

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы



SATBAYEV
UNIVERSITY

Моладақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Энергетика»

кафедрасының меңгерушісі м.а.,
ассистент профессор, PhD докторы

 Е.А. Сарсенбаев

« 21 » 05 2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

Орындаған

Молдақайсар.А.М


Пікір беруші

АЭЖБУ «Жылуэнергетикалық
қондырғылар» кафедрасының
доценті, техн. ғыл.канд.

 Н.К. Алмуратова
(қолы)

Ғылыми жетекші

ассистент профессор, PhD докторы

 С.Б. Жакылыкова
(қолы)

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.Бәсенов атындағы Сәулет, құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика»

кафедрасының меңгерушісі м.а.,

ассоц.профессор, PhD

 Е.А.Сарсенбаев

« 28 » 07 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

Тақырыбы: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу

Университет проректорының 30.10.2018ж. №1210-б бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: 22 сәуір 2019ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Электр торабын есептеу;

б) Арнайы бөлім. Статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу

в) Экономикалық бөлім;




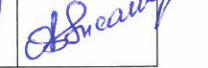
Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 10 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электр торабын есептеу	10.04.2019 ж.	ТСОҚ
Арнайы бөлім. Статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу	17.04.2019 ж.	ТСОҚ
Экономикалық бөлім	25.04.2019 ж.	ТСОҚ

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	С.Б. Жаксылыкова лектор	10.05.19	
Арнайы бөлім	С.Б. Жаксылыкова лектор	10.05.19	
Электр қауіпсіздік бөлімі	С.Б. Жаксылыкова лектор	15.05.19	
Норма бақылаушы	А.О. Бердібеков PhD, сениор-лектор	21.05.2019	

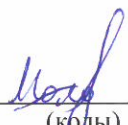
Ғылыми жетекші



С.Б. Жаксылыкова

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Молдақайсар.А.М

(қолы)

Күні

" 3 " 03 2019 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электрэнергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу.

Орындалды:

түсініктеме _____ 55 бет

Молдақайсар А. дипломдық жұмысы қосалқы станцияның қысқа тұйықталу тоқтары есептеліп, қосалқы станцияға коммутациялық және релелік қорғанысы таңдалған. Қосалқы станция сенімді жұмыс жасауы үшін заманауи жаңа элементтерді қажет етеді. Осы жұмыста коммутациялық және релелік қорғаныстың жаңа түрлері таңдалған. Орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:

- түсініктемелік жазбада грамматикалық және стилистикалық қателер кездеседі;
- дипломдық жұмыста электр жабдықтар 1985-жылғы анықтамадан таңдалған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және « жақсы» (80%) бағаға бағалап, ал жұмыстың авторы Молдақайсар Арнұр 5B071800 – «Электрэнергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

РЕЦЕНЗЕНТ

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

« _____ » _____ 20 _____ ж.



Н.К.Алмуратова

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы:

Дипломдық жұмыс «Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған..

Еңбек қорғау бөлігінде қосалқы станцияны техникалық қолдану нормалары мен ережелі туралы айтылып, жұмысшылардың қорғаныс құралдары жайлы жіктеліп айтылды.

Дипломдық жұмысты орындау барысында диплом қорғаушы Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы алдына қойылған тапсырмаларды уақытында орындап және теорияда алған білімін нақты есептерді шешу үшін қолдана алатынын көрсете білді.

Жалпы дипломдық жұмысты 80% «жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші

Лектор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

Жаксылыкова С.Б.

(қолы)

«21»

2019 ж.

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: Молдакайсар Арнұр Мұхтарханұлы

Название: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:8,6

Коэффициент подобия 2:1,2

Тревога:87

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:

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

21.05.2019

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

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

.....
.....

Дата

.....
.....

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

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: Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

Название: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 8,6

Коэффициент подобия 2: 1,2

Тревога: 87

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:

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

21.05.19

Дата



.....

Подпись Научного руководителя

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрінің атауы)

Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

(білім алушының Т.А.Ә.)

5B071800 – Электрэнергетика

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу.

Орындалды:

түсініктеме _____ 55 бет

Молдақайсар А. дипломдық жұмысы қосалқы станцияның қысқа тұйықталу тоқтары есептеліп, қосалқы станцияға коммутациялық және релелік қорғанысы таңдалған. Қосалқы станция сенімді жұмыс жасауы үшін заманауи жаңа элементтерді қажет етеді. Осы жұмыста коммутациялық және релелік қорғаныстың жаңа түрлері таңдалған. Орындалған жұмыс практикалық маңызға ие.

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ

Жұмысқа келесідей ескертулер жасалды:

- түсініктемелік жазбада грамматикалық және стилистикалық қателер кездеседі;
- дипломдық жұмыста электр жабдықтар 1985-жылғы анықтамадан таңдалған.

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Дипломдық жұмыс тапсырмаға сәйкес толық орындалған және « жақсы» (80%) бағаға бағалап, ал жұмыстың авторы Молдақайсар Арнұр 5B071800 – «Электрэнергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

РЕЦЕНЗЕНТ

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

« _____ » _____ 20 _____ ж.



Н.К.Алмуратова

Ғылыми жетекшінің пікірі

Дипломдық жұмыс

(жұмыс түрлерінің атауы)

Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

(оқушының аты жөні)

5B071800 – Электр энергетикасы

(мамандық атауы мен шифрі)

Тақырыбы:

Дипломдық жұмыс «Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның принципиалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның элементтері мен желілерге релелік қорғаныс және автоматика бойынша есептеу жасалған. Қысқа тұйықталуға есептелініп, қосалқы станцияның жабдықтарының қауіпсіздігі қарастырылған..

Еңбек қорғау бөлігінде қосалқы станцияны техникалық қолдану нормалары мен ережелі туралы айтылып, жұмысшылардың қорғаныс құралдары жайлы жіктеліп айтылды.

Дипломдық жұмысты орындау барысында диплом қорғаушы Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы алдына қойылған тапсырмаларды уақытында орындап және теорияда алған білімін нақты есептерді шешу үшін қолдана алатынын көрсете білді.

Жалпы дипломдық жұмысты 80% «жақсы» бағалауға, ал диплом қорғаушы Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы 5B071800 мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп санауға болады.

Ғылыми жетекші

Лектор

(қызметі, ғыл. дәрежесі, атағы)

Жаксылыкова С.Б.

(қолы)

«21»

2019 ж.

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: Молдакайсар Арнұр Мұхтарханұлы

Название: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1:8,6

Коэффициент подобия 2:1,2

Тревога:87

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

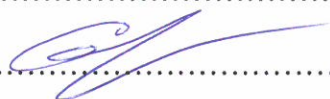
- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности 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:

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

..... 21.05.2019

Дата

..... 

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

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

.....
21.05.19

.....


Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

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: Молдақайсар Арнұр Мұхтарханұлы

Название: Электр торабын есептеу және статикалық компенсаторлардың реактивті қуатын автоматты реттеу.doc

Координатор: Ерлан Сарсенбаев

Коэффициент подобия 1: 8,6

Коэффициент подобия 2: 1,2

Тревога: 87

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:

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

21.05.19

Дата



.....

Подпись Научного руководителя

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста «Жернеуі 220/35/10 кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торатарын жобалау» тақырыбы бойынша орындалған. Қосалқы станциялардың күштік трансформаторлары таңдалып, шығындары есептелген. Қосалқы станцияның элементтеріне релелік қорғаныс есебі жасалған.

Жұмыстың арнайы бөлімінде реактивті қуатты қарымталау шаралары қарастырылып, есептеулер жүргізілген.

Дипломдық жұмыстың экономикалық бөлімінде нарық жағдайындағы энергетикалық тораптардың қызметінің тиімділігі қарастырылған.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде еңбек шарттарына талдау жасалынып, найзағайдан қорғаныс, жерлендіру құрылғысына есептеулер жүргізілген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа выполнена на тему «Проектирование питающих электрических сетей потребителей подстанций 220/35/10 кВ». В работе произведен выбор силового трансформатора подстанций и рассчитаны потери. Произведен расчет на релейную защиту элементов подстанции.

В специальной части рассмотрена компенсация реактивной мощности и произведен расчет.

В экономической части дипломной работы произведен расчет эффективности деятельности электрических сетей в условиях рынка.

В разделе безопасность жизнедеятельности произведен анализ условия труда, а так же расчет молниезащитного, заземляющего устройства.

ABSTRACT

Degree work is executed on a theme «Designing of feeding electric networks of consumers of substations 220/35/10 кВ». In work the choice of the basic scheme of substation, a choice of the power equipment and a choice of switching equipment is made. Calculation on relay protection of elements of substation and departing lines with pressure made.

In a special part it is considered drawing up of the logic scheme of zero sequence.

In section safety of ability to live the working condition analysis and as calculation lightning protection, the earthing device, and calculation artificial illumination is made

In an economic part degree works calculation of efficiency of activity regional powerconsumption in the conditions of the market is made.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ		
1	Негізгі бөлім	8
1.1	Жобаланатын кернеуі 220/35/10 кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіретін электр торабының электрлік есебін жасау	8
1.1.1	Дипломдық жұмыстың берілгендері мен жалпы жағдайы	8
1.1.2	Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін таңдау	8
1.1.3	Күштік трансформаторлардың типін және қуатын анықтау	10
1.1.4	Трансформатордың орамасындағы шығындарын анықтау	11
1.1.5	Сымдардың қимасын және параметрлерін есептеу	17
1.1.6	Кернеудің шығындарын есептеу	20
1.1.7	Технико-экономикалық есептеулер	21
1.1.8	Максималды жүктеме кезінде қуатты есептеу	24
1.1.9	Минималды жүктеме кезінде қуатты есептеу	26
2	Арнайы бөлім	28
2.1	Реактивті қуатты қарымталау	28
2.1.1	Қарымталаушы құрылғылар	30
2.1.2	Қарымталауыш құрылғыларды орнату	35
3	Экономикалық бөлім	40
3.1	Капиталды шығындарды есептеу	41
3.2	Эксплуатациялық шығындар	43
3.3	Қондырғыға қызмет көрсететін персоналдың жалақысы	44
3.4	Инженер-техник жұмыскерлердің жылдық еңбек ақы қорын есептеу	45
3.5	Электрэнергия шығындары	47
4	Электрқауіпсіздік бөлімі	49
4.1	Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары	49
4.2	Қорғаныстық жерлендірудің есебі	50
4.3	Қосалқы станцияны найзағайдың тікелей соққысынан қорғау	52
ҚОРЫТЫНДЫ		54
ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ		55

КІРІСПЕ

Электр энергиясы энергияның ең әмбебап түрі және оны адамның тіршілік әрекетінің барлық салаларына (тұрмыста, өнеркәсіпте, көлікте және т.б.) кеңінен енгізу болып табылады. б) оны өндірудің қарапайымдылығы, тарату және оның энергиясының басқа да түрлері - жарық, жылу, механикалық түрленулер.

Энергетикалық жүйелер мен желілердің сенімді және тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін жоғары кернеулі, жоғары және басқа желілердегі күрделі процестерді түсінуге болады. Бұл тораптарды дұрыс жобалауды білу қажет: ең тиімді және сенімді сұлбалар мен конфигурацияны таңдау, рационалды кернеулер, оңтайлы қималар, трансформаторлардың қуаты мен саны, компенсациялық құрылғылардың орналасуы мен қуаты. Апаттық және қалыпты жұмыс режимдерінде есептеу әдістерін білу: желінің жекелеген бөлімшелеріндегі қуат (немесе ток) және әр түрлі режимдерге арналған жүйе тораптарындағы кернеу; жүйедегі қуат шығыны барлық берілетін қуаттың 10-15% - на жетеді. Бұл режимдерді басқару әдісінің негізгі даму бағыттарын, кернеуді реттеу мүмкіндіктерін, Релелік қорғаныстың мәнін, бақылау және басқару автоматикасын, режимдерді реттеуді білу, энергияның сапасын және жұмыс сенімділігін қамтамасыз ететін желінің ұтымды нұсқаларын таңдау кезінде маңызды мәселелерді шеше білу қажет.

Мемлекеттің электрлендірудің кез келген міндеттерін шешуде электр желілерінің рөлі өте жоғары. Мемлекеттің энергетикалық балансын құру кезіндегі мәселелер, жекелеген аудандардың даму перспективаларын анықтау және шикізат ресурстарын пайдалану, қосалқы станциялардың қуатын таңдау және орналастыру, ірі энергия сыйымды өндірістерді орналастыру, энергетикалық жүйелерді біріктіру және т. б. электр желілерін есепке алмай рұқсат етілмейді. Бұл ретте жеке қосалқы станциялардың, электр желілерінің параметрлерін неғұрлым пайдалы деп таңдауға жол берілмейді.

Осылайша, қолда бар энергетикалық ресурстарды неғұрлым тиімді және ұтымды пайдалану қамтамасыз етіледі, өзара іс-қимылды ескере отырып, барлық осы мәселелерді кешенді шешу қажет. Тек осыдан кейін ғана электр жүйелерінің, қосалқы станциялардың, әр түрлі кернеудегі электр желілерінің, автоматика мен қорғаудың жекелеген элементтерін жобалау бойынша жұмыстар жүргізілуі мүмкін.

1 Негізгі бөлім

1.1 Жобаланатын кернеуі 220/35/10 кВ қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіретін электр торабының электрлік есебін жасау

1.1.1 Дипломдық жұмыстың берілгендері мен жалпы жағдайы

Кернеуі 220 кВ АТЭЦ, Горный Гигант, Робот үш қосалқы станциясы, сәйкесінше олардың ұзындықтары $l_1 = 71$, $l_2 = 84$, $l_3 = 78,8$ (км). Қосалқы станциялардың максималды жүктемелері $P_1 = 147$, $P_2 = 120$, $P_3 = 79$ (кВт). Максималдық жүктеменің жылдық сағаты $T_{max} = 5000$ сағ. Қуат коэффициенті $\cos \varphi = 0,8$. Минималды жүктеме кезіндегі жүктеме 35 пайыз.

1.1.2 Электр беріліс желісінің номиналды кернеуін таңдау

Желі желісінің номиналды кернеуін таңдау күрделі техникалық-экономикалық есеп болып табылады. Бұл көптеген факторларға байланысты. Мысалы, төмен кернеу мәні бар желі жабдықтары мен құрылыстарының құны аз болады. Кернеудің ұлғаюына байланысты қуат пен энергия шығындары төмендейді, электр желісінің даму шарттары жақсарады. Бұл үшін Г. А. Илларионов формуласын қолданамыз.

Астана қ. А. Илларионов формуласы бойынша Номинал мынадай формула бойынша анықталады::

$$U = \frac{S}{\sqrt{\frac{500}{l} + \frac{2500}{P}}}, \quad (1.1)$$

мұндағы l – линия ұзындығы, км;

P – бір тізбекке берілетін активті қуат, МВт;

S – базистік қуат, МВА.

$$U_1 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{71} + \frac{2500}{147}}} = 204 \text{ кВ},$$

$$U_2 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{84} + \frac{2500}{120}}} = 192 \text{кВ},$$

$$U_3 = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{78,8} + \frac{2500}{79}}} = 156 \text{кВ}.$$

Кернеуді алып тастағаннан кейін, желінің белсенді және реактивті қуатын табамыз, біздің жағдайда белсенді қуат бізге белгілі

$$P + jQ, \quad (1.2)$$

мұндағы P - активті жүктеме, кВт;

Q – реактивті жүктеме, квар.

