

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра електроенергетики

Проект допущено до захисту  
Зав. кафедрою електроенергетики  
\_\_\_\_\_ І.Л. Лебединський  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 р.

## **МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему:

**«Проектування системи електропостачання цеху металообробки.  
Ділянка вирубування деталей прес-формою»**

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Виконав студент гр. ЕТ.мз-11с	_____	Б.М.Горбатенко
Керівник, к.т.н.	_____	С.М. Лебедка
Консультант з економічної частини		
к.е.н., доцент	_____	О.М. Маценко
Нормоконтроль	_____	М.А. Никифоров

Суми 2022

## Сумський державний університет

Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра електроенергетики

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедрою електроенергетики

І.Л. Лебединський

“ ” 2022 р.

### ЗАВДАННЯ

#### на магістерську роботу

Горбатенка Богдана Миколайовича

1. Тема кваліфікаційної роботи «Проектування системи електропостачання цеху металообробки. Ділянка вирубування деталей прес-формою» затверджено наказом по університету № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_
2. Термін здачі студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_ .20 р.
3. Вихідні дані до роботи: Вихідними даними для проектування системи електропостачання є генеральний план приміщень з указанням місць розташування основних електроприймачів; перелік електроприймачів з указанням їхньої потужності та кількості.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити)
  - 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;
  - Використана літератури.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним позначенням обов'язкових креслень)
  - План розміщення електрообладнання цеху;
  - План цехової підстанції;
  - Однолінійна схема цехової підстанції.

6. Консультанти:

Розділ	Керівник	Завдання видав	Завдання прийняв
Економічна частина	Маценко О.М.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
(підпис)

Задання прийняв до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи
1	Аналіз об'єкту проектування	01.10.2022
2	Розрахункова частина	01.10.2022
3	Охорона праці на підприємстві	15.10.2022
4	Розрахунок економічної частини	30.10.2022
5	Оформлення пояснювальної записки	15.11.2022

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ Горбатенко Б.М.  
(підпис)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Лебедка С.М.  
(підпис)

## Реферат

98 сторінок, 19 рисунків, 42 таблиці, 20 джерел.

**Бібліографічний опис:** Горбатенко Б.М. Проектування системи електропостачання цеху металообробки. Ділянка вирубування деталей прес-формою [Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістр; спец.: 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Б.М. Горбатенко; наук. керівник. – к.т.н. С.М. Леbedка Суми: СумДУ, 2022 – 98 с.

**Ключові слова:** електропостачання цеху металообробки, вирубування деталей прес-формою, трансформатори, компенсуючий пристрій, кабельна лінія, освітлення DIALux.

Электроснабжения цеха металлообработки, вырубка деталей пресс-формой, трансформаторы, компенсирующее устройство, кабельная линия, освещение DIALux.

Power supply to the metalworking shop, cutting out parts with a press mold, transformers, compensating device, cable line, lighting DIALux.

**Короткий огляд** - У магістерській роботі на тему: «Проектування системи електропостачання цеху металообробки. Ділянка вирубування прес-формою» були розраховані параметри електрообладнання, на основі яких і вимог до технологічного процесу обрано компенсуючі, комутаційні та захисні пристрої та апарати, кабельні лінії, силові та вимірювальні трансформатори.

Для розрахунку освітлення цеху було використано програмне забезпечення DIALux 4.13. Програма забезпечує надвисоку точність розрахунку освітленості робочих зон.

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

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

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- ПЕК – паливно-енергетичний комплекс;  
ОЕС – об'єднана енергосистема;  
ПУЕ – правила улаштування електроустановок;  
ВН – висока напруга;  
НН – низька напруга;  
ЛЕП – 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 .....	8
1. Розрахункова частина .....	10
1.1 Аналіз об'єкта проектування .....	10
1.2 Розрахунок електричних навантажень .....	11
1.3 Розрахунок і вибір пристроїв компенсації реактивної потужності.....	15
1.4 Вибір типу живлячої підстанції. Розрахунок потужності і вибір кількості трансформаторів живлячої підстанції .....	16
1.5 Розрахунок номінальних струмів всіх споживачів і вибір живлячих кабелів.....	18
1.6 Розрахунок і вибір захисної та комутаційної апаратури .....	21
1.7 Розрахунок струмів короткого замикання в характерних точках схеми .....	25
1.8 Перевірка електрообладнання і струмопровідних частин на термічну і динамічну стійкість.....	30
1.9 Вибір трансформаторів струму та напруги .....	32
2. Охорона праці та техніка безпеки .....	36
2.1 При проведенні робіт на металорізальному верстаті типу гільйотина. ....	36
2.2 При проведенні робіт з гідравлічним пресом.....	42
2.3 Під час виконання робіт на крані. ....	44
2.4 Розрахунок заземлення та грозозахисту .....	54
2.5 Розрахунок освітлення приміщень цеху програмними засобами в середовищі DIALux.....	61
3. Економічна частина .....	70
3.1 Організація технічного обслуговування та ремонту електрообладнання .....	72
3.2 Розрахунок чисельності ремонтного та чергового персоналу .....	80
3.3 Розрахунок капітальних витрат на електрообладнання цеху.....	84

					<b>MP 5.8.141.142 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбатенко Б.М.			<b>Проектування системи електропостачання цеху металообробки. Ділянка вирубування Деталей прес-формою.</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Лебедка С.М.					6	98
Реценз.						<b>СумДУ ЕТ.мз-11с</b>		
Н. Контр.		Никифоров М.А						
Затверд.		Лебединський						

3.4 Розрахунок поточних витрат на електрообладнання цеху .....	87
3.5 Техніко-економічні показники електрослужби цеху .....	94
Висновки .....	95
Список літератури .....	97

## Вступ

Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) в Україні представлений підприємствами електроенергетики, вугледобувної, паливної та нафтопереробної промисловості. До електроенергетичного сектору входять теплові, атомні та гідроелектростанції, а також підприємства передачі та розподілу електроенергії. ПЕК включає видобування природних видів палива, їхню переробку, транспортування тощо.

Постачання енергією цехів металовиробів займає важливу позицію в промисловості. Адже саме такі підприємства споживають деталями, механізмами інші підприємства важкого машинобудування. Тому важливо встановити надійне обладнання задля хорошого енергопостачання. Це можуть бути нові автоматичні вимикачі, електромагнітні пускачі європейських стандартів, тощо.

З початку 2000-х років українська електроенергетична галузь працює загалом стабільно, забезпечуючи обсяги електроенергії, необхідні як для національної економіки та житлово-комунального сектору, так і для експорту. Останнім часом галузь нарощує частку своєї продукції у структурі споживання палива та енергії у країні. Однак потребує модернізації і розширення мережа ліній електропередачі, брак яких зумовлює, зокрема неповне використання потужностей українських АЕС і регіональні диспропорції у забезпеченні електроенергією. Недостатність маневрових потужностей і ліній передачі, а також недоліки систем управління (зокрема, диспетчеризації) знижують надійність і стабільність роботи ОЕС України, яка для усунення цих недоліків потребує досить значних інвестицій. Однак, непрозорість відносин у ПЕК загалом та електроенергетичній галузі зокрема, невиконання державою взятих на себе зобов'язань, бюрократизм і корупція перешкоджають припливу інвестицій, отже – модернізації галузі відповідно до європейських вимог, норм і стандартів. Тому очікувати інвестицій реально лише після належного інституційного забезпечення роботи галузі (та ПЕК України загалом): обмеження корупції; забезпечення сталої, відповідної європейському енергетичному законодавству нормативно-правової бази (в т.ч. у сфері податкового законодавства); запровадження засад відкритості, прозорості та соціальної відповідальності в діяльність усіх

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						8
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		



суб'єктів галузі.

В дипломній роботі розглядається питання електропостачання ділянки цеху металообробки, де використовується обладнання значної потужності. Для забезпечення надійності електропостачання використані бюджетні, але надійні рішення від компаній, що давно представлені на ринку.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						9
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

## 1. Розрахункова частина

### 1.1 Аналіз об'єкта проектування

Цех використовується для виготовлення металевих деталей різних габаритів за допомогою вирубання прес-формою. Металооброблювальне обладнання працює у тривалому режимі. Для пересування великогабаритних металевих деталей та сировини використовується кран. 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	$\cos\phi$
Верстат типу гільютина	4	30	0.8	0.82
Стрічковий металорізальний верстат	2	7.5	0.4	0.83
Гідравлічний прес на 1200 тон	1	120	0.7	0.8
Гідравлічний прес на 315 тон	5	30	0.9	0.85

					MP 5.8.141.142 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбатенко Б.М.			<b>Розрахункова частина</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Лебедка С.М.					10	27
Реценз.						СумДУ ЕТ.мз-11с		
Н. Контр.		Никифоров М.А						
Затверд.		Лебединський						

Продовження таблиці 1.1

Найменування споживача	Кількість, шт	$P_H$ , кВт	Коефіцієнт використання, Кв	$\cos\varphi$
Вентиляційна установка	4	7.5	0.95	0.84
Котел опалювальний	2	90	0.7	0.95
Агрегат повітряно-опалювальний	3	92.2	0.6	0.95
Піч опору	2	5	0.5	1
Кран	1	30	0.5	0.6

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

$S_{КЗ}$ , МВА	$\rho$ , Ом/м	A, м	B, м	h, м	$U_{ВН}$ , кВ	$U_{НН}$ , кВ	$I_3$ , А	Кліматична зона
200	150	72.5	42.5	8.5	6	0.4	22	2

## 1.2 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:

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						11
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

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

Результати розрахунків наведені у таблиці 1.3.

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

$$P_{CM.Вуз} = \sum P_{CM} = 661.46 \text{ кВт}$$

та реактивні складові потужностей по групам різнорідних електроспожива-  
чів  $Q_{CM.Вуз}$ , кВАр за формулою:

$$Q_{CM.Вуз} = \sum Q_{CM} = 352.078 \text{ кВАр}$$

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

$$P_{B.Вуз} = \sum P_B = 931.6 \text{ кВт}$$

Таблиця 1.3 – Результати розрахунку

Найменування споживача	$P_B$ , кВт	$P_{CM}$ , кВт	$Q_{CM}$ , кВАр	$tg\varphi$
Верстат типу гільйотина	120	96	67.008	0.698
Стрічковий металорізальний верстат	15	6	4.032	0.672
Гідравлічний прес на 1200 тон	120	84	63	0.75
Гідравлічний прес на 315 тон	150	135	83.665	0.6197
Вентиляційна установка	30	28.5	18.409	0.6459
Котел опалювальний	180	126	41.414	0.3287
Агрегат повітряно- опалювальний	276.6	165.96	54.548	0.3287
Піч опору	10	5	0	0
Кран	30	15	20	1.3333

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

$$K_{B.Вуз} = P_{CM.Вуз} / P_{B.Вуз} = 661.46 / 931.6 = 0.71$$

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

$$tg\varphi_{Вуз} = Q_{CM.Вуз} / P_{CM.Вуз} = 352.078 / 661.46 = 0.5323$$

виходячи зі значення  $tg\varphi_{Вуз}$ ,  $cos\varphi_{Вуз} = 0.8827$

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

$$m = P_{Hmax} / P_{Hmin} = 120 / 5 = 24$$

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:

$$n_{ef} = 2 * \sum P_{Hi} / P_{Hmax} = 2 * 931.6 / 120 = 15.527 \approx 16 \text{ шт}$$

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

Виходячи зі значень  $K_{B.Вуз}$  та  $n_{ef}$ , визначаємо коефіцієнт максимуму –  $K_M = 1.115$ .

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

$$P_M = K_M * P_{CM.Вуз} = 1.115 * 661.46 = 737.519 \text{ кВт}$$

та розрахункове реактивне навантаження  $Q_M$ , кВАр, за формулою:

$$Q_M = K_M * Q_{CM.Вуз} = 1.115 * 352.078 = 392.562 \text{ кВАр}$$

Визначаємо повну потужність споживачів  $S_M$ , кВА, за формулою:

$$S_M = \sqrt{(P_M + P_{OCB})^2 + Q_M^2} = \sqrt{(737.519 + 29.501)^2 + 392.562^2} = 861.641 \text{ кВА}$$

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						13
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

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

$P_{OCB}$  – потужність освітлення цеху, кВт.

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

$$P_{OCB} = P_M * 4\% / 100\% = 737.519 * 4\% / 100\% = 29.501 \text{ кВт}$$

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

$$P_P = P_B * K_B$$

де  $P_B$  – встановлена потужність СП, кВт.

Результати розрахунків наведені у таблицях 1.4-1.8.

Таблиця 1.4 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП1

Найменування споживача	Кількість, шт	$K_B$	$P_B$ , кВт	$P_P$ , кВт
Верстат типу гільйотина	4	0.8	195	156
Стрічковий металорізальний верстат	2			
Гідравлічний прес на 315 тон	2			

Таблиця 1.5 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП2

Найменування споживача	Кількість, шт	$K_B$	$P_B$ , кВт	$P_P$ , кВт
Гідравлічний прес на 1200 тон	1	0.786	210	165.06
Гідравлічний прес на 315 тон	3			

Таблиця 1.6 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП3

Найменування споживача	Кількість, шт	$K_B$	$P_B$ , кВт	$P_P$ , кВт
Котел опалювальний	2	0.664	220	146.08
Піч опору	2			
Кран	1			

Таблиця 1.7 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП4

Найменування споживача	Кількість, шт	$K_B$	$P_B$ , кВт	$P_P$ , кВт
Агрегат повітряно-опалювальний	2	0.6	184.4	110.64

Таблиця 1.8 – Дані споживачів приєднаних до силового пункту СП5

Найменування споживача	Кількість, шт	$K_B$	$P_B$ , кВт	$P_P$ , кВт
Вентиляційна установка	4	0.686	122.22	83.829
Агрегат повітряно-опалювальний	1			

### 1.3 Розрахунок і вибір пристроїв компенсації реактивної потужності

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

$$\cos\varphi_{CP.B} = P_M / S_M = 737.519 / 861.641 = 0.86$$

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

$$Q_{КП} = P_M * (tg\varphi_1 - tg\varphi_2) = 737.519 * (0.6041 - 0.3952) = 154.036 \text{ кВАр}$$

де  $tg\varphi_1$  – тангенс кута, що відповідає  $\cos\varphi_{CP.B} = 0.86$ ;

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

Дані обраних компенсуючих пристроїв наведені у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Параметри обраного компенсуючого пристрою [14]

Тип	Кількість, шт	$Q_{КУ}$ , кВАр	$U_H$ , кВ
КРМ 0.4-80-10 УЗ-У1	2	80	0.4

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

$$R_{РОЗР} = (15 * U_{\Phi}^2 * 10^6) / Q_{КУ} = (15 * 0.4^2 * 10^6) / 80 = 30000 \text{ Ом}$$

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

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

#### 1.4 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. 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:

$$S_P = \sqrt{(P_M + P_{ОСВ})^2 + (Q_M - n_{КУ} * Q_{КУ})^2} = \\ = \sqrt{(737.519 + 29.501)^2 + (392.562 - 2 * 80)^2} = 801.502 \text{ кВА}$$

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;

					МР 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						16
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		



$P_{OCB}$  – потужність освітлення цеху, кВт.

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

$$S_{Н.ТР} = S_P / K_3 * n = 801.502 / 0.75 * 2 = 534.335 \text{ кВА}$$

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 630 кВА, але вони не підходять за роботою у післяаварійному режимі. Тому далі проводимо розрахунки для 1000 кВА.

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

$$S_{Н.Ф} = S_{Н.КАТ} * \left(1 + \frac{(35 - \theta)}{100}\right) = 1000 * \left(1 + \frac{(35 - 20)}{100}\right) = 1150 \text{ кВА}$$

де  $\theta$  – фактична середньорічна температура охолоджуючого повітря, °C;

$S_{Н.КАТ}$  – потужність трансформатора за каталогом, кВА. Обирається з умови:  $S_{Н.КАТ} \geq S_{Н.ТР}$ .

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:

$$\begin{aligned} S_{AB} &= \sqrt{(P_{M1} + P_{OCB} + 0.5P_{M2})^2 + (Q_{M1} + 0.5Q_{M2} - n_{КУ} * Q_{КУ})^2} = \\ &= \sqrt{(737.519 + 29.501 + 0.5 * 0)^2 + (392.562 + 0.5 * 0 - 2 * 80)^2} = \\ &= 828.26 \text{ кВА} \end{aligned}$$

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:  $S_{Н.Ф} = 1150 \geq S_{AB} = 828.26$  кВА. Умова виконується, тому остаточно обираємо трансформатори ТМ-1000/6-У1, для трансформа-

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						17
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

торів також використовуємо технічні ніші для зливу масла. Дані обраних трансформаторів наведені у таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Параметри обраних трансформаторів [7]

Тип	$S_{НОМ}$ , кВА	$U_{ВН}$ , кВ	$U_{НН}$ , кВ	Габаритні розмі- ри, мм	$U_K$ , %	$I_{ХХ}$ , %	ПБЗ
ТМ-1000/6-У1	1000	6	0.4	2200x1150x2530	5.5	0.7	$\pm 2 \times 2.5\%$

### 1.5 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:  $I_{Доп} \geq I_H$ . Результати розрахунків наведені у таблиці 1.11.

