

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
Кафедра електроенергетики

Проект допущено до захисту
Зав. кафедрою електроенергетики
_____ І.Л. Лебединський
«__» _____ 20 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**тема «Розрахунок системи електропостачання цеху
обробки пороху»**

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав студент гр. ЕТмдн-91 Г	_____	М.М. Іващенко
Керівник, к.т.н.	_____	С.М. Лебеда
Консультант з економічної частини		
к.е.н., доцент	_____	О.М. Маценко
Нормоконтроль	_____	М.А. Никифоров

Суми 2020

6. Консультанти:

7. Дата видачі завдання _____

Керівник проекту _____
(підпис)

Задання прийняв до виконання _____
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи
1	Аналіз об'єкту проектування	10.10.2020
2	Розрахункова частина	25.10.2020
3	Охорона праці на підприємстві	10.15.2020
4	Розрахунок економічної частини	25.11.2020
5	Оформлення пояснювальної записки	05.12.2020

Студент-дипломник

(підпис)

Іващенко М.М.

Керівник роботи

(підпис)

Лебедка С.М.

Реферат

94 сторінки, 30 рисунків, 47 таблиць, 22 джерела.

Бібліографічний опис: Іващенко М.М. Розрахунок системи електропостачання цеху обробки пороху [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістр; спец.: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / М.М. Іващенко; керівник Лебедка С.М. – Суми: СумДУ, 2020 – 94 с.

Ключові слова: електропостачання, трансформатори, компенсуючий пристрій, кабельна лінія.

электроснабжение, трансформаторы, компенсирующее устройство, кабельная линия,.

Power supply, transformers, compensating device, cable line.

Короткий огляд - У кваліфікаційній роботі на тему: «Розрахунок системи електропостачання цеху обробки пороху» розраховані параметри електрообладнання, на основі яких і вимог до технологічного процесу обрані компенсуючі, комутаційні та захисні пристрої та апарати, кабельні лінії, силові та вимірювальні трансформатори.

Особливу увагу при дипломному проектуванні було приділено питанням охорони праці та техніки безпеки. Для службового персоналу даного цеху пред'являються високі вимоги щодо дотримання правил техніки безпеки під час виконання будь-яких робіт з електроустановками цеху.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПУЕ – правила улаштування електроустановки;

ВН – висока напруга;

НН – низька напруга;

ЛЕП – лінія електропередачі;

РПНН – розподільчий пункт низької напруги;

АВР – автоматичний ввід резерву;

СП – силовий пункт;

КП – компенсуючий пристрій;

ТП – трансформаторна підстанція;

КЗ – коротке замикання;

ГПП – головна понижуюча підстанція;

ТС – трансформатор струму;

ТН – трансформатор напруги;

ЗП – заземлюючий пристрій;

ПВ – тривалість ввімкнення;

АД – асинхронний двигун;

ППР – планово попереджувальний ремонт;

ФОП – фонд оплати праці.

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						5
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

Зміст

Вступ	8
1. Аналіз об'єкту проектування	10
1.1 Розрахунок електричних навантажень	11
2. Розрахункова частина	15
2.1 Розрахунок і вибір пристроїв компенсації реактивної потужності.....	15
2.2 Вибір типу живлячої підстанції. Розрахунок потужності і вибір кількості трансформаторів живлячої підстанції.....	16
2.3 Розрахунок номінальних струмів всіх споживачів і вибір живлячих кабелів.....	17
2.4 Розрахунок і вибір захисної та комутаційної апаратури	21
2.5 Розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках схеми	25
2.6 Перевірка електрообладнання і струмопровідних частин на термічну і динамічну стійкість.....	29
2.7 Вибір трансформаторів струму та напруги	31
2.8 Розрахунок заземлення та грозозахисту	34
3. Охорона праці та техніка безпеки	40
3.1 Законодавча база з охорони праці на проектній ділянці.	40
3.2 Заходи та технічні засоби електробезпеки на проєктованій ділянці.	42
3.3 Вимоги безпеки, яких повинні дотримуватись працівники.....	43
4. Економічна частина	49
4.1 Організація технічного обслуговування та ремонту електрообладнання	51
4.2 Розрахунок чисельності ремонтного та чергового персоналу	59
4.3 Розрахунок капітальних витрат на електрообладнання цеху.....	63
4.4 Розрахунок поточних витрат на електрообладнання цеху	65

					MP 5.8.141.115 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Розрахунок системи електропостачання цеху обробки пороху	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Іващенко				6	77	
<i>Перевір.</i>		Лебедка						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>						СумДУ ЕТмдн-91Г		
<i>Затверд.</i>		Лебединський						

4.5 Техніко-економічні показники електрослужби цеху	73
Висновки	74
Список літератури	76

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		7

Вступ

У сучасному світі енергетика є основою розвитку базисних галузей індустрії, що визначають прогрес суспільного виробництва. В усіх промислово розвинених країнах темпи розвитку енергетики випереджали темпи розвитку інших галузей. Виникли системи електропостачання.

Системою електропостачання називають сукупність електроустановок, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією.

У свою чергу під електроустановками розуміють сукупність машин, апаратів, ліній і допоміжного обладнання (разом із спорудами та приміщеннями в яких вони встановлені), призначених для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інші види енергії.

Збільшення енергоємності промислових підприємств, різноманітність вимог до електропостачання залежно від характеру технологічного процесу та розвитку нової техніки в галузі електропостачання значно ускладнили розрахунки, пов'язані з проектуванням і експлуатацією систем електропостачання. Так як у сучасному світі відомо багато різнотипних джерел електроенергії виникає необхідність обрання найбільш оптимального для чітко окресленого напрямку розвитку підприємств та міст.

Теплова електростанція (ТЕС), електростанція, в якій первинна енергія має хімічну форму і вивільняється шляхом спалювання вугілля, рідкого палива чи газу; на парових електростанціях (з паровими турбінами) у топці парового котла відбувається перетворення хімічної енергії палива в тепло газів — продуктів згоряння; це тепло передається воді та водяній парі, пара з котла надходить до парової турбіни, де тепло перетворюється на кінетичну енергію обертання електрогенератора, з'єданого з турбіною; відпрацьована в турбіні пара надходить до конденсатора і віддає тепло охолоджувальній воді (наприклад, з ріки); на деяких електростанціях застосовують замість парової газову турбіну. Такі електростанції є найбільш поширеними у світі, адже вони не потребують значних витрат під час будівництва як атомні, їх можна розміщувати будь де, що позитивно відрізняє ТЕС від гідроелект-

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						8
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

ростанцій, нарешті сконденсовану пару можна досить ефективно використовувати для опалення як промислових, та і житлових приміщень.

В проекті розробляється електропостачання ділянки графітовки та поліровки порошу. Порох «Крук» – це різновид бездимних порохів, що використовуються в вогнепальній зброї, в основному для мисливства. Виготовляється у вигляді зерен. Так як «Крук» є піроксиліновим порохом, основними його недоліками є зміна складу розчинювача і вологи під час зберігання, що негативно впливає на його балістичні характеристики, а також довгий технологічний цикл (від 6-10 днів до 1 місяця).

На підприємстві, де розташована проектована дільниця графітовки та поліровки продукту, присутнє застаріле і ненадійне обладнання, тому в роботі були обрані нові надійні типи електродвигунів та засоби захисту для устаткування. Для електропостачання ділянки обираємо більш надійну та гнучку радіальну схему.

					МП 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

1. Аналіз об'єкту проектування

Цех обробки пороху призначений для доведення мисливського пороху «Крук» до готовності. В будівлі цеху порох приймає свій кінцевий стан, після чого перенаправляється на фасування.

Категорія будівлі з надійності електропостачання – II, оскільки перерва електропостачання призводить до масового недовідпуску продукції, масових простоїв робітників, механізмів, порушень нормальної діяльності значної кількості людей.

Категорія дільниці з електробезпеки – відноситься до приміщень із підвищеною небезпекою, оскільки є можливість одночасного дотику людини до землі з однієї сторони й до металевих корпусів електроустаткування з іншої.

По вибухонебезпеці – ділянка графітовки та поліровки класифікується як вибухонебезпечна зона класу 21, згідно ПУЕ, це приміщення, у якому під час роботи ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Згідно з вихідними даними:

- скласти схему електропостачання цеху;
- обрати живильні кабелі, трансформатори, захисну та комутаційну апаратуру;
- розрахувати засоби грозозахисту та заземлення будівлі;
- розробити креслення проекту.

Таблиця 1.1 – Параметри електрообладнання цеху

Назва	Тип	Кількість, шт	P_H , кВт	Коефіцієнт використання, Кв	$\cos\varphi$
Вентилятор ви-тяжний	AIP90L2	2	3	0.9	0.87

					MP 5.8.141.115 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Іващенко				Аналіз об'єкту проектування	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Лебедка						10	
Реценз.						СумДУ ЕТмдн-91Г		
Н. Контр.								
Затверд.	Лебединський							

Продовження таблиці 1

Назва	Тип	Кількість, шт	P_H , кВт	Коефіцієнт використання, Кв	$\cos\varphi$
Вентилятор приливний	АИР112М4	1	5.5	0.9	0.83
Компресор	АИР132S4	2	7.5	0.5	0.84
Барабан	АИР160S4	6	15	0.7	0.85

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розрахунку грозозахисту, заземлення та КЗ

$S_{КЗ}$, МВА	ρ , Ом/м	A, м	B, м	h, м	$U_{ВН}$, кВ	$U_{НН}$, кВ	I_3 , А	Кліматична зона
166.27	110	37.8	10	4	6	0.4	14	2

1.1 Розрахунок електричних навантажень

Всі електроспоживачі розбиваємо на однорідні за режимом роботи групи з однаковим значенням коефіцієнта використання.

Оскільки всі споживачі працюють в тривалому режимі роботи, розраховуємо встановлену потужність електроспоживачів P_B , кВт, за формулою:

$$P_B = P_H * n$$

де P_H – номінальна потужність споживача, кВт;

n – кількість споживачів даного типу.

Для кожної групи однорідних електроприймачів визначаємо середнє активне навантаження за найбільш завантажену зміну P_{CM} , кВт за формулою:

$$P_{CM} = K_B * P_B$$

де K_B – коефіцієнт використання;

P_B – встановлена потужність, кВт.

та реактивне навантаження Q_{CM} , кВар за формулою:

$$Q_{CM} = P_{CM} * tg\varphi$$

Для вузла приєднання підсумовуємо активні складові потужностей по гру-

пам різнорідних електроспоживачів $P_{CM.Буз}$, кВт за формулою:

$$P_{CM.Буз} = \sum P_{CM} = 80.85 \text{ кВт}$$

та реактивні складові потужностей по групам різнорідних електроспоживачів $Q_{CM.Буз}$, кВАр за формулою:

$$Q_{CM.Буз} = \sum Q_{CM} = 50.275 \text{ кВАр}$$

Підраховуємо сумарну встановлену потужність всіх електроприймачів вузла $P_{B.Буз}$, кВт за формулою:

$$P_{B.Буз} = \sum P_B = 116.5 \text{ кВт}$$

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку

Назва	Тип	P_B , кВт	P_{CM} , кВт	Q_{CM} , кВАр	$tg\phi$
Вентилятор ви-тяжний	АИР 90L2	6	5.4	3.060	0.5667
Вентилятор при-ливний	АИР112М4	5.5	4.95	3.326	0.6720
Компресор	АИР132S4	15	7.5	4.845	0.6459
Барaban	АИР160S4	90	63	39.044	0.6197

Визначаємо середньозважене значення коефіцієнта використання вузла, $K_{B.Буз}$ за формулою:

$$K_{B.Буз} = \frac{P_{CM.Буз}}{P_{B.Буз}} = \frac{80.85}{116.5} = 0.694$$

Визначаємо середньозважене значення коефіцієнта потужності вузла, $tg\phi_{Буз}$ за формулою:

$$tg\phi_{Буз} = \frac{Q_{CM.Буз}}{P_{CM.Буз}} = \frac{50.275}{80.85} = 0.6218$$

виходячи зі значення $tg\phi_{Буз}$, $cos\phi_{Буз} = 0.8492$

Розраховуємо ефективне число споживачів цеху. Розраховуємо коефіцієнт m , за формулою:

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						12
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

$$m = P_{Hmax} / P_{Hmin} = 15 / 3 = 31.5807$$

де P_{Hmax} – номінальна потужність найпотужнішого споживача, кВт;

P_{Hmin} – номінальна потужність найменш потужного споживача, кВт.

При виконанні умов: $K_B \geq 0.2$ та $m > 3$, ефективне число споживачів цеху $n_{еф}$, шт. за формулою:

$$n_{еф} = 2 * \sum P_{Hi} / P_{Hmax} = 2 * 116.5 / 15 = 15.333 \approx 16 \text{ шт}$$

де $\sum P_{Hi}$ – сума номінальних потужностей всіх споживачів, кВт.

Виходячи зі значень $K_{B.Вуз}$ та $n_{еф}$, визначаємо коефіцієнт максимуму – $K_M = 1.1236$.

Визначаємо максимальне розрахункове навантаження вузла P_M , кВт, за формулою:

$$P_M = K_M * P_{CM.Вуз} = 1.1236 * 80.85 = 90.843 \text{ кВт}$$

та розрахункове реактивне навантаження Q_M , кВАр, за формулою:

$$Q_M = K_M * Q_{CM.Вуз} = 1.1236 * 50.275 = 56.489 \text{ кВАр}$$

Визначаємо повну потужність споживачів S_M , кВА, за формулою:

$$S_M = \sqrt{(P_M + P_{OCB})^2 + Q_M^2} = \sqrt{(90.843 + 3.634)^2 + 56.489^2} = 110.077 \text{ кВА}$$

де P_M та Q_M – розрахункові потужності споживачів з $K_B \geq 0.2$;

P_{OCB} – потужність освітлення цеху, кВт.

Потужність освітлення P_{OCB} кВт, знаходимо за формулою:

$$P_{OCB} = P_M * 4\% / 100\% = 90.843 * 4\% / 100\% = 3.634 \text{ кВт}$$

Розподіляємо споживачів за групами приєднання до силових пунктів і розраховуємо потужності. Розрахункова потужність силового пункту P_P , кВт, розраховується за формулою:

$$P_P = P_B * K_B$$

де P_B – встановлена потужність СП, кВт.

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						13
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

Таблиця 1.4 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП1

Найменування споживача	Тип	Кількість, шт	K_B	P_B , кВт	P_P , кВт
Вентилятор ви-тяжний	АИР112М4	2	0.8	58.5	46.8
Компресор	АИР132S4	1			
Барабан	АИР160S4	3			

Таблиця 1.5 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП2

Найменування споживача	Тип	Кількість, шт	K_B	P_B , кВт	P_P , кВт
Вентилятор прили-вний	АИР90L2	1	0.7	58	40.7
Компресор	АИР132S4	1			
Барабан	АИР160S4	3			

2. Розрахункова частина

2.1 Розрахунок і вибір пристроїв компенсації реактивної потужності

Для вирішення питання про доцільність або недоцільність застосування КП визначаємо середньозважений коефіцієнт потужності:

$$\cos\varphi_{\text{CP.B}} = P_M / S_M = 90.843 / 110.077 = 0.83$$

де P_M – максимальне розрахункове навантаження вузла, кВт;

S_M – повна потужність споживачів, кВА.

