5]:

- ✓ 6-10 кВ шиналар $k_р$ = 0,6-0,8;
- ✓ 35 кВ шиналар $k_р$ =0,8-0,85;
- ✓ 110 кВ шиналар $k_р$ = 0,9-0,95;
- ✓ тұрмыстық-жарық беру жүктемесі $k_м$ = 1,0;
- ✓ бір ауысымды өнеркәсіптер $k_м$ = 0,1-0,15;
- ✓ екі ауысымды өнеркәсіптер $k_м$ = 0,7-0,75;
- ✓ үш ауысымды өнеркәсіптер $k_м$ = 0,85;
- ✓ электрфицирленген транспорт $k_м$ = 1,0;
- ✓ ауылшаруашылық өндіріс $k_м$ = 0,7-0,75.

Аудандық электр желілерінің даму деңгей желінің басқа 220 кВ және одан жоғары бөлігінің дамуына негізделіп, сонымен қатар 110 кВ және одан жоғары таратушы желелерімен жүзеге асады.

Әртүрлі иерархиялы деңгейдегі электр желілерін жобалау процесінде өзара ақпарат алмасу және электр желілерінің әртүрлі тағайындалулары мен кернеулерінің дамуы бойынша тапсырмаларын үйлестіру жүзеге асырылады.

Электр желілерінің дамуын жобалау бойынша жұмыс құрылымы келесідей шамалы мазмұнды болады [5]:

энергожүйе желісінің қолданысының сараптамасы (аймақ, қала, объект) кернеуді реттеу шарттары, жұмыстағы «тар орындарды» табу, жүктелу көзқарасы жағынан қараған енеді;

тұтынушылардың электрлік жүктемесін анықтау және бөлек қосалқы станциялар және энергия торабы бойынша активті балансты құру, қосалқы станциялар және жаңа желілердің құрылысын негіздеу;

электр станцияларының есептік режимдерін таңдау (егер олар энергетикалық жүйеде болса) және жобаланатын электр желісінің жүктемесін анықтау;

желінің әртүрлі (қалыпты, апатты және апаттан кейінгі) жұмыс режимдерінің электрлік есептеулері және қарастырылатын есептік деңгейдегі желіні құрастыру сұлбасын негіздеу; электр станцияларының параллельді жұмысының тұрақтылығының есептеулері, апатқа қарсы автоматикаға қойылатын негізгі талаптарды анықтау;

реактивті қуаттың балансын құру және желідегі кернеудің реттеудің шарттарын анықтау, өтеуіштік құрылғылардың орналастыру пункттерін және оның қуаттарын негіздеу;

жобаланатын желідегі ҚТ токтарының есептеулері және коммутациялық аппаратураның ажырату қабілеттілігіне қойылатын талаптар белгілеу, ҚТ токтарын шектеу бойынша ұсыныстарды әзірлеу;

электр желісін дамытудың болжамды көлемі бойынша жиынтықты мәліметтер, құндық және заттай көрсеткіштер, дамытудың кезектілігі.

Жергілікті желілер құру барысында бүкіл әлемдік стандартқа сай желі жүргізу әдістерін қарастырылған.

Жұмыстың негізгі мақсаты кәсіпорын бөлімшелеріндегі жұмысшылардың және басшыларының барлығы қолдана алатын бір базалы жүйенің ортақ желісін құру және жедел түрде құжаттар алмасуды қамтамасыз ету. Базаны ортақ жүйеге келтірудің бірден-бір қажетті шараларының бірі жергілікті желіні іске қосу болып табылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Жылдық электр энергиясын тұтынуформуласы
2. Жергілікті электр желілерін есептеу әдістері
3. Электр желілерінің дамуын жобалау
4. Аудандық электр желілері
5. Режимдік коэффициенттерінің болжалды мәндері

3 Тарау. Жабдықтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын жүргізу

3.1. Қуаты 10000 кВт-қа дейін кернеу 35 кВ-ға дейінгі екі орамды трансформаторларды техникалық бақылау

Трансформаторлардың жөндеулерін жіктеу

Жөндеу жұмыстарының көлемі бойынша жөндеулерді бөледі: ағымдағы (пайдаланулық) жөндеу, орамдарды ауыстырмай күрделі, орамдарды ауыстырып күрделі, бірақ магниттік жүйені жөндемей, орамдарды ауыстырып күрделі және магниттік жүйені біршама немесе толық жөндеп. Типтік номенклатура бойынша жөндеу ревизия деп аталады. Бұл жөндеуде трансформатордың белсенді бөлігін бактен шығарады (немесе бактың алынатын бөлігін көтереді) және белсенді бөлігін бөлшектемей (магнитөткізгішті бөлшектеп орамдарды шешу) ревизия жүргізеді.

Арналымы бойынша жөндеулер жоспарлы – алдын ала (профилактикалық) және электр машиналарын жөндегендегідей апаттан кейінгі болады. Оларды өткізу кезегі профилактикалық сынақтардың нәтижелерінен және пайдалану процесінде трансформаторды сыртынан байқағандағы анықталған ақаулардан тәуелді.

Жасалатын жұмыстардың сипаты жөндеулердің келесі негізгі түрлерін бөледі: қалпына келтіру, қайта құру және жаңарту. Қалпына келтіруде трансформатордың параметрлері және түйіндер мен бөлшектердің қиыстырмасы өзгермейді. Қайта құруда трансформатордың параметрлері сақталады, ал бір қатар түйіндердің қиыстырмасы өзгереді. Жаңарту процесінде трансформатордың параметрлері және, әдетте, қиыстырманың кейбір бөліктері өзгереді.

Трансформаторды күрделі жөндеуге дайындау

Алдын ала ұйымдастыру – техникалық шараларды өткізеді, олар қысқа мерзімде жөндеу жұмыстарының нақты орындалуын қамтамасыз етеді және құжатты, тұрғынжайды, жүк көтеретін механизмдерді, жабдықты және материалдарды дайындауды, қажетті сынақтарды өткізуді қамтиды және т.б. Одан басқа, жөндеу жұмыстарының тізімі мен көлемі бар және еңбек шығындарын, жөндеу мерзімін, қажетті мактериалдарды және басқаларды анықтайтын жұмыстар көлемінің ведомосі құрастырылады.

Ұйымтастырудың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін жөндеудің басында көтеретін механизмдер дайын тұру керек. Көтеретін механизмдердің, қармауыштардың, тростардың жүк көтеру қабілетін тарнсформатордың массасына сәйкес таңдайды. Дайындық жұмыстардың едәуір көлемін майды дайындау алады. Майды және май тазалайтын аппаратураны жөндеу алаңшасына жақындатады, май өткізгіштерді салады, ескі құйып алатын ыдыстарды дайындайды, май тазалайтын аппаратураны орнатады және қосады.

Трансформатордың белсенді бөлігін жөндеу

Орамдарды жөндеу. Жөндегенде қысым сапасын, деформация жоқтығын, тармақтар жалғанған орындарда дәнекердің және түйіспелердің дұрыстығын және орамдар мен тармақтар оқшауламасының жағдайын тексереді. Оқшаулама сапасы оның физикалық – химиялық қасиеттерімен анықталады: икемділігімен, қаттылығымен, серпімділігімен, түсімен. Оқшаулама одан әрі пайдаланулауға жарайды деп есептеледі, егер ол икемді болса, сынбаса, 90° бұрышқа бұрғанда жарылмаса және түсі ашық болса.

Орамдарды бірқалыпты қысу үшін әр қысатын сақинаға 4 – 6 бұранда орнатады (қуатты трансформаторларда олардың санын көбейтеді). Кернеуі 110кВ дейінгі күштік трансформаторлардың орамдары үшін негізінде жалпы сақиналы қысымды қолданады, Орамдарды жөндегенде тармақтық оқшауламаны қарайды, егер зақымдар орындары табылса, майға төзімді лакты матадан жасалған алдын ала кептірілген таспамен тармақтарды оқшаулайды, таспаны тармақтар арасымен жібереді. Тармақтық оқшауламаның жеткілікті жақсы сапасында қосымша оқшаулама салатын орында электркартон сынамен таспаны ыңғайлы өткізу үшін шеткі тармақтарды абайлап бір – бірінен қашықтатады. Оқшаулама зақымдалған жағдайда катушканың қашық бөлігінде тармақтар арасында қалындығы 0,3...0,5 мм электркартон кесіндісін салады. Тармақ оқшауламасы қалпына келген орында жұқа жібек таспадан жасалған құрсау салады. Басқа тармақтардың оқшауламасын зақымдамас үшін операцияны байқап жасайды.

Сурет 46. Трансформатордың активтік бөлігі

Яғни сырықта орналасқан барлық орамдарды бір ортақ сақинамен қысады. Кернеуі 220 кВ трансформаторлар үшін бөлек сақиналарды қолданады.

1 – қосымша ағаш сына; 2 – көмекші сына; 3 – ағаш бөренесі (брусок).
Сурет 47. Қысатын сыналары бар трансформатордың орамы

Күрелі жөндеудегі қорытынды операциялар

Белсенді бөлікті бакке орнату. Қақпақты жөндегеннен кейін, оны кірме және басқа арматурамен жинақтағасын және барлық тармақтарды жалғағасын белсенді бөлікті мұқият сүртеді және тағы бір қарап шығады. Орамдар оқшауламасының және тартатын сүмбелердің кедергісін өлшейді, сосын трансформаторлардың оқшаулама жағдайына баға беретін алдын ала сынақтарға көшеді. Оқшаулама сипаттамаларының нормадан едәуір ауытқуында белсенді бөлікті кептіреді.

Бактың қақпағы мен рама борты арасындағы тығыздауышты әдетте ауыстырады. Резина тығыздауышты ұзын тілме ретінде пайдалануға болады, мұнда тілме жіктерін желіндеп бак рамасындағы тесіктер арасына орналастырады.

Егер сынақта ақаулар табылмаса және оқшаулама ылғалданбаса, белсенді бөлікті бакке орналастырады. Трансформатордың белсенді бөлігінің массасынан және қуатынан тәуелді оны бекітудің бірнеше тәсілін қолданады.

Кеңейткішті, газ релесін және басқа құрылғыларды орнату. Қақпақты оратқаннан кейін және белсенді бөлікті маймен толтырғасын барлық сыртқы түйіндерді, оның ішінде кеңейткіш, газ релесі, сақтандырғыш құбыр және басқа құрылғылар монтаждайды. Мұнда барлық тығыздайтын төсемдерді жаңасымен ауыстырады.

Трансформаторды бітеулікке сынау. Трансформаторды толық жинағасын майды бакке толтырады және бітеулікке сынайды. Мұнда бактың сыртқы ауамен қатынасы болу үшін және құрылғыларды маймен толтыру үшін газ релесі мен кеңейткіш арасында орнатылған кранды ашады, кеңейткіштің жоғарғы тығынын, барлық ауа бұрандаларын және кірмелердегі, радиаторлардағы, термосифондық сүзгілердегі және басқа құрылғылардағы тығындарды ағытады. Май сыртқа аға бастағанда тығындар мен бұрандаларды бұрап тығыздайды (асбестпен).

Трансформаторлардың белсенді бөлігін бөлшектеп күрделі жөндеу

Трансформатордың жағдайын диагностикалау және ақауын анықтау.

Магнитөткізгіш. Парақ арасындағы оқшауламада ақау болса белсенді болаттан жасалған шомбал бөлшектердің оқшауламасы бұзылу нәтижесінде пайда болған құйынды токтармен немесе қысқа тұйықталған контурлардағы токтармен туындаған асқын қызулар мүмкін. Бір қатар жағдайларда май бетінде ылғалдың жиналуы мүмкін. Жоғары жармаға түсіп, ылғал белсенді болаттың тіліктері арасына сумайлы эмульсия түрінде өтеді, болатты даттандырып, парақ арасындағы оқшауламаны бұзады.

Орамдар. Орамдарда жиі кездесетін зақымдардың түрі тармақтық тұйықталу. Оның себебі табиғи тозудың немесе жеткіліксіз салқындатуда ұзақ асқын жүктелудің себебінен оқшауламаның ескіруіне байланысты оның бұзылуы. Тармақтар оқшауламасының бұзылуы, мысалы, қысқа тұйықтаулардағы механикалық зақымдардан болуы мүмкін.

Трансформаторды бөлшектегенде одан алынған түйіннің немесе бөлшектің ақауларын анықтап, оларды қайтадан трансформаторға орнату үшін жөндеу жұмыстарының көлемін анықтайды. Белсенді бөліктің ақауларын анықтау нәтижесінде трансформатордың ақырғы жөндеу көлемін анықтайды. Орамдар мен магнитөткізгішінің жақсы жағдайында белсенді бөлікті жөндейді.

Трансформатордың белсенді бөлігін бөлшектеу

Қақпақ пен тармақтарды бөлшектеу. Қақпақпен көтеретін сүмбелермен байланысқан белсенді бөлікті бөлшектеуді ауыстырып қосқыштан, реттеуші және желілік тармақтардың кірмелерінен ажыратудан басталады. Ағытудан бұрын тармақтарды маркалайды (ауыстырып қосқыштың кірмелері мен қысқыштарын белгілеп). Тармақтардың кірмелері мен ауыстырып қосқышын белсенді бөліктен қақпақты алғанға дейін және кейін бөлшектейді.

