

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

Рахымжанова Айчурек Бақытқызы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау
жүйесін әзірлеу

5В071800 – Электр энергетикасы

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
Энергетика және машина жасау институты
Энергетика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі PhD докторы, қауым., профессор Е.А. Сарсенбаев	« 05 » 2022 ж.
--	----------------

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
ИТОГОВЫХ РАБОТ
НАО «КазНУТУ им.К.И.Сәтбаева»
Институт энергетика
и машиностроения « 25 »

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге
тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеу»

5В071800-«Электр энергетикасы»

Орындаған
Пікір беруші
т.ғ.д., АЭЖБУ профессоры

М.А. Мустафин
« 25 » 2022 ж.



Рахымжанова А.Б.
Ғылыми жетекші
Техника ғылымдарының магистрі
лектор

Г.Ш. Тоқпеисова
« 25 » 2022 ж.



Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

С.С. Сағатжанова
Қызметі аты-жөні
« 25 » 05 2022 ж.

Алматы 2022

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Энергетика және машина жасау институты

Энергетика кафедрасы

5B071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD, қауымдастырылған

профессор

 Е.А. Сарсенбаев

«25» 01 2022 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Рахымжанова Айчүрек

Тақырыбы «6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеу»

Университет ректорының 2021 ж. «24» желтоқсанындағы № 489-ПӨ бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «19» мамыр 2022 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

Қосалқы станцияның бас схемасы(1-сұлба); 110кВ ашық тарату құрылғысының сұлбасы трансформаторлар саны-4, әрқайсысының қуаты 16 МВА;

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Қосалқы 110/35/6 кВ станцияның электр бөлімін есептеу;

ә) 6-10 кВ кабельдік желілердің бір фазалы жерге тұйықталу кешенді көпфункционалды қорғанысының құрылымы;

б) ЖГ - Жогары гармоникаларды абсолютті өлшеу;





Сызбалық материалдар тізімі: Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 7 атау

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қосалқы 110/35/6 кВ станцияның электр бөлімі	28.03.22	Ескерту жоқ
Қосалқы станцияның принциптік және анықтаушы сұлбалары	12.04.22	Ескерту жоқ
6-10 кВ кабельдік желілердің бір фазалы жерге тұйықталу кешенді көпфункционалды қорғанысының құрылымы	16.05.22.	Ескерту 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
Қосалқы 110/35/6 кВ станцияның электр бөлімі	Техника ғылымдарының магистрі Лектор Г.Ш.Тоқпеисова	10.05.22	
Қосалқы станцияның принциптік және анықтаушы сұлбалары	Техника ғылымдарының магистрі Лектор Г.Ш.Тоқпеисова	10.05.22	
6-10 кВ кабельдік желілердің бір фазалы жерге тұйықталу кешенді көпфункционалды қорғанысының құрылымы	Техника ғылымдарының магистрі Лектор Г.Ш.Тоқпеисова	12.05.22.	
Норма бақылау	Ә.О.Бердібеков сениор-лектор	20.05.2022	

Ғылыми жетекші _____

Г.Ш.Тоқпеисова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы
Күні

А.Б.Рахымжанова

« 07 » 02 2022 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс 6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеу мақсатында 110/35/6 кВ қосалқы станциясы үшін жобалық шешімдерді жетілдірулер жүргізілді. Жұмыста қосалқы стансаның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және коммутациялық құрылғылар таңдалған. Бұл жұмыстың мақсаты 6-10 кВ өнеркәсіптік және қалалық электрмен жабдықтау кабель желілерінің бір фазалы жерге тұйықталудан сандық кешенді көпфункционалды қорғанысын әзірлеу болып табылады

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе проведены доработки проектных решений для подстанции 110/35/6 кВ с целью разработки системы защиты от однофазных замыканий на землю для кабельных линий 6-10 кВ. В работе выбраны принципиальная схема подстанции, силовые установки и коммутационные устройства. Целью данной работы является разработка цифровой комплексной multifunctionальной защиты кабельных линий промышленного и городского электроснабжения 6-10 кВ от однофазных замыканий на землю.

ANNOTATION

This thesis in order to develop a single-phase grounding protection system for 6-10 KV cable networks, improvements were made to design solutions for the 110/35/6 KV substation. The work selected the basic scheme of the substation, power plants and switching devices. The purpose of this work is to develop a digital complex multifunctional protection against single-phase grounding of cable networks of industrial and urban power supply of 6-10 KV.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	6
1	Қосалқы 110/35/6 кВ станцияның электр бөлімі	8
1.1	Қосалқы станцияның принциптік және анықтаушы сұлбалары	8
1.2	Электр қондырғыларын таңдау	16
1.3	Қысқа тұйықталу тогын есептеу	21
1.4	Өлшеуіш ток және кернеу трансформаторларын таңдау	24
2	6-10 кВ кабельдік желілердің ОЗЗ-дан кешенді көпфункционалды қорғанысының құрылымы	26
2.1	ЖГ - Жоғары гармоникаларды абсолютті өлшеу	27
2.2	Әртүрлі бейтарап режимдері бар 6-10 кВ кабельдік желілер	33
2.3	Компенсацияланған және компенсацияланбаған 6-10 кВ кабельдік желілер	34
	Қорытынды	39
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	41

КІРІСПЕ

Қалалық және өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйелерінде электр энергиясының негізгі бөлігі тұтынушыларға кернеуі 6-10 кВ кабельдік желілер арқылы таратылады. мұндай желілерде зақымданудың басым түрі (зақымданудың жалпы санының 75-90%) және көбінесе авариялардың негізгі себебі бір фазалы жерге тұйықталу (бір фазалы жерге тұйықталу) болып табылады. ОЗЗ-ның ең қауіпті түрі-доғалық үзік-үзік тұйықталу бір фазалы жерге тұйықталу, бүкіл электрлік байланысқан желідегі зақымдалмаған фазаларда асқын кернеулермен бірге жүреді. Оқшаулаудың зақымдануының дамуының бастапқы кезеңінде кабельдік желілердегі барлық ОЗЗ-ның 80-90% - на дейін доғалық үзік-үзік сипатта болады, ал оларға ілесіп жүретін өтпелі процестер зақымданудың осы түрінен қорғау құрылғыларының селективтілігі мен жұмыс істеу орнықтылығына (техникалық жетілуіне) айтарлықтай әсер етеді. Сонымен қатар, зақымдану орнын анықтау және оны жою жылдамдығы, демек, тұтынушыларды электрмен жабдықтаудың сенімділік көрсеткіштері бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау құрылғыларының жұмыс істеу тиімділігіне байланысты.

Алайда, мәселе тек бір фазалы жерге тұйықталудан қорғаудың селективтілігі мен сезімталдығының жеткіліксіздігінде ғана емес. бір фазалы жерге тұйықталу кезінде желіні қауіпті шамадан тыс жүктемелерден және зақымдалған элементтен, ең алдымен электр қозғалтқыштарынан, доғаның тогымен айтарлықтай зақымданудан, зақымдалған қосылымды өшіру арқылы ғана қорғауға болады. Сондықтан, 6-10 кВ кабельдік желілердің сенімділігін арттыру және тұтынушыларды электрмен жабдықтау құралы ретінде ОЗЗ-дан қорғаудың тиімділігі оның селективтілігі мен сезімталдығымен ғана емес, сонымен қатар желі мен зақымдалған элемент үшін қауіпті және қауіпті емес ОЗЗ түрлерін тану және ең тиімді әдісті автоматты түрде таңдау қабілетімен де анықталады (сигнал немесе өшіру).

Қазіргі уақытта қолданылатын бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау құрылғыларын орындау мұндай қасиеттерге ие емес. Нейтралды жерге қосудың әртүрлі режимдерімен жұмыс істейтін 6-10 кВ кабельдік желілер үшін көрсетілген қасиеттері бар бір фазалы жерге тұйықталудан қорғауды тек көп функциялы тәсіл - тұрақты режимнің құрамдас бөліктерін де, жерге ауыстырудың өтпелі процесін де қолдануға негізделген зақымданудың осы түрінен сандық қорғау функцияларын бірлесіп қолдану негізінде жасауға болады. Ұсынылатын бір фазалы жерге тұйықталудан көпфункционалды қорғаудың кешенділігі жеке қорғау функцияларының өлшеу деңгейінде өзара әрекеттесуін (мысалы, бір қорғау функциясының өлшеу бөлігін басқасының жұмыс істеуі үшін пайдалану) және логикалық (мысалы, екіншісі іске қосылған кезде қорғау функцияларының бірін бұғаттау) бөліктерін, сондай-ақ бір фазалы жерге тұйықталудың қауіпті түрлерін тану блогын, сондай-ақ желі үшін ең тиімдісін және зақымдалған қорғау әрекеті тәсілінің элементтері.

Жалпы жағдайда қаралатын проблеманың кешенді шешімі сондай-ақ бір фазалы жерге тұйықталу орнын (аймағын) айқындау функциясын қамтуға тиіс. Бұл мәселені шешу жұмыста қарастырылмайды және одан әрі зерттеу тақырыбын құрауы керек.

Сондай - ақ, бір фазалы жерге тұйықталудан қорғаудың тиімділігін арттыруға арналған кешенді көпфункционалды тәсіл бір фазалы жерге тұйықталудан қорғаудың селективтілігі туралы қолданыстағы тұжырымдаманы кеңейту қажеттілігін білдіреді (Федосеев А.М.).

Бұл жұмыстың мақсаты 6-10 кВ өнеркәсіптік және қалалық электрмен жабдықтау кабель желілерінің бір фазалы жерге тұйықталудан сандық кешенді көпфункционалды қорғанысын әзірлеу болып табылады

ОЗ сорттарын тану және осы негізде ең тиімді әрекет ету әдісін (сигнал немесе өшіру) автоматты түрде таңдау мүмкіндігін қамтамасыз ету.

Зерттеудің негізгі міндеттері. Қойылған мақсатқа жету үшін жұмыста келесі негізгі міндеттер шешіледі:

1) Нейтралды жерге қосудың әртүрлі режимдерімен 6-10 кВ кабельдік желілердің бір фазалы жерге тұйықталудан қорғаудың қолданыстағы принциптерін, оларды қолдану шарттары мен қолдану аясын талдау.

2) 6-10 кВ кабель желілерінің бір фазалы жерге тұйықталудан сандық кешенді көпфункционалды қорғаудың функциялары мен құрылымын негіздеу, талаптарды әзірлеу.

3) Тұрақты бір фазалы жерге тұйықталу тогындағы жоғары гармоникаларды (ВГ) және оларды 6-10 кВ компенсацияланған кабельдік желілердің зақымдануының осы түрінен кешенді қорғау функцияларының құрамында ВГ -высшие гармоники (Жоғары гармоникаларды) негізінде ең жоғары ток қорғанысында қолдану ерекшеліктерін зерттеу.

4) Бір фазалы жерге тұйықталу өтпелі токтарындағы жоғары гармоникалық компоненттердің спектрін және оларды 6-10 кВ компенсацияланған және компенсацияланбаған кабель желілеріндегі зақымданудың осы түрінен мак - сималды ток қорғанысының техникалық жетілуін арттыру үшін пайдалану ерекшеліктерін зерттеу.

5) Нейтралды жерге қосудың әртүрлі режимдерімен 6-10 кВ кабель желілерінің ОЗЗ-дан сандық кешенді қорғаудың негізгі функционалдық тораптарын әзірлеу және зерттеу.

Мәселелерді шешу үшін жұмыста электр тізбектері теориясының әдістері, электр жүйелеріндегі электромагниттік өтпелі процестер, Электр тізбектерін математикалық модельдеу, Matlab бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып компьютерлерде модельдеу қолданылды.

1 Қосалқы 110/35/6 кВ станцияның электр бөлімі

1.1 Қосалқы станцияның принциптік және анықтаушы сұлбалары

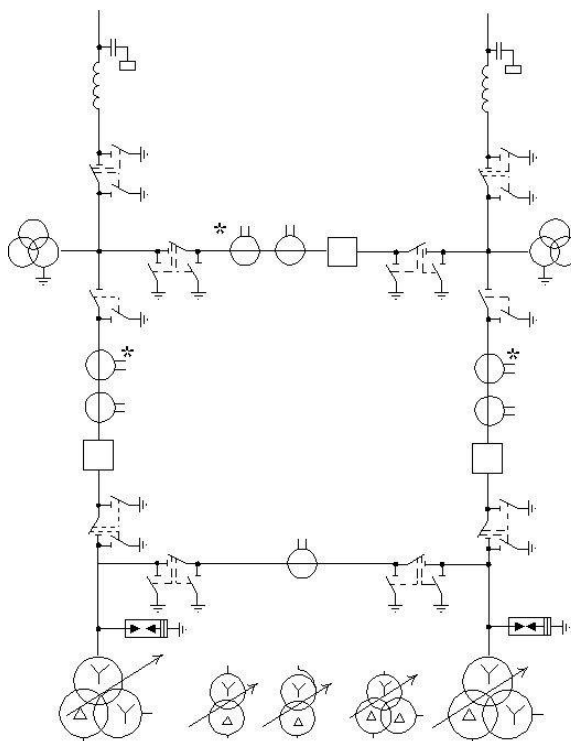
Бұл жұмыс 110/35/6 кернеулі қосалқы станциясының 6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеуі бойынша орындалды. Жұмыста қосалқы станцияның принципіалдық сұлбасы, күштік қондырғылар және коммутациялық құрылғылар таңдалады..

Қ/Ст-ның жобалаудың берілгеніне сәйкес 110/35/6 кВ –ты кернеуде ТДТН-16000/110-ВМУ1 кернеу арқылы реттелетін, қуаты 16 МВА екі 3 фазалы күштік трансформатор орнатылған (1.1 сурет).

110 кВ ашық таратқыш құрылғысының сұлбасы 110 - 4АН «трансформатор жағынан жөндеу аралық жалғауы бар» деп қабылданады.

