

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

Робота допущена до захисту
Зав. кафедрою електроенергетики
І.Л. Лебединський
«___» _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

**«Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної
обробки виробів»**

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав студент гр. ЕТмз-12с _____ А.В. Заєць

Керівник
к.ф.-м.н., доцент _____ М.В. Петровський

Консультант з економічної частини
к.е.н., доцент _____ О.М. Маценко
Нормоконтроль _____ М.А. Никифоров

Суми 2023

Сумський державний університет

Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання

Кафедра електроенергетики

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою електроенергетики

_____ І.Л. Лебединський

“ ____ ” _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську роботу

Зайця Антона Васильовича

1. Тема кваліфікаційної роботи «Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів»

затверджено наказом по університету № _____ від _____

2. Термін здачі студентом завершеної роботи 09.01.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: генеральний план приміщень з вказівкою місць розташування основних електроприймачів; паспортні дані споживачів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

вступ, характеристика технологічного процесу; розрахунок електричних навантажень, вибір силової, компенсуючої, комутаційної та захисної апаратури; розрахунок короткого замикання, засобів грозозахисту та заземлення; охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; розрахунок освітлення приміщень цеху засобами Dialux з моделюванням у 3D; економічна частина; висновки; список літератури

5. Перелік графічного матеріалу (з точним позначенням обов'язкових креслень)

план розміщення електрообладнання цеху; однолінійна схема цехової підстанції, схема силових мереж ділянки; схема освітлювальної мережі ділянки

6. Консультанти:

Розділ	Керівник	Завдання видав	Завдання прийняв
Економічна частина	О.М. Маценко		А.В. Заєць

7. Дата видачі завдання 12.09.2022р.

Керівник роботи _____ М.В. Петровський
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ А.В. Заєць
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи
1	Аналіз об'єкту проектування	25.09.2022
2	Розрахункова частина	27.11.2022
3	Охорона праці на підприємстві	11.12.2022
4	Розрахунок економічної частини	19.12.2022
5	Оформлення пояснювальної записки	09.01.2023

Студент-дипломник _____ А.В. Заєць
(підпис)

Керівник роботи _____ М.В. Петровський
(підпис)

Реферат

99 сторінки, 27 рисунків, 51 таблиця.

Бібліографічний опис: Заєць А.В. Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістр; спец.: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / А.В. Заєць; керівник М.В. Петровський Суми: СумДУ, 2023 – 99 с.

Ключові слова:

електропостачання цеху металообробки, гальванічна обробка виробу, трансформатор, компенсуючий пристрій, кабельна лінія, освітлення DIALux

Электроснабжения цеха металлообработки, гальваническая обработка изделия, трансформатор, компенсирующее устройство, кабельная линия, освещение DIALux

Power supply to the metalworking workshop, electroplating of the product, transformer, compensating device, cable line, DIALux lighting

Короткий огляд.

Проведений аналіз об'єкту проектування та проведений розрахунок електричних навантажень. Проведений розрахунок реактивної потужності та вибір пристроїв для компенсації. Обрано тип підстанції та проведено розрахунок потужності і вибір трансформаторів. Обрано кабелі згідно з потребами споживачів. Проведено розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках схеми. Проведений розрахунок та вибір захисної та комутаційної апаратури. Перевірено обладнання і струмопровідні частини на термічну і динамічну стійкість. Обрані трансформатори струму та напруги. Проведено розрахунок освітлення приміщення цеху програмними засобами в середовищі DIALux.

У розділі охорона праці проаналізовані виробничі фактори, що діють на персонал цеху, заходи з організації електробезпеки в цеху, вимоги що до дотримання техніки безпеки та пожежну безпеку.

Проведено економічний розрахунок капітальних витрат на експлуатацію та ремонт електроустаткування цеху та оплату праці електротехнічного персоналу цеху.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПУЕ – правила улаштування електроустановки.

ВН – висока напруга;

НН – низька напруга;

ПБЗ – переключення без навантаження;

КЛ – кабельна лінія електропередачі;

РП – розподільчий пункт;

СП – силовий пункт;

КП – компенсуючий пристрій;

КТП – комплектна трансформаторна підстанція;

КЗ – коротке замикання;

ГПП – головна понижуюча підстанція;

ТС – трансформатор струму;

ТН – трансформатор напруги;

ЗП – заземлюючий пристрій;

АД – асинхронний двигун;

ППР – планово попереджувальний ремонт;

ФОП – фонд оплати праці.

Зміст

Вступ	6
1. Аналіз об'єкту проектування	8
1.1 Розрахунок електричних навантажень	9
2. Розрахункова частина	14
2.1 Розрахунок і вибір пристроїв компенсації реактивної потужності.....	14
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.....	18
2.4 Розрахунок і вибір захисної та комутаційної апаратури	21
2.5 Розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках схеми	26
2.6 Перевірка електрообладнання і струмопровідних частин на термічну і динамічну стійкість	30
2.7 Вибір трансформаторів струму та напруги	32
2.8 Розрахунок освітлення приміщень цеху програмними засобами в середовищі DIALux.....	36
3. Охорона праці та техніка безпеки	48
3.1 При проведенні робіт на гальванічній ділянці	48
3.2 При проведенні робіт з аквадистилуючим та/або парогенеруючим обладнанням.	52
3.3 Під час виконання робіт з промисловим компресором.	55
3.4 Розрахунок заземлення та грозозахисту	59
4. Економічна частина	65
4.1 Організація технічного обслуговування та ремонту електрообладнання	67
4.2 Розрахунок чисельності ремонтного та чергового персоналу.....	75
4.3 Розрахунок капітальних витрат на електрообладнання цеху.....	79
4.4 Розрахунок поточних витрат на електрообладнання цеху	83
4.5 Техніко-економічні показники електрослужби цеху	91
Висновки	92
Список літератури	94
Додаток А	96
Однолінійна схема підстанції	96
Додаток Б	97
План трансформаторної підстанції	97

					MP 5.8.141.364 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Заєць А.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Петровський М.В.				5	99
Реценз.					СумДУ ЕТ.мз-12с		
Н. Контр.		Никифоров М.А					
Затверд.		Лебединський І.Л.					
<i>Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів</i>							

Вступ

Ринкова модель господарювання в Україні становить таку суспільну норму організацій виробництва, за якої усі питання вирішуються на основі вільної взаємодії споживачів і виробників на ринку. У ринковому господарстві постійно відбуваються процеси пристосування, які сприяють встановленню правильного співвідношення попиту, пропозиції, прогресивним структурним зрушенням, підвищенню якості і конкурентоспроможності продукції, збалансуванню матеріально – фінансових пропорцій.

Ринок висуває нові вимоги до металевих виробів, як до окремих деталей, так і для продукту вцілому. Хоч з розвитком металургійної промисловості природньо зростає якість металооброки, проте хімічні процеси лишаються незмінними. Для захисту металів застосовують різноманітні методи:

- покриття спеціальними фарбами/лаками;
- легування стійкими до дії зовнішніх факторів матеріалами;
- гальванічне покриття.

Серед вище перерахованих способів гальванічне покриття дозволяє не тільки захистити металопродукцію від дії зовнішніх агресивних факторів, а й ще прикрасити її при максимальній економії матеріалів (сріблення, позолота і т.п.). Проте у гальваніці є ряд недолік, що не дозволяють їй стати основним методом обробки:

- необхідність у спеціальних реагентах;
- необхідність спеціального обладнання для обробки;
- потреба великої кількості електроенергії.

Сучасне підприємство спеціалізоване на якісній обробці металів оснащено дорогим і різноманітним обладнанням, автоматизованими системами, поточними лініями. Для надійної роботи обладнання вимагається гарна система електропостачання, систематичне технічне обслуговування, виконання ремонтних робіт та заходів із технічної діагностики, дотримання високих стандартів охорони праці при виконання робіт у шкідливих умовах.

У дипломній роботі розглядається одна з ділянок металооброблювального

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						6
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

цеху підприємства. Використане при проектуванні обладнання задовольняє усім сучасним вимогам для підприємств такого типу.

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						7
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

1. Аналіз об'єкту проектування

У цеху проводиться гальванічна обробка виробів, яка складається з наступних операцій:

- цинкування;
- міднення;
- анодування.

Обладнання працює у тривалому режимі. Для барботування (насичення розчинів повітрям для пошвидшення процесу) ванн використовується компресор. Для водопідготовки перед приготуванням гальванічних сумішей використовують електричні аквадистилятори. У приміщенні цеху, для забезпечення санітарних вимог згідно з чинним законодавством, використовується вентиляційна апаратура.

Категорія будівлі з надійності електропостачання – II, адже будь яка незапланована зупинка технологічного процесу може привести до значних економічних збитків.

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

Найменування споживача	Кількість, шт	P_H , кВт	Коефіцієнт використання, Кв	$\cos\varphi$
Установка для міднення	7	4.5	0.7	0.83
Установка для анодування	7	4.5	0.7	0.83

					MP 5.8.141.364 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Заєць А.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Петровський М.В.				8	99
Реценз.					СумДУ ЕТ.мз-12с		
Н. Контр.		Никифоров М.А.					
Затверд.		Лебединський І.Л.					
					Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів		

Продовження таблиці 1

Найменування споживача	Кількість, шт	P_H , кВт	Коефіцієнт використання, Кв	$\cos\varphi$
Установка для цинкування	14	7.5	0.8	0.76
Полірувальний барабан	4	3	0.3	0.87
Котел опалювальний	1	90	0.7	0.95
Агрегат повітряно-опалювальний	1	92.2	0.5	0.88
Вентиляційна установка	3	7.5	0.9	0.86
Компресор	1	15.0	0.4	0.81
Парогенератор	1	95	0.5	1
Електричний аквадистилятор	2	55	0.9	1

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
164	138	62.5	18.5	6.5	6	0.4	22	2

1.1 Розрахунок електричних навантажень

Всі електроспоживачі розбиваємо на однорідні за режимом роботи групи з однаковим значенням коефіцієнта використання. Вихідні дані до розрахунку наведені у таблиці 1.1.

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:

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

Результати розрахунків наведені у таблиці 1.3.

Для вузла приєднання підсумовуємо активні складові потужностей по групах різнорідних електроспоживачів $P_{CM.Вуз}$, кВт за формулою:

$$P_{CM.Вуз} = \sum P_{CM} = 413.55 \text{ кВт}$$

та реактивні складові потужностей по групах різнорідних електроспоживачів $Q_{CM.Вуз}$, кВар за формулою:

$$Q_{CM.Вуз} = \sum Q_{CM} = 165.458 \text{ кВар}$$

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

$$P_{B.Вуз} = \sum P_B = 604.7 \text{ кВт}$$

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку

Найменування споживача	P_B , кВт	P_{CM} , кВт	Q_{CM} , кВар	$tg\varphi$
Установка для міднення	31.5	22.05	14.818	0.6720
Установка для анодування	31.5	22.05	14.818	0.6720
Установка для цинкування	105	84	71.834	0.8552
Полірувальний барабан	12	3.6	2.040	0.5667
Котел опалювальний	90	63	20.707	0.3287

Продовження таблиці 1.3

Найменування споживача	P_B , кВт	P_{CM} , кВт	Q_{CM} , кВАр	$tg\varphi$
Агрегат повітряно-опалювальний	92.2	46.1	24.882	0.5397
Вентиляційна установка	22.5	20.25	12.016	0.5934
Компресор	15	6	4.344	0.7240
Парогенератор	95	47.5	0	0
Електричний аквадистилятор	110	99	0	0

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

$$K_{B.Вуз} = \frac{P_{CM.Вуз}}{P_{B.Вуз}} = 413.55 / 604.7 = 0.684$$

Визначаємо середньозважене значення коефіцієнта потужності вузла, $tg\varphi_{Вуз}$ за формулою:

$$tg\varphi_{Вуз} = \frac{Q_{CM.Вуз}}{P_{CM.Вуз}} = 165.458 / 413.55 = 0.4001$$

виходячи зі значення $tg\varphi_{Вуз}$, $\cos\varphi_{Вуз} = 0.9284$

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

$$m = \frac{P_{Hmax}}{P_{Hmin}} = 95 / 3 = 31.667$$

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_{ef} , шт. за формулою:

Таблиця 1.5 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП2

Найменування споживача	Кількість, шт	K_B	P_B , кВт	P_P , кВт
Котел опалювальний	1	0.616	219.7	135.335
Агрегат повітряно-опалювальний	1			
Вентиляційна установка	3			
Компресор	1			

Таблиця 1.6 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП3

Найменування споживача	Кількість, шт	K_B	P_B , кВт	P_P , кВт
Установка для міднення	7	0.636	75	47.7
Установка для анодування	7			
Барабан полірувальний	4			

Таблиця 1.7 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП4

Найменування споживача	Кількість, шт	K_B	P_B , кВт	P_P , кВт
Установка для цинкування	14	0.8	105	84

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:

$$\cos\varphi_{\text{ср.в}} = P_M / S_M = 476.443 / 530.902 = 0.89$$

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 $\cos\varphi_{\text{ср.в}}$ до значення 0.93 встановлюємо батареї статичних конденсаторів, реактивну потужність яких $Q_{\text{КП}}$, кВАр розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{КП}} = P_M * (tg\varphi_1 - tg\varphi_2) = 476.443 * (0.4928 - 0.3952) = 46.483 \text{ кВАр}$$

де $tg\varphi_1$ – тангенс кута, що відповідає $\cos\varphi_{\text{ср.в}} = 0.89$;

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

Дані обраних компенсуючих пристроїв наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри обраного компенсуючого пристрою [15]

Тип	Кількість, шт	$Q_{\text{КУ}}$, кВАр	U_H , кВ
КРМ 0.4-25-5 У3-У1	2	25	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:

$$R_{\text{РОЗР}} = (15 * U_{\Phi}^2 * 10^6) / Q_{\text{КУ}} = (15 * 0.4^2 * 10^6) / 25 = 96000 \text{ Ом}$$

					МР 5.8.141.364 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Заєць А.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Петровський М.В.				14	99
Реценз.					СумДУ ЕТ.мз-12с		
Н. Контр.		Никифоров М.А.					
Затверд.		Лебединський І.Л.					
					<i>Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів</i>		

де U_{ϕ} – напруга на одній фазі батареї конденсаторів, кВ;

$Q_{ку}$ – потужність батареї конденсаторів, кВ

					МР 5.8.141.364 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Заєць А.В.			Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Петровський М.В.					15	99
<i>Реценз.</i>						СумДУ ЕТ.мз-12с		
<i>Н. Контр.</i>		Никифоров М.А						
<i>Затверд.</i>		Лебединський І.Л.						

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. Для живлення цеху використовуємо комплектну трансформаторну підстанцію внутрішнього розташування (2КПТВ-630/6). Оскільки категорія з надійності електропостачання цеху II застосовуємо 2 трансформатори з РП, приєднання кабелю до трансформатора глухе. Трансформатори з'єднуються з РП за допомогою мідної шини. Використовуємо 5 шаф РП: 2 лінійних, 1 секційний та 2 ввідних. Тип шаф РП – 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:

$$S_P = \sqrt{(P_M + P_{OCB})^2 + (Q_M - n_{КУ} * Q_{КУ})^2} = \\ = \sqrt{(476.443 + 19.058)^2 + (190.621 - 2 * 25)^2} = 515.068 \text{ кВА}$$

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:

$$S_{Н.ТР} = S_P / K_3 * n = 515.068 / 0.75 * 2 = 343.379 \text{ кВА}$$

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

n – сумарна кількість трансформаторів, шт.

Згідно з розрахунками доречно обрати трансформатори потужністю 400 кВА, але вони не підходять за роботою у післяаварійному режимі. Тому далі

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		16

проводимо розрахунки для 630 кВА.

