ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ
Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты
«Энергетика» кафедрасы
5В071800 – Электр энергетикасы

Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы

5В071800 - «Электр энергетикасы»

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5В071800 – Электр энергетикасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі м.а. PhD докторы,
_____Е.А. Сарсенбаев
«___ » _____2019 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы»

5В071800-«Электр энергетикасы» мамандығы бойынша

Орындаған Жақсылық О.Н.

Пікір беруші
М. Тынышпаева атындағы ҚККА
«Электроэнергетика» кафедрасының
доценті, PhD
_____Ж.Ж. Калиев
(қолы)
«___ » _____2019 ж.

Ғылыми жетекші
лектор
_____Г.Ш. Токпеисова
(қолы)
«___ » _____2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Т.К. Бәсенов атындағы сәулет құрылыс және энергетика институты

«Энергетика» кафедрасы

5В071800 – Электр энергетикасы

БЕКІТЕМІН
«Энергетика» кафедрасының
меңгерушісі м.а. PhD докторы,
_____Е.А. Сарсенбаев
«___ » _____2019 ж.

Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА

Білім алушы *Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы*
Тақырыбы *«Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы»*
Университет ректорының *2018 ж. «30» қазанындағы № 1210 - б бұйрығымен бекітілген*
Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі *«6» мамыр 2019 ж.*
Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістер: *Зауыттың бас жоспары; цехтар бойынша электрлік жүктемелер туралы мәліметтер; қуаттары 100 МВА кернеулері 115/37/10,5 кВ тең екі параллель жұмыс істейтін үш орамды трансформаторлары бар энергожүйе*
Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі
а Электрлік жүктемелерді есептеу;)
б)Арнайы бөлімде: бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы;)
в)Электр қауіпсіздігі;
Сызбалық материалдар тізімі *Сызбалық материалдар слайдпен көрсетілген*
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер *29 атау*

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Электрлік жүктемелерді есептеу		
Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы		

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**
Арнайы бөлім	Токпеисова Г.Ш. Лектор		
Электр қауіпсіздігі	Токпеисова Г.Ш. Лектор		
Норма бақылау	Бердибеков А.О. Сениор-лектор	06.05.19ж	

Ғылыми жетекші _____ Г.Ш.Тоқпеисова

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Жақсылық О.Н.

Күні «_____»_____2018 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы

5В071800- Электр энергетикасы

ТАҚЫРЫБЫ: *Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы.*

Орындалды:
а) графикалық бөлім _____парақ
б) түсініктеме _____бет

Бітіруші жұмыстың тақырыбы, мазмұны, құрамы, көлемі оқу жоспары мен бағдарламасына сәйкес, арнайы нормативтер – ҚМжЕ, БМБ, оқулықтар, анықтамалықтарға сай дұрыс шешімдер қабылданып орындалған.

Студент жұмысты дайындау кезіндегі өз бетінше әрекеттенуі жұмыс кезіндегі жобалау мен тәртіптілігі, техникалық материалдарды пайдалана алуы бітірушінің жеке ерекшелігі.

Дипломдық жұмыс «Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы» бойынша трансформаторлар мен ЭҚ аппараттары таңдалып, электр жүктемелер есептелінген.

Электр қауіпсіздігін бөлімінде негізгі шаралар қарастырылып, қорғанысты ажырату қондырғыларының түрлері мен жұмыс принциптері көрсетілген.

Жұмысқа ескерту: *Мәтінде орфографиялық және стилистикалық қателер кездеседі.*

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жұмысқа 95% «өте жақсы» деген баға ұсынып, ал студент Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

РЕЦЕНЗЕНТ
М. Тынышбаев атындағы ҚазККА
«Электроэнергетика» кафедрасының доценті, PhD_____Ж.Ж. Калиев

«03» мамыр 2019 ж.

Персоналды басқару бөлімі
Отдел по управлению персоналом

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОУП

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жұмыс

Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы

5В071800- Электр энергетикасы

ТАҚЫРЫБЫ: *Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы.*

Орындалды:
а) графикалық бөлім _____парақ
б) түсініктеме _____бет

Бітіруші жұмыстың тақырыбы, мазмұны, құрамы, көлемі оқу жоспары мен бағдарламасына сәйкес, арнайы нормативтер – ҚМжЕ, БМБ, оқулықтар, анықтамалықтарға сай дұрыс шешімдер қабылданып орындалған.

Студент жұмысты дайындау кезіндегі өз бетінше әрекеттенуі жұмыс кезіндегі жобалау мен тәртіптілігі, техникалық материалдарды пайдалана алуы бітірушінің жеке ерекшелігі.

Дипломдық жұмыс «Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы» бойынша трансформаторлар мен ЭҚ аппараттары таңдалып, электр жүктемелер есептелінген.

Электр қауіпсіздігін бөлімінде негізгі шаралар қарастырылып, қорғанысты ажырату қондырғыларының түрлері мен жұмыс принциптері көрсетілген.

Жұмысқа ескерту: *Мәтінде орфографиялық және стилистикалық қателер кездеседі.*

ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ

Жалпы дипломдық жұмысқа 95% «өте жақсы» деген баға ұсынып, ал студент Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

РЕЦЕНЗЕНТ
М. Тынышбаев атындағы ҚазККА
«Электроэнергетика» кафедрасының доценті, PhD_____Ж.Ж. Калиев

«03» мамыр 2019 ж.

Персоналды басқару бөлімі
Отдел по управлению персоналом

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник ОУП

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

5В071800 - Электр энергетикасы *мамандығы бойынша оқитын ЭЭб-15-1к тобының студенті Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы* **«Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы»** *тақырыбындағы дипломдық жұмысына ғылыми жетекшінің пікірі*

Дипломдық жұмыста «Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы» бойынша трансформаторлар мен ЭҚ аппараттары таңдалып, электр жүктемелер есептелінген.

Электр қауіпсіздігін бөлімінде негізгі шаралар қарастырылып, қорғанысты ажырату қондырғыларының түрлері мен жұмыс принциптері көрсетілген.

Жалпы бітіруші жұмыста ешбір айтарлықтай қателер жоқ. Қолданылған әдебиеттерге сілтеме көрсетілген. Сызбалар AutoCAD бағдарламасында сызылған. Түсінік жазбасында компьютерлік қателер бар.

Жұмысты орындау кезінде Жақсылық Орынбасар өзін жауапкершілігі жоғары, білім алуға талпынысы бар, еңбекқорлығы жақсы студент ретінде көрсетті.

Бітіруші жұмыс жалпы өте жақсы орындалған, жоғарыдағы көрсетілген кемшіліктер Жақсылық Орынбасарға білікті маман болып шығуына ешқандай кедергісін тигізбейді.

Жалпы дипломдық жұмысқа 95% «өте жақсы» деген баға ұсынып, ал студент Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші
«Энергетика» кафедрасының
Лекторы _____ ***Токпеисова Г.Ш.***

«03» мамыр 2019 жыл.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

5В071800 - Электр энергетикасы *мамандығы бойынша оқитын ЭЭб-15-1к тобының студенті Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы* **«Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы»** *тақырыбындағы дипломдық жұмысына ғылыми жетекшінің пікірі*

Дипломдық жұмыста «Бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы» бойынша трансформаторлар мен ЭҚ аппараттары таңдалып, электр жүктемелер есептелінген.

Электр қауіпсіздігін бөлімінде негізгі шаралар қарастырылып, қорғанысты ажырату қондырғыларының түрлері мен жұмыс принциптері көрсетілген.

Жалпы бітіруші жұмыста ешбір айтарлықтай қателер жоқ. Қолданылған әдебиеттерге сілтеме көрсетілген. Сызбалар AutoCAD бағдарламасында сызылған. Түсінік жазбасында компьютерлік қателер бар.

Жұмысты орындау кезінде Жақсылық Орынбасар өзін жауапкершілігі жоғары, білім алуға талпынысы бар, еңбекқорлығы жақсы студент ретінде көрсетті.

Бітіруші жұмыс жалпы өте жақсы орындалған, жоғарыдағы көрсетілген кемшіліктер Жақсылық Орынбасарға білікті маман болып шығуына ешқандай кедергісін тигізбейді.

Жалпы дипломдық жұмысқа 95% «өте жақсы» деген баға ұсынып, ал студент Жақсылық Орынбасар Нұрымұлы 5В071800 – Электр энергетикасы мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры академиялық дәрежесіне лайық деп есептеймін.

Ғылыми жетекші
«Энергетика» кафедрасының
Лекторы _____ ***Токпеисова Г.Ш.***

«03» мамыр 2019 жыл.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысына арналған. Электрқабылдағыштардың берілген саны мен қуаты бойынша слесарлы-құрастыру цехынің жүктемесі есептелді. Бұл есептеулер нәтижесі бойынша, және жобаның бастапқы берулері бойынша заводтың 0,4 кВ кернеулі жүктемесі анықталды. Жұмыс зауыттың сыртқы электрмен жабдықтауының екі түрлі схемасы қарастырылған.

Дипломдық жұмыстың арнайы бөлімінде трансформатордағы максималды тоқты қорғанысы жоғары кернеу жағынан да, төменгі кернеу шығысынан да бөлшектелген орамамен орнатылады, және жоғары кернеу жағындағы максималды тоқты қорғанысты есептеулер жүргізіледі.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена расчету электроснабжения завода первой категории и релейной защиты силового трансформатора. Грузоподъемность слесарной мастерской рассчитывалась по количеству и мощности приемников. На основании этих расчетов линия электропередачи напряжением 0,4 кВ была идентифицирована на основе начальной передачи. Существует два типа схем внешнего энергоснабжения завода.

В специальном разделе дипломной работы максимальное напряжение на трансформаторе устанавливается как на выходе с напряжением, так и на выходе с более низким напряжением, а также на максимальной защите по току на стороне наивысшего напряжения.

ANNOTATION

The degree work is devoted to the calculation of power supply of the first categorical form and relay protection of the power transformer. The load capacity of the locksmith workshop was calculated on the number and power of the receiver. Based on these calculations, the 0.4 kV voltage line of the plant was identified based on the initial transmission. There are two types of external power supply schemes of the plant. In the special section of the degree work, the maximum voltage on the transformer is set at both the voltage and the lower voltage output, and the maximum current protection at the highest voltage side.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	9
1	Технологиялық бөлім	10
1.1	Өндірістің технологиялық процессінің қысқаша мазмұны	10
2	Негізгі бөлім: зауыттың электрмен жабдықтауын құрастыру	11
2.1	Жобаның бастапқы берілгендері	11
2.2	Күштік және жарықтандыру жүктемесін есептеу	11
2.3	Трансформатор таңдау 0,4 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау	19
2.4	Электрлік жүктемелерді есептеу	22
2.5	ТП-дағы қуат шығындарын анықтау	24
2.5.1	ТП шинасындағы 10 кВ кернеудегі реактивті қуатты компенсациялау	24
2.6	ЭҚ қорғаныс аппараттарын таңдау	26
2.6.1	Цех қондырғыларына жабдықтарды таңдау	27
2.7	Сыртқы электрмен жабдықтаудың нұсқаларының техникалық есептелуі	28
2.8	Зауыттың қосалқы станциясындағы трансформатордан шығатын U=0,4 кВ кернеуіне жабдықтар таңдау	29
2.9	Кернеу трансформаторын таңдау	32
3	Релелік қорғанысты есептеу	34
3.1	Трансформатордың релелі қорғанысын есептеу	34
3.1.1	Трансформатордың максималды тоқты қорғанысын есептеу	34
3.1.2	Тоқ кесерді есептеу	38
3.1.3	Дифференциалды қорғауды есептеу	38
3.1.4	Трансформаторды газбен қорғау	41
3.1.5	Асқын жүктелуден қорғау	42
3.1.6	10% қателік шартынан тоқ трансформаторын тексеруді есептеу	44
3.2	Өзіндік қажеттілік трансформаторын қорғау үшін релелі қорғаныс есебі	45
3.2.1	ӨҚТ максималды тоқ қорғанысын есептеу	46
3.2.2	35 кВ жағында бірфазалы қысқа тұйықталу тоғы	47
3.2.3	Тоққесерді есептеу	48
4	Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шараларын қарастыру	50
4.1	Қорғанысты ажырату қондырғыларының (УЗО) түрлері	51
	Қорытынды	64
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	65

КІРІСПЕ

Электр энергетикасы бір ғасыр бойы жалпы ұлттық монополия ретінде дамып жұмыс жасады. Бұрынғы одақтың әрбір республикасы бірыңғай энергетикалық жүйеге интеграцияланды. 1991 жылы бірыңғай энергетикалық жүйеде және электр энергетикасында децентрализация және дезинтеграция процесі басталды, осыған байланысты бұл салада реформалау процесі орын алды. Осыған қарамастан электр энергиясы бұрынғыдай ең әмбебаб энергия түрі болып қала берді. Электр энергиясы халық шаруашылығының барлық саласында техникалық прогрестің негізі болып келеді.

Электр энергиясының негізгі тұтынушыларына мыналар жатады: өнеркәсіп орындары, ауыл шаруашылығы, көліктер, қала мен ауылдардың комуналдық шарушылығы. Осыған қарамастан электр энергиясының 80%-ға жуығын өнеркәсіп объектілері тұтынады.

Электр энергиясы халық шарушылығының барлық саласында қолданылады, әсіресе электржетегінің әртүрлі механизмдері үшін, ал кейінгі жылдары әртүрлі электротехнологиялық құрылғылар үшін, оның ішінде электротермиялық және электрдәнекерлеу құрылғыларында, электролизда, материалды электрұшқұндық және электродыбыстық өңдеуде, электробояуда және т.б.

Жалпы өнеркәсіптегі электрқабылдағыштардың үлкен тобын жетектердің механизмдері құрайды, олар халық шаруашылығының барлық саласында қолданылады: көтеру-транспорттық машиналарда, топтық-транспорттық жүйеде, компрессорларда, насостарда, желдеткіштерде.

1 Технологиялық бөлім

1.1 Өндірістің технологиялық процессінің қысқаша мазмұны

Осы дипломдық жұмыста бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы кәсіпорынынды қарастырылады. Зауытта негізгі өндірістік нысандар слесарлы-құрастыру цехы, механикалық цех, термиялық өңдеу цехы, штамповкалы цех, аспапты (инструментальный) цех. Сонымен қатар компрессорлы, қазандық цехы, жабдықтар қоймасы бар. Көлемі бойынша орташа өндіріс орындарының қатарына кіреді. Зауыттағы өндірістік процесс цехтардың жұмысы өзара тығыз байланыста болып, кешенді технологиялық процессті құрайды.