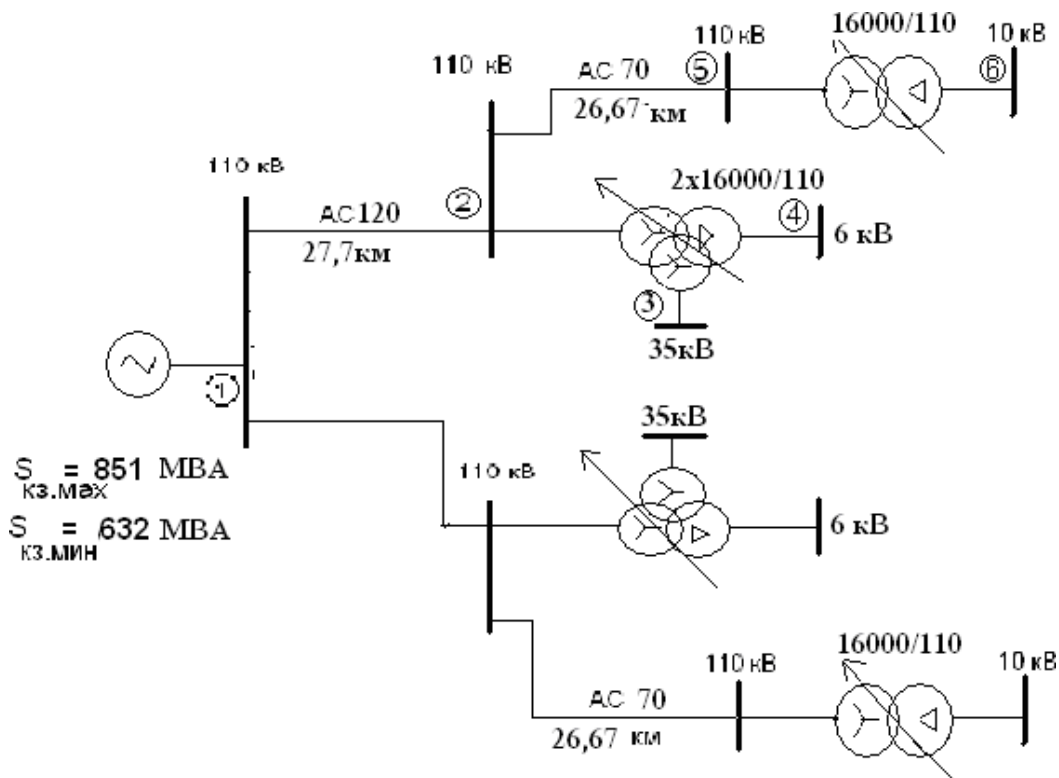
6 кВ жағындағы сұлба «ажыратқышы бар бір секциаланған шина жүйесі» деп қабылданған, сонымен қатар ортаңғы және төменгі кернеу жақтарында, 35 кВ жағында 3 фидер (әрқайсысы 2,5 МВА-дан) ал 6 кВ жағында 4 фидерден (әрқайсысы 1 МВА-дан) тұрады (1.2 сурет).

Қалыпты жағдайларда күштік трансформаторлар ЖК жағында параллель жұмыс істейді, 35 кВ және 6 кВ-ты жағындағы кернеуге бөлек. Екі трансформатордың біреусінің өшірілуі кезінде АВР 6 кВ жағында секциондық ажыратқыштың іске қосылуына жауап береді(1.2 сурет).



1.1-сурет - 110-35-6 кВ -ты қ/ст - ның қорек беретін желілер қосылғыштар арасындағы терең енгізу сұлбасы

Қалыпты күйде қосылғыштары ажыратылған. 1.2 суреттегі сұлба екі трансформаторды да бір желіге қосуға рұқсат етеді. Ол трансформатордың желісіндегі тұрақты зақымдалу басқа желіден қорек алатын жұмысын сақтауға мүмкіндік береді. Бұл сұлбада қоректеніп отырған қ/ст –ның трансформатордың қорғанысынан қысқа тұйықталумен сигналдың өшірілуін пайдалануы мүмкін.



1.2- сурет - Қосалқы станцияның сұлбасы

Бастапқы берілгендері:

110/35/6 кВ-ты “ЖЖФЗ” қосалқы станциясының жүктемесі

$$S_{кз\max} = 851 \text{ МВА}, S_{кз\min} = 632 \text{ МВА}$$

Желі 1 АС 120-27,7 км

Желі 2 АС 70-26,67 км

Трансформатор типі- ТДТН-16000/110-ВМУ1

Үшорамды трансформатордың параметрлері

$$S_{ном} = 16 \text{ МВА}, P_{кз} = 100 \text{ кВт}, U_{ном.вн} = 115 \text{ кВ}, U_{ном.сн} = 38,5 \text{ кВ}$$

$$U_{ном.нн} = 10,5 \text{ кВ}, U_{квс} = 10,5\%, U_{квн} = 17,5\%, U_{ксн} = 6,5\%$$

Жамбыл облысындағы “ЖЖФЗ” қосалқы стансасы ЖЭС-ның бір қорек көзінен: 110/35/6 кВ-та қоректенеді.

Үш фазалы қысқа тұйықталу токтарын есептеу

Энергожүйенің кедергісі берілген

$$X_{с\max} = 13,83 \text{ Ом}, X_{с\min} = 19,613 \text{ Ом}, R_{с\max} = 7,085 \text{ Ом}, R_{с\min} = 7,272 \text{ Ом}$$

110/35/6 кВ-ты қосалқы станциясының тогы және жүктемесі

$$I_{кзmax} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1max}^2 + X_{\Sigma 1max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{7,085^2 + 13,83^2}} = 4273 \text{ A}, \quad (1.1)$$

$$I_{кзmin} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1min}^2 + X_{\Sigma 1min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{7,272 + 19,613^2}} = 3174 \text{ A},$$

$$S_{кзmax} = \sqrt{3} \cdot U_{cp} \cdot I_{кзmax} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 4273 = 851 \text{ МВА}, \quad (1.2)$$

$$S_{кзmin} = \sqrt{3} \cdot U_{cp} \cdot I_{кзmin} = \sqrt{3} \cdot 115 \cdot 3174 = 632 \text{ МВА}.$$

Желінің кедергісін табу

Желі 1 АС 120-27,7 км

$$\begin{aligned} X_{л} &= X_{y\partial} \cdot L, \\ R_{л} &= R_{y\partial} \cdot L. \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$X_{y\partial} = 0,43 \text{ Ом},$$

$$X_{л1} = 0,43 \cdot 27,7 = 11,91 \text{ Ом},$$

$$R_{y\partial} = 0,25,$$

$$R_{л1} = 0,25 \cdot 27,7 = 6,925 \text{ Ом}.$$

Желі 1' = Желі 1

Желі 2 АС 70-26,67 км

$$X_{л} = X_{y\partial} \cdot L,$$

$$R_{л} = R_{y\partial} \cdot L,$$

$$X_{y\partial} = 0,44 \text{ Ом},$$

$$X_{л2} = 0,44 \cdot 26,67 = 11,73 \text{ Ом},$$

$$R_{y\partial} = 0,43,$$

$$R_{л2} = 0,43 \cdot 26,67 = 11,47 \text{ Ом}.$$

Желі 2' = Желі 2

Трансформатордың кедергісін есептеу

Трансформатор типі- ТДТН-16000/110-ВМУ1

Үшорамды трансформатордың параметрлері

$$S_{ном} = 16 \text{ МВА}, P_{кз} = 100 \text{ кВт}, U_{ном.вн} = 115 \text{ кВ}, U_{ном.сн} = 38,5 \text{ кВ}, U_{ном.нн} = 10,5 \text{ кВ}$$

$$U_{квс} = 10,5\%, U_{квн} = 17,5\%, U_{кчн} = 6,5\%$$

$$U_{кв} = 0,5 \cdot (U_{квс} + U_{квн} - U_{кчн}), \quad (1.4a)$$

$$U_{кч} = 0,5 \cdot (U_{квс} + U_{кчн} - U_{квн}), \quad (1.4б)$$

$$U_{кн} = 0,5 \cdot (U_{квн} + U_{кчн} - U_{квс}), \quad (1.4в)$$

$$U_{кв} = 0,5(10,5 + 17,5 - 6,5) = 10,75\%,$$

$$U_{кч} = 0,5(10,5 + 6,5 - 17,5) = -0,25 \approx 0\%,$$

$$U_{кн} = 0,5(17,5 + 6,5 - 10,5) = 6,75\%,$$

$$X_{ТВ} = \frac{U_{кв} \cdot U_{ср.ном}^2}{100 \cdot S_{ном.т}}, \quad (1.5a)$$

$$X_{ТЧ} = \frac{U_{кч} \cdot U_{ср.ном}^2}{100 \cdot S_{ном.тр}} = 0 \text{ Ом}, \quad R_{тр} = 0, \quad (1.5б)$$

$$X_{ТН} = \frac{U_{кн} \cdot U_{ср.ном}^2}{100 \cdot S_{ном.тр}}, \quad (1.5в)$$

$$X_{тр} = X_{ТВ} + X_{ТН} = 144,64 \text{ Ом}, \quad (1.5г)$$

$$X_{ТН} = \frac{6,75 \cdot (115 \cdot 10^3)^2}{100 \cdot 16 \cdot 10^6} = 55,79 \text{ Ом},$$

$$X_{ТВ} = \frac{10,75 \cdot (115 \cdot 10^3)^2}{100 \cdot 16 \cdot 10^6} = 88,85 \text{ Ом}.$$

Трансформатордың -2 кедергісін есептеу
Трансформатор 2 типі- ТДН-16000/110-У1
Екіорамды трансформатордың параметрлері
 $S_{ном} = 16 \text{ МВА}, P_{кз} = 100 \text{ кВт}, U_k = 10,5\%$

Кедергісі

$$Z_{Т2} = \frac{(U_{кв} \cdot U_{кн}) U_{ср}^2}{P_{кз} \cdot S_{ном.т}}, \quad (1.6)$$

$$R_{Т2} = \frac{P_{кз} \cdot U_{ср.ном}^2}{S_{ном.т}}, \quad (1.7)$$

$$X_{Т2} = \sqrt{Z_{Т2}^2 - R_{Т2}^2}, \quad (1.8)$$

$$Z_{T2} = \frac{10,5 \cdot (115 \cdot 10^3)^2}{100 \cdot 16 \cdot 10^6} = 86,79 \text{ Ом},$$

$$R_{T2} = \frac{100 \cdot 10^3 (115 \cdot 10^3)^2}{(16 \cdot 10^6)^2} = 5,2 \text{ Ом},$$

$$X_{TP2} = \sqrt{86,79^2 - 5,2^2} = 86,63 \text{ Ом}.$$

Түйіндердегі токтарды есептеу

Түйін 1

$$X_{\Sigma 1 \max} = X_{c1 \max} = 13,83 \text{ Ом}, R_{\Sigma 1 \max} = R_{c1 \max} = 7,085 \text{ Ом}, X_{\Sigma 1 \min} = X_{c1 \min} = 19,613 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma 1 \min} = R_{c1 \min} = 7,272 \text{ Ом}$$

Тоғы

$$I_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1 \max}^2 + X_{\Sigma 1 \max}^2}}, \quad (1.9)$$

$$I_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 1 \min}^2 + X_{\Sigma 1 \min}^2}},$$

$$I_{кз \max} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{7,085^2 + 13,83^2}} = 4273 \text{ А},$$

$$I_{кз \min} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{7,272 + 19,613^2}} = 3174 \text{ А}.$$

Түйін 2

$$X_{\Sigma 2 \max} = X_{c \max} + X_{л1},$$

$$R_{\Sigma 2 \max} = R_{c \max} + R_{л1}, \quad (1.10)$$

$$X_{\Sigma 2 \min} = X_{c \min} + X_{л1},$$

$$R_{\Sigma 2 \min} = R_{c \min} + R_{л1},$$

$$\begin{aligned}
X_{\Sigma 2 \max} &= 13,83 + 11,91 = 25,74 \text{ Ом}, \\
R_{\Sigma 2 \max} &= 7,085 + 6,925 = 14,01 \text{ Ом}, \\
X_{\Sigma 2 \min} &= 19,613 + 11,91 = 31,523 \text{ Ом}, \\
R_{\Sigma 2 \min} &= 7,272 + 6,925 = 14,197 \text{ Ом}.
\end{aligned}$$

Тоғы

$$\begin{aligned}
I_{\text{кзmax}} &= \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \max}^2 + X_{\Sigma 2 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,01^2 + 25,74^2}} = 2265 \text{ А}, \\
I_{\text{кзmin}} &= \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 2 \min}^2 + X_{\Sigma 2 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,197^2 + 31,523^2}} = 1920 \text{ А}.
\end{aligned}$$

Түйін 3

$$\begin{aligned}
X_{\Sigma 3 \max} &= X_{c \max} + X_{\text{л1}} + X_{\text{м6}} + X_{\text{мс}} = 13,83 + 11,91 + 88,85 + 0 = 114,69 \text{ Ом}, \\
R_{\Sigma 3 \max} &= R_{c \max} + R_{\text{л1}} + R_{\text{м6}} + R_{\text{мс}} = 7,085 + 6,925 + 0 + 0 = 14,01 \text{ Ом}, \\
X_{\Sigma 3 \min} &= X_{c \min} + X_{\text{л1}} + X_{\text{м6}} + X_{\text{мс}} = 19,613 + 11,91 + 88,85 + 0 = 120,373 \text{ Ом}, \\
R_{\Sigma 3 \min} &= R_{c \min} + R_{\text{л1}} + R_{\text{мп1}} = 7,272 + 6,925 + 0 + 0 = 14,197 \text{ Ом}.
\end{aligned}$$

115кВ-қа келтірілген тоғы

$$\begin{aligned}
I_{\text{кзmax115}} &= \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 3 \max}^2 + X_{\Sigma 3 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,01^2 + 114,69^2}} = 575 \text{ А}, \\
I_{\text{кзmin115}} &= \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 3 \min}^2 + X_{\Sigma 3 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,197^2 + 120,373^2}} = 548 \text{ А}.
\end{aligned}$$

38,5кВ-қа келтірілген тоғы

$$\begin{aligned}
I_{\text{max.38,5}}^{(3)} &= I_{\text{max}} \frac{U_{cp}}{U_{cp}^{\delta}}, \\
I_{\text{кз.маx.38,5}}^{(3)} &= 575 \cdot \frac{115}{38,5} = 1717 \text{ А}, \\
I_{\text{min.38,5}}^{(3)} &= I_{\text{min}} \frac{U_{cp}}{U_{cp}^{\delta}} = 548 \cdot \frac{115}{38,5} = 1637 \text{ А}.
\end{aligned} \tag{1.11}$$

Түйін 4

$$X_{\Sigma 4 \max} = X_{c \max} + X_{\lambda 1} + X_{mp1} = 13,83 + 11,91 + 144,64 = 170,38 \text{ Ом},$$

$$R_{\Sigma 4 \max} = R_{c \max} + R_{\lambda 1} + R_{mp1} = 7,085 + 6,925 + 0 = 14,01 \text{ Ом},$$

$$X_{\Sigma 4 \min} = X_{c \min} + X_{\lambda 1} + X_{mp1} = 19,613 + 11,91 + 144,64 = 176,163 \text{ Ом},$$

$$R_{\Sigma 4 \min} = R_{c \min} + R_{\lambda 1} + R_{mp1} = 7,272 + 6,925 + 0 = 14,197 \text{ Ом}.$$