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

$$S_{H,\Phi} = S_{H,KAT} * \left(1 + \frac{(35 - \theta)}{100}\right) = 630 * \left(1 + \frac{(35 - 20)}{100}\right) = 724.5 \text{ кВА}$$

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:

$$\begin{aligned} S_{AB} &= \sqrt{(P_{M1} + P_{OCB} + 0.5P_{M2})^2 + (Q_{M1} + 0.5Q_{M2} - n_{KY} * Q_{KY})^2} = \\ &= \sqrt{(476.443 + 19.058 + 0.5 * 0)^2 + (190.621 + 0.5 * 0 - 2 * 25)^2} \\ &= 522.447 \text{ кВА} \end{aligned}$$

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: $S_{H,\Phi} = 724.5 \geq S_{AB} = 522.447$ кВА. Умова виконується, тому остаточно обираємо трансформатори ТМГ-630/6-У1. Дані обраних трансформаторів наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри обраних трансформаторів [7]

Тип	$S_{НОМ}$, кВА	$U_{ВН}$, кВ	$U_{НН}$, кВ	Габаритні розміри, мм	U_K , %	$I_{ХХ}$, %	Переключення без навантаження
ТМГ-630/6-У1	630	6	0.4	1450x950x1470	5.5	0.6	±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: $I_{\text{доп}} \geq I_H$. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Номінальні струми споживачів. Дані обраних кабелів [14]

Найменування споживача	I_H , А	Марка обраного кабелю	$I_{\text{доп}}$, А
Установка для міднення	8.237	КГ 5x2,5	30
Установка для анодування	8.237	КГ 5x2,5	30
Установка для цинкування	14.994	КГ 5x2,5	30
Полірувальний барабан	5.239	ВВГ 5x2,5	25
Котел опалювальний	143.938	ВВГ 5x50	155
Агрегат повітряно-опалювальний	159.186	ВВГ 5x70	196
Вентиляційна установка	13.25	ВВГ 5x2,5	25
Компресор	28.136	ВВГ 5x4	33
Парогенератор	144.338	ВВГ 5x50	155
Електричний аквадистилятор	83.564	ВВГ 5x25	104

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: $I_{\text{Доп}} \geq I_H$. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Встановлені та розрахункові струми силових пунктів. Дані обраних кабелів [14]

Позначення силового пункту	I_B , А	I_P , А	Марка обраного кабелю	$I_{\text{Доп}}$, А	L , м
СП1	311.465	222.698	ВВГ 5x150	321	35
СП2	333.800	205.621	ВВГ 5x185	369	80
СП3	113.951	72.473	ВВГ 5x50	155	35
СП4	159.531	127.625	ВВГ 5x70	196	45

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

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

де S_{TP} – номінальна потужність трансформатора, кВА;

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

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Струми на сторонах ВН та НН трансформатора. Дані обраних кабеля та шини [14]

Сторона трансформатора	I_P, A	Марка обраного кабелю	$I_{доп}, A$	$L, м$	$r_0, Ом/км$	$x_0, Ом/км$
ВН	84.87	ААШв 3х70	178	4219	0.443	0.08
НН	1340.06	ШМТ 80х6	1480	18	0.0507	0.182

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

$$S_{ЕК} = I_P / j_{ЕК} * n = 84.87 / 1.4 * 2 = 30.311 \text{ мм}^2$$

де $j_{ЕК}$ – економічна густина струму, $A/мм^2$.

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:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} * 100}{U_H} * I_P * L * (\cos\varphi * r_0 + \sin\varphi * x_0) = \\ &= \frac{\sqrt{3} * 100}{6000} * 84.87 * 4.219 * (0.93 * 0.443 + \sqrt{1 - 0.93^2} * 0.08) = \\ &= 4.6\% \end{aligned}$$

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.

$\Delta U = 4.6 \leq \Delta U_{доп} = 5\%$ умова задовольняється. Читай правила! НОВІ

Струм основного освітлення $I_{осв}$, А розраховуємо за формулою:

$$I_{OCB} = \frac{P_{OCB}}{(\sqrt{3} * U_H)} = \frac{19.058}{(\sqrt{3} * 0.38)} = 28.956 \text{ A}$$

де P_{OCB} – потужність освітлення, кВт.

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.6.

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

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 100}{U_H} * I_P * L * r_0 = \frac{\sqrt{3} * 100}{380} * 28.956 * 0.026 * 4.63 = 1.589 \%$$

$$\Delta U = 1.589 \leq \Delta U_{\text{доп}} = 2.5 \% \text{ умова задовольняється.}$$

Таблиця 2.6 – Дані обраного кабелю основного освітлення [14]

Тип освітлення	I , А	Марка обраного кабелю	$I_{\text{доп}}$, А	L , м
Основне	28.956	ВВГ 5х4	33	26

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. СЛОВО «ТА» вставити забув

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_{Π} , А розраховуємо за формулою:

$$I_{\Pi} = K_{\Pi} * I_H$$

де I_H – номінальний струм споживача, А;

K_{Π} – коефіцієнт тяжкості пуску. Приймаємо $K_{\Pi} = 7$

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

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						21
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

Полірувальний барабан	ВА88-32 3Р	380	12,5	500	12,5
Котел опалювальний	ВА88-35 3Р	380	200	2000	200

Продовження таблиці 2.8.

Назва споживача	Марка авт. вим.	$U_{НОМ}$, В	$I_{НОМ}$, А	$I_{УС.ЕМ}$, А	$I_{УС.Т}$, А
Агрегат повітряно-опалювальний	ВА88-37 3Р	380	250	2500	250
Вентиляційна установка	ВА88-33 3Р	380	25	250	25
Компресор	ВА88-33 3Р	380	50	500	50
Парогенератор	ВА88-35 3Р	380	200	2000	200
Електричний аквадистилятор	ВА88-33 3Р	380	125	1250	125

Також обираємо магнітні пускачі з тепловими реле та кнопкою для віддаленого пуску вентиляційних агрегатів. Дані обраних магнітних пускачів наведені у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Дані обраних магнітних пускачів з тепловим реле [8]

Назва споживача	Марка маг. пуск. з тепл. реле	$U_{НОМ}$, В	$I_{НОМ}$, А	$I_{НОМ.ТР}$, А	$I_{УС.ТР}$, А
Вентиляційна установка	ПМЛ-1110М, РТЛ-1021М	380	16	16	13-19
Агрегат повітряно-опалювальний	ПМЛ-7100, РТЛ-3270	380	250	250	165-270

Для захисту силових пунктів від КЗ та перевантаження обираємо автоматичні вимикачі з електромагнітними та тепловими розчіплювачами за умовами:

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

Сумарний тривалий струм силового пункту I_{Σ} , А розраховуємо за формулою:

$$I_{\Sigma} = K_{НВ} * I_{В}$$

де $I_{В}$ – встановлений струм силового пункту, А;

$K_{НВ}$ – коефіцієнт неодночасності включення. Приймаємо $K_{НВ} = 1$.

Струм уставки електромагнітного розчіплювача $I_{УС.ЕМ}$, А розраховуємо за

формулою:

$$I_{\text{УС.ЕМ}} \geq I_{\text{П}} + K_{\text{ПОП}} * \sum_i^{n-i} I_{\text{Н}}$$

де $I_{\text{П}}$ – піковий (пусковий) струм найпотужнішого споживача приєднаного до СП, А;

$\sum_i^{n-i} I_{\text{Н}}$ – 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 $K_{\text{ПОП}} = 1$.

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Розраховані струми силових пунктів. Дані обраних автоматичних вимикачів [17]

Позначення силового пункту	I_{Σ} , А	$I_{\text{УС.ЕМ}}$, А	Марка авт. вим.	$U_{\text{НО}}$ $MВ$	$I_{\text{НОМ}}$, А	$I_{\text{УС.ЕМ}}$, А	$I_{\text{УС.ТР}}$, А
СП1	311.465	1177.491	ВА88-37 3Р	380	315	3150	315
СП2	333.8	1326.124	ВА88-37 3Р	380	400	4000	400
СП3	113.951	185.704	ВА88-35 3Р	380	125	1250	125
СП4	159.531	299.87	ВА88-35 3Р	380	160	1600	160

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:

$$I_{\text{max}}^{\text{ВН}} = \frac{1.4 * S_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ВН}}} = \frac{1.4 * 630}{\sqrt{3} * 6} = 84.87 \text{ А}$$

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

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

										Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата						24

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. Схеми проілюстровані на рисунках 1-2.

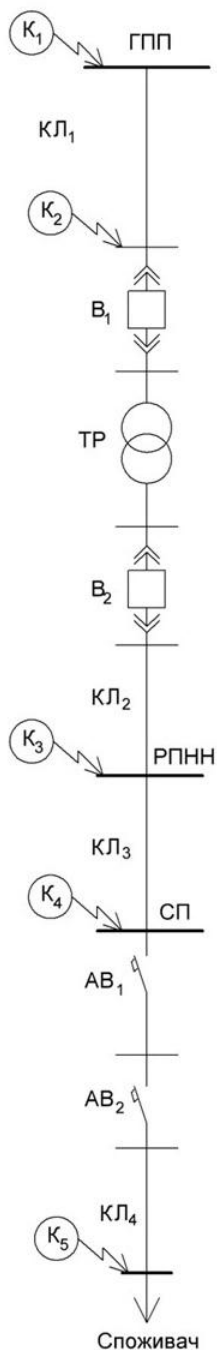


Рисунок 1 – Схема для розрахунку струмів КЗ у характерних точках

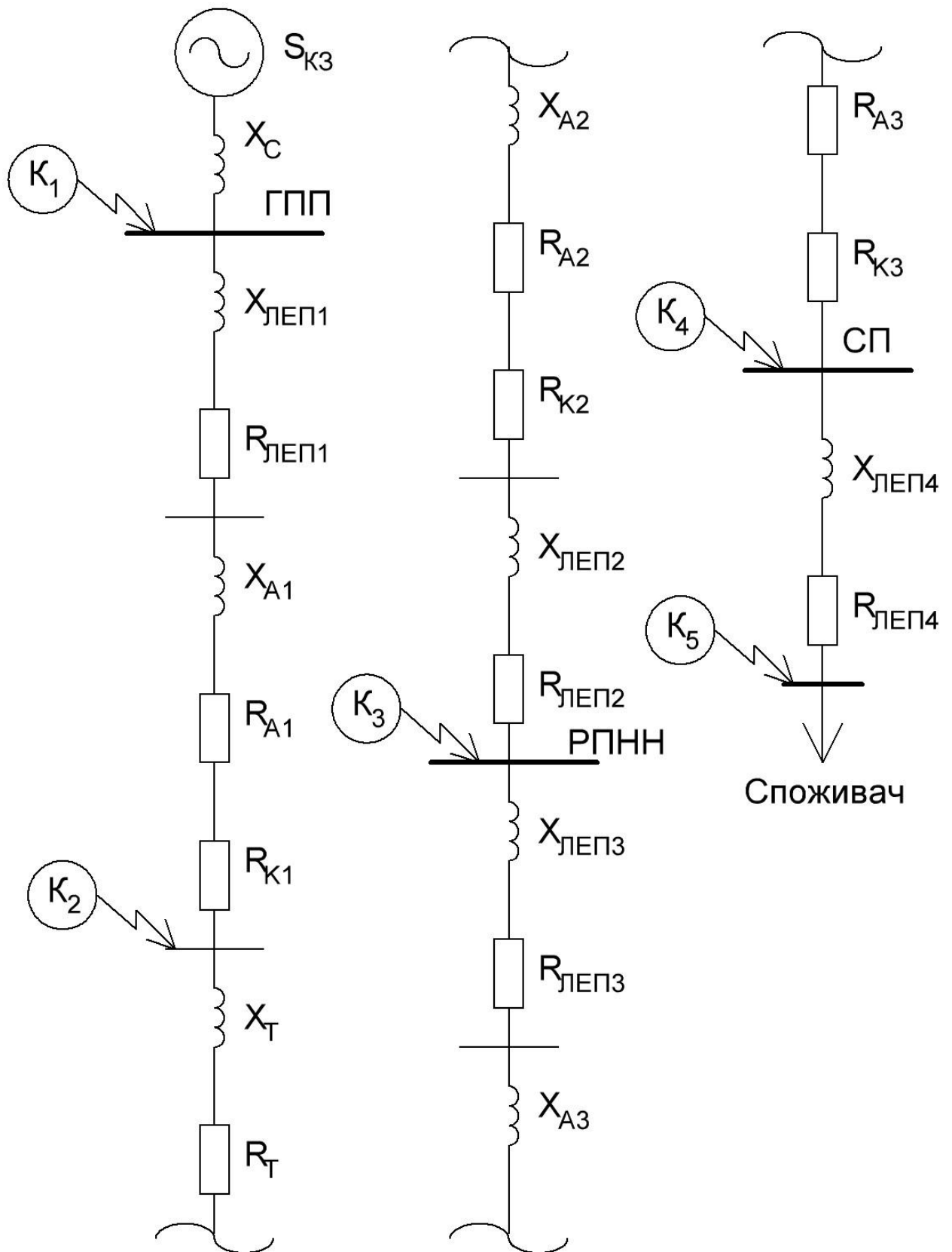


Рисунок 2 – Схема заміщення для розрахунку струмів КЗ

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

MP 5.8.141.364 ПЗ

Арк

27

Розраховуємо параметри елементів схеми за вихідними даними з таблиць 2.12-2.14.

Таблиця 2.12 – Параметри трансформатора для розрахунку струмів КЗ [7]

Тип	$U_{ВН}$, кВ	$U_{НН}$, кВ	U_K , %	$I_{ХХ}$, %	ΔP_K , кВт	$\Delta P_{ХХ}$, кВт	X_T , МОм	R_T , МОм
ТМГ-630/6-У1	6	0.4	5.5	0.6	7.6	1.16	3143	689

Таблиця 2.13 – Внутрішні опори комутаційних апаратів для розрахунку струмів КЗ [17,18]

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.	ОТ-2000	0.08	0.08	0.07
СП (ввідний автомат)	ВА88-37 3Р	0.17	0.4	0.15
СП (фідерний автомат)	ВА88-35 3Р	0.5	0.6	0.4

Таблиця 2.14 – Параметри кабельних ліній для розрахунку струмів КЗ [14]

	Марка кабелю	l , м	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км
КЛ ₁	ААШв 3х70	4219	0.443	0.08
КЛ ₂	ШМТ 80х6	18	0.0507	0.182
КЛ ₃	ВВГ 5х150	35	0.124	0.0596
КЛ ₄	ВВГ 5х70	18	0.265	0.0612

Реактивний опір системи X_C , Ом розраховуємо за формулою:

$$X_C = U_C^2 / S_{КЗ} = 6.3^2 / 164 = 0.242 \text{ Ом}$$

де U_C – середня номінальна напруга системи, кВ;

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

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

$$R_{КЛ} = r_0 * l$$

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

l – довжина кабельної лінії, км.

Реактивний опір $X_{КЛ}$, Ом кабельної лінії розраховуємо за формулою:

$$X_{КЛ} = x_0 * l$$

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

У подальших розрахунках опір використовуємо у міліомах. Результати розрахунків наведені у таблиці 2.15

Таблиця 2.15 – Розраховані параметри кабельних ліній

	Марка кабелю	$R_{ЛЕП}$, мОм	$X_{ЛЕП}$, мОм
КЛ ₁	ААШв 3х70	1869.017	337.52
КЛ ₂	ШМТ 80х6	0.009227	3.276
КЛ ₃	ВВГ 5х150	4.34	2.086
КЛ ₄	ВВГ 5х70	4.77	1.1016

Струм короткого замикання $I_{К1}$, кА для першої характерної точки розраховуємо за формулою:

$$I_{К1} = S_{КЗ} / (\sqrt{3} * U_C)$$

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

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

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 $K_y = 1.61$.

