

Коммерциялық емес акционерлік қоғам
АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ
Электр станциялары, тораптары және жүйелері кафедрасы

МАМАНДЫҚҚА КІРІСПЕ. ЭЛЕКТРЭНЕРГИЯНЫ ӨНДІРУ, ЖЕТКІЗУ
ЖӘНЕ ТАРАТУ. 2 БӨЛІМ

Лекциялар конспектісі
5B071800 – Электр энергетикасы,
5B081200 – Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету
мамандықтарының студенттері үшін

Алматы 2013

Құрастырушылар: В.Н. Сажин, Н.А. Генбач. Мамандыққа кіріспе. Электрэнергияны өндіру, жеткізу және тарату. 5B071800- Электр энергетикасы, 5B081200 - Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету мамандықтары үшін лекциялар конспектісі. - Алматы: АЭЖБУ, 2013,- 31 б.

Электрэнергияны жеткізу және тарату жүйелерінің жалпы сипаттамасы қарастырылған. Ауа және кабель желілері элементтерінің қиыстырмалық ерекшеліктері берілген, электрэнергетикалық жүйелерді басқару мәселелері қарастырылған, электрэнергияны қашықтыққа жеткізудің жаңа тәсілдері және электрэнергия тұтынушыларын электрмен жабдықтау жүйелері туралы жалпы мәліметтер жазылған.

Көрнекі материалдар - 13, кесте - 1, библиогр. - 7 атау.

Сарапшы: техн. ғылым. канд., ЭАПУ кафедрасының проф. Ю.А. Цыба

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2013 ж. шығару жоспары бойынша басылады.

© «Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ,
2013 ж.

Кіріспе

«Мамандыққа кіріспе. Электрэнергияны өндіру, жеткізу және тарату» пәні бірінші курстың студенттерін олардың болашақ мамандығы – электр энергетикасымен, оның осы кездегі қоғамдағы мәнімен, даму тарихымен және оның техникалық прогреске әсерімен таныстырады. Студенттің болашақ мамандыққа қаншалықты қызығуына байланысты оның кейінгі студенттік, тіпте инженерлік биографиясы едәуір соған тәуелді болады. Оқу процесінде студент болашақ мамандық туралы ғана емес, жоғары оқу орнындағы жұмыс туралы да белгілі ұғымдар алады. Бұл жалпыэнергетикалық пән энергетиканың барлық бөлімдері және олардың өзара байланыстары, энергетикалық жүйелер және оларда жүріп жатқан негізгі электрэнергияны түрлендіру, жеткізу және тұтыну процестері, энергетикалық қондырғылардың жұмыс қағидалары және қиыстырмалық жасалынуы, энергетиканың осы кездегі жағдайы және даму перспективалары туралы ұғым береді.

Лекциялар конспектісі көп көрнекі материалдармен, сұлбалармен жабдықталған сегіз лекциядан тұрады.

1,2 лекцияларда электрэнергияны жеткізу және тарату жүйелерінің жалпы сипаттамасы, негізгі терминдер мен анықтамалар, электр тораптарын жіктеу, электр тораптарына қойылатын талаптар берілген.

3, 4 лекцияларында ауа желілерінің негізгі элементтерінің қиыстырмалары, кабель желілерінің қиыстырмалық ерекшеліктері ұсынылған.

5 пен 7 лекцияларда энергияны айнымалы және тұрақты токпен жеткізу, электрэнергетикалық жүйелерді басқару мәселелері қарастырылған, электрэнергияны жеткізудің жаңа тәсілдері қарастырылған.

8 лекцияда электрмен жабдықтау жүйелері туралы негізгі мәліметтер, негізгі терминдер мен анықтамалар, тұтынушылардың негізгі топтары және электрмен жабдықтау жүйелеріне қойылатын талаптар қарастырылған.

1 лекция. Электрэнергиясын жеткізу және тарату жүйелерінің жалпы сипаттамасы

Лекцияның мазмұны: электрэнергиясын жеткізу және тарату жүйелерінің арналымы және олардың сипаттамалық ерекшеліктері.

Лекцияның мақсаты: негізгі терминдер және анықтамалар, электр тораптарын жіктеуді және оларға қойылатын талаптарды қарастыру.

1.1 Негізгі ұғымдар, терминдер және анықтамалар

Электрэнергияны өндіру бірге жұмыс атқаратын (қатарлас) ірі электрстанцияларда көбінесе шоғырланады. Электрэнергияны тұтыну орталықтары (өндірістік кәсіпорындар, қалалар, ауылдық аудандар және т.б.) олардың көздерінен ондаған, жүздеген километрге қашық орналасқан және едәуір аймақта таралған.

Электрэнергияны жеткізу және тарату жүйесін және «өндіру- жеткізу- тарату» - ң барлық құрылымын сипаттау үшін кейбір ұғымдарды, атауларды және анықтамаларды енгіземіз.

Электр қондырғысы – электрэнергияны өндіруге, түрлендіруге, жеткізуге, таратуға немесе тұтынуға арналған аппараттардың, машиналардың, жабдықтардың және құрылымдардың жиынтығы. Электрқондырғыларын кернеу шамасы бойынша 1000 В дейінгіге (төменгі вольттік) және 1000 В жоғарғыға (жоғары вольттік) бөледі.

Электрстанция – турбо - және гидрогенераторлардың көмегімен табиғи энергия тасушыларында (көмір, газ, су және басқалар) бар энергияны түрлендіру нәтижесінде электрэнергияны өндіруге арналған электрқондырғысы.

Қосалқы станция – трансформаторлардан (автотрансформаторлардан) және басқа ЭЭ түрлендіргіштерінен, таратушы және көмекші құрылғылардан тұратын электрэнергияны қабылдауға, түрлендіруге (трансформациялауға) және таратуға арналған электрқондырғысы. Арналымынан тәуелді қосалқы станциялар трансформаторлық немесе түрлендіргіштік - түзетуші, қозғалтқыш – генераторлық және басқа болып жасалынады. Қосалқы станция жоғарылатқыш болады, егер айнымалы ток кернеуінің шамасы төменгі кернеуден жоғарыға түрленсе (электрстанциялар қосалқы станциялары), және төмендеткіш – жоғары кернеуді төменгіге трансформациялау жағдайында (кәсіпорындардың, қалалардың және басқалардың қосалқы станциялары).

Орталық электр қоректің көзі – құранды шиналарында (қысқыштарында) кернеу режимінің автоматты реттелуі жүретін ЭЭ көзі. Электрстанциялар қатарында бұл жүктеме барда кернеуді реттейтіндерімен жабдықталған (РПН) трансформаторлары, реактивтік қуаттың реттелетін көздері, желілік реттегіштері және басқалары бар қосалқы станцияның шиналары.

Таратушы құрылғы – кез – келген қосалқы станцияның құрамына кіретін электрқондырғы; электрэнергияны бір кернеуде (1000 В дейін және жоғары) қабылдауға және таратуға арналған. ТҚ - ң коммутациялық аппараттары, басқару, қорғау, өлшеу құрылғылары және көмекші құрылымдары бар.

Қосалқы станциялармен қатар электр энергиясы *таратушы пункттерде* – ЭЭ бір кернеуде (трансформациясыз) қабылдауға және

таратуға арналған және қосалқы станция құрамына кірмейтін құрылғыларда таралуы мүмкін.

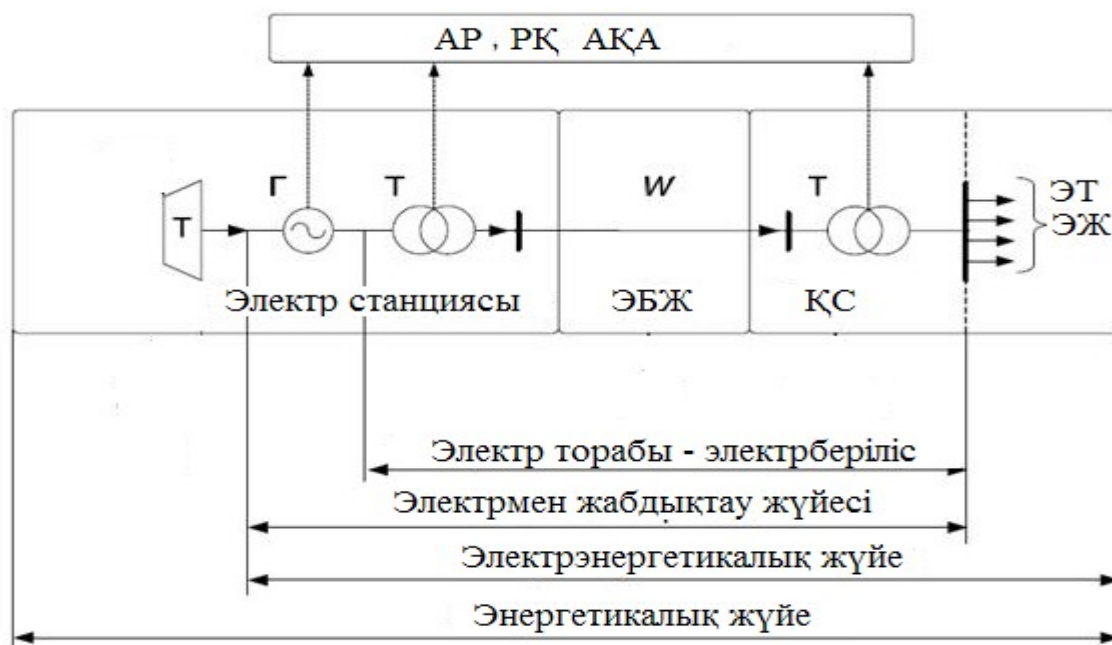
Электрберіліс желісі – қашықтыққа электрэнергияны жеткізуге арналған электрқондырғысы. Желілер ауа, кабель және өндірістік кәсіпорындарда және электрстанцияларда ток өткізгіштері және ғимараттар мен құрылымдардағы ішкі тартылымдар түрінде жасалынады.

