ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Нұрахмет Мырза Нұрахметұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

6В07101 – «Энергетика»

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

6В07101 – «Энергетика»
мамандығы

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт энергетики
и машиностроения

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Кафедра меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған-
профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«27» _____10_____2022 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету»

6В07101 – «Энергетика»

Орындаған: Нұрахмет М.Н.
Ғылыми жетекші: аға оқытушы
_____Токпеисова Г.Ш.
«_24_» _10_____ 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

6В07101 – «Энергетика»
мамандығы

БЕКІТЕМІН
Кафедра меңгерушісі
PhD, қауымдастырылған-профессор
_____Е.А. Сарсенбаев
«_5_»_____09_____2022 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы: *Нұрахмет М.Н.*

Тақырыбы: Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

Университет ректорының *2021 жылғы «24» желтоқсандағы №489-П/Ө* бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *2022 жылғы «28» қазан.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Технологиялық бөлім

б) Қосалқы станция шиналарындағы жүктемелерді есептеу

в) Арнайы бөлім. Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

Сызбалық материалдар тізімі: *Сызбалық материалдарды слайдпен дайындау*

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 8 *атау*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	**Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері**	**Ескерту**
Технологиялық бөлім	06.09.2022	жоқ
Қосалқы станция шиналарындағы жүктемелерді есептеу	06.10.2022	жоқ
Арнайы бөлім. Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету	21.10.2022	жоқ

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**
Технологиялық бөлім	Токпеисова Г., аға оқытушы	06.09.2022	
Қосалқы станция шиналарындағы жүктемелерді есептеу	Токпеисова Г., аға оқытушы	06.10.2022	
Арнайы бөлім. Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету	Токпеисова Г., аға оқытушы	20.10.2022	
Норма бақылаушы	Бердібеков А., аға оқытушы	20.10.2022	

Ғылыми жетекші _____ Г.Ш. Токпеисова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ М.Н. Нұрахмет

Күні «05» қыркүйек 2022 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Нұрахмет Мырза Нұрахметұлы

6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша

Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

тақырыбындағы дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Студент Нұрахмет М.Н. дипломдық жұмыста 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз етіп, әр түрлі жұмыс режимдері кезінде болатын өзгерістерді есептеген. Жұмыста қосалқы станцияның күштік қондырғылары және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның өзіндік қажеттілік траансформаторына релелік қорғаныс бойынша есептеу жасалған.

Дипломдық жұмыста көрсетілген желілерде фазалық сым үзілген кезде ӘЖ қорғаудың әзірленген құрылғысын қолдану арқылы кернеуі 6-10 кВ әуе желілерін пайдалану кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз етуден тұратын өзекті ғылыми-техникалық мәселенің жаңа шешімі ұсынылған.

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «6В07101 –Энергетика» мамандығы бойынша Нұрахмет Мырза Нұрахметұлына аталған мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 80% (В) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ, «Энергетика»
кафедрасының лекторы _____ **Г.Ш.Токпеисова**
«21» _____ 2022 ж.

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ УНИВЕРСИТЕТІ»

Нұрахмет Мырза Нұрахметұлы

6В07101 – «Энергетика» мамандығы бойынша

Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН-ПІКІР

Студент Нұрахмет М.Н. дипломдық жұмыста 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз етіп, әр түрлі жұмыс режимдері кезінде болатын өзгерістерді есептеген. Жұмыста қосалқы станцияның күштік қондырғылары және жалғаулық аппараттар таңдалған. Қосалқы станцияның өзіндік қажеттілік траансформаторына релелік қорғаныс бойынша есептеу жасалған.

Дипломдық жұмыста көрсетілген желілерде фазалық сым үзілген кезде ӘЖ қорғаудың әзірленген құрылғысын қолдану арқылы кернеуі 6-10 кВ әуе желілерін пайдалану кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз етуден тұратын өзекті ғылыми-техникалық мәселенің жаңа шешімі ұсынылған.

Жоба бойынша ескерту

Дипломдық жұмыс бойынша ерекше ескетулер жоқ. Пайдаланылған әдебиеттер тізімін толықтыру қажет. Бұл ескерту жұмыстың бағасын төмендетпейді.

Жұмысты бағалау

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «6В07101 –Энергетика» мамандығы бойынша Нұрахмет Мырза Нұрахметұлына аталған мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 80%(В) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші
ЛКА, «Энергетика»
кафедрасының ассистент-профессоры,
доктор PhD

_____Калиев Ж.Ж.

«____»_____2022 ж.

HR және басқармасы
Управление HR и канцелярией

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
_____

Ф КазНИТУ 706-17. Рецензия

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нұрахмет Мырза Нұрахметұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Кернеуі 6-10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

Научный руководитель: Гулбаршын Токпеисова

Коэффициент Подобия 1: 15.5

Коэффициент Подобия 2: 6.9

Микропробелы: 9

Знаки из здругих алфавитов: 129

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2022-10-26

Дата

Заведующий кафедрой Энергетика

HR Қызметі

Ерсайынбаев Е.А.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Нұрахмет Мырза Нұрахметұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Кернеуі 6-10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету

Научный руководитель: Гулбаршын Токпеисова

Коэффициент Подобия 1: 15.5

Коэффициент Подобия 2: 6.9

Микропробелы: 9

Знаки из здругих алфавитов: 129

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2022-10-26

Дата

Нуржан Балгаев

проверяющий эксперт

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс «Кернеуі 6 – 10 кВ әуе желілерінің фазалық сымының үзіліс кезіндегі қауіпсіздікті қамтамасыз ету» тақырыбы бойынша орындалған. Жұмыста қосалқы станцияның күштік қондырғылары және жалғаулық аппараттар таңдалған. Дипломдық жұмыста көрсетілген желілерде фазалық сым үзілген кезде ӘЖ қорғаудың әзірленген құрылғысын қолдану арқылы кернеуі 6-10 кВ әуе желілерін пайдалану кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз етуден тұратын өзекті ғылыми-техникалық мәселенің жаңа шешімі ұсынылды.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа выполнена по теме «Обеспечение безопасности при обрыве фазного провода воздушных линий напряжением 6 – 10 кВ». В работе выбраны силовые установки подстанции и соединительные аппараты.. В дипломной работе предложено новое решение актуальной научно-технической проблемы, заключающееся в обеспечении безопасности при эксплуатации воздушных линий напряжением 6-10 кВ с применением разработанного устройства защиты ВЛ при обрыве фазного провода на указанных линиях.

ANNOTATION

This graduation work was carried out on the topic "ensuring safety during the break of the phase wire of overhead lines with a voltage of 6 – 10 kV". The work selected power units of the substation and connecting devices. The calculation of the relay protection to the substation's own need traansformer is made. The thesis presents a new solution to the urgent scientific and technical problem, which consists in ensuring safety when operating overhead lines with a voltage of 6-10 KV using the developed overhead line protection device when the phase

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	8
1	Технологиялық бөлім	9
2	Негізгі бөлім	11
2.1	Қосалқы станция шиналарындағы жүктемелерді есептеу	11
2.2	Энергияны жылдық тұтыну есебі	11
2.3	Жүктемені тұтыну максимумының уақыты	12
2.4	Энергияны максималды жоғалту уақыты - τ	13
2.5	Трансформаторларды таңдау	13
2.6	Трансформаторлардағы жоғалған электр энергияны есептеу	13
2.8	Қысқа байламды токтарды анықтау	19
2.9	Жабдықты таңдау	20
2.9.1	35 кВ жабдығын таңдау	23
2.9.2	6 кВ жабдығы	27
3	Арнайы бөлім	36
	Қорытынды	49
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	50

КІРІСПЕ

Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жабдықтауының үнемді, сенімді жүйелерінің жасаулары, автоматтандырылған жүйе электр қозғағыштармен және технологиялық үдерістерді басқару, жарық, микропроцессорлық техниканың енгізулері, элегазды және вакуумды электр жабдығы, жаңа комплекті тарату құрылғылары болуын қажетсінеді. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың жабдықтауын жобалауға түбегейлі тәжірибе жинаған инженерлік-техникалық қызметкерлердің көпшілігі шұғылданған. Осының ішінде көп көңіл бөлетін басты схема. Басты схема электр станциясының мүлтіксіз қуаттылығын қамтамасыз етуі, басқаша айтқанда сенімді болуы қажет. Сенімділік талабы станцияның электрлік байланыс схемаларына қойылатын негізгі талаптардың бірі болып табылады, яғни, ол әртүрлі пайдалану жағдайларында процестің берілген параметрлерін сақтаған кезде жүйенің, аппараттың, схеманың өз қызметтерін атқару қасиеті. Басты схемаларға қойылатын екінші маңызды талап олардың үнемділігі, яғни таратқыш қондырғылар салған кезде материалды ресурстар мен уақытты, сонымен қатар оны пайдалануға кететін жыл сайынғы шығындарды аз жұмсау талабы болып табылады. Техникадағы қарқынды өрлеуге және энергетикада жеке алғанда барлық жаңа мәселелер, жобалау және қазіргі торлық объекттердің ғимаратында есепке алынуы керек болатын сұрақтар қарастырылады. Электр энергиясын экономикалық жағынан тиімді жеткізу мен тарату үшін оны түрлендіру қажет (кернеуді жоғарылатып беру немесе төмендетіп беру). Қондырғыда трансформаторлар, таратушы құрылғылар, басқару құрылғылары және басқа көмекші ғимараттар бар. Осының барлығы трансформаторлы қосалқы станциясы деп аталады. Қосалқы станцияның бөлігі электр энергиясын қабылдап және жеткізу үшін аранаалады.

1 Технологиялық бөлім

Қазақстан электр энергиясын өндіруші әрі тұтынушы елдердің санатына жатады. Тәуелсіз мемлекеттің экономикасының дамуын, өндірісі мен халық тұрмысының жағдайын электр қуатысыз бағдарлауға болмайды да. «Алатау Жарық Компаниясы» акционерлік қоғамы еліміздің оңтүстік астанасы мен Алматы облысын электр энергиясымен қамтамасыз етуші компания.

"Алатау Жарық Компаниясы" АҚ – республикамыздың оңтүстігіндегі электр энергиясын халықтың тұтынуына, өнеркәсіптердің және ауыл шаруашылығына жеткізетін , тарататын ірі энергетикалық жүйе. Басты қызметі – Алматы қаласы және Алматы облысы. Компанияның қызмет ету радиусы Балхаш көлінен Қытай шекарасына дейін созылып жатыр.

"АЖК" АҚ баланстық қорында 220-110-35-10-6-0,4 кВ кернеулі класты электрлік тораптар бар. Компания құрамына мыналар кіреді:

- 306,41 км-ге созылған 220 кВ кернеулі электр беріліс желісі;
- 2769,013 км –ге созылған 110 кВ-ты әуе желісі;
- 2673,572 км-ге созылған әуе және кабелді желілі 35 кВ кернеулі электрлік тораптар;
- 10256,775 км-ге созылған 0,4кВ кернеулі электр беріліс желілері;
- 35-220кВ-ты қосалқы станциялар мен 6-10/0,4кВ трансформаторлық қосалқы станциялар;
- 207 35кВжәне одан да жоғары, санмен көрсеткенде 357 трансформаторлы және 5 993,52 МВт орнатылған қуатты электрлік қосалқы станциялар;
- 8161 трансформаторлы және орнатылған қуатты 2 203,591 МВт –ты 6-10/0,4кВ кернеулі 6897 трансформаторлы қосалқы станциялар.

Қызмет ету территориялық аумағы - 102032 кв./км.

Статистикалық деректерді талдау жасасақ электр желілеріндегі ең жарақаттану қаупі көп 6-10 кВ кернеу классындағы жабдықтар екенін көрсетеді.

6-10 кВ кернеу желілеріндегі жиі кездесетін апаттық жағдайлардың бірі - электр беру әуе желісінің фазалық сымының үзілуі және, әдетте, жерге бір фазалы тұйықталу.

Әуе желілерінен пайда болған кернеуі 6-10 кВ электр желілері негізінен оқшауланған бейтарап режимде жұмыс істейді, онда сымның үзілуі және оның жерге құлауы релелік қорғаныстың іске қосылуына және тиісінше желіден кернеудің алынуына әкелмейді. Мұндай ӘЖ зақымдану анықталғанға дейін ұзақ уақыт жұмыс істей алады. Бұл жартастың жанында тұрған адамдар мен жануарлардың өміріне қауіпті жағдай туғызады, сонымен қатар өрттің пайда болуына себеп болуы мүмкін. Кернеуі 6-10 кВ әуе желілерінің сымдары үзілген кезде сигнал беруге және желіні ажыратуға арналған қолданыстағы қорғау әдістері мен құрылғыларының жеткілікті үлкен санының болуына қарамастан, қазіргі уақытта оларды кеңінен енгізу жоқ.

Сонымен қатар, ӘЖ 6-10 кВ фазалық сымы үзілген кезде қауіпсіздікті қамтамасыз ету мүмкіндіктері толық көлемде зерттелмеген, ал қорғаудың қолданыстағы әдістері мен құрылғылары жұмыс режимдерін сипаттайтын белгілердің сандық мәндерін анықтауды талап етеді.

Жұмыстың мақсаты-кернеуі 6-10 кВ әуе желілерінің фазалық сымы үзілген кезде қорғаныс құрылғысын әзірлеу арқылы қауіпсіздікті қамтамасыз ету.

1) ӘЖ 6-10 кВ фазалық сымы үзілген кезде электр желісінде пайда болатын кернеулердің симметриялық компоненттерін зерттеуді орындау.

2) Әр түрлі жұмыс режимдерінде және 6-10/0,38 кВ желі параметрлерінде желі кернеуінің симметриялы компоненттерінің өзгеру тәуелділіктерін анықтаңыз.

3) ӘЖ 6-10 кВ фазалық сымы үзілген кезде қорғау құрылғысын әзірлеу.

4) Әзірленген қорғаныс құрылғысын қолдану нәтижесінде электр қауіпті жағдайдың өмір сүру ұзақтығының өзгеруін бағалау.

Зерттеу объектісі: оларда фазалық сым үзілген кезде кернеуі 6-10 кВ электр берудің әуе желілері.

Зерттеу пәні: 6-10 кВ фазалық сымның үзілуі кезінде кернеуі 6-10/0,38 кВ электр желісіндегі кернеулердің өзгеру заңдылықтарын анықтау, бұл көрсетілген режимде қорғауды дамытуға мүмкіндік береді.

