

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри)

менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО

АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «СТРИЖАВСЬКИЙ КАР'ЄР»

Виконав: студент 4-го курсу, групи ЗЕЕ-206
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

Лебідь Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Войтюк Ю.П.

(прізвище та ініціали)

« 15 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« 12 » 06 2024 р.

Рецензент

к.т.н., доц., доцент каф. ЕЕС

Острів О.В.

(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

« 11 » 03 2024р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Лебідь Юлія Анатоліївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи; Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Стрижавський кар'єр», керівник роботи Войтюк Юрій Петрович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «11» 03 2024 року, №80
2. Строк подання студентом роботи «11» 06 2024 року
3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення; відомості про перспективу розвитку підприємства (додаток А).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.
Анотація.
Вступ.
 1. Загальні відомості про підприємство
Відомості про технологічні процеси
Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання
 2. Аналіз системи електропостачання підприємства.
 - 2.1 Розрахунок електричних навантажень
 - 2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій
 - 2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства
 - 2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання
 - 2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП
 - 2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху
 - 2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху
 - 2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі
 3. Аналіз способів оцінки та контролю гірських порід в умовах технологічного процесу нерудних кар'єрів.

Висновки

4. Охорона праці

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

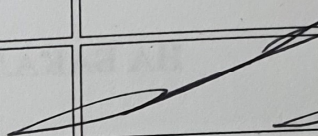
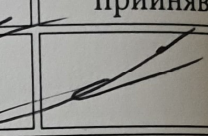
ВИСНОВКИ

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

- Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею
- План цеху і силової мережі
- Розрахунково-монтажна таблиця
- Однолінійна схема електропостачання підприємства
- Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

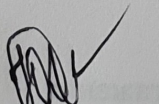
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання «11» 03 2024 року

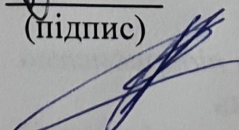
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 29.05.2024	Викон
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	Викон
3	Охорона праці	до 10.06.2024	Викон
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	Викон

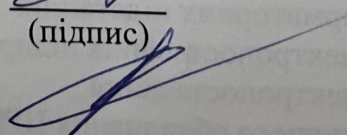
Студент


(підпис)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Лебідь Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування факультету)
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
(повна назва кафедри)
менеджменту

Бакалаврська дипломна робота на тему:
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «СТРИЖАВСЬКИЙ КАР'ЄР»

Виконав: студент 4-го курсу, групи ЗЕЕ-206
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Лебідь Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)
« ____ » _____ 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)
« ____ » _____ 2024 р.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

«___» _____ 2024р.

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

Лебідь Юлія Анатоліївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи; Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Стрижавський кар'єр», керівник роботи Войтюк Юрій Петрович, к.т.н., доц., затверджені наказом по ВНТУ від «11» _03_ 2024 року, №80_
2. Строк подання студентом роботи «11»_06_2024 року
3. Вихідні дані до роботи: Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення; відомості про перспективу розвитку підприємства (додаток А).
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.
Анотація.
Вступ.
 1. *Загальні відомості про підприємство*
Відомості про технологічні процеси
Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання
 2. *Аналіз системи електропостачання підприємства.*
 - 2.1 Розрахунок електричних навантажень
 - 2.2 Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій
 - 2.3 Вибір та розрахунок схеми електропостачання підприємства
 - 2.3.1. Розрахунок зовнішнього електропостачання
 - 2.3.2. Вибір комутаційного та захисного обладнання ЦРП
 - 2.4 Розрахунок схеми електропостачання цеху
 - 2.4.1. Вибір та розрахунок системи електропостачання цеху
 - 2.4.2. Вибір комутаційних та захисних апаратів цехової електромережі
 3. Аналіз способів оцінки та контролю гірських порід в умовах технологічного процесу нерудних кар'єрів.

Висновки

4. Охорона праці

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

ВИСНОВКИ

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

– Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею

– План цеху і силової мережі

– Розрахунково-монтажна таблиця

– Однолінійна схема електропостачання підприємства

– Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання «_27_»_05_2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	до 29.05.2024	
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	до 7.06.2024	
3	Охорона праці	до 10.06.2024	
4	Графічна частина роботи	до 11.06.2024	

Студент

(підпис)

Лебідь Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи

(підпис)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Войтюк Ю.П.
(прізвище та ініціали)

Анотація

Лебідь Ю.А. Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Стрижавський кар'єр». Бакалаврська дипломна робота. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.- Вінниця: ВНТУ, ФЕЕМ. Кафедра ЕСЕМ, 2024.

Представлено розробку елементів системи електропостачання підприємства, що передбачає розрахунок та вибір основних її складових з відповідними перевірками.

Запропонований спосіб, що дає можливість покращення нормування технологічних процесів електроспоживання нерудних кар'єрів.

Розглянуті основні аспекти безпечної експлуатації електрообладнання та охорони праці.

Рис. 10

Табл. 12

Бібл. 25

Abstract

Lebyd Yu.A. Development of the power supply system of the private joint-stock company "Stryzhavsky Karier". Bachelor qualification work. Specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics. - Vinnytsia: VNTU, FEEEM. ESEEM Department, 2024.

The development of the elements of the enterprise's power supply system is presented, which involves the calculation and selection of its main components with appropriate checks.

A method is proposed that makes it possible to improve the standardization of technological processes of electricity consumption in non-ore quarries.

The main aspects of safe operation of electrical equipment and labor protection are considered.

Fig. 10

Table 12

Bibl. 25

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	9
1.1 Опис технологічного процесу.....	9
1.2 Інформація про електричні навантаження	10
2. ПОБУДОВА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КАРЄРУ.....	12
2.1 Розрахунок навантажень мережі 0,4 кВ виробничого корпусу.....	12
2.2 Визначення розрахункових навантажень Стрижавського кар'єру	18
2.3 Розрахунки по вибору потужності та місця встановлення ТП	20
2.4 Перевірка обраної потужності трансформатора на живлячій ТП.....	25
2.5 Вибір електрообладнання живлячої підстанції кар'єру	28
2.6 Обґрунтування та вибір схеми мережі 0,4 кВ.....	31
2.7 Розрахунок апаратури для комутації, захисту та провідників мережі 0,4 кВ.....	32
3. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОЦІНКИ ТА КОНТРОЛЮ ГІРСЬКИХ ПОРІД В УМОВАХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НЕРУДНИХ КАР'ЄРІВ	39
ОХОРОНА ПРАЦІ.....	51
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту.....	51
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	51
4.1.2 Електробезпека.....	54
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	55
4.2.1 Мікроклімат.....	55
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	56
4.2.3 Виробниче освітлення.....	57
4.2.4 Виробничий шум.....	58
4.2.5 Виробнича вібрація.....	59
4.3. Пожежна безпека	

Висновки.....	63
Література.....	64
Додатки.....	67
Додаток А – Вихідні дані	68
Додаток Б – Протокол перевірки роботи на наявність текстових запозичень.....	70
Додаток В – Ілюстративний матеріал.....	71

ВСТУП

Актуальність теми. Забезпечення електропостачання підприємств гірничодобувної галузі є дуже актуальним зв'язку з тим, що вони безпосередньо беруть участь у планах з відбудови України та забезпечення елементами, які використовуються для спорудження фортифікаційних споруд. Тому забезпеченню надійного живлення подібних споживачів електроенергією нерудних кар'єрів потрібно звертати особливу увагу.

Мета роботи полягає у забезпеченні надійного електропостачання специфічних електроприймачів, а особливо порододобувних екскаваторів, електроенергією відповідної якості, що може бути досягнуто використанням сучасного електротехнічного обладнання, яке пропонується в даній роботі.

Об'єктом бакалаврської роботи є система електропостачання приватного акціонерного товариства «Стрижавський кар'єр».

Предметом даної роботи є запровадження сучасних методик розрахунку, важливих елементів системи електропостачання, які відповідальні за безперебійність електроживлення, а також впровадження нових підходів до оцінки твердості гірських порід по питомій енергоємності в темпі технологічного процесу.

Методи. В роботі використанні загальні методи теоретичних основ електротехніки, загальної математики, сучасні методи проектування електротехнічних об'єктів.

Короткий зміст розділів. В першому розділі проведений аналіз особливостей технологічного процесу Стрижавського кар'єру. В другому розділі розглянуті та розроблені основні фрагменти створення системи електропостачання кар'єру, що передбачають визначення електричних навантажень, потужності трансформаторів та ін. В третьому розділі пропонується на основі обґрунтування особливостей технологічного процесу здійснювати оцінку та контроль гірничих порід. Четвертий розділ присвячений розробці та впровадження основних заходів з охорони праці працівників кар'єру, а особливо електротехнічного персоналу.

Наукова новизна. Полягає в поєднанні сучасних методів проектування промислових об'єктів з особливостями електропостачання нерудних кар'єрів, яким є Стрижавський кар'єр. Такий шлях розроблений в бакалаврській роботі, дав змогу спроектувати сучасну систему живлення споживачів, яка може бути впроваджена та дзеркально перенесена на подібні підприємства.

Практична цінність бакалаврської роботи полягає в тому, що методики, які використанні при проектуванні Стрижавського кар'єру можуть бути застосовані на підприємствах, що виконують добуток граніту відкритим способом.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Опис технологічних процесів

ПрАТ «Стрижавський кар'єр розробляє гірничі породи та подрібнює їх на різні фракції для виготовлення кінцевої продукції у вигляді щебеню різного діаметру. Горна маса з кар'єру транспортується спеціальним транспортом та завантажується у бункер технологічної лінії цей процес відбувається, якщо гірнича маса має крупність 0 – 1000 мм. У випадку коли гірнича маса має крупність до 1000 мм вона з приймального бункера подається на подрібнення в дробарку марки СДМ – 118, що має робочий вихідний отвір до 170 мм. Після подрібнення за допомогою системи конвеєрів передається в іншу дробарку типу КСД – 2200ГР, що має вихідний отвір 30-40 мм.

Отримана гірнича маса за допомогою інших конвеєрів (№ 2,5) подається на групу вібраційних грохотів ГІЛ – 52А, що мають сита розмірами 34х34 мм та 10х10 мм для контрольної обробки. Фракція крупніша за 40 мм з сит грохотів поступає на систему конвеєр (№6-8) для повторного подрібнення в конусній дробарці КМД-1700 з робочим виходом 8-10мм. Потім отримана фракція передається на контрольну обробку на грохоти.

Подрібнений продукт крупністю 10-40 мм з нижнього грохоту ГІЛ – 52А поступає на конвеєр з якого перевантажується та потрапляє на інший грохот ГІЛ – 52, що обладнаний спеціальними свердлильними ситами виготовленими з листової сталі, де розділяється на товарні фракції щебеню 10-20 мм та 20-40 мм.

Теплий період року на останньому грохоті проходить промивка щебеню водою, яка під тиском проходить крізь щєбінь та верхні сита грохоту.

Готова продукція щебеню товарної фракції за допомогою горизонтальних конвеєрів похилого типу надходить у відкриті конуси, де складуються. Клас щебеню 0-10 мм пройшовши сита грохоту ГІЛ-52А самопливом надходить на конвеєр №8, а звідти на сперені грохоти ГІЛ-52, що обладнанні сіткою 5х5 або 6х6 мм. Ця процедура виконується тільки в зимовий період.

Готова продукція щебеню фракції 5-10 мм та відсів за допомогою системи конвеєрів №13 та №14, що мають нахил потрапляє на горизонтальні конвеєри, звідки надходить на складування.

1.2 Інформація про електричні навантаження.

На рисунку 1.1 представлений генеральний план Стрижавського кар'єру, а інформація про електроспоживачів (по окремим цехам і спорудам) наведена в таблиці 1.1.

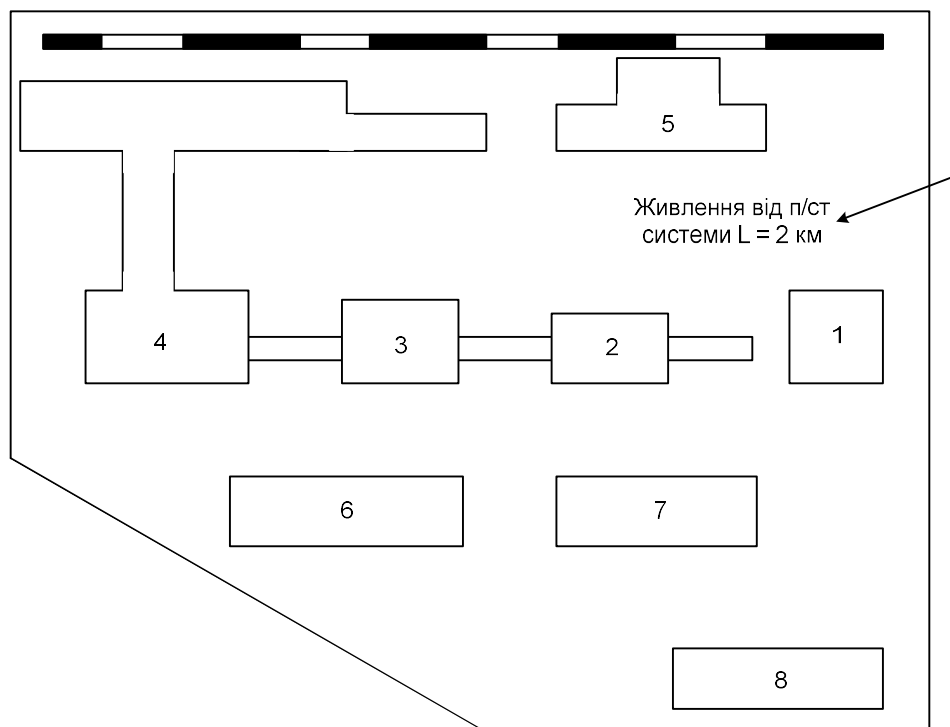


Рисунок 1.1– Генеральний план кар'єру.

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження заводу

Вузли живлення ЕП	P_n
1. Корпус №1	565
2. Корпус №2	275
3. Корпус №3	226
4. Корпус №4	510
5. Механічний цех	85
6. Гараж	145
7. Котельня	40
8. Погрузочний цех	156

Приведемо будівельні плани одного з корпусів кар'єру (рисунок 1.2), що буде використаний для детальних розрахунків системи електропостачання в якості прикладу і надамо в таблиці 1.2 відомості про потужності електроспоживачів, які встановлені в ньому

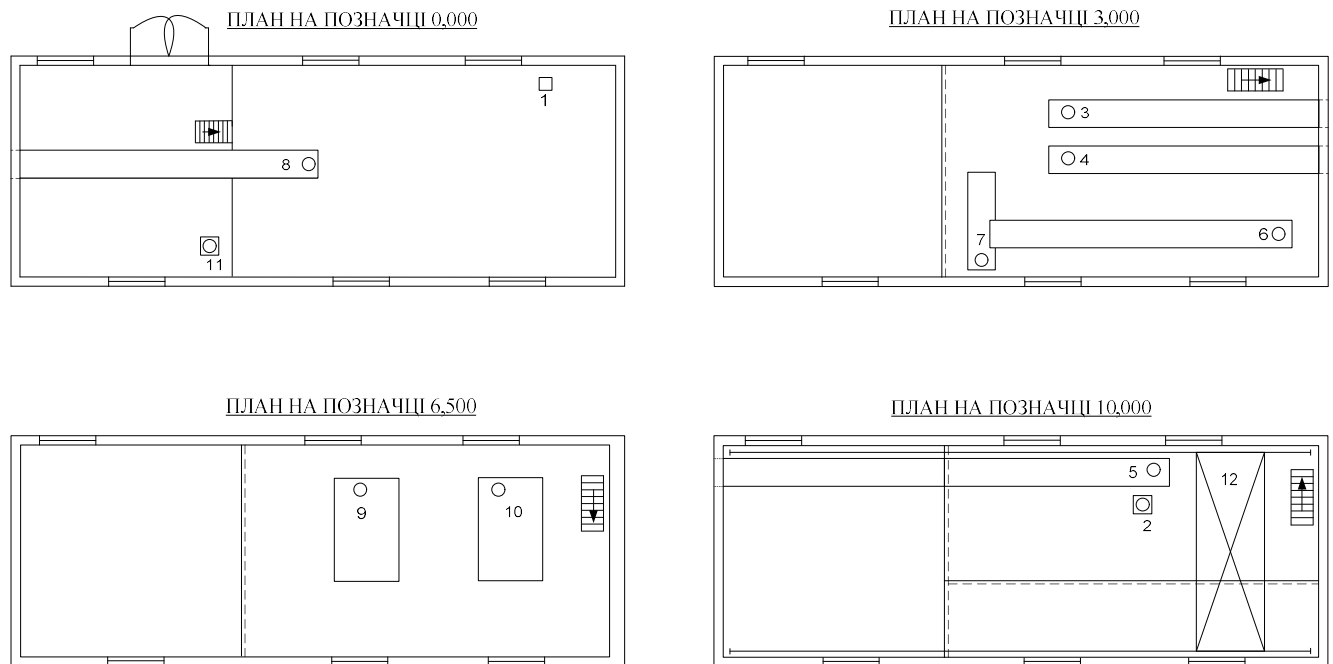


Рисунок 1.2 – Будівельні плани корпусу з розміщенням обладнання

Таблиця 1.2 - Електричні навантаження корпусу

№ на плані	Назва цеху	$P_{нз}$ кВт
1	Зварювальний апарат	5
3, 4-8, 10	Конвеєр	117
3	Вентиляційна установка	30
9,10	Грохот	40,5
2	Гідротолкач	1,5
12	Мостовий кран	32

2. ПОБУДОВА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КАР'ЕРУ

Для створення надійної системи електропостачання Стрижавського кар'єру проведемо обов'язкові типові розрахунки, але з прив'язкою основних рішень для умов функціонування технологічного процесу, що забезпечує виготовлення кінцевої продукції.

