

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

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

Энергетика кафедрасы

Мәліков Нұрғали Нысанбайұлы

220 кВ ұзын әуе беріліс желілерінің параметрлерін есептеу және шунтталған  
реакторларды орнату негіздемесі

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

5B071800 – 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  
«21» 05 2019 ж.

### ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «220 кВ ұзын әуе беріліс желілерінің параметрлерін есептеу есептеу және шунтталған реакторларды орнату негіздемесі»

5B071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша

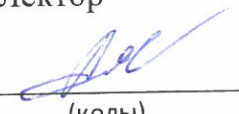
Орындаған

Мәліков Н.

Пікір беруші  
АӘЖБУ аға оқытушысы  
Тех. ғыл. канд.

 С. Ж. Юсупова  
(қолы)  
«21» 05 2019 ж.

Ғылыми жетекші  
Лектор

 Абитаева Р.Ш  
(қолы)  
«21» 05 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 Мәліков Нұрғали Нысанбайұлы  
Тақырыбы «220 кВ ұзын әуе беріліс желілерінің параметрлерін есептеу және шунтталған реакторларды орнату негіздемесі»  
Университет проректорының 2018ж. «30» қазандағы № 1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «24» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: Қосалқы станцияның принципалдық схемасы және күштік қондырғылары.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Трансформатор, автотрансформатор және сымның қимасын таңдау.

ә) Жобада 220 кВ әуе ЭБЖ параметрлерін анықтау қажет;

б) Қосалқы станцияның технологиялық бөлімі;

в) Арнайы бөлім. Шунттаушы реакторды орнату негіздемесі;

г) Экономикалық бөлім.

Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау.





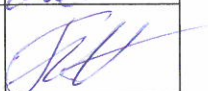
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 10 атау.



Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Трансформатор, автотрансформатор және сымның қимасын таңдау.		
Жобада 220 кВ әуе ЭБЖ параметрлерін анықтау қажет.		
Шунттаушы реакторды орнату негіздемесі.		
Қосалқы станцияның технологиялық бөлімі.		

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

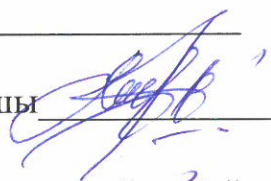
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Негізгі бөлім	Р. Ш. Абибаева Лектор	21.05.19	
Арнайы бөлім	Р. Ш. Абибаева Лектор	21.05.19	
Экономикалық бөлім	Р. Ш. Абибаева Лектор	21.05.19	
Еңбек қорғау және қауіпсіздік	Р. Ш. Абибаева Лектор	21.05.19	
Норма бақылау	Н. Е. Балгаев Доктор PhD, сениор-лектор	15.05.19гг	

Ғылыми жетекші



Р. Ш. Абибаева

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Н. Н. Мәліков

Күні

« 3 » 05 2019 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:** Мәліков Нұрғали Нысанбайұлы

**Название:** 220 кВ ұзын әуе электр беріліс желілерінің параметрлерін есептеу және шунтталған реакторларды орнату негіздемесі.doc

**Координатор:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент подобия 1:** 30,6

**Коэффициент подобия 2:** 14

**Тревога:** 74

**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:

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

21.05.2019 г.

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:** Мәліков Нұрғали Нысанбайұлы

**Название:** 220 кВ ұзын әуе электр беріліс желілерінің параметрлерін есептеу және шунтталған реакторларды орнату негіздемесі.doc

**Координатор:** Ерлан Сарсенбаев

**Коэффициент подобия 1:**30,6

**Коэффициент подобия 2:**14

**Тревога:**74

**После анализа отчета 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:

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

21.05.2019

.....  
.....

Дата

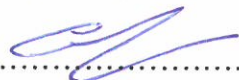
Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

допустить к защите

21.05.19



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения



Қазақстан Республикасы

«Сәтбаев университеті»

коммерциялық емес акционерлік қоғам

Электрэнергетика

(мамандығы)

бойынша оқитын

Ээб – 15 – 2к тобының студенті

(тобы, аты-жөні)

220 кВ ұзын әуе ЭБЖ параметрлерін есептеу және шунттаушы реактор  
орнату негіздемесі  
(дипломдық жобаның тақырыбы)

Тақырыбындағы дипломдық жобасына пікірі

Өндірістік практиканы АО «Шалкия цинк лтд» компаниясында өтіп, бағдарлама бойынша компанияның жұмыстарымен танысып, құжаттармен жұмыс жасап, бітіру жұмыстарына материалдар жинаған.

Бітіру жұмысын дайындау кезіндегі бітірушінің өз бетінше әрекеттенуі, жұмыс кезіндегі жобалау шығымы мен тәртіптілігі, әдеби материалды пайдалана алуы бітірушінің жеке ерекшелігінде.

Бітіру жұмысына өз білімімен шешімдер қабылдап, озат әдістер қолданып, бітіру жұмысында тиімді нұсқаларды қолданған. Мәліков Нұрғали Ээб-15-2к тобының студенті, оқу бағдарламасына сәйкес барлық уақытта берілген тапсырманы дер кезінде орындай білді. Қоғамдық жұмыстарға қатысады, спорттан өте озат көрсете біледі. Бітіруші жұмысты жобалау барысында жоба жетекшісімен ақылдасып, қажетті нормативтік құжаттарды, арнайы әдебиеттерді және анықтамалықтарды дұрыс пайдалана білген.

Бітіруші жұмыстың еңбекті қорғау және экономикалық бөлімдерін орындауда жауапкершілік танытып, мерзімінде бітірген. Бітіруші жұмыстың мазмұны мен құрамы, көлемі оқу жоспары мен бағдарламасына сәйкес, арнайы нормативтер – ҚМЕ, БМБ, оқулықтар, анықтамалықтарға сай дұрыс шешімдер қабылданған.

Бітіруші жұмыстың бөлімдері, экономика бөлімдерінің көрсеткіштері тиімді варианттардың қабылданғанын көрсетсе, еңбекті қорғау шаралары толық қарастырылған.

Пікір жазған:

АЭЖБУ «Электроника және робототехника» факультетінің  
техн.ғыл.канд. \_\_\_\_\_

*Супова*



Юсупова С.А.

«24» сәуір 2019 ж

### Ғылыми жетекшінің пікірі

220 кВ ұзын әуе беріліс желілерінің параметрлерінің есептеу және шунтталған реакторларды орнату негіздемесі

(жұмыс түрінің атауы)

Мәліков Нұрғали Нысанбайұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071700-Электрэнергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

**Арнайы бөлімде:** Шунтталған реакторларды жоғарғы кернеулі электр беріліс желісі бойында орнату тәсілдері қарастырылған.

**Негізгі бөлімде:** Негізгі бөлім толығымен шығарылмаған, кателер өте көп. Есептеулер бір-біріне сәйкес келмейді.

Жұмысты орындау кезінде Мәліков Нұрғали өзін жауапкершілігі және білім алуға талпынысы төмен, еңбекқорлығы нашар студент ретінде көрсетті.

Мәліков Нұрғали Нысанбайұлы 5B071800-Электр энергетика мамандығы бойынша бакалавр дәрежесіне ие, ал жұмысы 50% деген бағаға сай.

**Ғылыми жетекші**

«Энергетика» кафедрасының

лектор



Абитаева Р.Ш.

«21» мамыр 2019 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыста кернеуі 220 кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торабы қарастылған. Жұмыстың құрамына электр беріліс желісінің кернеуін анықтау, қосалқы станцияларға трансформатор тандау, тұйықталған және ажыратылған жүйеде қуаты есептелді. Сымдарды таңдау ЭБЖ үшін, оның қажетті параметрлерін есептеу арқылы жүргізіледі. Сымдарды таңдау қолданыс аумағының климаттық жағдайлары, оның қимасы, температураға төзімділігі, техникалық және экономикалық тиімділігі қарастырылады. Шунттаушы реакторының орнатылу негіздемесі сұлбадағы құрылғылардың паспорттық анықтамалығы, тораптағы қолданылатын қуаты мен кернеуіне байланысты таңдалады.

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломной работе рассмотрены электрические сети, питающие потребителей подстанции напряжением 220 кВ. В состав работ входит определение напряжения линии электропередачи, выбор трансформаторов на подстанции, расчет мощности в замкнутой и отключенной системе. Выбор проводов производится с учетом необходимых параметров для ЛЭП. Выбор проводов предусматривается климатические условия, области применения, его сечение, устойчивость к температуре, техническая и экономическая эффективность. Обоснование установки шунтирующего реактора выбирается в зависимости от паспортных данных устройств на схеме, применяемой мощности и напряжения в сети.

## **ANNOTATION**

The thesis examined the electrical network supplying consumer substations with voltage of 220 kV. The scope of work included the definition of voltage transmission lines, choice of transformers at the substation, the power calculation in closed and the system off. The choice of cables is made taking into account the necessary parameters for power lines. The choice of cables provides for climatic conditions of the application, its cross-section, temperature resistance, technical and economic efficiency. Justification of the shunt reactor installation is selected depending on the passport directory of devices on the scheme, the applied power and voltage in the network.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Кернеуі 220кВ ұзын әуе ЭБЖ параметрлерін есептеу	8
1.1	Электр энергиясын таратушы желілердің сұлбасын жобалау	8
1.2	Электр энергиясын таратушы желілердің сұлбасын жобалау	10
1.3	Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформаторлар таңдау	12
1.4	Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу	15
1.5	Электр беріліс желілерінің қималарын есептеу	22
1.6	Ажыратылған жүйе учаскіндегі қуат таралуын есептеу	26
1.7	Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу	30
1.8	Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау	35
2	Шунтталған реакторлар орнату негіздемесі	38
2.1	Реактивті қуат түсінігі	38
2.2	Реактивті қуатты қарымталау	39
2.3	Шунттаушы реакторларды қолдану	40
3	Еңбек қорғау және қауіпсіздік	41
3.1	Шу және діріл деңгейлерінің шарттары	44
3.2	Қауіпсіздікке қатысты іс шаралар	44
4	Экономикалық тиімділікті есептеу	47
4.1	Тұйықталған желідегі техника – экономикалық салыстыру	47
4.2	Ажыратылған желіде техника – экономикалық есептеу	49
4.3	Шунттаушы реактордың экономикалық тиімділігі	51
	Қорытынды	50
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	52
	Қосымша А	54



# 1 Кернеуі 220кВ ұзын әуе ЭБЖ параметрлерін есептеу

## 1.1 Электр энергиясын таратушы желілердің сұлбасын жобалау

Қазіргі заманда электр тораптарының және электр жүйелердің жақсы қызмет көрсетуі үшін электр таратушы торапту өте дәл жобалау керек. Желі конфигурациясының өте тиімді экономикалық сұлбасын таңдау, желілердің ұтымды нұсқаларын, ұтымды кернеулерді, оңтайлы қималарды, керекті трансформаторлардың саны және қуатын, компенсациялайтын құралдардың қуаты және орналасуының нақты шешімдерін табу керек.

Жүйе түйіндерінен басқа аудандардағы жұмыс режимдерінің қалыпты және апаттық режимдерін білу маңызды. Яғни, сан қилы жұмыс режимдері үшін қуат шығындары, кейде толық берілетін қуаттың 10%-тен 15% аралығын құрайды, ол ПЭК-ін үлкен көлемге қысқартады, электрлік жүйелердің жұмыс режимдерін реттеу және басқарудың негізгі даму тәсілдерінің бағыттары, кернеуді реттеу мүмкіндіктері.

Өндірісте электрлік тораптарды жобалаған жағдайда әр түрлі кернеулі жүйелердің дамуы бойынша бірнеше шешімдер пайда болды. Электрлік тораптардың жобалауының сан қилы деңгейлерінде есептің көлемі мен құрамы бойынша есептер шешіледі, олардың мазмұны келесідей болады: қарастырылатын энергетикалық тораптың талдауы (қаланың, районның, объектінің), жүктеме көзқарасы бойынша қарастыру, кернеуді реттеу талаптарын, жұмыстың «саңылаулы орындарын» анықтаушы.

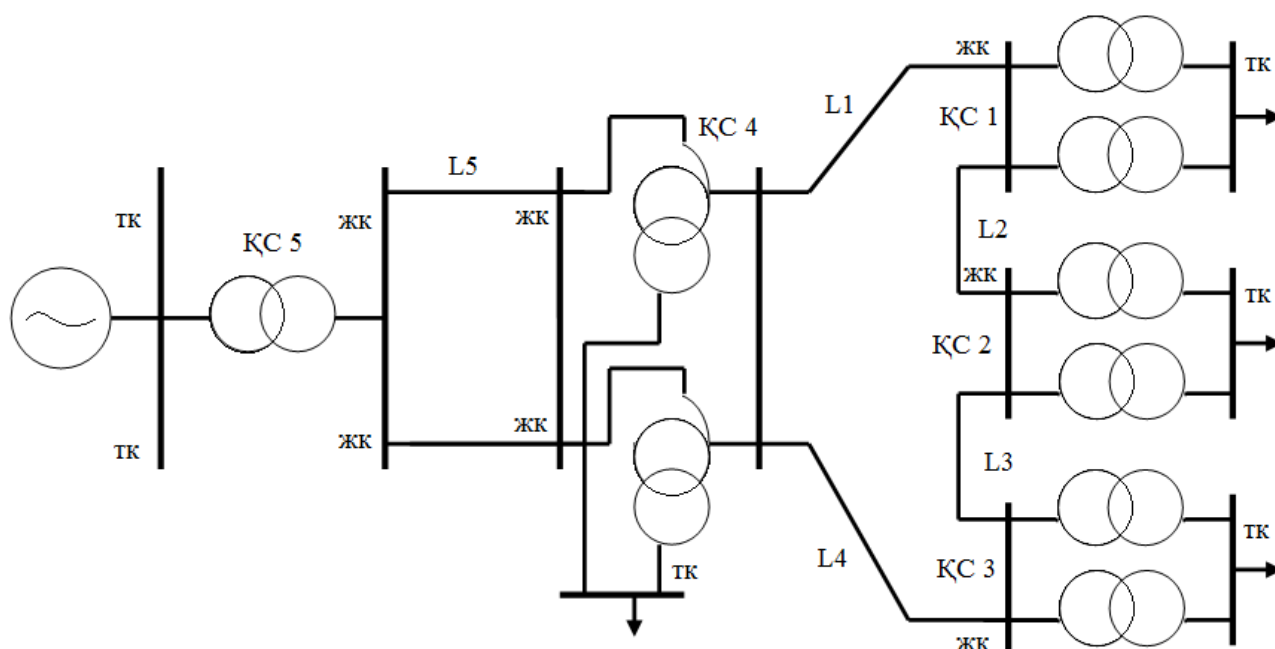
Электр тұтынушылардың электрлік жүктемелерін және бөлек қосалқы станциялармен энергетикалық түйіндердің активті қуаттының балансын құру, жаңа төмендеткіш қосалқы станциялардың құрылғыларын орнату, энергетикалық станциялардың есептік жұмыс режимдерін таңдау (егер қарастырылатын торапқа электр станциялар жалғанса) және жобаланатын электрлік тораптың жүктемесін анықтау.

