

Ғылыми жетекшінің пікірі

Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғарғы кернеулі әуе беріліс желілерінің параметрлерінің есептеу ерекшеліктері

(жұмыс түрінің атауы)

Асылбек Олжас Қайратұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071700-Электрэнергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғарғы кернеулі әуе беріліс желілерінің параметрлерінің есептеу ерекшеліктері дипломдық жұмысы аса жоғары электр беріліс желілері кезінде электр беріліс желісі бойында, тәжге кететін шығындарды төмендету тәсілдері қарастырылған. Шығындарды азайту үшін сымдарды ыдырату тәсілі арқылы жүзеге асырғанымызға көз жеткізілді. Ауа райы күрт өзгеруімен сымдарда тәж разряды туындағанымен шығындар пайда болады. Бұл жұмыс осы мәселені шешуге арналған. Сол үшін орындалған жұмыс практикалық маңызға ие. Жұмысты орындау кезінде Асылбек Олжас Қайратұлы өзін жауапкершілігі жоғары, білім алуға талпынысы бар, еңбекқорлығы жақсы студент ретінде көрсетті.

Асылбек Олжас Қайратұлы 5B071800-Электр энергетика мамандығы бойынша бакалавр дәрежесіне ие, ал жұмысы өте жақсы деген бағаға сай.

Ғылыми жетекші
«Энергетика» кафедрасының
лектор



Абитаева Р.Ш.

«10» мамыр 20 19 ж.

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: Асылбек Олжас Қайратұлы

Название: Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғары кернеулі әуе беріліс электр желілерінің параметрлерін есептеу ерекшеліктері.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:16,2

Коэффициент подобия 2:7,3

Тревога:42

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.

Обоснование:

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

10.05.2019.....

Дата

.....


Подпись Научного руководителя

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: Асылбек Олжас Қайратұлы

Название: Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғары кернеулі әуе беріліс электр желілерінің параметрлерін есептеу ерекшеліктері.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:16,2

Коэффициент подобия 2:7,3

Тревога:42


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:

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

10.05.2019



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

..... допустить к защите

..... 10.05.2019

..... 

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Асылбек Олжас Қайратұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғарғы кернеулі әуе беріліс желілерінің параметрлерінің есептеу ерекшеліктері.

Орындалды:

түсініктеме _____ 70 бет

Асылбек О.Қ. дипломдық жұмысы аса жоғары жүктеме кезінде электр беріліс желісі бойында, тәжге кететін шығындарды төмендету тәсілдері қарастырылған. Шығындарды азайту үшін сымдарды ыдырату тәсілі арқылы жүзеге асырғанымызға көз жеткізілді. Ауа райы күрт өзгергенде сымдарда тәж разряды туындағанымен шығындар пайда болады. Бұл жұмыс осы мәселені шешуге арналған. Сол үшін орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:

- түсініктемелік жазбада грамматикалық және стилистикалық қателер кездеседі;
- дипломдық жұмыста электр жабдықтар ескі анықтамадан таңдалған.

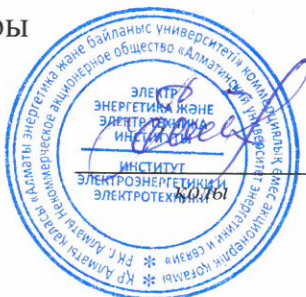
ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және «өте жақсы» (90%) бағаға бағалап, ал жұмыстың авторы Асылбек Олжас Қайратұлы 5B071800 – «Электрэнергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

РЕЦЕНЗЕНТ

АЭЖБУ, «Электр машиналары және электржетегі» кафедрасының доценті, PhD докторы

«13» листопад 2019 ж.



Н.К. Алмуратова

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

Асылбек Олжас

Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғарғы кернеулі әуе беріліс
желілерінің параметрлерінің есептеу ерекшеліктері

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі м.а.
PhD докторы, ассистент
профессор

Е.А. Сарсенбаев

« 10 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғарғы кернеулі әуе беріліс желілерінің параметрлерінің есептеу ерекшеліктері»

5B071800 – Электр энергетика мамандығы бойынша

Орындаған

Асылбек О.

Пікір беруші

АЭЖБУ «Электр машиналары және
электржетегі» кафедрасының доценті,

PhD докторы

Ғылыми жетекші
лектор

Абитаева Р.Ш.



Алмуратова Н.К.

2019 ж.

« 10 » 10 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

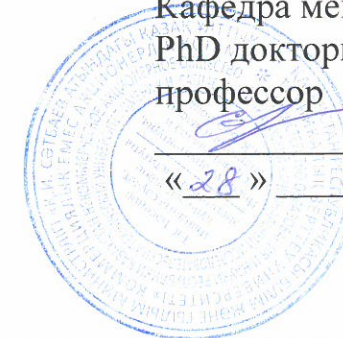
Т.К. Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты
Энергетика кафедрасы
5B071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі м.а.
PhD докторы, ассистент
профессор

Е.А. Сарсенбаев

«28» 01 2019 ж.



**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Асылбек Олжас*

Тақырыбы «Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғарғы кернеулі әуе беріліс желілерінің параметрлерінің есептеу ерекшеліктері»

Университет ректорының 2018ж. «30» қазандағы № 1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «24» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Қосалқы станцияның принципалдық схемасы; Қосалқы станциялардың қуаттары және әуе беріліс желісінің ұзындығы;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Электр тораптарын жобалау;

б) Электр беріліс желілеріндегі корондық разряд;

в) Экономикалық бөлім;

г) Электрқауіпсіздік бөлімі;

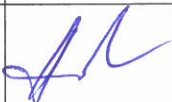


Сызбалық материалдар тізімі Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 15 атау


Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электр тораптарын жобалау	10.03.19ж	ноғ
Электр беріліс желілеріндегі корондық разряд	17.03.19ж	ноғ
Экономикалық бөлім	12.04.19ж	ноғ
Электрқауіпсіздік бөлімі	24.04.19ж	ноғ

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
Негізгі бөлім	Р.Ш. Абитаева PhD докторы, ассистент профессор	10.05.19ж	
Еңбек қорғау бөлімі	Р.Ш. Абитаева PhD докторы, ассистент профессор	10.05.19ж	
Норма бақылау	А. О. Бердибеков Доктор PhD, сениор-лектор	08.05.2019	

Ғылыми жетекші



Р.Ш. Абитаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



О. Асылбек

Күні

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс «Алма» 500кВ» қосалқы станциялар бойынша «Тәжге кететін шығындарды ескере аса жоғарғы кернеулі әуе беріліс желілерінің параметрлерінің есептеу ерекшеліктері» тақырыбында орындалған. Дипломдық жұмыста 500/220кВ электр тораптарына есептеу жүргізілген, аймақ бойынша қуат ағынының таралуы есептелген, активті және реактивті қуат шығындарына есептеу жүргізілген, жүктеме түйіндерінде кернеу шығындарына есептеу жүргізілген. Қосалқы станцияларда күштік трансформаторлар қуаты және саны таңдалып, олардың параметрлері мен шығындары есептелген. Тораптың параметрлері есептеліп, алмастыру схемалары құрылған және өткізгіштер қимасы таңдалған. Қысқа тұйықталу токтары есептеліп, 500 және 220 кВ торапқа коммутациялық аппараттар және күштік электр жабдықтар таңдалған. Трансформаторлы қосалқы станцияда релелік қорғанысқа есептеулер жүргізіліп, тұйықталған схема таңдалған.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа По подстанциям «Алма» 500кВ» по Южно-Казахстанской области, выполнена на тему: «Особенности расчета параметров воздушных линий электропередачи высокого напряжения с учетом потерь на корону». В дипломной работе произведен расчет электрических сетей 500/220 кВ, рассчитан распределение перетока мощности по региону, произведен расчет потерь активной и реактивной мощности, произведен расчет потерь напряжения в узлах нагрузки. На подстанции выбираются мощности и количество силовых трансформаторов, рассчитаны их параметры и потери. Расчет параметров сети, составлены схемы замещения и выбраны сечения проводников. Расчет токов короткого замыкания, выбраны коммутационные аппараты и силовое электрооборудование в сети 500 и 220 кВ. На трансформаторных подстанциях проведены расчеты релейной защиты и выбраны замкнутые схемы.

ANNATION

Thesis. In the thesis the calculation of electric networks of 500/220 kV is made, the distribution of power flow in the region is calculated, the calculation of losses of active and reactive power is made, the calculation of voltage losses in the load nodes is made. Power and number of power transformers are selected at the substation, their parameters and losses are calculated. Calculation of network parameters, equivalent circuit and selected conductor cross-sections. Calculation of short-circuit currents, switching devices and power electrical equipment in the network of 500 and 220 kV are selected. Relay protection calculations were performed at transformer substations and closed circuits were selected.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Электр тораптарын жобалау	9
1.1	Электр энергиясын таратушы желілердің сұлбасын жобалау	9
1.2	Электр таратушы желідегі номиналдық кернеуді таңдау	10
1.3	Қосалқы станцияларда күштік трансформатордың типін таңдау	12
1.4	Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу	14
1.5	Тұйықталған жүйе учаскілеріндегі қуат таралуын есептеу	20
1.6	Тұйықталған желінің қималарын есептеу және таңдау	22
1.7	Ажыратылған жүйе учаскіндегі қуат таралуын есептеу	28
1.8	Тұйықталған жүйеде максималды жүктеме кезіндегі алмастыру сұлбасы және шығындарын есептеу	30
1.9	Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау (Қ Т)	32
1.10	Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау	37
1.11	Кернеу трансформаторын таңдау	39
1.12	Асқын кернеуді шектегіш таңдау	40
1.13	Әуе электір беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау	42
1.14	Изолятор таңдау	44
2	Арнайы бөлім. Электр беріліс желілеріндегі корондық разряд	46
2.1	Коронды разрядының туындауына түсінігі	46
2.2	Тәж механизмі	46
2.3	Тәж шығынын есептеу	48
3	Экономикалық бөлім	53
3.1	Тұйықталған жүйе үшін экономикалық шығындар	53
3.2	Тұйықталмаған жүйе үшін экономикалық шығындар	56
4	Қауіпсіздік және еңбек қорғау бөлімі	58
4.1	Еңбек қорғау мен тіршілік қауіпсіздігінің құқықтық және ұйымдық мәселелері	58
4.2	Өндірістік қауіпті және зиянды факторлар	58
4.3	Экологиялық басқару жоспары	59
4.4	Электр жабдықтарын қолдану бойынша қауіпсіздік талаптары	61
4.5	Найзағайдан қорғауды есептеу әдісі	61
4.6	Электр жеткізу желілерінде мұз қату процесстеріне талдау жасау және қорғану шаралары	66
	Қорытынды	69
	Қолданылған әдебиеттер тізімі	70

КІРІСПЕ

Энергожүйенің негізгі электр желісінің жұмыс режимін жоспарлау мәселесі өте күрделі және көп жүйелі. Электр тораптарын жобалау немесе қайта құру сатысында объектілер параметрлерін оңтайландыру міндеттерін шешуге тура келеді. Режимдерді оңтайландыру желіні пайдалану кезінде жүзеге асырылады.

Бұл дипломдық жобаның міндеті тәжге кететін шығындарды есепке ала отырып, электр желісінің режимін жоспарлау, оңтайландырылған іс-шаралардың тиімділігін бағалау, техникалық-экономикалық көрсеткіштерді есептеу болып табылады.

Энергия жүйесінің режимін жоспарлау және жүргізудің мақсаты:

- 1) тұтынушыларды сенімді электрмен жабдықтау;
- 2) энергия жүйесіндегі техникалық негізделген айналмалы резерв;
- 3) тәж ысырабын есепке ала отырып, энергия жүйесі бойынша отын шығынын азайту;
- 4) экономикалық тиімділіктің өлшемі ретінде барынша пайдалану.

Режимді жоспарлау - электр энергиясын тұтынудың жоспар бойынша өндіру, электр энергиясын жеткізудің келісілген уақытында жеткізу, электр станциялары мен электр желілерінің жабдықтарын жөндеу жұмыстарының тез арада қамтылуы, электр станциялар жұмыс қуатына сүйене отырып өндіріп, қамтамасыз ету басты шарттары болып табылады.

Электр беру желілері - құрамына әр түрлі кернеудегі қосалқы станциялар мен кабельдік және әуе желілері кіретін электр жүйесінің бір бөлігі. Электр желісінің қызметі – электр энергиясын өндіру орнынан тұтынушыларға дейін жеткізу және оны тұтынушылар арасында бөлу. Энергияның басқа түрлерінен электр энергиясының тиімділігі-оны мың километрге үлкен жылдамдықпен жеткізу мүмкіндігінің болуы. Бұл жұмыс энергия жүйесінің негізгі құрамдас бөлігі – электр беру желілерімен (ЭБЖ) орындалады.

Электр энергетикалық жүйелердің қосарлас жұмысы-мемлекеттердің электр энергетикалық жүйелерінің бірдей жиілікте бірлескен жұмысы. Мемлекеттердің электр энергетикалық жүйесі біртұтас электр энергиясын өндіру, жеткізу және бөлу процесімен байланысты электр энергетикалық, пайдалану құралдары мен оларды басқару объектілерінің жиынтығын білдіреді.

Энергожүйені жоспарлау кезінде қосымша қуатты тұтынушылар орнату қажет, жүйенің барлық аумағында қуат коэффициенті жоғары деңгейде болуы және жүйедегі электр энергиясының сапасын бақылау мүмкіндігі болуы тиіс. Осыған байланысты электрмен жабдықтауға келесі талаптар қойылады: қорек көзінің сенімділігі, электр энергиясының сапасы, жеке элементтерді сақтау және қорғау. Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелерін

жобалау және қолдану кезінде дұрыс кернеудің техникалық-экономикалық негіздемесін таңдау, электр жүктемесін анықтау, қосалқы трансформаторлардың қуаты мен санын, олардың сақтандырғыштарын таңдау, кернеуді реттеу тәсілдері және реактивті қуатты қалпына келтіру жүйесі қажет.

Энергетикалық бағдарламада энергия үнемдеу саясатын қарастыру дамуда. Электр энергетикалық ресурстарды үнемдеу үшін өндірістегі жабдықтарды энергия үнемдеу құрылғыларына ауыстыру, ескірген қондырғыларды жаңарту, энергетикалық шығындардың барлық түрлерін барынша жою, өндіріс құрылымын жақсарту, энергетикалық ресурстарды қайта құру және пайдалану қажет.

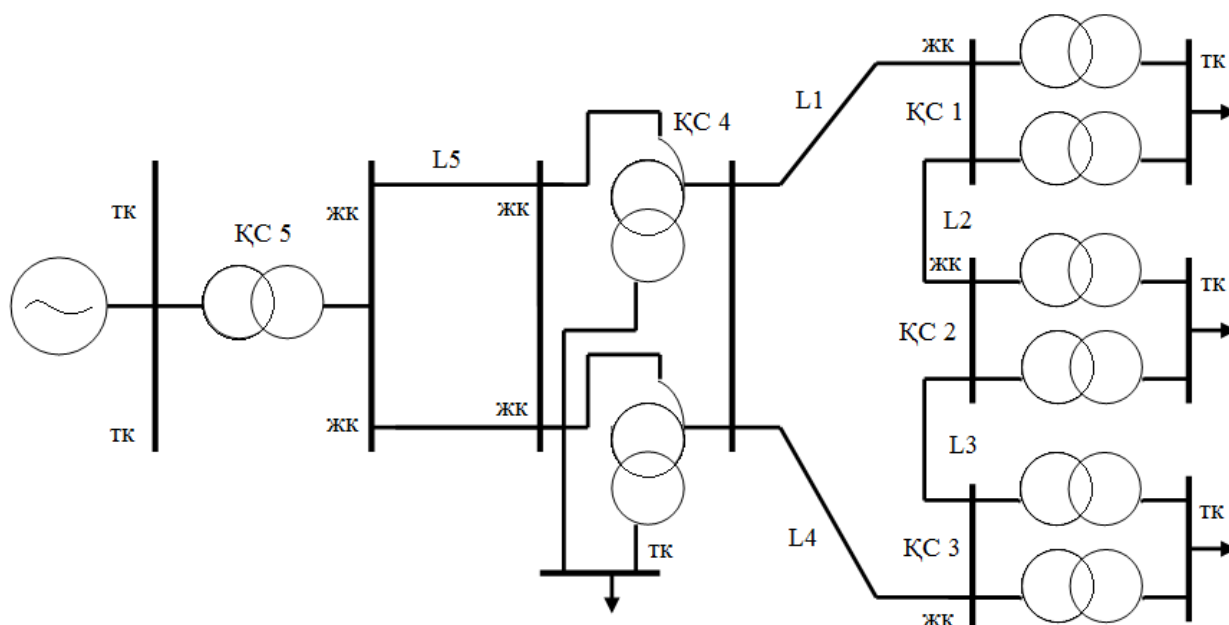
1 Электр тораптарын жобалау

1.1 Электр энергиясын таратушы желілердің сұлбасын жобалау

Энергияның басқа түрлерімен салыстырғанда, электр энергиясының артықшылығы сөзсіз. Оны сым арқылы өте алыс жерлерге аз шығынмен жеткізу, тұтынушыларға таратып беру ыңғайлы.

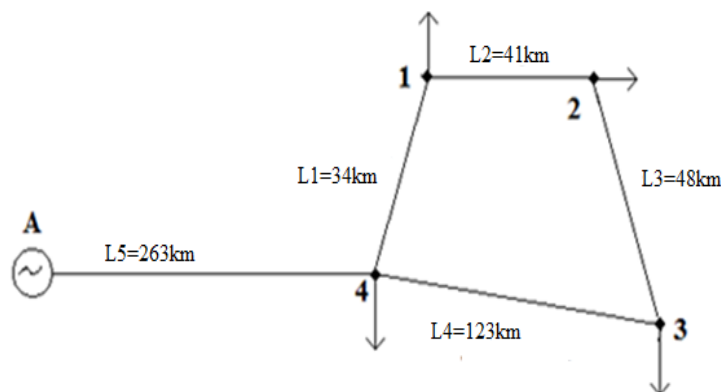
1.1-кесте – Торап мәндері

Қосалқы станциялардың қуаты, МВт	P1	167
	P2	125
	P3	125
	P4	167
Ұзындығы, км	L1	34
	L2	41
	L3	48
	L4	123
	L5	263
Қуат коэффициенті, $\cos\varphi$	0,86	
Мұз қату ауданы	II	
Максималды жұмыс уақыты T_{max} , сағ	5750сағ	



1.1-сурет – Торап нұсқасы

Электрлік торап деп электр энергияны таратуға және тасымалдауға арналған қосалқыстанциялармен линиялық әр түрлі кернеулердің жиынтығын айтады. Электрлік тораптар ток түрлеріне, кернеу үлкендігіне, қолданылуына және басқа түрлеріне байланысты анықталады. Анықталатын құбылыстар тұтынушыларға сенімді және қуаттылығын күшейтуге, электрлік қондырғыларды зардаптардан қорғау және үнемдеуге арналған талаптарға сүйене отыру абзал.