Оскільки середньозважений коефіцієнт потужності менше 0.9 то треба розрахувати компенсуючий пристрій.

З метою підвищення $\cos\varphi_{\text{CP.B}}$ до значення 0.9-0.93 встановлюємо батареї статичних конденсаторів, реактивну потужність яких $Q_{\text{КП}}$, кВАр розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{КП}} = P_M * (tg\varphi_1 - tg\varphi_2) = 90.843 * (0.6843 - 0.3952) = 26.261 \text{ кВАр}$$

де $tg\varphi_1$ – тангенс кута, що відповідає $\cos\varphi_{\text{CP.B}} = 0.83$;

$tg\varphi_2$ – тангенс кута бажаного коефіцієнта потужності ($\cos\varphi_B = 0.93$).

Таблиця 2.1 – Параметри обраного компенсуючого пристрою

Тип	Кількість, шт	$Q_{\text{КУ}}$, кВАр	U_H , кВ
КРМ 0.4-15-5 УЗ-У1	2	15	0.4

З метою безпеки, щоб усунути електричний заряд на відключених від мережі конденсаторах, паралельно їм повинні автоматично включатись розрядні резистори опором $R_{\text{РОЗР}}$, Ом, величина яких підраховується за формулою:

$$R_{\text{РОЗР}} = (15 * U_{\text{Ф}}^2 * 10^6) / Q_{\text{КУ}} = (15 * 0.4^2 * 10^6) / 15 = 160000 \text{ Ом}$$

де $U_{\text{Ф}}$ – напруга на одній фазі батареї конденсаторів, кВ;

$Q_{\text{КУ}}$ – потужність батареї конденсаторів, кВАр.

					MP 5.8.141.115 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Іващенко			Розрахункова частина	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.							15	
Реценз.						СумДУ ЕТмдн-91Г		
Н. Контр.								
Затверд.								

2.2 Вибір типу живлячої підстанції. Розрахунок потужності і вибір кількості трансформаторів живлячої підстанції

Напруга на вищій стороні дорівнює 6 кВ, тому обираємо закриту підстанцію, оскільки відкриту підстанцію будують для підстанцій 35 кВ і вище. Трансформаторні підстанцію розташована в будівлі цеху в окремому приміщенні, вбудованому в будівлю цеху. В даному випадку вибрана звичайна ТП так як вона пом'якшить вимогу до набору персоналу її обслуговування. Оскільки категорія з надійності електропостачання цеху II застосовуємо 2 трансформатори з РПНН, приєднання кабелю до трансформатора глухе. Трансформатори з'єднуються з РУНН за допомогою кабельної вставки, адже її легше змонтувати. Використовуємо 5 шаф РПНН: 2 лінійних, 1 секційний та 2 ввідних. Тип шаф РПНН – ЩО-90 з розмірами 800*600*2000 мм.

Після включення обраної батареї конденсаторів необхідну потужність, котру повинні забезпечувати трансформатори S_p , кВА визначаємо за формулою:

$$S_p = \sqrt{(P_M + P_{OCB})^2 + (Q_M - n_{КУ} * Q_{КУ})^2} = \\ = \sqrt{(90.843 + 3.634)^2 + (56.489 - 2 * 15)^2} = 98.121 \text{ кВА}$$

де Q_M – максимальна реактивна потужність споживачів, кВАр;

P_M – максимальна активна потужність споживачів, кВт;

$n_{КУ}$ – кількість конденсаторних установок, шт.;

$Q_{КУ}$ – потужність однієї конденсаторної установки, кВАр;

P_{OCB} – потужність освітлення цеху, кВт.

Потужність трансформатора, встановленого на живлячій підстанції $S_{Н.ТР}$, кВА розраховуємо за формулою:

$$S_{Н.ТР} = S_p / K_3 * n = 98.121 / 0.75 * 2 = 65.414 \text{ кВА}$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження трансформаторів, $K_3 = 0.75$ для будівель з II категорією по надійності електропостачання;

n – сумарна кількість трансформаторів, шт.

					MP 3.8.141.115 ПЗ	Арк
						16
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

Так як середньорічна температура охолоджуючого повітря відрізняється від 35°C, розраховуємо номінальну фактичну потужність трансформаторів $S_{H,\Phi}$, кВА за формулою:

$$S_{H,\Phi} = S_{H,KAT} * \left(1 + \frac{(35 - \theta)}{100}\right) = 100 * \left(1 + \frac{(35 - 20)}{100}\right) = 115 \text{ кВА}$$

де θ – фактична середньорічна температура охолоджуючого повітря, °C;

$S_{H,KAT}$ – потужність трансформатора за каталогом, кВА. Обирається з умови: $S_{H,KAT} \geq S_{H,TP}$.

На ділянці знаходяться 2 трансформатори, тому потрібно перевірити кожний із трансформаторів за після аварійним режимом у разі виходу із ладу одного із трансформаторів, згідно наступної формули:

$$\begin{aligned} S_{AB} &= \sqrt{(P_{M1} + P_{OCB} + 0.5P_{M2})^2 + (Q_{M1} + 0.5Q_{M2} - n_{KY} * Q_{KY})^2} = \\ &= \sqrt{(90.843 + 3.634 + 0.5 * 0)^2 + (56.489 + 0.5 * 0 - 2 * 15)^2} = \\ &= 103.17 \text{ кВА} \end{aligned}$$

де P_{M1}, Q_{M1} – розрахункові потужності споживачів з $K_B \geq 0.2$;

P_{M2}, Q_{M2} – розрахункові потужності споживачів з $K_B < 0.2$;

Перевіряємо за умовою: $S_{H,\Phi} = 115 \geq S_{AB} = 103.17$ кВА. Умова виконується, тому остаточно обираємо трансформатори ТМГ-100/6-У1

Таблиця 2.2 – Параметри обраних трансформаторів

Тип	$S_{НОМ}$, кВА	$U_{ВН}$, кВ	$U_{НН}$, кВ	Габаритні розмі- ри, мм	U_K , %	$I_{ХХ}$, %	ПБЗ
ТМГ-100/6-У1	100	6	0.4	940x690x1045	4.5	2.4	±2x2.5%

2.3 Розрахунок номінальних струмів всіх споживачів і вибір живлячих кабелів

Номінальний струм споживача I_H , А розраховуємо за формулою:

$$I_H = \frac{P_H}{(\sqrt{3} * U_H * \cos\varphi)}$$

де P_H – номінальна потужність споживача, кВт;

U_H – номінальна лінійна напруга, кВ.

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності споживача.

За знайденим номінальним струмом приймачів обираємо перетин кабелю і його тип згідно з умови: $I_{\text{доп}} \geq I_H$.

Таблиця 2.3 – Номінальні струми споживачів. Дані обраних кабелів

Найменування споживача	Тип	I_H , А	Марка обраного кабелю	$I_{\text{доп}}$, А
Вентилятор вивтяжний	АИР 90L2	5.239	ВВГнг 5x1.5	19
Вентилятор приливний	АИР112М4	10.068	ВВГнг 5x1.5	19
Компресор	АИР132S4	13.566	ВВГнг 5x1.5	19
Барабан	АИР160S4	26.812	ВВГнг 5x4	33

Встановлений струм I_B , А силового пункту розраховуємо за формулою:

$$I_B = \frac{P_B}{(\sqrt{3} * U_H)}$$

де P_B – встановлена потужність силового пункту, кВт;

U_H – номінальна лінійна напруга, кВ.

Розрахунковий струм I_P , А силового пункту розраховуємо за формулою:

$$I_P = \frac{P_P}{(\sqrt{3} * U_H)}$$

де P_P – розрахункова потужність силового пункту, кВт.

За знайденим встановленим струмом приймачів обираємо перетин кабелю і його тип згідно з умови: $I_{\text{доп}} \geq I_H$.

Таблиця 2.4 – Встановлені та розрахункові струми силових пунктів. Дані обраних кабелів

Позначення силового пункту	I_B, A	I_P, A	Марка обраного кабелю	$I_{Доп}, A$	$L, м$
СП1	88.882	71.105	ВВГнг 5x25	103	50
СП2	88.112	61.685	ВВГнг 5x25	103	50

Струм трансформатора I_P, A на стороні ВН та НН розраховуємо за формулою:

$$I_P = \frac{(1.4 * S_{ТР})}{(\sqrt{3} * U_H)}$$

де $S_{ТР}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА;

U_H – номінальна лінійна напруга на стороні ВН/НН трансформатора, кВ.

Таблиця 2.5 – Струми на сторонах ВН та НН трансформатора. Дані обраних кабелів

Сторона трансформатора	I_P, A	Марка обраного кабелю	$I_{Доп}, A$	$L, м$	$r_0, Ом/км$	$x_0, Ом/км$
ВН	13.472	ААШв 3x35	118	600	0.89	0.064
НН	212.708	ВВГнг 5x95	242	30	0.195	0.0602

Економічний переріз кабелю на стороні ВН $S_{ЕК}, мм^2$ розраховуємо за формулою:

$$S_{ЕК} = I_P / j_{ЕК} * n = 13.472 / 1.4 * 2 = 4.81 мм^2$$

де $j_{ЕК}$ – економічна густина струму, А/мм².

n – кількість живлячих кабелів, що підходять до ТП згідно з вимогами до надійності II категорії електропостачання споживачів.

Фактичне значення втрати напруги на стороні ВН ΔU , % розраховуємо за формулою:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 100}{U_H} * I_P * L * (\cos\varphi * r_0 + \sin\varphi * x_0) =$$

$$= \frac{\sqrt{3} * 100}{6000} * 13.472 * 0.6 * (0.93 * 0.89 + \sqrt{1 - 0.93^2} * 0.064) = 0.2\%$$

де U_H – номінальна лінійна напруга на стороні ВН трансформатора, В;

L – довжина лінії, км;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності отриманий після встановлення засобів компенсації реактивної потужності.

$$\Delta U = 0.2 \leq \Delta U_{\text{Доп}} = 10 \%, \text{ умова задовольняється.}$$

Струм основного освітлення $I_{\text{ОСВ}}$, А розраховуємо за формулою:

$$I_{\text{ОСВ}} = \frac{P_{\text{ОСВ}}}{(\sqrt{3} * U_H)} = \frac{3.634}{(\sqrt{3} * 0.38)} = 5.521 \text{ А}$$

де $P_{\text{ОСВ}}$ – потужність освітлення, кВт.

Струм аварійного освітлення $I_{\text{АВ.ОСВ}}$, А розраховуємо за формулою:

$$I_{\text{АВ.ОСВ}} = I_{\text{ОСВ}} * 0.1 = 5.521 * 0.1 = 0.552 \text{ А}$$

Фактичне значення втрати напруги в освітленні ΔU , % розраховується за формулою:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 100}{U_H} * I_P * L * r_0 = \frac{\sqrt{3} * 100}{380} * 5.521 * 0.05 * 1.16 = 1.548 \%$$

$$\Delta U = 1.548 \leq \Delta U_{\text{Доп}} = 7.5 \%, \text{ умова задовольняється.}$$

Таблиця 2.6 – Дані обраних кабелів основного та аварійного освітлення

Тип освітлення	I , А	Марка обраного кабелю	$I_{\text{Доп}}$, А	L , м
Основне	5.521	ВВГнг 5x1.5	19	50
Аварійне	0.552	ВВГнг 5x1.5	19	50

2.4 Розрахунок і вибір захисної та комутаційної апаратури

Для захисту комутації споживачів на стороні 0,4 кВ та захисту від КЗ та перевантаження обираємо автоматичні вимикачі з електромагнітними та тепловими розчіплювачами.

Комутаційна і захисна апаратура перш за все повинна задовольняти умови:

$$U_{H.A} \geq U_{H.EM}; \quad I_{H.A} \geq I_{TP}$$

де $U_{H.A}$ – номінальна напруга апарата, В;

$U_{H.EM}$ – номінальна напруга електромережі, де встановлюється апарат, В;

$I_{H.A}$ – номінальний струм апарата, А;

I_{TP} – розрахунковий довгочасний струм в колі з апаратом, А.

Пікові (пускові) струми споживачів $I_{П,А}$ розраховуємо за формулою:

$$I_{П} = K_{П} * I_{H}$$

де I_{H} – номінальний струм споживача, А;

$K_{П}$ – коефіцієнт тяжкості пуску. Приймаємо $K_{П} = 7$.

Струм уставки електромагнітного розчіплювача автоматичного вимикача $I_{УС.ЕМ}$, А розраховуємо за формулою:

$$I_{УС.ЕМ} \geq K_3 * I_{П}$$

де K_3 – коефіцієнт запасу. Приймаємо $K_3 = 1.25$.

Струм уставки теплового розчіплювача автоматичного вимикача $I_{УС.Т}$, А розраховуємо за формулою:

$$I_{УС.Т} \geq K_3 * K_{ПЕР} * I_{H}$$

де $K_{ПЕР}$ – коефіцієнт перевантаження. Приймаємо $K_{ПЕР} = 1.05$.

					МР 3.8.141.115 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		21

до СП, А;

$\sum_i^{n-i} I_H$ – сума струмів номінальних струмів всіх споживачів що живляться від збірки, без номінального струму споживача з найбільшим пусковим струмом, А;

$K_{\text{ПОП}}$ – коефіцієнт попиту для навантаження всієї збірки. Приймаємо $K_{\text{ПОП}} = 1$.

Таблиця 2.9 – Розраховані струми силових пунктів. Дані обраних автоматичних вимикачів

Позначення силового пункту	I_{Σ} , А	$I_{\text{УС.ЕМ}}$, А	Марка авт. вим.	$U_{\text{НОМ}}$ В	$I_{\text{НОМ}}$, А	$I_{\text{УС.ЕМ}}$ А	$I_{\text{УС.ТР}}$ А
СП1	88.882	265.348	ВА88-33 ЗР	380	100	1000	100
СП2	88.122	264.937	ВА88-33 ЗР	380	100	1000	100

Для комутації на стороні ВН та НН в колі трансформатора, а також комутації в РПНН проводимо розрахунок вимикачів. Обираємо вимикачі за умовами:

$$U_{\text{Н.А}} \geq U_{\text{Н.ЕМ}}; \quad I_{\text{Н.А}} \geq I_{\text{max}}$$

Максимальний струм на стороні ВН $I_{\text{max}}^{\text{ВН}}$, А розраховуємо за формулою:

$$I_{\text{max}}^{\text{ВН}} = \frac{1.4 * S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ВН}}} = \frac{1.4 * 100}{\sqrt{3} * 6} = 13.472 \text{ А}$$

де $S_{\text{НОМ}}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА;

$U_{\text{ВН}}$ – номінальна напруга на стороні ВН трансформатора, кВ.