Таблиця 1.11 – Номінальні струми споживачів. Дані обраних кабелів [13]

Найменування споживача	$I_H$ , А	Марка обраного ка- белю	$I_{Доп}$ , А
Верстат типу гільютина	55.586	ВВГ 5x10	58
Стрічковий металорізальний верстат	13.729	ВВГ 5x2.5	25
Гідравлічний прес на 1200 тон	227.901	ВВГ 5x95	242
Гідравлічний прес на 315 тон	53.624	ВВГ 5x10	58
Вентиляційна установка	13.566	ВВГ 5x2.5	25
Котел опалювальний	143.938	ВВГ 5x50	155
Агрегат повітряно- опалювальний	147.456	ВВГ 5x50	155

Продовження таблиці 1.11

Найменування споживача	$I_H, A$	Марка обраного ка- белю	$I_{Доп}, A$
Піч опору	7.597	ВВГ 5x2.5	25
Кран	75.967	ВВГ 5x25	104

Встановлений струм  $I_B, A$  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  $I_P, A$  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:  $I_{Доп} \geq I_H$ . Результати розрахунків наведені в таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Встановлені та розрахункові струми силових пунктів. Дані обраних кабелів [13]

Позначення сило- вого пункту	$I_B, A$	$I_P, A$	Марка обраного кабелю	$I_{Доп}, A$	$L, м$
СП1	296.272	237.017	ВВГ 5x150	321	50
СП2	319.062	250.783	ВВГ 5x185	369	60
СП3	334.255	221.946	ВВГ 5x185	369	40
СП4	280.167	168.100	ВВГ 5x150	321	18
СП5	185.664	127.365	ВВГ 5x70	196	20

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 1.13.

Таблиця 1.13 – Струми на сторонах ВН та НН трансформатора. Дані обраних кабелю та шини [13]

Сторона трансформатора	$I_P$ , А	Марка обраного кабелю	$I_{доп}$ , А	$L$ , м	$r_0$ , Ом/км	$x_0$ , Ом/км
ВН	134.715	ААШв 3х95	214	3700	0.326	0.078
НН	2127.08	ШМТ 100х10	2380	15	0.026	0.0165

Економічний переріз кабелю на стороні ВН  $S_{ЕК}$ , мм<sup>2</sup> розраховуємо за формулою:

$$S_{ЕК} = I_P / j_{ЕК} * n = 134.715 / 1.4 * 2 = 48.113 \text{ мм}^2$$

де  $j_{ЕК}$  – економічна густина струму, А/мм<sup>2</sup>.

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

Фактичне значення втрати напруги на стороні ВН  $\Delta U$ , % розраховуємо за формулою:

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{\sqrt{3} * 100}{U_H} * I_P * L * (\cos\varphi * r_0 + \sin\varphi * x_0) = \\ &= \frac{\sqrt{3} * 100}{6000} * 134.715 * 3.7 * (0.93 * 0.326 + \sqrt{1 - 0.93^2} * 0.078) = \\ &= 4.8\% \end{aligned}$$

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.

$$\Delta U = 4.8 \leq \Delta U_{\text{ДОП}} = 10 \%, \text{ умова задовольняється.}$$

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

$$I_{\text{ОСВ}} = \frac{P_{\text{ОСВ}}}{(\sqrt{3} * U_H)} = \frac{29.501}{(\sqrt{3} * 0.38)} = 44.822 \text{ А}$$

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

Результати розрахунків наведені в таблиці 1.14.

Фактичне значення втрати напруги в освітленні  $\Delta U$ , % розраховується за формулою:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} * 100}{U_H} * I_P * L * r_0 = \frac{\sqrt{3} * 100}{380} * 44.882 * 0.05 * 1.84 = 1.88 \%$$

$$\Delta U = 1.88 \leq \Delta U_{\text{ДОП}} = 7.5 \%, \text{ умова задовольняється.}$$

Таблиця 1.14 – Дані обраного кабелю основного освітлення [13]

Тип освітлення	$I$ , А	Марка обраного кабелю	$I_{\text{ДОП}}$ , А	$L$ , м
Основне	44.882	ВВГ 5x10	58	50

## 1.6 Розрахунок і вибір захисної та комутаційної апаратури

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

Комутаційна і захисна апаратура перш за все повинна задовольняти умови:

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

де  $U_{\text{Н.А}}$  – номінальна напруга апарата, В;

$U_{\text{Н.ЕМ}}$  – номінальна напруга електромережі, де встановлюється апарат, В;

$I_{\text{Н.А}}$  – номінальний струм апарата, А;

$I_{\text{ТР}}$  – розрахунковий довгочасний струм в колі з апаратом, А.

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

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

де  $I_H$  – номінальний струм споживача, А;

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

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

$$I_{УС.ЕМ} \geq K_3 * I_{\Pi}$$

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

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

$$I_{УС.Т} \geq K_3 * K_{ПЕР} * I_H$$

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

Результати розрахунків наведені у таблиці 1.15.

Дані обраних автоматичних вимикачів наведені у таблиці 1.16.

Таблиця 1.15 – Струми споживачів для вибору комутаційної та захисної апаратури

Назва споживача	$I_{\Pi}$ , А	$I_{УС.ЕМ}$ , А	$I_{УС.Т}$ , А
Верстат типу гільютина	389.1	486.375	72.956
Стрічковий металорізальний верстат	96.103	120.129	18.019
Гідравлічний прес на 1200 тон	1595.310	1994.137	299.121
Гідравлічний прес на 315 тон	375.367	469.209	70.381
Вентиляційна установка	94.959	118.699	17.805
Котел опалювальний	1007.564	1259.455	188.918
Агрегат повітряно-опалювальний	1032.194	1290.242	193.536
Піч опору	53.177	66.471	9.971
Кран	531.770	664.712	99.707

Таблиця 1.16 – Дані обраних автоматичних вимикачів [16]

Назва споживача	Марка авт. вим.	$U_{НОМ}$ , В	$I_{НОМ}$ , А	$I_{УС.ЕМ}$ , А	$I_{УС.Т}$ , А
Верстат типу гільютина	ВА88-33 3Р	380	63	630	63
Стрічковий металорізальний верстат	ВА88-33 3Р	380	25	500	25
Гідравлічний прес на 1200 тон	ВА88-37 3Р	380	315	3150	315
Гідравлічний прес на 315 тон	ВА88-33 3Р	380	80	800	80
Вентиляційна установка	ВА88-33 3Р	380	25	500	25
Котел опалювальний	ВА88-35 3Р	380	200	2000	200
Агрегат повітряно-опалювальний	ВА88-35 3Р	380	200	2000	200
Піч опору	ВА88-33 3Р	380	16	500	16
Кран	ВА88-33 3Р	380	100	1000	100

Також обираємо магнітні пускачі з тепловими реле та кнопкою для віддаленого пуску вентиляційних агрегатів. Дані обраних магнітних пускачів наведені у таблиці 1.18.

Таблиця 1.18 – 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  $I_{\Sigma}$ , А розраховуємо за формулою:

$$I_{\Sigma} = K_{НВ} * I_{В}$$

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						23
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

де  $I_B$  – встановлений струм силового пункту, А;

$K_{HB}$  – коефіцієнт неодноразовості включення. Приймаємо  $K_{HB} = 1$ .

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

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

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

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

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

Результати розрахунків наведені в таблиці 1.19.

Таблиця 1.19 – Розраховані струми силових пунктів. Дані обраних автоматичних вимикачів [16]

Позначення силового пункту	$I_{\Sigma}$ , А	$I_{УС.ЕМ}$ , А	Марка авт. вим.	$U_{НОМ}$ В	$I_{НОМ}$ , А	$I_{УС.ЕМ}$ А	$I_{УС.ТР}$ А
СП1	296.272	690.563	ВА88-37 3Р	380	315	3150	315
СП2	319.062	1756.182	ВА88-37 3Р	380	400	4000	400
СП3	334.255	1242.662	ВА88-37 3Р	380	400	4000	400
СП4	280.167	1179.650	ВА88-37 3Р	380	315	3150	315
СП5	185.664	1086.456	ВА88-35 3Р	380	200	2000	200

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

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

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





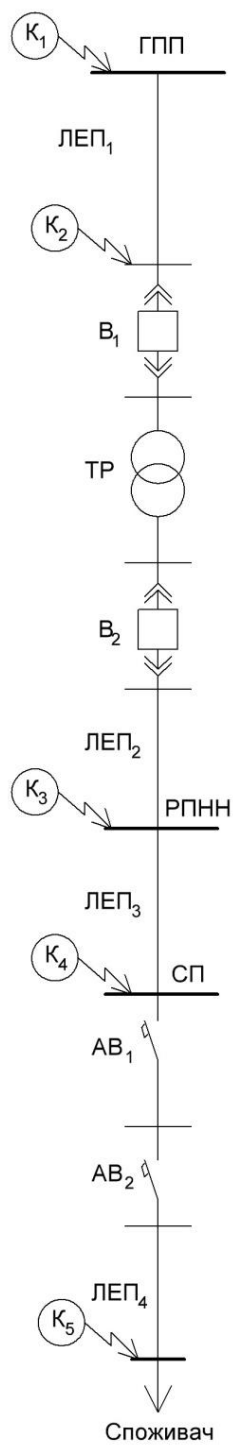


Рисунок 1 – Схема для розрахунку струмів КЗ у характерних точках

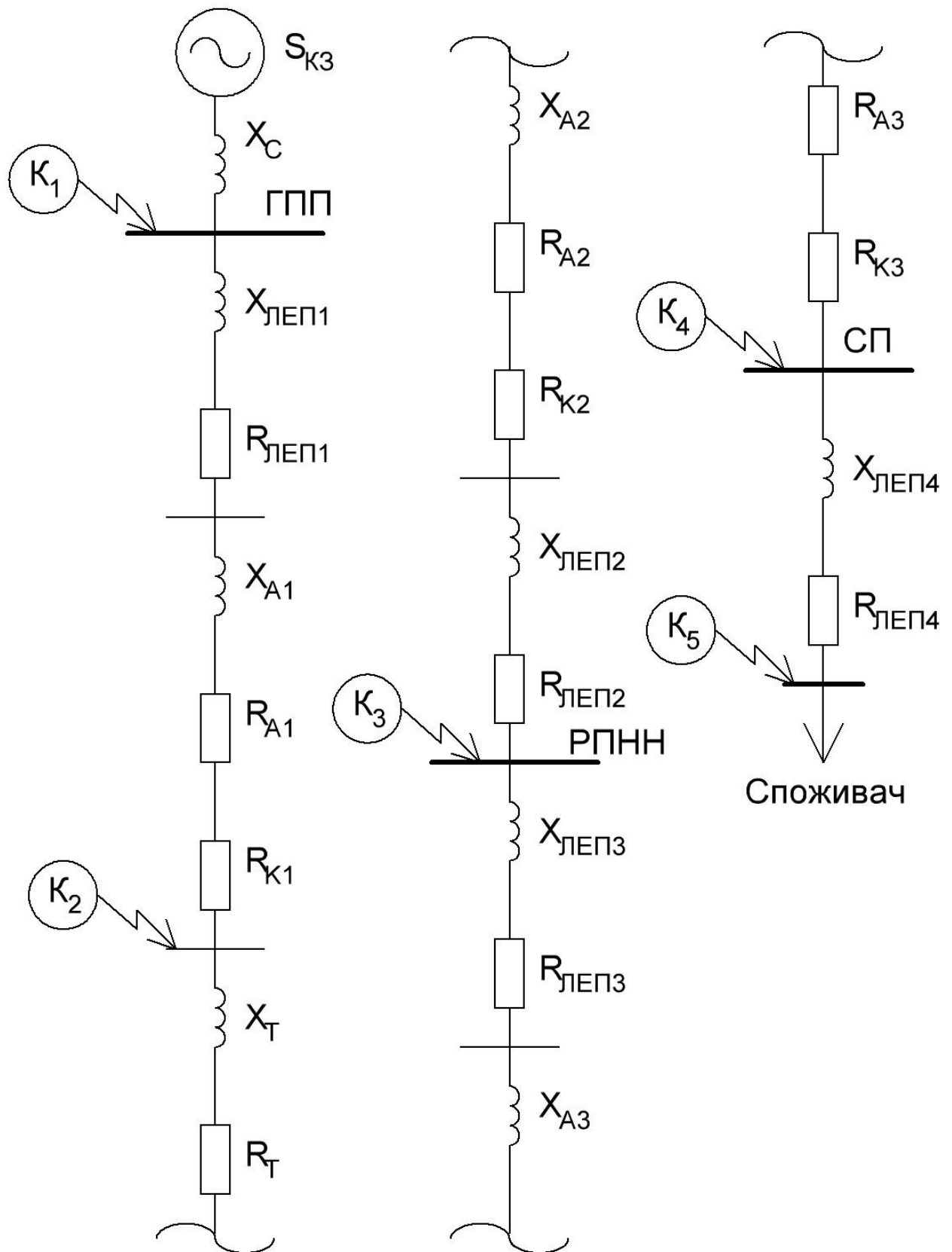


Рисунок 2 – Схема заміщення для розрахунку струмів КЗ

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

МР 5.8.141.142 ПЗ

Арк

27

Розраховуємо параметри елементів схеми за вихідними даними з таблиць 1.21-1.23.

Таблиця 1.21 – Параметри трансформатора для розрахунку струмів КЗ [7]

Тип	$U_{ВН}$ , кВ	$U_{НН}$ , кВ	$U_K$ , %	$I_{ХХ}$ , %	$\Delta P_K$ , кВт	$\Delta P_{ХХ}$ , кВт	$X_T$ , МОм	$R_T$ , МОм
ТМ-1000/6-У1	6	0.4	5.5	0.7	10.8	1.6	1980	388.8

Таблиця 1.22 – Внутрішні опори комутаційних апаратів для розрахунку струмів КЗ [16,17]

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-2500	0.07	0.07	0.06
СП (ввідний автомат)	ВА88-37 3Р	0.17	0.4	0.15
СП (фідерний автомат)	ВА88-35 3Р	0.33	0.32	0.25

Таблиця 1.23 – Параметри кабельних ліній для розрахунку струмів КЗ [13]

	Марка кабелю	$l$ , м	$r_0$ , Ом/км	$x_0$ , Ом/км
ЛЕП <sub>1</sub>	ААШв 3х95	3700	0.326	0.078
ЛЕП <sub>2</sub>	ШМТ 100х10	15	0.026	0.165
ЛЕП <sub>3</sub>	ВВГ 5х185	60	0.1	0.0596
ЛЕП <sub>4</sub>	ВВГ 5х95	12	0.195	0.0602

Реактивний опір системи  $X_C$ , Ом розраховуємо за формулою:

$$X_C = \frac{U_C^2}{S_{КЗ}} = \frac{6.3^2}{200} = 0.19845 \text{ Ом}$$

де  $U_C$  – середня номінальна напруга системи, кВ;

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

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

$$R_{ЛЕП} = r_0 * l$$

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

$l$  – довжина кабельної лінії, км.

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

$$X_{\text{ЛЕП}} = x_0 * l$$

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

У подальших розрахунках опір використовуємо у міліомах. Результати розрахунків наведені у таблиці 1.24.

Таблиця 1.24 – Розраховані параметри кабельних ліній

	Марка кабелю	$R_{\text{ЛЕП}}$ , мОм	$X_{\text{ЛЕП}}$ , мОм
ЛЕП <sub>1</sub>	ААШв 3х95	1206.2	288.6
ЛЕП <sub>2</sub>	ШМТ 100х10	0.004290	2.4750
ЛЕП <sub>3</sub>	ВВГ 5х185	6	3.576
ЛЕП <sub>4</sub>	ВВГ 5х95	2.34	0.7224

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

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

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

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

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

$R_{\Sigma}$  – сумарний активний опір до характерної точки КЗ, мОм;

$X_{\Sigma}$  – 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.





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

$t_{\text{пр}}$  – час протікання струму КЗ через кабельну лінію, с.

Мінімальний термічно стійкий переріз  $S_{\text{min}}$ , мм<sup>2</sup> розраховуємо за формулою:

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

де  $C$  – коефіцієнт, що враховує матеріал жили кабелю.

Результати розрахунків наведені у таблиці 1.27.

Таблиця 1.27 – Результати перевірки кабельних ліній на термічну стійкість

	Марка кабелю	C	$B_K, A^2 \cdot c$	$S_{\text{min}}, \text{мм}^2$	$S_{\text{КАБ}}, \text{мм}^2$
ЛЕП <sub>1</sub>	ААШв 3х95	90	1050793.978	11,390	95
ЛЕП <sub>2</sub>	ШМТ 100х10	160	33946677.98	36,415	1000
ЛЕП <sub>3</sub>	ВВГ 5х185	160	16360502.33	25,280	185
ЛЕП <sub>4</sub>	ВВГ 5х95	160	12577139.68	22,165	95

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

### 1.9 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 виміру трьох міжфазових напруг, лічильники активної і реактивної енергії, на секційному вимикачі 0,4 кВ – амперметр. Розрахунок вторинного навантаження трансформатора струму наведений у таблиці 1.30.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						32
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		



Таблиця 1.31 – Вторинне навантаження трансформаторів струму

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Перетин жил  $F$ , мм<sup>2</sup> при довжині сполучного кабеля  $l$ , м розраховуємо за формулою:

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

де  $\rho$  – питомий опір матеріалу жил сполучного кабелю, Ом\*мм/м.

Перетин сполучних проводів за умовами механічної міцності повинний бути не менше ніж 2.5 мм<sup>2</sup> для мідних жил і не менше ніж 4 мм<sup>2</sup> 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 1.32.

Таблиця 1.32 – Результати розрахунків для вибору ТС

Місце встановлення ТС	$I_{ТС.втор}$ , А	$Z_{прил}$ , Ом	$Z'_{пр}$ , Ом	$\rho$ , Ом*мм/м	$l$ , м	$F$ , мм <sup>2</sup>	$Z_{пр}$ , Ом	$Z_H$ , Ом
В колі силового т-ра з боку НН	5	0.06	3.84	0.0283	10	4	0.0708	0.231
В колі секц. вимикача на НН	5	0.02	3.88	0.0283	10	4	0.0708	0.191
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 1.33.