Тоғы

$$I_{кз \max 115} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 4 \max}^2 + X_{\Sigma 4 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,01^2 + 170,38^2}} = 388 \text{ А},$$

$$I_{кз \min 115} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 4 \min}^2 + X_{\Sigma 4 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{14,197^2 + 176,163^2}} = 376 \text{ А}.$$

6,3 кВ-қа келтірілген тоғы

$$I_{\max .6,3}^{(3)} = I_{\max} \frac{U_{cp}}{U_{cp}^{\delta}} = 388 \cdot \frac{115}{6,3} = 7082 \text{ А},$$

$$I_{\min .6,3}^{(3)} = I_{\min} \frac{U_{cp}}{U_{cp}^{\delta}} = 376 \cdot \frac{115}{6,3} = 6863 \text{ А}.$$

Түйін 5

$$X_{\Sigma 5 \max} = X_{c \max} + X_{\lambda 1} + X_{\lambda 2} = 13,83 + 11,91 + 11,73 = 37,47 \text{ Ом},$$

$$R_{\Sigma 5 \max} = R_{c \max} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} = 7,085 + 6,925 + 11,47 = 25,48 \text{ Ом},$$

$$X_{\Sigma 5 \min} = X_{c \min} + X_{\lambda 1} + X_{\lambda 2} = 19,613 + 11,91 + 11,73 = 43,253 \text{ Ом},$$

$$R_{\Sigma 5 \min} = R_{c \min} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} = 7,272 + 6,925 + 11,47 = 25,667 \text{ Ом}.$$

Тоғы

$$I_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 5 \max}^2 + X_{\Sigma 5 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{25,48^2 + 37,47^2}} = 1465 \text{ А},$$

$$I_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 5 \min}^2 + X_{\Sigma 5 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{25,667^2 + 43,253^2}} = 1320 \text{ А}.$$

Түйін 6

$$X_{\Sigma 6 \max} = X_{c \max} + X_{\lambda 1} + X_{\lambda 2} + X_{mp2} = 13,83 + 11,91 + 11,73 + 86,63 = 124,1 \text{ Ом},$$

$$R_{\Sigma 6 \max} = R_{c \max} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{mp2} = 7,085 + 6,925 + 11,47 + 5,2 = 30,68 \text{ Ом},$$

$$X_{\Sigma 6 \min} = X_{c \min} + X_{\lambda 1} + X_{\lambda 2} + X_{mp2} = 19,613 + 11,91 + 11,73 + 86,63 = 129,883 \text{ Ом},$$

$$R_{\Sigma 6 \min} = R_{c \min} + R_{\lambda 1} + R_{\lambda 2} + R_{mp2} = 7,272 + 6,925 + 11,47 + 5,2 = 30,867 \text{ Ом}.$$

115кВ-қа келтірілген тогы

$$I_{кз \max} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 6 \max}^2 + X_{\Sigma 6 \max}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{30,68^2 + 124,1^2}} = 519 \text{ А},$$

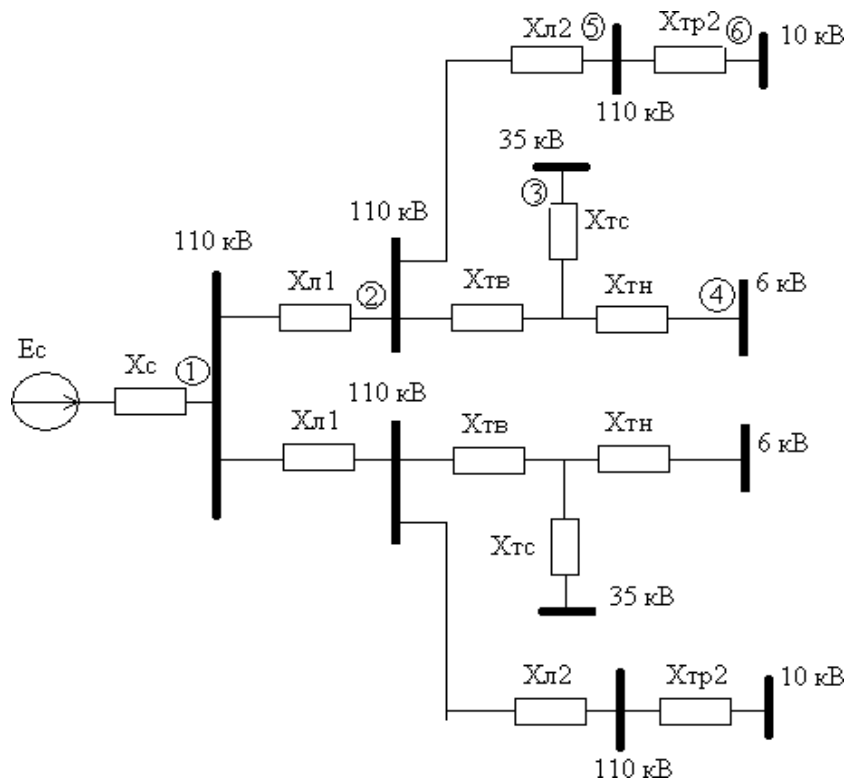
$$I_{кз \min} = \frac{U_{cp}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{\Sigma 6 \min}^2 + X_{\Sigma 6 \min}^2}} = \frac{115 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{30,867^2 + 129,883^2}} = 497 \text{ А}.$$

10,5кВ-қа келтірілген тогы

$$I_{\max .10.5}^{(3)} = I_{\max} \frac{U_{cp}}{U_{cp}^{\delta}} = 519 \cdot \frac{115}{10,5} = 5684 \text{ А},$$

$$I_{\min .10.5}^{(3)} = I_{\min} \frac{U_{cp}}{U_{cp}^{\delta}} = 497 \cdot \frac{115}{10,5} = 5443 \text{ А}.$$

Алмастыру схемасын құрастырамыз.(1.3 сурет)



1.3-сурет - тура реттік орын басу сұлбасы

1.2 Электр қондырғыларын таңдау

- 6-10 кВ кабель желілеріндегі барлық ОЗЗ түрлері үшін зақымдалған қосылысты анықтауды ғана емес, сонымен қатар оларды тануды қамтамасыз ететін әртүрлі бейтарап жерлендіру режимдерімен 6-10 кВ кабель желілерінің ОЗЗ– дан кешенді көп функционалды қорғаудың құрылымы, функциялары мен принциптері.

- Желі үшін қауіпті және зақымдалған ОЗЗ элементі кезінде ажыратуға және тікелей қауіп төндірмейтін тұйықталу кезіндегі сигналға қорғаудың бөлек әрекетін қамтамасыз ететін әртүрлі бейтарапты жерге қосу режимдері бар кабельдік желілердегі доғалық ОЗЗ сорттарын тану алгоритмдері.

- Тұрақты ОЗЗ токтарындағы ВГ тұрақсыздығының ең төменгі деңгейі мен дәрежесін бағалау үшін 6-10 кВ компенсацияланған кабельдік желілердің математикалық имитациялық және жеңілдетілген аналитикалық модельдері.

- Бастапқы Ток бойынша ВГ негізіндегі максималды ток қорғанысының сезімталдығына қойылатын талаптарды анықтауға және 6-10 кВ компенсацияланған кабельдік желілердің әртүрлі объектілерінде олардың ықтимал қолданылу саласын бағалауға мүмкіндік беретін тұрақты ОЗЗ тогындағы ВГ Имитациялық модельдеріндегі зерттеу нәтижелері.

- ЖГ негізінде және доғалы үзік ЖҚК кезінде Өнеркәсіптік жиілік құрамдастары негізінде ОЗЗ-дан ең жоғары ток қорғаныстарының жұмыс істеуінің динамикалық тұрақтылығын қамтамасыз ету және 6-10 кВ компенсацияланған және компенсацияланбаған кабельдік желілерде тұрақты тұйықталулар кезінде сезімталдықты арттыру тәсілдері

Компенсацияланбаған кабельдік желілер үшін өнеркәсіптік жиіліктің құрамдас бөліктері негізінде өтемдік кабельдік желілер және ОЗЗ-дан ең жоғары ток қорғанысы үшін ЖГ негізінде ОЗЗ-дан ең жоғары ток қорғанысының модификацияланған орындалуының бастапқы тогы бойынша тағайыншамаларды таңдау әдістемесі.

Нәтижелердің сенімділігі қабылданған болжамдардың дұрыстығымен, электр тізбектерінің классикалық теориясы мен ЭЭЖ-дегі электромагниттік өтпелі теорияның әдістерін қолданумен, аналитикалық әдістермен алынған нәтижелердің физикалық және математикалық модельдердегі зерттеу мәліметтерімен және әдеби көздерде жарияланған басқа авторлардың зерттеу нәтижелерімен, сондай-ақ бар орындалулар мен әзірленген қорғаныс құрылғыларын эксперименттік зерттеу деректерімен жинақталуымен анықталады ОЗЗ-дан.

1.2.1 Ажыратқыштарды таңдау.

МЕСТ 687-78 –қа сәйкес өшіргіштер мына шарттар бойынша таңдалады.

$$\begin{aligned}U_{ном} &\geq U_{сети,ном}; \\I_{ном} &\geq I_{норм.расч.}; \\k_n \cdot I_{ном} &\geq I_{прод.расч} = I_{раб.нб.}\end{aligned}\tag{1.11}$$

мұндағы, $U_{ном}$ – ажыратқыштың номинал кернеуі.; $U_{сети,ном}$ – желінің номинал кернеуі;
 $I_{НОМ}$ – ажыратқыштың номинал тогы;
 $I_{прод.расч}$ – номинал режимдегі есептік ток;
 k_n – ажыратқыштың мүмкін болатын жүктеменің нормаланған коэффициенті.;

$I_{прод.расч}$ – ағымдық режимдегі есептелетін ток..

Осыдан кейін ажыратқыштың өшіру қабілеті мына шарт бойынша тексеріледі.

$$\begin{aligned}I_{вкл.} &\geq I_{н.о}, \\i_{вкл} &\geq i_{уд.} = k_{уд.} \cdot I_{н.о} \cdot \sqrt{2}.\end{aligned}\tag{1.12}$$

мұндағы, $I_{ВКЛ}$ – ажыратқыштың номинал қосылу тогының периодты құраушысының бастапқы әсерлік мәні. (номинал қосылу тогын ҚТ ең үлкен мәнінде ажыратқыштың сенімді өшіру қабілеті деп түсіну керек.);

$i_{ВКЛ}$ – номинал қосылу тогының ең шыңы.

Содан соң өшірілудің симметриялық тогы тексеріледі:

$$I_{откл.ном} \geq I_{н.т},\tag{1.13}$$

мұндағы, $I_{откл.ном}$ – ажыратқыштың номинал сөндіру тогы;

$I_{ПТ}$ – ҚТ тогының периодты құраушысы, (ҚТ-ң бастапқы кезінде ажыратқыш түйіспелерінің тарау тогы);

ҚТ-ң аperiodты құраушы тогының мүмкін болу ажыратылуы келесі қатынаспен анықталады:

$$\begin{aligned}i_{а.ном} &\geq i_{а.т}, \\i_{а.ном} &= \sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \frac{\beta_{норм}}{100}.\end{aligned}\tag{1.14}$$

мұндағы, $i_{a.HOM}$ -ажыратылуудың аперидты құраушы тогының номинал мәні;

$\beta_{норм}$ -ажыратылу тогындағы аперидты құраушының нормаланған пайыздық бөлігі;

$i_{ат}$ -ҚТ тогының аперидты құраушысы, (ҚТ-ң бастапқы кезінде. ажыратқыш доға сөндіргіш түйіспелерінің тарау тогы).

Егер $I_{откл.ном} > I_{п.т}$, а $i_{a.HOM} < i_{ат}$, болса, онда толық тоқтардың шартты мәндерін салыстыру керек.

$$\sqrt{2} \cdot I_{откл.ном} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{норм}}{100} \right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{п.т} + i_{a.т} . \quad (1.15)$$

Сөндірудің есептік уақыты τ немесе $t_{откл}$ өзіндік өшірілу уақытының қосындысынан құралады: ажыратқыштың өзіндік өшірілу уақыты $t_{с.в.откл}$ мен негізгі қорғаныстың 0,01-ге тең болатын мүмкін минимал әсер ету уақыты:

$$\begin{aligned} \tau &= t_{откл} , \\ t_{откл} &= 0,01 + t_{с.в.откл} . \end{aligned} \quad (1.16)$$

Ажыратқыштың электродинамикалық тұрақтылығы ҚТ-ң шектік өтпе тогымен тексеріледі:

$$\begin{aligned} I_{пер.скв} &\geq I_{п.о} , \\ i_{пер.скв} &\geq i_{уд} . \end{aligned} \quad (1.17)$$

мұндағы, $I_{пр.скв}$ - шектік өтпе тогының периодты құраушысының бастапқы әсерлік мәні ;

$i_{пр.скв}$ - шектік өтпе тогының ең шыңы,

Термиялық тұрақтылыққа тексеру келесі түрде болады. Егер $t_{откл} < t_{тер}$ (көп кездесетін жағдай), онда тексеру шарты:

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k , \quad (1.18)$$

мұндағы, $I_{тер}$ – ажыратқыштың термиялық тұрақтылығының номинал тогы;

$t_{тер}$ - термиялық тұрақтылығының нормаланған тогының шектеулі рұқсат етілетін уақыты;

B_k – интегралдау шегі мынадай болатын Джоуль интегралы $0 \dots t_{откл}$, $кА^2 \cdot с$.

Егер W^q , онда термиялық тұрақтылыққа тексеру шарты келесідей болады:

$$I_{тер}^2 \cdot t_{тер} \geq B_k$$

Әдетте, ажыратқыштың қайта қалпына келу параметрлері бойынша тексеру жүргізілмейді, өйткені энергожүйелердің көпшілігінде ажыратқыштың түйіспелеріндегі қайта қалпына келу кернеуі сынақ шарттарына сәйкес келеді. Қайта қалпына келу кернеуінің жылдамдығын кВ/мкс тексеру қажеттілігі туындайтын болса, онда ол тек әуелік ажыратқыштар үшін іске асырылады.

Жоғарғы кернеуде ажыратқыштарды таңдау белілі методикалар бойынша жүргізіледі. 110 кВ әуелік желіге ВГТ110Б-40/2500УХЛ1 типті элегазды ажыратқыштарын таңдаймыз.