Электрэнергия тұтынушысы, электрқабылдағышы – электрэнергияны тұтынатын немесе оны энергияның басқа түрлеріне түрлендіретін аппарат, агрегат, механизм. Тұтынушыларға әртүрлі кернеудегі қосалқы станцияларының шиналарынан электр қорегін алатын электр жүктемелерінің (ЭЖ) (үй, қыстақ, зауыт және т.б.) жиынтығы жатады. Бір қатар жағдайларда тұтынушылар ретінде тұрғын ауданның, өндірістік кәсіпорынның және басқа нысандардың электрмен жабдықталуы іске асатын қосалқы станцияларды қарастырады.

Электрэнергияны жеткізу және тарату жүйесінің элементтері болады: қиыстырмалары және кернеулері әртүрлі **электрберіліс желілері (W)**, ЭБЖ параметрлерін **бойлық және көлденең өтемдеудің құрылғылары (ӨК)** (көлденең өтемдеудің құрылғылары және шунттайтын реакторлар); **трансформаторлық қосалқы станциялар** (күштік трансформаторлар (Т) және **автотрансформаторлар, ажыратқыштар, айырғыштар, бақылаушы – өлшеуші аспаптар және т.б.**); **реактивтік қуаттың көздері (РҚК)** (конденсаторлық батареялар, синхронды және статикалық тиристорлық өтемдеушілер); **қорғаныс және автоматика құрылғылары**, яғни автоматтық реттегіштер (АР), релелік қорғаныс (РҚ) және апатқа қарсы (АҚ) автоматиканың құрылғылары, **диспетчерлік және технологиялық басқарудың құралдары (ДТБҚ)**.

Электрберіліс – бұл төмендеткіш қосалқы станцияның төменгі кернеу шиналарынан электрэнергияны алатын шоғырланған тұтынушыға станциядан электрэнергияны транзиттік беруге арналған жоғарылатқыш және төмендеткіш қосалқы станциялары бар желі.

Электр торабы – ЭЭ электрстанциядан тұтыну және тұтынушылар арасында тарату орындарына беруге арналған түрлендіруші қосалқы станциялардың, таратушы құрылғылардың, ауыстырып қосқыш пункттердің және оларды жалғайтын электрберіліс желілерінің бірлестігі. Электр торабы электрберілістің дамыған жоғарывольттік торабына эквивалентті. Бөлек электрберіліс қысқа мағнада электр торабы болады. Дамыған электр торабы электрқондырғылардың құрамы және функционалдық арналымы бойынша электрэнергияны жеткізу және тарату жүйесін құрады.



1.1 суреті – Электр және жылу энергиясын өндіруді, беруді, таратуды және тұтынуды қамтамасыз ететін нысандардың өзара байланысы

Қазіргі жағдайда бөлек электрберілістер және электрэнергияны жеткізу және тарату жүйелері түгел бөлек жұмыс атқармайды; олар жалпы электр жүктемесіне бірігіп жұмыс атқару және барлық тұтынушыларды электрэнергиямен орталықтан жабдықтау үшін электр станциялардың көбісін электрэнергетикалық жүйеге байланыстырады (біріктіреді).

Электрэнергетикалық (электрлік) жүйе (ЭЭЖ) – режимнің ортақтығымен және өндіру, жеткізу және электрэнергияны тұтыну

процестерінің үзіліссіздігімен (бір уақыттылығымен) біріктірілген электрстанциялардың электр бөлігінің, электр тораптарының (электрберіліс тораптарының) және электрэнергия тұтынушыларының (электрқабылдағыштардың), сонымен қатар басқару, реттеу және қорғаныс құрылғыларының жиынтығы.

Энергетикалық жүйе (энергия жүйесі) – электрстанциялардың, электр және жылу тораптарының және электр және жылу энергиясын өндіру, жеткізу, тарату және тұтыну үшін қондырғылар мен құрылғылар қатарының бірлестігі. Қондырғылар мен құрылғылар: энергия көздері – бу қазандықтары (БҚ) немесе гидротехникалық құрылымдар (ГТҚ), турбиналар (Т), генераторлар (Г); жүктемелер – электр (ЭТ) және жылу тұтынушылары (ЖТ) және басқалары.

Электр торабына қарағанда «*электрмен жабдықтау*» кеңірек ұғым. Ол тұтынушыларды электрэнергиясымен қамтамасыз етуге арналған барлық электрқондырғыларды біріктіреді. 1.1 суретінен электрмен жабдықтау жүйесі энергетикалық жүйенің – электрэнергетикалық жүйенің электр бөлігіне эквивалентті екені түсінікті.

2 лекция. Электр тораптарын жіктеу. Электр тораптарына қойылатын талаптар

Лекцияның мазмұны: электр тораптарын жіктеу. Электр тораптарына қойылатын талаптар.

Лекцияның мақсаты: электр тораптарының әртүрлі нышандар және электр тораптарына қойылатын талаптар бойынша жіктелуін зерттеу.

Электр тораптарын бір қатар **көрсеткіштер** бойынша жіктеу тиімді, олардың ішіндегі негізгілері: **қиыстырмалық жасалынуы, токтың тегі, номиналды кернеуі, тораптың арналымы, торап сұлбасының конфигурациясы.**

Қиыстырмалық жасалуы бойынша ауа, кабель желілерін және ішкі тартылымдарды айырады. Ауа желісі деп тіректерде жердің үстінде оқшаулағыштардың көмегімен ілінген оқшауланбаған сымдармен жасалған желіні айтады.

*Кабель деп өзара және қоршаған ортадан оқшауланған сымдардың жүйесін айтады. Кабельден жасалған желілер немесе кабель желілері, әдетте жерде төселеді. Бұның өзінің **құндылықтары** да – қауіпсіздік, пайдаланудан шығатын аймақтың қысқаруы, **кемшіліктері** де – үлкен құны, эксплуатацияның және зақымдарды жою қиындығы, жасау күрделілігі бар.*

Ішкі тартылымдар оқшаулағыштар немесе құбырларда ғимараттардың қабырғалары және төбелерімен немесе қабырғалардың ішімен және арнаулы шина өткізгіштермен төселетін оқшауланған сымдармен жасалынады.

*Токтың тегі бойынша **айнымалы** және **тұрақты** токтың тораптарын айырады. Айнымалы токтың негізгі тораптары үшфазалық болып жасалынады.*

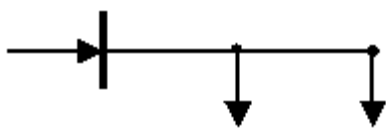
Қазіргі уақытта тұрақты ток тораптары өндірістік кәсіпорын тораптары үшін салыстырмалы сирек жасалынады (мысалы, электролиз цехтарында, алюминий зауыттарында).

Кернеу бойынша электр тораптарын төменгі вольттікке (1000 В дейін) және жоғары вольттікке (1000 В жоғары) бөлуге болады.

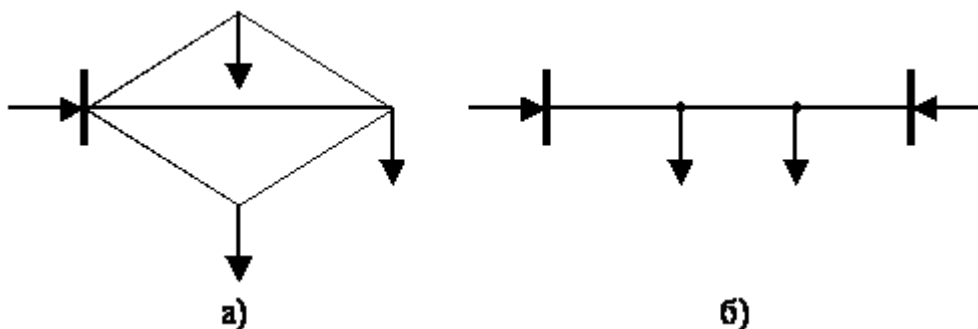
*Арналымы бойынша тораптар **қоректендірушілерге** және **таратушыларға** бөлінеді. **Қоректендіруші желі** деп таратушы пунктты немесе қорек орталығынан электрэнергияны ұзындығы бойынша таратпай қосалқы станцияны қоректендіретін желіні айтады. **Таратушы желі** деп **трансформаторлық қосалқы станциялардың қатарын** немесе **тұтынушылар электрқондырғыларына келетін кірмелерін қоректендіретін желі саналады.***

*Тораптың сұлбалары **конфигурация** бойынша **тұйықталмаған** және **тұйықталғанға** бөлінеді. **Тұйықталмағанға** жүктемелері тек бір жақтан электрэнергияны алуға мүмкіндігі бар желілерден құралған тораптар жатады*

(2.1 сур.). *Тұйықталған тораптар* деп кемінде екі жақтан тұтынушыларды электрмен жабдықтау мүмкіндігі бар тораптарды айтады (2.2 а, б сур.).



2.1 суреті – Тұйықталмаған торап



2.2 суреті - Тұйықталған торап

2.1 Электр тораптарына қойылатын талаптар

Электрэнергияны өндіретін электрстанциялардан оны электртұтынудың ірі аудандарына немесе электрэнергетикалық жүйелердің таратушы түйіндеріне дейін беру жүйесінің негізін құрайтын *электрберілістің дамыған тораптары* немесе жүйе ішіндегі және *жүйе аралық маңызы бар* (жүйе құраушы тораптар) бөлек *электрберілістер* және кернеуі *220 кВ және жоғары қоректендіруші тораптар*. Олардың пайда болуы ЖЭС және АЭС тұрғын аймақтарының сыртына орналастыру қажеттілігімен және ЭЭ бөлігін қалалардан салыстырмалы қашық жайғасқан гидроэлектрстанциялардың өндіру мүмкіндігімен туындаған. Электрстанциялардың және ең ірі қосалқы станциялардың қатарлас жұмысына біріктіретін электрберілістің жүйе ішіндегі және жүйеаралық магистралды желілері қашық (ұзақ) ЭБЖ қосқанда *жүйе құраушы торапты* жасайды. Мұндай тораптың арналымы – ЭЭЖ

(электрэнергетикалық жүйе) қалыптастыру және сонымен бірге электрэнергияны жеткізу, транзит функцияларын орындау.