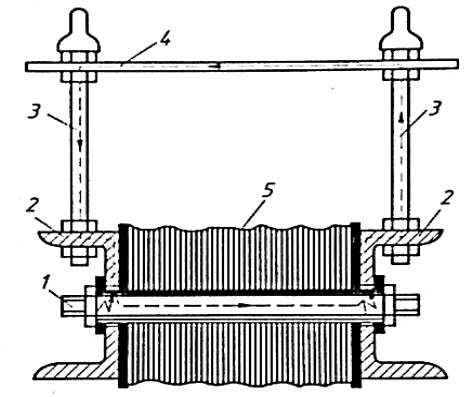
Орамдар мен оқшауламаны бөлшектей бастағанда олардың жағдайын бағалап, оларды ақауларды жойғаннан кейін пайдалану мәселесін шешуге болады. Егер орамдарды ауыстырмаса, тек магниттік жүйеден алып жөндесе (сырықта немесе төменгі жармада), онда басты оқшауламаның бөлшектерін алады, қарайды, аздаған ақауларын жояды да одан кейін пайдаланады. Орамдардың болмағанда біреуі зақымдалғанда көбіне сырықтардан барлық орамдарды алады, өйткені электр доғасының әсерінен пайда болған металдың балқулары және күйелер барлық орамдарға және оқшауламаға отырады.

Трансформатордың орамдары мен магниттік жүйесін жөндеу

Трансформатордың орамдарын жөндеу. Егер саусақпен қатты басқанда оқшаулама бұзылса, орамдарды ауыстыру мәселесі шешілу керек. Бір қатар жағдайларда тармақтық тұйықталу аймағындағы сымдар мен оқшауламаның күйуімен байланысты орамдардың апатты зақымдалғанында орамдардың кейбір орындарын қайта орайды. Жөндегенде орам сымынан ескі оқшаулама алынады, сосын ол жандырылады, тегістеледі және қайтадан оқшауланады.

Орамдарды біршама немесе толық қайта орағанда алдын ала қажетті оқшаулама бөлшектері мен материалдарды дайындайды (түзететін қағаз – бакелиттік сақиналар, қабаттар арасындағы арналар үшін тақтайша, электркартон тіліктері, қағаз – бакелиттік цилиндрлер, кірмелер және т.б.).
Трансформатордың магниттік жүйесін жөндеу. Тек орамдарды алғаннан кейін ақауларды толығымен және магниттік жүйенің жөндеу жұмыстарының көлемін анықтау мүмкін. Сырықтар мен төменгі жарманы ластан, қоқыстан және күйеден тазартқасын магниттік жүйе тіліктері оқшауламасының сапасы мен механикалық беріктілігін және жарма арқалығы мен тіліктер оқшауламасын тексереді.

Магниттік жүйені толық жөндеу өте ауыр жұмыс. Әдетте тіліктер оқшауламасы лак магниттік жүйе ұзақ уақыт ішінде сенімді жұмыс істейді. Жөндеудің себебі, мысалы, тіліктер оқшауламасы бұзылып магниттік жүйеде және болат бөлшектерде контурдың пайда болуына байланысты апаттық үрдістен болады (қысқа тұйықтау тармағы) (48сурет). Бұл негізгі магниттік ағынмен ілінискен контурмен оқшауламаның және болаттың күйуіне алып келетін едәуір ток ағуы мүмкін.



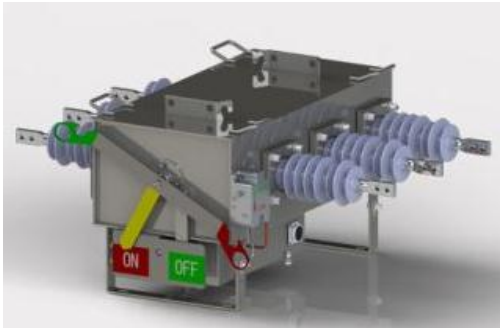
1 – сүмбе; 2– жарма арқасы; 3–көтеретін сүмбе; 4 – бактың қақпағы; 5 – жарма.

Сурет 48. Жарманың тартаын сүмбесі оқшауламасы бұзылғандағы магниттік жүйесінің эскизі

Оқшауламаны және орамдарды орнату. Орамдарды қысу.

Оқшауламаны және орамдарды орнатуды жарма арқаларының сөресіне теңестіргіш оқшауламасын салудан бастайды (49 сурет), мұнда оның беті жарма бетімен бір деңгейде болу керек. Сосын орамдардың ұшы өту үшін шығарылатын ендірмесі бар төменгі жармалық тіректі оқшауламасын салады. Мұнда жармалық және теңестіргіш оқшауламаның төсемдері бір – біріне дәл сәйкес келгендерін қадағалайды.

Күрделі жөндеуден кейін трансформаторларды сынау



Сурет 49. Төменгі жарма және теңестіру оқшауламасын орналастыру

Оқшауламаның электрлік беріктілігін сынау келесі сынақтардан тұрады:

- трансформатор толтырылған майдың немесе басқа сұйық диэлектриктің тесілу кернеуін анықтау;
- орамдардың оқшаулама кедергісін өлшеу;
- сыртқы көзден берілген өндірістік жиілік кернеуімен ішкі оқшауламаны сынау (бір минуттың ішінде);
- трансформатордың өзінде индукцияланған жоғары кернеумен сынау.

Сынау кернеулері номиналдылардан асады және пайдалану жағдайларынан тәуелді. Найзағайдан қорғаудың әдеттегі шараларында атмосфералық асқын кернеулердің әсеріне душар болатын электр қондырғыларда пайдаланулауға арналған трансформаторлар қалыпты оқшаулама үшін нормалармен сыналады, ал атмосфералық асқын кернеулердің әсеріне душар емес пайдаланулауға арналған трансформаторлар немесе найзағайдан қорғаудың арнайы шараларындағы трансформаторлар жеңілдетілген оқшаулама үшін нормалармен сыналады.

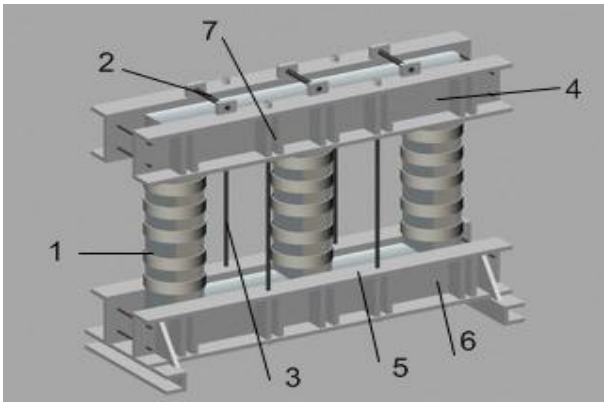
Күштік трансформаторлардың негізгі зақымданулары.

Трансформаторлардың зақымдануы ереже бойынша пайдаланудың, апаттық және жұмыстың штаттан тыс режимдерінің, орама оқшауламасының тозуының және т.б. қолданыстағы ережесінің салдары болып табылады. Трансформаторлардың монтаж және жөндеу тәжірибесі үш зақымданудың екеуі жөндеудің, монтаждаудың және пайдаланудың қанағаттанарлықсыз нәтижесінде, ал үштен бірі – зауыт ақауларының салдарынан болатындығын көрсетеді.

Трансформаторлардың маңызды қателіктері магнит сымның зақымдануы кезінде, оқшауламаның бөлек электротехникалық болат және оларды болт арқылы топталған беттерінің арасындағы бұзылу салдарынан туындайды (50.сурет).

Түйіскен магнит сымдардағы апатының себебі, жарма 4 пен өзек 6 және 1 арасындағы оқшауламаның бұзылуы болады. Магнит сымның болатының жергілікті қызуы топталған біздер 4 оқшауламасының тозуы

немесе бұзылуының, бет аралық оқшауламаның және электрлік түйіспенің нашарлығынан зақымдануы нәтижесінде пайда болады.



Сурет 50.Магнит сымның сұлбалық бейнесі
1- стержень; 2 – тік топталған біз; 3 – стерженнің престелген біздерінің орны; 4 – жоғарғы жармалық бөрене; 6 – төменгі жармалық бөрене; 7-топталған біз

Трансформатор өзекшесінің жиілігінің және маңыздылығының зақымдануы болат пластина оқшауламасының сапасына тәуелді. Бет аралық оқшауламаның зақымдануы кезінде құйынды токтарды біріктіруде электротехникалық болаттың пластиналары күйіп кетуі мүмкін. Бұл құбылыс «болат өрті» деп аталады; ақау күйген пластинамен ауысып жойылады. Беттердің оқшауламасын майлы тұрақты оқшауламалы лактармен өңдеген жөн. Лактық пленка жоғары механикалық беріктілікке, қызуға тұрақтылыққа және белгілі электрлік кедергіге ие болады. Топталған біздердің оқшауланған трубасының оқшауламасының зақымдануы немесе бұзылуы олардың бакелитті немесе қағаз-бакелитті түтікшемен ауысуын талап етеді.

Магнит сымның жерлендірулерінің үзілуі оның зақымдануына әкеледі, сондықтан, топталған біздерден басқа барлық металл бөлшектер жерлендірілген болуы керек. Жерлендіру тәсілі өзекшенің құрылымына тәуелді.

Орамалар трансформатордың ең осал бөлігі, олардың оқшаулама-ларының зақымдануы ҚТ қаупін туғызады. Барлығы оқшауламаның трансформатордағы өзге қоспалардың болуынан: ылғал (жөндеуден кейін ораманы кептірудің жеткіліксіздігінен, салқындатқыш майдың ылғалдануынан); ылғалданған лактың еріткішінің қалдығы; бакты маймен толтырғаннан кейін оқшауламада ауа немесе газдың қалуы; өзге механикалық қоспалардың және қатты бөлшектердің қалуынан, электрлік беріктілігін химиялық үрдісте белгілі мөлшерде төмендетеді.

Трансформатордың ішкі бөлігінің жоғары дәрежеде қызуы кезінде химиялық үрдістер интенсивтілігі және олардың қарсылық әрекеттері жоғарырақ боп, оқшауламада жылдам өседі.

Келесі зақымданулар өте жиі кездеседі: тармақтар аралық қысқа тұйықталу, сонымен қатар, корпустағы орамалар; секция аралық ойықтар, тізбектің үзілуі; электродинамикалық бұзылу.

Трансформатордағы екіншілік орамалардың қысқыштарында күтпеген қысқа тұйықталу кезінде үлкен лездік ҚТ тогына ілесіп жүретін өтпелі үрдіс туындайды. Бұл токты қорытындылаушы екі ток ретінде қарастыруға болады: бағыты бойынша тұрақты, бірақ, экспоненциалды заң бойынша кемитін, орнықтырылған және өтпелі үрдіс тогы.

Күштік трансформаторлардың орамаларының жиі зақымдануы – бұл енгізумен байланыстарының жанып кетуі. Негізінен бұл ақау күштік трансформатордың сапасыз пайдалануы кезінде туындайды. Пайдалану үрдісінде өзекшенің дірілінен әлсіздену немесе енгізу мен орама арасындағы түйіспенің үзілуі туындайды. Ақаулар трансформатордың күрделі жөндеу кезінде ғана жойылады, демек, бұл жағдайда күштік трансформаторды ауыстыру қажет.

Трансформаторлардың енгізулердің негізгі қателіктері – жарылу, сыну және атмосфералық асқын кернеу нәтижесінде оқшауламаларының бұзылуы, енгізулерде фаза аралық ҚТ-ға әкелетін металл заттарға кездесуі немесе трансформаторларға жануарлардың түсуі, сонымен қатар, сапасыз армировкалау және тығыздау, дұрыс бұралмаған және гайканың тартылуы кезінде олардың стержендерінің оймасының олқылығы. Енгізулердің ең сипаттамалы зақымдануы – армировкалау немесе стерженнен шығатын жерде резеңкелі төсем мен қақпақты енгізулердің фланцасымен арасындағы майдың ағуы. Енгізулердің зақымдануы, заңдылық ретінде,белгілі шығындар әкелетін трансформатор өртімен қоса жүреді.

110 кВ және одан жоғары енгізулердің зақымдануы қағаз негіздің ылғалдануымен негізінде байланысты. Тығыздаудың сапасыз толтырылуы кезінде, диэлектрлік беріктіліктің төмендеуімен енгізулерге трансформатор майын құю кезінде енгізулер ішіндегі ылғал түсуі мүмкін.

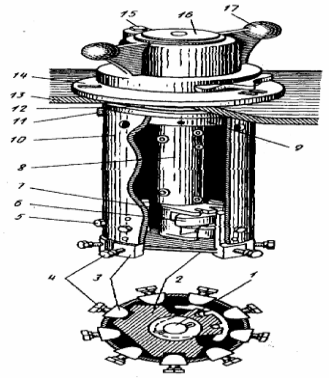
Фарфор енгізудің зақымдануының сипаттамалы себебі оймалы байланыстағы құрамдық ток жүргізуші біздердің немесе сыртқы шиналардың байланысқан орнындағы түйіспелердің қызып кетуі болып табылады.

Салыстырмалы түрде, бактың зақымдануының оның ағуын болдыратын орналастырылған жағдайы дәнекерленген жапсардың бұзылуы және бак пен қақпақ арасындағы төсемдердің беріктілігінің жеткіліксіздігі болып табылады. Кеңейткіштің пайдаланылған құбырдың және қақпақтың ішкі жағынан зақымдануының негізгі себебі – бұл конденсаттың негізінде түзілетін тоттану.

Кернеуді ауыстырып қосқыштың зақымдануы.ТПСУ-9-120/11 және ТПСУ-9-120/12 ауыстырып қосқыштары 10 кВ-қа дейінгі кернеулі және 1000 кВА қуатқа дейінгі трансформаторларда қолданылады; ауыстырып қосқыштар трансформатор қақпағының астына орналастырылады.