Таблиця 1.33 – Параметри обраних трансформаторі струму [17]

Місце встановлення ТС	Марка ТС	Умова вибору	Розрахункові значення	Каталожні значення
В колі силового т-ра з боку НН	ТШЛШ-0.66	$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.66 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	2127.08 А	3000 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	32.253 кА	-
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	33.947 кА <sup>2</sup> с	168.75 кА <sup>2</sup> с
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.231 Ом	0.4 Ом
В колі секц. вимикача на НН	ТШЛШ-0.66	$U_C \leq U_H$	0.4 кВ	0.66 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	1063.54 А	1500 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	34.253 кА	-
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	33.947 кА <sup>2</sup> с	168.75 кА <sup>2</sup> с
		$Z_H \leq Z_{H.НОМ}$	0.191 Ом	0.4 Ом
В колі силового т-ра на боці ВН	ТОЛ-10	$U_C \leq U_H$	6 кВ	10 кВ
		$I_{max} \leq I_{НОМ}$	134.715 А	150 А
		$i_{уд} \leq I_{СКВ}$	6.026 кА	100 кА
		$B_K \leq I_T^2 t_r$	1.051 кА <sup>2</sup> с	9 кА <sup>2</sup> 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.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						35
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

## 2. Охорона праці та техніка безпеки

### 2.1 При проведенні робіт на металорізальному верстаті типу гільйотина.

#### 2.1.1. Загальні положення.

2.1.1.1. До роботи з різання металу на ножицях допускаються працівники, які пройшли медичний огляд, виробниче навчання, які склали іспит кваліфікаційної комісії та отримали посвідчення на право виконання цих робіт, пройшли вступний інструктаж з охорони праці при прийомі на роботу та первинний інструктаж на робочому місці, а також повторний, та, за потреби, позаплановий та цільовий інструктажі з охорони праці.

2.1.1.2. Працівникам, допущеним до виконання робіт, необхідно дотримуватись правил внутрішнього розпорядку, встановлених в організації.

2.1.1.3. При роботі на ножицях слід дотримуватися режиму праці та відпочинку. Відпочивати та палити допускається у спеціально обладнаних місцях.

2.1.1.4. Допускається працювати тільки на тих ножицях, які вказані в технологічній карті на виконання цієї операції, та виконувати тільки ту роботу, яка доручена роботодавцем.

2.1.1.5. У процесі роботи при різанні металу на ножицях на працівника можлива дія наступних небезпечних та шкідливих виробничих факторів: шум, запиленість, несприятливі параметри мікроклімату, небезпека порізів рук під час встановлення листів на стіл та можливість попадання пальців рук працівників під ножі та притиски.

2.1.1.6. Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту видаються працівникам згідно з діючими нормами та відповідно до виконуваної роботи.

2.1.1.7. Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту слід зберігати у спеціально відведених місцях з дотриманням правил зберігання та застосовувати у справному стані.

					MP 5.8.141.142 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Горбатенко Б.М.			<b>Охорона праці та техніка безпеки</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Лебедка С.М.					36	34
<i>Реценз.</i>						СумДУ ЕТ.мз-11с		
<i>Н. Контр.</i>		Никифоров М.А						
<i>Затверд.</i>		Лебединський						

2.1.1.8. Працівникам необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки, знати сигнали оповіщення про пожежу, місця розташування засобів пожежогасіння та вміти користуватися ними.

2.1.1.9. При нещасному випадку припинити роботу, повідомити про це керівництво та звернутися за медичною допомогою.

2.1.1.10. У разі нещасного випадку з іншим працівником слід надати йому першу долікарську допомогу та відправити до медичного закладу.

2.1.1.11. Працівникам, які виконують роботи з ножицями, необхідно дотримуватись правил особистої гігієни (мити руки з милом або приймати душ).

2.1.1.12. У разі виникнення у процесі роботи будь-яких питань, пов'язаних із її безпечним виконанням, слід звернутися до працівника, відповідального за безпечне виконання робіт.

2.1.1.13. Працівники, які не виконують вимоги цієї інструкції, несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України.

2.1.2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

2.1.2.1. Перед початком роботи слід упорядкувати робочий одяг:

- заправити одяг так, щоб не було частин, що звисають;
- одягнути головний убір.

2.1.2.2. Відрегулювати місцеве освітлення так, щоб робоча зона була достатньо освітлена, і світло не сліпило очі.

2.1.2.3. Підготувати справний та стійкий інвентар для укладання листів та нарізаних заготовок (столи, етажерки тощо), а також тару для обрізків. За наявності механізації стапелювання та збирання нарізаних смуг суворо стежити за справністю механізмів.

Листи, що підлягають розкрою, слід розташовувати приблизно в одній площині зі столом ножиць і недалеко від них.

2.1.2.4. Оглядом переконатися у справності силової електропроводки та огорож інших частин, що знаходяться під напругою, а також у відсутності обриву провідника захисного заземлення.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						37
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

2.1.2.5. Переконалися в наявності та надійності кріплення огорож всіх рухомих частин передавального механізму приводних ножиць (шківів, ременів, шестерень, маховиків, валів), а також запобіжних лінійок або рухомих притисків та ножів.

2.1.2.6. При педальному включенні перевірити наявність щитка, що захищає педаль зверху. Випробувати зусилля натискання на педаль: воно має бути не дуже слабким, але й не сильним (2,5 – 3,6 кг).

2.1.2.7. Перевірити кріплення та правильність встановлення ножів відповідно до товщини та твердості матеріалу, що підлягає розкрою, а також правильність їх заточування.

2.1.2.8. На механічних ножицях слід перевірити на неодруженому ходу відсутність здвоєних ударів (справність муфти включення), а також надійність роботи гальма.

На ручних ножицях перевірити положення противаги: він повинен перешкоджати довільному опусканню важеля-ножедержача вниз і повертати його у верхнє положення при опусканні важеля.

2.1.2.9. Закріпити жорстко упори, що фіксують лист, що розрізається, відповідно до майбутньої роботи. Довжина смуг, що нарізаються, повинна бути меншою відстані між напрямними стрижнями упору.

2.1.2.10. Приготувати необхідний під час роботи інструмент, передбачений технологією, перевірити його справність та розташувати на спеціальній тумбочці поблизу ножиць у порядку, зручному для користування.

2.1.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

2.1.3.1. Всі операції з листовим матеріалом - транспортування, укладання, подачу до ножиць, збирання, сортування та видалення обрізків слід проводити тільки у справних рукавицях.

2.1.3.2. Працюючи з підручним, погоджувати свої дії з його роботою та попереджати про запуск ножиць.

2.1.3.3. Листовий матеріал, що підлягає розрізуванню, слід надійно укласти на спеціальні столи або підставки рівними стійками.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						38
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

2.1.3.4. Не допускати скупчення ножиць нарізаних заготовок і обрізків. Слідкувати, щоб обрізки не потрапляли під пускову педаль.

2.1.3.5. Не допускається робота з ножицями, змащеними жиром чи олією. Ножі мають бути сухими; при забрудненні їх слід протирати та очищати від окалини спеціальними щітками чи кистями. Ножиці при цьому слід вимкнути.

2.1.3.6. Якщо в процесі роботи спостерігаються загинання кромки і утворення задирок у листа, що розрізається, слід перевірити правильність зазору між ножами. Зазор між ножами ножиць повинен бути не більше 0,05 товщини листового матеріалу, що розрізається.

2.1.3.7. Заусенці, що утворилися, видаляти зачисткою на спеціальних абразивних колах або спеціальними скребками (у тонкого матеріалу).

2.1.3.8. Не допускається вводити руки в простір між ножами при включених ножицях і різати без запобіжної лінійки.

2.1.3.9. Не допускається різати матеріал завтовшки більшою, ніж допустимо паспортом ножиць і розрізати кілька аркушів одночасно.

2.1.3.10. Не допускається знімати упори, що обмежують подачу матеріалу, запобіжні лінійки та рухомі огороження ножів та притисків. Рухлива огорожа має бути на петлях.

2.1.3.11. Необхідно стежити за щільним приляганням смуги та листа до столу ножиць; при обробці листів та смуг, що перевищують розміри столу, слід застосовувати спеціальні приставки та упори.

2.1.3.12. При різанні листів малого розміру та залишків листа слід подавати матеріал за допомогою спеціального пристрою, а не руками.

2.1.3.13. У разі недостатньої стійкості столу роботу припинити та надійно закріпити стіл.

2.1.3.14. При різанні на ручних ножицях покласти на стіл аркуш до упору, однією рукою притиснути аркуш до столу, а інший опустити важіль-ножетримач.

2.1.3.15. При роботі на гільйотинних ножицях слід суворо стежити за наявністю огороження притисків та ножів. Огороження необхідно заблокувати з уві-

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						39
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

мкненням ножиць. Допускається огороження ножів та притисків нерухомою запобіжною лінійкою, встановленою перед притисками. Зазор між матеріалами та нижньою гранню лінійки не повинен перевищувати 6 мм.

Працювати без запобіжних пристроїв ножів та притисків, що унеможливають попадання рук під ножі, не допускається.

2.1.3.16. Під час роботи ножицями не допускається застосування допоміжних важелів для подовження ручок або різання з ударами по лезах або ручках.

2.1.3.17. Різальнику слід включати ножі тільки після того, як він особисто переконався в тому, що деталь встановлена правильно і його підручний не торкається деталі, що обробляється.

2.1.3.18. Різати метал на ножицях, утримуючи його на вазі руками, не допускається. Виконуючи різання коротких вузлів, смуг та дрібних деталей, притримувати їх плоскогубцями.

2.1.3.19. У процесі різання на гільйотинних ножицях не допускається перебувати підручному або іншому працівникові із задньої сторони ножиць та поблизу вертикального повзуна.

2.1.3.20. При різанні на згинальному верстаті не допускається поправляти на ходу вальці, матеріал і скидати окалину руками.

2.1.3.21. Вирізаючи металеві латки, гострі кути, краї та задирки слід ретельно зачистити, щоб унеможливити травмування рук.

2.1.4. Вимоги безпеки при аварійних ситуаціях.

2.1.4.1. Слід припинити виконання робіт, відключити обладнання, що використовується, про те, що сталося повідомити керівника робіт при виникненні хоча б однієї з наступних несправностей:

- ослаблення кріплення ножів гільйотинних ножиць;
- несправність запобіжного пристрою ножів та притисків;
- несправність противаги на ручних ножицях;
- несправність гальма на механічних ножицях;
- несправність кріплення огорож всіх рухомих частин передавального меха-



нізму приводних ножиць;

- несправність пристроїв;
- несправність силової електропроводки;
- обрив провідника захисного заземлення;
- виникнення ситуації, що з відсутністю висвітлення.

2.1.4.2. При нещасному випадку слід:

- вжити заходів до звільнення потерпілого від дії фактора, що травмує;
- надати потерпілому першу допомогу залежно від виду травм;
- інформувати про те, що сталося, і вжити заходів до евакуації потерпілого

до лікувального закладу.

2.1.4.3. У разі виникнення пожежі:

- припинити роботу;
- відключити електроустаткування;
- викликати пожежну охорону та повідомити керівництво організації;
- розпочати гасіння пожежі наявними засобами пожежогасіння.

2.1.4.4. При ураженні електричним струмом слід:

- відключити електроустаткування;
- потерпілого звільнити від струмовідних частин;
- надати потерпілому допомогу;
- повідомити керівника організації про те, що сталося.

2.1.5. Вимоги безпеки після закінчення роботи.

2.1.5.1. Вимкнути електромотор і закрити на замок пристрої, що включають.

2.1.5.2. Протерти ножиці і змастити частини, що труться. Очистити стіл від окалини та олії.

2.1.5.3. Упорядкувати робоче місце: скласти в рівні стоси залишок матеріалу, прибрати в тару або на призначене місце обрізки, здати готову продукцію.

2.1.5.4. Зібрати використаний обтиральний матеріал і скласти його у відповідну тару.

2.1.5.5. Провести санітарно-гігієнічні процедури. Повідомити зміннику та

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						41
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

керівнику робіт про виконану роботу, виявлені під час роботи неполадок.

## **2.2 При проведенні робіт з гідравлічним пресом.**

### 2.2.1. Загальні положення.

2.2.1.1. До роботи з гідравлічним пресом допускаються особи, що пройшли вступний інструктаж і первинний інструктаж на робочому місці з охорони праці та навчені безпечним методам роботи. Працівник, який не пройшов своєчасно повторний інструктаж з охорони праці, не може приступати до роботи.

2.2.1.2. Працівник зобов'язаний дотримуватися Правил внутрішнього трудового розпорядку, встановлених на підприємстві, не допускати порушення трудової та виробничої дисципліни.

Не допускається вживання алкогольних, наркотичних та токсичних речовин, а також куріння у невстановлених місцях.

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

2.2.1.4. Працівник повинен знати, що найбільш небезпечними та шкідливими виробничими факторами, які можуть діяти на нього в процесі виконання робіт:

- обладнання, інструмент, пристрої. Використання несправного обладнання, інструменту, пристроїв чи його неправильне застосування може призвести до травм;
- оброблювані вироби (заготівлі, деталі та ін.) та матеріали. Оброблювані вироби можуть травмувати працівника при неакуратній установці та зніманні оброблюваних деталей, при ненадійному їх кріпленні, за наявності задирок на гострих кромках;
- сколи та металева стружка, що утворюються при обробці виробів та матеріалів. Тирса може стати причиною пошкодження очей, а металева стружка, крім того, може бути причиною пошкодження рук працівника;
- Працівник повинен працювати у спецодязі та у разі потреби використовувати інші засоби захисту.

### 2.2.2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

2.2.2.1. Одягнути спецодяг (застібнути рукави, не допускати кінців, що зви-

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						42
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

сають) і необхідні ЗІЗ (захисні окуляри).

2.2.2.2. Оглянути і підготувати своє робоче місце, прибрати предмети, що заважають роботі, і звільнити проходи. Підлога виробничих приміщень повинна відповідати санітарно-гігієнічним вимогам і не повинна бути слизькою!

2.2.2.3. Переконалися у достатній освітленості робочого місця. При необхідності використання переносного світильника переконалися в його справності, напруга для переносного світильника має перевищувати 36В.

2.2.2.4. Гідравлічний прес повинен бути закріплений на підлозі та відповідати таким вимогам:

- корпус преса (станина) не повинен мати тріщин та інших ушкоджень;
- манометр робочого тиску гідравлічного преса має бути справним;
- робоча зона, спрямована у бік проходів чи бік іншого устаткування, повинна бути надійно захищена захисним екраном;
- пристосування для випресування повинні підходити за розміром і не мати схильності до руйнування (розтріскування);
- підставки під оброблювану деталь повинні відповідати розмірам деталі та мати можливість фіксації деталі на пресі.

2.2.2.5. Гідравлічні шланги не повинні мати пошкоджень, їх необхідно надійно закріплювати на штуцер.

2.2.2.6. Гідроциліндр не повинен пропускати робочу рідину.

2.2.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

2.2.3.1. Слідкувати за тим, щоб не було витoku робочої рідини у місцях приєднання шлангів.

2.2.3.2. Оброблювані деталі встановлювати стійко на робочих пристроях таким чином, щоб виключити будь-яке їхнє зміщення під час роботи. Обробляти деталі, що знаходяться в підвішеному стані або утримувані руками, не допускається, тому що при цьому можливо довільне переміщення або падіння оброблюваної деталі та травмування робітника.

2.2.3.3. При пресуванні деталі слідкувати, щоб вона була міцно закріплена, а

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						43
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

форма була встановлена без перекосів.

2.2.3.4. Не допускається:

- тримати руки поблизу робочої зони і працювати в рукавицях, оскільки можливе захоплення і травмування рук працівника;
- використовувати не підходящі за вимогами безпеки саморобні пристрої або пристосування з металу схильного до утворення сколів та тріщин.

2.2.4. Вимоги безпеки після закінчення роботи.

2.2.4.1. Закрити вентиль (клапан) на масляній магістралі.

2.2.4.2. Ретельно протерти та очистити пристосування та інструмент від стружки, тирси, пилу.

2.2.4.3. Упорядкувати робоче місце.

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

2.2.4.5. Про всі недоліки, виявлені під час роботи, сповістити свого безпосереднього керівника.

### **2.3 Під час виконання робіт на крані.**

2.3.1. Загальні положення.

2.3.1.1. Допуск до роботи машиністів електричних кранів оформляється наказом на підприємстві після проведення вступного інструктажу, видачі посвідчення про перевірку знань правил охорони праці, проведення інструктажу на робочому місці.

2.3.1.2. Машиніст зобов'язаний дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства. Курити у виробничих та допоміжних приміщеннях та на території підприємства дозволяється лише у спеціально відведених для цієї мети місцях.

2.3.1.3. На машиністів можливий вплив наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- машини, що рухаються, і механізми;
- вантажі, що переміщуються та складуються;

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						44
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- мікроклімат;
- небезпечна напруга в електричному колі;
- не огорожені елементи обладнання, що рухаються або обертаються.

2.3.1.4. Машиніст, залежно від умов роботи, має бути забезпечений спецодягом, спецвзуттям та індивідуальними засобами захисту ЗІЗ.