Электр тораптары тұтынушыларын **сенімді** электрмен жабдықтауын және электрэнергияның **қажетті санын** қамтамасыз ету керек. Мұнда тораптардың жұмысы ең **үлкен үнемділіктің талаптарына** сәйкес болу керек. Бұның жобалау шарттарына және эксплуатация жағдайларына да қатынасы бар. Тораптарға байланысты **бес талапты** бөлуге болады:

Жұмыстың сенімділігі. Тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың *сенімділігі туралы мәселе* тораптың барлық элементтері іс жүзінде уақыт өткесін *зақымдалуымен* байланысты пайда болады. Зақымдар **найзағай, жел** әсері өскенде, ауыр **көк мұздар** пайда болғанда және т.б. пайда болуы мүмкін. Электрмен жабдықтаудың сенімділігін өсіру тек торап элементтері *зақымдалуының төмендеуі және резервтеуімен* емес, экономикалық жағынан тиімділеу болуы мүмкін басқа тәсілдермен де қамтамасыз етілуі мүмкін. Сенімді электрмен жабдықтауды қамтамасыз ету үшін резервтеуден басқа *релелік қорғаныс және автоматиканың* сенімді жұмыс жасайтын құрылғылары қажет: АҚҚ (АПВ) – автоматты қайта қосу, РАҚ (АВР) – резервті автоматты қосу, АЖЖА (АЧР) – автоматты жиіліктік жүктемені азайту.

Электрэнергияның сапасы. Әрбір тұтынушы сапалы электрэнергияны алуға тиісті. Бұл электрэнергия сапасының негізгі көрсеткіштерімен анықталады: *кернеу деңгейімен, жиілік деңгейімен, үшфазалық кернеудің симметриясымен және кернеу қисығының формасымен.*

Электрэнергияның сапасы қазіргі электрқабылдағыштар саны үлкен ұзақ электр тораптарында торап жұмысының көптеген жағдайларынан тәуелді. Ол тораптың әртүрлі орындарында іс жүзінде әртүрлі болуы мүмкін, бірақ арнаулы құрылғыларды қолданғанда реттеуге келеді.

Үнемділігі. Торап үнемді болу үшін торап сұлбаларының ең тиімді конфигурацияларын, кернеулерді, сымдардың қималарын және т.б. таңдау қажет. Сондықтан бірнеше нұсқа қарастырылады, оларды **«келтірілген**

шығындар» деп аталатын орнатылған критерий бойынша өзара салыстырады. *Бұл критерий энергияның шығындарын, күрделі қаржыларды және ысырапты ескереді. Келтірілген шығындары минималды нұсқа оңтайлы болады.*

Эксплуатацияның қауіпсіздігі және ыңғайлылығы. Қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін техникалық эксплуатация Ережелеріне (ПТЭ) сәйкес жерлендірулерді, қоршауларды, сигнализацияны, арнаулы киімді және басқа саймандарды қолданады.

Қауіпсіздікті қамтамасыз етуден басқа эксплуатацияның ыңғайлылығы қарастырылу керек: **эртүрлі ауыстырып қосулардың, жөнделетін жабдыққа жақындаудың ыңғайлылығын, бақылау үшін өтпе жолдардың жеткіліктілігін және т.б.**

Одан әрі дамудың мүмкіндігі. Электр торабы жүктемелердің өсуі және жаңа тұтынушылардың үзіліссіз пайда болуына байланысты үнемі даму және қайта құру жағдайында болады. Желілер және трансформаторлық қосалқы станциялар аумақтырылады, қайта құрылады. Торапты күрделі қайта құрып жатпай оны одан әрі кеңейту мүмкіндігі болу үшін электр торабын жоспарлау керек.

3 Лекция. Электрберіліс ауа желілерінің негізгі элементтерінің қиыстырмалары

Лекцияның мазмұны: ауа желілерінің сымдары және найзағайдан қорғайтын тростар, АЖ тіректері, оқшаулағыштар және желілік арматура.

Лекцияның мақсаты: электрберіліс ауа желілерінің қиыстырмалық ерекшеліктерін зерттеу.

3.1 Жалпы баптар

Электрберіліс ауа желілері (АЖ) электрэнергияны сымдармен қашықтыққа жеткізуге арналған. Негізгі қиыстырмалық элементтері болатындар сымдар, найзағайдан қорғайтын тростар, тіректер, оқшаулағыштар және желілік арматура. *Сымдар* электрэнергияны жеткізуге арналған. АЖ найзағайдың асқын кернеулерінен қорғау үшін тіректердің жоғары жағындағы сымдардың үстінен найзағайдан қорғайтын тростарды монтаждайды.

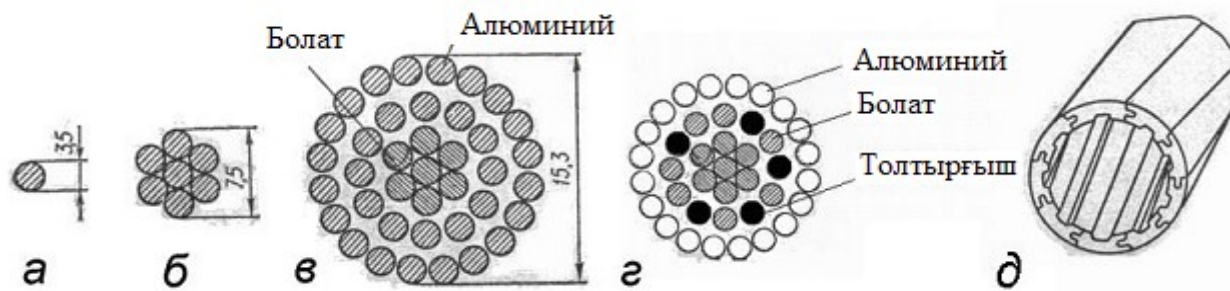
Тіректер сымдар мен тростарды жер немесе судың деңгейінен белгілі биіктікте ұстайды. *Оқшаулағыштар* сымды тіректен оқшаулауға арналған. *Желілік арматура* сымды оқшаулағыштарға және оқшаулағыштарды тіректерге бекітуге арналған.

Ең кеңінен тараған бір – және екітізбекті АЖ. Үшфазалық АЖ бір тізбегі әртүрлі фазалардың сымдарынан тұрады. Екі тізбек те бір тіректе жайғасулары мүмкін.

3.2 АЖ сымдары және найзағайдан қорғайтын тростар

АЖ – де көбінесе оқшауланбаған (жалаңаш) сымдар қолданылады. Қиыстырмалық жасалынуы бойынша сымдар бір – және көпсымды, қуыс болады (3.1 суреті). Бірсымды, көбінесе болат сымдар, төменгівольттік тораптарда шектеулі пайдаланылады. Иілгіш және механикалық беріктілігі жоғары болу үшін сымдарды бір металдан (алюминий немесе болат) көпсымды және екі металдан (құрамдастырылған) – алюминий және болаттан жасайды. Сымдағы болат механикалық беріктілікті көбейтеді.

Механикалық беріктіліктің шарттарынан, маркалары А және АКП алюминий сымдарын (3.1 суреті) кернеуі 35 кВ дейінгі АЖ қолданады. 6–35 кВ ауа желілері де болаталюминий сымдарымен жасалынады, ал 35 кВ жоғары желілер тек болаталюминий сымдарымен монтаждалады.

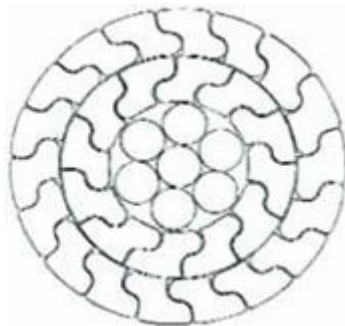


a - бірсымды; *б* – көпсымды; *в* – болаталюминий;
г – толтырғышы бар көпсымды; *д* – қуыс.

3.1 суреті - АЖ оқшауланбаған сымдарының қиыстырмалары

Болаталюминий сымдарының болат өзекшесінің айналасында алюминий сымдарынан жасалған ораулары бар. Болат бөлігі қимасының ауданы әдетте 4...8 есе алюминийдікінен аз, бірақ болат барлық механикалық жүктеменің шамамен 30...40 % қабылдайды; мұндай сымдар ұзын өткіндері бар желілерде және ауа - райы жағдайы ауыр аймақтарда пайдаланылады (көк мұз кемерінің қалыңдығы үлкен). Болаталюминий сымдарының маркасында алюминий және болат бөліктерінің қимасы көрсетіледі, мысалы, АС 70/11, және датқа қарсы қорғанысы туралы мәліметтер, мысалы, АСКС, АСКП – АС сияқты сымдар, бірақ өзекшесі (С) немесе сымның барлығы (П) датқа қарсы маймен толтырылған; АСК – АС сияқты сым, бірақ өзекшесі полиэтилен үлпегімен жабылған. Датқа қарсы қорғанысы бар сымдар алюминий және болатқа бұзатын әсер жасайтын қоспаларымен ауасы ластанған аудандарда қолданылады. Сымдардың кима аудандары Мемлекеттік стандартпен нормаланған. Өткізгіш материалының шығыны өзгермегенде сымдар диаметрінің өсуі диэлектриктен жасалған толтырғышы бар сымдарды және қуыс сымдарды қолданумен іске асады (3.1, *г*, *д* суреті). Қазіргі уақытта шетелде сымдардың жаңа қиыстырмалары кеңінен қолданылуда. Бұл сериясы АЕРО–Z қомақты сымдары (3.2 суреті) және жоғары температуралы сымдар. Бұл сымдарды қолдану оларды пайдаланғанда келесі құндылықтарды берді:

- қолданыстағы желілердің өткізу қабілеті өсті;
- ЭБЖ тіректеріне түсетін сымдар серпілуінің механикалық жүктемелерінің төмендеуі;
- сымдар мен тростардың датқа шыдамдылығының өсуі;
- сыртқы әсерлердің себебінен, оның ішінде найзағайдың соғу нәтижесінен, бірнеше сыртқы сымдардың біршама зақымдалғанында сымның үзілу мүмкіндігінің төмендеуі;
- қар жабысқанда немесе мұз пайда болғанда сымдардың механикалық қасиеттерінің жақсаруы.