Электр кернеуі 6-10/0,38 кВ электр желісінде 6-10 кВ ӘЖ фазалық сымы үзілген кезде туындайтын кернеулердің симметриялы құрамдас бөліктерінің өзгеру тәуелділіктері белгіленеді, өзгермелі симметриялы емес фазалық жүктеме және желінің әртүрлі параметрлері; қорғау құрылғысын орнату орны және оның жұмыс істеуі үшін кіріс режимі негізделген; 6-10/0,38 кВ электр желісінің әртүрлі жұмыс режимдерінде кері кернеудің өзгеруінің алынған тәуелділіктері 6-10 кВ ӘЖ фазалық сымының үзілуін анықтау үшін пайдалану мақсатында электр энергиясының мик - ропроцессорлық есептегіші үшін қосымша функцияларды қалыптастыруға мүмкіндік берді;

ӘЖ - нің зақымдалған учаскесін автоматты түрде анықтау жүйесі ұсынылған, оны электр желісінің интеллектуалдық жүйесі ретінде пайдалануға болады.

2 Негізгі бөлім

2.1 Қосалқы станция шиналарындағы жүктемелерді есептеу

2.1.1. Қосалқы станцияның толық қуаттары

$$S_м^{ОЖ} = \frac{P_м}{Cos\varphi} = \frac{18,5}{0,87} = 21,26\ МВА\ . \qquad S_м^{НН} = \frac{P_м}{Cos\varphi} = \frac{6,5}{0,9} = 7,2\ МВА.$$

2.1.2. ҚС реактивтік қуаттары

$$Q_м^{ОЖ} = \sqrt{(S_м^{сн})^2 - (P_м^{сн})^2} = \sqrt{21,26^2 - 18,5^2} = 10,45\ МВАр.$$

$$Q_м^{ТЖ} = \sqrt{(S_м^{нн})^2 - (P_м^{нн})^2} = \sqrt{7^2 - 6,5^2} = 6,75\ МВАр.$$

2.1.3. ҚС толық қуаттары

$$P_м^{ЖЖ} = P_м^{ТЖ} + P_м^{ОЖ} = 18,5+6,5=25\ МВт.$$

$$Q_м^{ЖЖ} = Q_м^{ТЖ} + Q_м^{ОЖ} = 10,45+6,75=17,2\ МВАр.$$

$$S_м^{ЖЖ} = \sqrt{(P_M^{ВН})^2 + (Q_M^{ВН})^2} = \sqrt{25^2 + 17,2^2} = 329,16\ МВА.$$

2.2 Энергияны жылдық тұтыну есебі

Жүктемелердің есептік графиктері бойынша (№1 қосымша) жылдық тұтыну энергиясы есептеледі.

2.2.1 Қысқы тәулік энергиясы

$W_{ЗС}^{НН} = P_1 t_1 + P_2 t_2 + P_3 t_3 + P_4 t_4 + P_5 t_5 = 5*6+8*4+10,8*6+7*6+5*2 =$ $=178,8$ *МВт* час.*

$W_{ЗС}^{СН} = P_1t_1+P_2t_2+P_3t_3+ P_4t_4+ P_5t_5 = 6*4+8*4+12*2+18,5*6+16*2+12*4+6*2 =$ 283 *МВт* час.*

2.2.2 Жазғы тәулік энергиясы

$W_{ЛС}^{НН} = = P_6 t_6 + P_7 t_7 + P_8 t_8 + P_9 t_9 + P_{10} t_{10} = 4*8+7*2+10*6+6*4+4*4 = 146$ *МВт* час.*

$W_{ЛС}^{СН} = P_6 t_6 + P_7 t_7 + P_8 t_8 + P_9 t_9 + P_{10} t_{10} = 4*6+6*2+12*2+16*6+10*4+4*4=$

=212 *МВт* час.*

2.2.3 Әр график бойынша бір жылда тұтынылған электр энергиясы

$N_З$=213 –қысқы тәуліктер саны;
$N_Л$=152 –жазғы тәуліктер саны;

$$W_{жыл} = W_{ЗС} N_З + W_{ЛС} N_Л \text{ МВт сағ}.$$

$$W_{ГОД}^{СН} = W_{ЗС}^{НН} N_З + W_{ЛС}^{СН} N_Л = 283*213+212*152=92503 \text{ МВт* сағ.}$$

$$W_{ГОД}^{НН} = W_{ЗС}^{НН} N_З + W_{ЛС}^{НН} N_Л = 178{,}8*213+146*152=60276{,}4 \text{ МВт* сағ.}$$

2.3 Жүктемені тұтыну максимумының уақыты

$$T_М = \frac{W_{ГОД}}{P_м}, \text{ сағ.}$$

$$T_{М,СН} = \frac{W_{Г,СН}}{P_{М,СН}} = \frac{92503}{18{,}5} = 5000 \text{ сағ.}$$

$$T_{М,НН} = \frac{W_{Г,НН}}{P_{М,НН}} = \frac{60276{,}4}{6{,}5} = 9273 \text{ сағ.}$$

$$T_{М,ВН} = \frac{P_{м,СН}\ T_{м,СН} + P_{м,НН}\ T_{м,НН}}{P_{м,СН} + P_{м,НН}} = \frac{18{,}5*5000+6{,}5\cdot 9273}{18{,}5+6{,}5} = 6110{,}98 \text{ сағ.}$$

2.4 Энергияны максималды жоғалту уақыты - τ

Әрбір қуатта жыл бойғы уақыт жоғалтудың жылдық ұзақтығы есептеледі, оған күнтізбелік Т=8760 сағат қабылданады.

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

Әр қабырғасы үшін:

$$\tau_{СН} = \left(0{,}124 + \frac{5000}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 3410 \text{ сағ.}$$

$$\tau_{НН} = \left(0{,}124 + \frac{9273}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 4075 \text{сағ.}$$

$$\tau_{ВН} = \left(0{,}124 + \frac{6121}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 3650 \text{ сағ.}$$

2.5 Трансформаторларды таңдау

Трансформатор оның жүктелуі мен максималды рұқсат етілу шамасын $S_{мах.вн.}$ ескере отырып таңдалады**.**

Біздің жағдайымызда $S_{мах.вн.} \geq 33{,}21$ *МВА болатын,* ПУЭсіне сәйкес қалыпты режимде 70% жүктемелі трансформаторларды таңдаймыз.

$S_{ном.т} = 0{,}7 * S_{м}^{ВН} = 0{,}7*33{,}21 = 23{,}25$ *МВА.* 3.6

кесте бойынша 150 бет [2] трансформаторды таңдаймыз.

1-нұсқа ТДТН-25000/110 2-нұсқа ТДТН-40000/110

3 фазалы трансформатор; суыту жүйесі: үрлеу; РПН құрылғысы бар 3 орамды.

2-кесте - Трансформатордың техникалық параметрлері

Тип	Sном	U (кВ)			Рк кВт	Рхх кВт	Uк%			Iхх %
	МВА	ВН	СН	НН	В-Н		В-С	В-Н	С-Н	
ТДТН-25000/110	25	115	38,5	6,5	140	28,5	10,5	17,5	6,5	0,7
ТДТН-40000/110	40	115	38,5	6,5	200	39	10,5	17,5	6,5	0,6

2.6 Трансформаторлардағы жоғалған электр энергияны есептеу

1-нұсқа:

2.6.1 Апаттық шамадан тыс жүктеудің коэффициентін анықтау.

$$K_{п.ав} = \frac{S_{max}}{S_{ном}}; \qquad K_{п.ав} = \frac{33210}{25000} = 1{,}33.$$

Таңдалған трансформатор келесі шартты қанағаттандырады:

$$К_{п.ав} = 1,33 < К_{доп} = 1,4 .$$

2.6.2 Трансформатордағы жоғалған қуатты анықтаймыз:

$Р_{к.в.}= Р_{к.с.}= Р_{к.н.}=0,5* Р_{к.вн-сн}=0,5*140=70кВт.$

2.6.3. Трансформаторлардағы электр энергияның шығынын есептейміз:

$$\Delta W_T^{1B} = N \cdot \left[\Delta P_{xx} \cdot T_{вкл} + \Delta P_к^{\ B} \cdot \left(\frac{S_{max}^{\ B}}{n \cdot S_{ном.T}} \right)^2 \cdot \tau_B + \Delta P_к^{\ C} \cdot \left(\frac{S_м^{\ C}}{n \cdot S_{ном.T}} \right)^2 \cdot \tau_C + \Delta P_к^{\ H} \cdot \left(\frac{S_m^{\ H}}{n \cdot S_{ном.T}} \right)^2 \cdot \tau_H \right] =$$

$$= 2 \cdot \left[39 \cdot 8760 + 200 \cdot \left(\frac{33,21}{40} \right)^2 \cdot 3650 + 200 \cdot \left(\frac{21,26}{40} \right)^2 \cdot 4075 + 200 \cdot \left(\frac{12}{40} \right)^2 \cdot 3410 \right] =$$

$$= 1136451 кВт * ч$$

2-нұсқа:

2.6.4. Шамадан тыс апаттық жүктеудің коэффициентін анықтаймыз:

$$К_{п.ав} = \frac{S_{max}}{S_{ном}};$$

$$К_{п.ав} = \frac{33210}{40000} = 0,83.$$

Таңдалған трансформатор келесі шартты қанағаттандырмайды:

$$К_{п.ав} = 0,83 < К_{доп} = 1,4.$$

Апатты жағдайларда 3-інші дәрежелі тұтынушының өшіру мүмкіндігі болатындықтан, кейінгі есептеулер үшін де бнрілген трансформаторды қалтырамыз.

2.6.5 Трансформатордағы қуат шығынын анықтаймыз:

$Р_{к.в.}= Р_{к.с.}= Р_{к.н.}=0,5* Р_{к.вн-сн}=0,5*140=70кВт.$

2.6.6 Трансформатордағы электр энергиясының шығынын анықтаймыз:

$$\Delta W_T^{2B} = N \cdot \left[\Delta P_{xx} \cdot T_{вкл} + \Delta P_к^{\ B} \cdot \left(\frac{S_{max}^{\ B}}{n \cdot S_{ном.AT}} \right)^2 \cdot \tau_B + \Delta P_к^{\ C} \cdot \left(\frac{S_м^{\ C}}{n \cdot S_{ном.AT}} \right)^2 \cdot \tau_C + \Delta P_к^{\ H} \cdot \left(\frac{S_m^{\ H}}{n \cdot S_{ном.AT}} \right)^2 \cdot \tau_H \right] =$$

$$2 \cdot \left[28,5 \cdot 8760 + 140 \cdot \left(\frac{33,21}{25} \right)^2 \cdot 3650 + 140 \cdot \left(\frac{21,26}{25} \right)^2 \cdot 4075 + 140 \cdot \left(\frac{12}{25} \right)^2 \cdot 3410 \right] =$$

$$= 1673961 кВт * са$$

2.7 Келтірілген шығындар

2.7.1 Жоғалған электр энергиясының құны

$C_{П} = \beta \cdot \Delta W_{ТР}$ - трансформаторлардағы жоғалған энергия құны

β=3,74 теңге/кВт сағ – жоғалған электр энергиясы құны (АО ВК РЭК деректері бойынша).

Вариант 1

$$C_{П} = 3{,}74 \cdot 1136451 = 4250326{,}7 \text{ теңге.}$$

Вариант 2

$$C_{П} = 3{,}74 \cdot 1673961 = 6260614 \text{ теңге.}$$

2.1–кесте - қайта есептеу коэффициенті 300 (АЖК РЭС деректері бойынша)

Құрылғы атауы	Құрылғы бірлігінің құны, мың.теңге	Бірінші вариант.		Екінші вариант.	
		Саны	Жалпы құны, мың.теңге	Саны	Жалпы құны, мың.теңге
ТДТН-25000/110	90*300=27000	2	54000	-	-
ТДТН-40000/110	130*300= =39000	-	-	2	78000
Ұяшық ОРУ-110	50*300=15000	2	30000	2	30000
Ұяшық ОРУ-35	11*300=3300	9	29700	9	29700
КРУ-10	3,72*300=1116	20	22320	20	22320
К∑	-	-	136020	-	160020

-

Капиталды шығындар

2.7.3 Жөндеу, қызмет ету және амортизацияға бөлінген қаражат

$$C_{а.р.о.} = \frac{\rho_{АРО}}{100\%} \cdot K,$$

мұндағы, $\rho_{АРО} = 9{,}4\%$ -капиталды шығындар мен эксплуатациядан бөлінген амортизациялық қаражат мөлшері. Кесте 10.2 [2].

К- нұсқалар бойынша №3 кестеден алынған капиталды шығындар сомасы.

I-нұсқа

$$C_A = \frac{9,4}{100\%} \times 136020 = 12785,8 \text{ мың.теңге.}$$

II-нұсқа

$$C_A = \frac{9,4}{100\%} \times 160020 = 15041,8 \text{ мың.теңге.}$$

2.7.4 Келтірілген шығындар

$$З = \rho_H K + C_A + C_П .$$

мұндағы $\rho_H = 0,125$ - экономикалық тиімділіктің нормативтік коэффициенті

I-Вариант

$$З = 0,125 \cdot 136020 + 12785,8 + 6260614 = 6290402 \text{ мың.теңге.}$$

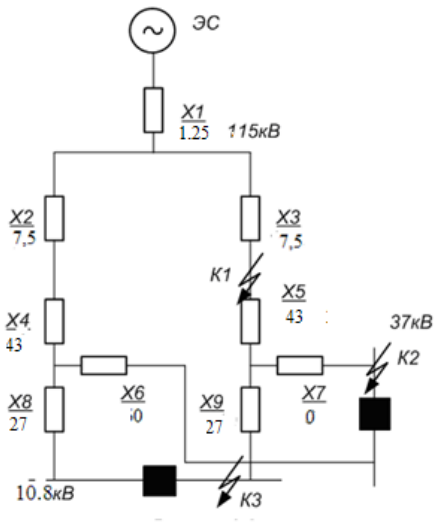
II-Вариант

$$З = 0,125 \cdot 160020 + 15041 + 4250326,7 = 4285370,2 \text{ мың.теңге.}$$

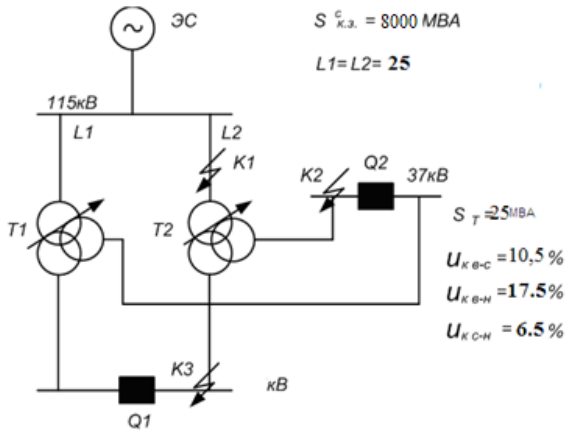
Қорытынды:Келесі есептеулер үшін шығын мөлшері аз 1 - нұсқа тағдаймыз.