Электрлік энергия тұтынушыларының өз спецификалық ерекшеліктері болады, осыған байланысты электрмен жабдықтауға төмендегідей талаптар қойылады: қорек көзінің сенімділігі, электр энергиясының сапасы, жекелеген элементерді сақтау және қорғау. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың электр жабдықтау жүйесін жобалап жасау және қолдануда технико-экономикалық жағынан дұрыс кернеуді таңдау, электрлік жүктемені анықтау, қосалқы трансформаторлардың қуатын және санын, олардың сақтандырғыштарын, кернеуді реттеу тәсілдерін және реактивті қуаты қалпына келтіру жүйесін таңдау қажет.

Электр энергиясы цехтық таратуда шағын бөлгіш құрылғылар кеңінен қолданылады, қосалқы станциялар және күштік токтық желілер де қолданылады. Бұл сенімді және жеңіл тарату жүйесін жасайды, осының арқасында үлкен көлемде желілер мен кабельдер үнемделеді. Автоматиканың жетілдірілген жүйесі кеңінен қолданылады, сонымен қатар өнеркәсіптік кәсіпорындардың электр жабдықтау жүйесінде белгілі бір элементердің қарапайым және сенімді сақтандырғыш құрылғылары бар.

2 Негізгі бөлім: зауыттың электрмен жабдықтауын құрастыру

2.1 Жобаның бастапқы берілгендері

Жобалауға берілген мәліметтер

1) Зауыт бас жоспар сұлбасы (1сызбада көрсетілген)

2) Зауыт цехтарындағы электр жүктемесі туралы мәліметтер

3) Зауыт, қуаттары 100 МВА, кернеулері 115/37/10,5 кВ тең екі параллель жұмыс істейтін үш орамды трансформаторлары бар энергожүйе қосалқы станциясынан қорек алады. Подстанцияның қуаты – 100 МВА.

4) Энергожүйенің қосалқы станциясынан зауытқа дейінгі қашықтық – 1,4 км.

5) Зауыт бір ауысыммен жұмыс істейді.

2.1 - кесте - Зауытының берілгендері

Цех атауы	N	Тұрақталған қуат		$K_{пай}$	cosφ	tgφ
		P_{min}/ P_{max}	∑P, кВт			
1 Слесарлы-құрастыру цехы	31	1,1-30	229	0,5	0,6	1,33
2 Аспапты цех	55	0,4-80	362,25	0,35	0,7	1,02
3 Термоөңдеу цехы	6	1,1-66	171,7	0,6	0,85	0,6
4 Штамповкалы цех	11	1,5-24	120,4	0,5	0,8	0,75
5 Механикалық цех	33	1,1-40,1	195,7	0,35	0,65	1,16
6 Қойма	6	1,2-14	27,9	0,3	0,6	1,33
7 Зауыт басқарма	37	0,4-3	14,7	0,5	0,5	0,88
8 Аспазды	8	1,1-11	23,4	0,7	0,7	0,75
9 Қазандық	7	1,4-55,5	180,9	0,5	0,5	0,88
10 Компрессорлы	3	36-45	121	0,75	0,75	0,75
11 БЖП (КПП)	2	0,4-1,3	1,7	0,3	0,3	0,6

2.2 Күштік және жарықтандыру жүктемесін есептеу

Цехтар мен зауыт территориясының жарықтануын аудан бойынша анықтау қажет.

Зауыт жүктемесін анықтау кезінде жарықтандыру жүктемесін есептеуді жеңілдетілген әдіс бойынша есептеулер өндіріс аймағының 1 м^2-на келетін жарықтандыру жүктемесінің меншікті тығыздығы және сұраныс коэффициенті қарастырылады.

Бұл әдіс бойынша есептелетін жарықтандыру жүктемесі ең жүктелген

сменадағы жарықтанудың орташа қуатына тең деп қабылданады және келесі формулалар бойынша есептеледі:

$$Рро = Ксо \times Руо, кВт \quad (2.1)$$

$$Qро = tg\,о\,Рро, квар, \quad (2.2)$$

мұнда $К_{со}$ – жарықтандыру жүктемесінің активті қуаты бойынша сұраныс коэффициенті Сандық мәні /10, кесте 3.1/ бойынша анықталады;

$tg\varphi_o$ - реактивті қуат коэффициенті cosφ бойынша анықталады /10, кесте 3.3/,

$Р_{уо}$ – цех бойынша жарықтандыру қабылдағыштардың орнықты қуаты

$$Руо = \rho о \times F, кВт, \quad (2.3)$$

мұнда F – заводтың жалпы планы бойынша анықталатын өндіріс ғимаратының аймағы:

$$Fцех\,тер = F1 + F2 + F3 + \ldots + F15,$$
$$F = A \times B, м2$$
$$Fтте = Fззауыттер - F ттерр$$

ρ_0– 1м^2 келетін меншікті есептік қуат, кВт. Бұл шама ғимараттың түріне тәуелді және бойынша таңдалады. Барлық есептік берілулер 2.2-кестеге “Жарықтандыру жүктемені есептеу” енгізіледі.

Завод цехтары бойынша кернеуі 1кВ-қа дейінгі электр жүктемелерді есептеу жеңіл әдісі – реттелген диаграммалар – бойынша жүргізіледі. Цехтар бойынша күштік және жарықтану жүктемелерді есептеудің нәтижелері 2.3-кестеге “Кернеуі 0,4 кВ завод цехтары бойынша күштік жүктемелерді есептеу” енгізілген.

Зауыттың ТҚС және цех ТҚ орналасу орнын анықтау мақсатымен жобалау кезінде электр жүктемелер картограммасын құрады.

Картограмма – заводтың жалпы планында орналасқан шеңберлер. Шеңберлердің аймағы таңдалған масштабта цехтардың есептелген жүктемелеріне сәйкес келеді.

Төменгі вольтті жүктеме үшін картограмма цехтің жарықтандыру үлесін көрсету керек. Оны цехтің сәйкес келетін шеңбердің секторы түрінде көрсетуге болады.

2.3-кестенің 17 графасында электрлік жүктеменің картограммасын есептеу үшін шеңбер радиусы жазылады:

$$r_i = \sqrt{\frac{Pp}{\pi m}} \qquad (2.4)$$

P_p активті қуаты ең үлкен цех үшін шеңбер сызамыз, радиусын анықтаймыз, масштабын табамыз:

$$m = \frac{P_p}{\pi \times r^2}. \qquad (2.5)$$

18 графа – сектор бұрышы (жарықтану жүктемесінің үлесі):

$$\alpha = \frac{P_{po}}{P_p} \times 360. \qquad (2.6)$$

2.2 - кесте - Жарық жүктемесін есептеу

Цехтар атауы	Ғимарат өлшемдері, ұзындығы (м) ені (м) А×В	Ғимарат ауданы, S. $м^2$	Салыстырмалы жарық беретін жүктеме $_o$, $кВт/м^2$	$Кс_0$	Жарықтандырудың тұрақталған қуаттылығы, Руо, кВт	Жарықтану жүктемесінің есептелуі		cosφ / tgφ
						Рро, кВт	Qро, квар	
1 Слесарлы-құрастыру цехы	2(26×11)+15×16.5	819,5	0,014	1	11,47	11,47	5,735	0,9/0,5
2 Аспапты цех	28×28+10×13	914	0,014	0,9	12,8	11,52	5,76	0,9/0,5
3 Термоөңдеу цехы	30×14	420	0,013	1	5,46	5,46	2,73	0,5/1,73
4 Штамповкалы цех	40×20	800	0,015	0,9	12	10,8	5,4	0,9/0,5
5 Механикалық цех	40×25	1000	0,012	0,9	12	10,8	5,4	0,9/0,5
6 Қойма	10×28	280	0,01	0,8	2,8	2,24	0	1
7 Зауыт басқармасы	16×15	290	0,020	1	5,8	5,8	0	1
8 Аспаздық	10×10	100	0,025	1	2,5	2,5	0	1
9 Қазандық	12×15	180	0,017	0,9	3,06	2,754	5,51	0,9/0,5
10 Компрессорлы	6×13	78	0,017	0,9	1,326	1,2	0,6	0,9/0,5
11 БЖП (КПП)	6×5	30	0,015	0,8	0,45	0,36	0	1
12 Территория		5895	0,002	1	11,8	11,8	5,9	0,9/0,5
Барлығы						76,704	37,055	

2.3 - кесте - Кернеуі U=0,4 кВ жүктемені есептеу

Цехтардың атауы	ЭҚ са-ны, n	Номиналды қуат		m	Ки	cos φ	tgφ	Орта жүктеме		$n_э$	Км	Есептік қуат			R, мм	α, град
		P_{min}/ P_{max} кВт	∑Рн кВт					Рсм кВт	Qсм квар			Рр, кВт	Qр, квар	Sр, кВА		
1 Слесарлы-құрастыру цехы																
Күштік	31	1,1-30	229	> 3	0.5	0.6	1,33	114,5	152,3	15	1,23	140,8	187,3			
Жарықтық								11,47	5,735			11,47	5,735			
Барлығы								126	158			152,3	193	245.85	31,15	29,33
2 Аспапты цех																
күштік	55	0,4-80	362,25	> 3	0,35	0.7	1,02	126,8	129,33	9	1.65	209,2	213,4			
жарықтық								11,52	5,76			11,52	5,76			
барлығы								138	136			220,7	219,2	311,06	37,5	18,8
3 Термоөңдеу цехы																
күштік	6	1,1-66	171,7	> 3	0.6	0.85	0,6	103,02	61,81	5	1.41	145,3	87,2			
жарықтық								5,46	2,73			5,46	2,73			
барлығы								108,5	64,5			150,8	90	175,6	31	13,03
4 Штамповкалы цех																
күштік	11	1,5-24	120,4	> 3	0.5	0.8	0.75	60,2	45,15	10	1.34	80,1	60,1			
жарықтық								10,8	5,4			10,8	5,4			
барлығы								71	50,5			91	65,5	112,12	24,07	42,7

2.3- кесте - Кернеуі U=0,4 кВ жүктемені есептеу (кестенің жалғасы)

Цехтардың атауы	ЭҚ са-ны, n	Номиналды қуат		m	Ки	cosφ	tgφ	Орта жүктеме		$n_э$	Км	Есептік қуат			R, мм	α, град
		P_{min}/ P_{max} кВт	∑Рн кВт					Рсм кВт	Qсм квар			Рр, кВт	Qр, квар	Sр, кВА		
5 Механикалық цех																
күштік	33	1,1-40,1	195,7	> 3	0.35	0.65	1,16	68,5	79,46	10	1,6	109,6	127,1			
жарықтық								10,8	5,4			10,8	5,4			
Барлығы								79,3	85			120,4	132,5	179,03	27,7	32,3
6 Қойма																
күштік	6	1,2-14	27,9	> 3	0,3	0.6	1,33	8,37	11,132	4	2	16,74	22,3			
жарықтық								2,24	0			2,24	0			
барлығы								10,61	6,47			19	22,3	29,3	11	42,4
7 Зауыт басқармасы																
күштік	37	0,4-3	14,7	> 3	0.5	0.75	0,88	7,35	6,47	10	1.34	10	8,8			
жарықтық								5,8	0			5,8	0			
Барлығы								13,15	6,47			15,8	8,8	18,085	10,03	132,15
8 Аспазды																
күштік	8	1,1-11	23,4	> 3	0.7	0.8	0.75	16,38	12,285	4	1.26	20,6	15,5			
жарықтық								2,5	0			2,5	0			
барлығы								18,88	12,285			23,1	15,5	27,82	12,13	38,96

2.3 - кесте - Кернеуі U=0,4 кВ жүктемені есептеу (кестенің жалғасы)

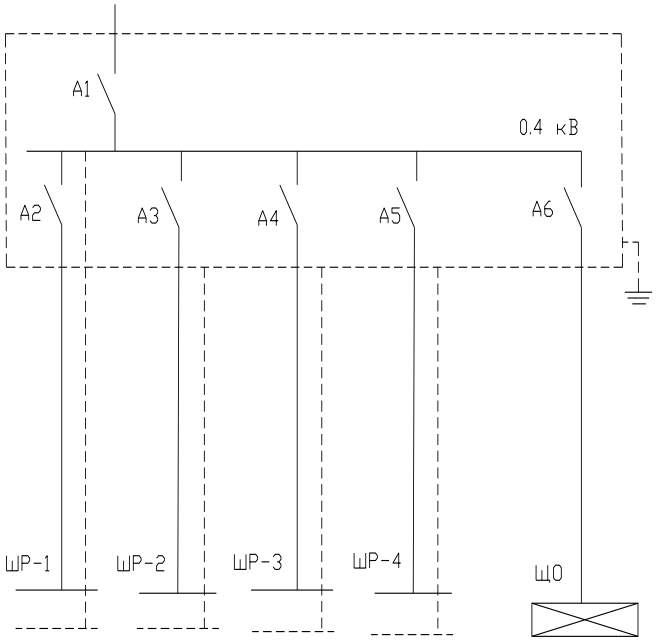
Цехтардың атауы	ЭҚ са-ны, n	Номиналды қуат		m	Ки	cos φ	tgφ	Орта жүктеме		$n_э$	Км	Есептік қуат			R, мм	α, град
		P_{min}/ P_{max} кВт	∑Рн кВт					Рсм кВт	Qсм квар			Рр, кВт	Qр, квар	Sр, кВА		
9 Қазандық																
күштік	7	1,4-55,5	180,9	> 3	0.5	0.75	0,88	90,45	79,6	7	1,45	131,2	115,5			
жарықтық								2,754	5,51			2,754	5,51			
барлығы								93,2	85,11			134	121	180,5	29,215	7,4
10 Компрессорлы																
күштік	3	36-45	121	> 3	0,75	0.85	0,75	90,75	68,06	3	1.26	114,3	85,7			
жарықтық								1,25	0,6			1,2	0,6			
барлығы								92	68,66			115,5	86,3	144,2	27,12	3,74
11 КПП																
күштік	2	0,4-1,3	1,7	> 3	0.3	0.85	0,6	0,51	0,3	2	2	1,02	0,612			
жарықтық								0,45	0,36			0,45	0,36			
барлығы								0,96	0,66			1,47	0,972	1,76	3,06	110,2
Территорияны жарықтандыру	11,8	5,9	13,8													
0,4 кВ шина бойынша жалпысы												1055,87	960,972	1427,7		

2.6 ЭҚ қорғаныс аппараттарын таңдау

Электрқабылдағыштардың барлық қоректену түйіндерінің техникалық кестесін құрамыз.

Электр қабылдағыштарды автоматтармен немесе сақтандырғыштармен қорғаймыз.