Жүйелік қараудың көзқарасы бойынша электр энергетикалық жүйенің барлық желісіне, энергетикалық станцияның шиналарынан бастап, барлық тұтынушыларды қосқанда жобалауды енгізу керек. Бұл өте күрделі, оны тәжірибе жүзінде бөліктерге бөліп шешуге болады, әр түрлі арналған тораптарды жобалап, электр станцияларымен қосалқы станцияларды асқын кернеуден қорғау, автоматика құралдарының релелік қорғанысын және т.б.

Қоректендіруші торапты жобалаған кезде энергетикалық станциялардың және қосалқы станциялардың сұлбалары ескеріледі. 1.1-кестеде дипломдық жұмысқа арналған тораптың берілген мәндері және 1.1-суретте жобалатын тораптың сұлбасын көрсетілген.

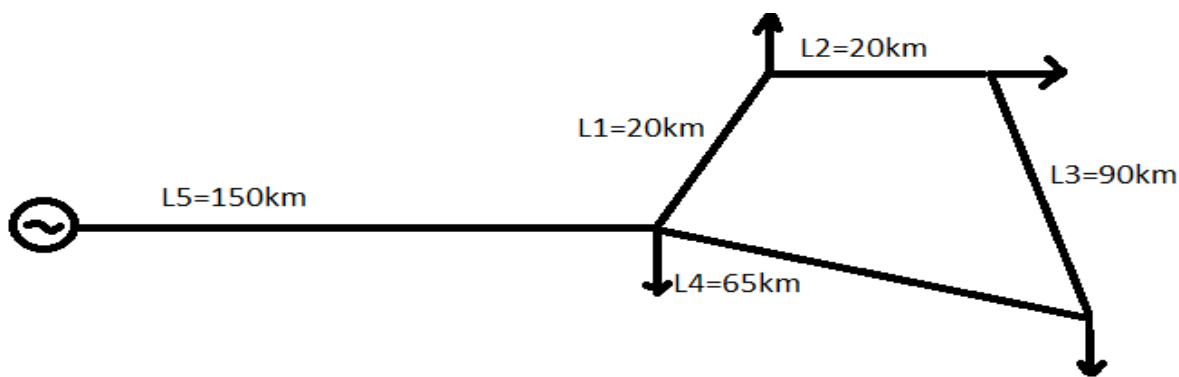
### 1.1-кесте – Дипломдық жұмысқа арналған тораптың мәндері

Қосалқы станциялардың қуаты, МВт	P1	60
	P2	40
	P3	50
	P4	55
	P5	55
Ұзындығы, км	L1	20
	L2	20
	L3	90
	L4	65
	L5	150
Қуат коэффициенті, $\cos\varphi$	0,88	
Мұз қату ауданы	II	
Максималды жұмыс уақыты $T_{max}$ , сағ	5450	



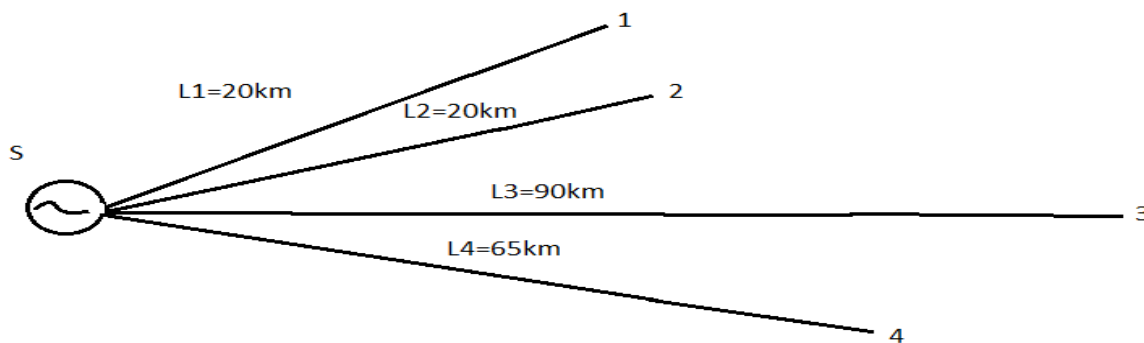
1.1-сурет – Дипломдық жұмысқа арналған торап нұсқасы

Тұтынушылардың қоректену сұлбалары энергия көзінің қашықтығына, берілген ауданның электрэнергетика жабдықтаудың жалпы схемасына, тұтынушылардың территориялық орналасуымен олардың қуатына, сенімділіген қойылатын талаптарға және т.б. тәуелді. Желі сұлбасы және конфигурациясынын тандап алу өте күрделі болып табылады, себебі желі сенімділікке, үнемділікке, пайдалануға қойылатын қауіпсіздіктерімен даму мүмкіндігінін шарттарын қанағаттандыруға міндетті. Бұл жұмыс 1.2-1.3 суреттердегі екі сұлба бойынша қарастырылды.



$$L=150+20+20+65+50=305\text{km}$$

**1.2-сурет – Тұйықталған желінің сұлбасы**



**1.3-сурет – Ажыратылған желінің сұлбасы**

Экономикалық жағынан тиімді және тұтынышыларға электр қуатын үзіліссіз таратуды қамтамасыз ету, электр энергияны аймақтарға сенімді және тиімді тарату басты мақсат болып келеді. Ажыратылған желілерде барлық түйіндер бір ғана тармақтан қоректенеді. Қарапайым тұйықталған желілер айналмалы желілер болып келеді. Олар бір ғана контур құрайды. Оның артықшылығы желінің бір учаскесі үзілгенде желі басқа учаскіден қоректене береді, яғни жоғары дәрежеде тұтынушыларға электр таратудың сенімділігі. Сонымен қатар қуаттың аз шығындары. Қоректену көзі электрстанция немесе жүйеге қосылған қосалқы станцияның шиналары ретінде болып келеді.

## 1.2 Электр таратушы желідегі номиналдық кернеуді таңдау

Кернеудің ұлғаюына байланысты қуат және энергия шығындары азаятындықтан электрлік желіні дамыту жағдайлары жақсарады. Электр

беріліс желісінің номиналды кернеуі екі параметрмен: активті  $P$  қуат және сол қуат таралатын  $L$  қашықтықпен анықталады. Желінің номиналды кернеуін табудың бірнеше формулалары бар. Үлкен қуат болған жағдайда, 1000 км қашықтыққа берілетін, А.М.Заленскийдің формуласы қолданылады

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

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

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

Ұзындығы 250 км желілер үшін және қуаты 60 МВт аспайтын берілетін желілер үшін Стилл формуласы қолданылады.

$$U_{ном} = 4.34 \cdot \sqrt{L + 16 \cdot P}, \quad (1.3)$$

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

Стилл формуласына сәйкес номиналды кернеу таңдалады

$$U_1 = 4.34 \cdot \sqrt{20 + 16 \cdot 60} = 135,8 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}$$

$$U_2 = 4.34 \cdot \sqrt{20 + 16 \cdot 40} = 111,4 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}$$

$$U_3 = 4.34 \cdot \sqrt{90 + 16 \cdot 50} = 125,7 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}$$

$$U_4 = 4.34 \cdot \sqrt{65 + 16 \cdot 55} = 133,4 \text{ кВ} \approx 220 \text{ кВ}$$

Табылған кернеу мәндерін мүмкін болатын кернеу шығынына тексеріледі. 220 кВ үшін  $r_0 = 0,2 \text{ Ом}$ ,  $x_0 = 0,4 \text{ Ом}$ .

Кернеу шығыны келесідей анықталады

$$\Delta U = \frac{P \cdot r_0 \cdot L + Q \cdot x_0 \cdot L}{U_{ном}}, \quad (1.4)$$



мұндағы  $r_0$  – меншікті активті кедергі, Ом/км;  
 $x_0$  – меншікті реактивті кедергі, Ом/км.

$$\Delta U_1 = \frac{60 \cdot 0.2 \cdot 20 + 45 \cdot 0.4 \cdot 20}{220} = 2,727 \text{кВ};$$

$$\Delta U_2 = \frac{40 \cdot 0.2 \cdot 20 + 30 \cdot 0.4 \cdot 20}{220} = 1,81 \text{кВ};$$

$$\Delta U_3 = \frac{50 \cdot 0.2 \cdot 20 + 30 \cdot 0.4 \cdot 20}{220} = 10,2 \text{кВ};$$

$$\Delta U_4 = \frac{55 \cdot 0.2 \cdot 65 + 38 \cdot 0.4 \cdot 65}{220} = 8,122 \text{кВ}.$$

### 1.3 Желі бойындағы қосалқы станцияларға трансформатор таңдау

Кез келген, трансформаторлардың қуаты мен санын, төмендету қосалқы станцияларында келесі принцип бойынша таңдайды: егер, екі трансформаторлы қосалқы станция қолданса, онда трансформатордың қуаты келесі шартпен таңдалады

$$S_{ec} = \frac{P}{\cos \varphi}, \quad (1.5)$$

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

$$S_{тpн} \geq \frac{S_{ec}}{2 \cdot 0,8}, \quad (1.6)$$

мұндағы  $S_{ec}$  - толық жүктеме,  $S_{тpн}$  - трансформатордың қуаты МВА.  
 Жүктеме мен номиналды кернеу бойынша қосалқы станциялардағы трансформаторлар таңдалады.

Қосалқы станцияның 1-шісі үшін

$$S_1 = \frac{60}{0,82} = 75 \text{МВА};$$

$$S_{mp} \geq \frac{75}{1,4} = 53,5 \text{МВА};$$

$$Q_{ij} = \sqrt{S_n^2 - P_n^2}, \quad (1.7)$$

мұндағы  $Q_{ij}$ - реактивті қуат, МВар.

$$Q1 = \sqrt{75^2 - 60^2} = 45 \text{ Мвар.}$$

Осыған орай, ТДТН - 63000 трансформаторын таңдап, орналастыруға қабылдадым. 1.1 және 1.2-кестелерде 1-ші қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері берілген.

Қосалқы станцияның 2-шісі үшін

$$S_2 = \frac{40}{0,82} = 50 \text{ МВА};$$

$$S_{mp} \geq \frac{50}{1,4} = 35,7 \text{ МВА};$$

$$Q2 = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30 \text{ Мвар.}$$

Осыған орай, ТДТН-40000 трансформаторын таңдап, орналастыруға қабылдадым. 1.1 және 1.2-кестелерде 2-ші қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері берілген.

Қосалқы станцияның 3-шісі үшін

$$S_3 = \frac{50}{0,8} = 62,5 \text{ МВА};$$

$$S_{mp} \geq \frac{62,5}{1,4} = 44,6 \text{ МВА};$$

$$Q3 = \sqrt{62,5^2 - 50^2} = 37,5 \text{ Мвар.}$$

Осыған орай, ТДТН-63000 трансформаторын таңдап, орналастыруға қабылданады. 1.1 және 1.2-кестелерде 4-ші қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері берілген.

Қосалқы станцияның 3-шісі үшін

$$S_4 = \frac{55}{0,82} = 68,75 \text{ МВА};$$

$$S_{mp} \geq \frac{68,75}{2 \cdot 0,7} = 49,1 \text{ МВА};$$

$$Q4 = \sqrt{68.76^2 - 55^2} = 41.26 \text{ Мвар.}$$

Осыған орай, ТДТН-63000 трансформаторын таңдап, орналастыруға қабылданады. 1.1 және 1.2-кестелерде 3-ші қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері берілген.

Бас таратушы қосалқы станция үшін

$$S_5 = \frac{205}{0,82} = 256 \text{ МВА};$$

$$S_{mp} \geq \frac{256.25}{2 \cdot 0,7} = 183 \text{ МВА};$$

$$Q4 = \sqrt{256^2 - 205^2} = 153.33 \text{ Мвар.}$$

Осыған орай, АДЦТН200000/330/220 автотрансформаторын таңдап, орналастыруға қабылданады. 1.2 және 1.3-кестелерде бас таратушы қосалқы станцияға таңдалған трансформатордың параметрлері берілген.

### 1.2-кесте – Таңдалған трансформаторлардың параметрлері

Трансформатор Типі	S <sub>НОМ</sub> МВА	U <sub>ВН</sub> кВ	U <sub>НН</sub> кВ	P <sub>к.т</sub> кВт	P <sub>б.ж</sub> кВт	U <sub>к</sub> %	I <sub>х</sub> %
ТРДЦН- 63000/220	63	230	6.6	300	67	12	0.8
ТРДН- 40000/220	40	230	6.3	170	50	11.5	0.65
АДЦТН 200000/330/220	200	330	38.5	280	55	21	0.4

### 1.3-кесте – Қосалқы станцияның берілгендері бойынша таңдалған параметрлері

Қосалқы станцияның берілгендері	P1	P2	P3	P4	Барлық ҚС-ны қоса есептегенде, P5
Активті қуаты, МВт	60	40	50	55	205
ҚС-қа дейінгі ұзындық, км	20	20	90	65	305
Толық қуаты, МВА	75	50	62,5	68,75	256.25
Есептелген қуаты, МВА	75	50	62.5	68.75	153.76
Реактивті қуаты, Мвар	45	30	37.5	41.6	153.76
Таңдалған кернеу, кВ	220	220	220	220	330
Таңдалған трансформаторлар	ТРДН-63000/220	ТРДН-63000/220	ТРДН-40000/220	ТРДН-63000/220	АОТДЦТН-200000/330

### 1.4 Трансформаторлардың кедергілерін және шығындарын есептеу

Таңдалған трансформатордың шығындарын анықтап оларды алмастыру схемаларына енгізіліп және 1.4-кестеге жазылады.