2.8 Қысқа тұйықталу токтар есебі

Алмастыру сұлбасы 2-суретте көрсетілген, ал есептік сұлбасы 3-суретте көрсетілген.



2.1-сурет- Алмастыру сұлбасы



2.2-сурет- Есептік сұлба

2.8.1. Базистік шамалар

$S_Б = 10000 MBA$ - базистік қуат

$U_{Б1} = 115кВ$, $U_{Б2} = 37кВ$, $U_{Б3} = 6{,}5кВ$ - базистік кернеу

$I_Б = \dfrac{S_Б}{\sqrt{3}U_Б}$ - КЗ сатысындағы базистік ток

$$I_{Б1} = \frac{S_Б}{\sqrt{3}U_{Б3}} = \frac{10000}{\sqrt{3}\cdot 115} = 50{,}2кА.$$

$$I_{Б2} = \frac{S_Б}{\sqrt{3}U_{Б2}} = \frac{10000}{\sqrt{3}\cdot 37} = 156кА.$$

$$I_{Б3} = \frac{S_{Б1}}{\sqrt{3}U_{Б1}} = \frac{10000}{\sqrt{3}\cdot 6{,}5} = 550кА.$$

2.8.2 Орынбасу сұлбасындағы кедергілердің қатыстық шамалардағы есебі

2.8.3 Энергожүйе

$$X_1 = \frac{S_Б}{S_{кз}} = \frac{10000}{8000} = 1{,}25.$$

2.8.4 Желі

$$X_2 = X_3 = l * x_0 * \frac{S_Б}{U_{ср}^2} = 20 * 0{,}4 * \frac{10000}{115^2} = 6.$$

Трансформатор:

$$X_{ТВ}\% = 0{,}5(u_{кВ-С}\% + u_{кВ-Н}\% - u_{кС-Н}\%) = 0{,}5(6{,}5 + 17{,}5 - 6) = 10{,}75\%.$$

$$X_{ТС}\% = 0{,}5(u_{кВ-С}\% + u_{кС-Н}\% - u_{кВ-Н}\%) = 0{,}5(6{,}5 + 6 - 17{,}5) = -0{,}5 \approx 0.$$

$$X_{ТН}\% = 0{,}5(u_{кВ-Н}\% + u_{кС-Н}\% - u_{кВ-С}\%) = 0{,}5(17{,}5 + 6 - 6{,}5) = 6{,}75\%.$$

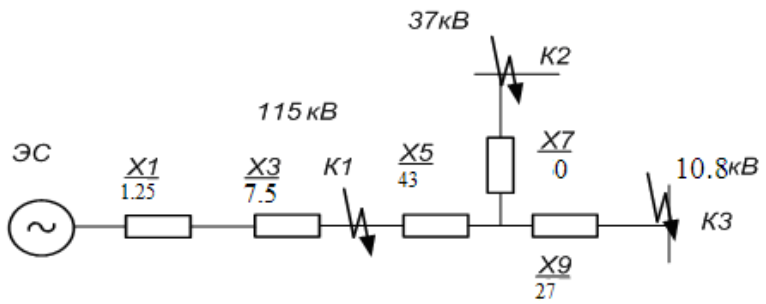
$$X_4 = X_5 = \frac{X_{ТВ}\%}{100} \cdot \frac{S_Б}{S_{ном}} = \frac{10,75}{100} \cdot \frac{10000}{25} = 43.$$

$$X_7 = X_6 = 0 \qquad .$$

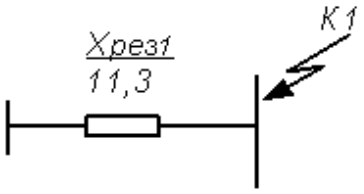
$$X_8 = X_9 = \frac{X_{ТН}\%}{100} \cdot \frac{S_Б}{S_{ном}} = \frac{6,75}{100} \cdot \frac{10000}{25} = 27.$$

2.8.4 Негізгі сұлбаны өзгертеміз:

Q_1 және Q_2 өшірулі болғандықтан, X_2, X_4, X_6, X_8 –ескерілмейді.



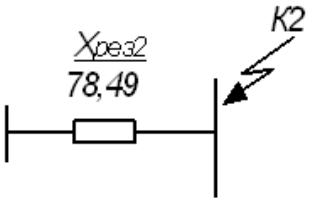
2.8.5 Орынбасу сұлбасын 2.3- суретіндегі К-1 ге қатысты өзгертеміз:



2.4-сурет- К-1 нүктесіне түрлендіру схемасы

$$X_{рез1} = X_1 + X_3 = 1,25 + 6 = 7,25$$

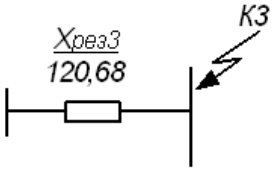
2.8.6 Орынбасу сұлбасын 2.3 - суретіндегі К-2ге қатысты өзгертеміз:



2.5–сурет- К-2 нүктесіне қатысты түрлендіру схемасы

$X_{рез2} = X_1 + X_3 + X_5 + X_7 = 1{,}25 + 6 + 43 + 0 = 50{,}25$

2.8.7 Орынбасу сұлбасын 2.3 суретіндегі К-3 ке қатысты өзгертеміз:



2.6–сурет- К-3 нүктесіне қатысты түрлендіру схемасы

$$\tilde{O}_{ðåç3} = X_{ðåç1} + X_5 + X_9 = 1{,}25 + 6 + 43 + 27 = 77{,}25$$

2.8 Қысқа байламды токтарды анықтау

2.9.1 Токтың бастапқы периодты құраушысы

К-1 $I_{ПО} = \dfrac{E_C^{II}}{X_{рез}} * I_{Б1} = \dfrac{1*50{,}2}{7{,}25} = 6{,}9кА$.

К-2 $I_{ПО} = \dfrac{E_C^{II}}{X_{рез}} * I_{Б2} = \dfrac{1*156}{50{,}25} = 3{,}1кА$.

К-3 $I_{ПО} = \dfrac{E_C^{II}}{X_{рез}} * I_{Б3} = \dfrac{1*550}{77{,}25} = 7{,}2кА$.

мұндағы E_c^{II} =1 –ток көзінің салыстырмалы бірліктегі э.қ.к.

2.9.2. Соққылы токтың лездік амплитудалық мәні

$i_y = \sqrt{2} \cdot I_{ПО} \cdot K_y$, мұндағы Ку - 3.8[1] кесте бойынша соққы коэффициенті

К-1 $i_y = \sqrt{2} \cdot 6{,}9 \cdot 1{,}608 = 15{,}6кА$.

К-2 $i_y = \sqrt{2} \cdot 3{,}1 \cdot 1{,}82 = 8кА$.

К-3 $i_y = \sqrt{2} \cdot 7{,}2 \cdot 1{,}82 = 18{,}47кА$

29.3. Соққылы токтың қолданыстағы мәні

$I_y = I_{ПО}\sqrt{1 + 2(K_y - 1)^2}$

К-1 $I_y = 6{,}9 \cdot \sqrt{1 + 2(1{,}608 - 1)^2} = 9кА$.

К-2 $I_y = 3{,}1 \cdot \sqrt{1 + 2(1{,}82 - 1)^2} = 4{,}74кА$.

К-3 $I_y = 7{,}2 \cdot \sqrt{1 + 2(1{,}82 - 1)^2} = 11кА$.

Қысқа тұйықталудың өтпелі үрдісінің кез келген уақыт мезетіндегі қысқа тұйықталу токтарының мәнін анықтаймыз.

К-1 $i_{a\tau} = \sqrt{2} \times I_{\text{по}} \times e^{-\frac{\tau}{T_a}} = 1{,}41 \times 6{,}9 \times 0{,}44 = 4{,}3$ кА.

Та=0,03 [2] 3.8кесте

$$\tau = t_{\text{св}} + 0.01 = 0{,}035 + 0{,}01 = 0{,}045\text{с}.$$

$$e^{-\frac{\tau}{T_a}} = 0{,}44$$

[2] 3.25сурет

К-2 $i_{a\tau} = \sqrt{2} \times I_{\text{по}} \times e^{-\frac{\tau}{T_a}} = 1{,}41 \times 3{,}1 \times 0{,}42 = 1{,}84$ кА.

Та=0,05 [2] .

$$e^{-\frac{\tau}{T_a}} = 0{,}38$$

К-3 $i_{a\tau} = \sqrt{2} \times I_{\text{по}} \times e^{-\frac{\tau}{T_a}} = 1{,}41 \times 7{,}2 \times e^{-\frac{0{,}04}{0{,}05}} = 4{,}57$ кА.

$$e^{-\frac{0{,}04}{0{,}05}} = 0{,}45$$

[2] сурет 3.25

КЗ квадраттық токтың толық импульсі

$$B_к = I_{по}^2 \times (t_{отк} + T_a) кА^2 с$$

Мұндағы $t_{отк} = t_{\text{рз}} + t_{\text{св}}$

2.2-кесте - КЗ токтарының жиынтық кестесі

	$U_{ср}$	$I_б$	$I_{по}$	$i_{уд}$	$I_у$	$\tau_{a\tau}$	$B_к$
К-1	115	50,2	6,9	15,6	9	4,3	25,47
К-2	37	156	3,1	8	4,74	1,84	5,14
К-3	10.5	550	7,2	18,47	11	4,57	27,4

2.9 Жабдықты таңдау

2.4.1 110 кВ-тық жабдық

Q – сыртқы қондырғыны ажыратқыш

QS – сыртқы қондырғыны ажыратып-қосқыш

ТА – шіне орнатылған ток трансформаторы

Майысқақ шиналау

Жұмыс тогы: $I_P = \frac{S_T \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{BH}} = \frac{25 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 110} = 132A$.

Максималды жұмыс тогы: $I_{раб.макс} = 1{,}4 \cdot I_{раб} = 1{,}4 \cdot 132 = 185A$.

2.4.2 Қондырғыны ажыратып-қосқыш пен ажыратқышты таңдау

Каталог бойынша элегазды типті ВГБУ-110У1 өшірушісін таңдаймын.

Доғасөндіргіш камералардың құрастырылуы мен сөндірудің бұл принципі кешенді таратушы қондырғылар (КРУЭ) мен 1979 жылдан бастап шығарылатын элегазды изоляциясы бар жеке өшірушілерде (ВЭК) де көптеп қолданылады. Өшірушілер бірқалыпты және суық климаты бар аудандарда таза ауада (У1 и УХЛ1 орындалу) қолдануға арналған және халықаралық және ресейлік стандарттарға сай келеді.

Жетістіктері:

- Жерге жақын резервуары (аса жоғары қауіпсіздік);
- Аса жоғары сейсмотөзімділік (ауырлық центрінің төмен болуы);
- Қызмет көрсетудің минималды қажеттігі;
- Құрастырылуының сенімділігі, қауіпсіздігі және қарапайымдылығы;
- Ішіне орнатылған ток трансформаторлары;
- Монтаждың минималды уақыты;
- Кремнийорганикалық резинасы бар пластикалық енгізулер.

Каталог бойынша РГ-110/1000. УХЛ1 типті ажыратқышты таңдаймын.

2.3-кесте - Өшіруші мен ажыратқышты таңдау

№	Таңдау шарты	Есептік деректер	Каталогтық деректер	
			ВГБУ-110У1	РГ-110/1000 УХЛ1
1	$U_{н.выкл} \succ U_{уст}$ кВ	110	126кВ	110кВ
2	$I_{н.в} \succ I_{р.м.}$ А	185	2000	1000
3	$I_{отк} \geq I_{\pi t}$	4,3	20,36	-
4	$I_{пр} \geq I_{ПО}$ кА	6,9	50	31,5
5	$i_{пр.с} \geq i_{уд}$ кА	15,6	125	80
6	$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА²·с	25,47	50²·3=7500	40²·3=4800
7	Привод		Моторлық	ПРГ-6

Өшіру қабілеті бойынша тексеру

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{\text{отк.}} \cdot \frac{\beta}{100} = \sqrt{2} \cdot 40 \cdot \frac{36}{100} = 20{,}36A$$

2.4.3 Ток трансформаторларын таңдау

Каталог бойынша **ТВ-110** типті ток трансформаторларын таңдаймын.

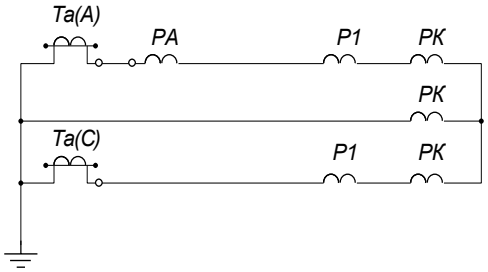
Кесте 2.4 - Каталогтық деректер

Тип ТТ	Uн, кВ	Ном. ток		Z2 ВА	Дин. ст-ть		Тер. ст-ть.		
		I1ном	I2ном		Кд	ідин.	Кт	Іт	тт
ТВ-110	110	200	5	60	16	-		20	3

2.5-кесте - Деректерді салыстыру

Есептік деректер.	Каталогтық деректер.
	ТВТ-110
U=110 кВ	U=110 кВ
Іраб.макс= 185 А	Іном=200 А
Вк=25,47 кА^{2}с	$I_{\text{т}}^2 t_{\text{т}} = 20^2 \times 3 = 1200$ кА^{2}с

Қажетті өлшеуіш аспаптарлың тізімін 4.11кестеден 362бет аламыз [2].
Аспаптардың параметрлерін П4.7 кестесінен аламыз [2].
Аспаптарды қосу сұлбасы:
Э-335 Sприб=0,5



2.7 - сурет Екінші ретті ТТ сымдарының жалғау сұлбасы

2.4.4 Иілгіш шиналарды таңдау

ПУЭ § 1.3.28 сәйкес шиналар РУ шегінде Ідоп ≥Ір.м шартындағы корондау бойынша .минималды қиысуды ескере отырып рұөсат етілген ток бойынша таңдалады.

7.35 [3] кестесінен марка сымын таңдаймын.

АС-70/11

d=11,4мм

Iдоп=265 А >Iр.макс=185 А

Iпо≤20кА.болғандықтан, қиысуына поверка жүргізілмейді.

[1] § 2.5.41 сәйкес корондау шарты бойынша 70 мм^2 минималды кесік қабылданады. ОРУ- 110 кВ арақашықтығы ауадағы сымдар арақашіктығынан аз болатынын ескере отырып, осы тарауда келесі есептеулерді қарастырамыз.