Складність розрахунків та прийняття проектних рішень ускладнюється за рахунок того, що для забезпечення безвідмовної роботи технологічного обладнання можливо приймати рішення про зміни конфігурації в системі електропостачання.

2.1 Розрахунок навантажень мережі 0,4 кВ виробничого корпусу

Для визначення розрахункових навантажень споживачів 0,4 кВ виробничого корпусу рекомендується застосовувати точний метод розрахунку, який оснований на використанні коефіцієнту максимуму навантаження.

Дана методика передбачає виконання розрахунків у наступній послідовності. Розрахункова потужність електроприймачів, що живляться окремою лінією визначається за його номінальною потужністю.

$$P_p = P_n = P_{\text{вст}}, [\text{кВт}], \quad (2.1)$$

де $P_{\text{вст}}$ — встановлена потужність споживача, кВт.

Для групи електроприймачів у кількості до трьох включно розрахункова потужність знаходиться як сума активних та реактивних значень їх потужностей. У випадку, коли кількість споживачів більше трьох, що складають одну групу та отримують живлення по своїй лінії визначається наступним чином:

1. Для кожного споживача встановлюється коефіцієнт використання та значення коефіцієнта реактивної потужності. Вони повинні вибиратися для кожного із споживачів, виходячи з приналежності до певної галузі промисловості.

2. Коефіцієнт використання для групи споживачів визначається за відношенням значення середньої його потужності до номінальної.

3. Формула для визначення середнього навантаження має вигляд:

$$P_{\text{ср}} = K_{\text{вик}} \times \sum P_{\text{ном.}} \quad (2.2)$$

де $\sum P_{\text{ном.}}$ – номінальна потужність встановлених однотипних споживачів, кВт;

$K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання, [3].

Покажемо як виконуються розрахунки для визначення необхідних величин для одного з розподільчих пристроїв, наприклад, РП-1.

Середні значення потужності для вентиляційної установки.

$$P_{\text{ср}} = 0,7 \times 30 = 21 \text{ (кВт)}.$$

$$Q_{\text{ср}} = P_{\text{ср}} \times \text{tg}\varphi \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{ср}} = 21 \times 0,75 = 15,75 \text{ (кВар)}.$$

Середнєзмінні потужності для електроприймачів, що утворюють групу визначаються як:

$$P_{\text{ср.гр}} = \sum P_{\text{ср}} [\text{кВт}], \quad (2.4)$$

$$Q_{\text{ср.гр}} = \sum Q_{\text{ср}} [\text{кВар}] \quad (2.5)$$

1. Користуючись (2.2) визначимо коефіцієнт використання для групи:

$$K_{\text{вик.ср}} = \frac{P_{\text{ср.гр}}}{P_{\text{ном.у.гр}}}, \quad (2.6)$$

$$K_{\text{вик.ср}} = \frac{75,4}{107} = 0,7.$$

2. Наступним кроком є визначення ефективного числа споживачів [3]. Ефективна кількість електроспоживачів, що мають різну номінальну потужність, але живляться від одного розподільчого пристрою та мають схожий режим роботи і розрахункову потужність, яка еквівалентна групі, що розглядається. Визначається це значення наступним чином:

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} P_{\text{ном.}i} \right)^2}{\sum_{i=1}^{i=n} P_{\text{ном.}i}}, \quad (2.8)$$

$$n_e = \frac{107^2}{5^2 + 18.5^2 + 15^2 + 11^2 + 5.5^2 + 22^2 + 30^2} = 6.$$

3. Користуючись графіком $K_{\text{max}} = f(K_{\text{вик}}; n_e)$ [3] знайдемо коефіцієнт максимуму електричного навантаження (приймаємо його 1,12) та визначимо максимальне навантаження, що відповідає обраній групі споживачів

Значення максимальної розрахункової потужності для групи визначається за формулою:

$$P_{\text{max.p}} = P_{\text{ср.гр}} \times K_{\text{max}}, \quad (2.9)$$

$$P_{\text{max.p1}} = 75,4 \times 1,25 = 94,3 \text{ (кВт)}$$

а реактивне:

$$Q_{\text{max.p}} = 1,1 \times Q_{\text{ср.гр}}, \text{ якщо } n_e \leq 10 \quad (2.10)$$

$$Q_{\text{max.p}} = Q_{\text{ср.гр}} \text{ [квар]}, \text{ якщо } n_e > 10$$

$$Q_{\text{max.p1}} = 72,1 = 72,1 \text{ (квар)}.$$

Тоді максимальна повна потужність групи буде:

$$S_{\text{max.p}} = \sqrt{P_{\text{max.p}}^2 + Q_{\text{max.p}}^2}, \quad (2.11)$$

$$S_{\text{max.p}} = \sqrt{94,3^2 + 72,1^2} = 118,7 \text{ (кВА)}.$$

4. В подальших розрахунках буде необхідна інформація про максимальний розрахунковий струм цієї групи, який можна визначити за виразом:

$$I_{\max.p} = \frac{S_{\max.p}}{\sqrt{3} \times U_{\text{ном}}}, \quad (2.12)$$

де $U_{\text{ном}}$ - номінальне значення напруги, (кВ).

$$I_{\max.p1} = \frac{118,7}{\sqrt{3} \times 0,38_{\text{ном}}} = 180,6 \text{ (А)}.$$

Подібні розрахунки виконаємо для всіх інших розподільчих пристроїв та результати зводимо в таблицю 2.1.

Знайдемо значення середніх та максимальних навантажень для виробничого корпусу:

$$P_{\text{ср}\Sigma} = P_{\text{ср.ПП-1}} + P_{\text{ср.ПП-2}}, \quad (2.13)$$

$$P_{\text{ср}\Sigma} = 75,4 + 61,3 = 136,7 \text{ (кВт)}.$$

$$Q_{\text{ср}\Sigma} = Q_{\text{ср.ПП-1}} + Q_{\text{ср.ПП-2}}, \quad (2.14)$$

$$Q_{\text{ср}\Sigma} = 65,6 + 65,6 = 131,2 \text{ (кВар)}.$$

Знаходимо середнє значення коефіцієнту використання:

$$K_{\text{вик.ср}} = \frac{136,7}{226} = 0,6. \quad (2.15)$$

Значення ефективної кількості приймачів:

$$n_e = \frac{226^2}{5^2 + 18,5^2 + 15^2 + 11^2 + 5,5^2 + 22^2 + 30^2 + 22^2 + 18,5^2 + 45^2 + 1,5^2 + 32^2} = 9.$$

Значення коефіцієнту максимуму рівне [3]: $K_{\max} = f(K_{\text{вик}}; n_{\text{эф}}) = 1,3$

Розрахункові навантаження у максимальні години використання:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{ср.}\Sigma} \cdot K_{\max}, \quad (2.16)$$

$$P_{\text{макс.р.}\Sigma} = 136,7 \cdot 1,3 = 177,7 (\text{кВт}).$$

$$Q_{\text{макс.р.}\Sigma} = Q_{\text{ср.}\Sigma}, \quad (2.17)$$

$$Q_{\text{макс.р.}\Sigma} = 131,2 = 131,2 (\text{кВар}).$$

$$S_{\text{макс.р}} = \sqrt{P_{\text{макс.р}}^2 + Q_{\text{макс.р}}^2}, \quad (2.18)$$

$$S_{\text{макс.р}} = \sqrt{177,7^2 + 131,2^2} = 220,9 \text{ (кВА)}.$$

5. Значення максимального розрахункового струму по виробничому корпусі:

$$I_{\text{макс.р.}\Sigma} = S_{\text{макс.р.}\Sigma} / \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном.}}, \quad (2.19)$$

$$I_{\text{макс.р.}\Sigma} = 220,9 / \sqrt{3} \cdot 0,38 = 336 (\text{А}).$$

Отриманні результати зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Навантаження мережі 0,4 кВ

Розрахунок електричних навантажень методом коефіцієнта максимуму($K_{\max}$)															
Назва вузлів живлення та груп електроприймачів	Кількість електроприймачів n	Установлена потужність при $P_{\Sigma}=100\%$		Відношення $m=P_n \max/P_n \min$	Коефіцієнт використання $K_{\text{вик}}$	$\cos \phi$	$\text{tg} \phi$	Активне P_p , кВт	Реактивне Q_p , квар	Ефективна кількість електроприймачів n_e	Коефіцієнт максимуму $K_{\max}$	Максимальні розрахункові навантаження			Максимальний розрахунковий струм $I_{\max}$, А
		$P_{\text{ном}}$, кВт	$P_{\text{ном}}$, кВт									Активне $P_{\max}$, кВт	Реактивне $Q_{\max}$, квар	Повне $S_{\max}$, кВА	
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ШР-1															
1 Зварювальний апарат	1	5	5	0,25	0,45	1,98	1,25	2,5							
3 Конвеєр	1	18,5	18,5	0,75	0,75	0,88	13,9	12,2							
4 Конвеєр	1	15	15	0,75	0,75	0,88	11,3	9,9							
6 Конвеєр	1	11	11	0,75	0,75	0,88	8,3	7,3							
7 Конвеєр	1	5,5	5,5	0,6	0,7	1,02	3,3	3,4							
8 Конвеєр	1	22	22	0,75	0,75	0,88	16,5	14,6							
11 Вентиляційна установка	1	30	30	0,7	0,8	0,8	21	15,8							
ВСЬОГО ПО ШР-1	7		107	6	0,70		75,4	65,6	5,4	1,25	94,3	72,1	119	180,6	
ШР-2															
9 Грохот	1	22	22	0,5	0,65	1,17	11	12,9							
10 Грохот	1	18,5	18,5	0,5	0,65	1,17	9,3	10,8							
5 Конвеєр	1	45	45	0,75	0,75	0,88	33,8	29,8							
2 Гідротолкач	1	1,5	1,5	0,6	0,65	1,17	0,9	1,1							
12 Мостовий кран	1	32	32	0,2	0,5	1,73	6,4	11,1							
Всього по ШР-2	5	226	119	30	0,52		61,3	65,6	3,7	1,6	98,1	72,1	122	185,199	
Разом по РП- 3	12		226		0,6		137	131,2	9	1,3	177,7	131,2	221	336,0	

2.2 Визначення розрахункових навантажень Стрижавського кар'єру

Для побудови схеми електропостачання Стрижавського кар'єру, окрім навантажень, окремої ділянки, які були визначені в підрозділі 2.1, необхідно виконання та визначення розрахункових навантажень кожного з об'єктів підприємства, що задіяні в технологічному процесі та об'єктів адміністративного напрямлення. Тому перейдемо до розрахунку активних і реактивних навантажень силового та освітлювального навантаження кожної з виробничих ділянок.

Цей розрахунок прийнято проводити наближеним способом з використанням коефіцієнту попиту, який також дає адекватні результати.

Алгоритм розрахунку зводиться до наступного. Спочатку визначимо максимальне активне навантаження кожної ділянки.

$$P_{\max} = (P_{\text{ном.вст.}} \cdot K_{\text{поп}}) + P_{\text{п.о}}, \quad (2.20)$$

де $P_{\text{ном.вст}}$ – потужність ділянки, (кВт);

$P_{\text{п.о}}$ – потужність освітлення ділянки, (кВт);

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт попиту навантаження, [3].

Зробимо зауваження, що стосується потужності освітлення. В даному випадку її потрібно враховувати в загальному розрахунку потужності ділянки, що дозволяє отримати більш точний результат. Потужність освітлювального навантаження визначається також наближеним способом з врахуванням коефіцієнту попиту освітлювального навантаження. Іноді цей спосіб називають Вт/м², який свідчить про те, що потужність освітлення визначається спираючись на площу освітлення. При чому, необхідно враховувати також яким типом ламп виконано освітлення та яка пускорегулююча апаратура при цьому використовується.

В якості прикладу, розглянемо виконання розрахунків для корпусу №1 кар'єру.

$$P_{\max} = (565 \cdot 0,8) + 16,7 = 469 \text{ (кВт)}.$$

Реактивне навантаження визначається як:

$$Q_{\max} = P_{\max} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.21)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності, що характеризує середнє значення цієї величини по корпусу №1.

$$Q_{\max} = 465 \cdot 0,91 = 426,5 (\text{квар}).$$

Тоді повне електричне навантаження корпусу №1 буде:

$$S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2}, \quad (2.23)$$

$$S_{\max} = \sqrt{469^2 + 426,5^2} = 634 \text{ (кВА)}.$$

Визначимо розрахункову активну потужність об'єктів кар'єру, що живляться від трансформаторної підстанції:

$$\sum P_{\max \text{ ТП}} = P_{\max} + P_{\max \text{ цеху}}, \quad (2.24)$$

$$\sum P_{\max \text{ ТП}} = 1511 + 177,7 = 1689 (\text{кВт}).$$

Аналогічно реактивна складова по ТП:

$$\sum Q_{\max \text{ ТП}} = Q_{\max} + Q_{\max \text{ цеху}}, \quad (2.25)$$

$$\sum Q_{\max \text{ ТП}} = 1485,9 + 131,2 = 1617,1 (\text{квар}).$$

Відповідно повна потужність по ТП:

$$S_{\max \text{ ТП}} = \sqrt{P_{\max \text{ ТП}}^2 + Q_{\max \text{ ТП}}^2}, \quad (2.26)$$

$$S_{\max \text{ ТП}} = \sqrt{1689^2 + 1617,1^2} = 2338,3 \text{ (кВА)}.$$

Таблиця 2.2–Інформація про електричні навантаження кар'єру.

№	Найменування цехів	Вхідні дані (силова частина)				Світло				Розрахункові навантаження					
		Рном, кВт	cosφ	tgφ	Кп	F м^2	Кпо	Кпра	Рпит, кВт/м^2	Рп.о, кВт	Рр, кВт	Qр, кВАр	Sp, кВА	Ip (0,4 кВ), А	Ip, А
1	Корпус №1	565	0,74	0,91	0,8	1064	0,95	1,1	0,015	16,7	469	426,5	634	963	37
2	Корпус №2	275	0,7	1,02	0,8	920	0,95	1,1	0,015	14,4	234	239	335	509	19
3	Корпус №4	510	0,7	1,02	0,7	4680	0,95	1,1	0,015	73,4	430	439,0	615	934	35
4	Механічний цех	85	0,65	1,17	0,7	1890	0,95	1,1	0,014	27,7	87	102,0	134	204	8
5	Гараж	145	0,7	1,02	0,7	1350	0,95	1,1	0,015	21,2	123	125,1	175	266	10
6	Котельня	40	0,7	1,02	0,7	1144	0,95	1,1	0,015	17,9	46	46,9	66	100	4
7	Погрузочний цех	156	0,75	0,88	0,7	819	0,95	1,1	0,015	12,8	122	107,4	163	247	9
8	Всього по заводу	1776				11867					1511	1485,9	2121	3222	122

2.3 Розрахунки по вибору потужності та місця встановлення ТП

Одним із важливих кроків по створенню системи електропостачання кар'єру є визначення потужності та кількості трансформаторів та визначення місця їх встановлення. Рішення цього питання дозволяє створити оптимальну систему живлення, що є важливим фактором безвідмовної роботи системи живлення та розподілу електроенергії.