1.2– Тұықталған желі

Электр беріліс желісінің толық ұзындығы:

$$L=34+41+48+123+263=449\text{км}$$

5-ші қосалқы станциямен 4-ші қосалқы станцияның арасындағы тасымалданатын қуат мәні Стилл формуласының шартына сәйкес келмейтіндіктен Илларионов формуласымен анықталады. Илларионов формуласы электр беріліс желісінің ұзындығы 1000 км-ге дейін және тасымалданатын қуат 60 МВт-тан жоғары болғанда қолданылады.

$$U_5 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{449} + \frac{2500}{584}}} = \frac{1000}{2,1} = 476.1 \text{ кВ} \approx 385 \text{ кВ}$$

1.2 Электр таратушы желідегі номиналдық кернеуді таңдау

Үлкен қуат болғанда, және 1000 км қашықтыққа берілгенде, А.М.Заленскийдің формуласы қолданылады:

$$U_{ном} = \sqrt{P \cdot (100 + 15\sqrt{L})} \quad (1.1)$$

Номиналды кернеуді алдын ала анықтау үшін келесі Г.А.Илларионов формуласы қолданылады:

$$U_{ном} = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}}, \quad (1.2)$$

мұндағы U - желідегі кернеу, кВ; l - желінің ұзындығы, км; P - активті қуат, МВт.

Үлкен қуат болған жағдайда, 1000 км қашықтыққа берілетін, А.М.Заленскийдің формуласы қолданылады:

$$U_{ном} = \sqrt{P \cdot (100 + 15\sqrt{L})}, \quad (1.1)$$

$$U_1 = \sqrt{167 \cdot (100 + 15 \cdot \sqrt{34})} = 180 \text{кВ};$$

$$U_2 = \sqrt{125 \cdot (100 + 15 \cdot \sqrt{41})} = 156,5 \text{кВ};$$

$$U_3 = \sqrt{125 \cdot (100 + 15 \cdot \sqrt{48})} = 160 \text{кВ};$$

$$U_4 = \sqrt{167 \cdot (100 + 15 \cdot \sqrt{123})} = 210 \text{кВ};$$

Табылған кернеу мүмкін кернеуге тексереді ($r_0 = 0,2 \text{ Ом}$, $x_0 = 0,4 \text{ Ом}$):

Кернеу шығыны анықтау үшін келесі формулаларды қолдана отырып есептейміз:

r_0 – иеншікті активті кедергі, (Ом/км)

x_0 – меншікті реактивті кедергі (Ом/км)

$$\Delta U = \frac{P \cdot r_0 \cdot L + Q \cdot x_0 \cdot L}{U_{ном}}, \quad (1.2)$$

$$\Delta U_1 = \frac{167 \cdot 0,2 \cdot 34 + 98,9 \cdot 0,4 \cdot 34}{220} = 11,2 \text{кВ}$$

$$\Delta U_2 = \frac{125 \cdot 0,2 \cdot 41 + 74 \cdot 0,4 \cdot 41}{220} = 10,1 \text{кВ}$$

$$\Delta U_3 = \frac{125 \cdot 0,2 \cdot 48 + 74 \cdot 0,4 \cdot 48}{220} = 10,4 \text{кВ}$$

$$\Delta U_4 = \frac{167 \cdot 0,2 \cdot 123 + 98,9 \cdot 0,4 \cdot 123}{220} = 11,8 \text{кВ}$$

1.3 Қосалқы станцияларда күштік трансформатордың типін таңдау

Трансформаторлардың электр энергиясын тасымалдаудағы ролі ерекше. Электр энергиясын қашық аралықтарға тасымалдау күрделі ғылыми-техникалық мәселе болып табылады.

Трансформатор таңдау үшін, әр қосалқы станцияның трансформатор санына байланысты және қуатын есептеу арқылы таңдалынады. Бұл шарттар осы өрнектермен есептеледі:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi}, \quad (1.3)$$

мұндағы P – активті жүктеме, МВт;
 $\cos \varphi$ – қуат коэффициенті.

$$S_{\text{тпн}} \geq \frac{S_{\text{ес}}}{2 \cdot 0,7}, \quad (1.4)$$

мұндағы $S_{\text{ес}}$ - толық жүктеме; $S_{\text{тпн}}$ - трансформатордың қуаты МВА.

ҚС – 5:

$$\begin{aligned} S &= \frac{167}{0,86} = 194,1 \text{ МВА}; \\ S_{\text{тп}} &\geq \frac{194,1}{1,4} = 138,7 \text{ МВА}; \\ Q_{ij} &= \sqrt{S_n^2 - P_n^2}, \end{aligned} \quad (1.5)$$

мұндағы Q_{ij} - реактивті қуат, МВар.

$$Q_5 = \sqrt{194,1^2 - 167^2} = 98,9 \text{ Мвар}.$$

ҚС-5 үшін АТ-1 автотрансформатор таңдалынған.

ҚС – 1:

$$\begin{aligned} S_1 &= \frac{125}{0,86} = 145,3 \text{ МВА}; \\ S_{\text{тп}} &\geq \frac{145,3}{1,4} = 103,8 \text{ МВА}; \\ Q_1 &= \sqrt{145,3^2 - 125^2} = 74 \text{ Мвар}. \end{aligned}$$

ҚС-2 үшін АТДЦТН-125 автотрансформатор таңдалынған.

ҚС – 2:

$$S_2 = \frac{125}{0,86} = 145,3 \text{ МВА};$$

$$S_{mp} \geq \frac{145,3}{1,4} = 103,8 \text{ МВА};$$

$$Q2 = \sqrt{145,3^2 - 125^2} = 74 \text{ Мвар}.$$

ҚС-3 үшін АТДЦТН-125 автотрансформатор таңдалынған.

ҚС – 3:

$$S_3 = \frac{167}{0,86} = 194,1 \text{ МВА};$$

$$S_{mp} \geq \frac{194,1}{1,4} = 138,7 \text{ МВА};$$

$$Q3 = \sqrt{194,1^2 - 167^2} = 98,9 \text{ Мвар}.$$

ҚС-3 үшін АТДЦТН-167 автотрансформаторын таңдап, орналастыруға болады.

Трансформаторлардың параметрлері 1.1, 1.2 және 1.3-кестелерінде берілген.

1.2-кесте – Таңдалған трансформаторлардың параметрлері

Трансформатор типі	S _{ном} , МВ А	Реттеу шектері	Берілгендер								
			U _{ном.орам} , кВ			U _к , %			P _{к.т} , кВт	P _{б.ж} Вт	I, %
			ВН	СН	НН	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН			
АТДЦТН 125000/220	125	±9*1,7 8%	230	121	6,3 6,6 10,5 11,0 38,5	10,9	42,3	27,6	314	65	0,045
АТ-1	167	±26,7* 25,3%	$\frac{500}{\sqrt{3}}$	$\frac{230}{\sqrt{3}}$	13,8 15,7	11	35	21,5	340	125	0,35

1.4 Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу

Трансформатордың кедергісін есептеп шығару

Трансформатор шығындарын есептегеннен соң, Әр таңдалған трансформатордың алмастыру сұлбасын 1.3-1.4 – суреттерде көрсетеледі. Активті реактивті кедергілерін және олардың шығындарын есептейміз.

1-қосалқы станцияны қарастырсақ АТДЦТН-167000/110 трансформатор үшін(алмастыру сұлбасы 1.3-сурет):

Активті кедергі табудың өрнегі:

$$R_{mp} = \frac{\Delta P_{к.т} \cdot U_n^2}{10^3 \cdot S_n^2}, \quad (1.6)$$

Мұндағы трансформатор үшін:

$\Delta P_{к.т}$ – қысқа тұйықталу шығыны;

U_n –номиналды кернеуі;

S_n –номиналды қуаты.

Реактивті кедергі табудың өрнегі(1-орам):

$$X_1 = \frac{U_K \% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H}, \quad (1.7)$$

мұнда трансформатор орамасы үшін: U_K –қысқа тұйықталу кернеуі.

$$X_1 = \frac{11 \cdot 288^2}{100 \cdot 167} = 54,63 \text{ Ом.}$$

Желідегі Толық қуат пен активті және реактивті шығындарды анықтау:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R; \quad (1.8)$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X; \quad (1.9)$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q); \quad (1.10)$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 \cdot S_H}{100}, \quad (1.11)$$

3-4-ші (1-2 аймақ) қосалқы станция үшін (1.6-1.11) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: АТДЦТН-167000/220 автотрансформатордың алмастыру схемасы 1.4-суретте көрсетілген.

$$R_{mp1} = \frac{288 \cdot 115^2}{10^3 \cdot 167^2} = 0,5 \text{ Ом.}$$

Қосалқы станцияда трансформаторлар параллель жұмыс істемейді, сондықтан

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5 \cdot R_{mp}; \quad (1.12)$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5 \cdot 0,136 = 0,068 \text{ Ом.}$$

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)} - U_{(ок-тк)}); \quad (1.13)$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)} - U_{(жк-тк)}); \quad (1.14)$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)} - U_{(жк-ок)}); \quad (1.15)$$

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (11 + 35 - 21,5) = 12,25\%;$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (11 + 21,5 - 35) = 0\%;$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (35 + 21,5 - 11) = 22,75\%;$$

$$X_1 = \frac{12,25 \cdot 230^2}{100 \cdot 167} = 38,80 \text{ Ом};$$

$$X_2 = \frac{0 \cdot 230^2}{100 \cdot 167} = 0 \text{ Ом};$$

$$X_3 = \frac{22,75 \cdot 230^2}{100 \cdot 167} = 72,06 \text{ Ом}.$$

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивтік қуатты және автотрансформатордың жүктелуі (1.4)-(1.6) формулалар бойынша қуаттары анықталады.

$$S_{40} = \frac{66,8}{0,5} = 133,6 \text{ МВА};$$

$$Q_{40} = \sqrt{133,6^2 - 66,8^2} = 18,1 \text{ МВар},$$

$$S_{60} = \frac{100,2}{0,5} = 200,4 \text{ МВА};$$

$$Q_{60} = \sqrt{200,4^2 - 100,2^2} = 65,68 \text{ МВар},$$

$$\Delta P_{43} = \frac{66,8^2 + 18,1^2}{230^2} \cdot 0,5 = 0,04 \text{ МВт};$$

$$\Delta Q_{43} = \frac{66,8^2 + 18,1^2}{230^2} \cdot 72,06 = 6,56 \text{ МВар};$$

$$P'_{43} + jQ'_{43} = (66,8 + 0,04) + j(18,1 + 6,56) = 66,84 + j24,66 \text{ МВА};$$

$$\Delta P_{42} = \frac{100,2^2 + 65,68^2}{230^2} \cdot 0,5 = 0,08 \text{ МВт};$$

$$\Delta Q_{42} = \frac{100,2^2 + 65,68^2}{230^2} \cdot 0 = 0 \text{ МВар},$$

$$P'_{42} + jQ'_{42} = (100,2 + 0,08) + j(65,68 + 0) = 100,28 + j65,68 \text{ МВА};$$

$$P_{41} + jQ_{41} = (100,28 + 66,84) + j(65,68 + 24,66) = 166,18 + j102,3 \text{ МВА};$$

$$\Delta P_{41} = \frac{166.18^2 + 102.3^2}{230^2} \cdot 0,5 = 0,4 \text{ MBm};$$

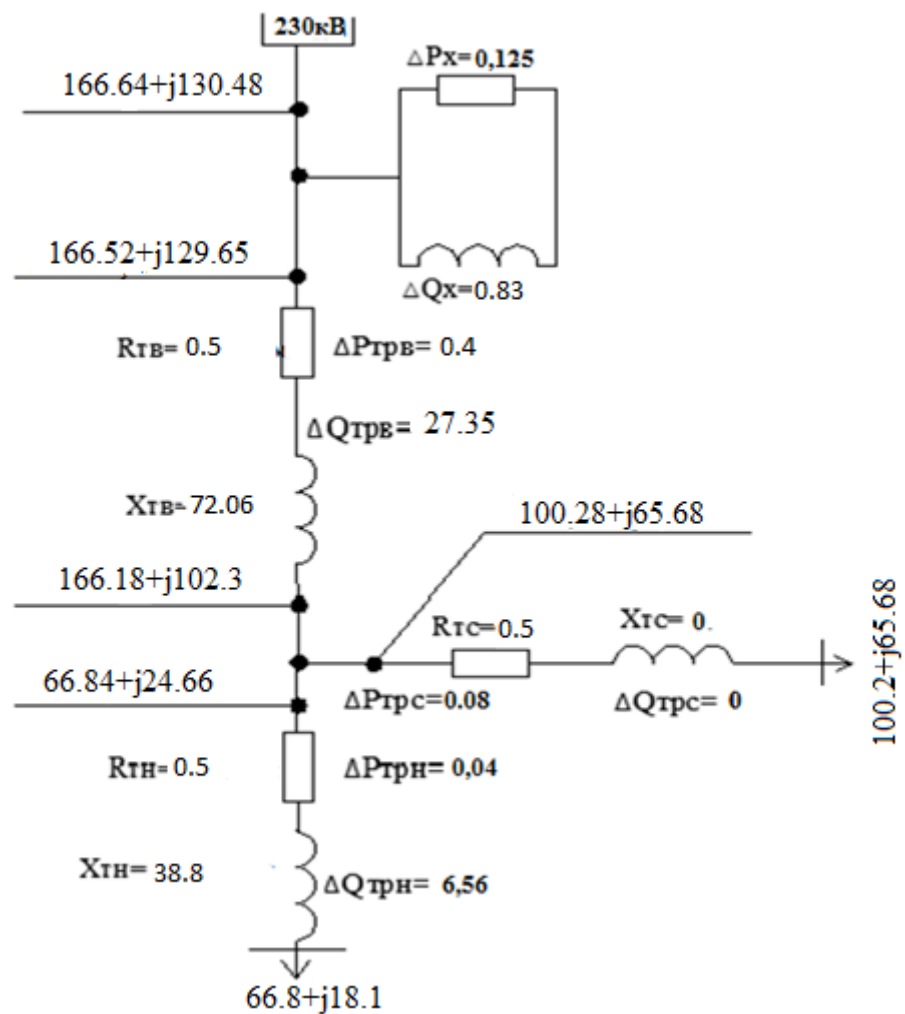
$$\Delta Q_{41} = \frac{166.18^2 + 102.3^2}{230^2} \cdot 38.8 = 27.35 \text{ MVar};$$

$$P_4' + iQ_4' = (166.18 + 0,4) + j(102.3 + 27.35) = 166.52 + j129.65 \text{ MVA};$$

$$\Delta P_0 = P_{б.ж} = 125 \text{ кВт} = 0,125 \text{ MBm};$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{0,5 \cdot 167}{100} = 0.83 \text{ MVar};$$

$$\Delta P_4'' + jQ_4'' = (166.52 + 0,125) + j(129.65 + 0.83) = 166.64 + j130.48 \text{ MVA}$$



1.3-сурет – АТ – 167000 типті автотрансформаторының алмастыру схемасы

1.6-1.15-формулар арқылы АТДЦТН-125000/220 (2-3 және 3-4 аймақ) автотрансформатор параметрлерін анықтаймыз:

$$R_{mp1} = \frac{314 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 125^2} = 0,10M.$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5 \cdot 0,1 = 0,050M.$$

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (10,9 + 42,3 - 27,6) = 12,6\%;$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (10,9 + 27,6 - 42,3) = 0\%;$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (42,6 + 27,6 - 10,9) = 29,5\%;$$

$$X_1 = \frac{12,6 \cdot 230^2}{100 \cdot 125} = 53,30M;$$

$$X_2 = \frac{0 \cdot 230^2}{100 \cdot 125} = 00M;$$

$$X_3 = \frac{29,5 \cdot 230^2}{100 \cdot 125} = 124,060M.$$

$$S_{40} = \frac{58,12}{0,82} = 70,8MBA;$$

$$Q_{40} = \sqrt{70,8^2 - 58,12^2} = 40,4MBap,$$

$$S_{60} = \frac{87,18}{0,82} = 106,3MBA;$$

$$Q_{60} = \sqrt{106,3^2 - 87,18^2} = 60,8MBap,$$

$$\Delta P_{43} = \frac{58,12^2 + 40,4^2}{230^2} \cdot 0,1 = 0,09MBm;$$

$$\Delta Q_{43} = \frac{58,12^2 + 40,4^2}{230^2} \cdot 53,3 = 5,04MBap;$$

$$P'_{43} + jQ'_{43} = (58,12 + 0,09) + j(40,4 + 5,04) = 58,21 + j45,44MBA;$$

$$\Delta P_{42} = \frac{87,18^2 + 60,8^2}{230^2} \cdot 0,1 = 0,07MBm;$$

$$\Delta Q_{42} = \frac{116,46^2 + 68,68^2}{230^2} \cdot 0 = 0MBap;$$

$$P'_{42} + jQ'_{42} = (87,18 + 0,07) + j(60,8 + 0) = 87,25 + j60,8MBA;$$

$$P'_{41} + jQ'_{41} = (87,25 + 58,21) + j(60,8 + 45,44) = 125,46 + j106,24MBA;$$

$$\Delta P_{41} = \frac{125,46^2 + 106,24^2}{230^2} \cdot 0,1 = 0,06 \text{ MBm};$$