Бастапқы критикалық кернеулік: $E_0 = 30{,}3m(1+\frac{0{,}299}{\sqrt{r_0}})$

Мұндағы m=0,82 –сым бетінің кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент.

r = $\frac{d_0}{2} = \frac{11{,}4}{2} = 5{,}7мм = 0{,}57см$ – сым радиусы.

Электр өрісінің бөлінбеген сым айналасындағы кернеулігі:

$$E_0 = 30{,}3 \cdot 0{,}82(1+\frac{0{,}299}{\sqrt{0{,}57}}) = 34{,}6кВ/см.$$

$$E = \frac{0{,}354 \cdot U}{r_0 \cdot \lg \frac{Д_{ср}}{r_0}}.$$

Мұндағы U – максималды сызықтық кернеулік = 121кВ

Дср –фаза сымдарының арасындағы орташа геометриялық арақашықтық =1,26Д,

Мұндағы Д –көршілес фазаларарасындағы арақашықтық.

Д=300 см.

Дср=1,26·300=378 см

$$E = \frac{0{,}354 \cdot 121}{0{,}57 \cdot \lg \frac{378}{0{,}57}} = 26{,}6кВ/см$$

Тексеру: кез келген сым жазықтығындағы өріс кернеулігі ең үлкен шамасы 0,9·E0дан артық болмаған жағдайда сымдар арасында корондау болмайды.

$1{,}07E \le 0{,}9E_0$.

$1{,}07 \cdot 26{,}6 \le 0{,}9 \cdot 34{,}6$.

$28{,}5 < 31{,}14$ кВ/см.

Корондау шарты бойынша АС-70/11 сымы өтеді.

Тіректерге сымдарды бекіту үшін ПС-70Д типті аспалы изолятордың 8 данасын таңдаймын.

2.9.1 35 кВ жабдығын таңдау

1. Q – Вакуумдық ажыратқыш
2. QS – ажыратып-қосқыш

3. ТА – ток трансформаторы

4. Иілгіш шиналау

$$I_p = I_{\text{р.м}} = \frac{S_{нагр} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{18{,}5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 305 A.$$

2.5.1 Ажыратқыш және ажыратып-қосқышты таңдау

Каталог бойынша ВБС-35III-25/1000 УХЛ1 типті өшірушісін таңдаймын. Сыртқы орнатуы күшейтілген изоляциясы бар электромагниттік басқармалы вакуумдық өшірушілер станция, подстанциялардың ашық бөліктеріндегі электр жүйелерінде жұмыс істеу үшін, электрофицирленген теміржолдардың ауырлық подстанциялары, үш фазалы ауыспалы ток жүйесінің таратушы қондырғыларындағы жұмыстар үшін арналған. ВМУЭ-35II-25/1250 УХЛ1, ВМК-35-20/1000 У1 сияқты майы аз өшірушілер мен МКП-35-20/1000 У1, С-35М-630-10 У1, ВТ-35-12,5/630 У1 сияқты бактық майлы өшірушілерде ауыстыру жұмыстарын іске асыру үшін де арналған.

Өшірушілер ГОСТ 687-78, ГОСТ 18397-86, КУЮЖ.674153.003ТУ талаптарына сай болып келеді.

Каталог бойынша РГ-35/1000 УХЛ1 типті ажыратқышты таңдаймын.

2.6-кесте - Ажыратқыш және ажыратып-қосқышты таңдау

№	Таңдау шарты	Есептік деректер	Каталогтық деректер	
			ВБС-35III-25/630 УХЛ1	РГ-35/1000 УХЛ1
1	$U_{н.выкл} \succ U_{уст}$ кВ	35	35	35
2	$I_{н.в} \succ I_{р.м.}$ А	305	1000	1000
3	$I_{отк} \geq I_{\pi t}$	1,84	11.1	-
4	$I_{пр} \geq I_{ПО}$ кА	3,1	31,5	40
5	$i_{пр.с} \geq i_{уд}$ кА	5,09	64	63
6	$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА²·с	5,4	25²·4=2500	16²·4=1024
7	Жетек		Моторлық	ПРГ-01-5 УХЛ1

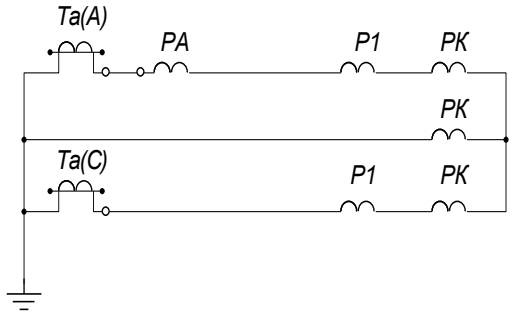
$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{\text{отк.}} \cdot \frac{\beta}{100} = \sqrt{2} \cdot 31.5 \cdot \frac{25}{100} = 11.1 кА.$$

2.5.2 Ток трансформаторын таңдау

5.10 [3] кесте бойынша ТФЗМ-35А -300/5 типті ішіне орнатылған ток трансформаторларын таңдацмын.

2.7-кесте - Каталогтық деректер

Тип ТТ	Uн, кВ	Ном. ток		Z2 при кл.0.5	Дин. ст-ть		Тер. Ст-ть.		
		I1ном	I2ном		Кд	і дин.	Кт	Іт	тт
ТФЗМ-35-А-600/5	35	400	5	2,0		63		10	3



2.8-сурет – Екінші ретті ТТ сымдарының бірігу сұлбас

2.8-кесте - ТТ таңдау

№	Таңдау шарты	Есептік деректер	Каталогтық деректер
			ТВ-35-III-1500/5
1	$U_{н.тт} \geq U_{уст}$ кВ	35	35
2	$I_{1тт} \geq I_{рм}$	305	600
3	$i_{дин} \geq i_{уд}$ кА	8	11.8
4	$I_T^2 \times t_T \geq BK$ кА²·с	5,4	10²·3=300 кА²с

Динамикалық және термиялық төзімділікке тексеру.

$$i_{дин} \geq i_{уд}$$

$$11{,}8кА \geq 8кА.$$

$$I_{терм} \times t_{терм} \geq B_к$$

$$10^2 \times 3кА^2с \geq 5{,}4кА^2с.$$

Трансформаторды дәлдік класы бойынша тексеру

$$R_{кат} \geq R_{номт} + R_{приб} + R_{пров}.$$

Өтпелі контакттар кедергісі

$R_{конт}$=0,05 Ом.

Аспап кедергісін анықтаймыз:

$$R_{прб} = \frac{S_a}{I_{2тт}^2} = \frac{1,3}{25} = 0,052 \text{ Ом.}$$

мұндағы S_a – аса жүктелген фаза қуаты,

$I_{2тт}^2$ - ток трансформаторын екінші рет ораған кездегі номиналды ток.

Кесте 2.9 - ТТ екінші ретті жүктемесі

Белгіленуі	Аспап типі	Фазалары бойынша жүктемесі		
PI ,PK	ПСЧ-4АР.05.2	0,3		0,3
PA	Э8021	0,5		
PW	Д-335	0,5		
Итого:		1,3		0,3

Сымдар кедергісін анықтаймыз:

$$R_{пров}=R_{кат}-R_{конт}-R_{прб}=2,0-0,052-0,1=1,848 \text{ Ом.}$$

мұндағы $R_{кат}$ – ток трансформаторы дәлдігі 0,5 [3]тең класы үшін номиналды жүктеме, омах. 5.10 кесте

Сымның есептік ұзындығы

$$l_р=К_{сх}\cdot l=1,73\cdot 40=69,2 \text{ м,}$$

мұндағы $К_{сх}$ – ток трансформаторының бірігу сұлбасына тәуелділік коэффициенті.

Сымның рұқсат етілген минималды кесіндісін табамыз.

$$F = \frac{l_p \cdot \rho}{R_{пров}} = \frac{69,2 \cdot 0,0283}{1,848} = 1,05 \text{ мм}^2.$$

Механикалық беріктік шарты бойынша АКВРГ 4 мм^2 бақылау кабелін таңдаймыз.

2.5.3 Кернеу трансформаторларын таңдау

Кесте 2.10 - Кернеу трансформаторларының екінші ретті жүктемесі

Белгіленуі	Аспап типі	Орама саны	Аспап саны	S Орама.	S В·А
PI ,PK	ПСЧ-4АР.05.2	1	2	2	4
PV	Э-335	1	1	2	2
PW	Д-335	2	1	1,5	3
Барлығы:					9

Таңдалған қуатқа сәйкес Т.Н таңдаймыз.
Таңдау жүргіземіз:

- Қондырғы кернеуі бойынша

$U_{уст} \leq U_{ном.}$
$U_{уст}$ = 35 кВ ≤ $U_{ном}$ = 35 кВ.

- Бірігу құрылымы мен сұлбасы бойынша қосудың жұлдыз сұлбасы бар сыртқы орнату қондырғысы бар трансформаторды қабылдаймыз.

- Дәлдік класы бойынша дәлдігі 0,5ке тең класты таңдаймыз.

- Екінші ретті жүктемесі бойынша

$$S_{2\Sigma} \leq S_{ном}.$$

$S_{2\Sigma}$ = 9 В · А < $S_{ном}$ = 3·150=450 В · А.
Орнату үшін ЗНОМ-35-65У1 қабылдаймыз.

2.5.4 Иілгіш шиналарды таңдау

ПУЭ §1.3.28 сәйкес, құрама шиналардың кесігі қыздырудың Iр.м.≤Iдоп шартында таңдалады.
Құрама шиналардың кесігін аса үлкен бірігу тогы бойынша таңдаймын.

$$I_P = \frac{S_{нагр} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{CH}} = \frac{18{,}5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 35} = 305A.$$

7.35 [3] кестесінен корондау бойынша минималды кесікті ескере отырып, АС-95/16, d=13,5мм, Iдоп=330А марка сымын таңдаймын.
ПУЭге сәйкес шиналар термиялық және электродинамикалық беріктікке тексерілмейді.
Корондау шарты бойынша тексеру жүргізілмейді.
Сымдарды тіреулерге бекіту үшін ПС-70Д типті аспалы изоляторлардан трансформаторда 5 дана және сымдарда 3 дана таңдаймын.

2.9.2 6 кВ жабдығы

1. Q – Вакуумдық ажыратқыш
2. ТА – ток трансформаторы
3. TV – кернеу трансформаторы
4. Қатты шиналар.

$$I_p = I_{р.м} = \frac{S_{нагр} \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{6{,}5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10} = 625A.$$

Қосалқы станция 10кВ жағында сыртқы пайдалануға арналған КРУ 2-10 кешенді таратушы қондырғы қабылданады.

КРУ өндірістік жиілігі 50Гц ауыспалы үш фазалы токтың электр энергиясын қабылдау және 6-10кВ номиналды кернеуге таратуға және подстанцияның 6 және 10кВ тартушы қондырғыларына жинақтауға арналады.

КРУ ластануға, газдардың, буланудың, изоляцияға зиянды химиялық бөліністердің әсеріне тап болатын ортада, сонымен қатар жарылыс пен өртке қатысты қауіпті ортада жұмыс істеуге арналмаған.

КРУ таратушы қондырғысы жабық таратушы қондырғыда орналасады.

КРУ толығымен жинақталған блок түрінде электр сұлбалары монтажы орындалған шкафтардан дайындалады. Бірыңғай қатаң құрастырылым болттық қосылулар, тік тұғырлар және ұзынша-көлденең байланыстар көмегімен жинақталады.Жеке қажеттіліктер трансформаторы шкафы - ТСН (тапсырыста болған жағдайда екі өзгеріспен орындалуы мүмкін:

1)ТСН шкафқа енгізілген.

Бұл кезде трансформатор қуаты 40 кВА аспайды және ТСН бар шкафтар орналасуы бойынша шеткі, ал енгізілген шкафтар РУ шетінен екінші болуы керек.

2)Жеке тұрған ТСН (енгізілген РУ траверсіне қарай сымдар астына орнатылады), бұл кезде қуаты шектелмейді. ТСН шкафына жоғарывольтты ажыратқыш және сақтандырғыш қондырғысы орнатылады.

КРУ шкафтарының блогы бірнеше параллель шкафтарға тік көлденең қалқалармен бөлінген жинақы құрастырылымды корпус болып табылады. Шкаф блоктарының негізі болып горизонталь рама қызмет етеді. Оған қозғалмалы элементтің орын ауыстыруы үшін бағыттауыштар, бекітуі және жерге жақын орналастыру түйіндері бекітілген болады. Осы негізге сонымен қатар КРУ шкафтарының жанама қабырғалары – тік көлденең қалқалар бекітілген. Әрбір шкафта орташа көлденең рама орнатылады, оларға негізгі шынжырдың қозғалмайтын контакттары бар өтпелі изоляторлар, ток трансформаторлары, жерге тартқыш ажыратқыш, ал қозғалмалы элемент жағынан шторлы механизм бекітілген.

Шкаф үш бөлімнен құралады: корпус, қозғалмалы элемент және релейлі шкаф. Корпус құрама шиналар, сызықтық және қозғалмалы элемент отсектеріне бөлінген.

Сыртқы жағынан құрама шиналар мен сызықтық элементтік отсек қабырғалармен жабылған. Жоғарғы жағында кернеуді алмай-ақ құрылғыны қауіпсіз бақылау мүмкіндігін беретін люк болады. Сызықтық отсек өлшемі құрама шина отсек өлшемінен күштік кабель өтуі үшін, ток трансформаторларын ток соғудан қорғау үшін жерге орналастыру қажеттігі есесінен артық болады. Отсектің тік қабырғасында жерге тартқыш ажыратқыш орналасады. Сызықтық отсекте әлдебір жұмыстарды орындау кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатында жерге тартқыш ажыратқыш қол еңбегімен басқарылады, ал оны басқару қозғалмалы элементті жөндеу жағдайында ғана іске асырылады. Ішкі қосылу мен басқа да шкаф элементтері бар жерге тартқыш ажыратқышты блокқа

қою электромагниттік құлыптар мен механикалық блоктау көмегімен орындалады.