2.3.1.5. Машиніст, який має посвідчення на право самостійної роботи, повинен:

- знати будову та призначення всіх механізмів крана, окремих його елементів, всієї апаратури;
- володіти навичками, потрібними для управління всіма механізмами крана та догляду за ними;
- знати порядок обміну сигналами із корегувальником;
- знати асортимент та призначення мастильних матеріалів, що застосовуються для змащення крана;
- вміти визначати придатність до роботи канатів, гака, вантажозахоплювальних пристроїв та тари;
- знати правила безпечного переміщення вантажів кранами;
- знати вимоги до кранових шляхів, їх утримання та захисного заземлення;
- знати прийоми звільнення від дії електричного струму осіб, які потрапили під напругу, та способи надання їм допомоги.

2.3.1.6. Машиніст під час роботи відповідає за всі дії прикріпленого до нього для проходження стажування учня, несе повну відповідальність за порушення вимог щодо управління та обслуговування крана, викладених у цій Інструкції, та контролює роботу стропальника.

2.3.1.7. Для підвішування вантажу на гак вантажопідіймальних кранів, що керуються з кабіни, повинні бути призначені стропальники, які пройшли належне навчання, атестацію та мають посвідчення на право виконання робіт з обв'язування вантажів. Під час роботи стропальник повинен мати характерну нарукавну пов'язку

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						45
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

або жетон.

2.3.1.8. У тих випадках, коли зона, що обслуговується краном, повністю не оглядається з кабіни машиніста, для передачі сигналів стропальника машиністу (кранівнику) повинен бути призначений сигнальник з числа робітників, навчених подачі сигналів.

2.3.1.9. У кабіні кожного крана повинна зберігатися прошнурована та пронумерована книга - вахтовий журнал для запису зауважень машиніста під час прийому та здавання зміни. Записи у вахтовому журналі щодня повинні перевірятися механіком - особою, яка відповідає за справний стан вантажопідіймальних машин..

2.3.1.10. Кожен кран повинен бути укомплектований вуглекислотним вогнегасником, діелектричними рукавичками, діелектричним килимком, двері кабіни крана повинні замикатися на замок.

2.3.1.11. На конструкції крана має бути вивішена добре видима обслуговуючому персоналу табличка із зазначенням реєстраційного номера, вантажопідйомності крана та чергового терміну технічного огляду.

2.3.1.12. Вантажопідйомні машини, вантажозахоплювальні пристрої та тара, які не пройшли технічного огляду або з простроченими термінами технічного огляду, до роботи не допускаються.

2.3.1.13. На підприємстві повинні бути розроблені способи правильної стропування вантажів та вивішено графічне зображення у місцях виконання робіт.

2.3.1.14. Місце виконання робіт з підйому та переміщення вантажів має бути добре освітлене. При недостатньому освітленні місця роботи, а також в інших випадках, коли машиніст крана погано розрізняє сигнали стропальника або вантаж, що переміщується, робота крана повинна бути припинена.

2.3.1.15. Про випадки травмування та виявлення несправності обладнання, пристроїв та інструменту робітники повинні негайно повідомити майстра та начальника ділянки.

2.3.1.16. Особи, що не виконують вимог цієї Інструкції, несуть кримінальну та адміністративну відповідальність у встановленому порядку.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						46
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

### 2.3.2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

2.3.2.1. Перш ніж приступити до роботи, машиніст (кранівник) повинен ознайомитися із записами у вахтовому журналі і зробити приймання крана, переконавшись у справності всіх його механізмів і частин, для чого він повинен при вимкненому рубильнику:

- зробити зовнішній огляд механізмів крана, їх гальм та електрообладнання, захисного заземлення, гака, а також каната та переконатися у їх справності;
- перевірити наявність мастила механізмів і канатів, і у разі необхідності зробити їх мастило;
- перевірити наявність та справність огорож механізмів, електрообладнання, галерей, майданчиків;
- переконатися в наявності та справності робочого та ремонтного освітлення, а також звукового сигнального пристрою;
- переконатися у наявності гумового діелектричного килимка у кабіні крана;
- оглянути підкранові шляхи та переконатися у відсутності на крані у підкранових шляхах ремонтного персоналу та сторонніх осіб;
- оглянути металоконструкції, огороження крана та переконатися у відсутності сторонніх предметів, які можуть при русі впасти з крана;
- перевірити справність приладів безпеки – обмежувача підйому гака, обмежувача вантажопідйомності та інших приладів безпеки.

2.3.2.2. Огляд крана в нічний та вечірній час слід проводити лише за достатнього освітлення.

2.3.2.3. Після огляду крана перед пуском його в роботу машиніст повинен випробувати вхолосту і перевірити справність дії:

- всіх механізмів;
- електроустаткування, у тому числі: кінцевих вимикачів, нульового блокування, блокувальних контактів люка, дверей кабіни та дверей на мосту крана, освітлення тощо.

2.3.2.4. Після огляду крана та перевірки справності його механізмів кранів-

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						47
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

ник повинен зробити відповідний запис у вахтовому журналі.

2.3.2.5. Після огляду крана та виявлення несправностей машиніст (кранівник), не приступаючи до роботи, повинен відключити кран за допомогою лінійного рубильника, зробити відповідний запис у вахтовому журналі та доповісти про цю особу, відповідальну за справний стан крана.

Машиніст (кранівник) має право приступити до роботи на крані тільки після усунення виявлених несправностей та відповідного запису та підпису у вахтовому журналі особою, яка усунула несправність.

2.3.2.6. Машиніст (кранівник) не має права розпочати роботу, якщо немає атестованих стропальників або якщо їм під час огляду та випробування механізмів буде встановлено, що:

- у гака є знос від вантажозахоплювального пристрою понад 10% первісного перерізу, а також наявність тріщин і розігнутості гака;
- гак не обертається в обоймі;
- гайка, що кріпить гак, не має пристрою, що запобігає її самовідгвинчування;
- блоки гака або іншого захватного органу не обертаються навколо осі;
- осі не закріплені запірними планками чи іншими запірними пристроями;
- канати мають дефекти, через які підлягають вибраковування;
- гальмо не гальмує;
- осі важеля гальма не мають шплінтів, заклепки обкладок зачіпають за поверхню гальмівного шківа;
- у сполучних муфт відсутні шпильки та гайки на шпильках, відсутні або зношені пружні кільця;
- редуктори гальма, гальмівні шківи, електродвигун, а також інше обладнання крана не укріплені та зміщуються під час роботи механізмів;
- тролєї, розташовані мосту крана, стикаються між собою чи з металоконструкціями крана;
- струмознімачі стикаються з суміжними тролеями;

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						48
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		



- гнучкі тролєї провисають;
- ізоляція електропроводу пошкоджена;
- заземлююча проводка має обрив;
- не діють кінцеві вимикачі або їх важелі не повертаються у вихідне положення, не діють блокувальні контакти люка, дверей кабіни, мосту тощо;
- не працюють автоматичні протиугінні пристрої, нульовий захист, сигнал та інші запобіжні пристрої;
- знято раніше встановлену огорожу механізмів та струмопровідних частин електроустаткування;
- відсутня гумовий діелектричний килимок у кабіні, захисне заземлення корпусів електроустаткування, а також металоконструкцій крана загалом;
- корпуси контролерів та іншого електрообладнання, а також сам кран знаходяться під напругою;
- наявне на крані освітлення несправне.

### 2.3.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

2.3.3.1. Машиністу (кранівнику) забороняється працювати з ненавченими стропальниками та допускати до стропування вантажів сторонніх осіб. Роботу потрібно проводити тільки за сигналом стропальника або спеціально виділеного сигнальника. Машиніст під час роботи не повинен відволікатися від своїх обов'язків і допускати на кран сторонніх осіб.

2.3.3.2. Підйом і переміщення машин, металоконструкцій або іншого вантажу, знятого з фундаменту, кранівник повинен проводити лише після звільнення вантажу, що піднімається, від усіх кріплень.

2.3.3.3. Увімкнення та зупинення механізмів крана машиніст повинен проводити плавно, без ривків. Здійснювати переведення механізмів з прямого ходу на зворотний до повної зупинки їх не дозволяється, за винятком випадків, коли необхідно запобігти аварії або нещасному випадку.

2.3.3.4. Під'їжджати до тупикових упорів машиніст (кранівник) повинен тільки на зниженій швидкості.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						49
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

2.3.3.5. Перед початком пересування крана, під час підйому, опускання та переміщення вантажу машиніст повинен давати попереджувальний звуковий сигнал.

2.3.3.6. Машиніст не повинен допускати перевищення вантажопідйомності крана; гак слід встановлювати точно під вантажем, що підлягає підйому; перед підйомом вантажу необхідно попередити сигналом стропальника та інших осіб про необхідність відійти від вантажу, що піднімається.

2.3.3.7. При підйомі вантажу, близького масою вантажопідйомності крана, слід попередньо підняти вантаж на висоту 200-300 мм, і, переконавшись у справності гальма і надійності стропування, можна продовжувати підйом на потрібну висоту.

2.3.3.8. Для переміщення вантажу в горизонтальному напрямку його слід попередньо підняти на 0,5 м вище предметів, що зустрічаються на шляху, і стежити за тим, щоб переміщення вантажів проводилося не над робочими місцями, де постійно працюють люди.

2.3.3.9. Прибирання та розбирання вантажів машиніст повинен проводити, не порушуючи встановлених для складування габаритів та не захаращуючи проходів, на місцях, що виключають можливість їх перекидання.

2.3.3.10. При розвантаженні або завантаженні залізничних вагонів, бункерів та ін., які не оглядаються безпосередньо з кабіни, машиніст повинен попередньо переконатися у відсутності людей у зоні розвантаження або навантаження та виконувати роботу під керівництвом особи, яка відповідає за безпечне виконання робіт з переміщення вантажів вантажопідйомними машинами.

2.3.3.11. При опусканні гаків, підйомного магніту, грейфера або іншого вантажозахоплювального органу крана на рівень нижче звичайного (наприклад, при підйомі вантажу з колодязів, котлованів тощо), машиніст повинен стежити, щоб при нижньому положенні гака на барабані залишилося не менше півтора витків каната, Крім витків, що знаходяться під затискними пристроями.

2.3.3.12. Машиніст повинен входити на кран і сходити з нього лише через

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						50
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

посадковий майданчик.

2.3.3.13. Перед виходом на підлогу галереї крана машиніст зобов'язаний відключити рубильник у кабіні і повісити на нього плакат із написом: "Не вмикати! Працюють люди".

2.3.3.14. Під час роботи крана машиніст повинен стежити, щоб робоче місце під краном було належним чином освітлене.

Перед виходом з крана кранівник зобов'язаний:

- поставити в нульове положення штурвали та рукоятки всіх контролерів;
- відключити рубильник, встановлений у кабіні, і встановити кран на гальмо стоянки.

2.3.3.15. При вимушеній зупинці мостового крана не біля посадкового майданчика та за відсутності вздовж підкранової колії прохідної галереї евакуація машиніста з крана повинна бути організована за його сигналом адміністрацією підприємства і проводитись відповідно до порядку, встановленого для даної ділянки або прольоту.

2.3.3.16. Учень, який проходить стажування, може керувати краном лише у присутності та під безпосереднім керівництвом машиніста (кранівника).

2.3.3.17. Під час підйому та переміщення вантажів машиніст не повинен:

- піднімати вантаж, маса якого перевищує вантажопідйомність крана, неправильно обв'язаний вантаж, розгойдувати вантажі або опускати їх з великою швидкістю та вдаряти, а також виймати виливки із землі або сливи металу без попереднього їх звільнення;

- піднімати вантаж, що перебуває у нестійкому положенні, а також вантаж, підвішений за один риг дворогого гака, у тарі, заповненій вище країв;

- підтягувати гаком вантаж при похилому натягу каната, відривати укріплення вантаж, примерзлий або чимось завалений і т.п.;

- піднімати і переміщати гаком людей, а також неврівноважений вантаж, що вирівнюється масою людей або підтримується людьми;

- проводити без дозволу керівництва цеху підйом вантажу двома кранами;

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						51
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

- залишати вантаж у підвішеному стані;
- проводити самостійний ремонт крана, його механізмів та електрообладнання, огляд та ремонт головних тролів, струмоприймачів, а також зміну плавких запобіжників;
- включати рубильник та працювати механізмами крана при знаходженні на його галереї людей; винятки допускаються для слюсарів, електромонтерів, що оглядають механізми крана, в цьому випадку включення рубильника та механізмів крана можна проводити лише за вказівкою особи, яка проводить огляд та має на руках ключ-марку;
- залишати на настилі галереї або візку інструмент, а також закріплене обладнання та деталі;
- скидати щось із крана;
- входити на кран та сходити з нього під час руху.

2.3.3.18. Виведення крана в ремонт повинен проводитися особою, відповідальною за утримання крана у справному стані. Дата та час виведення крана в ремонт та прізвище відповідального за його проведення мають бути зазначені у вахтовому журналі крана та наряді-допуску.

2.3.3.19. На проведення ремонту крана має видаватися наряд-допуск, у якому мають бути зазначені заходи щодо створення безпечних умов виконання ремонтних робіт, зокрема, зазначені заходи щодо запобігання ураженню ремонтного персоналу струмом, падіння з висоти.

2.3.3.20. При виведенні крана в ремонт в кабіні вимикається головний рубильник, виймаються плавкі запобіжники та вивішується на ручці рубильника плакат: "Не вмикати! Працюють люди!". Ключ кранівник передає особі, яка відповідає за проведення ремонтних робіт.

2.3.3.21. Машиніст може розпочати роботу на крані після ремонту лише з дозволу особи, відповідальної за справний стан крана.

2.3.3.22. У разі ремонту підкранових колій або крана, що працює у суміжному прольоті, машиніст зобов'язаний при наближенні до захищеної закритої зони

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						52
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

у суміжних ділянках підкранових колій знижувати швидкість руху моста.

2.3.3.23. Машиніст повинен спустити вантаж і припинити роботу крана:

- у разі поломки крана;
- у разі спадання канатів з барабана чи блоків, утворення на канатах петель або виявлення пошкодження канатів;
- у разі несправності приладів безпеки;
- якщо корпуси електроустаткування чи металеві конструкції крана перебувають під напругою;
- при частому спрацьовуванні максимально-струмового або теплового захисту електродвигунів.

2.3.3.24. При кожній вимушеній зупинці крана машиніст повинен зробити відповідний запис у вахтовому журналі та доповісти головному механіку організації, а також особі, яка відповідає за справний стан вантажопідйомних машин.

2.3.4. Вимоги безпеки під час аварійних ситуацій та після закінчення роботи.

2.3.4.1. При виникненні несправностей крана, а також при раптовому припиненні живлення крана електричним струмом або зупинці крана машиніст повинен поставити в нульове положення рукоятки контролерів, відключити рубильник у кабіні та доповісти особі, відповідальній за безпечне проведення робіт з переміщення вантажів кранами, та особі, яка відповідає за справне стан вантажопідіймальних кранів.

2.3.4.2. У разі, якщо через відсутність напруги в електромережі вантаж залишається у підвішеному стані, треба вжити заходів, якщо можливо, до його спуску ручним розгальмовуванням у присутності особи, відповідальної за справний стан крана, або обгородити місце під вантажем.

2.3.4.3. У разі виникнення на крані пожежі машиніст повинен негайно відключити рубильник у кабіні і приступити до гасіння пожежі протипожежними засобами, що є на крані. Одночасно він має викликати пожежну охорону та сповістити адміністрацію.

2.3.4.4. Усунення несправностей крана повинно проводитися тільки при від-

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		53

ключенні його від мережі живлення.

2.3.4.5. У разі нещасного випадку постраждалий або очевидець зобов'язані негайно сповістити майстра або начальника дільниці, які повинні організувати надання першої допомоги потерпілому та направити його до лікувального закладу.

2.3.4.6. Після закінчення зміни або роботи крана машиніст повинен:

- звільнити від вантажу гак або інший вантажозахоплювальний пристрій; не залишати вантаж у підвішеному стані;
- поставити кран біля посадкового майданчика або на місце, призначене для його стоянки;
- підняти гак у верхнє положення, а підйомний електромагніт, грейфер або інший подібний пристрій опустити на підлогу, на відведену для цього ділянку;
- рукоятки всіх контролерів перевести в нульове положення та відключити рубильник у кабіні крана;
- оглянути кран, зробити його чистку, зробити запис у вахтовому журналі про стан або неполадки в роботі крана, що мали місце протягом зміни.

#### 2.4 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 чотирьох, або 2-х пар, стрижневих блискавковідводів висотою  $h = 35$  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:

$$h_{0n} = (0.7 - 7.14 * 10^{-4} * (h_n - 30)) * h_n = 24.375 \text{ м}$$

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						54
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

де  $h_n$  – висота одиничного блискавковідводу, м.

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

$$r_{0n} = (0.6 - 1.43 * 10^{-3} * (h_n - 30)) * h_n = 20.75 \text{ м}$$

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

$$r_{xn} = r_{0n} * (h_{0n} - h_x) / h_{0n} = 20.75 * (24.375 - 8.5) / 24.375 = 13.514 \text{ м}$$

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).