1-ші (0-1 аймақ) қосалқы станция үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: ТРДН-63000/220 трансформатордың алмастыру схемасы 1.4-суретте көрсетілген.

Трансформатордың параметрлерін анықталады

$$R_{mp} = \frac{\Delta P_{к.м} \cdot U_n^2}{10^3 \cdot S_n^2}, \quad (1.8)$$

мұндағы  $\Delta P_{к.м}$  – трансформатордың қысқа тұйықталу шығыны;

$U_n$  – трансформатордың номиналды кернеуі;

$S_n$  – трансформатордың номиналды қуаты.

$$R_{mp} = \frac{300 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 63^2} = 3,99 \text{ Ом.}$$

Әр орамның реактивтік кедергісін анықталады



$$X_1 = \frac{U_K \% \cdot U_H^2}{100 \cdot S_H}, \quad (1.9)$$

мұндағы  $U_K$  – трансформатор орамының қысқа тұйықталу кернеуі.

$$X_1 = \frac{12 \cdot 230^2}{100 \cdot 63} = 100.7 \text{ Ом.}$$

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивтік қуатты анықталады

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot R; \quad (1.10)$$

$$\Delta Q = \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} \cdot X; \quad (1.11)$$

$$P' + jQ' = (P + \Delta P) + j(Q + \Delta Q); \quad (1.12)$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{I_0 \cdot S_H}{100}, \quad (1.13)$$

мұндағы  $\Delta P$  – желідегі активті қуат шығыны, МВт;

$\Delta Q_\mu$  – зарядтық қуат;

$\Delta Q$  – желідегі реактивті қуат шығыны, МВар.

$$\Delta P_1 = \frac{60^2 + 45^2}{220^2} \cdot 3.99 = 0.424 \text{ МВт};$$

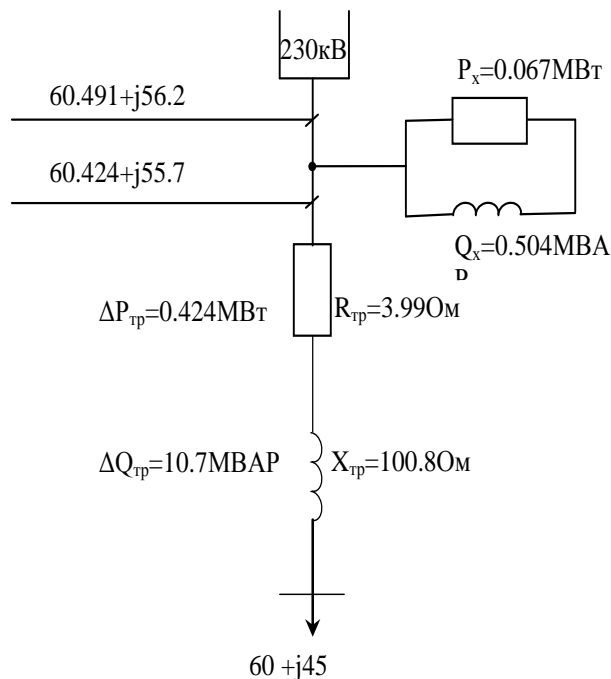
$$\Delta Q_1 = \frac{60^2 + 45^2}{220^2} \cdot 100.7 = 10.7 \text{ МВар};$$

$$P'_1 + jQ'_1 = (60 + 0.424) + j(45 + 10.7) = 60.424 + j55.7 \text{ МВА};$$

$$\Delta P_0 = P_{б.ж} = 67 \text{ кВт} = 0.067 \text{ МВт};$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0.8 \cdot 63}{100} = 0.504 \text{ МВар};$$

$$\Delta P''_1 + jQ''_1 = (60.424 + 0.067) + j(55.7 + 0.504) = 60.491 + j56.2 \text{ МВА}.$$



#### 1.4- сурет– ТДТН – 63000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы

2-ші (1-2 аймақ) қосалқы станция үшін (1.8)-(1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: ТРДН-40000/220 трансформатордың алмастыру схемасы 1.5-суретте көрсетілген.

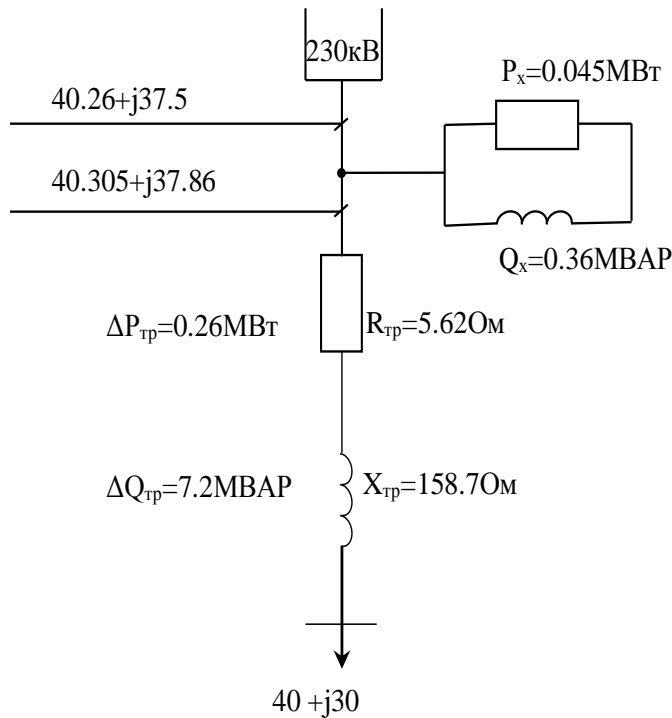
$$R_{mp} = \frac{.170 \cdot 230^2}{10^3 \cdot 40^2} = 5.62 \text{ Ом.}$$

$$X_1 = \frac{12 \cdot 230^2}{100 \cdot 40} = 158.7 \text{ Ом.}$$

$$\Delta P_0 = P_{б.жс} = 50 \text{ кВт} = 0,050 \text{ МВт};$$

$$\Delta Q_\mu = \frac{0,9 \cdot 40}{100} = 0,36 \text{ МВар};$$

$$\Delta P_3'' + jQ_3'' = (40.26 + 0,045) + j(37.5 + 0,36) = 40.305 + j37.86 \text{ МВА.}$$



**1.5- сурет – ТДТН – 40000/220 типті трансформаторының алмастыру схемасы**

4-ші (3-4 аймақ) қосалқы станция үшін (1.8-1.13) формулаларды пайдалана отырып есептеледі. Трансформатор типі: автотрансформатордың АТДЦТН200000/330/220 алмастыру схемасы 1.6-суретте көрсетілген.

$$R_{mp} = \frac{280 \cdot 230^2}{1000 \cdot 200^2} = 0.762 \text{ Ом.}$$

Қосалқы станцияда трансформаторлар параллель жұмыс істемейді, сондықтан

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5 \cdot R_{mp}; \quad (1.14)$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 0,5 \cdot 0.762 = 0,381 \text{ Ом.}$$

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (U_{(жк-ок)} + U_{(жк-тк)} - U_{(ок-тк)}); \quad (1.15)$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (U_{(ок-тк)} + U_{(жк-ок)} - U_{(жк-тк)}); \quad (1.16)$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (U_{(жк-тк)} + U_{(ок-тк)} - U_{(жк-ок)}); \quad (1.17)$$

$$U_{K1} = 0,5 \cdot (11 + 31,99 - 20) = 11,495\%;$$

$$U_{K2} = 0,5 \cdot (11 + 20 - 31,99) = 0\%;$$

$$U_{K3} = 0,5 \cdot (31,99 + 20 - 11) = 20,495\%;$$

$$X_1 = \frac{11,495 \cdot 230^2}{100 \cdot 200} = 125,20 \text{ M};$$

$$X_2 = \frac{0 \cdot 230^2}{100 \cdot 200} = 0 \text{ M};$$

$$X_3 = \frac{20,495 \cdot 230^2}{100 \cdot 200} = 168,0 \text{ M}.$$

Қуат коэффициенті бойынша толық қуатты және реактивтік қуатты және автотрансформатордың жүктелуі (1.5)-(1.7) формулалар бойынша қуаттары анықталады.

$$S_{40} = \frac{82}{0,9} = 91,11 \text{ MVA};$$

$$Q_{40} = \sqrt{91,11^2 - 82^2} = 39,71 \text{ MVar};$$

$$S_{60} = \frac{123}{0,9} = 136,66 \text{ MVA};$$

$$Q_{60} = \sqrt{136,66^2 - 123^2} = 59,56 \text{ MVar};$$

$$\Delta P_{43} = \frac{82^2 + 39,71^2}{330^2} \cdot 0,816 = 0,079 \text{ MBm};$$

$$\Delta Q_{43} = \frac{82^2 + 39,71^2}{330^2} \cdot 168,7 = 16,4 \text{ MVar};$$

$$P'_{43} + jQ'_{43} = (82 + 123,139) + j(56,11 + 59,56) = 205,0916 + j115,67 \text{ MBm};$$

$$P'_{43} + jQ'_{43} = (123 + 0,139) + j(59,36 + 0) = 123,013 + j59,36 \text{ MBm};$$



$$\Delta P_{41} = \frac{205.09^2 + 121^2}{330^2} \cdot 0,381 = 0,58 MBm;$$

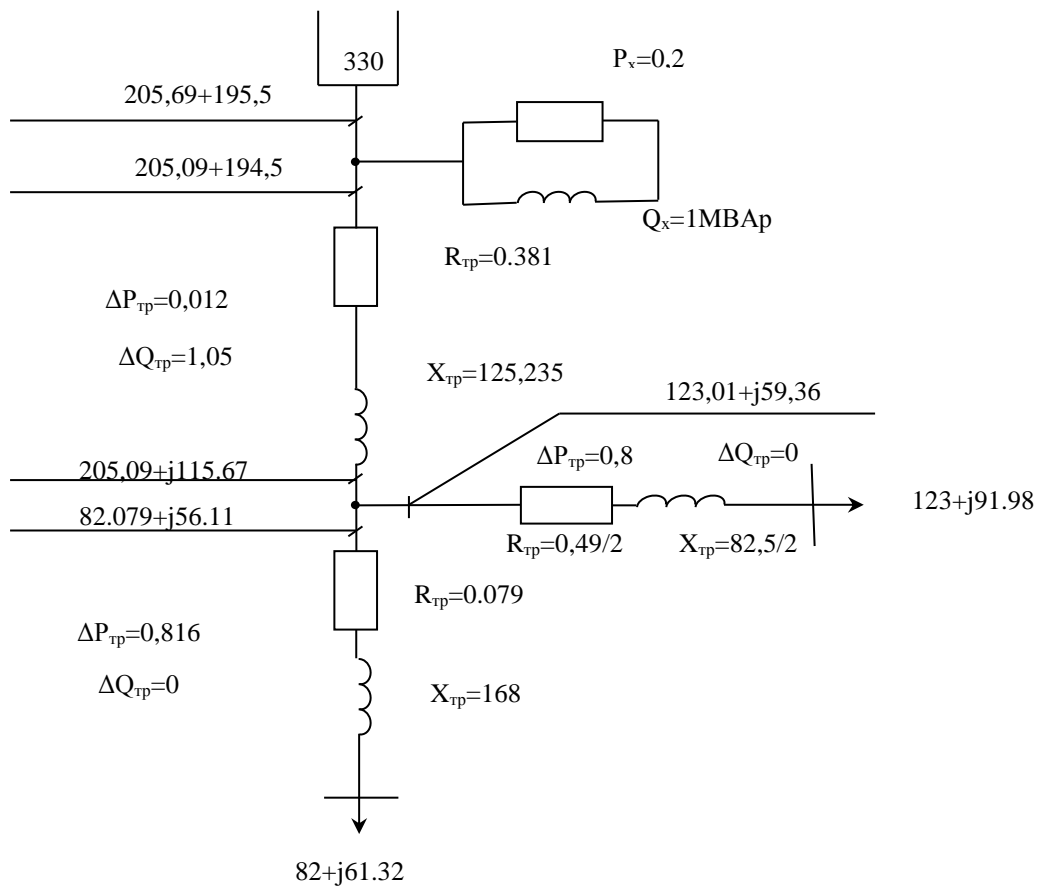
$$\Delta Q_{41} = \frac{205.09^2 + 121^2}{330^2} \cdot 125.2 = 73.5 MBap;$$

$$P_4' + iQ_4' = (205.09 + 0,58) + j(121 + 73.5) = 205.67 + j194.5 MBm;$$

$$\Delta P_0 = P_{б.жс} = 0,020 MBm;$$

$$\Delta Q_{\mu} = \frac{0,5 \cdot 200}{100} = 1 MBap;$$

$$\Delta P_4'' + jQ_4'' = (205.69 + 0,020) + j(194.5 + 1) = 205.69 + j195.5 MBm.$$