Осы формула арқылы реактивті қуатты табамыз:

$$Q_i = P \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (1.3)$$

Реактивті қуаттарын $\operatorname{tg} \varphi$ арқылы табамыз:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi}}{\cos \varphi}, \quad (1.4)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1 - 0,8^2}}{0,8} = 0,75,$$

$$Q_1 = 147 \cdot 0,75 = 110,3 \text{квар},$$

$$Q_2 = 120 \cdot 0,75 = 90 \text{квар},$$

$$Q_3 = 79 \cdot 0,75 = 59,3 \text{квар},$$

Реактивті жүктемелер белгілі болғаннан кейін, толық жүктемелерді есептейміз:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}, \quad (1.5)$$

мұндағы P - активті жүктеме, кВт;
 Q - реактивті жүктеме, квар.

$$S_1 = \sqrt{147^2 + 110,3^2} = \sqrt{33775,09} = 183 \text{ МВА},$$

$$S_2 = \sqrt{120^2 + 90^2} = \sqrt{22500} = 150 \text{ МВА},$$

$$S_3 = \sqrt{79^2 + 59,3^2} = \sqrt{9757,49} = 98,8 \text{ МВА}.$$

1.1.3 Күштік трансформаторлардың типін және қуатын анықтау

№1 АТЭЦ қосалқы станциясы үшін:

$$S_{\text{тпн}} \geq \frac{S_{\text{нн}}}{1,4}, \quad (1.6)$$

мұндағы $S_{\text{нн}}$ – толық жүктеме.

$$S_{1\text{нн}} = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2} = \sqrt{147^2 + 110,3^2} = \sqrt{33775,09} = 183 \text{ МВА},$$

$$S_{\text{нн}} = \sqrt{P_n^2 + Q_n^2}, \quad (1.7)$$

мұндағы P – активті жүктеме, кВт;
 Q – реактивті жүктеме, квар.

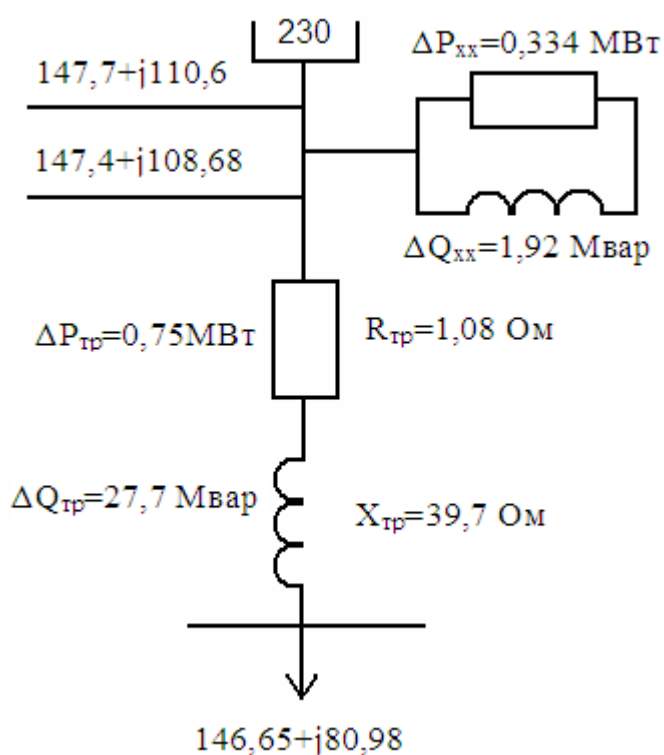
$$S_{\text{тп1}} \geq \frac{S_{1\text{нн}}}{1,4} = \frac{183}{1,4} = 131 \text{ МВА},$$

мұндағы $S_{\text{тп}}$ – трансформатордың қуаты, МВА.

ТРДЦН-160000/220 типті трансформаторын орнатуды қабылдаймын. [5]

1.1-кесте-ТРДЦН-160000/220 типті трансформатордың параметрлері

S _{НОМ} , МВ·А	Орамдағы кернеу, кВ		Активті шығындар, кВт		U _{к%}	I _{х%}	Кедергілер, Ом		Реактивті шығын, квар	Реттелу шегі, %
	В	Н	ΔP _х	ΔP _к			R _{тр}	X _{тр}	Q _х	
160	230	11/11	167	526	12	0,60	1,08	39,7	960	±8x1,5%



1.1–сурет- Екі орамды трансформатордың алмастыру сұлбасы

1.1.4 Трансформатордың орамасындағы шығындарын анықтау

Активті және реактивті шығындары

$$\Delta P_{mрп} = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{ном}^2} \cdot r_{mрп}, \quad (1.8)$$

$$\Delta Q_{mp1} = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{ном}^2} \cdot x_{mp1}, \quad (1.9)$$

$$\Delta P_{mp1} = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_{ном}^2} \cdot r_{mp1} = \frac{147^2 + 110,3^2}{230^2} \cdot 1,08 = 0,75 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{mp1} = \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U_{ном}^2} \cdot x_{mp1} = \frac{147^2 + 110,3^2}{230^2} \cdot 39,7 = 27,7 \text{ Мвар},$$

мұндағы $U_{ном}$ – желінің номиналды кернеуі, кВ;
 $r_{тр}$ – трансформатордың активті меншікті кедергісі, Ом;
 $x_{тр}$ – трансформатордың реактивті меншікті кедергісі, Ом.

$$\Delta P_{xx} = \Delta P_x \cdot 2, \quad (1.10)$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{x\%} \cdot S_{mp}}{100} \cdot 2, \quad (1.11)$$

мұндағы ΔP_{xx} – трансформатордың бос жүріс кезіндегі активті шығыны, кВт;
 ΔQ_{xx} – трансформатордың бос жүріс кезіндегі реактивті шығыны, квар;
 I_x – трансформатордағы бос жүріс тоғы, %.

$$\Delta P_{xx} = \Delta P_x \cdot 2 = 167 \cdot 2 = 334 \text{ кВт} = 0,334 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{x\%} \cdot S_{mp}}{100} \cdot 2 = \frac{0,60 \cdot 160}{100} \cdot 2 = 1,92 \text{ Мвар},$$

$$S_{ec.n} = S_{nH} + \Delta S_{Tn} + \Delta S_{xn} - jQ_{cn}^H - jQ_n^K, \quad (1.12)$$

мұндағы S_{ec} – есептік толық қуат, МВ·А;
 S_x – трансформатордың бос жүріс кезіндегі толық активті және реактивті шығыны;
 jQ_c^H – желінің бас кезіндегі зарядтық қуат, Мвар;
 jQ_c^K – желінің соңындағы зарядтық қуат, Мвар.

$$S_{ec1} = 147 + j110,3 + 0,5(0,75 + j27,7) + 2(0,167 + j0,96) - j7,3 - j8,2 =$$

$$= 147,7 + j110,6 \text{ МВА}.$$

Трансформатордың толық қуат шығынын анықтадым:

$$\Delta S_{T_2} = 0,75 + j27,7 \text{ МВА.}$$

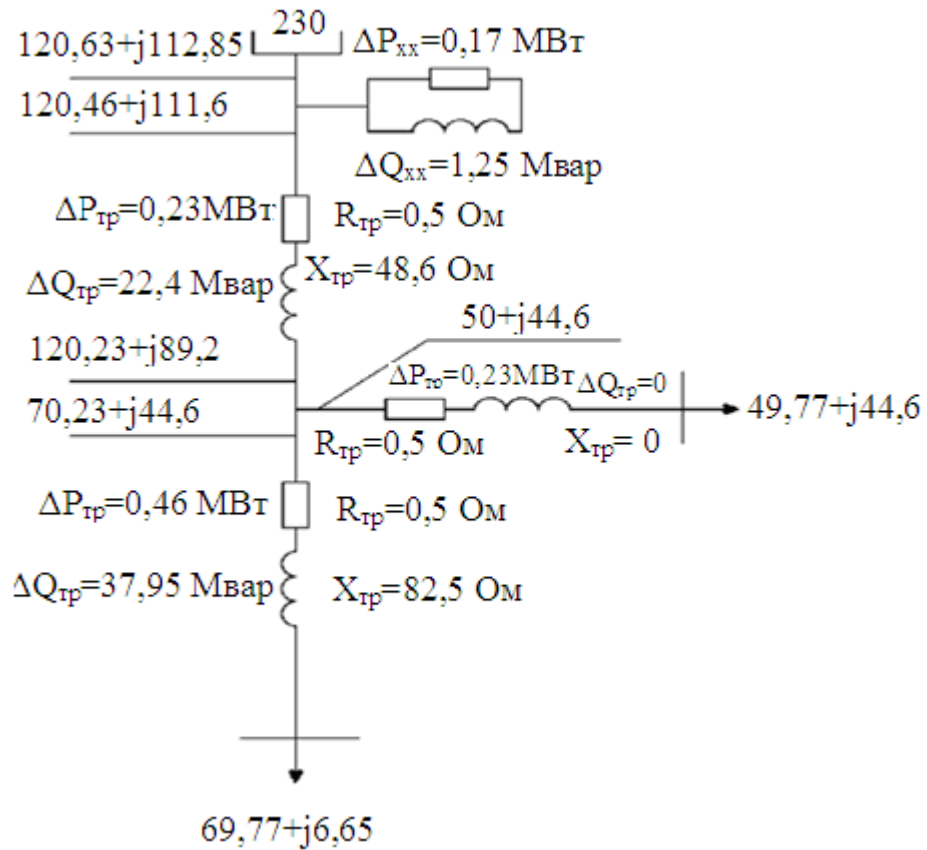
№2 Горный гигант қосалқы станциясы үшін

$$S_{2H} = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = \sqrt{120^2 + 90^2} = \sqrt{14400 + 8100} = 150 \text{ МВА,}$$

$$S_{mp2} \geq \frac{S_{2H}}{1,4} = \frac{150}{1,4} = 107 \text{ МВА.}$$

1.2-кесте-АТДЦТН-125000/220 типті трансформатордың параметрлері

S _{НОМ} , МВ·А	Реттелу шегі,%	Каталогты мәндер									
		Орамдағы кернеу, U _{НОМ} , кВ			Орамдағы u _к , %						
		В	С	Н	В-С	В-Н	С-Н				
125	±6х2,0%	230	38,5	6,6; 11; 13,8.	11	31	19				
Каталогты мәндер				Есептік мәндер						ΔQ _х , квар	
Орамдағы ΔP _к , кВ			ΔP _х , кВт	I _х , %	Орамдағы R _{тр} , Ом			Орамдағы X _{тр} , Ом			
В-С	В-Н	С-Н			В	С	Н	В	С		Н
	290	-	85	0,5	0,5	0,5	1,00	48,6	0		82,5
											625



1.2-сурет- Үш орамды трансформатордың алмастыру сұлбасы

$$\Delta P_{mp2} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{ном}^2} \cdot r_{mp2B} = \frac{120^2 + 90^2}{230^2} \cdot 0,5 = 0,23 \text{ MWт},$$

$$\Delta P_{mp2} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{ном}^2} \cdot r_{mp2C} = \frac{120^2 + 90^2}{230^2} \cdot 0,5 = 0,23 \text{ MWт},$$

$$\Delta P_{mp2} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{ном}^2} \cdot r_{mp2H} = \frac{120^2 + 90^2}{230^2} \cdot 1 = 0,46 \text{ MWт},$$

$$\Delta Q_{mp2} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{ном}^2} \cdot x_{mp2B} = \frac{120^2 + 90^2}{230^2} \cdot 48,6 = 22,4 \text{ Mвар},$$

$$\Delta Q_{mp2} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{ном}^2} \cdot x_{mp2C} = \frac{120^2 + 90^2}{230^2} \cdot 0 = 0 \text{ Mвар},$$

$$\Delta Q_{mp2} = \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U_{ном}^2} \cdot x_{mp2H} = \frac{120^2 + 90^2}{230^2} \cdot 82,5 = 37,95 \text{ Мвар},$$

$$\Delta P_{xx} = \Delta P_x \cdot 2 = 85 \cdot 2 = 170 \text{ кВт} = 0,17 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{x\%} \cdot S_{mp}}{100} \cdot 2 = \frac{0,50 \cdot 125}{100} \cdot 2 = 1,25 \text{ Мвар},$$

$$\begin{aligned} S_{ec2} &= S_{2H} + \Delta S_{T2} + \Delta S_{x2} - jQ_{c23} = \\ &= 120 + j90 + 0,5 \cdot (0,92 + j60,35) + 2(0,92 + j0,625) - j8,7 = \\ &= 120,63 + j112,85 \text{ МВА}, \end{aligned}$$

$$\Delta S_{T2} = 0,92 + j60,35 \text{ МВА}.$$

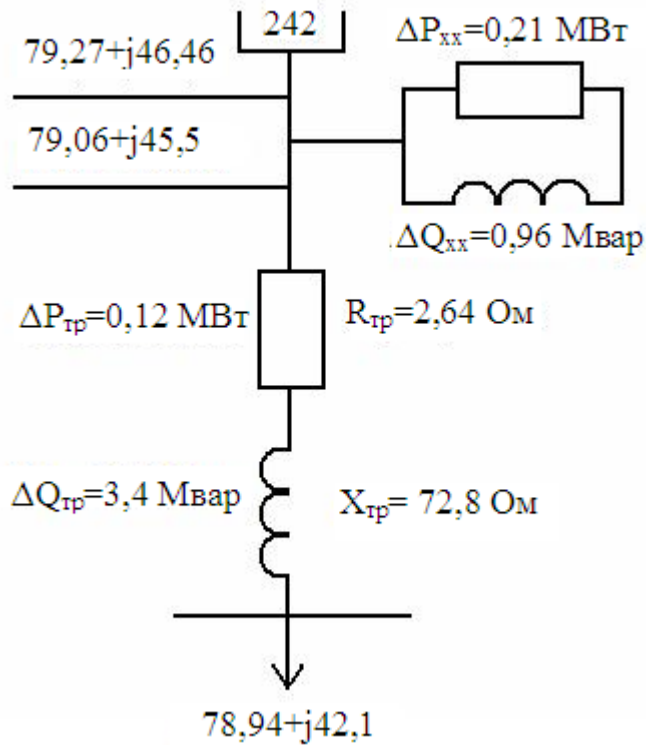
№3 Робот қосалқы станциясы үшін

$$S_{3H} = \sqrt{P_3^2 + Q_3^2} = \sqrt{79^2 + 59,3^2} = \sqrt{6241 + 3516,49} = 98,8 \text{ МВА},$$

$$S_{mp3} \geq \frac{S_{3H}}{1,4} = \frac{98,8}{1,4} = 70,6 \text{ МВА},$$

1.3-кесте- ТДЦ-80000/220 типті трансформатордың параметрлері

S _{ном} , МВ А	Орамдағы кернеу, кВ		Активті шығындар, кВт		U _к %	I _{x%}	Кедергілер, Ом		Реактив ті шығын, квар	Реттелу шегі,%
	ВН	НН	P _x	P _к			R _{тр}	X _{тр}	Q _x	
80	24 2	6,3;10 ,5 13,8	105	320	11	0,60	2,64	72,8	480	±2x2,5%