Цехтағы қоректену түйіндерінің қаңқа сұлбасын құрамыз.



2.3 - сурет - Цехтағы қоректену түйіндерінің қаңқа сұлбасы

2.6.1 Цех қондырғыларына жабдықтарды таңдау

Жүктемелер түйіндері бойынша таратылған электр қабылдағыштардың техникалық мәлімдемелері.

Мысал түрінде 12 ЭҚ үшін:

$$I_{НОМ} = \frac{P_{НОМ}}{U_{НОМ} \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} \qquad (2.23)$$

$$I_{НОМ} = \frac{2.2}{0{,}38 \cdot 0{,}5 \cdot \sqrt{3}} = 6.67A$$

$$Iп = Iн \cdot Кп \qquad (2.24)$$

$$Iп = 6{,}67 \cdot 3 = 20\ А$$

2.9 - кесте - Электр қабылдағыштардың техникалық мәліметтері

№ п/п	Қондырғы атауы	Рн	Ін	cosφ	Кп	Жұмыс режимі	α	Қорғаныс аппараты	Іп
ШР-1									
1	Кран	9,1	26,27	0,5	4	орташа	2	Автомат	105,1
2,3,4,5,6	Дәнекерлеу посты	2,8	7,1	0,6	3	жеңіл	1,6	Сақтандырғыш	21,266
12	Тесу станогы	2,2	6,67	0,5	3	жеңіл	2	Сақтандырғыш	20
ШР-2									
7,8,9,10	Дәнекерлеу посты	3	7,6	0,6	3	жеңіл	1,6	Сақтандырғыш	22,8
13	Тесу станогы	2,2	6,67	0,5	3	жеңіл	2	Сақтандырғыш	21,266
16	Қақпадағы қозғалтқыш	2,2	4,18	0,8	5	ауыр	2,5	Автомат	20,9
28,29,30	Нүктелік дәнекерлеу	17	51,51	0,5	3	жеңіл	2	Сақтандырғыш	154,53
ШР-3									
11	Реостатты дәнекерлеу	3	9,1	0,5	2	жеңіл	1,6	Сақтандырғыш	18,2
14,15	Кесетін	1,1	3,33	0,5	3	орташа	2	Автомат	10
27	Сым шапқыш	20,4	51,65	0,6	3	Орташа	2	Автомат	155
31	Қашау	1,2	3,04	0,6	3	Орташа	2	Автомат	9,114
ШР-4									
18	Желдеткіш	18,5	46,835	0,6	4	орташа	2	Автомат	187,34
23	Кескіш	1,6	3,74	0,65	3	орташа	2	Сақтандырғыш	11,22
24,25,26	Дәнекерлеу посты	2,8	7,087	0,6	3	жеңіл	2	Сақтандырғыш	21,266
21,22	Гидравликалық гильетина	18,5	46,83	0,6	3	орташа	1,6	Сақтандырғыш	140,5
17	Прокатный	5	12,66	0,6	2	орташа	2	Автомат	32,05
19	Гильетина 1	30	9,1	0,5	3	Орташа	1,6	Сақтандырғыш	27,3
20	Гильетина 2	22	66,67	0,5	3	орташа	1,6	Сақтандырғыш	20

2.7 Сыртқы электрмен жабдықтаудың нұсқаларының техникалық есептелуі

Өнеркәсіптік электрқамдаудың оптимизациялау есептерін шешу кезінде бірнеше варианттарды салыстыру қажеттілігі туады. Өнеркәсіптік энергетика есептердің көп варианттарының бар болуы технико-экономикалық есептеулерді жүргізуді қажет етеді. Ол есептеулердің мақсаты – сұлбаның оптималды (тиімді) вариантын анықтау, электр жүйенің және оның элементтерінің параметрлерін анықтау.

1) Гидромаш орион заводының қуаты 1,428 МВА, кернеулері 115/37/10,5 кВ тең екі параллель жұмыс істейтін үш орамды трансформаторлары бар энергожүйе подстанциясынан қорек алады. Подстанцияның қуаты – 800 МВА. Энергожүйенің подстанциясынан заводқа дейінгі қашықтық - 1,4 км. Зауыт бір ауысыммен жұмыс істейді.

2) ЖЭО энергожүйемен параллель жұмыс жасайды. 10,5 кВ шинадағы ҚТ қуаты 1000МВА-ға ЖЭО-тан заводқа дейінгі қашықтық - 17 км.

Электрмен жабдықтаудың технико-экономикалық салыстыруы бойынша екі нұсқасын қарастырамыз:

1.I нұсқа – ЛЭП 10,5 кВ;

2.II нұсқа – токопровод 10,5 кВ.

I Нұсқа

1-нұсқа бойынша электр жабдықтарын таңдаймыз.

1. Зауыт ТП-дағы трансформатордың жүктелу коэффициенті:

$$Кз = \frac{Sр}{2 \cdot Sн} = \frac{1427.7}{2 \cdot 1000} = 0.7 \qquad (2.31)$$

2.14 - кесте - Трансформатордың паспорттық берілгендері:

Трансформатор типі	$S_н$, $кВ \cdot А$	$I_{хх}$, %	$U_{кз}$, %	$\Delta P_{кз}$, кВт	$P_{хх}$, кВт
ТМ-1000-10(0,4)	1000	1,4	5,5	11	2,45

Трансформатордағы активті, реактивті қуат шығындары:

$$\Delta Pm = (2.45 + 11 \cdot 0.714^2) \cdot 2 = 16.115 кВт$$

$$\Delta Qm = 0.01 \cdot (1{,}4 + 5.5 \cdot 0.714^2) \cdot 2 \cdot 1000 = 84.08 квар$$

Энергожүйеден келетін реактивті қуат:

$$Q_э = 0{,}25 \cdot \sum P_p = 0{,}25 \cdot (P_{p0,4} + \Delta P_m) \qquad (2.33)$$

$Q_э = 0{,}25 \cdot (1055.87 + 16.115) = 246.56 квар;$

ЭБЖ –10 кВ

ЭБЖ-нен өтетін толық қуат:

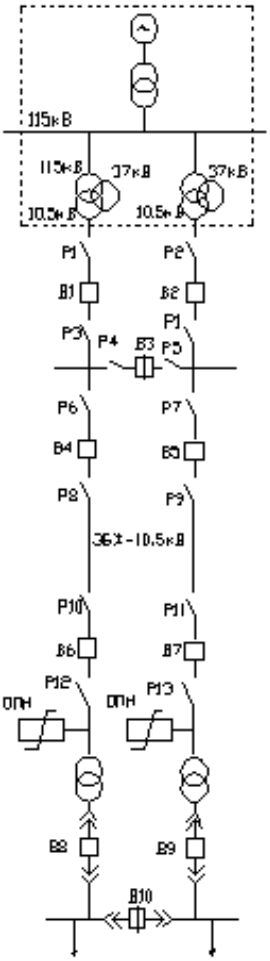
$$S_{лэп} = \sqrt{\left(P_p + \Delta P_{Тр}\right)^2 + Q_э^2} = \qquad (2.34)$$

$$= \sqrt{(1055.87 + 16.115)^2 + 246.56^2} = 1099.9744 кВА$$

Бір желіден өтетін есептелген ток

$$Iр = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{1099.9744}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 31.75 А \qquad (2.35)$$

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша, өткізгіштің қимасын анықтаймыз:



2.5 - сурет - Электрмен жабдықтау сұлбасы-ның бірінші схемасы

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{31.75}{1.1} = 28.864 мм^2 \qquad (2.36)$$

мұнда j=1,1 А/мм^2 $T_м$=4500с кезінде токтың экономикалық тығыздығы. Алюминий өткізгіш.

Тәждену шарты бойынша АС –35мм^2 с $I_{доп}$=100А.өткізгішін таңдаймыз.

Таңдалған өткізгішті шекті токқа тексереміз.

Есептелген ток кезінде:

$I_{доп}$=100А > I_p = 31,75 А

Авариялық режим кезінде

ЭБЖ-гі электр энергия шығындары

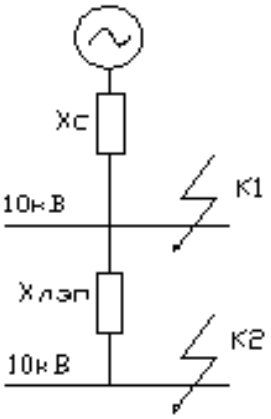
$$\Delta W_{лэп} = 2 \cdot 3 \cdot Ip^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 31.75^2 \cdot 1.106 \cdot 10^{-3} \cdot 2886,2 = 19.31 кВт \times ч \qquad (2.37)$$

r_o=0.79 Ом/км – АС-35 мм^2 үшін менщікті активті кедергі, желі ұзындығы l =1,4 км.

U = 115 кВ-қа сөндіргіштерді, айырғыштарды және қысқа тұйықтағыштарды таңдау

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \times U_б} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10.5} = 5.02 кА; \qquad (2.39)$$

$$Хл = X_0 \cdot L \cdot \frac{Sб}{Uср^2} = 0.4 \cdot 13 \cdot \frac{100}{10.5^2} = 0.39 \text{ о.е.} \qquad (2.40)$$



2.6 сурет - Алмастыру сұлбасы

$$Ik1 = \frac{Iб}{Xc.} = \frac{5.02}{0,5} = 10,04 kA; iy1 = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik1 = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 10,04 = 25,55 кА$$

$$Ik2 = \frac{Iб}{Xc + Xл} = \frac{5.02}{0,5 + 0,39} = 5,64 kA; iy2 = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik2 = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 1,41 = 14,3 кА \qquad (2.41)$$

II-НҰСҚА

ЭБЖ –10 кВ

17 км қашықтықтағы жылу энергетикалық орталықтың 10 кВ шинасына қосылу.

ЭБЖ-нен өтетін толық қуат:

$$S_{лэп} = \sqrt{\left(P_p + \Delta P_{Tp}\right)^2 + Q_э^2} = \sqrt{(1055.87 + 16.115)^2 + 246.56^2} = 1099.9744 кВА$$

Бір желіден өтетін есептелген ток:

$$Ip = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{1099.9744}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 31.75 A \qquad (2.31)$$

II-НҰСҚА

ЭБЖ –10 кВ

17 км қашықтықтағы жылу энергетикалық орталықтың 10 кВ шинасына қосылу.

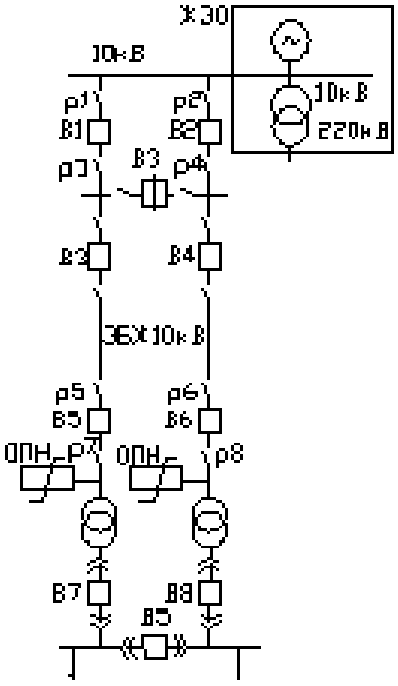
ЭБЖ-нен өтетін толық қуат:

$$S_{лэп} = \sqrt{\left(P_p + \Delta P_{Tp}\right)^2 + Q_э^2} =$$

$$= \sqrt{(1055.87 + 16.115)^2 + 246.56^2} = \quad = 1099.9744 кВА$$

Бір желіден өтетін есептелген ток:

$$Ip = \frac{S_{лэп}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{1099.9744}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 31.75 A$$



2.7 - сурет - Электрмен жабдықтау сұлбасының екінші сұлбасы

Токтың экономикалық тығыздығы бойынша, өткізгіштің қимасын анықтаймыз:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{31.75}{1.1} = 28.864 мм^2 \qquad (2.32)$$

мұнда j=1,1 А/мм^2 $T_м$=4500с кезінде токтың экономикалық тығыздығы. Алюминий өткізгіш.

Тәждену шарты бойынша АС –35мм^2 , $I_{доп}$=100А өткізгішін таңдаймыз.

Таңдалған өткізгішті шекті токқа тексереміз.

Есептелген ток кезінде:

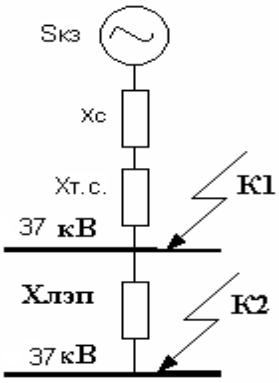
$I_{доп}$ =100А > I_p= 31,75 А

Авариялық режим кезінде

$I_{доп\ ав}$ =1,3× $I_{доп}$ =1,3×100 =130А > $I_{ав}$ = 63,51 А

ЭБЖ-ғы электр энергия шығындары:

$$\Delta W_{лэп} = 2 \cdot 3 \cdot Ip^2 \cdot R \cdot 10^{-3} \cdot \tau = 2 \cdot 3 \cdot 31.75^2 \cdot 13.43 \cdot 10^{-3} \cdot 2886,2 = 234451 кВт \times ч$$



2.8 сурет - Алмастыру сұлбасы

$$Ik1 = \frac{Iб}{Xc + Xmc} = \frac{15.6}{0,5 + 2.65} = 4,9 \approx 5kA;\ iy = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik1 = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 5 = 12,72 кА$$

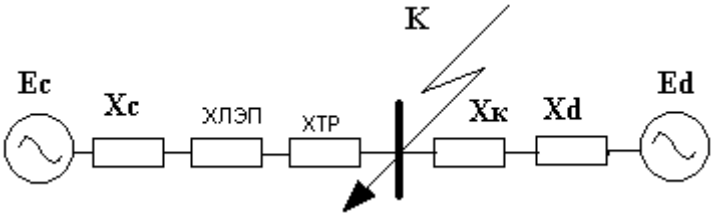
$$Ik2 = \frac{Iб}{Xc + Xmc + Xл} = \frac{15.6}{0,5 + 2.65 + 1.8} = 3,15kA;\ iy = \sqrt{2} \cdot Ky \cdot Ik2 = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 3,15 = 8 кА$$

В1-В2 және Р1-Р4 жабдықтарын энергия жүйесіндегі трансформатордың апатты тогынан таңдаймыз. Қуат күші трансформатордың екінші орамында бірдей тарайды деп қабылдап, апаттық режимдегі қуат мынаған тең: 2х20=40МВА.

$$I_{AB} = \frac{S_{AB}}{\sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{2 \cdot 20000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 624.9 \approx 625A$$

2.8 Зауыттың қосалқы станциясындағы трансформатордан шығатын U=0,4 кВ кернеуіне жабдықтар таңдау

ТП-ғы қысқа тұйықталу тоғын есептеу.