**1.6-сурет – АТДЦТН-200000/330/220 типті автотрансформаторының алмастыру схемасы**

$$Q'_A = \frac{Q_3(L_4) + Q_2(L_4 + L_3) + Q_1(L_4 + L_3 + L_2)}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} \quad (1.21)$$

$$P_A = \frac{60 \cdot (20) + 40 \cdot (60) + 50 \cdot (130)}{195} = 47,7 \text{ МВт}$$

$$Q_A = \frac{45 \cdot (20) + 30 \cdot (40) + 37,5 \cdot 130}{195} = 35,7 \text{ МВар}$$

$$P'_A = \frac{50 \cdot 65 + 40 \cdot 155 + 60 \cdot 175}{195} = 65,40 \text{ МВт}$$

$$Q'_A = \frac{37,7 \cdot 65 + 30 \cdot 155 + 45 \cdot 175}{195} = 76,7 \text{ МВар}$$

$$S_A = 47,7 + j 35,7$$

$$S'_A = 65,40 + j 76,7$$

$$P_A + P'_A = 47,7 + 102,30 = 150,1 \text{ МВт}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = 150 \text{ МВт}$$

$$Q_A + Q'_A = 35,7 + 76,7 = 112,4 \text{ МВар}$$

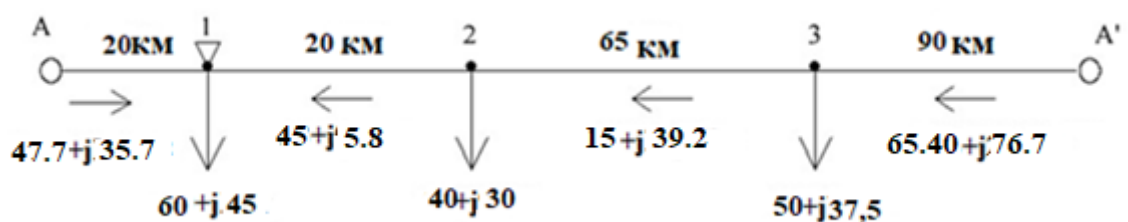
$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 112,5 \text{ МВар}$$

$$S_{23} = S'_A - S_3 = 65,40 + j 76,7 - 50 - j 37,5 = 15 + j 39,2$$

$$S_{12} = S_{23} - S_2 = 60 + j 45,5 - 15 - j 39,2 = 45 + j 5,8$$

$$S_{\text{тол}} = S_A + S'_A = 47,7 + j 35,7 + 65,40 + j 76,7 = 113,1 + j 111,7$$

Электр беріліс желісіндегі әр бөліктегі қуаттың таралуын анықтап, кеңейтіледі 1.7 суретте корсетілген



1.7-сурет- Электр беріліс желісінің қуат ағыны бейнеленген сұлбасы

## 1.5 Электр беріліс желілерінің қималарын есептеу

Сымның қимасы есептік токты анықтау арқылы токтың экономикалық тығыздығы шартына тексеру арқылы анықталады. Желінің әрбір бөлігіндегі токтары анықталады, ол тасымалданатын қуат пен кернеуге байланысты келесідей табылады:

$$I_{ec} = \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (1.22)$$

$$I_{01} = \frac{\sqrt{113,1^2 + 111,7^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 424 \text{ A}$$

$$I_{12} = \frac{\sqrt{47,7^2 + 35,7^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 159 \text{ A}$$

$$I_{41} = \frac{\sqrt{65,40^2 + 76,7^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 269 \text{ A}$$

$$I_{23} = \frac{\sqrt{45^2 + 5,8^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 121 \text{ A}$$

$$I_{34} = \frac{\sqrt{15^2 + 39,2^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 112 \text{ A}$$

Экономикалық қиманы таңдау келтірілген шығынның минималды шығындары болып табылады. Келтірілген шығынның минималды мәніне сәйкес келетін қима – экономикалық қима деп аталады. Экономикалық қима токтың экономикалық тығыздықтары нормаланған мәніне сай таңдалады.

$$S_{эк} = \frac{I}{j_{эк}}, \quad (1.23)$$

мұндағы  $j_{эк}$  – токтың экономикалық тығыздығы, ол ( $j_{эк}=1,5\text{A}/\text{мм}^2$ ) тең.

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{эк01} = \frac{424}{1.5} = 282,6 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-300/39 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 520 \text{ А}$$

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк12}} = \frac{159}{1.5} = 106 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-240/19 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 390 \text{ А}$$

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк41}} = \frac{269}{1.5} = 179,3 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-240/24 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 450 \text{ А}$$

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк23}} = \frac{121}{1.5} = 80,6 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-240/16 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{\text{доп}} = 230 \text{ А}$$

Сымның қимасы есептеледі:

$$S_{\text{эк34}} = \frac{112}{1.5} = 74,6 \text{ мм}^2$$

Табылған мәнге сәйкес АС-240/6 маркалы алюминий-болат сым таңдалды. Апаттық режимдегі тогы:

$$I_{доп} = 230 \text{ A}$$

Таңдалған сым маркасы мен есептелген қиманың мәні туралы мәліметтер.

### 1.8-кесте–Тұйықталған желінің аймақтар үшін қимасы таңдалады

Аймақтар	$I_{ec}$ , А	$S_{эк34}$ , мм <sup>2</sup>	Сым маркасы, мм <sup>2</sup>	$I_{доп}$ , А
0-1, L=150км	424 А	282,6 мм <sup>2</sup>	АС-300/39	520
1-2, L=20км	159 А	106 мм <sup>2</sup>	АС-240/19	390
2-3, L=20км	269 А	80.6 мм <sup>2</sup>	АС-240/24	450
3-4, L=65км	121 А	74.6 мм <sup>2</sup>	АС-240/16	230
4-1, L=90км	112 А	179.3 мм <sup>2</sup>	АС-240/6	230

Кернеуі 220 кВ әуе электр беріліс желісінің салыстырмалы параметрлері анықталады.

Сымның параметрлері келесідей анықталады

Меншікті активті кедергі, Ом/км

$$r_0 = \frac{\rho}{S}. \quad (1.24)$$

Сымның радиусы, мм

$$r_{с\text{ы}\text{м}} = \frac{D_{с\text{ы}\text{м}}}{2}. \quad (1.25)$$

Меншікті реактивті кедергі, Ом/км

$$x_0 = 0,144 \cdot \lg \left( \frac{D_{opt}}{r_{с\text{ы}\text{м}}} \right) + 0,0157. \quad (1.26)$$

Меншікті реактивті өткізгіштік, См/км

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{opt} / r_{с\text{ы}\text{м}})}. \quad (1.27)$$

Сымдарның арасындағы орташа геометриялық арақашықтық мынаған тең

$$D_{opt} = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}}. \quad (1.28)$$

Тұйықталған желінің кедергілерін келесі формулалар арқылы есептеледі.

Желінің активті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$R_i = r_0 \cdot l. \quad (1.29)$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі

$$X_i = r_0 \cdot l. \quad (1.30)$$

Желінің реактивті өткігіштігін келесідей есептеледі

$$B_i = b_0 \cdot l. \quad (1.31)$$

Желінің соңындағы зарядтық қуатты келесі формуламен есептеледі

$$Q_{ci}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_i. \quad (1.32)$$

0-1 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.6-кестеге енгізіледі

1-2 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.6-кестеге енгізіледі

2-3 аймағы үшін (1.22)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.6-кестеге енгізіледі

3-4 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.6-кестеге енгізіледі

4-1 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді және 1.6-кестеге енгізіледі

### 1.6- 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	$Q_{cn}^k$ , Мвар
0-1, L=150км	0,131	5,252	0,435	17,4	$1,98 \cdot 10^{-6}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	7,7
1-2, L=20км	0,131	5,253	0,4	16	$2,84 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,69
2-3, L=20км	0,21	8,4	0,413	16,5	$2,75 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,66
3-4, L=90км	0,21	10,5	0,413	20,66	$2,75 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	0,83
4-1, L=65км	0,131	9,193	0,4	28	$2,84 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$	1,2



## 1.6 Ажыратылған жүйе учаскіндегі қуат таралуын есептеу

Ажыратылған желілер қорек көзінен тұтынушыларға электр энергиясын радиалды сұлба бойынша тікелей жеткізу деп аталады. Радиалды сұлбаны қолдану жүктеме қорек көзіне жақын маңда болса ғана тиімді болып саналады және сенімділі жоғары дәрежеде емес. Енді ажыратылған әуе желісінің әрбір учаскесі бойынша токтары анықталады. Ажыратылған режимде есептеу кезінде (1.21),(1.23)-формуларды пайдалана отырып, ток және қимасы анықталады. Ажыратылған желінің ұзындықтары 1.3-суретке келтірілген және 1.7-кестеге енгізіледі.

(1.21)-формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{01} = \frac{\sqrt{34^2 + 23,7^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 217,53A,$$

(1.22)-формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{эк01} = \frac{217,53}{1,5} = 145,02 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

АС240/24.

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{дон} = 520A.$$

(1.22) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{02} = \frac{\sqrt{40^2 + 27,9^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 255,971A.$$

(1.23) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{эк02} = \frac{255,971}{1,5} = 170,647 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

АС240/24.

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{\text{дон}} = 520 \text{ A.}$$

(1.22) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{03} = \frac{\sqrt{35^2 + 24,4^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 223,97 \text{ A.}$$

(1.23) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк03}} = \frac{223,97}{1,5} = 149,29 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

$$AC240/24.$$

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{\text{дон}} = 520 \text{ A.}$$

(1.22) формулаға сәйкес желінің тогы есептеледі

$$I_{04} = \frac{\sqrt{55^2 + 47,9^2}}{\sqrt{3} \cdot 220} = 191,403 \text{ A.}$$

(1.23) формулаға сәйкес сымның қимасы есептеледі

$$S_{\text{эк04}} = \frac{191,403}{1,5} = 127,602 \text{ мм}^2.$$

Осыған сәйкес таңдалған қима

$$AC240/39.$$

Апаттық режимдегі тогы

$$I_{\text{дон}} = 610 \text{ A.}$$

Кернеуі 220 кВ біртүзбекті әуе электр беріліс желісінің салыстырмалы параметрлері анықталады.

0-1 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға негізделіп, параметрлері есептелінеді.

$$r_{01} = \frac{31,52}{240} = 0,17 \text{ Ом/км};$$

$$r_{сым01} = \frac{1,96}{2} = 0,98 \text{ см};$$

$$R_{01} = 0,17 \cdot 93,7 = 15,964 \text{ Ом};$$

$$D_{opt01} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 503 \text{ см};$$

$$x_{01} = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{0,98}\right) + 0,0157 = 0,406 \text{ Ом/км};$$

$$X_{01} = 0,406 \cdot 93,7 = 38,052 \text{ Ом};$$

$$b_{01} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(503/0,98)} = 2,796 \cdot 10^{-6} \text{ см/км};$$

$$B_{01} = 2,796 \cdot 10^{-6} \cdot 93,7 = 2,62 \cdot 10^{-4} \text{ см};$$

$$Q_{c01}^k = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 2,62 \cdot 10^{-4} = 1,585 \text{ МВар}.$$

0-2 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға негізделіп, параметрлері есептелінеді.

$$r_{02} = \frac{31,52}{300} = 0,105 \text{ Ом/км};$$

$$r_{сым02} = \frac{1,96}{2} = 0,98 \text{ см};$$

$$R_{02} = 0,105 \cdot 133,7 = 22,78 \text{ Ом};$$

$$D_{opt02} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 503 \text{ см};$$

$$x_{02} = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{0,98}\right) + 0,0157 = 0,406 \text{ Ом/км};$$

$$X_{02} = 0,406 \cdot 133,7 = 54,297 \text{ Ом};$$

$$b_{02} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(503/0.98)} = 2.796 \cdot 10^{-6} \text{ CM/кM};$$

$$B_{02} = 2.796 \cdot 10^{-6} \cdot 133.7 = 3.738 \cdot 10^{-4} \text{ CM};$$

$$Q_{c02}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 3.738 \cdot 10^{-4} = 2.262 \text{ MVar}.$$

0-3 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға негізделіп, параметрлері есептелінеді.

$$r_{03} = \frac{31,52}{240} = 0,17 \text{ OM/кM};$$

$$r_{сым03} = \frac{1,96}{2} = 0,98 \text{ CM};$$

$$R_{03} = 0,17 \cdot 150,3 = 25,608 \text{ OM};$$

$$D_{opt03} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 503 \text{ CM};$$

$$x_{03} = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{0,98}\right) + 0,0157 = 0,406 \text{ OM/кM};$$

$$X_{03} = 0,406 \cdot 150,3 = 61,038 \text{ OM};$$

$$b_{03} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(503/0.98)} = 2.796 \cdot 10^{-6} \text{ CM/кM};$$

$$B_{03} = 2.796 \cdot 10^{-6} \cdot 150,3 = 4.202 \cdot 10^{-4} \text{ CM};$$

$$Q_{c03}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 4.202 \cdot 10^{-4} = 2.542 \text{ MVar}.$$

0-4 аймағы үшін (1.24)-(1.32) формулаларға сүйеніп, параметрлері есептелінеді.

$$r_{04} = \frac{31,52}{240} = 0,131 \text{ OM/кM};$$

$$r_{сым04} = \frac{2,16}{2} = 1,08 \text{ CM};$$

$$R_{04} = 0,131 \cdot 80 = 10,5 \text{ OM};$$

$$D_{opt04} = \sqrt[3]{4 \cdot 4 \cdot 8} = 503 \text{ см};$$

$$x_{04} = 0,144 \cdot \lg\left(\frac{503}{1,08}\right) + 0,0157 = 0,40 \text{ Ом / км};$$

$$X_{04} = 0,4 \cdot 80 = 320 \text{ Ом};$$

$$b_{04} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(503/1,08)} = 2,6 \cdot 10^{-6} \text{ См / км};$$

$$B_{04} = 3,56 \cdot 10^{-6} \cdot 80 = 2,85 \cdot 10^{-4} \text{ См};$$

$$Q_{c04}^k = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 2,082 \cdot 10^{-4} = 1,26 \text{ МВар}.$$