Результати розрахунків наведені у таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Результати розрахунків струму КЗ

Характерна точка	R_{Σ} , мОм	X_{Σ} , мОм	I_K , кА	$i_{уд}$, кА
К ₁	0	242.012	15.029	34.220
К ₂	1875.817	584.032	1.763	4.015
К ₃	11.56	19.92	10.027	22.831
К ₄	16.45	22.176	8.364	19.044
К ₅	22.22	23.778	7.096	16.157

2.6 Перевірка електрообладнання і струмопровідних частин на термічну і динамічну стійкість

Автоматичні вимикачі та вимикачі навантаження повинні задовольняти наступні умови:

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

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

$I_{В.мах}$ – 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:

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

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

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

Результати розрахунків наведені у таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Результати перевірки комутуючої апаратури на електродинамічну стійкість [5,17]

Характерна точка	I_K , кА	$i_{\text{уд}}$, кА	Марка	$I_{\text{В.НОМ}}$, кА	$I_{\text{В.мах}}$, кА
К ₂	1.763	4.015	ВН-11У3	31.5	80
К ₃	10.027	22.831	ОТ-2000	55	176
К ₄	8.364	19.044	ВА88-37 3Р	35	35
К ₅	7.096	16.157	ВА88-35 3Р	25	35

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:

$$t_{\text{ПР}} \leq 900 / K^2$$

де $t_{\text{ПР}}$ – тривалість протікання струму КЗ по обмотках трансформатора, с;
 K – кратність струму КЗ.

$$K = I_K / I_{\text{НОМ}} = 10027 / 1340.06 = 7.483$$

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

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

Умова: $t_{\text{ПР}} = 0.15 \leq 900 / K^2 = 7.483$ виконується, отже трансформатор витримає значення струму КЗ до його відключення захистом.

Кабелі перевіряємо на здатність витримати термічний імпульс КЗ за умовою:

$$S_{\text{min}} \leq S_{\text{КАБ}}$$

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:

$$B_K = I_K^2 * t_{ПР}$$

де I_K – струм короткого замикання, що протікає кабельною лінією під час КЗ, А;

$t_{ПР}$ – час протікання струму КЗ через кабельну лінію, с.

Мінімальний термічно стійкий переріз S_{min} , мм² розраховуємо за формулою:

$$S_{min} = \sqrt{B_K} / C$$

де C – коефіцієнт, що враховує матеріал жили кабелю.

Результати розрахунків наведені у таблиці 2.18.

Таблиця 2.18 – Результати перевірки кабельних ліній на термічну стійкість

	Марка кабелю	C	B_K , А ² *с	S_{min} , мм ²	$S_{КАБ}$, мм ²
КЛ ₁	ААШВ 3х70	90	0.466348	7.588	70
КЛ ₂	ШМТ 80х6	160	15.0819	24.272	480
КЛ ₃	ВВГ 5х150	160	10.4936	20.246	750
КЛ ₄	ВВГ 5х70	160	7.5536	17.177	70

Усі обрані кабелі та шинопровід задовольняють вимогу термічної стійкості струму КЗ.

2.7 Вибір трансформаторів струму та напруги

Для ввімкнення електровимірювальних приладів і пристроїв релейного захисту необхідна установка трансформаторів струму і напруги. У даному проекті релейний захист детально не розробляється, тому перевірку трансформаторів за вторинним навантаженням виконуємо з урахуванням ввімкнення тільки вимірювальних приладів.

У ланцюзі силового трансформатора з боку нижчої напруги встановлюється амперметр, вольтметр, варметр, на стороні 6 кВ – вольтметр із перемикачем для

					МП 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		32

виміру трьох міжфазових напруг, лічильники активної і реактивної енергії, на секційному вимикачі 0,4 кВ – амперметр. Розрахунок вторинного навантаження трансформатора струму наведений у таблиці 2.19.

Таблиця 2.19 – 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_K – опір контактів, ($Z_K = 0.1$) Ом.

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

$$F = \rho * \frac{l}{Z_{пр}}$$

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:

$$Z_H = Z_{пр} + Z_{прил} + Z_K$$

Результати розрахунків наведені у таблиці 2.20.

Таблиця 2.20 – 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	20	4	0.1415	0.302
В колі секц. вимикача на НН	5	0.02	3.88	0.0283	20	4	0.1415	0.262
В колі силового т-ра на боці ВН	5	0.22	3.64	0.0283	10	4	0.0708	0.391

Дані обраних трансформаторів струму наведені у таблиці 2.21.

Таблиця 2.21 – Параметри обраних трансформаторі струму [19]

Місце встановлення ТС	Марка ТС	Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
В колі силового т-ра з боку НН	Т-0.66-2	$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.66 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	1340.06 А	1500 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	22.831 кА	-
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	15.082 кА ² с	-
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.302 Ом	0.4 Ом
В колі секц. вимикача на НН	Т-0.66-2	$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.66 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	670.03 А	800 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	22.831 кА	-
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	15.082 кА ² с	-
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.262 Ом	0.4 Ом
В колі силового т-ра на боці ВН	ТОЛ-10	$U_C \leq U_H$	6 кВ	10 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	84.87 А	150 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	4.015 кА	100 кА
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	0.466 кА ² с	9 кА ² с
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.391 Ом	0.4 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 освітлення приміщень цеху програмними засобами в середовищі DIALux

До освітленості приміщень гальванічної обробки та полірування готових виробів висуваються вимоги згідно з класом зорових робіт. Інші приміщення, що використовуються для розміщення силових трансформаторів, опалювальних та вентиляційних агрегатів, засобів контролю живленням та захисту трансформаторів, освітлюються згідно з потребами персоналу і не суперечать нормам мінімальної освітленості згідно законодавства. Оскільки у приміщенні цеху присутні колони до речно використовувати засоби DIALux для більш точного розрахунку освітленості приміщень. При розрахунку прийнята висота робочої поверхні на рівні 0,8 м від рівня підлоги. Результати розрахунків для кожної кімнати занесені у відповідні таблиці.

Для економії електроенергії для освітлення приміщень цеху використовуємо світлодіодні світильники. Монтажна висота 5 м від рівня підлоги, оскільки світильники кріпляться на балках. Для аварійного освітлення у світильниках передбачено використання акумуляторів з автономністю до години.

Технічні характеристики використаних світильників наведені у таблиці 3.1. На рисунку 7 проілюстровано розповсюдження світлового потоку світильника згідно з його паспортом.

Результати моделювання освітленості приміщень наведені у таблицях 3.2-3.10, а також проілюстровані на рисунках 8-25.

Таблиця 3.1 – Характеристики використаних світильників

Найменування світильника	Φ_{CB} , Лм	P_{CB} , Вт
ДСП07У-60-124 У2	7200	60

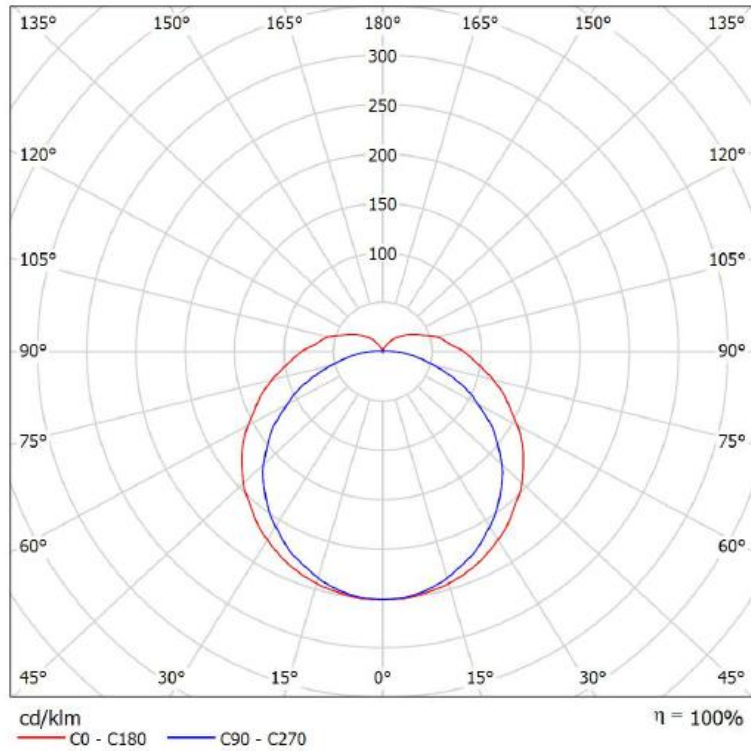


Рисунок 7 – Розповсюдження світлового потоку світильника

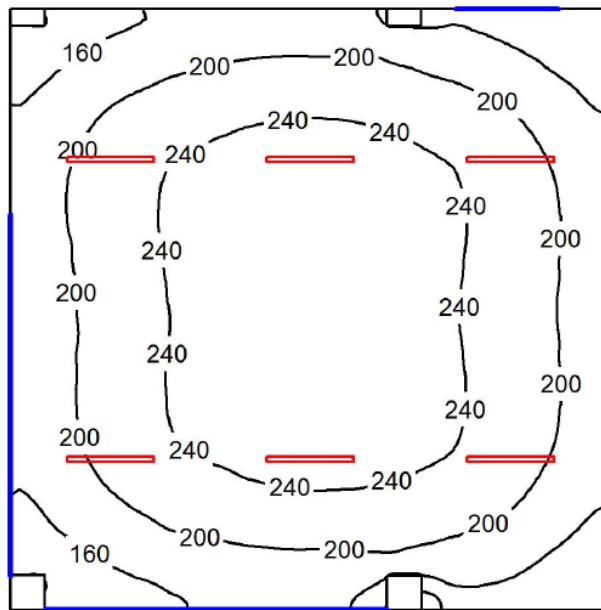


Рисунок 8 – Ізолінії освітлення приміщення полірування

Таблиця 3.2 – Світлотехнічні параметри приміщення полірування

Поверхня	ρ , %	E_{CP} , Лк	E_{min} , Лк	E_{max} , Лк	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	211	105	265	0.496
Підлога	27	185	95	230	0.515

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

MP 5.8.141.364 ПЗ

Арк

37

Стеля	70	79	38	153	0.477
Стіни	27	154	62	457	-

де ρ – коефіцієнт відбиття поверхні, %;

E_{CP} – середня освітленість поверхні, Лк;

E_{min} та E_{max} – мінімальна та максимальна освітленості поверхні, Лк.

Кількість світильників у приміщенні – 6 шт.

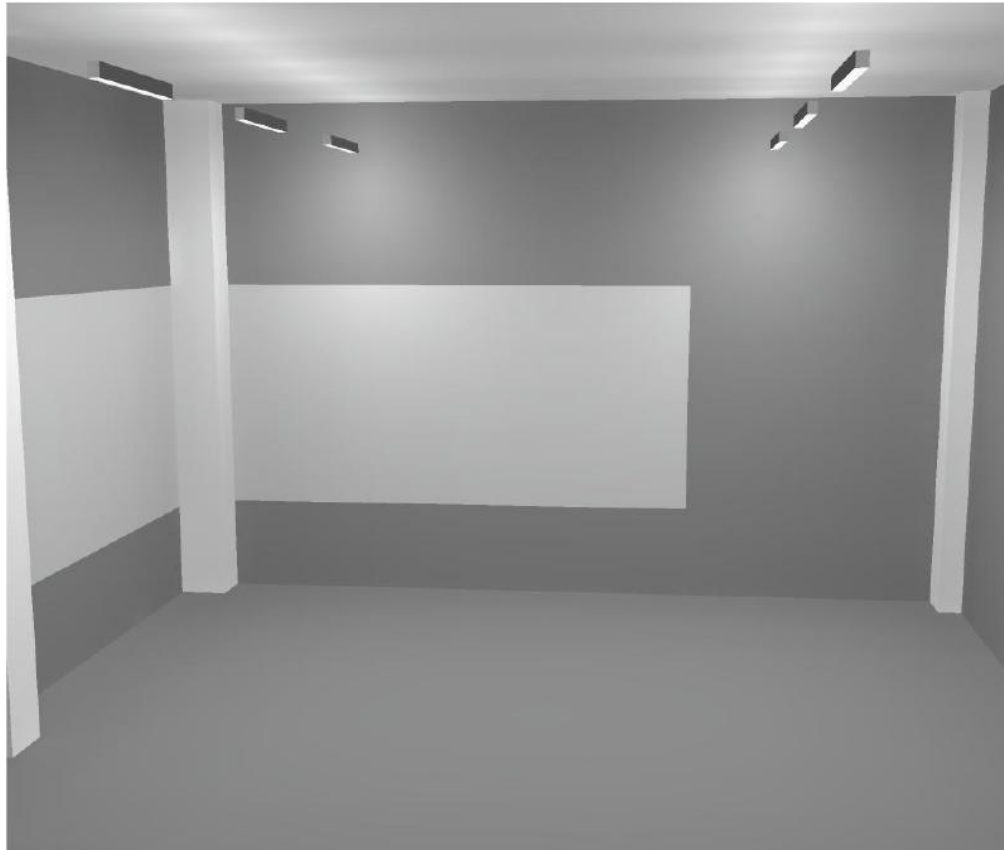
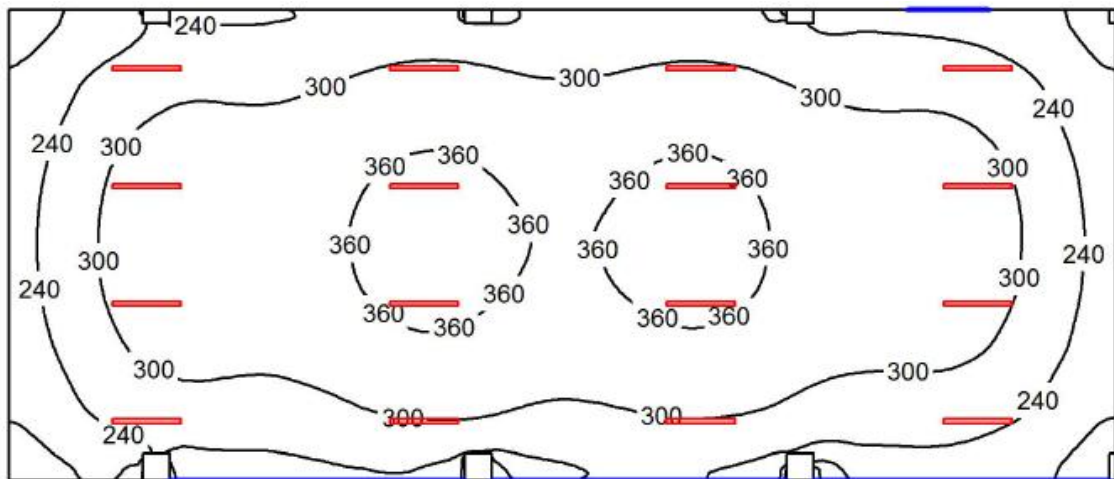


Рисунок 9 – 3D візуалізація освітлення приміщення полірування



Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

MP 5.8.141.364 ПЗ

Арк

38

Рисунок 10 – Ізолінії освітлення приміщення лінії міднення та анодування

Таблиця 3.3 – Світлотехнічні параметри приміщення лінії міднення та анодування

Поверхня	$\rho, \%$	$E_{CP}, \text{Лк}$	$E_{min}, \text{Лк}$	$E_{max}, \text{Лк}$	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	296	118	379	0.399
Підлога	27	269	129	338	0.480
Стеля	70	107	56	167	0.524
Стіни	27	200	36	466	-

Кількість світильників у приміщенні – 16 шт.