Струм у колі ввідних вимикачів на боці НН $I_{\text{max}}^{\text{НН}}$, А розраховуємо за формулою :

$$I_{\text{max}}^{\text{НН}} = \frac{1.4 * S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} * U_{\text{НН}}} = \frac{1.4 * 100}{\sqrt{3} * 0.4} = 212.708 \text{ А}$$

де $U_{\text{НН}}$ – номінальна напруга на стороні НН трансформатора, кВ.

Струм у колі секційного вимикача (АВР) I_{max}^{CB} , А розраховуємо за формулою :

$$I_{max}^{CB} = \frac{0.7 * S_{НОМ}}{\sqrt{3} * U_{НН}} = \frac{0.7 * 100}{\sqrt{3} * 0.4} = 106.354 \text{ А}$$

Таблиця 2.10 – Дані обраних вимикачів навантаження у колі трансформатора та РПНН

Місце встановлення	$U_{НОМ}$, кВ	I_{max} , А	Марка вимикача	$U_{НОМ.В}$, кВ	$I_{НОМ.В}$, А	$I_{В.мах}$, кА
Сторона ВН	6	13.472	ВН-11У3	6	200	80
Сторона НН	0.4	212.708	ВА88-35 3Р	0.4	250	25
РП НН	0.4	106.354	ВА88-35 3Р	0.4	125	25

2.5 Розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках схеми

Розрахунок проводимо для найпотужнішого і найбільш віддаленого споживача. Складаємо розрахункову схему для розрахунку струмів КЗ.

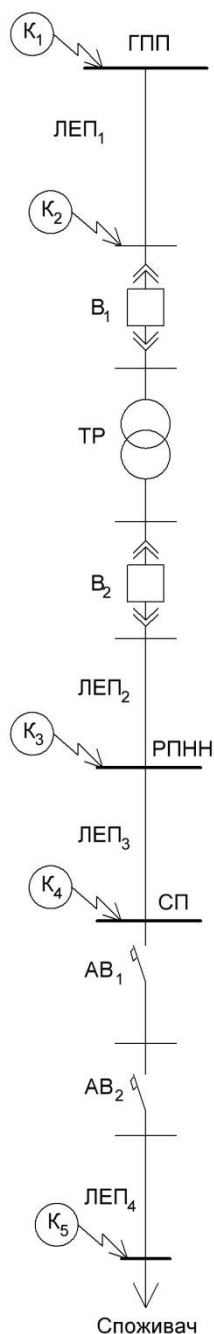


Рисунок 1 – Схема для розрахунку струмів КЗ у характерних точках

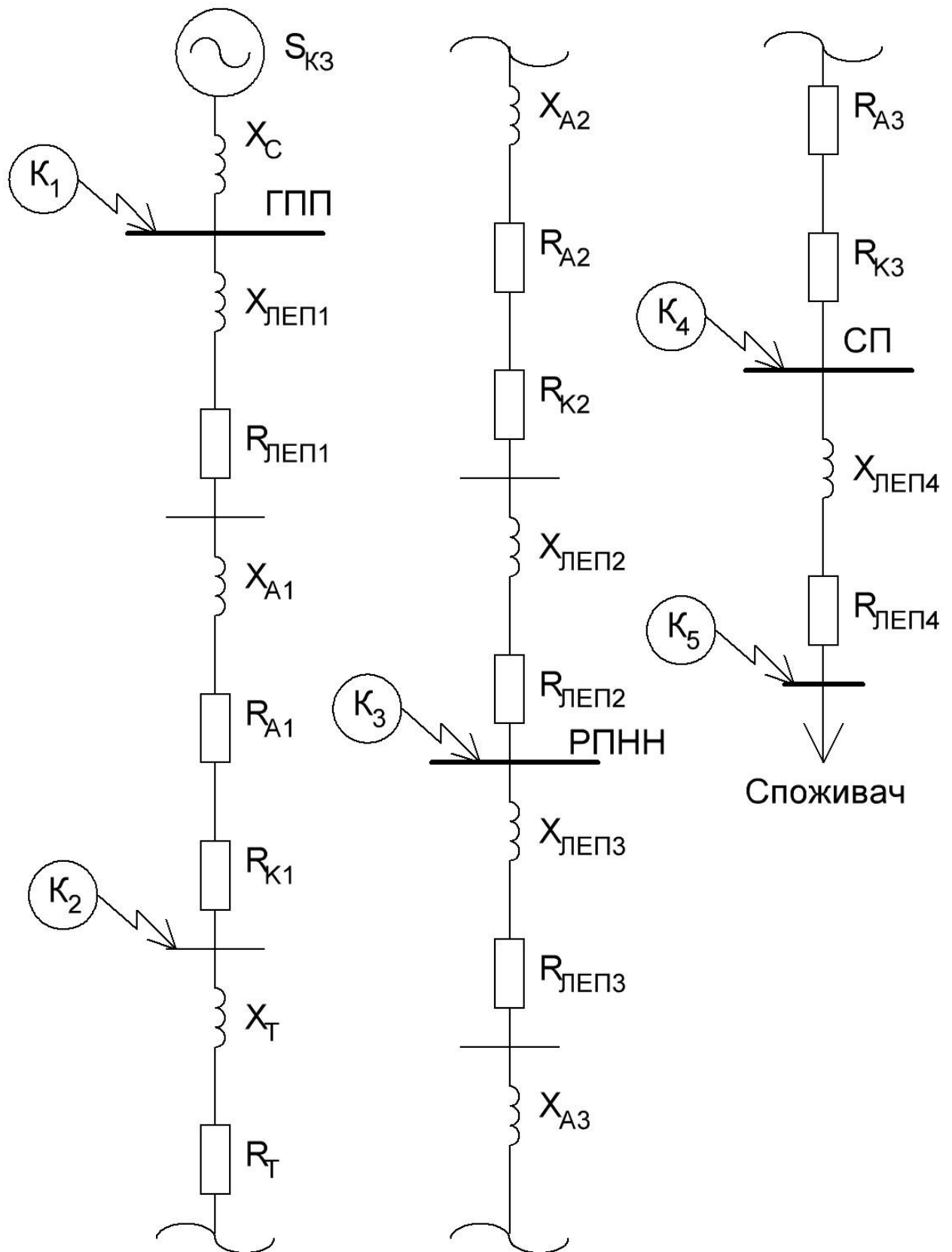


Рисунок 2 – Схема заміщення для розрахунку струмів К3

Розраховуємо параметри елементів схеми.

Таблиця 2.11 – Параметри трансформатора для розрахунку струмів КЗ

Тип	$U_{ВН}$, кВ	$U_{НН}$, кВ	$U_{ВН}$, кВ	U_K , %	$I_{ХХ}$, %	ΔP_K , кВт	$\Delta P_{ХХ}$, кВт	X_T , Ом	R_T , Ом
ТМГ-100/6-У1	6	0.4	6	4.5	2.40	2.4	0.2	16.2	8.28

Таблиця 2.12 – Внутрішні опори комутаційних апаратів для розрахунку струмів КЗ

Місце встановлення	Марка	X_A , мОм	R_K , мОм	R_A , мОм
Коло ВН трансф.	ВН-11У3	4.5	1.3	5.5
Коло НН трансф.	ВА88-35 3Р	0.5	0.6	0,4
СП (ввідний автомат)	ВА88-33 3Р	0.95	0.725	1
СП (фідерний автомат)	ВА88-32 3Р	4.5	1.3	5.5

Таблиця 2.13 – Параметри кабельних ліній для розрахунку струмів КЗ

	Марка кабелю	l , м	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км
ЛЕП ₁	ААШв 3х110	600	3.11	0.11
ЛЕП ₂	ВВГнг 5х95	15	0.195	0.0602
ЛЕП ₃	ВВГнг 5х25	50	0.74	0.0662
ЛЕП ₄	ВВГнг 5х4	35	4.63	0.095

Реактивний опір системи X_C , Ом розраховуємо за формулою:

$$X_C = U_C^2 / S_{КЗ} = 6.3^2 / 166.27 = 0.238 \text{ Ом}$$

де U_C – середня номінальна напруга системи, кВ;

$S_{КЗ}$ – потужність короткого замикання системи.

Активний опір $R_{ЛЕП}$, Ом кабельної лінії розраховуємо за формулою:

$$R_{ЛЕП} = r_0 * l$$

де r_0 – питомий опір жил кабельної лінії, Ом/км;

l – довжина кабельної лінії, км.

Реактивний опір $X_{\text{ЛЕП}}$, Ом кабельної лінії розраховуємо за формулою:

$$X_{\text{ЛЕП}} = x_0 * l$$

де x_0 – питомий опір жил кабельної лінії, Ом/км;

У подальших розрахунках опір використовуємо у міліомах.

Таблиця 2.14 – Розраховані параметри кабельних ліній

	Марка кабелю	$R_{\text{ЛЕП}}$, мОм	$X_{\text{ЛЕП}}$, мОм
ЛЕП ₁	ААШв 3х35	534	38.4
ЛЕП ₂	ВВГнг 5х95	2.925	0.903
ЛЕП ₃	ВВГнг 5х25	37	3.31
ЛЕП ₄	ВВГнг 5х4	162.05	3.325

Струм короткого замикання I_{K1} , кА для першої характерної точки розраховуємо за формулою:

$$I_{K1} = S_{K3} / (\sqrt{3} * U_C)$$

Струм короткого замикання I_{Kn} , кА для решти характерних точок розраховуємо за формулою:

$$I_{Kn} = U_{НОМ} / (\sqrt{3} * \sqrt{R_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2})$$

де $U_{НОМ}$ – номінальна напруга для характерної точки КЗ, В;

R_{Σ} – сумарний активний опір до характерної точки КЗ, мОм;

X_{Σ} – сумарний реактивний опір до характерної точки КЗ, мОм.

Для визначення опорів обмотки трансформатора на стороні НН, необхідно врахувати коефіцієнт трансформації трансформатора – K за формулою:

$$K = U_{ВН} / U_{НН} = 6 / 0.4 = 15$$

де $U_{ВН}$ – напруга на стороні ВН трансформатора, кВ;

$U_{НН}$ – напруга на стороні НН трансформатора, кВ.

Ударний струм КЗ , кА розраховуємо за формулою:

$$i_{уд} = \sqrt{2} * K_y * I_{Kn}$$

де K_y – ударний коефіцієнт, приймаємо $K_y = 1.61$.

Таблиця 2.15 – Результати розрахунків струму КЗ

Характерна точка	R_{Σ} , мОм	X_{Σ} , мОм	I_K , кА	$i_{уд}$, кА
K ₁	0	238.708	15.237	34.694
K ₂	540.8	281.608	5.681	12.936
K ₃	43.129	74.655	2.679	6.099
K ₄	81.854	78.915	2.031	4.625
K ₅	250.704	86.74	0.871	1.982

2.6 Перевірка електрообладнання і струмопровідних частин на термічну і динамічну стійкість

Автоматичні вимикачі та вимикачі навантаження повинні задовольняти наступні умови:

$$I_{B.НОМ} \geq I_K \quad I_{B.мах} \geq i_{уд}$$

де $I_{B.НОМ}$ – номінальна робоча відключаюча здатність апарату, кА;

$I_{B.мах}$ – максимальна відключаюча здатність апарату, кА.

Оскільки потужність приєднання в порівнянні з потужністю системи невелика, то струм, напруга і періодичні складові струму короткого замикання в процесі перехідного режиму при короткому замиканні не змінюються. Дійсна тривалість дії струму при короткому замиканні менше однієї секунди, то наведений час дії струму КЗ $t_{ПР}$, с знаходимо за формулою:

$$t_{ПР} = t_{ПРА} + t_{ПРП} = 0.1 + 0.05 = 0.15 \text{ с}$$

де $t_{ПРА}$ – наведений час дії аперіодичної складової струму КЗ, с;

$t_{ПРП}$ – приведений час дії періодичної складової струму КЗ, с.

Таблиця 2.16 – Результати перевірки комутуючої апаратури на електродинамічну стійкість

Характерна точка	I_K , кА	$i_{уд}$, кА	Марка	$I_{B.НОМ}$, кА	$I_{B.max}$, кА
K ₂	5.681	12.936	ВН-11У3	31.5	80
K ₃	2.679	6.099	ВА88-35 3Р	25	35
K ₄	2.031	4.625	ВА88-33 3Р	17.5	35
K ₅	0.871	1.982	ВА88-32 3Р	12.5	25

Оскільки, в якості прикладу використані розрахунки для найпотужнішого та найбільш віддаленого споживача, комутаційні апарати задовольняють усі вимоги, то і для інших менш потужних споживачів вимоги щодо електродинамічної стійкості автоматичних вимикачів також виконуються.

Силові трансформатори повинні задовольняти умову:

$$t_{ПР} \leq 900 / K^2$$

де $t_{ПР}$ – тривалість протікання струму КЗ по обмотках трансформатора, с;

K – кратність струму КЗ.

$$K = I_K / I_{НОМ} = 2582 / 212.708 = 12.141$$

де $I_{НОМ}$ – номінальний струм тієї обмотки трансформатора, що живить точку КЗ (в даному випадку К₃), А;

I_K – струм короткого замикання точки КЗ (К₃), А.

Умова: $t_{ПР} = 0.15 \leq 900 / K^2 = 6.106$ виконується, отже трансформатор витримає значення струму КЗ до його відключення захистом.

Кабелі перевіряємо на здатність витримати термічний імпульс КЗ за умовою:

$$S_{min} \leq S_{КАБ}$$

де S_{min} – мінімальний термічно стійкий переріз кабелю, мм²;

$S_{КАБ}$ – реальний переріз кабельної лінії, мм².

Термічний імпульс струму КЗ B_K , А²*с розраховуємо за формулою:

$$B_K = I_K^2 * t_{ПР}$$

Таблиця 2.18 – Вторинне навантаження трансформаторів струму

Прилад	Клас точності	Навантаження по фазах		
		А	В	С
Амперметр	1	0.5	0.5	0.5
Ватметр	1.5	0.5	-	0.5
Варметр	1.5	0.5	-	0.5
Лічильник активної енергії	1	2.5	-	2.5
Лічильник реактивної енергії	1.5	2.5	-	2.5
Сумарне навантаження струму в колі силового т-ра з боку НН		1.5	0.5	1.5
Сумарне навантаження струму в колі секц. вимикача на НН		0.5	0.5	0.5
Сумарне навантаження струму в колі силового т-ра на боці ВН		5.5	0.5	5.5

Для перевірки за вторинним навантаженням визначаємо опір приладів $Z_{\text{прил}}$, Ом за формулою:

$$Z_{\text{прил}} = \frac{S_{\text{прил}}}{I_{\text{ТС.втор}}^2}$$

де $S_{\text{прил}}$ – потужність приладів по фазі, ВА;

$I_{\text{ТС.втор}}$ – вторинний струм ТС, А.