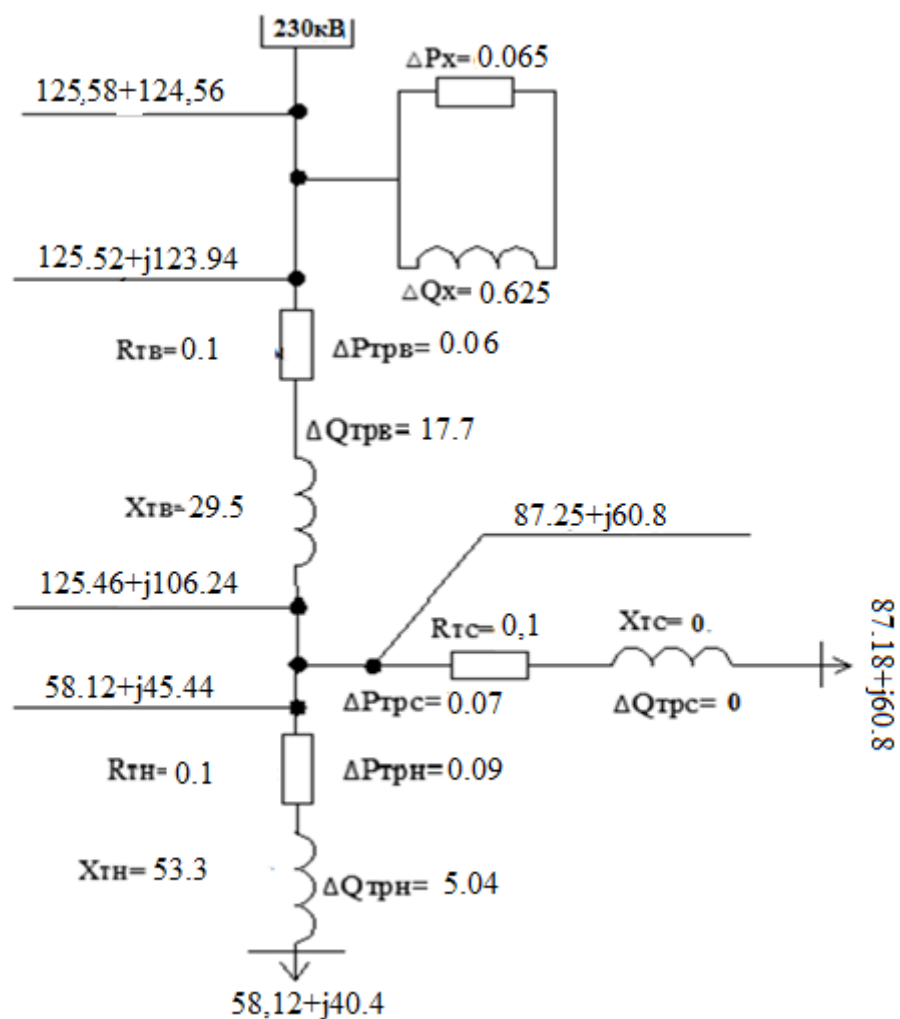
$$\Delta Q_{41} = \frac{125,46^2 + 106,24^2}{230^2} \cdot 29,5 = 17,7 \text{ MBap};$$

$$P'_4 + iQ'_4 = (125,46 + 0,06) + j(106,24 + 17,7) = 125,52 + j123,94 \text{ MBA};$$

$$\Delta P_0 = P_{б.ж} = 65 \text{ KBm} = 0,065 \text{ MBm};$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,5 \cdot 125}{100} = 0,625 \text{ MBap};$$

$$\Delta P''_4 + jQ''_4 = (125,52 + 0,065) + j(123,94 + 0,625) = 125,58 + j124,56 \text{ MBA}.$$



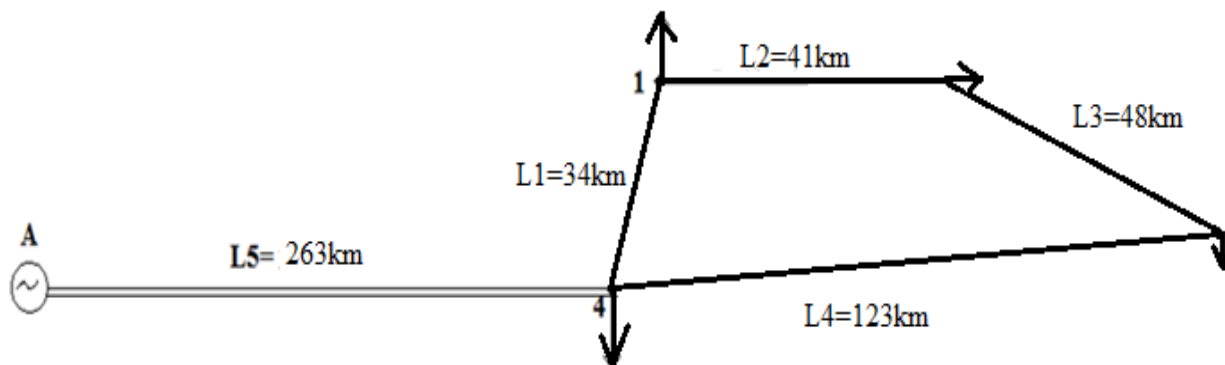
1.4-сурет – АТДЦТН – 125000 типті автотрансформаторының алмастыру схемасы

1.3- кесте – Трансформатордың есептелген шығындары

Трансформаторлар	R_{mp}	X_{mp}	ΔP	ΔQ	P'_n	Q'_n	ΔP_o	ΔQ_μ	$\Delta P''_n$	Q''_3
	Ом	Ом	МВт	Мвар	МВт	Мвар	МВт	Мвар	МВт	Мвар
АТДЦТН – 167000/220	0,5	38.8	0,04	6,56	77.6	18.1	0,125	0.86	186.4	165.6
	0,5	0	0,08	0	116.5	24.66				
	0,5	72.06	0,2	62.05	185.2	62.05				
АТДЦТН – 125000/220	0,1	12,6	0,09	5,04	58,21	45,44	0,065	0,625	145,58	124,56
	0,1	0	0,07	0	87,85	60,8				
	0,1	29,5	0,06	17,7	145,5	124,4				

1.5 Тұйықталған жүйе учаскіндегі қуат таралуын есептеу

Тұйықталған желінің қуат таралуын есептеу сұлбаға байланысты әр нүктеден 2 нүктеге дейінгі ара қашықтық, ол қосалқы станциялардың арасындағы электр беріліс желісінің активті, реактивті және қуат пен желі ұзындығы арқылы қуат таралуы анықталады.



1.5-сурет–Тұйықталған желінің схемасы

Желінің екі жақтан қоректендіруші қорек көзінің қуаттары есептеледі.

$$P_A = \frac{P_1(L1) + P_2(L1 + L2) + P_3(L1 + L2 + L3)}{L1 + L2 + L3 + L4}; \quad (1.16)$$

$$Q_A = \frac{Q_1(L1) + Q_2(L1 + L2) + Q_3(L1 + L2 + L3)}{L1 + L2 + L3 + L4}; \quad (1.17)$$

$$P'_A = \frac{P_3(L4) + P_2(L4 + L3) + P_1(L4 + L3 + L2)}{L1 + L2 + L3 + L4 + L5}; \quad (1.18)$$

$$Q'_A = \frac{Q_3(L4) + Q_2(L4 + L3) + Q_1(L4 + L3 + L2)}{L1 + L2 + L3 + L4}. \quad (1.19)$$

$$P_A = \frac{167(34) + 125(34 + 41) + 125(34 + 41 + 48)}{34 + 41 + 48 + 123} = 185,02 MBm;$$

$$Q_A = \frac{74(34) + 74(34 + 41) + 98,9(34 + 41 + 48)}{34 + 41 + 48 + 123} = 98,38 MBm;$$

$$P'_A = \frac{125(123) + 125(123 + 48) + 167(123 + 48 + 41)}{34 + 41 + 48 + 123} = 231,7 MBm;$$

$$Q'_A = \frac{98,9(123) + 74(123 + 48) + 74(123 + 48 + 41)}{34 + 41 + 48 + 123} = 148,52 MBm;$$

$$S_A = 185,02 + j98,38 MBA;$$

$$S'_A = 231,7 + j148,52 MBA;$$

$$P_A + P'_A = 185,02 + 231,7 = 416,72 MBm;$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = 167 + 125 + 125 = 417 MBm;$$

$$417 = 417 MBm;$$

$$Q_A + Q'_A = 98,38 + 148,52 = 246,9 MBm;$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 74 + 74 + 98,9 = 246,9 MBap;$$

$$247 = 247 MBap;$$

$$S_{12N} = S_A - S_1;$$

$$S_{12N} = 185,02 + j98,38 - 167 - j74 = 18,02 + j24,38 MBA;$$

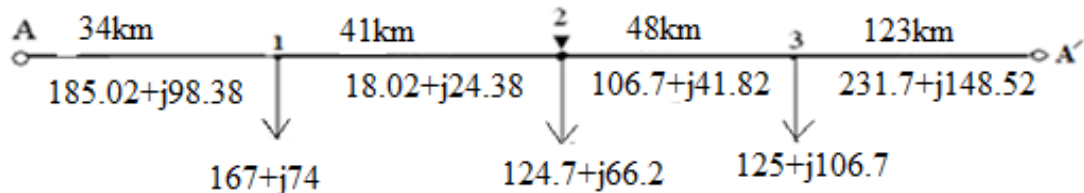
$$S_{34K} = S'_A - S_3;$$

$$S_{34K} = 231,7 + j148,52 - 125 - j98,9 = 106,7 + j41,82 \text{ MVA};$$

$$S_{\text{мол}} = S_A + S'_A;$$

$$S_{\text{мол}} = 185,02 + j98,38 + 231,7 + j148,52 = 417,7 + j246,9 \text{ MVA}.$$

Электр беріліс желісіндегі мысалы үшін ажыратып, қуат таралуын 1.6-суреттегі сұлбаға енгізіледі.



1.6-сурет - Электр беріліс желісінің сұлбасы

1.6 Тұйықталған желінің қималарын есептеу және таңдау

Тұйықталған желі токтың экономикалық тығыздығына байланысты қиманы есептеп шығару.

$$I_{ec} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \quad (1.20)$$

$$I_{01} = \frac{\sqrt{416,7^2 + 246,9^2}}{\sqrt{3} \cdot 500} = 559,2 \text{ A};$$

$$I_{12} = \frac{\sqrt{185,02^2 + 98,38^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 408,9 \text{ A};$$

$$I_{41} = \frac{\sqrt{231,7^2 + 148,52^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 505,9 \text{ A};$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{18,02^2 + 24,38^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 180 \text{ A};$$

$$I_{34} = \frac{\sqrt{106,7^2 + 41,82^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 300,78 \text{ A}.$$

Сымның қимасы ток тығыздығына байланысты есептеледі

$$S_{\text{эк}} = \frac{I}{j_{\text{эк}}}, \quad (1.21)$$

мұндағы $j_{эк}$ – ток тығыздығы, ол ($j_{эк}=1,5\text{A}/\text{мм}^2$) тең.
Сонымен болатты алюминилі, яғни АС маркалы сым таңдалады.
(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі және 1.4-кестеге енгізіледі.

$$S_{эк01} = \frac{559,2}{1,5} = 372,8\text{мм}^2.$$

Таңдалған қима

$$АС-2 \cdot 400/64.$$

Рұқсат етілген ток

$$I_{доп} = 2 \cdot 860\text{A}.$$

(1.22) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{эк12} = \frac{408,9}{1,5} = 272,6\text{мм}^2.$$

Таңдалған қима

$$АС-300/39.$$

Рұқсат етілген ток

$$I_{доп} = 710\text{A}.$$

(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{эк41} = \frac{505,9}{1,5} = 337,2\text{мм}^2.$$

Таңдалған қима

$$АС-300/39.$$

Рұқсат етілген ток

$$I_{доп} = 710\text{A}.$$

(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк23}} = \frac{180}{1,5} = 120,53 \text{ мм}^2.$$

Таңдалған қима

АС –240/34.

Рұқсат етілген ток

$$I_{\text{дон}} = 620 \text{ А.}$$

(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк34}} = \frac{300,5}{1,5} = 200,5 \text{ мм}^2,$$

Таңдалған қима

АС –240/34.

Рұқсат етілген ток

$$I_{\text{дон}} = 620 \text{ А.}$$

1.4- кесте–Тұйықталған желінің аймақтар үшін қимасы таңдалады

Аймақтар	I_{ec} , А	$S_{\text{эк34}}$, мм ²	Сым маркасы, мм ²	$I_{\text{дон}}$, А	r_{cm} , см
0-1, L=263км	559,2	372,8	АС-2x400/64	860	1,7
1-2, L=34км	408,9	272,6	АС-300/39	720	1,2
2-3, L=41км	180	120,53	АС-240/34	620	1,2
3-4, L=48км	300,5	200,5	АС-240/34	620	1,2
4-1, L=123км	505,9	304,9	АС-300/39	720	1,2

Әуе беріліс желісі үшін салыстырмалы параметірі:

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (1.22)$$

Сымның эквиваленттік радиусы, мм

$$r_{\text{сым}} = \frac{D_{\text{сым}}}{2}. \quad (1.23)$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{D_{\text{опт}}}{r_{\text{сым}}} \right) + 0,0157. \quad (1.24)$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{опт}} / r_{\text{сым}})}. \quad (1.25)$$

Сымның орташа диаметрі, см;

$$D_{\text{опт}} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (1.25)$$

Тұйықталған желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

Желінің активті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (1.27)$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$X_i = r_0 \cdot l. \quad (1.28)$$

Желінің реактивті өткізгіштігін келесідей есептеледі

$$B_i = b_0 \cdot l. \quad (1.29)$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі

$$Q_{ci}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{\text{ном}}^2 \cdot B_i. \quad (1.30)$$

0-1 аймағы үшін (1.22)-(1.30) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.5-кестеге енгізіледі

$$r_{01} = \frac{31,52}{400} = 0,07 \text{ Ом / км};$$

$$r_{\text{съл}01} = \frac{3,4}{2} = 1,7 \text{ см};$$

$$D_{\text{орт}01} = \sqrt[3]{10 \cdot 10 \cdot 10} = 1000 \text{ см};$$

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{1000}{1,7} \right) + 0,0157 = 0,4 \text{ Ом / км};$$

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(1000/1,7)} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ См / км};$$

$$R_{01} = 0,07 \cdot 263 = 18,41 \text{ Ом}$$

$$X_{01} = 0,4 \cdot 263 = 105,2 \text{ Ом};$$

$$B_{01} = 2,8 \cdot 10^{-6} \cdot 263 = 736,4 \cdot 10^{-6} \text{ См};$$

$$Q_{c01}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 500^2 \cdot 736,4 \cdot 10^{-6} = 45,5 \text{ МВар}.$$

1-2 аймағы үшін (1.22)-(1.30) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.5-кестеге енгізіледі

$$r_{12} = 0,105 \text{ Ом / км};$$

$$r_{\text{съл}12} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ см};$$

$$D_{\text{орт}01} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 800 \text{ см};$$

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{1,2} \right) + 0,0157 = 0,4 \text{ Ом / км};$$

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/1,2)} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ См / км};$$

$$R_{12} = 0,105 \cdot 34 = 3,57 \text{ Ом};$$

$$X_{12} = 0,4 \cdot 34 = 13,6 \text{ Ом};$$

$$B_{12} = 2,6 \cdot 10^{-6} \cdot 34 = 88,4 \cdot 10^{-6} \text{ См};$$

$$Q_{c12}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 88,4 \cdot 10^{-6} = 2,1 \text{ МВар}.$$

2-3 және 3-4 аймағы үшін (1.22)-(1.30) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.5-кестеге енгізіледі

$$r_{12} = 0,21 \text{ Ом/км};$$

$$r_{\text{сьм}12} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ см};$$

$$D_{\text{орт}01} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 800 \text{ см};$$

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{1,2} \right) + 0,0157 = 0,4 \text{ Ом / км};$$

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/1,2)} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ См / км};$$

$$R_{12} = 0,21 \cdot 41 = 4,3 \text{ Ом};$$

$$X_{12} = 0,4 \cdot 41 = 16,4 \text{ Ом};$$

$$B_{12} = 2,6 \cdot 10^{-6} \cdot 41 = 106,6 \cdot 10^{-6} \text{ См};$$

$$Q_{c12}^k = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 106,6 \cdot 10^{-6} = 2,5 \text{ МВар}.$$

4-1 аймағы үшін (1.22)-(1.30) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.5-кестеге енгізіледі

$$r_{12} = 0,105 \text{ Ом/км};$$

$$r_{\text{сьм}12} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ см};$$

$$D_{\text{орт}01} = \sqrt[3]{8 \cdot 8 \cdot 8} = 800 \text{ см};$$

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{800}{1,2} \right) + 0,0157 = 0,4 \text{ Ом / км};$$

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(800/1,2)} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ См / км};$$

$$R_{12} = 0,105 \cdot 123 = 12,9 \text{ Ом};$$

$$X_{12} = 0,4 \cdot 123 = 49,2 \text{ Ом};$$

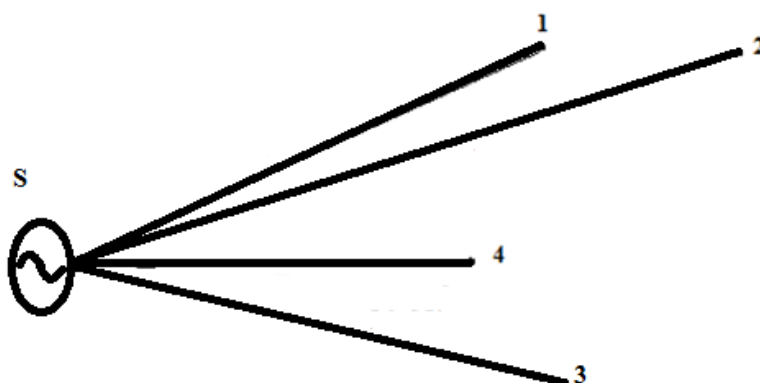
$$B_{12} = 2,6 \cdot 10^{-6} \cdot 34 = 319,8 \cdot 10^{-6} \text{ См};$$

$$Q_{c12}^k = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 319,8 \cdot 10^{-6} = 7,7 \text{ MVar}.$$

1.5- кесте –Әуе беріліс желісінің параметрлері

Аймақтар	r_n , Ом/км	R_n , Ом	x_n , Ом/км	X_n , Ом	b_n , См/км	B_n , См	$Q_{сн}^k$, Мвар
0-1, L=263км	0,07	18,41	0,435	17,4	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	45,5
1-2, L=34км	0,131	3,57	0,4	16	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-4}$	2,1
2-3, L=41км	0,21	4,3	0,413	16,5	$2,75 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	2,5
3-4, L=48км	0,21	4,3	0,413	20,66	$2,75 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	2,5
4-1, L=123км	0,131	12,9	0,4	28	$2,84 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	7,7

1.7 Ажыратылған жүйе учаскіндегі қуат таралуын есептеу



1.7-сурет - Ажыратылған желінің схемасы

(1.20)-формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{01} = \frac{\sqrt{167^2 + 98,9^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 509 \text{ A},$$

(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк01}} = \frac{509}{1,5} = 339 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

$$AC400/51,9.$$

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{\text{дон}} = 830 \text{ A}.$$

(1.20) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{02} = \frac{\sqrt{167^2 + 98,9^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 509 \text{ A}.$$

(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк02}} = \frac{509}{1,5} = 339 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

$$AC400/51,9.$$

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{\text{дон}} = 830 \text{ A}.$$

(1.20) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{03} = \frac{\sqrt{125^2 + 74^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 380 \text{ A}.$$

(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк03}} = \frac{380}{1,5} = 253 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

$$AC300/39.$$

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{\text{дон}} = 710 \text{ A}.$$

(1.20) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{04} = \frac{\sqrt{125^2 + 74^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 380 \text{ A.}$$

(1.21) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{эк23} = \frac{380}{1,5} = 253 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

АС300/39.