КРУда шкафтар ретінде К104-КФ, КМ-1КФ сияқты негізгі сериялы заманауи шкафтар қолданылады. Олар ЗАН «SIEMENS» типті сенімді жоғары вольтты вакуумдық өшірушілер орнату үшін негізделіп жасалған. Тапсырыс бойынша ВВ/TEL «Таврида-Электрик» типті вакуумдық өшірушілер немесе аналогтық немесе электрлік және габариттік сипаттамаларға ие басқа да өшірушілер орнатылуы мүмкін. Майлы өшірушілер қолданылмайды. Дешунтирлеу режимінде жұмыс істейтін қосымша расцепительдері бар вакуумдық өшірушілер қолданылады. Келтіру сымы ішіне орнатылған жоғары вольтты өшіруші шкафтың жүргізуші элементінде (арбада) орнатылады. Жүргізуші элементтің жоғары және төменгі бөлігінде басты шынжырдың арасын бөліп тұратын қозғалмалы контакттар орналасады, олар шкафқа элементті енгізу кезінде шиналық (жоғарғы) және сызықтық (төменгі) контакттарға тіреледі. Алдын ала өшірілген өшірушісі бар контакттар арбаны қозғау кезінде өшіріледі, бұл кезде өшіруші құрама шиналар мен кабельді қосылулардан өшіріледі. Арба шкаф корпусынан бөлек тұрғанда жөндеу жұмыстары үшін өшіруші мен келтіру сымына ыңғайлы қол жеткізу, ал қажет жағдайда басқа дәл осындай арбада орналасқан өшірушімен тез ауыстыру мүмкіндігі қамтамасыз етіледі. Шығару элементінің отсегінде қыздыру элементі (тапсырыс бойынша), түсіру клапаны және отсекте қысқа ток соғу кезінде іске қосатын және жоғары вольтты өшірушіні өшіретін фототиристор-датчик орналасады.

КРУ шкафтары 10 кВ номиналды кернеулі электр қондырғысымен жинақталады; кернеу трансформаторлары, разрядтықтар, күштік сақтандырғыштар 6 және 10 кВ кернеуге арналып жасалады.

2.6.1 Ажыратқышты таңдау

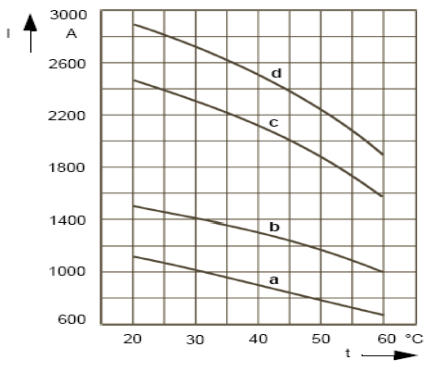
Каталог бойынша Сименс 3АН5 типті өшірушіні таңдаймын.

Сименс 3АН5 вакуумдық күштік өшірушілер кернеудің ғимарат ішінде орнатылатын 12 кВ-тан 36 кВ-қа дейінгі диапазонына арналғанүш полюсті күштік өшіруші болып табылады. Вакуумдық өшіруші вакуумдық үзгішке қатысты тік жағдайда орнатылады. Эксплуатацияның қалыпты жағдайларында вакуумдық өшіруші IEC 60594 және VDE 0670 жағдайдың, 1000 бөліміне сәйкес қызмет етуді талап етпейді.

Температураның минималды мәні - 5 °С, максималды мәні - +40˚С. Мұз басу және желмен келетін жауын-шашындар болмаған кезде.

Шарт: изоляциондық бөлшектер таза күйде болуы керек.

L жүктеме токтың шекті мәні 3АН5 вакуумдық өшірушінің Т қоршаған орта температурасына сәйкес есептік жұмыстық ток үшін:



a) 800A d) 2500 A
b) 1250A c) 2000 A

2.9-сурет - Жүктеменің о.с. температурасына қатыстылық графигі

2.13-кесте - Ажыратқышты таңдау

№	Таңдау шарты	Есептік деректер	Каталогтық деректер
			Сименс 3АН5-122-2
1	$U_{н.выкл} \succ U_{уст}$ кВ	10	12
2	$I_{н.в} \geq I_{р.м.}$ А	625	1250
3	$I_{по} \geq I_{отк.}$	7,2	40
3	$i_a \geq i_{отк.ном.}$ кА	4,57	22.5
4	$I_{пр} \geq I_{ПО}$ кА	7,2	16
5	$i_{пр.с} \geq i_{уд}$ кА	18,47	100
6	$I_T^2 \times t_T \geq B_K$ кА²·с	27,4	$31{,}5^2 \cdot 1 = 992{,}5$
	Привод		Эл.моторлы

Өшіру қабілеті бойынша тексеру.

$$i_a = \sqrt{2} \cdot I_{ПО.} \cdot \frac{\beta}{100} = \sqrt{2} \cdot 40 \cdot \frac{40}{100} = 22{,}5кА \,.$$

Қондырғыларды орнатамыз: енгізуші және секциондық ұяшықтар үшін Сименс 3АН5-122-2 $I_н$ =1250А өшірушілерін, ал алыстағы ұяшықтар үшін - Сименс 3АН5-122-1 $I_н$ =800.

2.6.2 Ток трансформаторын таңдау

9 [3] кестесі бойынша Т0Л-10-400/5 типті ток трансформаторын таңдаймын.

2.14-кесте - Каталогтық деректер

Тип ТТ	Uн, кВ	Ном. ток		Z2 для кл. 0,5	Дин. ст-ть		Тер. Ст-ть.		
		I1ном	I2ном		Кд	і дин.	Кт	Іт	tт,с
ТОЛ-10	10	800	5	0,4	-	52	-	17.5	1

2.15-кесте - Деректерді салыстыру

Есептік деректер.	Каталогтық деректер.
	Т0Л-10-400/5
$U_{уст}$=10 кВ	$U_н$=10 кВ
Іраб.макс= 625А	Іном=800 А
іу=18,47	Ідин=52 кА
$I_T^2 \times t_T \geq B_K$ кА²·с 27,4	$17{,}5^2 \cdot 1=306$

Динамикалық төзімділікке тексеру.

$$i_{дин} \geq i_{уд}$$

$$52кА \geq 18{,}47кА$$

Термиялық төзімділігін тексеру.

$$I_т^2 \times t_m \geq B_к$$

$$17.5^2 \times 1кА^2с \geq 27{,}4кА^2с$$

Трансформаторды дәлдік класы бойынша тексеру.

$$R_{кат} \geq R_{номт} + R_{приб} + R_{пров}$$

Өтпелі контакттардың кедергісі

$R_{конт}$=0,05 Ом

Аспап кедергісін анықтаймыз

Определяем сопротивление приборов

$$R_{прб} = \frac{S_a}{I_{2mm}^2} = \frac{1{,}3}{25} = 0{,}052 \text{ Ом}$$

где S_a – аса жүктелген фаза қуаты (кесте)

$I_{2тт}^2$ - ток трансформаторының екінші ретті орамы кезіндегі номиналды ток.

Қажетті өлшеу аспаптарының тізімін 4.11 кестеден таңдаймын. 362 [2] бет.

Аспап параметрлерін П4.7 [2] кестесі бойынша таңдаймын.

2.16-кесте - ТТ екінші ретті жүктемесі

Аспап	Тип	Қуат ток. кат. ВА	Жүктеме, ВА		
			А	В	С
Амперметр	Э-335	0,5	0,5	-	-
Ваттметр	Д-335	0,5	0,5	0,5	
Счетчик акт. и реакт. энергии.	ПСЧ-4АР.05.2	0,3	0,3	-	0,3
		Барлығы:	1,3	0,5	0,3

Өткізгіш сымдардың кедергісін анықтаймыз:

$$R_{пров}=R_{кат}-R_{конт}-R_{прб}=0,4-0,052-0,05=1,318 \text{ Ом.}$$

где $R_{кат}$ –0,5-ке тең ток трансформаторының дәлдік класы үшін номиналды жүктеме, омах 5.10 кесте [3]

Өткізгіш сымның есептік ұзындығы

$$l_р=К_{сх}\cdot l=1,73\cdot 4=6,92 \text{ м.}$$

где $К_{сх}$ – ток трансформаторының бірігу сұлбасына тәуелділік коэффициенті.

Өткізгіш сымдардың мүмкін болатын минималды қиылысуын табамыз.

$$F=\frac{l_p\cdot\rho}{R_{ïðîâ}}=\frac{6,92\cdot 0,0283}{0,318}=0,615 \text{ мм}^2.$$

АПВ –(1х4) өткізгіш сымын таңдаймыз.

2.6.3 Кернеу трансформаторын таңдау:

2.17-кесте - ТН екінші ретті жүктемесі

Аспап		Тип	Бір орам S	Орам саны	Аспап саны	Жалпы қолданатын қуат S, В·А
Вольтметр (құрама шиналар)		Э - 335	2	1	1	2
Ваттметр		Д – 335	1,5	2	1	3

2,17 – кесте жалғасы

Аспап		Тип	Бір орам S	Орам	Аспап	Жалпы қолданатын қуат S, В·А
активті және реактивті энергия санағышы		ПСЧ-4АР.05.2	2	1	1	2
активті және реактивті энергия санағышы	Сымдар 6 кВ	ПСЧ-4АР.05.2	2	1	4	8
Барлығы		-	-		-	13

Есептелген қуатқа сәйкес Т.Н. таңдаймыз.

Таңдауды жүргіземіз:

- Қондырғы кернеуі бойынша

$U_{уст} \leq U_{ном}$.

$$U_{уст} = 10 \text{ кВ} \leq U_{ном} = 10 \text{ кВ}.$$

- Конструкциясы және біріктіру сұлбасы бойынша: жұлдыз қосылу сұлбасы бар ішкі қондырғылы трансформаторды қабылдаймыз.

- Дәлдік класы бойынша: 0,5-ке тең дәлдік класын қабылдаймыз.

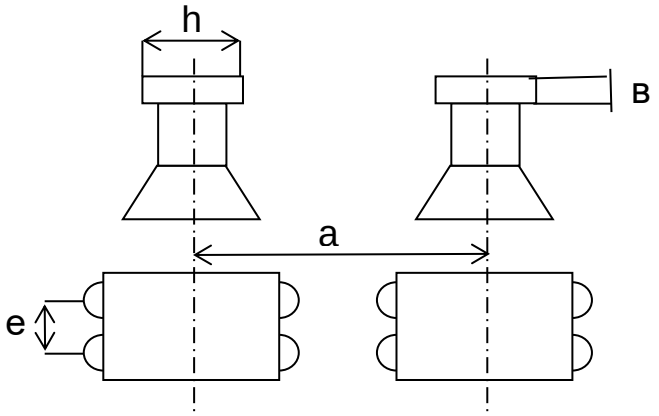
- Екінші ретті жүктемесі бойынша:

$S_{2\Sigma} \leq S_{ном}$.

$S_{2\Sigma} = 13 \text{ В} \cdot \text{А} \leq S_{ном} = 3 \cdot 50 = 150 \text{ В} \cdot \text{А}$.

ЗНОЛ.06-10УЗ қондырғысы қабылданады.

2.6.4. 6 кВ шиналарды таңдау



2.10 - сурет Оқшаулағыштарда шиналардың орналасуы

Таңдау үшін деректер

I_p=625А	t_c=0,25 с
U=6 кВ	K_t=1
L=1000 мм	K_p=0,95
a=250 мм	K_n=1
τ_o=70^{0}С	$K_{попр}$=
i_y=18,47 кА	$K_t \cdot K_n \cdot K_{пв}$=1·1·0,95=0,95
I"=7,2кА	

Рұқсат етілген ток мәнін анықтаймыз

$$I_{доп} = \frac{I_p}{K_t \cdot K_p \cdot K_n} = \frac{625}{1 \cdot 0{,}95 \cdot 1} = 658 \text{ А.}$$

1.3.31 [1] кесте бойынша тікбұрышты қиысулы алюминий шиналар таңдаймыз:

$$\frac{АТ - 50x6}{I_{доп} = 740А}.$$

Термиялық төзімділігі бойынша минималды қиысуын анықтайық.

$$q_{мин} = \frac{\sqrt{B_к}}{C} = \frac{\sqrt{27{,}4} \times 10^3}{91} = 58мм^2.$$

Шина термиялық төзімді. Шинаны таңдаймыз.

АТ (50х6) $I_{доп}$=740 А [1] 1.3.31 кесте.

Шинаны динамикалық төзімділікке тексерейік.

Өзара әсер ету күшін анықтаймыз.

$$f = 1.76 \times K_ф i_{уд}^2 \frac{l}{a} \times 10^{-7} = .1{,}76 \times 1 \times 18{,}47^2 (10^3)^2 \times \frac{1000}{250} \times 10^{-7} = 240Н \quad .$$

Бүктесін сәті:

$$M = \frac{F \times l}{10} = \frac{240 \times 1}{10} = 24Н/м.$$

Шиналардың кедергіге келу сәті:

$$W = \frac{h \times b^2}{6} = \frac{0{,}6 \times 5^2}{6} = 2{,}5см^3.$$

Металдағы кернеу:

$$\sigma_{расч} = \frac{M}{W} = \frac{24}{2{,}5} = 9{,}6МПа.$$

$$\sigma_{расч} \le \sigma_{доп}$$

$$9{,}6мПа \le 70МПП.$$

Шина динамикалық төзімді.

[1] §1.3.28 сәйкес токтың экономикалық тығыздығына байланысты таңдау жүргізілмейді.

3 Арнайы бөлім

Электр жеткізу жүйесі – бұл барлық элементтері бірыңғай өндірістік үрдіске қатысатын күрделі өндірістік кешен. Оның негізгі спецификалық ерекшеліктеріне құбылыстардың жылдамдығы және апаттық сипаттағы зақымдарының – электр қондырғыларында қысқа тұйықталудың болуы жатады. Сондықтан электр жеткізу жүйесінің үнемді және сенімді қызмет етуі олардың жоғары автоматталған кезінде ғана мүмкін болады. Осы мақсатта автоматты түрде басқару және реттеу қондырғысынан тұратын автоматты қондырғылар кешені қолданылады.

Аса қауіпті және жиі зақымданулар – электрлік қондырғы фазалары арасындағы қысқа тұйықталулар және жерлендіру нейтралдары бар желілерде фазалардың жерге қарай қысқа тұйықталулары.

Фаза үзілулері және қысқа тұйықталулардан көрінетін бұдан да күрделі зақымданулар болуы мүмкін. Электрлік машиналар мен трансформаторларда аталған зақымданулармен қатар бір фаза айналымдарының арасында да тұйықталулар болуы мүмкін. Қысқа тұйықталудың себебінен электр жабдықтау жүйесінің қалыпты жұмысы бұзылады, ол синхронды генераторлардың, компенсаторлардың және электр қозғалтқыштардың синхронизмнен шығуы және тұтынушылар жұмысының режимінің бұзылуынан көрінеді. Қ.т. токтың термиялық және динамикалық әрекеті тек зақымдану орнында ғана емес, сонымен қатар ток зақымдалмаған қондырғыдан өту кезінде де қауіп тудыруы мүмкін. Релелік қорғанысы мен автоматикасына қойылатын негізгі талап селективтілік, сезімталдық, жылдамдық және сенімділік болып табылады.