Для цього визначимо повну розрахункову потужність всіх виробничих ділянок, в яких встановлено низьковольтне обладнання:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (2.27)$$

$$S_{\Sigma} = 634 + 335 + 615 + 134 + 175 + 66 + 163 + 220,9 = 2338,3 \text{ (кВА)}.$$

Відповідно загальна площа всіх об'єктів кар'єру буде:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_i, \quad (2.28)$$

$$F_{\Sigma} = 1064 + 920 + 4680 + 1890 + 1350 + 1144 + 819 + 1250 = 13117 \text{ (м}^2\text{)}$$

Знайдемо потужність трансформатора в залежності від густини навантаження:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}}, \quad (2.29)$$
$$S_{\text{пит}} = \frac{1720,9}{13117} = 0,18 \left(\frac{\text{кВа}}{\text{м}^2} \right).$$

Отриманий результат свідчить про необхідність та доцільність використання для живлення споживачів кар'єру трансформатора потужністю 1600 кВА.

У зв'язку з тим, що Стрижавський кар'єр відноситься до споживачів II категорії надійності електропостачання розглянемо можливість спорудження двотрансформаторної підстанції з трансформаторами потужністю 1600 кВа, що вимагає ПУЕ [1].

$$S_{\text{ек}} = S_{\text{ном.ТР}} = 1600 \text{ (кВа)}$$
$$N_{\text{ек}} \geq \frac{S_{\Sigma}}{2 \cdot S_{\text{ном.ТР}} \cdot k_3}, \quad (2.30)$$
$$N_{\text{ек}} = \frac{2338,3}{2 \cdot 1600 \cdot 0,8} = 0,76 \approx 1$$

$k_3 = 0,8 \div 0,85$ - нормовані межі коефіцієнт завантаження трансформатора.

Для визначення місця розташування обраної двотрансформаторної підстанції необхідно провести необхідні розрахунки та побудувати картограму електричних навантажень.

Картограма електричних навантажень будується на генеральному плані кар'єру у вибраному масштабі. Потужність кожного з виробничих цехів представляється у колі, площа якого еквівалентна потужності певного виробничого приміщення.

Для визначення масштабу побудови картограми скористаємося виразом [3]:

$$P_{\text{МК}} = \pi \times r_k^2 \times m_p \quad (2.31)$$

На першому етапі приймемо радіус кола для корпусу №3 рівним 40 м. користуючись (2.31) визначимо:

$$m_p = \frac{P_{Mk}}{\pi \cdot r_k^2}, \quad (2.32)$$

$$m_p = \frac{177,7}{3,14 \cdot 40^2} = 0,044 \approx 0,05 \text{ (кВт/м}^2\text{)}.$$

Остаточно приймаємо масштаб побудови картограми рівним 0,05 кВт/м². Тепер перерахуємо радіуси кругів при прийнятому масштабі:

$$r_8 = \sqrt{\frac{P_{m8}}{\pi \cdot m_p}}, \quad (2.33)$$

$$r_8 = \sqrt{\frac{177,7}{3,14 \cdot 0,05}} = 33 \text{ (м)}.$$

Для визначення сектору кола, що еквівалентний величині освітлювального навантаження скористаємося наступною формулою:

$$a_8 = \frac{360 \cdot P_{mo}}{P_m}, \quad (2.34)$$

$$a_8 = \frac{360 \cdot 15}{177,7} = 30,4^\circ.$$

Всі результати розрахунків для виробничих об'єктів кар'єру, пов'язаних з побудовою картограми за носимо в таблицю 2.3

Таблиця 2.3 – Інформація для створення картограми навантажень

№	Споживачі	x	y	Р _{мо} , (кВт)	Р _м , (кВт)	r _k , (м)	α _i ,°
1	Корпус №1	318	149	16,7	468,7	54,6	13
2	Корпус №2	250	148	14,4	234	38,6	22
3	Корпус №3	170	148	15	177,7	33,6	30
4	Корпус №4	99	156	73,4	430	52,4	61
5	Механічний цех	254	220	27,7	87	23,6	114
	Гараж	153	80	21,2	123	28	62
7	Котельня	250	90	17,9	46	17,1	141
8	Погрузочний цех	280	40	12,8	122	27,9	38

По отриманим результатам знайдемо місце встановлення трансформаторної підстанції:

$$X_{ТП} = \frac{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk} X_k}{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk}}, \quad (2.35)$$

$$X_{ТП} = \frac{468,7 \cdot 318 + 234 \cdot 250 + 177,7 \cdot 170 + 430 \cdot 99 + 87 \cdot 254 + 123 \cdot 153 + 46 \cdot 250 + 122 \cdot 280}{468,7 + 234 + 177,7 + 430 + 87 + 123 + 46} = 242.$$

$$Y_{ТП} = \frac{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk} Y_k}{\sum_{k=1}^{\infty} P_{mk}}, \quad (2.36)$$

$$Y_{ТП} = \frac{468,7 \cdot 149 + 234 \cdot 148 + 177,7 \cdot 148 + 430 \cdot 156 + 87 \cdot 220 + 123 \cdot 80 + 46 \cdot 90 + 122 \cdot 40}{468,7 + 234 + 177,7 + 430 + 87 + 123 + 46 + 122} = 137.$$

По отриманим координатам встановлення підстанції пов'язано з деяким складнощами, які обумовлені технологічним процесом, тому зміщуємо місце встановлення до корпусу №3.

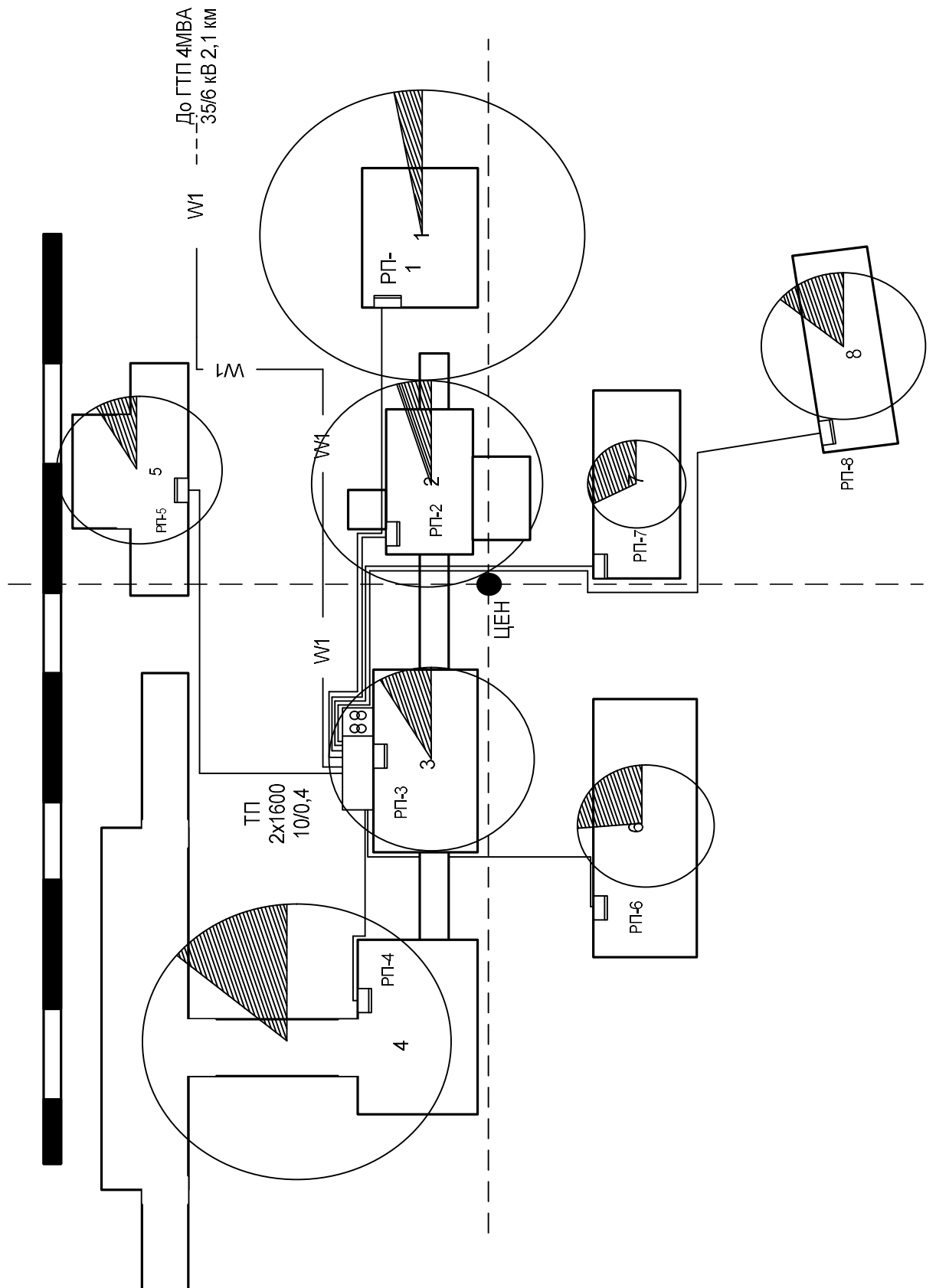


Рисунок 2.1 - Картограма електричних навантажень карєру

2.4 Перевірка обраної потужності трансформатора на живлячій ТП

В попередньому розділі потужність трансформатора була обрана з використанням методу питомої густини навантаження. Розглянемо інший метод, який базується на використанні добового графіка електричного навантаження та зробимо відповідні розрахунки і перевірку прийнятих рішень.

Приймемо, що добовий графік електричного навантаження має вигляд (рисунок 2.2), що характерний для підприємств гірничої промисловості.

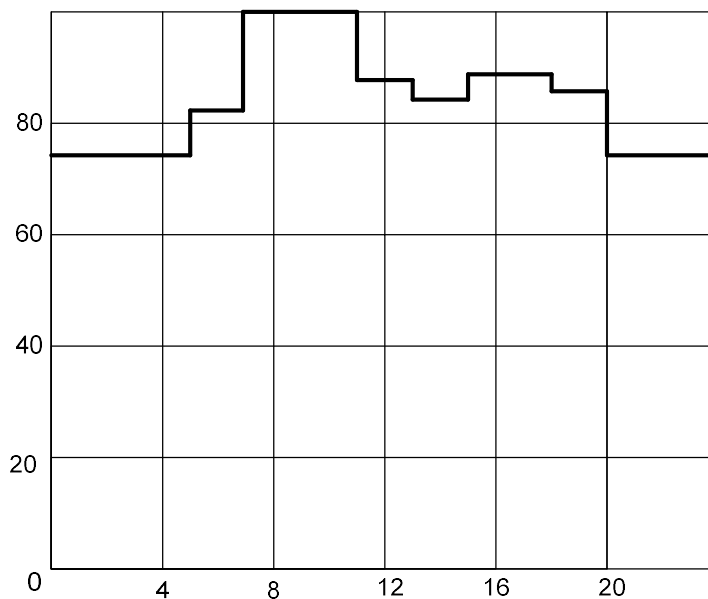


Рисунок 2.2 – Типовий характерний добовий графік навантаження

Визначимо по графіку добову витрату активної енергії :

$$W_{a, \text{доб.}} = \sum_{i=1}^{i=n} (P_i \cdot t_i) , \quad (2.37)$$

$$\begin{aligned} W_{a, \text{доб.}} = & 1689 \cdot 0,75 \cdot 5 + 1689 \cdot 2 \cdot 0,82 + 1689 \cdot 1 \cdot 4 + 1689 \cdot 0,88 \cdot 2 + \\ & + 1689 \cdot 0,85 \cdot 2 + 1689 \cdot 0,89 \cdot 3 + 1689 \cdot 0,87 \cdot 2 + 1689 \cdot 0,75 \cdot 4 = 34219 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}. \end{aligned}$$

Тоді величина середнього навантаження складе:

$$P_{\text{ср}} = \frac{W_{\text{а.доб}}}{24}, \quad (2.38)$$
$$P_{\text{ср}} = \frac{34219}{24} = 1425,8 \text{ (кВт)}$$

Визначимо коефіцієнт завантаження графіка:

$$K_{\text{з.гр}} = \frac{P_{\text{ср}}}{P_{\text{р.мах}}} \quad (2.38)$$
$$K_{\text{з.гр}} = \frac{1425,8}{1689} = 0,84$$

Знайдемо річну витрату активної енергії:

$$W_{\text{річн}} = W_{\text{доб}} \times T_{\text{дійсн}} \quad (2.39)$$
$$W_{\text{річн}} = 34128,8 \cdot 260 = 889688,1 \text{ (кВт} \cdot \text{год)};$$

Час максимального навантаження кар'єру за рік складе:

$$T_{\text{мах}} = \frac{W_{\text{а.річ}}}{P_{\text{р.мах}}}, \quad (2.40)$$
$$T_{\text{мах}} = \frac{889688,1}{1689} = 5267,6 \text{ (год)}.$$

Як відзначалося вище в даній роботі, для забезпечення надійного та безперебійного живлення споживачів кар'єру, які в більшості своїй відносяться до II категорії надійності, доцільно встановити на живлячій підстанції два трансформатори.

Визначимо необхідну потужність даних трансформаторів, використовуючи наведений графік навантаження.

Знайдемо коефіцієнт допустимого навантаження трансформатора [3].

$$K_H = f(K_{з.тр.}; t_{max}) = f(0,89; 4) = 1,03$$

Тоді потужність трансформатора буде:

$$S_{тр} \approx \frac{S_{max.д.}}{K_H}, \quad (2.41)$$

$$S_{тр} \approx \frac{2375,9}{1,04} \approx 2284,5(\text{кВА}).$$

Отриманий результат свідчить про необхідність встановлення двох трансформаторів 1600 кВа, що підтверджує отримані раніше результати.

Знайдемо коефіцієнт завантаження трансформаторів:

$$K_{з.тр.} = \frac{S_{max.д.}}{n.тр. \times S_{H.тр.}} \quad (2.42)$$

$$K_{з.тр.} = \frac{2375,9}{2 \cdot 1600} = 0,74.$$

Згідно з [1] аварійне перевантаження трансформаторів на 40% на час максимальних навантажень тривалістю понад 6 годин дозволяється не більше 5 діб.

Перевіряємо обрані трансформатори на перевантаження в аварійному режимі.

$$n_{тр.ав.} \cdot K_{н.ав.} \cdot S_{ном.тр.} > S_{max.д. I, II}, \quad (2.42)$$

$$1 \cdot 1,4 \cdot 1600 = 2240 > 2019,5(\text{кВА}).$$

Таким чином, вибрана потужність трансформаторів витримує перевантаження в аварійному режимі роботи, що забезпечить надійну роботу системи електропостачання в цілому.

Нижче наведені характеристики обраного трансформатора (таблиця 2.4)

Таблиця 2.4 - Номінальні характеристики трансформатора:

Напруга, кВ	Потужність, кВ·А	Втрати, кВт		Струм XX, %	Напруга КЗ, %
		XX	КЗ		
6	1600	5,4	18	1,8	5,5

2.5 Вибір електрообладнання живлячої підстанції кар'єру

Для виконання подальших розробок, що пов'язанні з подальшим створенням системи електропостачання необхідно виконати вибір електротехнічного обладнання та провідників, що будуть забезпечувати надійний захист та живлення споживачів. Потрібно мати на увазі, що більшість відповідальних споживачів кар'єру потребує живлення на напрузі 6 кВ, всі розрахунки будуть виконуватися для забезпечення цього рівня напруги.

