

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Чепіжний А. В.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго» м. Охтирка Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування процесом розвантаження продукції».

Виконав:

_____ (підпис)

Логвиненко В.В.
(Прізвище, ініціали)

Група:

ГЕЕ 2201с.т.

(Науковий) керівник:

_____ (підпис)

Сіренко Ю.В.
(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

енергетики та електротехнічних систем

_____ Чепіжний А.В.

«__» _____ 202__ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Логвиненко Владислав Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Реконструкція системи електрифікації виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго» м. Охтирка Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування процесом розвантаження продукції,
керівник роботи: Сіренко Юлія Володимирівна, PhD, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» грудня 2024 року № 4057/ос.

2. Строк подання здобувачем роботи: «15» травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: нормативні документи, технічні паспорти та технічна характеристика обладнання.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ. Аналіз діяльності підприємства. Технологічна частина. Силове електрообладнання для розвантажувально-завантажувального процесу. Силова електрична мережа виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго». Визначення параметрів електричного освітлення виробничого приміщення. Електропостачання виробничого приміщення. Вибір схеми автоматизації кран-балки. Охорона праці. Техніко-економічне обґрунтуванням. Висновки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Виробниче приміщення. Силове електрообладнання. Установка освітлювальна. Кінематична схема кран-балки. Схема електрична принципова. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Семерня О.В., ст. викладач		
Економічне обґрунтування	Шашков С.В., к.е.н., ст. викладач		
Нормоконтроль	Чепіжний А.В., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання: «04» вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві	6.09.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики та	до 13.09.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	до 27.09.2024 р.	
4.	Написання вступу	до 04.10.2024 р.	
5.	Підготовка розділу «Розділ 1. Аналіз діяльності підприємства»	до 18.10.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Розділ 2. Технологічна частина»	до 01.11.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Розділ 3 та 4. Силове електрообладнання та Силова електромережа»	до 15.11.2024 р.	
8.	Підготовка розділу «Розділ 5. Електричне освітлення»	до 20.12.2024 р.	
9.	Підготовка розділу «Розділ 6. Електропостачання виробничого приміщення»	до 24.01.2025 р.	
10.	Підготовка розділу «Розділ 7. Вибір схеми автоматизації»	до 21.02.2025 р.	
11.	Підготовка розділу «Розділ 8. Охорона праці», «Розділ 9. Техніко-економічне обґрунтування»	до 20.03.2025 р.	
12.	Написання висновків та пропозицій	до 25.04.2025 р.	
13.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 15.05.2025 р.	
14.	Подання роботи на рецензування	до 23.05.2025 р.	
15.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Логвиненко В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Сіренко Ю.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Логвиненко В.В. Реконструкція системи електрифікації виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго» м. Охтирка Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування процесом розвантаження продукції. Суми : СНАУ, 2025 р.

Кваліфікаційний проект зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

В роботі проведено аналіз діяльності ТОВ «Охтиркапроменерго» м. Охтирка Сумської області, з вказанням особливостей підприємства та аналізом основних напрямків для покращення загальної системи електрифікації.

Виконано аналіз особливостей обладнання, що використовується в виробничих приміщеннях підприємства. Наведено основні особливості використання та технічні характеристики обладнання для виконання розвантажувально-навантажувальних робіт.

Для забезпечення можливості розширення та закупівлі новітнього обладнання роботою передбачено реконструкція силової мережі та мережі електричного освітлення в приміщеннях. При цьому проводилось дотримання всіх вимог та нормативних документів.

В роботі також наведено основні заходи по охороні праці при виконанні розвантажувально-навантажувальних робіт підприємства. Всі запропоновані рішення підтверджено економічними розрахунками.

Ключові слова: електропостачання, таль, принципова схема, автоматизація, розвантаження, освітлення, провід, економічний ефект.

SUMMARY

Logvynenko V.V. Reconstruction of the electric supply system of the production premises of LLC «Okhtyrkapromenergo» in the city of Okhtyrka, Sumy region, with the development of an automated control system for the unloading process. Sumy: SNAU, 2025.

Qualification project in the specialty 141 «Electric Power Engineering, Electrical Engineering, and Electromechanics», educational and professional program «Electric Power Engineering, Electrical Engineering, and Electromechanics».

The work includes an analysis of the activities of LLC «Okhtyrkapromenergo» in the city of Okhtyrka, Sumy region, highlighting the features of the enterprise and analyzing main areas for improving the overall electrification system.

An analysis of the equipment used in the enterprise's production facilities has been conducted. The main features of the equipment used for loading and unloading operations are provided, along with technical specifications.

To enable expansion and procurement of the latest equipment, the project involves reconstructing the power supply network and the electrical lighting network within the premises, while ensuring compliance with all relevant requirements and standards.

The work also outlines key occupational safety measures during loading and unloading operations at the enterprise. All proposed solutions are supported by economic calculations.

