

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты
Энергетика кафедрасы

Қуатова Ақерке Қуанышқызы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«“Алайғыр” қосалқы станциясын электр энергиясымен қамту үшін электр
беріліс желісін таңдау»
тақырыбына

5В071800 Электроэнергетика

Алматы 2019

**Дипломдық жұмысты даярлау
КЕСТЕСІ**

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Жетекшіге өткізу мерзімі	Ескерту
Кіріспе	02.04.2019 ж.	<i>КСҚ</i>
Теориялық-есептік бөлім	15.04.2019 ж.	<i>КСҚ</i>
Техника – экономикалық бөлімі	22.04.2019 ж.	<i>КСҚ</i>

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Экономика бөлімі	Дюсембекова Н.К. ғылыми жетекші Ph.D	06.05.2019	<i>Дюсембекова Н.К.</i>
Электрқауіпсіздік	Дюсембекова Н.К. ғылыми жетекші Ph.D	06.05.2019	<i>Дюсембекова Н.К.</i>
Норма бақылау	Бердібеков А.О. лектор	08.05.2019	<i>Бердібеков А.О.</i>

Ғылыми жетекші *Дюсембекова Н.К.* (Дюсембекова Н. К.)

Студент тапсырманы орындауға алды *Куатова А.К.* (Куатова А.К.)

Күні "01" . 04 2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Қуатова Ақерке Қуанышқызы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электрэнергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: “Алайғыр” қосалқы станциясын электр энергиясымен қамту үшін электр беріліс желісін таңдау.

Орындалды:

түсініктеме 53 бет

Қуатова А.Қ. дипломдық жұмысы “Алайғыр” қосалқы станциясын электр энергиясымен қамту үшін электр беріліс желісін таңдауға арналған. “Алайғыр” тау-кен байыту комбинатын электрмен жабдықтау үшін 220/110 кВ “Ақшатау” қосалқы станциясынан ұзындығы 142,51 км тізбекті электр беріліс желісі арқылы жеткізу болып табылады. Бұл жұмыс осы мәселені шешуге арналған. Сол үшін орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:

- Барлық желі түрлеріне бірдей талап қойылмаған;
- Тұрақты ток желілерінің пайдалану тәжірибесі жеткіліксіз.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және «өте жақсы» (95%) бағаға бағалап, ал жұмыстың авторы Қуатова Ақерке Қуанышқызы – «Электр энергетика» мамандығы бойынша техник және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

РЕЦЕНЗЕНТ

АЭЖБУ «Электр машиналары және электр жетегі» кафедрасының профессоры, техн. ғыл. докторы

П.И. Сагитов

«8» мамыр 2019 ж.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

8.05.2019

Дата



Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Қуатова Ақерке Қуанышқызы

Название: «Алайғыр» қосалқы станциясын электр энергиясымен камту үшін электр беріліс желісін таңдау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 8,2

Коэффициент подобия 2: 3,7

Тревога: 33

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

..... допустить к защите

..... 8.05.2019

..... [Signature]

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Куатова Акерке Куанышкызы

Название: «Алайғыр» қосалқы станциясын электр энергиясымен қамту үшін электр беріліс желісін таңдау.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:8,2

Коэффициент подобия 2:3,7

Тревога:33

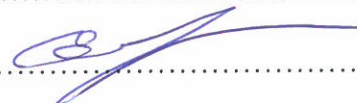
После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

20.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

ПІКІР

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Қуатова Ақерке Қуанышқызы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электрэнергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: “Алайғыр” қосалқы станциясын электр энергиясымен қамту үшін электр беріліс желісін таңдау.

Орындалды:

түсініктеме 53 бет

Қуатова А.Қ. дипломдық жұмысы “Алайғыр” қосалқы станциясын электр энергиясымен қамту үшін электр беріліс желісін таңдауға арналған. “Алайғыр” тау-кен байыту комбинатын электрмен жабдықтау үшін 220/110 кВ “Ақшатау” қосалқы станциясынан ұзындығы 142,51 км тізбекті электр беріліс желісі арқылы жеткізу болып табылады. Бұл жұмыс осы мәселені шешуге арналған. Сол үшін орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:

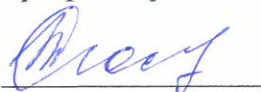
- Барлық желі түрлеріне талаптар бірінғай қарастырылмаған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және «өте жақсы» (93%) бағаға бағалап, ал жұмыстың авторы Қуатова Ақерке Қуанышқызы – «Электр энергетика» мамандығы бойынша техник және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші

«Энергетика» кафедрасының
профессоры, PhD докторы



қолы

Н.К.Дюсембекова

«8» мамыр 2019 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты
Энергетика кафедрасы

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ:
Энергетика кафедрa меңгерушісі
асс.профессор, PhD
Е.А. Сарсенбаев
« 10 » 05 2019 г.



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

«Алайғыр қосалқы станциясын электр энергиясымен қамту үшін электр
беріліс желісін таңдау» тақырыбына
071800 Электроэнергетика

Орындаған:

Куатова А.Қ

Пікір беруші
профессор, техн.ғыл.докторы

П.И. Сагитов

« 8 » 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші

доктор Ph.D, профессор.

Дюсембекова Н.К.

« 8 » маусым 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты
Энергетика кафедрасы

БЕКІТЕМІН
Энергетика кафедрa меңгерушісі
асс.профессор, PhD
Е.А. Сарсенбаев
«28» 01 2019 ж.



Дипломдық жұмысты даярлауға
ТАПСЫРМА

Студентке Қуатова Ақерке Қуанышқызы
Жобаның тақырыбы «Алайғыр қосалқы станциясын электр энергиясымен
камту үшін электр беріліс желісін таңдау»
Университет ректорының 2019 жылғы «01» 04 №1912-б бұйрығымен
бекітілген.

Орындалған жобаның өткізу мерзімі «29» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Арнайы бөлім
- б) Теориялық-есептік бөлім
- в) Техника – экономикалық салыстыру бөлімі
- г) Электрқауіпсіздік

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Сызбалық материалдар 14 слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 14 атау

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Арнайы бөлім	8
1.1	"Алайғыр" тау-кен байыту кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы	8
2	Теориялық-есептік бөлім	11
2.1	Электр беріліс желілері	11
2.2	Әуе электр беріліс желісі	12
2.2.1	Әуе желілерінің сымдарын таңдау	13
2.2.2	Әуе электр беру желілерін есептеу	14
2.2.3	Әуе желісіндегі кернеу шығындары және түсуін есептеу	18
2.2.4	Желілерді механикалық беріктілікке есептеу	19
2.2.4.1	Әуе электр беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау	22
2.2.4.2	Изоляторлардың санын есептеу	23
2.2.4.3	Желілердегі аспалардың беріктігін есептеу	24
2.3	Кабельдік желілер	26
2.3.1	Кабельдік желінің қимасын есептеу және таңдау	29
2.3.2	Желідегі шығындарды есептеу	33
2.4	Тұрақты тоқ желісі	35
2.4.1	Қима түрін және шығындарын есептеу	39
3	Техника – экономикалық бөлімі	42
3.1	Желідегі техника – экономикалық салыстыру есептері	42
4	Электрқауіпсіздігі	47
	Қорытынды	49
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	50
	Қосымшалар	

КІРІСПЕ

Бүгінгі таңда электр энергиясы барлық жерде қолданылатын энергияның негізгі нысаны болып табылады. Оның электр қуатының көздері мен тұтынушыларын байланыстыратын электр желілері арқасында оны кеңінен пайдалану мүмкін болды. Электр беру желілері (ЭБЖ) электр тасымалдау функциясын орындайды.

Электрэнергетиканың әлемдік қарқынды заманауи дамуы генерацациялау қуатының өсуімен, электр жіберілімдердің желі бойы ағын тығыздығының үлкейуімен және энергожүйенің құрылымдарының күшейе түсуімен мінезделінеді. Электржелілеріндегі техникалық құралдар мен конструкциясы, дамуы аталған талаптарға сай болуы керек және заманауи құрылғыларды, жаңа электржелілік технологияларды қолдану қажет. Бұл мәселен шешімі ретінде электр беріліс желілері мен өндірістің жаңа техника шығаруға дайындығын, жаңа техника түрлерін меңгеруге және техникалық қолданылу аумағындағы технологиялардың жаңа құрылысын пайдаланылуы қажет.

Қазақстанда электр энергиясын өндіруді әртүрлі меншік нысанындағы 138 электр станциясы жүзеге асырады. Электр станцияларының жалпы белгіленген қуаты 21901,9 МВт құрайды

Қазақстанда сәуір айына қарай электр энергиясы ағымдағы жылдың басынан 4-5% — ға және 2018 жылдың сәйкес кезеңімен салыстырғанда 8-9%-ға арзандады. 2019 жылдың қысқы айларында электр энергиясын тұтыну бір жыл ішінде 1% - ға өсті, өндіріс 4% - ға қысқарды.

ҚР ҰЭМ Статистика комитетінің мәліметтеріне сәйкес, электр энергиясын өндіру ағымдағы жылдың бірінші тоқсанының қорытындысы бойынша 28,1 млрд кВт·сағ құрады — өткен жылмен салыстырғанда 4,6% - ға кем. Құндық мәнде электр энергиясын өндіру, беру және тарату 286,2 млрд теңгеге түсті, бір жыл бұрын 13,9% - ға кем.

Қаңтар-ақпан айларында электр энергиясын өндіру 19 млрд кВт·сағ құрады-2018 жылдың сәйкес кезеңіне қарағанда 4% - ға аз. Өндірілген электр энергиясының жартысынан астамы Павлодар (40,2%, 7,6 млрд кВт·сағ) және Қарағанды (13,7%, 2,6 млрд кВт·сағ) облыстарына келді.

"Алайғыр" тау-кен байыту комбинаты электрмен жабдықтау үшін 220/110 кВ "Ақшатау" қосалқы станциясынан ұзындығы 142,51 км тізбекті электр беріліс желісі арқылы жүзеге асырылады. "Алайғыр" электрмен қамтамасыз ету барысында 110/6 кВ "Алайғыр" қосалқы станциясы қарастырылды. Осы қосалқы станцияға жеткізу беріліс желілерін екі түрлі токқа қарастырамыз, яғни айнымалы және тұрақты токқа. Олардын жеткізу айырмашылықтары мен артықшылықтарын салыстыру көзделген. "Алайғыр" тау-кен байыту комбинатын қолайлы және шығын түрі аз болатын электр беріліс желісімен жабдықтау.

1 Арнайы бөлім

1.1 "Алайғыр" тау-кен байыту кәсіпорынның қысқаша сипаттамасы

"Алайғыр" кен орны Қарағанды облысында, Қарқаралы және Шет аудандарының шекарасында, Қарағанды қаласынан оңтүстік-шығысқа қарай 130 км жерде орналасқан. Оңтүстік-батысқа 60 км қашықтықта Шет ауданының, Ақсу-Аюлы кентінің әкімшілік орталығы орналасқан. Қосалқы станциясының ауданындағы алаңның жер бедері тұрақты болып келеді.

Ұзақ мерзімді бақылау нәтижелері бойынша тасқын судың жоғары деңгейі орын алады, соның салдарынан жобалауды орындау кезінде 1 м алаңға қосымша себу қарастырылған. Қосалқы станцияны қоршау биіктігі 2,0 м металл торлы панельдерден жасалады. Қосалқы станциялар асфальтбетонды төсеммен және сыртқы магистральды қосатын кіреберіс жолдармен жұмыс істеуге арналған. Қарастырылып отырған аумақтың климаты күрт континенттік және құрғақ. Жылдың жылу уақытына (6 ай) ауа мен топырақтың жоғары температурасы, ауаның құрғауы, аздаған жауын-шашын тән. Суық жарты жылдықтың негізгі бөлігі-қатты қыс, қатты жел, боран және тұманды.

Осы зерттеу объектісі бойынша климаттың сипаттамасы Қарағанды метеостанциясы бойынша келтіріледі. Бақылаулар метеостанцияның толық типтік бағдарламасы бойынша жүргізіледі. Қосалқы станция алаңы биіктікте орналасқан. Қосалқы станциясының ауданындағы алаңның жер бедері қалыпты болып келеді. Геоморфологиялық тұрғыдан зерттелетін бөлік Қазақ ауданының ұсақ шоқысы аймағына ұштастырылған. Трассаның рельефі жартаc топырақтарының шығуымен күрделенген.

Қайта жаңғыртылып жатқан 110 кВ "Ақшатау" қосалқы станциясының ашық тарату құрылғысында және "Алайғыр" қосалқы станциясының алаңында уақытша ғимараттар мен құрылыстарды орналастыра отырып, құрылыс алаңдары түрлендіру көзделген.

110/6 кВ "Алайғыр" ҚС

Қосалқы станцияны ауданы 0,42 га жер учаскесі жобалау және салу. Алаңдағы топырақ саздық толтырғышы бар қоңыр түсті құмтас топырағымен ұсынылған. Фракция құрамы: қиыршық тас - 21,7%, дресва - 34,6%, саздақ толтырғыш - 43,7%. Сынықтар әлсіз, берік, темір тотықтарымен жабылған. Топырақ маңызы зор, толтырғыш жартылай тығыздалған. Жер асты суларының деңгейі 2,5 - 4,5 м тереңдікте ашылды. Объектіні байланыстыру координаталармен бекітілген бөлінген учаскенің шекарасынан орындалған. Қосалқы станция алаңында: 110 кВ жиынтық блоктық ашық тарату құрылғысы, сыйымдылығы 24 м³ май жинағыш, реле қалқандарының үй-жайларымен біріктірілген КРУН-6 кВ модульдік ғимараты және т.б. орналастырылады. Жер үсті суларының су бұру учаскені тік жоспарлау

арқылы шешіледі. Қосалқы станцияның аумағы биіктігі 2,0 м металл тор қоршаумен қоршалады. Ең жоғары тұтынылатын қуатты және электрмен жабдықтау сенімділігінің санатын ескере отырып, қосалқы станцияларды орнатуға әрқайсысы 16 000 кВА қуаты бар екі ТДН16000/110 кВ трансформаторы қабылданады.

Қосалқы станцияда көп функционалды микропроцессорлық құрылғылар (МПК) негізінде релелік қорғаудың, автоматиканың, сигнал берудің қазіргі заманғы жүйесі қарастырылады. Реле қорғанысын құру принциптерін таңдау, қорғау логикасын және автоматиканы сипаттау РҚА негізгі жиынтығының құжатында келтірілген. Жобада қолданылған қайталама қосылыстардың сызбалары МПК принциптік схемалар негізінде орындалған және РҚА негізгі жиынтығының құжатында келтірілген.

Желіден өтетін атмосфералық асқын кернеулердің толқынынан қосалқы станциялық жабдықты қорғау бүкіл трассада найзағайдан қорғау арқанын аспаппен жүзеге асырылады. Желі оқшауламасын кері жабулардан қорғау тіректерді жерге тұйықтау арқылы жүзеге асырылады. Қиылысатын құрылыстарды қорғау ҚР ЭҚЕ сәйкес орындалады. Тіректердің жерге тұйықтау құрылғыларының кедергі шамалары топырақтың меншікті кедергісіне байланысты қабылданған. Болатқа топырақтың жоғары коррозиялық белсенділігіне байланысты тіректердің жерге тұйықтау құрылғылары диаметрі 16 мм дөңгелек болаттан жасалады.

Жобалақ құжаттама Қазақстан Республикасының қолданыстағы нормативтік құжаттарына және төмендегі құқықтық және нормативтік актілерге негізделіп анықталды:

– ҚР ҚН 1.02-03-2011 құрылысқа арналған жобалау құжаттамасын әзірлеу, келісу, бекіту тәртібі және құрамы.

– ГОСТ 21.101-97 жобалық және жұмыс құжаттамасына қойылатын негізгі талаптар.

– 13865ТМ-Т1 35 - 750кВ кернеумен ауыспалы токтың ҚС технологиялық жобалау нормалары. Қазақ4.

– 407-03-456.87 қосалқы станцияның 6...750кВ кернеуіндегі принципіалды электрлік тарату құрылғыларының сұлбалары.

– ҚЖРК 3.02-12-2001 кернеуі 0,4 – 1150 кВ электр желілері үшін жер бөлу нормалары.

– Модельдік жоба 3.407.1-154 «35 - 750 кВ тіректердің біркелкі темірбетон тіректеріндегі топырақтарда бекіту».

– СНиП РК 5.04-18-2002 «Металл конструкциялары, жұмыс жасау және қабылдау ережелері».