### 1.7- кесте –Әуе желісінің аймақтар үшін қимасы тандалды

Аймақтар	$I_{ec}$ , А	$S_{эк34}$ , мм <sup>2</sup>	Сым маркасы, мм <sup>2</sup>	$I_{дон}$ , А
0-1, L=20км	217	145	АС-240/24	520
0-2, L=20км	255	170	АС-240/24	520
0-3, L=90км	223	149	АС-240/24	520
0-4, L=65км	191.3	127.6	АС-240/39	610

### 1.7 Желідегі қысқа тұйықталу тогын табу

Салыстырмалы бірлікте базистік қуат

$$S_6 = 100 \text{ МВА}$$

Базистік кернеу

$$U_{\text{баз KI}} = 330 \text{ кВ}$$

$$U_{\text{баз KI}} = 230 \text{ кВ}$$

$$U_{\text{баз KI}} = 38.5 \text{ кВ}$$

**1.8-кесте –АТДЦТН-200000/330/220 типті автотрансформаторының паспорттық берілгені**

Трансформатор типі	S <sub>н</sub> , МВ А	Реттеу шектері	Каталогты берілгендері								
			U <sub>ном.орам</sub> , кВ			U <sub>к</sub> , %			Р <sub>к</sub> , т, кВт	Р <sub>б</sub> , ж кВт	I, %
			ЖК	ОК	ТК	Ж-О	Ж-Т	О-Т			
АТДЦТН-200000/330/220	200	-12% ÷ +10%	330	230	38.5	11	31.9	20	280	55	0.5

Генератордың кедергісі

$$X_{Г*} = x'_d \frac{S_6}{S_{НГ}} \quad (1.33)$$

мұндағы  $X_{Г*}$  - генератор кедергісі

$x'_d$  - аса өтпелі индуктивті кедергі

$S_6$  - базистік қуат, МВА

$S_{НГ}$  - генератордың номиналды қуаты, МВА

(1.33) формулаға сәйкес

$$X_{Г*} = 0.3 \cdot \frac{100}{200} = 0.225$$

Желілердің кедергілері:

$$X_{л} = x_0 l \cdot \frac{S_6}{U_6^2} \quad (1.34)$$

(1.34) формулаға сәйкес

$$X_{л} = 0.4 \cdot 150 \cdot \frac{100}{330^2} = 0.062$$

Трансформатордың кедергілері

$$X_{тр} = \frac{U_{кз}}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{НТ}} \quad (1.35)$$

Мұндағы  $X_{тр}$  - трансформатордың кедергілері;

$U_{кз}$ -трансформатордың қысқа тұйықталу кернеуі;  
 $S_{HT}$ -трансформатордың қуаты.

Әр орамның қысқа тұйықталу кернеулері анықталады

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (U_{(ЖК-ОК)} + U_{(ЖК-ТК)} - U_{(ОК-ТК)}) \quad (1.36)$$

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (U_{(ЖК-ОК)} + U_{(ЖК-ТК)} - U_{(ОК-ТК)})$$

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (U_{(ЖК-ОК)} + U_{(ЖК-ТК)} - U_{(ОК-ТК)})$$

(1.36) формулаға сәйкес

$$U_{K1} = 0.5 \cdot (9 + 60 - 48) = 21\%$$

$$U_{K2} = 0.5 \cdot (48 + 9 - 60) = -1.5\% \approx 0\%$$

$$U_{K3} = 0.5 \cdot (60 + 48 - 9) = 49.5\%$$

(1.35) формулаға сәйкес

$$X_{ТЖ} = \frac{21 \cdot 100}{100 \cdot 200} = 0.157$$

$$X_{ТО} = 0$$

$$X_{ТТ} = \frac{49.5 \cdot 100}{100 \cdot 200} = 0.372$$

Қысқа тұйықталу нүктесіне дейінгі нәтижелік кедергі

$$X_{резб*} = X_{Г*} = 0.225 \quad (1.37)$$

$$x_{кос2} = X_{Г*} + X_{л} + X_{ТЖ} + X_{ТО} \quad (1.38)$$

(1.37)-(1.38) формулаларға сәйкес

$$X_{резб*} = 0.225 + 0.062 + 0.157 + 0 = 0.444$$

$$x_{кос3} = X_{Г*} + X_{л} + X_{ТЖ} + X_{ТТ} \quad (1.39)$$

(1.39) формулаға сәйкес

$$X_{резб*} = 0.124 + 0.062 + 0.157 + 0.372 = 0.715$$

Нүктелердегі базистік токты табу

$$I_{61} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6} \quad (1.40)$$

(1.40) формулаға сәйкес

$$I_{61} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 330} = 0.175 \text{ кА}$$

$$I_{62} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 230} = 0.251 \text{ кА}$$

$$I_{63} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 38.5} = 1.501 \text{ кА}$$

К1 және К2 нүктелердің ҚТ токтары

$$I_{кз} = \frac{I_6}{X_{рез}} \quad (1.41)$$

(1.41) формулаға сәйкес

$$I_{к-1} = \frac{0.175}{0.225} = 0.776 \text{ кА}$$

$$I_{к-2} = \frac{0.251}{0.444} = 0.566 \text{ кА}$$

$$I_{к-3} = \frac{1.501}{0.715} = 2.098 \text{ кА}$$

Қысқа тұйықталу тогынан пайда болатын соққы топтар:

$$i_{y,t=0} = k_{уд} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кз t=0} \quad (1.42)$$

(1.42) формулаға сәйкес

$$i_{y,t=0} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.777 = 1.96 \text{ кА}$$

$$i_{y,t=\infty} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 0.565 = 1.417 \text{ кА}$$



$$i_{y,t=\infty} = 1.78 \cdot \sqrt{2} \cdot 2.099 = 5.262 \text{ кА}$$

Трансформатордың жоғарғы және төменгі орамдарындағы есептік токтары

$$I_{\text{расч}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 330} = 232.96 \text{ А}$$

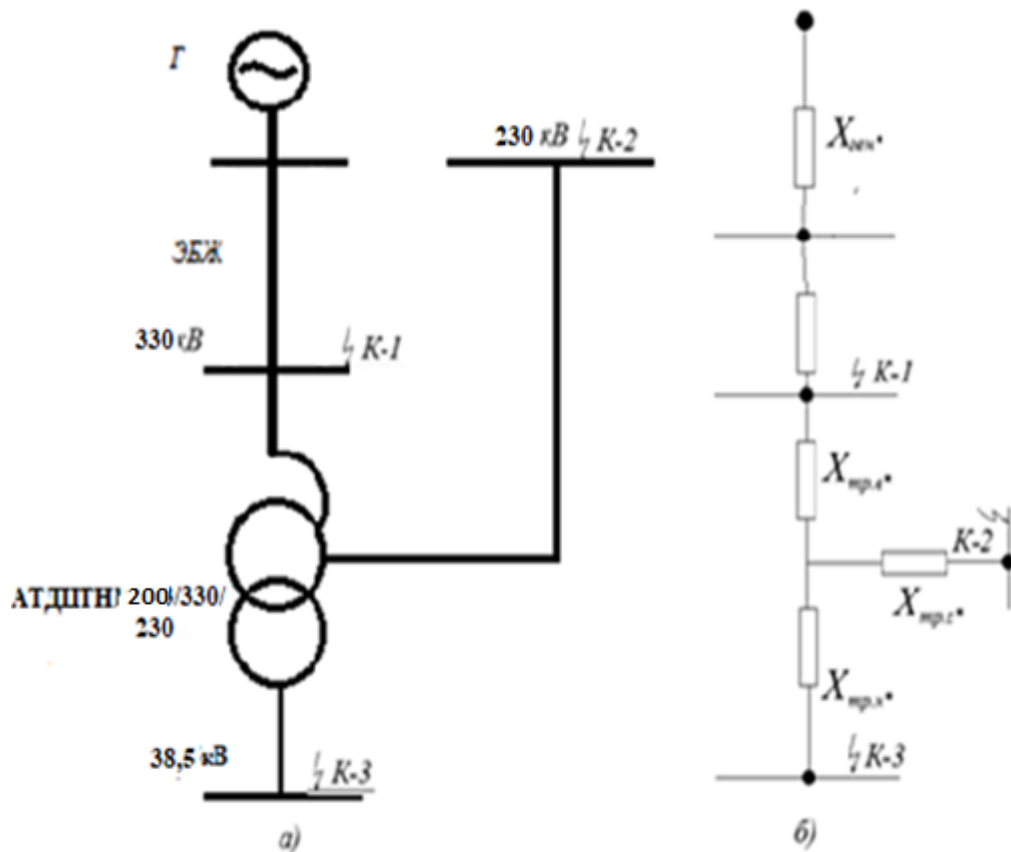
$$I_{\text{расч}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 230} = 334.25 \text{ А}$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{200000}{\sqrt{3} \cdot 38.5} = 1996.84 \text{ А}$$

Барлық есептелініп шығарылған мәндердің топтастырылған жиынтығы 1.9 - кестеде көрсетілген.

### 1.9-кесте – Қысқы тұйықталу болған аймақтың параметрлері

Нүкте/ Параметр	К1	К2	К3
$U_{ж}$	330 кВ	230 кВ	38.5 кВ
$I_б$	0.175 кА	0.251 кА	1.501кА
$I_{КТ}$	0.777 кА	0.565 кА	2.099 кА
$i_{\text{соққы}}$	1.95 кА	1.418 кА	5.268 кА
$I_{\text{ес}}$	232.96 А	334.25 А	1996.84 А



(а) және (б) автотрансформатордың алмастыру сұлбасы

### 1.8-сурет – Апаттық режим орындалатын аймақтың структуралық схемасы

#### 1.8 Есептелген параметрлер бойынша электр аппараттарын таңдау

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

Өткізгіштер (шина, кәбіл) 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.

К1-3 нүктесіне таңдалған ажыратқыштар мен айырғыштар тоқ трансформаторы келесі кестелерде көрсетілген.

### 1.9-кесте – К1 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш АББ-362 РМ	Айырғыш РГ-330/2000 УХЛ1	Ток трансформаторы ТОГФ-330 (УХЛ1)
$U_{ж} \leq U_{н}, кВ$	330	330	330	330
$I_{есеп} \leq I_{н}, А$	232.96	4000	2000	800
$I_{КЗ} \leq I_{ОТКЛ}, кА$	0.777	50	100	-
$i_y \leq k_{\delta} \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$ кА	1.95	125	-	64

### 1.10-кесте – К2 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш HPL 300B1	Айырғыш РПВ 220/2000	Ток трансформаторы ТОГФ-220
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	230	230	230	230
$I_{есеп} \leq I_H, А$	334.25	2000	2000	500
$I_{КЗ} \leq I_{ОТКЛ}, кА$	0.565	63	125	-
$i_y \leq k_0 \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	1.418	63	-	64

### 1.11-кесте – К3 нүктесіне таңдалған аспаптар

Таңдау шарты	Есептелген мәндер	Каталогтағы берілгендер		
		Ажыратқыш 48PM31-30	Айырғыш EDB-52	Ток трансформаторы GIF 12-40.5
$U_{ж} \leq U_H, кВ$	38.5	48	52	40.5
$I_{есеп} \leq I_H, А$	1996.84	3000	4000	2000
$I_{КЗ} \leq I_{ОТКЛ}, кА$	2.099	31.5	80	-
$i_y \leq k_0 \cdot \sqrt{2} \cdot I_n$	5.268	82	-	1000

Кернеу трансформаторларын таңдау. Бұл аспаптар өз шарттарына байланысты таңдалады және сақтау және қорғау аспаптарының қорек көзі ретінде электротехникада маңызды орынға ие аспаптарға жатады. 1.12-кестеде кернеу трансформаторының таңдалуы көрсетілген.

### 1.12-кесте-Кернеу трансформаторларының таңдалуы

Типі	U,кВ	Орамдардағы кернеу, кВ біріншілік	Номиналды қуат,ВА 0,5 класс	Шектелген қуат,ВА
НКФ-330-73 У1(Т1)	330	$330/\sqrt{3}$	400	2000
НКФ-220-58	220	$220/\sqrt{3}$	400	2000
НКФ-110-58	110	$110/\sqrt{3}$	400	2000

## 2 Шунтталған реакторлар орнату негіздемесі

### 2.1 Реактивті қуат түсінігі

Электр қабылдағыштар активті және реактивті қуатты тұтынады. Электр қабылдағыштармен тұтынылатын активті энергия энергияның басқа түрлеріне түрлендіріледі: механикалық, жылу және т.б. активті қуаттың белгілі бір пайызы шығындарға жұмсалады. Электр қабылдағыштың пайдалы жұмысына байланысты емес және электр қозғалтқыштарында, трансформаторларда, желілерде электромагниттік өрістерді жасауға жұмсалады. Электрэнергетикалық жүйелердің ерекшелігі энергия көздерінен тұтынушыларға іс жүзінде бір сәттік берілуден және өндірілген электр энергиясын елеулі мөлшерде жинақтау мүмкіндігінен тұрады. Бұл қасиеттер электр энергиясын өндіру және тұтыну үрдісінің бірмезгілділігін анықтайды. Әрбір уақыт сәтінде жүйенің белгіленген режимінде электр станциялары тұтынушылардың қуатына тең қуатты өндіруі және желідегі шығындарды жабуы тиіс-өндірілетін және тұтынылатын қуаттардың теңгерімі сақталуы тиіс. Айнымалы тоқтағы энергияны өндіру және тұтыну кезінде өндірілетін және тұтынылатын электр энергиясының теңдігіне уақыттың әр сәтінде өндірілетін активті және реактивті қуаттың теңдігі жауап береді:

$$\sum Q_r = \sum Q_p = \sum Q_n + \sum \Delta Q, \quad (2.1)$$

Мұндағы  $\sum Q_r$  - өз мұқтажын шегергендегі станцияның генерацияланатын реактивті қуаты;

$\sum Q_p$  - реактивті қуатты толық тұтыну;

$\sum Q_n$  - тұтынушылардың реактивті қуаты;

$\sum \Delta Q$  - желідегі реактивті қуатты жоғалту және генерациялау сомасы.