Ажыратқыштың параметрлері:

$$U_{НОМ}=110 \text{ кВ},$$

$$I_{НОМ}=2500 \text{ А};$$

$$I_{ОТКЛ.НОМ} =40 \text{ кА};$$

$$I_{ДИН}=40 \text{ кА}; I_{ДОП}=40 \text{ кА};$$

$$I_{пр.СКВ}=40 \text{ кА};$$

$$i_{пр.СКВ} =40 \text{ кА};$$

$$I_{ВКЛ}=40 \text{ кА};$$

$$I_{ВКЛ}=52 \text{ кА};$$

$$I_{Тер}=20 \text{ кА};$$

$$t_{Тер} = 3 \text{ сек};$$

$$t_{с.в.откл} =0,05 \text{ с}.$$

$$\beta_{НОМ}=25\%$$

35 кВ кабельді желіге ВБЭТ-35 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз.

Ажыратқыштың параметрлері:

$$U_{НОМ}=35 \text{ кВ},$$

$$I_{НОМ}=630 \text{ А};$$

$$I_{ОТКЛ.НОМ} =25 \text{ кА};$$

$$I_{ДИН}=63 \text{ кА};$$

$$I_{ДОП}=20 \text{ кА};$$

$$I_{пр.СКВ}=20 \text{ кА};$$

$$i_{пр.СКВ} =52 \text{ кА};$$

$$I_{ВКЛ}=20 \text{ кА};$$

$$I_{Тер}=25 \text{ кА};$$

$$t_{Тер} = 3 \text{ с};$$

$$t_{с.в.откл} =0,035 \text{ с};$$

$$\beta_{НОМ}=25\%$$

6 кВ кабельді желіге ВР6 типті вакуумды ажыратқыштарын таңдаймыз.

Ажыратқыштың параметрлері:

$$U_{НОМ}=12 \text{ кВ},$$

$$I_{НОМ}=2000 \text{ А};$$

$$I_{ОТКЛ.НОМ} =20 \text{ кА};$$

$$\begin{aligned}
I_{\text{дин}} &= 128 \text{ кА}; \\
I_{\text{доп}} &= 20 \text{ кА}; \\
I_{\text{тер}} &= 40 \text{ кА}; \\
t_{\text{тер}} &= 3 \text{ сек}; \\
t_{\text{с.в.откл}} &= 0,05 \text{ с} \\
\beta_{\text{норм}} &= 25\%
\end{aligned}$$

1.2.2 Айырғышты таңдау

Айырғышты –токтың мәні ескерілмейтін немесе токсыз электртізбегін қосып өшіруге арналған түйіспелі коммутациялы құрылғы, қауіпсіздік мақсатында түйіспелердің арасында өшіріліп тұрған жағдайда оқшаулағыш аралық болады.

Жоғарғы кернеуде айырғыштарды таңдау
Айырғыштар мына шарттар бойынша таңдалады:

$$\begin{aligned}
U_{\text{ном}} &\geq U_{\text{сети,ном}}; \\
U_{\text{ном}} &\geq U_{\text{сети,ном}}; \\
I_{\text{ном}} &\geq I_{\text{норм.расч.}}; \\
k_n \cdot I_{\text{ном}} &\geq I_{\text{прод.расч}} = I_{\text{раб.нб.}} \\
i_{\text{дин}} &\geq i_{\text{уд}}, \\
I_{\text{тер}} \cdot t_{\text{тер}} &\geq B_k \approx t_{\text{откл}} \geq t_{\text{тер}}, \\
I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{откл}} &\geq B_k \approx t_{\text{откл}} \leq t_{\text{тер}}.
\end{aligned} \tag{1.19}$$

Есептелген шарттарға байланысты жоғарғы кернеуге РДЗ.1-110||/1000Н УХЛ1 типті айырғыш таңдаймыз.

$$\begin{aligned}
U_{\text{ном}} &= 110 \text{ кВ} = U_{\text{сети,ном}} = 110 \text{ кВ}, \\
I_{\text{ном}} &= 1000 \text{ А} \cdot I_{\text{прод.расч.}} = 83,98 \text{ А}, \\
i_{\text{пред.скв.}} &= 80 \text{ кА} \cdot i_{\text{уд.махн}} = 5,3 \text{ кА}, \\
t_{\text{откл.}} &= 0,06 \text{ с} \cdot t_{\text{тер}} = 3 \text{ с}, I_{\text{тер}} = 25 \text{ кА}, \\
I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{откл.}} &= 25^2 \cdot 0,06 = 37,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \cdot B_k = 0,6 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.
\end{aligned}$$

Есептелген шарттарға байланысты ортаңғы кернеуге РДЗ.1-35||/1000Н УХЛ1 типті айырғыш таңдаймыз.

$$\begin{aligned}
U_{ном} &= 35кВ = U_{сети.ном} = 35кВ, \\
I_{ном} &= 1000А \cdot I_{прод.расч.} = 264А, i_{пред.св} \\
&= 63кА \cdot i_{уд.м.аввн} = 4,127кА, t_{откл.} = \\
0,045с \cdot t_{мер} &= 3с, I_{мер} = 25кА, \\
I_{мер}^2 \cdot t_{откл.} &= 25^2 \cdot 0,045 = 28,125кА^2 \cdot с \cdot B_{к} = 7,143кА^2 \cdot с.
\end{aligned}$$

Айырғыштар барлық шарттарды қанағаттандырады. Асқын кернеуді шектеушілерді таңдау

Қосалқы станция трансформаторын сыртқы және ішкі асқын кернеулерден қорғау мақсатында ОПН орнатамыз.

-ЖК (110 кВ) жағы: Номиналдық кернеу бойынша ОПН-II-110/70 УХЛ1, ОПН-II-110/56 УХЛ1

-ОК (35 кВ) жағы: Номиналдық кернеу бойынша ОПН-II-35 УХЛ11

-ТК (6 кВ) жағы: Номиналдық кернеу бойынша ОПН-II-6 УХЛ1

1.3 Қысқа тұйықталу тогын есептеу

1.3.1 Қысқа тұйықталу тогын есептеу

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

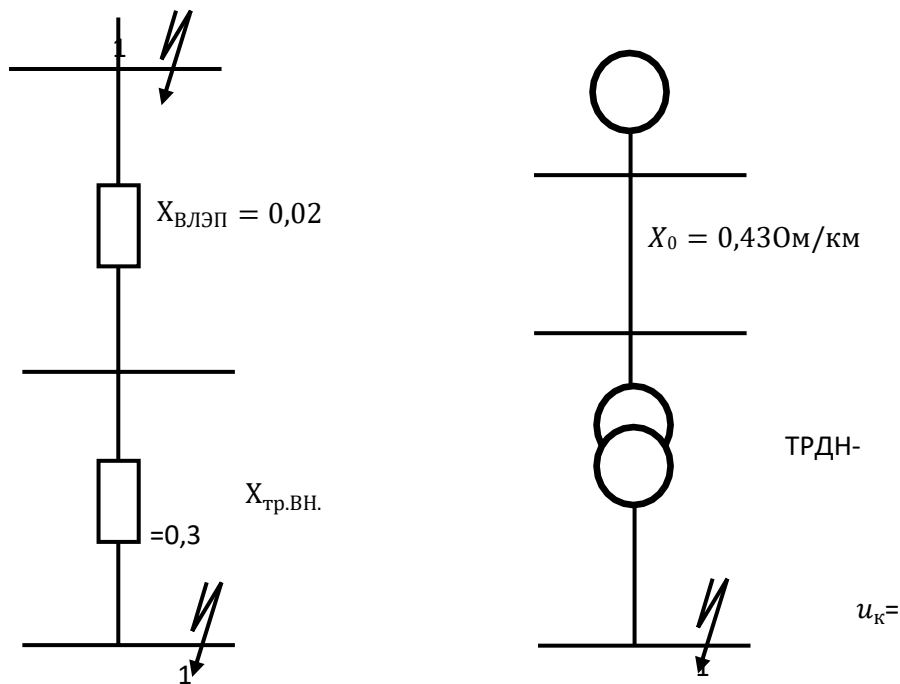
J'' - қ.т. тогының периодты құрауышының алғашқы мәні;

i_v - электр аппараттарын, оқшауламаларды, шиналарды динамикалық тұрақтылыққа тексеретін, қ.т. соққы тогы;

I_v - қ.т. бірінші кезеңіндегі электрлік аппараттарды динамикалық тұрақтылыққа тексеру үшін толық қ.т. тогының үлкен әсер ету мәні;

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

I_{∞} - электрлік аппараттарды, оқшауламаларды, шиналарды, кабельдерді термиялық тұрақтылыққа тексеру үшін орныққан қ.т. тогының әсер ету мәні;



1.4-сурет - Есептік және алмастыру сұлбасы

Салыстырмалы бірлікте базистік қуат ретінде 100 МВА аламын. Әр қадам үшін базистік кернеуім 110 және 10,5 кВ тең деп алдым. Генератор кедергісі:

$$X_{\sigma.G*} = \frac{S_{\sigma}}{S_{HG}}, \quad (1.20)$$

Трансформаторлардың кедергісі:

$$X_{T.\sigma*} = \frac{u_{к.з.}}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_{HT}}, \quad (1.21)$$

$$X_{T.\sigma*} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{100}{40} = 0,3$$

Мұндағы, $u_{к.з.}$ - трансформатордың кернеуі %;

S_{HT} - трансформатордың номинал қуаты, МВА.

Базистік ток келесі формуламен анықталады, кА:

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

Реактивті кедергіні келесідей есептейміз:

$$X_{*BL} = 5 \cdot 0,43 \cdot \frac{100}{110^2} = 0,02.$$

110 кВ торабындағы базистік ток, кА:

$$I_{\sigma} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0,52 \text{ кА}.$$

10,5 кВ торабындағы базистік ток, кА:

$$I_{\sigma} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА}.$$

К-1 нүктесіндегі қысқаша тұйықталу тогын анықтайық:

$$I_{K-1} = \frac{I_{\sigma}}{X_{рез.б*}}, \quad (1.23)$$

мұндағы, $X_{рез.б*}$ - қ.т нүктесіне дейінгі нәтижелік кедергі.

$$X_{рез.б*} = X_{б.G*} + X_{*BL} = 0,14 + 0,02 = 0,16,$$

$$I_{K-1} = \frac{I_{\sigma}}{X_{рез.б*}} = \frac{0,52}{0,16} = 3,3 \text{ кА}.$$

К-2 нүктесіндегі қысқаша тұйықталу тогын анықтаймыз:

$$X_{рез.б*} = X_{б.G*} + X_{*BL} + X_{T.б*} = 0,14 + 0,02 + 0,3 = 0,46,$$

$$I_{K-2} = \frac{I_{\sigma}}{X_{рез.б*}} = \frac{5,5}{0,46} = 12 \text{ кА}.$$

Қысқаша тұйықталудың соққы тогын анықтаймыз:

$$i_y = 3,3 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,608 = 7,5 \text{ кА},$$

$$i_y = 12 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,935 = 33 \text{ кА}.$$

1.4 Өлшеуіш ток және кернеу трансформаторларын таңдау

Кернеуі 110 кВ жақта және 10,5 кВ жинақты шинада релелік қорғаныс және өлшеуіш аспаптардың байланысы үшін трансформатор тогын таңдаймын.

Аспаптардың толық қуаты:

$$S = \sqrt{9,7^2 + 65^2} = 66 \text{ ВА}$$

Бақылау кабельдерін таңдау үшін сыртқы тораптың толық рұқсат етілетін кедергісін есептеу қажет:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{приб}} + Z_{\delta} + Z_{\text{конт}}, \text{ Ом} \quad (1.24)$$

мұндағы, $Z_{\delta} = 1,2 \text{ Ом}$ – жалғанатын сымдардың рұқсат етілетін кедергісі;
 $Z_{\text{конт}} = 0,54 \text{ Ом}$ – түйіспелердің кедергісі;
 $Z_{\text{приб}}$ – тізбектей жалғанған аспаптар мен реле орамаларының кедергілер суммасы.

$$Z_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_{\text{ном}}^2}, \text{ Ом}, \quad (1.25)$$

мұндағы, $S_{\text{приб}} = 13,5 \text{ ВА}$ аспаптардың суммарлық қуаты;
 $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$ – трансформатордың екінші орамындағы номинал ток.

$$Z_{\text{приб}} = \frac{13,5}{5^2} = 0,54 \text{ Ом},$$

$$Z_{\Pi} = 0,54 + 0,56 + 0,1 = 1,2, \text{ Ом}.$$

Бақылау сымдарының қимасы:

$$S_{\text{пров}} = \frac{\rho \cdot l_{\text{расч}}}{Z_{\Pi}}, \text{ мм}^2, \quad (1.26)$$

мұндағы, $\rho = 0,0283$ – алюминді кабельдің меншікті кедергісі;
 $l_{\text{расч}} = 75 \text{ м}$ – бір бағыттағы кабель ұзындығы.

$$S_{\text{пров}} = \frac{0,0283 \cdot 75}{0,56} = 3,8 \text{ мм}^2$$

АКВРГ - 3×4 мм² типті кабелін таңдаймыз.

Төменде кернеу трансформаторын таңдау кестесі көрсетілген (1.2 кесте).

1.2-кесте - 110 кВ кернеу трансформаторын таңдау

Аспап	Түрі	Тұтынатын қуат	cos φ	Аспаптар саны	Тұтынылатын толық қуат	
					P, Вт	Q, Вар
Вольтметр	Э-335	2	1	1	2	-
Ваттметр	Д-335	1,5	1	2	6	-
Варметр	Д-335	1,5	1	1	3	-
Актив қуатты датчик	Е-829	10	1	1	10	-
Реактив қуатты датчик	Е-830	10	1	1	10	-
Санауыш	И-680	2	0,38	1	4	9,7
Ваттметр	Н-348	10	1	1	20	-
Вольтметр	Н-344	10	1	1	10	-
Жалпы:				9	65	9,7

Аспаптардың толық қуаты мына формуламен анықталады:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ ВА} \quad (1.27)$$

$$S = \sqrt{9,7^2 + 65^2} = 66 \text{ ВА}$$

Толық қуат бойынша НКФ-110-25 кернеу трансформаторын таңдаймыз.

2 Кернеуі 6-10 кВ кабельдік желілердің ОЗЗ-дан кешенді көпфункционалды қорғанысының құрылымы

ОЗЗ (однофазное замыкание на землю) ОЗЗ тогындағы ВГ деңгейін зерттеу үшін 6-10 кВ компенсацияланған кабельдік желілердің аналитикалық және имитациялық модельдерін жасау, Имитациялық модельдерде есептеу эксперименттерін жүргізу болып табылады нәтижелерін талдау және бағалау, 6 компенсацияланған кабель желілеріндегі ЖГ негізінде ЖҚҚ-дан ең жоғары ток қорғанысы доғалы үзік-үзік ЖҚҚ кезінде жұмыс істеуінің динамикалық тұрақтылығын қамтамасыз ету тәсілдерін әзірлеу және зерттеу— 10 кВ және оқшауланған бейтарабы бар кабель желілеріндегі нөлдік тізбектегі максималды ток қорғанысы, 50 Гц құрамдас бөліктері негізінде ВГ және Ток қорғанысы негізінде модификацияланған максималды ток қорғанысын іске қосу тогы бойынша параметрлерді таңдау әдістемесін әзірлеу, ООО НПП «ЭКРА»-да ОЗЗ-дан кешенді көпфункционалды қорғаныстың тәжірибелік үлгісін құру бойынша ОКР-ға техникалық тапсырманы әзірлеу.