Опір сполучних контактів $Z'_{\text{пр}}$, Ом може бути рівним:

$$Z'_{\text{пр}} = Z_{\text{ном}} - Z_{\text{прил}} - Z_{\text{К}}$$

де $Z_{\text{ном}}$ – номінальний опір навантаження, ($Z_{\text{ном}} = 4$) Ом;

$Z_{\text{К}}$ – опір контактів, ($Z_{\text{К}} = 0.1$) Ом.

Перетин жил F , мм² при довжині сполучного кабеля l , м розраховуємо за формулою:

$$F = \rho * \frac{l}{Z_{\text{пр}}}$$

де ρ – питомий опір матеріалу жил сполучного кабелю, Ом*мм/м.

Перетин сполучних проводів за умовами механічної міцності повинний бути не менше ніж 2.5 мм² для мідних жил і не менше ніж 4 мм² для алюмінієвих жил.

Тоді опір сполучних контактів $Z_{пр}$, Ом розраховуємо за формулою:

$$Z_{пр} = \rho * \frac{l}{F}$$

Загальний опір струмового кола Z_H , Ом розраховуємо за формулою:

$$Z_H = Z_{пр} + Z_{прил} + Z_K$$

Таблиця 2.19 – Результати розрахунків для вибору ТС

Місце встановлення ТС	$I_{ТС.втор}$, А	$Z_{прил}$, Ом	$Z'_{пр}$, Ом	ρ , Ом*мм/м	l , м	F , мм ²	$Z_{пр}$, Ом	Z_H , Ом
В колі силового т-ра з боку НН	5	0.06	3.84	0.0283	6	4	0.0425	0.202
В колі секц. вимикача на НН	5	0.02	3.88	0.0283	6	4	0.0425	0.162
В колі силового т-ра на боці ВН	5	0.22	3.64	0.0283	6	4	0.0425	0.362

Таблиця 2.20 – Параметри обраних трансформаторі струму

Місце встановлення ТС	Марка ТС	Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
В колі силового т-ра з боку НН	ТШЛШ-0.66	$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.66 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	212.708 А	300 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	6.099 кА	-
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	1000.325 кА ² с	2976.75 кА ² с
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.202 Ом	0.4 Ом
В колі секц. вимикача на НН	ТШЛШ-0.66	$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.66 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	106.354 А	150 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	6.099 кА	-
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	1000.325 кА ² с	2976.75 кА ² с
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.162 Ом	0.4 Ом
В колі силового т-ра на боці ВН	ТПОЛ-35	$U_C \leq U_H$	6 кВ	35 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	13.472 А	1500 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	12.936 кА	100 кА
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	4841.732 кА ² с	8112 кА ² с
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.362 Ом	2 Ом

Як вимірювальні трансформатори напруги на стороні 6 кВ використовуємо ЗНОЛ.06-6, а на стороні 0.4 кВ – НОЛ.12 ОмЗ.

2.8 Розрахунок заземлення та грозозахисту

Зона захисту подвійного стрижневого блискавковідводу складається з зовнішніх областей зони захисту (напівконусів з габаритами h_0 , r_0 , висотою і радіусом на рівні землі відповідно), що виконуються за формулами для одиничних стрижневих блискавковідводів.

Розміри внутрішніх областей визначаються параметрами h_0 і h_c , перший з яких задає максимальну висоту зони безпосередньо біля блискавковідводів, а дру-

					МП 3.8.141.115 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		34

гий – мінімальну висоту зони посередині між блискавковідводами. Далі наведений розрахунок зони захисту пари стрижневих блискавковідводів висотою $h = 20$ м при надійності захисту з $P = 0.999$.

Висота зони захисту одиничного блискавковідводу h_{0n} , м розраховується за формулою:

$$h_{0n} = 0.7 * h_n = 0.7 * 20 = 14 \text{ м}$$

де h_n – висота одиничного блискавковідводу, м.

Радіус конуса захисту на рівні землі r_{0n} , м розраховуємо за формулою:

$$r_{0n} = 0.6 * h_n = 0.6 * 20 = 12 \text{ м}$$

Зона захисту одиничного блискавковідводу r_{xn} , м на заданій висоті розраховується за формулою:

$$r_{xn} = r_{0n} * (h_{0n} - h_x) / h_{0n} = 12 * (14 - 6) / 14 = 6.857 \text{ м}$$

де h_x – задана висота, на рівні якої повинен бути забезпечений надійний блискавкозахист, м.

Оскільки для захисту від ураження будівлі блискавкою у проекті використана пара блискавковідводів однакої висоти, то параметри захисту одиничного блискавковідводу для них однакові.

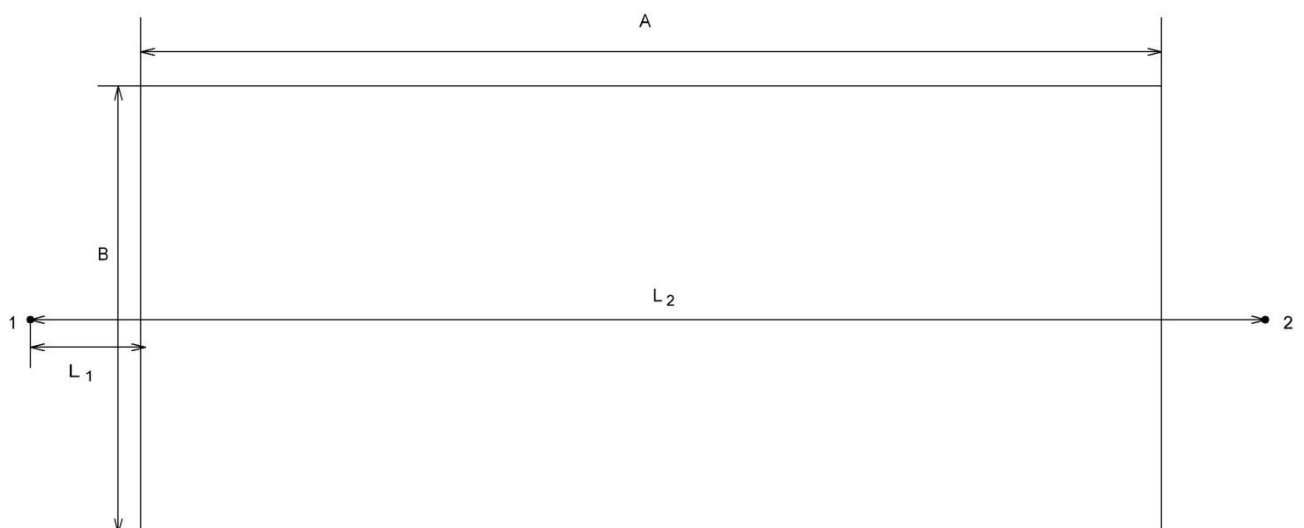


Рисунок 3 – Схема розміщення блискавковідводів

Відстань між блискавковідводами L_2 , м розраховуємо за формулою:

$$L_2 = A + L_1 * 2 = 37.8 + 3 * 2 = 43.8 \text{ м}$$

де L_1 – відстань від блискавковідвода до будівлі по перпендикуляру, ($L_1 = 3$) м;

A – довжина будівлі, м.

Граничну відстань між двома блискавковідводами L_{max} , м розраховуємо за формулою:

$$L_{max} = 4.25 * h_n = 4.25 * 20 = 85 \text{ м}$$

Середню відстань між двома блискавковідводами L_c , м розраховуємо за формулою:

$$L_c = 2.25 * h_n = 2.25 * 20 = 45 \text{ м}$$

Мінімальну висоту зони блискавкозахисту між двома стрижневими блискавковідводами h_c , м розраховуємо за формулою:

$$h_c = h_{0n} = 14 \text{ м}$$

Ширину горизонтального перерізу зони захисту між двома блискавковідводами r_{cx} , м розраховуємо за формулою:

$$r_{cx} = \frac{r_{0n} * (h_c - h_x)}{h_c} = \frac{12 * (14 - 6)}{14} = 6.857 \text{ м}$$

оскільки $L_2 < L_c$.

Масштаб 1:500 мм

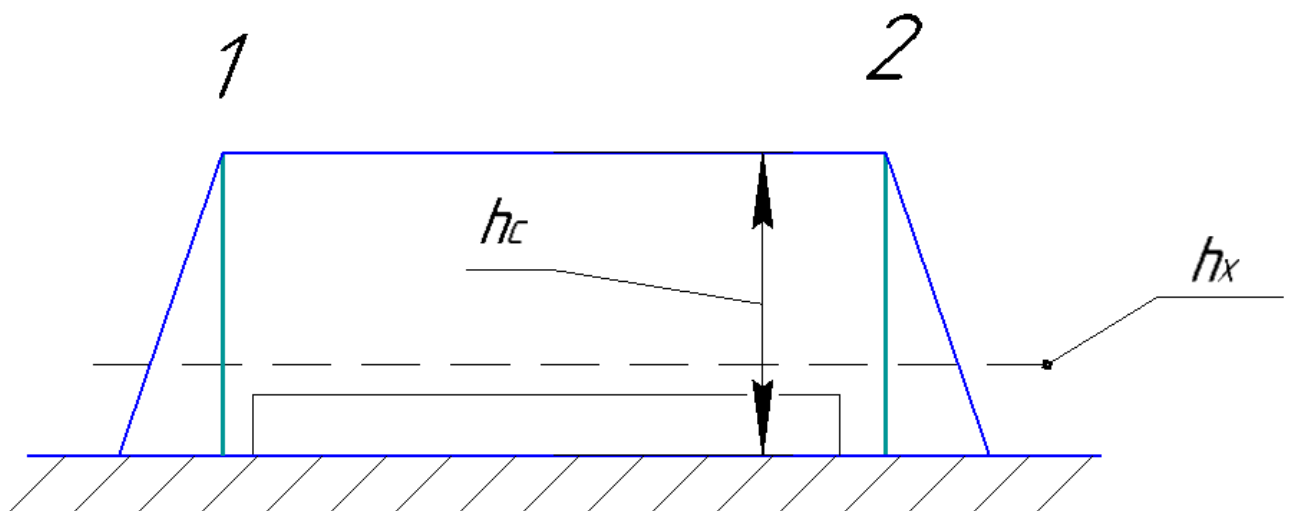


Рисунок 4 – Горизонтальний переріз зони захисту блискавковідводів

$N'_{B.P}$, шт розраховуємо за формулою:

$$N'_{B.P} = r_B / R_{3П} = 42.488 / 4.4 = 9.656 \approx 10 \text{ шт}$$

Так як контурний ЗП закладається на відстані не менше 1 м до будівлі, то довжина по периметру закладання $L_{П}$, м дорівнює:

$$L_{П} = (A + 2) * 2 + (B + 2) * 2 = 103.6 \text{ м}$$

де A – довжина будівлі, м;

B – ширина будівлі, м.

Відстань між вертикальними електродами, м розраховуємо за формулою:

$$a = L_{П} / N'_{B.P} = 103.6 / 10 = 10.36 \text{ м}$$

Необхідну кількість вертикальних електродів з урахуванням екранування $N_{B.P}$, шт розраховуємо за формулою:

$$N_{B.P} = N'_{B.P} / \eta_B = 10 / 0.695 = 16 \text{ шт}$$

де $\eta_B, \eta_{Г}$ – коефіцієнти використання вертикального і горизонтального електродів.

Далі відстань між електродами уточнюється з урахуванням форми об'єкта. По кутах установлюють по одному вертикальному електроду, а ті що залишилися – між ними. Розміщуємо елементи ЗП на плані та уточнюємо відстані.

Для рівномірного розподілу електродів остаточно приймається:

$$N_{B.P} = 16 \text{ шт.}$$

Відстань між електродами по довжині будівлі a_A , м розраховуємо за формулою:

$$a_A = A + 2 / n_A - 1 = 37.8 + 2 / 7 - 1 = 5.686 \text{ м}$$

де n_A – кількість вертикальних електродів по довжині будівлі, шт.

Відстань між електродами по ширині будівлі a_B , м розраховуємо за формулою:

$$a_B = B + 2 / n_B - 1 = 10 + 2 / 2 - 1 = 12 \text{ м}$$

де n_B – кількість вертикальних електродів по ширині будівлі, шт.

					MP 3.8.141.115 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		38

Уточнене значення опору горизонтального заземлювача R_{Γ} , Ом розраховуємо за формулою:

$$R_{\Gamma} = \frac{0.4}{L_{\Pi} * \eta_{\Gamma}} * \rho * K_{\text{СЕЗ.}\Gamma} * \lg \frac{2 * L_{\Pi}^2}{b * t} = 35.335 \text{ Ом}$$

де b – ширина горизонтальної заземлюючої смуги, ($b = 0.04$) м.

Уточнене значення опору вертикальних електродів R_B , Ом розраховуємо за формулою:

$$R_B = r_B / N_{B.P} * \eta_B = 42.488 / 16 * 0.623 = 4.259 \text{ Ом}$$

Фактичний опір ЗП, Ом розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{ЗП.}\Phi} = R_B * R_{\Gamma} / R_B + R_{\Gamma} = 4.259 * 35.335 / 4.259 + 35.335 = 3.801 \text{ Ом}$$

$R_{\text{ЗП.}\Phi} = 3.801 \leq 4.4$ Ом заземлення задовольняє всі вимоги.