Реактивті қуат балансының бұзылуы желідегі кернеу деңгейінің өзгеруіне әкеледі. Егер  $(\sum Q_r > \sum Q_n)$ , генерацияланатын реактивті қуат тұтынудан көп болса, онда желідегі кернеу артады. Реактивті қуат тапшылығы кезінде желідегі кернеу төмендейді.

Электр желілеріндегі реактивті қуаттың басты тұтынушылары трансформаторлар, асинхронды қозғалтқыштар, әуе желілері, кабельдік желілер, вентильді қозғалтқыштар, индукциялық электр пештер, дәнекерлеу агрегаттары және басқа да жүктемелер болып табылады. Жалпы абсолюттік және салыстырмалы шығындар реактивті қуатты құрайтын желінің бойындағыда жеткілікті және 50% дейін жетеді, желі бойына түсетін қуат бойынша. Трансформаторлардағы барлық реактивті қуаттың шығыны шамамен 70-75%-ын кернеудің әр түрлі сатыларындағы трансформаторлардағы жоғалтулар құрайды .

Реактивті қуат электр желісінің жұмыс режиміне және электр энергиясының сапа көрсеткіштеріне кері әсер етеді.]:

- электр машиналарында, трансформаторлар мен желілерде қосымша шығындар, сондай-ақ кернеудің қосымша ауытқулары пайда болады;
- Электр машиналарын, трансформаторлар мен аппараттарды оқшаулаудың қызмет мерзімі қысқартылады;
- индукциялық типтегі белсенді және реактивті есептегіштердің қателігі артады;
- автоматика, телемеханика және байланыс құрылғыларының жұмысы нашарлайды.

## 2.2 Реактивті қуатты қарымталау

Отандық энергетиканың өмір сүру тарихында оның жұмыс істеу тиімділігін арттыру мәселелері басым болды. Электр энергиясын беру және қайта құру кезінде шығындарды азайтуды қоса алғанда, тиімділікке қол жеткізудің нәтижелі тәсілдерінің бірі реактивті қуатты қарымталау болып табылады. Реактивті қуатты қарымталау-айнымалы ток желісінің өнімділігін арттыру үшін реактивті қуатты басқару болып табылады. Реактивті қуатты қарымталау электр энергиясын пайдалану тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді

- кернеуді реттеуге мүмкіндік береді;
- кернеудің төмендеуіне әкеледі;
- өткізу қабілетінің артуына әкеледі.

Арнайы электр техникалық жабдықтың көмегімен электр желісінің өзіндік нүктелерінде кернеу деңгейлерін өзгерту процесі кернеуді реттеу деп аталады. Құрылғылар немесе құралдар, реттеу екі негізгі түрге бөлінеді: тораптық және желілік. Бірінші түрге тораптық құрылғылар жатады. Олардың жұмыс істеу принципі желі режимінің параметрлерін өзгерту болып табылады(қосылу нүктесіндегі кернеу мен реактивті қуат). Жабдықтың мұндай түрі көлденең компенсаторлар болып табылады. Оларға жатады

- генераторлар;
- синхронды компенсаторлар;
- синхронды қозғалтқыштар;
- реттелетін және реттелмейтін шунттаушы реакторлар;
- реактивті қуаттың статикалық көздері.

Кернеуді реттеудің желілік құрылғылары желі параметрлерін өзгертеді реактивті кедергі және трансформаторлардың трансформация коэффициенттері.

### 2.3 Шунттаушы реакторларды қолдану

Шунттаушы реакторлар ұзақтығы әлсіз жүктемеленген беріліс желілерімен генерацияланатын сыйымдылықты реактивті қуатты қарымталау үшін пайдаланылады. Шунттаушы реакторларды қосу және ажырату ажыратқыштармен жүргізіледі, ал қосу әдетте трансформатордың үшінші орамына орындалады.

Магниттендірумен басқарылатын шунттаушы реакторлар индуктивтіліктің өзгеруі магниттік тізбектің магниттендіру ағынымен қанығуы жүзеге асырылатын құрылғылар класына жатады.

Реакторлар жүктеме тораптарындағы кернеуді автоматты тұрақтандыру, артық зарядтау қуатын өтеу және электр желісіндегі электр энергиясының шығынын төмендету үшін арналған, бұл:

- кернеу деңгейін 1-2% - ға дейін қалыпқа келтіру, электр желісіндегі кернеудің ауытқуын шектеу;

- тұтынушыларға электр энергиясын тасымалдау және бөлу кезіндегі шығындарды 15-20% - ға төмендету;

- коммутациялық жабдықты пайдалану қарқындылығын он есе азайту.

Ресей, Қазақстан, Бразилия, Үндістан, Қытай және басқа елдердің Энергетик мамандарын бағалау бойынша техникалық сипаттамалар мен функционалдық мүмкіндіктерді мұқият талдау осы типтегі басқарылатын реакторлардың үшфазалы тобы кернеуді тұрақтандырудың және энергия жүйелері мен созылған электр беру желілерінің режимдерін басқарудың бірегей электротехникалық кешені болып табылатынын көрсетті. Шунттаушы реакторлар (ШР) тиісті электр беру желілерімен құрылатын кернеуі 110-1150 кВ салынатын, қайта жаңартылатын және пайдаланылатын электр желілерінде реактивті қуатты қарымталау құралдарының бірі ретінде пайдаланылады. Кернеудің әртүрлі класындағы ЭБЖ мүмкіндіктері сымдардың кең таралған қималары үшін 1-кестеде келтірілген деректермен сипатталады. 220 кВ және одан жоғары кернеуге арналған желілердің ең үлкен ұзындығы аралық ауыстырып қосқыш пункттердің немесе оларға сатып алу қондырғысы бар қосалқы станциялардың құрылысын есепке ала отырып көрсеткен.

Жоғары вольтты ЭБЖ элементтердің тізбегі түрінде ұсынылған параметрлері бар тізбек ретінде қарастыруға болады (2.1-сурет).

Желі ұзындығының бірлігіне жатқызылған осындай тізбектің бастапқы параметрлері келесі физикалық мағынасы бар:

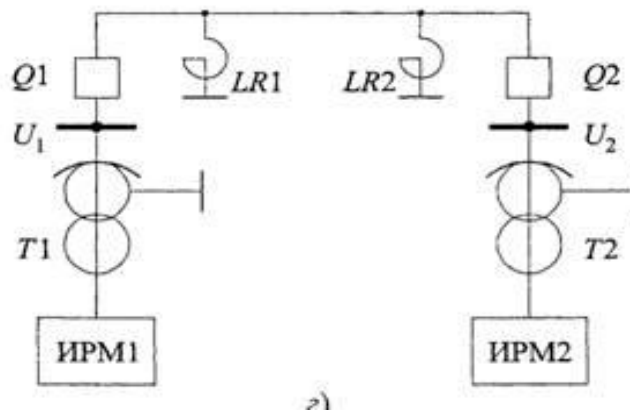
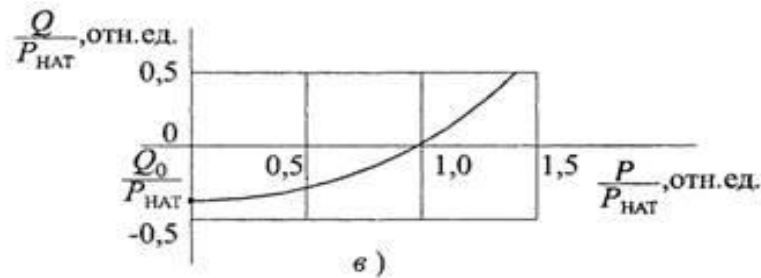
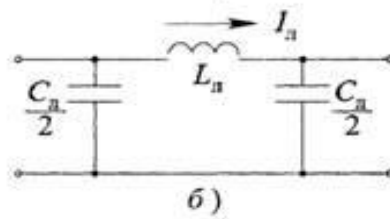
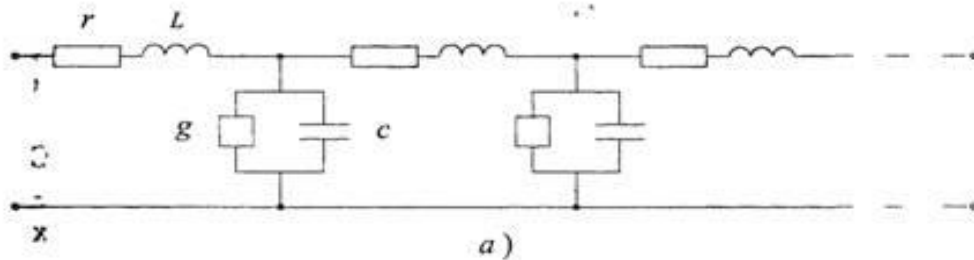
- г - тікелей және кері сымдардың кедергісі;

- L-тік және кері сымдармен түзілетін ілмектің индуктивтілігі (немесе жердің әсерін ескере отырып-ілмектің жұмыс индуктивтілігі);

- G-сымдар арасындағы өткізгіштігі (ағуы) ;

- C-сымдар арасындағы немесе жерге қатысты сымдар сыйымдылығын ескере отырып, сымдар арасындағы сыйымдылық-сымдар арасындағы жұмыс сыйымдылығы. Бағалау үшін жұмыс режимдерін ЭБЖ бойынша

реактивті қуатын пайдалануға болады (2.1 б -сурет)келтірілгендей қарапайым П-бейнелі схемамен ауыстыру желісі, ал тәуелділігі реактивті қуатты желі ұзындығы 400 км берілетін қуат (2.1в-сурет),сондай-ақ желілерінің сипаттамалары (2.1-кестеде келтірілген).



а) - желінің орнын ауыстыру схемасы; б) - алмастырудың оңайлатылған схемасы; в)-ұзындығы 400 км ӘЖ үшін берілетін қуатқа реактивті қуаттың тәуелділігі; г)-ӘБЖ-ге СҚ орналастырылуы;

**2.1-сурет – Желі схемалары және олардың сипаттамалары.**



## 2.1-кесте – Желінің сипаттамалары

Параметр	Напряжение линии, кВ				
	220	330	500	750	1 150
хч Ом/км	0,41-0,43	0,32-0,33	0,30-0,31	0,29-0,31	0,266-0,27
г, Ом/км	0,06-0,12	0,03-0,06	0,02-0,03	0,015-0,024	0,011-0,013
Ом*км	2,6-2,74	3,38-3,5	3,64-3,97	3,76-4,13	4,38-4,43
Z, Ом	387	302	287	265	245
Q <sub>о</sub> , Мвар/100 км	13,6	39	96	230	587
P <sub>ат</sub> , МВт	125	360	870	1120	5 400

Кернеудің жоғарылауы оқшаулаудың зақымдануынан жабдықтың істен шығуына, желілердің сымдарындағы тәжден электр энергиясының жоғары шығындарына, байланыс арналарындағы кедергілер деңгейінің артуына, желілердің жалпы зарядтық қуатын азайту үшін ЭБЖ ажырату қажеттігіне және электр станциялары генераторларының реактивті қуатты тұтынуына байланысты қолайсыз салдарлар туғызады. Мысалы, 1997 жылғы мамырда түнгі уақытта ең аз жүктеме кезінде Қазақстан ҰЭТ 500 және 750 кВ желісінен, сараптамалық бағалау бойынша төмен кернеу желісіне 10000 МВА тең артық реактивті қуат беріледі. Өткен жылдары дәстүрлі ЭБЖ-ны жобалауда олардың қуаттылық қуатын толық өтемейтін тәсіл желінің жеткілікті жоғары жүктелу жағдайында қолайлы болды. Сондықтан бүгінгі таңда электр тұтынудың жалпы төмендеуі және ЭБЖ бойынша берілетін қуаттардың тиісінше төмендеуі жағдайында 500, 750 және 1150 кВ электр желілерінде дәстүрлі 40-50-тан 80-120% - ға дейін қарымталау дәрежесін арттыру талап етіледі. Бұл мәселе Орталық Азия БЭЖ-де бар. Жоғары вольтты желілердің жүйе құраушы 330, 500, 750 және 1150 кВ ЭБЖ зарядтау қуатын қарымталаудың ең үнемді тәсілі реактивті қуатты генерациялау орнында оны қарымталау мақсатында сол кернеу класындағы шунттаушы реакторларды (ШР) қолдану болып табылады. (2.2-кестеде) "Электрозавод" Холдинг компаниясы (Мәскеу қ.) шығаратын май толтырылған ШР параметрлері келтірілген.

## 2.2-кесте– Май толтырылған ШР параметрлері

Диспетчерлік атауы	Р-3 фА	Р-3 фВ	Р-3 фС
Зауыт нөмірі	1479197	1481513	1479196
Шығарылған жылы	1999	1999	1999
Пайдалануға берілген жылы	2001	2001	2001
Номиналды жиілік	50		
Орамдардың жалпы бөлігінің берілетін тогы	197,9		
Толық салмағы	67,5		
Май массасы	15,1		
Белсенді бөліктің салмағы	36,3		
Массасы алынбалы бөліктері, бак, т	4,150		
Салқындату жүйесі	Д		

Желінің зарядтық қуатын қарымталау тұрғысынан реакторларды орнату желілерде де, сондай-ақ ҚС шиналарында да жүзеге асырылуы мүмкін. Сонымен қатар, бір фазалы ҚТ-ны жойғаннан кейін бір фазалы автоматты қайта қосулар (ОАПВ) үзілісінде доғаны өшіру және ЭБЖ коммутациясы кезінде асқын кернеулерді төмендету мәселелері шешіледі.

Шунттаушы реакторлар коммутациялық асқын кернеулерді төмендетуде негізгі рөл атқарады, ол былайша ескеріледі:

- ЭБЖ жоспарлы қосу және ажырату алдында оған шунттаушы реакторларды жедел қосады;

- ЭБЖ ұштарының бірінде кернеудің артуынан қорғау іске қосылғанда оның бірінші сатысы 1,1 U<sub>ф</sub> тағайындалуымен және аз уақыт ұстамасымен осы ұшының барлық реакторларын қосады және егер кернеудің артуы жойылмаса, ЭБЖ ажыратылады;

- желінің кез келген қорғанысы іске қосылған және бір немесе үш фазаны ажыратуға команда берілген кезде, егер олар ЭБЖ бойынша берілетін қуат шарттары бойынша ажыратылса, барлық реакторлардың барлық фазалары бір мезгілде қосылады. Желілік ажыратқыштың ажыратылу уақытын есепке ала отырып, реакторларды қосу желінің бірінші соңынан ажыратылғаннан кейін 0,05 с-та жүргізіледі.