– СНиП РК 5.04-23-2002 «Болат конструкциялары».

– ҚР электр қондырғыларының ережелері (20.03.2015)

– Электр энергиясын пайдалану ережелері (2015 жылғы 25 ақпандағы)

– ҚР Электржелілік ережелері (18.12.2014 ж.)

– Энергетикалық компаниялар үшін өрт қауіпсіздігі ережелері

220/110 кВ "Ақшатау" ҚС конструктивтік-құрылыстық шешімдері қосалқы станциялардың барлық құрылыстарын жабдықпен және жалпы құрастырумен блоктарды құрастыру жоспары бойынша электр техникалық шешімдерге сәйкес әзірленген. Техникалық шешімдер, климаттық, геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлар мен құрылысты жүзеге асыру шарттары қосалқы станциялардың құрылыстарында энергетикалық құрылыс номенклатурасы бойынша жинақталған темір-бетон біріздендірілген элементтерді қолдануға мүмкіндік берді.

110/6 кВ "Алайғыр" ҚС конструктивті-құрылыстық шешімдері қосалқы станциялардың барлық құрылыстарын жабдықпен және жалпы құрастырумен блоктарды құрастыру жоспары бойынша электр техникалық шешімдерге сәйкес әзірленген. Техникалық шешімдер, климаттық, геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлар мен құрылысты жүзеге асыру шарттары қосалқы станциялардың құрылыстарында энергетикалық құрылыс номенклатурасы бойынша құрама темір-бетон және металл біріздендірілген элементтерді қолдануға мүмкіндік берді.

Топырақ жағдайлары бойынша инженерлік-геологиялық деректер және ҚНЖЕ 2.01.191-2004 "Құрылыс конструкцияларын коррозиядан қорғау" негізінде нөлдік циклдің барлық құрама темірбетон элементтері МемСТ 22266-94 бойынша сульфатқа төзімді цементке W-4-тен төмен емес су өткізгіштігі бойынша бетоннан жасалуға тиіс, кейіннен барлық бетіне ХП-734 лак екі қабат жағылады. Барлық темірбетон конструкцияларының бетон маркасы аязға төзімділігі бойынша F75-тен төмен болмауы тиіс.

2 Теориялық-есептік бөлім

2.1 Электр беріліс желілері

Электр беру желісі- электр желісінің құрамдас бөліктерінің бірі, электр тогы арқылы электр энергиясын беруге арналған энергетикалық жабдық жүйесі. Сондай-ақ осындай жүйе құрамындағы электр станциясы немесе қосалқы станция шегінен шығатын электр желісі. ЭБЖ бойынша ақпаратты жоғары жиілікті сигналдардың көмегімен береді. Олар диспетчерлік басқару, телеметриялық деректерді, релелік қорғау сигналдарын және аварияға қарсы автоматиканы беру үшін пайдаланылады.

Электр беру желісі(ЭБЖ), сымдардан немесе кабельдерден, сондай-ақ электр энергиясын беруге және таратуға арналған тірек, оқшаулаушы және қосалқы құрылғылардан тұратын құрылыс. ЭБЖ ажырата отырып, оларды оқшауланбаған әуе сымдары, жер бетінен тіректерде көмегімен изоляторлары іледі, және де жер асты ЭБЖ электр кабельдер, жер астында немесе суға тереңдетіліп орындалады. ЭБЖ кернеуі оның ұзындығымен және ол бойынша берілетін қуатпен анықталады: төмен (1 кВ дейін), орташа (3-35), жоғары (110-220), аса жоғары (330-1000) және ультра жоғары (1000 кВ дейін) болуы мүмкін.

Ең көп таралған айнымалы тоқты әуе ЭБЖ болып табылады. Электр беріліс желісі магистральды және таратушы болып қарастырылады. Кернеуі 110 кВ және одан жоғары магистральдық ЭБЖ қуатты электр станцияларынан электр энергиясын беру үшін, сондай ақ торап ішіндегі энергия жүйелері мен электр станциялары арасындағы байланыс үшін қызмет етеді. Тарату ЭБЖ (35-150 кВ) электр энергиясын бөлу мен ірі аудан тұтынушыларын электрмен жабдықтау үшін және кернеуі 20 кВ және одан төмен желілер-тұтынушыларға электр энергиясын жеткізу үшін қолданылады. Тұрақты токтың әуе ЭБЖ (әдетте аса жоғары кернеулі) синхронды емес немесе әртүрлі жиіліктермен жұмыс істейтін энергия жүйелері арасындағы байланыс үшін, сондай-ақ энергия жүйесі жұмысының тұрақтылығын арттыру үшін, үлкен қуатты алыс қашықтыққа беру үшін қолданылады. ЭБЖ конструктивтік параметрлері (жер бетінен сымдар ілу биіктігі, көрші тіректер арасындағы және сымдар арасындағы қашықтық және т. б.) желінің номиналды кернеуіне, рельефке және жердің климаттық жағдайларына және т. б. түрлеріне байланысты.

ЭБЖ тіректері ағаш бағаналардан, темір-бетон және металл құрылымдардан жасалуы мүмкін. Көбінесе барлық ЭБЖ-да темір-бетон тіректерді қолданады (тек металл тіректерін пайдаланатын аса жоғары және ультра жоғары кернеуден басқа). Әуе желілерінде әдетте алюминий және болат алюминий сымдары қолданылады (болат сымдардан жасалған өзекшенің айналасында алюминийден жасалған сымдардың бірнеше қабаттарын орайды).

Жер асты ЭБЖ бір немесе бірнеше күштік кабельдерден, сондай-ақ жалғастырушы, соңғы және басқа да муфталар мен қосалқы құрылғылардан (май толтырылған және газ толтырылған кәбілдерде) тұрады. Олар негізінен елді мекендер мен өнеркәсіптік кәсіпорындардың аумағы бойынша электр желілерін төсеу кезінде қолданылады; сондай-ақ суасты кәбілдік желілер, әдетте, жоғары және аса жоғары кернеу бар, олар су қоймаларының түбі бойынша траншеяға, көбінесе жағалау аралдарының тұтынушыларын электрмен жабдықтау үшін теңіз түбі бойынша салынады. Мұндай желілер үшін пластмасса оқшауламасы бар арнайы су асты кабельдері кеңінен қолданылады.

2.2 Әуе электр беріліс желісі

Электр берудің әуе желілері, "ӘЖ" — бұл ашық ауада орналасқан құрылғылар. Яғни, сымдардың өздері ауа арқылы төселеді және арнайы арматураға (кронштейндер, оқшаулағыштар) бекітіледі. Бұл ретте оларды орнату бағандар бойынша да, көпірлер бойынша да, жол өтпелері бойынша да жүргізілуі мүмкін. Тек жоғары вольтты бағандар бойынша салынған желілерді "ӘЖ" деп есептеу міндетті емес.

Электр беру әуе желілерінің құрамына не кіреді:

- Негізгі-бұл сымдар.
- Траверсалар, олардың көмегімен сымдардың басқа тірек элементтерімен жанасуының мүмкін болмауы жағдайлары жасалады.
- Оқшаулағыштар
- Тіректердің өздері.
- Жерге қосу контуры.
- Найзағай тартқыштар
- Ажыратқыштар

Электр беру желісі-бұл жай ғана сымдар мен тіректер емес, көріп отырғанымыздай, бұл әр түрлі элементтердің айтарлықтай әсерлі тізімі, олардың әрқайсысы өзінің белгілі бір жүктемесін көтереді. Бұл жерде оптикалық талшықты кабельдерді және оларға қосалқы жабдықтарды қосуға болады. Әрине, егер ЭБЖ тіректері бойынша жоғары жиілікті байланыс арналары жүргізілсе. Электр беріліс желілері жер үстінде өте жоғары көтеріледі және оқшаулағыш материал ретінде ауа пайдаланылады.

ЭБЖ құрылысы, сондай-ақ оны жобалау, тіректердің конструктивтік ерекшеліктері электр қондырғыларын орнату ережелерімен, яғни ЭҚЕ, сондай-ақ әртүрлі құрылыс ережелері мен нормаларымен, яғни ҚНЖЕ-мен анықталады. Жалпы, электр беру желілерінің құрылысы-күрделі және өте жауапты іс.

Сымдар арасындағы оқшаулағыш ауа болып табылады. Сондықтан, кернеу жоғары болған сайын, сымдардың арасында үлкен қашықтық болуы

керек. ЭБЖ елді мекендердің жанындағы алқаптар арқылы өтеді. Сондықтан сымдар адамдар үшін қауіпсіз биіктікте ілінуі тиіс. Оқшаулағыш ретінде ауаның қасиеттері климат пен метеорологиялық жағдайларға байланысты. ЭБЖ құрылысшылары басым желдердің күшін, жазғы және қысқы температуралардың өзгеруін және т.б. ескеруі тиіс. Сондықтан әрбір жаңа ЭБЖ құрылысы ең жақсы трассаны, ғылыми зерттеулерді, модельдеуді, күрделі инженерлік есептерді және тағы басқа іздестірушілердің маңызды жұмысын талап етеді

Жоғары кернеулі сымдар өмірге қауіпті және оларды үйде, фабрикалар мен зауыттарда жүргізуге болмайды. Электр энергиясын тұтынушыға жеткізбес бұрын жоғары кернеулі ток төмендейтін қосалқы станцияларда төмендетіледі.

2.2.1 Әуе желілерінің сымдарын таңдау

Электр берілісінің әуе желілері (ЭЖ) үшін көп сымды алюминий және болат алюминийлі сымдар, сондай-ақ алюминий қорытпаларынан жасалған сымдар қолданылады. 110 кВ ЭЖ үшін, әдетте, болат алюминийлі сымдар қолданылады. Мыс немесе басқа сымдарды қолдану техникалық-экономикалық есептеулермен негізделуі тиіс.

110 кВ дейінгі кернеулі ЭЖ үшін қазіргі уақытта өздігінен жүретін оқшауланған сымдары кеңінен таралып келеді. ӨОС үшін болат алюминийлі сым немесе беріктігі жоғары алюминий қорытпасынан жасалған сым қолданылады. Оқшаулама ретінде тігілген полиэтилен қолданылады.

Кернеуі 110 кВ ЭЖ сымдарының қимасын таңдау техникалық-экономикалық есептеулер негізінде жүргізіледі. Кернеуі 110 кВ дейінгі ЭЖ жобалау кезінде сым қимасын таңдау нормаланған жалпылама көрсеткіштер бойынша жүргізіледі. Мұндай көрсеткіштер ретінде j_n тогының экономикалық тығыздығының нормаланған мәндері қолданылады.

Экономикалық тығыздығы берілген жүктемені ЭЖ бойынша беру кезіндегі ең аз шығындарға сәйкес келеді.

ЭЖ келесі тексерулер жүргізеді: кернеуі 220 кВ дейінгі ЭЖ-нің Жоғарғы тексерулері кернеуді түсірмей-пайдаланудың бірінші жылынан бастап 3 жылда кемінде 1 рет; ЭЖ тіреулерін сыртқы тексеру – қажеттілігіне қарай (жергілікті нұсқаулықтар бойынша); кезектен тыс тексерулер – қалыпты жұмыс режимін бұзғаннан кейін (көктайпақтан, қатты ластануға ұшыраған учаскелердегі тұманнан кейін), сондай-ақ ЭЖ автоматты ажыратылғаннан кейін.

ЭЖ тексеру мерзімділігі мынадай: ағаш тіреулердің олардың шіру тереңдігін өлшей отырып жай – күйі (II сұрыпты қарағайлы ағаштан жасалған тіректер) – 3 жылда 1 рет; Металл тіреулердің және металл траверсалардың, темір бетон тіреулердің коррозиясы – 3 жылда 1 рет; топырақты ашумен металл басқыштардың коррозиясы (іріктеп) – 6 жылда 1 рет; құбырлы разрядтағыштардың оларды тіректерден түсіре отырып –

пайдаланудың алғашқы 2 жылында 1 рет және одан әрі 3 жылда 1 рет; темір-бетон тіректері 3 жылдан бастап; бұрандамалар мен анкерлік бұрандамалардың гайкалары (тартумен) – пайдаланудың алғашқы 2 жылында жылына 1 рет; сымдарды жалғаудың бұрандамалық және плашкалық ауыспалы қысқыштары – жылына 1 реттен кем емес; сымдардан жерге дейінгі қашықтық (габариттер) – ӘЖ пайдалануға қабылдау кезінде және одан әрі қажеттілігіне қарай, сымдардан қиылысу орындарында қиылысатын құрылыстарға дейін – ӘЖ қиылысатын құрылыстарды пайдалануға қабылдау және қайта құру кезінде.

Кернеуі 110 кВ ӘЖ-де тартылған және аспалы гирляндальдардың фарфор оқшаулағыштарының электр беріктігін өлшеуді пайдаланудың бірінші жылында және одан әрі 6 жылда кемінде 1 рет жүргізеді.

ӘЖ қарау кезінде мыналарға назар аудару қажет: сымдар желісінің үзілуі мен балқытылуы; сымдар мен тростарға бөгде заттардың лақтырылуы; оқшаулағыштардың сынуы, күйлері мен жарықтары; тіректердің жай-күйі, еңісі, бандаждар мен жерге тұйықтау құламаларының бүтіндігі; сымдардың ұшқындауы мен сиретілуі; ажыратқыштардың, коммутациялық аппаратураның және төмен түсірудегі кәбілдік муфтаалардың қосылыстарының жай-күйі; тіректердегі сақтандырғыш плакаттардың және басқа да тұрақты белгілердің жай-күйі.; металл тіректердегі бұрандамалар мен гайкалардың болуы, жекелеген элементтердің, дәнекерленген жіктер мен тойтарма шегелердің тұтастығы; темір бетон тіректері мен омарталар тіректерінің жай-күйі; трассаның тазалығы (сымдарға қатысты және ӘЖ құлау қаупі бар ағаштар; бөгде заттар, құрылыстар және т. б.); күзет аймағындағы құрылыс және басқа да жұмыстардың келісімінсіз өндіріс. Аралау кезінде анықталған ақаулар аралау парағында белгіленеді және авариялық сипаттағы жағдайларда дереу жойылады.

2.2.2 Әуе электр беру желілерін есептеу

110 кВ кернеулі электрлік тораптар негізінен әуе электр беріліс желісінің жалғануы түрінде жобаланады (ӘБЖ). Осы кезде, өте маңызды – жергілікті жердің рельефін және бар ғимараттарды ескеруіміз қажет.

Желінің тоғын анықтаймыз, ол желінің қуаты мен кернеуі арақатынасы арқылы табылады:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} \quad (2.2.1)$$

$$I = \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 84 \text{ A}$$

Есептік ток, А:

$$I_e = \alpha_i \alpha_T I \quad (2.2.2)$$

$$I_e = 1.05 \cdot 1 \cdot 84 = 88.2 \text{ A}$$

мұндағы I – максималды жұмыс тогы,

α_i – желінің эксплуатация жылдары бойынша жүктеменің өзгеруін ескеретін коэффициент,

α_T – желінің максималды жүктемені қолдану сағаттарын ескеретін коэффициент.

110 кВ әуе желісі үшін $\alpha_i = 1.05$ қабылданады, α_T – максималды жүктелу коэффициентіне тәуелді анықталады.

Сымның қимасы ток тығыздығына байланысты есептеледі. Сымдар мен кабелдердің қималарын экономикалық таңдау қазіргі уақытқа дейін тоқтың экономикалық тығыздығы бойынша кестесі бойынша жүргізіледі. Бұл кесте 50-ші жылдардың басында ұсынылған болатын. Онда тек қана капиталды шығындар ғана емес электрэнергияның шығындары да есептелді. Бұл кестені енгізгенге дейін көңіл тек капиталды шығындарға ғана бөлінді, ал энергия шығындары көп жағдайда ескерілмеді немесе жобалаушыға байланысты болды.

Таңдалған қима:

АС 120/27

Таңдалған сымдарға тәж бойынша сәйкес келуіне тексеру.