1.3-сурет- Екі орамды трансформатордың алмастыру сұлбасы

$$\Delta P_{\text{mp3}} = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_{\text{ном}}^2} \cdot r_{\text{mp3}} = \frac{79^2 + 59,3^2}{242^2} \cdot 2,64 = 0,12 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{\text{mp3}} = \frac{P_3^2 + Q_3^2}{U_{\text{ном}}^2} \cdot x_{\text{mp3}} = \frac{79^2 + 59,3^2}{242^2} \cdot 72,8 = 3,4 \text{ Мвар},$$

$$\Delta P_{\text{xx}} = \Delta P_x \cdot 2 = 105 \cdot 2 = 210 \text{ кВт} = 0,21 \text{ МВт},$$

$$\Delta Q_{\text{xx}} = \frac{I_{x\%} \cdot S_{\text{mp}}}{100} \cdot 2 = \frac{0,6 \cdot 80}{100} \cdot 2 = 0,96 \text{ Мвар},$$

$$\begin{aligned} S_{\text{ec3}} &= S_{3\text{H}} + \Delta S_{T3} + \Delta S_{x3} - jQ_{c12}^{\text{H}} - jQ_{13}^{\text{K}} = \\ &= 79 + j59,3 + 0,5 \cdot (0,12 + j3,4) + 2 \cdot (0,105 + j0,48) - j7,3 - j8,2 = \\ &= 79,27 + j46,46 \text{ МВА}, \end{aligned}$$

$$\Delta S_{T3} = 0,12 + j3,4 \text{ МВА}.$$

1.1.5 Сымдардың қимасын және параметрлерін есептеу

Учаскелер бойынша токтарды анықтау:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (1.13)$$

мұндағы S - толық жүктеме, МВА;

$U_{ном}$ - номинал кернеу, кВ.

$$I_1 = \frac{183000}{\sqrt{3} \cdot 220} = \frac{183000}{381,04} = 480A,$$

$$I_2 = \frac{150000}{\sqrt{3} \cdot 220} = \frac{150000}{381,04} = 393A,$$

$$I_3 = \frac{98800}{\sqrt{3} \cdot 220} = \frac{98800}{381,04} = 259A.$$

Токтың экономикалық тығыздығына байланысты қиманы анықтаймыз:

$$S_{эк} = \frac{I}{j_{эк}}, \quad (1.14)$$

мұндағы $j_{эк}$ – ты анықтамадан аламыз, ол ($j_{эк}=1,1A/мм$) тең. [5]

Сонымен болатты алюминийлі, яғни АСК маркалы сымды таңдадым. [5]

$$S_{эк1} = \frac{480}{1,1} = 436мм^2, \quad АСК450/32$$

$$S_{эк2} = \frac{393}{1,1} = 357мм^2, \quad 2 \times АСК400/18$$

$$S_{эк3} = \frac{259}{1,1} = 236мм^2 \quad АСК240/32$$

Сымның параметрлері:

А-1 учаскесі

$$r_0 = 0,068 Ом / км,$$

$$x_0 = 0,3 Ом / км,$$

$$b = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{opt} / r_{экс})}, \quad (1.15)$$

$$r_{экс} = \sqrt{r_{с\text{ь}л\text{м}} \cdot a}, \quad (1.16)$$

мұндағы r_0 – меншікті активті кедергі, Ом/км;
 x_0 – меншікті реактивті кедергі, Ом/км;
 b_0 – меншікті реактивті өткізгіштік, См/км;
 D_{opt} – сымның орташа диаметрі, мм;
 $r_{экс}$ – сымның эквиваленттік радиусы, мм;
 a - бір фазадағы таңдалған 2 сымның ара қашықтығы (40см);

$$b_0 = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(D_{opt} / r_{экс})} = \frac{7,58 \cdot 10^{-6}}{\lg(700/0,2)} = 2,14 \cdot 10^{-6} \text{ См/км},$$

$$r_{экс1} = \sqrt{r_{с\text{ь}л\text{м}1} \cdot a} = \sqrt{10,8 \cdot 40} = 0,2 \text{ см}.$$

А-2 учаскесі

$$r_0 = 2 \times 0,078 \text{ Ом/км},$$

$$x_0 = 2 \times 0,3 \text{ Ом/км},$$

$$b_0 = 2 \times 2,14 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}.$$

А-3 учаскесі

$$r_0 = 0,121 \text{ Ом/км},$$

$$x_0 = 0,3 \text{ Ом/км},$$

$$b_0 = 2,14 \cdot 10^{-6} \text{ См/км}.$$

Учаскелер бойынша желінің параметрлерін анықтаймыз.

А-1 учаскесі

Желінің активті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі:

$$R_i = \frac{r_0 \cdot l}{2}. \quad (1.17)$$

Желінің реактивті кедергісін келесі формула арқылы есептеледі:

$$X_i = \frac{r_0 \cdot l}{2}. \quad (1.18)$$

Желінің реактивті өткізгіштігі келесідей есептеледі:

$$B_i = 2 \cdot b_0 \cdot l. \quad (1.19)$$

Желінің соңындағы зарядтық қуат келесі формуламен есептеледі:

$$Q_{ci}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_i, \quad (1.20)$$

$$R_{12} = \frac{r_1 \cdot l_1}{2} = \frac{0,068 \cdot 71}{2} = 2,70 \text{ Ом},$$

$$X_{12} = \frac{x_1 \cdot l_1}{2} = \frac{0,30 \cdot 71}{2} = 10,65 \text{ Ом},$$

$$B_{12} = 2 \cdot b_1 \cdot l_1 = 2 \cdot 2,14 \cdot 10^{-6} \cdot 71 = 3,03 \cdot 10^{-4} \text{ См/км},$$

$$Q_{C12}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_{12} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 3,03 \cdot 10^{-4} = 7,3 \text{ Мвар}.$$

А-2 учаскесі

$$R_{23} = \frac{2 \cdot r_2 \cdot l_2}{2} = \frac{2 \cdot 0,078 \cdot 84}{2} = 13,19 \text{ Ом},$$

$$X_{23} = \frac{2 \cdot x_2 \cdot l_2}{2} = \frac{2 \cdot 0,30 \cdot 84}{2} = 25,2 \text{ Ом},$$

$$B_{23} = 2 \cdot b_2 \cdot l_2 = 2 \cdot 2,14 \cdot 10^{-6} \cdot 84 = 3,59 \cdot 10^{-4} \text{ См/км},$$

$$Q_{C23}^k = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_{23} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 3,59 \cdot 10^{-4} = 8,7 \text{ Мвар}.$$

А-3 учаскесі

$$R_{34} = \frac{r_3 \cdot l_3}{2} = \frac{0,121 \cdot 78,8}{2} = 4,8 \text{ Ом},$$

$$X_{34} = \frac{x_3 \cdot l_3}{2} = \frac{0,30 \cdot 78,8}{2} = 11,82 \text{ Ом},$$

$$B_{34} = 2 \cdot b_3 \cdot l_3 = 2 \cdot 2,14 \cdot 10^{-6} \cdot 78,8 = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ См/км},$$

$$Q_{C34}^{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot U_{ном}^2 \cdot B_{34} = \frac{1}{2} \cdot 220^2 \cdot 3,37 \cdot 10^{-4} = 8,2 \text{ Мвар}.$$

1.1.6 Кернеудің шығындарын есептеу

Максималды режим кезінде шығындарды есептеу
А-1 учаскесі

$$U_{\max} = 230 \text{ кВ},$$

$$\Delta U_i^H = \frac{P_i^H \cdot R_i + jQ_i^H \cdot X_i}{U_{\min.}}, \quad (1.21)$$

$$\delta U_i^H = \frac{P_i^H \cdot X_i - jQ_i^H \cdot R_i}{U_{\min.}}, \quad (1.22)$$

$$U_i = U_i - \Delta U_i^H - j\delta U_i^H, \quad (1.23)$$

$$\Delta U_{12}^H = \frac{P_{12}^H \cdot R_{12} + jQ_{12}^H \cdot X_{12}}{U_{\min.}} = \frac{151,6 \cdot 2,7 + 108,75 \cdot 10,65}{230} = 4,5 \text{ кВ},$$

$$\delta U_{12}^H = \frac{P_{12}^H \cdot X_{12} - jQ_{12}^H \cdot R_{12}}{U_{\min.}} = \frac{151,6 \cdot 10,65 - 108,75 \cdot 2,7}{230} = 5,7 \text{ кВ},$$

$$U_{12} = U_{\min.} - \Delta U_{12}^H - j\delta U_{12}^H = 230 - 4,5 - j5,7 = 225,5 - j5,7 \text{ кВ},$$

$$U_2 = \sqrt{225,5^2 + 5,7^2} = 226 \text{ кВ}.$$

А-2 учаскесі

$$\Delta U_{23}^H = \frac{P_{23}^H \cdot R_{23} + jQ_{23}^H \cdot X_{23}}{U_{\text{ш.н.}}} = \frac{124,7 \cdot 13,19 + 90,4 \cdot 25,2}{230} = 25,5 \text{кВ},$$

$$\delta U_{23}^H = \frac{P_{23}^H \cdot X_{23} - jQ_{23}^H \cdot R_{23}}{U_{\text{ш.н.}}} = \frac{124,7 \cdot 25,2 - 90,4 \cdot 13,19}{230} = 8,5 \text{кВ},$$

$$U_{23} = U_2 - \Delta U_{23}^H - j\delta U_{23}^H = 230 - 25,5 - j8,5 = 204,5 - j8,5 \text{кВ},$$

$$U_3 = \sqrt{204,5^2 + 8,5^2} = 205 \text{кВ}.$$

А-3 учаскесі

$$\Delta U_{34}^H = \frac{P_{34}^H \cdot R_{34} + jQ_{34}^H \cdot X_{34}}{U_{\text{ш.н.}}} = \frac{113,3 \cdot 4,8 + 160,7 \cdot 11,82}{230} = 10,6 \text{кВ},$$

$$\delta U_{34}^H = \frac{P_{34}^H \cdot X_{34} - jQ_{34}^H \cdot R_{34}}{U_{\text{ш.н.}}} = \frac{113,3 \cdot 11,82 - 160,7 \cdot 4,8}{230} = 2,5 \text{кВ},$$

$$U_{34} = U_{\text{ш.н.}} - \Delta U_{34}^H - j\delta U_{34}^H = 226 - 10,6 - j2,5 = 215,4 - j2,5 \text{кВ},$$

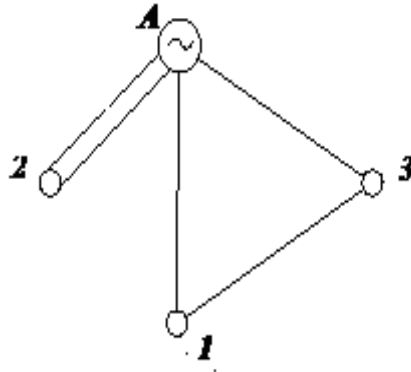
$$U_4 = \sqrt{215,4^2 + 2,5^2} = 215 \text{кВ}.$$

1.1.7 Техничко-экономикалық есептеулер

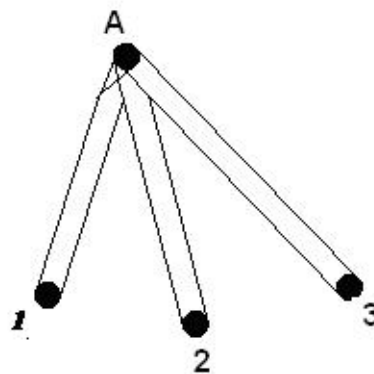
АСК 240/32 маркалы сым;

Сымның бағасы - 12000000 тг/км; [5]

Ажыратқыштың бағасы - 1200000 тг/дана.[5]



1.4-сурет (а). Техничo-экономикалық желісінің таңдаған сұлбасы



1.4-сурет (б). Техничo-экономикалық желінің сұлбасы

$$K_{л1} = \sum K_0 \cdot l \quad (1. 24)$$

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

I – вариант.

$$K_{л1} = 12000000 \cdot 71 + 12000000 \cdot 84 + 12000000 \cdot 78,8 = 2805600000 \text{ млн.тг}$$

Келесі формула арқылы желі объектілеріне кететін күрделі салымдарды есептейміз:

$$K_{nc} = 5 \cdot 1200000 = 6000000 \text{ млн.тг.}$$

Желіні жөндеуге және қызмет етуге, амортизацияға кететін толық жылдық шығындарды келесідей есептейміз:

$$I_{л} = \frac{\alpha_{ал} + \alpha_{рл} + \alpha_{ол}}{100} \cdot K_{л}, \quad (1.25)$$

мұндағы $\alpha_{ал}=2,4$;
 $\alpha_{рл}+\alpha_{ол}=0,4$.

$$I_{л} = \frac{(2,4 + 0,4)}{100} \cdot 2805600000 = 78556800 \text{ тг} / \text{ жыл.}$$

Желідегі электр энергия шығындарын қарымталауға кететін шығындарды келесі формула арқылы есептейміз:

$$I_{nc} = K_{nc} \cdot \frac{\alpha_{anc} + \alpha_{pnc} + \alpha_{onc}}{100}, \quad (1.26)$$

мұндағы $\alpha_{anc}=6,4$;
 $\alpha_{pnc}+\alpha_{onc}=3$.

$$I_{nc} = 6000000 \cdot \frac{6,4 + 3}{100} = 564000 \text{ тг} / \text{ жыл.}$$

Қуаттың максималды шығын уақыты

$$T_{\max} = 5000 \text{ сағ},$$

$$\tau = (0,124 + \frac{5000}{10000})^2 \cdot 8760 = 3410,9 \text{ тг} / \text{ жыл.}$$

Қуаттың максималды шығын уақыты келесі формуламен анықталады:

$$\Delta W = \Delta P \cdot \tau, \quad (1.27)$$

$$\Delta P = 2,58.$$

Электрэнергияның жылдық шығынын келесідей формуламен есептеледі:

$$\Delta W = 2,58 \cdot 3410,9 = 8800 \text{ МВт} / \text{ сағ},$$

$$U_{\Delta w} = 1,2 \cdot \sum \Delta P, \quad (1.28)$$

$$U_{\Delta w} = 1,2 \cdot 5,46 = 6,6 \text{ млн. тг.}$$

II – вариант.

$$K_{л2} = 12000000 \cdot 71 + 12000000 \cdot 84 + 12000000 \cdot 78,8 = 2805600000 \text{ млн. тг.},$$

$$K_{nc} = 6 \cdot 1200000 = 7200000 \text{ млн. тг.},$$

$$I_{л} = \frac{(2,4 + 0,4)}{100} \cdot 2805600000 = 78556800 \text{ тг / жыл},$$

$$I_{nc} = 7200000 \cdot \frac{6,4 + 3}{100} = 676800 \text{ тг / жыл}.$$

1 жылдық келтірілген шығындарды есептейміз:

$$Z_i = p_n \cdot \sum K + I, \quad (1.29)$$

$$Z_1 = 0,12 \cdot 2805600000 + 8419680 = 0,12 \cdot 2805600000 + 8419680 = 337682361 \text{ млн. тг}$$

$$Z_2 = 0,12 \cdot 2805600000 + 79233600 = 0,12 \cdot 2884833600 = 346180032 \text{ млн. тг.},$$

Қорыта келгенде, технико-экономикалық есептеу жүргізген кезде тиімдісі 4 суреттің (а) сұлбасы болып табылды.