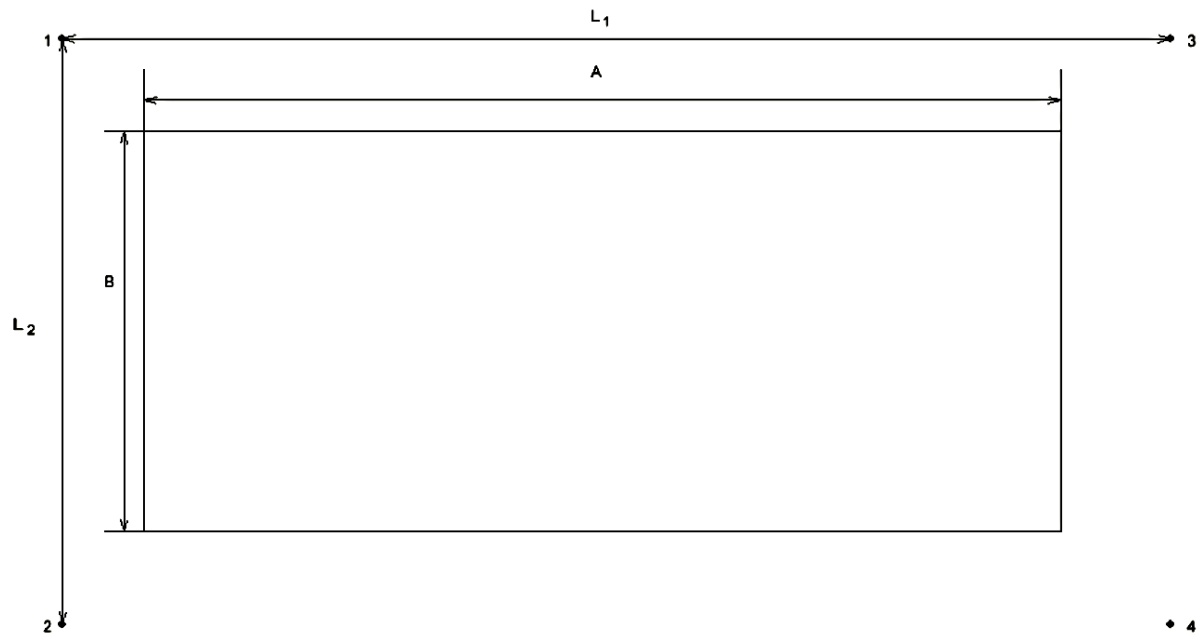


Рисунок 3 – Схема розміщення блискавковідводів

Відстань між блискавковідводами 1 і 3, 2 і 4  $L_1$ , м розраховуємо за формулою:

$$L_1 = A + L_3 * 2 = 72.5 + 3 * 2 = 78.5 \text{ м}$$

де  $L_3$  – відстань від блискавковідвода до будівлі по перпендикуляру, ( $L_3 = 3$ ) м;

$A$  – довжина будівлі, м.

Відстань між блискавковідводами 1 і 3, 2 і 4  $L_2$ , м розраховуємо за формулою:

$$L_2 = B + L_4 * 2 = 42.5 + 3 * 2 = 48.5 \text{ м}$$

де  $L_4$  – відстань від блискавковідвода до будівлі по перпендикуляру, ( $L_4 = 3$ ) м;

$B$  – ширина будівлі, м.

Відстань між блискавковідводами 1 і 4, 2 і 4  $L_5$ , м розраховуємо за формулою:

$$L_5 = \sqrt{L_1^2 + L_2^2} = \sqrt{78.5^2 + 48.5^2} = 92.274 \text{ м}$$

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

$$L_{max} = (4.25 - 3.57 * 10^{-3} * (h_n - 30)) * h_n = 148.125 \text{ м}$$

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

$$L_C = (2.25 - 0.01007 * (h_n - 30)) * h_n = 77 \text{ м}$$

Мінімальну висоту зони блискавкозахисту між двома стрижневими блискавковідводами 1 і 2; 3 і 4  $h_C$ , м розраховуємо за формулою:

$$h_C = h_{0n} = 24.375 \text{ м}$$

оскільки  $L_2 \leq L_C$ .

Мінімальну висоту зони блискавкозахисту між двома стрижневими блискавковідводами 1 і 3; 2 і 4  $h_C$ , м розраховуємо за формулою:

$$h_C = \left( \frac{(L_{max} - L_1)}{(L_C - L_1)} \right) * h_{0n} = \left( \frac{(148.125 - 78.5)}{(77 - 78.5)} \right) * 35 = 23.857 \text{ м}$$

оскільки  $L_C < L_1 \leq L_{max}$ .

Мінімальну висоту зони блискавкозахисту між двома стрижневими блискавковідводами 1 і 4; 2 і 3  $h_C$ , м розраховуємо за формулою:

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		56



$$h_c = \left( \frac{L_{max} - L_5}{L_c - L_5} \right) * h_{0n} = \left( \frac{148.125 - 92.274}{77 - 92.274} \right) * 35 = 19.137 \text{ м}$$

оскільки  $L_c < L_5 \leq L_{max}$ .

Ширину горизонтального перерізу зони захисту між двома блискавковідводами 1 і 2; 3 і 4  $r_{cx}$ , м розраховуємо за формулою:

$$r_{cx} = \frac{r_{0n} * (h_c - h_x)}{h_c} = \frac{20.75 * (24.375 - 8.5)}{24.375} = 13.514 \text{ м}$$

Ширину горизонтального перерізу зони захисту між двома блискавковідводами 1 і 3; 2 і 4  $r_{cx}$ , м розраховуємо за формулою:

$$r_{cx} = \frac{r_{0n} * (h_c - h_x)}{h_c} = \frac{20.75 * (23.857 - 8.5)}{23.857} = 13.357 \text{ м}$$

Ширину горизонтального перерізу зони захисту між двома блискавковідводами 1 і 4; 2 і 3  $r_{cx}$ , м розраховуємо за формулою:

$$r_{cx} = \frac{r_{0n} * (h_c - h_x)}{h_c} = \frac{20.75 * (19.137 - 8.5)}{19.137} = 11.534 \text{ м}$$

Перерізи зони захисту блискавковідводів проілюстровані на рисунках 4 і 5.  
Масштаб 1:1000 мм

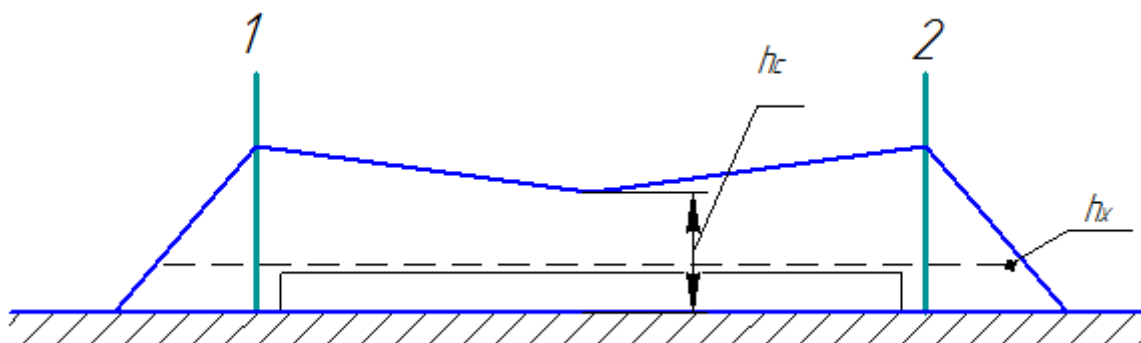


Рисунок 4 – Горизонтальний переріз зони захисту блискавковідводів

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

МР 5.8.141.142 ПЗ

Арк

57

Масштаб 1:1000 мм

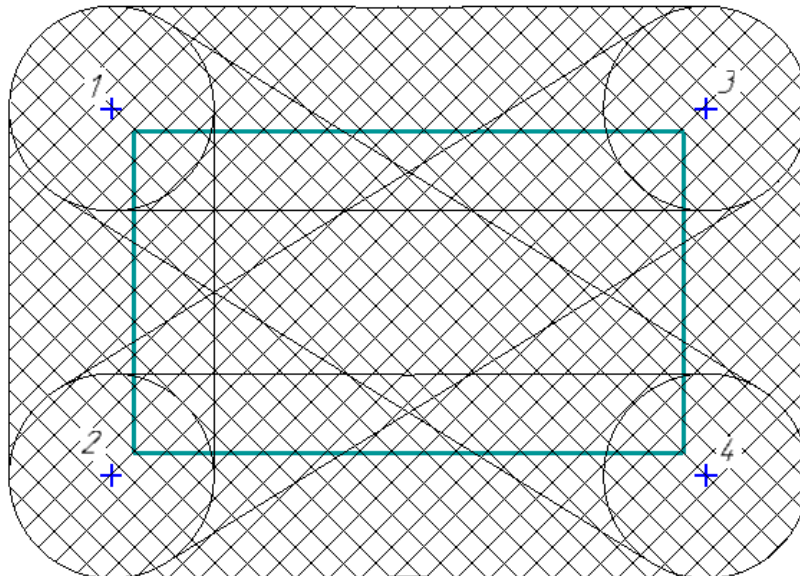


Рисунок 5 – Зона захисту блискавковідводів

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

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  $0.01\rho$  разів. Тому остаточно приймаємо:  $R_{ЗП} = 4.4$  Ом.

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

$$r_B = \rho_{розр} / (2\pi * l) * \left( \ln(2l/d) + 1/2 \ln \left( \frac{2p + \frac{l}{2}}{2p - \frac{l}{2}} \right) \right) = 57.938 \text{ Ом}$$

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

$\rho_{розр} = \rho * K_{СЕЗ.В} = 255$  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;

Зм.	Арк	№ Документу	Підпис	Дата

МР 5.8.141.142 ПЗ

Арк

58

$$p = t + l/2 = 3.2 \text{ м};$$

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

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

$$N'_{B.P} = r_B / R_{3П} = 57.938 / 4.4 = 13.168 \approx 14 \text{ шт}$$

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

$$L_{П} = (A + 2) * 2 + (B + 2) * 2 = 238 \text{ м}$$

де  $A$  – довжина будівлі, м;

$B$  – ширина будівлі, м.

Відстань між вертикальними електродами , м розраховуємо за формулою:

$$a = L_{П} / N'_{B.P} = 238 / 14 = 17 \text{ м}$$

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

$$N_{B.P} = N'_{B.P} / \eta_B = 14 / 0.74 = 18.919 \approx 19 \text{ шт}$$

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

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

Для рівномірного розподілу електродів остаточно приймається:

$$N_{B.P} = 20 \text{ шт.}$$

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

$$a_A = A + 2 / n_A - 1 = 72.5 + 2 / 8 - 1 = 10.643 \text{ м}$$

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

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						59
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

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

$$a_B = B + 2/n_B - 1 = 42.5 + 2/4 - 1 = 14.833 \text{ м}$$

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

Уточнене значення опору горизонтального заземлювача  $R_\Gamma$ , Ом розраховуємо за формулою:

$$R_\Gamma = \frac{0.4}{L_\Pi * \eta_\Gamma} * \rho * K_{\text{СЕЗ.}\Gamma} * \lg \frac{2 * L_\Pi^2}{b * t} = 20.438 \text{ Ом}$$

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

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

$$R_B = r_B / N_{B.P} * \eta_B = 57.938 / 20 * 0.678 = 4.271 \text{ Ом}$$

Фактичний опір ЗП, Ом розраховуємо за формулою:

$$R_{\text{ЗП.}\Phi} = R_B * R_\Gamma / R_B + R_\Gamma = 4.271 * 20.438 / 4.271 + 20.438 = 3.532 \text{ Ом}$$

$R_{\text{ЗП.}\Phi} = 3.532 \leq 4.4$  Ом заземлення задовольняє всі вимоги. Схема розміщення пристроїв заземлення проілюстрована на рисунку 6.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						60
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

Масштаб 1:500 мм

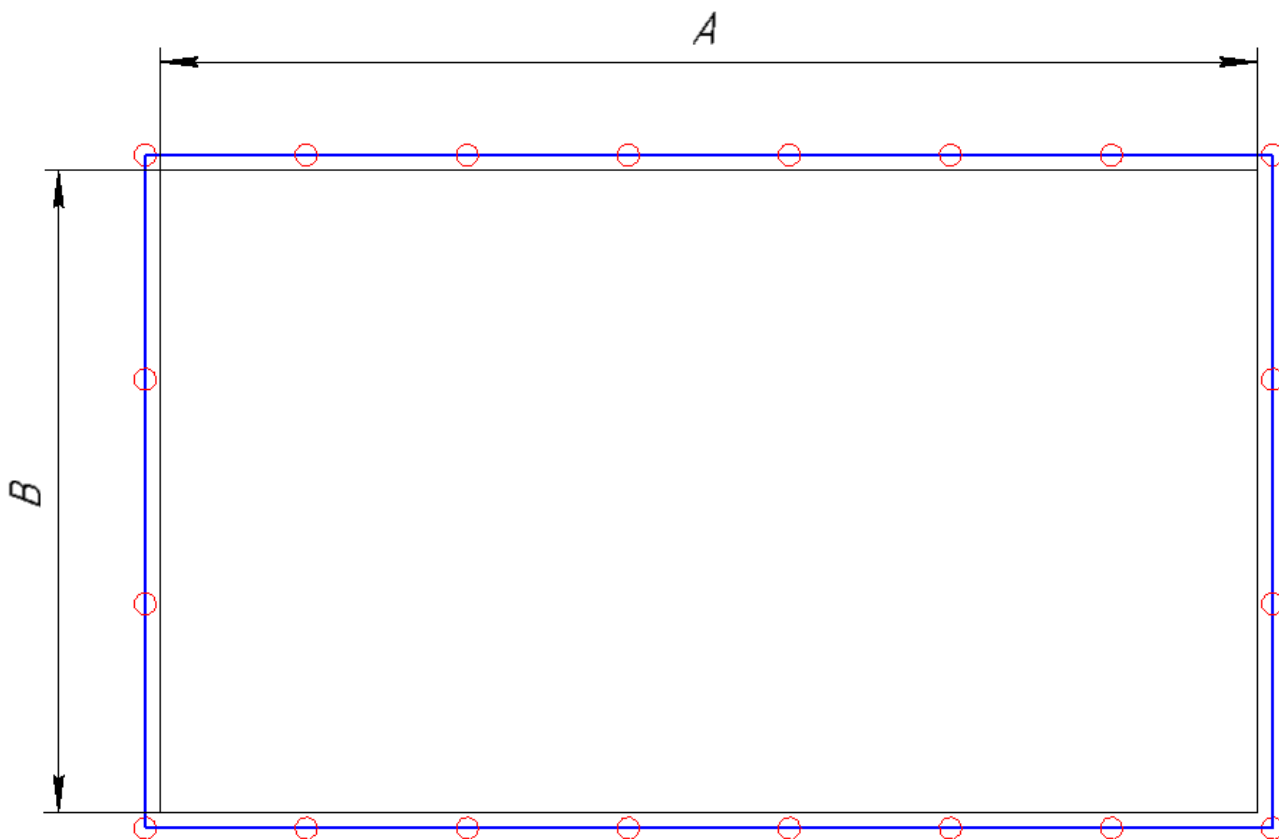


Рисунок 6 – Схема розміщення ЗП

## 2.5 Розрахунок освітлення приміщень цеху програмними засобами в середовищі DIALux

До освітленості приміщень, де безпосередньо відбувається обробка металевих деталей, висуваються вимоги згідно з класом зорових робіт. Інші приміщення, що використовується 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, а матеріали чистового покриття стін у приміщеннях різняться доречно 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

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		61

світлодіодні світильники. Монтажна висота 7 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 2.1. На рисунку 7 проілюстровано розповсюдження світлового потоку світильника згідно з його паспортом.

Результати моделювання освітленості приміщень наведені у таблицях 2.2-2.6, а також проілюстровані на рисунках 8-17.