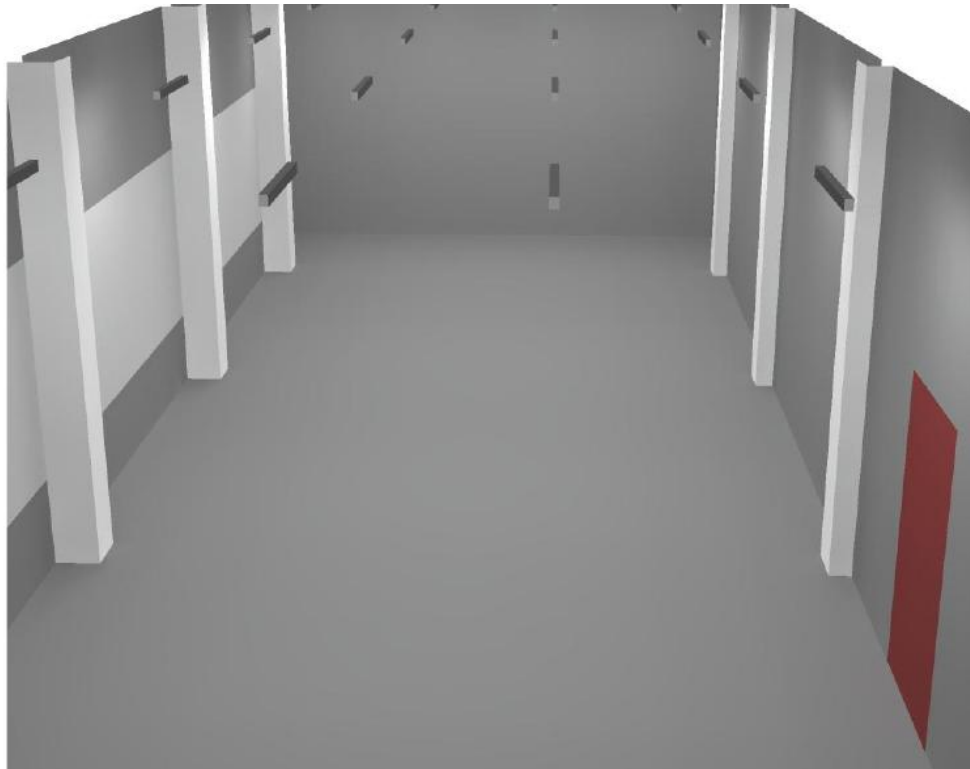


Рисунок 11 – 3D візуалізація освітлення приміщення лінії міднення та анодування

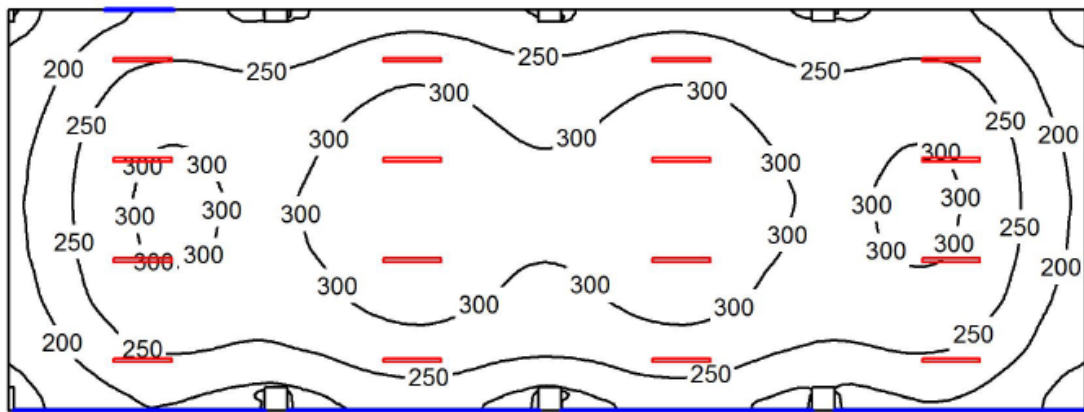


Рисунок 12 – Ізолінії освітлення приміщення лінії цинкування

Таблиця 3.4 – Світлотехнічні параметри приміщення лінії цинкування

Поверхня	ρ , %	E_{CP} , Лк	E_{min} , Лк	E_{max} , Лк	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	265	131	345	0.495
Підлога	27	241	128	305	0.533
Стеля	70	95	47	158	0.499
Стіни	27	180	79	452	-

Кількість світильників у приміщенні – 16 шт.

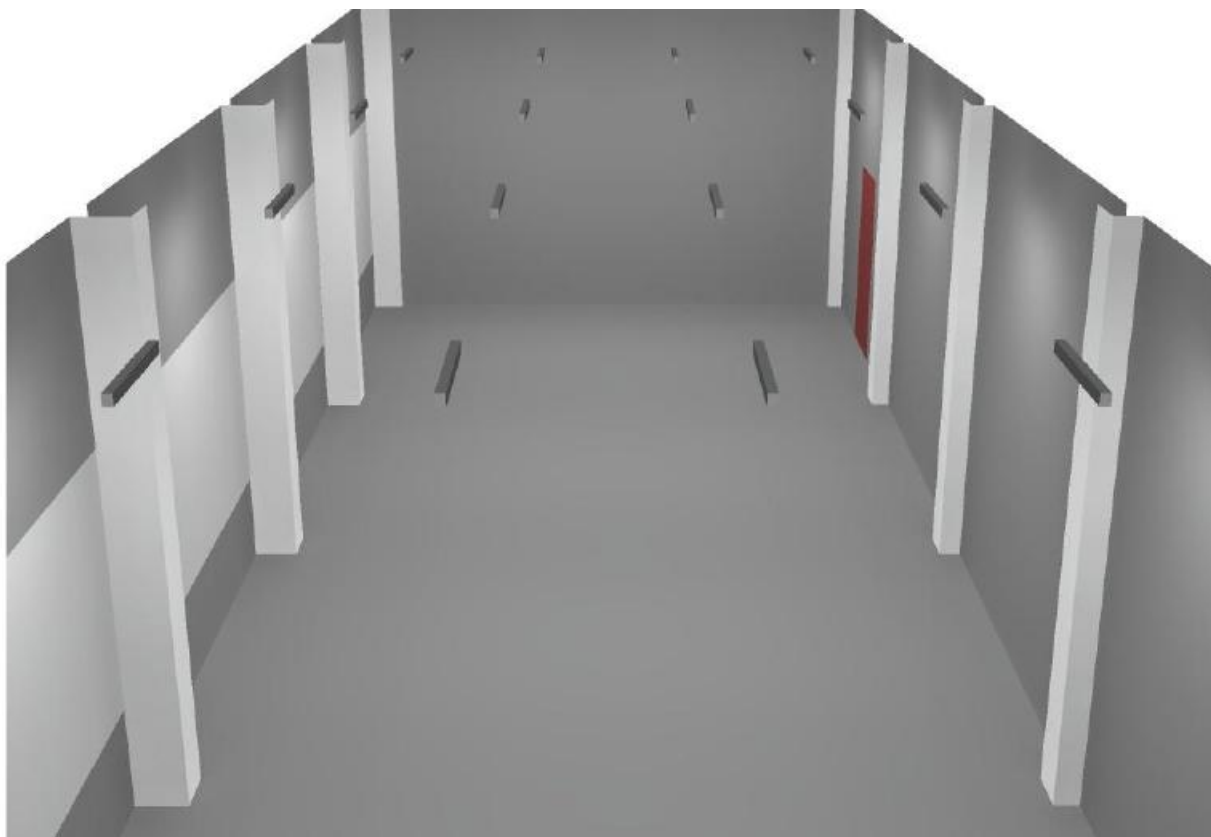


Рисунок 13 – 3D візуалізація освітлення приміщення лінії цинкування

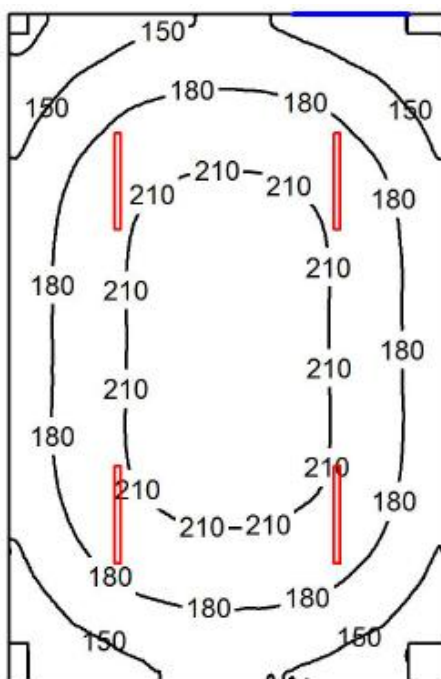


Рисунок 14 – Ізолінії освітлення приміщення котельні

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

MP 5.8.141.364 ПЗ

Арк

41

Таблиця 3.5 – Світлотехнічні параметри приміщення котельні

Поверхня	ρ , %	E_{CP} , Лк	E_{min} , Лк	E_{max} , Лк	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	184	114	224	0.619
Підлога	27	157	97	190	0.617
Стеля	70	75	29	134	0.387
Стіни	27	140	81	275	-

Кількість світильників у приміщенні – 4 шт.

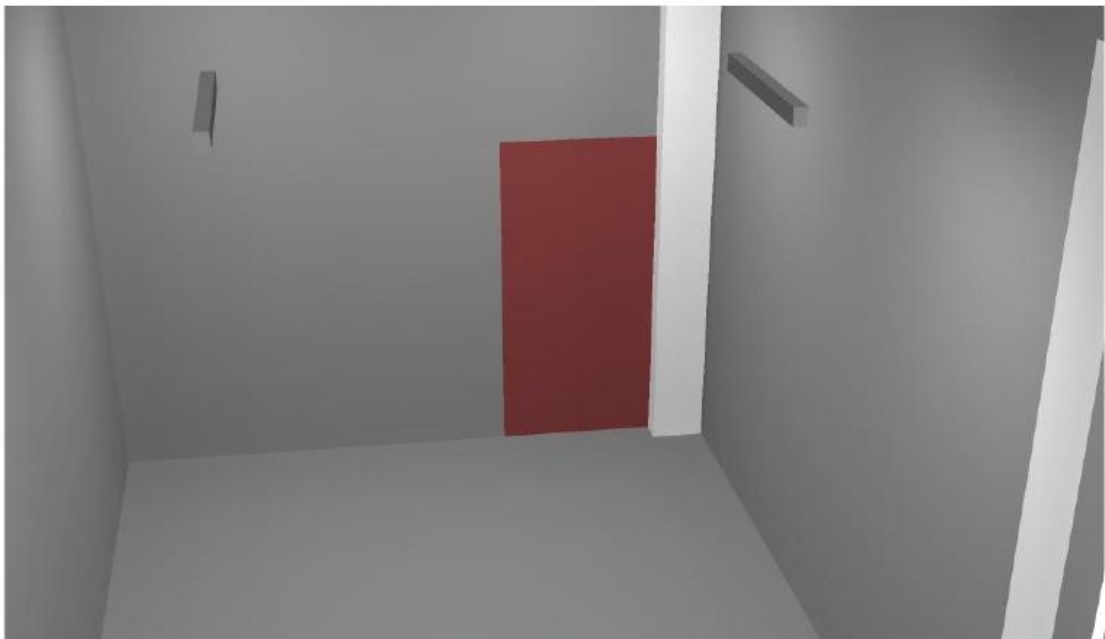
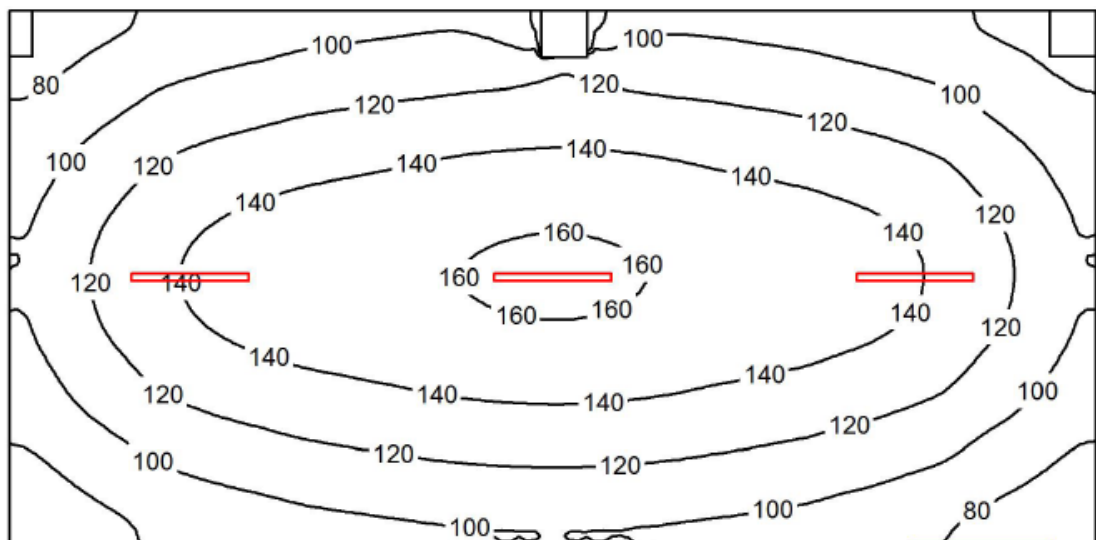


Рисунок 15 – 3D візуалізація освітлення приміщення котельні



Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

MP 5.8.141.364 ПЗ

Арк

42

Рисунок 16 – Ізолінії освітлення приміщення вентиляційної

Таблиця 3.6 – Світлотехнічні параметри приміщення вентиляційної

Поверхня	$\rho, \%$	$E_{CP}, \text{Лк}$	$E_{min}, \text{Лк}$	$E_{max}, \text{Лк}$	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	119	64	163	0.535
Підлога	27	103	59	134	0.574
Стеля	70	45	19	116	0.420
Стіни	27	81	33	228	-

Кількість світильників у приміщенні – 3 шт.