Талдау негізінде компенсацияланған кабельдік желілерде жұмыс істеу тиімділігінің ең нашар көрсеткіштері ВГ негізінде ең көп ток қорғанысын кеңінен қолданатындығы көрсетілген. Компенсацияланған кабельдік желілердің ОЗЗ - дан қорғау құрылғыларының жеткіліксіз техникалық жетілдірілуі осы бейтарапты жерге қосу режимінің тиімділігінің төмендеуіне және тұтынушыларды электрмен жабдықтау сенімділігінің төмендеуіне әкеледі, бұл олардың селективтілігі мен сезімталдығын арттыру тәсілдерін әзірлеудің ерекше өзектілігін анықтайды.

Доғалық ОЗЗ кезінде желі үшін негізгі қауіп жерге қосу доғасының қайта тұтануы кезінде пайда болатын зақымдалмаған фазалардағы шамадан тыс кернеулер болып табылады. 6-10 кВ кабель желілеріндегі доғалық ОЗЗ кезіндегі асқын кернеулерді зерттеуге арналған дереккөздерді талдау негізінде (W. Petersen, J. Peters және J. Slepian, Беляков Н.Н., Сиротин л. и., Лихачев Ф. а., Халилов Ф. Х., Евдокунин Г. А. және т.б.), сондай-ақ көрсетілген желілердің Имитациялық модельдерінде орындалған зерттеулер, 6-10 кВ кабельдік желілер үшін доға ОЗЗ қауіптілігінің өлшемі ретінде артық кернеулер еселігінің есептік мәні $K_{\text{пер расч}} = U_{\text{макс}}/U_{\text{фт}} \approx 2,5$. қабылданды. Осыған байланысты DPOSZ деп кабельдік желілер үшін ең қауіпті доғалық OZZ түрі ретінде көрсетілген мәннен асатын кернеулермен бірге жүретін тұйықталудың түрін түсіну ұсынылады. DPOSZ-ны тану және өшіру мүмкіндігі тұтынушылардың қорғаныс тиімділігі мен электрмен жабдықтау сенімділігін едәуір арттырады. Барлық басқа доғалық ОЗЗ оларды тану аспектісінде екі түрге бөлуге болады: қауіпті асқын кернеулермен бірге жүрмейтін доғалық үзік-үзік (ДПрОЗЗ), алайда кейбір жағдайларда зақымдалған элемент үшін зақымдану орнындағы токтың орташа квадраттық мәні бойынша қауіп төндіреді және қысқа мерзімді өздігінен жойылатын ОЗЗ (КрОЗЗ), желі үшін де, желі үшін де тікелей қауіп төндірмейді. зақымдалған элемент үшін.

Доғалық ОЗЗ-мен бірге жүретін асқын кернеулердің шамасын тікелей бақылау ТNNP-мен жабдықталған объектілерде ғана мүмкін болатындығын және қорғаныс құрылғысын барлық фазалық кернеулерге қосуды талап ететінін ескере отырып, қорғаудың күрделенуіне әкеледі, өзекті міндет-қауіпті және қауіпті емес доғалық ОЗЗ желісін танудың жанама әдістерін жасау.

Талдау нәтижелерін ескере отырып, жеке орындауды кешенді қорғау функцияларының құрамы ұсынылды: оқшауланған бейтараптамамен және нейтралды жоғары жерге тұйықтаумен жұмыс істейтін желілер үшін-өтпелі процестер негізінде үздіксіз іс-қимылды бағытталған қорғау, жұмыс жиілігін құраушылар негізінде (ТЗНП и ТНЗНП)тоқтық және тоқтық бағыттан кейінгі нөлдік қорғау; өтемдік кабельдік желілер үшін 6-10 кВ-өтпелі процестер негізінде үздіксіз әрекетті қорғау және ВГ негізінде бағытталған қорғау немесе абсолютті ВГ өлшеудің максималды ток қорғанысы.

ОЗЗ-дан кешенді қорғауды әзірлеу міндеттерін ақпараттық қамтамасыз етуді дамыту және жетілдірумен, кешенді қорғаудың негізгі функционалдық түйіндерін орындау принциптерін әзірлеумен, оның құраушы функцияларының техникалық жетілдірілуін арттырумен байланысты зерттеулердің негізгі міндеттері қойылды. Оларға мыналар жатады:

- өтемдік кабельдік желілердің УОЗЗ токтарындағы жоғары гармониканы зерттеу;
- 6-10 кВ кабельдік желілерінде әртүрлі бейтараптық режимдерімен доғалық ОЗЗ кезінде өтпелі Токтар мен нөлдік реттілік кернеулеріндегі жоғары гармоникалық құрамдастарды зерттеу;
- ППБбойынша зерттеулер негізінде. 1,2 өтпелі процестер негізінде үздіксіз әрекетті бағытталған қорғаудың және жоғары гармоника негізінде бағытталған қорғаудың жұмыс істеу принциптері мен алгоритмдерін әзірлеу;
- ПП бойынша зерттеулер негізінде. 1,2 кешенді көпфункционалды қорғаныс функцияларының құрамына кіретін Жұмыс жиілігі мен ВГ компоненттерінің негізінде нөлдік тізбектегі максималды ток қорғанысының техникалық жетілуін арттыру.

2.1 ЖГ - Жоғары гармоникаларды абсолютті өлшеу

Қорғанысының жұмыс істеу тиімділігінің жеткіліксіз себептерін анықтау, оларды қолдану шарттары мен саласын нақтылау, сондай-ақ белгілерді таңдау әдістемесін әзірлеу үшін екі негізгі міндет шешілуі керек екендігі көрсетілген:

- ЖГ негізіндегі ток, сондай-ақ бағытталған қорғаныстың бастапқы тогы бойынша сезімталдыққа қойылатын талаптарды анықтау үшін өтемдік 6-10 кВ кабельдік желілердің ЖМҚ токтағы ең төменгі деңгейін бағалау;

- 6-10 кВ компенсацияланған кабель желілерінің әртүрлі объектілерінде ЖГ абсолюттік өлшеуінің ток қорғанысын қолдану шарттары мен мүмкін болатын саласын нақтылау үшін ОЗЗ тогындағы ЖГ жалпы деңгейінің

тұрақсыздығының ең жоғары дәрежесін бағалау.

Зерттеудің негізгі әдісі ретінде Matlab – та модельдеу қолданылды, ал ВГ деңгейінің тұрақсыздық деңгейіне және оның ОЗЗ тоғындағы минималды мәніне әсер ететін негізгі факторларды анықтау үшін 6-10 кВ кабельдік желілерді ауыстырудың жеңілдетілген схемаларына негізделген аналитикалық шешімдер қолданылды.

ОЗЗ тоғындағы ЖГ спектрі және тиісінше 6-10 кВ желілеріндегі $3i_0$ зақымдалмаған қосылу токтарында зақымданудың пайда болуының алдындағы сәтте зақымдалған фазадағы ЖГ кернеу спектрімен анықталады. 6-10 кВ компенсацияланған кабельдік желідегі ВГ негізгі көздері суретте көрсетілген.

Көрсетілген көздердің спектрінде 5, 7, 11 және 13-ші гармоника ВК негізіндегі ОЗЗ-дан қорғауда қолданылады. Компенсацияланған 6-10 кВ кабельдік желінің жоғары гармоникасының негізгі көздерінің математикалық модельдеу модельдері жасалды (сурет. 1):

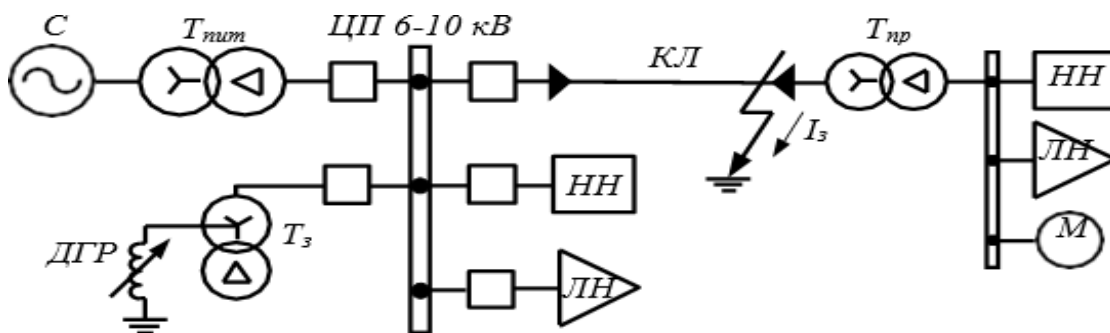
- күштік трансформаторлар: қоректендіруші трансформатор және 6-10/0,4 кВ трансформаторлар, қабылдау қосалқы станциялары (ТП және РТП);

- сызықты емес жүктеме (НН): басқарылмайтын және басқарылатын вентильді түрлендіргіштер (ВП); Электрмен дәнекерлеу қондырғылары (ЭСК) және қуат көзі ретінде түрлендіргіштермен түйіспелі дәнекерлеу және т. б.; электр доғасын пайдаланатын электротермиялық қондырғылар (осы) және т. б.;

- доға сөндіргіш реакторлар (ДГР);

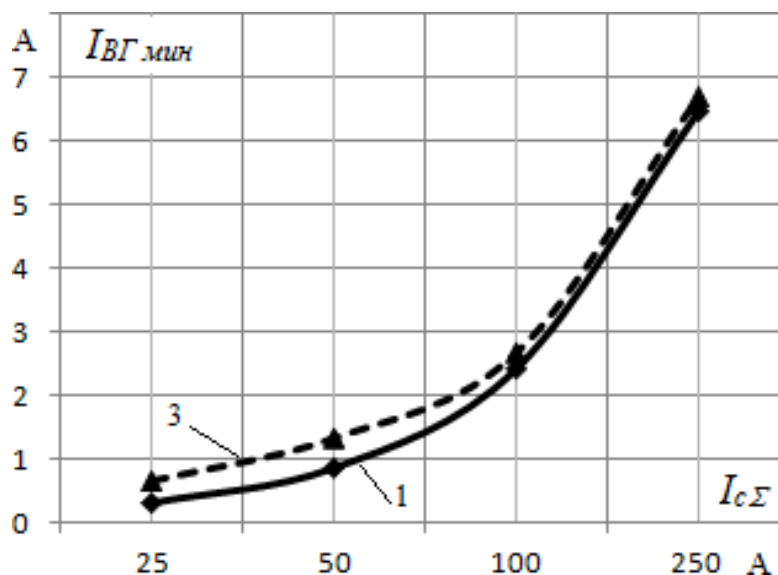
- зақымдалған жердегі электр доғасы және т. б.

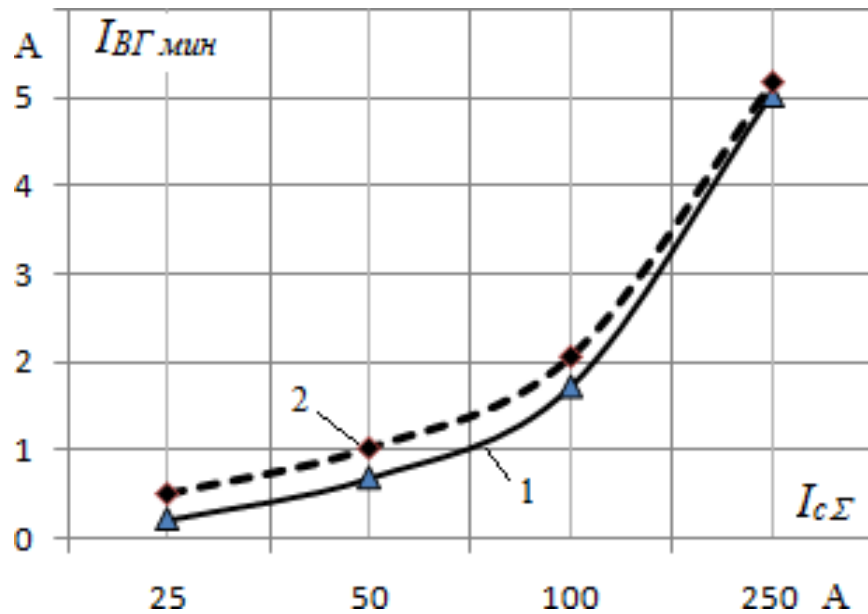
Өтеделген 6-10 кВ кабельдік желілердің ОЗЗ тоғындағы ВГ ең аз деңгейін бағалау кезінде есептеу режимі ретінде қабылданады, онда ВГ көздері тек күштік трансформаторлар (В.М. Кискачи, и. в. Жежеленко) болып табылады. Кешенді жүктеме торабының құрамын және әр түрлі салалардағы кәсіпорындардың күнделікті кестелерін талдау негізінде мұндай жұмыс режимдерінің пайда болуы ауыспалы тәуліктік жұмыс кестесі бойынша жұмыс істейтін кәсіпорындардың электрмен жабдықтау жүйелерінің 6-10 кВ желілерінде мүмкін болатындығы көрсетілген, оларда жүктеменің түнгі төмендеуі кезінде немесе демалыс күндері барлық негізгі технологиялық қондырғылар және, тиісінше, жж (жж) негізгі көздері ең алдымен, НН), трансформаторлардан басқа, толығымен өшірілуі мүмкін. Көрсетілген болжамды ескере отырып, ОЗЗ тоғындағы ВГ минималды деңгейін бағалау үшін кабельдік желі моделінде тек сызықтық емес магниттеу қисығы бар трансформаторлар және сызықтық жүктеме болуы керек (2.1- сурет.).