Keywords: power supply, hoist, schematic diagram, automation, unloading, lighting, cable, economic effect.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА.....	9
1.1 Загальні відомості.....	9
1.2 Загальна схема електропостачання ТОВ «Охтиркапроменерго».....	10
1.3 Висновки та пропозиції.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	13
2.1 Опис прийнятої технології розвантажування продукції в виробничому цеху ТОВ «Охтиркапроменерго».....	13
2.2 Складання паспортних даних електрообладнання виробничого приміщення та технічних вимог до проведення електрифікації виробничого приміщення.....	15
3 СИЛОВЕ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ.....	17
3.1 Розрахунок потужності кран-балки.....	17
3.2 Визначення параметрів захисних апаратів та апаратів керування.....	19
3.3 Розрахунок силової проводки для кран-балки.....	21
4 СИЛОВА ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ ТОВ «ОХТИРКАПРОМЕНЕРГО».....	23
4.1 Вибір параметрів схеми живлення.....	23
4.2 Особливості вибору проводів та способу прокладання.....	23
4.3 Вибір електромагнітних пускачів, запобіжників та автоматичних вимикачів.....	24
5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	26
6 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	35
7 ВИБІР СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КРАН-БАЛКИ.....	39
8 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	44

ВИСНОВКИ.....	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	48
ДОДАТОК А.....	52
ДОДАТОК Б.....	53

ВСТУП

В ситуації сьогодення доволі часто виникає потреба в виникненні різноманітних невеликих підприємств, що здатні виконувати електромонтажні роботи в різних невеликих населених пунктах. Створення великого підприємства для робіт по монтажу електрообладнання не може забезпечувати виконання невеликих робіт в найбільш віддалених об'єктах, а отже перспектива розвитку енергетики малих об'єктів залишається за малими електромонтажними підприємствами.

Необхідно зазначити, що подібні підприємства повинні мати в своєму розпорядку виробничі приміщення, складські приміщення та інші. При цьому основною проблемою подібних підприємств є розвантаження різного роду продукції. В загальному випадку, в виробничому цеху, з подібним завданням доволі гарно справляються різноманітні талі чи тельфери. За їх допомогою проводять розвантаження чи завантаження різноманітної продукції, а також переміщення продукції по виробничому приміщенню.

Враховуючи дану особливість слід зауважити, що монтуючи електричну таль в виробничому приміщенні необхідно враховувати розташування обладнання. Додатково також потрібно враховувати особливості освітлення приміщення. Тож виходячи з цього необхідним і основним завданням є аналіз основного електричного обладнання виробничого приміщення, врахування його розміщення в цеху з підключенням до електричної мережі. Також необхідно розробити основне освітлення виробничого цеху.

Реалізація всіх цих завдань дозволить покращити рівень працездатності працівників підприємства та покращить умови праці.

1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Загальні відомості

ТОВ «Охтиркапроменерго» почало свою діяльність з 2018 року з маленьким статутним капіталом в розмірі 10 000 грн. Підприємство знаходиться в м. Охтирка по вулиці Широка. На цій же вулиці знаходяться також і виробничі приміщення даного підприємства.

Основними видами робіт, що виконує підприємство є в основному різноманітні електромонтажні роботи. Додатково підприємство може виконувати роботи з монтажу систем водопроводу та водовідведення, будівельні та оздоблювальні роботи різної складності та об'ємів.

Для подальших розрахунків необхідно провести аналіз кліматичних умов розташування підприємства. Оскільки підприємство знаходиться в м. Охтирка, то і кліматичний район підприємства можна в загальному охарактеризувати взявши за основу саме цей регіон.

Загалом температура в районі коливається від мінус 8°C і фактично до 26°C. Необхідно також врахувати, що температура доволі рідко буває нижче мінус 19°C, а також фактично не перевищує взагалі температуру 33°C.

Доволі цікава ситуація відбувається і з опадами, де їх максимум спостерігається в літні місяці і становить фактично 55 мм. До осені кількість опадів зменшується до 38 мм, а найменша кількість опадів 12 мм випадає взимку. Дещо інша ситуація стосується снігового покриву.

Найбільша кількість снігу 131 мм випадає в січні. Ріст випадання снігу в середньому починається в жовтні та фактично закінчується в квітні. В ці місяці найменша кількість опадів, що приблизно становить 25 мм.

Середня швидкість вітру на території міста Охтирка становить 15,9 км/год. При цьому найбільша кількість вітрів відбувається в лютому з найбільшою швидкістю вітру 18,5 км/год. При цьому більшість літніх місяців є безвітряними або з найменшою швидкістю вітру, що становить 13 км/год.

Основні ґрунти на території підприємства та на території міста Охтирка в своїй більшості становлять чорноземи. Даний тип ґрунтів характеризується опором по розходженню в ньому струму на рівні 400 Ом·м, що враховуємо при проектуванні заземлюючих пристроїв.