3.2 суреті – АЕРО – Z сымның қиыстырмасы

3.3 Ауа желілерінің тіректері

АЖ тіректері **анкерліктерге** және **аралықтарға** бөлінеді. Бұл тіректердің сымдарды ілу тәсілімен айырмашылығы бар. **Аралық тіректер** оқшаулағыштар гирляндарының көмегімен **сымдарды сүйемелдейді**. **Анкерлік тіректер** сымдарды **керуге арналған**. Аралық тіректер арасындағы қашықтық **аралық өткін** немесе қарапайым өткін деп, ал анкерлік тіректер арасындағы қашықтық – **анкерлік өткін** деп аталады.

Анкерлік тіректер АЖ - ң ерекше жауапты нүктелерінде сымдарды қатты бекіту үшін арналған: маңызды инженерлік құрылымдардың қиылыстарында (мысалы, темір және автомобиль жолдарының), АЖ соңдарында және оның айландалары түзулерінің соңдарында. Анкерлік тіректер аралықтардан

маңызды күрделі және қымбат, және сондықтан әр желіде олардың саны минималды болу керек.

Желінің бұрылатын нүктелерінде **бұрыштық тіректерді** орнатады. Олар анкерлік немесе аралық типті болуы мүмкін.

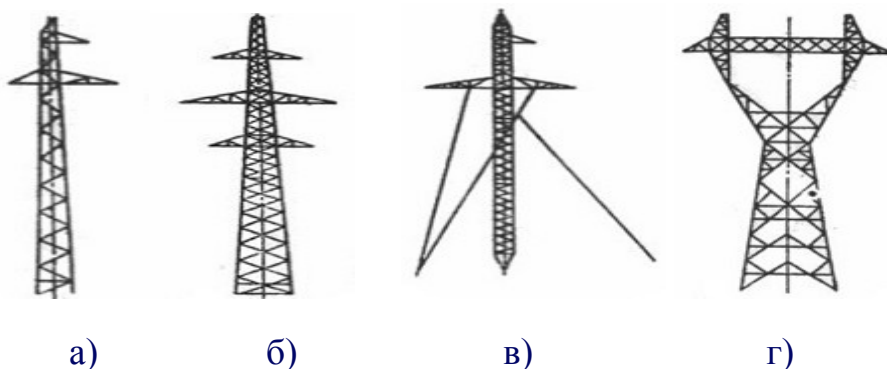
АЖ – де типтері келесі арнаулы тіректер қолданылады: **транспозициялық** – тіректердегі сымдардың орналасу тәртібін өзгерту үшін; **тармақтық** – негізгі желіден тармақ жасау үшін; **өтпелі** – өзендерден, шатқалдардан және т.б. өту үшін.

Материалы бойынша тіректер **ағаш, метал және темірбетон** тіректеріне бөлінеді.

Ағаш тіректері 110 кВ дейінгі АЖ – де, негізінде орман қорларымен бай аудандарда қолданылады. Ағаш тіректерінің кемшілігі – ағаштың **шіруге** ықпалдығы және соған байланысты аз қызмет мерзімі.

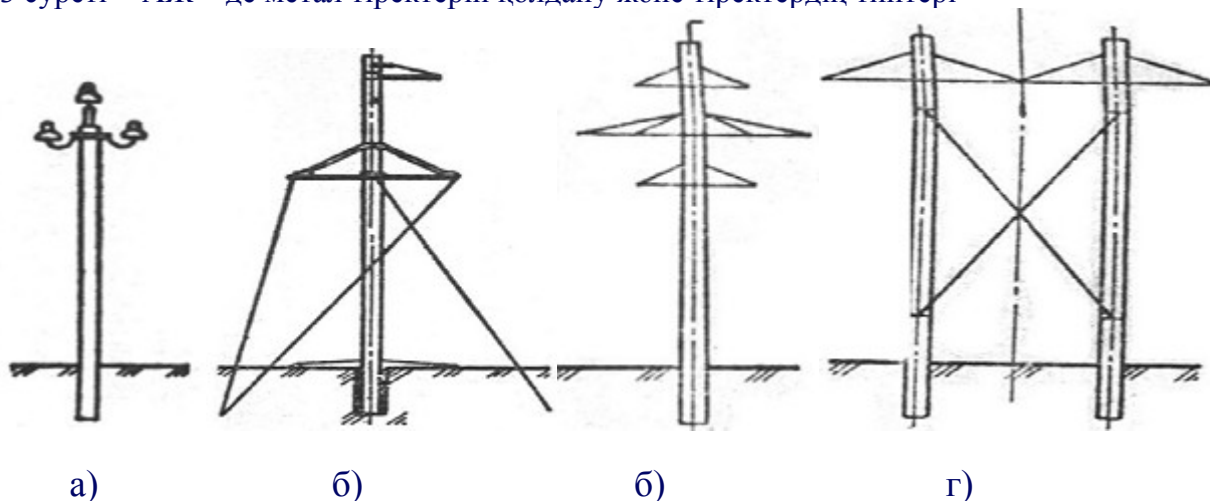
Метал тіректері (болат) 35 кВ және жоғары АЖ – де қолданылады, жоғары механикалық беріктілігі бар және қызмет мерзімі үлкен (3.3 суреті). Бірақ оларға металдың үлкен мөлшері қажет және оларды үнемі сырлап тұру керек.

Темірбетон тіректері (3.4 суреті) 500 кВ дейінгі кернеулердің барлық кластары үшін қолданылады, **қызмет мерзімі ағаштікінен ұзақ, бөлшектері даттанбайды, эксплуатацияда қарапайым және сондықтан кеңінен тараған.** Олардың **құны аз, бірақ массасы үлкен, бетон беті салыстырмалы омырылғыш және көлденең майысуға беріктілігі аз.**



a – 35...330 кВ мұнаралы типті аралық біртізбекті; *б* – 35...330 кВ мұнаралы типті аралық екітізбекті; *в* – 110...330 кВ тартулардағы аралық біртізбекті ; *г* – 500 – 750 кВ аралық еркін тұрған («рюмка» типті).

3.3 суреті - АЖ – де метал тіректерін қолдану және тіректердің типтері

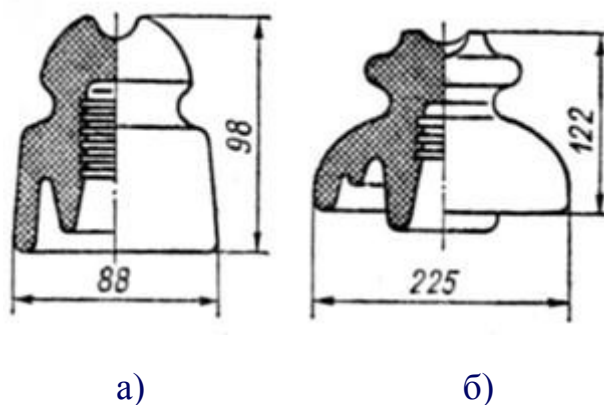


a – аралық 6–10 кВ; *б* – тартулардағы 35 ... 220 кВ анкерлік - бұрыштық біртізбекті; *в* – 110 – 220 кВ аралық екітізбекті; *г* – 330 – 500 кВ аралық біртізбекті порталды.

3.4 суреті - АЖ – де темірбетон тіректерін қолдану және тіректердің типтері

3.4 Оқшаулағыштар және желілік арматура

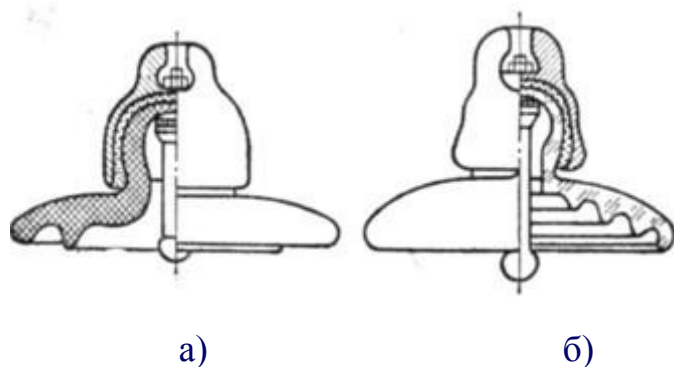
Оқшаулағыштар фарфордан немесе шыныққан шыныдан жасалынады және екі түрі болады: **ұшты** – 1 кВ дейінгі және 6 –35 кВ желілері үшін; 35 кВ желілерінде олар сирек қолданылады – тек аз қималар үшін; **іlmелі** - 35 кВ және жоғары желілер үшін. **Іlmелі** оқшаулағыштар сымды сүйемелдейтін гирляндарға аралық тіректерде, ал керілетін гирляндар – анкерлік тіректерде жиналады.



a - кернеуі 1 кВ дейінгі; *б* - кернеуі 10 кВ.

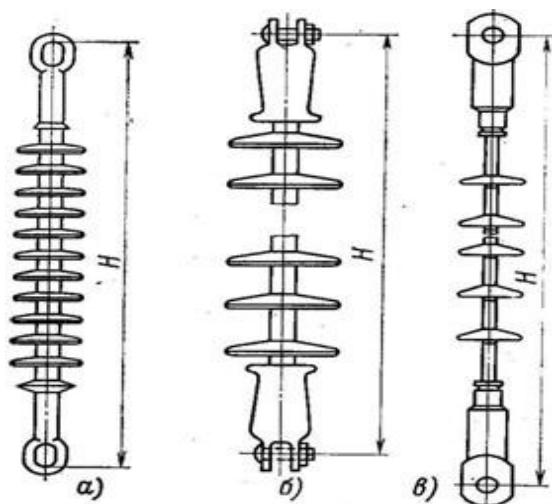
3.5 суреті – Ұшты фарфор оқшаулағыштары

Ілінетін гирляндalarda сым тек қысқыштардың көмегімен сүйемелденеді, керілетіндерде – қатаң бекітіледі. Керілетін гирляндalar сүйемелдейтіндерге қарағанда ауыр жағдайда болады. Сондықтан 110 кВ дейінгі желілерде оқшауламалар саны біреуге артық болады.