Желінің бастапқы кернеулігі, В/м:

$$E_0 = 30.3m \left(1 + \frac{0.289}{\sqrt{r_{\text{СЫМ}}}} \right) \quad (2.2.3)$$

мұндағы $m=0.82$

Желінің тәжделу кернеулігі, В/м:

$$E = \frac{0.354 \cdot U_{\text{НОМ}}}{r_{\text{СЫМ}} \cdot \lg \frac{D_{\text{ОРТ}}}{r_{\text{СЫМ}}}} \quad (2.2.4)$$

$$1.07 \cdot E \leq 0.9 \cdot E_0$$

шарты орындалу керек, орындалмаған жағдайда таңдалған сымдар жарамайды.

$$E_0 = 30.3 \cdot 0.82 \left(1 + \frac{0.289}{\sqrt{0.77}} \right) = 33 \text{ кВ/см}$$

$$E = \frac{0.354 \cdot 110}{0.77 \cdot \lg \frac{500}{0.77}} = 16.8 \text{ кВ/см}$$

$$17.9 \leq 29.7$$

Кернеуі 110 кВ әуе электр беріліс желісінің салыстырмалы параметрлері анықталады.

Сымның параметрлері келесідей анықталады

Меншікті активті кедергі, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (2.2.5)$$

$$r_0 = \frac{31.52}{120} = 0.26 \text{ Ом/км}$$

Сымның радиусы, мм

$$r_{\text{сым}} = \frac{D_{\text{сым}}}{2}. \quad (2.2.6)$$

$$r_{\text{сым}} = \frac{1.54}{2} = 0.77 \text{ см}$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0.144 \cdot \lg \left(\frac{D_{\text{орт}}}{r_{\text{сым}}} \right) + 0.0157 \quad (2.2.7)$$

$$x_0 = 0.144 \cdot \lg \left(\frac{500}{0.77} \right) + 0.0157 = 0.4 \text{ Ом/км}$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b_0 = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{орт}}/r_{\text{сым}})} \quad (2.2.8)$$

$$b_0 = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg\left(\frac{500}{0.77}\right)} = 2.512 \cdot 10^{-6} \text{ см/км}$$

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық мынаған тең

$$D_{\text{орт}} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (2.2.9)$$

$$D_{\text{орт}} = \sqrt[3]{5 \cdot 5 \cdot 5} = 5 \text{ м} = 500 \text{ см}$$

Кернеуі 110 кВ желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

Желінің активті кедергісі

$$R = r_0 \cdot l \quad (2.2.10)$$

$$R = 0.26 \cdot 142.51 = 37 \text{ Ом}$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$X_i = r_0 \cdot l. \quad (2.2.11)$$

$$X = x_0 \cdot l = 0.4 \cdot 142.51 = 57 \text{ Ом}$$

Желінің реактивті өткігіштігін келесідей есептеледі

$$B_i = b_0 \cdot l. \quad (2.2.12)$$

$$B = b_0 \cdot l = 2.512 \cdot 10^{-6} \cdot 142.51 = 357 \cdot 10^{-6} \text{ см}$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі

$$Q = \frac{1}{2} U_{\text{ном}}^2 \cdot B \quad (2.2.13)$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 357 \cdot 10^{-6} = 2.1 \text{ МВар}$$

Желідегі активті, реактивті қуат шығындары есептеледі

Активті қуат шығыны, МВт

$$\Delta P = I^2 \cdot R \quad (2.2.14)$$

$$\Delta P = 84^2 \cdot 37 = 261072 \text{ Вт} = 0.2 \text{ МВт}$$

Реактивті қуат шығыны, МВар

$$\Delta Q = I^2 \cdot X \quad (2.2.15)$$

$$\Delta Q = 84^2 \cdot 57 = 402192 \text{ Вар} = 0.4 \text{ МВар}$$

Толық қуат шығыны, МВА

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P^2 + \Delta Q^2} \quad (2.2.16)$$

$$\Delta S = \sqrt{261072^2 + 402192^2} = 522230 \text{ ВА} = 0.5 \text{ МВА}$$

2.2.3 Әуе желісіндегі кернеу шығындары және түсуін есептеу

Кернеудің азаюы тізбектің басы мен соңының арасындағы геометриялық айырмаылықтың әртүрлілігі. Кернеудің азаюын құраушыны ΔU_i^n деп нағыз оське немесе кернеуге түсетін кернеу проекциясын айтады. Көп жағдайда кернеуді жоғалту деген сөзді қолданады. Егер көлденең құраушы аз болса, онда кернеуді жоғалту кернеудің азаюының көлденең құраушысы деп санауға болады. Электр жүйелерінің режимдерін есептеу қуат бойынша жүргізіледі, сондықтан кернеудің азаюын және оның құраушысын тізбектің қуат ағындары арқылы белгіленеді.

Максималды режим кезінде желінің бойлық ж/е көлденең шығындарын есептеу

Желінің бойлық шығынын келесі формула арқылы анықтаймыз:

$$\Delta U_i = \frac{P \cdot R + jQ \cdot X}{U_{\text{шин}}} \quad (2.2.17)$$

$$\Delta U_i = \frac{12.7 \cdot 37 + j16.4 \cdot 57}{110} = \frac{1151.4}{110} = 10.4 \text{ В}$$

мұндағы $U_{\text{шин}}$ – шинадан шығатын кернеу.

Желінің көлденең шығынын келесі формула арқылы табады:

$$\delta U_i = \frac{P \cdot X + jQ \cdot R}{U_1} \quad (2.2.18)$$

$$\delta U_i = \frac{12.7 \cdot 57 + j16.4 \cdot 37}{110} = \frac{542.6}{110} = 4.9\text{В}$$

Желідегі кернеу шығыны келесі формула арқылы анықталады

$$U_2 = U_1 - \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_1} - j \frac{P \cdot X + Q \cdot R}{U_1} \quad (2.2.19)$$

$$U_2 = 110 - 10.4 - j4.9 = 94.7$$

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (2.2.20)$$

$$\Delta U = 110 - 94.7 = 15.3$$

Желідегі электрэнергиясының шығыны

$$\Delta W = \Delta P \cdot T = 261072 \cdot 8760 = 2\,286\,990 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (2.2.21)$$

Электр беріліс желісінің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} \cdot 100\% = \frac{12.7 - 0.2}{12.7} \cdot 100\% = 98.4 \quad (2.2.22)$$

$$\eta = \frac{U_1 - \Delta U}{U_1} \cdot 100\% = \frac{110 - 15.3}{110} \cdot 100\% = 86.09 \quad (2.2.23)$$

2.2.4 Желілерді механикалық беріктілікке есептеу

Электр берілісінің желілерінің механикалық бөлігін жобалау электрмен жабдықтауды жобалаудың маңызды бөлігі болып табылады. ЭБЖ элементтерін дұрыс таңдаудан желілерді ұзақ мерзімді және қауіпсіз пайдалану, сәйкесінше тұтынушыларды сенімді және сапалы электрмен жабдықтауды қамтамасыз етеді.

ЭБЖ механикалық бөлігін жобалаудың негізгі кезеңдері ретінде аралық тіреулерді таңдау, сымдар мен найзағайдан қорғау арқанын механикалық есептеу, желілік арматураны таңдау, трасса профилі бойынша тіректерді

орналастыру және сымдардың монтаждық жебелерін есептеу қарастырылды.

"Алайғыр" тау-кен байыту комбинаты электрмен жабдықтау барысында қолданылатын деректер

ЭБЖ түрі: қоныстанбаған жерде өтетін, 110 кВ кернеулі әуе желісі.

Климаттық жағдайлары:

Қарастырылып отырған аумақтың климаты күрт континенттік және құрғақ. Жылдың жылу уақытына (6 ай) ауа мен топырақтың жоғары температурасы, ауаның құрғауы, аздаған жауын-шашын тән.

Суық жарты жылдықтың негізгі бөлігі-қатты қыс, қатты жел, боран және тұманды. Құрылыс үшін климаттық аудан-І, кіші аудан-ІВ.

Осы зерттеу объектісі бойынша климаттың сипаттамасы Қарағанды метеостанциясы бойынша келтіріледі. Бақылаулар метеостанцияның толық типтік бағдарламасы бойынша жүргізіледі.

Радиациялық теңгерім бір жылда шамамен 100 күн (жалпы бұлттылық бойынша). Күн радиациясының жалпы ағыны орташа жағдайда жылына 5131 МДж/м² құрайды. Күн радиациясының шашыраңқы үлесіне жылына 2118 МДж/м² келеді.

Бұлттылықтың орташа жағдайларында бір жылғы радиациялық теңгерім 1864 МДж/м² құрайды. күн сәулесінің ұзақтығы жылына орташа 2459 сағат.

Ауа температурасы:

- Орташа жылдық ауа температурасы 2,1 С;
- Қаңтар айының орташа айлық температурасы -18,1 С;
- Шілде айының орташа айлық температурасы + 19,4 С;
- Аязсыз кезеңнің ұзақтығы орта есеппен 132 күнді құрайды;
- Топырақтың қатудың нормативтік тереңдігі 205 см. Максималды-260 см дейін;
- Топырақта соңғы мұздату күні 13 мамыр, бірінші күзгі мұздату күні 22 қыркүйек.

Жауын-шашынның ең көп мөлшері жазғы уақытта орын алады . Бір жыл ішінде жауын-шашын жауу күндер саны 36. Бірінші қар жамылғысы орта есеппен 4 қарашада байқалады. Қар жамылғысының еруі, орташа есеппен 6 сәуірде болады. Қардың сақталу уақыты, орта есеппен 141 күн болады. Қар жамылғысының ең үлкен он күндік биіктігі-52 см, ең кіші-6 см. қысқы қардағы ең үлкен су қоры 88 мм.

Есептік климаттық жағдайлар олардың 10 жылда 1 рет қайталануын есепке ала отырып, төмендегідей тұрақтылар қабылданған:

- тайғақ қабырғасының қалыңдығы бойынша аудан-IV,
- көктайғақтың есептік қабырғасының қалыңдығы – 20 мм,
- жел бойынша аудан – V, - жел жылдамдығы -36 м/с (80 даН/м²),
- ауаның ең үлкен температурасы - + 42 ° С,
- ауаның ең аз температурасы -47°С,
- найзағайдың орташа жылдық ұзақтығы-40-тан 60 сағатқа дейін,
- атмосфераның ластану дәрежесі-IV

Желдің орташа жылдық жылдамдығы 4,5 м/с. Қыста оңтүстік-батыс, жазда солтүстік-батыс бағыттағы жел басым. Жылына толық тыныштық күндер саны 16-ға тең. Желдің ең жоғарғы нормативтік жылдамдық қысымы: 80 даН / м² (жел бойынша V аудан)

Атмосфералық құбылыстар:

- Тұман бар күндердің орташа саны - 26;
 - Найзағай бар күндердің орташа саны - 20;
 - Боранды күндердің орташа саны - 24;
 - Бұршақ бар күндердің орташа саны - 1;
 - Шаңды дауылды күндердің орташа саны - 17,5;
 - Көктайғақты күндердің орташа саны (сымдардың мұз қатуы)- 4;
 - Сымдардың мұз қату күндерінің орташа саны (түйіршікті аяз)- 2;
 - Дымқыл қар шөгінді күндердің орташа саны - 0,08;
 - Кристалды аязды күндердің орташа саны - 30;
 - Мұздың ең үлкен қалыңдығы: - 20 мм;
 - Мұздың шөгінділерінің орташа мәні-32г/м;
 - Ең суық тәуліктердің сыртқы ауа температурасы 0,98%- 42; 0,92%- 40;
- сондай-ақ, ең суық бес күндік 0,98%- 41; 0,92%- 37.
- Зерттелетін учаскенің жол-климаттық аймағы - IV.

2.2.3-кесте – АС-120/27 сымның физика-механикалық сипаттамалары

Қима, мм ² :	
алюминді бөлік	120
болат бөлігі	27
барлығы F	147
Сымның диаметрі d, мм	15,4
Сымдардың саны мен диаметрі, дана × мм:	
алюминий	30×2,2
болат	7×2,2
Сым салмағы G _п , даН/км	528
Меншікті салмақтан үлестік жүктемесі γ ₁ , даН/(м×мм ²)	3,71·10 ⁻³
Рұқсат етілген кернеу, даН / мм ²	
төмен температурада σ _t min	14,9
ең үлкен жүктеме кезінде σ _γ max	9,9

2.2.4.1 Әуе электр беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау

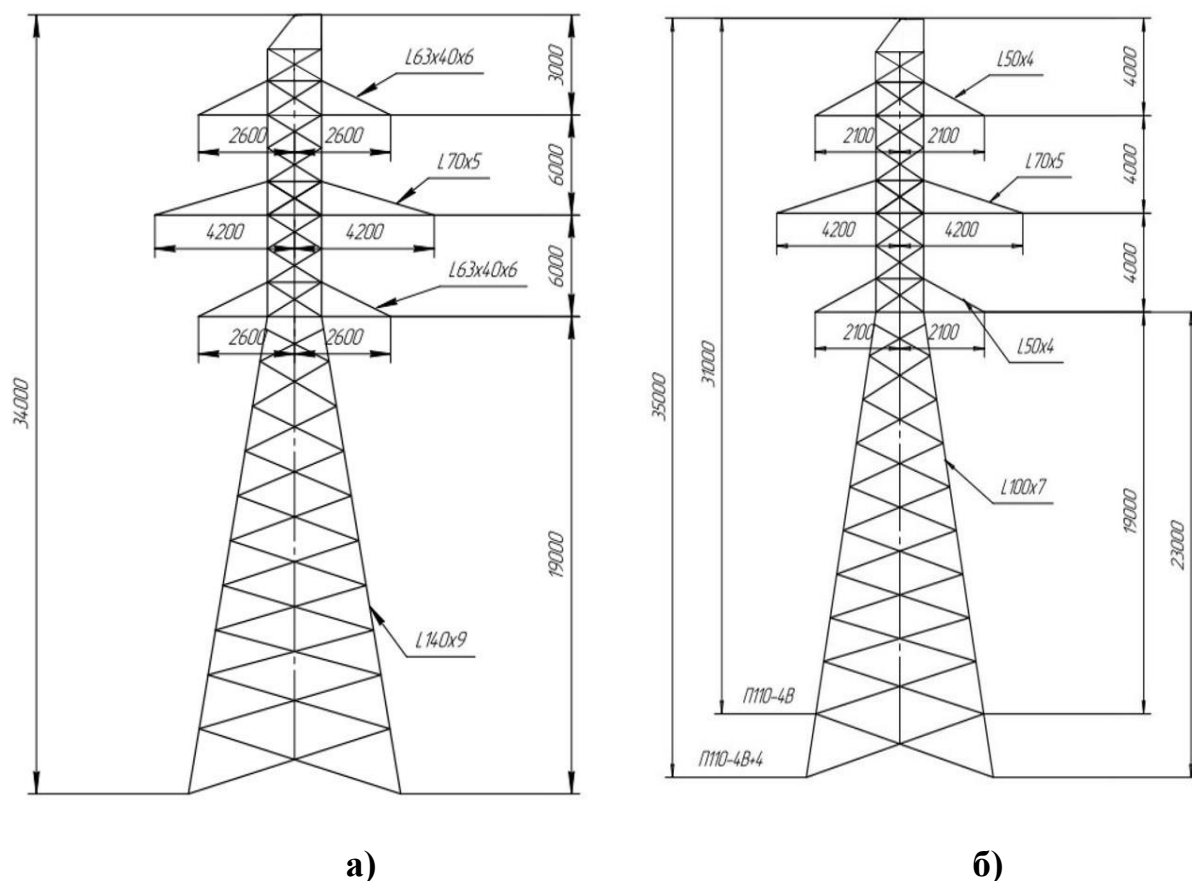
Есептелетін әуе электр беріліс желісінің номиналды кернеуі 110 кВ болғандықтан, техника – экономикалық көрсеткіш бойынша ең тиімді электр желісі үшін темірбетонды тіректер орнатылады. Темірбетонды тіректер жоғары механикалық беріктікке ие, ұзақ мерзімді қызмет атқарады. Пайдалану кезінде көп шығынды қажет етпейді. Оларды құруға кететін жұмыс шығыны, ағаш және металл тіректерге қарағанда бірнеше есе төмен. Темірбетонды тіректердің негізгі кемшілігі ауыр салмақтылығы. Бұл оны тасымалдау үшін көлік шығынның өсуіне әкеледі. Құру мен монтаждау кезінде үлкен жүк көтерімділікті арналған крандардың қолдануды қажет етеді.

Темірбетонды тіректерде созылу кезінде негізгі күш болат арматураға, сығылу кезінде-бетонға түседі. Болаттың және бетонның температуралық созылу коэффициенті шамамен бірдей болады, темірбетонда температура өзгерісі кезінде ішкі кернеулердің пайда болуын жояды.

Темірбетонның артықшылығы металл бөлігін коррозиядан берік қорғау болса, кемшілігі онда жарықтардың пайда болуы.