Визначимо розрахунковий струм у максимальному режимі споживання зі сторони первинної обмотки трансформатора.

$$I_{p.max1} = \frac{S_{ном.тр} \times K_{н.ав}}{\sqrt{3} \times U_{ном1}}, \quad (2.43)$$

$$I_{p.max.1} = \frac{1600 \cdot 1,4}{\sqrt{3} \cdot 6} = 215,4 \text{ (А)}.$$

Переріз кабелю вибираємо згідно [1,3], використовуючи загально прийняті вимоги. Враховуючи рівень напруги та величини протікаючі струмів обираємо кабель марки АСБ – 6 (3 х 95).

Ошиновку підстанції виконаємо алюмінієві шинами АДЗ1Т(80х8), які задовольняють умовам термічної та динамічної стійкості до струмів коротких замикань.

Ошиновку розподільчого пристрою на напрузі 6 кВ живлячої підстанції оберемо за наступною умовою:

$$I_{\text{ном.доп.}} = 540 > I_{\text{р.мах1}} = 215,4 \text{ (А)}.$$

де $I_{\text{р.мах1}}$ - величина розрахункового струму, (А).

До встановлення приймаємо одно смугові алюмінієві шини АДЗІТ(40×5), що також задовольняють вимогам до дії струмів коротких замикань.

Проведемо розрахунок та вибір комутаційних апаратів на шинах 6 та 0,4 кВ, результати розрахунків наведені в таблицях 2.5 – 2.7.

Таблиця 2.5 - Умови та результати вибору вимикача навантаження на вводі 6кВ.

Умови вибору	Паспортні дані	Розрахункові дані
1. $U_{\text{ном.вим}} \geq U_{\text{ном.розр1}}$, кВ	6	6
2. $I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{р.мах1}}$, А	400	129,5
3. $I_t^2 t \geq B_{\text{кл}}$, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$20^2 \cdot 4 = 1600$	$13,42^2 \cdot 1,2 = 216$
4. $i_{\text{макс.дин}} \geq i_{\text{у1}}$, кА	25	18,9
5. $I_{\text{вимкн}} > I_l''$, кА	20	13,42
Тип вимикача	ВНПу-6/400-10зПУЗ	

Таблиця 2.6 - Умови та результати вибору автомата на вводі 0,4 кВ

№п/п	Умова вибору	Довідникові дані	Розрахункові дані
1	$U_{\text{н.дов}} \geq U_{\text{н.розр}}$, кВ	0,4	0,4
2	$I_{\text{н.дов}} \geq I_{\text{розр.мах2}}$, А	4000	3558
3	$i_{\text{пр.скв}} \geq i_{\text{уд2}}$, кА	75	6,3
4	$I_t^2 t \geq I_{\infty}^2 t_{\text{пр2}}$, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$(6 \cdot 6)^2 \cdot 0,7 = 907,2$	17,5
Тип автоматичного вимикача		Серії «Тем Power 2» типу AR440S	

Таблиця 2.7– Умови та результати вибору роз'єднувача 6 кВ

Умови вибору	Довідникові дані	Розрахункові дані
1. За номінальною напругою	6 кВ	6 кВ
2. За номінальним струмом $I_{ном.вт} \geq I_{розр. max 2}, A$	400 А	135 А
3. За електродинамічну дією ударного струму $i_{пр.екв} \geq i_{yy 2}, kA$	17 кА	6,3 кА
Тип роз'єднувача	Серії «SL 400 » типу SL2- 3X3/A	

Для організації обліку електричної енергії та підключення засобів захисту на стороні 0,4 кВ проведемо вибір вимірювальних трансформаторів струму, результати надамо в таблиці 2.8

Таблиця 2.8- Умови вибору трансформаторів струму на стороні 0,4 кВ.

Умови вибору	Паспортні дані	Розрахункові дані
1. $U_{ном.тр1} \geq U_{н.розр1}, кВ$	0,4	0,4
2. $I_{ном1} \geq I_{р. max1}, A$	4000	3558
3. $S_{ном2} \geq S_{пр.}, ВА$	20	3,8
Тип трансформатора струму	ТСВ-100-125	

На шинах 0,4 кВ схеми електропостачання увімкнено лічильники активної (CE300) та реактивної (LZQM) енергії та в кожен фазу ввімкнено амперметр типу Socomes 72.

2.6 Обґрунтування та вибір схеми мережі 0,4 кВ

Одним із відповідальних етапів створення системи електропостачання є обґрунтування та вибір схеми живлення споживачів 0,4 кВ. Аналіз існуючих схем живлення та умов протікання технологічного процесу кар'єру та його особливостей показує, що однією з доцільних схем живлення споживачів є радіальна схема. Її переваги та недоліки описані в [3].

Саме умови протікання технологічного процесу вимагають використання радіальної схеми, нехтуючи значними витратами на її створення.

Так як технологічний процес кар'єру вимагає забезпечення належного рівня безпечного обслуговування електрообладнання, що напряму пов'язану з надійністю електропостачання, перевага радіальної схеми при виборі була визначальною.

Приведемо загальний приклад створення радіальної схеми живлення споживачів, що дасть загальну уяву доцільності використання даної схеми (рисунок 2.3)

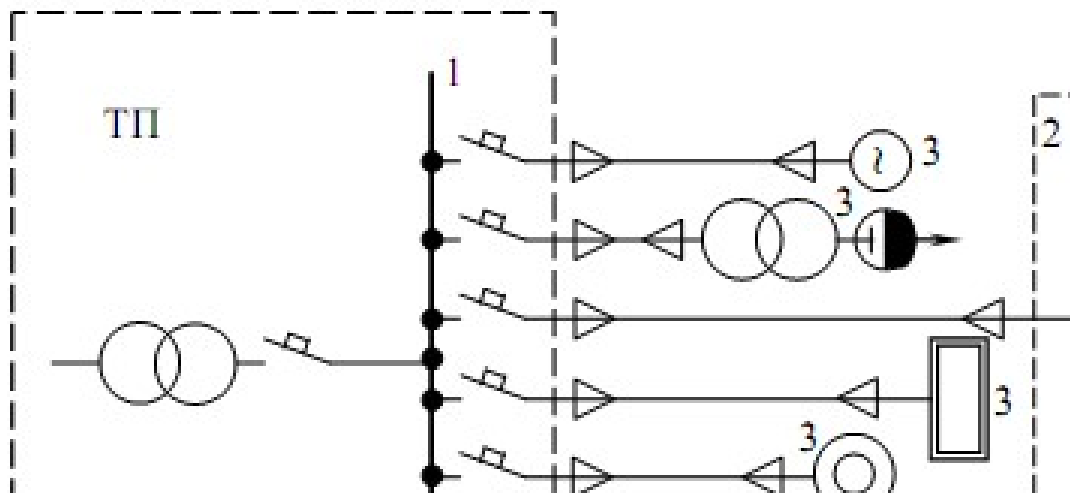


Рисунок 2.3 — Загальний вигляд радіальної схеми споживачів:

1 — розподільний щиток трансформаторної підстанції; 2 — силовий розподільчий пристрій; 3 — споживач; 4 — щиток освітлення.

Враховуючи розміщення технологічного обладнання та архітектурні особливості виробничого корпусу до встановлення приймаємо два розподільчих пристрої РП1 та РП2, що встановлені на першому та третьому поверсі, які будуть за

живлення від розподільчого пристрої РП 3 живлячої підстанції. План виробничого корпусу з силовою мережею представлено на рисунку 2.4

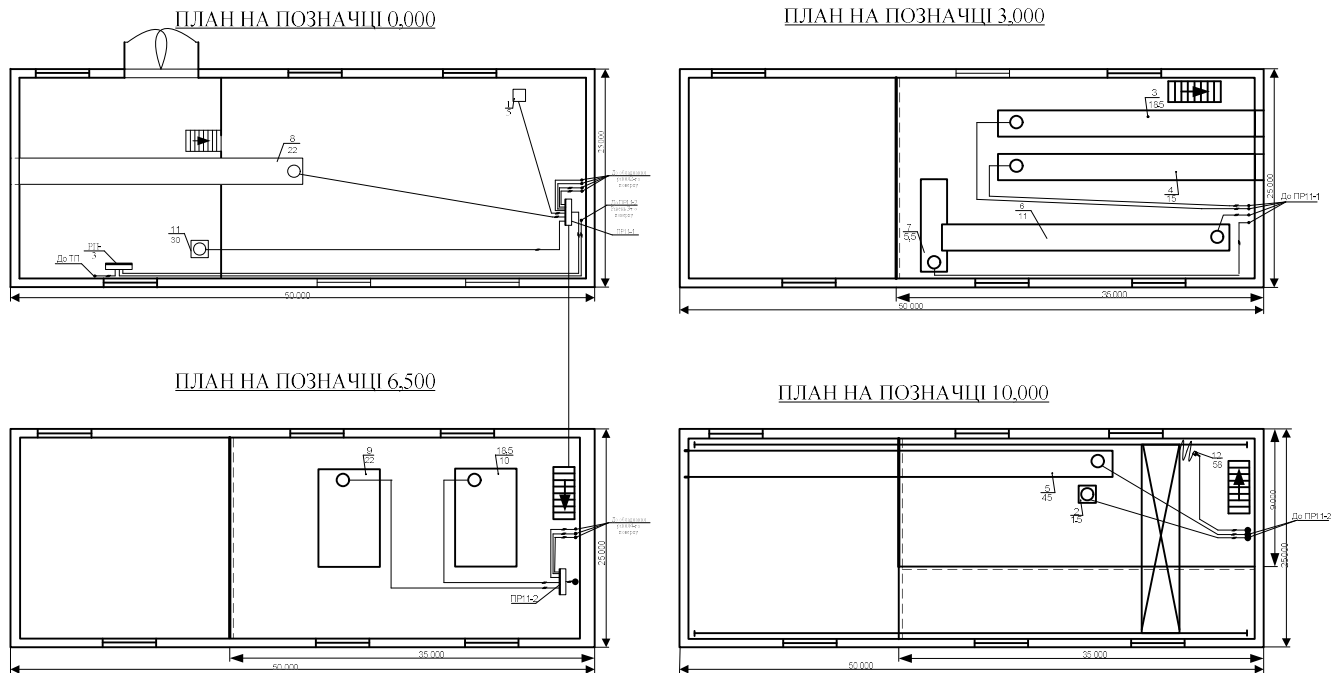


Рисунок 2.4 - План електропостачання виробничого корпусу

2.7 Розрахунок апаратури для комутації, захисту та провідників мережі 0,4 кВ

З огляду на необхідність забезпечення надійного та безперебійного живлення споживачів рекомендуємо в системі електропостачання кар'єру використати для комутації та захисту споживачів та мереж автоматичні вимикачі.

Виходячи з [3] умови вибору автоматів формулюються наступним чином:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} I_M, \quad (2.44)$$

$$I_{с.в} \geq K_n I_n, \quad (2.45)$$

де $I_{н.розч}$ - характеристика автомата (струмова),

$I_{с.в.}$ - струм відсічки автоматичного вимикача,

$K_{відс}$ - коефіцієнт надійності спрацювання,

K_n - коефіцієнт відстроювання,

$I_{\text{п}}$ - величина пускового струму.

Спираючись на сформульовані умови проведемо аналіз існуючих вимикачів та виконаємо розрахунок комутаційної апаратури на ділянці мережі ТП - РП-3

Знайдемо величину розрахункового струму за яким буде здійснюватися вибір апарату для комутації на даній ділянці.

$$I_{\text{м}} = \frac{P_{\text{р}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}}, \quad (2.46)$$

$$I_{\text{м}} = \frac{226}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 343,4 \text{ (A)}$$

Визначимо величину найбільшого струму еквівалентного пусковому, що може притікати в лінії :

$$I_{\text{пуск}} = I_{\text{м}} - K_{\text{в}} \cdot I_{\text{н.макс}} + I_{\text{п.макс}}, \quad (2.47)$$

Величини струмів, що використані в (2.47) повинні обиратися для найбільш потужних приймачів ($I_{\text{н.макс}}$, $I_{\text{п.макс}}$ $K_{\text{в}}$).

$$I_{\text{пуск}} = 343,4 - 0,2 \cdot \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0,38} + 5 \cdot \frac{20}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 489,8 \text{ (A)}$$

Дотримуючись умов уніфікації обладнання будемо обирати його з переліку, що представлений на електротехнічному ринку України, надаючи перевагу вітчизняному виробнику. На всіх ділянках живлення від трансформаторної підстанції до розподільчих пристроїв до встановлення приймаємо автоматичні вимикачі серії ВА з розчеплювачем, які забезпечують умови селективності.

Визначимо струмові характеристики розчеплювача та відсічки автоматичного вимикача, який буде захищати живлячу лінію від ТП – РП-3:

$$I_{н.розч.} = 1,0 \cdot I_{ном.в.} \quad (2.48)$$

$$I_{н.розч.} = 1 \cdot 1000 = 1000 \text{ (A)},$$

$$I_{с.в.} = 2 \cdot I_{н.розч.} \quad (2.49)$$

$$I_{с.в.} = 2 \cdot 1000 = 2000 \text{ (A)},$$

Автоматичний вимикач задовольняє умовам вибору:

$$1000 \geq 1,1 \cdot 859,4 = 945,3 \text{ , (A)}$$

$$2000 \geq 1,5 \cdot 1112 = 1668 \text{ , (A)}$$

Значення $K_{відс}$ та K_n для автоматів вибрано з [3].

По отриманим значенням до впровадження приймаємо автормат ВА 55-37, що забезпечує селективність на струм 1000 А з струмом розчеплювача 1000 А і відсічки 2000 А.

Таким же чином вибираємо комутаційно-захисну апаратуру для ліній РП-3 – РП11-1, РП11-2 з автоматичними вимикачами, які комплектуються тепловими і електромагнітними розчеплювачами [3].

Виберемо автоматичні вимикачі марки ВА, які встановлюються на ділянці мережі РП11-1 до ЕП-4, до складу яких входять теплові та електромагнітні розчеплювачі.

Визначимо величину розрахункового та пікового струму на даній ділянці:

$$I_M = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 22,8 \text{ , (A)}$$

$$I_{\Pi} = 5 \cdot I_M \text{ ,} \quad (2.50)$$

$$I_{\Pi} = 5 \cdot 22,8 = 114 \text{ , (A)}$$

Виконаємо перевірку обраних вимикачів за умовами (2.48-2.49):

$$31,5 \geq 1,1 \cdot 22,8 = 25,08 \text{ , (A)}$$

$$220,5 \geq 1,5 \cdot 114 = 171, (A)$$

Остаточно обираємо автоматичний вимикач ВА 51-31, що має комбінований розчеплювач та розрахований на струм 100 А. відповідно струм розчеплювача та спрацювання автомату складає 31,5 А та 220,5 А.

Аналогічно проводимо розрахунки для необхідних частин системи електропостачання та заносимо результати в таблицю 2.9

Таблиця 2.9 – Інформація про комутаційну апаратуру.

Лінія	Рм, кВА	Ім, А	Іц, А	Тип захисного апарата	Іном.в, А	Інрозч (розр), А	Ін.розч, А	ІсВ (розр), А	ІсВ, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РП-3 – ПР11-1	107	162,8	813,8	ВА 51-35	250	179	200	1220,7	1400
РП-3 – ПР11-2	119	181	905,1	ВА 51-35	250	199,1	250	1357,6	1750
ТП – РП-3	226	343,8	1718,9	ВА 55-39	400	378,2	400	2578,4	4000
ПР11-1- 1	5	7,6	38,0	ВА 51-25	25	8,4	10	57,0	70
ПР11-1– 3	18,5	28,1	140,7	ВА 51-31	100	31,0	40	211,1	280
ПР11-1- 4	15	22,8	114,1	ВА 51-31	100	25,1	31,5	171,1	220,5
ПР11-1- 6	11	16,7	83,7	ВА 51-25	25	18,4	20	125,5	140
ПР11-1- 7	5,5	8,4	41,8	ВА 51-25	25	9,2	10	62,7	70
ПР11-1- 8	20	33,5	167,3	ВА 51-31	100	36,8	40	251,0	280
ПР11-1- 11	30	45,6	228,2	ВА 51-31	100	50,2	63	342,3	441
ПР11-2– 9	22	33,5	167,3	ВА 51-31	100	36,8	40	251,0	280
ПР11-2– 10	18,5	28,1	140,7	ВА 51-31	100	31,0	40	211,1	280
ПР11-2– 5	45	68,5	342,3	ВА 51-31	100	75,3	80	513,4	560
ПР11-2– 2	1,5	2,3	11,4	ВА 51-25	25	2,5	6,3	17,1	44,1
ПР11-2– 12	32	48,7	243,4	ВА 51-25	100	53,5	63	365,1	441

Наступним кроком синтезу системи електропостачання споживачів є прийняття рішень по способам прокладки проводів та кабелів та визначення їх марок та перерізів.