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{дон} = 710 \text{ A.}$$

1.6- кесте –Әуе желісінің аймақтар үшін қимасы таңдалады

Аймақтар	I_{ec} , А	$S_{эк34}$, мм ²	Сым маркасы, мм ²	$I_{дон}$, А	r_{cm} , см
0-1, L=284км	509	388	АС-400/51,9	830	3,07
0-2, L=315км	509	388	АС-400/51,9	830	3,07
0-3, L=420км	380	253	АС-300/39	710	2,65
0-4, L=263км	380	253	АС-300/39	710	2,65

1.8 Тұйықталған жүйеде максималды жүктеме кезіндегі алмастыру сұлбасы және шығындарын есептеу

2-3 аймақ үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі және 1.8-суретке енгізіледі

$$S_{23к} = 18,02 + j(24,38 - 2,5) = 18,02 + j 21,88 \text{ МВА};$$

$$\Delta P_{23} = \frac{18,02^2 + 21,88^2}{220^2} \cdot 4,3 = 0,016 \text{ МВт};$$

$$\Delta Q_{23} = \frac{18,02^2 + 21,88^2}{220^2} \cdot 16,5 = 0,34 \text{ МВар};$$

$$S_{23к} / = 18,02 + 0,016 + j(24,38 + 0,34) = 18,036 + j 24,72 \text{ МВА}$$

$$S_{23н} = 18,038 + j(24,72 - 0,61) = 18,038 + j 24,11 \text{ МВА};$$

$$S_{12к} / = 18,038 + 125 + j(24,11 + 74) = 143,038 + j 98,11 \text{ МВА}$$

1-2 аймақ үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі

және 1.8-суретке енгізіледі.

$$S_{12к} = 143,038 + j(98,11 - 2,1) = 143,038 + j96,01\text{MBA};$$

$$\Delta P_{12} = \frac{143,038^2 + 96,01^2}{220^2} \cdot 3,57 = 2,1\text{MBm};$$

$$\Delta Q_{12} = \frac{143,038^2 + 96,01^2}{220^2} \cdot 16 = 9,8\text{MVar};$$

$$S_{12н} / = (143,038 + 2,1) + j(96,01 + 9,8) = 145,138 + j105,81\text{MBA};$$

$$S_{12н} = 145,138 + j(105,81 - 2,1) = 145,138 + j103,71\text{MBA}.$$

3-4 аймақ үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі және 1.8-суретке енгізіледі

$$\Delta P_{34} = \frac{106,7^2 + 39,32^2}{220^2} \cdot 4,3 = 1,1\text{MBm};$$

$$\Delta Q_{34} = \frac{106,7^2 + 39,32^2}{220^2} \cdot 20,66 = 5,5\text{MVar};$$

$$S_{34к} / = (106,7 + 1,1) + j(39,32 + 5,5) = 107,8 + j44,82\text{MBA};$$

$$S_{34к} = 107,8 + j(44,82 - 2,5) = 107,8 + j42,32\text{MBA};$$

$$S_{41н} / = 107,8 + 167 + j(42,32 + 98,9) = 274,8 + j141,22\text{MBA}.$$

4-1 аймақ үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі және 1.8-суретке енгізіледі

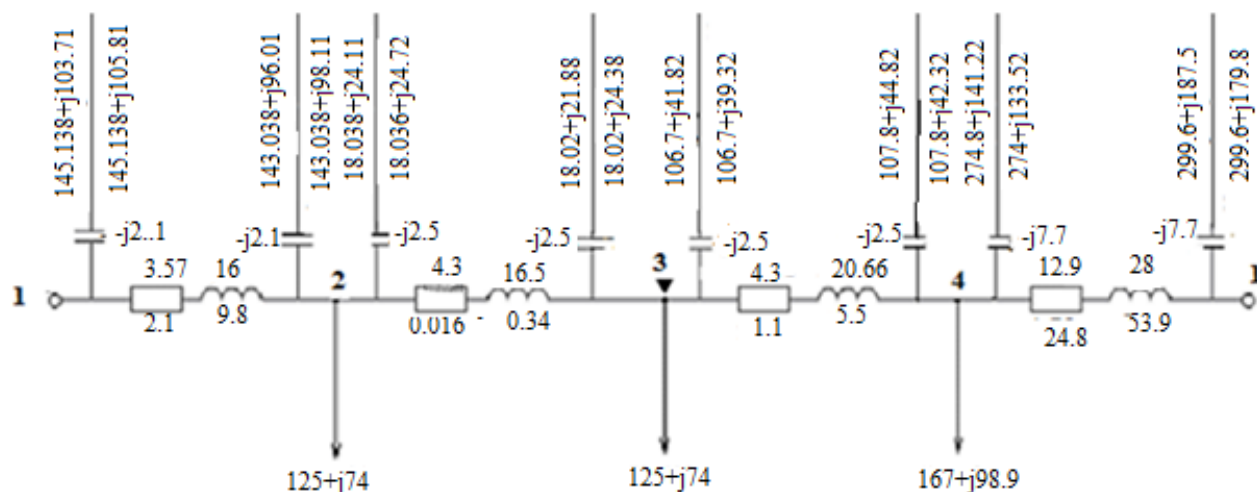
$$S_{41н} = 274,8 + j(141,22 - 7,7) = 274,8 + j133,52\text{MBA};$$

$$\Delta P_{41} = \frac{274,8^2 + 133,52^2}{220^2} \cdot 12,9 = 24,8\text{MBm};$$

$$\Delta Q_{41} = \frac{274,8^2 + 133,52^2}{220^2} \cdot 28 = 53,9\text{MVar};$$

$$S_{41к} / = (274,8 + 24,8 + j(133,52 + 53,9)) = 299,6 + j187,5\text{MBA};$$

$$S_{41к} = 299,6 + j(187,5 - 7,7) = 299,6 + j179,8\text{MBA};$$



1.8-сурет—Тұйықталған желінің қуат шығынының схемасы

1.9 Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу және параметрлеріне сәйкес аппараттар таңдау (ҚТ)

Қысқаша тұйықталу (қ.т.) тогын есептегенде келесідей шамалар анықталады:

J'' - қысқа тұйықталу тогының периодты құраушысының бастапқы мәні;

i_y - электр аппараттарын, оқшауламаларды және шиналарды динамикалық тұрақтылыққа тексеретін қысқа тұйықталудың соққы тогы;

I_y - қысқа тұйықталу алғашқы сатысындағы электрлік аппараттарды динамикалық тұрақтылыққа тексеру үшін толық қысқа тұйықталу тогының әсер етуінің ең үлкен мәні;

$I_{0,2}$ - ажыратқыштарды тексеру үшін уақыты $t = 0,2$ с-ке тең кезіндегі токтың мәні;

I_∞ - электрлік аппараттары мен оқшауламаларды, шиналарды және кабельдерді термиялық тұрақтылыққа тексеру үшін орныққан қысқа тұйықталу тогының әсер ету мәні;

Есептеместен бұрын, міндетті түрде жүйенің электрлік және алмастыру сұлбалары сызылады. Жүйедегі апаттық режимді орындауға алынған аймаққа А-І таңдалады .

Салыстырмалы бірлікте базистік қуат

$$S_6 = 100 \text{ MVA.}$$

Базистік кернеу

$$U_{\text{баз}K_1} = 230 \text{кВ};$$

$$U_{\text{баз}K_2} = 110 \text{кВ};$$

$$U_{\text{баз}K_3} = 10,5 \text{кВ}.$$

1.7-кесте–АТДЦТН-167000/220/110 трансформаторының паспорттық берілгені

Трансформатор типі	S, МВА	Реттеу шегі	Каталогты берілгендері								
			Уном.орам, кВ			Uк, %			Рқ. т, кВТ	Рб. ж кВТ	I, %
			ЖК	ОК	ТК	Ж-О	Ж-Т	О-Т			
АТДЦТН-167000/220	167	±6*2 %	230	121	10,5	11	31,99	20	145	430	0,5

2.8-кесте - Қысқаша тұйықтау тогын есептеуге арналған тұрақтылар

Кернеу мәндері	t, с	K _{сок}	T _а , с
220 кВ үшін	0,5	1,78	0,185
110 кВ үшін	0,75	1,78	0,2
10,5 кВ үшін	0,9	1,78	0,22

Генератордың кедергісі

$$X_{Г*} = x_d'' \frac{S_{\delta}}{S_{НГ}}, \quad (1.31)$$

мұндағы: $X_{Г*}$ – генератор кедергісі(қатысты мәні);
 x_d'' – аса өтпелі индуктивті кедергі;
 $S_{НГ}$ – генераторың номиналды қуаты, МВА;
 S_{δ} – базистік қуат, МВА.

(1.31) осы формулаға сәйкес

$$X_{Г*} = 0,3 \frac{100}{167} = 0,124.$$

Желілердің кедергілері:

$$X_{л} = x_0 l \cdot \frac{S_6}{U_6^2}, \quad (1.32)$$

(1.32) осы формулаға сәйкес

$$X_{л} = 0,4 \cdot 85 \cdot \frac{100}{220^2} = 0,06,$$

Трансформатордың кедергілері:

$$X_{TP*} = \frac{u_{к.з.}}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{HT}}. \quad (1.33)$$

мұндағы: X –трансформаторлардың кедергілері;

$u_{к.з.}$ трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі;

S_{HT} – трансформатордың қуаты.

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады

$$\begin{aligned} U_{K1} &= 0,5 \cdot (U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)} - U_{(ок-тк)}), \\ U_{K2} &= 0,5 \cdot (U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)} - U_{(жк-тк)}), \\ U_{K3} &= 0,5 \cdot (U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)} - U_{(жк-ок)}), \end{aligned} \quad (1.34)$$

(1.34) осы формулаға сәйкес

$$\begin{aligned} U_{K1} &= 0,5 \cdot (11 + 31,99 - 20) = 11,495\%; \\ U_{K2} &= 0,5 \cdot (20 + 11 - 31,99) = -0,495 \approx 0\%; \\ U_{K3} &= 0,5 \cdot (31,99 + 20 - 11) = 20,495\%. \end{aligned}$$

(1.33) осы формулаға сәйкес

$$\begin{aligned} X_{тжс} &= \frac{11,495 \cdot 100}{100 \cdot 167} = 0,057; \\ X_{то} &= 0; \\ X_{тм} &= \frac{20,495 \cdot 100}{100 \cdot 167} = 0,102. \end{aligned}$$

Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі нәтижелік кедергі

$$X_{рез.б*} = X_{\rho*} = 0,124. \quad (1.35)$$

$$x_{кoc2} = x_{Г*} + x_{Л} + x_{ТЖ} + x_{ТО}. \quad (1.36)$$

(1.35-1.36) осы формулаға сәйкес

$$X_{рез.б*} = 0,124 + 0,06 + 0,057 + 0 = 0,241.$$

$$x_{кoc3} = x_{Г*} + x_{Л} + x_{ТЖ} + x_{ТТ}. \quad (1.37)$$

(1.37) осы формулаға сәйкес

$$X_{рез.б*} = 0,124 + 0,06 + 0,057 + 0,102 = 0,343.,$$

Нүктелердегі базистік тоқты табу

$$I_{\delta 1} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta}}. \quad (1.38)$$

(1.38) осы формулаға сәйкес

$$I_{\delta 1} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,26кА;$$

$$I_{\delta 1} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 121} = 0,49кА;$$

$$I_{\delta 2} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,6кА.$$

К1 және К2 нүктелердің ҚТ токтары

$$I_{кз} = \frac{I_{\delta}}{X_{рез}}. \quad (1.39)$$

(1.39) осы формулаға сәйкес

$$I_{К-1} = \frac{0,26}{0,124} = 2,09кА;$$

$$I_{K-2} = \frac{0,48}{0,241} = 1,99 \text{кА};$$

$$I_{K-3} = \frac{5,6}{0,343} = 16,32 \text{кА}.$$

Қысқа тұйықталу тогынан пайда болатын соққы токтар:

$$i_{y,t=0} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз,t=0}. \quad (1.40)$$

(1.40) осы формулаға сәйкес

$$i_{y,t=0} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз,t=0} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 2,09 = 5,2 \text{кА};$$

$$i_{y,t=\infty} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз,t=\infty} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,99 = 4,96 \text{кА};$$

$$i_{y,t=\infty} = \kappa_{y\partial} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз,t=\infty} = 1,78 \cdot \sqrt{2} \cdot 16,32 = 40,7 \text{кА}.$$

Жылулық импульстері

$$I_{кз,t=0}^2 \cdot (t + T_a). \quad (1.41)$$

(1.41) осы формулаға сәйкес

$$B_{к,t=0} = I_{кз,t=0}^2 \cdot (t + T_a) = 5,2^2 \cdot (0,5 + 0,185) = 19,24 \text{кА}^2 \cdot \text{с};$$

$$B_{к,t=\infty} = I_{кз,t=\infty}^2 \cdot (t + T_a) = 4,9^2 \cdot (0,75 + 0,2) = 22,81 \text{кА}^2 \cdot \text{с};$$

$$B_{к,t=0} = I_{кз,t=0}^2 \cdot (t + T_a) = 40,7^2 \cdot (0,9 + 0,22) = 45,584 \text{кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Трансформатордың (1.20) формула бойынша жоғарғы және төменгі орамдарындағы есептік токтары

$$I_{расч} = \frac{167000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 526 \text{А};$$

$$I_{расч} = \frac{167000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 1069 \text{А};$$

$$I_{расч} = \frac{167000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 11204 A.$$

Барлық есептелініп шығарылған мәндердің топтастырылған жиынтығы 1.9 - кестеде көрсетілген.

1.9-кесте – Қысқы тұйықталу болған аймақтың параметрлері

Нүкте / Параметр	К1	К2	К3
U _ж	220 кВ	110 кВ	10,5 кВ
I _{ЕС}	526 А	1069 А	1,12кА
I _{ҚТ}	2,09 кА	1,99 кА	16,32 кА
i _{соққы}	5,2 кА	4,9 кА	40,7 кА
В _к	19,24 кА	22,81кА	45,584кА

1.10 Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау

Аппараттар мен өткізгіштерді таңдағанда, олардың қандай жағдайда жұмыс істей алуынан бастайды, олардың құрылысы ішке және сыртқа орналастыру талаптарын қанағаттандыру керек.

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

Жоғары кернеулі ажыратқыштар жоғары кернеулі электр тізбегін қосуға және ажыратуға, сондай ақ қысқа тұйықталу кезінде ажыратуға арналған. Оның ажырататын қабілеті жеткілікті, қысқа уақытта орындайтын жұмысы сенімді болуы тиіс. Жоғары вольтты ажыратқыштар қопарылудан және өрттен қауіпсіз, құрылымы қарапайым, пайдаланылуы ыңғайлы, мөлшері мен салмағы мүмкіндігінше шағын болғаны жөн.

Ажыратқыш – коммутациялық аппарат, тоқты қосуға және ағытуға арналған. Ажыратқыш электр қондырғыларындағы негізгі аппарат болып табылады және ол кез келген режимдегі тізбекті ажыратып, қосу қызметін атқарады. Ұзақ жүктеме, асқын жүктеме, қысқаша тұйықталу, бос жүріс, синхронды емес жұмыс. Ең қиын және жауапты операциялар бұл қысқа тұйықталу тоқтарының ажыратылуы және берілген қысқаша тұйықталуға қосылуы. Ажыратқыштың негізгі конструкциялық бөліктері: контактілі жүйе, ұшқын сөндіретін құрылғымен, тоқ жетекші бөлік, корпус, оқшауламалық және жетектік механизм. Айырғыш-контактілі коммутациялық аппарат тоғы жоқ немесе аз ғана тоғы бар электрлік тізбекті ажыратуға немесе қосуға арналған, техника қауіпсіздігін сақтау үшін ажыратылған жағдайда контактілер арасында оқшауламалық аралық болады. Айырғыштармен

жүктеме тоғын ажыратуға болмайды. Өйткені контактілі жүйеде ұшқын сөндіретін құрылғы жоқ, ал жүктеме тоқтарын қателесіп ажыратса, ұшқын пайда болады, ол фазалық қысқы тұйықталуға және жұмыс істеп жатқан жағдайда, адамдардың жарақатталуына әкеп соқтырады. Айырғышпен ажыратпас бұрын ажыратқышпен тізбекті сөндіру керек. Номинал кернеу, номинал тоқ, соғылу тоғы бойынша РДЗ-220 типті ажыратқыштарды таңдалады. К1-3 нүктесіне таңдалған ажыратқыштар мен айырғыштар тоқ трансформаторы келесі кестелерде көрсетілген.

1.10-кесте – К1 нүктесі үшін таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш HDL-242	Айырғыш РДЗ-220	Ток трансформаторы ТФЗМ-220-У1
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	220	220	220	220
$I_{есеп} \leq I_H, А$	526	1000	2000	600
$I_{КЗ} \leq I_{откл}, кА$	20,9	40		
$i_y \leq k_{\delta} \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	5,3	100	100	25
$B_{к} \leq I_{терм}$	19,24	40/3	40/3	14

1.11-кесте – К2 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш ВЭМ-10Э/20У3	Айырғыш РНД – 110/2000	Ток трансформаторы ТФЗМ110Б-ІУ1
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	110	110	110	110
$I_{есеп} \leq I_H, А$	1069	1250	2000	1200
$I_{КЗ} \leq I_{откл}, кА$	1,96	20	---	---
$i_y \leq k_{\delta} \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	4,9	102	40	10
$B_{к} \leq I_{терм}$	22,81	20	31,5/4	25

1.12-кесте – К3 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау 2 шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш ВВ-20	Айырғыш РВК – 20/12500	Ток трансформаторы ТШВ15У3
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	10	20	20	15
$I_{есеп} \leq I_H, А$	11204	12000	12500	12000
$I_{КЗ} \leq I_{ОТКЛ}, кА$	16,32	74	-	-
$i_y \leq k_o \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	40,7	74	125	81
$B_k \leq I_{терм}$	45,584	300	320	81

1.11 Кернеу трансформаторын таңдау

Кернеу трансформаторы — әр түрлі құрылғылардың қоректендіруі үшін электр қуатын түрлендіруге емес, жоғары кернеулі тізбектердің гальваникалық айырымы үшін екінші орамдардың төмен (әдетте 100 В) кернеуінен жоғары кернеудегі 6 кВ және одан жоғары арналған трансформатордың бір түрі.