2.2.4-кесте –Тіректердің паспорттық мәліметері

Тіректің шифры	Тіректің түрі	Шифр стойки	Трос маркасы	Мырыш жабыны жоқ тіректің салмағы, кг	Мырыш жабынды тірегінің салмағы, кг
ПС110-10В	Аралық	Сц26.1-1.3	ТК-9,1	4869	5059
ПБ110-4В	Аралық	Ск26.1-1.3	ТК-9,1	3191	3316
У110-2	Анкерлік-бұрыштық	Ск26.1-1.3	ТК-9,1	7704	8002



2.2.1-сурет-Тізбекті кернеуі 110 кВ-қа арналған темірбетонды тіректің құрылымдық сұлбасы; а) ПС110-10В тірегі; б) ПБ110-4В тірегі.

2.2.4.2 Изоляторлардың санын есептеу

110 кВ әуе желілеріндегі қолдауға арналған изоляторлардың санын есептеу.

110 кВ әуе желілерін оқшаулағышты таңдау ҚР ЭҚЕ 9 тарауына сәйкес жүргізіледі.

Белгілі мәндер:

$\lambda_3 = 2,25$ см/кВ – ағу тоғының өту жолының ұзындығы;

$U = 110$ кВ – фазалар арасындағы ең жоғарғы кернеуі;

$K = 1.1$ – ПС70Е оқшаулағышы үшін ағып өту жолының ұзындығын пайдалану коэффициенті (ПУЭ РК табл.119).

Шыны конструкциялар оқшаулағыштың ағып өту ұзындығы келесі формула бойынша анықталады:

$$L = \lambda_3 \cdot U \cdot K \tag{2.2.24}$$

$$L = 2.25 \cdot 110 \cdot 1.1 = 311.85 \text{ см.}$$

Оқшаулағыштағы гирлянда санын келесі формула бойынша анықталады:

$$m = \frac{L}{L_{и}} \quad (2.2.25)$$

$$m = \frac{311.85}{30.3} = 10.9 \approx 11 \text{ шт}$$

мұндағы $L_{и} = 30,3$ см - ПС70Е оқшаулағышының ағып кету жолының ұзындығы.

ҚР ЭҚЕ 312-бабы бойынша (12 дана) оқшаулағыштардың саны 1-ге артық алынады.

2.2.4.3 Желілердегі аспалардың беріктігін есептеу

110 кВ әуе желісін ұстап тұратын және тартпалы аспалардың беріктігін есептеу

Бастапқы деректер:

$P = 7000$ даН-оқшаулағыштың электромеханикалық бұзу жүктемесі, даН;

$L_{\text{салмақ}} = 150$ м - әуе желіге өлшеуіш аралық;

$L_{\text{жел}} = 150$ м - әуе желісіндегі жел аралығы;

$P_7 = 2.892$ даН / м - жел кезіндегі мұз сымның салмағынан біркелкі жүктемесі (сымның жүйелі есептелуінен);

$P_1 = 0,521$ даН / м – сымның салмағынан бірлік жүктемесі (сымның жүйелі есептелуінен);

$G_T = 40$ даН / 53 даН – тіреу / тарту гирляндасының салмағы;

$\sigma_T = 14,9$ даН / мм² - ең үлкен жүктеме кезінде сымдағы кернеу;

$\sigma_3 = 7,47$ даН / мм² - орташа жылдық температура кезінде сымдағы максималды кернеу (сымның жүйелі есептелуінен);

$F = 140,6$ мм² – АС 120/27 сым қимасы;

Гирляндаларды ұстап тұратын оқшаулағыштар түрін таңдау

$$2,7 \times (P_7 \times L_{\text{вес}} + G_T) \leq P; \quad (2.2.26)$$

$$2,7 \times (2,892 \times 150 + 40) = 1279,26 \text{ даН} \leq 7000 \text{ даН};$$

$$5 \times (P_1 \times L_{\text{вес}} + G_T) \leq P; \quad (2.2.27)$$

$$5 \times (0,521 \times 150 + 40) = 590 \text{ даН} \leq 7000 \text{ даН}.$$

Керме гирляндалар үшін оқшаулағыштар түрін таңдау

$$2,7 \times \sqrt{(\sigma_r \times F)^2 + \left(\frac{P_7 \times L_{\text{всв}}}{2} + G_r\right)^2} \leq P \quad (2.2.28)$$

$$2,7 \times \sqrt{(14,9 \times 140,6)^2 + \left(\frac{2,892 \times 150}{2} + 53\right)^2} = 5703 \text{ даН}$$

$$5703 \text{ даН} \leq 7000 \text{ даН};$$

$$5 \times \sqrt{(\sigma_3 \times F)^2 + \left(\frac{P_1 \times L_{\text{всв}}}{2} + G_r\right)^2} \leq P. \quad (2.2.29)$$

$$5 \times \sqrt{(7,47 \times 140,6)^2 + \left(\frac{0,521 \times 150}{2} + 53\right)^2} = 5271 \text{ даН}$$

$$5271 \text{ даН} \leq 7000 \text{ даН}.$$

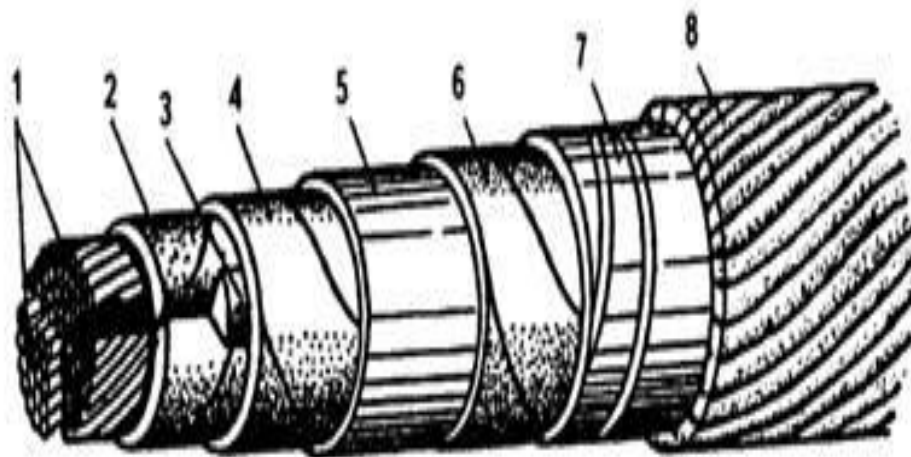
ПС70Е оқшаулағышының беріктігі ұстап тұратын және тартпалы гирлянданың талаптары қанағаттандырады және сәйкес келеді.

2.3 Кабельдік желілер

Кабель желісі-өзара оқшауланған және қоршаған ортадан оқшауламасы бар сымдар жүйесін айтамыз. Кабель желілері бекіту бөлшектері бар бір немесе бірнеше параллельді кабельдерден, ал май толтырылған кабельдік желілер үшін, бұдан басқа, қоректендіру аппараттары және май қысымының сигнал беру жүйесі бар электр энергиясын немесе оның жекелеген импульстерін беруге арналған желі. Бұл электр энергиясын, оның жекелеген импульстерін немесе оптикалық сигналдарын беруге арналған және қораптарда, иілгіш құбырларда, лотоктарда, роликтерде, тростарда, оқшаулағыштарда, еркін ілу арқылы, сондай-ақ тікелей қабырғалар мен төбелердің беті бойынша және құрылыс конструкцияларының қуыстары бойынша немесе басқа тәсілмен салынған бір немесе бірнеше параллель кабельдерден (сымдардан, ток өткізгіштерден) тұратын желі. Ток өткізгіш желілер, мыс немесе алюминий, бір сымды және көп сымды болуы мүмкін. Олар бір-бірінен және қабықшамен оқшауланады. Желілерді оқшаулау резеңкеден, пластмассадан немесе көбінесе сіңірілген кабельдік қағаздан жасалады.

Қалаларға жоғары кернеулі токты енгізу және оны электр төмендететін қосалқы станцияларға тарату үшін жер астында электр беріліс кабельдік желілері төселеді. Болашақта әуе электр беріліс желілер орнына кабельдік желілер көптеп қолданылады деп тұжырымдалды. Әуе желілерінің басты кемшілігі ретінде жоғары вольтты сымдардың айналасында, жердің магниттік өрісінен асып түсетін электромагниттік өріс пайда болады. Және бұл адам ағзасына қолайсыз әсер етеді. ЭБЖ бойынша берілетін кернеу мен ток күші ұлғайған сайын бұл болашақта үлкен қауіп төндіруі мүмкін. Қазір де ЭБЖ айналасында жағымсыз зардаптарды болдырмау үшін "оқшаулау жолақтарын" құруға тура келеді, ол онда қандай да бір құрылыс салуға тыйым салынады. Жер астында салынған кабельдік ЭБЖ жүздеген мың гектар жерді үнемдейді.

Қорғаныс қабығы кабель желілерінің оқшаулануын ылғал мен ауадан қорғайды және қорғасыннан, алюминийден, поливинилхлоридтен және жанбайтын резеңкеден жасалады. (2.3-сурет) Бронь салу және кабельдің майысуы кезінде қабықшаны зақымданудан сақтау үшін оған коррозияға қарсы битум құрамы сіңдірілген қорғаныш қабаты салынады. Таспалы болаттан немесе мырышталған сымнан жасалған бронь сыртқы механикалық әсерлерден қабықты қорғау рөлін атқарады. Сыртынан кабель синтетикалық немесе битум негізіндегі қорғаныс жабдығымен қорғалған.



2.3-сурет - Күштік кабелі сұлбасы

- 1-ток өткізетін желі; 2 - басқа желілерге қатысты желілерді оқшаулау;
3 - қағаз толтырғыш; 4 - қабықшаға қатысты желілерді оқшаулау;
5 - қорғаныс қабығы; 6 - қабықшаның қорғаныш қабаты;
7-болатты қабат; 8-сыртқы қорғаныс қабаты**

Электр беру желілерін дамыту кезінде оны пайдаланудың артықшылықтары даусыз. Мұндай күштік кабельдер жоғары және аса жоғары кернеу желілерін тұтынушылар қондырғыларына барынша жақындату мақсатында терең енгізулер ретінде электрмен жабдықтау жүйелерінде қолданылады. Сонымен қатар, мұндай кабельдер ірі гидро - және жылу электр станцияларынан қуаттарды шығаруға, сондай-ақ энергияны көп қажет ететін өндірістік кешендерді қоректендіруге арналған. 110-330 кВ кернеуге арналған кабельдер қалалар ішінде желілерді төсеу кезінде әуе электр беру желілерінің орнына, сондай-ақ трансформаторлық блоктардан ашық тарату құрылғыларына электр энергиясын беру үшін пайдаланылады.

Эксплуатациядағы ескі пайдаланудағы әуе желілері қалалар мен басқа жүйелер бүгінгі таңда электр энергиясын беруде ақаулар, кернеудің ажыратылуы мен іркілістеріне ұшырайды, одан тұтынушылар зардап шегеді. Әуе ЭБЖ-мен салыстырғанда кабельдік желілер көптеген артықшылықтарға ие.

Атап айтқанда:

- желі ұзындығының 100 км істен шығу саны іс жүзінде 10 есеге азаяды;
- өткізгіш тоқтан туындайтын электромагниттік өрістің кернеулігінің шамасы бес есе төмендейді, өйткені кабельдік жүйелер экрандалған;
- әуе ЭБЖ-ға тән жел және тайғақ жүктемелері сияқты құбылыстар толығымен алынып тасталады, өйткені электр энергиясын беруді ұзақ уақыт ажыратудан әлеуметтік және өндірістік салалар зардап шегеді, адамдар мен жануарлар жиі қаза болады;

– заманауи қалалардың экологиялық және эстетикалық құрамдастары жақсаруда.

Егер жоғарыда аталған барлық факторлардың артықшылықтарының жиынтығын ескеретін болсақ, онда бүгінгі таңда әуе ЭБЖ жоғары тиімділігі кабельді желілерді қолданумен толық өтелетін болады.

Әлемдік электротехниканы дамытудың барлық кезеңдерінде жоғары өткізу қабілеті бар кабельдік желілерді құру жоғары вольтты кабельдерді оқшаулаудың қажетті электр беріктігіне қол жеткізу бойынша елеулі қиындықтармен тежелді. Мұндай оқшаулама жоғары кернеуге шыдауы және кабель ұзындығының бірлігіне және оның сыртқы диаметріне массаның қолайлы параметрлерін бір мезгілде сақтай отырып, кабельдің ұзақ мерзімді сенімділігіне кепілдік беруі тиіс.

XX ғасырдың 70-ші жылдарында неғұрлым ыңғайлы оқшаулағыш материалдарды іздеу "тігілген" полиэтиленнен жасалған қатты оқшаулағышы бар кабельдерді жасау технологиясына (XPLE халықаралық белгіленуі) әкелді. 30 жылдан кем емес қызмет ету мерзімі кезінде жоғары электр беріктігі мен сенімділігінің, пайдаланудың, жөндеудің қарапайымдылығының және экологиялық тазалығының арқасында XPLE оқшауламасы бар жоғары вольтты кабельдер 35-тен 420 кВ дейінгі кернеу диапазонында бүкіл әлемде кең тараған болды.

ТМД-да алғаш рет "Южкабель" зауытында XLPE кернеулігі 6-дан 330 кВ дейінгі оқшауланған кабельдердің өнеркәсіптік өндірісі игерілген.

XLPE оқшаулаудың жаңа түрін ашатын мүмкіндіктерге қарамастан, айнымалы ток кабель желілері әуе желілерімен жүйеаралық байланыс ретінде бәсекелесуі мүмкін емес. Алайда мұндай КЖ урбанизацияланған аумақтардың ірі электр тұтыну тораптарына электр энергиясын жеткізудің нақты құралы болып табылады.

Электр беру желілері үшін кабельдер мен сымдар нарығы шын мәнінде түсініксіз және перспективалы болып табылады, ол төменвольтті таратқыштарымен қоса жоғары вольтты тарату желілеріне дейін. Бүкіл әлемде қазір электр қуаттарының тапшылығы сезілуде. Бұл ретте электр энергиясын тұтыну үнемі өсуде. Болжамдар бойынша, ЕО-ға мүше елдерде ол жылына орта есеппен 1,5% - ға өседі. Электр қуаттарының тапшылығы Қазақстанда да өсуде. Бұл нарық ауқымы, атап айтқанда, тек Еуропадағы 2020 жылға дейін электр тарату желілерін дамытуға 500 млрд. еуро инвестициялау керек. Электр беріліс желілерін сенімді пайдаланудың маңызды проблемасы олардың найзағай соққысымен зақымдануы болып табылады. Найзағай соққысынан қорғалған электр жеткізу желілері үшін сым өндірушілер нарықтың өз секторында маңызды бәсекелестік артықшылыққа ие болады. Жарияланымдарға қарағанда, мысалы, тарату төмен вольтты электр желілері мен желілерін жер асты кәбілдеріне орташа кернеуге (5-30 кВ) ауыстырудың объективті үрдісі бар. Дегенмен, бұл жоғары вольтты желілерге де қатысты. Бұл үрдісті, атап айтқанда, Ұлыбритания, Голландия, Германия және Скандинавия елдерінің электр желілері ұстанады. Жер асты

тарату желілеріне орташа кернеуге көшу 1980-1990 жылдары Солтүстік Еуропадағы күштік кабельдер қажеттілігінің қарқынды өсуін туындады.

Қазіргі уақытта кабель өнеркәсібінің көптеген көшбасшылары тігілген полиэтиленді (XLPE) пайдалана отырып, күш кабельдерінің құрылымдарын жетілдіру үшін энергия таратушы компаниялармен тығыз байланыста жұмыс істейді. Бұл жанудың таралуын кешіктіретін, кабель қабықтарын, ылғалдан қорғалған кабельдерді және т.б. дайындауға арналған жоғары сапалы материалдарды құруға алып келді. Нәтижесінде жоғары вольтты кабельдерді орнатуға ғана емес, аса жоғары вольтты XLPE-кабельдерді пайдалануға да шығындарды төмендету мүмкіндігі болды. Жоғары вольтты кабельдерді пайдаланудың табиғи перспективалық бағыты оларды тұрақты және айнымалы токтың су асты электр беру желілерінде қолдану болып табылады. Әлемдегі мұндай желілердің саны 30-дан асады, 2006 жылдың соңында Эстон мен Финляндияны қосатын және "Балтық сақинасының" соңғы бөлігі болып табылатын Estlink жүзкілометрлік жоғары вольтты кабель желісі іске қосылды. Бұл желі Эстониядағы 330 кВ электр станциясын Финляндиядағы 400-кВ станциямен байланыстырады. Жобаның құны 110 млн еуроны құрады.