1.2 Загальна схема електропостачання ТОВ «Охтиркапроменерго»

Оскільки підприємство займається в основному електромонтажними та будівельними роботами, то фактично електроенергія використовується на вентиляцію, освітлення виробничих приміщень та офісного приміщення, а також на силові потреби для ввімкнення в роботу електричного обладнання виробничого цеху.

В середньому загальна кількість спожитої електричної енергії загалом по ТОВ «Охтиркапроменерго» становить на рівні 350-800 кВт·год.

Основним обладнанням, що споживає велику кількість електричного струму є обладнання з електродвигунами. При цьому в ТОВ «Охтиркапроменерго» використовується електродвигуни з різноманітними потужностями, починаючи з 0,25 кВт та фактично до електричних двигунів до 2 кВт.

При розрахунках середнє значення потужності електричних двигунів, що використовуються на підприємстві складає 1,1 кВт, що є доволі значним показником для невеликого підприємства.

В виробничому приміщенні ТОВ «Охтиркапроменерго» доволі широко використовується виробниче обладнання. Серед якого токарний станок, точильний верстат, гільйотина електрична та інше обладнання.

Необхідно зазначити, що для розвантажувальних робіт на підприємстві використовують кран балку, що розміщена в виробничому приміщенні. Її використовують в основному для проведення розвантаження доволі важкого обладнання такого як, бухт проводу та інше.

Розвантажене обладнання одразу вивантажується в виробничому приміщенні, яке в свою чергу слугує в якості складського приміщення. На

випадок проведення завантаження автомобіль під'їжджає в приміщенні до зони доступу кран-балки та проводиться завантаження чи розвантаження. Площі для великої кількості різноманітного електрообладнання немає, тож фактично необхідне обладнання та матеріали завозяться цілеспрямовано під виконання певних робіт.

Фактично великого виробництва різноманітного електрообладнання відсутнє адже всі роботи виконуються на об'єктах по місту Охтирка та інших населених пунктах.

Основні роботи, які виконують на виробництві пов'язані зі штучним виготовленням необхідних деталей, що фактично не є масовим. Виходячи з цього обладнання не працює постійно протягом дня.

Необхідно зазначити, що є певні проблеми в розміщенні обладнання адже фактично одне приміщення використовується для різних потреб. А отже необхідно враховувати данні особливості при проектуванні електропостачання даного об'єкту.

1.3 Висновки та пропозиції

В результаті проведеного аналізу основних показників роботи виробничого цеху ТОВ «Охтиркапроменерго» можна зробити наступні висновки та поставити перед проектом задачі:

1. Більшість обладнання, що працює в межах виробничого цеху підприємства розміщено хаотично, а також з розміщенням в зоні зберігання.

2. Для забезпечення якісного процесу організації розвантаження продукції необхідно враховувати особливості по реалізації електричної талі в виробничому цеху.

3. Керівництвом підприємства планується закупка нового обладнання, що в результаті призведе до збільшення навантаження на електричну мережу виробничого приміщення.

4. В зв'язку з розподілом виробничого приміщення на відповідні зони необхідною умовою є розробка освітлення виробничого приміщення.

Всі вищенаведені питання проектування необхідно проводити з врахуванням особливостей техніки безпеки та відповідно охорони навколишнього середовища. Особлива увага повинна приділятися саме безпеці персоналу та працівників.

Необхідно також зауважити, що застосування автоматизації розвантажувальних процесів повинно бути обґрунтованим з економічної точки зору.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Опис прийнятої технології розвантажування продукції в виробничому цеху ТОВ «Охтиркапроменерго»

Як зазначалось в попередньому розділі виробниче приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго» є комбінованим та частково слугує в якості складського приміщення для зберігання необхідної продукції для виконання різноманітних робіт. Виходячи з цього оптимальним рішенням для виконання розвантажувально-навантажувальних робіт можливе фактично лише з використанням електричної талі або кран-балки.