Пропонуємо для наступних ділянок схеми електропостачання прийняти такі рішення:

1. На ділянці ТП - РП-3 використовуємо кабель з алюмінієвими жилами марки АВВГ, що буде прокладений в земляній траншеї в спеціальних трубах;
2. На ділянці РП-3 - ПР11-1, ПР11-2 використовуємо кабель з алюмінієвими жилами марки АВВГ, що буде прокладений по стіні в лотках;
3. На ділянці до споживачів, що отримують живлення від нього використаємо кабель марки АВВГ та провід АПВ, що прокладається в сталевих рукавах;
4. На ділянці ПР11-2 до відповідних приймачів прокладка кабелів здійснюється аналогічно.

Оберемо лінію живлення від трансформаторної підстанції до РПЗ з врахуванням того, що від розподільчого пункту живляться потужні споживачі. Визначимо допустимий струм в лінії та оберемо її переріз. Користуючись умовами вибору визначимо:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{м}}, \quad (2.51)$$

$$2 \cdot 212 = 424 > 343,8 \text{ (A)},$$

що свідчить про необхідність прокладки двох кабелів марки АВВГ 2(3x95+1x50), які будуть прокладені в траншеї в азбоцементній трубі.

Аналогічним чином проводимо вибір кабельно-провідникової продукції на ділянці мережі від РП-3 до ПР11-1 та ПР11.

Вибір перерізу провідників від РП до споживача ЕП-8 виконаємо з врахуванням наступної умови:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{м}},$$
$$44 > 33,5 \text{ (A)}$$

За спосіб прокладки приймаємо прокладання в металевих рукавах кабелю АВВГ перерізу 3x10+1x6.

Вибираємо всю іншу необхідну провідниково-кабельну продукцію, а результати зводимо в таблицю 2.10

Таблиця 2.10 – Результати вибору провідників та кабелів

Лінія	Ім, А	Інрозч, А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм ²	Ідоп, А	L, м
1	2	3	4	5	6	7	8
ТП – РП-3	343,8	400	АВВГ	прокладених в траншеї	2(3х95+1х50)	424	5
РП-3 – ПР11-1	162,8	200	АВВГ	в сталіних рукавах по стіні	3х95+1х50	204	55
РП-3 – ПР11-2	181	250	АВВГ	в сталіних рукавах по стіні	3х95+1х50	204	95
ПР11-1- 1	7,6	10	АПВ	в сталіних рукавах	3х2,5+1х1,5	16	13
ПР11-1- 3	28,1	40	АПВ	в сталіних рукавах	3х10+1х6	40	60
ПР11-1- 4	22,8	31,5	АПВ	в сталіних рукавах	3х10+1х6	40	53
ПР11-1- 6	16,7	20	АПВ	в сталіних рукавах	3х4+1х2,5	20	42
ПР11-1- 7	8,4	10	АПВ	в сталіних рукавах	3х2+1х1,5	12	48
ПР11-1- 8	33,5	40	АПВ	в сталіних рукавах	3х10+1х6	40	32
ПР11-1- 11	45,6	63	АВВГ	в сталіних рукавах	3х16+1х10	59	54
ПР11-2- 9	33,5	40	АПВ	в сталіних рукавах	3х10+1х6	40	34
ПР11-2- 10	28,1	40	АПВ	в сталіних рукавах	3х10+1х6	40	32
ПР11-2- 5	68,5	80	АВВГ	в сталіних рукавах	3х25+1х16	88	36
ПР11-2- 2	2,3	6,3	АПВ	в сталіних рукавах	3х2+1х1,5	12	34
ПР11-2- 12	48,7	63	АВВГ	в сталіних рукавах	3х16+1х10	67	29

Вибрані перерізи проводів та кабелів перевіримо на можливу втрату напруги. Для цього скористаємося методикою, що описана в [3]. Доцільно цю перевірку виконувати лише для ліній, що живлять найбільш віддалених споживачів:

$$\Delta U = \frac{P_{\text{пит}} R_{\text{пит}} + Q_{\text{пит}} X_{\text{пит}}}{U_{\text{ном}}} l \quad (2.52)$$

для споживача №3:

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-3}} = \Delta U_{\text{ТП-РП-3}} + \Delta U_{\text{РП-3-ПР11-1}} + \Delta U_{\text{ПР11-1-ЕП-3}}, \quad (2.53)$$

$$\Delta U_{\text{ТП-РП-3}} = \frac{137 \cdot 0,405 + 131,2 \cdot 0,064}{380} \cdot 5 \cdot 2 = 1,6 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{РП-3-ПР11-1}} = \frac{75,4 \cdot 0,405 + 6 \cdot 0,064}{380} \cdot 95 = 8,6 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{ПР11-1-ЕП-3}} = \frac{13,9 \cdot 3,840 + 12,2 \cdot 0,088}{380} \cdot 60 = 8,5 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-3}} = 1,6 + 8,6 + 8,5 = 18,7 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-3}} = \frac{18,7}{380} \cdot 100 = 4,8 \%,$$

що свідчить про допустимий рівень втрати напруги для споживача №3.

Перевіримо рівень втрати напруги в лінії, що живить споживач №1:

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-3}} = \Delta U_{\text{ТП-РП-3}} + \Delta U_{\text{РП-3-ПР11-1}} + \Delta U_{\text{ПР11-1-ЕП-1}}, \quad (2.54)$$

$$\Delta U_{\text{ТП-РП-3}} = \frac{137 \cdot 0,405 + 131,2 \cdot 0,064}{380} \cdot 5 \cdot 2 = 1,6 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{РП-3-ПР11-1}} = \frac{75,4 \cdot 0,40 + 6 \cdot 0,064}{380} \cdot 95 = 8,6 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{ПР11-1-ЕП-1}} = \frac{1,25 \cdot 9,610 + 2,5 \cdot 0,098}{380} \cdot 13 = 0,41 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-1}} = 1,6 + 8,6 + 0,41 = 10,6 \text{ (В)},$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-1}} = \frac{10,6}{380} \cdot 100 = 2,79 \%,$$

що свідчить про допустимий рівень втрати напруги для споживача №1.

Прийняті рішення в цьому розділі створюють основу для спорудження системи електропостачання ПрАТ «Стрижавський кар'єр», яка відрізняється надійністю та безпечністю експлуатації. Все електротехнічне обладнання та матеріали відповідають загально прийнятим вимогам та створюють можливість швидкої їх заміни, що уніфікує створену систему живлення споживачів.

3. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОЦІНКИ ТА КОНТРОЛЮ ГІРСЬКИХ ПОРІД В УМОВАХ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НЕРУДНИХ КАР'ЄРІВ

Одним із основних способів, що відповідає вимогам проведення технологічного процесу в умовах Стрижавського кар'єру є такий, що базується на вимірюванні питомої енергоємності буріння [5]. В основу застосування цього способу покладенні деякі припущення та положення, що стосуються руйнування породи в забої свердловини; обертача бурового станку, насосів гідросистеми, компресора продувки.

Витрати енергії на створення осьового зусилля бурових пристроїв складають не більше 20 % енергії, яку споживає сам електродвигун. В цьому випадку буріння долотом відбувається за рахунок обертача двигуна. Енергія, що витрачається при цьому за певні проміжки часу та визначеній глибині характеризує безпосередньо енергоємність буріння і дозволяє загалом робити висновки про міцність породи.

Чисельні дослідження електроспоживання станків для буріння на нерудних кар'єрах показали, що характер роботи приводів не є стабільним і значно залежить від властивостей породи.

На рисунку 3.1 дана характеристика зміни тиску гідросистеми насосу і осьового зусилля на процес свердління при бурінні перших метрів за допомогою станка СБШ-250 в умовах нерудних кар'єру.

В цьому випадку швидкість з якою обертається буровий став зберігалася сталою та складала біля 81 об/хв, а тиск в гідросистемі станка був саморегульованим, при чому це залежало від властивостей породи та швидкості буріння. Тиск в гідросистемі на рисунку 3.1 поданий зрівноважений за часом. В дійсності ці величини змінювалися на кожному погонному метрі, особливо при перших метрах забурювання свердловини (від 5 до 25т.с.). Зрозуміло, що в цих умовах не можливо досягти сталого споживання електроенергії двигуном гідронасоса.

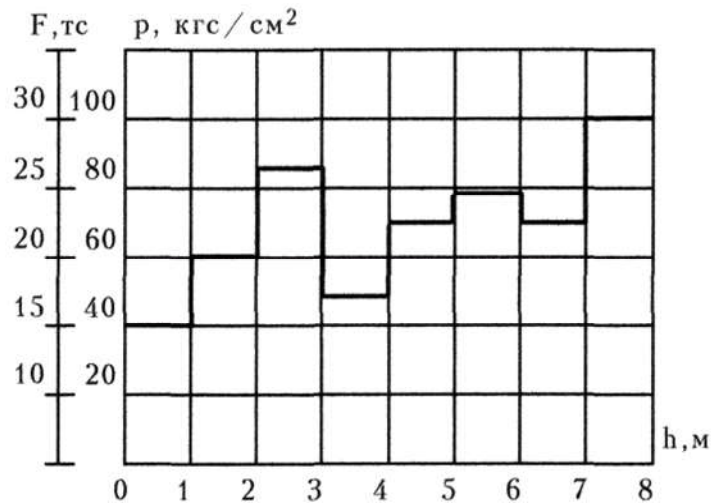


Рис. 3.1– Характеристика тиску в гідросистемі насосу та бурового ставу

З рисунку 3.1 можна зробити висновок, що при підвищенні міцності порід її ефективне руйнування приводить до зменшення обертання бурового ставу, а осьовий тиск, якщо його порівняти з м'якими породами, збільшується в два три рази. Тобто зменшення міцності порід приводить до збільшення швидкості обертання ставу та зменшення осьового зусилля на нього. Якщо буріння проходить в породах, що мають тріщини обидва параметри буріння зменшуються. Звідси можна зробити висновок, що величина потужності, яка споживається двигунами насосу та обертача в основному залежить від фізико-хімічних властивостей порід (час буріння 1м свердловини в основному залежить від величин $P_{об}$ і $P_{гн}$).

У випадку коли параметри режиму буріння оптимальні t_0 і W_0 будуть мінімальними, що дасть максимальну продуктивність.

На кар'єрі були проведені експериментальні дослідження електроспоживання обертачем та гідронасосом при буріння міцних і середньої міцності порід станками СБШ-250. Результати приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати дослідження електроспоживання

Категорія порід по ЦБНТ	Обертач		Гідронасос		Обертач і гідронасос		$\frac{\bar{W}_{о.гн}}{\bar{W}_{о.об}}$	t_0 , год
	$\bar{P}_{об}$ кВт	$\bar{W}_{об}$ кВт·г/м	$\bar{P}_{г.н}$ кВт	$\bar{W}_{о.н}$ кВт·г/м	$\bar{P}_{\Sigma}$, кВт	$\bar{W}_{\Sigma}$ кВт·г/м		
VI-VIII	28,64	0,888	3,2	0,099	31,84	0,981	11,86	0,031
XVI-XVIII	20,05	4,652	7,42	1,721	27,92	6,373	37,00	0,232

Зазвичай такі дослідження мають супроводжуватися визначенням похибки оцінювання за використаним методом:

$$\gamma = (\Delta / X_a) \cdot 100 \quad (3.1)$$

де Δ – величина абсолютної похибки без врахування (при м'яких порід $\Delta = 0,099$ кВт·ч/м і міцних породах - $\Delta = 1,721$ кВт·ч/м);

X_a - нормована величина втрат електроенергії на буріння.

Приведена похибка при бурінні м'яких порід: $\gamma = 1,55\%$, а для міцних порід: $\gamma = 27,0\%$.

Це дозволяє стверджувати, що не врахування енергії на створення тиску при створенні свердловини приводить до похибки, що знаходиться в межах 1,5 до 27%. Це неприйнятно у випадку використання зазначеного вище способу буріння.

Однак отримана інформація не може використовуватися для розробки нормативів для електроспоживання. Основний процес при якому може здійснюватися визначення бури мості порід можливий тільки після відповідної обробки даних, які формуються з показників приладів, що вручну знімаються машиністом бурового станка.

Серед інших способів визначення буримості гірничих порід є спосіб, який базується на вимірюванні енергії, що споживається двигуном бурового станка з фіксацією енергії тиску на забій свердловини. За цим способом енергія подрібнення породи на одиницю об'єму визначається як:

$$E = \frac{4}{\pi D_0^2 \Delta S} \left(\int_0^t U I dt + p \Delta S \right) = A(BQ + F), \quad (3.2)$$

де D_0 - діаметр свердловини, м;

ΔS – довжина свердловини, м;

t - тривалість буріння ΔS , сек;

U і I - напруга (В) і струм (А) на затискачах двигуна;

F - зусилля буріння, кН;

A і B - емпіричні коефіцієнти;

Q - кількість заряду електрики, Кл.

У формулі 3.2 прийнято декілька припущень, що знижують ефективність методу. Серед них відмітимо, що напруга на затискачах двигуна прийнята сталою, але в дійсності вона може змінюватися в залежності від конкретних умов і ці границі можуть складати 0,95 – 1,15 від номінального значення. Спираючись на практику використання цього методу можна стверджувати, що напруга завжди перевищує своє номінальне значення. З формули 3.2 видно, що величину енергії обертання двигуна бурового ставу можна виміряти лічильником кількості електроенергії. Енергію тиску, що є дискретною величиною реєструє оператор станку вручну в момент закінчення буріння на певній ділянці.

В практиці прийнято, що у період буріння ΔS величина тиску F є сталою і дорівнює миттєвому значенню, яке фіксується в момент закінчення буріння. На рисунку 3.2 зображений графік зміни тиску в гідросистемі та осьовий тиск бурового ставу для свердловини з міцних гранітів. Значення p і F змінювалися в межах елементарної ділянки ΔS , які на рисунку подані в зрівноваженому стані.

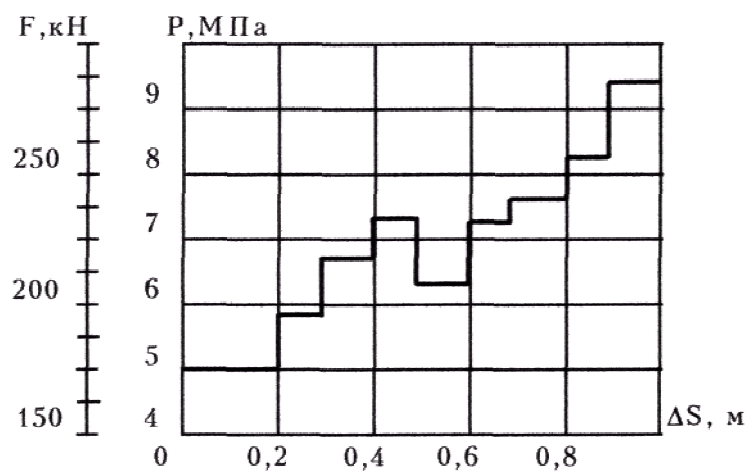


Рис. 3.2 – Варіації тиску в гідросистемі p та зусилля F на ділянці ΔS

При цьому тиск був незмінним за проміжок часу 7 – 180 сек., а середньозважене значення тиску – 240 кН.

Треба зауважити, що такий підхід у використанні даних без врахування фактичних рівнів напруги та фіксація тиску в ручному режимі може дати непередбачувальну похибку. Окрім того при використанні цього методу потрібно мати спеціальний лічильник кількості електроенергії, який має бути встановлений на буровому ставі і фактично за яким не можливо використати одержану інформацію для нормування електроспоживання.