Кабель жүйелерінің электр берілісінің әуе желілерінің алдында салмақты артықшылығы бар. Олар жинақы, аз орын алады, сонымен қатар қауіпсіз, сенімді және пайдалануға ыңғайлы. Сондықтан өндірістік кәсіпорындарда, қалалар мен ірі елді мекендерде электр желілерінің көп бөлігі кабель өнімдерін пайдалана отырып салынған.

Егер әлемдік динамика туралы айтатын болсақ, ол оң. 2017 жылдың қорытындысы бойынша кабель-өткізгіш өнімдерін өндіру 2016 жылдың сәйкес кезеңіндегі деректермен салыстырғанда 3,3% - ға артты. Анықталған үрдіс орама сымдарына (+3,3%), күштік алюминий (+4,3%) және мыс кабельіне (+3%), компьютерлік желілерге арналған кабель өнімдеріне (+2,8%) тән.

2.3.1 Кабельдік желінің қимасын есептеу және таңдау

Кабель (КЛ) - жерге (траншея) немесе арнайы конструкциялардағы ауаға төселетін қорғаныш герметикалық қабыққа салынған оқшауланған ток өткізгіш желілерден тұратын дайын зауыттық бұйым.

Күштік кабельдер конструктивтік орындалуы бойынша, желінің кернеуі бойынша, токтың экономикалық тығыздығы бойынша таңдалады. Жүктеменің максималды ұзақ тогы бойынша, қалыпты және апаттық режим кезінде кернеудің жоғалуы бойынша және қысқа тұйықталу кезінде термиялық тұрақтылыққа тексереді.

Кабельдің конструктивтік орындалуы бойынша таңдау-бұл кабель маркасын таңдау. Бұл таңдау кабельдің мақсатын және оны төсеу тәсілін ескере отырып жүргізіледі, кабель желілерінің саны мен материалы,

оқшаулама түрі, қорғаныс жабындарының конструкциясы және т. б. таңдалады.

Кабельдер олардың номиналды кернеуінен 15% асатын кернеу кезінде сенімді жұмыс істейді, бірақ кернеу бойынша кабельді таңдау кезінде шартты сақтау жеткілікті:

$$U_{\text{КЛном}} \geq U_{\text{ном}} \quad (2.3.1)$$

мұндағы $U_{\text{КЛном}}$ – кабельдің номиналды кернеуі, кВ;

$U_{\text{ном}}$ – қондырғыдан қоректенетін желінің номиналды кернеуі.

Экономикалық тығыздығы бойынша кабель қимасын таңдау әуе желісінің қимасын таңдауға ұқсас. ЭҚЕ кестелері бойынша таңдалған токтың экономикалық тығыздығы, КЖ жобаланатын аймаққа және кабельдің оқшаулануына байланысты болады.

Ол үшін КЛ ағымдағы есептік токты мына формулаға сәйкес анықтайды:

$$I_{\text{ес}} = \frac{S_{\text{max}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} \quad (2.3.2)$$

мұндағы S_{max} -осы КЛ-дан қоректенетін барлық тұтынушылардың ең жоғары жүктемесі, кВА, МВА;

$U_{\text{ном}}$ -номиналды кернеу, кВ;

Содан кейін ЭҚЕ кестесі бойынша токтың экономикалық тығыздығы – $j_{\text{ЭК}}$, А/мм² таңдап, КЖ экономикалық қимасын келесі формулаға сәйкес анықтайды:

$$F_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{расч}}}{j_{\text{ЭК}}} \quad (2.3.3)$$

мұндағы $I_{\text{расч}}$ -желідегі ағымдағы есептік ток, А;

$j_{\text{ЭК}}$ -токтың экономикалық тығыздығы, А/мм².

Бұдан әрі ПУЭ кестелері бойынша КЛ талдарының ең жақын стандартты қимасын таңдайды және теңсіздікке сәйкес апаттық режим бойынша таңдалған қиманы тексереді:

$$I'_{\text{длит.доп}} \geq I_{\text{ав}} \quad (2.3.4)$$

мұндағы $I'_{\text{длит.доп}}$ - кабель желісіндегі ұзақ рұқсат етілген ток, А;

$I_{\text{ав}}$ -желідегі апаттық ток, А.

Осы стандартты қима үшін ПУЭ кестелерінде ұзақ жол берілетін ток беріледі, бірақ бұл ток кабель желісін төсеу шарттарына түзетілуі тиіс:

$$I'_{\text{длит.доп}} = I_{\text{длит.доп}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (2.3.5)$$

мұндағы $I_{\text{длит.доп}}$ -стандартты қимаға сәйкес ПУЭ кестелерінен алынған ұзақ жол берілетін ток, А;

k_1 -жерде қатар салынған жұмыс істеп тұрған кабельдердің санына түзету коэффициенті;

k_2 -жер мен ауа температурасына байланысты кәбілдер үшін токтарға түзету коэффициенті;

k_3 -номиналды кернеу кезінде жұмыс істемейтін кәбілдер үшін түзету коэффициенті

Егер шарт орындалса, КЖ талсымдарының қимасы дұрыс таңдалғаны туралы айтады, әйтпесе КЖ талсымдарының қимасын бір сатыға жоғары ұлғайтады.

Белгілі болғандай, кабель қимасы тек қана оның максималды тогын қызып кетпей-ақ шыдау қабілеті бойынша таңдалады. Таңдаудың басқа өлшемі-оның ұзындығы. Электрқоректену жүйесінің кернеудің төмендеуі сияқты маңызды параметрі ұзындығына байланысты. Басқаша айтқанда, кабель желілеріндегі шығындар.

Таңдалған қима:

ПвПГ 300/70

Кернеуі 110 кВ электр беріліс желісінің салыстырмалы параметрлері анықталады.

Меншікті активті кедергі, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (2.3.6)$$

$$r_0 = \frac{31.52}{300} = 0.10 \text{ Ом/км}$$

Сымның радиусы, мм

$$r_{\text{сым}} = \frac{D_{\text{сым}}}{2}. \quad (2.3.7)$$

$$r_{\text{сым}} = \frac{6.73}{2} = 3.36 \text{ см}$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{D_{\text{opt}}}{r_{\text{сым}}} \right) + 0,0157. \quad (2.3.8)$$

$$x_0 = 0.144 \lg \left(\frac{500}{3.36} \right) + 0.0157 = 0.34 \text{ Ом/км}$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{opt}} / r_{\text{сым}})}. \quad (2.3.9)$$

$$b = \frac{7.58 \cdot 10^{-6}}{\lg \left(\frac{500}{3.36} \right)} = 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}$$

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық

$$D_{\text{opt}} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (2.3.10)$$

$$D_{\text{opt}} = \sqrt[3]{5 \cdot 5 \cdot 5} = 5 \text{ м} = 500 \text{ см}$$

Кернеуі 110 кВ желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

Желінің активті кедергісі

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (2.3.11)$$

$$R = r_0 \cdot l = 0.1 \cdot 142.51 = 14.251 \text{ Ом}$$

Желінің реактивті кедергісі

$$X = x_0 \cdot l \quad (2.3.12)$$

$$X = 0.34 \cdot 142.51 = 48.45 \text{ Ом}$$

Желінің реактивті өткізгіштігін келесідей есептеледі

$$B_i = b_0 \cdot l. \quad (2.3.13)$$

$$B = 3.1 \cdot 10^{-6} \cdot 142.51 = 441.7 \cdot 10^{-6} \text{ См}$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі

$$Q_{ci} = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_i. \quad (2.3.14)$$

$$Q = \frac{1}{2} U_{ном}^2 \cdot B = \frac{1}{2} \cdot 110^2 \cdot 441.7 \cdot 10^{-6} = 4.7 \text{ МВар}$$

2.3.2 Желідегі шығындарды есептеу

Желідегі активті, реактивті қуат шығындары есептеледі

Активті қуат шығыны, МВт

$$\Delta P = I^2 \cdot R \quad (2.3.15)$$

$$\Delta P = 84^2 \cdot 14.251 = 100555 \text{ Вт} = 0.1 \text{ МВт}$$

Реактивті қуат шығыны, МВар

$$\Delta Q = I^2 \cdot X \quad (2.3.16)$$

$$\Delta Q = 84^2 \cdot 48.45 = 341863.2 \text{ Вар} = 0.3 \text{ МВар}$$

Толық қуат шығыны, МВА

$$\Delta S = \sqrt{\Delta P + \Delta Q} \quad (2.3.17)$$

$$\Delta S = \sqrt{100555^2 + 341863.2^2} = 442418.2 \text{ ВА} = 0.4 \text{ МВА}$$

Желідегі кернеу шығыны келесі формула арқылы анықталады

$$U_2 = U_1 - \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_1} - j \frac{P \cdot X + Q \cdot R}{U_1} \quad (2.3.18)$$

$$U_2 = 110 - \frac{12.7 \cdot 14.251 + 16.4 \cdot 48.45}{110} - j \frac{12.7 \cdot 48.45 + 16.4 \cdot 14.251}{110} =$$

$$\begin{aligned}
&= 110 - \frac{180.9 + 794.58}{110} - j \frac{615.315 + 233.7164}{110} = \\
&= 110 - 8.8 - j3.4 = 101.14
\end{aligned}$$

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (2.3.19)$$

$$\Delta U = 110 - 101.14 = 8.86$$

Желідегі бір жыл ішіндегі электрэнергиясының шығыны

$$\Delta W = \Delta P \cdot T = 100555 \cdot 8760 = 880861 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (2.3.20)$$

Электр беріліс желісінің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} \cdot 100\% = \frac{12.7 - 0.1}{12.7} \cdot 100\% = 99.2 \quad (2.3.21)$$

$$\eta = \frac{U_1 - \Delta U}{U_1} \cdot 100\% = \frac{110 - 8.86}{110} \cdot 100\% = 91.94 \quad (2.3.22)$$

2.4 Тұрақты ток желісі

Әлемдік тәжірибеде айнымалы токпен электр энергиясын беру кеңінен таралған. Бірақ мұндай желілер бойынша беруге болатын қуат, әсіресе үлкен қашықтыққа, көптеген факторлармен шектеледі: тұрақтылық шарттары бойынша шекті қуатпен, өткізгіштерді қыздыру бойынша, тәжге және т. б. шығындармен.

Тұрақты токтың электр беру жүйесі анағұрлым тұрақты жұмыс істейді, ЭБЖ-дегі шығындар азаяды, электр станцияларының жұмысын синхрондау қажеттілігі жойылады. Бұл ретте жұмыс істеп тұрған электр станциялары мен трансформаторлық қосалқы станциялардың негізгі жабдықтарын ауыстыру талап етілмейді. Тұрақты токтың электр берілістерінде (ТТЖ) айнымалы токтың электр берілістеріне тән және өткізу қабілетін шектейтін көптеген факторлар аз. Тұрақты ток ЭБЖ бойынша берілетін шекті қуат айнымалы ток ЭБЖ-нен көп. ТТЖ және тұрақты ток ендірмелерін қолдану (ТТҚС-айнымалы токты тұрақты токқа және кейінгі тұрақты токты бастапқы немесе өзге жиілікке түрлендіруге арналған қосалқы станция) олардың ерекше техникалық сипаттамаларымен анықталады:

- ТТЖ (ТТҚС) көмегімен олардың әрқайсысында жиілікті тәуелсіз реттеу мүмкіндігін қамтамасыз ететін энергия жүйелері арасындағы синхронды емес байланыс жүзеге асырылады.

- ТТЖ (ТТҚС) арқылы әр түрлі номиналдық жиілікпен (50 және 60 Гц) немесе жиілікті қолдаудың әртүрлі идеологиясымен жұмыс істейтін энергия жүйелері біріктірілуі мүмкін;

- ТТЖ және ТТҚС түрлендіргіштерінің тез әсер ететін реттеуі қуат ағынының шамасын және бағытын іс жүзінде инерциясыз өзгертуге мүмкіндік береді, осының арқасында мұндай байланыс реттелмейтін қуат ағындарынан бос және берілген бағдарлама бойынша электр энергиясын беруді жүзеге асыруға қабілетті. Реттеу заңдары байланысқан энергия жүйелеріндегі режимнің (кернеу, жиілік деңгейлерінің) өзгеруінен тәуелсіз үлкен дәрежемен таңдалуы мүмкін. Қажет болған жағдайда арнайы реттеуіштер, мысалы, жиілікті ұстап тұру, субгармоникалық тербелістерді демпфирлеу, айнымалы ток пен т. б. параллельді ЭЖ тұрақтылығын арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін.;

- айнымалы токтың энергия жүйелерін біріктіру немесе ТТЖ (ТТҚС) арқылы энергия жүйесіне қосымша қуатты енгізу ҚТ токтарының ұлғаюына әкелмейді;

- ұзын ЭЖ үшін орнықтылықтың бұзылу шарттары бойынша берілетін қуаттың шектеулері жоқ.

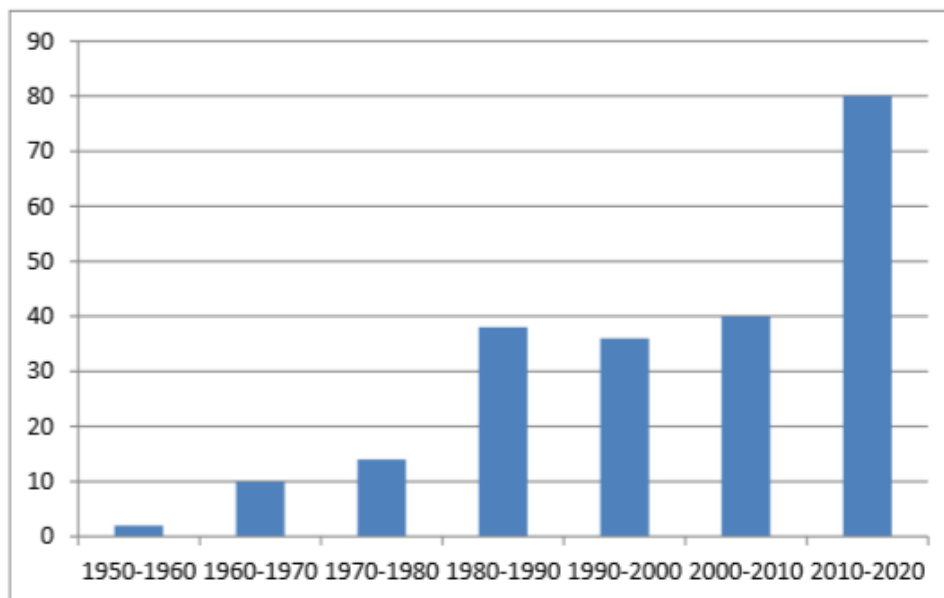
- әуе және кабель желілері үшін жүктемелердің техникалық шектері тек жылу режимінің шарттарымен анықталады; тұрақты ток желісінің айнымалы токтың ЭБЖ-мен салыстырғанда желі трассасы үшін жерді оқшаулаудың 1,5 есе аз аймағы болады;

– ТТЖ айнымалы токтың ЭБЖ-мен салыстырғанда сенімділік бөлігінде елеулі артықшылыққа ие, өйткені ТТЖ екі полюстерінің бір уақытта ажыратылу ықтималдығы үш фазалы желінің ажыратылу ықтималдығынан төмен;

– Кең су бөгеттері (40-50 км астам) арқылы электр энергиясын беру кезінде су асты кабельдері бар ТТЖ қолдану өте қолайлы.