Сондықтан АҚҚ сәтсіз АҚҚ кезінде ЭБЖ кейіннен ажырату қосылған реакторлардың толық саны кезінде жүргізіледі.

## **3 Еңбек қорғау және қауіпсіздік**

### **3.1 Шу және діріл деңгейлерінің шарттары**

Дыбыс қысымының деңгейіне, дыбыс деңгейіне және эквиваленттік дыбыс деңгейіне кіретін «Жұмыс орнындағы шу деңгейлеріне кіретін санитарлық норма» талаптарымен сәйкес келулері тиіс. Электр құрал жабдықтары орнатылған бөлменің қабырғасы және төбесі перифериндік құрылғылар және басқа құралдар негізгі шу шығарушы құралдар болып табылады. Электр жабдықтарымен жұмыс істейтін есептеу орталықтарының бөлмесінде дыбыс деңгейі негізгі көрсеткіші 50 дБА-дан жоғарламауы тиіс. Тәжірибиелерді, аналитикалық және өлшемдік бақылауды жүргізетін техникалық-инженер жұмысшылар жұмыс істейтін бөлмелерде-60дБА болуы міндетті. Жұмысшылар бөлмесінде -65дБА болуы керек. Есептеуіш машиналардың шу агрегаттарының орналасқан бөлмелердегі-75дБА болуы керек.

### **3.2 Қауіпсіздікке қатысты іс шаралар**

Электр желілерін, электр қондырғылары мен электр-техникалық бұйымдарын жобалау, монтаждау, іске қосу, пайдалану, сондай-ақ олардың техникалық жай-күйін тексеру ЭҚТН, тұтынушылардың электрқондырғыларын техникалық пайдалану нормаларына (бұдан әрі - ТПН), тұтынушылардың электрқондырғыларын пайдалану кезіндегі техникалық қауіпсіздік нормаларына (бұдан әрі - ТҚН) сәйкес жүзеге асырылуы қажет.

Электр қозғалтқыштардың, электр шамдарының, басқару аппараттарының, іске қосуды реттеушінің, бақылау-өлшеу және қорғау аппаратурасының, қосалқы жабдықтардың, электр сымдары мен кабель желілерінің ЭҚТН бойынша аймақтардың класына сәйкес қорғау қабаты болуы қажет.

Барлық электрқондырғылары өртке және жануға әкеліп соғатын қысқа тұйықталудан және басқа да дұрыс емес режимнен сақтайтын аппараттармен қорғалуы қажет. Сақтандырғыштардың балқыма қоспаларының нақты тогы таңбада көрсетіліп, калибрленген болуы қажет (таңбаны дайындаушы-зауыт немесе электр-техникалық зертханасы қояды).

Барлық тоқ жүретін бөліктер, бөлу қондырғылары, аппараттар мен өлшеуіш аспаптар, сондай-ақ жарылғыш үлгідегі сақтандырғыш құрылғылары, ажыратқыштар және барлық іске қосатын аппараттар мен аспаптар тек жанбайтын негізде құрастырылуы қажет (мрамор, текстолит, гетинакс).

Сымдар мен кабельдерді жалғау, тармақтау және түйіндеу өртке қатысты қауіпті жағдайларды болдырмау үшін сығымдау, дәнекерлеу, пісіру және арнайы қысқыштар көмегімен жүргізу қажет.

Электр желілерін уақытша пайдалануға және қондыруға болмайды. Құрылыс және уақытша жөндеу-құрастыру жұмыстарында иллюминациялық қондырғылар мен электр сымдары уақытша қойылуы мүмкін.

Тасымалды шамдар қорғаушы шыны қалпақтармен және торлармен жабдықталуы қажет. Осы шамдар мен басқа да тасымалды электр аппараттары үшін ықтимал механикалық әсерді есепке ала отырып, осы мақсатқа арналған иілгіш кабельдер мен мыстан жасалған сымдар қолданылады.

Үй-жайларда жұмыс соңына қарай кезекші қызметкердің болмайтындығына байланысты электр қондырғылар мен тұрмыстық электр құралдары тоқтан ажыратылуы тиіс, бұдан басқа кезекшілік жарық көздері, өрт сөндіру мен өртке қарсы сумен қамтамасыз ету қондырғылары, өрт және күзет дабылдары ғана тоқ көзіне жалғанады.

Басқа да электр қондырғылары мен электр-техникалық бұйымдар (оның ішінде тұрғын үйлерде де) тек қана олардың қызмет ету мақсатына және (немесе) пайдалану нұсқауына сәйкес болса ғана тоқ көзінен ажыратылмайды.

Электр берілісінің (оның ішінде уақытша және салынған кабельмен) ауа жолдарын жанғыш жабынның, шатырдың, сондай-ақ жанғыш заттар, материал мен бұйымдар сақтайтын ашық қоймалардың (қатарлардың, маялардың) үстінде пайдалануға және орнатуға жол берілмейді.

Жарық беруші электр желісі ғимараттардың жанғыш құрылыстары мен жанғыш материалдарға тимейтіндей етіп құрастырылуы тиіс.

Электр қозғалтқыштары, электр шамдары, сымдар мен бөліп тарату қондырғылары тозаңнан айына кемінде екі реттен, ал едәуір тозаң бөлінетін үй-жайлар айына кемінде төрт реттен тазартылып тұруы қажет.

Электр қондырғыларын пайдалану кезінде:

1) дайындаушы ұйымдардың нұсқаулықтарының талаптарына сәйкес келмейтін немесе пайдалану жөніндегі нұсқаулықпен сәйкес өрттің шығуына әкеп соғатын ақауы бар электр қабылдағыштарды пайдалануға, сондай-ақ зақымдалған немесе оңашалаудың қорғағыштық қасиетін жоғалтқан электр сымдары мен кабельдерді пайдалануға;

2) бүлінген розеткаларды, ажыратқыштарды, басқа да электр қондырғыш бұйымдарын пайдалануға;

3) электр шамдары мен шырақтарды қағазбен, матамен немесе басқа да жанғыш материалдармен орауға, сондай-ақ құрылымда қарастырылған шырақтарды қалпақсыз пайдалануға;

4) өрт қаупін болдырмайтын жанбайтын жылу оқшаулағыш материалдан жасалған тіреуі мен жылу қорғағыш қондырғысы жоқ электр үтіктерін, плиталарын, шәйнектері мен басқа да жылытқыш құралдарды

пайдалануға жол берілмейді. Құрылымда қарастырылған термореттегіші жоқ немесе жарамсыз электржылытқыш құралдарын пайдалануға;

5) стандартқа сай келмейтін (қолдан жасалған) электр жылытқыштарды қолдануға, қысқа тұйықталу мен артық салмақтан қорғайтын қолдан жасалған аппараттарды пайдалануға;

6) электр қалқандарының, электр қозғалтқыштары мен іске қосушы аппаратуралардың жанында жанғыш (оның ішінде тез тұтанғыш) заттар мен материалдарды орналастыруға (жинауға);

7) транзиттік электрсымдары мен кабельдік желілерді қойма бөлмелері арқылы, сондай-ақ ЭҚТН бұза отырып жарылыс және өрт қаупі бар аймақтар арқылы орнатуға;

8) электр жылытқыш құралдарын барлық жарылыс және өрт қаупі бар орындарда пайдалануға жол берілмейді.

Софитты орналастыру кезінде тек жанбайтын материалдарды пайдалану қажет, ал олардың қаңқалары зақымдаушы арқандармен оқшаулануы қажет.

Прожекторлар мен софиттерді жанғыш материалдар мен құрылыстардан кемінде 0,5 м, ал линзалық прожекторларды кемінде 2 м қашықтықта орналастыру керек. Прожекторлар мен софиттерге арналған жарық сүзгіштер жанбайтын материалдардан болуы қажет.

Қысқа тұйықталу мен ұшқын шығаратын, кабельдер мен сымдарды қыздыратын электр желілері мен аппараттары тез арада кезекші тұлға арқылы қауіпті жағдайға жеткізбестен сөндірілуі тиіс. Ақауы бар электр жүйесі өрт қауіпсіздігі жағдайына келтірілгенше ажыратылуы тиіс.

Жобаланатын өндіріс ғимараттарының (9 және 10-кесте) жарылыс өрт қауіпсіздігі категориясына және жарылыс- немесе өрт қауіпті ғимараттар аймағы класына, ғимараттар мен үймереттердің өрт тұрақтылық дәрежесіне жатқызуға болатындығын анықтау.

Осы мәліметтер негізінде жарылыс пен өрттің таралуы мен алдын-алу, жарылыстан қорғану құралдары, өртті сөндіру құралдары, электрлік және басқада арнайы жабдықтар түрлерін өшіру құралдары, майлар, жанғыш сұйықтар бойынша шараларды жасау және дәлелдеу қажет.

## 4 Экономикалық тиімділікті есептеу

### 4.1 Тұйықталған желідегі техника – экономикалық салыстыру

Техника-экономикалық көрсеткіштерге ең алдымен жобаның арзандылығы, электр энергияны таратудың жоғары сенімділігі және объектінің өзі мен оның кейбір бөліктерінің ұзақ эксплуатациясы, желінің номиналды кернеуінің шамасы, сымға кететін түсті металлдардың шығыны. Осында АС маркалы сымдардың бағасы келтірілген. Желінің толық құнын және желінің объектілеріне кететін күрделі салымдары есептеледі 4.1 – кестеге сәйкес.

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

Көктайғақ бойынша аудан – II.

#### 4.1 – кесте – Таңдалған сымның бағалары

Аймақ	Аудан	Тіреуіштің түрі	Сымның түрі	Бағасы, мың теңге.
0-1	II	Бір тізбекті	АС-240/39	173,75
1-2	II	Бір тізбекті	АС-300/39	139
2-3	II	Бір тізбекті	АС-240/39	139
3-4	II	Бір тізбекті	АС-240/34	56
4-1	II	Бір тізбекті	АС-240/34	56

#### 4.2 – кесте - Қосалқы станциядағы капиталды шығындар

Қосалқы станцияның №	Орам саны	Ортақ бағасы
Қосалқы станция №1	3	500000
Қосалқы станция №2	3	500000
Қосалқы станция №3	3	500000
Қосалқы станция №4	3	500000
Барлығы	теңге	2млн

Әуе желілерінің бағасы, теңге

$$K_{1\text{әл.желі}} = (k_{0-1} \cdot l_{0-1}) + (k_{1-2} \cdot l_{1-2}) + (k_{2-3} \cdot l_{2-3}) + (k_{3-4} \cdot l_{3-4}) + (k_{4-1} \cdot l_{4-1}). \quad (4.1)$$

(4.1) осы формулаға сәйкес

$$K_{1\text{әл.желі}} = (34,75 \cdot 85 + 27,8 \cdot 40 + 27,8 \cdot 40 + 11,2 \cdot 50 + 11,2 \cdot 70) \cdot 10^3 = 31,74 \cdot 10^6 \text{ тг.}$$

$\tau$ - максималды шығын уақыты, сағат

$$\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760. \quad (4.2)$$

(4.2) осы формулаға сәйкес

$$\tau = (0,124 + 5450 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 5992 \text{ с.}$$

Желідегі электрэнергиясының шығынын анықталады

$$\Delta W = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R \cdot \tau. \quad (4.3)$$

(4.3) осы формулаға сәйкес

$$\Delta W_{0-1} = \frac{P_{0-1}^2 + Q_{0-1}^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R_{0-1} \cdot \tau = \frac{60^2 + 107,4^2}{220^2} \cdot 2,63 \cdot 5992 = 11430 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\Delta W_{1-2} = \frac{P_{1-2}^2 + Q_{1-2}^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R_{1-2} \cdot \tau = \frac{40^2 + 30,03^2}{220^2} \cdot 5,3 \cdot 5992 = 7113 \text{ Вт} \cdot \text{с};$$

$$\Delta W_{2-3} = \frac{P_{2-3}^2 + Q_{2-3}^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R_{2-3} \cdot \tau = \frac{50^2 + 7,4^2}{220^2} \cdot 8,4 \cdot 5992 = 716,6 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\Delta W_{3-4} = \frac{P_{3-4}^2 + Q_{3-4}^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R_{3-4} \cdot \tau = \frac{55^2 + 19,03^2}{220^2} \cdot 10,5 \cdot 5992 = 5577 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\Delta W_{4-1} = \frac{P_{4-1}^2 + Q_{4-1}^2}{U_{\text{н}}^2} \cdot R_{4-1} \cdot \tau = \frac{64,47^2 + 43,42^2}{220^2} \cdot 9,2 \cdot 5992 = 25160 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\sum \Delta W_i = \Delta W_{0-1} + \Delta W_{1-2} + \Delta W_{2-3} + \Delta W_{3-4} + \Delta W_{4-1};$$

$$\sum \Delta W_i = 11430 + 7113 + 716,6 + 5577 + 25160 = 50000 \text{ МВт} \cdot \text{с.}$$

Әуе желілеріндегі электрэнергия шығыны



$$I = \beta \cdot \Sigma \Delta W. \quad (4.4)$$

(4.4) осы формулаға сәйкес

$$I = \beta \cdot \Sigma \Delta W_i = 2 \cdot 50000000 = 100000000 \text{ тг.}$$

Капиталды жөндеуге және амортизацияға бөлінген бағасы

$$I_{23} = \frac{(\alpha_a + \alpha_p) \cdot K_{\text{эл.жәлі}}}{100}. \quad (4.5)$$

(4.5) осы формулаға сәйкес

$$I_{23} = \frac{(\alpha_a + \alpha_p) \cdot K_{\text{эл.жәлі}}}{100} = \frac{(2,4 + 0,4) \cdot 31760000}{100} = 888700 \text{ тг.}$$

Жылдық пайдалану шығындары

$$I_{\text{к.с}} = \frac{(\alpha_a + \alpha_p) \cdot K_{\text{косал.ст.}}}{100}. \quad (4.6)$$

(4.2) осы формулаға сәйкес

$$I_{\text{к.с}} = \frac{(\alpha_a + \alpha_p) \cdot K_{\text{косал.ст.}}}{100} = \frac{(6,4 + 3) \cdot 50000000}{100} = 4,7 \text{ млн тг.}$$

Пайдалану шығындары

$$I_{II} = I_1 + I_{23} + I_{\text{к.ст.}} = 100 + 0,888 + 4,7 = 104,7 \text{ млн тг.};$$

$$K_{II} = K_{\text{эл.жәлі}} + K_{\text{к.ст.}} = 284950000 + 2365202 = 2851865202 \text{ тг.}$$

## 4.2 Ажыратылған желіде техника – экономикалық есептеу

Желінің толық құнын және желінің объектілеріне кететін күрделі салымдары есептеледі, сымның бағасы 4.3 – кестеде көрсетілген.