Генераторлардың электр беру желілерінің жоғары кернеуін өлшеуге ыңғайлы төмен вольтты кернеуге түрлендіре отырып, өлшеу тізбектерінде қолданылады.

Сонымен қатар, кернеу трансформаторын қолдану төменвольтті қорғаныс өлшеуіш тізбектерін оқшаулауға, өлшеуге және жоғары кернеуден басқаруға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде төменвольтті желілерде арзан Жабдықты пайдалануға және олардың оқшаулануын арзандатуға мүмкіндік береді.

Кернеу трансформаторы ол арқылы қуат беруге арналмаған болғандықтан, кернеу трансформаторының негізгі жұмыс режимі-бос жүріс режимі.

1.13-кесте – НКФ-220 кернеу трансформаторының К1 нүктесі үшін

таңдалған аспап

Трансформатор түрі	Номиналды кернеу, кВ			Дәлдік класындағы номиналды қуат, В·А				Шекті қуат, В·А
	кіріс	ШЫҒЫС		0,2	0,5	1,0	3,0	
		негізгі	қосымша					
НКФ-220	0.1/√3	0.1/√3	0.1	400	500	800	12000	2000

1.14-кесте – НКФ-110 кернеу трансформаторының К2 нүктесі үшін таңдалған аспап

Трансформатор түрі	Номиналды кернеу, кВ			Дәлдік класындағы номиналды қуат, В·А				Шекті қуат, В·А
	кіріс	ШЫҒЫС		0,2	0,5	1,0	3,0	
		негізгі	қосымша					
НКФ-110-II У1	110/ √3	0.1/ √3	0.1	100	200	400	1000	2000

1.15-кесте – НТМИ-10 кернеу трансформаторын К3 нүктесі үшін таңдалған аспап

Трансформатор түрі	Номиналды кернеу, кВ			Дәлдік класындағы номиналды қуат, В·А			Шекті қуат, В·А
	кіріс	ШЫҒЫС		0,5	1,0	3,0	
		негізгі	қосымша				
НТМИ-10	10	0.1	0.1/√3	120	200	480	980

1.12 Асқын кернеуді шектегіш таңдау

Асқын кернеуді шектегіш. Басқа құрылғылардың қатарында оны экстрималды жағдайлардағы аспаптар болып және сымдарды қорғауға қабілетті ең заманауи жүйелерге жатқызу керек. Оның негізінде салынған схема бұрын автоматты үзгіш мен ажыратқыштарға, ал тұрмыстық жағдайларда тұрақтандырғыштар мен үй трансформаторларына қарсы тұрған проблемалар кешенін табысты шешеді деп айтуға болады.

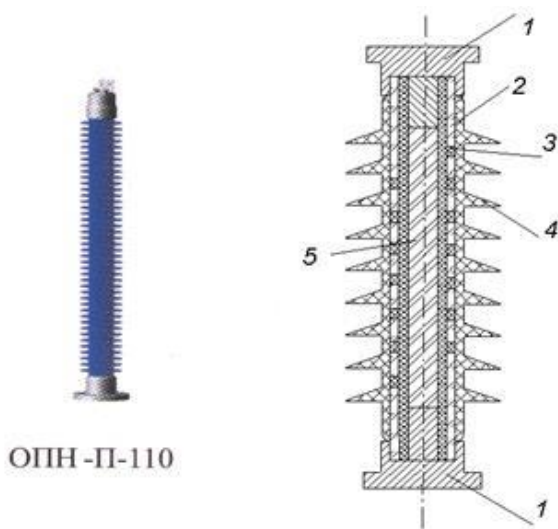
Аспаптың негізі варистор болып табылады, ол нормативтен тыс энергияны бірден сіңіреді және оны жылу ретінде береді. Желі бойынша одан әрі түсетін кернеу нормаланады.

Қазір құралдар тізбектей немесе параллель қосылған бірнеше блоктарды білдіреді. Бұл бұйымның қорғаныс сипаттамаларын арттырады, сондай-ақ оның жөндеуін жеңілдетеді, ол үшін модульдердің бірін ауыстыру жеткілікті.

Варисторлар полимерлі немесе фарфор корпусына оқшауланған. Біріншісі арнайы тесіктер, екіншісі — мембраналар және герметикалайтын сақиналар, сондай-ақ пайдаланылған қақпақтар бар. Бұл тұрақсыз кернеумен жұмыс істеу кезінде құралдардың жарылыс және өрт қауіпсіздігін арттырады.

1.16-кесте – ОПН-110 және ОПНп-110 асқын кернеулерді шектегіштердің негізгі техникалық сипаттамалары

Шектегіш параметрлері	ОПН-110 УХЛ1	ОПНп-110 УХЛ1
Номиналды кернеу, кВ	110,0	
Ең көп жұмыс кернеуі, кВ	56; 60; 73; 77; 84; 88; 100	
Өткізу қабілеті: Ток импульстерінің 20 әсері * 8/20 мкс амплитудасымен, А * 1,2/2,5 мс амплитудасы бар, А	10 000 400; 550; 850	



1.9-сурет – Полимерлік корпуста асқын кернеуді шектегіш

Полимерлі ОПН негізгі тірек элементі шыны пластикті құбыр (поз. 2, 1.9-сурет), оның ішінде варисторлар (поз. 5). Бұл ретте оның майысуға қарсы тұру қабілеті және аппараттың жалпы механикалық беріктігін анықтайды. Сонымен қатар полимерлік аппараттың ішкі құбыры бір мезгілде жарылыстан қорғау жүйесінің элементі болып табылады.

Шектегіштің жарылыс қауіпсіздігі құбыр қабырғасындағы перфорациялық тесіктердің болуымен қамтамасыз етіледі (поз. 3) конструкцияның герметикалығын қамтамасыз ететін СКТН синтетикалық композициясымен толтырылған қалыпты режимде.

Қысқа тұйықталудың ішкі доғасы пайда болған кезде доғалық газдың іс-әрекетімен толтырғыш перфорация тесіктерінен шығарылады, сыртқы полимерлік қаптаманың жылдам үзілуін қамтамасыз етеді (поз. 4) күріш. 2.9 және доғаның жану өнімдерінің атмосфераға еркін өтуі. Өйткені перфораторлық тесіктері бар барлық ұзындығы бойынша ЖБЖ, онда кейін шығарынды доғалық газ арқылы олардың сірә білім сыртқы доғаның, шунтирующей ішкі разряд.

1.17-кесте – ОПН-220 және ОПНп-220 асқын кернеулерді шектегіштердің негізгі техникалық сипаттамалары

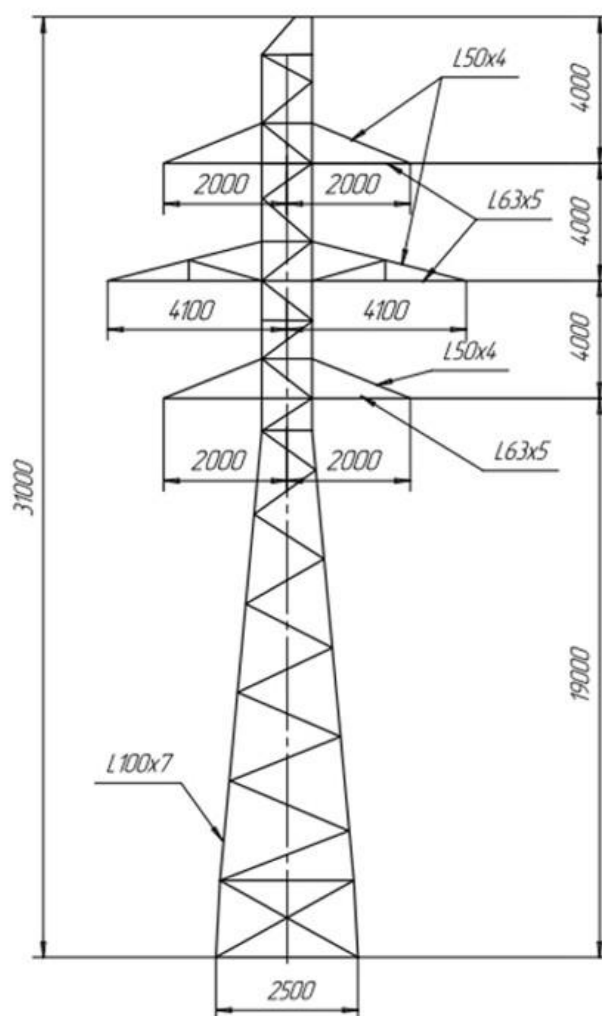
Шектегіш параметрлері	ОПН-220 УХЛ1	ОПНп-220 УХЛ1
Номиналды кернеу, кВ	220,0	
Ең көп жұмыс кернеуі, кВ	146; 154; 165; 176	
Өткізу қабілеті: Ток импульстерінің 20 әсері * 8/20 мкс амплитудасымен, А * 1,2/2,5 мс амплитудасы бар, А	10000 400; 550; 850	

1.13 Әуе электр беріліс желісі үшін тірек материалын таңдау

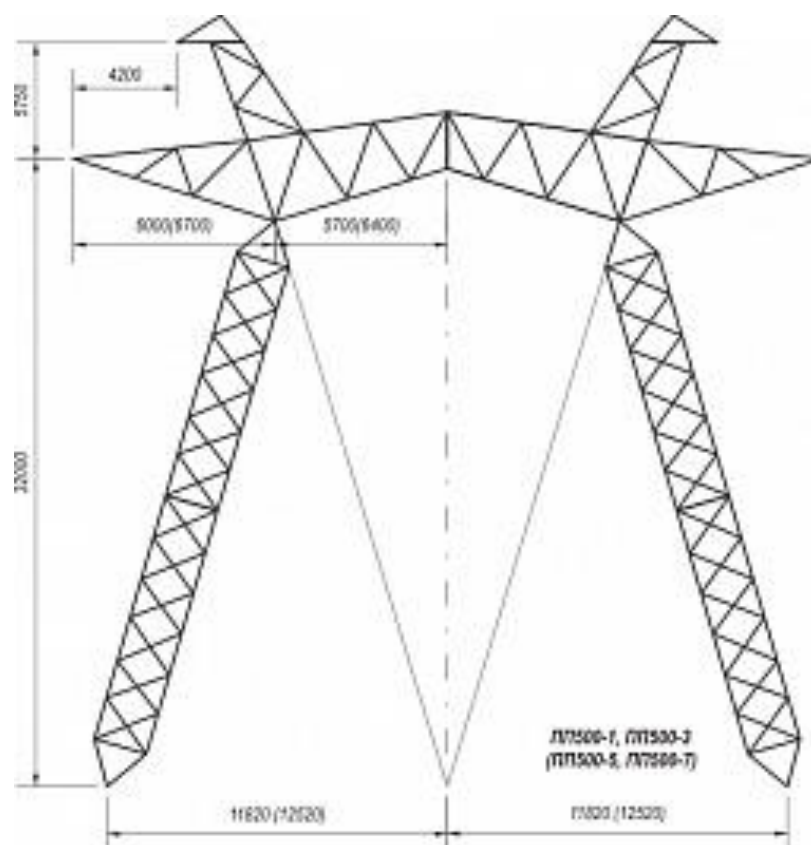
Есептелетін әуе электр беріліс желісінің номиналды кернеуі 220 кВ болғандықтан, техника – экономикалық көрсеткіш бойынша ең тиімді электр желісі үшін темірбетонды тіректер қолданылады. Темірбетонды тіректер жоғары механикалық беріктікке ие, ұзақ мерзімді қызмет атқарады. Пайдалану кезінде көп шығынды 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.

1.18-кесте –Тіректердің паспорттық мәліметері

Номиналь кернеуі U_H , кВ	Сымның Маркасы	Тіректердің құрылымы мен мәні	Тіректің маркасы	Нормативтік қабырғаның муз қатуы. мм	Желдің стандартты жылдамдығы кг/с	Материалдарды тұтыну		
						Темір. Т.	Цементь м ³	Ағаш м ³
500	3хАС 400	П500-3ц-с	ПП500-2-1	5-10	55	4,6	6,5	—
220	300/39	П220-1ц-с	2П220-1т	5-10	35	3,2	4,1	—



1.10-сурет – Кернеуі 220 кВ-қа арналған темір екі тізбекті тіректің құрылымдық сұлбасы



1.11-сурет – Кернеуі 500 кв-қа арналған темір тіректің құрылымдық сұлбасы

1.14 Изолятор таңдау

Изолятор стеклянный штыревой ШС-10Д 10кВ желіге қолдануға болады. Электр монтаждық қызмет саласында "желілік оқшаулағыштар" деген ұғым бар. Мұндай оқшаулағыштар электр беру желілерінде сымдарды бекіту үшін қолданылады. Ең бастысы, олар электр беру әуе желілеріндегі жоғары кернеулі сымдарды оқшаулау үшін қызмет етеді. Конструктивті тұрғыда оларды аспалы оқшаулағышқа, қадала оқшаулағышқа және тірек қадаларға бөлуге болады.

Изолятор стеклянный штыревой ШС

Оқшаулағыштар 100 Гц дейінгі жиіліктегі кернеуі 10 кВ дейінгі ауыспалы ток қосалқы станциялары мен электр станцияларының және ЭБЖ сымдарын оқшаулауға және бекітуге арналған.

Шартты белгінің құрылымы:

Ш-істік оқшаулағыш,

С-шыны,

Х-номиналды кернеу, кВ,

Г-изоляторды жаңғырту индексі

Және 110кВ және 220кВ желілерде жаңа ШС-20ЕД оқшаулағыштар қолдану тиімді болып келеді, ағу жолының ұзындығы жоғары және құны төмен.

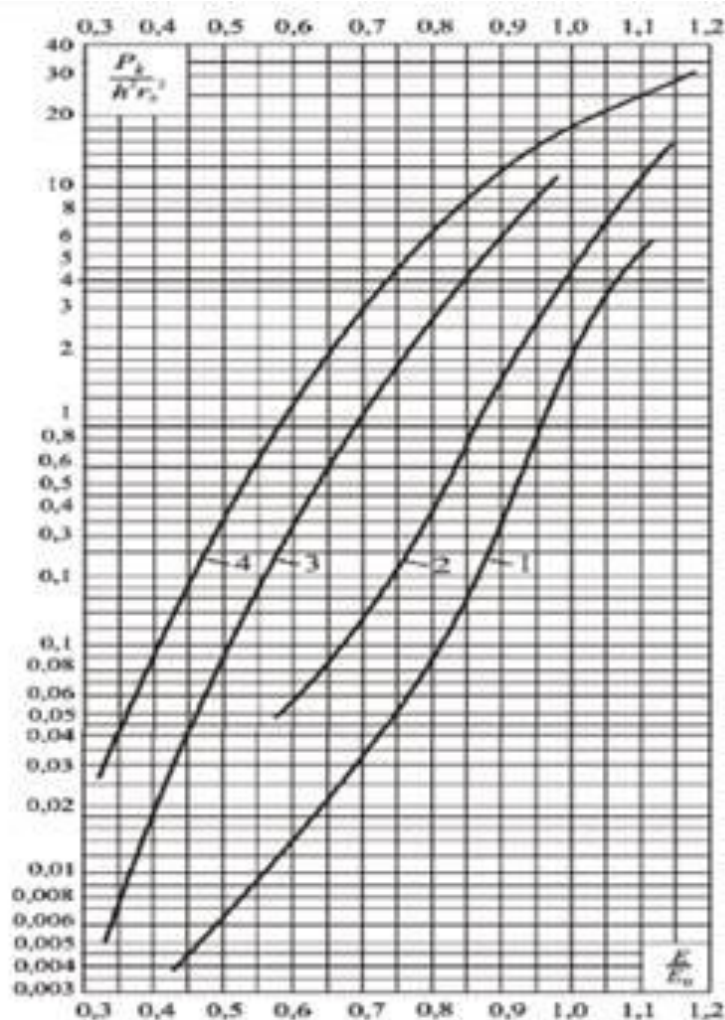


1.12-сурет – Изоляторлар ШС-10Д 10кВ және ШС-20ЕД

2 Электр беріліс желілеріндегі корондық разряд

2.1 Коронды разрядының туындауына түсінігі

Электр беріліс желілері сымдарының бетіндегі түпкілікті разрядтар электр өрісінің кернеулігі ауа үшін тесілген жерден асып кеткен жағдайда пайда болады. Екі параллельді пластиналар арасындағы біртекті өрісте де ауаның беріктігіне көптеген факторлар әсер етеді: ауа қысымы, электрод материалдары, су буының болуы, фотоионизация және қоса берілген кернеу түрі. Сымның бетіндегі кез келген тегіс емес электр өрісінің кернеулігінің жергілікті ұлғаюына және соның салдарынан жергілікті корон разрядының туындауына әкеледі. Бұл ретте ауа сынамасы энергия жоғалтуын тудыратын акустикалық шуылмен және шаммен, радио кедергілермен, сым дірілімен, сондай-ақ озон мен басқа да заттардың бөлінуімен қоса жүреді.