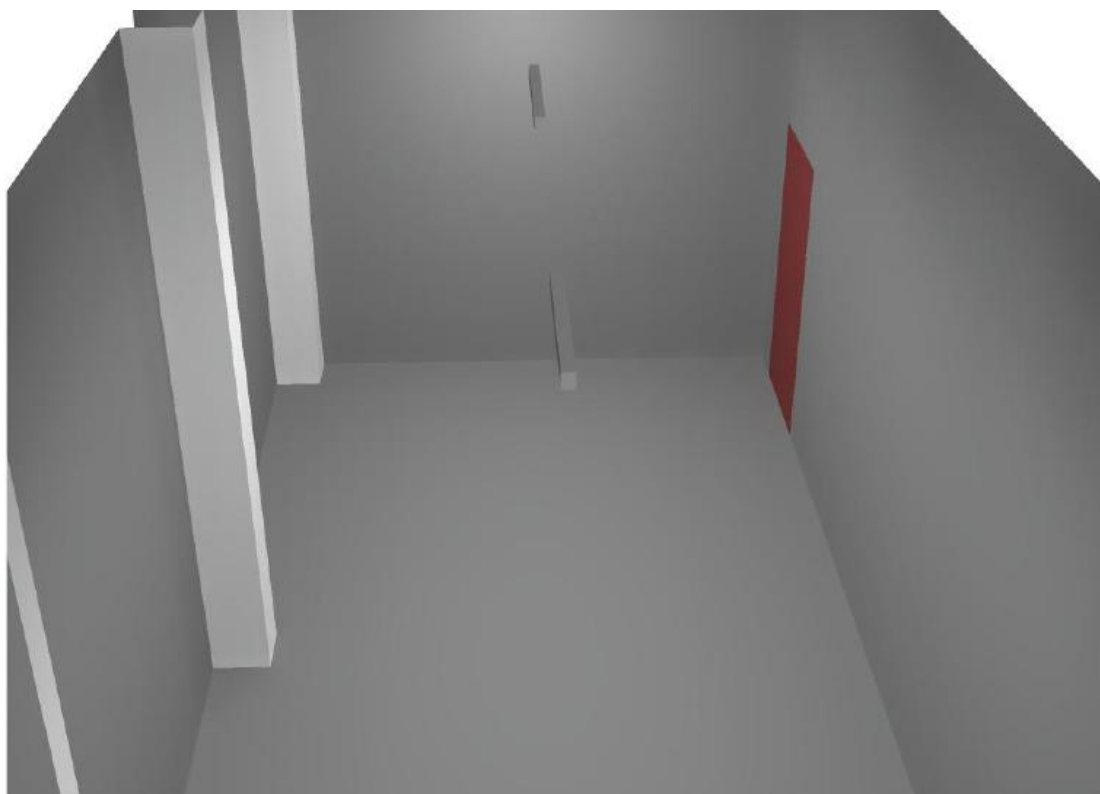


Рисунок 17 – 3D візуалізація освітлення приміщення вентиляційної

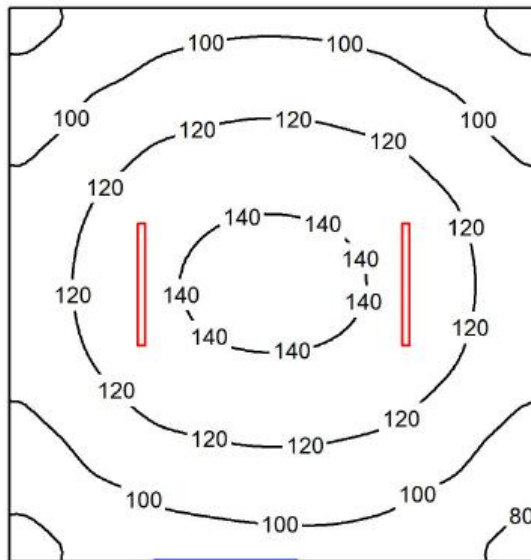


Рисунок 18 – Ізолінії освітлення приміщення компресорної

Таблиця 3.7 – Світлотехнічні параметри приміщення компресорної

Поверхня	$\rho, \%$	$E_{CP}, \text{Лк}$	$E_{min}, \text{Лк}$	$E_{max}, \text{Лк}$	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	113	74	145	0.651
Підлога	27	93	65	115	0.695
Стеля	70	69	21	189	0.300
Стіни	27	94	39	272	-

Кількість світильників у приміщенні – 2 шт.

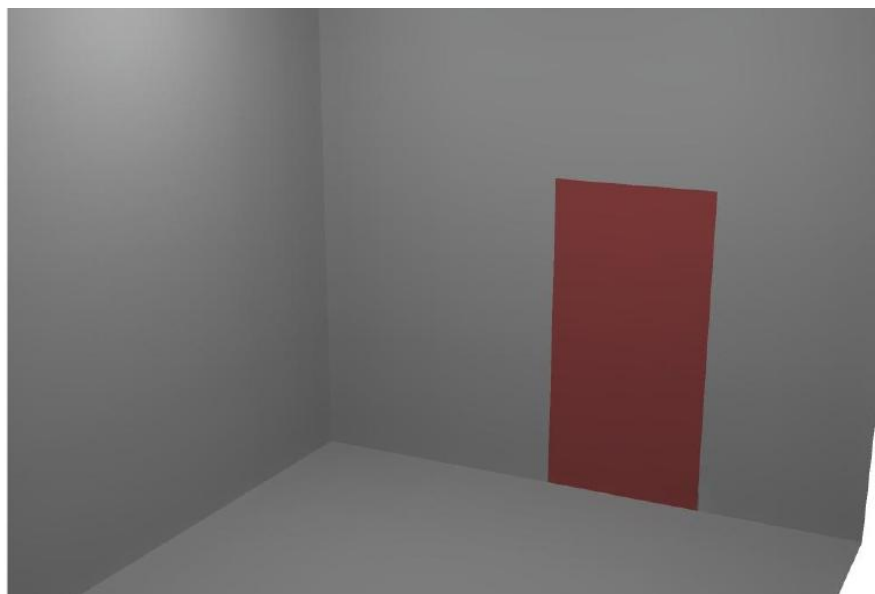


Рисунок 19 – 3D візуалізація освітлення приміщення компресорної

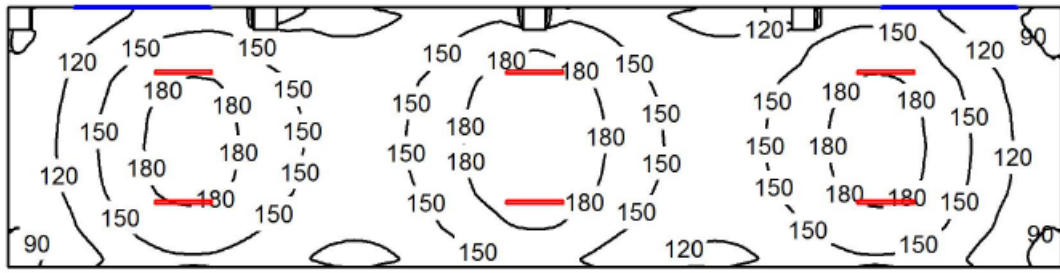


Рисунок 22 – Ізолінії освітлення приміщення КТП

Таблиця 3.9 – Світлотехнічні параметри приміщення КТП

Поверхня	ρ , %	E_{CP} , Лк	E_{min} , Лк	E_{max} , Лк	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	148	68	205	0.461
Підлога	27	132	69	171	0.522
Стеля	70	63	34	132	0.549
Стіни	27	99	46	268	-

Кількість світильників у приміщенні – 6 шт.



Рисунок 23 – 3D візуалізація освітлення приміщення КТП

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

MP 5.8.141.364 ПЗ

Арк

46



Рисунок 24 – Ізолінії освітлення коридора

Таблиця 3.10 – Світлотехнічні параметри коридора

Поверхня	ρ , %	E_{CP} , Лк	E_{min} , Лк	E_{max} , Лк	E_{min}/E_{CP}
Робоча поверхня	-	98	57	111	0.579
Підлога	27	98	56	111	0.575
Стеля	70	54	24	115	0.441
Стіни	27	89	27	302	-

Кількість світильників у приміщенні – 10 шт.

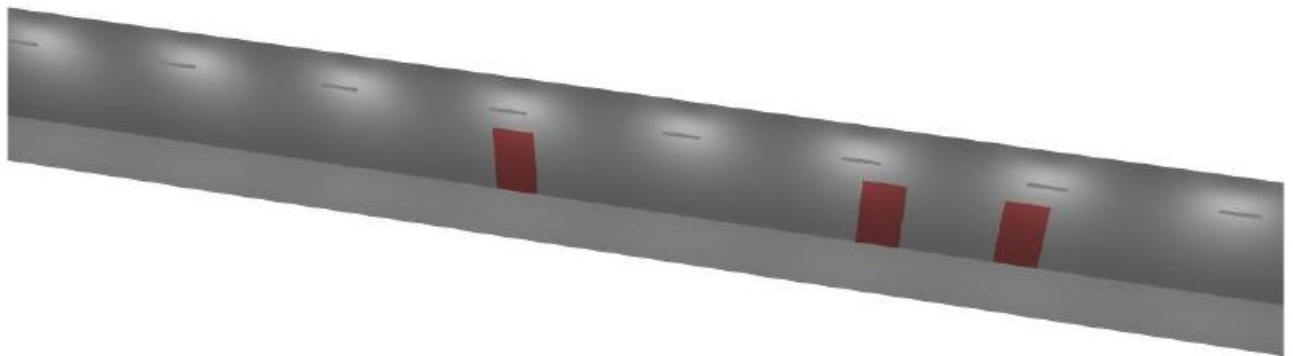


Рисунок 25 – 3D візуалізація освітлення коридора

3. Охорона праці та техніка безпеки

3.1 При проведенні робіт на гальванічній ділянці

3.1.1. Загальні положення.

3.1.1.1. Працівник у процесі виконання робіт з нанесення металевих та неметалічних неорганічних покриттів піддається впливу наступних шкідливих факторів:

- хімічні речовини різних класів небезпеки та їх пари;
- висока напруга в мережі;
- підвищена температура поверхні обладнання та матеріалів.

У зв'язку з впливом шкідливих факторів від працівника потрібна особлива уважність, акуратність, обережність та знання безпечних методів роботи. У разі порушення правил безпеки можливі нещасні випадки.

3.1.1.2. До роботи з ведення процесу нанесення покриттів допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, теоретичне та практичне навчання веденню гальванічних процесів та відповідний інструктаж з техніки безпеки та промислової санітарії.

3.1.1.3. Працівник повинен проходити медичний огляд раз на рік.

3.1.1.4. Особи, які порушують та не виконують вимоги цієї інструкції, притягуються до відповідальності згідно з правилами внутрішнього розпорядку підприємства.

3.1.1.5. Забороняється курити, їсти, пити на робочому місці.

3.1.1.6. Перед прийомом їжі, води, курінням у відведеному місці необхідно ретельно вимити руки з милом та прополоскати рот водою.

3.1.1.7. о роботи допускаються робітники, одягнені у спеціальний одяг (костюм з бавовняної тканини, гумовий фартух, гумові чоботи, гумові рукавички, захисні окуляри, засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) органів дихання).

					MP 5.8.141.364 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Заєць А.В.			Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Петровський М.В.					48	99
Реценз.						СумДУ ЕТ.мз-12с		
Н. Контр.		Никифоров М.А.						
Затверд.		Лебединський І.Л.						

3.1.2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

3.1.2.1. Підготувати необхідні справні засоби індивідуального захисту.

3.1.2.2. Промити водою з милом руки та обличчя, щоб уникнути хімічної реакції нанесених гігієнічних та косметичних препаратів з речовинами, що використовуються в процесі.

3.1.2.3. Перевірити стан шкіри рук. Якщо на руках є відкриті садна і подряпини, перед початком роботи необхідно звернутися до медпункту для перев'язки. Слід пам'ятати, що навіть незначний поріз під час роботи з отруйними речовинами може призвести до отруєння всього організму.

3.1.2.4. Уважно перевірити:

- справність вантажопідйомних засобів та обладнання (вентиляції, ванн, комунікаційних систем, випрямляча);
- справність та наявність інструментів, оснащення та пристроїв;
- освітленість робочого місця;
- наявність медикаментів.

При виявленні порушень повідомити майстра ділянки.

3.1.2.5. До роботи допускається приступати після усунення несправностей обладнання.

3.1.2.6. Включити вентиляцію за 10-15 хвилин на початок роботи.

3.1.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

3.1.3.1. Працювати необхідно лише у спеціальному одязі.

3.1.3.2. Забороняється працювати з вимкненою та несправною вентиляцією.

3.1.3.3. Встановлювати та демонтувати деталі з ванни необхідно обережно, не розбризкуючи електроліт або розчин.

3.1.3.4. Після вилучення деталей з електроліту або розчину необхідно дати йому стекти з деталей у ванну.

3.1.3.5. Усі деталі, що впали у ванну, необхідно витягувати з дна спеціальними щипцями, залізні деталі - магнітом. Забороняється діставати деталі із ванни безпосередньо руками.

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						49
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

3.1.3.6. Під час роботи забороняється нахилитися над ваннами.

3.1.3.7. Забороняється проводити осадження покриття чи травлення деталей при відкритих вентиляційних кришках та парасольках ванн.

3.1.3.8. Забороняється виконувати роботи з відкритим вогнем поблизу ванн травлення, щоб уникнути займання.

3.1.3.9. При роботі з розчинами та електролітами (приготування, коригування, фільтрування, переливання тощо) необхідно користуватися захисними пастами, мазями та індивідуальними засобами захисту органів дихання (фільтруючий респіратор, шланговий протигаз) та очей.

3.1.3.10. Під час роботи з кислотами необхідно виконувати такі вимоги:

- розведення кислоти необхідно проводити вливаючи її тонким струменем у холодну воду, а не навпаки, щоб уникнути розбризкування;
- при змішуванні кислоти вводять у ванну в порядку зростання їх щільності;
- перед зливом кислот у сулію, в шийку пляшки повинна бути вставлена спеціальна лійка. Категорично забороняється зливати кислоту без лійки.

3.1.3.11. Не допускати контакту ангідриду хромового з органічними розчинниками та горючими речовинами, щоб уникнути самозаймання та вибуху.

3.1.3.12. Чищення оснастки (анодів, підвісок, пристроїв, штанг) проводити вологим методом, змочуючи щітки або оброблюваний матеріал водою.

3.1.3.13. Забороняється захаращувати проходи, проїзди в обладнання зайвими предметами та деталями.

3.1.3.14. При появі ознак нездужання (захворювання шкіри, дихальних шляхів, шлунка, головного болю, прискореного серцебиття, появи загальної втоми, пітливості) негайно повідомити майстра та звернутися до медпункту.

3.1.3.15. Забороняється перебування осіб, які не мають відношення до дорученої роботи, на гальванічній ділянці.

3.1.4. Вимоги безпеки при аварійних ситуаціях.

3.1.4.1. При отриманні подряпини необхідно негайно припинити роботу, пошкоджене місце обробити йодом і зав'язати водонепроникним бинтом.

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						50
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

3.1.4.2. У разі травми або нездужання негайно припинити роботу, звернутися до медпункту або поліклініки. При отриманні тяжкої травми необхідно постраждалого віднести до медпункту або викликати швидку допомогу. При зупинці та розладі дихання, не чекаючи на прибуття машини швидкої допомоги, надати першу медичну допомогу.

3.1.4.3. При попаданні на тіло хімічних речовин та їх розчинів негайно промити ділянку тіла великою кількістю проточної води, уражене місце обробити в залежності від речовини, що вплинула на людину.

3.1.4.4. При розливі на підлогу або обладнання хімічних речовин та їх розчинів провести обробку ділянки.

3.1.4.5. У разі виникнення несправностей обладнання (нагрівання двигуна вентиляційної системи, несправність вантажопідіймального механізму тощо) негайно вимкнути обладнання та повідомити майстра ділянки.

3.1.4.6. При виникненні вогнища загоряння припинити роботу, відключити обладнання та прилади, вжити заходів щодо ліквідації пожежі наявними первинними засобами пожежогасіння, повідомити майстра. При значному загорянні необхідно негайно відключити електричну енергію, евакуювати людей із небезпечної зони, викликати пожежну охорону або повідомити начальника варти та вжити заходів до гасіння пожежі. Приступати до роботи лише після ліквідації аварії з дозволу майстра.

3.1.5. Вимоги безпеки після закінчення роботи.

3.1.5.1. Упорядкувати робоче місце: інструмент та оснащення прибрати на відведене місце для зберігання, промити водою борту, кришки, шини ванни, підлогу.

3.1.5.2. Вимкнути вентиляцію, закрити вентиляційні кришки ванни.

3.1.5.3. Засоби індивідуального захисту органів дихання та очей привести до ладу та прибрати на відведене місце.

3.1.5.4. Повідомити майстра та гальваніку щодо зміни про всі несправності та зауваження в роботі обладнання, виявлених під час роботи, а також про заходи,

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						51
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

вжиті для їх усунення.

3.1.5.5. Спецодяг упорядкувати і прибрати у відведене місце. Ретельно вимити руки та обличчя теплою водою з милом, добре прополоскати рота та прийняти душ. Руки змастити вазеліном, гліцерином чи спеціальними мазями, пастами за рекомендацією лікаря.

3.2 При проведенні робіт з аквадистилюючим та/або парогенеруючим обладнанням.

3.2.1. Загальні положення.