2.9 - сурет - Орынбасу сұлбасы

Орынбасу сұлбасының параметрлерін табамыз.

$$I_б = \frac{S_б}{\sqrt{3} \times Uн} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10,5} = 55кА;$$

$$Xтр = \frac{Uкк \cdot Sб}{100 \cdot Sннт} = \frac{10,5 \cdot 100}{100 \cdot 40} = 2,62о.е.$$

$$Xк = L \cdot X_0 \cdot \frac{Sб}{Uср^2} = 0,4 \cdot 13 \cdot \frac{100}{10,5^2} = 47,16 \quad Ом \qquad (2.53)$$

$$Iê = \frac{I_б}{Xc + Xл + Xтр} = \frac{55}{0,5 + 47,16 + 2,62} = 1,09кА; \qquad (2.55)$$

$X_{уд}$ =0.09 Ом/км.

$$Xк = L \cdot Xуд \cdot \frac{Sб}{N \cdot Uср^2} = 1,8 \cdot 0,09 \cdot \frac{1000}{4 \cdot 10,5^2} = 0,36о.е. \qquad (2.56)$$

Қысқа тұйықталу тогы

$$I_{кд} = \frac{Iб}{Xк + Xд} = \frac{55}{0,36 + 45,1} = 1,2кА$$

$$I_к = I_{кс} + I_{кд} = 1,09 + 1,2 = 2,29кА$$

$$iу = \sqrt{2} \cdot Ку \cdot Ik = \sqrt{2} \cdot 1.8 \cdot 2,29 = 5,829 \approx 6кА$$

Ажыратқыштарды таңдау
Кіріс ажыратқышын таңдау:
Зауыт қуаты: $S_{кз}$ = 1427,7 кВА
Есептелінген ток:

$$I_P = \frac{Sрз}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot Uн} = \frac{1427.7}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 41.214A \qquad (2.57)$$

2.16 - кесте - Таңдалынған ажыратқышты тексеру:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 10 кВ $I_н$ = 100 кА $I_{откл}$ = 45 кА $I_{дин}$ = 120 кА	U = 10 кВ $I_{ав}$ = 82,43 А $I_{кз}$ = 2,202 кА $I_у$=6кА

Секциялы ажыратқыш: Секциялы ажыратқыштан кіріс ажыратқыш арқылы өтетін тоқтың жартысы өтеді. Сондықтан секционды ажыратқышты есептелінген токпен таңдаймыз.

ВМПЭ –10 –100-20У3 типтегі ажыратқышты таңдаймыз.

2.17 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 10 кВ $I_н$ =100 А $I_{откл}$ = 31,5 А $I_{дин}$ = 80 кА	U = 10 кВ $I_р$ = 41,214 А $I_{кз}$ = 2,309 А $I_у$ = 6кА

Шығатын жердегі ажыратқыштарды таңдау

ТП-РУ-1 (ТП-дан слесарлы-құрастыру цехына)

S_p = 245,85 кВА

$$I_p = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{245.85}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 304A$$

2.18 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 400 В $I_н$ = 500 А $I_{откл}$ = 10 кА $I_{дин}$ = 25,5 кА	U = 400 В $I_р$ = 304 А $I_{кз}$ = 2,309 кА $I_у$ = 6 кА

ТП-РУ-2 (ТП-дан инструменталды цехқа)

S_p = 311,06 кВА

$$I_p = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{311.06}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 83.7A$$

2.19 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н = 400$ В $I_н = 200$ А $I_{откл} = 10$ кА $I_{дин} = 25,5$кА	$U = 400$ В $I_{ав} = 161,08$ А $I_{кз} = 2,309$кА $I_у = 6$ кА

ТП-РУ-3 (ТП-дан қазандыққа)

$S_р = 180,5$ кВА

$$I_р = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{180.5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 48.38A$$

2.20 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н = 400$ В $I_н = 100$ А $I_{откл} = 10$ кА $I_{дин} = 25,5$ кА	$U = 400$ В $I_{ав} = 96,76$ А $I_{кз} = 2,309$ кА $I_у = 6$ кА

ТП-РУ-4 (ТП-дан термоөңдеу цехына)

$S_p = 175,6$ кВА

$$I_р = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{175.6}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 47.1A$$

2.21 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н = 400$ В $I_н = 100$ А $I_{откл} = 10$ кА $I_{дин} = 25,5$ кА	$U = 400$ В $I_{ав} = 94,13$ А $I_{кз} = 2,309$ кА $I_у = 6$ кА

ТП-РУ-5 (ТП-дан механикалық цехқа)

$S_p = 179,03$ кВА

$$I_р = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{179.03}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 48A$$

2.22 - кесте – Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 400 В $I_н$ =100 А $I_{откл}$ =10 кА $I_{дин}$ = 25,5 кА	U = 400 В $I_{ав}$ = 96 А $I_{кз}$ = 2,309 кА $I_у$ = 6 кА

ТП-РУ-6 (ТП-дан штамповкалы цехқа)

S_p = 112,12 кВА

$$I_p = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{112.12}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 30.051A$$

2.23 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 400 В $I_н$ = 100 А $I_{откл}$ =10 кА $I_{дин}$ = 25,5 кА	U = 400 В $I_{ав}$ = 60,102 А $I_{кз}$ = 2,309 кА $I_у$ = 6 кА

ТП-РЩ-5 (ТП-дан компрессорлыға)

S_p = 180,5 кВА

$$I_p = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{180.5}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 48.38A$$

2.24 - кестеТаңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 400 В $I_н$ = 100 А $I_{откл}$ = 10 кА $I_{дин}$ = 25,5 кА	U = 400 В $I_{ав}$ = 96,76 А $I_{кз}$ = 2,309 кА $I_у$ = 6 кА

ТП-РЩ-21 (ТП-дан КПП-ға)
S_p = 1,76 кВА

$$I_p = \frac{Sp}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{1.76}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5} = 4.7A$$

2.24 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 230/400 В $I_н$ = 6 А $I_{расц}$ = 40 А	U=220 В $I_{ав}$ = 4,7 А $I_{кз}$ = 0,33 кА

ТП-РЩ-22 (ТП-дан басқармаға одан аспазды және қойма тармақ (перемычка) арқылы қоректенеді)

S_p = 18,085 + 27.82 + 29.3 = 75.205 кВА

$$I_p = \frac{Sp}{2\cdot\sqrt{3}\cdot U_н} = \frac{75.205}{2\cdot\sqrt{3}\cdot 10,5} = 53.7А$$

2.25 - кесте - Таңдалған ажыратқыштарды тексереміз:

Паспорттық	Есептелген
$U_н$ = 400 В $I_н$ = 120 А $I_{откл}$ = 10 кА Iдин=25,5кА	U = 400 В $I_{ав}$ = 107.4 А $I_{кз}$ = 2,309 кА $I_у$ = 6 кА

ТП-дан РУ-ларға кабель таңдау.
кабель таңдау шарттары:

$$S_{эк} = \frac{I_P}{J_{эк}}; \qquad I_p < I_{доп} \qquad I_{ав} < 1,3\cdot I_{доп}$$

РУ-1:

$$S_{эк} = \frac{304}{1.2} = 253.3мм^2;$$

ААШв-35-(3х300) , $I_{доп}$ =485А кабелін таңдаймыз.Шекті тогы

$I_{доп}$ = 485А·0,9 = 436,5 А > $I_р$ =304А

$I_{доп\ ав}$ =1,3·485 = 630,5 А > $I_{ав}$ = 608А

РУ-2:

$$S_{эк} = \frac{83.7}{1.2} = 69.75мм^2;$$

ААШв-10-(3х70) , $I_{доп}$ = 260А кабелін таңдаймыз.Шекті тогы

$I_{доп}$ = 260А·0,9 = 234 А > $I_р$ = 83,7А

$I_{доп\ ав}$ =1,3·260 = 338 А > $I_{ав}$ = 139,5 А

РУ-3:

$$S_{эк} = \frac{48.38}{1.2} = 40.32 мм^2;$$

ААШв-10-(3х50), $I_{доп}$ = 215А кабелін таңдаймыз. Шекті тогы

$I_{доп}$ = 215А·0,9 = 193,5 А > $I_р$ =48,32А

$I_{доп\ ав}$ =1,3·215 = 403 А > $I_{ав}$ = 96,75А

РУ-4:

$$S_{эк} = \frac{47.1}{1.2} = 39.25 мм^2;$$

ААШв-10-(3х50) , $I_{доп}$ = 215А кабелін таңдаймыз. Шекті тогы

$I_{доп}$ = 215А·0,9 = 193,5 А > $I_р$ = 47,1А

$I_{доп\ ав}$ =1,3·215 = 279,5 А > $I_{ав}$ = 78,5 А

РУ-5 :

$$S_{эк} = \frac{48}{1.2} = 40 мм^2;$$

ААШв-10-(3х50), $I_{доп}$ = 215А кабелін таңдаймыз. Шекті тогы

$I_{доп}$ = 215А·0,9 = 193,5 А > $I_р$ = 40А

$I_{доп\ ав}$ =1,3·215 = 279,5 А > $I_{ав}$ = 80А

РУ-6 :

$$S_{эк} = \frac{30.05}{1.2} = 25.042 мм^2;$$

ААШв-10-(3х25), $I_{доп}$ = 145 А кабелін таңдаймыз. Шекті тогы $I_{доп}$ = 145А·0,9 = 130,5 А > $I_р$ = 25,042А.

2.26 - кесте - Кабельдік журнал

Учаске аты	$S_р$, кВА	Траншеядағы кабель саны N	$К_п$	Жүктеме		Токтың экономикалық тығыздығы бойынша, мм^2		Қысқа тұйықталу тогы бойынша, мм^2		Таңдалған кабель	$I_{доп}$, А
				$I_р$, А	$I_{ав}$, А	$j_э$, А/мм^2	$F_э$,мм^2	$I_к$, кА	S,мм^2		
ТП-РУ1	245,85	2	0,9	304	608	1,2			253,3	ААШв-35-(3×300)	485
ТП-РУ2	311,06	2	0,9	83,7	167,4	1,2			69,75	ААШв-10-(3х70)	260
ТП-РУ3	180,5	2	0,9	48,38	96,76	1,2			40,32	ААШв-10-(3×50)	215
ТП-РУ4	175,06	2	0,9	47,1	94,2	1,2			39,25	ААШв-10-(3х50)	215
ТП-РУ5	179,03	2	0,9	48	96	1,2			40	ААШв-10-(3×50)	215
ТП-РУ6	112,12	2	0,9	30,05	60,1	1,2			25,04	ААШв-10-(3×25)	145
ТП-РШ5	144,2	2	0,9	48,3	96,6	1,2			40,32	ААШв-10-(3×50)	215
ТП-РШ21	1,76	2	0,9	4,7	9,4	1,2			3,92	АВВГ-4×4	41
ТП-РШ22	75,2	2	0,9	53,7	107,4	1,2			44,75	ААШв-10-(3×50)	215
РШ22-РШ23	57,12	2	0,8	21	42	1,2			17,5	АВВГ-4×25	145
РШ23-РШ24	29,3	1	0,8	15	30	1,2			12,5	АВВг-4×16	100

РУ-ға автоматты ажыратқышын таңдаймыз

$$I_p = \frac{S_н}{\sqrt{3} \cdot U_н} = \frac{246}{\sqrt{3} \cdot 0.38} = 152A$$

2.27 - кесте - ТП-ға кіріспедегі және секциялы ажыратқышқа ток трансфор-маторларын таңдау

Құрал	Типі	А, ВА	В,ВА	С, ВА
A	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

Трансформатор тоғының екіншілік жүктемесін есептейміз.

Екіншілік жүктеменің кедергісі құралдардың, жалғайтын сымдардың

және контактілердің өтпелі кедергілерінен тұрады:

Құралдардың кедергісі келесі формуламен анықталады

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом}; \quad r_{2н} = \frac{S_{2нтт}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом}. \qquad (2.58)$$

мұнда $S_{приб.}$ –құралдардың тұтынатын қуаты;

I_2–құралдың екінші номиналды тоғы.

Сымның шекті кедергісі

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0.8 - 0.26 - 0,1 = 0.44 Ом. \qquad (2.59)$$

$$F_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2; \qquad (2.60)$$

АКР ТВ; типтегі сымын таңдаймыз қимасы F=2,5мм^2;

$$R_{пров} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом}; \qquad (2.61)$$

2.28 - кесте - ТШЛ-10У3 типтегі тоқ трансформаторын таңдаймыз

Есептелген мәндері	Каталог бойынша
$U_н$= 380В $I_{ав}$=3573,54 А $B_к$=0,7 кА^{2}с $i_{уд}$=4 кА $S_{2\,р}$=10,5 ВА $Z_{2Р}$=0.42Ом	$U_н$= 380В $I_н$=4000А $I_т^2t_т$=33075 кА^{2}с $I_{дин}$=74,5кА $S_{2\,н}$=20 ВА $Z_{2Н}$=0.8Ом

2.29 - кесте - ТП-РУ желісіндегі ток трансформаторы:

Құрал	Типі	А, ВА	В,ВА	С, ВА
А	Э-350	0,5	0,5	0,5
Wh	САЗ-И681	2,5	2,5	2,5
Varh	СР4-И689	2,5	2,5	2,5
W	Д-355	0,5	-	0,5
Var	Д-345	0,5	-	0,5
Барлығы		6,5	5,5	6,5

Екіншілік жүктеменің кедергісі құралдардың, жалғайтын сымдардың және контактілердің өтпелі кедергілерінен тұрады:

Құралдардың кедергісі келесі формуламен анықталады

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{6,5}{5^2} = 0,26 \text{ Ом};$$

$$r_{2н} = \frac{S_{2нтт}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0.8 \text{ Ом}.$$

мұндағы

$S_{приб.}$–құралдардың тұтынатын қуаты

I_2–құралдың екінші номиналды тоғы

Сымның шекті кедергісі

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0.8 - 0.26 - 0,1 = 0.44 Ом. \quad (2.65)$$

$$F_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} = \frac{0,028 \times 5}{0,44} = 0,32 \text{ мм}^2;$$ АКР ТВ типтегі сымын таңдаймыз