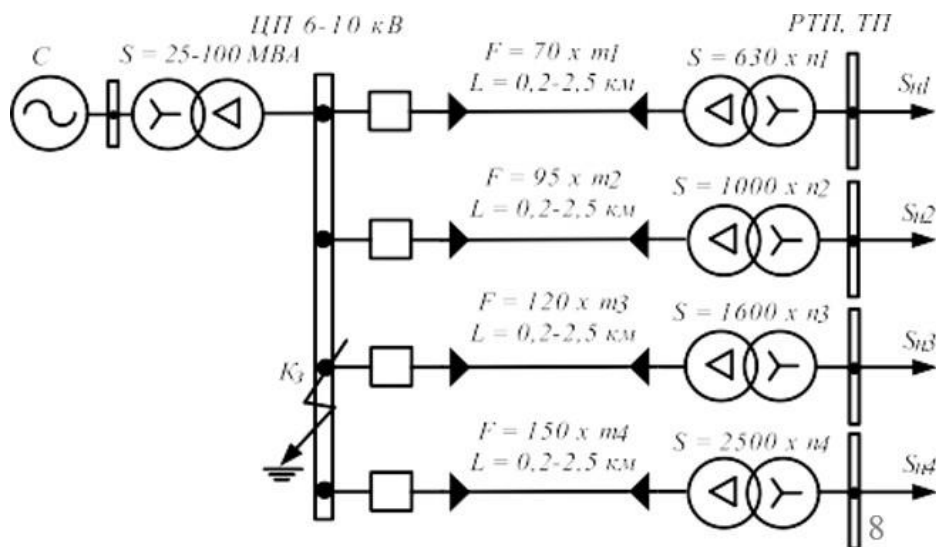
2.1-сурет – Компенсацияланған 6-10 кВ кабельдік желілерінің ВГ жоғары гармоникаларының көзі

2.1-сурет бойынша модельдегі зерттеулер өтемделген 6-10 кВ кабельдік желілерінің ОЗЗ тогындағы ВГ-ның ең төменгі деңгейі КБ - дағы қоректендіруші трансформатордың қуаты мен ТП мен РТП - дағы сыйымды трансформаторлардың жиынтық қуатының арақатынасына байланысты шамамен $I_{ВГ\text{ мин}} = \sim 1,0 - 1,5\%$ - ға тең екенін көрсетті желілер $I_{с\Sigma}$. Бағалаудың ең төменгі ВГ $I_{ВГ\text{ мин}}$ деңгейінің компенсацияланған кабельдік желілерінің ОЗЗ тогында 6-10 кВ, бұл жұмыста алынған, В. М. Кисчачи мен И.В.Жежеленко жұмысының $I_{с\Sigma} \geq 100 \text{ А}$ а желісінің жалпы сыйымдылық тогының үлкен мәндерінде жеңілдетілген алмастыру схемалары негізінде алынған және $I_{с\Sigma} < 100 \text{ А}$ а мәндерінде соңғысынан едәуір аз (сурет. 3) әзірленген Имитациялық модельдерде $I_{ВГ\text{ мин}}$ шамасына әсер ететін факторларды неғұрлым дәл есепке алумен айқындалады.



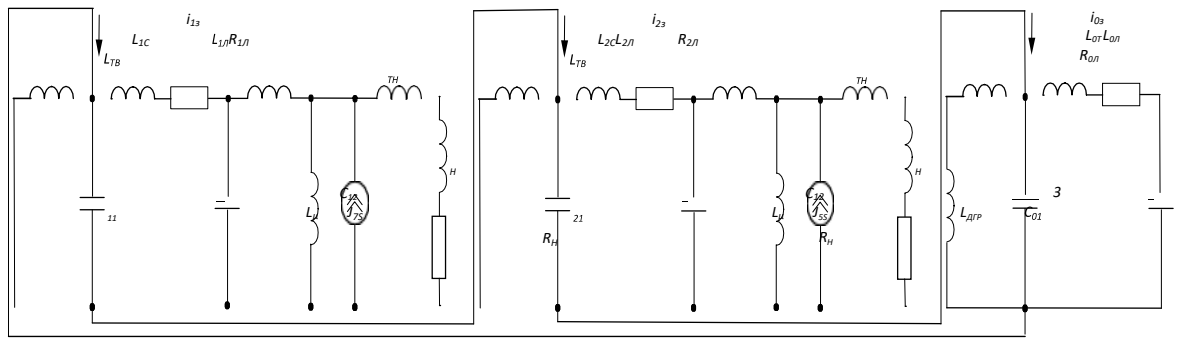


2.2-сурет - Имитациялық модельдер $I_{BG_{min}} = f(I_c)$ есептеу тәуелділіктерін салыстыру



2.3-сурет - Компенсацияланған кабельдің есептеу схемасы ОЗЗ тоғындағы ВГ ең төменгі деңгейін бағалау үшін 6-10 кВ желілері

Талдау көрсеткендей, I (ВГ мин) шамасын симметриялы компоненттер әдісін қолдана отырып құрастырылған жеңілдетілген кешенді ауыстыру схемасын қолдана отырып аналитикалық әдіспен бағалауға болады, онда тек қабылдау қосалқы станциялардың трансформаторлары (ТП сурет 2) ВГ көзі ретінде ескеріледі. 2), ал ТП-ны ЦП-мен байланыстыратын КЛ бір балама сызықпен ұсынылған (сурет. 2.4).



2.4-сурет - ОЗЗ тогындағы ВГ ең төменгі деңгейін есептеу үшін кешенді алмастыру схемасы

Simulink-тегі имитациялық модельдерде жасалған және 6-10 кВ желілеріндегі ВГ минималды деңгейін есептеу нәтижелерін сурет бойынша жеңілдетілген ауыстыру схемасын пайдалана отырып салыстыру. 4, аналитикалық шешімнің қателіктері 10-15% - дан аспайтынын көрсетті.

Алынған нәтижелерді ескере отырып, кейбір резервтері бар VG негізіндегі ағымдағы және ағымдағы бағытталған қорғаныстардың сезімталдығына қойылатын талаптарды бағалау кезінде $I_{(VGmin)} \approx 0,01 I_{C\Sigma}$ (~1% $I_{C\Sigma}$) қабылдауға болады.

Осы бөлімде 6-10 кВ кабельдік желілер объектілерінде ЖГ негізіндегі ОЗЗ-дан ең жоғары ток қорғанысын қолдану шарт орындалған кезде мүмкін болатындығы көрсетілген:

$$I_{ci^*} = \frac{I_{ci}}{I_{C\Sigma}} \leq \frac{1}{1 + Z_{\max} K_{отс} K_{ч.мин}} = \frac{1}{1 + 6 \cdot 1,5 \cdot 1,5} \approx 0,07. \quad (2.1)$$

мұндағы, I_{ci^*} – қорғалатын I-сол қосылыстың меншікті сыйымды тогының салыстырмалы мәні;

$K_{отс}$ – түзету коэффициенті;

$K_{ч.мин}$ – қорғаныс сезімталдығының ең аз коэффициенті;

α_{\max} және α_{\min} – бақыланатын желінің ОЗЗ тогындағы тиісінше ВГ – ның ең жоғары және ең аз салыстырмалы деңгейлері;

Z – ОЗЗ тогындағы ВГ деңгейінің тұрақсыздығын сипаттайтын коэффициент.

Жұмыста ОЗЗ тогындағы ВГ ең жоғары деңгейіне баға берілген, ол 6-10 кВ желілер үшін шекті рұқсат етілген ГОСТ 32144-2013 кернеуінің синусоидалдық коэффициентінің мәндері $K_{Унс\max} \leq 0,08$ және гармоника $V=5,7,11,13$ шекті рұқсат етілген коэффициенттері бойынша анықталған. Қарастырылған жағдайларда $\alpha_{\max\text{ пред}} \leq 65\%$ кВ нақты компенсацияланған кабель желілеріндегі эксперименттік өлшеулердің деректері бойынша оЗЗ ОЗЗ $\alpha_{\max\text{ пред}}$ тогындағы ВГ ең жоғары деңгейі 35–40% және одан жоғары мәндерге жетуі мүмкін. Мәнді нақты анықтаудың практикалық мүмкін еместігін ескере отырып бақыланатын желі үшін α_{\max} , ВГ абсолюттік өлшеуінің ток

қорғанысының тағайыншамаларын таңдау кезінде $\alpha_{\text{макс пред}}$ мәні ескерілуі тиіс.

ЖГ-ны абсолютті өлшеудің ток қорғанысының қолданылу шарттары көбінесе бақыланатын Z желісінің ОЗЗ тогындағы ВГ деңгейінің тұрақсыздық дәрежесімен анықталатынын көруге болады, 6-10 кВ кабель желілерінің ОЗЗ токтарындағы ВГ деңгейінің тұрақсыздық дәрежесін анықтайтын негізгі факторлар: процессор жүктемесіндегі НН үлесімен құрамы, процессордың жалпы жүктемесінің өзгеруі. тәулікiшiнде (жүктеменiңтәулiктiккестесi), ЖГ негiзгi көздерiнiң жұмыс режимдерiнiң өзгеруi, желiдегi кернеудiң ауытқуы.

Имитациялық модельдердегі зерттеулер Z ОЗЗ тогындағы ВГ деңгейінің тұрақсыздық дәрежесі ауыспалы жұмыс режимі бар кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелерінің 6-10 кВ кабельдік желілерінде жоғары екенін көрсетті: $Z \approx 5-6$ (мысалы, қара металлургия, автомобиль жасау, кесте. 1). Одан да үлкен мәндерге (15 және одан да көп) Z параметрі күрделі жүктемеде негізгі үлесін (90% және одан да көп) күрт ауыспалы жұмыс режимі бар қуатты ВГ көздері (электр тартқыш, қуатты электр доғалы пештер және т.б.) құрайтын процессордың кабельдік желілерінде жетуі мүмкін. Z параметрінің алынған есептік бағалары 60-шы жылдардың соңында В.М. Кисачидің ($Z = 2-3$) берген ОЗЗ тогындағы ВГ деңгейінің тұрақсыздық дәрежесін бағалаудан 1,5-2 есе көп.

Имитациялық модельдердегі төмен бағалаудың ең ықтимал себебі 6-10 кВ компенсацияланған кабель желілерінің ОЗЗ тогындағы ВГ деңгейінің тұрақсыздығы әдеттегіден жоғары болып табылады деп қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Параметрінің шамамен бағалары үшін аналитикалық шешім алынды:

$$Z = \frac{\alpha_{\text{макс}}}{\alpha_{\text{мин}}} = \sqrt{\frac{\sum_{v=5}^{13} \frac{I_{x,x\%}^{(T)} \cdot \alpha_{v \text{ макс}}^{(ВП)} \cdot S_{* \text{ макс}}^{(ВП)}}{100 \alpha_{v \text{ макс}} + v \cdot \alpha_{v \text{ макс}} K_3}}{\sum_{v=5}^{13} \frac{I_{x,x\%}^{(T)} \cdot \alpha_{v \text{ мин}}^{(ВП)} \cdot S_{* \text{ мин}}^{(ВП)}}{100 \alpha_{v \text{ мин}} + v \cdot \alpha_{v \text{ мин}} K_3}}}, \quad (2.2)$$

мұнда, $I_{x,x\%}$ – ток (ТП, РТП);

$\alpha_{v \text{ макс}}^{(T)}$, $\alpha_{v \text{ мин}}^{(T)}$, $\alpha_{v \text{ макс}}^{(НН)}$, $\alpha_{v \text{ мин}}^{(НН)}$ – тиісінше күштік трансформаторлармен

және сызықтық емес жүктемемен генерацияланатын ВГ ең жоғары және ең төменгі салыстырмалы деңгейлері.

(2)есеп бойынша Z параметрінің аналитикалық бағалары кабельдік желілердің Имитациялық модельдерінде алынған бағалардан 15-20% - дан артық емес ерекшеленеді, бұл шамамен бағалау есептеулері үшін қолайлы деп санауға болады.

Z параметрінің алынған бағалары абсолютті VG өлшеуінің максималды ток қорғанысын қолдану мүмкіндігін бағалауға мүмкіндік береді. Егер $Z_{\text{макс}} = 6$ қабылдаса, онда $K_{\text{отс}} = K_{\text{ч.мин}} = 1,5$ кезінде қарастырылатын қорғаныстарды қосылыстарда қолдану мүмкін болатындығын анық.

2.2 Әртүрлі бейтарап режимдері бар 6-10 кВ кабельдік желілер

ОЗЗ кезіндегі өтпелі процестің электрлік шамаларындағы жоғары гармоникалық компоненттерді зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеулер үшін олардың конфигурациясының ерекшеліктері мен элементтердің нақты параметрлерін ескере отырып, 6-10 кВ өнеркәсіптік және қалалық электрмен жабдықтаудың өтемдік және өтелмеген кабельдік желілерінің Имитациялық модельдері әзірленді. Әзірленген модельдердегі зерттеулер және жеңілдетілген ауыстыру схемасы негізінде аналитикалық есептеулер көрсеткендей, ОЗЗ тогының разряд компонентінің жиілігі желінің параметрлеріне және СРУ шиналарынан тұйықталу орнының қашықтығына байланысты бірліктерден жүздеген килогерцке дейін, зарядтау компонентінің жиілігі жүздеген герцтен килогерц бірліктеріне дейін өзгеруі мүмкін. Осындай кең жиілік диапазонындағы өтпелі процестер негізінде ОЗЗ-данбағытталған қорғаныстардың жұмыс істеуінің селективтілігімен тұрақтылығын қамтамасыз ету мүмкін емес, сондықтан жұмыс жиілігінің жоғарғы жиілігі. Диапазонды сүзгілермен шектеу керек, бұл өтпелі ток сигналының энергиясын жоғалтуға және қорғаныс сезімталдығын төмендетуге әкеледі.