Масштаб 1:250 мм

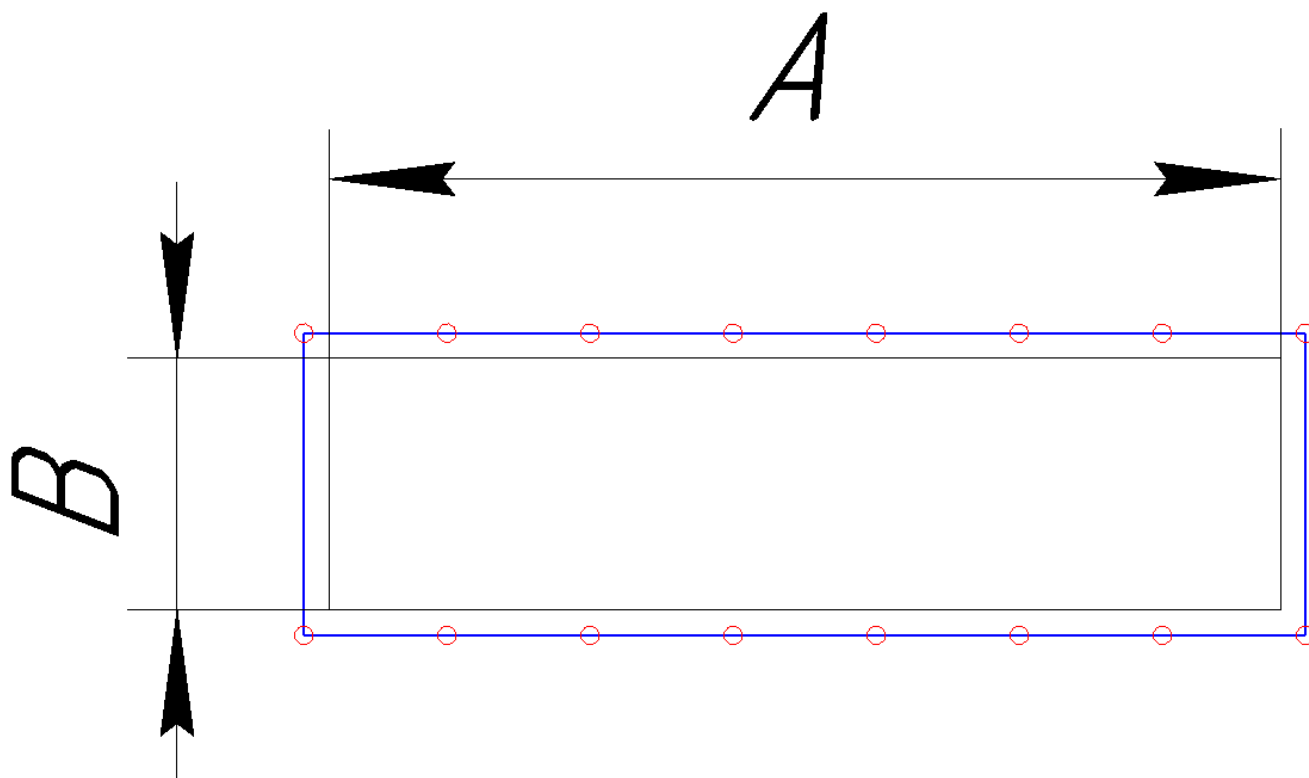


Рисунок 6 – Схема розміщення ЗП

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

3. Охорона праці та техніка безпеки

3.1 Законодавча база з охорони праці на проектній ділянці.

До роботи з обслуговування електроустаткування цеху обробки порошу, допускаються особи, що досягли 18-літнього віку, що пройшли медичний огляд і перевірку знань у кваліфікаційній комісії, а також – виробниче навчання на робочому місці.

Медичний огляд електротехнічного персоналу проводиться перед прийомом на роботу й періодично 1 раз на рік. Перевірка знань за правилами технічної експлуатації (ПТЕ), правилами виробничої безпеки (ПВБ), інструкцій електротехнічного персоналу складається з їхньої первинної перевірки після навчання й підготовки на новій посаді, при переході з іншої роботи (посади) або іншого підприємства й повторних (періодичних і позачергових) перевірок.

Первинна перевірка електротехнічного персоналу повинна проводити-ся у строки, встановлені програмами й планами підготовки. До призначення на самостійну роботу або при переході на іншу роботу (посаду), пов'язану з експлуатацією електроустановок, а також при перерві в роботі, персонал зобов'язаний пройти виробниче навчання на новому місці. Навчання проводиться по затвердженій програмі під керівництвом досвідченого працівника з електротехнічного персоналу, призначеного відповідальним за електрогосподарство.

Прикріплення учня до працівника-вчителя із вказівкою строку навчання оформлюється наказом або розпорядженням по цеху. Учень може робити оперативні перемикання або інші роботи в електроустановках тільки з дозволу і під наглядом вчителя. Відповідальність за правильність дій і дотримання дійсних правил, а також ПВБ, несуть учень і вчитель. По закінченню виробничого навчання, учень проходить перевірку знань у кваліфікаційні комісії в обсязі; ПТЕ, ПБЕЕП і «Правил устрою електроустановок» ПУЕ, виробничих і посадових інструкцій,

					MP 5.8.141.115 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Іващенко			<i>Охорона праці та техніка безпеки</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Лебедка					40	
<i>Реценз.</i>						СумДУ ЕТмдн-91Г		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		Лебединський						

інструкцій. Працівнику встановлюється відповідна група по електробезпеці, при успішній здачі перевірки знань, рішенням комісії може бути присвоєна та група по електробезпеці, яка у нього була до переходу на іншу роботу або якщо була перерва у роботі.

До ремонту вибухозахищеного електроустаткування допускається особа, яка пройшла одночасно з перевіркою знань по ПТЕ електроустановок споживачів і дійсних правил, а також перевірку знань, інструкцій заводу виробника, про що робиться відповідний запис у посвідченні про перевірку знань.

Після перевірки знань кожний працівник з оперативно-ремонтного персоналу повинен пройти стажування на робочому місці (дублювання) тривалістю не менше 2-х тижнів під керівництвом досвідченого працівника, після чого він може бути допущений до самостійної оперативної роботи. Допуск до стажування й самостійної роботи здійснюється розпорядженням по цеху.

Після перевірки знань при позитивному результаті видається посвідчення встановленої форми із присвоєнням кваліфікаційної групи по електробезпеці до 1000В.

Періодична перевірка знань електротехнічного персоналу з питань охорони праці проводиться 1 раз у рік, комісією в складі не менш 3-х чоловік при службі відповідального за електрогосподарство, склад комісії затверджується керівником підприємства.

Особа, що допустили порушення правил ПТЕ або ПТБ, піддаються позачерговій перевірці знань. Особа, що одержали незадовільну оцінку знань, проходять наступну перевірку не раніше чим через 2 тижні. Персонал, що показує незадовільні знання при третій перевірці, не допускається до роботи в електроустановках і переводиться на іншу роботу, не пов'язану з обслуговуванням електроустановок.

Кожний працівник, що прийнятий на роботу в цех, повинен пройти вступний інструктаж у інженера з ОП із заповненням особистої картки інструктажу, потім первинний інструктаж по затвердженій програмі в енергетика цеху й заступни-

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						41
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

ка енергетика.

У процесі подальшої роботи всі працівники, незалежно від кваліфікації і стажу роботи з даної професії, повинні періодично один раз на 3 місяці проходити первинний інструктаж з техніки безпеки і правил ведення робіт і робочих інструкцій з записом у журналі інструктажу та підписом інструктованого, та того, хто проводив інструктаж. (Інструктаж проводить енергетик цеху).

При перерві у роботі більше 30-ти днів проводиться позаплановий інструктаж.

Систематичну роботу з оперативно-ремонтним персоналом зобов'язаний організувати й особисто контролювати відповідальний за електрогосподарство цеху.

3.2 Заходи та технічні засоби електробезпеки на проектованій ділянці.

Всі заходи на проектованому цеху спрямовані на захист від випадкового враження електричним струмом і захист від статичної електрики, що при розряді може спричинити вибух або пожежу.

Основні заходи захисту в проектованому цеху від випадкового враження струмом наступні:

- Ізоляція й огороження струмоведучих частин, доступних для дотику;
- Захисне заземлення, занулення, відключення;
- Електричне й механічне блокування;
- Застосування засобів індивідуального захисту;
- Сигналізатори небезпеки й дистанційне керування.

Небезпечна напруга для людини:

- У сухих приміщеннях – 42 В;
- У вологих приміщеннях – 12 В.

Робиться заземлення всього устаткування, комунікацій, на яких можуть накопичуватися заряди статичної електрики (джерелом статичної електрики високих потенціалів може бути сама людина) і викликати статичні розряди від вторинних проявів блискавок. Заземленню підлягає все устаткування й спорудження усередині й поза будівлею. Всім працівникам видається бавовняний одяг і спецвзуття.

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						42
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

Всі робочі місця й підлога під ними, столи, стелажі, підставки під ноги, підлоги виробничих приміщень повинні бути покриті ізолюючим матеріалом (гумою й тд.), а технологічне оснащення повинне бути заземлене.

Вимір опору заземлення, затвердженого у відомості заземлення металоконструкцій виконується працівниками ЕТЛ відповідно до затвердженого графіка, але не рідше 1 разу на пів року. Перевіряє технічну справність заземлюючих пристроїв служба енергетика цеху.

3.3 Вимоги безпеки, яких повинні дотримуватись працівники

3.3.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.

Черговий електромонтер приходить на робоче місце за 15 хвилин до початку зміни, перевіряє та оглядає належний спецодяг, отримує завдання та приймає зміну.

При прийомі зміни черговий електромонтер зобов'язаний:

- Ознайомитися по зміні про перебування і режим роботи електроустаткування на своїй ділянці шляхом особистого огляду;
- Отримати відомості від чергового, що здає зміну про устаткування, за яким необхідно вести ретельне спостереження і про устаткування, що знаходиться в ремонті або резерві;
- Перевірити та прийняти інструмент, матеріали, ключі від приміщень, засоби захисту, оперативну документацію та інструмент по опису;
- Ознайомитися зі всіма записами та розпорядженнями за час, який пройшов з його останнього чергування;
- Оформити прийом зміни записом в журналі і підписом особи, що здала її;
- Доповісти майстрові зміни про вступ на чергування, про неполадки, відмічені при прийомі зміни і здати пропуск;
- Перевірити наявність засобів пожежогасіння і зв'язку, інвентарю згідно опису, захисного заземлення;
- Перед запуском в роботу АПГ-Е провести його зовнішній огляд, переко-

					МП 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						43
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

натись у відсутності зовнішніх механічних пошкоджень, струмопровідного пилу і стружки в шафі електроуправління, герметичності з'єднань, відповідності діаметрів кабелів електропостачання АПГ-Е, наявність надійного заземлення, достатній тиск живильної води.

Електромонтер, який прийняв зміну, несе повну відповідальність за стан робочого місця.

3.3.2 Вимоги безпеки під час роботи.

Черговий електромонтер під час чергування є особою відповідальною правильне обслуговування і безаварійну роботу всього електроустаткування на дорученій йому ділянці.

Приступаючи до роботи, черговий електромонтер повинен одягнути належний спецодяг, перевірити наявність захисних засобів: діелектричних килимка і рукавичок.

Черговий електромонтер зобов'язаний не менше 3 разів на зміну роботи обходи устаткування і оглядати його, робити перевірку і огляд освітлення робочих місць із записом в журнал, ввімкнути і вимкнути зовнішнє освітлення.

При огляді устаткування необхідно звертати увагу на:

- Міру корозії, фарбування труб, кріплень;

Особливу увагу слід звертати на відсутність люфту в місцях приєднання труби до електроустаткування (дозволяється перевірити легким похитуванням труби).

Кришки фітингів мають бути закручені до відказу;

- Справне становище введення дротів і кабелів в електроустаткування;
- Цілісність оглядових вікон електроустаткування і скляних ковпаків світильників;
- Справний стан заземлення;
- Наявність попереджувальних записів і знаків виконання на електроустаткуванні;
- Температуру вузлів електроустаткування: пускових кнопок електродви-

					МП 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						44
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

гунів, пускачів, яка не повинна перевищувати температуру навколишнього середовища повітря більш ніж на 40оС (типові правила пожежної безпеки);

- Відсутність поблизу устаткування пило утворювання;

Щорічні регламентні роботи на АПГ-Е виконуються зовнішнім оглядом: цілісність кабелю і заземлюючого дроту.

Щорічні регламентні роботи передбачають:

- Зовнішній огляд внутрішньої частини шафи управління, блоків ТЕН і електричних з'єднань на відсутність підвищення температури контактів, цілісність струмоведучих частин і механічних пошкоджень елементів управління.

Щорічні регламентні роботи передбачають перевірку АПГ-Е:

- Опори ізоляції відносно землі електричних поєднаних ланцюгів мегометром напругою 500В;

- Опори між заземлюючим болтом і кожною доступною дотику металеву неструмоведучою частиною, яка може виявитися під напругою;

- Для електроустаткування з виглядом вибухозахисту (маслонаповнене):

А) рівень масла в оболонці, який має відповідати даному в інструкції заводу-виробника;

Б) відсутність теки масла;

В) колір масла;

- Додаткове заземлення у виробничих приміщеннях, ізольовані металеві ручки, поручні сходів, містки, переходи і т.п.

- Черговий електромонтер після обходу виробничої будівлі і перевірки наявності заземлення на електроустаткуванні, на технологічному оснащенні (столах, лійці, ящиках, вагах і т.п.) зобов'язаний зробити відповідний запис про справність і наявність заземлення на них в журналі, який знаходиться у начальника зміни;

- Для електроустаткування вибухозахищеного виконання підвищена надійність проти вибуху, наявність ущільнювачів прокладки. Про результати огляду електроустаткування електротехнічний персонал повинен зробити запис в оперативному журналі.

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						45
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

У вибухонебезпечній установці і вибухонебезпечних зонах забороняється:

- Ремонтувати устаткування і мережі, що знаходяться під напругою;
- Експлуатувати устаткування при несправному захисному заземленні, несправному блокуванні кришок апаратів, порушенні вибухозахищеності оболонки;
- Розкривати оболонку вибухозахищеного електроустаткування, якщо при цьому струмоведучі частини знаходяться під напругою;
- Включати установку, що автоматично відключається, без з'ясування і усунення причин її відключення;
- Перевантажувати номінальні параметри вибухозахищеного електроустаткування, дротів, кабелів;
- Замінювати електролампочки, що перегоріли, у вибухозахищених світильників, іншими видами ламп або лампою більшої потужності, чим на які розраховані світильники;
- Замінювати захист (телові елементи, запобіжники) другими видами захисту або захистом з іншими номінальними параметрами, на які дане електроустаткування не розраховано.

Черговому електрикові дозволяється в установці до 1000В, що знаходиться під напругою, одному відкривати для огляду огороження щитів панелі, пускачів, пультів управління.

Роботи в електроустановках, що діють, проводяться по наряді, розпорядженню або в порядку поточної експлуатації. Наряд виконується на одного робітника, склад бригади визначається особою, що видає наряд. Бригада, що працює по наряді, повинна складатись не менш ніж з двох осіб, включаючи робітника з групою по електробезпеці не менше III.

Розпорядження на виробництво робіт має разовий характер, видається на одну особу і діє протягом однієї зміни або однієї години в залежності від характеру робіт, визначених правилами, при необхідності повторення або продовження роботи при зміні умов або складу бригади розпорядження повинно віддаватися заново з оформленням в оперативному журналі.

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						46
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

По розпорядженню можуть бути зроблені:

- Роботи без зняття напруги здалеку від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, тривалістю не більш за одну зміну;
- Позапланові роботи, викликані виробничою необхідністю;
- Роботи із зняттям напруги з електроустановок до 1000В тривалістю не більш за одну зміну.

Особа, що віддає розпорядження, призначає керівника робіт (що спостерігає) і визначає можливість безпечного проведення робіт з вказівкою ви-конання необхідних технічних і організаційних заходів.

Розпорядження записується в оперативний журнал особою, що віддає розпорядження або оперативним по його вказівці, прийнятій безпосередньо або за допомогою зв'язку. Розпорядження, що віддається оперативним персоналом, також записується в оперативний журнал.