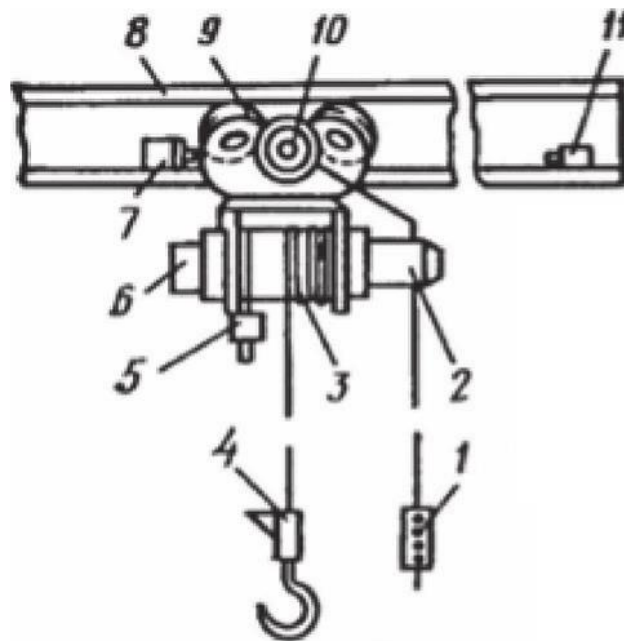
Електричні талі – це лебідка, що є малогабаритною за своїми розмірами. При цьому всі елементи талі змонтовані в одному корпусі. Привід електроталі виконано з використанням електродвигуна, а для зупинки використовується фактично гальмівна система. В зоні доступу працівника є шафа для керування в якій змонтована захисна апаратура та відповідно пускова апаратура. Необхідно зазначити, що більшість електричних талей оснащуються підвісним пультом, яким є можливість керувати працівнику поряд з підвішеним на талі обладнанням. Ходова частина електроталі включає в себе монорельсовий шлях, по якому переміщується електроталь. Загальний вигляд тельфера наведено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд тельфера

На сьогодні подібні електричні талі (рис. 2.1) є найбільш розповсюдженими на виробництві, та відповідно мають доволі велику кількість різновидів за потужністю та конструкційними особливостями. Для розгляду різноманітних властивостей та характеристик нами розглянуто технічні характеристики різноманітних моделей та модифікацій в додатку А.

Основною особливістю талей є те, що вони здатні працювати переміщувати вантажі в приміщеннях чи навіть під певними навісами. При цьому температура повітря в робочій зоні тельфера може коливатись в межах від мінус 40°C до плюс 40°C. При цьому подібного роду талі можуть використовуватись навіть в складі кранів козлового типу. Талі подібної конструкції здатні переміщувати вантаж, як в горизонтальному так і в вертикальному напрямках. Загальноприйнята будова талі наведена на рисунку 2.2.



1 – електромеханічні гальма постійного струму; 2 – корпус; 3 – барабан з тросом; 4 – підвісний гак; 5 – захисний пристрій від перевантаження; 6 – пристрій для гальмування тросу; 7 подвійний гальмівний пристрій; 8 – монорельс; 9, 10 – валики переміщення талі; 11 – захист переміщення талі по горизонталі

Рисунок 2.2 – Будова електричної талі

Талі мають можливості підключення до електричної мережі напругою 220В або 380 В з частотою 50 Гц.

Подібний принцип роботи, але значно більшу потужність мають кран-балки. При цьому їх можливо використовувати при розвантажуванні чи завантажуванні вантажів значно більшої ваги. Оскільки ТОВ «Охтиркапроменерго» доволі часто займається і різноманітними будівельними роботами, то працівникам доволі часто доводиться розвантажувати та завантажувати різноманітні вантажі будівельних матеріалів. Виходячи з цього основною пропозицією для застосування в розвантажувально-завантажувальних роботах на підприємстві доцільно використовувати кран-балку з загальною сумарною потужністю електродвигунів 32 кВт.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд кран-балки

Обраний тип кран-балки дозволить значно полегшити розвантажувально-завантажувальні роботи та зменшити кількість ручної праці на підприємстві, що дасть можливість звільнити працівників для виконання інших робіт на підприємстві.

2.2 Складання паспортних даних електрообладнання виробничого приміщення та технічних вимог до проведення електрифікації виробничого приміщення

Оскільки ТОВ «Охтиркапроменерго» виконує доволі велику кількість робіт пов'язаних з будівництвом та проведенням електромонтажних робіт в їх користуванні є доволі велика кількість електричного обладнання. З врахуванням планів по розширенню виробництва та закупівлею нового обладнання маємо

доволі велику його кількість. Основні позиції електрообладнання та їх кількість наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні дані електрообладнання для визначення системи електропостачання виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго»

№	Найменування електрообладнання	Кількість, шт.	Потужність електрообладнання, кВт
1	Прес-ножиці гідравлічні	1	2,2 7,5
2	Верстат балансувальний для електродвигунів	1	1,5
3	Торцювальний верстат	1	1,1
4	Свердлильний верстат	1	2,2
5	Токарний верстат	1	15,0 0,6
6	Верстат поздовжнього різку	1	22
7	Вентиляційна установка	1	0,12
8	Кран-балка	1	32

Необхідно зазначити, що дане електрообладнання знаходиться в виробничому приміщенні постійно (стаціонарно) все інше електрообладнання використовується як пересувне або зі спеціальними транспортними засобами. Слід зазначити, що в певних ситуаціях виконання робіт на даному підприємстві підключається до електромережі ручне електрообладнання та інші прилади, що не знаходяться постійно в приміщенні.