Өтпелі процестің барлық уақыт аралығында үздіксіз жұмыс істейтін өлшеу органымен өтпелі процестер негізінде бағытталған қорғаныстың тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қатынастар орындалуы керек екендігі көрсетілген:

$$3i_{0 \text{ неп.}i} \approx 3C_{0i} du_0/dt; \quad (3)$$

$$3i_{0 \text{ пов.}j} \approx -3(C_{0\Sigma} - C_{0j}) du_0/dt, \quad (2.3)$$

мұндағы, C_{0i} -бүлінбеген i -ші қосылыстың жердегі фазасының сыйымдылығы;

$C_{0\Sigma}$ – желінің жердегі фазасының жиынтық сыйымдылығы;

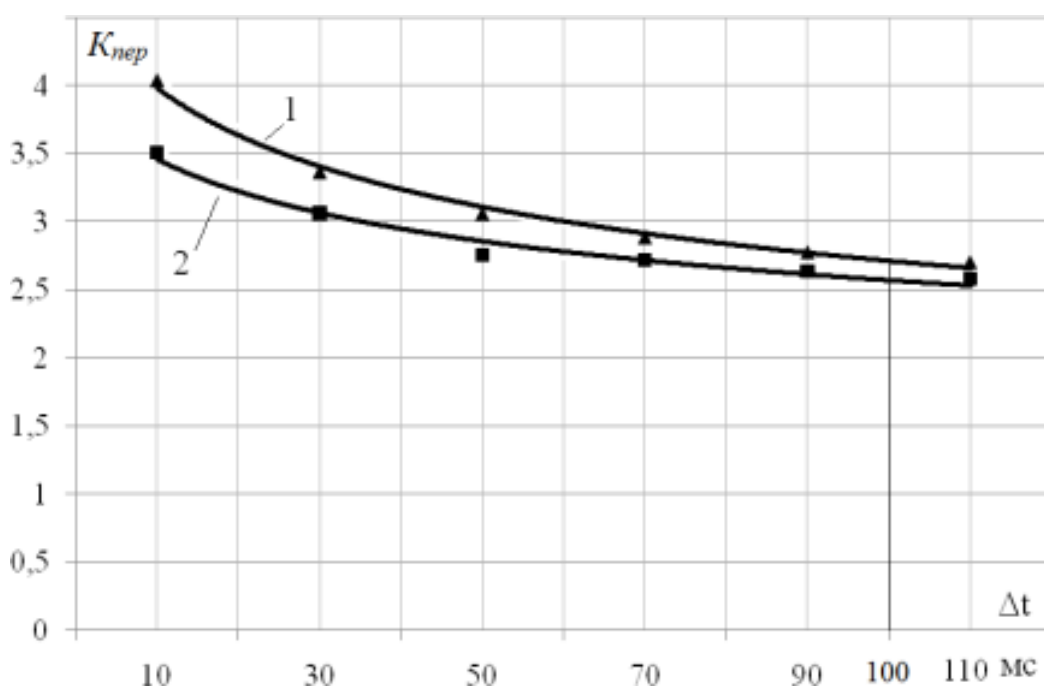
C_{0j} -бүлінген j -ші қосылыстың жердегі фазасының сыйымдылығы.

Модельдеу модельдеріндегі аналитикалық есептеулер мен зерттеулер (3) және (4) арақатынастарды орындау үшін 6-10 кВ кабельдік желілер үшін өтпелі процестер негізінде бағытталған қорғаныс құрылғыларының жұмыс диапазоны $f_c \leq 2 \dots 3$ кГц жиілігімен "жоғарыдан" белгіленуі керек екенін көрсетті.

Өтпелі процестер негізінде бағытталған қорғаныстың сезімталдығын бағалау үшін ең ауыр есептік жағдайлар анықталды. Модельдеу модельдеріндегі есептеулер $K_{ч.мин} > 3$ кГц $I_{с.з.мин}$ дейінгі жиіліктердің жұмыс диапазонындағы қорғаныстың ең аз бастапқы тогын қамтамасыз ету үшін көрсетті. з. мин 10 А-дан аспауы тиіс, сезімталдықтың жеткіліксіздігіне байланысты іске қосылудың істен шығу ықтималдығын азайту мақсатында

микропроцессорлық базадағы қорғау құрылғылары үшін техникалық жағынан қиындық тудырмайтын $I_{с.з.мин} \leq 1 - 2$ А бастапқы ең төменгі іске қосылу тогын қабылдаған жөн.

Желі үшін қауіпті және қауіпті емес доғалық ОЗЗ тану үшін асқын кернеулердің шамасын бағалаудың жанама әдістері әзірленді және зерттелді. Имитациялық үлгілердегі зерттеулер негізінде оқшауланған бейтарабы бар кабельдік желілерде доғалық ОЗЗ кезінде асқын кернеулерді жанама бақылау үшін мыналарға негізделген 3 тәсіл пайдаланылуы мүмкін екендігі көрсетілген: жерге тұйықтау доғасының қайта тұтанулары арасындағы уақыт аралықтарын, $3i_0$ өтпелі кернеудегі жоғары гармоникалық құрамдастардың деңгейін және қорғалатын қосылыстың $3i_0$ өтпелі тоқында көрсетілген құрамдастардың жалпы деңгейін бақылауға негізделген. мысалы, сурет 2.6–2.8).



2.6-сурет - Оқшауланған бейтарабы бар 6 кВ кабель желісіндегі жерге қосу доғасының Δt қайта тұтануы арасындағы уақыт аралығына доғалық ОЗЗ кезіндегі $K_{пер}$ асқын кернеулігінің еселігінің тәуелділігі

2.3 Компенсацияланған және компенсацияланбаған 6-10 кВ кабельдік желілер

Бір фазалы жерге тұйықталудан кешенді көпфункционалы қорғанысының жалпы құрылымы мен негізгі функционалдық тораптарын әзірлеу нәтижелері және комплексті көпфункционалы қорғаныстың құрамында 1-ші гармоника мен нөлдік реттілік тогын пайдалануға негізделген ОЗЗ - дан ең жоғары ток қорғау

функцияларының селективтілігі мен сезімталдығын арттыру тәсілдері көрсетілген.

6-10 кВ кабельдік желілерді кешенді көп функционалды қорғауға қойылатын негізгі функционалды талаптар тұжырымдалған:

- 6-10 кВ кабельдік желілерінің бейтараптандырғышын жерге қосудың барлық рұқсат етілген режимдерінде селективтілік және жұмыс істеу тұрақтылығы;

- кабельдік желілерде 6-10 кВ-тық ОЗЗ барлық мүмкін болатын түрлері кезінде жұмыс істеуінің селективтілігі мен орнықтылығы, сондай-ақ желі мен зақымдалған элемент үшін зақымдану қаупінің дәрежесін автоматты түрде бағалау және қорғаудың неғұрлым тиімді әрекет ету тәсілін таңдау үшін оларды тану (сигнал немесе ажырату).;

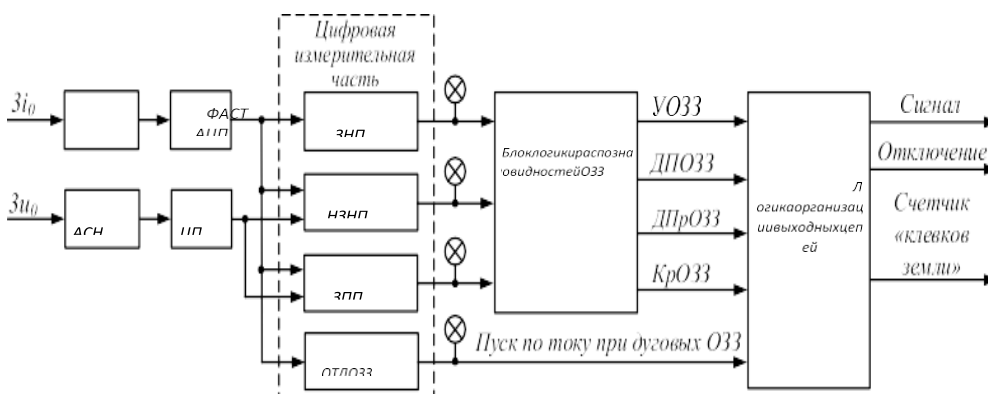
- 6-10 кВ кабельдік желілер объектілерінің барлық түрлерінде (оп, РП, ТП), оның ішінде ТННП болмаған кезде ТП және ТП қолдану мүмкіндігі;

- жалпы ОЗЗ - дан кешенді көпфункционалды қорғаудың жұмыс істеу тиімділігінің оның жеке функциялары жұмысының тиімділігіне әсер ететін факторлардан тәуелсіздігі;

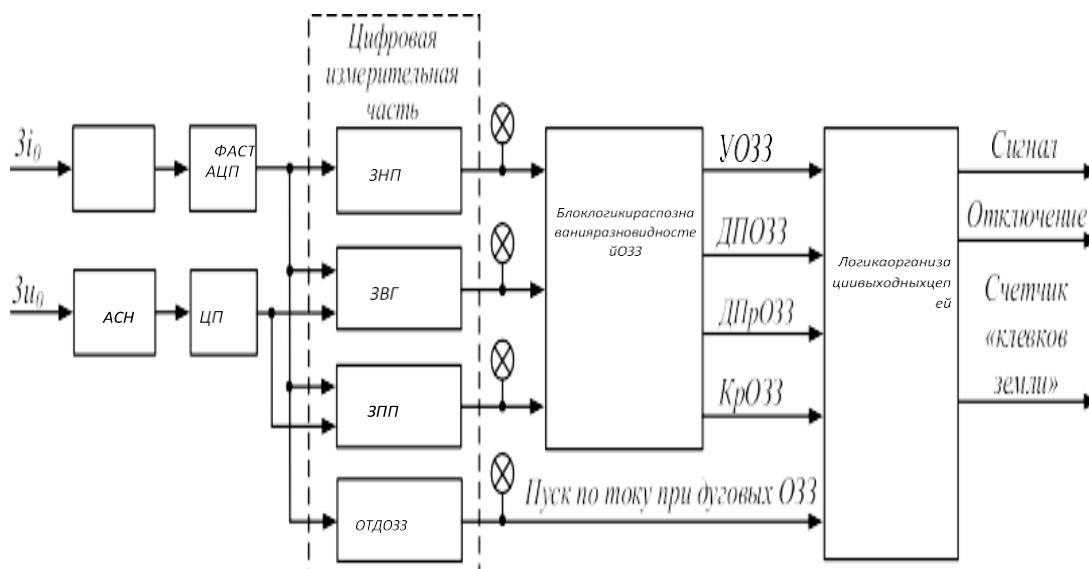
- ОЗЗ барлық түрлері кезінде зақымдану орнын қашықтықтан анықтау мүмкіндігі.

Жоғарыда айтылғандай, бұл жұмыста 6-10 кВ кабельдік желілердегі ОМЗЗ міндеттері қарастырылмайды, өйткені олар жеке зерттеулер мен әзірлемелердің тақырыбы болып табылады.

Оқшауланған бейтарабы бар және жоғары бейтарап жерге тұйықталған 6-10 кВ кабельдік желілер үшін ОЗЗ-дан кешенді көп функционалды қорғаудың құрылымдық - функционалды схемасының нұсқалары суретте келтірілген. 9, өтелген желілер үшін 2.7 -суретте.



2.7-сурет – Кернеуі 6-10 кВ кабель желілерінің Бір фазалы жерге тұйықталудан кешенді көпфункционалды қорғанысының құрылымдық-функционалды схемасы



2.8-сурет - Кернеуі 6-10 кВ компенсацияланған кабельдік желілер үшін ОЗЗ-дан кешенді көпфункционалды қорғаудың құрылымдық-функционалдық схемасы

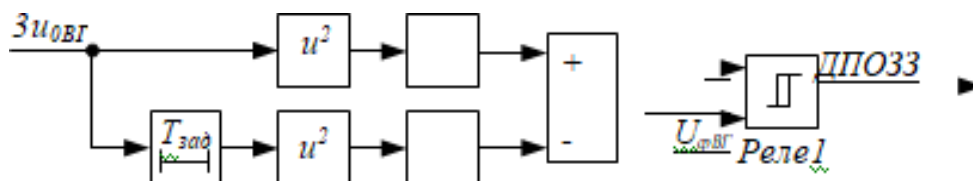
2.8 суретте 10:ФАСТ, ФАСН-ұқсас ток және кернеу сигналын қалыптастырғыштар; АЦП-аналогты-цифрлық түрлендіргіш; ТЗНПВГ-абсолютті өлшеудің ток қорғанысы ВГ; НЗПП-өтпелі процестер негізінде үздіксіз әрекетті бағытталған қорғау; НЗВГ-ВГ негізінде бағытталған қорғау; ИОТДОЗЗ-доғалық ОЗЗ тогының орташа квадраттық мәнінің өлшеу органы.

Сызбаларды салыстыру арқылы. 9 және 10 нақты бейтарап жерге қосу режимі бар 6-10 кВ кабельдік желі үшін қажет функционалды құрылымды кешенді көпфункционалы ОЗЗ-дан қорғаудың логикалық бөлігін ішкі конфигурациялау арқылы қамтамасыз етуге болатындығын көруге болады.

Кешенді қорғаудың негізгі функционалды түйіндеріне қойылатын талаптар, орындау принциптері және олардың жұмыс істеу алгоритмдері жасалды. Аналогтық ток және кернеу сигналдарын, НЗПП және НЗВГ және АЦП үшін сандық сүзгілерді жасаушылардың жиілік сипаттамаларына қойылатын талаптар анықталды. Өтпелі процестің уақыт интервалында НЗПП әрекетінің үздіксіздігін қамтамасыз етудің қажетті шарты ток пен кернеу арналарының жиілік сипаттамаларын үйлестіру болып табылады. НЗПП негізгі тораптары мен элементтерінің жұмыс істеу қағидаттары мен алгоритмі әзірленді: нөлдік реттік қуаты бағытының өлшеу органы (ИОНМ), ең жоғары кернеудің іске қосу органы $3U_0$ (ПОЗ U_0), кернеу бойынша іске қосу органы ВГ $3U_0$ (ПОВГ $3U_0$) (сурет.2.8). НЗПП логикалық бөлігі әрбір қысқа мерзімді ТҚЗ бекітуді және "ОЗЗ–желі және" ОЗЗ–Шина" жалпы сигналдарын қалыптастыруды жүзеге асырады.

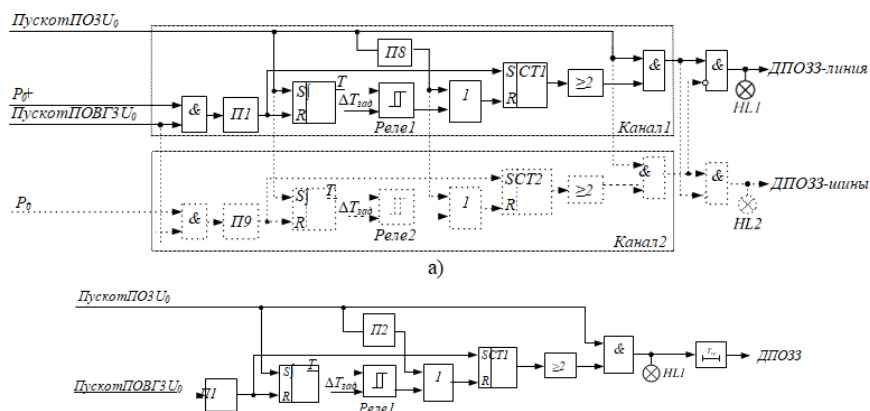
НЗВГ өлшеу бөлігі негізінен НЗПП өлшеу бөлігіне ұқсас орындалады және салыстырмалы шамалардың сәйкес келмеу уақытымен сәйкес келу уақытын салыстыру әдісін қолданады. НЗПП-тен айырмашылығы НЗВГ иондарының аз жылдам әрекетінде (өтпелі токтың бір реттік лақтыруларынан

түзету және доғалық ОЗЗ кезінде өтпелі процестерден алшақтықты арттыру үшін), тұрақты ОЗЗ режиміндегі ВГ қуатын бағыттау органынан басқа, НЗВГ өлшеу бөлігінің құрамына сонымен қатар қорғалған қосылыстың $3I_0$ деңгейінен қорғаныс тогын анықтайтын өлшеу органы кіреді.