Устаткування цеху, на якому необхідно провести ремонт, має бути ретельно прибраним від залишків продукції та пилу, протертим вологим ганчір'ям і повинно підтримуватись під час роботи у вологому стані, ділянку або будівлю необхідно знеструмити.

До ремонтів, які можуть виконуватись черговим електриком відносяться: заземлення технологічних столів, затягання тросів, які заземляються на електродвигунах, вимір опору ізоляції обмоток електродвигунів, пускової апаратури, кріплення металу рукавів на кабель електродвигуна, розтин сполучної коробки електродвигуна, кнопок управління, заміна згорілих електроламп.

У місцях, де відбувається заміна згорілих електроламп продукція має бути прибрана, світильники перед заміною електроламп мають бути протерті мокрою ганчіркою, напруга знята.

До робіт на висоті відносяться роботи при яких, той що працює на висоті 1,3 метра від поверхні ґрунту, перекриття робочого настилу.

Забороняється:

- Встановлювати сходи до трасового дроту;

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						47
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

- Кидати будь-які предмети працюючому персоналу в гору. Подача повинна виконуватись за допомогою мотузки;
- Стояти під драбиною, з якої виконується робота. Запобіжні пояси повинні перевірятись через кожні 12 місяців на динамічне і статичне навантаження, мати номери і дату випробувань.

Якщо виникає необхідність ремонту у вечірні і нічні зміни в будівля цеху та немає можливості встановити готовність устаткування до ремонту, письмовий дозвіл (акт) на ремонт дає начальник зміни.

Дозвіл реєструється у журналі передачі зміни. Ремонт проводиться під контролем майстра-технолога, який повинен перевірити дотримання правил техніки безпеки, а також особисто надати необхідний для ремонту інструмент.

3.3.3 Вимоги безпеки по закінченню робіт.

Черговий електрик, що приймає зміну, приходить на робоче місце за 15 хвилин до початку зміни, перевіряє та оглядає належний спецодяг, отримує завдання та приймає зміну. Електрик, що здає зміну, ставить свій підпис під записом про прийняття зміни іншим в оперативному журналі.

Електрик, який прийняв зміну, несе повну відповідальність за стан робочого місця.

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
						48
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

4. Економічна частина

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до розрахунку технічного обслуговування та ремонту електрообладнання (дані системи ППР базового підприємства)

Найменування показників	Цифрові дані				
Назва електрообладнання	Електродвигуни потужністю, кВт				Тр-р
	1.6-3	3.1-5.5	5.6-10	10.1-17	
Кількість електрообладнання, N	2	1	2	6	2
Ремонтний цикл, Ц (год)	51840	51840	51840	51840	86400
Міжремонтний період, Ц _п (год)	4320	4320	4320	4320	8640
Трудомісткість ремонту в люд-год:					
-капітального, m_k	12	17	23	31	140
-поточного, m_n	3	3	4	6	28
Час простою в ремонті, в годинах:					
-у капітальному, t_k	24	72	72	72	144
-у поточному, t_n	3	8	8	8	32

					MP 5.8.141.115 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Іващенко				Економічна частина СумДУ ЕТмдн-91Г		
Перевір.	Маценко						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.	Лебединський						
					Літ.	Арк.	Акрушів
						49	

Таблиця 4.2 – Вихідні дані до розрахунку фонду оплати праці ремонтного персоналу цеху (дані базового підприємства)

Найменування показників	Цифрові дані
<p>Режим роботи:</p> <p>-ремонтного персоналу цеху</p> <p>-чергового персоналу цеху</p>	<p>-5-денний робочий тиждень, $T_3 = 8$ год</p> <p>-безперервний 3-х змінний</p>
<p>Система оплати праці:</p> <p>-ремонтного персоналу</p> <p>-чергового персоналу</p>	<p>погодинно-преміальна</p> <p>погодинно-преміальна</p>
<p>Тарифні ставки , $T_{C_{год}}$, грн:</p> <p>- $T_{C_{5р}}$</p> <p>- $T_{C_{6р}}$</p>	<p>22.17</p> <p>26.44</p>
<p>Розмір преміювання, P_p %</p>	10
<p>Розмір відрахувань на соц. потреби,</p> <p>$V_{с.п}$, %</p>	22
<p>Планові невиходи на роботу, дн.:</p> <p>-відпустки (Відп)</p> <p>-державні обов'язки (ДО)</p> <p>-хвороби (ХВ)</p> <p>-пільгові години (Пільг)</p>	<p>24</p> <p>1</p> <p>6</p> <p>-</p>
<p>Шкідливість, $D_{шк}$, %</p>	8
<p>Вислуга років, $V_{рок}$, %</p>	1.5
<p>Річне преміювання, $P_{р1ч}$, %</p>	2

Таблиця 4.3 – Вихідні дані до розрахунку витрат на основні фонди підприємства (дані базового підприємства)

Найменування показників	Цифрові дані				
	Електродвигуни потужністю, кВт				Тр.
Назва електрообладнання	1.6-3	3.1-5.5	5.6-10	10.1-17	
Оптові ціни на електрообладнання, Ц ₀ , грн	1985	4300	4950	10250	52500
Витрати на монтаж, В _М , %	24				
Транспортно-заготівельні витрати, З _{ТР-З} , %, до оптової ціни	2.6				
Норми амортизації на електрообладнання, Н _А , %	10				

4.1 Організація технічного обслуговування та ремонту електрообладнання

4.1.1 Розрахунок структури ремонтного циклу

Встановленими нормами визначається структура ремонтного циклу.

Ремонтний цикл – це час роботи між двома капітальними ремонтами.

Міжремонтний період – це час між двома суміжними ремонтами.

Структура ремонтного циклу – це чергування ремонтів у відповідній послідовності між двома капітальними ремонтами.

Ремонтний та його структура залежать від умов експлуатації електрообладнання. В період ремонтного циклу здійснюється один або декілька поточних ремонтів.

Кількість поточних ремонтів a_n , розраховуємо за формулою:

$$a_n = \frac{Ц}{Ц_{П}} - 1$$

де Ц – тривалість ремонтного циклу, в міс, (год);

Ц_п – тривалість міжремонтного періоду, міс, (год);

1 – кількість капітальних ремонтів у ремонтному циклі.

Кількість поточних ремонтів $a_{n.гр}$ для групи споживачів, розраховуємо за формулою:

$$a_{n.гр} = a_n * N$$

де N – кількість споживачів у групі, шт;

Таблиця 4.4 – Результати розрахунків

Найменування обладнання	Кількість, N, шт	Тривалість, міс		Кількість поточних ремонтів		
		ремонтного циклу	міжремонтного періоду	на од. ел. обладнання, a_n	на всю кількість, $a_{n.гр}$	
Електропроводи	1.6-3	2	72	6	11	22
	3.1-5.5	1	72	6	11	11
	5.6-10	2	72	6	11	22
	10.1-17	6	72	6	11	66
Трансформатори	2	120	12	9	18	

4.1.2 Розрахунок середньорічної трудомісткості ремонтів

Згідно зі складеною структурою ремонтного циклу електрообладнання та вибраним з системи ППР нормам трудомісткості робіт при різних видах ремонтів розраховується трудомісткість робіт у ремонтному циклі та середньорічна трудомісткість робіт, відповідно до якої виконується розрахунок чисельності ремонтного персоналу.

Трудомісткість робіт являє собою затрати праці у людино-годинах на виробництво одиниці продукції або виконання відповідно обсягу робіт.

Загальна трудомісткість ремонтних робіт у ремонтному циклі при капітальному ремонті для даного виду електрообладнання з урахуванням його кількості T_p^k , люд-год, визначаємо за формулою:

$$T_p^k = m_k * a_k * N$$

де m_k – норма трудомісткості робіт при капітальному ремонті для даного виду обладнання, люд-год;

a_k – кількість капітальних ремонтів у ремонтному циклі, шт;

N – кількість одиниць даного виду електрообладнання, шт.

Загальна трудомісткість ремонтних робіт при поточному ремонті, T_p^n , люд-год, для даного виду обладнання з урахуванням його кількості визначаємо за формулою:

$$T_p^n = m_n * a_n * N$$

де m_n – норма трудомісткості робіт при капітальному ремонті для даного виду обладнання, люд-год.

Загальна трудомісткість ремонтних робіт в ремонтному циклі, $T_p^{заг}$, люд-год:

$$T_p^{заг} = T_p^k + T_p^n$$

Середньорічна трудомісткість ремонтних робіт, $T_p^{ср.річн.}$, люд-год, розраховуємо за формулою:

$$T_p^{ср.річн.} = (T_p^{заг} * 12) / Ц$$

									Арк
									54
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

де 12 – кількість місяців в року;

Ц – ремонтний цикл в місяцях.

Таблиця 4.5 – Середньорічна трудомісткість ремонтних робіт електрообладнання

Найменування та тип електрообладнання	Кількість одиниць електрообладнання	Капітальний ремонт			Поточний ремонт			Загальна трудомісткість у ремонтному циклі, люд-год	Тривалість ремонтного циклу, міс	Середньорічна трудомісткість усього виду електрообладнання, люд-год	
		Кількість ремонтів	Норма трудомісткості, люд-год	Загальна трудомісткість ремонтів, люд-год	Кількість ремонтів	Норма трудомісткості, люд-год	Загальна трудомісткість ремонтів, люд-год				
Електродвигуни	1.6-3	2	1	12	24	11	3	66	90	72	15
	3.1-5.5	1	1	17	17	11	3	33	50	72	8.33
	5.6-10	2	1	23	46	11	4	88	134	72	22.33
	10.1-17	6	1	31	186	11	6	396	582	72	97
Тр-ри	2	1	140	280	9	28	504	784	120	78.4	
Всього:	13	-	-	553	53	-	1087	1640	-	221.06	

Трудомісткість технічного обслуговування $T_p^{тo}$, люд-год, складає 10% від трудомісткості поточного ремонту:

$$T_p^{тo} = (T_p^п * 10\%) / (100\%) = (1087 * 10\%) / (100\%) = 108.7 \text{ люд} - \text{год}$$

4.1.3 Розрахунок тривалості простою електрообладнання під час ремонту

Для визначення ефективного фонду часу роботи обладнання, а також витрат електроенергії зі рік, необхідно знати час простою електрообладнання в ремонті впродовж року.

При розрахунку часу простою електрообладнання в ремонті використовуються 3 системи ППР з урахуванням трудомісткості виконуваних робіт з ремонту електрообладнання.

Загальний час простою при капітальному ремонті $T_{\text{пр}}^{\text{к}}$, год, визначаємо за формулою:

$$T_{\text{пр}}^{\text{к}} = t_k * N * a_k$$

де t_k – норма простою обладнання при капітальному ремонті для даного виду електрообладнання, год.

Загальний час простою при поточному ремонті у ремонтному циклі, $T_{\text{пр}}^{\text{п}}$, год., визначаємо за формулою:

$$T_{\text{пр}}^{\text{п}} = t_n * N * a_n$$

де t_n – норма простою обладнання в поточному ремонті для даного виду електрообладнання, год.

Сума затрат часу на простій під час ремонту в ремонтному циклі, $T_{\text{пр}}^{\text{заг}}$, год., становить:

$$T_{\text{пр}}^{\text{заг}} = T_{\text{пр}}^{\text{к}} + T_{\text{пр}}^{\text{п}}$$

Середньорічний простій електрообладнання в ремонті, $T_{\text{пр}}^{\text{ср.річн}}$, год., розраховуємо за формулою:

$$T_{\text{пр}}^{\text{ср.річн}} = (T_{\text{пр}}^{\text{заг}} * 12) / \text{Ц}$$

де 12 – кількість місяців року;

Ц – тривалість ремонтного циклу, міс.

									Арк
									56
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Таблиця 4.6 – Середньорічна тривалість простою електрообладнання в ре-
МОНТІ

Найменування та тип електрообладнання	Кількість одиниць електрообладнання	Капітальний ре- МОНТ			Поточний ремонт			Затрати часу на простій під час ремон- ту в ремонтному циклі, год	Тривалість ремонтного циклу, міс	Середньорічний простій в ремонті, год	
		Кількість ремонтів	Норма простою у ремонті, год	Загальні затрати часу на ремонт, год	Кількість ремонтів	Норма простою у ремонті, год	Загальні затрати часу на ремонт, год				
Електродвигуни	1.6-3	2	1	24	48	11	3	66	114	72	19
	3.1-5.5	1	1	72	72	11	8	88	160	72	26.67
	5.6-10	2	1	72	144	11	8	176	320	72	53.33
	10.1-17	6	1	72	432	11	8	528	960	72	160
Тр-ри	2	1	144	288	9	32	576	864	120	86.4	
Всього:	13	-	-	984	53	-	1434	2418	-	345.4	

4.1.4 Річний графік ППР електрообладнання

Обслуговування і ремонт обладнання відбувається по раніше розробленому графіку ППР. В графіку встановлюються тверді строки проведення окремих видів ремонтів та їх почерговості.

Для побудови графіка ППР на запланований рік необхідно знати рік та місяць вводу в дію електрообладнання, а також необхідно врахувати структуру ремонтного циклу на цьому електрообладнанні.

Кількість капітальних ремонтів в загальному періоді для усього типового електрообладнання P_K , шт, розраховуємо за формулою:

$$P_K = \frac{8640 * N * a_k * K}{\text{Ц}}$$

де 8640 – календарний фонд часу, год;

N – кількість типового електрообладнання;

a_k – кількість капітальних ремонтів у ремонтному циклі для одиниці обладнання;

K – коефіцієнт використання обладнання за календарним часом, приймаємо рівним 1;

Ц – тривалість ремонтного циклу, год.

Кількість поточних ремонтів у планованому році для усього типу обладнання $P_{\text{П}}$, шт, розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{П}} = \frac{8640 * N * a_n * K}{\text{Ц}}$$

де a_k – кількість поточних ремонтів у ремонтному циклі для одиниці обладнання.

Детальний розрахунок трудомісткості капітального і поточного ремонтів та часу простою під час ремонту для кожної одиниці обладнання не проводимо. Дані розрахунків округлюємо до найближчого цілого числа відмінного від нуля.

Таблиця 4.7 – Результати розрахунків ремонтів для графіка ППР

Найменування та тип		Кількість обладнання	Кількість ремонтів за рік	
			P_K , шт	$P_{\text{П}}$, шт
Електродви- гуни	1.6-3	2	1	4
	3.1-5.5	1	1	2
	5.5-10	2	1	4
	10.1-17	6	1	11
Трансформатори		2	1	2

4.2 Розрахунок чисельності ремонтного та чергового персоналу

При визначенні чисельності робітників потрібно розрізняти явочний і списковий склад.

Явочна чисельність – це кількість працівників, які повинні вийти на роботу на протязі зміни чи доби, заповнити всі робочі місця та забезпечити нормальний хід виробничого процесу.