Якщо в якості питомої енергії, що руйнує породи за одиницю вимірювання прийняти кВт·г/м вираз 3.2 перетвориться:

$$E_0 = \left(\sqrt{3} U \cos \varphi \int_0^t I dt + 2,724 \cdot 10^{-6} F \right) / DS \quad (3.3)$$

або $E_0 = B_1 Q + 2,724 \cdot 10^{-6} F$

де $\sqrt{3} U \cos \varphi / \Delta S$ - постійний коефіцієнт;

$2,724 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт для перевodu величин.

Недоліки, які були описані в першому та другому способах можна частково усунути, якщо для визначення енергії обертання та тиску обрахувати інтегрально за допомогою електролічильників у вигляді енергії, що споживається двигунами при обертача та гідронасоса. В цьому випадку питому енергію руйнування можна визначити за виразом:

$$E_0 = \frac{4}{\pi D_0^2 \Delta S} (W_{a.об} + W_{a.гн}) \quad (3.4)$$

де $W_{a.об}$, $W_{a.гн}$ – споживана енергія двигунами обертача і гідронасоса за період буріння певної ділянки ΔS , кВт·г.

В таблиці 3.2 приведені результати розрахунку питомої енергії, що витрачалася на руйнування породи певної свердловини з використанням експериментальних вимірювань електроспоживання бурових станків 2 СБШ-200. Розрахунки виконанні за виразом 3.4.

Таблиця 3.2 – Оцінка похибки при бурінні гірничих порід

Способи визначення буримості порід	Сумарна питома енергія руйнування породи свердловини, кВт·г/м, для категорії порід по ЦБНТ	
	VI-VIII	XVI-XVIII
Спосіб, при напрузі на затискачах двигунів, В		
369	0,886	4,577
380	0,911	4,711
437	1,0454	5,423
Запропонований спосіб	0,987	6,373
Додаткова приведена погрішність способу,%:		
найменша	5,9	14,9
найбільша	10,2	28,2

З таблиці 3.2 можна зробити висновок, що другий спосіб дає можливість підвищити точність визначення буримості з використанням звичайного лічильника електроенергії, але він також має певні недоліки.

Для організації обліку електроенергії, яка споживається електродвигунами обертача і гідронасоса, необхідно два лічильника електроенергії. Але для нормування витрат електроенергії на буріння неможливо використати покази цих лічильників. Справа в тому, що на станках, які мають регульоване надходження стиснутого повітря необхідно продувка повітря в процесі буріння. Це значно впливає на забезпечення точності оцінки розробці гірничих порід.

Одним зі інформативних критеріїв, що може використовуватися для оцінки буримості в процесі роботи в умовах виробництва є питома витрата електроенергії на буріння ω_0 кВт·г/м або повна питома енергоємність. Проаналізуємо, яким чином це, тобто такий критерій, впливає на буримість гірничих порід.

Питому енергоємність бурінню можна представити як суму:

$$\omega_0 = \omega'_0 + \omega''_0 \quad (3.5)$$

де ω'_0 і ω''_0 - базова та змінна частина відповідно графіка залежності питомої потужності від глибини свердловини (рисунок 3.3), кВт·г/м

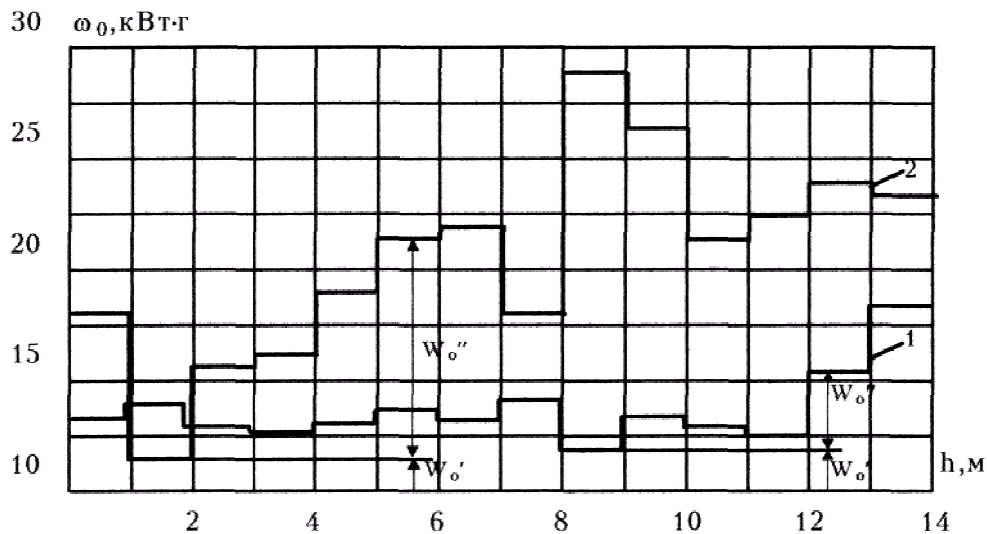


Рисунок 3.3 – Повна питома енергоємність в залежності від глибини буріння.
(1,2 – для різних порід гранітів)

Основна частина графіка кількісно дорівнює питомій енергоємності. Вона обумовлена роботою бурового станка, який має рівномірне навантаження, а також включає витрати електроенергії на обертання робочих механізмів при бурінні. В якості пояснення відмітимо, що буримість це ступінь опору породи граніту, який піддається руйнуванню буром. В зв'язку з цим змінна опору породи граніту буровому інструменту приводить до відповідної зміни навантаження бурового станка та його електроспоживання. Звідси випливає, що змінна складова графіку відображає саме цю динаміку опору породи. Тому оцінити буримість порід можливо по відносній змінній питомої енергоємності.

Якщо розглядати в загальному вигляді питому енергоємність то її можна представити як залежну від витрат електроенергії на руйнування граніту $\omega_{o.б}$, допоміжні технологічні операції $\omega_{o.д}$, потреби у ремонті станка $\omega_{o.п}$, тобто:

$$\omega_0 = \omega_{o.б} + \omega_{o.д} + \omega_{o.п} + \omega_{o.р} \quad (3.6)$$

В процесі буріння енергія іде на розробку породи породи в забої $\omega_{o.б}$ та допоміжні потреби $\omega_{o.п}$. Треба пояснити, що допоміжні технологічні операції та

ремонт з'являються у проміжку між буріння свердловин. При чому ремонтні роботи (а це в основному електрозварювальні) виконуються в процесі експлуатації епізодично, тому на них іде незначна витрата електроенергії, яка може бути врахована звичайним записом в журналі обліку.

Якщо об'єднати електроприймачі системи продувки і допоміжні потреби в одну групу з постійним графіком навантаження формула (3.6) буде мати вигляд:

$$\omega_0 = (P_{об} + P_{г.н})t_0 + P_{\Sigma}t_0 + \left(\sum_{i=1}^n P_{ді}t_{ді} \right) / N \quad (3.7)$$

де $P_{об}$ і $P_{г.н}$ - середня активна потужність за визначений період часу t_0 ;

t_0 - час буріння 1 метра свердловини, год.;

$t_{ді}$ - час, що іде на виконання допоміжної операції, год.;

$P_{ді}$ - спожита буровим станком потужність період $t_{ді}$, кВт;

P_{Σ} - сумарна активна потужність, за час t_0 , кВт;

N - кількість метрів, пробурених станком, м;

n - число допоміжних операцій.

Величини, які представлені в формулі (3.7) $P_{об}$, $P_{гн}$ і t_0 в процесі буріння значно змінюються, а між собою вони знаходяться у складній залежності. Наприклад, активна потужність $P_{об}$ в певних межах залежить від осьового тиску, а наслідок від споживання двигуном гідронасосу $P_{гн}$, з іншого боку величина t_0 представляється функцією $P_{об}$, $P_{гн}$. Окрім того зміни вказаних величин відбуваються також за рахунок зміни параметрів режиму буріння машиністом, що викликано властивостями породи.

Слід відмітити, що витрати електроенергії на допоміжні технологічні операції сильно залежать від технічного стану станка для буріння та від досвіду машиніста. Навіть на проведені буріння на однотипних бурових станках різними машиністами можуть бути відмінності, що впливає на питомі витрати електроенергії.

Результати досліджень показали, що на ω_0 мають вплив не тільки властивості породи, а і глибина буріння, тип станка, затуплення шарошки, сезонність та ін.. Оцінка буримості гірничих порід для різних типів станків і інструментів враховується запровадженням відповідної шкали буримості, а тому такий метод може бути рекомендований для всіх типів бурових станків.

Не значні сезонні зміни витрат електроенергії на власні потреби (освітлення, опалення та ін.) враховуються також введенням відповідних поправок, що визначають буримість в окремі місяці і квартали року.

Для визначення витрат електроенергії на розробку гранітних кар'єрів були проведенні на кар'єрах Подільського регіону декілька експериментальних досліджень. Нижче представлені деякі основні результати цих досліджень, які в бакалаврській роботі відображені таблицями 3.3 – 3.4 та рисунками 3.4 – 3.6.

Таблиця 3.3 – Інформація про експериментальні дані та їх обробка

№ експе- рименту	Вхідні пара метри		Вихідні параметри								Розмах зміни величин и γ, %
	$\bar{n}$, об/хв	$\bar{F}$, ТС	$\bar{t}_0$, хв.	$\bar{v}$ м/год	$\bar{\omega}_0$	$\omega_{0,p}$	$\omega_{0,об}$	$\omega_{0,гн}$	$\bar{P}_0$ кВт	$\bar{Q}_0$ кВар	
					кВт-г/м						
I	112,3	22,4	3,7	16,1	11,4	6,9	3,4	0,37	183,7	112,1	3,1÷28,6
II	95,0	22,5	5,8	10,3	17,3	10,4	3,3	0,55	177,0	106,8	8,3÷50,0
III	115,0	21,2	6,1	9,8	18,3	9,7	4,0	0,59	179,2	95,4	8,2÷25,0
IV	93,7	21,0	6,8	8,8	19,7	12,3	3,8	0,82	174,3	108,8	9,4÷84,0

Таблиця 3.4 – Варіації параметрів режиму буріння у II – IV експериментах в порівнянні з I.

№ експе- рименту	Вхідні параметри		Вихідні параметри							
	$\bar{n}$, об/хв	$\bar{F}$, ТС	$\bar{t}_0$, хв.	$\bar{v}$ м/год д	$\bar{\omega}_0$	$\omega_{0,p}$	$\omega_{0,об}$	$\omega_{0,гн}$	$\bar{P}_0$ кВт	$\bar{Q}_0$ кВар
					кВт-г/м					
I	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
II	84,6	100,4	156,8	64,0	151,7	150,7	87,6	144,7	96,30	95,20
III	102,4	94,6	164,9	60,9	160,5	140,6	117,6	155,3	97,5	85,1
IV	83,4	93,7	183,8	54,7	172,8	178,3	111,8	215,8	94,9	97,1

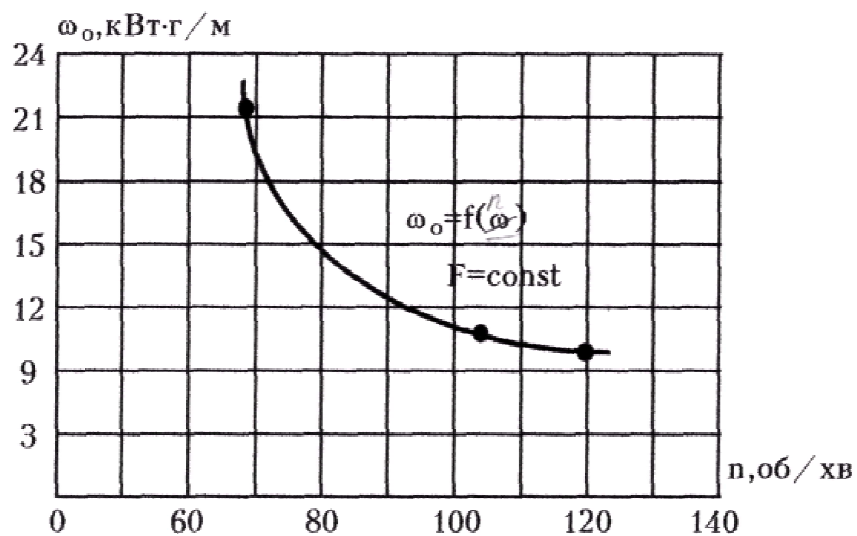


Рисунок 3.4 – Змінна повної питомої енергії буріння в залежності від частоти обертання бурового станку $\omega_0 = f(n)$.

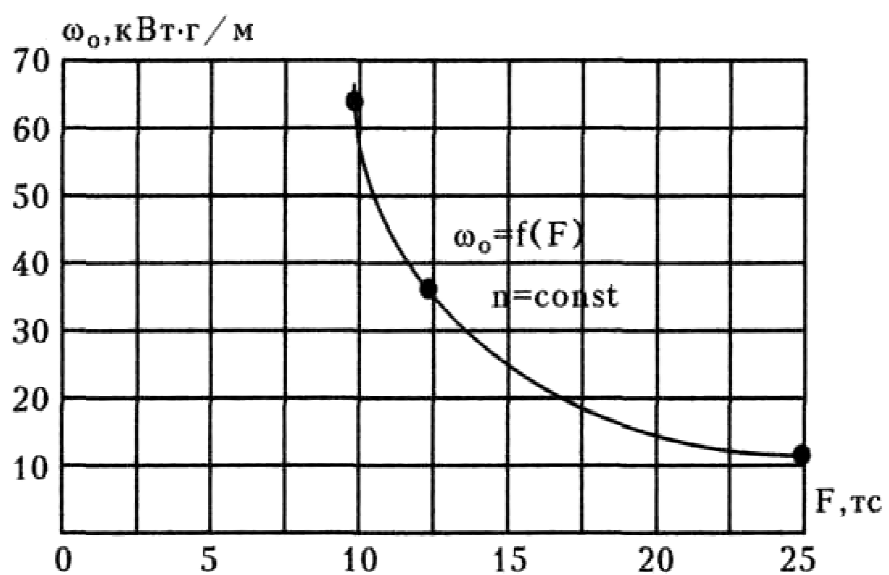


Рисунок 3.5 – Функція $\omega_0 = f(F)$ при умові постійної частоти обертання бурового стану

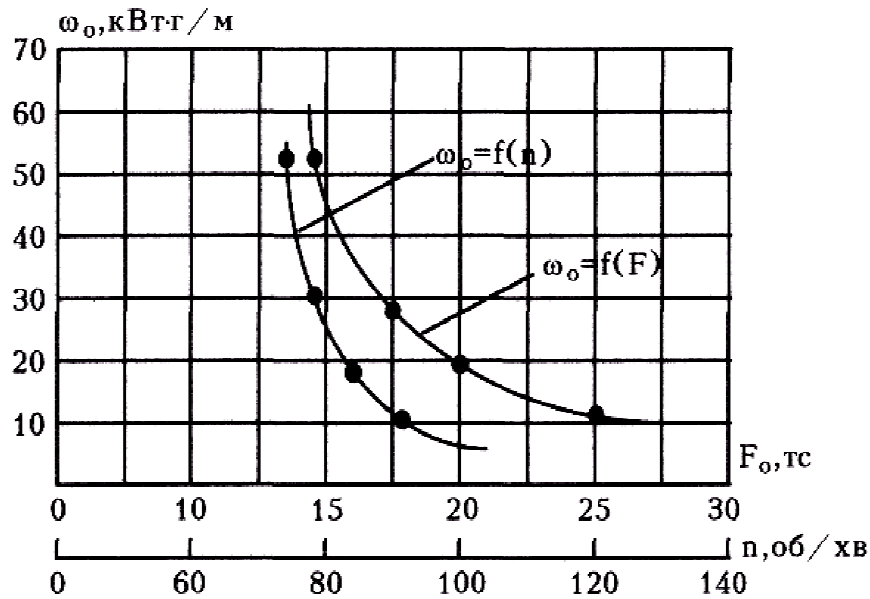


Рисунок 3.6 – Функціональні залежності $\omega_0 = f(F)$ і $\omega_0 = f(n)$ при одночасній зміні i та n .