3.6 суреті - ПФ (а) және ПС (б) ілінетін оқшаулағыштары

Соңғы кезде эксплуатацияда полимерлік қорғаныспен қапталған шыны пластигінен жасалған жоғары берік сырықтарының негізіндегі ұзынсырықты оқшаулағыштар кеңінен қолданылады (3.7 суреті).



а) – этиленпропилен мономерлерінен жасалған тарелкаларымен; б) – кремнийорганикалық резинадан жасалған дамыған бетімен; в) – сырықтың фторопласт қорғаныс қабатымен және фторопластық тарелкаларымен.

3.7 суреті – Полимерлік оқшаулағыштар

Осы кездегі полимерлік оқшаулағыштың құрамалы қиыстырмасы бар, оның бөліктері өздерінің белгілі функцияларын орындайды. Оқшаулағыштың көтеретін компоненті ретінде бір жаққа бағытталған шыныпластик сырық қолданылады. Ол полимерлік байланыстыратын құраммен бірге жалғанған және жоғары механикалық беріктілігі бар ондаған мың жіңішке шыны талшықтардан тұрады. Сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін оқшаулағыштың бетімен токтың ағып кету жолының ұзындығын көбейту үшін ластанған атмосфера жағдайында шыныпластикі сырығына оқшаулағыш тарелкалары бекітіледі. Тарелкалар көтеретін шыныпластикі сырығын даттың барлық түрлерінен, атмосфералық және химиялық әсерлерінен қорғайтын қабығында бекітіледі. Оқшаулағыштың көтеретін ұштарында арқауы салынған метал ұштары оқшаулағыштың қажетті беріктілігін және сенімділігін қамтамасыз етеді. Мұндай оқшаулағыштар кернеудің тиісті кластарының АЖ – де толық гирляндарды ауыстыруға мүмкіндік береді, сонымен АЖ сенімділігін қамтамасыз етеді. Полимерлік оқшаулағыштардың массасы тарелкалы оқшаулағыштардың тиісті гирляндарының массасынан 5 ... 20 есе аз. Бұл мұндай оқшаулағыштардың тасымалдағанда, АЖ монтаждағанда және эксплуатациясында құндылығын қамтамасыз етеді.

4 лекция. Кабель желілерінің қиыстырмасы туралы негізгі мәліметтер

Лекцияның мазмұны: күштік кабельдің негізгі элементтері.

Лекцияның мақсаты: күштік кабельдердің қиыстырмалық ерекшеліктерін және олардың сипаттамаларын зерттеу.

Күштік кабельдер бір – бірінен және жерден оқшауланған бір немесе бірнеше ток өткізетін талсымдардан тұрады. Оқшауламаның сыртынан оны ылғалдан, қышқылдардан және механикалық зақымдардан сақтау үшін

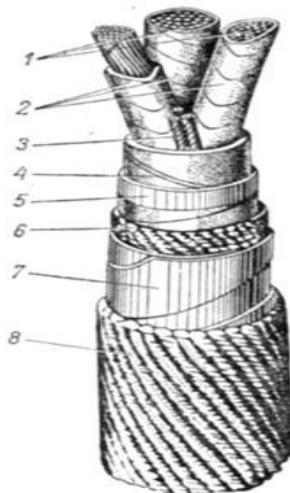
қорғаныс қабығын және қорғаныс қабаттары бар болат таспадан жасалған құрсауды салады. *Ток өткізетін талсымдар*, әдетте, алюминийден бірсымды және (қимасы 16 мм² дейін) көпсымды болып жасалынады.

Оқшаулама ток өткізетін талсымдарға таспа түрінде салынатын арнаулы минералды маймен қаныққан кабель қағазынан жасалынады. Кабельдерді тік және тік көлбеулі трассаларда төсегенде кабель бойымен қанықтыратын құрамның жылжуы мүмкін. Сондықтан мұндай трассалар үшін оқшауламасы аз қаныққан және қанықтыратын құрамы ақпайтын оқшауламалары бар кабельдер жасалынады.

Оқшауламаның сыртынан оны ылғал және ауадан сақтау үшін салынатын *қорғаныс қабаттары* қорғасыннан, алюминийден немесе поливинилхлоридтен болады. Алюминийден жасалған қабығы бар кабельдерді кеңінен пайдалану ұсынылады. Қорғасын қабығы бар кабельдер судың астында, көмір және тақта тас шахталарында, аса қауіпті белсенді даттанатын орталарда төсеуге арналған. Қалған жағдайларда қорғасын қабығы бар кабельдерді таңдауды арнайы техникалық деңгейде негіздеу керек.

Қорғасын, алюминий немесе поливинилхлорид қабықтарды механикалық зақымдардан қорғау керек. Ол үшін қабыққа болат немесе сымдардан жасалған құрсауды салады. Алюминий қабық және болат құрсау өз кезегінде даттан және химиялық әсерден қорғалуға тиісті. Ол үшін қабық пен құрсау арасында ішкі және сыртқы қорғаныс қабаттарын салады. Ішкі қорғаныс қабаты (немесе құрсау астындағы жастық) – бұл қаныққан мақтақағаз иірген жібінен (пряжи) немесе кабельдік сульфат қағазынан жасалған кендір қабаты (джутовая прослойка). Осы қағаздың үстіне тағы екі поливинилхлорид таспаларын салады. Сыртқы қорғаныс қабаты да датқа қарсы құраммен қаныққан кендірден тұрады. Өртке қауіпті туннельдерде және басқа жерлерде жанбайтын қорғаныс қабаттары бар арнаулы кабельдерді қолданады.

4.1 суретінде оқшауламасы қағаз 1 – 10 кВ үшталсымды кабель көрсетілген.



1 – алюминий ток өткізетін талсымдар; 2 – маймен қаныққан қағаз (фазалық оқшаулама); 3 – кендір толтырғыштары; 4 – маймен қаныққан қағаз (белдік оқшаулама); 5 – қорғасын немесе алюминий қабығы; 6 – кендірден жасалған қабат; 7 – болат таспа құрсауы; 8 - кендір қабаты.

4.1 суреті – Секторлық талсымдары бар кернеуі 1-10 кВ үшталсымды кабельдің құрылысы

Кабельдердің маркалары олардың қиыстырмасын сипаттайтын сөздердің бастапқы әріптерінен тұрады. Бірінші А әрпі алюминий талсымдарына сәйкес келеді. Кабельдердің қабықтары әріптермен белгіленеді: А – алюминий, С – қорғасын, В – поливинилхлорид, Н – резина, наирит; П – полиэтилен; талсымдары бөлек қорғасындалған кабельдер О әрпімен маркаланады. Әртүрлі құрсауланған қорғаныс қабаттары бар кабельдердің маркалары келесі әріптермен белгіленеді: Б – болат таспалар, П – жалпақ болат мырышталған (оцинкованные) сымдар, К - сондай сымдар, бірақ жұмыр.

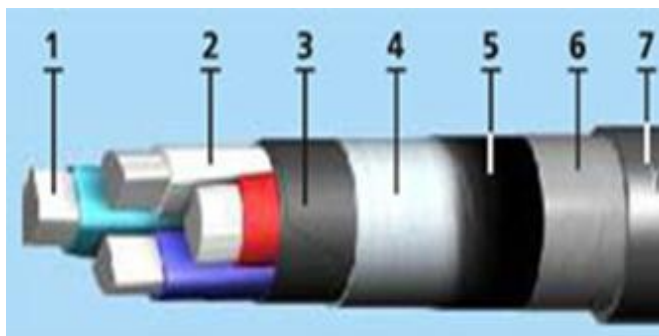
Кабельдің маркасымен қатар әдетте кабельдің ток өткізетін талсымдарының саны мен қимасын көрсетеді. Мысалы, ААБ 3х120 мәнісі: талсымдары алюминий, алюминий қабығындағы, болат таспалармен құрсауланған, қимасы 120 мм² үш талсымы бар кабель.

Газбен толтырылған кабельдер 10 – 110 кВ кернеулерінде қолданылады. Бұл компаундтың салыстырмалы аз санымен қаныққан оқшаулайтын қағазы бар қорғасындалған кабельдер. Кабель инерттік газдың аз мөлшерден тыс

қысымында тұрады (әдетте азот), бұл қағаздың оқшаулама қасиеттерін едәуір көтереді. Қысымның тұрақтылығы кеткен газдың үзіліссіз орын толтыруымен өтемделеді.

Кернеуі 110 және 220 кВ айнымалы токтың кабельдері *маймен толтырылып* жасалынады. Май қысымда болады. Осыған байланысты орта (110 кВ тораптары үшін) және жоғары (220 кВ үшін) қысымдардың кабельдерін айырады. Майдың қысымы желі трассасында орнатылған қысым бактарымен сүйемелденеді. Майдың қысымы тесілудің негізгі себептерінің бірін жойып, ауа мен иондалудың пайда болуын болдырмайды. Майдың ағатын орындарын табу үшін кабельдер май қысымының сигнализациясымен жабдықталады.

Соңғы кезде эксплуатацияда оқшауламасы тігілген полиэтиленнен жасалған кабельдер кеңінен қолданылуда (4.2 суреті).



1 – ток өткізетін талсым; 2 – тігілген полиэтиленнен жасалған оқшаулама; 3 – белдік оқшаулама; 4 – тоқылмаған материалдан жасалған біріктіретін таспа; 5 – полиэтиленнен жасалған белдік оқшаулама; 6 – екі болат таспадан жасалған құрсау; 7 – битум; 8 – полиэтилентерефталат үлпегінен жасалған орам; 9 – полиэтиленнен жасалған қабық.