3.2.1.1. До самостійної роботи допускаються працівники не молодше 18 років, які пройшли попередній медичний огляд, навчання безпечним прийомам та методам праці за основною професією та електробезпекою, стажування під керівництвом досвідченого робітника, які освоїли вимоги даної інструкції та мають посвідчення на право самостійної роботи.

3.2.1.2. Щорічно має проводитись перевірка знань робітниками безпечних методів проведення робіт. Перевірка знань проводитиметься комісією, призначеною наказом керівництва підприємства.

3.2.1.3. Працівник повинен вміти надавати долікарську допомогу потерпілому при нещасних випадках з виробництва.

3.2.1.4. До роботи з аквадистилятором у приміщеннях з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом та поза приміщеннями допускаються робітники, які мають групу з електробезпеки не нижче II.

3.2.1.5. До небезпечних та шкідливих виробничих факторів при роботі з аквадистилятором/парогенератором належать:

- підвищене значення напруги електромережі, за короткого замикання якої небезпечний за величиною струм може пройти через тіло людини;
- підвищені рівні шуму та вібрації;
- недостатня освітленість.

3.2.1.6. Про випадки травмування та виявлення несправності обладнання,

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		52

пристроїв та інструменту робітники повинні негайно повідомити майстра або начальника ділянки. Працювати на несправному устаткуванні та користуватися несправним інструментом забороняється.

3.2.1.7. Кожен працівник повинен вміти застосовувати ЗІЗ та проходити спеціальне навчання для допуску до виконання спеціальних робіт.

3.2.2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

3.2.2.1. Одягніть спецодяг, приведіть його в порядок. Приготуйте засоби індивідуального захисту, переконайтеся у їх справності. Несправні засоби індивідуального захисту замініть.

3.2.2.2. Перед початком роботи з аквадистилятором/парогенератором слід проводити:

- перевірку комплектності та надійності кріплення деталей;
- перевірку зовнішнім оглядом справності кабелю, вилки включення датчика, цілості ізоляційних деталей корпусу, наявності захисних кожухів та їх справності;
- перевірку справності заземлення.

3.2.2.3. Переконайтеся у достатній освітленості робочого місця. При необхідності використання переносного світильника переконайтеся в його справності, напруга для переносного світильника не має перевищувати 36В.

3.2.2.4. За невідповідності хоча б однієї вимоги роботу не виконувати.

3.2.2.5. При виконанні робіт із застосуванням ізолюючих засобів захисту (покажчики напруги та ін.) необхідно:

- користуватися лише сухими та чистими ізолюючими частинами засобів захисту з неушкодженим лаковим покриттям;
- тримати ізолюючі частини засобів захисту за ручки до обмежувального кільця;
- розташовувати ізолюючі частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття поверхнею ізоляції між струмопровідними частинами двох фаз або замикання на землю.

Користуватися засобами захисту з порушенням лакового покриття або з ін-

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						53
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

шими несправностями ізолювальних частин, а також із строком чергових випробувань, що минув, забороняється.

3.2.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

3.2.3.1. Оперативно-ремонтний персонал повинен виконувати тільки ту роботу, яка доручена, за умови, що безпечні прийоми її виконання відомі і доручена робота зрозуміла. У сумнівних випадках працівник зобов'язаний звернутися за роз'ясненням до відповідального керівника даних робіт.

3.2.3.2. Для безпеки роботи аквадистилятора необхідно підключити його до контуру заземлення гнучким мідним проводом перерізом не менше 4 мм².

3.2.3.3. Забороняється:

- залишати включеним в електромережу аквадистилятор/парогенератор без нагляду;
- усувати несправності та проводити ремонт аквадистилятора/парогенератора, включеного в електромережу.

3.2.3.4. При режимі інтенсивного пароутворення слід дотримуватись заходів безпеки від опіків.

3.2.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи.

3.2.4.1. Після закінчення робіт, необхідно виконати такі заходи:

- відключити пристрій від електромережі;
- припинити подачу води в конденсатор;
- злити воду з випарника, з метою видалення відпрацьованої води з підвищеним вмістом солей жорсткості і механічних забруднень і шламу, що накопичилися;
- після повного зливу відпрацьованої води з випарника одразу ж закрити запірну арматуру;
- упорядкувати робоче місце.

3.2.4.2. Очистити спец. одяг, спец. взуття, виконати правила особистої гігієни

3.2.4.3. Повідомити керівника про технічний стан аквадистилято-

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		54

ра/парогенератора та допоміжного обладнання.

3.2.4.4. Зняти спецодяг та інші ЗІЗ та прибрати їх у призначене для цього місце. Провести санітарно-гігієнічні процедури.

3.3 Під час виконання робіт з промисловим компресором.

3.3.1. Загальні положення.

3.3.1.1. До самостійної роботи на компресорній установці допускаються особи, не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний інструктаж, первинний інструктаж, навчання та стажування на робочому місці, перевірку знань вимог охорони праці, що мають групу з електробезпеки не нижче II.

3.3.1.2. При роботі на компресорній установці можливі впливи наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

- обертаючі частини обладнання;
- небезпечні рівні напруги в електричних ланцюгах, замикання яких може пройти через тіло людини;
- нестача освітленості;
- підвищений рівень шуму;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений тиск стисненого повітря в ресивері;
- підвищений вміст у повітрі робочої зони пилу та шкідливих речовин;
- рухомі машини, механізми та їх частини.

3.3.1.3. Працівники, які працюють на компресорній установці, повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

3.3.1.4. У разі травмування або нездужання необхідно припинити роботу, повідомити про це керівника робіт та звернутися до медичного закладу.

3.3.2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

3.3.2.1. Одягти та ретельно застебнути встановлений за діючими нормами спеціальний одяг та технологічне взуття відповідно до характеру майбутньої роботи.

3.3.2.2. Спецодяг, що використовується, необхідно впорядкувати: рукави за-

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		55

стебнути, одяг заправити так, щоб не було звисаючих кінців, волосся прибрати під щільно прилеглий головний убір або маску.

3.3.2.3. Перевірити робоче місце та підходи до нього на відповідність вимогам безпеки та прибрати непотрібні предмети.

3.3.2.4. Переконатися у наявності та справності щитків, що захищають рухомі частини механізмів компресора, перевірити справність усіх його манометрів та запобіжних клапанів.

3.3.2.5. Перевірити наявність та рівень масла в редукторі та повітряних фільтрах компресора, а також наявність та справність захисного заземлення.

3.3.2.6. Робочий інструмент та пристосування, допоміжний матеріал розкласти у зручному та безпечному порядку.

3.3.2.7. Експлуатація компресора не допускається за таких порушень вимог безпеки:

- несправності, зазначені в інструкції заводу-виробника з експлуатації компресора, при яких не допускається його застосування;
- несвоєчасне проведення чергових випробувань (технічного огляду) компресора та ресивера;
- несправності манометрів або запобіжних клапанів у пневмосистемі компресора. Манометри та запобіжні клапани повинні бути своєчасно випробувані та опломбовані;
- недостатня освітленість робочого місця та підходи до нього;
- відсутність або несправність захисного заземлення корпусу компресора;
- несправності вентилів на роздавальному гребінці.

3.3.2.8. Про всі недоліки та несправності, виявлені під час огляду на робочому місці, доповісти безпосередньому керівнику для вжиття заходів для їх повного усунення.

3.3.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

3.3.3.1. Під час роботи компресора необхідно:

- слідкувати за роботою компресора та показаннями приладів, контролювати

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		56

справність всіх його механізмів;

- слідкувати за тиском у пневмосистемі компресора;
- не допускати у пневмосистемі компресора тиску, величина якого перевищує паспортні дані.

3.3.3.2. Працівнику забороняється:

- запускати двигун компресора при тиску в повітрозбірнику вище атмосферного;
- приєднувати шланги безпосередньо до магістралі або інструменту без вентилів на магістралі;
- допускати переламування шлангів, їх заплутування та перекручування, а також зіткнення з гарячими та масляними поверхнями;
- спрямовувати струмінь стисненого повітря на себе чи працюючих;
- змінювати різко тиск у пневмосистемі;
- обслуговувати машину, у тому числі чистити, регулювати або змащувати її частини під час роботи компресора;
- зупиняти вручну механізми, що обертаються;
- проводити ремонт окремих механізмів, повітроводів або з'єднань шлангів;
- залишати робоче місце при увімкненому двигуні;
- підключати компресор та від'єднувати його від мережі;
- підключати та відключати електрокабель, а також захисне заземлення зобов'язаний навчений та атестований електротехнічний персонал.

3.3.3.3. Підключати або від'єднувати шланги до повітрозбірника, повітроводу або пневмоінструменту допускається тільки при закритих вентилях на повітрозбірнику. Підключати шланги допускається тільки із застосуванням відповідних штуцерів та стяжних хомутів. Відкривати вентиль на повітрозбірнику компресора слід плавно, без ривків.

3.3.3.4. Ремонтувати компресор, а також чистити та змащувати його механізми допускається лише після відключення силової електролінії, зупинки компресора та спуску повітря з ресивера. На пусковому рубильнику при цьому має бути ви-

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						57
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

вішена табличка "Не вмикати - працюють люди!".

3.3.4. Вимоги безпеки під час аварійних ситуацій.

3.3.4.1. При виникненні аварій та ситуацій, які можуть призвести до аварій та нещасних випадків, необхідно:

- негайно припинити роботи та сповістити керівника робіт;
- під керівництвом керівника робіт оперативно вжити заходів щодо усунення причин аварій чи ситуацій, які можуть призвести до аварій чи нещасних випадків;
- у разі виникнення несправностей компресора його роботу слід зупинити.

Якщо усунути несправності власними силами неможливо, то працівник зобов'язаний повідомити про те, що сталося керівника робіт і відповідального за зміст компресора у справному стані.

3.3.4.2. Компресор повинен бути негайно зупинений у таких випадках:

- якщо манометри на будь-якому ступені компресора показують тиск вище допустимого (вище уставок);
- якщо манометр у системі мастила показує тиск нижче допустимої нижньої межі;
- при відключенні вентилятора охолодження;
- якщо чути стукіт, удари в компресорі або двигуні або виявлено несправність, яка може призвести до аварії;
- якщо температура III ступеня компресора вище за установку по термосигналізатору;
- при появі запаху гару, диму з компресора або електродвигуна;
- при помітному збільшенні вібрації компресора та електродвигуна.

Пуск компресора після аварійної зупинки допускається лише за дозволом відповідального за зміст компресора у справному стані.

3.3.5. Вимоги безпеки після закінчення робіт.

3.3.5.1. Продути ресивер, вимкнути компресор, закрити крани роздаткові, вимкнути електродвигун, замкнути пусковий рубильник на замок.

3.3.5.2. Очистити і змастити частини механізмів, що труться, зібрати шланги,

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		58

очистити їх від забруднень і покласти у відведене для зберігання місце.

3.3.5.3. Упорядкувати робоче місце. Прибрати інструмент та пристрої у відведене для них місце.

3.3.5.4. Зняти спецодяг, оглянути, вичистити та прибрати у спеціально відведене місце.

3.3.5.5. Використане ганчір'я, обтиральні матеріали прибрати в спеціальні металеві контейнери.

3.3.5.6. Ретельно вимити руки та обличчя теплою водою з милом.

3.3.5.7. Про закінчення роботи та всі зауваження, недоліки доповісти безпосередньому керівнику для вжиття заходів щодо їх усунення.

3.4 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 другий – мінімальну висоту зони посередині між блискавковідводами. Далі наведений розрахунок зони захисту пари стрижневих блискавковідводів висотою $h = 27$ м при надійності захисту з $P = 0.999$. Вихідні дані до розрахунку беремо з таблиці 1.2.

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

$$h_{0n} = 0.7 * h_n = 0.7 * 27 = 18.9 \text{ м}$$

де h_n – висота одиничного блискавковідводу, м.

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

$$r_{0n} = 0.6 * h_n = 0.6 * 27 = 16.2 \text{ м}$$

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

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						59
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

$$r_{xn} = r_{0n} * (h_{0n} - h_x) / h_{0n} = 16.2 * (18.9 - 6.5) / 18.9 = 10.629 \text{ м}$$

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 (схема розміщення проілюстрована на рисунку 3).

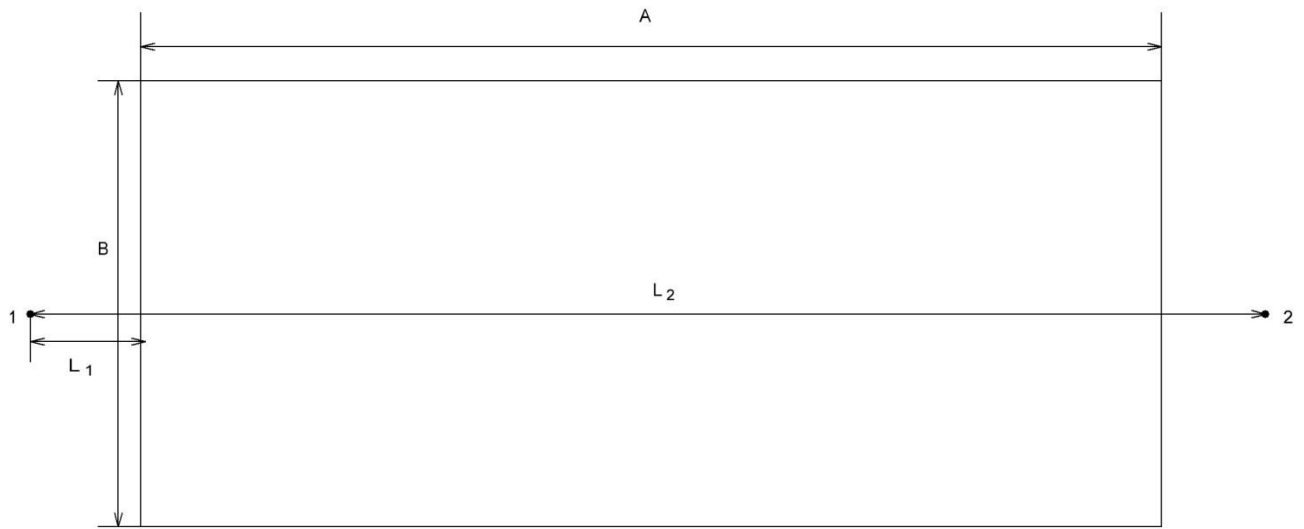


Рисунок 3 – Схема розміщення блискавковідводів

Відстань між блискавковідводами L_2 , м розраховуємо за формулою:

$$L_2 = A + L_1 * 2 = 62.5 + 3 * 2 = 68.5 \text{ м}$$

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:

$$L_{max} = 4.25 * h_n = 4.25 * 27 = 114.75 \text{ м}$$

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

$$L_C = 2.25 * h_n = 2.25 * 27 = 60.8 \text{ м}$$

Мінімальну висоту зони блискавкозахисту між двома стрижневими блиска-

вквідводами h_c , м розраховуємо за формулою:

$$h_c = \left(\frac{(L_{max} - L_2)}{(L_c - L_2)} \right) * h_{0n} = \left(\frac{(114.75 - 68.5)}{(60.8 - 68.5)} \right) * 18.9 = 16.188 \text{ м}$$

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

$$r_{cx} = \frac{r_{0n} * (h_c - h_x)}{h_c} = \frac{16.2 * (16.188 - 6.5)}{16.188} = 9.695 \text{ м}$$

оскільки $L_c < L_2 \leq L_{max}$.

Перерізи зони захисту блискавковідводів проілюстровані на рисунках 4 і 5.