Проведенні експерименти їх аналіз дозволяє зробити висновок про те, що незначна неточність при визначенні параметрів режиму буріння не суттєво впливає на енергоємність буріння, яка характеризує опір породи певному виду руйнуванню. Це все може свідчити, що запропонований критерій аналізу перерахованих вище факторів не має зв'язку з вхідними параметрами режиму.

В такому випадку потреба в спеціальних пристроях вимірювання питомої енергоємності буріння відпадає, що вказує на придатність для цього звичайних електролічильників класу 1,5, що можуть бути встановлені на КТП, від яких живляться бурові станки, або на самих станках. Це разом полегшує впровадження у виробництво такого способу оцінки буримості. Окрім того такий спосіб дає можливість оцінки буримості в будь-якому проміжку часу та об'ємі буріння, а також дозволяє встановлювати різні автоматичні пристрої, що можуть зберігати інформацію та використовуватися для вирішення інших задач.

Інформативність способу, що пропонується дозволяє виконувати процеси нормування, планування та прогнозування електроспоживання буровими станками та в цілому підприємством кар'єру.

Такий підхід сприяє розвитку бурової техніки, що може бути використаним у най ближчу перспективу. Крім того такий підхід дозволяє впроваджувати систему регульованої подачі повітря в свердловину, що ще більше впливає на точність та результати енергозбереження.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі розроблені заходи з охорони праці під час обслуговування системи електропостачання ПАТ «Стрижавський кар'єр». На електротехнічний оперативно-ремонтний персонал, який здійснює обслуговування обладнання системи електропостачання ПАТ «Стрижавський кар'єр», впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори [1, 2]:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення силового обладнання, яке використовується на підприємстві, та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В). Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах підвищеної вологості.

Під час ремонту та монтажу обладнання системи електропостачання кар'єру необхідно вживати заходів із запобігання впливу на працівників визначених вище

небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За наявності цих факторів, безпека праці під час монтажу та ремонту обладнання системи електропостачання повинна відповідати вимогам та заходам безпеки, що зазначені в нормативно-правовій документації з охорони праці, зокрема під час виконання робіт: в діючих електроустановках; на висоті; з застосуванням електроінструменту; зварюванні тощо.

Особливу увагу потрібно приділяти убезпеченню працівників під час виконання робіт в діючих електроустановках. Найбільш ефективним засобом захисту працівників є встановлення заземлень. Встановлювати заземлення на струмопровідні частини необхідно безпосередньо після перевірки відсутності напруги.

Переносні заземлення спочатку треба приєднати до заземлювального пристрою, а потім, після перевірки відсутності напруги, встановити на струмопровідні частини. Знімати переносне заземлення необхідно в зворотній послідовності: спочатку зняти його зі струмопровідних частин, а потім від заземлювального пристрою.

Встановлення та зняття переносних заземлень слід виконувати в діелектричних рукавичках із застосуванням в електроустановках понад 1000 В ізолювальної штанги. Закріплювати затискачі переносних заземлень слід цією ж штангою або безпосередньо руками в діелектричних рукавичках. Забороняється користуватися для заземлення провідниками, не призначеними для цього, а також приєднувати заземлення за допомогою скручування.

В електроустановках понад 1000 В (підстанції 10/0,4 кВ) заземлювати слід струмопровідні частини всіх фаз (полісів) відключеної для робіт ділянки з усіх боків, з яких може бути подана напруга, за винятком відключених для робіт збірних шин, на які достатньо встановити одне заземлення. Під час робіт на відключеному лінійному роз'єднувачі на проводи спусків з боку ПЛ, незалежно від наявності заземлювальних ножів, має бути встановлене таке додаткове заземлення, яке не порушується під час виконання операцій з роз'єднувачем.

Заземлені струмопровідні частини мають бути відокремлені від струмопровідних частин, що перебувають під напругою, видимим розривом

(вимкненими вимикачами, роз'єднувачами, відокремлювачами або вимикачами навантаження, знятими запобіжниками, демонтованими шинами або проводами). Безпосередньо на робочому місці заземлення додатково встановлюється в тих випадках, коли ці частини можуть опинитися під наведеною напругою (потенціалом), яка може викликати ураження струмом, або коли на них може бути подана напруга понад 42 В змінного і 110 В постійного струму від стороннього джерела.

В електроустановках, конструкція яких така, що встановлення заземлень небезпечне (наприклад, в деяких розподільчих шафах, КРУ окремих типів, збірках з вертикальним розташуванням фаз), під час підготовки робочого місця слід вжити додаткових заходів безпеки, що перешкоджають помилковому поданню напруги до місця роботи: приводи і вимкнені апарати замикаються на замок; на ножі або верхні контакти роз'єднувачів рубильників, автоматів тощо встановлюються гумові ковпаки або спеціальні накладки з ізоляційних матеріалів; запобіжники, ввімкнені послідовно з комутаційними апаратами, знімаються. Ці технічні заходи мають бути вказані в місцевій інструкції з експлуатації. В разі неможливості вжиття зазначених додаткових заходів мають бути від'єднані кінці лінії живлення – в РУ, на щиті, збірці або безпосередньо на місці роботи. Список таких електроустановок визначається і затверджується особою, відповідальною за електрогосподарство.

Встановлення заземлення не потрібне під час роботи на електроустаткуванні, якщо від нього з усіх боків від'єднані шини, проводи та кабелі, якими може бути подана напруга; якщо на нього не може бути подана напруга зворотною трансформацією або від стороннього джерела і за умови, що на цьому устаткуванні не наводиться напруга. Кінці від'єднаних кабелів в цьому разі мають бути замкнені накоротко і заземлені.

Під час робіт в РУ встановлювати заземлення на протилежних кінцях ліній, що живлять це РУ, не потрібно, крім випадків, коли під час проведення робіт необхідно знімати заземлення з виводів ліній.

В електроустановках до 1000 В під час робіт на збірних шинах РУ, щитів, збірок напруга з шин має бути знята і шини (за винятком шин, що виконані

ізолюваним проводом) мають бути заземленими. Необхідність і можливість встановлення заземлення на приєднання цих РУ, щитів, збірок і підключеного до них устаткування визначає особа, яка видає наряд (розпорядження). В електроустановках напругою до 1000 В всі операції зі встановлення і зняття заземлень дозволяється виконувати одній особі з групою III з числа оперативних чи оперативно-ремонтних працівників. Встановлення переносних заземлень у цьому випадку проводиться з землі за умови застосування спеціальної ізолювальної штанги, якою можна не тільки встановлювати, але і закріплювати ці заземлення.

Допускається тимчасове зняття заземлень, встановлених під час підготовки робочого місця, якщо це вимагається характером робіт, що виконуються. Тимчасове зняття і повторне встановлення заземлень виконується оперативним працівником чи (під його наглядом) членом бригади з групою III. Дозвіл на тимчасове зняття заземлень, а також на виконання цих операцій керівником робіт, слід обумовлювати в рядку наряду «Окремі вказівки» з записом про те, де і з якою метою мають бути зняті заземлення.

4.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам [4, 5]:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізолювані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати у закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму КЗ. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [6] встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення. Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [7]:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні допустимих параметрів мікроклімату не повинна перевищувати 2°C.
2. Якщо температура поверхонь вище або нижче допустимої температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1 м.
3. Для забезпечення нормованих значень швидкості руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Робочою зоною вважається простір, який обмежений огорожуючими конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги або площини, на яких знаходяться місця постійного або непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього ряду шкідливих виробничих факторів, утворених в процесі трудової діяльності людини. Склад повітря залишається постійним. Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [6]. Нормовані параметри забруднення повітря в робочій зоні наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпеки
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю		20	4
Пил нетоксичний	4	4	4

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця [7]. Нагромадження пилу глибиною в 1/8" у будь-якій області вказує на необхідність у вживанні заходів з очищення забруднених поверхонь. Потрібно підкреслити, що будь-яке нагромадження пилу може привести до загоряння. Чим дрібніше пил (менша зернистість), тим вище небезпека.

Тому необхідно здійснювати наступні заходи: очищувати металевий пил якнайчастіше, щодня протирати гарячі поверхні, при високих концентраціях пилу обробляти запилені поверхні по частинам. Низька вологість збільшує потенційну небезпеку, це повинне прийматися в увагу під час прибирання.

Планувати прибирання потрібно на час, коли устаткування вимкнене, зокрема в другу половину дня п'ятниці або на вихідні.

4.2.3 Виробниче освітлення

При поганому освітленні зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків: 5% травм можна пояснити недостатнім освітленням, а у 20% випадків воно сприяло їх появі. Погане освітлення може призвести до професійних захворювань: погіршують загальне самопочуття, зменшують фізичну і розумову працездатність.

Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «в». Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в таблиці 4.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	в	малий середній великий	світлий середній темний	400	200	4	2,4

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

4.2.4 Виробничий шум

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Нормовані параметри виробничого шуму в робочій зоні наведено в таблиці 4.4.

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 4.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно: безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі; для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

4.2.5 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу – За. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання. Нормовані параметри виробничої вібрації в робочій зоні наведено в таблиці 4.5.

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна

конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3^*}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	$\frac{2,8}{115}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$	$\frac{1,4}{109}$

* В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$, в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

4.3. Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [11, 12]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [13], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [14].

Приміщення ПАТ «Стрижавський кар'єр», де здійснюється обслуговування системи електропостачання, за вибухонебезпечністю та пожежонебезпечністю відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В, з зонами П-ІІІ (місця за межами приміщень, де зберігаються тверді горючі речовини).

Будівля характеризується ІІІ ступенем вогнестійкості.

До III ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхові (у т.ч. горищні та над підвалами	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки				плити, настили, прогони	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 4.7.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 5.8 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 4.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських,

адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських, сільськогосподарських будинків і споруд слід приймати за таблицею 4.8 (знаменник).

Таблиця 4.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбуршлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	3	REI 45	2	1

Таблиця 4.8 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IV, V
III	8/9	8/12	10/15

На території ПАТ «Стрижавський кар'єр» встановлено 27 порошкових вогнегасників ВП-5(8).

ВИСНОВОК

В бакалаврській кваліфікаційній роботі було розроблено систему електропостачання ПрАТ «Стрижавський кар'єр».

В процесі роботи були виконанні розрахунки електричних навантажень корпусу № 3 за допомогою методу коефіцієнта максимуму, а навантаження інших цехів, котрі живляться від підстанції, за допомогою коефіцієнта попиту. Розраховано внутрішню цехову мережу 0,4 кВ: вибрано провідники та кабелі для живлення окремих електроприймачів та силових пунктів, також вибрані способи прокладки у відповідності до ПУЕ. В якості апаратів захисту використані автоматичні вимикачі серії ВА.

В результаті виконання розрахунків створена система електропостачання, в якій визначенні центр електричних навантажень, розміщення підстанцій та інші питання, що стосуються надійності та безперервності постачання електроенергії споживачам основного технологічного процесу.

Так як основним виконавчим механізмом, що формує технологічний процес є бурові станки та супутні інструменти, в бакалаврській роботі проведений аналіз способів оцінки та контролю гірських порід для нерудних кар'єрів. Розглянуті способи, що дозволяють значно економити витрати електроенергії на процес буримості та виконувати нормування електроспоживання основного технологічного обладнання. Приведено результати дослідження, які були покладені в основу використання способу нормування електроспоживання для умов технологічного процесу нерудних кар'єрів.

У роботі приділена увага розробці питань охорони праці, які забезпечують належні безпечні умови роботи обслуговуючого персоналу кар'єру та сприяють підвищенню культури виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. Харків: Міненерговугілля України, 2017. 617с.
2. Визначення класу наслідків (відповідальності) будівель і споруд (ДБН 8855-2019).
3. Бурбело М.Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 122 с.
4. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
5. Рогальський Б.С., Войтюк Ю.П. Облік і контроль електроспоживання гірничих машин та технологічних властивостей гірських порід // Вісник НТУУ “КПІ” Серія “Гірництво”. – 2005, – Вип. 5. – с. 104-111.
6. Кабельно-провідникова продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189>
7. Експлуатація освітлювальних установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html
8. ДБН А.2.5-23:2010, Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення
9. Закон України «Про затвердження Кодексу комерційного обліку електричної енергії» Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0311874-18#Text>
10. Кобилянський О. В., Кобилянська І.М., Яблочников С.Л. Основи охорони праці. – Вінниця: Планер, 2007. – 171 с.
11. Кобилянський О. В. Охорона праці при експлуатації електроустановок. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 125 с.
12. Кобилянський О. В. Охорона праці у галузі. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 139 с.

13. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 1. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 183 с.
14. Кобилянський О. В. Основи охорони праці. Ч. 2. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 171 с.
15. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.
16. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->
17. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.
18. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
19. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
20. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
21. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
22. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

23. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

24. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

25. Кодекс цивільного захисту України. К.: ВР України, 2012. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

Додатки

Додаток А – Вихідні дані

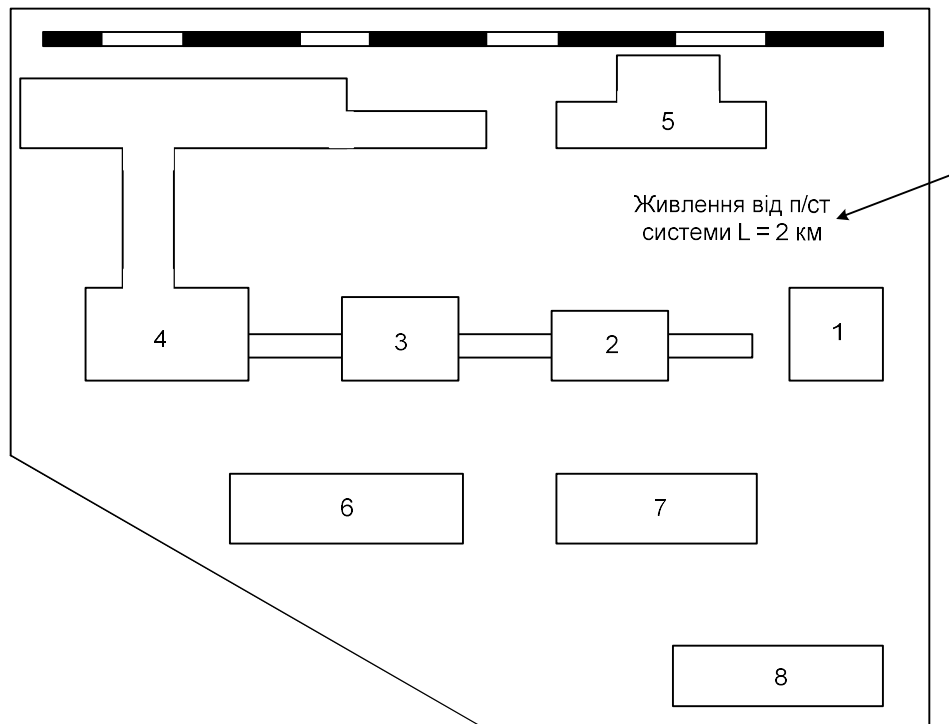


Рисунок 1.1– Генеральний план кар'єру.