1.1.8 Максималды жүктеме кезінде қуатты есептеу

А-1 учаскесі

$$S_n^k = S_n - jQ_{cn}^k, \quad (1.30)$$

$$S_{12}^k = S_1 - jQ_{C12}^k = 147 + j10,3 - j7,3 = 147 + j17,6 \text{ Мвар},$$

$$\Delta S_n = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{ном}^2} \cdot (R_n + X_n), \quad (1.31)$$

$$\Delta S_{12} = \frac{147^2 + 110,3^2}{220^2} \cdot (2,7 + j10,65) = 4,6 + j5,75 \text{ MVA},$$

$$S_n^H = S_n^K + \Delta S_n, \quad (1.32)$$

$$S_{12}^H = S_{12}^K + \Delta S_{12} = 147 + j17,6 + 4,6 + j5,75 = 151,6 + j108,75 \text{ Mвар.}$$

А-2 учаскесі

$$S_{23}^K = S_2 - jQ_{C23}^K = 120 + j90 - j8,7 = 120 + j81,3 \text{ Mвар.},$$

$$\Delta S_{23} = \frac{120^2 + 90^2}{220^2} \cdot (13,19 + j25,2) = 4,7 + j9,1 \text{ MVA},$$

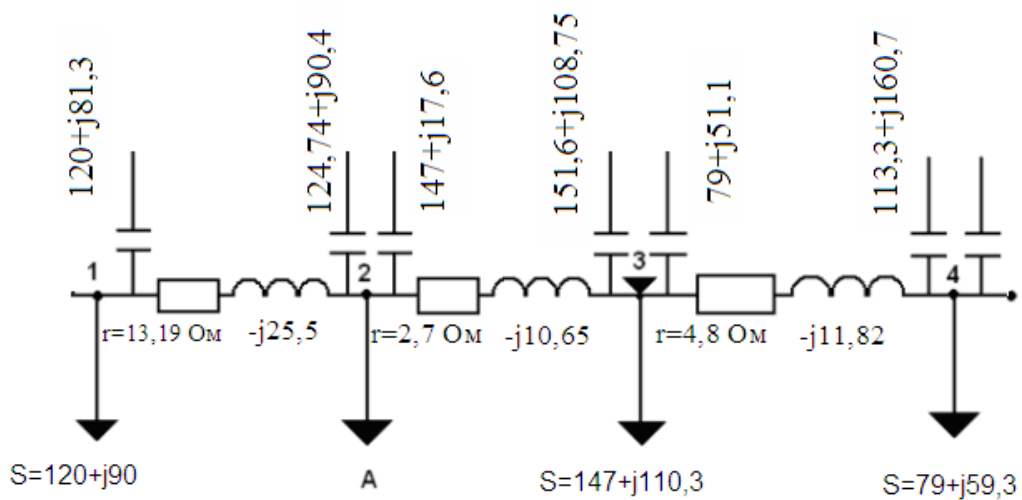
$$S_{23}^H = S_{23}^K + \Delta S_{23} = 120 + j81,3 + 4,7 + j9,1 = 124,7 + j90,4 \text{ Mвар.}$$

А-3 учаскесі

$$S_{34}^K = S_3 - jQ_{C34}^K = 79 + j59,3 - j8,2 = 79 + j51,1 \text{ Mвар.},$$

$$\Delta S_{34} = \frac{79^2 + 59,3^2}{220^2} \cdot (4,8 + j11,82) = 34,3 + j106,6 \text{ MVA},$$

$$S_{34}^H = S_{34}^K + \Delta S_{34} = 79 + j51,1 + 34,3 + j106,6 = 113,3 + j160,7 \text{ Mвар.}$$



1.5-сурет- Электр беріліс желісінің максималды жүктеме кезіндегі алмастыру сұлбасы

1.1.9 Минималды жүктеме кезінде қуатты есептеу

А-1 учаскесі

$$S_{12}^K = S_1 - jQ_{C12}^K = 51,45 + j38,6 - j7,3 = 51,45 + j31,3 \text{ Мвар},$$

$$\Delta S_{12} = \frac{51,45^2 + 38,6^2}{220^2} \cdot (2,7 + j10,65) = 0,23 + j0,9 \text{ МВА},$$

$$S_{12}^H = S_{12}^K + \Delta S_{12} = 51,45 + j31,3 + 0,23 + j0,9 = 51,68 + j28,17 \text{ Мвар}.$$

А-2 учаскесі

$$S_{23}^K = S_2 - jQ_{C23}^K = 42 + j31,5 - j8,7 = 42 + j22,8 \text{ Мвар},$$

$$\Delta S_{23} = \frac{42^2 + 31,5^2}{220^2} \cdot (13,19 + j25,2) = 0,75 + j1,43 \text{ МВА},$$

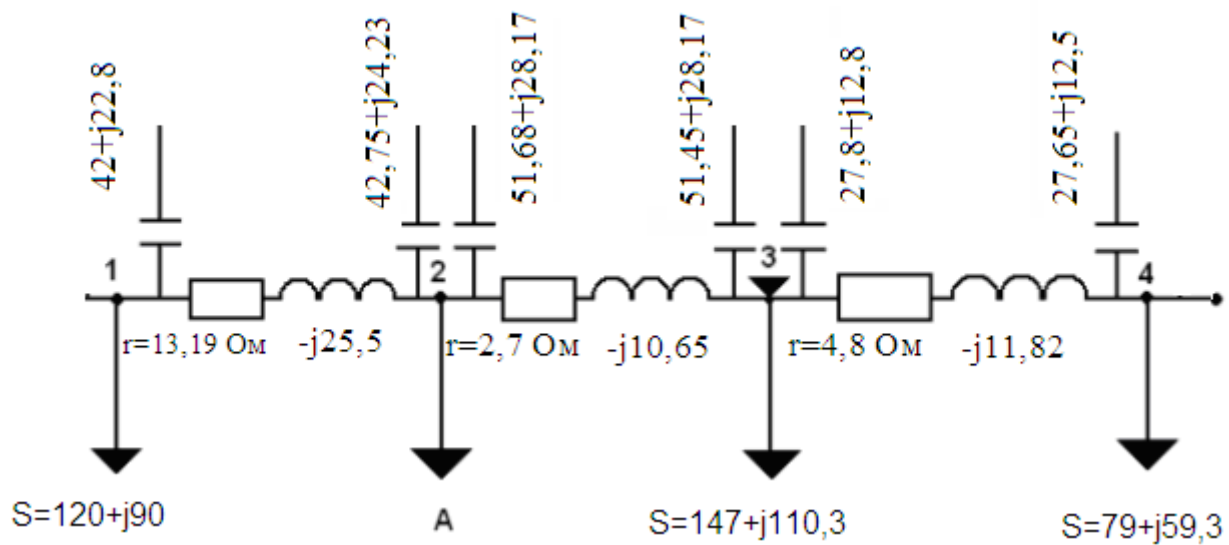
$$S_{23}^H = S_{23}^K + \Delta S_{23} = 42 + j22,8 + 0,75 + j1,43 = 42,75 + j24,23 \text{ Мвар}.$$

А-3 учаскесі

$$S_{34}^K = S_3 - jQ_{C34}^K = 27,65 + j20,7 - j8,2 = 27,65 + j12,5 \text{ Мвар},$$

$$\Delta S_{34} = \frac{27,65^2 + 20,7^2}{220^2} \cdot (4,8 + j11,82) = 0,12 + j0,3 \text{ МВА},$$

$$S_{34}^H = S_{34}^K + \Delta S_{34} = 27,65 + j12,5 + 0,12 + j0,3 = 27,8 + j12,8 \text{ Мвар}.$$



1.6-сурет- Электр беріліс желісінің минималды жүктеме кезіндегі алмастыру сұлбасы

2 Арнайы бөлім

2.1 Реактивті қуатты қарымталау

Электрлік тораптың активті қуатын, активті қуаттың жалғыз негізгі көзі болып табылатын электрлік қосалқы станцияның генераторларынан алады. Активті қуатқа қарағанда реактивті қуат тек қана генераторлармен ғана емес, сонымен қатар қарымталаушы құрылғылар - электрлік тораптың қосалқы станцияларында орнатуға болатын синхронды қарымталаушы немесе реактивті қуаттың статикалық көзімен генерацияланады. Номинал жүктеме кезінде генераторлар керекті реактивті қуаттың шамамен 60 % шығарады, кернеуі 110 кВ жоғары ЭБЖ де 20 % генерацияланады, 20% ін қосалқы станцияда немесе тұтынушыларды орналасқан қарымталаушы құрылғылар шығарады.

Мемлекеттің электрлік жүйесінде реактивті қуатты қарымталаудың проблемасы келесі үлкен мәндерге:

1) өнеркәсіптік өндірісте активті қуатқа қарағанда реактивті қуатты қолдану деңгейінің өсуі байқалуда;

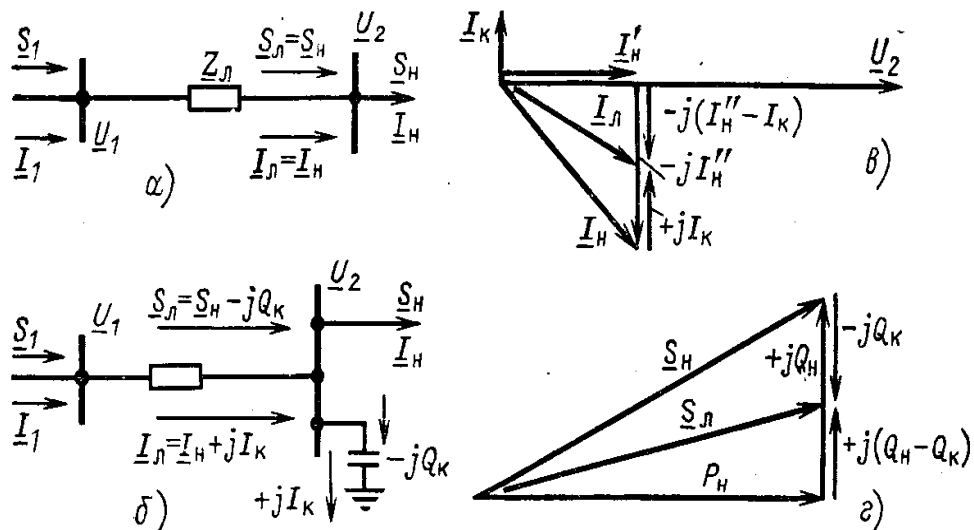
2) қалалық электрлік тораптарда реактивті қуаттың тұтынуы өсті, ол тұрмыс жүктемесінің жоғарлауымен шартталған;

3) ауыл электр тораптарында реактивті қуатты тұтыну жоғарылауда.

Реактивті қуатты қарымталау басқада техникалық шаралар сияқты бірнеше әртүрлі мақсаттарға қолданылады. Біріншіден реактивті қуатты қарымталау реактивті қуат балансының шартына керек. Екіншіден қарымталаушы құрылғылар қондырғысы тораптағы электр энергиясының шығынын болдырмау үшін қолданылады. Және үшіншіден қарымталаушы құрылғылар кернеуді реттеу үшін қолданылады.

Барлық жағдайда да қарымталаушы құрылғыларды қолданғанда келесі техникалық және режимдік шектеулерді есепке алған тиіс: 1) жүктеме түйінінде керекті қуат резервін; 2) оның көзіндегі шинадағы бар реактивті қуатын; 3) кернеу ауытқуларын; 4) электрлік тораптардың өткізу қабілетін.

Желідегі және трансформатордағы реактивті қуаттың ағындарын азайту үшін реактивті қуат көздері оның қолдану орнына жақын орналасуы керек. Осымен қатар тораптың тапсыратын элементтері реактивті қуат бойынша жүктеледі, солайша активті қуат және кернеудің шығынының азаюына әкеледі. Желінің соңындағы қарымталаушы құрылғыларды құрудың әсері (4.8 сурет) суретте көрсетілген, мұнда ток және қуаттың векторлық диаграммасы мен алмастыру сұлбасы келтірілген.



a, б – қарымталауға дейінгі және кейінгі қуаттар ағыны мен тогы; *в* – токтардың векторлық диаграммасы; *г* – қуаттар үшбұрышы;

2.1-сурет- Қарымталаушы құрылғыларды қолдану кездегі әсері

Қарымталаушы құрылғыларды қолданбағанда желіде жүктеме қуаты мен тоқ ағады (3.1 сурет, *a*):

$$I_H = I_H' - jI_H'', \quad S_H = P_H + jQ_H. \quad (2.1)$$

Қарымталаушы құрылғыларды орналастырғанда желідегі реактивті қуат пен реактивті ток, қарымталаушы құрылғыда генерацияланатын I_K және Q_K реактивті ток пен реактивті қуат шамасына төмендейді. Сәйкесінше тең болатын, желіде модуль бойынша аз ток пен қуат ағады (3.2 сурет, *б*):

$$I_L = I_H' - j(I_H'' - I_K), \quad S_L = P_H + j(Q_H - Q_K). \quad (2.2)$$

Осылайша, қосалқы станцияда жүктеменің өзгеріссіз қуаты кезінде қарымталаушы құрылғыларды қолдану желідегі ток пен реактивті қуаттың төмендеуіне әкеледі және желі реактивті қуат бойынша жүктеледі. Сонымен қатар, жоғарыда айтылғандай желіде кернеу шығыны мен қуаттар шығыны азаяды, сол себепті

$$\Delta U_L = \frac{P_H r_L + (Q_H - Q_K) x_L}{U_{НОМ}}, \quad (2.3)$$

$$\Delta P_L = \frac{P_H^2 + (Q_H - Q_K)^2}{U_{НОМ}^2} r_L. \quad (2.4)$$

2.1.1 Қарымталаушы құрылғылар

Жоғарыда аталып кеткендей, қарымталаушы құрылғылар ретінде, синхронды компенсаторлар (СК), конденсатор батареялары (БК), реакторлар және реактивті қуаттың статикалық көздері қолданылады (ИРМ).

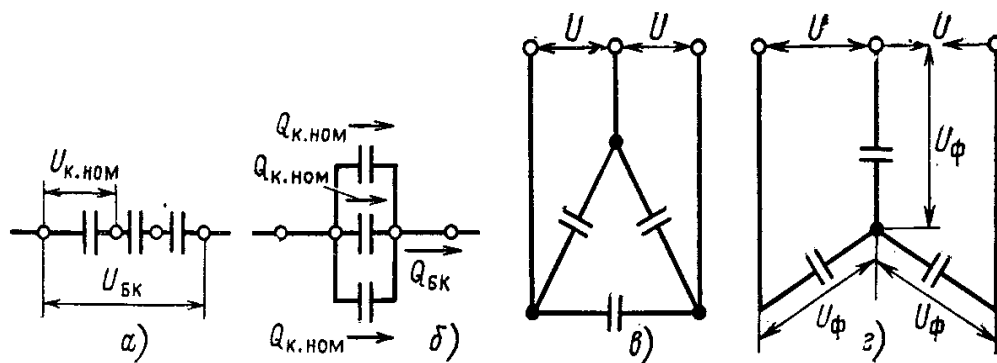
Конденсатор батареялары қолданылады (БК):

а) көлденең қарымталау (шунттық БК) – тораптар түйінінде реактивті қуатты генерациялау үшін;

б) бойлық қарымталау – желінің реактивті кедергісін азайту үшін;

Шунттық БК қосалқы станцияның шинасына қосады (3.2-сурет, б), УПК– ны желіге тізбектей қосады.