1 – жақсы ауа-райы; 2 – қар; 3 – жауын; 4 – қырау

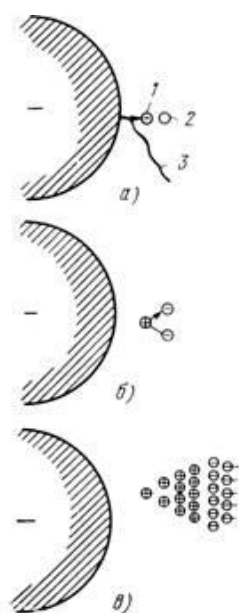
2.1 - сурет – Түрлі ауа-райы шарттарына сәйкес тәждің қуат шығынының жалпылама сипаттамалары

2.2 Тәж механизмі

Газ разрядының процестері. Электр разрядтары әдетте газдағы еркін электрондардың электр өрісін жылдамдату кезінде пайда болады. Электрондар жеткілікті энергия алған кезде, олар атомдармен соқтығысу кезінде жаңа еркін электрондар мен оң иондарды құру қабілетін алады. Мұндай процесс соққы ионизациясы деп аталады. Еркін электрондардың саны бұл суретте көрсетілгендей ұлғаюын жалғастырады. (2.2)-сурет бойынша қайталама құбылыстар дербес разрядқа әкелгенге дейін. Иондау процесін бастаған алғашқы электрондар көбінесе фотоиондау жолымен қалыптасады. Кейбір қашықтықтағы көзден Фотон атомға электрон және оң зарядталған ион пайда болу үшін жеткілікті энергия береді. Электр өрісіндегі жедел қозғалыс кезінде электрон азоттың, оттегінің және ауадағы басқа газдардың атомдарымен кездеседі. Мұндай қақтығыстардың көпшілігі екі миллиард шарлары сияқты серпімді қақтығыстар болып табылады. Мұндай соқтығысу кезінде электрон өзінің кинетикалық энергиясының аз бөлігін ғана жоғалтады. Уақыт өте келе, Алайда, соққылар атомның қозуы және оның жоғары энергетикалық жағдайға өтуі орын алуы осындай күшке жетуі мүмкін.

Бұл ретте бір немесе бірнеше электрондардың орбитасы өзгереді, кинетикалық энергияның бір бөлігі жұмсалады. Бұдан әрі қозған атом электрмагниттік толқындар (радиошум) түрінде артық энергия бөле отырып, өзінің қалыпты жағдайына оралуы мүмкін. Электрондардың иондармен соқтығысуы кезінде соңғылардың бейтарап атомдарға айналуы мүмкін.

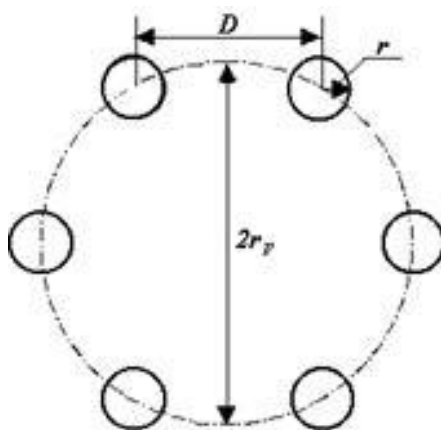
Электр өрісімен газ электрондарын жылдамдатумен анықталатын негізгі иондау процесі былайша көрсетілуі мүмкін:



а — басы; б — қосымша электрон мен оң ионның пайда болуына әкелетін бейтарап атоммен электронның соқтығысуы; в — Жаңа электрондар мен оң иондардың пайда болуымен әуе аралығындағы электрондардың қозғалысы; 1 — босатылған электрон; 2 — бейтарап атом; 3-фотон.

2.2-сурет – Теріс электродтың электрондық көшкінінің басталуы

Қазіргі уақытта, 1910 жылы академик В. Ф. Миткевич фазалардың ыдыратылған сымдарын қолдану кеңесімен пайдалану болып табылады. Бұл жағдайда желінің әрбір фазасы кіші диаметрге қатысты бірнеше параллель сымдардан үлкен диаметрлі бір сымның орнына тұрады. Мұндай фаза конструкциясында сымдардың талап етілетін жиынтық қимасы кезінде олардың бетіндегі өрістің ең жоғары кернеулігін айтарлықтай азайтуға болады. Әрбір QL сымның заряды ыдыратылған фазаның жалпы зарядының бөлігін ғана құрайды – эквивалентный радиус бірлік сымда, бөлшектелген фаза сияқты сыйымдылық бар.



2.3-сурет – Электр өрісінің максималды кернеулігіне ең елеулі әсер ету радиусы

2.3 Тәж шығынын есептеу

Сымдардың көлденең орналасуы және олардың арасындағы 10 м созылуы кезінде кернеуі 220 кВ ЭБЖ-ның қума индуктивті кедергісі мен сыйымдылық өткізгіштігі қалай өзгертетінін анықтау, егер АС-400/39 әрбір фазада екі сым өсе отырып ілінсе АС-240/34 арасындағы $a_{cp}=400\text{мм}$.

Желі сымдарының арасындағы орташа геометриялық қашықтықты анықтаймыз

Тұйықталған желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

$$D_{cp} = 1.26 \cdot D = 1.26 \cdot 8 = 10\text{ м}$$

Әуе беріліс желісі үшін салыстырмалы параметірі:

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (2.1)$$

Сымның эквиваленттік радиусы, мм

$$r_{\text{сым}} = \frac{D_{\text{сым}}}{2}. \quad (2.2)$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{D_{\text{опт}}}{r_{\text{сым}}} \right) + 0,0157. \quad (2.3)$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{\text{опт}} / r_{\text{сым}})}. \quad (2.4)$$

Сымның орташа диаметрі, см;

$$D_{\text{опт}} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (3.5)$$

Сымның диаметр ескере отырып $2r_{\text{нр}}=21,6\text{мм}$.

$$r_0 = \frac{21,6}{400} = 0,07 \text{ Ом/км};$$

$$r_{\text{сым}0} = \frac{3,4}{2} = 1,7 \text{ см};$$

$$D_{\text{опт}0} = \sqrt[3]{10 \cdot 10 \cdot 10} = 1000 \text{ см};$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{1000}{1,7} \right) + 0,0157 = 0,4 \text{ Ом/км};$$

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(1000/1,7)} = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ См/км};$$

Меншікті реактивті кедергісі (расщепленной фазой), Ом/км

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{1000}{6,65} \right) + \frac{0,0157}{2} = 0,3 \text{ Ом/км};$$

$$\text{мұнда } R_{\text{эк}} = \sqrt[n]{R_{\text{нр}} \cdot a_{\text{ср}}^{n-1}} = \sqrt{1,7 \cdot 400} = 6,65$$

Меншікті реактивті өткізгіштік (расщепленной фазой), См/км

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(1000 / 6,65)} = 3,6 \cdot 10^{-6} \text{ См / км};$$

Демек, фазаны екі сымға ажыратқан кезде желінің индуктивті кедергісі:

$$\frac{0,3}{0,4} \cdot 100 = 75\%$$

осыған орай 75 % азаяды, ал меншікті сыйымдылық өткізгіштігі

$$\frac{3,6}{2,8} \cdot 100 = 128,5\%$$

демек ұлғаюы 28,5 %.

Желідегі толық меншікті кедергі:

$$z_o = \sqrt{r_0^2 + x_0^2}. \quad (2.6)$$

$$z_o = \sqrt{0,07^2 + 0,441^2} = 0,457 \text{ Ом / км}$$

Сымдар тең жақты үшбұрыштың шыңда орналасқан кезде

$$D_{cp} = D = 8000 \text{ мм, яғни}$$

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left(\frac{8000}{1,7} \right) + 0,057 = 0,427 \text{ Ом / км};$$

және толық меншікті кедергісі:

$$z_o = \sqrt{0,07^2 + 0,427^2} = 0,443 \text{ Ом / км}$$

Демек, транспозиция жүзеге асырылған сымдардың көлденең орналасуы кезінде желінің толық кедергісі, сымдары тең жақты үшбұрыштың шыңында орналасқан, кезде

$$\frac{0,457 - 0,443}{0,443} \cdot 100 = 3,16\%$$

Яғни ұлғаюы 3,16% тең.

Желінің тұрақты токпен қоректенуі кезінде оның толық меншікті

кедергісі, меншікті активті кедергіге тең болады

$$r_0 = \frac{P}{F} = \frac{31.52}{240} = 0.13 \text{ Ом/км}$$

Осылайша, тұрақты ток желісінің меншікті активті кедергісі айнымалы ток желісінің толық кедергісінен аз болады, $\frac{0,457}{0,13} = 3,5$ рет.

Жақсы және нашар ауа райы кезінде тәжге қуат жоғалтуын, сондай-ақ, егер ұзындығы 34 км кернеуі 220 кВ ЭБЖ-да олардың арасында 7 км орташа геометриялық өсумен АС-240/34 сымдары ілулі болса, желімен генерацияланатын реактивті қуатты анықтау.

Тәжге кететін қуат шығынын формуланы пайдаланып анықтаймыз, АС-240/34 $r_{np} = 31,52 \text{ мм}$, жақсы ауа райы кезінде $\delta = 1$, $m_n = 1$ және сыни фазалық кернуі (критическое фазное напряжение)

$$U_{кр.ф} = 48,9 m_0 m_n \delta r_{np} \lg \frac{D_{cp}}{r_{np}} \quad (2.7)$$

$$U_{кр.ф} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,7 \lg \frac{10000}{17} = 105,6 \text{ кВ.}$$

Нашар ауа райы кезінде, $\delta = 0,9$, $m_n = 0,8$,

$$U_{кр.ф} = 48,9 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,7 \lg \frac{10000}{17} = 76,02 \text{ кВ.}$$

Ауа райы жақсы кезде тәжге кететін қуат шығыны

$$P_{кор} = \frac{0.18}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{r_{np}}{D_{np}}} (U_{\phi} - U_{кр.ф})^2 \quad (2.8)$$

$$P_{кор} = \frac{0.18}{1} \cdot \sqrt{\frac{17}{21,6}} \left(\frac{220}{\sqrt{3}} - 190 \right)^2 = 2,96 \text{ кВт/км}$$

Ал, нашар ауа райы кезде

$$P_{кор} = \frac{0.18}{0,9} \cdot \sqrt{\frac{17}{21,6}} \left(\frac{220}{\sqrt{3}} - 190 \right)^2 = 18,5 \text{ кВт/км}$$

Ауа райы жақсы кезде, қуат шығыны

$$P_g = \Delta P_{кор} \cdot l \quad (2.9)$$

$$P_g = 2,96 \cdot 34 = 100.64 \text{ кВт}.$$

220 кВ кернеудегі АС-240/34 сымын қолдануы жақсы ауа райы кезінде болмауы тиіс қуаттың үлкен жоғалуына байланысты жол берілмейтінін есептейміз.

Меншікті активті кедергі (2.4) формулаға сәйкес

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(10000 / 17)} = 2.61 \cdot 10^{-6} \text{ См / км}.$$

Реактивті қуат, желідегі гинерациясы

$$Q_c = U^2 b_0 l \cdot 10^3 = 220^2 \cdot 2.61 \cdot 10^{-6} \cdot 34 \cdot 10^3 = 16422 \text{ квар} \approx 16,4 \text{ Мвар}.$$

3 Экономикалық бөлім

3.1 Тұйықталған желідегі экономикалық шығындар

3.1-кесте - Таңдалған сымдардың берілген бағасы

Желі	Ұзындығы км	Кернеуі кВ	Маркасы	Тірек түрі	Бағасы
L ₁	34	220	АС-400/51,9	Металдан жасалған	22000тг
L ₂	41	220	АС-300/39		10000тг
L ₃	48	220	АС-300/39		10000тг
L ₄	123	220	АС-400/51.9		22000тг

$$K_{л} = K_{л1} + K_{л2} + K_{л3} + K_{л4} \text{ млн. тг.} \quad (3.1)$$

Алдымен желінің ұзындығы мен желі сымның бағасының арақатынасы арқылы есептелетін желінің толық құнын есептейміз:

$$K_{л} = \sum K_0 \cdot l \text{ млн. тг,} \quad (3.2)$$

мұндағы $K_{л1}$ - желі толық құны,
 K_0 - желі құны, тг;
 l - желі ұзындығы, км.

$$\begin{aligned} K_{л} &= (22 \cdot 34 + 10 \cdot 41 + 10 \cdot 48 + 22 \cdot 123) \cdot 500 \\ &= 4,344 \text{ млрд. тг.} \end{aligned}$$

Көпірлік ажыратқышты бар қосалқы станциясылары.

3.2-кесте- Таңдалған трансформатордың бағаларының берілгендері

Қосалқы станциясы	Трансформатор типі	Бағасы
№1,4	ТРДЦТН-167/220	500000
№2,3	ТРДЦТН-125/220	350000

$$K_{пс} = K_{пс1} + K_{пс2} + K_{пс3} + K_{пс4} \text{ млн. тг,} \quad (3.3)$$

мұндағы $K_{пс}$ – қосалқы станцияның толық бағасы.

$$K_{пс} = (500 + 500 + 350 + 350) \cdot 500 = 850 \text{ млн. тг,}$$

$$K = K_{\text{пс}} + K_{\text{л}} \text{ млн. тг,} \quad (3.4)$$

$$K = 4344 + 850 = 5,194 \text{ млрд. тг.}$$

Эксплуатациялық шығындар.

$$I_{\text{т}} = I_{\text{пс}} + I_{\text{л}} + I_{\Delta w} \text{ млн. тг} \quad (3.5)$$

Желіні жөндеуге және қызмет көрсетуге арналған шығындар, амортизация былайша есептеледі:

$$I_{\text{л}} = \frac{\alpha_a + \alpha_b}{100} \cdot K_{\text{л}} \text{ млн. тг,} \quad (3.6)$$

мұндағы $\alpha_a=2,4$ [1]; $\alpha_b=0,4$ [1];

$$I_{\text{л}} = \frac{2,4 + 0,4}{100} \cdot 237 = 6,636 \text{ млн. тг.}$$

Желідегі электр энергиясының шығындарын өтеуге жұмсалатын шығындар келесі формула бойынша есептеледі:

$$I_{\text{пс}} = \frac{\alpha_a + \alpha_p}{100} \cdot K_{\text{пс}} \text{ млн. тг,} \quad (3.7)$$

мұндағы $\alpha_a=2$; [1]
 $\alpha_p=6,4$. [1]

$$I_{\text{пс}} = \frac{2 + 6,4}{100} \cdot 850 = 71,4 \text{ млн. тг.}$$

Қуаттың максималды шығын уақытын келесі формула арқылы есептейміз:

Максималдық жүктеменің жылдық сағаты $T_{\text{макс}}=5750$ сағ.

$$\tau = \left(0,124 + \frac{5750}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 6123 \text{ сағ,}$$

$$W_{\Delta w} = \Delta W_{\Delta l} + \Delta W_{\Delta \text{пс}} \quad (3.8)$$

Қуаттың максималды шығын уақытын есептейміз:

$$\Delta W_l = \Delta P_l \cdot \tau \quad (3.9)$$

Жылдық электр энергия шығынын есептейміз:

$$\Delta W_{l1} = 16 \cdot 3411 = 54576 \text{ кВт},$$

$$\Delta W_{l2} = 211 \cdot 3411 = 719721 \text{ кВт},$$

$$\Delta W_{l3} = 0,06 \cdot 3411 = 204,66 \text{ кВт},$$

$$\Delta W_{l4} = 0,44 \cdot 3411 = 1500,84 \text{ кВт},$$

$$\Delta W_l = \Delta W_{l1} + \Delta W_{l2} + \Delta W_{l3} + \Delta W_{l4} \text{ кВт}, \quad (3.10)$$

$$\Delta W_l = 54576 + 71921 + 204,66 + 1500,84 = 128220,5 \text{ кВт},$$

Қосалқы станциялардың қуат шығын есептеу.

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}}} = n \cdot P_{\text{XX}} \cdot 8760 + \frac{1}{n} \cdot P_{\text{к}} \cdot \left(\frac{S_p}{S_n} \right)^2 \cdot \tau, \text{ кВт} \cdot \text{саг}, \quad (3.11)$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}1}} = 2 \cdot 125 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 340 \cdot \left(\frac{194,1}{167} \right)^2 \cdot 3411 = 1921951 \text{ кВт} \cdot \text{саг},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}2}} = 2 \cdot 65 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 314 \cdot \left(\frac{145,3}{125} \right)^2 \cdot 3411 = 1860896,04 \text{ кВт} \cdot \text{саг},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}3}} = 2 \cdot 65 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 314 \cdot \left(\frac{145,3}{125} \right)^2 \cdot 3411 = 1860896,04 \text{ кВт} \cdot \text{саг},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}4}} = 2 \cdot 125 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 340 \cdot \left(\frac{194,1}{167} \right)^2 \cdot 3411 = 1921951 \text{ кВт} \cdot \text{саг}$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}0}} = \Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}1}} + \Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}2}} + \Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}3}} + \Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}4}} \text{ кВт} \cdot \text{саг} \quad (4.12)$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}0}} = 1921951 + 1860896,04 + 1860896,04 + 1921951 = 7565694,08 \text{ кВт} \cdot \text{саг},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}}} = \Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}0}} + \Delta W_l \text{ кВт} \cdot \text{саг} \quad (3.13)$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}}} = 7565694,08 + 128220,5 = 7693914,58 \text{ кВт} \cdot \text{саг},$$

$$\beta = 14 \frac{\text{тГ}}{\text{кВт}} \cdot \text{саг},$$

$$I_{\Delta W} = \Delta W_{\Delta W} \cdot \beta \text{ млн. тГ} \quad (3.14)$$

$$I_{\Delta w} = 7693914,58 \cdot 14 = 107,714 \text{ млн. тг,}$$

$$I = 6,636 + 71,4 + 107,714 = 185,75 \text{ млн. тг.}$$

Жылдық келген шығындарды есептейміз

$$Z_i = p_n \cdot \sum K + I \text{ млн. тг} \quad (3.15)$$

$$Z_i = 0,12 \cdot 5,194 + 185,75 = 809,03 \text{ млн. тг,}$$

3.2 Тұйықталмаған жүйе үшін экономикалық шығындар

3.3-кесте – Таңдалған сымдардың берілгендері мен бағаларының берілгендері

Желі	Ұзындығы	Кернеуі	маркасы	тірек түрі	Бағасы
L ₁	34	110	АС-2*240/34	Металдан жасалған	5000
L ₂	41	110	АС-2*240/34		5000
L ₄	123	110	АС-2*240/39		10000

$$K_{л} = (5 \cdot 34 + 5 \cdot 41 + 10 \cdot 123) \cdot 500 = 802,5 \text{ млрд. тг,}$$

$$K_{пс} = (500 + 350 + 350 + 500) \cdot 500 = 850 \text{ млн. тг,}$$

$$K = 802,5 + 850 = 1,6 \text{ млрд. тг.}$$

Эксплуатациялық шығындар.

$$I_{л} = \frac{2,4 + 0,4}{100} \cdot 802,5 = 22,47 \text{ млн. тг,}$$

Желідегі электр энергиясының шығындарын өтеуге арналған шығындарды есептеу келесі формула бойынша есептеледі:
мұндағы $\alpha_a=2$; $\alpha_p=6,4$.

$$I_{л} = \frac{2,4 + 6,4}{100} \cdot 850 = 74,8 \text{ млн. тг,}$$

Қуатты максималды шығын уақытын есептейміз:

Электр энергиясының жылдық шығыны мына формула бойынша есептеледі

$$\Delta W_{l1} = 16 \cdot 3411 = 54576 \text{ кВт,}$$

$$\Delta W_{I_2} = 211 \cdot 3411 = 719721 \text{ кВт},$$

$$\Delta W_{I_4} = 0,44 \cdot 3411 = 1500,84 \text{ кВт},$$

$$\Delta W_I = 54576 + 719721 + 1500,84 = 775797,84 \text{ кВт}.$$

Қосалқы станциядағы қуат шығыны.