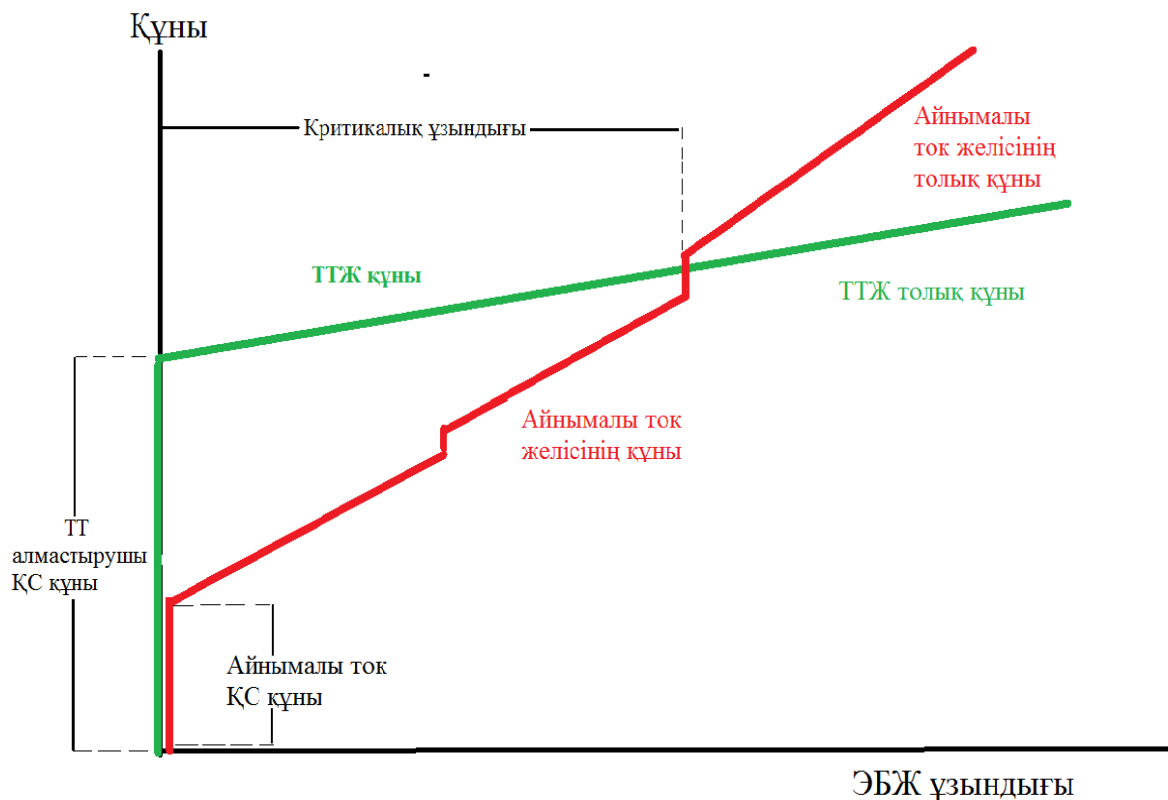
Егер желінің ұзындығы үлкен болатын болса, онда тұрақты токты қолдану тиімді болады және беру кезінде электр энергиясының шығыны аз болады. Тұтынушылар ток енгізер алдында, оны қайтадан айнымалы токқа өзгертеді.

Жоғары кернеулі тұрақты токпен электр қуатын беру өткен ғасырдың 50-ші жылдарынан бастап өнеркәсіптік ауқымда дамыды және іске асырылады. Соңғы жылдары әлемдік энергетикадағы тұрақты ток (ТТЖ және ТТҚС) берілістері мен ендірмелері жобаларының саны айтарлықтай өсті. Шамамен бес онжылдықта өткен ғасырдың 50-ші жылдарының басынан 90-шы жылдарының соңына дейін әлемде 50 кВ жоғары кернеуге арналған 100 – ге жуық тұрақты ток объектісі пайдалануға берілді. - 40-қа жуық, 2010 жылдан бастап 2020 жылға дейін 80-нен астам тұрақты ток нысаны салынып, құрылысы жоспарланған (2.4.1-сурет.). Егер ХХ ғасырда Еуропада енгізілетін барлық хабарлар ауыспалы токпен іске асырылса, онда 2010 жылдан 2030 жылға дейінгі кезеңде тұрақты токтың электр берілуіне Еуропада пайдалануға берілген, салынып жатқан және құрылысы жоспарланған электр берудің жалпы өткізу қабілетінің 22-ден 25% - ға дейін жетеді.



2.4.1-сурет - Ондаған жылдар бойынша пайдалануға берілген және құрылысы жоспарланған тұрақты ток объектілерінің саны

Әлемдік энергетикадағы тұрақты ток объектілерін белсенді пайдалану үрдісі олардың бірқатар технологиялық, экологиялық артықшылықтарымен түсіндіріледі. Бұл сипаттама күрделі шығындардың тұрақты токтың биполярлы желісінің және ауыспалы токтың екі тізбекті желісінің, сондай-ақ тұрақты токтың кабельдік желісінің ұзындығынан тәуелділігімен айқын көрінеді. Айнымалы токтың ӘЖ және ТТЖ-гі салымдар тең болатын желі ұзындығының мәні 400-700 км құрайды (сурет.2.4.2).

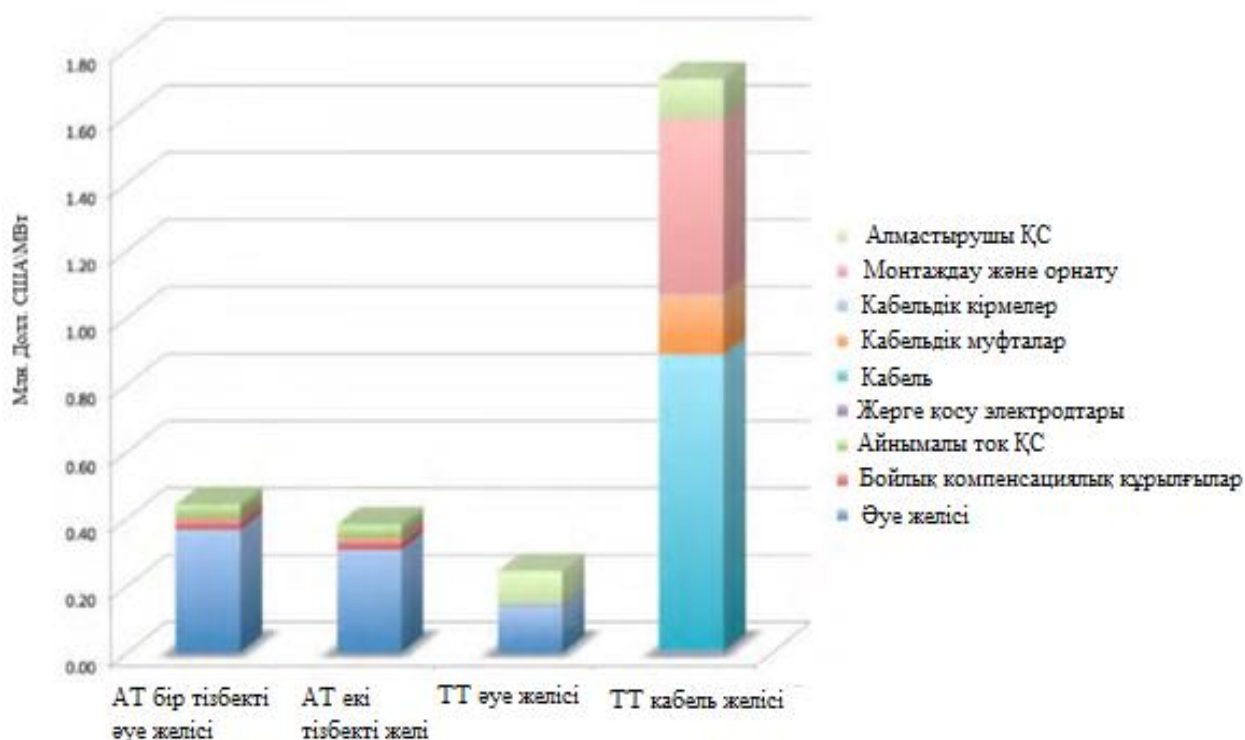


2.4.2-сурет - ЭБЖ критикалық ұзындығын анықтау сызбасы

Тұрақты токтың түрлендіргіш қосалқы станциясының құны күш электроникасы жабдықтарының, басқару, салқындату жүйелерінің және т.б. болуы есебінен шамамен 3 есе кернеудің бірдей кластары үшін айнымалы ток желісінің түрлендіргіш қосалқы станциясының құнынан жоғары. Желі құнын есептеу кезінде бөлінетін жердің, материалдардың, жұмыс күшінің, желідегі шығындардың құны, реактивті қуатты өтеу құралдарының құны сияқты негізгі факторлар ескеріледі.

Критикалық ұзындығын есептеу кезінде сенімді көрсеткіштер бойынша тұрақты токтың биполярлы берілуі айнымалы токтың екі тізбекті берілісіне сәйкес келетінін ескеру қажет. Ауыспалы ток желісі үшін санитарлық-қорғау аймағының ені эквивалентті өткізу қабілеті кезінде тұрақты ток желісіне қарағанда 70% - ға артық. Баламалы сенімділікті қамтамасыз ету үшін алты сыммен айнымалы токтың екі тізбекті берілуі қажет. 2.4.3-суретте кернеуі

110 кВ тұрақты және айнымалы токтың ұзындығы 200 км әуе және кабель желілері бар электр берілісінің құндық көрсеткіштерін талдау келтірілген.



2.4.3-сурет - Кернеуі 110 кВ тұрақты және айнымалы токтың электр беру құнының салыстырмалы талдау көрсеткіші

ТТ желісіндегі электр энергиясының шығыны бірдей кернеу класстары үшін бірдей өткізу қабілеті бар ауыспалы ток сызығына қарағанда шамамен 30-40% аз. Осылайша, әуе желісі бойынша ТТЖ үлкен қуатты алыс қашықтыққа (400 – 700 км жоғары) жеткізу кезінде экономикалық тиімді. Тұрақты токтың берілісі айнымалы токтың кабель желісімен (КЖ) салыстырғанда, желінің кейбір ұзындығын асырған жағдайда сенімділіктің тең жағдайында киловатт сағат электр энергиясын беруге аз шығындар болады.

Тұрақты токтың кабельдік желісі үшін құндағы ұтыстар ТТЖ үшін кабельдердің аз саны және ауыспалы токтың кабельдік желінің ұштары бойынша реактивті қуатты компенсациялау құрылғыларын пайдалану қажеттілігі есебінен алынады. Тұрақты токтың кабельдік желісі үшін берілетін электр қуатын жоғалту 100 км кабельге шамамен 0.3 - 0.4%, айнымалы ток КЖ үшін – 100 км кабельге 8 – 10% құрайды. Осылайша, кең су бөгеттері (50 км-ден астам) арқылы электр энергиясын беру кезінде су асты кабельі бар ТТҚС қолданудың баламасы жоқ.

Тұрақты ток ӘЖ ені сол өткізу қабілеті ауыспалы ток ӘЖ енінен шамамен 1,5 есе аз, бұл тығыз қоныстанған және орман аймақтары үшін өте

маңызды. Тұрақты ток әуе желісі айнымалы токтың ӘЖ-не қарағанда қоршаған ортаға теріс әсерлері едәуір азырақ болады (электромагниттік әсер, діріл, дыбыстық әсер және шу, қоршаған ауа сымынан озон мен азот тотығының бөлінуімен, сымдардың тәшделуі, т.б.).

2.4.1 Қима түрін және шығындарын есептеу

Тұрақты ток әуе желісі

Таңдалған сым қимасы кезінде кернеудің нақты жоғалуын тексереміз.

$$\Delta U\% = \frac{200 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot U_1^2} \quad (2.4.1)$$

Қажетті қиманы анықтау үшін ΔU % есептеу формуласын түрлендіреміз және сандық мәндерді қойып, қажетті қиманы табамыз.

$$S = \frac{200 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U\% \cdot U_1^2} = \frac{200 \cdot 12788 \cdot 142.51}{34 \cdot 2.5 \cdot 12100} = 325.2 \text{ мм}^2 \quad (2.4.2)$$

мұндағы $\Delta U \text{ \%} = 2,5\%$
 $\gamma = 34 \text{ м/Ом} \cdot \text{мм}^2$

Таңдалған қима:

АС 33030

Таңдалған қима бойынша меншікті активті кедергі, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (2.4.3)$$

$$r_0 = \frac{31.52}{330} = 0.09 \text{ Ом/км}$$

Желінің активті кедергісі

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (2.4.4)$$

$$R = r_0 \cdot l = 0.09 \cdot 142.51 = 12 \text{ Ом}$$

Желідегі активті шығыны есептеледі

Активті қуат шығыны, МВт

$$\Delta P = I^2 \cdot R \quad (2.4.5)$$

$$\Delta P = 84^2 \cdot 12 = 84672 \text{ Вт} = 0.08 \text{ МВт}$$

Желідегі кернеу шығыны

$$U_2 = U_1 - dU = U_1 - I \cdot R \quad (2.4.6)$$

$$U_2 = 110 - 84 \cdot 12 = 108.9$$

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (2.4.7)$$

$$\Delta U = 110 - 108.9 = 1.1$$

Желідегі электрэнергиясының шығыны

$$\Delta W = \Delta P \cdot T = 84672 \cdot 8760 = 741726 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (2.4.8)$$

Электр беріліс желісінің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} \cdot 100\% = \frac{12.7 - 0.08}{12.7} \cdot 100\% = 99.3 \quad (2.4.9)$$

$$\eta = \frac{U_1 - \Delta U}{U_1} \cdot 100\% = \frac{110 - 1.1}{110} \cdot 100\% = 99 \quad (2.4.10)$$

Тұрақты тоқтағы кабель желісі

Таңдалған қима:

ПвКПг 185/50

Таңдалған қима бойынша меншікті активті кедергі, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (2.4.11)$$

$$r_0 = \frac{31.52}{185} = 0.17 \text{ Ом/км}$$

Желінің активті кедергісі

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (2.4.12)$$

$$R = r_0 \cdot l = 0.17 \cdot 142.51 = 24.2 \text{ Ом}$$

Желідегі шығындарды есептеу

Тұрақты токта желідегі активті шығын есептеледі

Активті қуат шығыны, МВт

$$\Delta P = I^2 \cdot R \quad (2.4.13)$$

$$\Delta P = 84^2 \cdot 24.2 = 170755.2 \text{ Вт} = 0.17 \text{ МВт}$$

Желідегі кернеу шығыны келесі формула арқылы анықталады

$$U_2 = U_1 - dU = U_1 - I \cdot R \quad (2.4.14)$$

$$U_2 = 110 - 84 \cdot 24.2 = 107.9$$

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (2.4.15)$$

$$\Delta U = 110 - 107.9 = 2.1$$

Желідегі электрэнергиясының шығыны

$$\Delta W = \Delta P \cdot T = 170755.2 \cdot 8760 = 1\,495\,815 \text{ кВт} \cdot \text{сағ} \quad (2.4.16)$$

Электр беріліс желісінің пайдалы әсер коэффициенті

$$\eta = \frac{P_1 - \Delta P}{P_1} \cdot 100\% = \frac{12.7 - 0.17}{12.7} \cdot 100\% = 98.6 \quad (2.4.17)$$

$$\eta = \frac{U_1 - \Delta U}{U_1} \cdot 100\% = \frac{110 - 2.1}{110} \cdot 100\% = 98 \quad (2.4.18)$$

3 Техника – экономикалық салыстыру бөлімі

3.1 Желідегі техника – экономикалық салыстыру

Техника-экономикалық көрсеткіштерге ең алдымен жобаның арзандылығы, электр энергияны таратудың жоғары сенімділігі және объектінің өзі мен оның кейбір бөліктерінің ұзақ эксплуатациясы, желінің номиналды кернеуінің шамасы, сымға кететін түсті металлдардың шығыны.

Желіні жөндеуге және қызмет етуге, амортизацияға кететін толық жылдық шығындарды және желідегі электр энергия шығындарын компенсациялауға кететін шығындарды есептеледі. Сонымен қатар қуаттың максималды шығын уақыты мен электрэнергияның жылдық шығынын есептеледі. Техника-экономикалық көрсеткіш бойынша ең тиімді электр желісі таңдалады.

Электрлік торап үшін,

$$K = K_{\text{Л}} + K_{\text{ПС}} \quad (3.1.1)$$

мұндағы $K_{\text{Л}}$ – желінің ғимаратына салынатын капиталды салыным, теңге;

$K_{\text{ПС}}$ – қосалқы станция жабдықтануы мен құрылуына салынатын капиталды салыным, теңге.

Желінің жабдықталуы мен құрылуына салынатын капиталдық салыным ЛК іздену жұмыстарына және трассаны дайындауға кететін шығындардан, тіректерді, сымдарды, оқшаулағыштарды және басқа жабдықтарға және олады көлікпен тасуға, жөндеу және басқа жұмыстарға кететін шығындардан тұрады. Қосалқы станцияны жабдықтау және құрылуына кететін капиталдық шығындар территорияны дайындауға, трансформаторларды, ажыратқыштарды және басқада жабдықтарды алуға кететін шығындар, жөндеу, монтаждау жұмыстары және т.б. жұмыстарға кететін шығындардан тұрады. Капиталдық салыным арнайы құрастырылған смета бойынша немсе тораптың арнайы дара элементтерінің құндарының іріленген көрсеткіштерімен анықталады.