Оқшауланған немесе доғасөндірушілік реакторлар арқылы жерге жақындатылған нейтралы бар желілерде бір фазалы жерге тұйықтауларда үлкен токтар болмайды (токтар бірнеше ондық Амперлерден аспайды). Бұл кезде фазааралық кернеулер өзгермейді және электр жабдықтау жүйесінің жұмысы бұзылмайды. Дегенмен де бұл жұмыс режимін қалыпты деп санауға болмайды, өйткені зақымдалмаған фазалардың жерге қатысты кернеуі артады және бір фазалы жерге тұйықталудан көп фазалы қысқа тұйықталуларға өту қаупі пайда болады. Бірақ зақымдалмаған аумақты тез өшіру қажеттігі жоқ, себебі жерге тұйықтаулардан релейлі қорғау қондырғысы әдетте персонал назарын аудартып дабылға әсер етеді. Таулы кәсіпорындардың электр жабдықтау жүйесі бұл тәртіптен ерекшеленеді, мұнда қорғаудың қауіпсіздік техникасы талаптары бойынша өшіру жұмыстары бірден жасалады.

Кейде эксплуатацияда қондырғының артық жүктелуінен немесе басқа элементтерде болған ішкі қысқа тұйықтаулардан болатын қалыпты емес режимдер пайда болады. Бұл кезде зақымдалмаған қондырғыдан оқшауланудың алдын ала ескіруіне, қондырғының тозуына әкелетін біршама токтар (жоғарғы токтар) өтеді. Ішкі қысқа тұйықтаулардан болатын жоғарғы токтар зақымдалған элементтің өзіндік қорғауымен өшірілгеннен кейін жойылады. Артық

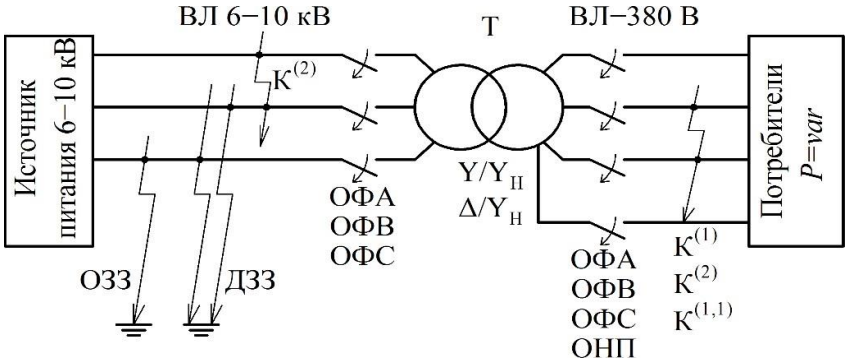
жүктеменің жоғарғы токтарынан сәйкес қондырғыда дабылға әрекет ететін қорғаныс орнатылуы керек. Бұл кезде жедел персонал қондырғыны жүктемеден босату немесе өшіру жұмыстарын жүргізеді. Тұрақты кезекші персонал болмаған жағдайда қорғаныс автоматты түрде жүктемеден босатуға немесе өшірілуге бағытталуы қажет.

2017-2022 жылдар кезеңінде ӘЖ 6-10 кВ зақымдануы бойынша статистикалық деректерге талдау жасалды, нәтижесінде кернеуі 6-10 кВ тарату электр желілерінде әрбір 100 км желіге орта есеппен жылына 0,702 фазалық сым үзілістері келетіні, ал фазалық сым үзілістерінің ең көп саны (31 %) климаттық және атмосфералық әсерлер нәтижесінде орын алатыны анықталды. Үзілістердің 81%-ы 1970-1980 жылдардағы және одан бұрынғы ӘЖ 6-10 кВ сымдарына тиесілі екені анықталды. Бұл ретте үзілген сымдардың 50% - ы 77 жылға дейін Нормативтік мерзімнен артық пайдаланылды. ӘЖ сымдарының үзілістерінің максималды саны 6-10 кВ қазан айында қоршаған ортаның температурасы -2 °С-тан -3 °С-қа дейін байқалады, бұл бірқатар себептерге, атап айтқанда жел жүктемесіне және сымдарда мұздың пайда болу ықтималдығына байланысты.

Бұдан әрі 6-10 кВ ӘЖ фазалық сымы үзілген кезде туындайтын кернеуі 6-10 / 0,38 кВ электр желісіндегі кернеулердің өзгерістерін зерттеу жүргізілді.

1-суретте кернеуі 6-10/0,38 кВ үш фазалы электр желісінің схемалық схемасы және оның жұмыс режимдері көрсетілген.

Жалпы жағдайда 6-10/0,38 кВ электр желісінің режимдік параметрлеріне әсер етеді: әуе желілерінің күйі 6-10 кВ және 380 В. олар қалыпты жұмыс режимінде болуы мүмкін (NR), желілерде фазалық (of) және нөлдік (ОНР) сымдар пайда болуы мүмкін, сонымен қатар әртүрлі тұйықталу түрлері пайда болуы мүмкін; 380 В тұтынушылардың фазалық жүктемелерінің асимметриясының өзгеруі; в 6-10 кВ және 380 В желілеріндегі зақымдану орнының өзгеруі; электр желісінің параметрлерін өзгерту: ӘЖ ұзындығы 6-10 кВ, төмендететін трансформатордың орамаларын қосудың жеке схемалары, оның жүктемесі мен қуаты, ӘЖ сымдарының әр түрлі қималары 6-10 кВ.



1-сурет - кернеуі 6/10 кВ зерттелетін электр желісі және оның жұмыс режимдері

ОФА, ОФВ, ОФС – фазалық үзіліс сымдар, тиісінше а, В, С фазалары; ОНП – нөлдік сымның үзілуі; К(1), К(2), К(1,1) – бір фазалы қысқа тұйықталу (КЗ), екі фазалы КЗ және нөлдік сымға екі фазалы КЗ; оз, ЖЗЗ-бір фазалы, қосарлы жерге тұйықталу Кернеуі 6-10 / 0,38 кВ электр желісі жұмысының он жеті мүмкін режимінің тізбесі жасалды, оған 6-10 кВ және 380 В желілеріндегі әртүрлі зақымданулар кіреді.

ҚҚ анықтау критеті ретінде пайдалануға болатын режимдік параметрлер: ӘЖ-де 6-10 кВ ағатын фазалық токтар; ӘЖ-де 6-10 кВ пайда болатын кері реттілік тогы; 6-10 кВ электр желісінде және 380 В желісінде өлшенетін сызықтық және фазалық кернеулер; желіде пайда болатын нөлдік және кері реттілік кернеуі 6-10 кВ және желіде 380 В.

Фазалық Токтар мен кері тізбектегі ток (I2) жүктеме тогының шамасына айтарлықтай тәуелді, сонымен қатар фазалық және сызықтық кернеулер сияқты токтар фазалық жүктеменің едәуір өлшеуішінде бұрмалануға ұшырайды, бұл оларды 6-10 кВ ӘЖ фазалық сымының үзілуін анықтау үшін пайдалануды қиындатады. ең Ақпараттық режим параметрлері 6-10 кВ ӘЖ-де фазалық сымның үзілуін анықтау нөлдік U0 кернеуі және кері U2 кернеуі болып табылады.

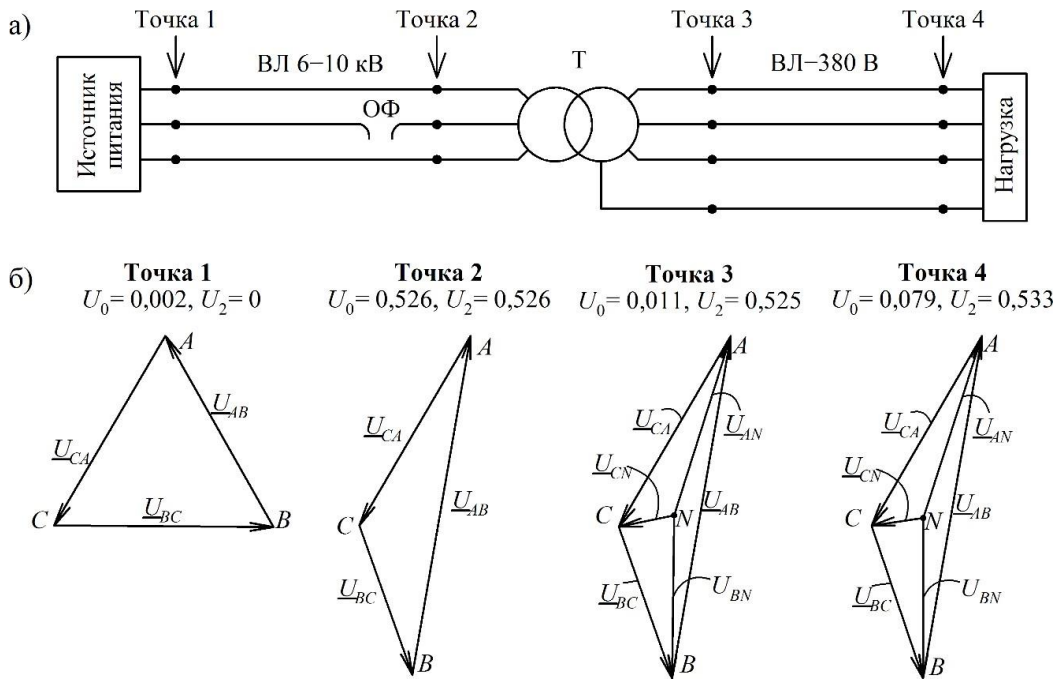
Кернеулердің симметриялық компоненттерінің өзгеруін зерттеу үш құралмен жүргізілді. Біріншіден, пакетті қолдана отырып, MATLAB бағдарламалық кешенінде кернеуі 10/0, 38 кВ электр желісінің компьютерлік моделі жасалды және қолданылды

Simulink. Компьютерлік зерттеулердің дұрыстығын тексеру үшін физикалық модельдеу қолданылады. Компьютерлік және физикалық модельдердегі зерттеулердің негізгі нәтижелері "Челябэнерго" полигонында орналасқан және кернеуі 10 кВ нақты ауадан,10/0, 4 кВ трансформаторы бар трансформаторлық қосалқы станциядан және кернеуі 380 В с әуе желісінен тұратын кернеуі 10/0, 38 кВ тәжірибелік электр желісіндегі тәжірибелермен расталды жүктеме оның соңында.

Зерттеу үшін аналог ретінде кернеуі 10/0,38 кВ орташа электр желісі алынды.

ӘЖ 6-10 кВ фазалық сымы үзілген кезде ақпараттық параметрлердің өзгеруіне жауап беретін қорғау кернеуі 6-10 / 0,38 кВ электр желісінің төрт тән нүктесінде орнатылуы мүмкін (2-сурет): электрмен жабдықтау жағынан (1 – нүкте) - ӘЖ 6-10 кВ сымы үзілген жерге дейін; ӘЖ соңындағы қуат 6-10 кВ (2-нүкте) - ӘЖ сымы үзілген жерден кейін 6-10 кВ, төмендеткіш трансформатордың Жоғары кернеу жағында Т; трансформатордың төменгі кернеу жағындағы ток т (3-нүкте);

ӘЖ-380 В соңында, электр энергиясын тұтынушыларға 380 В кернеумен енгізуде (4 - нүкте).



2-сурет - 6-10/0,38 кВ (а) электр желісіндегі қорғаныстарды орнатудың тән нүктелері; компьютерлік модельдеу кезінде алынған 10/0,38 кВ желісінің әртүрлі нүктелерінде тұтынушының асимметриялық жүктемесі кезінде в фазасының сымы үзілген кездегі кернеулердің векторлық диаграммалары (б)

10/0,38 кВ электр желісіндегі кернеулердің өзгеруін оның ұзындығы бойынша төрт нүктеде зерттеу төрт жұмыс режимі үшін жүргізілді: НР және А, В және С фазаларының үзілуінің үш режимі ВЛ-10 кВ. зерттеу кезінде 380 В кернеуі бар тұтынушылардың жүктемесінің фазалар бойынша симметриясын өлшеудің келесі төрт шекті нұсқасы ескерілді:

1) $P_A = P_B = P_C = 100\%$ – симметриялы жүктеме; 2) $P_A = 0\%$, $P_B = P_C = 100\%$ – жүктеме А фазасында болмайды; 3) $P_A = P_B = 0\%$, $P_C = 100\%$ - жүктеме А және В екі фазасында болмайды; 4) $P_A = P_B = P_C = 0\ \%$ – жүктеме ВЛ-380 В барлық фазаларында жоқ - "бос жүріс".

1-суретте, б электр желісінің әртүрлі нүктелеріндегі векторлық кернеу диаграммаларының в фазасының сымы үзілген кезде және асимметриялық ($P_A = P_B = 0$, $P_C = 100\ \%$) тұтынушы жүктемесінде өзгеруінің мысалы көрсетілген.

2-суретте компьютерлік (КМ) және физикалық (ФМ) бөлімдерде, сондай - ақ тәжірибелік электр желісінде (ЭЖЖ) зерттеулер кезінде алынған электр желісінің әртүрлі нүктелеріндегі нөлдік және кері тізбектердің кернеулерінің өзгерістерін салыстыру келтірілген. Салыстырмалы бірліктердегі кернеулер (о. е.): нөлдік тізбектің кернеуі сәйкес фазалық кернеулерге, ал кері тізбектің кернеуі бос жүрісте 10/0, 38 кВ желі жұмыс істеген кезде төрт тән нүктеде өлшенген сәйкес сызықтық кернеулерге,яғни. ӘЖ-380 В қосылған тұтынушылардың жүктемелері болмаған кезде.

2 және 3-суреттерден U0 кернеуі тек 2-ші нүктеде ВЛ-10 кВ фазалық сымның үзілуі туралы ақпаратты алып жүретіні шығады. Бұл кернеу төмендететін трансформатор арқылы өтпейді. ВЛ-10 кВ фазалық сымның үзілуі туралы U2 кернеуі 2, 3 және 4 нүктелерінде ақпарат алып жүреді, ал төмендеткіш трансформатордың жоғары және төмен кернеу жағында ол бірдей өзгереді.