4.2 суреті – Оқшауламасы тігілген полиэтиленнен жасалған кабельдің қиыстырмасы

Қазіргі уақытта Еуропа және Американың өндірісі дамыған елдерінде іс жүзінде күштік кабельдер нарығының 100% оқшауламасы тігілген полиэтиленнен жасалған кабельдер алады. Оқшауламасы қаныққан қағаз кабельдерінен оқшауламасы тігілген полиэтиленнен жасалған кабельдерге өту эксплуатация жасайтын ұйымдардың кабельдердің техникалық параметрлеріне қоятын талаптарының өсуімен байланысты. Мұнда бұл кабельдердің құндылықтары айқын.

Олардың кейбіреулерін қарастырайық:

- жоғары өткізу қабілеті;
- аз салмағы, аз диаметрі және иілу радиусы;
- төменгі зақымдалуы;
- полиэтилен оқшауламасының тығыздығы аз, салыстырмалы диэлектрлік өтімділігі және диэлектрлік шығындар коэффициенті мәндерінің аздығы;
- күрделі трассаларда төсеу;
- арнаулы жабдықты пайдаланбай монтаждау;
- төсеудің өзіндік құнының едәуір төмендеуі.

Оқшауламасы тігілген полиэтиленнен жасалған кабельдерінің ерекше қасиеттері қолданылатын оқшаулама материалына байланысты. Полиэтилен қазіргі уақытта кабельдерді жасағанда ең көп қолданылатын оқшаулама материалдарының бірі болып табылады. Бірақ бұрыннан термопластикалық полиэтиленнің маңызды кемшіліктері бар, олардың бастысы балқу температурасына жақын температураларда механикалық қасиеттерінің күрт нашарлауы. Бұл проблеманың шешімі тігілген полиэтиленді қолдану болды.

5 лекция. Электрэнергияны қашықтыққа жеткізу

Лекцияның мазмұны: энергияны айнымалы және тұрақты токпен қашықтыққа жеткізу.

Лекцияның мақсаты: энергияны айнымалы және тұрақты токпен қашықтыққа жеткізу мүмкіндіктерін зерттеу.

5.1 Энергияны айнымалы токпен жеткізу

Электрберіліс желілерін құру қажеттілігі кең аймақтарда таралған майда қабылдағыштарға байланысты тұтынушылардан қашық орналасқан ірі электрстанцияларда негізінде электрэнергияның өндірілуімен түсіндіріледі.

Кейбір ауданда бөлек тұтынушылар арасында электрэнергияны тарату және энергия жүйелерін байланыстыру үшін арналған желілер үлкен және

қысқа қашықтықтарға жасалынуы және әртүрлі қуаттарды жеткізуге арналуы мүмкін. Қашық берілістер үшін *өткізу қабілетінің*, яғни барлық шектеуші нышандарды ескергенде желімен жеткізетін ең үлкен қуаттың, үлкен мағынасы бар.

Электрберіліс желілері жауапты құрылымдардың категориясына жатады, олардың сенімді жұмысы әртүрлі **өтемдеуші құрылғыларын** және **автоматты реттеу мен басқару қондырғыларын** қолданумен қамтамасыз етіледі.

Айнымалы токтың ауа желілері үшін олар жеткізетін **максималды қуат шамамен кернеудің квадратына пропорционалды және беріліс ұзындығына кері пропорционалды** деп есептеуге болады. **Құрылыс құнын да кернеуге пропорционалды қабылдауға болады.** Сондықтан электрэнергияны қашықтыққа жеткізудің дамуында **өткізу қабілетін көтерудің негізгі құралы ретінде кернеуді көбейту тенденциясы** байқалады. Бірінші электрберіліс желілерін жасағаннан бері шамамен әрбір 10...15 жылда кернеу 1,5...2 есе өсірілді. Кернеудің өсуі желілердің ұзақтығын және жеткізетін қуаттарды көбейтуге мүмкіндік берді. Өткен ғасырдың 20 – шы жылдары **100 км** максималды қашықтыққа жеткізілді, 30 – шы жылдары бұл қашықтықтар **400 км** дейін көбейді, ал 60 – шы жылдары желілердің ұзындығы **1000...1200 км** жетті. 70 – ші жылдардың соңында ұзындығы шамамен **2500 км** кернеуі 1150 кВ желі құрылды.

Желілердің **өткізу қабілетін көтеруге** негізінде **кернеуді көбейту** есебінен жетеді, бірақ жеткізетін қуатты шектейтін параметрлердің әсерін азайтатын **желілердің қиыстырмасын өзгертудің** де, әртүрлі **қосымша өтемдеуші құрылғыларды ендірудің** де едәуір маңызы бар. Мысалы, кернеуі 330 кВ және жоғары желілерде **әр фазада сымдарды өзара электрлік байланысқан бірнеше өткізгіштерге ыдыратады**, мұнда желілердің параметрлері маңызды жақсарады (олардың реактивтік кедергісі азаяды); **тізбектелген** деп аталатын **өтемдеуді қолданады** – желіге **конденсаторларды қосу** және т.б.

5.2 Тұрақты токпен энергияны жеткізу

Тұрақты токты жеткізудің *негізгі элементтері жоғарывольттік тиристорлық блоктар*, олардан түрлендіруші қосалқы станциялардың сұлбалары жиналады. Тұрақты ток берілісінде *электрэнергияны өндіру және тұтыну айнымалы токта жасалынады*. Электрберіліс желісінде кернеуді көбейту үшін вентильдік орамдары тізбектеліп қосылған көпірлер ретіндегі әдеттегі трансформаторлардың көмегімен көтереді. Бұл желі кернеуін қосылған көпірлер санынан тәуелді көбейтуге мүмкіндік береді.

Тұрақты токты жеткізу жүйелердің біреуімен жүргізілуі мүмкін: «полюс – жер», «екі полюс – жер».

Тұрақты токтың беріліс тізбегі деп «екі полюс – жер» жүйесі, жартылай тізбек деп – «бір полюс – жер» жүйесі саналады. «Полюс – жер» сұлбасы бойынша кернеуі салыстырмалы жоғары емес тұрақты токтың қуаты аз берілістері жасалынады. «Екі полюс – жер» сұлбасы бойынша тұрақты токтың қуаты жоғары берілістері жасалынады.

Тұрақты ток берілісінде желінің жіберетін соңындағы түзетуші қосалқы станциясында *айнымалы ток тұрақты токқа түрленеді, желімен тұрақты ток және тек активтік қуат беріледі. Қабылдаушы жағында тұрақты ток қайтадан айнымалыға түрленеді* (инверторланады), ал қабылдаушы жүйеге айнымалы ток барады. Түзетуші және инверторлық қосалқы станциялар жұмыс кезінде айнымалы токтың торабынан қабылдаушы және жіберетін жақта реактивтік қуатты тұтынады.

Жоғары кернеудің тұрақты тогымен энергияны жібергенде айнымалы токтың желілеріне тән көп қиындықтар жойылады: орнықтылық шарттары бойынша *берілетін қуатты шектеу, байланысатын энергия жүйелерінің синхронды жұмысының қажеттілігі және басқалары*. Сонымен қатар беріліс соңдарында орналасқан түрлендіруші қосалқы станцияны салғанда және эксплуатациялағанда қиындықтар пайда болады. Бірқатар жағдайларда

тұрақты токпен энергияны жіберу, әсіресе энергия жүйелерін байланыстыратын қашық қоректендіруші магистральдарды салғанда, едәуір техникалық – экономикалық нәтиже беруі мүмкін.

Айнымалы ток берілісімен салыстырғанда тұрақты ток берілісінің **негізгі артықшылықтары:**

- желінің арзандығы және қарапайымдылығы;
- желінің екі тәуелсіз жартылай тізбектен тұруына байланысты үлкен сенімділігі;
- берілетін қуат шегінің орнықтылықтан емес, тек экономикалық мақсаттардан ғана тәуелділігі, өйткені берілістің орнықтылығы негізінде инвертормен анықталады және желінің ұзындығынан тәуелді емес;
- әртүрлі жиіліктің жіберетін және қабылдайтын жүйелерінің арасындағы синхронсыз байланысты іске асыру;
- кері сым ретінде жерді пайдалану мүмкіндігі;
- үлкен су кеңістіктерін өткенде кабельдердің арзандауы;
- генераторлар айналуының айнымалы жылдамдығында ГЭС – тен жұмыс атқару мүмкіндігі, бұл судың ағу шарты бойынша турбиналарды үнемді пайдалануға мүмкіндік береді;
- тәжге шығындардың азаюы.

Тұрақты токты жіберудің **кемшіліктері:**

- вентильдер мен басқа аппаратураның үлкен санынан тұратын қосалқы станциялар қиыстырмасының күрделілігі;
- көп тізбектелген элементтердің болуына байланысты жабдықтың бөлек элементтері бойынша кернеудің бірқалыпты таралуының қиындығы;
- беріліс жұмысында түрлендіргіш құрылғылар өндіретін жоғары гармоникалардың себебінен қабылдағыш және жіберетін тораптың кернеу және ток формасының бұрмалануы;
- қабылдаушы тораптағы кернеудің төмендеулерінде, әсіресе симметриясыз төмендеулерде, инвертордың орнықсыздығы;

- қуатты алу қиындықтары, өйткені тұрақты ток ажыратқышы – өте ірі және күрделі құрылым;
- ауа желілері және аппараттардың оқшаулағыштарында тұрақты кернеудің әсерінен отыратын шаңның едәуір әсері;
- жеке доғалардың оқшаулағыштарда пайда болуының жоғары қаупі, ұзақ эксплуатация жағдайларында олар сыртқы оқшауламаның разрядтық кернеулерін төмендетуге алып келеді;
- әсіресе нашар ауа – райы жағдайында, ақыба токтарының көбейуі және ілінетін және тіректі оқшаулағыштардың элементтерінде тұрақты кернеудің бірқалыпты тарамуына байланысты, желілік оқшаулама жұмысының нашарлауы.

Қарастырылған электрберілістердің аталған техникалық – экономикалық көрсеткіштері әрбір электрберілістің құндылықтары мен кемшіліктерін көрсетеді. Осыған байланысты энергия жүйелерін жобалағанда, беріліс типін таңдағанда, жаңа электржабдығын ойластырып жасағанда әр электрберілістің ерекшеліктерін ескеріп, оның қолданудағы ыңғайлы аймағын объективті табу керек.