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС1}}} = 2 \cdot 125 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 340 \cdot \left(\frac{194,1}{167}\right)^2 \cdot 3411 = 1921951 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС2}}} = 2 \cdot 65 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 314 \cdot \left(\frac{145,3}{125}\right)^2 \cdot 3411 = 1860896,04 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС3}}} = 2 \cdot 65 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 314 \cdot \left(\frac{145,3}{125}\right)^2 \cdot 3411 = 1860896,04 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС4}}} = 2 \cdot 125 \cdot 8760 + \frac{1}{2} \cdot 340 \cdot \left(\frac{194,1}{167}\right)^2 \cdot 3411 = 1921951 \text{ кВт} \cdot \text{сағ}$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС0}}} = 1921951 + 1860896,04 + 1860896,04 + 1921951 = 7565694,08 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

$$\Delta W_{\Delta W_{\text{ПС}}} = 775797,84 + 7565694,08 = 8,341491,92 \text{ кВт} \cdot \text{сағ},$$

$$I_{\Delta W} = 8,341491,92 \cdot 14 = 116,7 \text{ млн. тг},$$

$$I = 22,47 + 74,8 + 116,7 = 213,97 \text{ млн. тг}.$$

Жылдық келген шығындарды есептейміз

$$Z_i = 0,12 \cdot 1600 + 213,97 = 405,9 \text{ млн. тг}.$$

Нәтижесінде, экономикалық есептеулерді жүргізу кезінде тұйықталған тиімді жүйесінің схемасын пайдаланған жөн.

4 Электрқауіпсіздік бөлімі

4.1 Еңбек қорғау мен тіршілік қауіпсіздігінің құқықтық және ұйымдық мәселелері

Электр қауіпсіздігі-электр тогының және электромагниттік өрістің әсерімен байланысты еңбек қызметі процесінде қызметкерлердің өмірі мен денсаулығын сақтау жүйесі. Тіршілік қауіпсіздігі белгілі бір құқықтық, әлеуметтік-экономикалық, ұйымдық-техникалық, санитарлық-гигиеналық немесе басқа да іс-шаралардан тұрады. Электр қауіпсіздігі ережелері Техникалық құжаттармен нормативтік-техникалық базалармен реттеледі. Электр қондырғылары мен электр жабдықтарына қызмет көрсету үшін міндетті түрде электр қауіпсіздігі негіздері қажет.

Еңбекті қорғауды басқару міндеттері-жұмыс қауіпсіздігі әдістеріне оқыту, насихаттау, санитарлық-тұрмыстық және емдеу-профилактикалық қызмет көрсету, Еңбектің санитарлық-гигиеналық жағдайларын нормалау, өндірістік жабдықтардың, технологиялық процестердің, ғимараттар мен құрылыстардың, қаржыландырумен жеке қорғану жабдықтарының және т. б. қауіпсіздігін қамтамасыз ету..

"500 кВ Алма ҚС құрылысы" электр тораптарын жобалау барысында келесі заңдарға сүйеніп жасалынған Қазақстан Республикасының « *Еңбек кодексі* » 2007 жылғы 19 желтоқсандағы №9 – IV. Осы дипломдық жұмыстың бөлімі Қазақстан Республикасының келесі заңдарына сүйене отырып жазылған.

- «Өрт қауіпсіздігі туралы заңы» 16.01.2009 жыл №14;
- «*Еңбек кодексі* » толықтыруларымен 05.07.2012 жыл №30 –V ҚРЗ;
- «Төменгі вольтті электр қондырғыларына қойылатын талаптар » 23.01.2009 жыл №42 ;
- « Жобалаудағы қауіпсіздік талаптары » 31.03.2008 жыл;
- Қазақстан Республикасындағы «*Еңбек кодексі* » 05.07.2012 жылдағы № 30-V ҚР 2 бөлім 8-19 және 5 бөлім 33-37 тарауларға сәйкес.

Еңбек процесінде желінің жобаланатын персоналы жағымсыз нәтижелерге әкелетін көптеген санитарлық-гигиеналық факторлардың әсеріне ұшырайды. Бұл факторлар қызметкердің ішкі ресурстарының негізгі еңбек қызметінен дабылын тудырады, техникалық-экономикалық және физиологиялық көрсеткіштерге теріс әсер етеді

4.2 Өндірістік қауіпті және зиянды факторлар

Оңтүстік Қазақстан электрлердіруге арналған “Алма” проектті құрылысы электр тораптарындағы қосалқы станцияларында өндірістік еңбек

қауіпсіздік жағдайлары қызметтік нұсқаулармен әр шекте жұмыстың ерекшеліктері есебімен қауіпсіздік техникасы бойынша анықталады.

Барлық жұмыстар технологиялық регламенттерге және жұмыс нұсқауларымен қатаң сәйкестікте орындалуы керек.

Ішкі тәртіп ережелерін сақтау қызметкерлердің жұмыс орындарында болуы уақытпен нормаланады, басқа адамдардың жұмыс орындарында болуына қатаң тыйым салынады.

Негізгі өндірістік қауіпті факторлар келесі қауіптер болып табылады::

Автотрансформатор ОДФСЗ – 167000/500, реакторы ВКД – 60000/500; - құрылысы бойынша ВЛ-500 кВ ПС «Алма» - ПС «Алматы» 123км ара қашықтығымен; - шығысында 220 кВ ВЛ-220 АТЭЦ-3 – ПС «Қоянкөз» ПС-500 кВ «Алма»; - және келесі қосалқы станция топтасуында ВЛ-220кВ ТЭЦ-3 – ПС 7А «АХБК» ПС-220кВ «Западная».

Жұмыс аумағындағы қауіпсіздік нормалары:

1) Қосалқы станцияның рұқсатсыз аумағына кіруге қауіптілігі;

Яғни кернеуі 500/220/110 кВ қосалқы станцияларының автотрансформаторлары орналасқан және электрлік тарату аумағына кіруге, онда қауіпті жоғарығы кВ кернеудің болуы адамның байқаусызда кернеуге жанасуы қауіптілігі. Кірген жағдайда арнауы рұқсат алып тиісті құжаттарға қол қойып кіруі тиіс.

2) Рұқсат етілген аумақта және тиісті орындарда жұмыс жасауға қауіптілігі;

Тұтынушылардың барлығын сөндіруге болмайтындықтан сол жөндеуге тиісті бөлікті ғана сөндіріп сонда жұмыс істеуіміз керек, және де сол жұмыс жасап жатқан жерде келесі бөлікте қорек көзі бар болғандықтан жақындауға қатаң тиім салынады және сақтықпен жұмыс жасауы тиіс.

Рұқсат етілген аймақтарға жататындар олар адам өміріне қауіпсіз жұмыс істеуіне қолайлы жерлерді айтамыз. Егер қандай да бір аппараттық жағдай болғанда сол аумақты арнайы ескеру белгілері болуы тиісті. электр тогымен зақымдану қауіптілігі;

Электр тогымен жұмыс жасағанда өте сақтықпен жұмыс жасау керек. Қауіпсіздік ережелерін қатаң сақтауға міндетті. Арнайы қорғаныс құралдарын қолданып жұмыс жасауы тиіс.

-өрт және жарылыс қауіптілігі;

-найзағай түсуі кезіндегі қауіптілік.

4.3 Экологиялық басқару жоспары

"500 кВ Алма ҚС құрылысы" жобасын іске асыру Қазақстан ГЭС-не кернеуі 500 кВ, 220 кВ желілермен Алматы аймағын электрмен жабдықтау сенімділігі, Балқаш ЖЭС-ның бірінші кезегін (1320 МВт) электрмен жабдықтауды қамтамасыз етеді, болашақта Алматы маңында салынатын серіктес қалалар, Алматы қаласының индустриялық паркін, Азия Алматы

облысында туристік орталық құру, Қорғаста шекара маңы ынтымақтастығы және басқа да серпінді жобалар бойынша қуатты қосалқы станцияларын құру болып табылады. "500 кВ Алма ҚС құрылысы" жобасы Кернеуі 500 кВ, 220 кВ желілермен қосалқы станцияларды кеңейту және қайта жанарту:

- 500 кВ "Алма" ҚС құрылысы»,
- 500 кВ Алматы ҚС және 500 кВ ҚС қайта құру және кеңейту ОҚ ГРЭС;

Қосалқы станциялар құрылыс жұмыстары кезінде, құнарлылы жерді аумақта, үстінгі қажет қабатын алу көзделеді және оны оқшауланған күйінде сақтауға арналған пластик жабыны жер бетіндегі ағындардан/эрозиядан қорғау. Құрылыс аяқталғаннан кейін құнарлы қабат қайтарылатын болады, бұрынғы орын қалпына келтірумен, табиғи өсімдіктерді қайта жаңартылады. Барлық қажет емес өсімдіктер жойылады, механикалық немесе қол жұмыстарымен, пестицидтер пайдаланылмайды.

Жұмыс аумағында шаңды ауа райына байланысты, жұмыс орны сумен суландыру жұмыстары көзделеді.

Республикасының заңына сәйкес №1488 2 шілде 1992 ж. " қорғау және пайдалану тарихи- мәдени мұра" бойынша табылған артефакт табылған соң жұмысты тоқтату процесі іске алады. Мәдениет комитеті зерттейтін болады. Мәдениет және ақпарат министрлігі Қазақстан республикасы жұмысты жалғастыруға ресми рұқсатынсыз жұмыс істеу процесі қайта жұмысты бастауға тиым салынады.

Улы емес қатты қалдықтар (металл, буып түйілген және басқа қолданған материалдар және т.б): Арнайы орынға алып кетілуі тиіс, арнайы құрылған қоқыс орындар және ол қоқыс орындарды жергілікті органдармен бекітілуі қажет.

Шу : Жергілікті халық тұратын орындардан 800 метрден аса орналасуы керек (Санитарлық норма №1.02.007-94) Қызметшілер арнайы құлаққаппен қорғалады.

Электромагниттік өріс: Барлық жоғары вольтты электрлік жабдықтар қоршауланады.

Қорғалған орнында, максималды өріс кернеулігі:

Электрлік өріс 5кВ/м

(үлгі жоба 13300 ТМ)

Қауіпсіздік мақсатында:

Разъединитель үстінде экранды навес орналастыру

Ажыратқыштық басқармалақ шкаф

Өртке қарсы іс-шаралар: Қосалқы станция территориясындағы шөп шабылуы тиіс. Шабылған шөп - қосалқы станция аумағынан алыс болуы қажет.

4.4 Электр жабдықтарын қолдану бойынша қауіпсіздік талаптары

Техникалық және перифериндік құрал-жабдықтар эксплуатация да, монтаждықта, жөндеу жұмыстарда және бөлік кешендерді құру мен бүтіндей жүйеде қауіпсіздік іс шараларына жауап беру қажет. Сонымен қатар ЭЕМ басқарумалы апаратта, енгізу-шығару құралы және эксплуатация процесіндегі мәліметтерді шығаруға, өртқауіпсіздік шаралары болу керек және қызмет мезгіліндегі өрт қауіпсіздігі шарттарға келу қажет. Операторлардың қызметі жұмыс мезгілде компьютерді қолдану. Көріністің сапалы жұмыс жасауға әсері және шаршаулы күйін көз салып, шара қолдану керек, ал сәулелену деңгейі - ол жұмысшылардың денсаулығына зиян келтіреді. Кадрлардың 60-65 Гц толқыны кезінде терезенің жылтылдауын қызметшінің денсаулыққа әсерін тигізуі ескерілуі қажет. Осы жылтылдау аз уақытта жұмыста тәжіребиелік тұрғыда байқалмайды. Бірақ ұзақ жұмыс жасағанда, жылтылдау көздің нашарлауына, бас ауруына және тағы басқа әсерлеріне алып келеді. Жылтылдауды байқамау үшін 70-75 Гц-тен кем емес кадр толқынымен жұмыс істеуді айтады.

Өрт қауіпті кезінден сақтану үшін электр құрылғылар EPA Energy Star VESA DPMS стандартымен келуі керек. Осы стандарт рұқсатымен монитор үш энергосақтаушы режимін ұстану керек- "күту" (stand-by энергосұраныстары 80%-ке дейін жұмыс күйінен байланысты түседі), "қондырғы" (suspend қолдануында энергия 30Вт дейін азаяды және одан кем емес) және "түс"(off 8Вт кем қолданады). Видеотерминалдық құрылғы келесі техникалық талаптарға жауап беру қажет:

- а) белгінің бейнеленуі-кемінде 0,8;
- ә) жарық беретін нүктенің ең аз мөлшері-монохромды дисплейде 0,4 мм артық емес және түрлі-түсті дисплейде 0,6 мм артық емес;
- б) терезенің жарықтығы 100 кд/м^2 –тан аз емес;
- в) мәтінді өңдеу режимінде оң контраст кезінде бейнені регенерациялау жиілігі-кемінде 72 Гц.
- г) диагональ бойынша терезенің өлшемі 31 см кем болмауы тиіс, ал терезедегі символдардың биіктігі 1,8 мм кем болмауы тиіс, бұл ретте көз операторынан терезеге дейінгі қашықтық 40-80 см болуы тиіс.
- ғ) төмен жиілігін көтеру және 0,05-1,0 Гц диапазонында салу 0,1 мм шегінде болуы тиіс.
- д) терезеде антибликерлік жабылуы болу қажет.

4.5 Найзағайдан қорғау

Есептеу-қорғау типі, оның аймақтары мен параметрлері 3.1-кестеге сәйкес таңдалады және есептеледі.

4.1-кесте – Найзағайдан қорғау параметрлері

Найзағайдан қорғаудың түрлері				
Бірстерженьді	екі стерженьді биіктігі бірдей немесе әр түрлі	көп стерженьді	бір троссты	көп мәртелі троссты
Сенімділік дәрежесі бойынша қорғаудың аймақ типтері				
А – қорғау сенімділігінің дәрежесі > 99,5 %;			Б - қорғау сенімділігінің дәрежесі 95... 99,5'	
Найзағайдан қорғау параметрлері				
N	стерженьді жайтартқыштың толық биіктігі, м			
h ₀	стерженьді жайтартқыштың конусының ұшының биіктігі, м			
h _x	қорғалатын ғимараттың биіктігі, м			
h _м	стерженьді найзағай қабылдағыштың биіктігі, м			
h _а	жайтартқыштың активті биіктігі, м			
r ₀ , r _x	жер деңгеймен және қорғалатын ғимараттың биіктігімен алғандағы қорғау радиусы, м			
h _с	екілік стерженьді жайтартқыштың орта бөлігінің биіктігі, м			
2r _с	екілік стерженьді жайтартқыш аймақсының жер және қорғалатын объект биіктігінің деңгейімен алғанда орта бөлігінің ені, м			
2r _x	екілік стерженьді жайтартқыш аймақсының жер және қорғалатын объект биіктігінің деңгейімен алғанда орта бөлігінің ені, м			
α	қорғау бұрышы (жасаушы мен тіктің арасындағы), град;			

Жылына найзағайдан зардап шеккендердің көлемі (N) мынадай формуладан шығады:

- тұрақты ғимараттар мен құрылғылар үшін

$$N = 9\pi h_x^2 n \cdot 10^{-6},$$

мұнда h_x — ең үлкен ғимарат немесе құрылғының биіктігі, м;

n — жер қартысындағы орналасқан ғимараттар мен құрылғылардың бір жылда найзағай соққысының орташа мәні 2- кестесі бойынша;

- тікбұрышты ғимараттар үшін:

$$N = [(B + 6h_x)(A + 6h_x) - 7,7h_x^2] n \cdot 10^{-6}$$

мұнда А және В – ғимараттың ені мен ұзындығы, м.
ескерту. Егер ғимараттың күрделі нысаны болса, онда А және В қырлары-құрамына қорғалатын объект (тікбұрыш) формуласына кіреді.

4.2-кесте – Жайтартқыштың есептеу формуласы егер $h \leq 150$ м

Аймақ А	3=ол Б
1	2
Бір стерженьді жайтартқыш	
$h_0 = 0,85h$ $r_0 = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} h)h$ $r_x = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} h)(h - 1,2h_x)$	$h_0 = 0,92h$ $r_0 = 1,5h$ $r_x = 1,5(h - 1,1h_x)$

Берілгені: $h=50$ м, $h_x=20$ м, $B=20$ м, $n=61/(\text{км}^2 \cdot \text{жыл})$, жайқорғағыш типі - бірстерженьді. Қарапайым қорғаныс аймағының параметрлерін анықтау және көрсету, қорғалатын объектінің аумақтық шамасын анықтау және объектінің ықтимал жұмсаруын анықтау.

Кестедегі формула бойынша А және В аймақ үшін бір стерженьді жайтартқыш (м/з) параметрлері анықталады.

Аймақ А:

$$h_0 = 0,85h = 0,85 \cdot 50 = 42,5\text{м};$$

$$r_0 = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} h)h = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 50) \cdot 50 = 50\text{м};$$

$$r_x = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} h)(h - 1,2h_x) = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 50) \cdot (50 - 1,2 \cdot 50) = 26\text{м};$$

$$h_m = h - h_0 = 50 - 42,5 = 7,5\text{м};$$

$$h_a = h - h_x = 50 - 20 = 30\text{м};$$

$$\alpha^{(A)} = \arctg \frac{r_0}{h_0} = \arctg \frac{50}{42,5} = 49,6^\circ.$$

Аймақ Б:

$$h_0 = 0,92h = 0,92 \cdot 50 = 46\text{м};$$

$$r_0 = (1,5h) = 1,5 \cdot 50 = 75\text{м};$$

$$r_x = 1,5(h - 1,1h_x) = 1,5 \cdot (50 - 1,1 \cdot 20) = 42\text{м};$$

$$h_m = h - h_0 = 50 - 46 = 4\text{м};$$

$$h_a = h - h_x = 50 - 20 = 30\text{м};$$

$$\alpha^{(B)} = \arctg \frac{r_0}{h_0} = \arctg \frac{75}{46} = 58^\circ.$$

Әр жайтартқыш аймақсының қорғалатын объектінің аумақты шамалары табылады. $\frac{B}{2}$ орта сызықтан арақашықтықта параллель сызық дөңес сызыққа дейін жүргізіледі. r_x .