Конденсаторлар батареясы тізбектей және параллель байланыстырылған (3.2-сурет), бөлек конденсаторлардан жинақталады. Конденсаторлар 0,22—10,5 кВ номиналды кернеуге бірфазалық және үшфазалық орындалуда шығарылады.



а, б – конденсаторлардың тізбектей және параллель жалғануы; в, з – БК фазаларының үшбұрыш және жұлдызша жалғануы;

2.2-сурет- Конденсатор батареясының принципалды сұлбасы

Конденсаторлардың бірлік қуаттары 10—125 кварды құрайды. Шунттық конденсатор батареяларын 110 кВ кернеуге дейін қолданылады. БК ның жұмыс кернеуінің жоғарылауы, тізбектей жалғанған конденсаторлардың санының өсуімен байланысты (3.2-сурет, а). БК қуатын жоғарлату үшін конденсаторлардың параллель жалғануын қолданылады (3.2-сурет, б). Өндірісте кернеуі 6 кВ және одан жоғары БК–ын жинақтау үшін жарайтыны және игерілгені болып 0,66; 1,05; 6,3 кВ номиналды кернеуге бірфазалық конденсаторлар болып табылады. Кернеуі 0,66 және 1,05 кВ конденсаторларды төменгі кернеу конденсаторлары деп атайды. Жұмыс кернеуі 10 кВ болатын БК–ның қуаты 1 Мвар кем болмайтын төменгі кернеулі конденсатордан жинақталмайтынын көрсетейік. БК–дағы тізбектей жалғанған конденсаторлардың санын мына формула бойынша табамыз;

$$n = \frac{U_{\text{БКнб}}}{\sqrt{3}U_{\text{К.НОМ}}k_P}, \quad (2.5)$$

мұндағы $U_{\text{БКнб}}$ – БК ның қосылу нүктесіндегі есептік максималды кернеуі;
 $U_{\text{К.НОМ}}$ – конденсатордың номиналды кернеуі; k_P — 0,92—0,95 мәнге ие, конденсатор параметрлерінің шашылуын есепке алатын коэффициент.

Ауылшаруашылығында тағайындалатын 35/10 кВ қосалқы станция үшін көп жағдайда 1000 квар–ға қарағанда қуаты аз БК қажет. Сондықтан солар үшін жинақталған кезде БК ның аз қуатын алуға мүмкін болатын, жоғары кернеу конденсаторларын қолдану керек. Үшфазалы ток тораптарына конденсаторлар үшбұрыш немесе жұлдызша (рис. 4.9, в, з) түрінде жалғанады. Конденсаторлар жұлдызша жалғанған кезде батарея қуаты келесідей:

$$Q_C = 3U^2_{\Phi} \omega C. \quad (2.6)$$

Конденсаторлар үшбұрыш жалғанған кезде батарея қуаты келесідей:

$$Q_C = 3U^2 \omega C = 9U^2_{\Phi} \omega C. \quad (2.7)$$

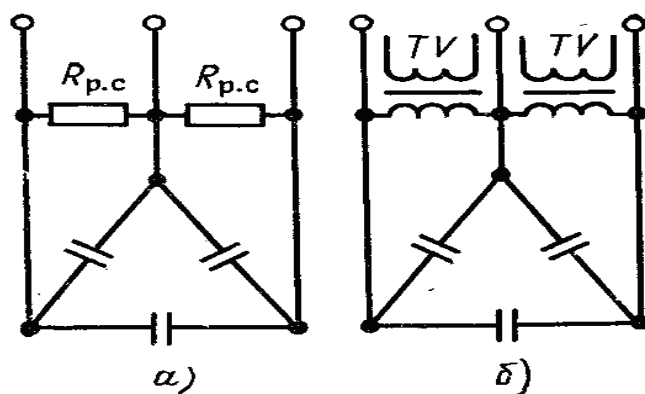
Осылайша, конденсаторлар үшбұрыш жалғанған кезде батарея қуаты 3 есе көп болады. Кернеуі 1 кВ дейін кезде конденсаторлар әдетте үшбұрыш болып жалғанады. Энергожүйелерде БК–ның 6 кВ және одан жоғары кернеуде жалғану тек тораптың бейтарабының режиміне байланысты үшбұрыш сұлбасы бойынша, оқшауланған немесе тұйық жерлендірілген бейтарабы бар болып орындалады.

Қарымталаушы құрылғыларда қолданылатын конденсаторларда диэлектрик ретінде минералды маймен немесе синтетикалық сұйықтықпен сіндірілген қағаз қолданылады.

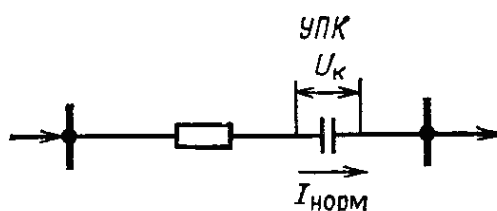
Конденсатор батареялары реттелетін (басқарылатын) және реттелмейтін болады. Реттелмейтіндерде конденсаторлар саны өзгеріссіз, ал реактивті қуат шамасы тек кернеудің квадратына байланысты. Реттелмейтін конденсатор батареяларының суммарлық қуаты тораптың аз реактивті жүктемесінен аспау керек.

Реттелетін конденсатор батареяларында автоматты немесе қолдан басқару режиміне байланысты қосұлы конденсаторлар саны өзгереді. Батарея қуатын автоматты өзгерту (түйістіргіш немесе ажыратқышпен) үшін қажетті іске қосуды реттейтін құрылғысымен жабдықталған, 0,38; 6; 10 кВ кернеуге арналған реттелетін жинақталған конденсатор батареялары шығарылады.

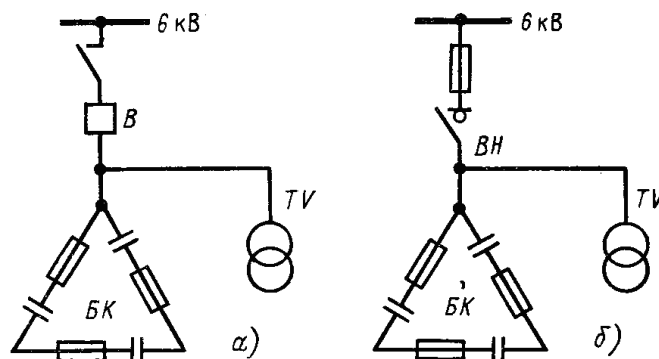
Тәжірибеде қалыпты қолдану шартында, батареямен шығарылатын қуат өзгерісі батареяны құрайтын конденсаторлар бөлігінің қосылуы немесе өшірілуімен, яғни сатылы реттеу жолымен жетеді.



а - разрядты кедергі арқылы; б – кернеу трансформаторы арқылы;
2.3-сурет- Конденсатор батареясының сұлбасы



2.4-сурет- УПК-ның қосылу сұлбасы



а — жеке ажыратқышқа; б — тұтынушының жүктемесінің ажыратқышына (ВН);

2.5-сурет- Конденсатор батареясының қосылуы

Бір сатылы реттеу барлық конденсатор батареяларының қосылуы немесе өшірілуімен болады, көпсатылы түйістіргіш немесе ажыратқыштармен жабдықталған жеке секция батареяларының қосылуы мен өшірілуімен болады.

Конденсаторлардың өшуі кезінде олардың батареяға жалғанған активті кернеуге автоматты (кезекші қызметкердің қатысуынсыз) разрядталуы тиіс. Оның шамасы, өшу кезінде конденсатор қыспағында асқын кернеу

болмайтындай болу керек. 6—10 кВ кернеулі конденсатор қондырғысы үшін разрядтаушы кедергі ретінде кернеу трансформаторының (TV) активті кесдергісі қолданылады. Кернеуі 1 кВ дейінгі конденсатор батареяларында арнайы разрядтаушы кедергі (3.3-суреттегі $R_{p.c}$) қолданылады. Конденсаторлар қорғанысы әр конденсатор тізбегіне бір-бірлеп қосылатын балқымалы сақтандырғышпен іске асады. Сонымен қатар, батарея толығымен батарея тізбегіндегі (3.5-сурет) сақтандырғыш немесе ажыратқыш көмегімен қорғалады.

Бойлық қарымталау желінің реактивті кедергісін азайту үшін арналған 3.4-суретте суретте көрсетілген.

Қалыпты режимде УПК арқылы $I_{НОРМ}$ тогы ағады. Осы кезде УПК-дағы кернеу келесіге тең:

$$U_{к.НОРМ} = \sqrt{3} I_{НОРМ} X_K \approx (5 \div 20 \%) U_{НОМ.С} \quad (2.8)$$

мұндағы $U_{НОМ.С}$ – тораптың номинал кернеуі.

Қысқаша тұйықталу кезінде конденсатор батареялары арқылы үлкен қысқаша тұйықталу тогы ағады және U_K тез өседі. УПК-ны асқын кернеуден қорғанысы керек. Сонымен қатар, УПК желінің толық номинал кернеуі бойынша жерден оқшаулануы керек. УПК-да конденсатор батареялары, мысалы 6 кВ ауа желісінде, желі тірегінде қойылады.

Өнеркәсіптік өндірісте электрмен жабдықтау жүйе торабында БК көмегімен келесідей қарымталау түрлері болу мүмкін: а) дербес — токқабылдағышқа тікелей конденсаторларды орналастырумен; б) топтық — цехтағы шинасымда және күштік шкафта конденсаторларды орналастырумен; в) орталықтандырылған — 0,38 және 6—10 кВ қосалқы станция шинасына батареяны қосумен болады. Сөндіретін аппараттың айтарлықтай шығынынан құтылу үшін конденсаторлар батареясының қуаты жеке ажыратқыш арқылы конденсаторларды жалғаған кезде 400 квар-дан кем емес және күштік трансформаторларға, асинхронды қозғалтқыштарға және басқа электр қабылдағыштарға жалпы ажыратқыш арқылы конденсаторды жалғаған кезде 100квар-дан кем емес болуы тиіс.

Конденсаторлардың басқа қарымталаушы құрылғылармен салыстырғанда негізгі технико-экономикалық артықшылығы келесіден тұрады: а) қолдану мүмкіндігі төменгі кернеуде де, жоғары кернеуде де жүреді; б) активті қуаттың аз шығыны (0,0025—0,005 кВт/квар). Режимді реттеу көз қарасынан конденсаторлардың кемшілігі: а) олармен генерацияланатын реактивті қуаттың кернеуден тәуелділігі; б) реактивті қуатты қолдану мүмкін еместігі; в) реактивті қуаттың сатылы реттелуін өңдеу және оның тегіс өзгеруінің мүмкін болмауы; г) қоректендіретін кернеудің қисық формасының бұрмалануға сезімталдығы.

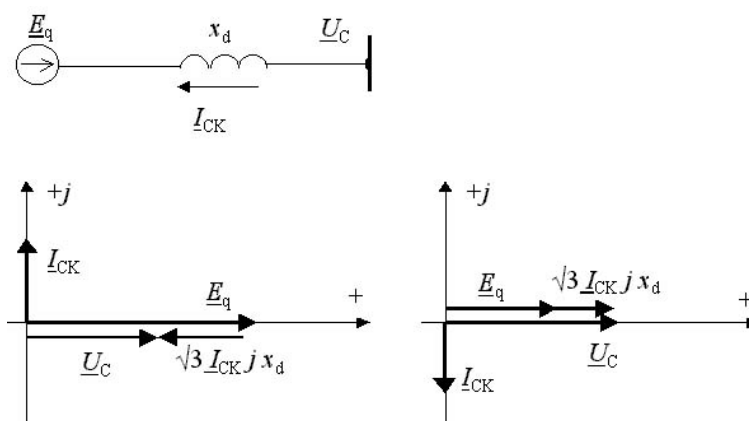
Қазіргі уақытта БК-ның іске қосылуды реттейтін аппаратурамен бірге меншікті құны (1 квар үшін) басқа қарымталаушы құрылғылармен салыстырғанда ең төмені.

Конденсатор батареялары сонымен қатар бірнеше қолдану артықшылықтарына ие: қолдану қарапайымдылығы (айналатын және үйкелетін бөліктері жоқ екенін ескеріп); жөндеу жүргізудің қарапайымдылығы (массаның аз болуы, іргетастың жоқ болуы); барлық құрғақ ғимаратта конденсатор қондырғысы үшін қолдану мүмкіндігі. БК-ның қолдану кемшілігі арасында қызмет ету мерзімі аз (8—10 жыл) және электрлік беріктілігі жеткіліксіздігін (қысқаша тұйықталу мен номиналды кернеуден жоғары жағдайда) атап кеткен жөн.

Синхронды қарымталауыш (СК). Синхронды машина режим анализінен өндірілетін реактивті қуатты жоғарлату, активті қуатты төмендету арқылы іске асыруға болады. Синхронды қарымталауыш – білікте жүктемесіз бос жүріс режимінде жұмыс жасайтын синхронды қозғалтқыш. Олар тұтынатын активті қуат $P \approx 0$ (бос жүріс шығынын елемеген кезде) және СК тек қана реактивті токпен жүктелген. Әдеттегі синхронды қозғалтқышпен салыстырғанда СК жеңілдетілген білікпен жасалынады, олар аз өлшем мен массаға ие.

СК дың алмастыру сұлбасы мен оған жауап беретін векторлақ диаграмма 4.13 суретте көрсетілген, мұндағы \underline{E}_q – қарымталауыштың кері ЭДС-і, \underline{U}_C – қосылу нүктесіндегі торап кернеуі. \underline{U}_C кернеуі (2.41) сәйкес \underline{E}_q суммасына және кернеу түсуі x_d тең. Асқын қоздырылу режимі (рис. 4.13, б) кезіндегі векторлық диаграмма, СК сыйымдылықтық тогы $\underline{I}_{СК}$ және оның кері ЭДС-і \underline{E}_q , \underline{U}_C бағытымен сәйкес келгендегі айырмашылықты ескергенде 4.13, б суретке сәйкес асқын қоздырылуы кезіндегі синхронды қозғалтқыштың векторлық диаграммасына сәйкес келеді. Синхронды қарымталауыш қуаты мен тогының кешендері (2.42), (2.43) өрнектермен анықталады. Ток модульі тең:

$$I_{СК} = \frac{U_C - E_q}{\sqrt{3}x_d},$$



а — алмастыру сұлбасы; б, в – асқын қоздырылу мен жеткіліксіз қоздырылу режимі, $P_{С.К}=0$ болғандықтан оның реактивті қуаты;

2.6-сурет- Синхронды қарымталауыш кернеуінің алмастыру сұлбасы мен векторлық диаграммасы

$$Q_{C.K} = S_{C.K} = \sqrt{3}U_C I_{C.K} = U_C \frac{U_C - E_q}{x_d}, \quad (2.9)$$

(3.9) өрнектен СК-дың реактивті қуат мәні мен белгісі торап кернеуі U_C мен E_q қатынасына байланысты; ЭДС E_q қоздыру ток мәні бойынша анықталады, сонымен қатар қоздыру тогының өсуіне E_q -ның жоғарлауы сәйкес келеді. $E_q = U_C$ кезде болатын қоздыру тогы кезде СК-дың реактивті қуаты СК $U_{C.K}=0$. Асқын қоздырылу кезінде $E_q > U_C$ СК торапқа реактивті қуатты генерациялайды, осылайша $I_{C.K}$ кернеуден $U_{C.K} 90^\circ$ -қа озады (3.6-сурет, б).