Таблица 1.1 – Відомості про електричні навантаження заводу

Вузли живлення ЕП	P_n
1. Корпус №1	565
2. Корпус №2	275
3. Корпус №3	226
4. Корпус №4	510
5. Механічний цех	85
6. Гараж	145
7. Котельня	40
8. Погрузочний цех	156

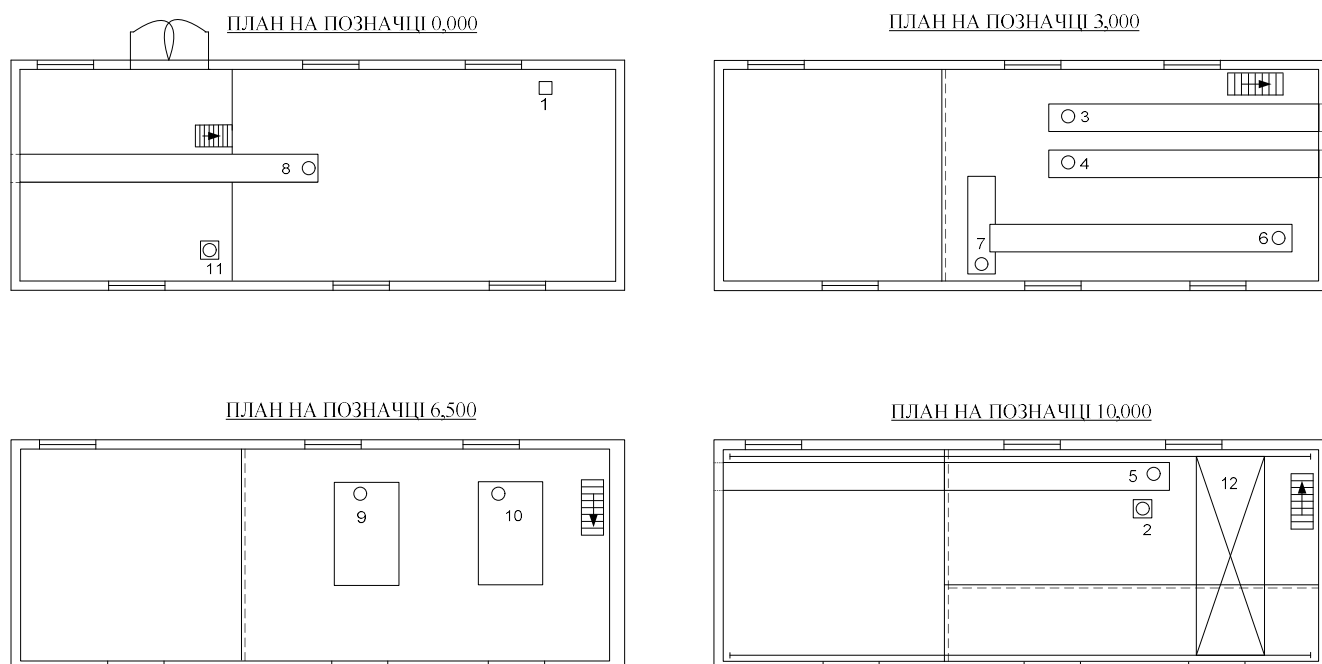


Рисунок 1.2 – Будівельні плани корпусу з розміщенням обладнання

Таблиця 1.2 - Електричні навантаження корпусу

№ на плані	Назва цеху	$P_{н\text{,}}$ кВт
1	Зварювальний апарат	5
3, 4-8, 10	Конвеєр	117
3	Вентиляційна установка	30
9,10	Грохот	40,5
2	Гідротолкач	1,5
12	Мостовий кран	32

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Стрижавський кар'єр»

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 98,51 Схожість 1,49

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☐ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

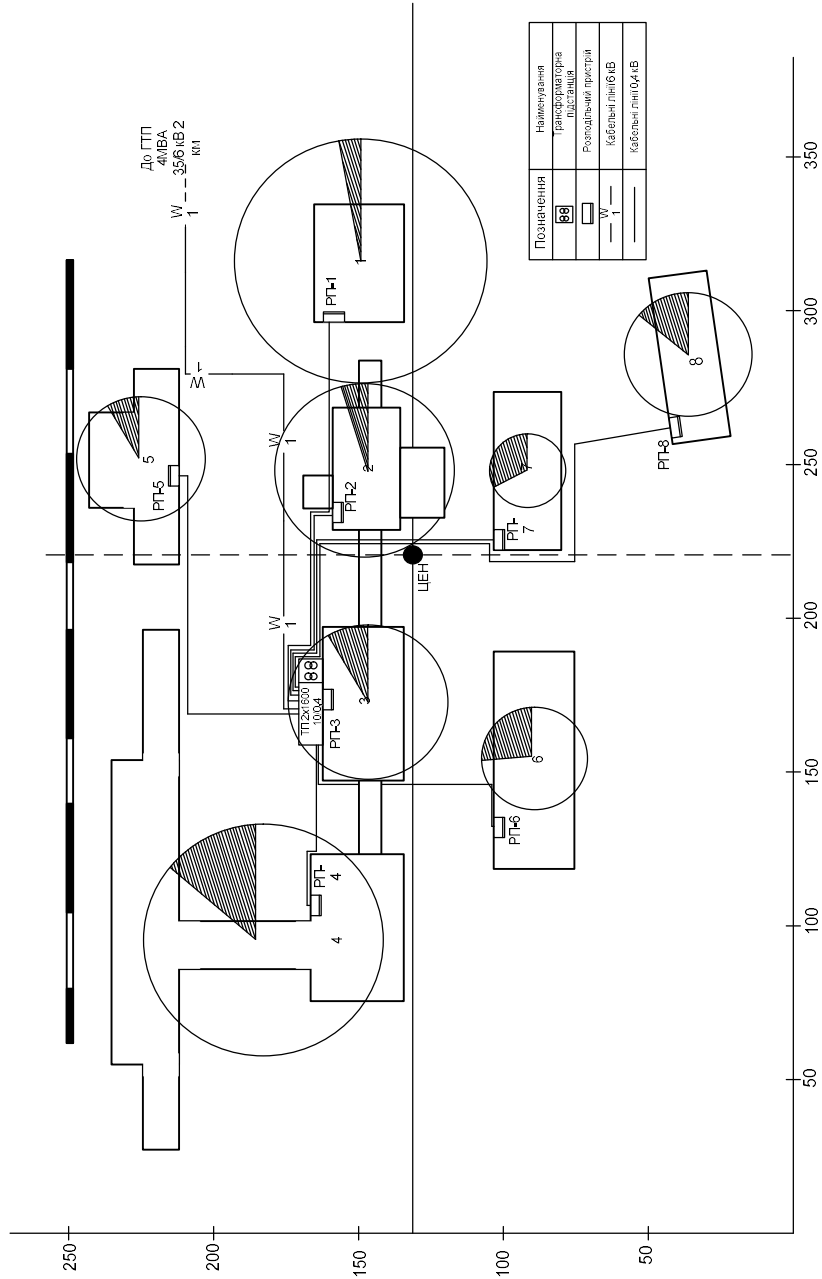
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____ Лебідь Ю.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Войтюк Ю.П.
(підпис) (прізвище, ініціали)

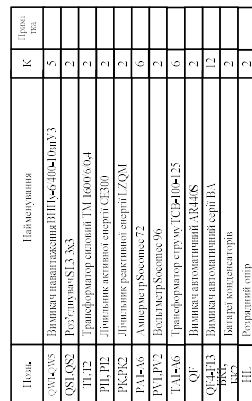
Додаток В – Ілюстративний матеріал

Додаток А
Генплан підприємства ПАТ "Іванівський спецкар'єр"



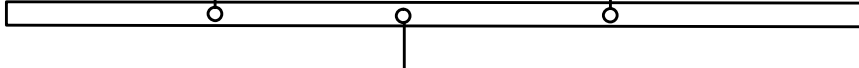
Додаток Б

Однолінійна схема електричних з'єднань



Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

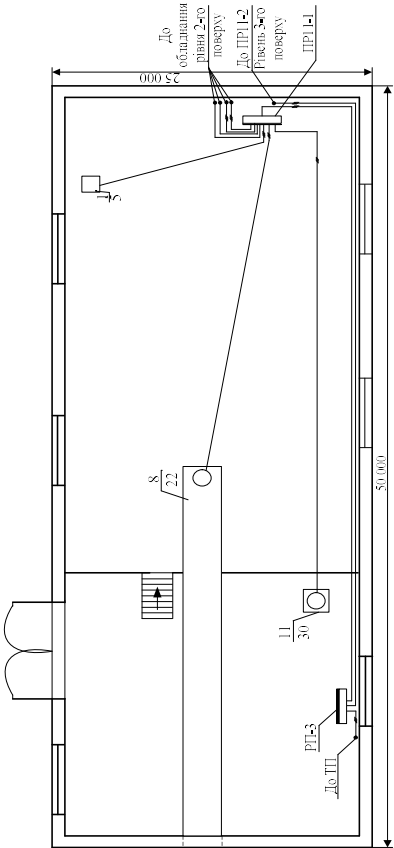
Додаток В
Розрахункова – монтажна таблиця

РП-3	Тип вимикача	$I_{нв}, A$	$I_{здозв}, A$	$I_{сб}, A$	$I_{н}, A$	$I_{сб}, A$	$I_{нв}, A$	$I_{н}, A$	$L, м$	Кабель	Спосіб прокладання	$I_{доп}, A$	Спожива ч	№	К- сть	Назва споживача
	РП-11-1											16	○	1	1	Зварювальний апарат
	РП-11-1								13	АПВ 3x2,5+1x1,5	В сталених рукавах	40	○	3	1	Конвеєр
	РП-11-1								60	АПВ 3x10+1x6	В сталених рукавах	40	○	4	1	Конвеєр
	РП-11-1								53	АПВ 3x10+1x6	В сталених рукавах	20	○	6	1	Конвеєр
	РП-11-1								42	АПВ 3x4+1x2,5	В сталених рукавах	12	○	7	1	Конвеєр
	РП-11-1								32	АПВ 3x10+1x6	В сталених рукавах	59	○	8	1	Конвеєр
	РП-11-1								54	АВВГ 3x16+1x10	В сталених рукавах	40	○	11	1	Вентиляційна установка
	РП-11-2								34	АПВ 3x10+1x6	В сталених рукавах	40	○	9	1	Грохот
	РП-11-2								32	АПВ 3x10+1x6	В сталених рукавах	88	○	10	1	Грохот
	РП-11-2								36	АВВГ 3x2,5+1x1,6	В сталених рукавах	12	○	5	1	Конвеєр
	РП-11-2								34	АПВ 3x2+1x1,5	В сталених рукавах	67	○	2	1	Гідротоліач
	РП-11-2								29	АВВГ 3x16+1x10	В сталених рукавах		○	12	1	Мостовий кран

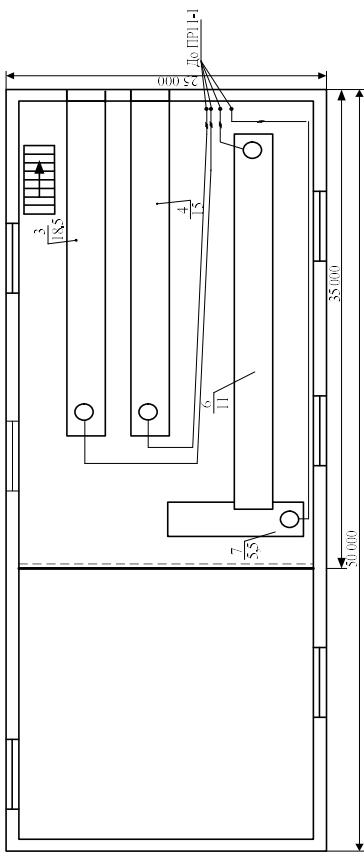
Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

Додаток Г
План розміщення електрообладнання цеху №3

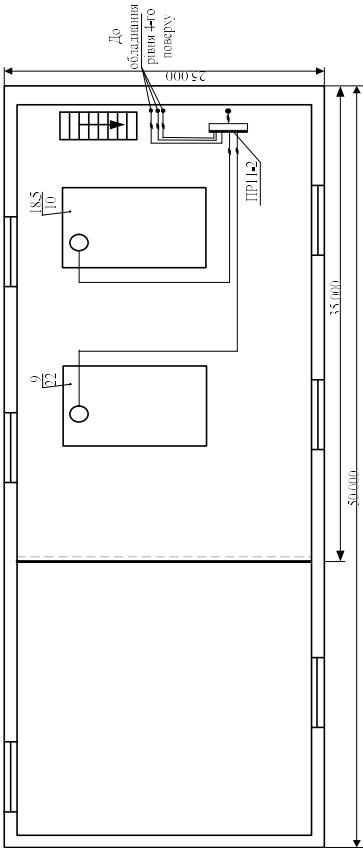
ПЛАН НА ПОЗНАЧІЦ 0,000



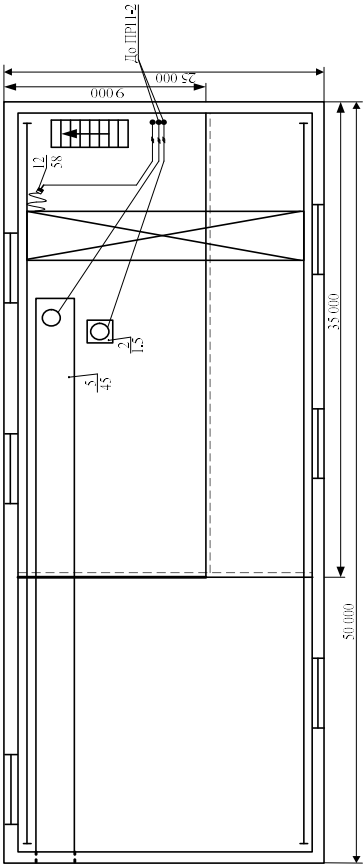
ПЛАН НА ПОЗНАЧІЦ 3,000



ПЛАН НА ПОЗНАЧІЦ 6,500



ПЛАН НА ПОЗНАЧІЦ 10,000



Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

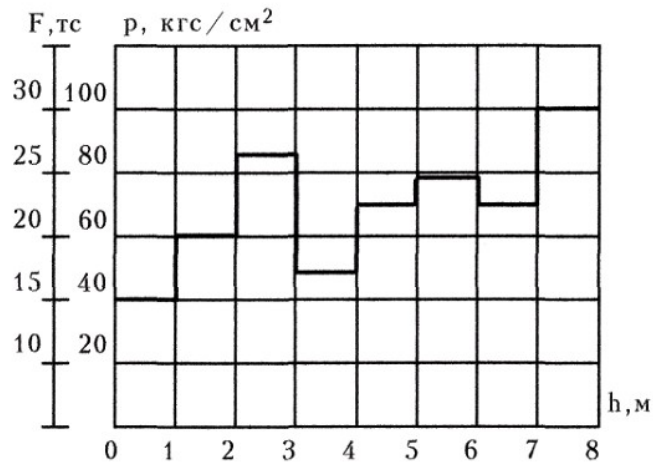


Рис. 3.1– Характеристика тиску в гідросистемі насоса та бурового ставу

Зазвичай такі дослідження мають супроводжуватися визначенням похибки оцінювання за використанням методом:

$$\gamma = (\Delta / X_a) \cdot 100 \quad (3.1)$$

де Δ – величина абсолютної похибки без врахування (при м'яких порід $\Delta = 0,099$ кВт·ч/м і міцних породах - $\Delta = 1,721$ кВт·ч/м);

X_a - нормована величина втрат електроенергії на буріння.

енергія подрібнення породи на одиницю об'єму визначається як:

$$E = \frac{4}{\pi D_0^2 \Delta S} \left(\int_0^t U I dt + p \Delta S \right) = A(BQ + F), \quad (3.2)$$

де D_0 - діаметр свердловини, м;

ΔS – довжина свердловини, м;

t - тривалість буріння ΔS , сек;

U і I - напруга (В) і струм (А) на затискачах двигуна;

F - зусилля буріння, кН;

A і B - емпіричні коефіцієнти;

Q - кількість заряду електрики, Кл.

Додаток В – Ілюстративний матеріал (продовження)

Якщо розглядати в загальному вигляді питому енергоємність то її можна представити як залежну від витрат електроенергії на руйнування граніту $\omega_{o.б.}$, допоміжні технологічні операції $\omega_{o.д.}$, потреби у ремонті станка $\omega_{o.п.}$, тобто:

$$\omega_0 = \omega_{o.б.} + \omega_{o.д.} + \omega_{o.п.} + \omega_{o.p.}$$

Якщо об'єднати електроприймачі системи продувки і допоміжні потреби в одну групу з постійним графіком навантаження формула буде мати вигляд:

$$\omega_0 = (P_{об} + P_{г.н.})t_0 + P_{\Sigma}t_0 + \left(\sum_{i=1}^n P_{дi} t_{дi} \right) / N$$

де $P_{об}$ і $P_{г.н.}$ - середня активна потужність за визначений період часу t_0 ;

t_0 - час буріння 1 метра свердловини, год.;

$t_{дi}$ – час, що іде на виконання допоміжної операції, год.;

$P_{дi}$ – спожита буровим станком потужність період $t_{дi}$, кВт;

P_{Σ} - сумарна активна потужність, за час t_0 , кВт;

N - кількість метрів, пробурених станком, м;

n – число допоміжних операцій.