Масштаб 1:1000 мм

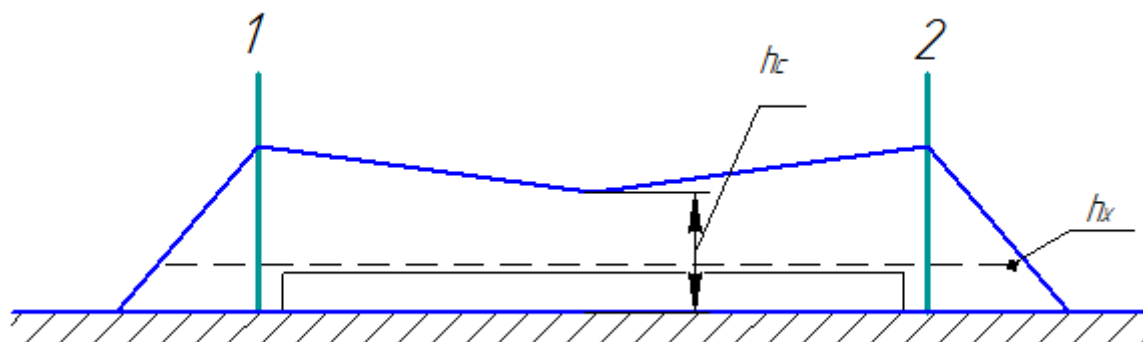


Рисунок 4 – Горизонтальний переріз зони захисту блискавковідводів

Масштаб 1:500 мм

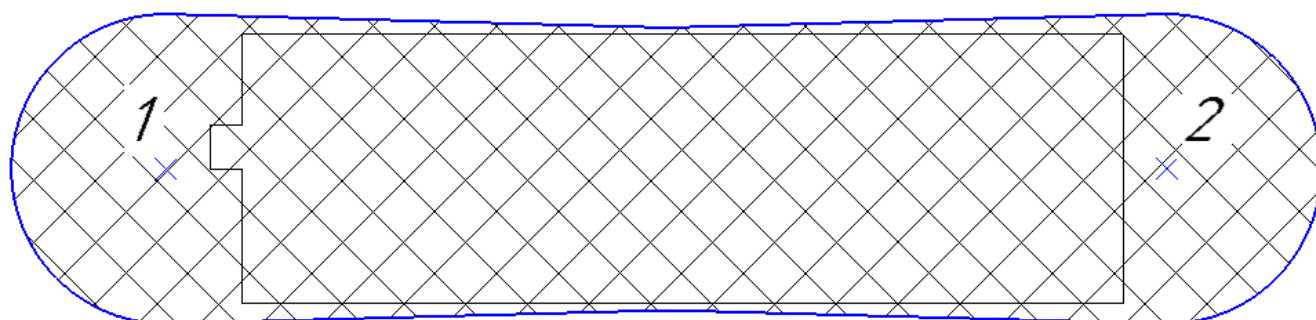


Рисунок 5 – Зона захисту блискавковідводів

Заземлення виконуємо у вигляді замкненого контуру з вертикальних електродів з'єднаних сталлюю смугою.

Зм.	Арк	№ Документу	Підпис	Дата

MP 5.8.141.364 ПЗ

Арк

61

Згідно з ПУЕ опір ЗП, що використовується для електроустановок до і вище 1000 В сумісно, $R_{ЗП}$, Ом розраховуємо за формулою:

$$R_{ЗП} = 125/I_3 = 125/22 = 5.682 \text{ Ом}$$

де I_3 – струм замикання на землю, А.

але не більше 4,4 Ом, оскільки при $\rho > 100$ Ом/м опір заземлення можна збільшити в 0.01ρ разів. Тому остаточно приймаємо: $R_{ЗП} = 4.4$ Ом.

Розрахунковий опір одного вертикального електрода r_B , Ом розраховуємо за формулою:

$$r_B = \rho_{розр} / (2\pi * l) * \left(\ln\left(\frac{2l}{d}\right) + \frac{1}{2} \ln\left(\frac{2p + \frac{l}{2}}{2p - \frac{l}{2}}\right) \right) = 53.303 \text{ Ом}$$

де l – довжина вертикального електрода, ($l = 5$) м;

$\rho_{розр} = \rho * K_{СЕЗ.В} = 234.6$ Ом/м – розрахунковий питомий опір ґрунту;

$K_{СЕЗ.В} = 1.7$, $K_{СЕЗ.Г} = 4.8$ – сезонні коефіцієнти вертикального і горизонтального електродів згідно кліматичної зони;

$$p = t + l/2 = 3.2 \text{ м};$$

t – глибина закладення вертикальних заземлювачів від поверхні землі, ($t = 0.7$) м.

Необхідну кількість вертикальних електродів без урахування екранування $N'_{В.Р}$, шт розраховуємо за формулою:

$$N'_{В.Р} = r_B / R_{ЗП} = 53.303 / 4.4 = 12.114 \approx 14 \text{ шт}$$

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

$$L_{П} = (A + 2) * 2 + (B + 2) * 2 = 170 \text{ м}$$

де A – довжина будівлі, м;

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						62
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

B – ширина будівлі, м.

Відстань між вертикальними електродами, м розраховуємо за формулою:

$$a = L_{\Pi} / N'_{B.P} = 170 / 14 = 12.143 \text{ м}$$

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

$$N_{B.P} = N'_{B.P} / \eta_B = 14 / 0.7 = 20 \text{ шт}$$

де η_B, η_{Γ} – 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.

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

$$a_A = A + 2 / n_A - 1 = 62.5 + 2 / 9 - 1 = 8.063 \text{ м}$$

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

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

$$a_B = B + 2 / n_B - 1 = 18.5 + 2 / 3 - 1 = 10.25 \text{ м}$$

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

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

$$R_{\Gamma} = \frac{0.4}{L_{\Pi} * \eta_{\Gamma}} * \rho * K_{\text{СЕЗ.Г}} * \lg \frac{2 * L_{\Pi}^2}{b * t} = 31.59 \text{ Ом}$$

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

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

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						63
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

$$R_B = r_B / N_{B.P} * \eta_B = 53.303 / 20 * 0.611 = 4.36 \text{ Ом}$$

Фактичний опір ЗП, Ом розраховуємо за формулою:

$$R_{ЗП.Ф} = R_B * R_{\Gamma} / R_B + R_{\Gamma} = 4.36 * 31.59 / 4.36 + 31.59 = 3.831 \text{ Ом}$$

$R_{ЗП.Ф} = 3.831 \leq 4.4$ Ом заземлення задовольняє всі вимоги. Схема розміщення пристроїв заземлення проілюстрована на рисунку 6.

Масштаб 1:500 мм

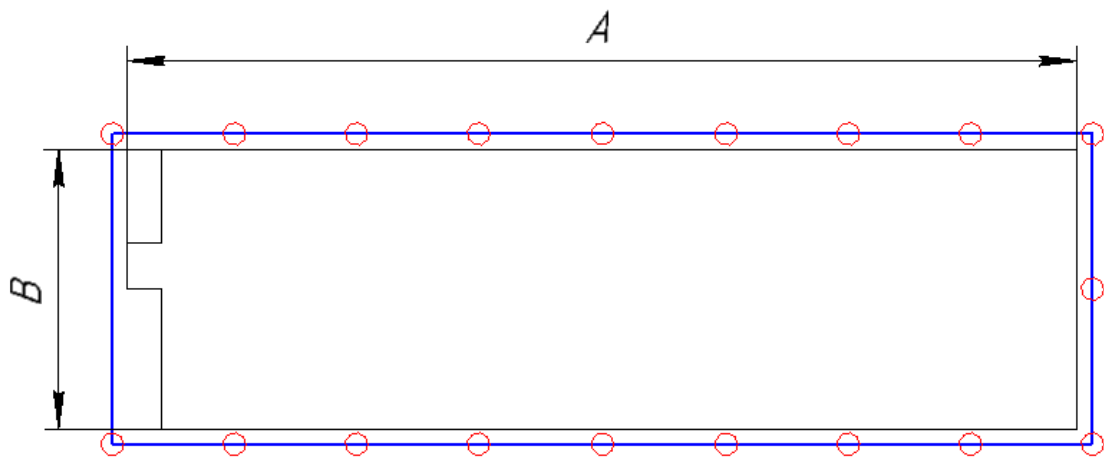


Рисунок 6 – Схема розміщення ЗП

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
						64
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

4. Економічна частина

У пункті «Економічна частина» ми розрахуємо кошторис витрат на експлуатацію та ремонт електроустаткування цеху. Вихідні дані до розрахунку наведені у таблицях 4.1-4.3.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані до розрахунку технічного обслуговування та ремонту електрообладнання (дані системи ППР базового підприємства) [13]

Найменування показників	Цифрові дані							
	Електродвигуни потужністю, кВт				Аквадистиля- тор	Парогенера- тор	Оп. котел/ тепловен-тор	Трансформа- тор
Найменування електрообладнання	1.6-3	3.1-5.5	5.6-10	10.1-17				
Кількість електрообладнання, N	4	6	10	1	5	2	2	2
Ремонтний цикл, Ц (год)	51840	51840	51840	51840	51840	51840	51840	86400
Міжремонтний період, Ц _п (год)	4320	4320	4320	4320	4320	4320	4320	8640
Трудомісткість ремонту в люд-год:								
-капітального, m_k	20	500	40	110	85	50	500	500
-поточного, m_n	4	100	8	22	17	12	100	100
Час простою в ремонті, в годинах:								
-у капітальному, t_k	72	144	72	120	96	72	144	144
-у поточному, t_n	8	32	8	24	16	8	32	32

МР 5.8.141.364 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<p align="center">Проектування системи електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів</p>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Засць А.В.						
Перевір.		Петровський М.В.					65	99
Реценз.						СумДУ ЕТ.мз-12с		
Н. Контр.		Никифоров М.А						
Затверд.		Лебединський І.І.						

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>- $T_{C_{5p}}$</p> <p>- $T_{C_{6p}}$</p>	<p>29.11</p> <p>37.19</p>
<p>Розмір преміювання, P_p %</p>	15
<p>Розмір відрахувань на соц. потреби,</p> <p>$V_{c.п}$, %</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>	20
<p>Вислуга років, $V_{рок}$, %</p>	2.5
<p>Річне преміювання, $P_{рїч}$, %</p>	10

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

Найменування показників	Цифрові дані							
	Електродвигуни потужністю, кВт				Аквадистилятор	Парогенератор	Оп. котел/тепловен-тор	Трансформатор
Назва електрообладнання	1.6-3	3.1-5.5	5.6-10	10.1-17				
Оптові ціни на електрообладнання, Ц _о , грн	5860	47500	108976	36800	100000	178000	35860	200000
Витрати на монтаж, В _м , %	27							
Транспортно-заготівельні витрати, З _{тр-з} , %, до оптової ціни	3.5							
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 цикл та його структура залежать від умов експлуатації електрообладнання. В період ремонтного циклу здійснюється один або декілька поточних ремонтів. Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.4

Кількість поточних ремонтів a_n , розраховуємо за формулою:

$$a_n = \frac{\text{Ц}}{\text{Ц}_{\text{П}}} - 1$$

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

$\text{Ц}_{\text{П}}$ – тривалість міжремонтного періоду, міс, (год);

1 – кількість капітальних ремонтів у ремонтному циклі.

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

$$a_{n.\text{гр}} = a_n * N$$

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 одиницю, a_n	на всю кількість, $a_{n.\text{гр}}$
Електродвигуни	1.6-3	4	72	6	11	44
	3.1-5.5	14	72	6	11	154
	5.6-10	17	72	6	11	187
	10.1-17	1	72	6	11	11
Аквадистилятор		2	72	6	11	22
Парогенератор		1	72	6	11	11
Оп. котел/тепловентор		2	72	6	11	22
Трансформатор		2	120	6	19	38

На рисунках 26-27 проілюстрована структура ремонтного циклу цеху.

роки \ Міс	Міс											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-ий						П						П
2-ий						П						П
3-ий						П						П
4-ий						П						П
5-ий						П						П
6-ий						П						К

де П – поточний ремонт;

К – капітальний ремонт.

Рисунок 26 – Структура ремонтного циклу для електродвигунів, вентиляційних агрегатів та агрегатів опалення

роки \ Міс	Міс											
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
1-ий												П
2-ий												П
3-ий												П
4-ий												П
5-ий												П
6-ий												П
7-ий												П
8-ий												П
9-ий												П
10-ий												К

Рисунок 27 – Структура ремонтного циклу для трансформаторів

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. Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.5.

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, $T_p^п$, люд-год, для даного виду обладнання з урахуванням його кількості визначаємо за формулою:

$$T_p^п = m_n * a_n * N$$

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:

$$T_p^{заг} = T_p^k + T_p^п$$

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

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

де 12 – кількість місяців в році;

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				
ЕД	1.6-3	4	1	13	52	11	3	132	184	72	30.67
	3.1-5.5	14	1	15	210	11	3	462	672	72	112
	5.6-10	17	1	20	340	11	4	748	1088	72	181.3
	10.1-17	1	1	21	21	11	4	44	65	72	10.83
Аквадис-тор	2	1	69	138	11	15	330	468	72	78	
Парог-тор	1	1	85	85	11	17	187	272	72	45.33	
Оп. котел/тепловент.	2	1	85	170	11	18	396	566	72	94.33	
Транс-тор	2	1	250	500	19	50	1900	2400	120	240	
Всього:	43	-	-	1516	74	-	4199	5715	-	792.4	
											9

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

$$T_p^{TO} = (T_p^p * 10\%) / (100\%) = (4199 * 10\%) / (100\%) = 419.9 \text{ люд} - \text{год}$$

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. Результати розрахунку заносимо до таблиці 4.6.

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

$$T_{пр}^k = t_k * N * a_k$$

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

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

$$T_{пр}^n = t_n * N * a_n$$

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, $T_{пр}^{заг}$, год., становить:

$$T_{пр}^{заг} = T_{пр}^k + T_{пр}^n$$

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

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

де 12 – кількість місяців року;

Ц – тривалість ремонтного циклу, міс.

										Арк
										72
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата						

Таблиця 4.6 – Середньорічна тривалість простою електрообладнання в ремонті

Найменування та тип електрообладнання	Кількість одиниць електрообладнання	Капітальний ремонт			Поточний ремонт			Затрати часу на простій під час ремонту 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				
ЕД	1.6-3	4	1	24	96	11	3	132	228	72	38
	3.1-5.5	14	1	72	1008	11	8	1232	2240	72	373.3 3
	5.6-10	17	1	72	1224	11	8	1496	2720	72	453.3 3
	10.1-17	1	1	72	72	11	8	88	160	72	26.67
Аквадис-тор	2	1	96	192	11	16	352	544	72	90.67	
Парог-тор	1	1	96	96	11	16	176	272	72	45.33	
Оп. котел/ тепловент.	2	1	96	192	11	16	352	544	72	90.67	
Транс-тор	2	1	144	288	19	32	1216	1504	120	150.4	
Всього:	43	1	-	3168	96	-	5044	8212	-	1268. 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 Π_K , шт, розраховуємо за формулою:

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

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 Π_{Π} , шт, розраховуємо за формулою:

$$\Pi_{\Pi} = \frac{8640 * N * a_n * K}{\text{Ц}}$$

де a_n – 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. Результати розрахунку заносимо до таблиці 4.7.

									Арк
									74
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Таблиця 4.7 – Результати розрахунків ремонтів для графіка ППР

Найменування та тип		Кількість обладнання	Кількість ремонтів за рік	
			П _к , шт	П _п , шт
ЕД	1.6-3	4	1	7
	3.1-5.5	14	2	26
	5.6-10	17	3	31
	10.1-17	1	1	2
Аквадис-тор		2	1	4
Парог-тор		1	1	2
Оп. котел/тепловент.		2	1	4
Транс-тор		2	1	4

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.