Таблиця 2.1 – Характеристики використаних світильників

Найменування світильника	$\Phi_{CB}$ , Лм, роб/авар	$P_{CB}$ , Вт
ДСП46У-БАЖ-80-121 УЗ	10800/450	80

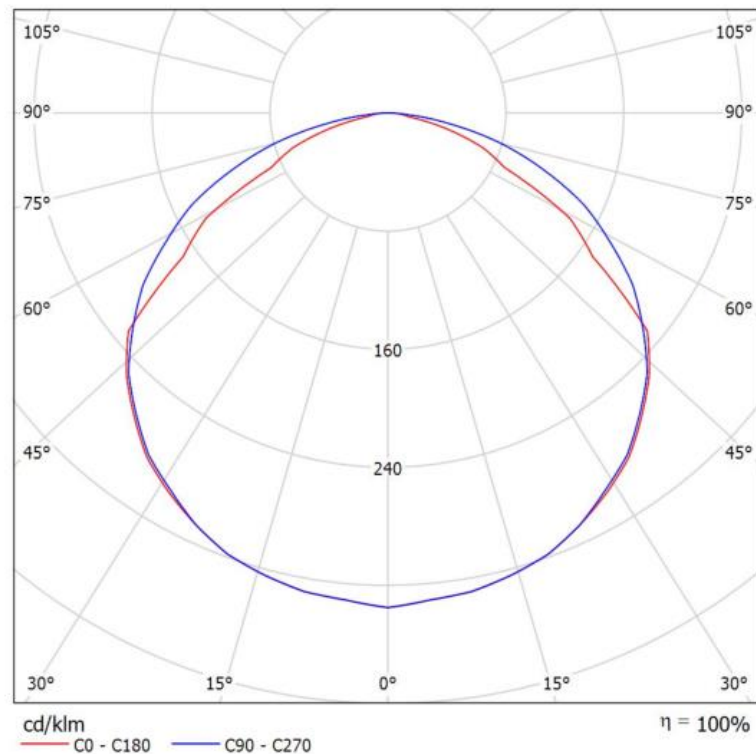


Рисунок 7 – Розповсюдження світлового потоку світильника

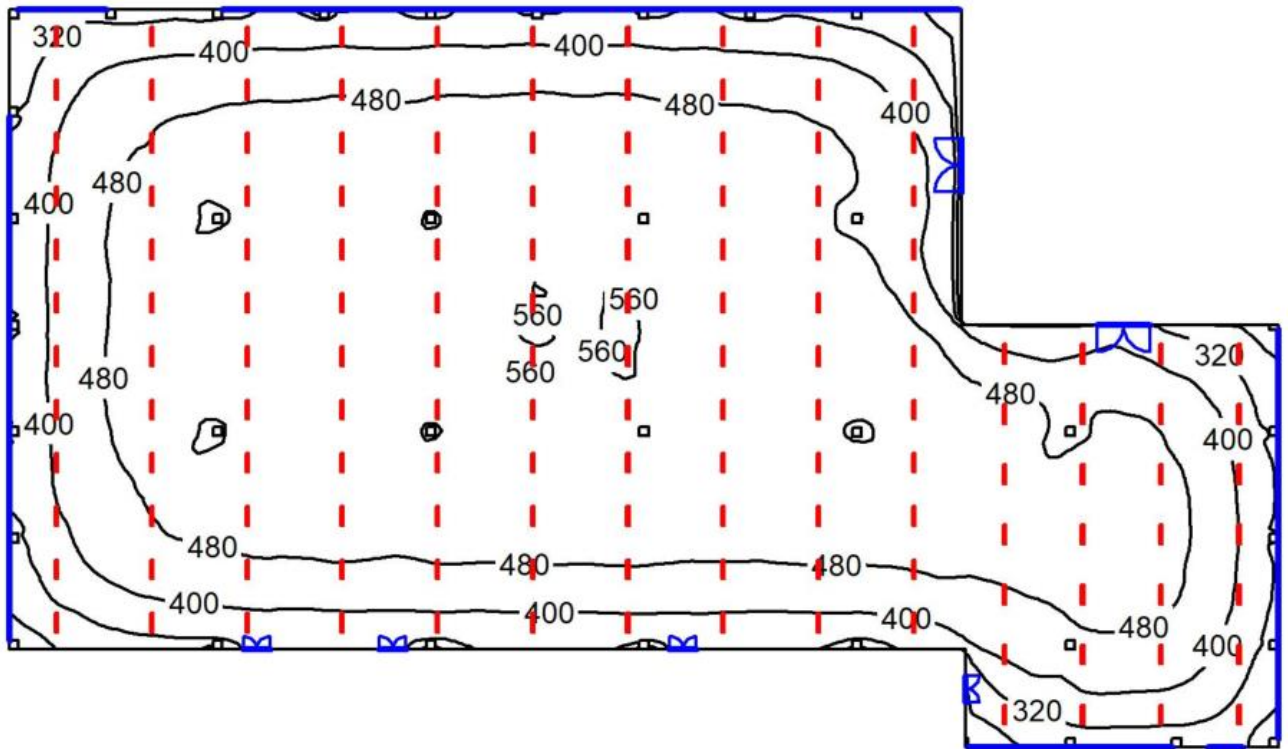


Рисунок 8 – Ізолінії освітлення основного приміщення

Таблиця 2.2 – Світлотехнічні параметри основного приміщення

Поверхня	$\rho$ , %	$E_{CP}$ , Лк	$E_{min}$ , Лк	$E_{max}$ , Лк	$E_{min}/E_{CP}$
Робоча поверхня	-	465	178	567	0.384
Підлога	27	452	199	557	0.489
Стеля	70	106	52	184	0.488
Стіни	27	215	11	498	-

де  $\rho$  – коефіцієнт відбиття поверхні, %;

$E_{CP}$  – середня освітленість поверхні, Лк;

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

Кількість світильників у приміщенні – 148 шт.

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

МР 5.8.141.142 ПЗ

Арк

63

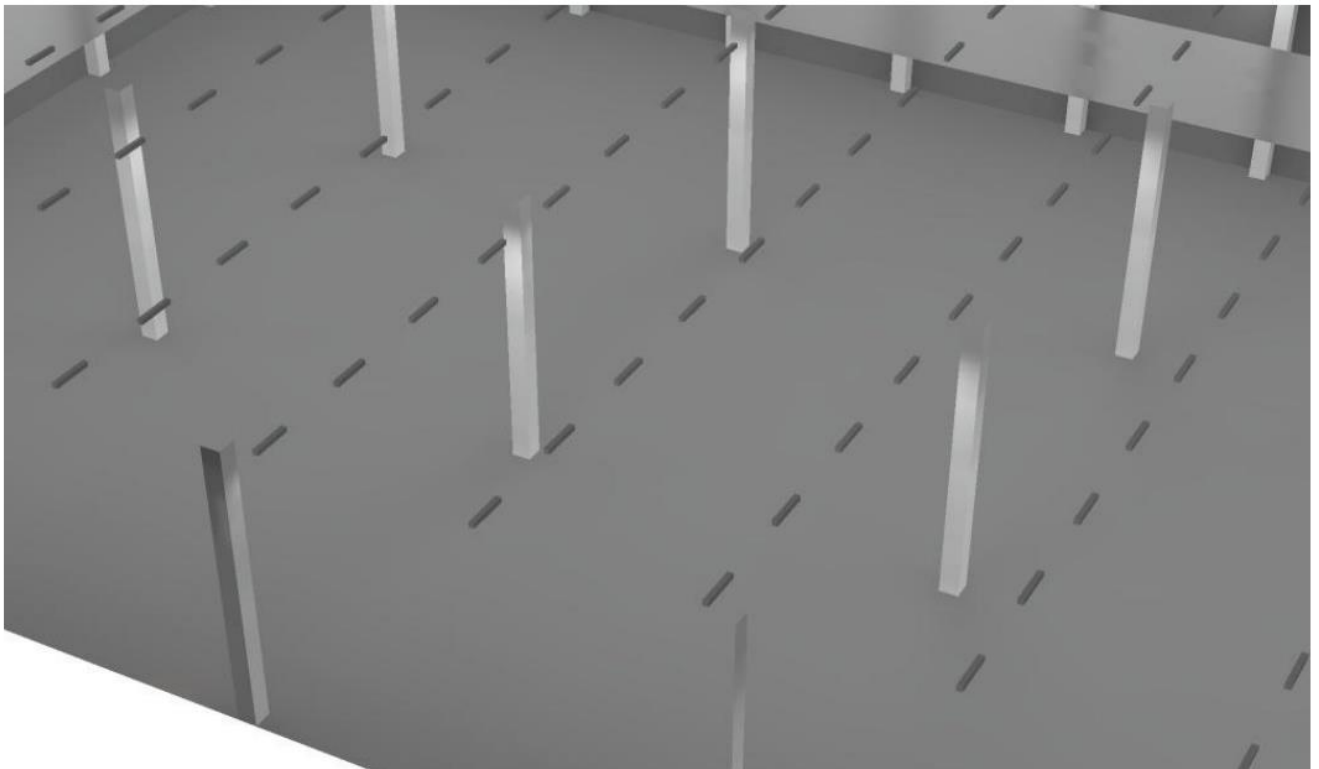


Рисунок 9 – 3D візуалізація освітлення основного приміщення

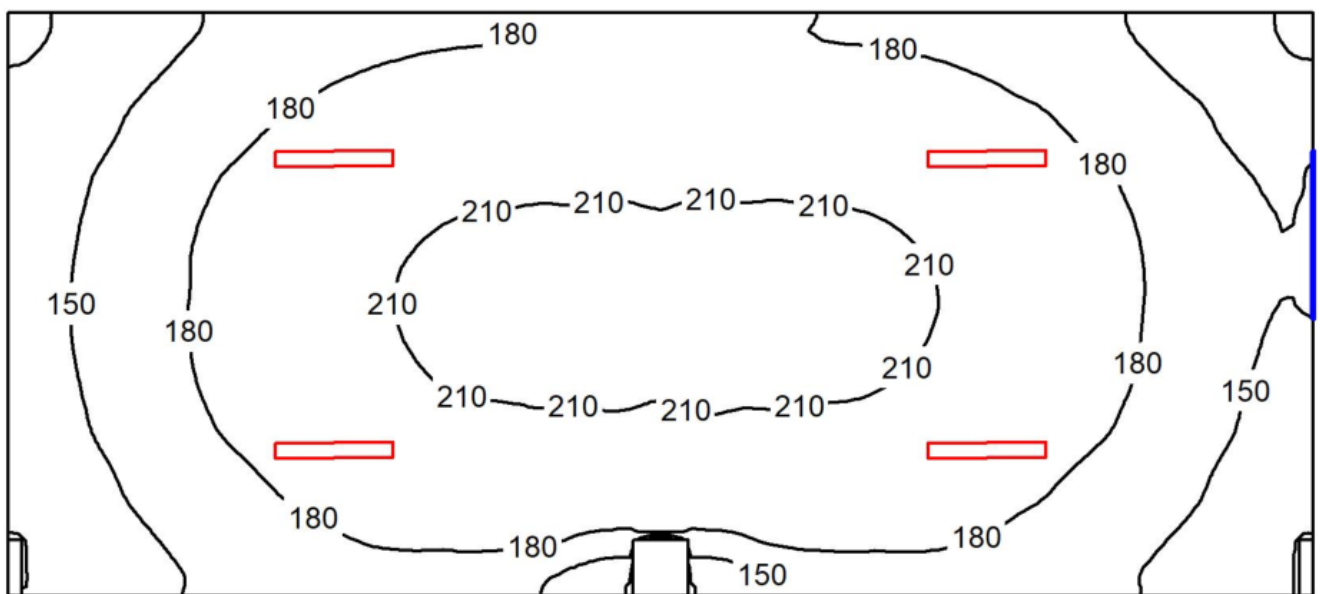


Рисунок 10 – Ізолінії освітлення приміщення котельні



Таблиця 2.3 – Світлотехнічні параметри приміщення котельні

Поверхня	$\rho, \%$	$E_{CP}, \text{Лк}$	$E_{min}, \text{Лк}$	$E_{max}, \text{Лк}$	$E_{min}/E_{CP}$
Робоча поверхня	-	181	115	216	0.638
Підлога	27	159	104	188	0.654
Стеля	70	36	20	44	0.536
Стіни	27	129	17	538	-

Кількість світильників у приміщенні – 4 шт.

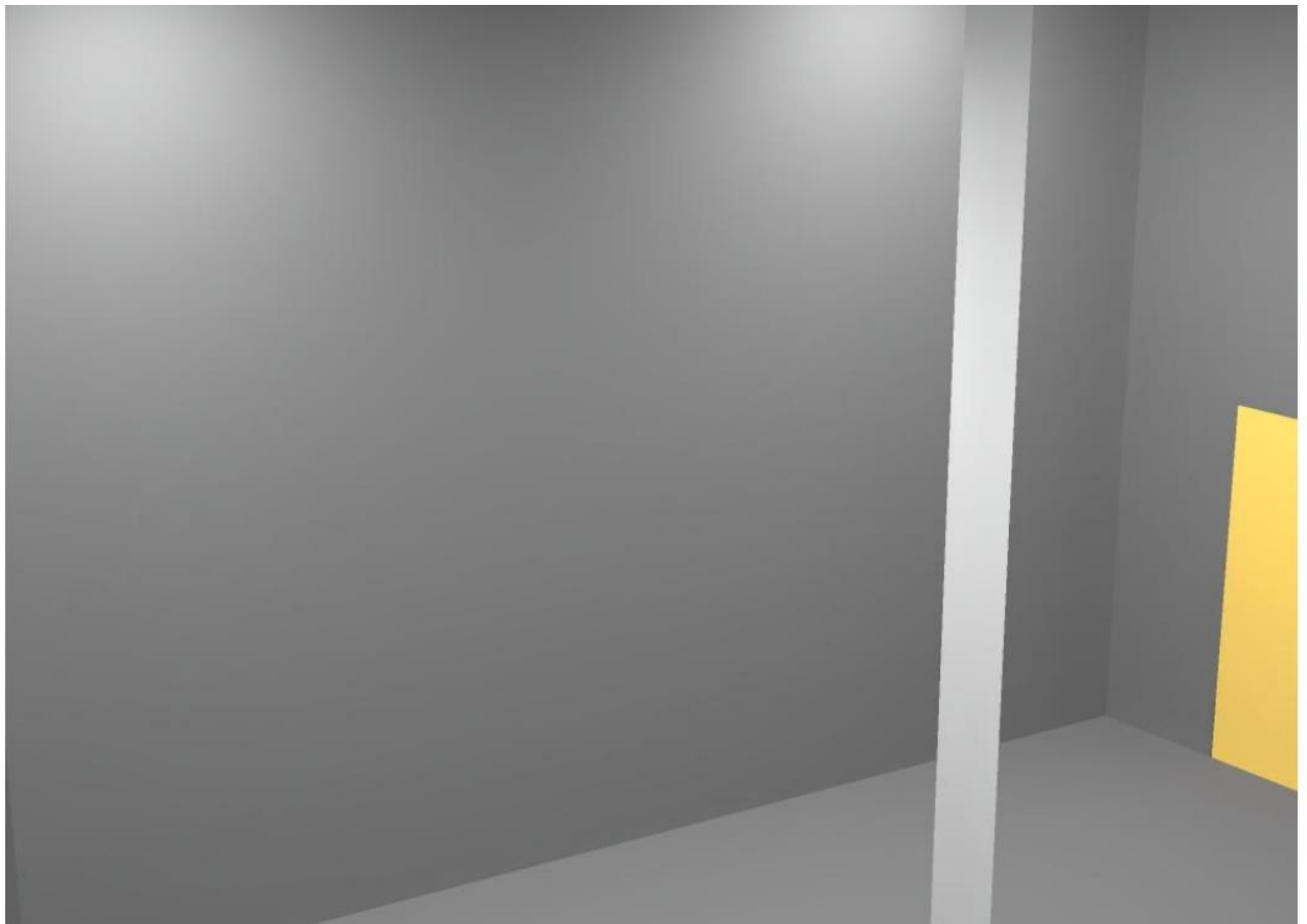


Рисунок 11 – 3D візуалізація освітлення приміщення котельні

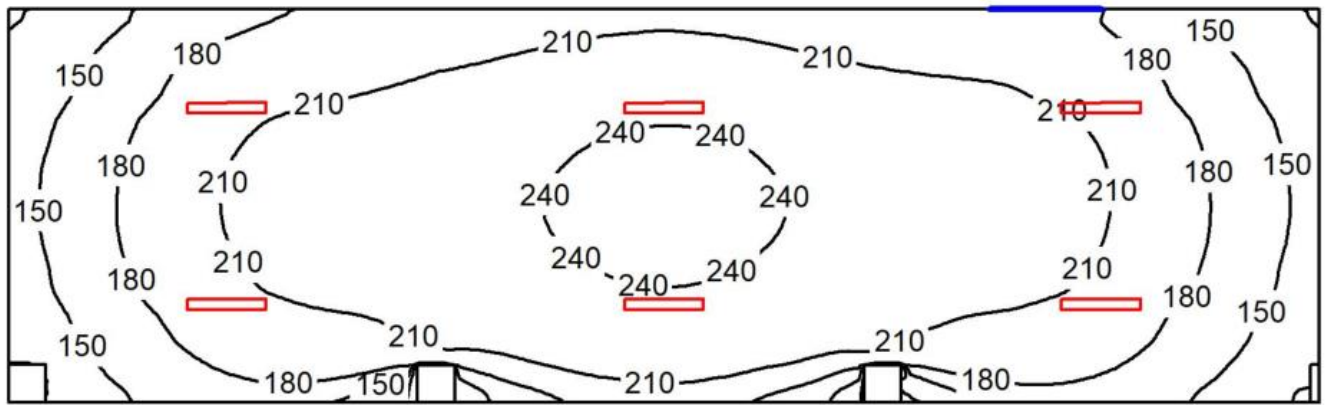


Рисунок 12 – Ізолінії освітлення приміщення вентиляційної

Таблиця 2.4 – Світлотехнічні параметри приміщення вентиляційної

Поверхня	$\rho$ , %	$E_{CP}$ , Лк	$E_{min}$ , Лк	$E_{max}$ , Лк	$E_{min}/E_{CP}$
Робоча поверхня	-	200	106	247	0.533
Підлога	27	178	105	217	0.590
Стеля	70	40	21	48	0.520
Стіни	27	137	5.51	545	-

Кількість світильників у приміщенні – 6 шт.