Ауыстырып қосқыштардың жиі зақымдануы, термиялық әрекетпен ҚТ тогын шақыратын түйіспелі жоғарылықтағы күю және балқу, сонымен қатар,

цилиндрлік қозғалмайтын білігі олардың өзара толық емес жанасуында сегментті жез түйіспелердің қысымының жеткіліксіздігі (сығылу) болып табылады. Белгілі балқу және түйіспелердің толық күюі кезінде ауыстырып қосқыштар жаңасымен ауыстырылады. ТПСУ, ПТО ауыстырып қосқыштары үшін тураланған серіппе жұмыс жағдайындағы түйіспелерді 50 - 60Н күшпен қамтамасыз етуі керек; оның дұрыстығын ауыстырып қосудың барлық сатысы бойынша тексереді. Бұл кезде ауыстырып қосқыштың әр жағдайы анық белгілеуі және сілтімен қоса жүруі керек. Ауыстырып қосқышты тексеру кезінде оны тазалауға, бекіту және түйіспелерді тартуға тура келеді. Кейде ауыстырып қосқыштың жоғарысы өте берік, қатты және май тозуының жұқа пленка-өнімімен жабылады.



Сурет 51. ТПСУ-9-120/10 типті трансформаторлардың кернеуін реттеуге арналған орама бұрғышының үш фазалы ауыстырып қосқышы:
1 – жетек білігі, 2 – орталықтандырушы пластина, 3 – жылжымайтын түйіспе, 4 – түйіспелі бұранда, 5 және 11 – бұрандалар, бекіткіш цилиндр, 6 – түйіспелі сегмент, 7 – буынды білік, 8 –бакелитті құбыр, 9 – фланец, 10 – қағаз-бакелитті цилиндр, 12 – резеңкелі тығыздау, 13 – бөгеткіш бұранда, 14 –қақпақ фланецы, 15 – бөгеткіш бұранда, 16 – тақтайша, 17 – жетек қақпағы

Трансформатордың ақауын табу – сипатын және бөлек бөлшектерінің жөндеудің ең жауапты кезеңі - зақымдану деңгейін, бұл кезде қолданыстағы сипаты және зақымдану мөлшерін, сонымен қатар, алдағы жөндеудің көлемі және жөндеудегі материал мен тіректердің талап етілуін анықтау бойынша жұмыс кешені. Ақауды анықтаушы жұмысшы қателіктердің белгілері мен себептерін біліп қана қоймай, оларды қателіксіз табу және жою тәсілдерін де білуі тиіс.

Трансформатордың сыртқы бөлшектерінің (кеңейткіш, бак, арматура, енгізудің сыртқы бөлшектері, сынақ сақтандырғыш) зақымдануын мұқият тексерумен, ал ішкі бөлшектерді – әр түрлі тексерулермен табуға болады. Тексеру нәтижелері зақымдануды тексеру нәтижесінде анықталған (мысалы, бос жүрістің жоғары тогы) нормадан кез келген ауытқу әрқашан қолданыстағы сипатын дәл қоюға мүмкіндік береді, олар әр түрлі себептерден, әсіресе, орамадағы тармақтық тұйықталудан, токтың жабық контурының тартатын бұрандалары мен престеуші бөлшектерінің болуы,

параллель орамалардың дұрыс қосылмауы және т.б. болуы мүмкін. Сондықтан, ақауды анықтау үрдісінде, трансформаторды бөлшектейді және қажет кезінде белсенді бөлікті көтереді, тек себебін, сипатын және зақымдану масштабын дұрыс қою үшін ғана емес, сонымен қатар, трансформаторды жөндеуге талап етілген материалдарды, құралдарды және аспаптар мен уақытты анықтайды.

Бақылау сұрақтары:

1. Жөндеу жұмыстарының түрлері. Жөндеу жұмыстарының жоспарлануы.
2. Орташа жөндеу мен күрделі жөндеу жұмыстарының айырмашылықтары
3. Электр жабдықты жөндеуі кезіндегі тораптық графигі
4. Трансформаторлардың зақымдалулары.
5. Кернеуді ауыстырып қосқышының зақымдануы.

3.2. 500 кВ-қа дейінгі тұрақты және айнымалы ток электр машиналарының орауыштары мен орамдарын жөндеу

Электр қозғалтқышты құрастыру және бөлшектеу

Үш фазалы асинхронды қозғалтқыштар электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіріп, оны жұмысшы машинаны қозғалысқа келтіретін білікке береді.

Дүние жүзінде өндірілетін энергияның 50%-тін асинхронды қозғалтқыштар пайдаланады. Оның себебі, олар өндірісте, ауыл шаруашылығында, автоматты басқару жане реттеу жүйелерінде кеңінен қолданылады. Асинхронды қозғалтқыштардың көмегімен экскаваторлар, жүк көтеру машиналары, насостар, желдеткіштер, экскалаторлар, лебедкалар іске қосылады. Қозғалтқыш конструкциясы әлі, күнге дейін қарапайым, құны арзан, пайдалануда тиімді.

Фазалар санына байланысты асинхронды машиналар бір фазалы, екі фазалы, үш фазалы болып бөлінеді. Бір фазалы қозғалтқыштар автоматика құрылымдарында, тұрмыста, электраспаптарының жетегі ретінде қолданып, қуаты 0,5 кВт-тан аспайды.

Электр қозғалтқыш туралы түсінікартықшылығы,қолдану саласы:

Электрлік машина механикалық энергияны электр энергиясына немесе электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіретін электро-механикалық түрлендіргіш болып табылады. Электр машиналары берілетін немесе тұтынатын токтың тегіне байланысты айнымалы және тұрақты ток машиналары болып бөлінеді.

Айнымалы ток машиналары синхронды, асинхронды және коллекторлы болып бөлінеді. Синхронды машиналар генератор және қозғалтқыш ретінде қолданылады. Асинхронды машиналардың ішіндегі шағын қуатты бір фазалы қозғалтқыштар коллекторлы болып саналады. Асинхронды машиналар негізінен қозғалтқыштар ретінде қолданылады.

Өзінің қарапайымдылығы мен арзандығына байланысты қысқа тұйықталған асинхронды қозғалтқыштар кең тараған. Асинхронды электр қозғалтқыштардың бірінші сериясы - А сериясы – 1946 – 1949 жылдары жасалды. Ол негізінен қуатының ауқымы 0,6 кВт-тан 100 кВт – қа дейін болатын жеті аумақтан тұрды. Бұл серияда қорғалған А типті және алғаш рет – жабық желдетілетін. Жаңа А2 сериясы Халықаралық электротехникалық комиссияның (МЭК) ұсынымдарын ескере отырып, 1957-1959 жылдары жасалды. Халықаралық ұсынымдар негізінде – бұрынғы өзара экономикалық көмек Кеңесіне мүше елдерде 1969-1972 жылдары электр қозғалтқыштарының жаңа түрлері, ал КСРО-да – 4А сериясы жасап шығарылды. Бұл серияға жалпы мақсаттарға арналған кернеуі 1000 В-қа, ал қуаты 400 кВт-қа дейінгі барлық қозғалтқыштар кіреді.

Қозғалтқыш типтерін белгілеулері:

4АН200М4У3, мұндағы: **4** – серия номері, **А** – асинхронды, **Н** – IP 23 қорғаныс дәрежесі, ал жабық қозғалтқыштар үшін берілмейді, бұдан кейін **А** әріпі болуы мүмкін, ол станина мен қалқанның алюминийден жасалғанын білдіреді, **Х** – алюминийлі станина және шойынды қалқан, егер станина мен қалқан шойыннан жасалған болса, онда ешқандай белгі болмайды,

200–айналу осінің биіктігі, (мм), **М** немесе **S, L**–станина ұзындығының шарты.

Статор өзекшесінің ұзындығын белгіленуі: **А** немесе **В** әріптері болуы мүмкін, ал әріптердің болмауы орнатылатын өлшемдегі бір ұзындықты білді-реді, **4** – полюстер саны, **У** – қоңыржай климат үшін, **3** – орналастырылу дәрежесі.

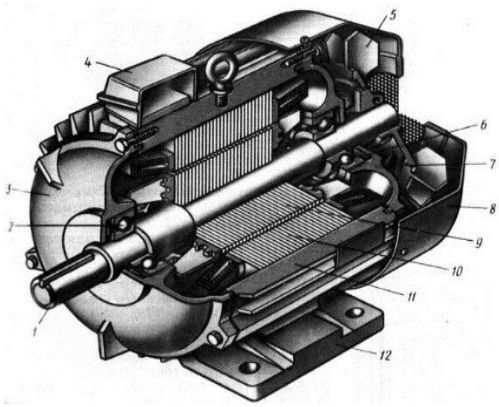
Базалық белгілеулері: АИР100М4, мұндағы **АИ** – сериясы, **Р** – орнатылатын өлшемдермен қуатын үйлестіру нұсқасы, (**С** әріпімен белгіленуі де мүмкін), **100** – айналу осінің биіктігі, **М** – орнатылатын өлшемдері бойынша корпусының ұзындығы, **4** – полюстер саны.

артықшылықтары:

- жүйе аса үнемді, үш фазалық генератор бір фазалыққа қарағанда қарапайым және арзан, қосқыш сымдары аз, сымдардағы қуаттың шығындары төмен.
- генератордың орамаларын жұлдыз бойынша қосқанда кернеуді таңдаудың мүмкіндігі бар, ол сызықты немесе фазалық.
- үш фазалық ток айналатын магнит өрісін тудырады. Айналатын магнит өрістерін қолдану принципіне өнеркәсіпте ең көп тараған үш фазалық асинхронды электр қозғалтқыштарының жұмыс әсері негізделген.

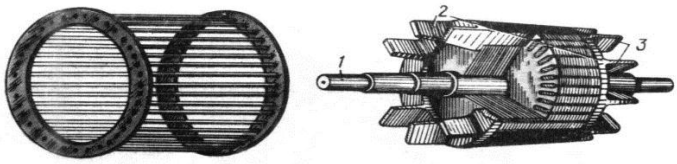
Үш фазалы асинхронды қозғалтқыштың құрылысы.

Айнымалы ток машиналары негізгі екі бөліктен, қозғалмайтын статордан және айнымалы ротордан тұрады (52 сурет).Машинаның магнит өрісін жетілдіріп, оған тиісті конфигурациясын беру үшін асинхронды қозғалтқыштар статор және ротор өзекшелерінен тұрады. Бұл екі өзекшелер құйыңды токтардан болатын шығындарды азайту үшін жеке-жеке тіліктерден қаттап жиналып, бір-бірінен лакпен оқшауланады (изоляцияланады).



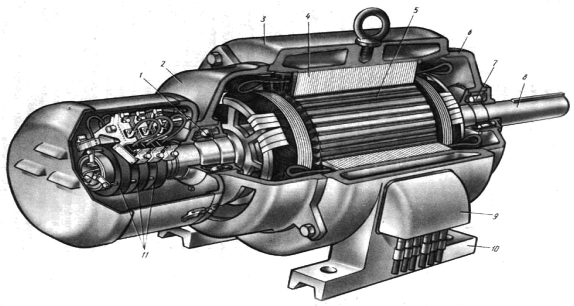
Сурет 52. Асинхронды қозғалтқыштың құрылыс сұлбалары.
1-білік; 2, 6- подщипник; 3,7- подщипниктік қалқан; 4-клемдік қалқанша; 5-желдеткіш; 8 –желдеткіш қорабы; 9- қысқа тұйықталған орамды ротор өзекшесі; 10-орамдары бар статор өзекшесі; 11- қорап; 12- тіреуіш табандар

Цилиндр тәрізді болып қаттап жиналатын статор өзекшесі болаттан, шойыннан немесе алюминийден жасалған сыртқы қорапқа (корпуске) орналасады. Өзекшенің беттік жағындағы ойықтарына (паздарына) бір-бірінен 120° бұрыш жасай орамдар орналасады. Оны статор орамдары деп атайды. Статор орамдары жұлдызшалап немесе үшбұрыштап жалғанады. Әрбір орамның бастапқы және соңғы ұштары сыртқы қораптағы қысқыштары бар арнайы қалқаншаға (клемная панель) шығарылады 53. а. жене б —суреттерінде көрсетілген.

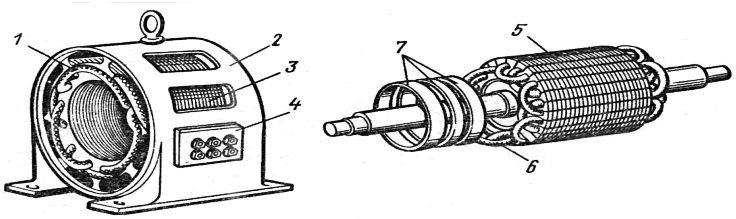


а) б)

Сурет 53. Қысқа тұйықталған ротор:
а-«тиін дөңгелекті» орам; **б**- орамдары қысыммен құйылған ротор;
1- білік, 2- қысқа тұйықталған шеңбер, 3 - желдеткіш қалақшалар



Сурет 54. Фазалық роторлы үш фазалы асинхронды қозғатқыш құрылысы:
1,7 – подшипниктер; 2,6 – подшипниктік қалқандар; 3 – қорап; 4 –орамдары бар статор өзекшесі; 5 – ротор өзекшесі; 8 – білік; 9 – клемдік қалқанша; 10 – тіреуіш табандар; 11 – түйіспелік сақиналар



Сурет 55. Фазалық роторлы асинхронды қозғалтқыштың статоры және роторы:
1 –статор орамдары; 2 – қорап; 3 – статор өзекшесі; 4- клемдік қалқанша; 5 – ротор өзекшесі; 6- ротор орамы; 7 – түйіспелік шеңбер

Қоршаған орта мен қолданылуына байланысты, қозғалтқыштардың түрлі нұсқалары жасалды және шығарылуда. Қозғалтқыштар негізінен 54 және IP 44 қорғаныс дәрежелерімен, ал айналу осьтерінің биіктігі 200 мм және одан жоғары қозғалтқыштар – IP 23 қорғаныс дәрежелерімен шығарылады.