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:

$$K_{НЕВ} = T_{НОМ} / T_{ЕФ}$$

									Арк
									76
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Баланс робочого часу робітника

Назва фондів часу	Буквене позначення	Дні	
		Для ремонтного персоналу	Для чергового персоналу
Календарний фонд	T _К	365	365
Вихідні дні	В	104	91
Святкові дні	Св	10	-
Номінальний фонд	T _{НОМ}	251	274
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}	220	243
Тривалість зміни	T _{ЗМ}	8	8
Ефективний фонд робочого часу (в годинах)	T _{ЕФ}	1760	1944
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:

$$Ч_{ОБЛ} = \frac{T_p^{ср.річн.}}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ}} = \frac{792.49}{1760 * 1} = 0.45 \text{ чол}$$

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

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

$$K_{НОРМ}=1-1.2.$$

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 $\mathcal{C}_{ОБЛ}^{вер}$, чол, розраховуємо за формулою:

$$\mathcal{C}_{ОБЛ}^{вер} = \frac{T_p^{ср.річн.} * 10\%}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ} * 100\%} = \frac{792.49 * 10\%}{1760 * 1 * 100\%} = 0.01 \text{ чол}$$

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 $\mathcal{C}_{ОБЛ}^{сл.}$, чол, розраховуємо за формулою:

$$\mathcal{C}_{ОБЛ}^{сл.} = \frac{T_p^{ср.річн.} * (80\% + 10\%)}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ} * 100\%} = \frac{792.49 * (80\% + 10\%)}{1760 * 1 * 100\%} = 0.41 \text{ чол}$$

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 $\mathcal{C}_{ОБЛ}$, чол, за формулою:

$$\mathcal{C}_{ОБЛ} = \frac{T_p^{тo}}{T_{ЕФ} * K_{НОРМ}} = \frac{419.9}{1944 * 1} = 0.22 \text{ чол}$$

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

									Арк
									78
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Приймаємо: 1 чол.

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:

- 1 електрослюсар 5 розряду

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 27% від оптової ціни, отже розраховуємо за формулою:

$$V_M = C_0 * 27\% / 100\%$$

де C_0 – оптова ціна одиниці устаткування, грн.

Транспортно-заготівельні затрати на поставку електроустаткування, що складають 3.5% від оптової ціни устаткування, розраховуємо за формулою:

$$Z_{тр-заг} = C_0 * 3.5\% / 100\%$$

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
									79
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.9.

					MP 5.8.141.364 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		80

Таблиця 4.9 – Розрахунок капітальних витрат на електрообладнання

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	Транспортивно заготовельні витрати, З _{тр-заг}	Всього К _В		
Е/Д	1.6-3	4	5860	1582.2	205.1	7647.3	30589.2
	3.1-5.5	14	47500	12825	1662.5	61987.5	867825
	5.6-10	17	108976	29423.52	3814.16	142213.68	2417632.56
	10.1-17	1	36800	9936	1288	48024	48024
Аквадис-тор	2	100000	27000	3500	130500	261000	
Парог-тор	1	178000	48060	6230	232290	232290	
Оп. котел/тепловент.	2	35860	9682.2	1255.1	46797.3	93594.6	
Транс-тор	2	200000	54000	7000	261000	522000	
Всього:	43	-	-	-	-	4472955.36	
Кабелі і шинопровід:							
КГ 5x2,5	800	77.99	21.05	2.73	101.78	81421.84	
ВВГ 3x2,5	1000	40.57	10.95	1.42	52.94	52943.9	
ВВГ 5x4	100	100.89	27.240	3.53	131.66	13166.03	
ВВГ 5x25	70	602.2	162.59	21.08	785.87	55011.18	
ВВГ 5x50	95	1190.86	321.53	41.68	1554.07	147636.86	
ВВГ 5x70	65	1684.67	454.86	58.96	2198.49	142901.91	
ВВГ 5x150	35	3791.84	1023.79	132.71	4948.34	173192.14	

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 _о	Вартість монтажних робіт, В _м	Транспортивно заготовельні витрати, З _{тр-заг}	Всього К _в	
ВВГ 5x185	80	5101.13	1377.31	178.54	6656.98	532558.01
ААШв 3x70	4219	920.41	248.51	32.21	1201.13	5067570.42
ШМТ 80x6	18	395	106.65	13.83	515.48	9278.64
Всього:	6482	-	-	-	-	6275680.93
<u>Вимикачі:</u>						
ОТ-2000	2	295943	79904.61	10358.01	386205.6 2	772411.24
ОТ-800	1	97286	26267.22	3405.01	126958.2 3	126958.23
ВН-11У3	2	4860	1312.2	170.1	6342.3	12684.6
ВА88-32 3Р	18	1342	362.34	46.97	1751.31	31523.58
ВА88-33 3Р	21	1560	421.2	54.6	2035.8	42751.8
ВА88-35 3Р	3	2196	592.92	76.86	2865.78	8597.34
ВА88-37 3Р	3	4560	1231.2	159.6	5950.8	17852.4
Всього:	50	-	-	-	-	1012779.19
<u>Контактори і реле:</u>						
ПМЛ-1110Д	3	802.07	216.56	28.07	1046.7	3140.1
ПМЛ-7100	1	17539.86	4735.76	613.9	22889.52	22889.52

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	
<u>Контактори і реле:</u>						
РТЛ-1021М	3	311.97	84.2319	10.92	407.1219	1221.3657
РТЛ-3270	1	2860	772.2	100.1	3732.3	3732.3
Всього:	8	-	-	-	-	30983.28
КРМ 0.4-80-10 УЗ-У1	2	15000	4050	525	19575	39150
Всього капітальних витрат:	-	-	-	-	-	11831548.76

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 ос-

новних фондів на вартість готової продукції.

Суму амортизаційних відрахувань А, грн, розраховуємо за формулою:

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

де N_A – норма амортизації, %.

Амортизаційні відрахування на провід, кабелі, комутаційну і захисну апаратуру та деякі види труб не розраховуються. Результати розрахунку заносимо до таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 – Розрахунок річної суми амортизаційних відрахувань

Назва електроустаткування		Кошторисна вартість, грн	Норма амортизації, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн
Електродвигуни	1.6-3	30589.2	10	3058.92
	3.1-5.5	867825	10	86782.5
	5.6-10	2417632.56	10	241763.26
	10.1-17	48024	10	4802.4
Аквадис-тор		261000	10	26100
Парог-тор		232290	10	23229
Оп. котел/тепловент.		93594.6	10	9359.46
Транс-тор		522000	10	52200
Конденсаторна батарея		39150	10	3915
Всього:		4512105.36	-	451210.54

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 черго-

вого персоналу, якщо для них встановлений різний режим роботи.

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

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

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

$$\Phi_{\text{ОСН}} = \Phi_{\text{ТАР}}$$

де $\Phi_{\text{ТАР}}$ – тарифний фонд, грн.

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

$$\Phi_{\text{ТАР}} = T_{\text{СГОД}} * T_{\text{ЕФ}} * Ч_{\text{ОБЛ}}$$

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

$T_{\text{ЕФ}}$ – 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:

$$\Phi_{\text{ДОД}} = D_{\text{ВЕЧ}} + D_{\text{НІЧ}} + D_{\text{СВ}} + V_{\text{ВІДП}} + V_{\text{ДО}} + V_{\text{ПІЛ}} + D_{\text{ШК}} + D_{\text{БР}} + V_{\text{РОК}}$$

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

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

									Арк
									85
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

D_{CB} – доплата за роботу у святкові дні, грн;

$V_{ВІДП}$ – оплата відпусток, грн;

$V_{ДО}$ – оплата за час залучення робітників за виконання державних обов'язків, грн;

$V_{ПЛ}$ – оплата пільгових годин підлітків, грн;

$D_{ШК}$ – доплата за роботу у шкідливих, важких умовах праці, грн;

$D_{БР}$ – доплата за бригадирство, грн;

$V_{РОК}$ – сума виплат за вислугу років, грн.

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 $D_{ВЕЧ}$, грн, розраховуємо за формулою:

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

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 $D_{НІЧ}$, грн, розраховуємо за формулою:

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

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_{CB} , грн, визначається в подвійному розмірі, тому розраховуємо доплати за роботу в святкові дні по формулі:

$$D_{CB} = TC_{ГОД} * T_{ЗМ} * C_{В} * Ч_{ЯВ}$$

де $TC_{ГОД}$ – годинна тарифна ставка, грн;

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

									Арк
									86
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Св – кількість святкових днів в періоді, дн;

Ч_{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_{ОБЛ} – облікова чисельність робітників, чол;

З_{СР.ДН.} – середньоденна зарплата основних робітників, грн.

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

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

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, %.

Таблиця 4.11- Результати розрахунку фонду оплати праці (ФОП)

Показник	Оплата праці персоналу цеху, грн	
	Ремонтного	Чергового
Тарифний фонд, $\Phi_{\text{ТАР}}$	65454.4	56589.84
Доплата за роботу у вечірній час, $D_{\text{ВЕЧ}}$	0	3772.66
Доплата за роботу у нічний час, $D_{\text{НІЧ}}$	0	7545.31
Оплата за роботу у святкові дні, $D_{\text{СВ}}$	0	2328.8
Оплата відпусток, $V_{\text{ВІДП}}$	8568.48	8054.88
Середньоденна зарплата, $Z_{\text{СР.ДН.}}$	357.02	335.62
Оплата за час виконання ДО, $V_{\text{ДО}}$	357.02	335.62
Сума пільгових доплат, $V_{\text{ПЛ}}$	0	0
Доплата за роботу в шкідливих умовах, $D_{\text{ШК}}$	13090.88	11317.97
Премія, Pr	11781.79	11883.87
Вислуга років, $V_{\text{РОК}}$	1636.36	1414.75
Фонд додаткової оплати праці, $\Phi_{\text{ДОД}}$	35434.53	46653.86
Річне преміювання, $Pr_{\text{РІЧ}}$	6545.44	5658.98
Середньомісячна оплата, $Z_{\text{СР.МІС.}}$	8952.86	9075.22
Відрахування на соціальні потреби, $V_{\text{СОЦ.П.}}$	22195.56	22713.61
Фонд оплати праці, $\Phi_{\text{ОП}}$	107434.37	108902.68

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. Результати розрахунків заносимо до таблиці 4.12.

Таблиця 4.12 – Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Назва витрат	Сума, грн
Амортизаційне відрахування	451210.54
Експлуатація устаткування	236630.98
Основна заробітна плата ремонтного і чергового персоналу	122044.24
Відрахування на соціальні потреби	44909.17
Ремонт електроустаткування	473261.95
Знос малоцінних і швидко зношуваних інструментів і приладів	59157.74
Інші витрати	118315.49
Додаткова зарплата ремонтного і чергового персоналу	82088.39
Всього:	1587618.5

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.

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.	11831548.76
Річна сума амортизаційних відрахувань	грн.	451210.54
Чисельність ремонтної бригади:		
- 6 ^{го} розряду	чол.	1
Чисельність чергових електрослюсарів:		
- 5 ^{го} розряду	чол.	1
Річний фонд плати праці	грн	216337.05
Середньомісячна заробітна плата 1-го робітника:		
- ремонтного	грн	8952.86
- чергового	грн	9075.22
Витрати по утриманню та експлуатації електрообладнання	грн	1587618.5
Загальна трудомісткість ремонтних робіт	люд.-год.	792.49

Висновки

У магістерській роботі розглянуті питання по забезпеченню електропостачання ділянки гальванічної обробки виробів цеху. На основі переліку електрообладнання та його 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 коефіцієнтів використання. На основі цих розрахунків ми рівномірно розділили навантаження для їх приєднання до 4-ох силових пунктів марки ПР11. Використовуючи дані попередніх розрахунків, для збільшення коефіцієнта потужності до бажаного значення в 0.93 [3] було обрано КП.

Із аналізу режимів роботи споживачів цеху для їхнього електропостачання було обрано два силових трансформатори ТМГ-630/6 та обладнання електричної частини підстанції цеху: силові шафи, АВР, 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-630/6 забезпечує надійне електропостачання всіх споживачів цеху у штатному режимі. В якості АВР можна використовувати вимикач навантаження ОТ-800 (ОТМ-800) за умови його комплектації мотоприводом та електронним керуванням у колі секційного вимикача.

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

									Арк
									92
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

МР 5.8.141.364 ПЗ

струмів КЗ.

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

У пункті «Охорона праці та техніка безпеки» наведені основні внутрішні інструкції до працівників цеху, що не суперечать чинному законодавству України. Засоби блискавкозахисту та заземлення були розраховані згідно з вимогами ПУЕ та габаритними розмірами будівлі, що захищається.

Освітлення розраховане за допомогою програмних засобів DIALux з високою точністю. У якості освітлювальних пристроїв використовуються світлодіодні світильники фірми Ватра ДСП07У-60-124 У2 з вбудованим джерелом автономного живлення, що дозволяє їх використання в якості основного і аварійного освітлення.

У пункті «Економічна частина» складено кошторис витрат на експлуатацію та ремонт електроустаткування 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 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 ми розраховали основну та додаткову оплату за роботу у нічний, вечірній час, за шкідливість і працю у святкові дні.

									Арк
									93
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Список літератури

1. Правила улаштування електроустановок. – 5-те вид., перероблене і доповнене (станом на 21.07.2017). – Міненерговугілля України, 2017.
2. С.М. Сегеда «Електричні мережі та системи» – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 540 с.
3. П.О. Василега Електропостачання: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2019. – 521 с.
4. Осташевський М.О. Електричні машини і трансформатори: Навчальний посібник. – Харків: ФОП Панов А.М., 2017. – 452 с.
5. Гаряжа В.М., Карюк А.О. «Електрична частина станцій та підстанцій» конспект лекцій. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 149 с.
6. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с.
7. «Тольяттинский трансформатор. Номенклатурный каталог» – Тольятти, 2016.
8. В.Е. Гапон «Методичний посібник з виконання курсових проектів студентам всіх форм навчання за спеціальністю 5.05070104 «Монтаж і експлуатація електроулаштування підприємств і цивільних споруд», Шостка, 2011. – 91 с.
9. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕ С 62305:2006, NEQ). – Київ : Мінрегіонбуд України , 2008.
10. А.В. Кабышев. «Молниезащита электроустановок систем электроснабжения» Учебное пособие – Издательство ТПУ, Томск. 2006 – 124 с.
11. Богиня Д.П., Грішнова О.А. Основи економіки праці: Навч. посіб. / Богиня Д.П., Грішнова О.А. – К.: Знання-Прес, 2000. – 313 с.
12. Осінова Л.В. Основи підприємства: навч.пос. / Л.В. Осінова, Г.М. Силяєва. – К.: Ельга, 2004. – 528 с.
13. Белова М.А. Управління виробничою інфраструктурою: підручник /

									Арк
									94
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

MP 5.8.141.364 ПЗ

М.А. Белова. – К.: КНЕУ, 2005. – 207 с.

14. <https://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovyye> – Кабельная поисковая система, кабели силовые.

15. <http://khomovelectro.ru/catalog> – Хомов Электро компенсація реактивної потужності, каталог продукції.

16. <http://iek.ua/products/catalog/> – ІЕК, каталог продукції.

17. <http://atrans.in.ua/vyiklyuchatel-nagruzki-vn-vnr-vna-10630-101000/c34> – АЕС, вимикачі навантаження силові.

18. <https://elektrovoz.com.ua/transformator-strumu> – Трансформатори струму, каталог продукції.

19. Гаєвська Л.М. Економіка підприємства: Навчальни посібник для практичних занять та самостійної роботи, 2001. – 145 с.

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

21. <http://www.dialux-help.ru/blogs/mpei-light-lab-shkola-svetodizaina-myei/cikl-urokov-po-dialux-evo-s-nulja.html> – Цикл уроків по DIALux EVO с нуля.

									Арк
									95
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					