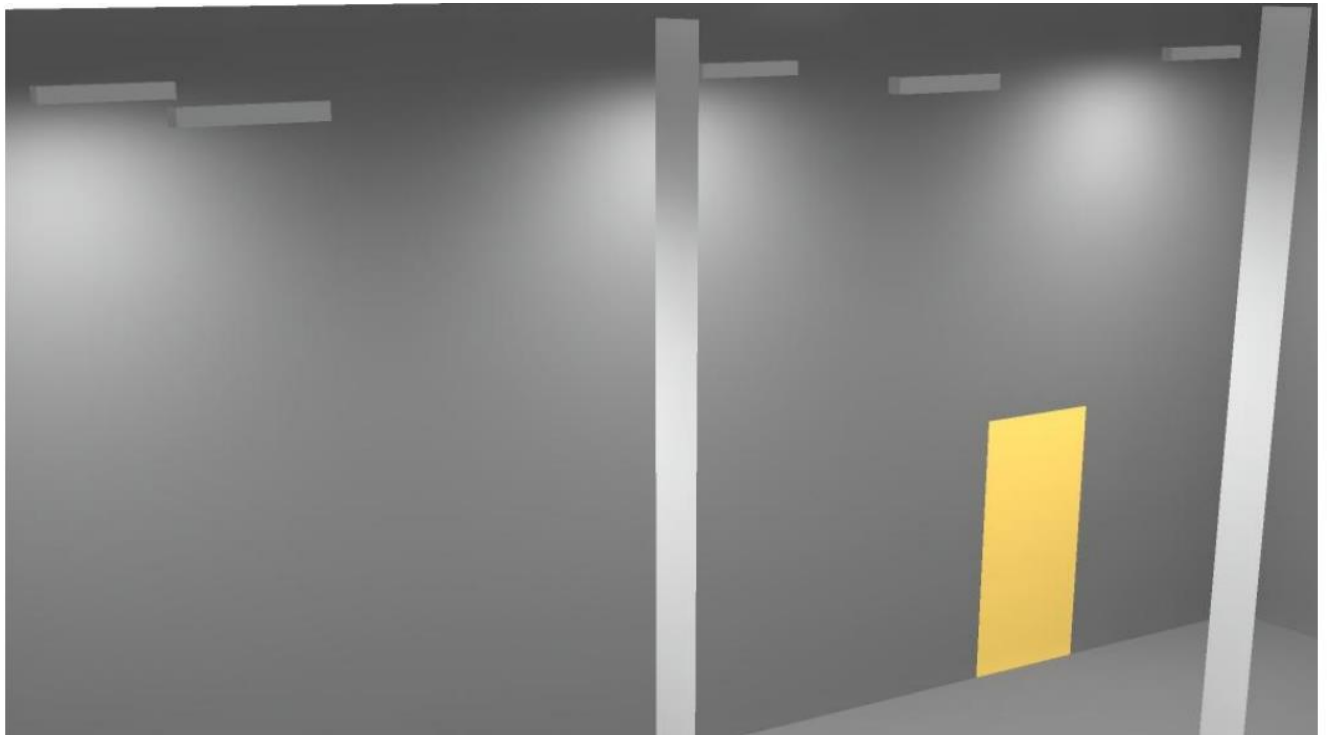


Рисунок 13 – 3D візуалізація освітлення приміщення вентиляційної

Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата

MP 5.8.141.142 ПЗ

Арк

66

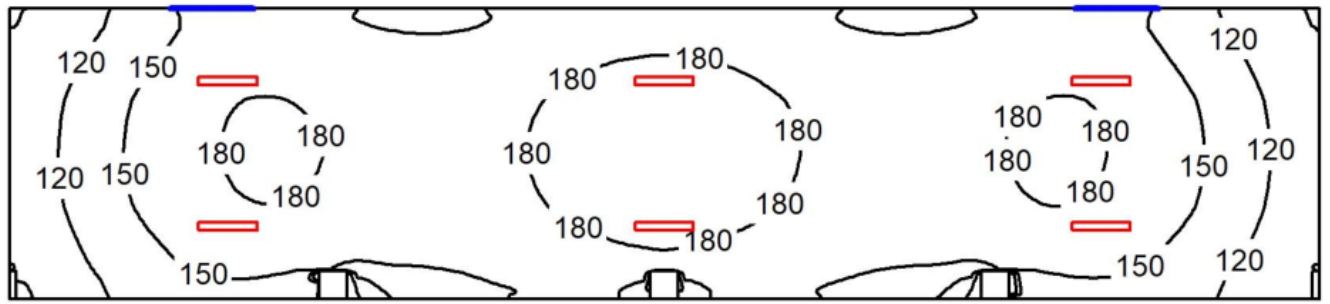


Рисунок 14 – Ізолінії освітлення приміщення КТП

Таблиця 2.5 – Світлотехнічні параметри приміщення КТП

Поверхня	$\rho$ , %	$E_{CP}$ , Лк	$E_{min}$ , Лк	$E_{max}$ , Лк	$E_{min}/E_{CP}$
Робоча поверхня	-	158	70	199	0.445
Підлога	27	142	68	176	0.477
Стеля	70	32	16	49	0.521
Стіни	27	103	12	534	-

Кількість світильників у приміщенні – 6 шт.

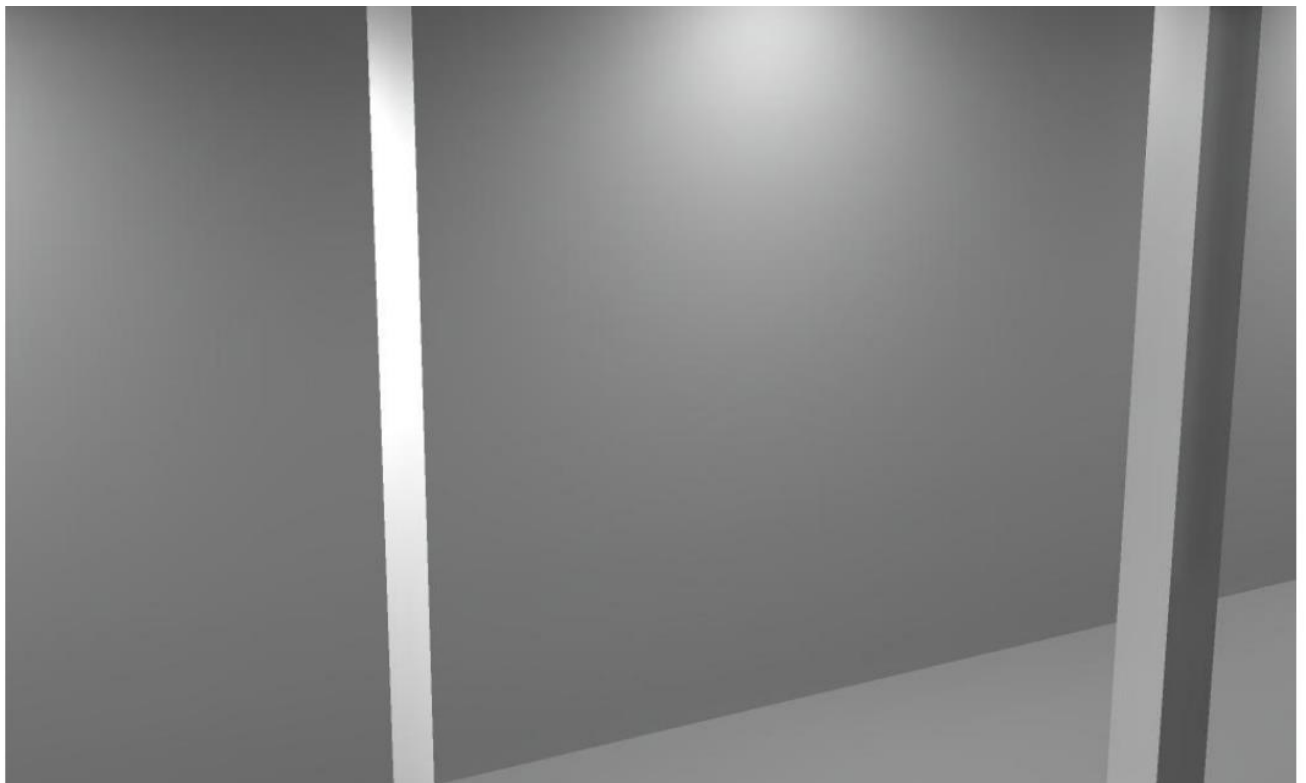


Рисунок 15 – 3D візуалізація освітлення приміщення вентиляційної

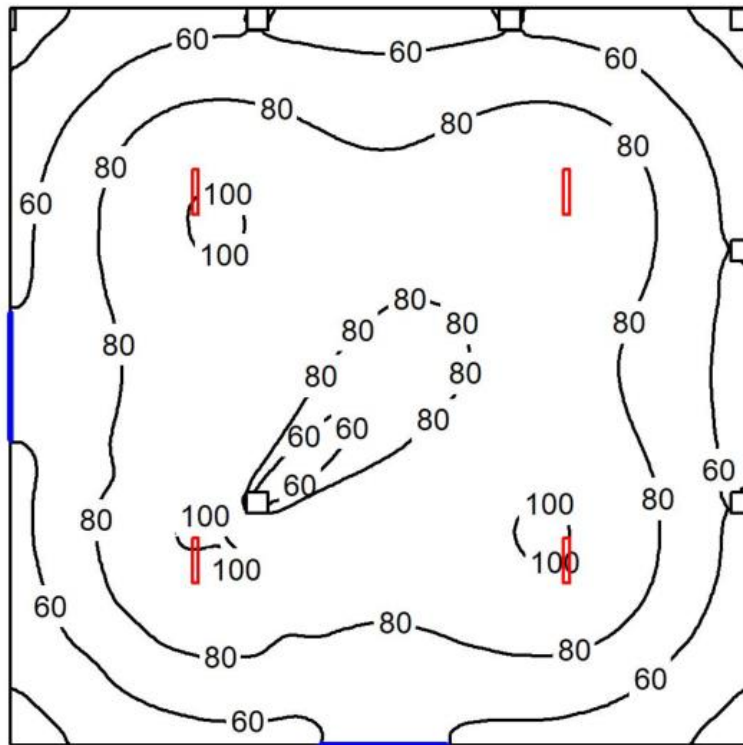


Рисунок 16 – Ізолінії освітлення приміщення складу

Таблиця 2.6 – Світлотехнічні параметри приміщення складу

Поверхня	$\rho, \%$	$E_{CP}, \text{Лк}$	$E_{min}, \text{Лк}$	$E_{max}, \text{Лк}$	$E_{min}/E_{CP}$
Робоча поверхня	-	76	33	102	0.431
Підлога	27	71	29	91	0.415
Стеля	70	15	7.88	21	0.526
Стіни	27	36	3.04	66	-

Кількість світильників у приміщенні – 4 шт.

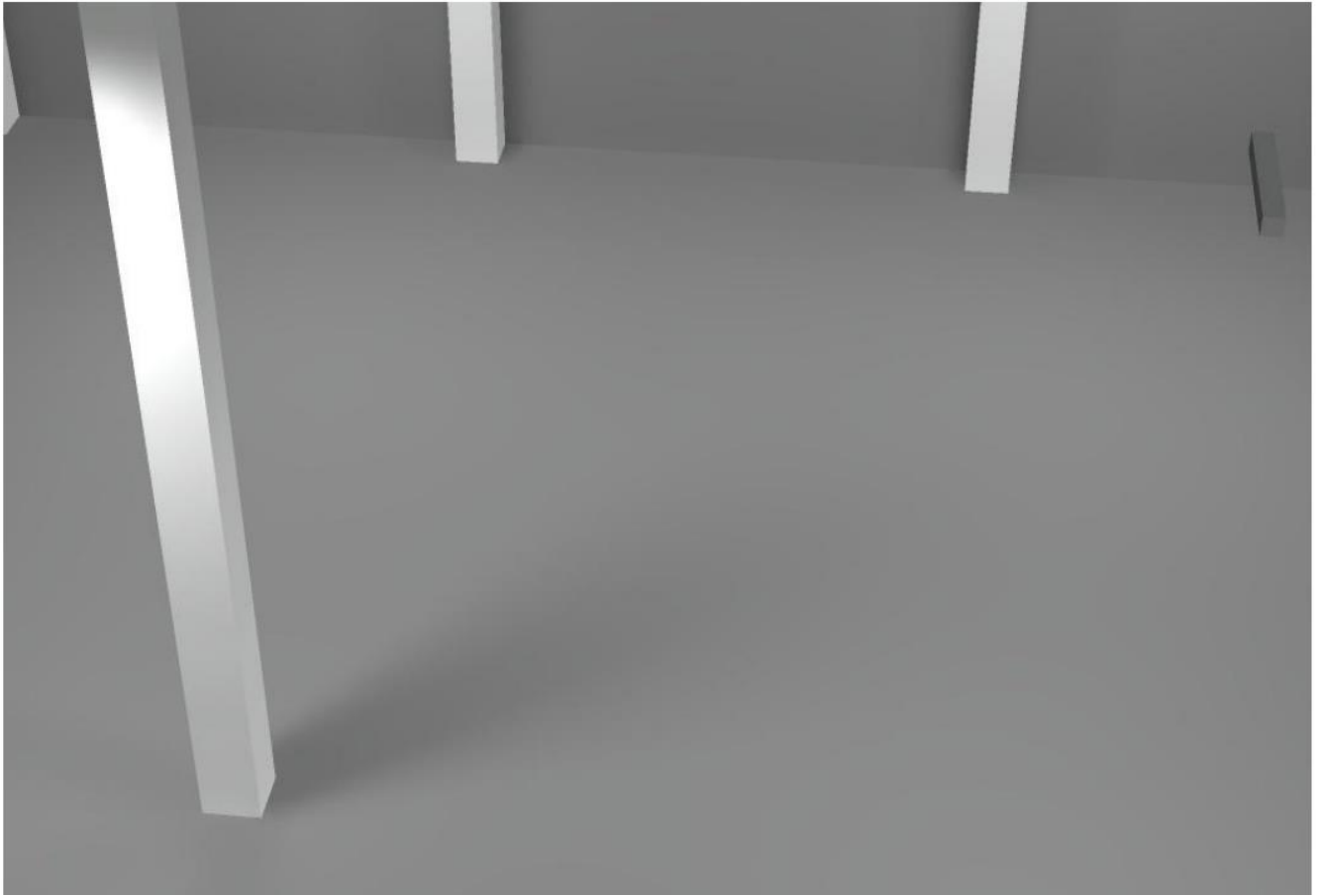


Рисунок 17 – 3D візуалізація освітлення приміщення складу

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						69
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

### 3. Економічна частина

У пункті «Економічна частина» ми розрахуємо кошторис витрат на експлуатацію та ремонт електроустаткування цеху. Вихідні дані до розрахунку наведені у таблицях 3.1-3.3.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до розрахунку технічного обслуговування та ремонту електрообладнання (дані системи ППР базового підприємства) [12]

Найменування показників	Цифрові дані					
	Електродвигуни потужністю, кВт			Оп. та вент.	Піч опору	Тр-р
Найменування електро- обладнання	5.6-10	22.1-30	101-125			
Кількість електрообладнання, $N$	6	10	1	5	2	2
Ремонтний цикл, Ц (год)	51840	51840	51840	51840	51840	86400
Міжремонтний період, Ц <sub>п</sub> (год)	4320	4320	4320	4320	4320	8640
Трудомісткість ремонту в люд-год:						
-капітального, $m_k$	20	40	110	85	50	500
-поточного, $m_n$	4	8	22	17	12	100
Час простою в ремонті, в годинах:						
-у капітальному, $t_k$	72	72	120	96	72	144
-у поточному, $t_n$	8	8	24	16	8	32

					MP 5.8.141.142 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горбатенко Б.М.			<b>Економічна частина</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Маценко О.М.					70	25
Реценз.						СумДУ ЕТ.мз-11с		
Н. Контр.		Никифоров М.А						
Затверд.		Лебединський						

Таблиця 3.2 – 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, <math>T_3 = 8</math> 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, <math>T_{C_{год}}</math>, грн:</p> <p>- <math>T_{C_{5p}}</math></p> <p>- <math>T_{C_{6p}}</math></p>	<p>27.49</p> <p>31.12</p>
<p>Розмір преміювання, <math>P_p</math> %</p>	5
<p>Розмір відрахувань на соц. потреби,</p> <p><math>V_{c.п}</math>, %</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, <math>D_{шк}</math>, %</p>	5
<p>Вислуга років, <math>V_{рок}</math>, %</p>	0.5
<p>Річне преміювання, <math>P_{рїч}</math>, %</p>	2

Таблиця 3.3 – Вихідні дані до розрахунку витрат на основні фонди підприємства (дані базового підприємства)

Найменування показників	Цифрові дані					
	Електродвигуни потужністю, кВт			Оп. та вент.	Піч опору	Тр-р
Назва електрообладнання	5.6-10	22.1-30	101-125			
Оптові ціни на електрообладнання, Ц <sub>о</sub> , грн	17850	138400	1200000	23860	18300	500000
Витрати на монтаж, В <sub>м</sub> , %	30					
Транспортно-заготівельні витрати, З <sub>тр-з</sub> , %, до оптової ціни	3					
Норми амортизації на електрообладнання, Н <sub>а</sub> , %	10					

### 3.1 Організація технічного обслуговування та ремонту електрообладнання

#### 3.1.1 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 3.4

Кількість поточних ремонтів  $a_n$ , розраховуємо за формулою:

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

де  $\text{Ц}$  – тривалість ремонтного циклу, в міс, (год);

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

1 – кількість капітальних ремонтів у ремонтному циклі.

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

$$a_{n.гр} = a_n * N$$

де  $N$  – кількість споживачів у групі, шт;

Таблиця 3.4 – Результати розрахунків

Найменування обладнання		Кількість, $N$ , шт	Тривалість, міс		Кількість поточних ремонтів	
			ремонтного циклу	міжремонтного періоду	на одиницю, $a_n$	на всю кількість, $a_{n.гр}$
Електрод-вигуни	5.6-10	6	72	6	11	66
	22.1-30	10	72	6	11	110
	101-125	1	72	6	11	11
Оп. та вент.		5	72	6	11	55
Піч опору		2	72	6	11	22
Трансформатори		2	120	6	19	38

На рисунках 18-19 проілюстрована структура ремонтного циклу цеху.



### 3.1.2 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 3.5.

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

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

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

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

$$T_p^{заг} = T_p^k + T_p^n$$

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

									Арк
									75
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

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

де 12 – кількість місяців в році;

Ц – ремонтний цикл в місяцях.