Құрылымдық орындаудағы машиналар төрт саны бар IM әріптерімен белгіленеді. Бірінші сан құрылымдық орындаудың тобын білдіреді:

1 – подшипникті қалқандары бар табанда;

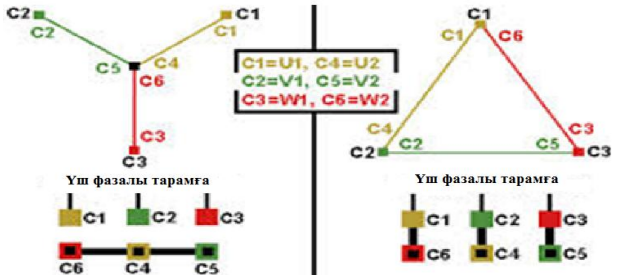
2 - ернеуі қалқаны немесе қалқандары бар табанда;

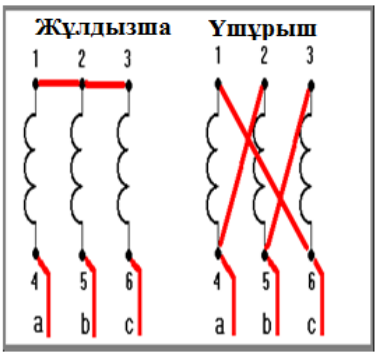
3 – подшипникті қалқаны мен бір қалқанда орнатылған ернеуі бар табансыз.

Екінші және үшінші сандар монтаждау тәсілін, ал төртінші сан – білік ұшының орындалуын көрсетеді. Бұл сериядағы қозғалтқыштардың қуаттарының ауқымы 0,025 кВт-тан 400 кВт-қа дейін, ал айналу осьтерінің биіктігі 45 мм-ден 355 мм-ге дейін болады.

Айналу осьтерінің биіктігі 71 мм-ге дейінгі қозғалтқыштар 50 Гц жиілікте 380 В-пен, қалғандары – 380 және 660 В-пен, ал экспортқа шығарылатын орындалымдағылар – 60 Гц- пен жұмыс істейді. Үш фазалы симметриялы Э.Қ.К.-тер (үш фазалы тоқты) жүйесін алу үшін үш фазалы синхронды генератор қолданылады. Оның статорында (қозғалмайтын

бөлігі) бірі бірінен 120^0-қа ығысқан және өзара оқшауланған үш фазалық орама орналасқан. Ротор (қозғалмалы бөлігі) айналғанда осы орамаларда амплитудалары мен жиіліктері бірдей, бірақ фазасы бойынша 120^0- қа ығысқан үш Э.Қ.К.-тер пайда болады.





Сурет 56. Электр қозғалтқыштың орамдарының жалғану тәсілдері

Асинхронды қозғалтқыштарды қосуға дайындау үшін орындалатын амалдары

Электр қозғалтқыштарына қызмет көрсетудегі пайдалану іс-шараларының жүйесінің маңыздылығы төмендегіше болады:

- электр қозғалтқыштардың жай-күйі мен жұмыс режиміне жүйелі бақылау жасау;
- қозғалтқышты апаттық режимдерден қорғауды уақытылы тексеру және реттеу;
- жоспарлы ескерту жұмыстары (ППР) жүйесіне сәйкес, техникалық қызмет көрсетуді (ТО) және техникалық жөндеулерді (ТР) үздіксіз жүргізу;
- ондағы қалыпты жұмысынан ауытқудың бәрін белгілей отырып, электр қондырғыларды пайдалану бойынша жүргізілетін техникалық құжатта барлық бұзылымдарды тіркеп отыру;
- қосалқы бөлшектер мен материалдардың, сонымен қатар оларды сақтау ережелерін сақтай отырып, электр жабдықтарының жеткілікті қорын жүйелі түрде толықтырып отыру;
- өндірістегі адамдардың арасында түсіндіру жұмыстарын жүргізу.

Электр қозғалтқыштарға техникалық қызмет көрсету

Электр машиналарын қарау және оларға техникалық қызмет көрсету, өндірістің бас знергетигі бекіткен пайдалану шарттары мен ауысымдық коэффициентінің, сонымен қатар жергілікті жерде берілетін нұсқамаларға, кестеге байланысты, мерзімдері жоспарлы ескерту жұмыстарының (ППР) жүйесіне сәйкес жүргізіледі.

Техникалық қызмет көрсету, пайдаланудағы барлық электр машиналары үшін жүргізіледі және келесі жұмыстарды орындауды қажет етеді:

- машинаны арнайы тоқтатуды талап ететін және машиналардың шағын ақауларын дер кезінде жөндеу мақсатында технологиялық қондарғылардың жұмысының үзілісі кезінде жүзеге асырылатын, түйіспелер мен бекітпелерді тарту, щеткаларын ауыстыру
- пайдалану ережесінің және дайындаушы – зауыттың жүктемеге берген нұсқамасының орындалуына, подшипниктердің, орамдар мен корпустың температурасына, ал желдетудің тұйықталған жүйесі бар машиналар үшін – кіретін және шығатын ауаның темпера-турасына күнделікті қадағалау жасау, майланудың бар екендігін бақылау
- жерсіндіргіштің бүтіндігін күнделікті бақылау;
- апаттық жағдайларда электр машиналарын, электр қондырғыларын пайдалану ережелерімен және жергілікті нұсқамалармен үйлестіріп, ажырату.
-

Ағымдық жөндеу:

Ағымдық жөндеу қоршаған орта жағдайына, машиналардың ауысымдық жұмыстарына, машинаның конструкциялық орындалуларына, қондырғының стационарлығына, жүктелу дәрежесіне, сонымен қатар электр қондырғыларын пайдалану ережелері мен дайындаушы зауыттың нұсқамаларын сақтай отырып, жоспарлы ескерту жұмыстарының (ППР) жүйесімен анықталады.

Ағымдық жөндеудің типтік ауқымына мыналар кіреді:

- техникалық қызмет көрсету;
- талаптарға сәйкес қоректендіруші тізбектен ажырату;
- сыртқы жақтарын лайдан, шаң мен майдан тазарту;
- жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін қажетті ауқымда машинаны бөлшектеу;
- жай-күйін тексеру, подшипниктерді жуып-шайу, радиалды саңылаудың қалыпты межеден асып кетуі кезінде тербету подшипниктерін ауыстыру;
- сырғанау подшипниктері бар электр қозғалтқыштары үшін майланатын сақиналарын тексеру, күштеп майлау жүйесін және май беру тоқтаған кезде ажыратқыш бөліп тастағышты тексеру және жөндеу;
- желдеткіш құрылғыларды қарау және тазалау; желдеткіш бекітпелерін тексеру және жөндеу;

- статорлы және роторлы (якорлы) орамдарды, коллекторларды, сонымен қатар желдеткіш арналарын сығылған ауамен үрлеу және тазалау, қарау;
- орамдардың алдыңғы бөліктерінің бекітпелерінің жай-күйі мен сенімділігін тексеру және ақауларды жою;
- статор мен ротор (якорьдың) орамдарының оқшаулағыштарының зақымданған жерлерін жою;
- орамдарды құрғату және орамдардың алдыңғы бөліктерін жапқыш лакпен жабу (қажет болған жағдайда);
- бекіту жалғамалары мен түйіспелерді тексеру және тарту, қажет болса бекіту детальдарын ауыстыру (іргетасқа, жылжымалы бөлшекке бекітілуін, шкивтердің, муфталардың, машинаның өзінің тармақтарының конструктивті бекітпелерін);
- сақиналар мен коллекторларды тазалау және ажарлау, коллектордың арналарын тазалау (қажет болған жағдайда); щетка ұстағыштарды, траверсті, щетка көтергіш пен тұйықтағыш механизмдерді тексеру және реттеу;
- орамдардың шықпаларының ұштарындағы белгілеулердің (таңбалар), жөндеуді қажет ететін қысқыш қалқандардың жай-күйі мен дұрыстығын тексеру, фланцты төсемелер мен тығыздағыштарды ауыстыру;
- қорғағыш жерсіндіргішті, оның электр тізбегіне қосылуын тексеру және құрастыру; жұмысын бос жүріс кезінде және жүктемемен тексеру.

Электр машиналарының оқшаулағыштарын құрғату тәсілдері

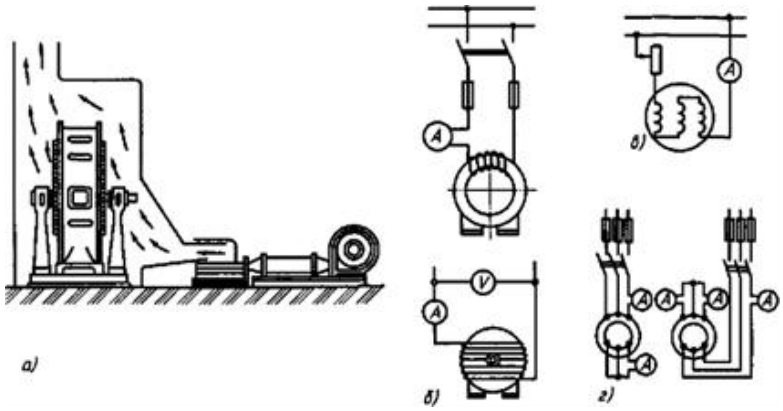
Жалпы жағдайлар. Пайдалану, тасымалдау және сақтау процесстері кезінде электр машиналарының оқшаулағыш конструкциялары қоршаған ортаның тигізетін әсеріне ұшырайды. Бұл кезде олар ылғалданады. Орамаға тиген ылғал оқшаулағыштың диэлектрлік сипаттамаларының нашарлауына және электр машинасының мерзімінен бұрын істен шығуына әкеліп соқтырады. Кернеуі 500 В-қа дейінгі электр машиналарының орамдарының оқшаулағыштарының кедергісі іс жүзінде 0,5 МОм-нан төмен болмауы тиіс. Егер іске қосардың алдында орамдардың оқшаулағыштарының кедергісі ережеленгеннен төмен болса, онда машинаны құрғату керек. Құрғатудың бірнеше тәсілдері бар: конвективті (құрғату шкафтарында), токпен, статор болаттарындағы шығындармен және т.б.

Орамдарды кез келген тәсілмен құрғату процессінде құрғату температурасы мен оқшаулағыш кедергісін бақылап отыру қажет. Бұл жағдайда температура берілген сыныптағы оқшаулағыштың қызуға төзімділігінің шекті мәнінен жоғары болмауы керек.

Құрғатудың алғашқы кезеңінде орамдардың оқшаулағыштарының кедергісі, егер оқшаулағыш ылғалданған болса, онда бірнеше есе төмендейді. Содан кейін, оқшаулағыштағы ылғал кете бастаса, ол жоғарылайды және ылғалдылық теңесуге жеткен соң тұрақталады.

Егер оқшаулағыштың кедергісінің мәні 1 – 2 сағаттың ішінде өзгеріссіз қалатын болса, онда құрғату аяқталды деп есептеледі.

Егер электр машиналарының орамдары қатты ылғалданса және оқшаулағыштың кедергісі құрғатудан кейін белгіленген межеден төмен болса, онда циклдік құрғату жүргізу керек. Бұл жағдайда құрғату процессі периодты құрғату мен орамдарды салқындатудан құралады. Орамды салқындату кезінде ылғал жоғары қызған ішкі бөліктерден бетіне қарай өтеді және құрғату процессі жылдам жүреді.



Сурет 57. Электр машиналарын кептіру жолдары:
а - жылы ауамен тікелей қыздыру; b - индукциялық жоғалту әдісі; орамдағы ысыраптар; g - қысқа тұйықталу токтарының

<u>Құрғатудың конвективті тәсілі:</u> арнайы құрғату шкафтарында орындалады. Жылу көзі ретінде бу, электр энергиясы немесе газ қолданылады. Барлық жағдайларда да жылу тасымалдаушы қызған ауа болып есептеледі.Құрғатудың бұл тәсілі кезінде жылу статордан орамдарға беріледі, сондықтан оның сыртқы қабаттары ішкі қабаттарға қарағанда жылдам кебеді. Оқшаулағыштан ылғалды бірқалыпты шығару үшін, құрғату шкафындағы температураны бірте-бірте көтеру керек.

<u>Токпен құрғату тәсілі:</u> орамдармен төменгі кернеулі $U_т$ ток (15 – 20 %) жіберуде болып табылады. Бұл жағдайда жылу тікелей орамдардың өткізгішінде генерацияланады, және ылғал бастапқы кезде оқшаулағыш конструкциясының центрінен бастап шығарылады. Құрғатуға жиналған машина немесе жалғыз статор ғана ұшырауы мүмкін. Қоректендіру көзі ретінде тұрақты ток сияқты, айнымалы ток та болуы мүмкін. Айнымалы токпен құрғату жағдайында жылу, шашырау ағындары есебінен, статордың болаттарынын да қосымша бөлінеді. Токпен құрғату бір фазалы немесе үш фазалы токпен жүргізілуі мүмкін.