Қоздыру тогын азайта отырып, қозуға жетпейтін режимді алуға болады, сонда $E_q < U_C$ және $I_{C.K}$ кернеуден $U_C 90^\circ$ қа қалып отырады (3.6-сурет, в). Бұл режимде (3.9) өрнекке сәйкес СК реактивті қуатты тораптан ала отырып қолданады. Синхронды қарымталауыштың номиналды қуаты $Q_{C.K.ном}$ асқын қоздырылу режимі үшін көрсетіледі. Қозуға жетпейтін режимінде құрылыстық ерекшеліктері бойынша $Q_{C.K}=0,5Q_{C.K.ном}$ тең болады.

Реактивті қуат көзі ретінде СК дың оң қасиеттері болып: а) қозу тогын реттеу салдарынан тораптағы кернеу төмендеген кездегі генерацияланатын қуаттың жоғарылау мүмкіндігі; б) генерацияланатын реактивті қуаттың автоматты және тегіс реттелу мүмкіндігі.

2.1.2 Қарымталауыш құрылғыларды орнату

Жүйеде қарымталауыш құрылғылардың суммарлық қуатын Q_K реактивті қуат баланстар шартынан немесе қуаттар шығынын азайту және кернеуді реттеу шартынан анықталған. Қарымталауыш құрылғылармен жабдықтау деңгейі γ энергожүйенің максималды активті жүктемесінің $P_{НБ}$ мегавардағы суммарлық қуатына қатынасын айтамыз МВт:

$$\gamma = Q_K / P_{НБ}. \quad (2.10)$$

КУ орнатудағы тапсырма болып жүйенің әр қосалқы станциясында орнатылатын, КУ ның қуатын анықтау.

Қазіргі уақытқа дейін өнеркәсіптік өндірістерде қарымталауыш құрылғыларының қуаты қалыпты жағдайдағы орташа есептелген коэффициентке байланысты таңдалған. Ол 0,92—0,95 кем болмау керек және келесідей анықталады:

$$\cos \varphi_{CP} = \frac{W'}{\sqrt{(W')^2 + (W'')^2}}, \quad (2.11)$$

мұндағы W' – есептік период кезіндегі активті энергия санаушының

көрсеткіштері (жыл, ай, тәулік);

W'' - есептік период кезіндегі реактивті қуат санаушының көрсеткіштері.

Қазір реактивті қуаттың компенсациясының деңгейінің критерийі ретінде энергожүйемен рұқсат етілген максимум уақытта энергожүйе жүктемсі кезіндегі реактивті қуат қабылданған. Активті жүктеменің максимум мен минимум режимдері және авариядан кейінгі режим үшін энергожүйе жүйе торабымен таратылатын реактивті қуат мәнін Q_C анықтайды.

i -нші қосалқы станция үшін қажетті қарымталауыш құрылғының қуаты Q_{Ki} келесідей анықталады:

$$Q_{Ki} = Q_i - Q_{Ci}, \quad (2.12)$$

мұндағы Q_i – максимум режимі кезіндегі жүктеменің реактивті қуаты;

Q_{Ci} — осы режимдегі энергожүйе торабынан берілетін қуат.

Бұл қуат энергожүйе жұмысының оңтайландыру режимі кезінде және режим есебі нәтижесінде анықталады.

Қарымталауыш құрылғыларды жеке қосалқы станциялардағы қуат коэффициенті теңдеу шартынан қысқартылған әдіс көмегімен орналастыру мен таңдауды қарастырайық.

КУ-ды орнатпағанға дейін i қосалқы станциясының реактивті қуаты $Q_i = P_i \operatorname{tg} \varphi_i$ құрайды.

n барлық қосалқы станциялардың реактивті жүктемесінің суммарлық қуаты:

$$\sum_{i=1}^n Q_i = \sum_{i=1}^n P_i \operatorname{tg} \varphi_i. \quad (2.13)$$

КУ көмегімен баланс жасалған, жүктемелердің суммарлық реактивті қуатын анықтайық:

$$Q_{\text{БАЛ}} = \sum_{i=1}^n P_i \operatorname{tg} \varphi_i - Q_K \quad (2.14)$$

мұндағы Q_K — қарымталауыш құрылғылардың суммарлық қуаты.

Яғни

$$Q_K = \sum_{i=1}^n Q_{Ki}. \quad (2.15)$$

Жүйедегі барлық қосалқы станциядағы жүктеменің суммарлық активті қуаты КУ-ды орнатқаннан кейін тәжірибеде өзгермейді:

$$P_{\text{БАЛ}} \approx \sum_{i=1}^n P_i. \quad (2.16)$$

Сонда

$$\operatorname{tg}\varphi_{\text{БАЛ}} = \frac{Q_{\text{БАЛ}}}{P_{\text{БАЛ}}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \operatorname{tg}\varphi_i - Q_K}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (2.17)$$

мұндағы $\varphi_{\text{БАЛ}}$ — КУ-ды орнатқаннан кейінгі барлық қосалқы станцияның суммарлық қуаттарының үшбұрыш бұрышы.

Қарымталауыш құрылғылар әрбір қосалқы станциядағы φ_i бұрышы $\varphi_{\text{БАЛ}}$ ға тең болатындай қойылады. Сондықтан КУ-ды орнатқаннан кейін

$$Q_{i \text{ БАЛ}} = P_i \operatorname{tg}\varphi_{\text{БАЛ}}. \quad (2.18)$$

Осыдан

$$Q_{Ki} = Q_i - Q_{i \text{ БАЛ}} = P_i \operatorname{tg}\varphi_i - P_i \operatorname{tg}\varphi_{\text{БАЛ}}, \quad (2.19)$$

$$i = 1, \dots, n.$$

Қуаттарды есептеу нәтижесіндегі анықталғандар Q_{Ki} , конденсаторлардың комплектті қондырғы қуаттарына сәйкес стандарт мәндерге дейін дөңгелектенеді.

Жобалау және қолдану тәжірибесінде қарымталауыш құрылғылардың негізделген және жалпы әдістері қолданылуы керек. Бірақ оларды санағанда, алдындағы әдістегідей КУдың суммарлық қуаты анықталады. Содан соң қосалқы станциядағы КУ оңтайлы орнатылу есебі шығарылады. КУ қуатын және оның орналасу орнын таңдау үшін оптимизация әдісі қолданылады.

Қазіргі шарттардағы КУ тапшылығы тарату тоарптарындағы реактивті қуат компенсация деңгейін жоғарылату жоғары халықшаруашылық мәнге ие. Осылайша, бірнеше деректерге қарағанда қуат коэффициенті ел масштабында 0,01 ке жоғарылағаны жылына тораптағы электрэнергия шығынының 500 млн. кВт·ч дейінгі экономиясына әкеледі. Қала және ауыл өнеркәсіптік өндіріс тораптарындағы реактивті қуаттың компенсациясы өзіне тән ерекшеліктерге ие.

Өнеркәсіптік өндірісте БК кең қолданыс алған. Синхронды компенсаторды орнату энергожүйемен келісе отырып ірі өндірістерге рұқсат береді. Олардың орнатылу қажеттілігі технико-экономикалық есептерге негізделген. Қарапайым жағдайда, i пунктінде орнатылатын қарымталауыш құрылғының қуаты, келесідей қарапайым өрнекпен анықталады:

$$Q_{Ki} = \frac{Q_{\Sigma} r_{\text{ЭК}}}{r_i}, \quad (2.20)$$

мұндағы Q_{Σ} — КУ дың суммарлық таратылатын қуаты;

r_i — берілген пункт қоректенетін радиалды желінің кедергісі;

$r_{\text{ЭК}}$ — тораптың эквивалентті кедергісі.

$$r_{\Sigma} = \frac{1}{1/r_1 + 1/r_2 + \dots + 1/r_n}. \quad (2.21)$$

Аспалы құрылғыларды орнату және таңдау бойынша негізделген және жалпы шешім реактивті қуаттың шектеулі теңгерімдері түріндегі ең төменгі шығындарды анықтауға әкеледі. Оңтайландыру үшін режимін оңтайландыру электрмен жабдықтау жүйесін өнеркәсіптік өндіріс есептеу үшін пайдаланылады орнату таңдау және ТУ, сондай-ақ реактивті қуат.

Қалалық және ауылдық электр желілерін тексеру қосымша экономикалық негізделген өтемдік құрылғыларды орнату кезінде электр энергиясының шығындары 20-25% - ға азайғанын көрсетеді. Ретінде оңтайлы нұсқасын қалалық және ауылдық электр желілері болып табылады, толық реактивті қуат компенсациясы жүктеме режимі кезінде асқын кернеу.. Бұл тораптарда компенсациялық құрылғы ретінде БК қолданылады. Бұл дипломдық жобада жоба аясында салынған қосалқы стансаның құрылысы бойынша жоба ұсынылды. Олардың қуаты мәжбүрлі болуы мүмкін емес, стандарттармен анықталады.

Қоректену көзі бар роботтың қосалқы станциясы ұзындығы 78,8 км жуық 220 кВ Бір тізбекті желімен байланысты. Тұтынушылардың жұмыс шарттары бойынша осы жүктеме кезінде желідегі кернеу шығыны 6% - дан төмен болмауы тиіс. Әр фазада кернеу шығынын азайту үшін кернеуі 0,66 кВ, стандартты қуаты 40 квар (КС2А-0,66-40) бір фазалы конденсаторларды орнату қажет.

Бұл дипломдық жобада келесі сұрақтар қарастырылды: 1. Берілген дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар; 2. Дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар; 3. Дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар; 4. дипломдық жұмыста қолданылатын негізгі ұғымдар.

Конденсаторсыз желідегі кернеудің жоғалуы

$$\Delta U = \frac{79 \cdot 4,8 + 59,3 \cdot 11,82}{220} = 4,9 \text{ кВ} .$$

Тапсырма бойынша рұқсат етілетін кернеу шығыны:

$$\Delta U = \frac{6}{100} \cdot 220 = 13,2 \text{ кВ} .$$

Желідегі кернеуді 13,2 кВ дейінгі төмендететін, конденсатор кедергісін келесі теңдеуден табайық:

$$13,2 = \frac{79 \cdot 4,8 + 59,3 \cdot (11,82 - x_{\kappa})}{220},$$

содан $x_{\kappa} = 30,7 \text{ Ом}$.

Берілген есептік жүктеме кезіндегі желідегі ток

$$I_{жс} = \frac{\sqrt{79^2 + 59,3^2}}{\sqrt{3 \cdot 220}} = 259 A$$

КС2А-0,66-40 конденсаторларының номиналды тогы

$$I_{к.ном} = \frac{40000}{660} = 60,6 A,$$

Сондықтан желінің бір фазасына параллель жалғанған конденсаторлар саны $m = 259/60,6 = 4,3$ қатынасынан көп болуы қажет. Параллель жалғанған конденсаторлар саны 4 деп аламын. Конденсаторлардың кедергісі КС2А-0,66-40.

$$x_{к.ном} = \frac{660}{60,6} = 10,9 Ом$$

Әр конденсатордың кедергісін және олардың параллель тармақтар санын біле отырып, тізбектей жалғанған конденсаторлар санын n , $\frac{10,9 \cdot n}{4} = 30,7$ теңдеуінен анықтаймыз.

$n = 11$ дана деп таңдадым.

Желінің үш фазасындағы жалпы конденсаторлардың саны

$$3 \cdot 4 \cdot 11 = 132$$

Конденсатор батареяларының орныққан қуаты:

$$Q_{бк.ном} = 132 \cdot 40 \cdot 10^3 = 5,28 Мвар.$$

Конденсатор батареяларының номинал кернеуі:

$$U_{бк.ном} = 0,66 \cdot 11 = 7,26 кВ$$

Батареялардың номинал тогы:

$$I_{бк.ном} = 60,6 \cdot 4 = 242,4 A .$$

Қабылданған конденсаторлар санын есептегендегі батареялардың шынайы кедергісі $(10,9 \cdot 11/4) = 29,9 Ом$, сонымен қатар желідегі кернеу шығыны келесідей:

$$\Delta U = \frac{79 \cdot 4,8 + 59,3 \cdot (11,32 - 30,7)}{220} = 3,36 кВ ,$$

3 Экономикалық бөлім

Негізгі мақсаты Қазақстан Республикасында электр энергиясы нарығының даму шарттарына байланысты кернеуі 220 кВ электр желілері қызметінің тиімділігін бағалау болып табылады.:

- өңірде тұтынушыларды электр энергиясымен сенімді және тиімді қамтамасыз ету;
- энергетикалық нарық субъектілері арасында екі жақты шартты жедел жасаудың оңтайлы нұсқасын таңдау және негіздеу;
- электр энергиясының шығынын азайту жөніндегі шараларды таңдау және жүзеге асыру;
- электр желісін қаржыландыруды жандандыру бағдарламасын әзірлеу және іске асыру;
- кәсіпорынның электр энергиясы мен қуатын тасымалдау жөніндегі қызметтерді есепке алу жүйесін жетілдіру.

Энергетикалық компанияның жекелеген тараптарының қызметін сипаттайтын тиімділік жүйесінің көрсеткіші оның менеджментінің сапасын жан-жақты бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай бағалау компания басшылығы үшін де, электр энергиясын тұтынушылар үшін де, реттеуші органдар үшін де, қоғамдық топтар (экологтар) үшін де және сыртқы инвесторлар үшін де қажет.

Тиімділік жүйесі үш негізгі блокқа бөлінеді:

- өңірлік компаниялардың өндірістік-инновациялық қызметі және пайдаланушылармен өзара іс-қимыл процесінің нәтижелілігі;
- өнімнің өзіндік құнын, резервтік қайтарымын және өндірістік қуаттар мен қондырғыларды тиімді пайдаланудың басқа да көрсеткіштерін бағалау;
- нарықтық рентабельділік (қаржылық тиімділік) - нәтижелілік пен үнемділіктен басқа, компаниялардың сыртқы ортамен өзара іс-қимыл факторларына байланысты компанияның қаржылық қызметінің қорытынды көрсеткішін анықтау.

Жалпы жағдай. Келтірілген есептеулердің негізгі мақсаты жобаның экономикалық тиімділігін анықтау болып табылады. Бұл жобаның құны, эксплуатациялық шығындар мен өтелу мерзімін анықтау.

Өткізу нарығы. Осы қосалқы станцияға қосылған барлық тұтынушылардың өткізу нарығы болады.

Өткізу нарығын талдау. Қосалқы станцияның негізгі тұтынушылары: 35/10 кВ кернеулі қосалқы станциялар.

Жүктеменің ұлғаюына байланысты қосалқы станцияның құрылысы ӨЭЖ тұтынушыларына қосымша электр энергиясын беру мүмкіндігіне ие.

Құрылыстың экономикалық тиімділігін анықтау үшін белгілі бір есептік мерзім қабылданады.

Есептік мерзімге қосалқы станцияны салу уақыты, уақытша пайдалану мерзімі және пайдаланудың қалыпты режимінің кезеңі, бір жылдан бастап

негізгі энергетикалық жабдықты сақтаудың түпкілікті физикалық мерзімдері қосылады.

Экономикалық талдау объектісі қосалқы станция болып табылады.