Облікова чисельність – включає явочну чисельність, а також запас на відшкодування невиходів на роботу в зв'язку з тимчасовою непрацездатністю, черговими і додатковими відпустками, виконанням державних і громадських обов'язків.

Облікова чисельність завжди більш явочної.

Вихідними даними для розрахунку чисельності ремонтного і чергового персоналу є трудомісткість ремонтних робіт і річний баланс робочого часу.

4.2.1 Річний баланс робочого часу

Для того щоб розрахувати чисельність ремонтного і чергового персоналу необхідно знати кількість днів у році, які відпрацьовує один середньосписковий робітник при відповідних ремонтних роботах.

Для цього складається річний баланс робочого часу.

Баланс робочого часу – показує кількість днів і годин, які повинен відпрацювати один робітник на протязі планового року.

Графік змінності – характеризує послідовність виходу на роботу, порядок переходу робітників зі зміни в зміну, чередування днів праці та відпочинку.

Коефіцієнт невиходів – визначається як частка номінального фонду робочого часу на ефективний фонд робочого часу, показує у скільки разів облікова чисельність більше явочної.

В балансі розрізняють календарний час (T_K), номінальний час ($T_{НОМ}$), та ефективний час ($T_{ЕФ}$).

Календарний фонд робочого часу – це кількість днів в році.

Номінальний фонд робочого часу – це максимально можливий фонд робочого часу, який може бути відпрацьований одним робітником на протязі року.

									Арк
									59
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Номінальний фонд робочого часу, $T_{НОМ}$, дн., розраховуємо за формулою:

$$T_{НОМ.пер} = T_K - (B + Cв)$$

$$T_{НОМ.безпер} = T_K - B$$

де T_K – календарний фонд часу, дн;

B – кількість днів відпочинку в році;

$Cв$ – кількість святкових днів.

Ефективний фонд робочого часу для перервного та безперервного режимів роботи $T_{ЕФ}$, дн. розраховується за формулою:

$$T_{ЕФ} = T_{НОМ} - (Відп + ХВ + ДО + Пільг)$$

де Відп – чергові та додаткові відпустки, дн;

$ХВ$ – витрати часу через хвороби, дн;

$ДО$ – час виконання державних і громадських обов'язків;

$Пільг$ – пільгові години підліткам, дн.

Коефіцієнт невиходів на роботу $K_{НЕВ}$, розраховуємо за формулою:

$$K_{НЕВ} = T_{НОМ} / T_{ЕФ}$$

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		60

Таблиця 4.8 – Баланс робочого часу робітника

Назва фондів часу	Буквене позначення	Дні	
		Для ремонтного персоналу	Для чергового персоналу
Календарний фонд	T _К	366	366
Вихідні дні	В	104	91
Святкові дні	Св	10	-
Номінальний фонд	T _{НОМ}	252	275
Невиходи на роботу:			
- відпустка	Відп	24	24
- хвороба	ХВ	6	6
- державні обов'язки	ДО	1	1
- пільгові	Пільг	-	-
Ефективний фонд робочого часу (в днях)	T _{ЕФ}	221	244
Тривалість зміни	T _{ЗМ}	8	8
Ефективний фонд робочого часу (в годинах)	T _{ЕФ}	1768	1952
Коефіцієнт невиходів	K _{НЕВ}	1.14	1.13

4.2.2 Розрахунок чисельності ремонтного персоналу

Розраховуємо чисельність ремонтного персоналу проводиться на основі трудомісткості ремонтних робіт електроустаткування цеху Ч_{ОБЛ}, чол, за формулою:

$$Ч_{ОБЛ} = \frac{T_p^{ср.річн.}}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ}} = \frac{221.06}{1798 * 1.1} = 0.11 \text{ чол}$$

де T_p^{ср.річн.} – середньорічна трудомісткість ремонтних робіт, люд-год;

K_{НОРМ} – коефіцієнт виконання норм (виробітку, часу), приймається

									Арк
									61
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

$K_{НОРМ}=1-1.2.$

Приймаємо: 1 чол.

Так як вся трудомісткість ремонтних робіт складається із трудомісткості слюсарних, верстатних та інших робіт, то всі робітники будуть поділятися за спеціальностями на електрослюсарів і верстатних робітників.

Облікова чисельність верстатників $\text{Ч}_{ОБЛ}^{\text{вер}}$, чол, розраховуємо за формулою:

$$\text{Ч}_{ОБЛ}^{\text{вер}} = \frac{T_p^{\text{ср.річн.}} * 10\%}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ} * 100\%} = \frac{221.06 * 10\%}{1798 * 1.1 * 100\%} = 0.01 \text{ чол}$$

де 10% – відсоток верстатних робіт в загальному обсязі верстатних робіт.

Приймаємо: 0 чол, так як верстатні роботи буде виконувати електрослюсар за сумісництвом

Облікова чисельність електрослюсарів $\text{Ч}_{ОБЛ}^{\text{сл.}}$, чол, розраховуємо за формулою:

$$\text{Ч}_{ОБЛ}^{\text{сл.}} = \frac{T_p^{\text{ср.річн.}} * (80\% + 10\%)}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ} * 100\%} = \frac{221.06 * (80\% + 10\%)}{1798 * 1.1 * 100\%} = 0.1 \text{ чол}$$

де 80% – відсоток слюсарних робіт в загальному обсязі ремонтних робіт.

Приймаємо: 1 чол

Після розрахунку чисельності ремонтних робітників створюється бригада з урахуванням кваліфікації електрослюсарів. Приймаємо:

- 1 електрослюсар 6 розряду

4.2.3 Розрахунок чисельності чергового персоналу цеху

Розрахунок чисельності чергового персоналу цеху проводиться на основі трудомісткості технічного обслуговування електроустаткування $\text{Ч}_{ОБЛ}$, чол, за формулою:

$$\text{Ч}_{ОБЛ} = \frac{T_p^{\text{тo}}}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ}} = \frac{108.7}{1952 * 1.1} = 0.05 \text{ чол}$$

де $T_p^{\text{тo}}$ – трудомісткість технічного обслуговування, люд-год.

Приймаємо: 1 чол.

									Арк
									62
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Ефективний фонд часу вибирається на основі балансу робочого часу з урахуванням режиму роботи. Якщо чисельність чергового персоналу не буде відповідати кількості робітників з обліку режиму роботи базового підприємства і правилам ТБ, то приймається потрібне число робітників з урахуванням того, що вони будуть обслуговувати електроустаткування сусіднього цеху.

Кваліфікаційний склад чергових робітників складає:

- електрослюсар 5 розряд – чоловік

4.3 Розрахунок капітальних витрат на електрообладнання цеху

Сума капітальних витрат на електроустаткування складається з витрат на його придбання (ціна), поставку і монтаж. При цьому враховується матеріали, необхідні для монтажу і експлуатацію устаткування (провід, кабель).

Вартість монтажних робіт V_M , грн, визначається в розмірі 24% від оптової ціни, отже розраховуємо за формулою:

$$V_M = C_0 * 24\% / 100\%$$

де C_0 – оптова ціна одиниці устаткування, грн.

Транспортно-заготівельні затрати на поставку електроустаткування, що складають 2,6% від оптової ціни устаткування, розраховуємо за формулою:

$$Z_{тр-заг} = C_0 * 2.6\% / 100\%$$

Кошторисну вартість одиниці устаткування K_B , грн, розраховуємо за формулою:

$$K_B = C_0 + V_M + Z_{тр-заг}$$

Загальну кошторисну вартість всього електроустаткування $K'_{ЗАГ}$, грн, визначаємо за формулою:

$$K'_{ЗАГ} = K_B * N$$

де N – кількість електроустаткування, шт або м.

									Арк
									63
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Таблиця 4.9 – Розрахунок капітальних витрат на електрообладнання

Назва і тип електроустаткування	Кількість, шт, м	Кошторисна вартість одиниці устаткування, грн				Всього К _В	Загальна вартість даного виду устаткування, грн, К' ЗАГ	
		Оптові ціни, Ц ₀	Вартість монтажних робіт, В _М	Транспортно заготовельні витрати, З _{тр-заг}	24%			2.6%
Електродривні ГУНИ	1.6-3	2	1985	476.4	51.61	2513.01	5026.02	
	3.1-5.5	1	4300	1032	111.8	5443.8	5443.8	
	5.5-10	2	4950	1188	128.7	6266.7	12533.4	
	10.1-17	6	10250	2460	266.5	12976.5	77859	
Тр-ри	2	52500	12600	1365	66465	132930		
Всього:	13	-	-	-	-	-	233792.22	
<u>Кабелі:</u>								
ВВГнг 5х1.5	430	16.5	3.96	0.43	20.89	8982.7		
ВВГнг 5х4	150	41.5	9.96	1.08	52.54	7881		
ВВГнг 5х25	100	343	82.32	8.92	434.24	43424		
ВВГнг 5х95	30	1245	298.8	32.37	1576.17	47285.1		
ААШв 3х35	1200	170	40.8	4.42	215.22	258264		
Всього:	1910	-	-	-	-	-	365836.8	
<u>Вимикачі:</u>								
ВН-11У3	2	3500	840	91	4431	8862		
ВА88-32 3Р	11	730	175.2	18.98	924.18	10165.98		
ВА88-33 3Р	2	1070	256.8	27.82	1354.62	2709.24		
ВА88-35 3Р	3	3030	727.2	78.78	3835.98	11507.94		
Всього:	18	-	-	-	-	-	33245.16	

Продовження таблиці 4.9

Назва і тип електроустаткування	Кількість, шт, м	Кошторисна вартість одиниці устаткування, грн				Загальна вартість даного виду устаткування, грн, К'ЗАГ
		Оптові ціни, Ц ₀	Вартість монтажних робіт, В _М	Транспортно заготовельні витрати, З _{тр-заг}	Всього К _В	
КРМ 0.4-15-5 УЗ-У1	2	10350	2484	269.1	13103.1	26206.2
Всього капітальних витрат:	-	-	-	-	-	659080.38

4.4 Розрахунок поточних витрат на електрообладнання цеху

Поточні витрати на утримання електроустаткування складаються з амортизаційних відрахувань з електроустаткування і заробітної плати ремонтного і чергового персоналу.

4.4.1 Розрахунок річної суми амортизаційних відрахувань на електрообладнання цеху

Амортизація – це процес переносу вартості основних виробничих фондів по частинам, по мірі їх зносу на собівартість продукції, що випускається.

Мета амортизації – накопичення коштів для оновлення основних фондів.

Норма амортизації – це плановий річний відсоток перенесення вартості основних фондів та вартість готової продукції.

Суму амортизаційних відрахувань А, грн, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{K'_{ЗАГ} * H_A \%}{100\%}$$

де H_A – норма амортизації, %.

Амортизаційні відрахування на провід, кабелі, комутаційну і захисну апаратуру та деякі види труб не розраховуються.

Таблиця 4.10 – Розрахунок річної суми амортизаційних відрахувань

Назва електроустаткування		Кошторисна вартість, грн	Норма амортизації, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн
Електропроводи	1.6-3	5026.02	10	502.6
	3.1-5.5	5443.8	10	544.38
	5.5-10	12533.4	10	1253.34
	10.1-17	77859	10	7785.9
Трансформатори		132930	10	13293
Конденсаторні батареї		26206.2	10	2620.62
Всього:		259998.42	-	25999.84

4.4.2 Розрахунок річного фонду оплати праці ремонтного і чергового персоналу

Фонд оплати праці – представляє собою суму грошових коштів, що виплачується робітниками цеху в плановому періоді.

Фонд оплати праці (ФОП) – розраховується окремо для ремонтного і чергового персоналу, якщо для них встановлений різний режим роботи.

ФОП робітників складається з фонду основної оплати ($\Phi_{ОСН}$), фонду додаткової оплати праці ($\Phi_{ДОД}$), виплати інших і компенсаційних ($B_{ІН. і К.}$):

$$\Phi_{ОП} = \Phi_{ОСН} + \Phi_{ДОД} + B_{ІН. і К.}$$

До фонду основної заробітної плати ($\Phi_{ОСН}$) входить заробітна плата нарахована за виконану роботу за розцінками і тарифними ставками.

$$\Phi_{ОСН} = \Phi_{ТАР}$$

де $\Phi_{ТАР}$ – тарифний фонд, грн.

Тарифний фонд $\Phi_{\text{ТАР}}$, грн, обчислюємо за формулою:

$$\Phi_{\text{ТАР}} = \text{ТС}_{\text{ГОД}} * \text{Т}_{\text{ЕФ}} * \text{Ч}_{\text{ОБЛ}}$$

де $\text{ТС}_{\text{ГОД}}$ – годинна тарифна ставка, грн;

$\text{Т}_{\text{ЕФ}}$ – ефективний фонд часу 1-го робітника, год.

До фонду додаткової оплати праці ($\Phi_{\text{ДОД}}$) входять :

а) надбавки і доплати до тарифних ставок і посадових окладів, передбачених чинним законодавством:

- бригадирам з числа робітників, не звільнених від основної роботи;

- за поєднання професій;

б) оплата щорічних і додаткових відпусток;

в) оплата робочого часу робітника, який залучається до виконання державних обов'язків (ДО), якщо ці обов'язки виконуються в робочий час відповідно до законодавства;

г) оплата праці у вихідні і святкові дні, в наднормовий час;

д) доплата за роботу у важких, шкідливих, особливо шкідливих умовах праці, в вечірній час.

Додатковий фонд оплати праці $\Phi_{\text{ДОД}}$, грн, обчислюється за формулою:

$$\Phi_{\text{ДОД}} = \text{Д}_{\text{ВЕЧ}} + \text{Д}_{\text{НІЧ}} + \text{Д}_{\text{СВ}} + \text{В}_{\text{ВІДП}} + \text{В}_{\text{ДО}} + \text{В}_{\text{ПІЛ}} + \text{Д}_{\text{ШК}} + \text{Д}_{\text{БР}} + \text{В}_{\text{РОК}}$$

де $\text{Д}_{\text{ВЕЧ}}$ – доплата за роботу у вечірній час, грн;

$\text{Д}_{\text{НІЧ}}$ – доплата за роботу в нічний час, грн;

$\text{Д}_{\text{СВ}}$ – доплата за роботу у святкові дні, грн;

$\text{В}_{\text{ВІДП}}$ – оплата відпусток, грн;

$\text{В}_{\text{ДО}}$ – оплата за час залучення робітників за виконання державних обов'язків, грн;

$\text{В}_{\text{ПІЛ}}$ – оплата пільгових годин підлітків, грн;

$\text{Д}_{\text{ШК}}$ – доплата за роботу у шкідливих, важких умовах праці, грн;

$\text{Д}_{\text{БР}}$ – доплата за бригадирство, грн;

$\text{В}_{\text{РОК}}$ – сума виплат за вислугу років, грн.

									Арк
									67
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Нічна зміна – зміна в якій не менше 50% часу припадає на нічний час

Нічний час – вважають час з 22.00 до 6.00 годин.