Виходячи з такої кількості електрообладнання та його особливостей необхідно врахувати наступні вимоги до проектування:

- необхідно передбачити електроприводи для електрообладнання виробничого цеху;
- шафи керування та силові шафи відповідно до вимог повинні знаходитись в окремому приміщенні з обмеженим доступом;
- виконати оновлення загального робочого освітлення виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго».

3 СИЛОВЕ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Розрахунок потужності кран-балки

Як наводилось раніше, основним електрообладнанням для проведення розвантажувальних та завантажувальних робіт є кран-балка потужністю 32 кВт. При цьому все її електрообладнання та інше обладнання надається виробником. В електроприводі кран-балки застосовуються в основному асинхронні трифазні електродвигуни, що працюють з напругою 380 В та відповідною частотою електромережі в 50 Гц.

Враховуючи різноманітність використання електродвигунів та можливість роботи з вологістю в приміщенні рекомендуємо обрати електродвигуни з промислового виконання серії 4АМ. Електродвигун кран-балки в виробничому приміщенні працює в тривалих режимах, а отже для його розрахунку потрібно знати його механічну характеристику та діаграму навантаження. При цьому момент інерції електродвигуна кран-балки становить 2,49 кг·м².

Розрахунок проводимо за потужністю в наступній послідовності:

1. Визначаємо на всіх ділянках величину струму:

$$I_{екв} = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2}{3}}, \quad (3.1)$$

$$I_{екв1} = \sqrt{\frac{30^2 + 30 \cdot 51 + 51^2}{3}} = 41A; \quad I_{екв2} = \sqrt{\frac{51^2 + 51 \cdot 50 + 50^2}{3}} = 50,5A;$$

$$I_{екв3} = \sqrt{\frac{50^2 + 50 \cdot 53 + 53^2}{3}} = 51,5A; \quad I_{екв4} = \sqrt{\frac{53^2 + 53 \cdot 52 + 52^2}{3}} = 52,5A;$$

$$I_{екв5} = \sqrt{\frac{52^2 + 52 \cdot 53 + 53^2}{3}} = 52,5A; \quad I_{екв6} = \sqrt{\frac{53^2 + 53 \cdot 51 + 51^2}{3}} = 52A;$$

$$I_{екв7} = \sqrt{\frac{51^2 + 51 \cdot 55 + 55^2}{3}} = 53A; \quad I_{екв8} = \sqrt{\frac{55^2 + 55 \cdot 52 + 52^2}{3}} = 53,5A.$$

2. Повне значення еквівалентного струму складає:

$$I_{\text{екв.заг}} = \sqrt{\frac{41^2 \cdot 4 + 50,5^2 \cdot 6 + 51,5^2 \cdot 9 + 52,5^2 \cdot 12 + 52,2^2 \cdot 13 + 52^2 \cdot 14,5 + 53^2 \cdot 17,5 + 53,5^2 \cdot 21}{4 + 6 + 9 + 12 + 13 + 14,5 + 17,5 + 21}} = 52A$$

3. Вибір електродвигуна плануємо проводити виходячи з умови:

$$I_{\text{н.дв}} \geq I_{\text{екв.заг}} \quad (3.2)$$

Провівши всі розрахунки та враховуючи вищенаведені умови рекомендується обрати електродвигун 4AM180M2У2. Основні технічні характеристики обраного електродвигуна наведено в таблиці Б1 додатку.

Наступним кроком необхідно провести визначення тривалості пуску обраного нами електродвигуна. При цьому необхідно визначити час пуску на різних ділянках виходячи з рівняння:

$$\Delta t_i = \frac{j_{\text{зв}} \cdot \Delta \omega_i}{M_{\text{дин.ср.і}}}, \quad (3.3)$$

де $j_{\text{зв}}$ – зведене значення моменту інерції електродвигуна, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$M_{\text{дин.ср.і}}$ – середній динамічний момент в розрахунку на кожну ділянку.

Наступним кроком є побудова графіку динамічного моменту відповідно до отриманих даних (рис. 3.1).

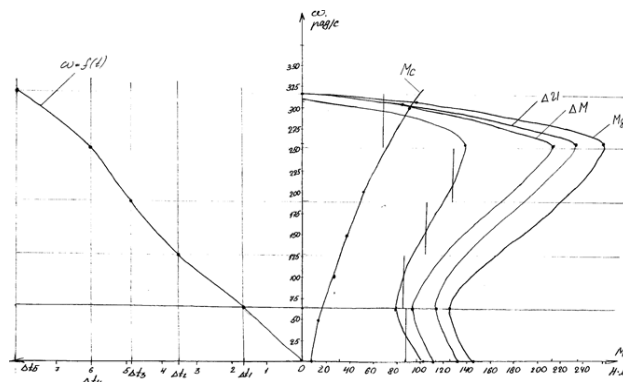


Рисунок 3.1 – Механічна характеристика обраного електродвигуна

Графік фактично вибудовуємо по отриманим значенням до необхідних точок, а далі проводимо визначення динамічних значень моментів для всіх ділянок.