$K_{\text{КС}}$ -қосалқы станциялардың құрылыстарына күрделі қаржы салу. Оларды ірілендірілген құндық көрсеткіштер бойынша анықтаймыз:

$$K_{\text{КС}} = K_{\text{ТР}} + K_{\text{РУ\Sigma}} + K_{\text{ПОСТ}} \quad (3.1.2)$$

мұндағы: $K_{\text{ТР}}$ – трансформаторлардың нарықтық құны;

$K_{\text{РУ\Sigma}}$ - қарастырылатын қосалқы станцияның ашық тарату құрылғы ұяшықтарының жиынтық құны;

$K_{\text{ПОСТ}}$ -өрт қауіпсіздігі құралдарының құны, жерге қосу контурын қамтитын шығындардың тұрақты бөлігі және т. б.;

Техникалық-экономикалық салыстыру үшін нұсқаларды пайдалану шығындары ретінде есепке алынады пайызы аударымдарды ірі капиталдық салымдар. Құнның базалық көрсеткіштерінің барлық мәндері электр желілерінің ірілендірілген құндық көрсеткіштерінен алынған.

Техникалық – экономикалық көрсеткіші болып, бір жыл ішіндегі торап және энергетикалық жабдықтарды іске қосу үшін қажетті эксплуатациялық шығындар болып табылады.

$$\begin{aligned}
 I &= I_{\text{л}} + I_{\text{қс}} + I_{\Delta W} = \\
 &= \frac{\alpha_{\text{а.л}} + \alpha_{\text{р.л}} + \alpha_{\text{о.л}}}{100} \cdot K_{\text{л}} + \frac{\alpha_{\text{а.қс}} + \alpha_{\text{р.қс}} + \alpha_{\text{о.қс}}}{100} \cdot K_{\text{қс}} + I_{\Delta W}
 \end{aligned}
 \tag{3.1.3}$$

мұндағы $I_{\text{л}}$, $I_{\text{қс}}$ – желі және қосалқы станция үшін эксплуатациялық шығындар, теңге/жыл;

$I_{\Delta W}$ – электр энергиясының шығынының құны, теңге/жыл;

$\alpha_{\text{а.л}}$, $\alpha_{\text{р.л}}$, $\alpha_{\text{о.л}}$ – салыстырмалы бірлікте ЭБЖ қызметіне және өтетін жөндеу (ремонт) жұмыстарына, амортизацияға жыл сайынғы бөлінетін шығарым, 1/жыл;

$\alpha_{\text{а.қс}}$, $\alpha_{\text{р.қс}}$, $\alpha_{\text{о.қс}}$ – сол сияқты қосалқы станцияға байланысты тиісті шығындар.

Амортизацияға бөлінетін шығарылымдар, тозған, жұмыс жасау мерзімі аяқталған жабдықтарын ауыстыру үшін қажетті капиталды жөндеу және жабдықтардың жинақталуына ұсталымдардан тұрады. Амортизациялық бөлінімдердің шығарымдары көп болған сайын жабдықтың жұмыс жасау мерзімі де аз. Жөндеу жұмыстарына бөлінетін шығарылымдар жабдықтың жұмыс жағдайында қолдауына арналған. Жыл сайынға амортизацияға, жөндеу жұмыстарына және қызмет етуіне (капиталдық шығындар пайызы) бөлінетін шығарылымдар.

3.1– кесте – Таңдалған сым бағалары

Желі түрі	Таңдалған сым	Бағасы, млн теңге.
Әуе желісі	АС-120/27	107,76
Кабель желісі	ПвПГ-300/70	470,61
Тұрақты ток әуе желісі	АС-330/30	112,77
Тұрақты ток кабель желісі	ПвКПг 185/50	427,53

Электрэнергия шығынының құны келесі өрнекпен анықталады

$$И_{\Delta W} = \beta \cdot \Delta W \quad (3.1.4)$$

мұндағы ΔW – электрэнергия жоғалымы, кВт·сағ.

β – 1 кВт·сағ. электр энергияның жоғалымының құны.

Максималды шығын уақыты, сағат

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_M}{10^4}\right)^2 \cdot 8760 = 3410 \text{ сағ} \quad (3.1.5)$$

Желідегі электрэнергиясының шығынын анықталады

Әуе желісі

$$\Delta W = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau \quad (3.1.6)$$

$$\Delta W = \frac{12.7^2 + 16.4^2}{110^2} \cdot 37 \cdot 3410 = \frac{430.25}{12100} \cdot 126170 = 4486.3 \text{ МВт. сағ}$$

$$И_{\Delta W} = 2 \cdot 4486.3 = 8\,972\,600 \text{ теңге}$$

Кабель желісі

$$\Delta W = \frac{12.7^2 + 16.4^2}{110^2} \cdot 14.2 \cdot 3410 = \frac{430.25}{12100} \cdot 61753 = 1694.77 \text{ МВт. сағ}$$

$$И_{\Delta W} = 2 \cdot 1694.77 = 3\,389\,540 \text{ теңге}$$

Тұрақты ток әуе желісі

$$\Delta W = \frac{P^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau \quad (3.1.7)$$

$$\Delta W = \frac{12.7^2}{110^2} \cdot 12 \cdot 3410 = \frac{161,29}{12100} \cdot 61753 = 545.4 \text{ МВт. сағ}$$

$$И_{\Delta W} = 2 \cdot 545.4 = 1\,090\,800 \text{ теңге}$$

Тұрақты ток кабель желісі

$$\Delta W = \frac{12.7^2}{110^2} \cdot 24.2 \cdot 3410 = \frac{161,29}{12100} \cdot 82522 = 1099 \text{ МВт. сағ}$$

$$I_{\Delta W} = 2 \cdot 1099 = 2198900 \text{ теңге}$$

Капиталды жөндеуге және амортизацияға бөлінген бағасы

$$I_L = \frac{\alpha_{a.l} + \alpha_{p.l} + \alpha_{o.l}}{100} \cdot K_L \quad (3.1.8)$$

(3.1.8) осы формулаға сәйкес

Әуе желісі

$$I_L = \frac{2.4 + 0.4 + 2.8}{100} \cdot 107766062 = 6134900 \text{ тг}$$

Кабель желісі

$$I_L = \frac{2.5 + 2 + 4.5}{100} \cdot 470461137 = 42341502 \text{ тг}$$

Тұрақты ток әуе желісі

$$I_L = \frac{2.4+0.4+2.8}{100} \cdot 112775288 = 6315416 \text{ тг}$$

Тұрақты ток кабель желісі

$$I_L = \frac{2.5 + 2 + 4.5}{100} \cdot 427530000 = 38477700 \text{ тг}$$

Қосалқы станцияның жылдық пайдалану шығындары

$$I_{KС} = \frac{\alpha_{a.қс} + \alpha_{p.қс} + \alpha_{o.қс}}{100} \cdot K_{KС} \quad (3.1.9)$$

$$I_{KС} = \frac{6.4 + 3 + 9.4}{100} \cdot 153545924 = 28866633 \text{ тг}$$

Пайдалану шығындары

$$И = И_{л} + И_{КС} + И_{\Delta W} \quad (3.1.10)$$

$$И = 6134900 + 28866633 + 8\,972\,600 = 43\,974\,133 \text{ тг}$$

$$И = 42341502 + 28866633 + 3\,389\,540 = 74\,597\,675 \text{ тг}$$

$$И = 6315416 + 28866633 + 1\,190\,800 = 36\,372\,849 \text{ тг}$$

$$И = 38477700 + 28866633 + 2\,198\,900 = 69\,543\,233 \text{ тг}$$

3.2-кесте-Шығындар есептемесі

Желі түрі	α_a , %	α_p , %	α_o , %	$I_{л}$, жылына млн.тенге	$I_{\Delta W}$, жылына млн.тенге	I , жылына млн.тенге
Әуе желісі	2.4	0.4	2.8	6.13	8.97	43.97
Кабель желісі	2.5	2	4.5	42.3	3.38	74.59
Тұрақты ток желісі	2.4	0.4	2.8	6.31	1.19	36.37
Тұрақты ток кабель желісі	2.5	2	4.5	38.4	2.19	69.54

ЭБЖ технико-экономикалық көрсеткіштерін жоғарылату үшін оларды келесі бағыттарда дамыту қажет:

- ЭБЖ өткізгіштік қабілетін жоғарылатуға мүмкіндік беретін тіректердің жаңа құрылымын қолдану арқылы шағын ӘЖ тұрғызу;
- ӘЖ сымдарының иілгіштігін төмендету және жүктемелік қасиеттерін жоғарылату;
- ӘЖ номиналды кернеуін жоғарылату;
- -метео шарттарды ескеріп ӘЖ жүктемесін жоғарылату;
- -сымдардың ескі маркаларн пайдалану сипаты жоғары (термиялық тұрақты сымдар, иілгіштігі төмен сымдар) сымдарға ауыстыру;
- ӘЖ өткізгіштік қабілетін үздіксіз бақылау.

4 Электрқауіпсіздігі

Қауіпсіздік техникасы бойынша жалпы ережелерді орындаудан өзге, электр өткізгіштерді монтаждауға тән бірқатар шаралар орындалуға тиіс. Көтерген кезде және биіктікте орналастырған кезде материалдардың және заттардың құлап түсуін болдырмау мақсатында олар сенімді төселуі және бекітілуі тиіс. Өткізгіш сымдарды және кабельдерді төсеуге құбырларды, астауларды және қораптарды түпкілікті бекіткеннен кейін ғана рұқсат етіледі. Олардың үстінен жүруге рұқсат берілмейді. Сымдарды төсеуге арналған түтіктердің ұштары кесілуге және қабыршақтардан тазартылуға тиіс. Сымды немесе кабельді түтіктерге беріп тұрған монтаждаушы, қолдардың түтіктерге тартылуынан сақ бола отырып, ерекше сақтықпен жұмыс істеуге тиіс, бұл үшін қол және түтік арасындағы қашықтық кемінде 0,3 м болуы тиіс.

Балқытылған дәнекерді қалыпқа құю тәсілімен дәнекерлеу брезенттен жасалған ұзартылған қолғаптарда жасалуға тиіс, балқыған дәнекер бар тигель ыдысты берген кезде оны қолдан қолға бермей, жерге орнату керек. Дәнекерлеу аяқталғаннан кейін қалыптарды бөлектеуге тек олар салқындағаннан кейін ғана рұқсат етіледі.

Әуе желілерінің өткізгіштік қабілетінің жоғарылауы әлемдегі барлық мемлекеттердегі электр энергия тұтынылуының өсуімен белгіленген. Қалалар – мегаполистер саны өсуде, бұл қала орталықтарына және ірі өндірістік кәсіпорындарға қуатты тереңірек енгізуді талап етеді. ӘЖ алыс орналасқан жерлер қымбат болады, ӘЖ құрылысының мерзімі төмендейді, электромагнитті өрістер мен бөгеттерден қорғанысқа және қауіпсіздікке, экология мен экономикаға талаптар жоғарылайды, бұл электр энергия берілісінің әуе каналдарын тұрғызуды қажет етеді. Электр энергетикада және электротехникалық өндірістерде жаңа технологияларды қолдану осы тапсырмаларды шешуге мүмкіндік береді.

Кабельдік желілерді төсеу жұмыстары ең аз мерзімде орындалуы тиіс және жұмыс учаскесінде көлік және жаяу жүргіншілер қозғалысының қауіпсіздігі, сондай-ақ кәсіпорындардың қалыпты қызметі қамтамасыз етілуі тиіс. Сондықтан жұмыс басталғанға дейін техникалық құжаттаманы жақсы зерделеу, кабель желісінің трассасын қарау және қажетті материалдарды, құралдарды, бұйымдар мен механизмдерді жинау пункттерін, сондай-ақ жаяу жүргіншілердің қозғалысы мен трасса арқылы көліктің өту орындарын, қоршаулардың, сигналдық белгілер мен жаяу жүргіншілер көпірлерінің қажетті санын уақтылы дайындау үшін белгілеу қажет.

Кабель желісі белгілі бір жұмыс кешені бір жұмыс күні ішінде орындалатындай есеппен салынуы тиіс. Мысалы, траншеяларды қазу жұмыстары аяқталғаннан кейін, оларға кабель салу және кейіннен себу жұмыстары аяқталғаннан кейін пайдаланылған жабық траншея немесе оған кабель төселген төгілмеген траншея болмауы тиіс.

Барабандарды кабельмен домалату кезінде шығыңқы бөліктермен жұмысшылардың киімін басып алуға қарсы шаралар қолдану қажет. Барабандағы шығыңқы шеге домалату басталғанға дейін алып тастау керек, ал кабельдің ұштарын сенімді бекіту керек.

Кабельді, бос барабандарды, механизмдерді, құрал-саймандарды және тікелей жиектер мен траншеяларда орналастыруға тыйым салынады. Механизмдерді, шығырларды, кабельі бар барабандарды орнын ауыстыруға және орналастыруға тек топырақтың құлауы призмасының шегінен тыс жол беріледі. Траншея шетінен қашықтық оның тереңдігінен кем болмауы тиіс.

"Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру туралы" Қазақстан Республикасының 2012 жылғы 13 қаңтардағы № 541-IV Заңына сәйкес энергия үнемдеудің негізгі бағыттары:

- энергияны өндіру, тарату және тұтыну режимдерін оңтайландыру;
- энергия тиімді жабдықтар мен озық технологияларды енгізу бойынша жобаларды іске асыру.

Электр жетегінің принципіалды басқа сұлбасының есебінен электр энергиясын аз тұтынумен және жетекті және басқару шкафын жылытуға төмен электр тұтынумен ерекшеленеді, оларды қыздыру автоматикасы шкафтардың ішінде орналасқан. Электр энергиясын жылдық үнемдеу бір ажыратқышқа есептегендегі бұрын қолданылған технологиялармен салыстырғанда шамамен 75-80 мың кВт•сағ құрайды.

Бұдан басқа, жобада электр энергиясының шығынын шектеу жөніндегі іс-шаралардың келесі көлемі көзделеді:

- жылытуды және желдетуді басқару автоматикасы;
- жүйеге интеграцияланған релелік қорғау мен автоматиканың заманауи микропроцессорлық құрылғыларын қолдану.

Осылайша, осы жобада озық технологияларды қолдану электр энергиясын жылдық тұтынуды шамамен 380 мың кВт•сағ шамасына төмендетуге мүмкіндік береді.

Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саласындағы мемлекеттік реттеудің негізгі бағыттары:

- 1) Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру саласындағы техникалық реттеуді жүзеге асыру;
- 2) энергетикалық ресурстарды өндіру және тұтыну саласында теңгерімді тарифтік саясатты және баға белгілеуді жүзеге асыру;
- 3) энергия үнемдеу жабдықтары мен материалдарын пайдалануды қоса алғанда, энергия үнемдеу мен энергия тиімділігін арттыруды ынталандыру;
- 4) энергетикалық ресурстардың тиімді пайдаланылуына мемлекеттік бақылауды жүзеге асыру;
- 5) энергетикалық ресурстарды тиімді пайдаланудың экономикалық, экологиялық және әлеуметтік артықшылықтарын насихаттау, осы саладағы қоғамдық білім беру деңгейін арттыру;

ҚОРЫТЫНДЫ

Электр энергетикасы-қазіргі заманғы ғылыми-техникалық прогресті елеулі түрде айқындайтын индустрияның жетекші саласы. "Алайғыр" тау-кен байыту комбинаты электрмен жабдықтау үшін 220/110 кВ "Ақшатау" қосалқы станциясынан ұзындығы 142,51 км тізбекті электр беріліс желісі арқылы жүзеге асырылды. "Алайғыр" электрмен қамтамасыз ету барысында 110/6 кВ "Алайғыр" қосалқы станциясы қарастырылды. Осы қосалқы станцияға жеткізу беріліс желілерін екі түрлі токқа қарастырдым, яғни айнымалы және тұрақты токқа. Олардың жеткізу айырмашылықтары мен артықшылықтарын салыстыру барысында есептемелер жүргізілді. "Алайғыр" тау-кен байыту комбинатын қолайлы және шығын түрі аз болатын электр беріліс желісімен жабдықтау түрлері қараастырылды. Әуе желісін қолдану технико-экономикалық жағынан қолайлы болып табылады. Ал сыртқы ортаға беріктілігімен жер бедерін пайдалы қолдануда кабель желісін жүргізу ыңғайлы болып келеді. Сымдар мен кабельдер үшінші жүзжылдықта тұрақты сұранысқа ие. Олардың негізінде әртүрлі бағыттағы кабельдер мен сымдардың номенклатурасы құрылып, нарыққа ұсынылады. Кабельдердің беріктігі, икемділігі, салмағы, коррозиялық және химиялық беріктігі, өрт төзімділігі, жану кезінде улы және коррозиялық белсенді заттарды бөліп алу, радиациялық әсерге тұрақтылық, электромагниттік үйлесімділік талаптарын қамтамасыз ету сияқты сипаттамалары жетілдіріледі. Барлық осы мәселелер жаңа, дәстүрлі емес желілер түрлері үшін де шешілуі тиіс.