6 лекция. Электрэнергетикалық жүйелерді басқару

Лекцияның мазмұны: электрэнергетикалық жүйелердің режимдерін оңтайлы басқару, электрэнергетиканы басқару жүйелері.

Лекцияның мақсаты: электрэнергетикалық жүйелердің және ЭЭЖ басқарудың осы кездегі жүйелерінің сипаттамалы қасиеттерін зерттеу.

ЭЭЖ басқару автоматты реттеуіштермен және апатқа қарсы автоматика құрылғыларымен жүргізіледі. Соңғы кезде басқару үшін ЭЕМ қолдана бастады. Басқарудың автоматты жүйелерін баптау жүйе жұмысының экономикалық тиімділігін және тұтынушыларға жіберілетін

электрэнергияның жоғары сапасын қамтамасыз ету үшін алдын ала таңдалған сипаттамаларына сәйкес синтез әдістерімен жасалынады.

Пайдаланылатын автоматты құрылғылардың түрін таңдау, олардың тиімділігін және энергия жүйелері жұмысының сенімділігіне әсерін бағалау оңтайлау есептерінің негізінде жасалынады.

ЭЭЖ режимдерін басқару оңтайлы болу керек, яғни қарама – қарсы нышандары әсерінің жағдайларында ең жақсы техникалық – экономикалық нәтиже беретін. Мысалы, желімен жеткізетін қуатты көбейту мақсатымен орнықтылықтың бұзылу себебінен осы желінің апатты ағытылуын тудыруға болады. Бір тенденция жеткізетін қуатты көбейткенде алатын оң нәтиже, екінші – сенімділіктің төмендеуімен және желімен электрэнергияны жеткізудің толық тоқтау мүмкіндігімен туындаған теріс салдарларында, мұнда жеткізудің тоқтау ықтималдығы берілетін қуаттың көбейуімен өседі.

Басқару нысаны ретіндегі электрэнергетикалық жүйе үшін оның көпсанды элементтері арасындағы күрделі тура және кері байланыстардың үлкен санының болуы және жұмыс жасау процесінің мақсатты бағытталуы тән.

Электрэнергетикалық жүйелер кибернетикалық типті үлкен жүйелердің категориясына жатады. Оларды басқару энергетиканың басқа салалармен, биосферамен және әлеуметтік нышандармен күрделі өзара байланыстарын ескеріп құрылу керек.

Электрэнергетиканы басқару жүйесінде ЭЕМ маңызды мәні бар. Олардың ролі энергетикалық жүйелердің техникалық дамуына байланысты өседі. Мұнда адамның функциялары жауапты және творчестволық болады.

Электрэнергетикалық жүйелерде барлық алынған энергия лезде тұтынылады. Электрлік жүктеменің нақты тербелістері генератор роторы айналуының кинетикалық энергиясы өзгеруінің есебінен өтемделеді. Егер жүктеме өссе, онда электр генераторы өндіретін қуат көбейеді. Мұнда ротор тежеледі және оның кинетикалық энергиясы азаяды. Жүктеменің төмендеуі генератор роторы кинетикалық энергиясының көбейуіне алып келеді.

Ротор генератора находится на одном валу с турбиной. Уменьшение частоты вращения турбины приведет в действие автоматические устройства, которые увеличат подачу пара или воды в турбину с тем, чтобы сохранить неизменной частоту вращения ротора генератора. Это в свою очередь вызовет уменьшение давления в паропроводах и парогенераторах ТЭС и приведет в действие систему автоматического регулирования режима работы парогенераторов. В результате увеличится подача воды, топлива и воздуха, необходимого для горения топлива.

Таким образом, электрическая станция хотя и не располагает запасами готовой продукции – электрической энергии, однако имеет запасы энергии на промежуточных стадиях преобразования химической энергии топлива в электрическую: механической энергии вращения турбины и генератора, а также внутренней энергии пара.

Энергетической системе свойственна динамичность. Она проявляется в быстрых реакциях на любые изменения состояния системы. Появление возмущений в системе обусловлено многими причинами: случайными атмосферными воздействиями, короткими замыканиями, изменениями нагрузки, отключениями отдельных элементов (линий, трансформаторов, генераторов) и т.д. Под влиянием больших и малых возмущений происходит изменение состояния системы. Колеблются напряжение и частота, меняются потоки мощности по соединительным линиям и т.д.

Современные энергетические системы обладают высокой степенью организованности благодаря насыщенности автоматическими управляющими элементами. В результате работ устройств управления происходит упорядочение системы, приведение ее к большей организованности. Процесс взаимодействия управляющей и управляемой систем состоит из нескольких последовательных этапов:

- а) получение данных о состоянии управляемой системы, т.е. информация о ее режиме;
- б) передача этой информации в управляющую систему;

в) переработка информации управляющей системой с целью выдачи управляющего сигнала (команды управления);

г) передача команды управления исполнительному органу и выполнение ее, после чего обратная передача информации о выполнении команды в управляющую систему.

7 лекция. Электрэнергияны жеткізудің жаңа тәсілдері

Содержание лекции: газовые линии электропередачи, криогенные линии.

Цель лекции: ознакомление с новыми способами передачи электроэнергии на расстояние.

Возможности дальнейшего повышения предельных мощностей требуют увеличения напряжений и изменения конструкций линий электропередачи. Они связаны с общим техническим прогрессом, в частности, с успехами в полупроводниковой технике, созданием совершенных материалов, разработкой новых видов передачи энергии.

В последнее время большое внимание уделяется созданию новых линий с полностью измененной конструкцией, более компактных и в то же время с большой пропускной способностью. Так «закрытые» экспериментальные линии выполняются в виде замкнутых конструкций, заполненных электроизолирующим газом, с расположенными внутри проводами высокого напряжения (примерно 500 кВ).

Газовые линии электропередачи имеют очень высокие пропускные способности, значительно превосходящие возможности кабелей: у газовой линии 110 кВ пропускная способность составляет 0,25 ГВт, у линии 220 кВ – 1,2 ГВт, у линии 330 кВ – 3 ГВт, у линии 500 кВ – 6,5 ГВт. В черте крупных городов для реализации исключительно высокой пропускной способности газовых линий электропередачи потребуется сооружение подземных тоннелей с циркуляцией воздуха. Не исключено, что в ряде

случаев для прокладки газовых линий можно будет использовать тоннели метро. При осуществлении мощных выводов от электростанций, вероятно, найдут применение и надземные, и тоннельные газовые линии электропередачи с пропускной способностью, соответствующей мощности блока станции.

Существует принципиальная возможность беспроводной линии электропередачи, передающей энергию с помощью электромагнитных волн или высокочастотных колебаний, направляемых по волноводу, выполненному в виде полой трубы с металлическими стенками, заполненной воздухом или другим газом. Однако масштабы передаваемых мощностей там совершенно иные, а проблема потерь энергии не стоит так остро, как в традиционных линиях электропередачи. Практическая реализация этих линий в промышленности в настоящее время неприемлема из-за низкой их эффективности.

В ближайшее время достаточно перспективными могут быть новые сверхпроводящие линии с охлаждением их проводников азотом. Криогенные линии электропередачи, т.е. охлажденные ниже 80°K , делятся на две группы: гиперпроводящие и сверхпроводящие.

Линия должна быть заключена в специальную герметичную оболочку, внутри которой обеспечивается охлаждение токопроводов и поддержание низкой температуры по всей длине линии. Охлаждение линии осуществляется специальными криогенными установками, дискретно расположенными по трассе линии. Так как криогенные жидкости имеют большую теплоемкость и теплопроводность по сравнению с их парами, то поддерживаемая рабочая температура должна быть близка к температуре кипения криогенных жидкостей. На рисунке 7.1 показано типичное выполнение криогенной линии электропередачи.

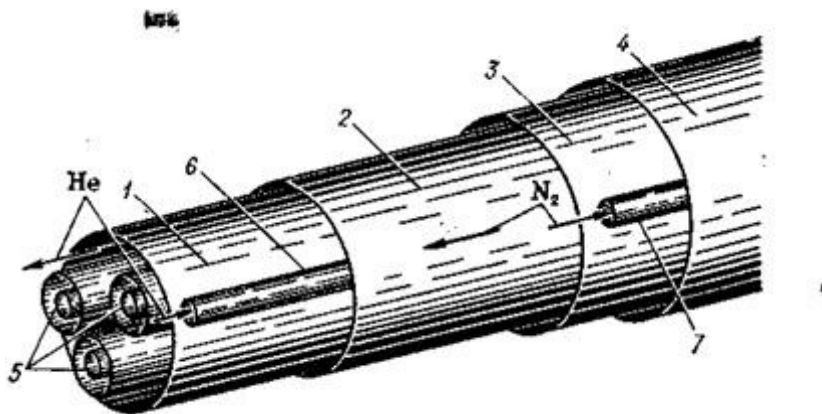


Рисунок 7.1 – Типичное конструктивное выполнение пофазно-экранированной криогенной линии электропередачи переменного тока

Первая оболочка 1 криогенной линии охлаждается гелием, третья 3 – азотом. Для возврата гелия и азота предусмотрены трубы 6 и 7. Между первой и второй 2 оболочками, а также между третьей и внешней 4 оболочкой – вакуум. Токопроводы 5 погружены в гелий и закреплены в первой оболочке специальными распорками из полиэтилена или других специально подобранных синтетических материалов.

Криогенные линии электропередачи открывают совершенно новые технические возможности. У гиперпроводящих и сверхпроводящих линий электропередачи переменного тока небольшой длины, которые после разрешения огромного круга технических проблем смогут конкурировать с кабельными линиями обычного типа, достижима пропускная способность 5 – 10 ГВт. Сверхпроводящие линии электропередачи постоянного тока с пропускной способностью 100 ГВт также могли бы стать потенциальными конкурентами воздушным линиям постоянного тока, если возникнут экономические предпосылки для сверхдальнего транспорта электроэнергии в больших количествах.

Пропускные способности и критические длины кабельных, газовых и криогенных линий электропередачи 110 - 500 кВ приведены в таблице 7.1.