$$M_{\text{дин.кр.1}} = \frac{100+78}{2} = 89\text{Нм}; M_{\text{дин.кр.2}} = \frac{78+92}{2} = 85\text{Нм};$$
$$M_{\text{дин.кр.3}} = \frac{92+125}{2} = 108,5\text{Нм}; M_{\text{дин.кр.4}} = \frac{125+147}{2} = 136\text{Нм}; M_{\text{дин.кр.5}} = \frac{147+0}{2} = 73,5\text{Нм}.$$

Наступним кроком необхідно провести визначення часу пуску електродвигуна на кожній з ділянок аналізу:

$$\Delta t_1 = \frac{2,49 \cdot 62,8}{89} = 1,7\text{с}; \Delta t_2 = \frac{2,49 \cdot 62,8}{85} = 1,8\text{с}; \Delta t_3 = \frac{2,49 \cdot 62,8}{108,5} = 1,4\text{с};$$
$$\Delta t_4 = \frac{2,49 \cdot 62,8}{136,5} = 1,1\text{с}; \Delta t_5 = \frac{2,49 \cdot 62,8}{73,5} = 2,1\text{с}.$$

В результаті отримуємо загальне значення розгону обраного електродвигуна, що становить:

$$t_{\text{розг}} = 1,7 + 1,7 + 1,4 + 1,1 + 2,1 = 8,1\text{с}$$

При цьому нами розглянуто вибір електродвигуна відповідно до його електричних модифікацій, а додатково необхідно враховувати його конструктивне, кліматичне виконання та ступінь захисту. Всі ці параметри відповідають заданим умовам роботи кран-балки.

3.2 Визначення параметрів захисних апаратів та апаратів керування

Вибір автоматичних вимикачів для керування кран-балкою необхідно проводити з врахуванням умов:

$$\begin{aligned}
U_{AB.H} &\geq U_{мер} \\
I_{AB.H} &\geq I_{н.ел.дв} \\
I_{розш} &\geq I_{н.ел.дв} \\
I_{відс} &\geq 1,5 \dots 1,6 I_{н.ел.дв}
\end{aligned}
\tag{3.4}$$

де $U_{AB.H}$ - номінальне значення напруги для вимикача, В;

$U_{мер}$ - номінальне значення напруги в електричній мережі, що використовується для живлення кран-балки, В;

$I_{AB.H}$ - номінальне значення струму для вимикача, А;

$I_{розш}$ - номінальне значення струму для розчіплювача, А.

Необхідно зазначити, що вибір апаратури захисту та автоматичного вимикача виконується також з врахуванням особливостей конструктивного виконання та ступеню його захисту.

Виходячи з цього нами обрано автоматичний вимикач *ВА51-29-14-0010P30УХЛЗ*. При цьому враховано умови (3.4):

$$\begin{aligned}
380В &= 380В \\
63А &\geq 56,2А \\
63А &\geq 56,2А \\
562А &\geq 89,9А
\end{aligned}$$

Для даного автоматичного вимикача також враховано ступінь захисту, що відноситься до ІР-30.

Наступним кроком необхідно провести вибір електромагнітних пускатів. Для цього скористуємось наступною умовою:

$$\begin{aligned}
U_{н.п} &\geq U_{ел.м} \\
I_{н.п} &\geq I_{н.дв} \\
U_{кот} &\geq U_{кол.кер}
\end{aligned}
\tag{3.5}$$

де $U_{н.п}$ - значення для напруги обраного електромагнітного пускача, В;

$U_{кот}$ - значення напруги для котушки обраного пускача, В;

$I_{н.п}$ - значення струму для обраного електродвигуна кран-балки, А.

При цьому необхідно враховувати також додаткові параметри електромагнітного пускача, що пов'язані з умовами кліматичного виконання, а також ступенем захисту. Не менш важливим параметром є стійкість електромагнітного пускача до спрацювання.

В результаті нами пропонується обрати магнітний пускач типу ПМЛ – 450004В. Даний пускач відповідає вищенаведеним умовам:

$$380В \geq 380В$$

$$63А \geq 56,2А$$

Ступінь захисту та інші умови відповідають необхідним параметрам використання даного електромагнітного пускача в умовах виробничого приміщення.

Необхідно також обрати реле часу, що забезпечить необхідну витримку по параметру часу: $t_e = 3...30с$. Пропонуємо обрати реле типу ВЛ – 43.

Для забезпечення роботи кран-балик необхідно використати кнопковий пост. Пропонуємо для виконання комутації електричних кіл обрати пост типу ПКЕ – 72 – 2У2. Також для зручності керування кран-балкою необхідно обрати низьковольтний пульт керування. Низьковольтний пульт обираємо типу Я5929 – 4674У2. Для кожного з переліченого електрообладнання пропонується обрати параметри аналогічно попереднім електроприладам.