Электр машиналарын пайдалану кезіндегі техника қауіпсіздігі

Электр машиналарын пайдалану және жөндеу жұмыстарына біліктілігі III – тен төмен емес және жұмыс орнында нұсқамадан өткен электромонтер жіберіледі. Жөндеу және қызмет көрсету кезіндегі қауіпсіздік

электроэнергетикалық қызмет шаруашылығының басшысына жүктеледі. Электромонтерларда кернеуі 1000 В- қа дейінгі қондырғылар үшін арналған негізгі қорғаныс құралдары болуы керек, яғни: диэлектрлік қолғаптар, сабы оқшауланған құралдар, тұйықтаушы (немесе тасымалданатын жерсіндіргіш) және кернеу көрсеткіш.

Қосымша құралдар: диэлектрлік галоштар, резеңке кілемшелер, оқшаулағыш төсеніштер мен ескерту плакаттары.

Қорғаныс құралдарын қолданар алдында, тексерілген мерзіміне көңіл аудара отырып, олардың жарамдылығына көз жеткізу керек.

Техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын жүргізу барысында электр машиналарын пайдалану кезіндегі техникалық қауіпсіздік ережелерін қатаң түрде сақтау керек.

Электр қондырғысына техникалық қызмет көрсету кезінде, олар қоретендіруші тізбектен ажыратылуы керек. Ажыратушы шапқыштың пышақтары мен еріндіктерінің арасына оқшаулағыш материалдың кесіндісін орнатып, шапқыш жетегінің сабына немесе автоматты ажыратқыштың тұтқасына «Қоспа – адамдар жұмыс істеуде!» плакатын ілу керек. Жұмыс басталар алдында электроқозғалтқыштың жұмыстық машинаның әсерінен айналып кету мүмкіндігін ескертетін шаралар қолданылуы керек.

Электрлендірілген механизмдердің жұмысшылары қондырғыларда жұмыс істеген кезде техника қауіпсіздігі және техникалық пайдалану ережелері бойынша міндетті түрде нұсқамадан өтулері керек.

Электр қозғалтқыштары: Электроқозғалтқыштар мен олар қозғалысқа келтіретін механизмдерге олардың айналу бағытын көрсететін белгі – стрелка қойылуы тиіс. Жүргізгіш құрылғыда агрегаттың қай топқа жататындығы белгіленуі керек. Қысқа тұйықталған роторлы асинхронды электроқозғалтқыштар үшін тізбек толық кернеу кезінде тікелей жүргізгішпен қамтамасыз етіледі.

Жүргізгіш аппаратуралардың электроқозғалтқыштарының корпустары сенімді түрде жерсіндірілуі тиіс. Статордың, якорьдың және полюстердің шықпалары арнайы белгілермен белгіленулері керек. Жүргізуді реттегіш құрылғыларда «қосу» және «жұмыс» жағдайлары белгіленулері тиіс. Электроқозғалтқыштың қалыпты жұмысын қамтамасыз ету үшіншиналардағы кернеудің мәнін ±5% - дық аралықта сақтап отыру қажет. Электр жетек тізбектен шұғыл түрде келесі жағдайларда ажыратылады:

- электроқозғалтқыштан намесе жүргізуді реттегіш аппаратурадан түтін мен от шықса;
- адамдармен қауіпті жағдай туындап, электроқозғалтқышты лезде тоқтату қажет болса;
- электроқозғалтқыштың бүтіндігіне қауіп тудыратындай, рұқсат етілген шамадан артық діріл пайда болса;
- қозғалысқа келтірілетін механизмде ақау туындаса;
- подшипниктердің шамадан тыс қызуы байқалса;

➢ электроқозғалтқыштың шамадан тыс қызып кетуі салдарынан, оның айналым санының күрт төмендеп кетуі сезілсе.

Бақылау сұрақтары:

1. Қозғалтқыш типтерінің белгілеулері
2. Асинхронды қозғалтқыштың құрылысы мен жұмысы.
3. Электр қозғалтқышының артықшылығы мен техникалық қызмет көрсету
4. Электр машиналарыныңпайдалану кезіндегі техника қауіпсіздігі
5. Электр машиналарының қосымша құралдары

3.3. Май тазарту аппаратурасын пайдалану – жөндеу, қызмет көрсету

Трансформатор майын тазалау және кептіру қондырғылары мен тәсілдері

Трансформатор (оқшауламалық) май мен күштік трансформатор реактор, май құйылған ажыратқыш, өлшеуіш трансформатор және кірме бактары толтырылады.

Трансформатор және реакторларда майды салқындату мен оқшаулама ретінде қолданады. Май құйылған ажыратқыштарда доға сөндіргіш орта және ток өткізгіш бөлімдердің оқшауламасы ретінде қолданылады.

Станция мен қосалқы станцияларда әр түрлі маркалы майларын стандартпен және техникалық шарттарға сай орындалған майларды қолдануда. Әр түрлі май маркалы өзінің диэлектрикалық қасиеті бойынша ерекшелінеді, осы себептен әр класс арнайы кернеу бойынша жабдықтарға құйюға арналған. Май екі түрге бөлуге болады: антиоксилителі бар және антиоксилителі жок. Ал пайдалануға арналган майды: регенирацияланған, таза құрғақ, өңдеуден өткен деп бөледі. Бұл майларды арнайы бактарда әр қайсысын жеке сақтайды.

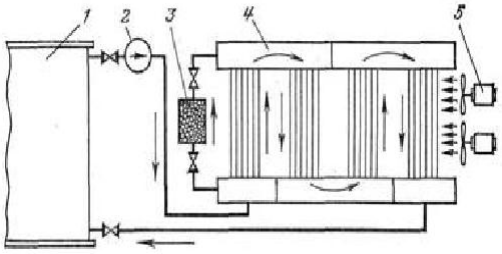
Майды сынау және тексеру: Майды пайдалану барысында, ол әр түрлі механикалық қоспалармен ластанып, ылғалданып оның ішінде әр түрлі қышқыл пайда бола бастайды да, май өзінің оқшаулағыш қасиетін жоғалтады.

Сурет 58. Майды сынау және тексеру

Ал, электр қондырғылардың оқшаулама кедергісі төмендей түседі. Май ауа оттегінің әсерінен қышқылданады, қышқылы сырттан келген ылғалдың әсерінен күшейе бастап, оған бұдан басқа жоғарғы температура күн сәулесі, металл (әсіресе мыс және оның қоспаларын) бұлардың барлығы қышқылдану католизаторлары болып табылады. Майда қаншалықты тозу өнімдері көп болса, соншалықты оның қасиеті төмен болады. Осы себептерден трансформатор және аппараттардағы майға үнемі көңіл бөліп тұру қажет. Ол үшін майды алып арнайы зертханада сынақ жүзгізу керек. Егер сынақ барысында көрсеткіштері қойылған нормадан өзгерген болса, майдың жоғалтқан қасиетін қайта қалпына келтіруге шара қолданады. Оған майды тазалау, кептіру мен регенерация (өңдеу) жасау арқылы қол жеткіземіз. Майды тексеруге алғанда ашық алады, жуылған арнайы таза құрғақ құрылғымен 0,5-1 литр алады. Майды сынаудың үш түрі бар:

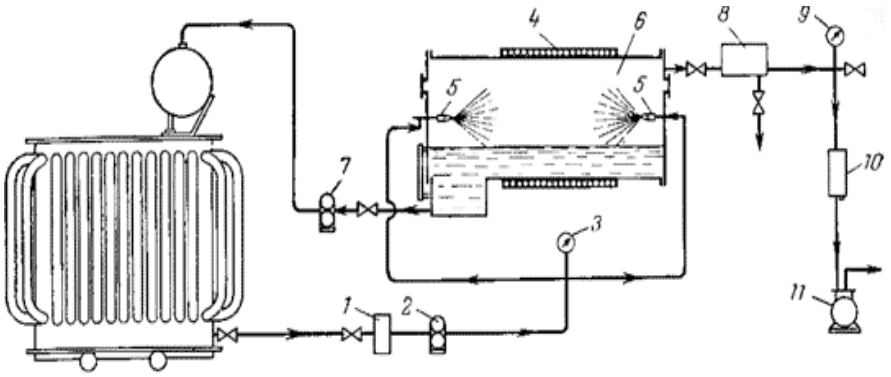
1. электр төзімділікке;
2. қысқартылған сараптама;
3. толық сараптама.

Майды тазалау және кептіру: Механикалық қоспалармен ластанған немесе ылғал әсерінен электр беріктілік нормасына сай келмейтін майды тазарту үшін центрифугалау орталығында жасайды. Бірақ центрифугия жасалған май толық тазармайды, кейбір көмір, смола заттарының, талшықтардың бөлшектері қалып кетеді. Бұдан тереңірек тазартуды филтр-пресс арқылы қол жеткізуге болады. Майды филтрден өткізгенде 0,4-0,6 МПа қысым мен майды насос арқылы көп тамырлы ұсақ тесігі бар ортадан (қағаз) өткізеді, сонда ол ылғалды және 10-15 мкм көлемді қоспаларды ұстап қалады.



Сурет 59.ДЦ жүйесіндегі принципті салқындату сұлбасы
1-трансформатор багы, 2-электронасос, 3-адсорбент сүзгісі,
4-салқындатқыш, 5-желдеткіштер

Майдың кептірудің бір тиімді және жетілген тәсілінің түрі ол вакуумда майды шашу тәсілі. Арнайы вакуум камерасында ылданданған майды жіңішке қабатың шашады да, онда пайда болған буды вакуум насосымен сорып алады ал кепкен май тамшы түрінде вакуум камерасынның түбіне тамшылап ағады.59. суретінде келтірілген.



Сурет 60. Майды вакууммен кептіру үшін қондырғының сұлбасы:
1 - сүзгі; 2, 7 - роторлы сорғылар; 3 - манометр; 4 - электрмен жылыту;
5 - саңылаулар; 6 - вакуумдық резервуар; 8 - тоңазытқыш;
9 - вакуумдық калибр; 10 - су жинағы;11 - вакуумдық сорғы

60. суретінде сыйымдылығы 0,5 лг/с жылжымалы қондырғының сұлбасы келтірілген. Сұлбада вакуумдағы, вакуумдық сорғымен, екі айналмалы тетік сорғылары, тоңазытқыш, су жинағыш және сүзгіден май кептіруге арналған резервуардан тұрады. Ұзындығы 1,5 м және диаметрі 0,7 м болатын резервуарда индукциялық жылу үшін орамал бар. Суармалы трансформатор майы 60 C^0 дейін қызады, екі май құбыры арқылы сұйылтылған сұйықтық арқылы 160-260 мм Hg қысым қысымымен жұмыс істейтін ыдысқа құйылады. Кептірілген май резервуардың түбінде жиналады да, сорғы резервуарына сорылады.

Майды кептіру жабық циклде құрылғыны күштік трансформаторға тікелей жалғау арқылы жүзеге асырылуы мүмкін.

Майларды вакуумдық кептіруге арналған қондырғылар центрифугалардан гөрі жұмысқа тиімді және сенімді. Сонымен қатар, осы қондырғылардың қуат тұтынуы 3-4 есе аз.

Суретте 60. вакуумдық резервуардағы майдың бүркуіне арналған механикалық саңылауды көрсетеді. Шүмектің кірістіруі екі жақты бұрандамен жасалған. Жұмыс кезінде сұйықтықтың айналмалы қозғалысы пайда болады, ал оның шығуының белгілі бір жылдамдығымен толқын ұқсас тербелістер әсерінен бөлек тамшыларға бөлінетін шығыс тесікшесінің артында ерітінді пленкасы пайда болады.

Майдың кептірудің бір тараған түрі ол синтетикалық цеолит арқылы кептіру. Құрамы бойынша цеолит кальций немесе натрий су алюмосиликаты болады. Цеолитте өте ұсақ тесіктері болады, олардың өлшемі молекуланыкіндей болып келеді. Осыдан кептірілген цеолит қабатыннан шикі майды өткізгенде су молекулалары ұсақ тесіктер жұтып алады да, онда қалып қояды. Пайдалану майын кептіру үшін шамамен майдың салмағынан 0,1-0,2% цеолит құрайды.

Регенерация – дегеніміз қышқылданған майды қайта қалпына келтіру немесе ескірген заттардан тазарту. Майды қалпына келтіру үшін адсорбенттің қасиетін қолданады, ол майдағы ескірген заттарды жұтады.

Адсорбенттің жасанды және табиғи түрін қолданады. Жасанды түрінен силикагель КСК сорты және алюминий окисьсі қолданылады. Ал табиғи силикагель ретінде коп немесе ағартқыш қасиеті бар топырақ қолданады. Ол жасандығы қарағанда арзан болғанымен тазарту жағынан төмендеу. Майды адсорбент түйіршіктері қабатынан филтрден өткізу арқылы қайта қалпына келтіріледі. Осы мақсат пен адсорбент арнайы аппаратқа – адсорберге салынады. Одан майды насос пен шайқайды. Майдың күюінің шығыны омметрмен бақыланады және 250-360 сағ/л құрайды. Жылжымалы адсорбенттер жөндеу кезінде жабдықтан құйылып алынған майды тазалау үшін қолданады. Бұдан басқа жұмыс істеп, кернеу астында тұрған жабдыққа да әсерін тигізеді. Бұл жағдайда ренерация қызметшілерінің үнемі бақылауында болады, өйткені істе қосылып тұрған жабдықтың майының мөлшері толқынды, сондықтан ондай жағдайлар болмаған дұрыс. Өзінің күшін жоғалтқан адсорбентер, арнайы камераларда 200ºС қыздырған ауа мен үрлеу арқылы қалпына келтіріледі.

Бақылау сұрақтары:

1. Май тазарту аппаратурасын пайдалану жолдары.
2. Май тазарту аппаратурасын жөндеу, қызмет көрсетулері.
3. Майды сынау және тексеру тәсілдері.
4. Майды тазалау және кептіру тәсілдері.
5. Майды вакууммен кептіру қондырғысының жұмысы.