(2.66)

$$R_{пров} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом};$$

2.30 - кесте - ТП-РУ1: ТПЛК-10У3 типіндегі ток трансформаторын таңдаймыз

Есептелген мәндері	Каталог бойынша
$U_н$= 380 В $I_{ав}$ = 153 А $B_к$ = 0,7 кА^{2}с $i_{уд}$= 6 кА $S_{2\,р}$= 10,5 ВА $Z_{2Р}$ = 0.42 Ом	$U_н$= 380 В $I_н$ = 600А $I_т^2t_т$ = 33075 кА^{2}с $I_{дин}$= 74.5кА $S_{2\,н}$ = 20 ВА $Z_{2Н}$ = 0.8 Ом

2.31- кесте - ТП-РУ2: ТПЛК-10У3 типіндегі ток трансформаторын таңдаймыз

Есептелген мәндері	Каталог бойынша
$U_н$ = 380 В $I_{ав}$ = 144,73 А Вк = 0,7 кА^{2}с $i_{уд}$ = 6 кА $S_{2\,р}$ = 10,5 ВА $Z_{2Р}$ = 0.42 Ом	$U_н$ = 380 В $I_н$ = 200 А $I_т^2t_т$ = 33075 кА^{2}с $I_{дин}$ = 74.5кА $S_{2\,н}$ = 20 ВА $Z_{2Н}$ = 0.8Ом

2.32 - кесте - ТП-РУ5: ТПЛК-10У3 типіндегі ток трансформаторын таңдаймыз

Есептелген мәндері	Каталог бойынша
$U_н$ = 380 В $I_{ав}$ = 84,6 А $B_к$ = 0,7 кА^{2}с $i_{уд}$ = 6 кА $S_{2\,р}$ = 10,5 ВА $Z_{2Р}$ = 0.42 Ом	$U_н$ = 380 В $I_н$ = 300 А $I_т^2t_т$=33075 кА^{2}с $I_{дин}$ = 74.5 кА $S_{2\,н}$=20 ВА $Z_{2Н}$ = 0.8 Ом

$$r_{приб} = \frac{S_{приб}}{I_2^2} = \frac{7.5}{5^2} = 0.3Ом;$$

$$r_{2\,н\text{-}ка} = \frac{S_{2\,н\,тт}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0{,}8\ Ом;$$

$$r_{доппр} = r_{2н} - r_{приб} - r_{кон} = 0.54 \qquad (2.70)$$

$$F_{пров} = \frac{\rho \times L}{r_{доп}} = \frac{0{,}028 \times 5}{0{,}54} = 0.26\ мм^2; \qquad (2.71)$$

АКРТВ сымын таңдаймыз;

$$R_{пров} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 5}{2,5} = 0,056 \text{ Ом}; \quad (2.72)$$

2.33 - кесте - ТПЛК-10 тоқ трасформаторын таңдаймыз

Есептелген мәндері	Каталог бойынша
$U_н$= 380 В $I_р$= 58,1А $i_{уд}$ = 6 кА $S_{2\,р}$ = 11.4 ВА	$U_н$ = 380 В $I_н$ = 100 А $I_{дин}$ = 74,5 кА $S_{2\,н}$ = 20 ВА

2.9 Кернеу трансформаторын таңдау

2.34 - кесте - Кернеу трансформаторы

Құралр	Типі	$S_{об\text{-}ки}$, ВА	Орам саны	cosφ	sinφ	Құрал саны	$P_{общ}$, Вт	Q_{Σ}, вар
V	Э-335	3	1	1	0	1	3	-
W	Д-335	2.5	2	0.4	0.93	10	20	47
Var	И-335	2.5	2	0.4	0.93	10	20	47
Wh	СА3-И681	2	2	0.4	0.93	10	16	37
Varh	СР4-И689	2	2	0.4	0.93	10	16	37
Барлығы							75	168

Есептелінген екіншілік жүктеме:

$$S_{2\,р} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{75^2 + 168^2} = 184 \text{ ВА}. \quad (2.74)$$

2.35 - кесте - ТН типіндегі НТМК-10-71У3 таңдаймыз

$U_{н\,т}$= 380В	$U_{н\,т}$= 380В
$S_{н\,2}$=200 кВА	$S_{р\,2}$=184 ВА

3 БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысы

3.1 Трансформатордың релелі қорғанысын есептеу

3.1.1 Трансформатордың максималды тоқты қорғанысын есептеу

Трансформатордағы максималды тоқты қорғанысы жоғары кернеу жағынан да, төменгі кернеу шығысынан да бөлшектелген орамамен орнатылады.

Жоғары кернеу жағындағы максималды тоқты қорғанысты есептеу.

Трансформатордың жоғары кернеу жағындағы РПН орта жағадйы үшін номиналды тоғы:

$$I_{ном\,тр\,ВН} = \frac{S_{ном.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.тр}}, \tag{3.1}$$

$$I_{ном\,тр\,вн} = \frac{25}{\sqrt{3} \cdot 110} = 0{,}1кА. \tag{3.2}$$

Талдап жинақталған жүктеме кедергісі:

$$X_{нагр} = \frac{0{,}35 \cdot \left[U_{ср\,вн} \cdot \left(1 - \Delta U_{рпн}\right)\right]^2}{S_{ном\,тр}};$$

$$X_{нагр} = \frac{0{,}35 \cdot [115^2(1 - 0{,}09)]^2}{25} = 153ОМ; \tag{3.3}$$

Секцияның өзі іске қосылатын қозғалтқышының тоғы:

$$I_{с.з.} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot (X_{резmax} + X_{трmax} + X_{нагр})}, \tag{3.4}$$

$$I_{сз} = \frac{110}{\sqrt{3} \cdot (78{,}5 + 10{,}75 + 153)} = 0{,}37кА.$$

Өзі іске қосылу коэффициент:

$$К_{сз} = \frac{I_{с.зп}}{0,7 \cdot I_{ном\ тр}}; \quad (3.5)$$

$$К_{сз} = \frac{0,37}{0,7 \cdot 0,1} = 5,2.$$

Максималды жүктеме тоғы:

$$I_{нагр\ мах} = 0,7 \cdot К_{с.з} \cdot I_{ном\ тр} + 0,7 \cdot I_{ном\ тр}; \quad (3.6)$$

$$I_{нагр\ мах} = 0,7 \cdot 5,2 \cdot 0,1 + 0,7 \cdot 0,1 = 0.43kA.$$

Қорғау іске қосылу тоғы:

$$I_{с.з.} = \frac{К_н \cdot I_{нагр\ мах}}{К_в}, \quad (3.7)$$

$$I_{с.з.} = \frac{1.2 \cdot 0.43 \cdot 10^3}{0.85} = 207A$$

Үшбұрыш сұлбасы үшін реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{k_{сх} \cdot I_{с.зщ}}{n_{ТТ}}; \quad (3.8)$$

$$I_{ср} = \frac{\sqrt{3} \cdot 207}{300/5} = 5,8A.$$

6 А тұрақтысы бар РТ-40/10 реле қабылдаймыз.

Үшбұрыш сұлбасы үшін 2-фазалы қысқа тұйықталудың минималды тоғы:

$$I_{p\ min} = \frac{1.5 \cdot I_{k2minвн}}{\eta_т}; \quad (3.9)$$

$$I_{p\ min} = \frac{1.5 \cdot 400}{300/5} = 10A.$$

Сезімталдық коэффициенті:

$$К_ч = \frac{I^2_{pmin}}{I_{ср}}; \quad (3.10)$$

$$К_ч = \frac{10}{6} = 1,67 \geq 1.5.$$

Яғни қорғаныс жеткілікті сезімталдықты иемденеді.

Кернеу бойынша РН-58/160 реле:

$$U_{ср} = \frac{U_{раб\ мин}}{K_н \cdot K_в \cdot n_н}, \quad (3.11)$$

$$U_{ср} = \frac{0.95 \cdot 110000}{1.2 \cdot 1.15 \cdot 110000/100} = 68.84$$

НК жағындағы максималды тоқ қорғауының есептеуі.

РПН-ң орташа күйі үшін трансформатордың НК жағындағы номиналды тоғы:

$$I_{ном.тр.вн} = \frac{S_{ном.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.тр}}, \quad (3.12)$$

$$I_{ном\ тр\ вн} = \frac{25}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 2} = 0.3kA.$$

Талдап жинақталған жүктеме кедергісі:

$$X_{нагр} = \frac{0,35 \cdot \left[U_{ср.вн} \cdot \left(1 - \Delta U_{*рпн}\right)\right]^2}{S_{ном.тр}}; \quad (3.13)$$

$$X_{нагр} = \frac{0,35 \cdot [115^2 \cdot (1 - 0,09)]^2}{25 \cdot 0,5} = 306.$$

Секцияның өзі іске қосылатын қозғалтқышының тоғы:

$$I_{с.з} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3}\left(X_{рех\ мах} + X_{тр\ мах} + X_{нагр}\right)}; \quad (3.14)$$

$$I_{с.з} = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot (78.75 + 10.75 + 306)} = 0.05kA.$$

Өзі іске қосылатын коэффициенті:

$$К_{сз} = \frac{I_{с\ зп}}{0{,}7 \cdot I_{ном}}; \quad (3.15)$$

$$К_{сз} = \frac{0{,}05}{0{,}7 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}33} = 0{,}47.$$

Максималды жүктеме тоғы:

$$I_{нагр} = 0{,}7 \cdot К_{сз} \cdot I_{ном\ тр} + 0{,}7 \cdot I_{ном}тр; \quad (3.16)$$

$$I_{нагр} = 0{,}7 \cdot 0{,}47 \cdot 300 + 0{,}7 \cdot 300 = 308A.$$

Қорғаныс өзі іске қосылу тоғы:

$$I_{с\ зщ} = \frac{К_{н} \cdot I_{нагр\ мах}}{К_{в}}; \quad (3.17)$$

$$I_{с\ зщ} = \frac{1{,}2 \cdot 308}{0{,}85} = 434A.$$

Үшбұрыш сұлбасы үшін реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{K_{cx} I_{с.зщ}}{n_{ТТ}}; \quad (3.18)$$

$$I_{ср} = \frac{\sqrt{3}434}{3000/5} = 1.2A.$$

4 А тұрақтысы бар РТ-40/10 реле қабылдаймыз .

2-фазалы қысқа тұйықталудың минималды тоғы:

$$I_{р\ мин} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2100}{3000/5} = 7.95. \quad (3.19)$$

Сезімталдық коэффициенті:

$$k_ч = \frac{I_{pmin}^{(2)}}{I_{ср}}; \qquad (3.20)$$

$$k_ч = \frac{7.95}{4} = 1.98 \geq 1.5.$$

Яғни қорғаныс жеткілікті сезімталдықты иемденеді.

Трансформатордың МҚТ уақыт төзімділігін Қабылдаймыз:

1) шегінуші желідегі уақыт төзімділігі.

2) секциялы сөндіргіштегі МҚТ АВР жұмысы кезінде қосылу моментінде беріледі және уақыт төзімділігін иемденбейді.

Онда:

Тмтз нн = t1+Δt = 0,5+0,5 = 1 с.;

Тмтз вн = tмтз нн+Δt = 1+0,5 = 1,5 с.

3.1.2 Тоқ кесерді есептеу

Тоққесер ЖК жағында орналасады.

Тоққесер іске қосылу тоғы:

$$I_{сз} = 1{,}3 \cdot 1{,}131 = 1{,}470кА. \qquad (3.21)$$

Тоқ трансформаторы үшбұрышқа қосылған кезде реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1470}{300/5} = 42.4A$$

44 А тұрақтықты РТ-40/50 типті тоқ релесін анықтаймыз.

Реледегі 2-фазалы қысқа тұйықталудың минималды тоғы K_1 нүктесінде:

$$I_{pmin}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2100}{300/5} = 29.75А. \quad (3.22)$$

Ағып кету сезімталдық коэффициенті:

$$К_ч = \frac{29.75}{44} = 0,68 \leq 2. \quad (3.23)$$

Тоққесер ВК шығысындағы қысқа тұйықталу тоғына жеткілікті сезімталдықты иемденбейді.

3.1.3 Дифференциалды қорғауды есептеу

Дифференциалды қорғау екіншілік орам 20 кестеде келтірілген.

3.1- кесте - Екіншілік тоқы есептеу

Шамалар аталуы	Жақтар үшін сандық мәндер	
	110 кВ	10 кВ
Трансформатордың біріншілік номиналды тоғы	104 А	280 А
Тоқ трансформаторының түрлену коэффициені	300/5=60	3000/5=600
Трансформатор орамасының қосылу сұлбасы	Y	Д
Тоқ трансформаторының қосылу сұлбасы	Д	Y
Дифференциалды қорғау орам екіншілік тоқ	$\frac{104 \cdot \sqrt{3}}{300/5}$	$\frac{2800}{3000/5}$

Дифференциалды тоқ ағып кетуының есебі

Күштік трансформатордың магниттелу тоғынан құру салып бітіру шарты бойынша дифференциалды тоқ ағып кетуын таңдау:

$$I_{сз} = (3 \div 4)I_{ном\ тр} = 4 \cdot 300 = 1200А. \quad (3.24)$$

Баланс емес салып бітіру тоғы шарты:

$$I_{сз} = \left(\Delta f_{выр} + \Delta U_{рет} + К_а К_{бір} \varepsilon\right) \cdot \frac{I^3_{max}}{100 \cdot n_m}, \qquad (3.25)$$

Мұндағы $\Delta U_{рет}$ – бір жаққа РНП реттеу диапазоны, %.

$k_а$ =1,8-2 – қысқа тұйықталу тоқ құраушысының апериодты коэффициенті.

$k_{бір}$ = 1 – біртиптілік коэффициенті;

ε= 10 % - тоқ трансформаторының қателігі.

Теңестіру қателігі $\Delta f_{выр}$ арнайы теңестіруші автотрансформатормен жойылуы керек, ол қорғау сұлбасына қосылған, оны $\Delta f_{выр}$ нөлге тең деп қабылдау керек.

$$I_{сз} = (0 + 0{,}09 + 2 \cdot 1 \cdot 10) \cdot \frac{5893}{100} = 594А.$$

анықтаушы бірінші жағдай болып табылады.

Қорғау релесі іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1120}{300/5} = 34А. \qquad (3.26)$$

Минималды режимдегі екіфазалы қысқа тұйықталу кезіндегі реле тоғын анықтаймыз:

$$I_{p\,min} = \frac{1.5 \cdot 605}{300/5} = 10А. \qquad (3.27)$$

Ағып кету сезімталдығы:

$$К_ч = \frac{15{,}125}{32{,}29} = 0{,}2 < 2. \qquad (3.28)$$

Дифференциалды тоқ ағып кетуы жеткілікті сезімталдықты иемденбейді. РНТ реле бар дифференциалды қорғауды қарастырған жөн.

РНТ реле бар дифференциалды қорғауды есептеу.