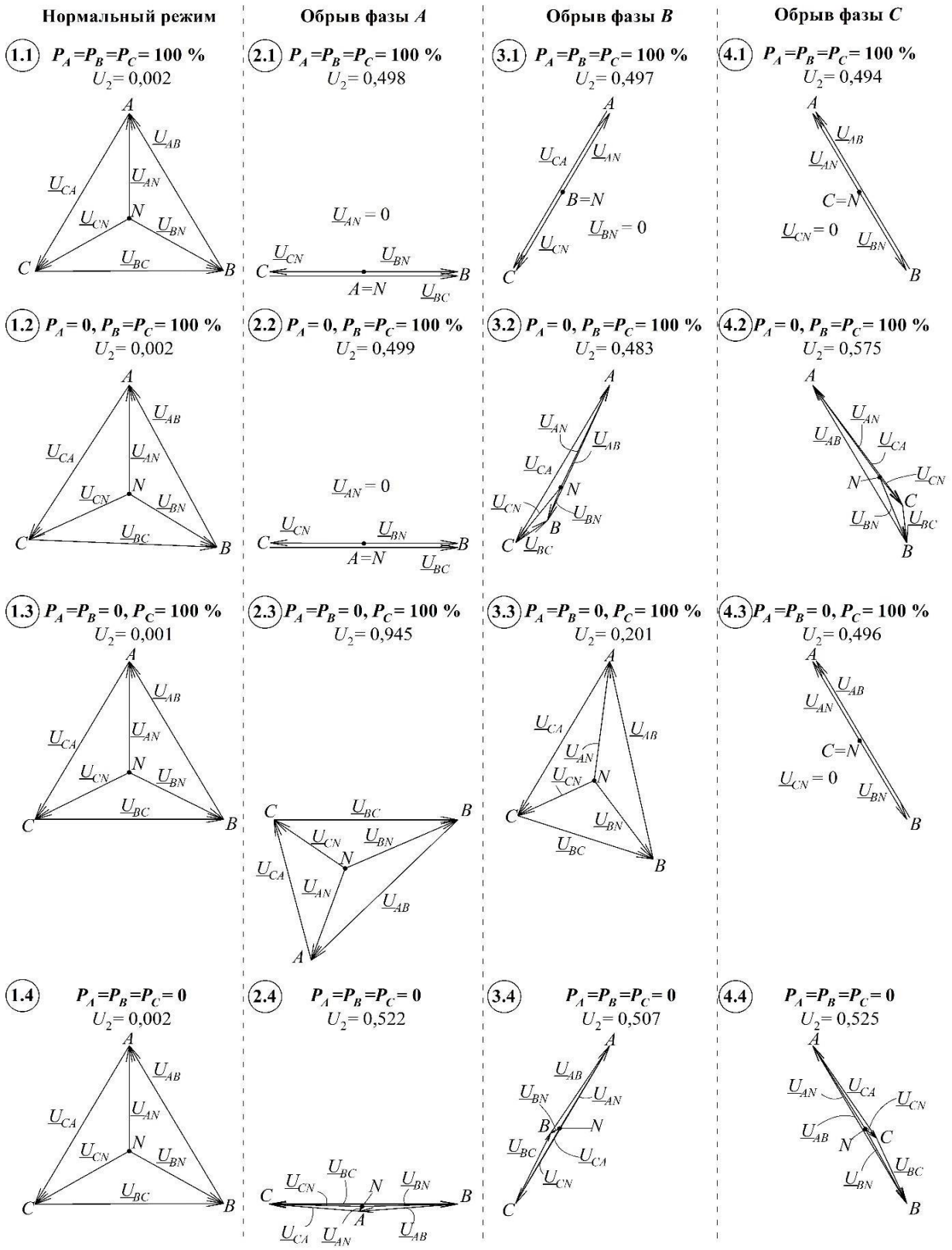
Бұдан шығатыны, ақпараттық параметрді таңдаған кезде 2-ші нүктеде нөлдік тізбектегі кернеуді немесе 2, 3, 4-ші нүктелердегі кері тізбектегі кернеуді қолданған жөн. Қорғаныс қондырғысын таңдағанда, орнату және техникалық қызмет көрсету үшін сенімді, қарапайым және арзан схемаларға артықшылық беру керек. Төмендететін трансформатордың төменгі кернеу жағында (3-ші нүктеде) қорғаныс құрылғыларын арнайы келісетін құрылғыларсыз, атап айтқанда кернеу трансформаторларынсыз ұйымдастыруға болады, яғни олар құрылымдық жағынан оңайырақ. Осыған байланысты қорғаныс құрылғысын орнату орны таңдалды – 3 – нүкте, ал қорғауды құру үшін ақпараттық параметр ретінде-U2 кернеуі.

5-суретте нүктедегі кернеулерді зерттеудің егжей – тегжейлі нәтижелері келтірілген 3-төрт жұмыс режиміндегі кернеулердің векторлық диаграммалары (желінің қалыпты жұмыс режимі және А, В және С ВЛ-10 кВ фазалық сымның үш үзіліс режимі). Әр режимде асимметриялық және симметриялық жүктемелердің төрт шекті нұсқасы қарастырылды. КМ нәтижелері бойынша салынған векторлық диаграммалар ЭЖО эксперименттері кезінде алынған векторлық диаграммалармен сәйкес келетінін ескеріңіз.

1-кестеде компьютерлік және физикалық модельдерде, сондай-ақ тәжірибелі электр желісінде жүргізілген зерттеулерде алынған Y/un және 天/un орамаларын қосудың әртүрлі схемалары бар төмендететін трансформаторлары бар 3-нүктедегі кері тізбектегі кернеуді зерттеудің жиынтық деректері келтірілген. Нәтижелер сапалы ғана емес, сонымен қатар жақсы сандық сәйкестікті де көрсетті.

Зерттеу деректері мыналар туралы қорытынды жасауға мүмкіндік берді: зерттеу нәтижелері тәжірибелік электр желісінде алынған эксперименттік деректермен сәйкес келетін компьютерлік және физикалық модельдердің дұрыс құрылысы; U2 кернеуінің 3-нүктедегі өзгеруін одан әрі талдау үшін компьютерлік модельдеу нәтижелерінің жарамдылығы; зерттеу нәтижелерінің төмендеткіш трансформатор орамаларының қосылу схемасынан тәуелсіздігі. Осыған байланысты одан әрі зерттеулер y/un орамаларын қосу схемасы бар трансформатормен жүргізілді.

Қорғаныс құрылғысының жұмысын бағалау үшін желі режимдерінің, зақымдану орнының өзгеруінің және желі параметрлерінің U2-ге әсері туралы зерттеулер жүргізілді. Зақымдалған жердің немесе желі параметрлерінің өзгеруі U2 нәтижелеріне шамалы әсер ететіні анықталды.



4 – сурет-ЭЖО эксперименттері кезінде алынған күш трансформаторының НН жағындағы кернеулердің векторлық диаграммалары

1-кесте-компьютерлік (КМ) және физикалық (ФМ) модельдердегі және тәжірибелік электр желісіндегі (ЭЖЖ)U_2 кернеуін зерттеу нәтижелері

ӘЖ жұмыс режимі-10 кВ	Фазалық жүктеме, %			Кері кернеу U_2 тізбегі, о. е.				
				трансформатор орамаларының қосылу тобында Y/YH-0			трансформатор орамаларының қосылу тобында Δ/YH-11	
	PA	*PB*	*PC*	КМ	ФМ	ОЭС	КМ	ФМ
Қалыпты	100	100	100	0	0,009	0,002	0	0,004
	0	100	100	0,004	0,019	0,002	0,004	0,016
	0	0	100	0,003	0,015	0,001	0,003	0,013
	0	0	0	0	0,008	0,002	0	0,005
А Фазалық сымның үзілуі	100	100	100	0,497	0,426	0,498	0,497	0,471
	0	100	100	0,497	0,447	0,499	0,679	0,618
	0	0	100	0,950	0,741	0,945	0,616	0,617
	0	0	0	0,500	0,515	0,522	0,500	0,503
В Фазалық сымның үзілуі	100	100	100	0,497	0,487	0,497	0,497	0,477
	0	100	100	0,489	0,371	0,483	0,478	0,335
	0	0	100	0,525	0,242	0,201	0,498	0,500
	0	0	0	0,500	0,505	0,507	0,500	0,513
С Фазалық сымның үзілуі	100	100	100	0,497	0,549	0,494	0,497	0,500
	0	100	100	0,572	0,670	0,575	0,499	0,514
	0	0	100	0,500	0,564	0,496	0,515	0,403
	0	0	0	0,500	0,502	0,525	0,500	0,491

Жоғарыда 10/0,38 кВ электр желісінің төрт жұмыс режимін зерттеу сипатталған (қалыпты режим және 380 В тұтынушылардың фазалық асимметриясы өзгерген кезде ӘЖ-10 кВ фазалық сымының кезектесіп үзілуі), оны қорғау құрылғысы негізгі режимдер ретінде нақты анықтауы тиіс. Алайда, желіні пайдалану кезінде әртүрлі зақымданулармен байланысты басқа режимдер болуы мүмкін. Желінің зақымдануы жеке оқиғалар ретінде пайда болуы мүмкін, мысалы, тек 10 кВ немесе 380 В желісінде немесе оқиғалар бір уақытта болуы мүмкін.

2-кестеде КМ, ФМ және ЭЫҰ-дағы зерттеулер нәтижесінде алынған 10/0,38 кВ электр желісінің он жеті жұмыс режимі үшін U_2 кернеуінің минималды және максималды мәндері келтірілген.

6-суретте он жеті режимдегі мүмкін U_2 кернеу мәндерінің диапазондары көрсетілген. Сол суретте ені 0,05–0,17 о.е. белгілердің қолданылу аймағы көрсетілген $E_{уст.}$ = 0,1 о. е.

Біз желінің әртүрлі режимдерінде қорғаныс құрылғысын пайдалану мүмкіндігін талдаймыз.

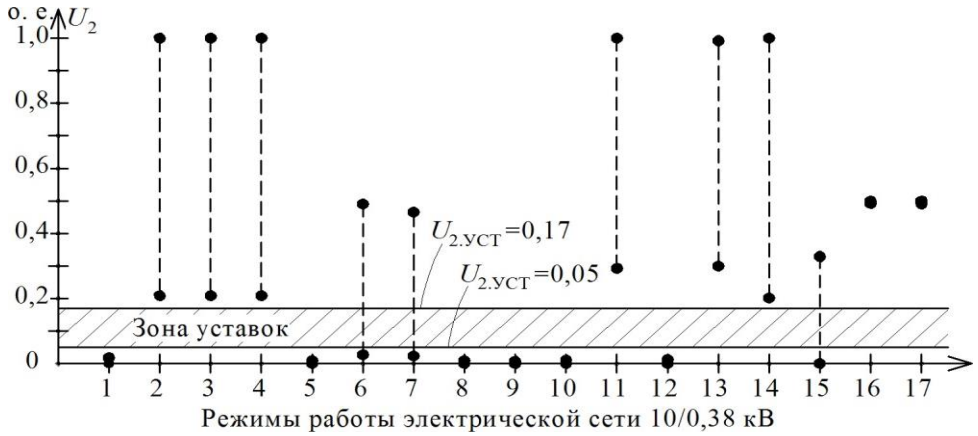
1 1, 5, 8-10 режимдері U_2 кернеуі 0,019 о. е. аспайтын ӘЖ-10 кВ үшін қалыпты режимдерге жатады, бұл мәннен аз U_2 нүктелері.Ауызша, яғни режим дұрыс анықталады (қорғаныс құрылғысы дұрыс жұмыс істейді).\

2-кесте – электр желісінің әртүрлі жұмыс режимдеріндегі U_2 шекаралық мәндері

Режим нөмір	ӘЖ-10 кВ режимі	ӘЖ режимі-380 В	Құрал	U_{2min}, о.е.	U_{2max}, о.е.
1	НР	НР	КМФМ ОЭС	0 0,008 0,001	0,009 0,019 0,002
2–4	ОФ	НР	КМФМ ОЭС	0,301 0,242 0,201	1,0 0,741 0,945
5	НР	К(1)	КМ	0	0,009
6	НР	К(2)	КМ	0,025	0,496
7	НР	К(1,1)	КМ	0,022	0,467
8	НР	ОФ	КМ	0	0,009
9	НР	Екі фазалық үзіліс	КМ	0	0,007
10	НР	ОНП	КМ	0	0,011
11	ОФ	Режимдер 5, 8–10	КМ	0,291	1,0

2-кесте жалғасы

Режим нөмірі	ӘЖ-10 кВ режимі		ӘЖ режимі-380 В	Құрал	$U_{2min,o.e.}$	U_{2max}, о.е.
12	ОЗЗ		Режимдер 1–5, 8–10	КМ	0	0,012
14	ОФ+ОЗЗ со стороны потребителя		Режимдер 1–5, 8–10	КМ	0,201	1,0
15	ОФ+ОЗЗ с двух сторон при *R*ЗАМ	10 Ом	Режимдер 1–5, 8–10	КМ	0	
		100 Ом		КМ	0	
		1000 Ом		КМ	0,301	
16, 17	К$^{(2)}$, ДЗЗ		Режимдер 1–5, 8–10		КМ	0,491



5-сурет - U_2 кернеуінің мүмкін болатын шекті мәндері 10/0, 38 кВ электр желісіндегі әртүрлі режимдерде

ӘЖ-380 В екі фазалы КЗ немесе екі фазалы КЗ нөлдік сымға (6, 7 режимдер) пайда болған кезде U_2 кернеуі U_2 мәнінен асып кетуі мүмкін.Ауызша. 380 В желісіндегі мұндай зақымданулар ӘЖ-380 В басында орнатылған қорғаныстармен секундтың бірнеше үлесінен бірнеше секундқа дейін ажыратылуы тиіс. ӘЖ-10кВ қорғаныс құрылғысы осы зақымдарға жауап бермеуі үшін, ӘЖ-380В қорғанысының іске қосылуына мүмкіндік беру үшін құрылғыда 10-20 секундқа созылатын уақытты сақтау қажет. Осы қосымшаны ескере

отырып, ӘЖ-10 кВ қорғаныс құрылғысы дұрыс жұмыс істеуі керек.

Ескерту. Қашықтағы қысқа тұйықталу кезінде ӘЖ-380 В қорғанысы уақыт өте келе ондаған секунд немесе одан да көп немесе бәрімен жұмыс істемейтін жағдайлар бар. Бұл жағдайда әзірленіп жатқан ӘЖ-10 кВ қорғау құрылғысы уақыт ұсталғаннан кейін іске қосылады және бүлінудің болуы туралы сигнал береді, яғни резервтік қорғау рөлін атқарады.