3.3 Розрахунок силової проводки для кран-балки

Для забезпечення роботи кран-балки обираємо необхідні кабелі та проводи за умови тривало-допустимих значень струмів з умови:

$$I_{тр.доп} \geq I_{роб} \quad (3.6)$$

де $I_{mp,доп}$ – значення тривалого робочого струму всіх споживачів, А.

Виходячи з даної умови пропонується обрати провід типу АПВ4. Спосіб прокладання обираємо в трубі.

Значення $I_{mp,доп} = 60A$, а отже задана умова виконується $60A \geq 56,2A$.

Оскільки провід планується прокласти в трубах, то необхідно виконати розрахунок діаметру необхідних труб:

$$d_{mp} = d_{np} \sqrt{\frac{n}{K_3}} \quad (3.7)$$

де n – кількість проводів жил, шт;

d_{np} – значення діаметру для обраного проводу з врахуванням ізоляції;

K_3 – величина коефіцієнту врахування заповнення труби.

$$d_{mp} = 7,8 \sqrt{\frac{4}{0,45}} = 22.мм$$

Наступним кроком є коригування діаметру необхідної труби відповідно до сортаменту. Рекомендується обрати трубу діаметром 25 мм.

Інші параметри електрообладнання пропонується обирати аналогічно до попереднього електрообладнання.

Наступним кроком є побудова схеми розміщення всього силового електрообладнання виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго».

Схема наведена на відповідному аркуші графічної частини.

4 СИЛОВА ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ ТОВ «ОХТИРКАПРОМ ЕНЕРГО»

4.1 Вибір параметрів схеми живлення

Виробниче приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго» відноситься до другої категорії за ступенем надійності. Загалом живлення виконано від КТП та заходить до електрощитової виробничого приміщення підприємства. Електрощитова включає в себе два щити:

- силовий щит;
- щит освітлення.

Необхідно також зазначити, що силову мережу необхідно прокласти окремо від освітлювальної електромережі. В результаті проектування параметрів силових електромережі отримуємо схему її розміщення, яка наведена на аркуші графічної частини. При побудові електричної мережі необхідно враховувати особливості електрообладнання, що наведено в таблиці 2.1.

4.2 Особливості вибору проводів та способу прокладання

Всі проводи виробничого приміщення необхідно обирати виходячи з умови:

$$I_{тр.дон} \geq I_{розр} \quad (4.1)$$

де $I_{розр}$ – розрахункове значення для струму всіх споживачів виробничого приміщення.

$$I_p = I_n \quad (4.2)$$

Наступним кроком проводимо визначення максимального значення роботи сили струму в загальній магістралі живлення відповідно до рівняння:

$$I_{м..р} \geq K_0 \cdot \sum I_{н|р|} \quad (4.3)$$

де K_0 – величина для коефіцієнту врахування одночасної роботи електрообладнання.

В якості прикладу пропонується провести розрахунок проводів та виконати їх вибір для верстату поздовжнього різу, що має потужність 22 кВт. Також пропонується виконати розрахунок загальної магістралі.

Для електродвигуна:

$$I_{тр.дон} \geq I_{розр} \quad (4.4)$$

$$75A \geq 42A$$

Для загальної магістралі:

$$140A \geq 113,2A$$

$$I_{розр} = 226,4A$$

Відповідно до отриманих результатів для електродвигуна обираємо кабель АВВГ 4×16, а для загальної магістралі необхідно обрати кабель АВВГ 4×70. Зазначимо, що обидва проводи планується прокласти в одній і тій же трубі. Виходячи з цього необхідною умовою є визначення загального діаметру труби:

$$d_{тр} = 14,8 \sqrt{\frac{4}{0,45}} = 44,13 \text{ мм}$$

4.3 Вибір електромагнітних пускачів, запобіжників та автоматичних вимикачів

Вибір автоматичних вимикачів необхідно виконувати відповідно до розглянутих вище умов (3.4). В результаті проведеного аналізу нами обрано автоматичний вимикач типу ВА51Г25–34–1101Р30УХЛЗ. Даний вимикач є

триполюсним з розчіплювачем комбінованого типу та вільним типом контактів, що мають ручний привід.

$$I_{н.АВ} = 25A$$

$$I_{н.розч} = 5A$$

$$I_{відс} = 14I_{н.розч} = 14 \cdot 5 = 70A$$

$$70 \geq 1,1 \cdot 1,25 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 4,2 = 41,6A$$

Необхідно зазначити, що всі вищенаведені умови виконуються, а отже вибір виконано вірно.

Наступним кроком необхідно провести вибір пускачів з врахуванням розміщення в ньому теплового реле. Основними умовами вибору є:

$$\begin{aligned} U_{н.мп} &\geq U_{мер} \\ I_{н.мп} &\geq I_{н.ел.дв} \\ I_{н.т.р.} &\geq I_{н.ел.дв} \\ U_{кот} &\geq U_{кола.кер} \end{aligned} \quad (4.5)$$

де $I_{н.мп}$ – величина номінального струму для електромагнітного пускача, А;

$I_{н.т.р.}$ – номінальна величина струму для теплового реле, А.