Баланс емес біріншілік тоқты теңестіру қателігін есепке алмай анықталады,себебі $I'''_{нб}$, баланс емес тоқ құраушысы белгілі емес болғандықтаг, реленің теңестіруші орам санын анықтау дәлірек.

$$I_{нб} = (15{,}125 + 1 \cdot 1 \cdot 10)\frac{5893}{100} = 1178А \qquad (3.29)$$

Іске қосылу тоғының алдын ала мәнін ($I''_{нб}$ есепке алмай)

$$К_н = 1,3;$$

$$I_{сз} \geq I_{нб};$$

$$I_{сз} \geq К_н \cdot I_{нБ};$$

$$I_{сз} \geq 1,3 \cdot 1178 = 1531А.$$

қабылдап табамыз.

Магниттелу тоғын лақтырудан Салып бітіру шарты бойынша:

$$I_{сз} \geq I_{ном\ тр};$$

$$I_{сз} \geq К_н \cdot I_{нБ};$$

$$I_{сз} \geq 1,3 \cdot 394 = 770А.$$

Анықтаушы болып бірінші шартты табылады.

Екіфазалы қысқа тұйықталу үшін сезімталдықты алдын ала тексері:

$$I_{р\ min} = \frac{1.5 \cdot 400}{300/5} = 10А. \quad (3.30)$$

Реленің іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{сз}}{n_T}; \quad (3.31)$$

$$I_{ср} = \frac{\sqrt{3} \cdot 770}{300/5}.$$

Сезімталдық коэффициенті:

$$К_ч = \frac{I_{р\ мин}}{I_{сз}} \geq 2; \quad (3.32)$$

$$К_ч = \frac{15,125}{3,89} \geq 2,5.$$

РНТ бар қорғау жеткілікті сезімталдықты.

ДЗТ типті релесі бар трансформатордың дифференциалды қорғауын есептеу

ДЗТ релесінің тежегіш орамасы біржақты қоректендіру кезінде НН жағынан қосылады.

Магниттелу тоғының лақтыруынан Салып бітіру шарты бойынша ғана таңдалады. Сенімділік коэффициенті мәні анықталады.

$$X^1_{в*} = \frac{(12{,}7 + U_k)}{1{,}35}; \quad (3.33)$$

$$X^1_{в*} = \frac{(12{,}7 + 126)}{1{,}35} = 99\%;$$

$$X^1_{в} = 14.96 \cdot \frac{110}{100 \cdot 25} = 4{,}3;$$

$$X_к = X_{рез\ мах} + (1{,}1 \div 1{,}15) \cdot x^{(1)}_в; \quad (3.34)$$

$$X_к = 78{,}75 + 1{,}15 \cdot 43 = 83ОМ;$$

$$X_к = \frac{X_k \cdot S_{ном\ тр}}{U^2_{ср}}; \quad (3.35)$$

$$X_{к*} = \frac{83 \cdot 25}{110} = 0.17,$$

Осыдан

$$К_н = 2{,}1 - 3{,}7 \cdot X_{к*}; \quad (3.36)$$

$$К_н = 2{,}1 - 3{,}7 \cdot 0{,}17 = 1{,}47.$$

Салып бітіру шарты бойынша магниттелу тоғының лақтыруынан дифференциалды қорғауәске қосуы :

$$I_{сз} = 1{,}2 \cdot I_{ном\ тр\ вн}; \quad (3.37)$$

$$I_{сз} = 1{,}2 \cdot 300 = 360А.$$

ДЗТ-11 релесінің тежегіш орама санын анықтаймыз:

$$W_T = K_н \cdot I_{нб}\, W_p/(I_{k2\ макс} tg\alpha); \quad (3.38)$$

$$W_\tau = \frac{\left[1.5 \cdot 1178 \cdot \frac{110 \cdot (1 - 0.09)}{25}\right]}{1131} \cdot 0.75 = 2.69орам.$$

Сезімталдық қорғанысы:

$$I_{р\ мин} = \frac{1{,}5 \cdot 400}{300/5} = 10; \quad (3.39)$$

$$I_{р\ мин} = 100/28 = 3{,}571А; \quad (3.40)$$

$$k_ч = \frac{10}{3.571} \geq 2.8 \geq 2.$$

Қорғау сезімталдығы талабын қанағаттандырмайды.

Осылай, күштік трансформаторда келесі қорғаныс орнатылады: МТЗ, тоқ ағып кетуы, ДЗТ типті реледегі дифференциалды қорғау.

3.1.4 Трансформаторды газбен қорғау

Газбен қорғау – трансформатордың ішкі бұзылуынан қорғау, ол газ бөлінуімен, газ релесінде май деңгейі төмендеуі, немесе трансформатор багынан кеңейтушіге май ағыны қозғалысынан интенсивті қозғалысымен жалғасады.

ГҚ дұрыс жұмыс жасау үшін кеңейтуші жағына 1,5-2% иіліп трансформатор тұрқысына орнатылады. Газды реле турбоөткізгіштегі кесіп өтуші трансформатор тұрқынан кеңейтушіге орнатылады. Газды қорғау селективті және бұзылуға әсер тепейді. Трансформаторға РГЧЗ-66 релесі газлы қорғау үшін керек.

3.1.5 Асқын жүктелуден қорғау

Артықжүктелуден қорғау:

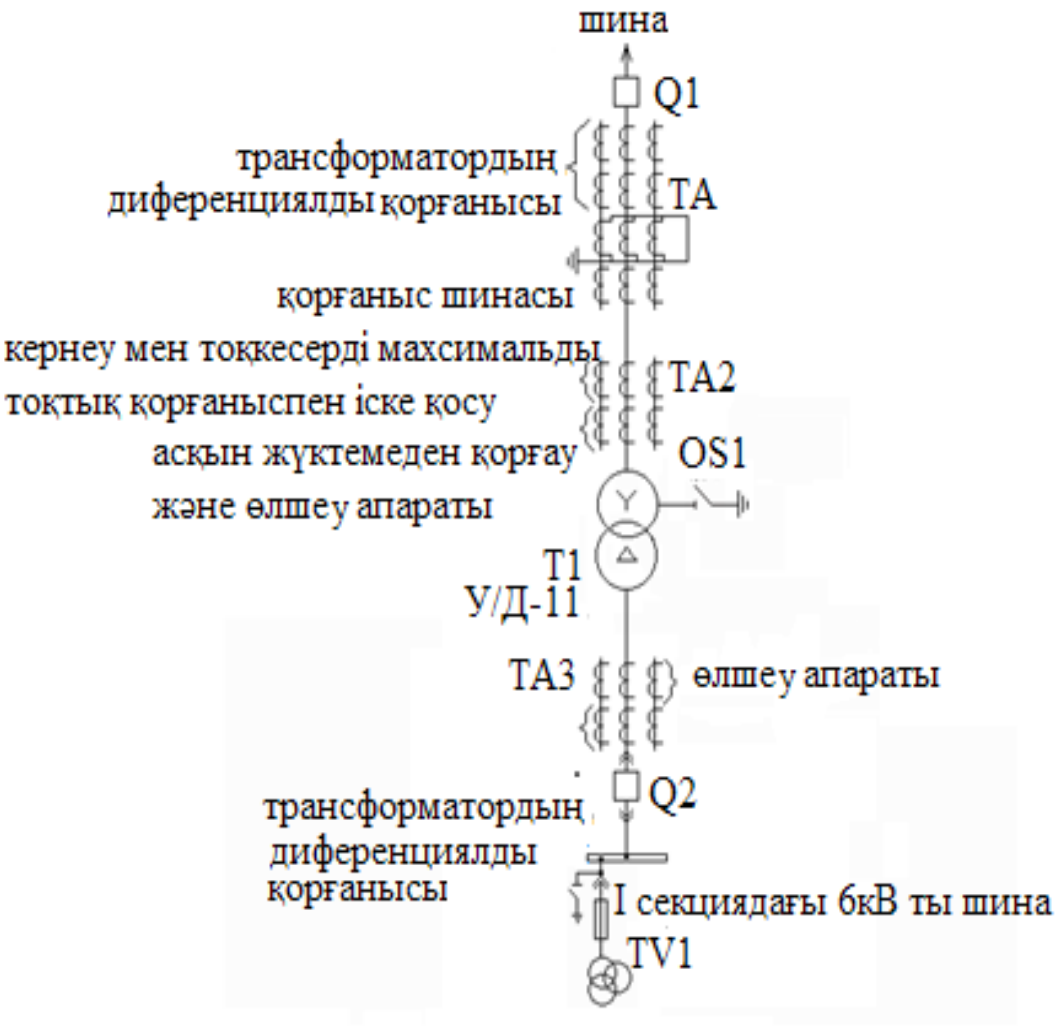
$$I_{сз} = \frac{К_н \cdot I_{ном\ тр}}{К_в}; \qquad (3.41)$$

$$I_{сз} = \frac{1,2 \cdot 0,1}{0,85} = 0,141кА.$$

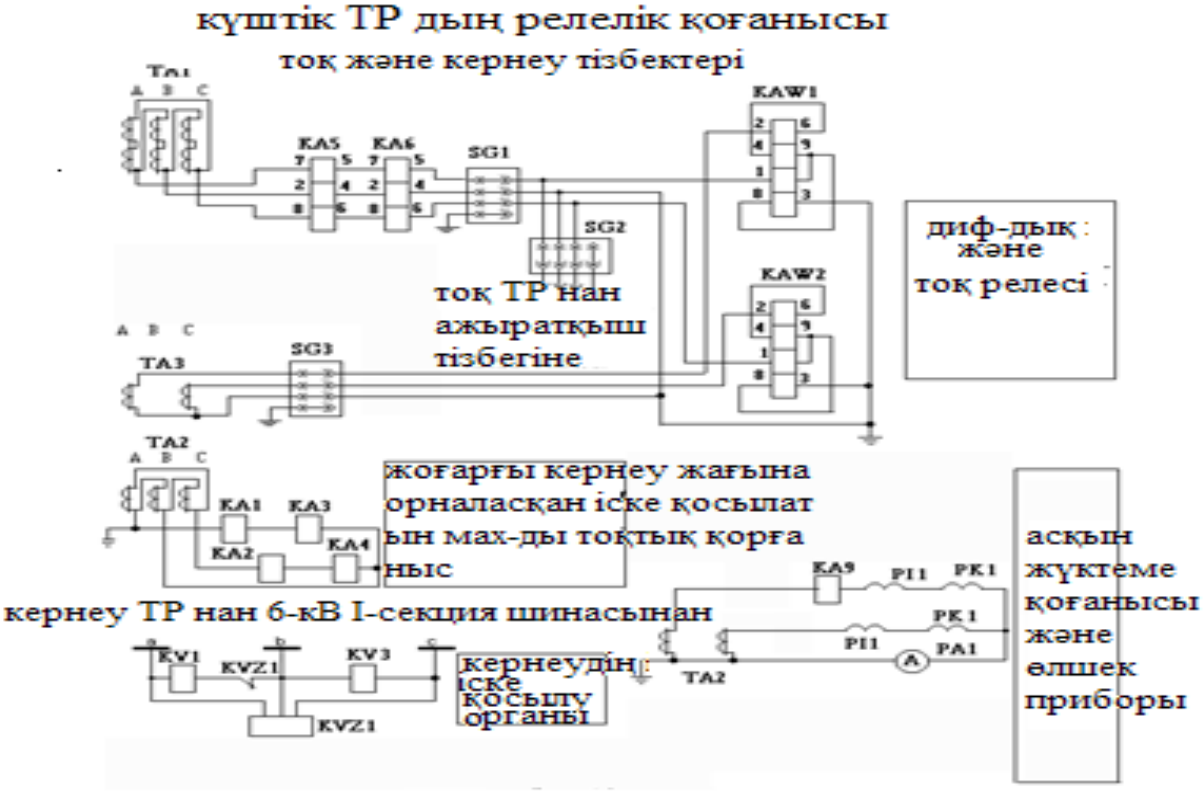
150 А тұрақтылығы бар РТ-40/200 релесін қабылдаймыз.

Қорғаныс сигналдар әсер етеді.

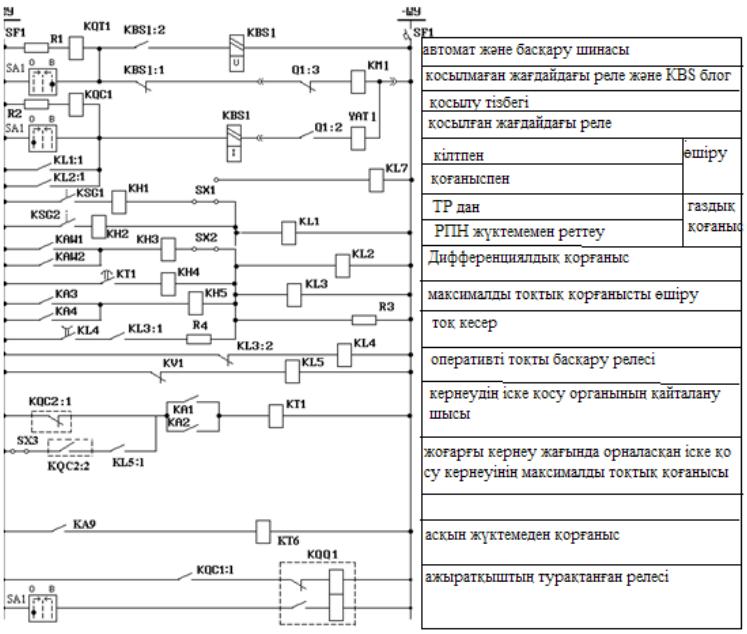
Күштік трансформатордың толық қорғанысы 3.2 – 3.5 суреттерде келтірілген.