Таблиця 3.5 – 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	5.6-10	6	1	20	120	11	4	264	384	72	64
	22.1-30	10	1	40	400	11	8	880	1280	72	213.3
	101-125	1	1	110	110	11	22	242	352	72	58.67
Оп. та вент.	5	1	85	425	11	17	935	1360	72	226.6	
Піч опору	2	1	50	100	11	12	264	364	72	60,67	
Трансформатори	2	1	500	1000	19	100	3800	4800	120	480	
Всього:	26	-	-	2155	74	-	6385	8540	-	1103.	
											34

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

$$T_p^{тo} = (T_p^п * 10%) / (100%) = (6385 * 10%) / (100%) = 638.5 \text{ люд} - \text{год}$$

### 3.1.3 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 3.6.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

де 12 – кількість місяців року;

Ц – тривалість ремонтного циклу, міс.

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		77

Таблиця 3.6 – 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	5.6-10	6	1	72	432	11	8	528	960	72	160
	22.1-30	10	1	72	720	11	8	880	1600	72	266.67
	101-125	1	1	120	120	11	24	264	384	72	64
Опалення та вентиляція	5	1	96	480	11	16	880	1360	72	226.67	
Піч опору	2	1	72	144	11	8	176	320	72	53.33	
Тр-р	2	1	144	288	19	32	1216	1504	120	150.4	
Всього:	26	-	-	2184	74	-	3944	6128	-	921.07	

### 3.1.4 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 ремо-

нтного цинку на цьому електрообладнанню.

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

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

де 8640 – календарний фонд часу, год;

$N$  – кількість типового електрообладнання;

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

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

$\text{Ц}$  – тривалість ремонтного циклу, год.

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

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

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

Детальний розрахунок трудомісткості капітального і поточного ремонтів та часу простою під час ремонту для кожної одиниці обладнання не проводимо. Дані розрахунків округлюємо до найближчого цілого числа відмінного від нуля. Результати розрахунку заносимо до таблиці 3.7.

										Арк
										79
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата						

Таблиця 3.7 – Результати розрахунків ремонтів для графіка ППР

Найменування та тип		Кількість обладнання	Кількість ремонтів за рік	
			П <sub>к</sub> , шт	П <sub>п</sub> , шт
ЕД	5.6-10	6	1	11
	22.1-30	10	2	18
	101-125	1	1	2
Оп. та вент.		5	1	9
Піч опору		2	1	4
Трансформатор		2	1	6

### 3.2 Розрахунок чисельності ремонтного та чергового персоналу

При визначенні чисельності робітників потрібно розрізнити 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.

#### 3.2.1 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 відпра-



цювати 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:

$$K_{НЕВ} = T_{НОМ} / T_{ЕФ}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Баланс робочого часу робітника

									Арк
									81
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Назва фондів часу	Буквене позначення	Дні	
		Для ремонтного персоналу	Для чергового персоналу
Календарний фонд	T <sub>К</sub>	365	365
Вихідні дні	В	104	91
Святкові дні	Св	10	-
Номінальний фонд	T <sub>НОМ</sub>	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 <sub>ЕФ</sub>	220	243
Тривалість зміни	T <sub>ЗМ</sub>	8	8
Ефективний фонд робочого часу (в годинах)	T <sub>ЕФ</sub>	1760	1944
Коефіцієнт невиходів	K <sub>НЕВ</sub>	1.14	1.13

### 3.2.2 Розрахунок чисельності ремонтного персоналу

Розраховуємо чисельність ремонтного персоналу проводиться на основі трудомісткості ремонтних робіт електроустаткування цеху Ч<sub>ОБЛ</sub>, чол, за формулою:

$$Ч_{\text{ОБЛ}} = \frac{T_{\text{р}}^{\text{ср.річн.}}}{T_{\text{ЕФ}} * K_{\text{НОРМ}}} = \frac{1103.34}{1760 * 1.2} = 0.52 \text{ чол}$$

де T<sub>р</sub><sup>ср.річн.</sup> – середньорічна трудомісткість ремонтних робіт, люд-год;

K<sub>НОРМ</sub> – коефіцієнт виконання норм (виробітку, часу), приймається

K<sub>НОРМ</sub>=1-1.2.

									Арк
									82
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Приймаємо: 1 чол.

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

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

$$\text{Ч}_{\text{ОБЛ}}^{\text{вер}} = \frac{T_{\text{р}}^{\text{ср.річн.}} * 10\%}{T_{\text{ЕФ}} * K_{\text{НОРМ}} * 100\%} = \frac{1103.34 * 10\%}{1760 * 1.2 * 100\%} = 0.05 \text{ чол}$$

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

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

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

$$\text{Ч}_{\text{ОБЛ}}^{\text{сл.}} = \frac{T_{\text{р}}^{\text{ср.річн.}} * (80\% + 10\%)}{T_{\text{ЕФ}} * K_{\text{НОРМ}} * 100\%} = \frac{1103.34 * (80\% + 10\%)}{1760 * 1.2 * 100\%} = 0.47 \text{ чол}$$

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

### 3.2.3 Розрахунок чисельності чергового персоналу цеху

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

$$\text{Ч}_{\text{ОБЛ}} = \frac{T_{\text{р}}^{\text{тo}}}{T_{\text{ЕФ}} * K_{\text{НОРМ}}} = \frac{638.5}{1944 * 1.2} = 0.27 \text{ чол}$$

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

Приймаємо: 1 чол.

Ефективний фонд часу вибирається на основі балансу робочого часу з ура-

									Арк
									83
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

хуванням режиму роботи. Якщо чисельність чергового персоналу не буде відповідати кількості робітників з обліку режиму роботи базового підприємства і правилам ТБ, то приймається потрібне число робітників з урахуванням того, що вони будуть обслуговувати електроустаткування сусіднього цеху.

Кваліфікаційний склад чергових робітників складає:

- електрослюсар 5 розряд – чоловік

### 3.3 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 30% від оптової ціни, отже розраховуємо за формулою:

$$V_M = C_0 * 30\% / 100\%$$

де  $C_0$  – оптова ціна одиниці устаткування, грн.

Транспортно-заготівельні затрати на поставку електроустаткування, що складають 3% від оптової ціни устаткування, розраховуємо за формулою:

$$Z_{тр-заг} = C_0 * 3\% / 100\%$$

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.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.9.

									Арк
									84
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

Таблиця 3.9 – 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 <sub>0</sub>	Вартість монтажних робіт, В <sub>М</sub>	Транспортно заготовельні витрати, З <sub>тр-заг</sub>	Всього К <sub>В</sub>		
							30%
БД	5.6-10	6	17850	5355	535.5	23740.5	142443
	22.1-30	10	138400	41520	4152	184072	1840720
	101-125	1	1200000	360000	36000	1596000	1596000
	Оп. і вент.	5	23860	7158	715.8	31733.8	158669
	Піч опору	2	18300	5490	549	24339	48678
	Тр-р	2	500000	150000	15000	665000	1330000
	Всього:	26	-	-	-	-	5116510
<b><u>Кабелі і шинопровід:</u></b>							
	ВВГ 5x2,5	4000	70.13	21.039	2.1	93.269	373076
	ВВГ 5x10	250	241.86	72.558	7.26	321.678	80419.5
	ВВГ 5x25	1000	602.2	180.66	18.07	800.93	800930
	ВВГ 5x50	50	1190.86	357.258	35.73	1583.848	79192.4
	ВВГ 5x70	20	1684.67	505.401	50.54	2240.611	44812.22
	ВВГ 5x95	26	2212.75	663.825	66.38	2942.955	76516.83
	ВВГ 5x150	68	3791.84	1137.552	113.76	5043.152	342934.336
	ВВГ 5x185	100	5101.13	1530.339	153.03	6784.499	678449.9
	ААШв 3x95	3700	1019.44	305.832	30.58	1355.852	5016652.4
	ШМТ 100x10	15	480	144	14.4	638.4	9576
	Всього:	9229	-	-	-	-	7502559.59

Продовження таблиці 3.9

Назва і тип електроустаткування	Кількість, шт, м	Кошторисна вартість одиниці устаткування, грн				Загальна вартість даного виду устаткування, грн, К'ЗАГ
		Оптові ціни, Ц <sub>0</sub>	Вартість монтажних робіт, В <sub>М</sub>	Транспортивно заготовельні витрати, З <sub>тр-заг</sub>	Всього К <sub>В</sub>	
<b><u>Вимикачі:</u></b>						
ОТ-2500	2	355916	106774.8	10677.48	473368.3	946736.56
ОТ-1250	1	137187	41156.1	4115.61	182458.7	182458.71
ВН-11У3	2	4860	1458	145.8	6463.8	12927.6
ВА88-33 3Р	18	1560	468	46.8	2074.8	37346.4
ВА88-35 3Р	6	2196	658.8	65.88	2920.68	17524.08
ВА88-37 3Р	5	4560	1368	136.8	6064.8	30324
Всього:	34	-	-	-	-	1227317.35
<b><u>Контактори і реле:</u></b>						
ПМЛ-1110Д	4	802.07	240.621	24.06	1066.751	4267.004
ПМЛ-7100	3	17539.86	5261.958	526.2	23328.018	69984.054
РТЛ-1021М	4	311.97	93.591	9.36	414.921	1659.684
РТЛ-3270	3	2860	858	85.8	3803.8	11411.4
Всього:	14	-	-	-	-	87322.14
КРМ 0.4-80-10 У3-У1	2	19640	5892	589.2	26121.2	52242.4
Всього кап. витрат:	-	-	-	-	-	13985951.48

### 3.4 Розрахунок поточних витрат на електрообладнання цеху

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

3.4.1 Розрахунок річної суми амортизаційних відрахувань на електрообладнання цеху

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

Мета амортизації – накопичення коштів для оновлення основних фондів.

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

Суму амортизаційних відрахувань  $A$ , 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 3.10.

Таблиця 3.10 – Розрахунок річної суми амортизаційних відрахувань

Назва електроустаткування		Кошторисна вартість, грн	Норма амортизації, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн
Електро-двигуни	5.6-10	142443	10	14244.3
	22.1-30	1840720	10	184072
	101-125	1596000	10	159600
Оп. та вент.		158669	10	15866.9
Пічі опору		48678	10	4867.8
Трансформатори		1330000	10	133000

Продовження таблиці 3.10

Назва електроустаткування	Кошторисна вартість, грн	Норма амортизації, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн
Конденсаторні батареї	52242.4	10	5224.24
Всього:	5168752.4	-	516875.24

3.4.2 Розрахунок річного фонду оплати праці ремонтного і чергового персоналу

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

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

ФОП робітників складається з фонду основної оплати ( $\Phi_{\text{ОСН}}$ ), 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;

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

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

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

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

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

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

$V_{\text{РОК}}$  – 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  $D_{\text{ВЕЧ}}$ , грн, розраховуємо за формулою:

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

де  $\frac{1}{3}$  – доля вечірніх годин при 3-х змінній роботі;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

де Відп – число днів відпустки, дн;

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

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

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

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

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.

									Арк
									90
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

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

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

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

Премія Пр, грн, розраховується за формулою:

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

де  $\%Пр$  – відсоток преміювання, %.

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

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

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

До інших витрат і компенсаційних відносяться:

- а) накопичення за результати роботи за рік ( $П_{РІК}$ );
- б) одноразова нагорода.

$$V_{ІН. і К.} = П_{РІК}$$

де  $П_{РІК}$  – премія за результати роботи за рік, грн.

Розміри виплат в вигляді премії за рік  $П_{РІЧ}$ , грн, розраховуємо за формулою:

$$П_{РІЧ} = (\%П_{РІЧ} * \Phi_{ОСН}) / 100\%$$

де  $\%П_{РІЧ}$  – відсоток річного преміювання, %.

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

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

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

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

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

					MP 5.8.141.142 ПЗ	Арк
						91
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.11.

Таблиця 3.11- Результати розрахунку фонду оплати праці (ФОП)

Показник	Оплата праці персоналу цеху, грн	
	Ремонтного	Чергового
Тарифний фонд, $\Phi_{ТАР}$	54771.2	53440.56
Доплата за роботу у вечірній час, $D_{ВЕЧ}$	0	3562.7
Доплата за роботу у нічний час, $D_{НІЧ}$	0	7125.41
Оплата за роботу у святкові дні, $D_{СВ}$	0	2199.2
Оплата відпусток, $V_{ВІДП}$	6273.84	6814.8
Середньоденна зарплата, $Z_{СР.ДН.}$	261.41	283.95
Оплата за час виконання ДО, $V_{ДО}$	261.41	283.95
Сума пільгових доплат, $V_{ПІЛ}$	0	0
Доплата за роботу в шкідливих умовах, $D_{ШК}$	2738.56	2672.03
Премія, $Пр$	2875.49	3340.04
Вислуга років, $V_{РОК}$	273.86	267.2
Фонд додаткової оплати праці, $\Phi_{ДОД}$	12423.16	26265.33
Річне преміювання, $Пріч$	1095.42	1068.81
Середньомісячна оплата, $Z_{СР.МІС.}$	5690.82	6731.23
Відрахування на соціальні потреби, $V_{СОЦ.П.}$	14782.76	17535.3
Фонд оплати праці, $\Phi_{ОП}$	68289.78	80774.7

### 3.4.3 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 3.12.

Таблиця 3.12 – Кошторис витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Назва витрат	Сума, грн
Амортизаційне відрахування	516875.24
Експлуатація устаткування	279719.03
Основна заробітна плата ремонтного і чергового персоналу	108211.76
Відрахування на соціальні потреби	32318.06
Ремонт електроустаткування	557538.82
Знос малоцінних і швидко зношуваних інструментів і приладів	69929.76
Інші витрати	139859.51
Додаткова зарплата ремонтного і чергового персоналу	38688.49
Всього:	1745039.91

Примітка до таблиці:

1. Сума амортизаційних витрат береться з таблиці 3.10
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 3.11.

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.

### 3.5 Техніко-економічні показники електрослужби цеху

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

Таблиця 3.13 – Техніко-економічні показники електрослужби цеху

Показники	Одиниці вимірювання	Цифрові дані
Капітальні затрати	грн.	13985951.4
Річна сума амортизаційних відрахувань	грн.	516875.24
Чисельність ремонтної бригади:		
- 6 <sup>го</sup> розряду	чол.	1
Чисельність чергових електрослюсарів:		
- 5 <sup>го</sup> розряду	чол.	1
Річний фонд плати праці	грн	149064.48
Середньомісячна заробітна плата 1-го робітника:		
- ремонтного	грн	5690.82
- чергового	грн	6731.23
Витрати по утриманню та експлуатації електрообладнання	грн	1745039.91
Загальна трудомісткість ремонтних робіт	люд.-год.	1103.34

## Висновки

У магістерській роботі розглянуті питання по забезпеченню електропостачання цеху металообробки, ділянки вирубування прес-формою. На основі переліку електрообладнання та його технічних характеристик, вимог до технологічного процесу та категорії з електропостачання цеху були проведені наступні розрахунки:

- розраховано навантаження споживачів з урахуванням режимів роботи та коефіцієнтом використання. На їх основі розділено навантаження до 5-ти силових пунктів марки ПР11;

- для збільшення коефіцієнта потужності до бажаного значення в 0.93 [3] було обрано КП;

- обрано проаналізовано роботу і аварійній ситуації двох силових трансформатори ТМ-1000/6 та обладнання електричної частини підстанції цеху: силові шафи, комутуючі апарати. Трансформатори були перевірені на термічну дію струмів КЗ та роботу в після аварійному режимі. У випадку виходу з ладу або необхідності ремонту одного з трансформаторів ТМ-1000/6 забезпечує надійне електропостачання всіх споживачів цеху у штатному режимі.

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

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

Для живлення релейного захисту і контрольної апаратури підстанції розраховані і обрані трансформатори струму, а також трансформатори напруги, що задо-

									Арк
									95
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

вольняють вимогам за номінальною напругою та доступним вторинним навантаженням.

У пункті «Охорона праці та техніка безпеки» наведені основні інструкції до працівників цеху металообробки, 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. Використані світильники ДСП46У-БАЖ-80-121 УЗ, що забезпечують як основне робоче освітлення, так і аварійне завдяки вбудованому акумулятору.

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;
- трудомісткість робіт, що є основою для визначення мінімально необхідної кількості чергового і ремонтного персоналу;
- амортизаційні відрахування;
- основна та додаткова оплата за роботу у нічний, вечірній час, за шкідливість і працю у святкові дні, фонд оплати праці склав 149064.48 гривень.

					МП 5.8.141.142 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		96



## 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. <https://axiomplus.com.ua/silovyye-transformatoryi> – Трансформатори силові.
8. В.Е. Гапон «Методичний посібник з виконання курсових проектів студентам всіх форм навчання за спеціальністю 5.05070104 «Монтаж і експлуатація електроустановок підприємств і цивільних споруд», Шостка, 2011. – 91 с.
9. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд (ІЕ С 62305:2006, NEQ). – Київ : Мінрегіонбуд України , 2008.
10. Богиня Д.П., Грішнова О.А. Основи економіки праці: Навч. посіб. / Богиня Д.П., Грішнова О.А. – К.: Знання-Прес, 2000. – 313 с.
11. Осінова Л.В. Основи підприємства: навч.пос. / Л.В. Осінова, Г.М. Силяєва. – К.: Ельга, 2004. – 528 с.
12. Белова М.А. Управління виробничою інфраструктурою: підручник / М.А. Белова. – К.: КНЕУ, 2005. – 207 с.
13. <https://k-ps.ua/spravochnik/kabeli-silovyye> – Кабельна пошукова система, кабелі силові.
14. <http://khomovelectro.ua/catalog> –Каталог продукції, компенсація реактив-

									Арк
									97
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата					

ної потужності.

15. <https://slavenergo.ua> – СлавЕнерго, 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. <http://www.cztu.ua/products.html> – Каталог продукції трансформаторів струму.

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.

					МР 5.8.141.142 ПЗ	Арк
Зм.	Арк	№ Документу_	Підпис_	Дата		98