3.4. Компектті тарату қондырғының жылжымалы камерасының жұмысын тексеру

Жабық тарату құрылғылары

Тарату құрылғысы - электр энергиясын қабылдау мен таратуға арналған және құрамына коммутациялық аппараттар, жинақтаушы және жалғаушы шиналар, көмекші құрылғылар (компрессорлық, аккумуляторлық және т.б.), сонымен бірге қорғаныс, автоматика құрылғылары мен өлшеуіш аспаптар кіретін электр қондырғы.

Сурет 61. Өлшемдері аз, Rotoblok сериялы ауа изоляциясында орналасқан, Жинақтаушы жоғары кернеулі тарату құрылғысы

Тарату құрылғысының құрамына кіретін негізгі элементтер: аппараттар, оқшаулатқыштар және бірінші реттік тізбектің сымдары; екінші реттік тізбектің басқару және қорғаныстық аппараттары; көмекші құрылғылар (аккумулятор батареялары, компрессорлар, т.с.с.); аппараттарды және оқшаулатқыштарды орнататын темір тіректер; үй немесе үйдің бөлігі, іргетасы және көмекші құрылыстар.

Тарату құрылғысына қойылатын жалпы талаптар: сенімділігі; үнемділігі; қолайлылығы; өртке, жарылысқа және адамға қаупсіздігі; экологиялық тазалығы; тарату аймағын кеңейтуге мүмкіндігі.

Тарату құрылғысының құрылысына байланысты мынадай түрлері бар:

Жабық тарату құрылғысы (ЖбТҚ - ЗРУ); Ашық тарату құрылғысы (АТҚ - ОРУ); Ғимараттың ішінде орнатылатын Жинақтаушы тарату құрылғысы (ЖТҚ - КРУ); Сыртта (ауада) орнатылатын Жинақтаушы тарату құрылғысы (СЖТҚ - КРУН).

Электр қондырғыларын орнату қағидаларына сәйкес:

Тарату қондырғыларында шиналарды (зауытта жасалған КТҚ басқа) орналастыру кезінде мынадай талаптарды сақтау қажет:

1) ауыспалы үш фазалы ток кезінде жабық тарату қондырғыларындағы шиналарды былайша орналастыру қажет:

- құрама және айналыс шиналары, сондай-ақ секциялық шиналардың барлық түрлері тігінен орналасқан кезде А-В-С – жоғарыдан төмен; көлденең орналасқан кезде, еңкейіңкі немесе үшбұрыш тәріздес, біршама алыстағы А, ортадағы В, қызмет көрсету дәлізіне жақын С;
- құрама шиналардан тармақталған – егер шиналарға қызмет көрсету дәлізінен (орталықтан үш дәліз болған жағдайда) қарайтын болсақ, сол жақтан оң жаққа қарай А-В-С;
- ауыспалы үш фазалы токтың төрт және бес сымды торында кернеу тоғы 1кВ электр қондырғыларда:
- тігінен орналасқан жағдайда – үстінен төмен қарай А-В-С-N - RE (REN);
- көлденең немесе еңкейіңкі түрде орналасқан кезде – біршама алыс тұрған шина – А, қызмет көрсету дәлізіне жақын - RE (REN) орналасу реттілігі – А-В-С-N- RE (REN);
- құрама шиналардан тармақталған – егер шиналарға қызмет көрсету дәлізінен (орталықтан үш дәліз болған жағдайда) қарайтын болсақ, сол жақтан оң жаққа қарай RE (REN) шиналарынан бастап;

2) ашық тарату құрылғыларында ауыспалы үш фазалы ток кезінде шиналар былайша орналасуы қажет:

- құрама және айналыс шиналары, сондай-ақ секциялық шиналардың, тұйықталған мойнақтардың және шеңбер, бір жарымдық және т.б. сұлбалардағы мойнақтардың барлық түрлерінде жоғары кернеудегі басты трансформатордың жағынан А шинасы болуы қажет;

- ашық тарату құрылғыларындағы құрама шиналардан тармақталған шиналардың жағынан трансформаторға қарағанда шиналардың жалғасуы сол жақтан оң жаққа қарай А-В-С қосылуы қажет.
- Ұялардағы тармақталған шиналардың орналасуы олардан тәуелсіз орналасуы құрама шиналарға қатысты бірдей болуы қажет;

3) тұрақты ток кезінде шиналар мынадай тәртіппен орналасуы қажет:

- құрама шиналар тігінен орналасқан кезде: жоғары М, ортаңғы (-) және төменгі (+);
- құрама шиналар көлденең орналасқан кезде: шиналарға қызмет көрсету дәлізінен қарағанда неғұрлым алыс орналасқан М, ортадағы (-) және жақын (+);
- құрама шиналар тармақталған: шиналарға қызмет көрсету дәлізінен қарағанда сол жақ шина М, ортадағы (-) және оң жақ (+).

Бір жүйелі жинақтаушы шинасы бар тарату құрылғысы.

Бір жүйелі жинақтаушы шиналармен тарату құрылғысының ерекшеліктері олардың қарапайымдығы және бағасы арзан.

Кемшіліктері:

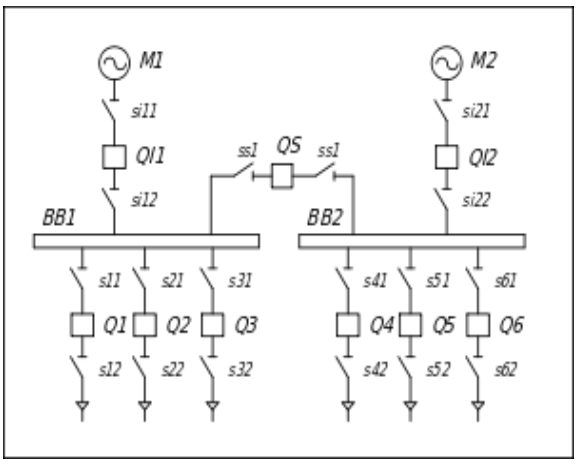
Пайдаланғанда қолайсыздығы, тарату құрылғысының кез келген элементін жөндеу үшін тарату құрылғысын толығымен сөндіру қажет;

Жинақтаушы шинада апат болған жағдайда тарату құрылғысыда істен шығады.

Екі және одан көп жинақтаушы шинасы бар тарату құрылғысы.

Бұндай тарату құрылғысы бірнеше секция арқылы орындалады және әрқайсында өзінің қорек көзі және жүктемесі бар,олар секциялық ажыратқыш арқылы қосылған. Генератордың параллель жұмыс істеуіне байланысты секциялық ажыратқыш қосылған. Бір секцияда зақымдану болғанда секциялық ажыратқыш арқылы зақымданған секция ажыратылады.Егер секциялық ажыратқыштың өзінде зақымдану болғанда екі секцияда істен шығады.

Төменгі 6-10 кВ кернеулі тарату құрылғысында секциялық ажыратқыш өшіп тұрады,себебі өзара байланысқан секция бір-бірінен тәуелсіз жұмыс істейді. Егерде бір секцияда қорек көзі жоғалған жағдайда резервті автаматты қосу жұмыс істейді. Ол секцияның кірмесіндегі ажыратқышты ажыратып секциялық ажыратқышты іске қосады. Қорек көзінен ажыратылған секцияның тұтынушылары электр энергияны секциялық ажыратқыш арқылы аралас секциядан алады. Бұндай жүйе 6-35 кВ қосалқы станциялардың тарату құрылғыларында қолданылады.



Сурет 62. Екі жинақтаушы шиналы тарату құрылғысы

Жинақтаушы трансформаторлық қосалқы станциялар.

Жинақтаушы трансформаторлы қосалқы станциялар (ЖТҚС) жинақталған немесе құруға толық даярланған күйде жеткізілетін трансформаторлар мен блоктардан (ЖТҚ немесе СЖТҚ және басқа да элементтерден) тұрады.

ЖТҚС пайдаланусы сенімді әрі қауіпсіз, өйткені оның құрылымы ток өтетін бөліктеріне кездейсоқ тиіп кетуден сақтандырылған. Бұзылған коммутациялық аппараттарды тексеру мен ауыстыру жылдам орындалады, демонтаждық және монтаждық жұмыстар және қосалқы станциядан қоректенген басқа да электр қабылдағыштарды ажырату еш қиындық тудырмайды.

ЖТҚС келесідей жіктеледі:

Трансформатордың қуаты мен оның санына байланысты;

Бірінші ретті кернеуі бойынша;

Орналасуына байланысты (бір не екі қатарлы, магистральды);

Қондырылатын жерінің қоршаған ортасына байланысты (мысалға, тропикалық орта үшін);

Қондырылу түріне байланысты (ішкі және сыртқы);

Желіге қосылу сұлбасына байланысты (тұйық жалғау, айырғыштар мен сақтандырғыштар арқылы жалғау, ВНП-17 маркалы жүктеме ажыратқышы арқылы жалғау).

Олар негізінен өндіріс кешендері мен коммуналдық тұтынушыларды электрмен жабдықтау мақсатында төмендеткіш трансформаторлы қосалқы станция ретінде қолданылады. Өндірістік кәсіпорындарды электрмен жабдықтауда ішкі және сыртқы қондыруға арналған 10 кВ дейінгі кернеуге арналған қуаты 160...2500 кВА ЖТҚС-лар қолданылады.

Ішкі (ЖТҚС) және сыртқы (СЖТҚС) қондырулардағы жинақтаушы трансформаторлы қосалқы станциялар жоғары 6(10) кВ кернеу кірмесі, (бір не екі) күштік трансформаторы және төменгі (0,4 кВ) кернеулі жинақтаушы тарату құрылғысы бар блоктардан тұрады және қорғағыш-коммутациялық

аппараттар, өлшеуіш аспаптар, дабылдармен электр энергиясын есепке алу оның жобасында қарастырылған.

Жоғары кернеулі блоктар алмалы-салмалы есігі бар қорап тәріздес жасалады (қуаты 630 кВА дейінгі ЖТҚС үшін) немесе сыртқы (жоғары және төменгі) және ішкі (жоғары бөлігі сеткалы) есіктері бар және үш полюсті сеткамен бекітілген айырғыштары мен ПК типті сақтандырғыштары не оларсыз жинақталған болат табақшаларынан жасалған шкафтардан тұрады. Шкафтың сеткалы есігінің айырғыштан тосқауылдайтын жетегі бар. Шкафтық жоғары кернеулі кірмелер (қуаты 630...2500 кВА КТҚС үшін) жерлестіргіш пышағы мен екі жетектен (ажыратқыш пен жерлендіру пышағына) тұратын ВНП-17 маркалы жүктеме ажыратқышымен жинақталған. Ажыратқыш пен сеткалы есік арасында сеткалы есіктің ашық кезінде ажыратқышты қосуға тосқауыл жасайтын блоктау орналасқан. Жоғары кернеулі блокта қоректенетін кабельдің құрғақ бөлгіші орнатылады.

Трансформатор жоғары кернеуде бос жүріс режимінде немесе номинал жүктемеде жүктеме ажыратқыштары арқылы, ал асқын жүктеме мен қысқа тұйықталуда – сақтандырғыштар арқылы ажыратылады.

ЖТҚС-да қолданылатын бүйір кірмелері бар ТМЗ сериялы күштік трансформаторларда азотты қорғанысты жоғары беріктілікті герметикалық бак, сонымен қатар электр түйіспелі вакуумметрлер (ішкі қысымды қадағалау үшін), қысым релесі, термосигнализаторлары және термосифонды сүзгілер (1 кВ дейінгі ТМЗ-да) орналасады.

ЖТҚС-ларда ТМЗ сериялы майлы трансформаторлармен қатар ТНЗ сериялы совтолды толтырылған және құрғақ – шыны талшықты оқшаулағышы бар трансформаторлар қолданылады.

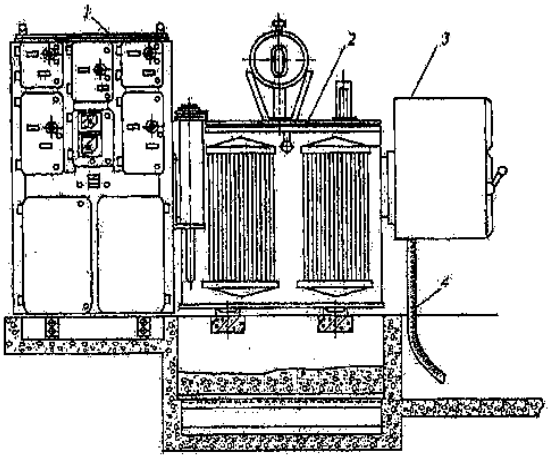
0,4 кВ кернеудегі жинақтаушы тарату құрылғылары қозғалмалы автоматтармен, өлшеу, қорғау және дабылды аспаптар мен аппараттармен қамтылған желінің кіріс және шығыс шкафтарынан тұрады. Екі трансформаторлы қосалқы станция төменгі кернеулі кіріс және секциялық шкафпен қамтылған қосымша шкафқа ие. Шкафтардың әрқайсысы металл бөліктермен бөлінген шиналы және коммутациялық бөлікшелерден тұрады. Қосалқы станцияларда ЖК тарату құрылғылары жоқ. Жоғары кернеуді басқару және қорғау аппараттары осы қосалқы станциялар кабель арқылы қосылған тарату құрылғыларында орналасады. 62 суретте күштік трансформатор 2, ЖК кіріс шкафы 3 және ТК тарату құрылғысының шкафы 1 тұратын КТП-630/6-10/0,4 жинақтаушы қосалқы станцияның жалпы көрінісі бейнеленген.