Т а б л и ц а 7.1 – Пропускные способности и критические длины кабельных, газовых и криогенных линий электропередачи небольшой длины

Тип линии электропередачи	Номинальное напряжение, кВ	Пропускная способность, ГВт	Критическая длина, км
Кабельные с естественным охлаждением	110	0,1	30 - 40
	220	0,2	
	330	0,3	
	500	0,5	
Кабельные с искусственным охлаждением	110	0,2	60 - 100
	220	0,5	
	330	0,6—0,7	
	500	1—1,3	
Газовые в грунте	110	0,1	200 - 500
	220	0,35—0,5	
	330	0,7-1,0	
	500	1,4-2,0	
Газовые в туннеле и надземные	110	0,25	200 - 500
	220	1,2	
	330	3,0	
	500	6,5	
Гиперпроводящие	220	2,0	200 - 500
	500	4,0	
Сверхпроводящие со сверхпроводниками II рода	220	4	400 - 1000
	500	10	

Содержание лекции: потребители электрической энергии, требования, предъявляемые к системам электроснабжения.

Цель лекции: характеристика потребителей электроэнергии, изучение требований, предъявляемых к системам электроснабжения.

8.1 Негізгі терминдер мен анықтамалар

Электроснабжением называют обеспечение потребителей электроэнергией, *системой электроснабжения* – совокупность электроустановок, предназначенных для обеспечения потребителей электроэнергией. Система электроснабжения может быть определена и как совокупность взаимосвязанных электроустановок, осуществляющих электроснабжение района, города, предприятия (организации). **ЭНЕРГИИ**

Потребитель – предприятие, организация, территориально обособленный цех, строительная площадка, квартира, у которых приемники электроэнергии присоединены к электрической сети и используют электрическую энергию.

Приемник электроэнергии – устройство (аппарат, агрегат, установка, механизм), в котором происходит преобразование электрической энергии в другой вид энергии (или в электрическую, но с другими параметрами) для ее использования.

Система электроснабжения общего назначения – совокупность электроустановок и электрических устройств энергоснабжающей организации, предназначенных для обеспечения электрической энергией различных потребителей.

8.2 Электрэнергия тұтынушыларының негізгі топтары

В зависимости от выполняемых функций, возможностей обеспечения схемы питания от энергосистемы, величины и режимов потребления электроэнергии и мощности, особенностей правил пользования электроэнергией потребителей электроэнергии принято делить на следующие основные группы:

- промышленные и приравненные к ним;
- коммунально-бытовые;
- электрифицированный транспорт;
- производственные сельскохозяйственные.

Промышленные предприятия потребляют от 30 до 70% электроэнергии. Значительный разброс промышленного потребления определяется индустриальной развитостью и климатическими условиями различных стран; для индустриально развитых стран характерны количественные значения данного энергопотребления 50-70%. В данную группу входят предприятия машиностроения, черной и цветной металлургии, химической промышленности, стройматериалов и многих других производств.

Суммарные установленные мощности электроприемников и соответствующие им электрические нагрузки промышленных предприятий изменяются весьма в широких пределах, ориентировочно от единиц мегаватт (металлообработка, мелкое машиностроение и т.п.) до 300-500 МВт и более (крупное машиностроение, черная металлургия, электролиз алюминия и иных цветных металлов). Вместе с тем для основной части предприятий характерны мощности в пределах 30-150 МВт.

Электроснабжение коммунально- бытовых потребителей. К данной группе относится широкий круг зданий, расположенных в жилых районах городов и населенных пунктов. Это – жилые здания, здания административно-управленческого назначения, учебные и научные заведения, магазины, здания здравоохранения, культурно-массового назначения, общественного питания и т.п. Установленная мощность электроприемников в жилых и

общественных зданиях (в зависимости от типа, количества этажей и жилых секций) составляет от 100-200 кВт до единиц мегаватт.

Основными типами современных электроприемников зданий данного назначения являются приборы электрического освещения, нагревательные приборы (плиты, отопление, горячая вода), холодильники и морозильники, кондиционеры воздуха и различные приборы электронного типа (аудио-видеотехника, и т.п.). Преобладание ламп накаливания в осветительных установках и электроприемников нагревательного типа определяют высокие значения коэффициентов мощности на вводах в здания (0,9-0,95) в часы суточных максимумов нагрузок.

Электроснабжение электрифицированного транспорта. Выпрямительные подстанции электротранспорта на постоянном токе (городской, промышленный, междугородний) и понижающие подстанции междугороднего электротранспорта на переменном токе питаются электроэнергией от электрических сетей электроэнергетических систем. Соответственно подстанции городского электротранспорта (трамвай, троллейбус, метрополитен) располагаются на территориях городов и являются потребителями электроэнергии городских сетей. Понижающие подстанции междугороднего транспорта, питающиеся непосредственно от электрических сетей энергосистем, как правило, также располагаются на территории или вблизи населенных пунктов. Понижающие подстанции междугороднего электротранспорта питаются по сетям 35-110-220 кВ.

Системы электроснабжения электрического транспорта должны иметь высокую надежность электроснабжения.

Электроснабжение сельского хозяйства. Система электроснабжения сельского хозяйства включает питание электроэнергией всех потребителей, располагающихся на территории сельскохозяйственных районов. Это - электроснабжение всех видов сельскохозяйственных производств, а также комплексов коммунально-бытовых потребителей сельских населенных пунктов. Примерами потребителей электроэнергии в данной области

являются животноводческие, птицеводческие, зернообрабатывающие комплексы, зерно- и овощехранилища, парниковые установки, а также жилые здания, медицинские, торговые, культурно-образовательные учреждения и т.п. Электрические нагрузки отдельных потребителей изменяются в весьма широких пределах: от единиц киловатт для малоэтажных зданий до единиц мегаватт для животноводческих и зернообрабатывающих комплексов.

Питание электроэнергией сельскохозяйственных потребителей осуществляется преимущественно от подстанций 35-110 кВ.

8.3 Электрмен жабдықтау жүйелеріне қойылатын негізгі талаптар

По надежности электроснабжения в соответствии с требованиями ПУЭэлектроприемники разделяют на три категории.

К *I категории* относят электроприемники, перерыв в работе которых может представлять опасность для жизни *людей*, причинить значительный ущерб народному хозяйству, вызвать повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, нарушение сложного технологического процесса, функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Примеры электропотребителей I категории: котлы-утилизаторы, насосы водоснабжения и канализации, газоочистки, приводы вращающихся печей, печи с кипящим слоем, газораспределительные пункты, станы непрерывной прокатки, водоотлив, подъемные машины, вентиляторы главного проветривания, вентиляторы высокого давления и обжиговые, аварийное освещение.

Из состава I категории выделяют особую группу электроприемников бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства в целях предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования. В качестве примеров электроприемников особой группы для черной металлургии можно

назвать электродвигатели насосов водоохлаждения доменных печей, газосмесительные станции воздухонагревателей, насосы испарительного охлаждения основных технологических установок.

Во *II категории* входят электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормально деятельности значительного числа городских и сельских жителей.

К *III категории* относят все остальные электроприемники, не подходящие под определения I и II категорий. Это главным образом различные вспомогательные механизмы в основных цехах, цехи несерийного производства.

Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Перерыв в их электроснабжении при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания от другого (на время действия АВР).

Независимым источником питания называется источник, на котором сохраняется регламентированное напряжение при исчезновении его на другом или других источниках питания. К числу независимых источников питания относятся две секции или системы шин одной или двух электростанций и подстанций при одновременном соблюдении двух условий:

- 1) каждая из секций или систем шин в свою очередь имеет питание от независимого источника;

- 2) секции (системы) шин не связаны между собой или имеют связь, автоматически отключающуюся при нарушении нормальной работы одной из секций (систем) шин.

Электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания.

При нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания с помощью дежурного персонала или выездной оперативной бригады.

ЛЕКЦИЯ 2. УРОВНИ (СТУПЕНИ) СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Для электроприемников III категории электроснабжение может быть от одного источника питания при условии, что перерывы, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не более одних суток.

Главная понизительная подстанция считается одним источником, если питается по одной двухцепной линии, и двумя источниками, если питается по двум одноцепным линиям (на разных опорах) или по двум кабельным линиям, проложенным по разным трассам. ТЭЦ можно принять за несколько источников питания, если при выходе из строя генератора или при аварии на секции остальные секции (генераторы) продолжают работать.

Отдельная трасса для кабельной линии – это отдельные (самостоятельные) траншея, блок, туннель (для последнего случая отдельной трассой можно назвать прокладку в трехстенном туннеле). Электроснабжение потребителей I категории должно осуществляться от двух независимых источников по отдельным трассам.

Категории – одно из ключевых условий, определяющих схему электроснабжения.

Әдебиет тізімі

1 Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1989.

2 Электрические системы: Электрические сети /Под ред. В.А. Веникова.- М.: Высшая школа, 1997.

3 Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях: Учеб. пособие для электроэнергетич. спец/ Под ред. В.А. Строева.- М.: Высш. шк., 1999.

4 Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети: Учебное пособие для электроэнергетических спец. вузов. – СПб.: Издательство Сизова М.П., 2001.

5 Герасименко А.А. Передача и распределение электроэнергии: Учеб. пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2006.

6 Лыкин А. В. Электрические системы и сети: Учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2008.

7 Соколов С.Е, Сажин В.Н, Н.А. Генбач Н.А. Электрические сети и системы. Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2010.

Мазмұны

Кіріспе

1 лекция. Общая характеристика систем передачи и распределения электроэнергии

2 лекция. Классификация электрических сетей. Требования к электрическим сетям

3 лекция. Конструкции основных элементов воздушных линий электропередачи

4 лекция. Основные сведения о конструкции кабельных линий

5 лекция. Передача электроэнергии на расстояние

6 лекция. Управление электроэнергетическими системами

7 лекция. Новые способы передачи электроэнергии

8 лекция. Основные сведения о системах электроснабжения

Әдебиет тізімі

Св. план 2013 г поз. 230