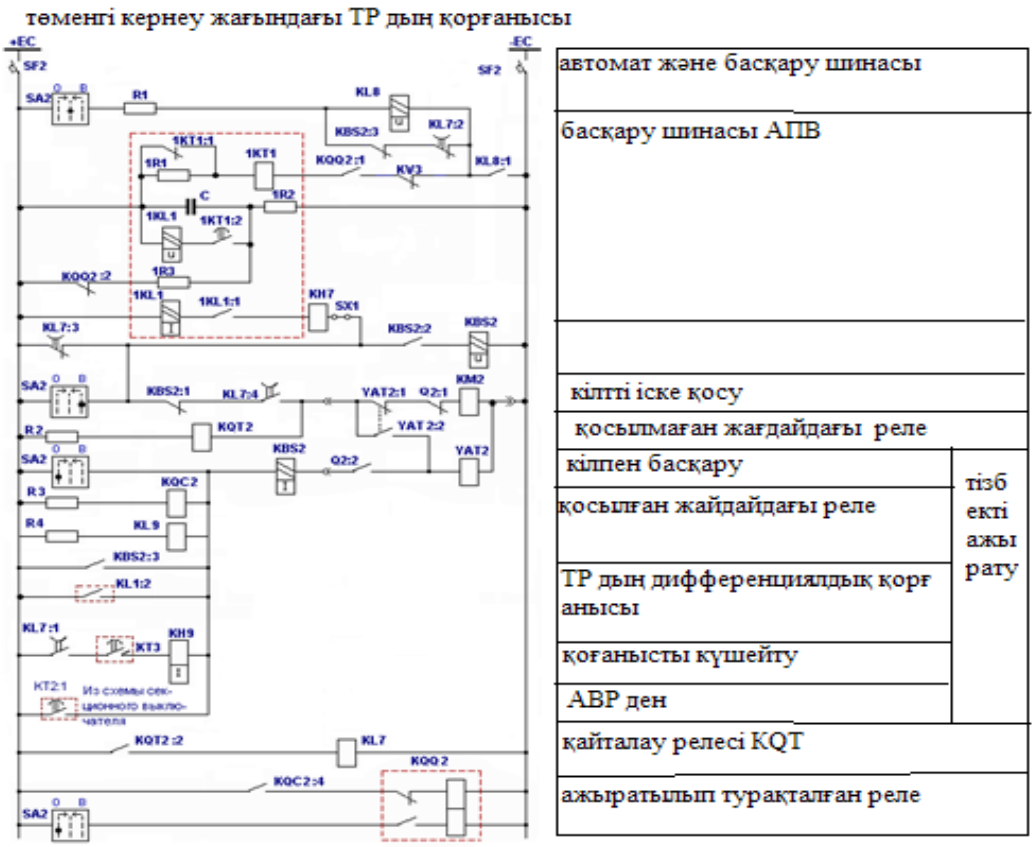
3.2 - сурет - Күштік трансформатордың релелік қорғанысы



3.3 - сурет - Тоқ және кернеу тізбектеріндегі күштік ТРдың релелік қоғанысы



3.4 - сурет - Оперативті тізбектегі күштік ТР дың релелік қорғанысы



3.5 - сурет - Төменгі кернеу жағындағы күштік ТР дың релелік қоғанысы

3.1.6 10% қателік шартынан тоқ трансформаторын тексеруді есептеу

110 кВ жағында ТМЛ-6- типті тоқ трансформаторы пайдаланылады. Біріншілік тоқ бөліну анықталады:

МТЗ үшін

$$k = I_{1\,max} = 1{,}1\ I_{с.з}; \qquad (3.42)$$

$$К_{расч} = \frac{I_{1\,мах}}{\alpha I_{1\,тт\,ном}}, \qquad (3.43)$$

мұнда α = 0,8 –қисық шекті тоқ бөліну үшін рұқсат етілген тоқ бөліну 20% ауытқу коэффициенті,

$$К_{расч} = \frac{1{,}1 \cdot 178}{0{,}8 \cdot 200} = 1{,}2. \qquad (3.44)$$

Дифференциалды қорғау мен Тоққесер үшін (БНТсыз):

$$К_{расч} = \frac{2 \cdot 1131}{0,8 \cdot 5} = 9,42. \quad (3.45)$$

Шекті бөліну [3,4] қисығы бойынша ТМЛ-6 тоқ типті тоқ трансформаторы үшін:

$$К_{10} = 0,935; \quad Z_{2н\ доп} = 14ОМ;$$

$$К_{10} = 9,42; \quad Z_{2н\ доп} = 1,5ОМ.$$

яғни дифференциалды қорғау жұмысының жағдайын анықтаушы болып табылады

$$Z_{2Н\ доп} = 1,5\ Ом.$$

Үшбұрыш сұлбасы үшін үш релелі:

$$Z_{н\ расч} = 3r_{пр} + 3 \cdot \frac{Z_p}{МТЗ} + 3 \cdot Z_{ротс} + 3 \cdot Z_{дз} + Z_{зап} \quad (3.46)$$

Қимасы 70 мм^2, ұзындығы 60м малюминиилі сым аламыз

$$r = \frac{1}{s} = \frac{60}{95} = 0.63\ ОМ; \quad (3.47)$$

$$Z_{ДЗТ-11} \approx 0,1Ом;$$

$$Z_{н\ расч} = 3 \cdot 0.63 + 3 \cdot 0.02 + 3 \cdot 0.02 + 3 \cdot 0.1 + 0.1 = 2.41ОМ;$$

$$Z_{2н\ расч} = 2.41OM < Z_{2н\ доп} = 3,45ОМ.$$

Дәл солай 6 кВ жағындағы тоқ трансформаторының тексеруін жүргіземіз.

6 кВ жағында ТМЛ-6- тоқ типті тоқ трансформаторы пайдаланылады. Біріншілік тоғы бөлінумен анықталады:

Дифференциалды қорғау мен ағысыз (БНТсыз):

$$К_{расч} = \frac{2 \cdot I_{к2\ мин\ нн}}{0,5К_т}; \quad (3.48)$$

$$К_{расч} = \frac{2 \cdot 2100}{0,53000} = 4.502.$$

Шекті бөліну қисығы бойынша [3,4] ТМЛ-6 тоқ типті тоқ трансформаторы үшін:

$$Z_{2н\ доп} = 3.8ОМ.$$

яғни анықтаушы блып дифференциалды қорғау жұмысы табылады.

Үш релесі бар үшбұрыш сұльбасы үшін:

$$Z_{н.расч} = \sqrt{3}r_{пр} + Z_{дз} + Z_{зап}. \quad (3.49)$$

Қимасы 70 мм^2, ұзындығы 60 м алюминиилі сым аламыз

$$r_{пр} = \frac{L}{S \cdot S_1} = 0.63ОМ; \quad (3.50)$$

$$Z_{рт-40/10} = \frac{I_П}{I^2}; \quad (3.51)$$

$$Z_{рт-40/10} = \frac{0,5}{5^2} = 0.02ОМ; \quad (3.52)$$

$$Z_{н.расч} = \sqrt{3} \cdot 0,63 + 0,02 + 0,1 = 1.209\ ОМ; \quad (3.53)$$

$$Z_{н.расч} = 1.209ОМ \prec Z_{2Н\ доп} = 3,8\ Ом$$

$$Z_{н.рася} = 1.209\ ОМ < Z_{2Н\ доп} = 3.8\ ОМ. \quad (3.54)$$

Күштік трансформатордың ЖК және ТК жағына орнатылған тоқ трансформаторы 10% қателік шартынан орнатылады.

3.2 Өзіндік қажеттілік трансформаторын қорғау үшін релелі қорғаныс есебі

ТМ100/10 U_k = 5,5% типті трансформатор қорғанысы тұрақтығын есептеу, байланыс тобы Y/Y-0

3.2.1 ӨҚТ максималды тоқ қорғанысын есептеу

$$I_{ном\ тр\ нн} = \frac{S_{TP}}{\sqrt{3} \cdot U_H}. \quad (3.55)$$

Трансформатордың номиналды тоғы 10 кВ жағында:

$$I_{ном\ тр\ вн} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10} = 0,005А; \quad (3.56)$$

НК келтірілген тармақталған кернек кедергісі:

$$X_{нагр} = \frac{I_{ном\ тр} \cdot U_н^2}{S_{тр}}; \quad (3.57)$$

$$X_{нагр} = \frac{0{,}154 \cdot 10^2}{100} = 0{,}005ОМ.$$

Қозғалтқыштың өзі іске қосылу тоғы:

$$I_{с\ зп} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \left(X_{с\ рез\ махнн} + X_{т.сн} + X_{нагр}\right)}; \quad (3.58)$$

$$I_{с\ зп} = \frac{6000}{\sqrt{3} \cdot (0{,}579 + 18 + 0{,}005)} = 316.$$

Өзі іске қосылу коэффициенті:

$$k_{сз} = \frac{I_{с\ зп}}{0{,}7 \cdot I_{ном\ тр\ вн}}; \quad (3.59)$$

$$k_{сз} = \frac{316}{0{,}7 \cdot 5} = 63.2.$$

Максималды қорғаныс өзі іске қосылу тоғы :

$$I_{нагр\ мах} = 0{,}7 \cdot К_{сз} \cdot I_{ном\ тр} + 0{,}7 \cdot I_{ном\ тр}; \quad (3.60)$$

$$I_{нагр\ мах} = 0{,}7 \cdot 63.2 \cdot 5 + 0{,}7 \cdot 5 = 224.7А.$$

Ток срабатывания защиты:

$$I_{сз} = \frac{1{,}2 \cdot I_{наг\ мах}}{0{,}85}; \quad (3.61)$$

$$I_{сз} = \frac{1{,}2 \cdot 224.7}{0{,}85} = 317.А$$

Реле өзі іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{I_{сз}}{100/n_m}; \quad (3.62)$$

$$I_{ср} = \frac{1 \cdot 317}{100/5} = 15.85А.$$

16 тұрақтылығы бар РТ-40/20 релені қабыладймыз.

екіфазалы қысқа тұйықталу дың толық емес жұлдыз сұлбасы үшін минималды тоқ:

$$I^2_{p\,min} = \frac{\sqrt{3} \cdot I^2_{min}}{2\frac{100}{5}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 185}{2 \cdot 20} = 32.00A. \quad (3.63)$$

Сезімталдық коэффициенті:

$$K_ч = \frac{I_{min}}{16} \geq 1.5; \quad (3.64)$$

$$K_ч = \frac{32.00}{16} = 2 \geq 1.5.$$

Қорғаныс екіфазалы қысқа тұйықталу кезінде сезімталдығы жеткілікті.

Y/Y–0 қосылу сұлбасы бар трансформатормен бірфазалы қысқа тұйықталу кезінде:

$$I_k^{(1)} = \frac{U_Ф}{1/3Z^1_{отр}}; \quad (3.65)$$

$$I_k^{(1)} = \frac{220}{0,16} = 1375А.$$

3.2.2 35 кВ жағында бірфазалы қысқа тұйықталу тоғы

$$I^{(1)}_{квн} = \frac{I_k^{(1)} \cdot U_{Фнн}}{U_{Фвн}/\sqrt{3}}; \quad (3.66)$$

$$I^{(1)}_{квн} = \frac{1375 \cdot 0,22}{35/\sqrt{3}} = 14.7А.$$

Реледегі тоқ:

$$I_p = \frac{I^1_{k1}}{3 \cdot 100/n}; \quad (3.67)$$

$$I_р = \frac{14.7}{3 \cdot 100/5} = 0.73А.$$

10 кВ МТЗ жағындағы сезімталдық коэффициенті:

$$К_ч = \frac{0.73}{16} = 0,04; \quad (3.68)$$

Үш релелі сұлба үшін:

$$К_ч = \frac{\sqrt{3} \cdot 3}{I_{2\ нео\ сн}} < 1,5; \quad (3.69)$$

$$К_ч = \frac{\sqrt{3} \cdot 3}{4.63} = 1,12 < 1,5.$$

Қорғаныс сезімталдық талабын қанағаттандврмайды, сондықтан қосымша 0,4 кВ жағында нөлдік тізбекті арнайы қорғаныс қойылады.

Қорғаныс іске қосылу тоғы:

$$I_{сз} = 0.5 \cdot I_{ном} \frac{U_{вн}}{U_{нн}}; \quad (3.70)$$

$$I_{сз} = 0.5 \cdot 154 \frac{0.35}{0,69} = 669.56А.$$

Сезімталдық коэффициенті:

$$К_ч = \frac{I_к^1}{I_{сз}}; \quad (3.71)$$

$$К_ч = \frac{1375}{669,5} = 2.055 > 1.5.$$

3.2.3 Тоқкесерді есептеу

Тоққесер іске қосылу тоғы:

$$I_{сз} = 1.4 \cdot I; \quad (3.72)$$

$$I_{сз} = 1.4 \cdot 189 = 264.6А.$$

Реле іске қосылу тоғы:

$$I_{ср} = \frac{I_{сз}}{100/n}; \quad (3.73)$$

$$I_{ср} = \frac{1 \cdot 264.6}{100/5} = 13.23А.$$

14А тұрақтылықты РТ- 40/20с реле қабылдаймыз.

Екіфазалы қысқа тұйықталу кезінде реле тоғы:

$$I_{p\,min} = \frac{\sqrt{3}I_{k2\,min\,НН}}{2n_T}\ ; \qquad (3.74)$$

$$I_{p\,min} = \frac{\sqrt{3}2100}{2 \cdot 100/5} = 89{,}25А.$$

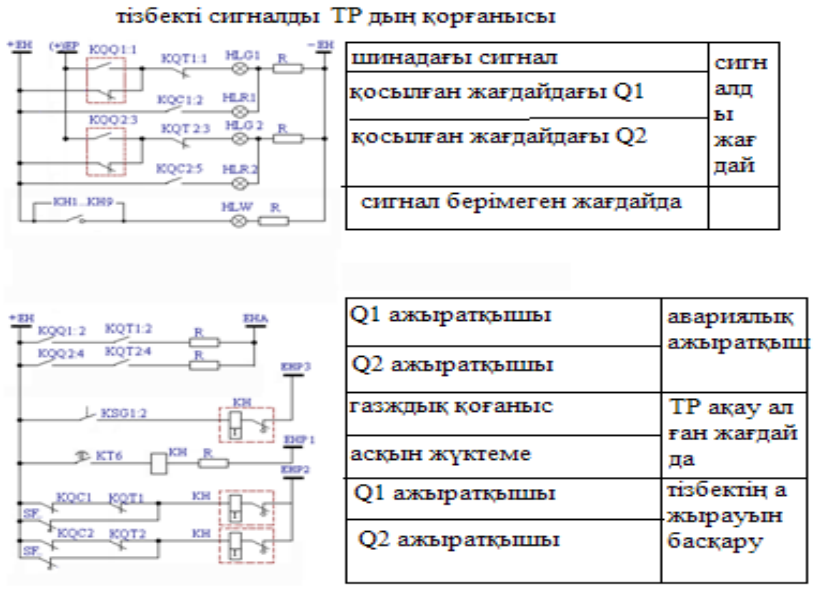
Сезімталдық коэффициенті:

$$К_ч \frac{I_{р.мин}}{I_{ср}} \geq 2; \qquad (3.75)$$

$$К_ч \frac{89{,}25}{14} = 6.37 \geq 2.$$

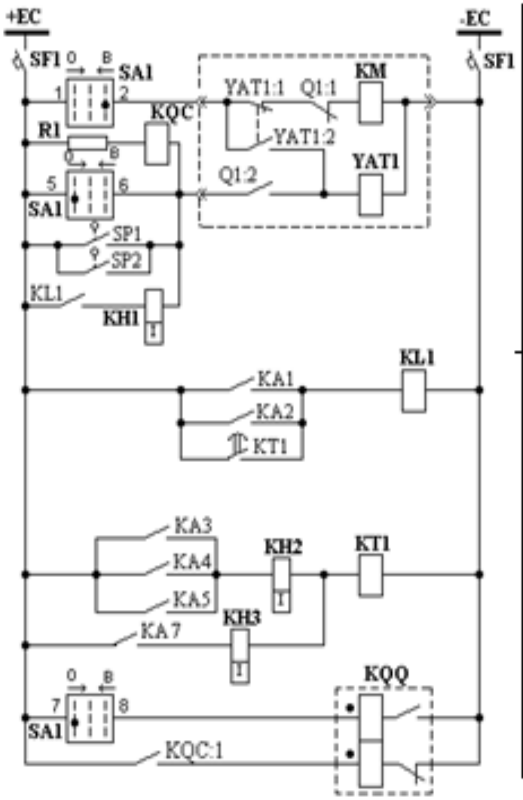
Тоққесер сезім талдығы жеткілікті.