ЖК кірмесі трансформатор багінің арнайы болат кожухында орналасады. ЖК өтпелі оқшаулағыштары майлы бактың кожухының ішінде болады. Кожухта күштік кабельдің екі шеті орналасады. Түйіспелі құрылғы әр фазаға бірнеше КТП-ны тізбектей немесе сақинаға жалғауға жол ашатын кабельдің екі талсымын қосуға мүмкіндік береді.

Трансформатор багінің қақпағында май деңгейінің көрсеткіші бар кеңейткіш түтікше мен ауа кептіргіш және газдық реле орналасады.

Трансформатордың майлы багінің қарама-қарсы жіңішке жағы кожух арқылы ТК тарату құрылғысының блогына жалғасады. Кожухтың ішінде автоматты әуе ажыратқыштарының кірмесінің шиналары арқылы жалғасқан трансформатордың ТК кірмесі орналасады.

ТК тарату құрылғысының блогы болат шкафта жасақталған және ол кірмелі автоматтан, 200 А токқа есептелген алты сақтандырғыштан (ажыратқыштан) және 400 А токқа есептелген екі сақтандырғыштан (ажыратқыштан) тұрады. Шкафтың ішіндегі сақтандырғышқа ТК желінің шықпалары жалғанады.



Сурет 63. Бір трансформаторлы КТП 630/6-10/0,4 қосалқы станция:
1 – ТК тарату құрылғысының шкафы; 2 – қуаты 630 кВА күштік трансформатор; 3 – ТК (жоғары кернеулі блок) кірмесінің шкафы; 4 – жоғары кернеулі кабель

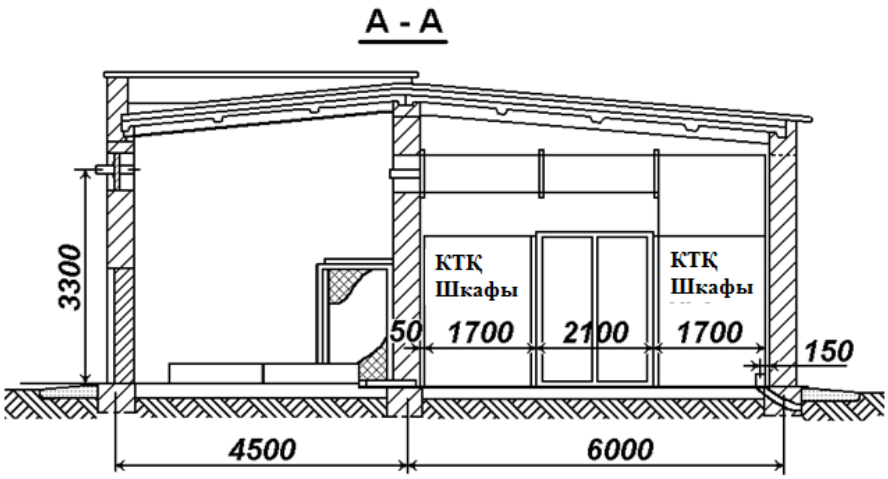
63 суретте қуаты 630 кВА кернеуі 10/0,4 кВ екі трансформаторлы ішкі қондыруға арналған жабық шкафты ЖТҚС көрсетілген. Шкафтар болат табақшалардан даярланып, түйісе жалғасқан. Кірменің алшақ шкафтарына кабельдерді жалғау үшін екі үш полюсті айырғышпен және ВНПЗ-17 типті сақтандырғышы бар жүктеме ажыратқыштармен қамтылған шиналар, одан соң күштік трансформаторлар орнатылады. Келесі шкафтарда аспаптар, негізгі автоматтар және шықпалардың автоматтары мен секциондық автоматтар орнатылады.

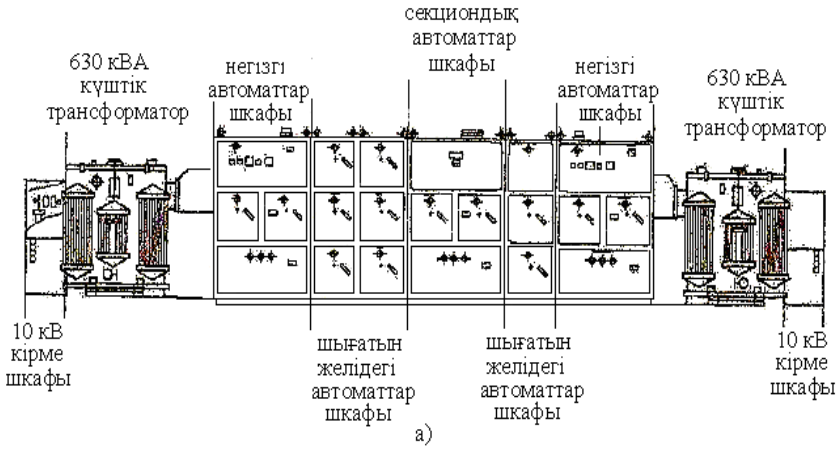
Секциондық әуе автомат 3 қалыпты өшірілген. Кернеу жоғалғанда, мысал үшін трансформатордың сол жақ секциясында негізгі автомат 7 ажырап, секциядағы кернеуді қалпына келтіруші секциондық автомат 3 қосылған.

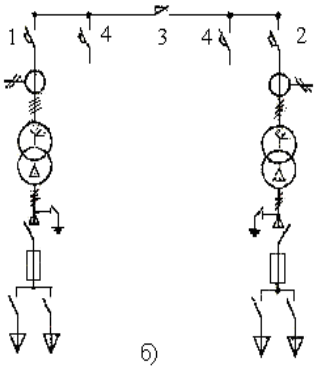
Сыртқы қондыруға арналған ЖТҚС өндірістерде жоғары кернеулерге арналып шығарылады. Трансформаторының қуаты (кернеу 6(10) кВ болғанда), 25...1000 кВА құрайды, ал кернеуі 35 кВ болғанда – 630...16000 кВА құрайды.

СЖТҚС сонымен қатар бір трансформаторлы болып та дайындалады.

35 кВ кернеуге КРУ-35 жабық тарату құрылғысы 35 кВ кернеуге 50 Гц өндірістік жиілікті үшфазалы айнымалы токта электр энергиясын қабылдау мен тарату үшін арналған.







Сурет 64. КТП-630/10 Жинақтаушы трансформаторлы қосалқы станцияның (а) жалпы көрінісі және (б) сұлбасы: 1, 2 – негізгі автоматтар; 3 – секциондық автомат; 4 – желі шықпасының автоматы

Сурет 65. КРУ-35 блокты-модульді ғимарат

КРУ-35 блокты-модульді ғимаратта КРУ-БМ сериялы оған кіріктірілген КРУ шкафтарымен дайындалады:

Қосу құрылғысы ретінде 35/6(10) трансформаторлы кіші станцияларды комплектілеу үшін;

35 кВ кернеумен тарату құрылғысы ретінде 110/35/6(10), 220/35/6(10) трансформаторлы кіші станцияларды комплектілеу үшін;

35 кВ жеке тұратын тарату құрылғысы ретінде;

35 кВ желілерде секциялау пунктері ретінде.

Блокты-модульді ғимарат түрінде орындалған ЖбТҚ жоғары техникалық сипаттамаларымен, кіші габариттерімен, қызмет көрсетуде қолайлылығымен ерекшеленеді.

Блокты-модульді ғимаратында ЖТҚ-35 қолдану электрмен жабдықтау жүйелерінің мобильділігі мен маневрлілігін көтеруге, электр беру желі ұзындығын азайтуға және сондықтан жұмыста қорғаныш сенімділігін көтеру, құрылыс-монтаждау жұмыстарының көлемін және пайдалануға электр құрылғыларын қосуда мерзімін төмендетуге мүмкіндік береді.

Ашық тарату құрылғылары

Ашық тарату құрылғысы ашық ауада орналасады.

Ашық тарату құрылғыларының барлық элементтері бетон бағанда орналастырылады. Ашық тарату құрылғысының барлық элементтерінің арақашықтығы ЭҚҚЕ сәйкес орыналастырылады. АТҚ –дың жинақтаушы шинасы қатаң трубамен немесе иілмелі сыммен орындалады. Қатты трубалар тіректік оқшаулатқыштар арқылы, ал иілмелі шиналар порталдағы аспалы

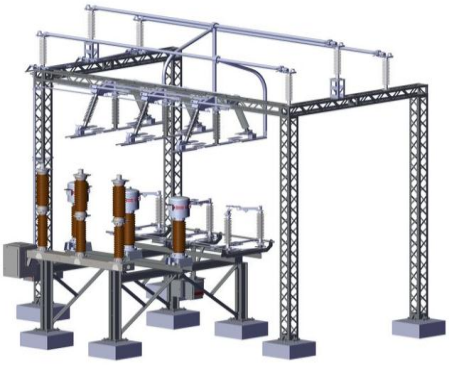
оқшаулатқыштар арқылы бекітіледі. АТҚ-ның аумағы міндетті түрде қоршалу қажет.

Артықшылықтары:

АТҚ көп көлемде электр қондырғыларын орналастыруға тиімді.

АТҚ-ның құрлысын салу көп материалды қажет етпейді.

ЖБТҚ қарағанда АТҚ қайта өңдеу жеңіл. Қондырғыларды сырттай бақылауға ыңғайлы. Сонымен қатар кемшіліктері де бар: жабдықтары, аппараттары, ток өткізгіштері қысы-жазы далада орнатылғандықтан олармен жұмыс істеу ыңғайсыз; алатын орны үлкен; жабдықтары, аппараттары тез ластанады және қоршаған ортаның температурасы әсерін тигізеді.



Сурет 66. Иілмелі шинамен орындалған АТҚ

Бақылау сұрақтары:

1. Жылжымалы камерасының жұмысын тексеру
2. Жабық тарату құрылғылары және олардың орнату қағидалары.
3. Бір жүйелі жинақтаушы шинасы бар тарату құрылғысы
4. Жинақтаушы трансформаторлық қосалқы станциялар.
5. Бір трансформаторлы КТП 630/6-10/0,4 қосалқы станциясының құрылысы.

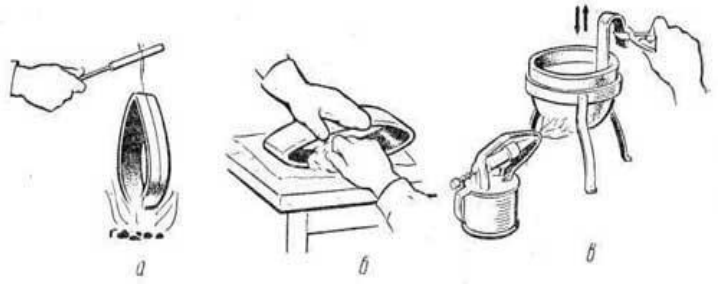
3.5. Кірменің ток өткізгіш бөліктерін қалайымен өңдеу

Қалпына келтіру - балқытылған қалайы немесе қалайы қорғасын қорытпасының жұқа қабаты бар өнімдерді жабу процесі.

Өнімнің бетіне қолданылатын металл жарты күн деп аталады. Тұтастай алғанда, ұсақ бөлшектерді дайындау кезінде, сондай-ақ өнімдерді тот басудан (коррозиядан) қорғау үшін жасалады. Кейде тазалау арнайы мақсаттарға арналған, мысалы: мойын тіректерді құю алдында. Таза қаңылтыр жартылай қабықша ретінде пайдаланылады, ал кейде сынған бөліктер үшін қалайы 5 бөлік пен 3 бөлік қорғасындан тұратын арзан қорытпамен алмастырылады. Қалайы тазарту процесі үш негізгі операциядан тұрады: беттік дайындау, жартылай пісіру және қалау.

Қалпына арналған беттік дайындау: Қалдырылатын жер бетін кірден, масштабтан, майланудан және т.б. тазалау керек. Өнімнің беті металдан жылтыратуға, қырғышты және т.б. тазартылуы керек. Сұйылтылған тұз қышқылы немесе күкірт қышқылы арқылы тазартылады. Тотығу қышқылының су ерітіндісінде жуу (қайнату) арқылы өнімнің бетіндегі оксид пленкасын тазалайды және алып тастайды. Содан кейін беті таза сумен жуылып, құрғатады. Тазаланған беткі жағын тотығудан қорғау үшін, мырыш хлориді мен жоғарғы жағында аммиак ұнтағын себеді. Жұмыс барысында техникалық – қауіпсіздік үшін, кеуіп кетуін және бейтараптандыру кезінде күйіктер мен киім зақымдануын болдырмау үшін диэлектрлік резеңке қолғапты, арнайы көзілдірікті тағу керек.

Қалпына келтіру кездегі қолданылатын құралдар мен құрылғылар: Қаптамада әртүрлі мөлшерде және пішіндегі қырғыштар сияқты әртүрлі құралдар мен құрылғылар пайдаланылады, олар тоттың бөлшектерін тазалайды; кішкене бөліктерді жылытуға арналған сорғыш; өнімдердің беттерін кірден тазалауға арналған щетка; қылшықты қышқылмен ерітуге арналған қылшық (шаш); ыстық бөліктерді ұстау үшін пленкалар.



Сурет 67. Балқытылған жартысында құю әдісімен қалау.