Аймақ А:

$$\varphi^{(A)} = \arcsin \frac{B}{2r_x^{(A)}} = \arcsin \frac{20}{2 \cdot 26} = 22,6^\circ ;$$

$$\cos \varphi^{(A)} = \cos 22,6^\circ = 0,92 ;$$

$$A^{(A)} = 2r_x^{(A)} \cos \varphi^{(A)} = 2 \cdot 26 \cdot 0,92 = 48\text{м};$$

$$A \times B \times H = 48 \times 20 \times 20\text{м}.$$

Аймақ Б:

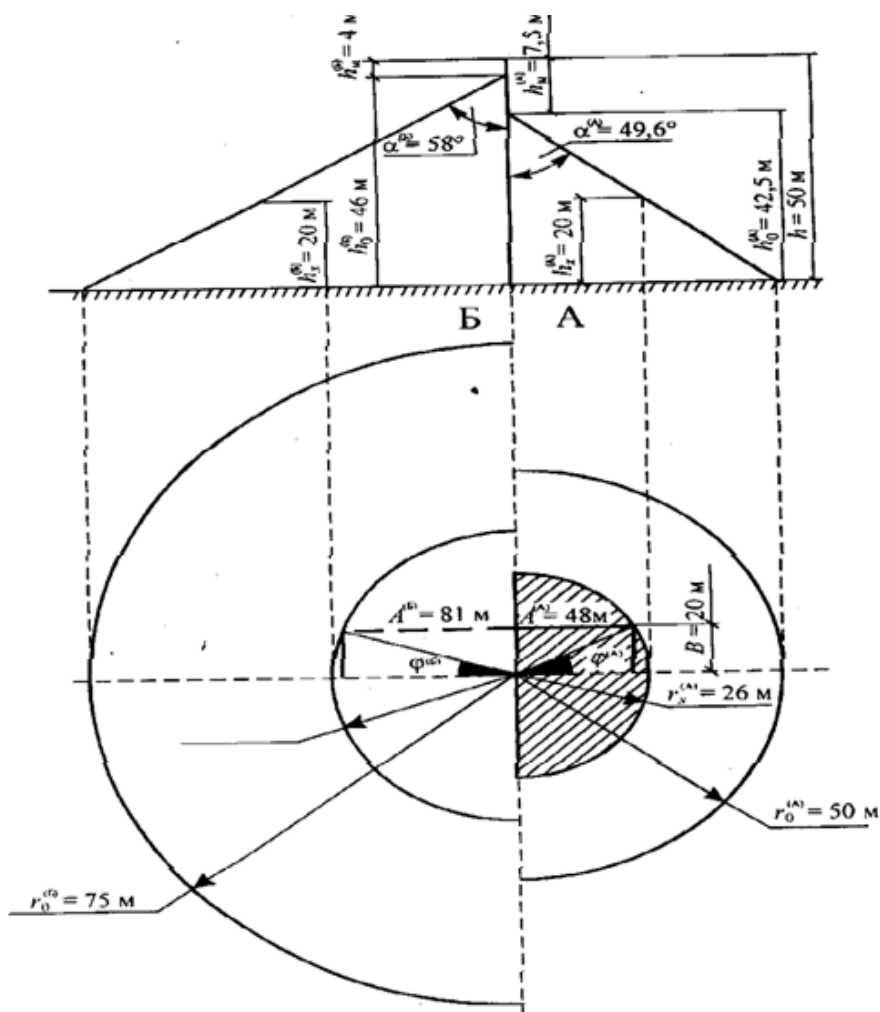
$$\varphi^{(B)} = \arcsin \frac{B}{2r_x^{(B)}} = \arcsin \frac{20}{2 \cdot 42} = 13,8^\circ$$

$$\cos \varphi^{(B)} = \cos 13,8^\circ = 0,97$$

$$A^{(B)} = 2r_x^{(B)} \cos \varphi^{(B)} = 2 \cdot 42 \cdot 0,97 = 81,6\text{м}.$$

$A=81$ м қабылданады.

$$A \times B \times H = 81 \times 20 \times 20\text{м}$$



4.1- сурет-Бір стерженьді жайтартқышқа арналған қорғау аймағы, h= 50 м

Найзағай жоқ аймағында қорғалатын ғимаратты жеңілдету мүмкіндігі анықталады.

$$N_A = [(B + 6h_x)(A^{(A)} + 6h_x) - 7,7h_x^2]n \cdot 10^{-6} = [(20 + 6 \cdot 20)(48 + 6 \cdot 20) - 7,7 \cdot 20^2] \cdot 6 \cdot 10^{-6} = 12,3 \cdot 10^{-2} \text{ жеңілу.}$$

$$N_B = [(B + 6h_x)(A^{(B)} + 6h_x) - 7,7h_x^2]n \cdot 10^{-6} = [(20 + 6 \cdot 20)(81 + 6 \cdot 20) - 7,7 \cdot 20^2] \cdot 6 \cdot 10^{-6} = 15 \cdot 10^{-2} \text{ жеңілу.}$$

А аймағы үшін: $A \times B \times H = 48 \times 20 \times 20 \text{ м. } N_A = 12,3 \cdot 10^{-2} \text{ жеңілу.}$

Б аймағы үшін: $A \times B \times H = 81 \times 20 \times 20 \text{ м. } N_B = 15 \cdot 10^{-2} \text{ жеңілу.}$

4.6 Электр жеткізу желілерінде мұз қату процесстеріне талдау жасау және қорғану шаралары

Соңғы 15 жыл ішінде жоғары вольтты желілерде тайғақтық жиі пайда болады. Шағын мороздарда, жолсеріктерде тұман тамшылары немесе жауын тамшылары тұрады, олар тығыз мұздатылған және қатып қалған. Нәтижесінде өткізгіштер үзіледі, ал электр беру желілерінің тіректері сынады. ЭБЖ-да апат болған жағдайда климаттың жалпы жылынуына және олардың алдын алуға байланысты көптеген құралдар мен күштер өңделеді. Оларға алдын ала дайындалу керек, бірақ өткізгіштерде тайғақ еруін дәстүрлі еріту әдісімен тиімді, ыңғайсыз және олар қымбат немесе қауіпті болып табылады.

Жылжымалы электр беру желілері үшін проблема. Сөздікке сәйкес, табақшаның басқа атауы бар-кокмуз. Осы дипломдық жұмыста Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау саласын дамытудың 2011-2015 жылдарға арналған "Саламатты Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасын іске асыру жөніндегі іс-шаралар жоспарына сәйкес, Қазақстан Республикасының Денсаулық сақтау саласын дамытудың 2011-2015 жылдарға арналған "Саламатты Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасын іске асыру шеңберінде әзірленген жоба әзірленуіне байланысты. 60-70мм тайғақ қалыңдығы, ол өткізгіштігін азайтады. Қарапайым есептеулер, мысалы, егер АС-185/43 маркалы өткізгіштің диаметрі 19,6 мм, салмағы 846 кг, тайғақ қалыңдығы 20 мм болса, ол 3-7 рет, ал қалыңдығы 40 мм-9 рет, қалыңдығы 60 мм-17 рет түседі. Электр беру желілерінің жалпы салмағы 25-60 және 115 тоннаға ұлғаяды, бұл өткізгіштердің үзілуіне және металл тіректердің сынуына әкеледі.

Қыста мұзданудан көптеген апаттар орын алды. Кавказда (2014 жылы Олимпиада және Қысқы Сочи кезінде), Башқұрда, Қамчаткада және Ресейдің басқа да аудандарында немесе басқа елдерде жоғары вольтты электр беру желілері зақымдалған. Осы қиындықтармен күрес өте қымбат және ыңғайсыз тәсілмен жүріп жатыр.

Мұндай апаттар экономикалық залал әкеледі, оларды алмастыруға бірнеше күн кетеді және көп қаражат қажет. "ОРГРЭС" фирмасының мәліметтері бойынша, тайфунға байланысты көптеген ірі апаттар 1971-2001 жылдар аралығында Ресейдің 44 энергожүйесінде болды. 2001 жылғы желтоқсанда болған Сочи қаласындағы бір ғана апат кернеуі 2,5 мың км электр берілісінің әуе желілерінің зақымдалуына алып келді және ірі ауданның электр жабдықтарының тоқтауын туындады.

Жоғары вольттік желілерде мұзды қабықшаны өткізгіштерді тұрақты немесе ауыспалы тоқ жиілігімен 50 Гц, 100-130⁰С температураға дейін қыздырып, мұзды жояды. Бұны істеу оңай, екі өткізгішті қысқа тұйықтатады (сонымен қатар желіден барлық тұтынушыларды ажырату қажет). Өткізгіштердегі мұзды қабықшаны тиімді еріту үшін ток $I_{пл}$ талап етіледі. Тұрақты токпен еріту кезінде қоректену көзінің кернеуі

$$U_0 = I_{nl} \cdot R_{np},$$

R_{np} – өткізгіштердің белсенді кедергілері, ал ауыспалы ток желіден

$$U_z = I_{nz} \sqrt{R_{np}^2 + X_{np}^2};$$

$$- X_{np} = 2\pi FL_{np},$$

реактивті кедергі X_{np} , L_{np} өткізгіштерімен ертті.

Ұзындығы мен сызықтарының үлкен индуктивті осіне байланысты оның қуаты $F = 50$ Гц жиілігіне сәйкес, сондай-ақ тұрақты ток көзінің күшінен 5-10 есе артық. Сондықтан тұрақты токпен сүйемелденуі үшін экономикалық тиімді, бірақ ол үшін қуатты жоғары вольтты түзеткіштер қажет. Айнымалы ток кернеуі 110 кВ жоғары вольтты желілерде қолданылады, ал 110 кВ ток қуаты 1000 А жетеді, қажетті қуат-130 млн В*А, өткізгіштің температурасы 1300С. Осылайша, мұздың еріту қолайсыз, қиын, қауіпті және қымбат кешен болып табылады. Сонымен қатар, тазартылған жолсеріктер климаттық жағдайда сақталған, олар мұз үстінде қайта жабылады, оларды сүйреп апарып, сүйреп қайтаруға тура келеді.

Тайғақтықпен күресу әдісін ұсынбастан бұрын, екі физикалық құбылысқа тоқталу керек, біріншісі скин-эффектпен байланысты, екіншісі-электромагниттік толқынмен байланысты.

Скин-эффект және жүгірілетін толқындар-бұл эффектің аты ағылшын сөзінен «skin» деген сөзінен шыққан-«тері» деген мағынаны білдіреді. Скин-эффект жоғары жиілікті токтар, тұрақты токтарға қарағанда, өткізгіштер кескіні бойынша бірдей таралмайды, олар оның үстінде жұқа қабатпен жатады, оның қалыңдығы $f > 10$ кГц құрайды, ал өткізгіш кедергісі бірнеше рет жоғарлайды.

Жоғары жиілікті электромагниттік тербелістер еркін кеңістікте (антеннаның сәулеленуі кезінде) таратылады және ұзын желілерде толқынжолдар сияқты сырғанайды, электромагниттік толқын рельс бойынша сырғиды. Мұндай ұзын желіге сымдық электр беру желілері жұмыс істей алады. Қанша желі сымдары, кедергі көп, онда тік жылу желілерін жүгіртетін электромагниттік өріс энергиясының бөлігі. Айта кету керек, дәл осы әсер электр беру желілеріндегі мұздың алдын алу үшін жаңа тәсілдің негізіне салынған. Желінің шектелген көлемі немесе жоғары жиілік кедергілері жағдайында, мысалы, толқын желісінде көрсетілген сыйымдылық, генарторға энергияның таралу кедергісіне қарамастан, ол жылуға айнала бастайды.

Қорғау үшін жылғы сырғу анықтау қажет, бұл генератор жоғары жиілігі қуаты 20 кВт, яғни өткізгіш береді қуаты 2 Вт. Өткізгіштерді қыздырудың стационарлық режимі 20 минуттан кейін басталады. Бұл жағдайда ҚР "Жол жүрісі қауіпсіздігі туралы" Заңының және ҚР "Жол жүрісі туралы" Заңының

талаптарына, сондай-ақ ҚР Үкіметінің 1997 жылғы 25 қарашадағы № 1650 қаулысымен бекітілген Жол жүрісі қауіпсіздігі қағидаларының талаптарына сәйкес ескерілуі қажет. Жоғары жиілікті токтар УҚТ ЧМ УҚТ 87,5-108 МГц диапазонында жұмыс істейтін қуатты радиотаратқыштар жасайды. Оларды жүктемені орнату-Электр беру желілеріне сәйкес ЭБЖ өткізгіштеріне қосуға рұқсат етіледі.

МИРЭА ұсынған тиімді тексеріс үшін зертханалық тәжірибе өткізілді. 30 Вт қуатты генератор, жиілігі 100 МГц, 50 м ұзындықты екі өткізгіште желіге қосып, диаметрі 0,4 мм-ге тең және де олардың ара қашықтығы 5 мм тең.

Электрмагниттік толқындар жүгірткелерге әсер еткен кезде екі өткізгіштің қыздыру температурасы 50-60°C құрайды. Ұсынылған әдіс, әрине, тексеруді талап етеді немесе зертханалық тәжірибе мұзбен күрестің алғашқы алдын алуға баға береді. Бірақ кейбір қорытындылар жасай аласыз:

1) Электр беріліс желісінің қызу тогы жоғары өткізгіштерде қатты мұзды күтпестен мұздың пайда болуының алдын алуға болады, оларды 10-20°C қыздыруға болады. Айта кету керек: бұл әдіс құбырларда мұздың, мұздың болмауын талап етеді, ал олардың "май", олармен күресті бастау қажет.

2) Өткізгіштер тек 10-20°C қыздырына алады, онда ерітумен салыстырғанда олар 100-130°C дейін барады, электроэнергияның шығыны азаяды.

3) Электр энергиясымен салыстырғанда электр энергиясын түрлендірудің жоғары жиіліктері (50 Гц), тез жоғарылайды, электр энергиясын түрлендірудің коэффициенті. Бұл, ең алдымен, талап етілетін қуатты төмендетуге әкеледі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста электр желісін жобалау кезінде 500/220/110 кВ қосалқы станцияларды қарастырдым. Электр тораптарын параметрлерін есептелінді. Қосалқы станцияны жобалау кезінде 500/220/110кВ номиналды кернеуді таңдаймыз, қосалқы станциялардағы трансформаторлардың типі мен қуатын таңдалынды, учаскелер бойынша ЭБЖ-де активті және реактивті қуаттың жоғалуын және жүктеме тораптарындағы кернеудің жоғалуын есептеу жүргізілді. Ең жоғары жүктеме және ең төменгі жүктеме кезінде электр энергиясына шығындарды есептелінген. Тәж шарты бойынша сым қимасы тексерілді. 220/110/10 кВ кернеулі желілерде қысқа тұйықталу тогын есепке ала отырып, комутациялық аппараттар мен күштік жабдықтар таңдап алынды. 2.10-2.12-кестелер бойынша ТФЗМ-220-У1, ТФЗМ110Б-ІУ1 және ТШВ15У3 типті ток трансформаторларын, сондай-ақ НКФ-220, НКФ-110 және НТМИ-10 типті кернеу трансформаторлары таңдалынды.

Арнайы бөлімде АС-400/51,2 сымды 2хАС-240/39 сымға ауыстырып ыдырату әдісін қолданып жақсы және нашар ауа райы кезінде тәжге кететін шығындарды есептедік, және ыдырату әдісін тиімді екеніне көз жеткіздік.

Бұл жұмыста подстанция қуаттарына байланысты және электр беріліс желілері ағатын тоққа байланысты кететін экономикалық шығындарды есептелінді.

Экология сақтау барысында, “KEGOC” компаниясының берілген шарттары бойынша жұмыстар орындалу талаптары қойылғанын көрсетіп кеттік.

Әрине қауіпсіздік шарттары бойынша талдаулар жүргізілді және найзағайдан қорғау тәсілдері, қорғау зоналарын есептелінді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С. С. Рокотяна. – М.: Энергоатомиздат, 1985. С.7-400.
- 2 Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д. Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – С.150-300 .
- 3 Түзелбаев Б.И., Жақыпов А.А. Экономика, өндірісті ұйымдастыру және басқару. Курстық жұмысқа арналған нұсқаулар (электр энергетика мамандықтарының күндізгі бөлімінің студенттері үшін). – Алматы: АЭЖБИ, 2006 – 18 б.
- 4 Петренко Л.И., Электрические сети: Сборник задач. – 2-е изд. перераб. и доп. - К.: Вища шк. Главное изд-во, 1985. - 271 с.
- 5 Монтаж опор линий электропередачи 110-750 кВ. Виноградов Д.Е. 1988.
- 6 Короткевич М., Проектирование линий электропередачи. – 2-ая Механическая часть , 115 с.
- 7 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Высшая школа, 9-е издание, 1996, - 210 с.
- 8 Неклепаев Б.Н. Крючков И. П. Электрическая часть электрических станций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования М.: Энергоатомиздат 1989 г С.245-255.
- 9 Методические указания и выполнению курсового проекта по предмету “Электрические сети энергетических систем”. – Иваново, 1991. С.7-100.
- 10 Веников В.А. Электрические системы. Электрические сети: учеб. Для электроэнергетических вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.; Под ред. В.А.Веников. В.А. Строева. – 2-е изд. М.: Высшая школа. 1998.
- 11 Дальние электропередачи 500кВ: сб.ст./под общ. ред. А.М.Некрасова и С.С. Рокотяна. М.: Энергия, 1964
- 12 Дальние электропередачи 750кВ. В 2 ч./ под общ. ред. А.М.Некрасова и С.С. Рокотяна. М.: Энергия, 1974
- 13 Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005
- 14 Правила устройства электроустановок. – 7-е., Перераб. И доп. М.: Изд-во ЭНАС, 2003.
- 15 Электротехнический справочник: в 3 т. Т.3. Производство и распределение электрической энергии / под общ. ред. Л.И. Попова и др. – 9-е изд. М.: Издательство МЭИ. 2004.