2-4, 11, 13, 14 режимдерінде ӘЖ - 10 кВ фазалық про-су үзілген кезде U2 кернеуі U2 орнату мәнінен асады.Ауызша. Бақылай отырып, ӘЖ-10 кВ фазалық сымның үзілу критерийінің нақты іске қосылуы және қорғаныс құрылғысының дұрыс жауап беруі туралы айтуға болады.

ӘЖ-10 кВ фазалық сымы үзілген және оның екі жағынан жерге құлаған кезде (15-режим) rзам жабылу кедергісінің шамалы мәндерінде U2 кернеуі U2 орнату мәнінен аз болады.10 кВ ӘЖ қалқандары жұмыс істемейді. Қарсылық кезінде rзам ≥ 100 ОМ U2 кернеуі орнатудан үлкен болуы мүмкін және құрылғы жұмыс істейді.

12 - режимде (10 кВ желідегі жерге бір фазалы тұйықталу) U2 кернеуі орнату мәнінен аспайды, құрылғы 10 кВ желінің зақымдануының бұл түріне жауап бермейді.

10 кВ желісінде (16 және 17 режимдер) екі фазалы КЗ және жерге Қос тұйықталу кезінде U2 кернеуі көрсеткіштен асады. Егер қандай да бір себептермен ӘЖ-10 кВ зақымдануы өшірілмесе, онда ұсынылған құрылғы қалқандар 10-20 секунд уақыт өткеннен кейін іске қосылады және ӘЖ - 10 кВ авария туралы сиг-нал береді.

Жүргізілген талдау фазалық сым үзілген кезде ӘЖ-10 кВ қорғау құрылғысы 10/0,38 кВ электр желісінің қалыпты және авариялық жұмыс режимдерін дұрыс бөліп көрсетуі тиіс екенін көрсетті. Мұнда құрылғы белгілі бір жағдайларда ғана дұрыс жұмыс істейді.

Фазалық сым үзілген кезде ӘЖ 6-10 кВ белгілі қорғаныстарының жіктелуі жүргізілді:

- 6-10 кВ ӘЖ қорғанысын құру үшін режимдік параметрлердің мынадай негізгі түрлері пайдаланылады: жерге қатысты фазалардың желілік кернеулері мен кернеулерінің өзгеруі; электр желісінің кернеулері мен токтарында кері және нөлдік құрамдас бөліктердің өзгеруі; өзге де Параметрлер;

– 6-10 кВ ӘЖ жұмыс режимдерін анықтау үшін функционалдық блоктардың мынадай негізгі түрлері пайдаланылады: кері және нөлдік реттілік кернеулерінің бастапқы сыйымдылық және индуктивтік сүзгілері, 6-10 кВ ӘЖ - ге Орнатылатын ток өлшегіштер; қайталама тізбектерде Орнатылатын кері және нөлдік реттілік кернеулерінің қайталама сүзгілері; режимді талдаудың логикалық схемалары.

6-10 кВ ӘЖ қорғанысын жеке дәстүрлі қорғаныс құрылғыларының көмегімен құруға болады. Интеллектуалды электр желілерінің (Smart Grid) дамуымен 6-10/0,4 кВ кернеуі бар трансформаторлық қосалқы станциялар төменгі кернеу жағында Орнатылатын электр энергиясын релелік қорғау, автоматика және есепке алудың интеграцияланған құрылғыларымен

жабдықталғанда, оның ішінде Токтар мен кернеулерді сандық өлшеуді және электр энергиясының микропроцессорлық есептегіштері енгізіліп, электр энергиясы бойынша ақпарат беріледі диспетчерлік пунктке байланыс арналарына. Сондықтан 6-10 кВ ӘЖ қорғау құрылғысын оның бағдарламалық жасақтамасын тиісті түрде толықтыра отырып, электр энергиясының үш фазалы микропроцессорлық есептегішімен біріктірген жөн.

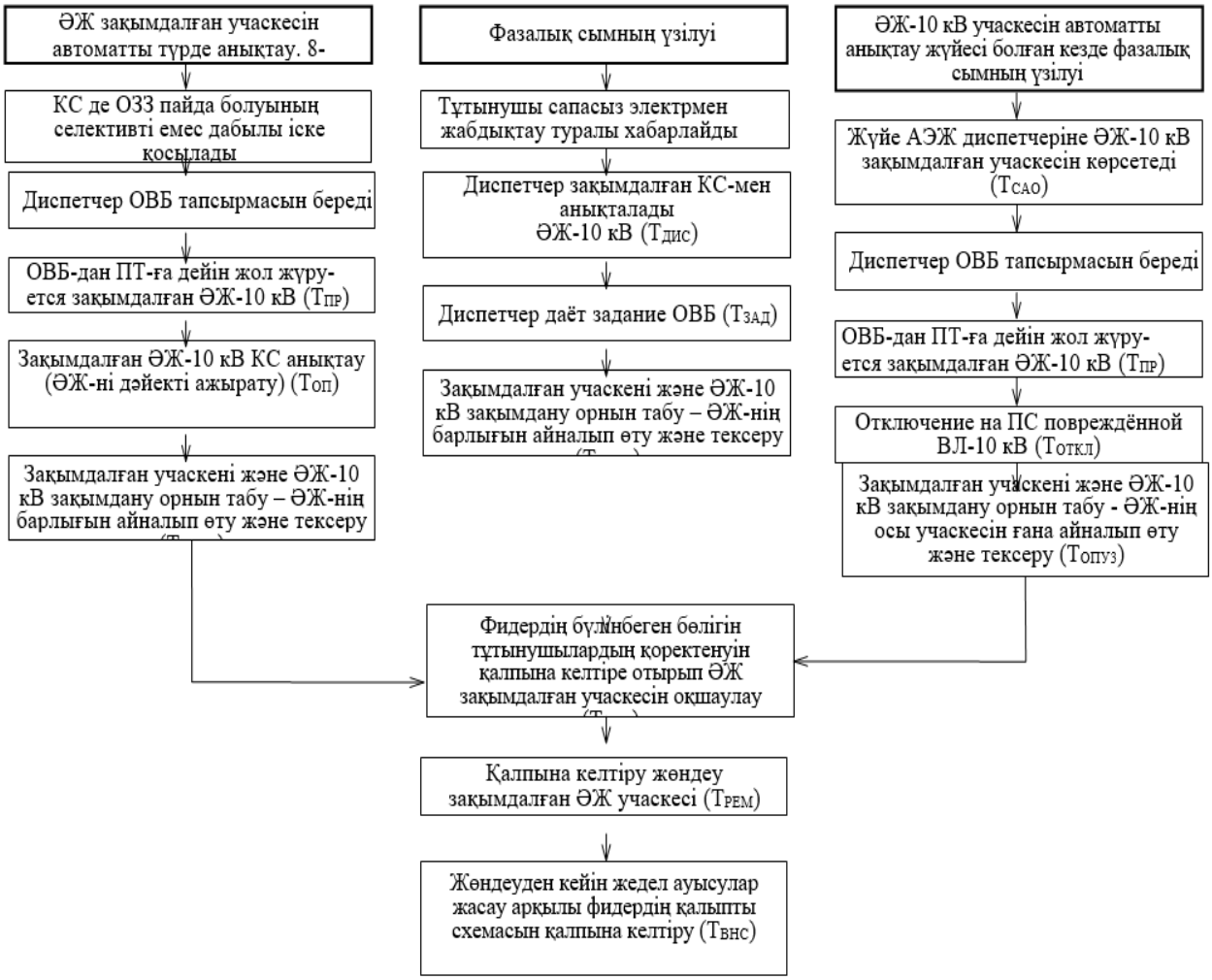
Желілік кернеулерді өлшеу блогы кіретін электр энергиясының микропроцессорлық есептегішіне қосымша блок енгізілді, ол тізбектей қосылған кері тізбектегі кернеуді есептеу блогынан, кері тізбектегі кернеу түрлендіргішінен, минималды кернеумен логикалық сигналға, кездейсоқ іске қосуды болдырмау блогынан, логикалық сигналды түрлендіру блогынан тұрады байланыс арнасының сигналына және байланыс арнасының беріліс модеміне. Байланыс арнасының таратушы модемі авариялық сигнал берудің ка-налымен байланысты және ақпаратты электр желілерінің диспетчерлік пунктіне беруді қамтамасыз етуге арналған.

Мұндай қорғаныс құрылғысы қосымша аппаратураны және арнайы келісу құрылғыларын, атап айтқанда, кернеу трансформаторларын орнатуды қажет етпейді, 380 В фазалық және желілік кернеулерді тікелей өлшейді.Қорғаныс қосалқы станциядан ТП - ға дейін орналасқан кернеуі 6-10 кВ әуе желісінің кез келген нүктесінде фазалық сымдардың үзілуіне жауап береді.

ӘЖ - 10 кВ фазалық сымы үзілген кезде қорғау құрылғысы ретінде белгілі бір функциялармен толықтырылған микропроцессорлық есептегішті пайдаланудың принципиалды мүмкіндігін көрсеткен физикалық модельде осы есептегішті пайдалана отырып, әзірленген қорғау құрылғысына сынақ жүргізілді.

Әзірленген 6-10 кВ ӘЖ қорғау құрылғысының негізінде фазалық сым үзілген ӘЖ учаскесін автоматты анықтау жүйесі (7 - сурет). Жүйенің жұмыс принципі: 6-10 кВ ӘЖ тармақтарының әрқайсысының соңында төменгі кернеу жағындағы Соңғы трансформаторлық қосалқы станцияларда қосымша функциялары бар микропроцессорлық шот - фактуралар орнатылуы керек. ӘЖ зақымдалған учаскесінің орналасқан жеріне байланысты электр желісінің диспетчеріне үзіліс орнынан кейін орнатылған бір немесе бірнеше қорғаныс құрылғыларынан сигналдар келіп түседі.

Үш нұсқа үшін фазалық сым үзілген кезде технологиялық бұзылу ұзақтығына талдау жүргізілді: ОЗЗ-дан фазалық сымның үзілуі, озз-сыз фазалық сымның үзілуі және ӘЖ-нің зақымдалған учаскесін автоматты анықтау жүйесін қолдана отырып, сымның үзілуі. 8 суретте келтірілген үш жағдай үшін зақымдануды табу және оны жою алгоритмі көрсетілген.



6- сурет - зақымдануды табу және оны жою алгоритмі

Технологиялық бұзушылықтар мен олардың құрамдас бөліктерінің ұзақтығының өзгеруін талдау көрсетілген зақымданулар кезінде ӘЖ зақымдалған учаскесін автоматты анықтау жүйесін қолдану электр қауіпті жағдайдың өмір сүру ұзақтығын орта есеппен 4 есе қысқартуға мүмкіндік беретінін көрсетті, бұл электр тогының соғу қаупін азайтады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста көрсетілген желілерде фазалық сым үзілген кезде ӘЖ қорғаудың әзірленген құрылғысын қолдану арқылы кернеуі 6-10 кВ әуе желілерін пайдалану кезінде қауіпсіздікті қамтамасыз етуден тұратын өзекті ғылыми-техникалық мәселенің жаңа шешімі ұсынылды.

Жүргізілген зерттеулер жұмыс бойынша келесі негізгі нәтижелер мен қорытындыларды тұжырымдауға мүмкіндік береді. 6-10 кВ ӘЖ техникалық сипаттамаларына және "АЖК" желілеріндегі технологиялық бұзушылықтарға талдау жүргізілді:

Әуе желілері негізінен алюминий және болат-люминий жалаң сымдармен орындалады, желілердің тек 5,1 % - ы өздігінен жүретін оқшауланған сыммен (ССП) орындалады;

Әуе желілерінің ұзындығы Дәнекерлеумен бірге 44 км – ге, ал магистральдық учаскелердің Ұзындығы-24 км-ге жетеді;

100 км желіге орташа есеппен жылына 0,702 фазалық сым үзіледі;

Жарлықтың 81%-ы 1970-1980 жылдардағы және одан бұрынғы ӘЖ 6-10 кв сымдарына тиесілі екені анықталды. Бұл ретте үзілген жеткізілімдердің 50 % - ы 77 жылға дейін Нормативтік мерзімнен артық пайдалануда болды.

Қорғау құрылғысын әзірлеу және оның құрылымы мен параметрлерін анықтау мақсатында компьютерлік модельде 6-10 кВ ӘЖ фазалық сымы үзілген кезде кернеуі 6-10/0,38 кВ электр желісінде туындайтын кернеулердің өзгерістерін зерттеу жүргізілді. Бұл зерттеулердің нәтижелері физикалық модельдегі, сондай-ақ кернеуі 10/0,38 кВ тәжірибелі электр желісіндегі эксперименттермен расталды.

6-10 / 0,38 кВ электр желісінің әртүрлі жұмыс режимдеріндегі симметриялық құрамдас кернеулердің өзгеру заңдылықтары анықталды, қорғаныс құрылғысын орнату орны анықталды-6-10/0,4 кВ төмендететін трансформатордың төменгі кернеу жағы, 6-10 кВ кернеу кернеуінің үзілуін анықтау үшін ақпараттық параметр ретінде таңдалды.

Төменгі жағында орнатылған фазалық сымның үзілуін анықтау функциясы бар электр энергиясының микропроцессорлық есептегіштері бар фазалық сымның үзілуі болған 6-10 кВ ӘЖ ағынын автоматты түрде анықтауға мүмкіндік беретін жүйе әзірленді.

Фазалық сымның үзілуімен ӘЖ учаскесін автоматты түрде анықтаудың әзірленген жүйесін қолдану ӘЖ үзілу орнын іздеу уақытын, зақымдалған учаскенің кернеуде болу уақытын, демек, электр қауіпті жағдайдың болу ұзақтығын азайтуға мүмкіндік береді, бұл жедел-көшпелі бригадалар персоналының еңбек жағдайларын жақсартуға және адамдар мен жануарлардың электр тогының соғу қаупін азайтуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Электрическая часть электростанций и подстанций Б.Н. Неклепаев 2-е издание – М.: Энергоатомиздат, 1986г.

2 Электрическая часть электростанций и подстанций Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков М.: Энергоатомиздат, 1989г.

3 Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г.Барыбина и др.-М.: Энергоатомиздат, 1990,- 576с.

4 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию -: В 2т. / под ред. А.А.Федорова.-М.: Энергоатомиздат, 1986,-568с.

5 Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: Уч. пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1987,-368с.

6 Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Учеб. пособие для энергоэнергетических специальностей вузов / Под ред. Б.Н. Неклепаева - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1978, - 456с.

7 Инструкция по проектированию силового и осветительного оборудования промышленных предприятий.СН РК 4.04-19-2003 - Астана, 2004год.

9 Справочник по электроустановкам промышленных предприятий / под ред. Я.М.Болыпмана-М.: Госэнергоиздат, 1963год, -719с.