### 4.3 – кесте - Сымдардың бағасы

Аймақ	Аудан	Тіреуіштің түрі	Сымның түрі	Бағасы
0-1	II	Бір тізбекті	АС-240/24	80,5
1-2	II	Бір тізбекті	АС-300/24	133,7
2-3	II	Бір тізбекті	АС-240/24	80,5
3-4	II	Бір тізбекті	АС-240/39	93,9

Әуе желілерінің тұратын бағасы  
(4.1) осы формулаға сәйкес

$$K_{1эл.желі} = (13,9 \cdot 93,9 + 13,9 \cdot 133,7 + 13,9 \cdot 150,3 + 13,9 \cdot 80) \cdot 10^3 = 32 \text{ млн тг.}$$

Әуе желілеріндегі электр энергия шығыны, теңге:  
(4.3) осы формулаға сәйкес

$$\Delta W_{A-1} = \frac{P_{A-1}^2 + Q_{A-1}^2}{U_n^2} \cdot R_{A-1} \cdot \tau = \frac{60^2 + 22,1^2}{220^2} \cdot 15,99 \cdot 5992 = 13030 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\Delta W_{A-2} = \frac{P_{A-2}^2 + Q_{A-2}^2}{U_n^2} \cdot R_{A-2} \cdot \tau = \frac{40^2 + 25,74^2}{220^2} \cdot 21,9 \cdot 5992 = 24610 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\Delta W_{A-3} = \frac{P_{A-3}^2 + Q_{A-3}^2}{U_n^2} \cdot R_{A-3} \cdot \tau = \frac{50^2 + 21,53^2}{220^2} \cdot 29,1 \cdot 5992 = 7028 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\Delta W_{A-4} = \frac{P_{A-4}^2 + Q_{A-4}^2}{U_n^2} \cdot R_{A-4} \cdot \tau = \frac{55^2 + 37,13^2}{220^2} \cdot 10,5 \cdot 5992 = 20920 \text{ МВт} \cdot \text{с};$$

$$\sum \Delta W_i = \Delta W_{A-1} + \Delta W_{A-2} + \Delta W_{A-3} + \Delta W_{A-4} + \Delta W_{A-5};$$

$$\sum \Delta W_i = 13030 + 24610 + 7028 + 20920 = 65580 \text{ МВт} \cdot \text{с}.$$

Желідегі электр энергия шығындарының бағасын анықталады  
(4.4) осы формулаға сәйкес

$$I_{II} = \beta \cdot \sum \Delta W_2 = 2 \cdot 65580000 = 13 \text{ млн.}$$

Капиталды жөндеуге және амортизацияға бөлінген бағасы  
(4.5) осы формулаға сәйкес

$$I_{23} = \frac{(\alpha_a + \alpha_p) \cdot K_{1\text{эл.жәлі}}}{100} = \frac{(2,4 + 0,4) \cdot 32000000}{100} = 896000 \text{ тг.}$$

Жылдық пайдалану шығындары  
(4.6)-(4.9) осы формулаға сәйкес

$$I_{к.с} = \frac{(\alpha_a + \alpha_p) \cdot K_{косал.ст.}}{100} = \frac{(6,4 + 3) \cdot 65580000}{100} = 6,16 \text{ млн};$$

$$I_2 = \beta \cdot \sum \Delta W_{mp} = 2 \cdot 6451 = 12900000 \text{ тг};$$

$$I_I = I_1 + I_2 + I_{к.с} + I_{к.ст.} = 131 + 0,896 + 6,16 = 138 \text{ млн};$$

$$K_I = K_{\text{эл.жәлі}} + K_{к.ст.} = 32 + 65,58 = 97,58 \text{ млн};$$

$$Z_{жс} = P_n \cdot K_{II} + I_{III} = 0,12 \cdot 97,58 + 138 = 149,8 \text{ млн}$$

### 4.3 Шунттаушы реактордың экономикалық тиімділігі

ПС-500кВ ПС-дағы Р - 1 реакторының құны-758142132,63 млн.теңге. Р-3 реакторының суыту жүйесін жаңғырту және қатты оқшаулаудың үзілісін болдырмау бойынша күтілетін нәтижеге қол жеткізу кезінде реактордың қызмет ету мерзімін екі есе ұзарту мүмкін, яғни қатты оқшаулаудың қолданыстағы жүйелі артық жүктемесі кезінде реактор зауытпен регламенттелген 25 жыл мерзімін барынша пысықтай алады. Қазірдің өзінде мерзімі 15 жыл. Қызмет мерзімін екі есе ұзартқан кездегі экономикалық тиімділік, яғни 25 жыл келесі санды құрайды:

1. Трансформатордың экономикалық тиімділігін есептеу трансформатордың бастапқы құнына экономикалық тиімділікті есептеу кезінде 2013 жылы орнатылған 500 кВ бір фазалы реакторлар тобының 500 кВ реакторлық тобының құнын аламыз, Р-5 диспетчерлік атауы, жалпы сомасы 758142132,63 теңге.

2. Реакторды салқындату жүйесін жаңғыртуға арналған шығындар сметаға сәйкес құрайды. (Қосымша А)

3. Күтілетін экономикалық тиімділік 758,142 млн. теңге- 4 084 385,80 теңге құрайды. Мұнда реакторды істен шыққанға дейін ағымдағы режимде пайдалануды жалғастырған жағдайда майды газсыздандыруға арналған шығындар ескерілмегенін атап өткен жөн.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста кернеуі 220кВ ұзын әуе ЭБЖ параметрлерін есептеулер жүргіздім. Электрмен жабдықтау жүйесі жобалаудың бірінші кезеңі болғандықтан электр жүктемелерін анықтау болып табылады, біздің жағдайда осы тарауда электр жүктемелері тәуліктік өлшеулер деректері бойынша анықталған.

Сонымен қатар трансформатор,автотрансформатор параметрлерін есептеп әуе ЭБЖ қималарын анықтадым.Есептелген мәндерге сәйкес ТДТН-63000/220, АТДЦТН – 200000/220 тандалды.ЭБЖ екі мән бойынша есептелді яғни,тұйықталған және ажыратылған жүйелер бойынша.

Қазақстан Республикасының үлкен аумағында кернеуі 110-500 кв барлық қосалқы станцияларда ұзақ жүктемеленген электр беру желілерімен генерацияланатын сыйымдылықты реактивті қуатты өтеу үшін әртүрлі типтегі шунттаушы реакторлар кеңінен пайдаланылады, өйткені шунттаушы реакторды пайдалану электр желілерінде үздіксіз жұмыс істеу мәселесін шешудің бірі болып табылады. Жүктеме тораптарындағы кернеуді автоматты тұрақтандыру, артық зарядтау қуатын өтеу және электр желісіндегі электр энергиясының шығынын төмендету үшін арналған реакторлар, бұл авариялық жұмыс жасамай-ақ ықпал етеді.

Реакторды салқындату жүйесінде жақсартуларды қолдану реактордың қағаз және май барьерлік оқшауламасының одан әрі нашарлауын және жабдықты пайдалану мүмкін болмайтын қайтымсыз құрылымдық өзгерістердің пайда болуын, трансформаторлық майды газсыздандыруға жүйелі шығындардың қажеттілігін болдырмауға мүмкіндік береді. Реакторды салқындату жүйесін сапалы жаңғырту кезінде реактордың қызмет ету мерзімін ұлғайтып, негізгі техникалық сипаттамалар жақсарады. Мәскеу "электр зауыты" трансформаторлық зауыты шығарған РОБС-50000/500 У1 типті 500кВ шунттаушы реакторын пайдалану процесінде бірнеше жыл өткеннен кейін СО және СО<sub>2</sub> сияқты көмірсутегі газдарының жүйелі түрде өсуі байқалады. Нормативтік шоғырланудан жоғары СО және СО<sub>2</sub> шоғырлануын болдырмау үшін реактор бактарында трансформатор майын газсыздандыру жүргізіледі. Болжамды ақау-жеткіліксіз суыту салдарынан ораманың қызып кетуі болады.Салқындату жүйесінің және мйды газсыздандыру ШР жұмыс істеу уақытын ұзартатын тйімді тәсіл болып табылуда.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://elektronchic.ru/relejnaya-zashhita/arnt-avtomaticheskoe-regulirovanie-napryazheniya-transformatorov-raschet-ustavok.html>
2. Методические указания к дипломному проекту "Электроснабжение города" / В.В. Зорин, Н.Н. Федосенко, П.Я. Экель, В.А. Дубров, А.З. Крушельницкий, В.А. Попов. – Киев: КПИ, 1982 – 68с.
3. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования/Под ред. Круповича В.И., Барыбина Ю.Г., Самовера
4. Справочник по проектированию электроэнергетических систем/ В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; Под ред С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 352.
5. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
6. Ричардсон М.К. Промышленные полимерные композиционные материалы / М.: Химия, 1980.
7. Каца Г.С., Милевски Д.В. Наполнители для полимерных композиционных материалов / М.: Химия, 1981 – 736с.
8. Кочнев А.М. Модификация полимеров / Монография. – КГТУ: Казань, 2002. – 379с.
9. Келлер Х., Геркерт С.М. Композиционные материалы в авиационно-космической промышленности: современное применение и развитие в будущем // Сб. науч. тр. «Достижения в области композиционных материалов под ред. Дж.Пиатти. Перевод с англ.. – М.: Металлургия, 1982. – С.242-266.
10. Беллаваита П. Композиционные материалы в вертолетостроении // Сб. науч. тр. «Достижения в области композиционных материалов под ред. Дж.Пиатти. Перевод с англ.. – М.: Металлургия, 1982. – С.266-284.

## ҚОСЫМША А

УТВЕРЖДАЮ  
 Главный инженер  
 филиала "Алматинские МЭС"  
 Т.Кожаметов  
 "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2017г.

### СМЕТА № 1

**на модернизацию системы охлаждения шунтирующего реактора типа РОДБС-60000/500У1 Р-3 ПС-500кВ  
 "ЮКГРЭС" ПТЭС  
 (хозспособ)**


Основание: дефектный акт №  
 Составлена в ценах 2017г.

Цены по данным на 2017г  
 Сметная стоимость **4 084 385,80** тенге

№	Наименование материалов	Ед. изм.	Кол-во	Цена единицы	Общая стоимость
<b>Материалы и запчасти</b>					
1	Маслонасос МТ-100/8	шт.	6,000	9 900,00	59 400,00
2	Отводы Ду-12т	шт.	18,000	2 500,00	45 000,00
3	Труба Ду-125	м	23,000	3 000,00	69 000,00
4	Затвор дисковый Ду-12т	шт.	6,000	31 880,00	191 280,00
5	Фланец Ду-12т	шт.	12,000	2 000,00	24 000,00
6	Выключатель автоматический АП-50Б-МТУЗ, Ин=16А	шт.	6,000	7 000,00	42 000,00
7	Пускатель магнитный ПМЕ-212 УХЛ4	шт.	6,000	9 200,00	55 200,00
8	Кабель силовой гибкий КГ 3x4+1x2,5	м	120,000	1 431,00	171 720,00
9	Металлорукав Ху-20т	м	100,000	200,00	20 000,00
10	Муфта вводное МВат-2т	шт.	6,000	1 000,00	6 000,00
11	Уголок 63 - 0,12тн.	тн.	0,120	190 000,00	22 800,00
12	Резина полосовая УМ-30*16	кг	48,000	2 140,00	102 720,00
13	Резина рулонная УМ-толщина 8мм, ширина 1000мм.	кг	48,000	2 140,00	102 720,00
14	Резина рулонная УМ-толщина 10мм, ширина 1000мм.	кг	60,000	2 140,00	128 400,00
15	Эмаль ПФ-115 серая	кг	90,000	440,82	39 673,80
16	Электрод Тип - Э46, марка - МР-3, диаметр-3мм.	кг	10,000	519,00	5 190,00
17	Газ пропан сжиженный	кг	20,000	190,00	3 800,00
18	Кислород технический	кг	8,000	258,00	2 064,00
<b>Всего запчастей и материалов</b>					<b>1 090 967,80</b>
<b>Трансформаторное масло</b>					
19	Масло трансформаторное. 45т+0,05%	тн.	2,250	651 688,00	1 466 298,00
<b>Итого трансформаторное масло</b>					<b>1 466 298,00</b>
<b>Командировочные расходы на ремонт</b>					
20	Расчет суточные (6ч*30д*4*2121)	день	180,000	8 484,00	1 527 120,00
Расчет проживания (кол-во чел. х кол-во дней - 1день х кол-во МРП)					
<b>Всего командировочных расходов</b>					<b>1 527 120,00</b>
<b>Всего по смете</b>					<b>4 084 385,80</b>

Составил

Проверил



Д. Остемир

О. Нурпеисов