Электр энергиясының тарифтері. Электржелілік объектілердің өндірістік саласының нәтижелерін талдау желіге қосымша келіп түсетін электр энергиясын сату арқылы туындайды.

Энергия тораптары объектілерінің өнеркәсіптік қызметін бағалау желіге қосымша келіп түсетін Энергия өткізу негізінде жүргізіледі.

Нәтижені бағалау үшін нақты бағалар мен тарифтер қолданылады. Берілген электр энергиясының өзіндік құны негізінде.

Есептік және перспективалы жылдары электр энергиясын тұтынуды қарастырайық.

3.1 Капиталды шығындарды есептеу

Күрделі шығындар-бұл Негізгі қорлардың қазіргі түрлерін жақсартуға және жаңа түр құруға арналған ақша қаражаты. Күрделі шығындар, жабдықтар мен аспаптарды сатып алуға арналған шығындар, көлік шығындары және монтажға арналған шығындар. Электр энергиясына кететін шығындарды есептеу үшін электр энергиясына кететін шығындарды есептеу қажет, ал электр энергиясына кететін шығындарды есептеу үшін электр энергиясына кететін шығын сомасын есептеу қажет, ол мына формула бойынша есептеледі: $z / n = z / n$, мұнда z / n -жабдықтың құны.

Электр желілерін жобалауға арналған шығындар келесідей болуы мүмкін:

- а) өндірушілердің жалақысы (әлеуметтік қажеттіліктерге));
- в) автоматтандыру құралдарын алуға арналған шығындар;
- с) монтажға арналған шығындар.

а) өндірушілердің жалақысы

Электр желісін басқару жүйесін әзірлеу және енгізу үшін келесі персонал қажет:

3.1-кесте-Жалақыға кететін шығындар

Мамандық	Адам саны	Енгізу уақыты, ай.	Айлық төлемақы, тенге	Барлығы, тенге
Инженер-электрэнергетик	1	1	90 000	90 000
Эксплуатациялаушы инженер	1	1	75 000	75 000
Мастер-техник	1	1	60 000	60 000
Барлығы (С _{орт}):				225 000

Өндіруге кеткен шығындар жұмысшылардың жалпы жалақысы мен әлеуметтік төлемдердің қосындысына тең. Жұмысшылардың жалпы жалақысы $Ш_{жал} = 225\ 000$ теңге.

Әлеуметтік төлем келесі формула бойынша есептеледі:

$$T = (Ш_{жал} - Ш_{жал} \cdot \frac{H_3}{100}) \cdot \frac{H_C}{100}, \quad (3.1)$$

мұндағы $Ш_{жал}$ – жұмыскердің жалақысы, теңге;

H_3 – жинақтаушы зейнетақы қорына төленетін төлем, %;

H_C – әлеуметтік салық нормасы, %.

$$T_1 = (225000 - 22500) \cdot 0,11 = 22275 \text{ теңге.}$$

Өндіруге кеткен шығындар:

$$Ш_{онд} = Ш_{жал} + T;$$

$$Ш_{онд} = 225000 + 22275 = 247275 \text{ теңге.}$$

Электр тораптарын жобалау қаражаттарын және аспаптарды алуға кететін шығындар.

Электр торабын басқару үшін электротехникалық қондырғылар (трансформаторлар, амперметрлер, сигнал шамдар), күштік трансформаторлар, кабельді өнімдер, ажыратқыштар, айырғыштар, саймандар (вентильдер, конденсаторлар және т.б.).

в) Қондырғыға кететін капиталды шығындар

3.2 –кесте-Құралдардың бағасы

Қондырғы атауы	Өлшеу бірліктері	Саны	Бағасы, тг	
			Бірліктер	Жалпы
1	2	3	4	5
Күштік трансформатор	к-т	1	200 000	200 000
Электротехникалық қондырғы	к-т	1	5000	5000
Күштік кабель	М	20	120	2400
Монтажды кабель	М	15	45	675

3.2-кестенің жалғасы

1	2	3
Көліктік шығындар 7,5% қондырғы бағасынан	2030757,5/100=	15230,625
Салу-монтаждау жұмыстары 10% қондырғы бағасынан(СМЖ)	20307510/100=	20307,5
Жүкқағаздық шығындар, 21% СМЖ-дан(ЖШ)	20307521/100=	42645,75
Жоспарлық жинақтау 8% СМЖ мен ЖШ бағасынан	(20307,5+42645,75)8/100=	5036,26
Қондырғы алуға кеткен капиталды шығындар бағасы	15230,625+20307,5+42645,75+2036,2672=	83220
Барлығы: 286295тг		

с) қондырғыны монтаждауға кететін шығындар
Қондырғыны монтаждауға кететін шығындар капиталды шығындар бағасынан 25%-ті құрайды:

$$Ш_{\text{монт.}} = Ш_{\text{қонд.}} \cdot 0,25, \quad (3.2)$$

$$Ш_{\text{монт.}} = 286295 \cdot 0,25 = 71573,75 \text{ тг.}$$

Автоматтандыру жүйесін өндіруге және енгізуге кететін толық капиталды шығындар:

$$Ш_{\text{енг}} = ЖАЛ_{\text{өнд}} + Ш_{\text{қонд.}} + Ш_{\text{монт.}}$$

$$Ш_{\text{енг}} = 225000 + 286295 + 71574 = 582869 \text{ тг.}$$

3.2 Эксплуатациялық шығындар

Пайдалану шығыстары құнының өзгеруі негізінде есептеледі; амортизациялық аударымдар, Автоматты техникалық зертханаларды ұстауға арналған шығыстар, электр энергиясына арналған шығыстар, еңбекке ақы төлеуге арналған шығыстар.

Амортизациялық аударымдар:

$$A_{\text{жыл}} = \frac{Ш \cdot Н}{100\%}, \text{ тг,} \quad (3.3)$$

мұндағы Ш-капиталы шығындар;

Н-амортизациялық төлемдер нормасы (Н=15%).

$$A_{\text{жыл}} = \frac{286295 \cdot 15}{100} = 42944 \text{ тг.}$$

Ағымды жөндеу жұмыстары және эксплуатациялауға кететін шығындар

$$Ш_{\text{ажжс}} = \frac{Ш \cdot H_{\text{жс}}}{100\%} \text{ тг,} \quad (3.4)$$

мұндағы $H_{\text{жс}}$ -эксплуатациялау мен ағымды жөндеу жұмыстарының шығындарын төлеу нормасы, $H_{\text{ж}}$ қондырғы бағасының 6%-тін құрайды ($H_{\text{р}}=6\%$).

$$Ш_{\text{ажжс}} = \frac{286295 \cdot 6}{100} = 17177 \text{ тг,}$$

3.3 Қондырғыға қызмет көрсететін персоналдың жалақысы

Персоналдың жұмыс тәртібі-екі ауысым. Қозғалтқышпен жұмыс істеу және оған қызмет көрсету үшін келесі персонал талап етіледі.

- Электр энергетикасы инженері;
- Пайдаланушы инженер (БӨАЖА инженері).

Бір қызметкердің уақыт тепе-теңдігін есептеу 4.3-кестеде келтірілген.

3.3-кесте-Жұмыс уақытының жылдық тепе-теңдігі

Тепе-теңдік бап	Үзіліссіз өндіріс
1	2
1. Календарлық уақыт, $T_{\text{к}}$	365
2. Жұмыс істемейтін күндер, сондай-ақ, — мерекелік күндер — демалыс күндер	114 10 104
3. Жұмыс уақытының номиналды қоры, $T_{\text{н}}$	251
4. Жұмысқа шықпау себептері, сондай-ақ, — кезекті және қосымша демалыс — ауыру себеппен — мемл.міндет — студенттерге демалыс	24 15 7 1 1

3.3-кестенің жалғасы

Тепе-теңдік бап	Үзіліссіз өндіріс
1	2
5. Жұмыс уақытының тиімді қоры T_T .	227
6. Номиналды уақытты пайдалану $(T_T/T_H) \cdot 100$	90,44
7. Жұмыс күнінің ұзақтығы, сағ	8
8. Жұмыс уақытының қоры, сағ	1816

3.4-кесте-Штаттық ақпарат тізімі

Мамандық атауы	Разряд	Жалақы	Барлығы
Инженер электрэнергетик	5	90000	1
Эксплуатациялаушы инженері	4	65000	1

Жұмыс төлемінің жылдық қоры – бұл өндіріс жұмыскерлерінің жалақысын төлеуге кететін ақша қаражаттар суммасы.

3.4 Инженер-техник жұмыскерлердің жылдық еңбек ақы қорын есептеу

Инженер-электрэнергетик жалақысы 90000 тенге. Жылдық жалақы (он екі ай):

$$Ж = \text{төлем ақы} \cdot 12, \text{ тг}, \quad (3.5)$$

$$Ж = 90000 \cdot 12 = 1080000 \text{ тг},$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы:

$$Ж_з = \frac{Ж \cdot \mathcal{E}}{100\%} \text{ тг}, \quad (3.6)$$

мұндағы \mathcal{E} – зиянды қауіп-қатерге төлемнің проценті - 15%.

$$Ж_з = \frac{1080000 \cdot 15}{100} = 162000 \text{ тг}.$$

Барлығы :

$$Ж_{\text{барл.}} = Ж_з + Ж, \text{ тг},$$

$$Ж_{\text{барл.}} = 144000 + 96000 = 1242000 \text{ тг}.$$

Эксплуатациялаушы инженердің жалақысы 65 000 тенге. Жылдық жалақысы (4.5) формуласымен анықталады:

$$Ж = \text{төлем ақы} \cdot 12, \text{ тг.}$$

$$Ж = 50000 \cdot 12 = 600000 \text{ тг.}$$

Зиянды қауіп-қатерге төленетін ақы (4.6) формуласымен анықталады.

$$Ж_3 = \frac{Ж \cdot Э}{100\%}, \text{ тг.}$$

$$Ж_3 = \frac{780000 \cdot 15}{100} = 117000 \text{ тг.}$$

Барлығы:

$$Ж_{\text{барл}} = Ж_3 + Ж, \text{ тг.}$$

$$Ж_{\text{барл}} = 780000 + 117000 = 897000 \text{ тг.}$$

Жұмыскерлердің жалпы еңбек ақы төлеу қоры:

$$ЕТҚ_{\text{жалл}} = 124200 + 897000 = 1021200 \text{ тг.}$$

Жалақы төлемдерін төмендегілер құрайды:

$$T = (Ш_{\text{жалл}} - Ш_{\text{жалл}} \cdot \frac{H_3}{100}) \cdot \frac{H_c}{100}, \quad (3.7)$$

мұндағы $Ш_{\text{жалл}}$ – жұмыскердің жалақысы, теңге;

H_3 – жинақтаушы зейнетақы қорына төленетін төлем, %;

H_c – әлеуметтік салық нормасы, %.

$$T_1 = (1080000 - 1080000 \cdot \frac{10}{100}) \cdot \frac{11}{100} = 106920 \text{ тенге,}$$

$$\Pi_{\text{бос электр}} = 1080000 + 106920 = 1186920,$$

$$T_2 = (6000000 - 6000000 \cdot \frac{10}{100}) \cdot \frac{11}{100} = 594000 \text{ тенге,}$$

$$\Pi_{\text{бос экспл}} = 6000000 + 594000 = 6594000,$$

$$\Pi = 1186920 + 6594000 = 7780920.$$

3.5 Электроэнергия шығындары

Электроэнергия шығындарын құрайтындар:

$$P_{эл} = \sum W \cdot t \cdot k \cdot n \cdot m,$$

мұндағы $\sum W$ – электрқондырғы мен есептеу техникасы пайдаланатын суммарлық қуат. Ол құжаттық мәліметтер бойынша анықталады және мынаған тең 2,5 кВт/сағ болады.

t – бір күндік жұмыстың уақыт саны – 8 сағат;

k – қуатты пайдалану коэффициенті – 0,85;

n – басқаратын комплекстер саны – 1;

m – бір жылдағы жұмыс істеу күндер саны – 180.

$$P_{эл} = 2,5 \cdot 8 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 180 = 3060 \text{ кВт/сағ.}$$

Электр энергиясының құны $C_{эл} = 8,84$ теңге/кВт, олай болса жылдық электрэнергия шығыны мынаны құрайды:

$$C_{эл.э.} = P_{эл} \cdot 8,84, \quad (3.8)$$

$$C_{эл.э.} = 3060 \cdot 8,84 = 27050 \text{ тг.}$$

Бірақ энергияны 30%-70%-ке дейін үнемдей алатын импульсті реттегішті қолданудың арқасында, электроэнергия шығыны мынаған тең болады:

$$C_{эл.э.2} = \frac{27050 \cdot 50}{100} = 13525 \text{ тг,}$$

Сонымен эксплуатациялық шығындар суммасы мынаған тең:

$$\text{ЭШ} = \text{Ажыл} + \text{Шажж} + C_{эл.э.} + \text{П,}$$

$$\text{ЭШ} = 38234,85 + 15294 + 9792 + 1636273,44 = 1\,699\,594,3 \text{ тг.}$$

Экономикалық тиімділік бірнеше құраушылардан тұрады:

- энергияны үнемдеу 30%-70%-ке дейін $27050 \cdot 0,7 = 18935$

- Cosφ дің 0.9-0.95-ке дейін ұлғаюы 315 000

- ПЭК-і 97%-дейін ұлғаюы 275 539

- қозғалтқыштың механикалық бөліктерінің жұмыс істеу мерзімінің ұлғаюы; 120 000.

$$\text{Барлығы: } 17136 + 315539 + 275539 + 120000 = 727675.$$

Жылдық экономикалық тиімділік мына формула бойынша анықталады:

$$\mathcal{E}_ж = \mathcal{E} - E_n \cdot K_{қос}.$$

мұндағы \mathcal{E} – енгізу нәтижесіндегі алынған үнемдеу, тг;

E_n – тиімділіктің нормативтік коэффициенті;

$K_{қос}$ – жаңаландыруға кететін қосымша капиталды шығындар, тг.

$$\mathcal{E}_ж = 727675 - 0,32 \cdot 1018745 = 401277 \text{ тг.}$$

Өтімділік мерзімін келесі формуламен анықтаймыз:

$$T_{от} = \frac{K_{ос}}{\mathcal{E}_ж} \text{ жыл,} \quad (3.9)$$

$$T_{от} = \frac{1018745}{401277} = 2,5 \text{ жыл.}$$

Осыдан шығатыны, өтімділік мерзімі нормативті шамадан төмен, бұл жобаның тиімділігін дәлелдейді.

Кернеуі 220/35/10 кВ болатын қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торабын жобалау жұмысының экономикалық бөлімінде берілген тапсырмаларға сәйкес электр энергия сұранысының өзгеруіне байланысты шығынды болжау және талдау, аймақтық электр желілері компанилардың желілеріне электр энергиясын тасымалдау мен тарату қызметтерінің тариф деңгейлерінің есебі, эксплуатациялық шығындарды және есептеу жүргізілді. Яғни осы алынған нәтижелер бойынша өтімділік нормативті шамадан төмен, бұл жобаның тиімділігін дәлелдедім.