а-техникалық қызмет көрсету үшін қыздыру, б - қалайылы тегістеу арқылы қыздырылған бөлікке қызмет көрсету, в - қалайы қазанға батыру арқылы қызмет көрсету

Қалпына келтіру әдістері. Балқытылған жартысында құю әдісімен қалау - бұл қалайы үшін дайындалған бөлік бірінші кезекте мырыш хлоридімен қалайы қазандығына құйылады. Содан кейін қысқышпен өнімді ваннадан алып тастап, бетіндегі мырыш хлориді алмастан, балқытылған қалайы бар қазанға салынады. Қазандықтан өнім толығымен қыздырылғанша (270-300 °) дейін ұстап тұру керек, содан кейін оны қазаннан шығарып, үстіңгі қабаттың жартысын кетіру үшін шайқалады. Өнім салқындаған кезде ол мырыш хлоридін алу үшін әк ерітіндісімен жуылады. Содан кейін таза ағаш қоқысымен кептіріледі. Тазалау арқылы өнімнің алдын-ала дайындалуынан кейін тазалау (тазалау, жуу, егеу) жүргізіледі. Өнім көмірде баяу және біркелкі қызады (сурет 67, а) 225-250 ° температураға дейін, содан кейін қыздыру бетіне балқытып құйылғаннан кейін ол тез щеткамен немесе таза матамен сүртіледі (63-сурет, б). Егер нашар тазалаудың арқасында

бөлшектер қалайы ішіне кірмейтін болса, онда бұл орын қайтадан қырғышпен, қыздырылған, қолданылған қалайымен тазаланады және шүберекпен сүртіледі. Өнім салқындаған кезде оны ылғалданған оған құм сеуіп, сумен жуып, кептіреді.

Бақылау сұрақтары:

1. Ашық тарату құрылғыларының талаптары.
2. Ашық тарату құрылғыларының артықшылықтары.
3. Иілмелі шинамен орындалған ашық тарату құрылғысы.
4. Кірменің ток өткізгіш бөліктері.
5. Кірмені қалпына келтіру, беттік дайындау.

Қорытынды

Әзірленген «Электр жабдықтау жүйесі және электр желісі» оқу құралы теориялық, практикалық, қосымша материалдарды және глоссарийді қамтиды. Оқу-әдістемелік модуль, әдебиет пен ақпараттық ғаламтор жүйесіне талдау жасау арқылы оқу құралы әзірленуде. Мемлекеттік стандарттарда, Халықаралық энергетикасы комиссиясының стандарттарында бекітілген терминдер мен сөздіктер әзірлену барысында қолданылады.

Халық шаруашылығын электрлендіру деңгейінің жоғарылауына орай, электр қондырғыларын монтаждау жұмыстарының көлемі көбеюде. Сонымен қатар электр қондырғылары да күрделенуде. Осыған орай болашақ мамандар қазіргі заманғы электр жабдықтарын монтаждау және іске қосу жұмыстарын орындау, ұйымдастыру және сапасын бақылау тәсілдерін үйреніп, қажетті тәжірибелік дағдыларды игеруі керек. Жас мамандар бұл мақсаттарға «Электр жабдықтау жүйесі және электр желісі» материалын оқып білумен жетуі тиіс.

Ұсынылып отырған оқу құралында электр тораптарына қойылатын жалпы талаптар, әуе және кабель желісінің құрылымы туралы негізгі мәліметтер, электр тораптарының параметрін есептеу ерекшеліктері, электр тарату желісіне трансформатор мен автотрансформатор таңдау есептері, жабдықтарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын жүргізу тұралы мәлімет берілген.

Нәтижесінде «энергожүйенің электр тораптары» пәні бойынша қазіргі уақытта барлық талаптарға жауап беретін типтік оқу бағдарламасына сәйкес мемлекеттік тілдегі оқу құралы әзірленді. Оқу құралы орта кәсіптік оқу орындарының 0901000 «Электр станциялары мен желілерінің электр жабдығы» мамандығының білімалушыларына арналған.

Глоссарий

Жинақтаушы тарату құрылғысы (ЖТҚ) -аппараттар, қорғаныс және автоматика құрылғылары ендірілген толықтай немесе бір бөлігі ғана жабық шкафтар мен блоктардан тұратын, жиналған немесе жинауға толықтай дайын түрде жеткізілетін тарату құрылғысын Жинақтаушы деп атайды және келесідей белгілейді: іште орнатылатын -ЖТҚ, сыртта орнатылатын - СЖТҚ.

Қалыпсыз режим -электр торабы параметрлерінің рұқсат етілген мәндерінен ауытқуы.

Тарату құрылғысы (ТҚ) - электр энергиясын қабылдау мен таратуға арналған және құрамына коммутациялық аппараттар, жинақтаушы және жалғаушы шиналар, көмекші құрылғылар (компрессорлық, аккумуляторлық және т.б.), сонымен бірге қорғаныс, автоматика құрылғылары мен өлшеуіш аспаптар кіретін электр қондырғы.

Тарату пункті (ТП) - электр энергиясын түрлендірусіз және трансформациясыз бір кернеуде қабылдау мен таратуға арналған электр қондырғы.

Тұтынушы -электр энергиясын қабылдағыштары электр торабына қосылған және электр энергиясын пайдаланатын кәсіпорын, ұйым, аумақтық оқшауланған цех, құрылыс алаңы немесе пәтер.

Электрқондырғы -электрлік энергияны тарату, беру, трансформациялау, өндіру және энергияның басқа түріне түрлендіруге арналған қосымша құрылғылар мен электрберіліс желілерінің, аппараттардың, машиналардың жиынтығы.

Электрлі торап -белгілі территорияда жұмыс істейтін, электрберіліс желілерімен жалғанған, тарату құрылғыларынан және қосалқы станциялардан тұратын, электрэнергияны тарату мен беру үшін арналған электрқондырғылардың жиынтығы.

Электрмен жабдықтау - тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз ету.

Электрмен жабдықтау жүйесі - тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз етуге арналған электрқондырғылардың жиынтығы.

Электрэнергетикалық жүйе –электрэнергия қабылдағыштарынан және электрлі тораптар желісінен, жоғарылататын және төмендететін қосалқы станциялардан, тарату құрылғыларынан, генераторлардан тұратын энергетикалық жүйенің бөлігі.

Электрэнергияның қабылдағышы –электрэнергияны энергия көзінен алатын және оны механикалық, жылулық, химиялық, жарықты энергияға, электрстатикалық және электрмагнитті өрістің энергиясына түрлендіретін, өндірістік қондырғының электрлік бөлігі.

Энергетикалық жүйе - жылулық және электрлі энергияны таратудың, түрлендірудің, өңдеудің жалпы және үздіксіз процесімен біріктірілген, жылулық тораптар мен қабылдағыштардың, қосалқы станциялардың, электрберіліс желілерінің, электрлік станциялардың жиынтығы.

Электрмен жабдықтау - тұтынушыларды электр энергиясымен қамтамасыз ету.

Электр торабы -белгілі бір аймақта жұмыс істейтін қосалқы станциялар, тарату құрылғылары және оларды қосатын токөткелдер, әуе және кабель электр берілісі желілерінен тұратын электр энергиясын жеткізіп беру мен таратуға арналған электр қондырғылар жиынтығы.

Энергетикалық жүйенің электр бөлігі -энергетикалық жүйенің электр станциялары мен электр тораптарының құрамына кіретін электр қондырғылар жиынтығы.

Энергетика – бұл үлкен табиғи және жасанды жүйенің қосындысы, ол қабылдауға, түрлендіруге, бөлінуге және энергетикалық ресурстардың барлық түрлерін практикада қолдануына арналған.

Энергетикалық ресурс – бұл материалды обьекті, яғни энергияны адам қолдануға мүмкіндік бар.

Энергетикалық ғылым – бұл энергетикалық ағынның және социяльды адам қоғамына әсерін, экономикалық және ғылыми – техникалық планның және қоршаған ортаға әсерін тигізетін білім жүйесі.

Электр желілері – дегеніміз электр жүйесінің бір бөлігі, құрамына қосалқы станциялар және әртүрлі кернеулі кабель және әуе сымдар кіреді.

Жергілікті желілер – олар кернеуі 35 кВ дейінгі, радиусы 15-30 км арақашықтықтан аспайтын, жүктеме тығыздығы аз кішігірім аудандарға қызмет көрсетеді.

Аудандық желілер – олар үлкен ауқымды райондарды қамтиды, электр жүйесіндегістанцияларды бір бірімен және тұтынушылар орталықтарымен жалғайды. Бұл желілердегі кернеу 110 кВ және одан жоғары болуы мүмкін.

Тарату желісі – тоқ көзінен электр энергиясын тікелей және трансформаторларға немесе тұтынушының қосалқы станцияларына жеткізетін желіні айтады.

Шартты белгілер

a – желінің бір фазасының орташа геометриялық өткізгіштерінің ара қашықтығы.

B – магнитті индукция.

B, b – реактивті (сыйымдылықты) электр тізбегінің өткізгіштігі.

b – көктайғақ қабырғасының қалыңдығы.

C, c – электрлік сыйымдылық.

D - тарату желісі фазалары сымдарының арасындағы қашықтық.

d - сым диаметрі.

E - электр өрісінің кернеулігі, электрқозғаушы күші, серпімділік модулі.

$\mathbf{E_H}$- тиімділіктің нормативтік коэффициенті.

F - сымның көлденең қимасының ауданы.

F_a, F_c- болат алюминий және болат бөліктерінің көлденең қимасының ауданы.

f - электр тогының жиілігі, сымның ілу жебесі (механикалық есептеулерде).

G, g - электр тізбектерінің белсенді өткізгіштігі, сым массасы, оқшаулағыш гирляндалары.

H- магнит өрісінің кернеулігі.

H, h - тіреуіш биіктігі, аспа сым биіктігі.

I, i- электр тогы (ток күші).

i- электр тогының тығыздығы$\sqrt{-1}$.

k- трансформация, сұраныс, жүктеу, бір мезгілде және т. б. коэффициенттері.

L- өздікиндукция коэффициенті, аралықтағы сым ұзындығы (механикалық есептеулерде).

l- тростар мен сымдардың ұзындығы.

N – қосалқы станция трансформаторларының саны.

P, p – электр тізбегінің белсенді қуаты, апаттық жағдай ықтималдығыж.

Q-жел жылдамдығының арыны.

Q, q - электр тізбегінің реактивті қуаты.

R, r - электр тізбегінің белсенді кедергісі.

r - сым радиусы.

S, s - электр тізбегінің толық қуаты.

T, t - пайдалану уақытыныңмаксимум жүктемесі.

T_o - өтімділік мерзімі.

$U_л$ - сызықтық элекртрлік кернеу.

U_H - номиналды кернеу.

$U_ф$ - фазалық элекртрлік кернеу.

$U_т$ - кернеудің амплитудалық мәні.

u_k- қысқа тұйықталу кернеуі.

W - электр энергиясы.

X, x - электр тізбегінің реактивті кедергісі.

Z, z - электр тізбегінің толық кедергісі.

Z_c - желінің толқындық кедергісі.

α-сызықтық кеңеюдің температуралық коэффициенті. автотрансформаторлардың тиімділік коэффициенті; тростың қорғаныс бұрышы.

β- трансформаторды жүктеу коэффициенті; толқын фазасының коэффициенті.

γ- меншікті элктрикалық өткізгіштігі.

δ- диэлектрлік шығындар бұрышы.

ε – диэлектрлік өтімділік.

η- пайдалы әсер коэффициенті.

λ- электр беру желісінің толқын ұзындығы.

ϑ- температура.
μ- магнит өтімділігі.

Қабылданған қысқартулар

АТ- автотрансформатор
ЖК (ВН) – жоғары кернеу
ӘЖ (ВЛ, ЛЭП) – әуе электр беру желісі
ТК (НН) –төмен кернеу
ОК (СН) –орташа кернеу

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

Негізгі әдебиеттер

1. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. - М. Энергоатомиздат, 1989.
2. Прадип Кумар Садху, Саумья Дас Электроэнергетика жүйесінің элементтері, 2016.
3. Брайн Скэддан Электро – монтаждық жұмыстар , 2016.
4. Туран Гонен Электр энергетикасын тарату инженериясы, 2014.
5. Әбдіров А., Сейфуллина Ғ. Қауіпсіздік техникасы, 2010.
6. Жәнібеков Ж., Дурманов Б., Тобжанова Б. Электромонтер, 2010.
7. Макаров Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования электростанций и сетей, 2003.
8. Петренко Л.И. Электрические сети, сборник задач 2001.
9. Киреева Э.А. Электрооборудование электрических станций, сетей и систем, М.: КноРус 2017.
10. Филиппова Т.А.Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем, 2018.
11. Лезнев С.И. Электр станциялары мен қосалқы станциялардың электржабдығына қызмет көрсету . М.Энергобаспа.
12. Казанский В.Е энергетикалық жүйелерді автоматтандыру . М.Энергобаспа 1989ж.
13. Двоскин Л.И. «Схемы и конструкции распределительных устройств», Москва, Энергоатом издат, 1985г.
14. М.Л. Голубев, «Методы расчета токов короткого замыкания в распределительных сетях», Энергия, Москва, 1967г.
15. Н.В. Коломиец, Н.Р. Пономарчук, В.В. Шестаков, учебное пособие«Электрическая часть электростанций и подстанций», Томский политехнических университет, 2007г.

Қосымша әдебиеттер

1. Князевский Б.А. Өнеркәсіп кәсіборындарын электрмен қамтамасыздандыру.М.Энергобаспа 1990ж.
2. Крюков. «Расчет коротких замыканий и выбор оборудования». «Академия», 2005г.
3. В.П. Шеховцов, методическое пособие для курсового проекта, «Расчет и проектирование электроснабжения»Москва ФОРУМ – ИНФРА – М, 2005г.
4. Козлов В.А. Городские распределительные сетиЛ.: Энергоатомиздат, Ленингр. отделение, 1982.