Вечірня зміна – це зміна, яка починається безпосередньо перед нічною зміною, незалежно від часу її початку та закінчення.

Доплату за роботу в вечірній час $D_{\text{ВЕЧ}}$, грн, розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{ВЕЧ}} = 1/3 * \Phi_{\text{ТАР}} * 20\%/100\%$$

де $1/3$ – доля вечірніх годин при 3-х змінній роботі;

20% – надбавка до тарифної ставки за роботу в вечірній час.

Доплату за роботу в нічний час $D_{\text{НІЧ}}$, грн, розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{НІЧ}} = 1/3 * \Phi_{\text{ТАР}} * 40\%/100\%$$

де $1/3$ – доля нічних годин при 3-х змінній роботі;

40% – надбавка до тарифної ставки за роботу в нічний час.

Оплата праці робітників в святкові дні $D_{\text{СВ}}$, грн, визначається в подвійному розмірі, тому розраховуємо доплати за роботу в святкові дні по формулі:

$$D_{\text{СВ}} = T_{\text{СГОД}} * T_{\text{ЗМ}} * C_{\text{В}} * Ч_{\text{ЯВ}}$$

де $T_{\text{СГОД}}$ – годинна тарифна ставка, грн;

$T_{\text{ЗМ}}$ – тривалість зміни в годинах, год;

$C_{\text{В}}$ – кількість святкових днів в періоді, дн;

$Ч_{\text{ЯВ}}$ – явочна чисельність робітників, чол.

Суму оплати відпусток $V_{\text{ВІДП}}$, грн, розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{ВІДП}} = Z_{\text{СР.ДН.}} * \text{Відп} * Ч_{\text{ОБЛ}}$$

де Відп – число днів відпустки, дн;

$Ч_{\text{ОБЛ}}$ – облікова чисельність робітників, чол;

$Z_{\text{СР.ДН.}}$ – середньоденна зарплата основних робітників, грн.

Середньоденну зарплата $Z_{\text{СР.ДН.}}$, грн, розраховуємо за формулою:

$$Z_{\text{СР.ДН.}} = (\Phi_{\text{ТАР}} + D_{\text{ВЕЧ}} + D_{\text{НІЧ}} + D_{\text{СВ}} + D_{\text{ШК}}) / (Ч_{\text{ОБЛ}} * T_{\text{ЕФ}})$$

									Арк
									68
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

де $T_{\text{ЕФ}}$ – ефективний фонд праці одного середньоспискового робітника, дн.
Суму оплати за час виконання державних обов'язків $V_{\text{ДО}}$, грн, визначаємо за формулою:

$$V_{\text{ДО}} = Z_{\text{СР.ДН.}} * \text{ДО} * Ч_{\text{ОБЛ}}$$

де ДО – кількість днів виконання державних обов'язків, дн.

Суму доплат підліткам за невідпрацьований час, але підлягає оплаті $V_{\text{ПЛ}}$, грн, визначаємо за формулою:

$$V_{\text{ПЛ}} = Z_{\text{СР.ДН.}} * \text{ПільГ} * Ч_{\text{ОБЛ}}$$

де ПільГ – тривалість пільгового часу, дн.

Доплату за роботу в шкідливих умовах праці $D_{\text{ШК}}$, грн, розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{ШК}} = \Phi_{\text{ТАР}} * \%D_{\text{ШК}} / 100\%$$

де $\%D_{\text{ШК}}$ – надбавки у відсотках до тарифної ставки за працю в шкідливих умовах.

Премія Пр , грн, розраховується за формулою:

$$\text{Пр} = (\% \text{Пр} * (\Phi_{\text{ТАР}} + D_{\text{ВЕЧ}} + D_{\text{НІЧ}} + D_{\text{ШК}})) / 100\%$$

де $\% \text{Пр}$ – відсоток преміювання, %.

Суму виплат за вислугу років $V_{\text{РОК}}$, грн, розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{РОК}} = (\%V_{\text{РОК}} * \Phi_{\text{ТАР}}) / 100\%$$

де $\%V_{\text{РОК}}$ – відсоток виплати за вислугу років, %.

До інших витрат і компенсаційних відносяться:

- а) накопичення за результати роботи за рік ($\text{Пр}_{\text{РІК}}$);
- б) одноразова нагорода.

$$V_{\text{ІН. і К.}} = \text{Пр}_{\text{РІК}}$$

де $\text{Пр}_{\text{РІК}}$ – премія за результати роботи за рік, грн.

Розміри виплат в вигляді премії за рік $\text{Пр}_{\text{РІК}}$, грн, розраховуємо за формулою:

$$\text{Пр}_{\text{РІК}} = (\% \text{Пр}_{\text{РІК}} * \Phi_{\text{ОСН}}) / 100\%$$

									Арк
									69
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

де $\%P_{РГЧ}$ – відсоток річного преміювання, %.

Середньомісячну заробітну плату робітників $Z_{СР.МІС.}$, грн, визначаємо за формулою:

$$Z_{СР.МІС.} = \frac{\Phi_{ОП}}{(Ч_{ОБЛ} * 12)}$$

Крім того необхідно розрахувати відрахування на соціальні потреби $V_{СОЦ.П.}$, грн, які в даний час становлять 22% до фонду оплати праці:

$$V_{СОЦ.П.} = \frac{(\%V_{СОЦ.П.} * (\Phi_{ТАР} + \Phi_{ДОД}))}{100\%}$$

де $\%V_{СОЦ.П.}$ – відсоток відрахувань на соціальні потреби, %.

Дані розрахунків заносимо до таблиці 4.11.

Таблиця 4.11- Результати розрахунку фонду оплати праці (ФОП)

Показник	Оплата праці персоналу цеху, грн	
	Ремонтного	Чергового
Тарифний фонд, $\Phi_{ТАР}$	46745.92	43275.84
Доплата за роботу у вечірній час, $D_{ВЕЧ}$	0	2885.06
Доплата за роботу у нічний час, $D_{НІЧ}$	0	5770.11
Оплата за роботу у святкові дні, $D_{СВ}$	0	1773.6
Оплата відпусток, $V_{ВІДП}$	5482.56	5622.96
Середньоденна зарплата, $Z_{СР.ДН.}$	228.44	234.29
Оплата за час виконання ДО, $V_{ДО}$	228.44	234.29
Сума пільгових доплат, $V_{ПІЛ}$	0	0
Доплата за роботу в шкідливих умовах, $D_{ШК}$	3739.67	3462.07
Премія, $Пр$	5048.56	5539.31
Вислуга років, $V_{РОК}$	701.19	649.14
Фонд додаткової оплати праці, $\Phi_{ДОД}$	15200.42	25936.54
Річне преміювання, $P_{РГЧ}$	934.92	865.52
Середньомісячна оплата, $Z_{СР.МІС.}$	5240.11	5839.83

Продовження таблиці 4.11

Показник	Оплата праці персоналу цеху, грн	
	Ремонтного	Чергового
Відрахування на соціальні потреби, $V_{\text{соц.п.}}$	13628.19	15226.72
Фонд оплати праці, ФОП	62881.26	70077.9

4.4.3 Кошторис витрат на утримання та експлуатацію електрообладнання цеху

Собівартість продукції це грошовий вираз на виробництво і реалізацію продукції. Це комплексний економічний показник, який об'єднує в собі витрати уречевленої праці (обладнання), та витрати на спожиті засоби виробництва, й витрати живої праці та витрати на заробітну плату працівників підприємства.

Витрати на утримання і експлуатацію устаткування є однією із статей калькуляції собівартості продукції, випущеної цехом. Для їх визначення складається кошторис витрат в якому відображаються всі витрати на утримання і експлуатацію устаткування, а також на його ремонт.

Таблиця 4.12 – Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Назва витрат	Сума, грн
Амортизаційне відрахування	25999.84
Експлуатація устаткування	13181.61
Основна заробітна плата ремонтного і чергового персоналу	90021.76
Відрахування на соціальні потреби	28854.91
Ремонт електроустаткування	26363.22
Знос малоцінних і швидко зношуваних інструментів і приладів	3295.4
Інші витрати	6590.8
Додаткова зарплата ремонтного і чергового персоналу	41136.96
Всього:	235444.5

Примітка до таблиці:

1. Сума амортизаційних витрат береться з таблиці 4.10
2. Витрати на експлуатацію устаткування складає в середньому 2% від капітальних затрат.
3. Сума основної заробітної плати і відрахувань на соціальні потреби береться з таблиці 4.11.
4. Витрати на ремонт електроустаткування складають приблизно 4% від капітальних витрат на електроустаткування.
5. Знос малоцінних і швидко зношуваних інструментів і приладів складає 0.5% від капітальних затрат на електроустаткування.
6. Інші витрати беруться в розмірі 1% від капітальних затрат на електрообладнання.

					МП 5.8.141.115 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		72

4.5 Техніко-економічні показники електрослужби цеху

На основі проведених розрахунків складаємо таблицю техніко-економічних показників електрообладнання цеху.

Таблиця 4.13 – Техніко-економічні показники електрослужби цеху

Показники	Одиниці вимірювання	Цифрові дані
Капітальні затрати	грн.	659080.38
Річна сума амортизаційних відрахувань	грн.	25999.84
Чисельність ремонтної бригади:		
- 6 ^{го} розряду	чол.	1
Чисельність чергових електрослюсарів:		
- 5 ^{го} розряду	чол.	1
Річний фонд плати праці	грн	132959.16
Середньомісячна заробітна плата 1-го робітника:		
- ремонтного	грн	5240.11
- чергового	грн	5839.83
Витрати по утриманню та експлуатації електрообладнання	грн	235444.5
Загальна трудомісткість ремонтних робіт	люд.-год.	221.06

Висновки

У кваліфікаційній роботі магістра розглянуті питання по забезпеченню електропостачання цеху обробки пороху. На основі переліку електрообладнання та їхніх технічних характеристик, вимог до технологічного процесу та категорії з електропостачання цеху були проведені наступні розрахунки. Перш за все, було розраховано навантаження споживачів з урахуванням режимів роботи та коефіцієнтом використання. На основі цих розрахунків ми рівномірно розділили навантаження для їх приєднання до 2-ох силових пунктів марки ПР11. Використовуючи дані попередніх розрахунків, було обрано КП для збільшення коефіцієнта потужності до бажаного значення в 0.93 [3].

Із аналізу режимів роботи споживачів цеху для їхнього електропостачання було обрано два силових трансформатори ТМГ-100/6 та обладнання електричної частини підстанції цеху: силові шафи, комутуючі апарати. Також трансформатори було перевірено на термічну дію струмів КЗ та роботу в після аварійному режимі. У випадку виходу з ладу або необхідності ремонту одного з трансформаторів ТМГ-100/6 забезпечує надійне електропостачання всіх споживачів цеху у штатному режимі.

З метою вибору живлячих кабелів та захисної апаратури споживачів і СП розраховані: номінальні струми, пікові струми, що виникають під час вмикання електроустановок, довготривалі струми СП з урахуванням коефіцієнтів використання споживачів, мінімально необхідні струми уставок теплового і електромагнітного розчіплювачів автоматичних вимикачів. План розміщення силових кабелів і електрообладнання цеху наведений на відповідному кресленні.

Використовуючи дані обраних кабельних ліній, комутуючої та захисної апаратури, а також дані про потужність короткого замикання системи, ми провели розрахунок режиму короткого замикання та перевірили на здатність захисної апаратури та струмопровідних ліній витримати електродинамічну та термічну дію струмів КЗ.

									Арк
									74
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Для живлення релейного захисту і контрольної апаратури підстанції розраховані і обрані трансформатори струму, а також трансформатори напруги, що задовольняють вимогам за номінальною напругою та доступним вторинним навантаженням.

Засоби блискавкозахисту та заземлення були розраховані згідно з вимогами ПУЕ та габаритними розмірами будівлі, що захищається.

У пункті «Охорона праці та техніка безпеки» наведені основні внутрішні інструкції до працівників цеху обробки пороху, що не суперечать чинному законодавству України.

У пункті «Економічна частина» розраховали кошторис витрат на експлуатацію та ремонт електрообладнання цеху. Для цього розраховали капітальні витрати на утримання електрообладнання і його ремонт на основі розрахунків необхідної кількості капітальних та поточних ремонтів з системи ППР. На основі необхідної кількості капітальних і поточних ремонтів була розрахована трудомісткість робіт, що є основою для визначення мінімально необхідної кількості чергового і ремонтного персоналу. Для забезпечення можливості заміни зношеного обладнання розраховані амортизаційні відрахування. Для оплати праці персоналу розраховали основну та додаткову оплату за роботу у нічний, вечірній час, за шкідливість і працю у святкові дні, фонд оплати праці склав 92017.94 гривень.

										Арк
										75
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата						

Список літератури

1. Правила улаштування електроустановок. – 5-те вид., перероблене і доповнене. – Міненерговугілля України, 2017.
2. П.О. Василега Електропостачання: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 405 с.
3. «Тольяттинский трансформатор. Номенклатурный каталог» - Тольятти, 2016.
4. В.Е. Гапон «Методичний посібник з виконання курсових проектів студентам всіх форм навчання за спеціальністю 5.05070104 «Монтаж і експлуатація електроустановок підприємств і цивільних споруд», Шостка, 2011. – 91 с.
5. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕ С 62305:2006, NEQ). – Київ : Мінрегіонбуд України , 2008.
6. А.В. Кабышев. «Молниезащита электроустановок систем электроснабжения» Учебное пособие – Издательство ТПУ, Томск. 2006 – 124 с.
7. Богиня Д.П., Грیشнова О.А. Основи економіки праці: Навч. посіб. / Богиня Д.П., Грیشнова О.А. - К.: Знання-Прес, 2000.-313 с.
8. Осінова Л.В. Основи підприємства: навч.пос. / Л.В. Осінова, Г.М. Силяєва. – К.: Ельга, 2004. – 528 с.
9. Белова М.А. Управління виробничою інфраструктурою: підручник / М.А. Белова. – К.: КНЕУ, 2005. – 207 с.
10. <https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye> – Кабельная поисковая система, кабели силовые.
11. <http://khomovelectro.ru/catalog> – Хомов Элетро компесация реактивной мощности, каталог продукции.
12. <https://slavenergo.ru> – СлавЭнерго, каталог продукции.
13. <http://iek.ua/products/catalog/> – ІЕК, каталог продукции.
14. <http://atrans.in.ua/vyiklyuchatel-nagruzki-vn-vnr-vna-10630-101000/c34> – АЕС, вимикачі навантаження силові.

									Арк
									76
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

15. <http://www.cztz.ru/products.html> – Свердловский завод трансформатор тока, каталог продукции.

16. <http://www.ukrkniga.org.ua> – Економіка підприємства - Гаєвська.

17. <http://www.libfree.com> – Економіка праці та соціально-трудова відносини - Грішнова О.А. Бібліотека українських підручників.

					MP 5.8.141.115 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		77