4 Электрқауіпсіздік бөлімі

«KEGOC» АҚ-да қоршаған ортаны қорғау жөніндегі жұмыс Қазақстан Республикасының қолданыстағы заңнамасына сәйкес жүргізіледі. Әуелік электр жеткізу желілері (ӘЖ) мен ашық тарату құрылғылары (АТҚ) қоршаған ортаны ластаушы белсенді көздер болып табылмайды. Атап айтқанда, электр жеткізу желілері зиянды заттар қалдықтарын ауаға, су ортасына, жерге таратпайды. Электр тораптары жұмыс істеген кезде қоршаған ортаға зиянды әсер ететін мыналар:

- өнеркәсіптік жиіліктегі электр магниттік өріс, одан қорғану орағыту жолдарында және қосалқы станциялардағы жоғары вольттық жабдықтарды тұрақты басқару қалқандарының жанында санитарлық-қорғаныш аймақтарын, тұрақты қорғаныш құрылғыларын құруды, электр жеткізу желілері мен қосалқы станциялық жабдықтарда кернеуді түсірмей жұмыс істеу үшін жеке-жара қорғаныш костюмдерін сатып алуды қарастырады;

- тораптарды жегімдік қызметтеу кезінде электр тораптары кәсіпорындарындағы инфрақұрылым бөлімшелерінің шаруашылық қызметі; осында түзілген өндірістік және тұрмыстық шығарылымдардың, төгінділер мен қатты қалдықтардың мөлшері ”Ауаға шығарылымдардың рұқсат етілетін шегі” (ШРШ) және “Ластанған су төгінділерінің рұқсат етілген шегі” (СРШ) жобаларымен реттеліменеді.

4.1 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шаралары

Ең алдымен адам өмірінің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін біз неден қорғану керек екенімізді білуіміз керек. Менің жағдайымда қосалқы станциясындағы электр қондырғылары мен жабдықтарының адам организміне әсерін және одан қорғану шараларын қарастырылады. Қосалқы станциядағы электр жабдықтары:

- Трансформатор;
- Желілер;
- Ашық тарату құрылғысы;
- Жабық тарату құрылғысы;
- Ажыратқыштар;
- Айырғыштар;
- Ток трансформаторы;
- Кернеу трансформаторы;
- Асқын кернеу шектеуіштер;
- Реле залы.

Адамның өмір сүру ортасымен қауіпсіз қарым-қатынасы мен оны қорғауға, төтенше жағдайларда шаруашылық объектілерінің тұрақты жұмыс істеуіне, табиғи және техногендік сипаттағы төтенше жағдайлардың салдарын

ескерту мен жоюға, сондай-ақ осы заманғы зақымдау құралдарының қолдануына бағытталған шаралар кешенін тіршілік қауіпсіздігі деп қарастырамыз.

Электр қауіпсіздігі – бұл адамдарды электр тоғының, электр доғасының, электромагнитті өрістің, статикалық электрліктің зиянды және қауіпті әсерінен қорғауды қамтамасыз ететін ұйымдастырылған және техникалық шаралардың жүйесі.

Электр тоғымен жарақаттанудың келесі түрлері бар:

- Күйю;
- Терінің металдануы;
- Электроофтальмия;
- Электрлік соққы;
- Механикалық зақымдалулар.

Электрлік күйюлер электр тоғымен жылулық әсер ету кезінде пайда болады. Ең қауіпті болып электрлік соққының әсерінен пайда болған күйюлер табылады, себебі оның температурасы 3000°C -дан жоғары болуы мүмкін.

Тоқ өткізгіш бөлікпен тығыз байланыста болған кезде пайда болатын сұр немесе ашық-сары түсті дақтар (олармен жұмыс кезінде электр тоғы өтеді) электрлік белгілер болып табылады.

Электроофтальмия – электрлік доғаның ультра күлгінді сәулеленуінің әсерінен көздің сыртқы қабығының зақымдалуы.

Электрлік соққылар – бұлшық еттердің тартылуымен, адамның жүйке және жүрек-тамырлары жүйесінің бұзылуымен сипатталынатын адам организмінің жалпы зақымдалуы. Электрлік соққылар кейбір жағдайларда өлімге алып келуі мүмкін.

4.2 Қорғаныстық жерлендірудің есебі

35 кВ жақтағы жерге қысқаша тұйықталу кезіндегі жерлендіру арқылы өтетін ең көп ток $2,8\text{кА}$; 6кВ жақтағы жерге қысқаша тұйықталу кезіндегі жерлендіру арқылы өтетін ең көп ток 36А ; қосалқы станция құрылысы жеріндегі грунт – қара топырақ; климаттық зона 2.

35 кВ жаққа жерлендірудің 4 Ом кедергісі керек. 6кВ жағы үшін мына формула бойынша:

$$R_3 \leq \frac{U_{расч}}{I_{расч}}, \quad (4.1)$$

мұндағы $I_{расч}$ - жерлендіргіш құрылғы арқылы есептік ток;

$U_{расч}$ - жерге қатынасы бойынша, жерлендіргіш құрылғыларға есептік кернеу.

$$R_3 = \frac{125}{36} = 3,4 \text{ Ом}.$$

$I_{расч} = 125 \text{ В}$, сонымен жерлендіргіш құрылғысы кернеуі 1000 В дейінгі қосалқы станциясы үшін де қолданылады. Осылайша, есептік ретінде $R_3 = 4 \text{ Ом}$ кедергісі қолданылады.

Жасанды жерлендіргіштің кедергісі арқансым-тірек жүйесін қолдануын ескере отырып есептеледі:

$$\frac{1}{R_u} = \frac{1}{4} - \frac{1}{5,5} = 0,1, \quad (4.2)$$

$$R_u = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ Ом}. \quad (4.3)$$

Қара топырақ жерлендіргіштің құрылыс орнында грунттың меншікті кедергісі 100 Ом.м. 2 климаттық зона үшін жоғарылатқыш коэффициенттер 11-2 [9] кесте бойынша 0,8 м және 1,8 м салу тереңдігі кезінде көлденең созылған электродтар үшін 4,5 сонымен қатар салу тереңдігі кезінде 2-3 м ұзындықтағы тік серіппелі электродтың төбесі 0,5-0,8 м.

Есептік меншікті кедергі:
көлденең электрод үшін

$$\rho_{расч.г} = 4,5 \cdot 100 = 450 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.4)$$

тік электрод үшін

$$\rho_{расч.г} = 1,8 \cdot 100 = 180 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.5)$$

Жердің деңгейінен 0,7 м төмен жүктелген кездегі ұзындығы 2,5 м болатын №50 бұрышының бір тік электродтың ағуының кедергісі 11-3 [9] кестесіндегі формула бойынша анықталады:

$$R_{о.в.э} = \frac{\rho_{расч.в}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \quad (4.6)$$

мұндағы $d = d_{у.э} = 0,95 \cdot b = 0,95 \cdot 0,05 = 0,0475 \text{ м}$.

$$R_{o.в.э} = \frac{\rho_{расч.в}}{2\pi \cdot 2,5} 2,3 \left(\lg \frac{2 \cdot 2,5}{0,0475} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 1,95 + 2,5}{4 \cdot 1,95 - 2,5} \right) =$$

$$= \frac{0,366}{2,5} \rho_{расч.в} \left(2,023 + \frac{1}{2} \cdot 0,29 \right) = 0,318 \cdot \rho_{расч.в} = 0,318 \cdot 180 = 57,2 \text{ Ом.}$$

Алдын ала қабылданған қолдану коэффициенті кездегі мүмкін болатын тік жерлендіргіштер саны анықталады $K_{и.в}=0,12$:

$$n = \frac{57,2}{0,12 \cdot 10} = 48 \quad (4.7)$$

Бұрыштардың үстіңгі соңдарына күйдірілген, $40 \times 4 \text{ мм}^2$ жолағының көлденең электродының ағу кедергісі анықталады. $a/l=2$ қатынастағы және 100 ретті бұрыштар саны кезінде контурдағы байланыстыру жолағының қолдану коэффициенті 11-7 [л-3] кестесі бойынша $k_{и.г.э}=0,24$ тең болады.

$$R_{и.г.э} = \frac{1}{k_{и.г.э}} \cdot \frac{\rho_{расч.г}}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2l^2}{bt} = \frac{1}{0,24} \cdot \frac{450}{2\pi \cdot 500} \cdot 2,3 \lg \frac{2 \cdot 500^2}{0,04 \cdot 0,7} =$$

$$= 1,37 \cdot \lg 1,79 \cdot 10^7 = 1,37 \cdot 7,25 = 9,93 \text{ Ом.}$$

Нәтижесінде 48 бұрышты таңдаймыз.

Сонымен қатар қосымша ретінде әр 6 м сайын көлденең байланысы бар жабдықтан 0,8-1 м қашықтықта орналасқан қосалқы станция аумағында контурға көлденең жолақтан тор орнатылады. Қосымша кіріс пен шығыста потенциалдарды теңестіру үшін, сонымен қатар контур шетіне тереңдетілген жолақтар төселеді. Осы саналмай қалған көлденең электродтар жерлендірудің жалпы кедергісін азайтады.

$40 \times 4 \text{ мм}^2$ жолағының термиялық беріктігі тексеріледі.

Жолақтың минималды қимасы термиялық беріктік шартынан жерге қ.т кезінде $t_{п}=1,1 \text{ с.}$

$$S = 7800 \cdot \frac{\sqrt{1,1}}{74} = 110 \text{ мм}^2.$$

Осылайша, $40 \times 4 \text{ мм}^2$ жолағы термиялық беріктіктің шартын қанағаттандырады.

4.3 Қосалқы станцияны найзағайдың тікелей соққысынан қорғау

Ашық қосалқы станцияларды найзағай соққысынан қорғау жайтартқыштардың көмегімен жүзеге асырады. Жайтартқыш қорғалатын объектінің үстінде биіктеген және жерде найзағайдың түсумен қабылдайтын

металлдық жайтартқыштан тұрады. Қорғалатын объектінің ұтылуы шегінде күмән туғызатын, жайтартқышқа жақын кеңістікті жайтартқыштың қорғаныс зонасы деп аталады. Жайтартқыштың қорғаныс әсері басшы жерге жақындағанда найзағайдың даму сатысында көрінеді. Жерге жақын сатылы басшының артықшылық бағытының қозғалысы электрлік өрісінің максималды кернеулігімен анықталады, ал соңғысы жоғарғы дәрежеге көтеретін мәнге ие болады яғни жайтартқыштарда. Жайтартқыштар оқтауша және арқансым ретінде болады. Арқансымды жайтартқышты жоғарғы нүктеде тіректердің ортасына ВЛ үстіне тартылады және олар электр беріліс желісінің ауа желісін қорғау үшін қолданады.

Бір оқтаушалы жайтартқыштың қорғаныс зонасы көлденең жазықтықта радиусы (r_x) болатын, (h_x) биіктіктегі дөңгелек түріндегі қимасы бар конус ретінде болады.

$$r_x = h_a \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h} \cdot p}, \quad (4.8)$$

мұндағы $h_a = h - h_x$ - қарастырылып жатқан деңгейден жайтартқыштың (активті биіктік). $p = 1 - h \geq 30$ м кезіндегі жайтартқыштың коэффициенті.

ОРУ-35 кВ - 20×32 м қосалқы станциясының өлшемдерін анықтайық.

Қосалқы станция габариті $h_x = 7$ м.

Стандартқа сәйкес найзағай қабылдағыштың биіктігін қабылдаймыз:
 $h = 24$ м.

Анықтаймыз:

$$h_a = h - h_x = 24 - 7 = 17 \text{ м.} \quad (4.9)$$

Қорғаныс зонасын анықтаймыз:

$$r_x = h_a \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h} \cdot p} = 17 \cdot \frac{1,6}{1 + \frac{7}{24} \cdot 1} = 24 \text{ м,}$$

Анықтаймыз:

$$b_x = 4r_x \frac{7h_a - a}{14h_a - a} = 4 \cdot 21 \frac{7 \cdot 17 - 32}{14 \cdot 17 - 32} = 35 \text{ м.} \quad (4.10)$$

Алынғын арақашықтықтар кезінде, екі жайтартқышты орналастыру жеткілікті. Қосалқыстанцияның қорғалатын жабдықтары жайтартқыштың қорғаныс зонасында орналасады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Осы дипломдық жұмыста кернеуі 220/35/10 кв қосалқы станцияның тұтынушыларын қоректендіруші электр торабын жобаладым. Бұл жобаның бірінші бөлімінде мен АТЭЦ, Горный Гигант, Робот қосалқы станцияларының берілген мәндері бойынша электрлік есебін жүргіздім. Осы қосалқы станциялардағы электр беріліс желісінің номинал кернеуін таңдадым. Қуаттарына байланысты ТРДЦН-160000/220, АДЦТН-125000/220, ТДЦ-80000/220 типті трансформаторлар таңдап, шығындарын есептедім. Болатты алюминийлі АСК маркалы АСК450/32, АСК 400/18, АСК240/32 маркалы сымдар таңдадым. Техникко-экономикалық есептеулер жүргізіп, екі вариант сұлбаның тиімдісін таңдадым. Сонымен қатар қысқаша тұйықталу токтарын есептеп, номинал тоғы мен номинал кернеуі бойынша электр аппараттарын таңдадым. Күштік трансформатордың релелік қорғанысына есептеулер жүргіздім.

Экономикалық бөлімде берілген тапсырмаларға сәйкес электр энергия сұранысының өзгеруіне байланысты шығынды болжау және талдау, аймақтық электр желілері компаниялардың желілеріне электр энергиясын тасымалдау мен тарату қызметтерінің тариф деңгейлерінің есебі жасалды.

Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімінде берілген тапсырмаларға сәйкес еңбек шарттарына талдау жасалынып, найзағайдан қорғаныс, жерлендіру құрылғысына есептеулер жүргізілді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Блок В.М. Электрические системы и сети. М.: «Высшая школа», 1986-294 с.
- 2 Басс Э.И., Дорогунцев В.Г. Релейная защита электроэнергетических систем. Учебное пособие / Под ред. А.Ф. Дьякова. – 2-е изд., стереот. – Изд
- 3 Веников В.А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах.-М.: Высшая шк.,1985-536б.
- 4 Глазунов А.А., Электрические сети и системы, Госэнергоиздат,1980 - 246 б.
- 5 Идельчик В.Н. Электрические системы и сети. М: Энергоатомиздат, 1989-251 б.
- 6 Евдокунин Г.А. Электрические системы и сети. Учебное пособие для студентов электроэнергетических спец. вузов. - СПб: Издательство Сизова М.П. 2001 -360 б.
- 7 Мельников Н. А., Солдаткина Л.А., Регулирование напряжения в электрических сетях.: –изд-во Энергия, 1982 - 353 б.
- 8 Овчаренков Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем. Москва. – Издательство НЦ ЭНАС, 2000 – 503б.
- 9 Окуловская Г.Я., Павлова М.В., Паниковская Т.Б., Смирнов В.А., Устойчивость электрических систем. Учебное пособие. Екатеринбург.- УГТУ,2001 - 60б.
- 10 Правила устройства электроустановок, изд-во «Энергия», 2005- 201 б.
- 11 Учебное пособие под ред. Г.И. Денисенко Электрические системы и сети. М.: Высшая школа, 1986-283 б.
- 12 Ульянов С.А. Электрмагнитные переходные процессы в электрических системах.-М.: Энергия, 1968-456 б.
- 13 Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях. Учебное пособие для электроэнергетических специальностей. /Под ред. В.Л. Строева, -М.: Высшая школа, 1999-198 б.