Шығындарды есептеу кезінде тұрақты ток желілерінің есептеу шығындары айнымалы ток желілеріне қарағанда аз мөлшерде шығындалады.

Электр беріліс желілерін тұрғызуда электр энергияны жіберу кезінде шығындарды төмендету маңызды тапсырма болып табылады. Оған сымдардың жаңа маркаларын, оқшауламалардың жаңа түрлерін қолдану, шағын ЭБЖ тұрғызу, сымның созылуы мен температурасын бақылау, тұрақты токтың электр беріліс желілерін тұрғызу арқылы қол жеткізуге болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Электромонтажные работы. В 11 кн. Кн. 8. Ч. 1. Воздушные линии электропередачи: Учеб. пособие для ПТУ / Магидин Ф. А.; Под ред. А. Н. Трифонова. — М.: Высшая школа, 1991. — 208 с ISBN 5-06-01074-0
- 2 Правила устройства электроустановок. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2001. – 928 с.
- 3 Проектирование механической части воздушных ЛЭП. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. – Киров, 2004.-99 с.
- 4 Электрические станции, подстанции и сети С.Я. Свирен Рипол Классик, 2013 - Всего страниц: 286
- 5 Raza A, Xu D, Su X et al (2017) A novel multiterminal VSCHVDC transmission topology for offshore wind farms. IEEE Transactions on Industry Applications, 53(2):1316-1325
- 6 Wang H, Redfern MA (2010) Enhancing AC networks with HVDC interconnections. CIGRE 2010 Proceedings, Nanjing, China, 13-16 Sept. 2010, 7p
- 7 Beerten J, Cole S, Belmans R (2013) Modeling of multi-terminal VSC HVDC systems with distributed DC voltage control. IEEE Transactions on Power Systems, 29(1):34-42
- 8 Rouzbehi K, Miranian A, Luna A et al (2014) DC voltage control and power sharing in multiterminal DC grids based on optimal DC power flow and voltage-droop strategy. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 2(4):1171-1180
- 9 <https://ru.depositphotos.com/stock-photos/1%80%D15.html>
- 10 <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S1364032116303847-gr21.jpg>
- 11 http://www.kea.kz/texts/sovet/2018_3.pdf
- 12 Блок В.М. Электрические системы и сети. М.: «Высшая школа», 1986-294 б.
- 13 Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети. Учебное пособие для студентов электроэнергетических спец. вузов. - СПб: Изд. Сизова М.П. 2001 -360
- 14 <http://alaigyr-tks.kz/>

ҚОСЫМШАЛАР

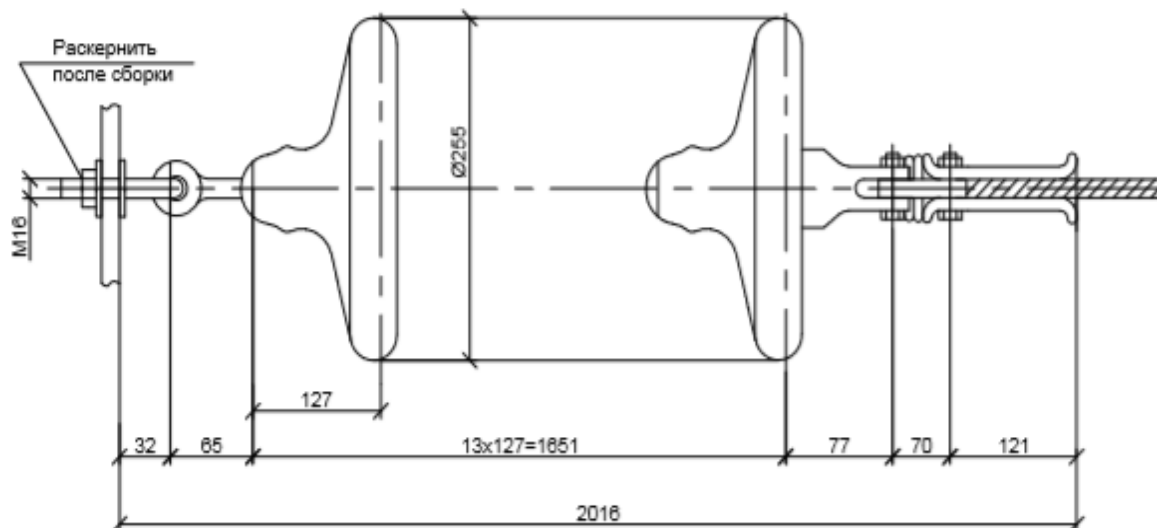
1- кесте - Әуелік электр беріліс желісінің өзара фазалары арасындағы орташа алынған орташа геометриялық арақашықтығы

$U_{\text{НОМ}}$, кВ	1	6-10	20	35	110	150	220	330	500	750	1150
$D_{\text{ОРТ}}$, м	0,5	1,25	1,5	3,5	5,0	6,5	8,0	11,0	14,0	19,5	30,0

2 - кесте - Амортизацияға, ағымдық жөндеу және қызмет көрсетуге кететін жылдық шығындар (капиталды шығындар пайызы)

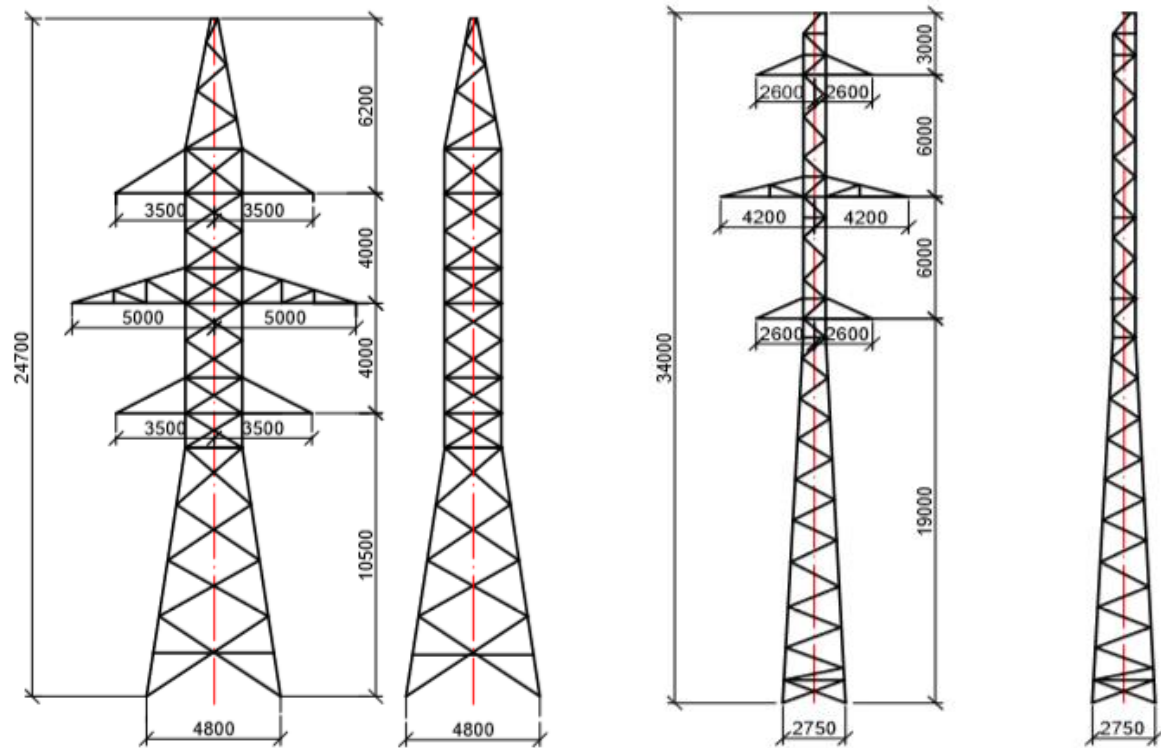
Желі элементінің аталуы	α_a	$\alpha_p + \alpha_o$	$\alpha_a + \alpha_p + \alpha_o$
35 кВ және жоғары:			
темірбетон және металл тіректерде	2,4	0,4	2,8
ағаш тіректерде	4,9	0,5	5,4
Кабель :			
10 кВ-ға дейін:			
Жерде және ғимарат ішіне салынған қорғасын қабықты	2,3	2	4,3
Жерге салынған алюминийлі қабықты	4,3	2	6,3
20–35 кВ Жерде және ғимарат ішіне салынған қорғасын қабықты	3,4	2	5,4
110–220 кВ Жерге және ғимарат ішіне салынған	2,5	2	4,5
150 кВ-қа дейінгі күштік электр жабдықтары және тарату құрылғылары (ЖЭС – нан басқа)	6,4	3	9,4

ПС70Е тарту және керме оқшаулағышы

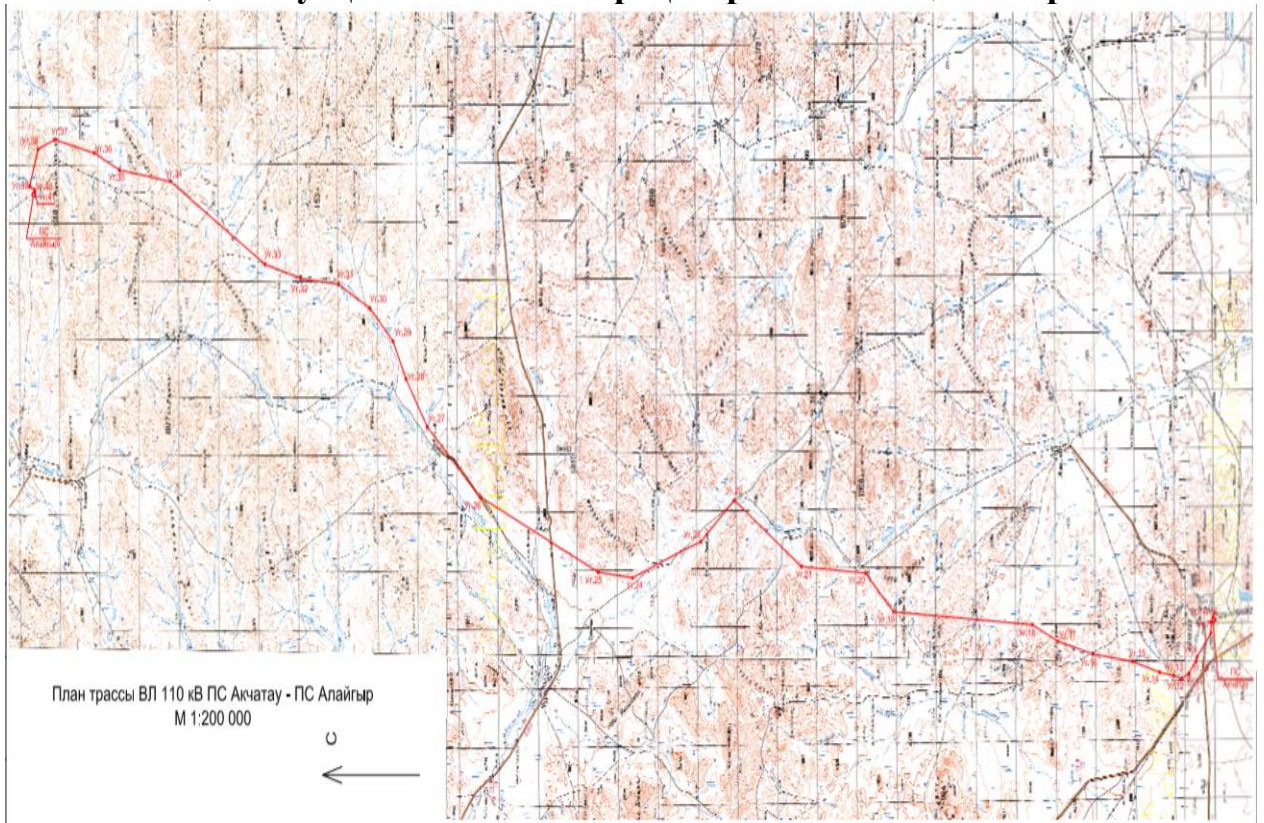


У 110 2 тірегі

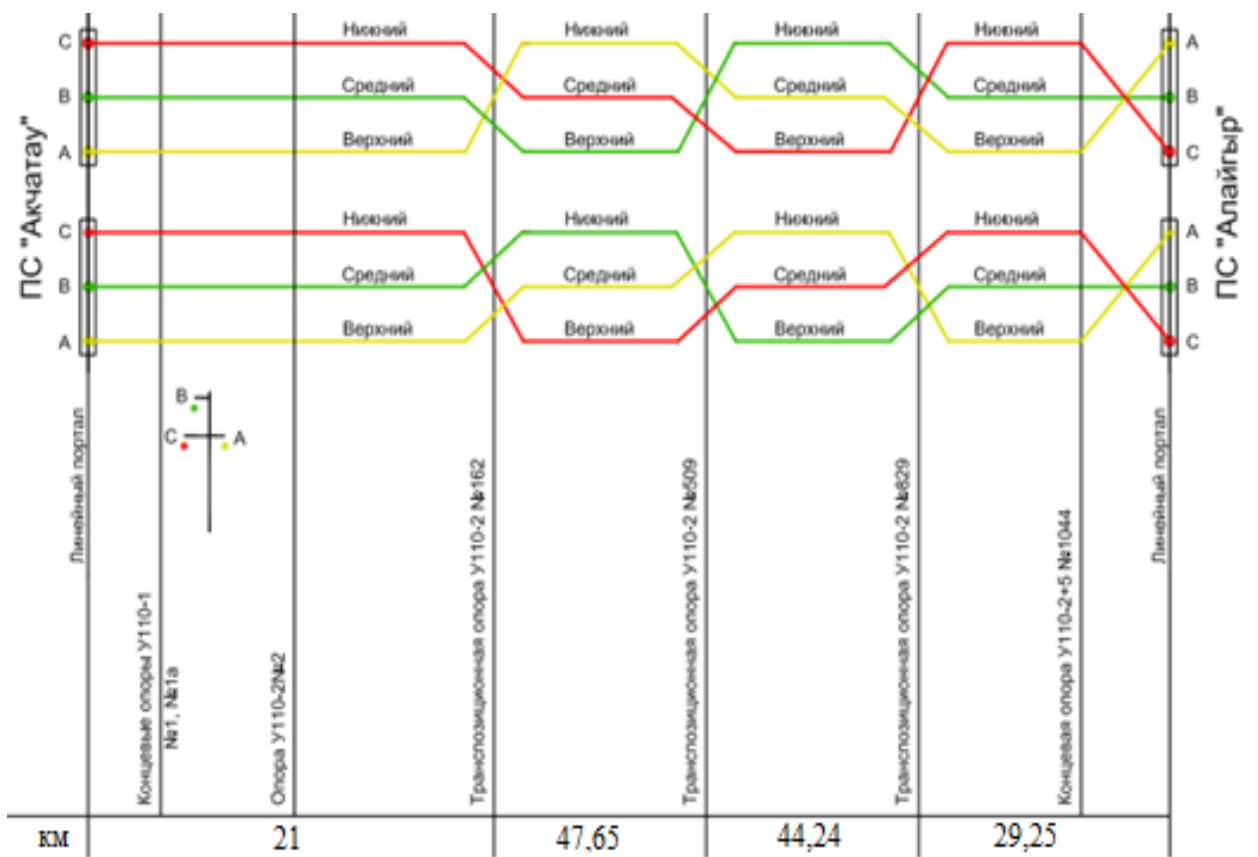
ПС110-10В тірегі



Ақшатау ҚС және Алайғыр ҚС трассасының жоспары



Сымдардың транспозициясы мен фазалау схемасы



Тіректегі сымдар транспозициясының схемасы