ТСН релелі қорғаныс сұлбасы 21-23 суреттерінде келтірілген. Трансформаторда сонда-ақ Газды қорғау үшін РГЧЗ-66 релесін орнату кекрек.



3.6 - сурет - Тізбекті сигналды күштік ТР дың қорғанысы

оперативті тізбектегі өзіндік қажеттілік трансфор
матордың қорғаныс схемасы



автомат және басқару шинасы	
тізбекті қосу	
қосылған жағдайдағы реле және ті збекті ажырату	
КРУ ұяшығындағы доға тұйықталу қорғанысы	қорғанысты өшіру
бір фазалы тұйықталу қорғанысы, МТЗ, тоқкесер	
тоқ кесер	
бір фазалы тұйықталудан қорғаныс және МТЗ-ны өшіру	
максималды тоқтық қорғаныс	
0,4 кВ дағы бір фазалы тұйықталудан нольдің ретпен арнайы қорғаныс	
командалы импулс релесі	

3.7 - сурет - Өзіндік қажеттілік трансформаторының қорғаныс сұлбасы, оперетивті тізбек

4 Электр қауіпсіздігін қамтамасыз ету шараларын қарастыру

Электр қауіпсіздігі бұл – қазіргі кездегі электр қондырғыларындағы және электр желісіндегі апатты жағдайларда адамның организміне электр тогының әсерін талдау және зерттеу арқылы, электр тогы туғызатын қауіпті жағдайларың пайда болуын жою үшін электр қондырғылары мен тораптардың сенімділігін жоғарлатуға бағытталған ұйымдастырушылық, техникалық, медициналық және әкімшілік шараларының жинтығы.

3 ереже болады:

1) ПТБ – ҚТЕ;

2) ПУЭ – ЭҚҚЕ;

3) ПТЭ – ТҚЖЕ.

Электр қондырғыларының түріне, номиналдық кернеуіне бейтарап режимдеріне қолданылу ортасына байланысты оларға қорғаныстық шаралардың қолданылуы қажет. Электр қондырғыларында келесідей техникалық қорғаныс шаралары іске асырылады:

-аз кернеуді қолдану;

-тораптарды бөлу;

-жоғарғы кернеуден, төменгі кернеудегі көшудегі туындайтын қауіптіліктен қорғаныс;

-оқшауламаны бақылау және сынау;

-жерге тұйықталу тоғының сыйымдылықтық тоқ құраушысын компенсациялау;

-тоқ өткізгіш бөліктерге кездейсоқ жанасудан қорғау;

-қорғаныстық жерге қосу;

-нөлдеу және нөлге қосу;

-қорғаныстық ажырату;

-электр тоғынан қорғаныс құралдарының қолданылуы. ПУЭ, ПТЭ және ПТБ бойынша реттеледі.

Біздің жағдайда үш қорғаныстық шараны қарастырып отырмыз. Олар: қорғаныстық жерге қосу, еңбек қорғау бөлімінде көрсетілген, нөлдеу және нөлге қосу мен қорғаныстық ажыратуды біз төменде келтіріп кетеміз.

4.1 Қорғанысты ажырату қондырғыларының (УЗО) түрлері

Техникалық орындау үшін УЗО-ның бірнеше түрлері бар. Төменде УЗО-ның топталуы келтірілген:

1) бағыты бойынша:

- асқын токтардан енгізілген қорғанысы жоқ УЗО;

- асқын токтардан енгізілген қорғанысы бар УЗО.

2) басқару әдісі бойынша:

- кернеуге функциялық тәуелді емес УЗО;

- кернеуге функциялық тәуелді УЗО.

Кернеуге феукнциялық тәуелді УЗО өз кезегінде мыналарға бөлінеді:

-кернеу жоғалған кезде уақыт ұстанымымен немесе онсыз күштік түйіспелерді автоматты түрде ажырататын қондырғылар. Кернеуді қалыпқа келтіру кезінде бұл қондырғылардың бір модельдері өзініің басты мақсатының түйіспелерін қайта тұйықтайды, қалғандары өшкен күйі қалады.

-Кернеу жоғалған кезде түйіспелерді ажыратпайтын қондырғыларға. Осы топтың қондырғыларының орындалуының екі нұсқасы бар. Бірінші нұсқада кернеу жоғалған кезде қондырғы өз түйіспелерін ажыратпайды, бірақ дифференциал ток туындаған кезде күштік тізбекті ажырату мүмкіндігін сақтайды. Екінші нұсқада кернеу жоқ болған кезде қондырғылар дифференциал ток туындаған кезде өшіруді жүргізе алмайды.

3) орнату әдісі бойынша:

- қозғалмайтын электр жетек кезінде стационарлы орнату үшін қолданылатын УЗО;

- қозғалмалы орнату және шнурлы жалғау үшін қолданылатын УЗО.

4) пульстер және токты жолдан саны бойынша:

- екі қорғалға полюстері бар екі полюстілер;

- төрт қорғалған полюстері бар төрт полюстілер.

5) өшіретін дифференциал токты реттеу шарты бойынша:

- номинал өшіретін токтын бір мәнімен УЗО;

- өшіретін токтың бірнеше тіркелген мәндерімен УЗО.

6) тұрақты токтың құраушысы болған жағдайда функциялау шарты бойынша:

- айнымалы дифференциал токқа әрекет етуші, баяу өсетін АС типті УЗО;

- синусойдалы айнымалы дифференциал токқа және пульстеуші тұрақты дифференциал токқа әрек ететуші А типті УЗО.

7) уақыт бойынша кешігудің болуымен:

- уақыт ұстанымы жоқ УЗО - жалпы қолдану типі;

- уақыт ұстанымы бар УЗО - S типті.

8)сыртқы әсерлерден қорғау шарты бойынша:

- өзін пайдалану үшін қорғанысты қабықшаны талап етпейтін, қорғанысты орындалған УЗО;

- пайдалану кезінде қорғанысты қабықша қажет болатын, қорғалмаған УЗО.

9) монтаждау әдісі бойынша:

- беткі монтаж УЗО;

- батырылған монтаж УЗО;

- панельді қалқанды монтаж УЗО.

10) лезде тармақталу шарты бойынша:

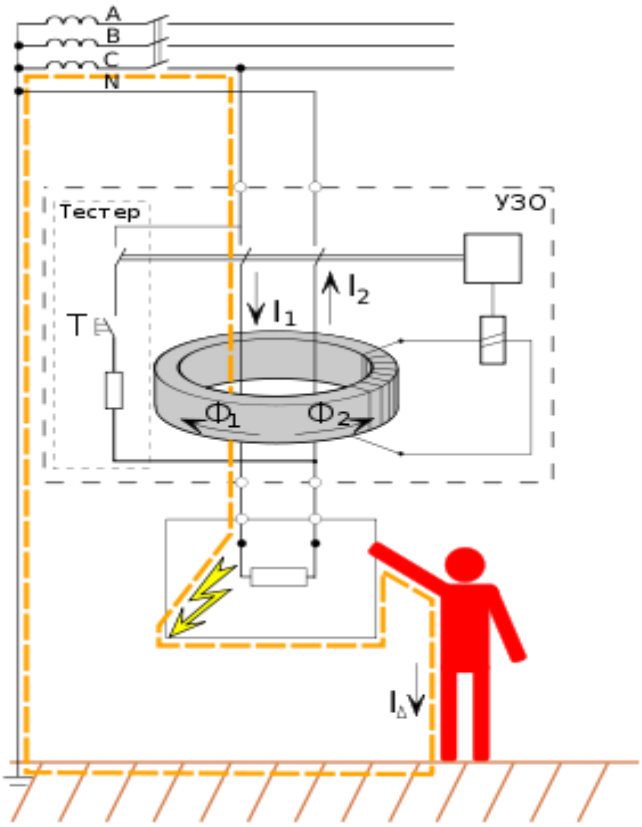
- В типті;

- С типті;

- D типті.

УЗО-ның жұмыс істеу принципі 3.1-суретте көрсетілген. УЗО құрылысын қарастыру кезінде қондырғыларды техникалық жүзеге асыру шарты бойынша екі типке бөлінеді:

Қоректендіру кернеуіне тәуелді емес УЗО. Қорғанысты функцияларды орынду үшін қажет энергия көзі ретінде дифференциал токқа әрекет ететін сигналдың өзі болады.



4.1 - сурет - УЗО ның жұмыс істеу принципі

Қоректің кернеуіне функциялық тәуелді УЗО. Олардың өшіру операциясын орындауға арналған механизмдері не бақыланатын желіден, не сыртқы көзден алынатын энергияны қажет етеді.

Қоректенудің кернеуіне функциялық тәуелді қондырғыларды қолдану олардың салыстырмалы арзандығына қарамастан, сенімділігі төмен болғандықтан, сыртқы факторлардың электронды схемаларының үлкен зақымдалуынан және т.б айтарлықтай шектелген.

ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс бірінші категориялық нысанды электрмен жабдықтауды есептеу және БТҚС күштік трансформатордың релелік қорғанысына арналған. Жұмыста келесідей негізгі нәтижелер алынды.

Электрқабылдағыштардың берілген саны мен қуаты бойынша слесарлы-құрастыру цехынің жүктемесі есептелді. Бұл есептеулер нәтижесі бойынша, және жобаның бастапқы берулері бойынша заводтың 0,4 кВ кернеулі жұктемесі анықталды. Сонымен қатар 0,4 кВ кернеулі шиналарындағы реактивті қуаттын компенсациясы УК1-0,415-20ТЗ типті конденсаторлар батареясы көмегімен жасалды.

Жұмыс зауыттың сыртқы электрмен жабдықтауының екі түрлі схемасы қарастырылған. Осылардан экономикалық және техникалық жағынан қарағанда ең орындысы таңдалған, бұл зауыттың қоректендірудің екінші варианты болып келеді, мұнда электр энергиясы 1,4км қашықтықтағы ҚС-дан ЭБЖ 10,5 кВ бойынша беріледі. Қабылданған вариант үшін келесідей жоғарғы вольтты қондырғылар таңдалған: кіріспе ажыратқыштар; секциялық ажыратқыштар; жүктемені ажыратқыштар; шығатын желіні ажыратқыштар; сонымен қатар осыларға арналған күштік кабельдер. Өлшеу құралдары, тоқ және кернеу трансформаторлары таңдалған. ТҚС шиналарын және оларға арналған оқшаулағыштар таңдау жүргізілді. РПН ±8х1,8% бар ТМН-1000-10/0,4 типті ТҚС трансформаторы үшін дифференциалды есептеу жүргізілді, максималды тоқтық қорғаудан және шамадан артық жүктелуден қорғаудан. Сонымен қатар газдық қорғану және автоматика қарастырылды.

РУ-1 тарату қондырғысынан слесарлы-құрастыру цехы қоректенеді, 0,4 кВ РУ-1 шиналарындағы қысқа тұйықталу тоқтарына есептеу жүргізілді және тексерілді, цехтағы ең қашықта орналасқан электр қабылдағыштың қорғау аппараттарының ажырату қабілеттілігіне. Төмен вольтты қондырғылар таңдалды: кіріспе автоматтары, секциялық автоматтар және шығыстағы желілердегі автоматтар, сонымен қатар қоректену түйіндері, жарықтандыру қалқандары және НБК. Қоректендіретін сымдарға және цехтың электр қабылдағыштарының әр қайсысына арналған қорғау аппараттары (сақтандырғыштар) таңдалды.

Осыған байланысты, дипломдық жұмыста зауыттың электр жабдықтау жүйесінің толық жобалауы орындалды, ал электрмен жабдықтау төмен вольтті жүйені жобалауды ретінде слесарлы-құрастыру цехынің электр жабалауын қарастырамыз.

Дипломдық жұмыстың арнайы бөлімінде трансформатордағы максималды тоқты қорғанысы жоғары кернеу жағынан да, төменгі кернеу шығысынан да бөлшектелген орамамен орнатылады, және жоғары кернеу жағындағы максималды тоқты қорғанысты есептеулер жүргізіледі.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Барыбин Ю.Г., Л.Е. Федоров. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 465с.
2. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий - М.: Энергия, 1967. – 465 с.
3. Епанешников М.М. Электрическое освещение. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Изд.4-е, перераб. - М.: Энергия, 1976. 125 с.
4. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования//Под редакцией Ю.Г.Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 464 с.
5. Васин В.М., Липкин Б.Ю. Дипломное проектирование для специальности «Электрооборудование промышленных предприятий и установок». - М.: Высшая школа, 1977. 245 с.
6. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
7. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. - М., 1975. – 348 с.
8. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1987 . - 368 с.
9. Федоров А.А., Ристхейн Э.М. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для ВУЗов. – М.: Энергия, 1981. – 360с.
10. Князевский В.Н. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для ВУЗов. – М.: Энергия, 1986. – 408с.
11. Правила устройства электроустановок. - М.: Главгосэнегронадзор России, 1998. – 607 с.
12. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения - М.: Высшая школа, 1985. – 420 с.
13. Чернобровов Н.В. Релейная защита. Учебное пособие. - М.: Энергия, 1989. – 745 с.
14. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - М.: Энергоатомиздат, 1987. -386 с.
15. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 448с., ил.
16. Афанасьев Е.И., Скобилев В.М. Источники света и пускорегулирующая аппаратура. 2-е изд. перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1987. 301 с.
17. Айзенберг Ю.Б. Световые приборы.- М.: Энергия, 1986. - 464 с.