2.9-сурет -НЗПП(А)Иионм(б)құрылымдық-функционалды схемалары

ОЗЗ сорттарын тану блогын орындау принциптері жасалды. – Сурет 2.9, 2.10 мысал ретінде доғалық тұйықталу кезінде желідегі шамадан тыс кернеуді жанама бақылаудың жоғарыда қарастырылған әдістерін қолдана отырып, позаны тану логикасының құрылымдық және функционалды схемалары келтірілген.



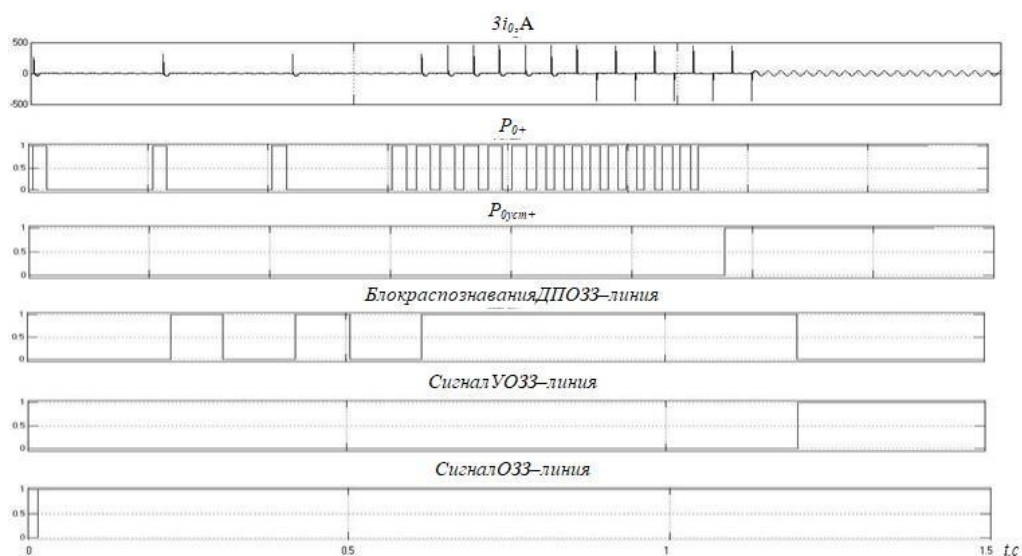
а-Қуат бағытын бақылаумен; б-қуат бағытын бақылаусыз

2.10-сурет - Уақыт аралығын бақылауға негізделген ДПОЗЗ тану логикасы блогының құрылымдық және функционалды диаграммасы

ОЗЗ (ТЗНП, ТНЗНП, ТЗНПВГ) белгіленген режимде әрекет етуге арналған қорғау функцияларының жұмыс алгоритмдері негізінен РЗА микропроцессорлық құрылғыларында қолданылатын ұқсас функциялардың алгоритмдеріне сәйкес келеді.

"Дөрекі" және "сезімтал" қорғаныстың екі сатысын қолдануға негізделген

ОЗЗ-дан кешенді қорғаныс құрамында ТЗНП және ТЗНПВГ техникалық жетілдіруді арттыру тәсілдері ұсынылған. "Өрескел "саты ең қауіпті доғалы қиылысатын ОЗЗ кезінде әрекет етуге арналған," сезімтал " саты–тұрақты ОЗЗ кезінде ғана әрекет етуге арналған және ДСЗ кезінде бұғатталады. ОЗЗ кезіндегі өтпелі процестерді зерттеу кезінде алынған нәтижелерге сүйене отырып, ОЗЗ-ның барлық түрлерінде әрекет ететін "бейімделу" кезеңі бар үш сатылы ТЗНП-ны орындау әдісі ұсынылады, оның іске қосу тогы жерге қосу доғасының қайта тұтануы арасындағы уақыт аралықтарының шамасына байланысты автоматты түрде өзгереді.



2.11-сурет - Күрделі қорғаныс сигналдарының осциллограммалары оқшауланған бейтарабы бар 6-10 кВ кабель желісіндегі ішкі күрделі ОЗЗ кезінде

Қолданыстағы ТЗНП және ТЗНПВГ орындаулары үшін және жетілдірілгендер үшін токкүшейту бойынша таңдаулар әзірленді.

Matlab аясында жасалған «6-10 кВ кабельдік желі–кешенді көп функциялы қорғаныс құрылғысы» имитациялық модельдерінде жүргізілген зерттеулер ОЗЗ-дан кешенді қорғауды жүзеге асырудың әзірленген принциптерінің тиімділігін растады. - Сурет 2.11 де НЗПП (P_{0+}) шығуында, НЗВГ ($P_{0уст+}$) шығуында, ДПОЗЗ тану шығуында, ішкі тұрақты ОЗЗ сигналы (УОЗЗ–желі) және күрделі ОЗЗ кезінде ішкі тұйықталудың жалпы сигналы (ОЗЗ–желі) сигналдарының осциллограммасын көрсету мысалы ретінде: доғалық үзіліспен, өтпелі өтпелі, азатемвоезге төзімді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста трансформаторлық қосалқы станциялардың электр бөлігін есептеу жолдары көрсетілді. Қорыта айтқанда, қосалқы станциясының схемасы қарастырылып, қысқа тұйықталу токтарын есептеу және есептер нәтижесінде жоғары және төмен кернеу жақтарындағы аппараттарды таңдау әдістемесі келтірілді.

Арнайы бөлімде бір фазалы жерге тұйықталу процесі зерттелді қорғағыш құрылғыларының орындалуы мен орындалуының белгілі қағидаттарын және олардың 6-10 кВ кабельдік желілеріндегі жұмысының тиімділігін талдау негізінде зақымның қауіптілік дәрежесін автоматты түрде бағалау және қорғаныстың (сигнал немесе ажырату) әрекет ету тәсілін таңдау үшін нейтралды жерге қосудың кез келген режимдерімен желілерде бір фазалы жерге тұйықталу барлық түрлерін тану қабілетін болжайтын, олардың техникалық жетілдірілуін арттыруға кешенді көпфункционалды тәсіл ұсынылған. зақымданудың осы түрінен қорғаудың бірнеше түрлі функцияларын қолдануға негізделген, олардың әрқайсысының жұмыс істеу тиімділігін арттыру және тұтастай қорғау үшін өзара әрекеттесу.

бір фазалы жерге тұйықталудың барлық түрлерін тануды қамтамасыз ететін, жеке орындалған бір фазалы жерге тұйықталудан кешенді көп функциялы қорғауға қойылатын негізгі талаптар әзірленді және әртүрлі бейтарапты жерге қосу режимдерімен 6-10 кВ кабельдік желілер үшін оны құрайтын функциялардың құрамы негізделді.

Ауыстырудың жеңілдетілген схемалары негізінде Имитациялық модельдер мен аналитикалық шешімдерді қолдана отырып, өнеркәсіптік және қалалық электрмен жабдықтаудың 6-10 кВ компенсацияланған кабель желілерінің бір фазалы жерге тұйықталу тогындағы ең жоғары гармониканың минималды және максималды деңгейлерін бағалау, сондай-ақ сезімталдыққа қойылатын талаптарды анықтау үшін әр түрлі әсер ететін факторларға байланысты ВГ деңгейінің тұрақсыздық дәрежесін бағалау, максималды гармониканың шарттары мен көлемін нақтылау ВГ негізіндегі ток қорғанысы.

6-10 кВ кабельдік желілердегі бір фазалы жерге тұйықталу кезіндегі өтпелі процестердің Имитациялық модельдеріндегі зерттеулер негізінде зақымдалған және бүлінбеген қосылыстардағы өтпелі токтардың жиілік спектрлерінің сипаттамалары анықталды, жұмыс жиіліктерінің диапазоны және өтпелі процестің электрлік шамаларының фазалық арақатынасын үздіксіз бақылау әдісіне негізделген бағытталған қорғаныс сезімталдығына қойылатын талаптар негізделген.

Жерге тұйықтау доғасының қайта тұтануы арасындағы уақыт аралығын, желі үшін қауіпті және қауіпті емес доғалық жерге тұйықталуды тануға мүмкіндік беретін кернеу мен нөлдік тізбектегі токтағы жоғары гармоника деңгейін өлшеуге негізделген оқшауланған бейтарабы бар кабельдік желілердегі асқын кернеулерді жанама бақылау әдістері ұсынылған.

6-10 кВ кабель желілерінің бір фазалы жерге тұйықталудан кешенді көпфункционалды қорғанысының құрылымдық-функционалдық схемалары, оның негізгі функционалды түйіндерінің жұмыс істеу принциптері мен алгоритмдері жасалды: өтпелі процестер негізінде үздіксіз әрекетті бағытталған қорғау, жоғары гармоника негізінде бағытталған қорғаныс, бір фазалы жерге тұйықталу қауіпті және қауіпті емес түрлерін тануды қамтамасыз ететін блок.

Кешенді көпфункционалды қорғаныстың құрамына кіретін нөлдік тізбектегі ток қорғанысының техникалық жетілуін арттыру әдістері ұсынылған: "өрескел" және "сезімтал" сатылары бар екі сатылы қорғаныс, соңғысы жерге доғалық тұйықталу кезінде бұғатталады, сондай-ақ қайталама тұтану арасындағы уақыт аралықтарының шамасына байланысты іске қосу тогы бойынша тағайыншаманы автоматты түрде өзгерте отырып, адаптивті ток қорғанысы бір фазалы жерге тұйықталудың барлық түрлеріне әсер ететін жерге қосу доғасы.

Өнеркәсіптік жиілік пен жоғары гармониканың құрамдас бөліктері және 7-тармаққа сәйкес жетілдірілген қорғаныс негізінде нөлдік тізбектегі ағымдағы қорғаныстардың жұмыс істеу тогының параметрлерін таңдау әдістері жасалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Алиев И.И. Справочник по электротехники и электрооборудованию: Учеб. пособие для вузов.-2-е издание., доп.-М.: Высш.шк., 2010.-255с, ил
- 2 Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий.- 3-е издание, переработанный и доп.-М.: энергия, 2016.-368с., ил
- 3 Кноринг Г.М. Осветительные установки. – Л.: энергоиздат, 2001,- 288с.,
- 4 Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов – М.: Издательство “Мастерство”, 2011. – 320с.: ил.
- 5 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. – Москва.: В.шк., 2012.-576с.
- 6 Пособие по курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов/ Под ред. В.М. Блок. – М.: В.шк., 2000.-383с.:ил.
- 7 Правила устройства электроустановок.- Министерство энергетики и топливных ресурсов Республики Казахстан. Астана, 2013.
- 8 Алексеев О.П., Казанский В.Е., Козис В.Л., Овчеренко Н.И., Сиротский Е.Л. Автоматика электроэнергетических систем: Уч. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат,2011.–480с.

Рахымжанова Айчүрек Бақытқызы

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін
әзірлеу

тақырыбындағы дипломдық жобасына

СЫН – ПІКІР

Қалалық және өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйелерінде электр энергиясының негізгі бөлігі тұтынушыларға кернеуі 6-10 кВ кабельдік желілер арқылы таратылған. Бұл жұмыс 110/35/6 кернеулі қосалқы станциясының 6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеу бойынша орындалған.

Өнеркәсіптік жиілік пен жоғарғы гармоникалық құрамдас бөліктері және 7-тармаққа сәйкес жетілдірілген қорғаныс негізінде нөлдік тізбектегі ағымдағы қорғаныстардың жұмыс істеу тогының параметрлерін тандау әдістері жасалды.

Жоба бойынша ескерту

Дипломдық жұмыс бойынша ерекше ескертулер жоқ. Пайдалаған әдебиеттер тізімі бойынша жаңа мәліметтер пайдаланылуы керек. Бұл ескерту жұмыстың бағасын томендетпейді.

Жұмысты бағалау

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «5B071800- Электр энергетикасы» мамандығы бойынша Рахымжанова Айчүрек Бақытқызы аталған мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 95%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Пікір беруші

**АЭЖБУ «Электр жетегі және өндірістік құрылғыларды автоматтандыру» кафедрасының
тех.ғылым.докторы, профессор**



М.А. Мустафин

«25» 05 2022 жыл

Рахымжанова Айчүрек Бақытқызы

5B071800 - Электр энергетикасы мамандығы бойынша

6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау
жүйесін әзірлеу

тақырыбындағы дипломдық жобасына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Қалалық және өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйелерінде электр энергиясының негізгі бөлігі тұтынушыларға кернеуі 6-10 кВ кабельдік желілер арқылы таратылған. Бұл жұмыс 110/35/6 кернеулі қосалқы станциясының 6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеу бойынша орындалған.

Өнеркәсіптік жиілік пен жоғарғы гармоникалық құрамдас бөліктері және 7-тармаққа сәйкес жетілдірілген қорғаныс негізінде нөлдік тізбектегі ағымдағы қорғаныстардың жұмыс істеу тогының параметрлерін таңдау әдістері жасалды.

Ұсынылған дипломдық жұмыспен танысу және талқылану негізінде Satbayev University – нің «5B071800- Электр энергетикасы» мамандығы бойынша Рахымжанова Айчүрек Бақытқызы аталған мамандық бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесін беруге лайық, ал дипломдық жұмысы 96%(А) бағалауға болады деп санаймын.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ «Энергетика» кафедрасының
лекторы



Г.Ш.Токпеисова

«23» 05 2022 жыл

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Рахымжанова Айчурек Бакыткызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: 6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеу

Научный руководитель: Гулбаршын Токпеисова

Коэффициент Подобия 1: 13.2

Коэффициент Подобия 2: 5.8

Микропробелы: 292

Знаки из здругих алфавитов: 317

Интервалы: 345

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:

Допущена к защите

Дата

25.05.2022

Заведующий кафедрой Сапарбаева



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Рахымжанова Айчурек Бакыткызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: 6-10 кВ кабельдік желілер үшін бір фазалы жерге тұйықталудан қорғау жүйесін әзірлеу

Научный руководитель: Гулбаршын Токпеисова

Коэффициент Подобия 1: 13.2

Коэффициент Подобия 2: 5.8

Микропробелы: 292

Знаки из других алфавитов: 317

Интервалы: 345

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: *Дипломная работа не является плагиатом и допускается к защите*

Дата

Токпеисова Г.Ш.

проверяющий эксперт