В результаті проведеного вибору нами пропонується вибрати електромагнітний пускач типу ПМЛ–1232–046 та відповідно теплове реле типу РТЛ–1010–04. Величина струму $I_{н.мп}$ для електромагнітного пускача становить 10А, а величина $I_{уст}$ для теплового реле знаходиться в межах 3,8-6,0А.

Виходячи з подібного вибору, необхідно провести вибір всього обладнання для виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго» та зведемо їх в таблицю Б2 додатку.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

Основною особливістю використання системи освітлення виробничого приміщення є необхідність забезпечення гарної освітленості при виконанні робіт в виробничому приміщенні ТОВ «Охтиркапроенерго». Основним типом освітлення виробничого приміщення є штучне електричне освітлення. Необхідно зазначити, що дане освітлення може бути декількох типів: загальне, локалізоване, з рівномірним розміщенням освітлювальних приладів.

Необхідно зазначити, що виробниче приміщення потребує застосування комбінованого освітлення, яке поєднує як загальне так і місцеве освітлення. При цьому загальне освітлення забезпечує рівномірну освітленість загальної площі всього приміщення з врахуванням складської зони, а місцеве освітлення використовується безпосередньо в робочій зоні виконання робіт.

Розрахунок приладів освітлення. Необхідно зазначити, що при виборі освітлювальних приладів необхідною умовою є використання енергозберігаючих освітлювальних приладів, що здатні значно економити електричну енергію спожиту підприємством.

Наступними параметрами, що необхідно обрати є потрібна освітленість виробничого приміщення, яка планується на рівні 50 Лк по всій площі приміщення. Також необхідно визначити коефіцієнти, що враховують відбиття світла від підлоги, стелі та стін виробничого приміщення. Виходячи з визначених даних коефіцієнт відбиття стін становить 50 %; коефіцієнт відбиття стелі – 30 % та відповідно підлоги 50 %

Наступним кроком є вибір найбільшої відносної відстані між освітлювальними приладами, що є максимально вигідними:

$$\eta_c \leq \eta \leq \eta_e \quad (5.1)$$

де η_c і η_e – відповідно відстані між світильниками, що найбільш вигідні відповідно до світлотехнічних та економічних нормативів;

η – величина коефіцієнта залежності типу кривої, що характеризується силою світла для світильника.

$$1,4 \leq \eta \leq 1,6$$

Відповідно до отриманої умово виникає можливість прийняти значення $\eta = 1,5$.

Наступним параметром є необхідна висота підвісу для світильника над рівнем полу, що визначається з рівняння:

$$H_p = H - h_s - h_p \quad (5.2)$$

де H – величина висоти виробничого приміщення для освітлення;

h_s – величина висоти для підвісу освітлення;

h_p – величина висоти від освітлювальної установки до поверхні для виконання роботи.

Для подальшого розрахунку приймаємо величину висоти виробничого приміщення, що рівна 3,5 м. Висота підвісу обирається з меж від 0,25 до 0,8 м, а величина висоти до поверхні для виконання роботи приймемо рівну 0 м, оскільки маємо розрахунок загального освітлення виробничого приміщення. Відповідно до норм освітлення значення величини підвісу приладів освітлення має бути не менш як 2,5 м.

Відповідно до цього отримуємо наступне значення:

$$H_p = 3,5 - 0,5 - 0 = 3\text{ м}$$

Наступним кроком необхідно виконати розрахунок освітлювального приладу відстані між рядами світильників:

$$L_{AB} = \eta \cdot H_p \quad (5.3)$$

$$L_{AB} = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ м}$$

Для визначення точного місця розміщення світильників необхідно знати відстань від стіни до крайнього світильника:

$$l = (10,3 \dots 0,5) L_{AB} \quad (5.4)$$

де 10,3...0,5 - значення коефіцієнта, що враховує параметри розташування в виробничому приміщенні місць для роботи.

$$l = 0,4 \cdot 4,5 = 1,8 \text{ м}$$

Важливим показником підтримання рівня освітленості є кількість світильників розміщених в кожному ряду:

$$N_A = \frac{A - 2 \cdot l_A}{L_A} + 1 \quad (5.5)$$

де А – значення довжини для виробничого приміщення.

Відповідно до креслення довжина обраного виробничого приміщення становить 20 м. Виходячи з цього отримуємо:

$$N_A = \frac{20 - 2 \cdot 1,8}{4,5} + 1 = 4,64 \text{ шт}$$

Коригуємо кількість освітлювальних приладів відповідно в більший бік, а отже обираємо 5 світильників.

Наступним кроком визначаємо кількість рядів світильників в приміщенні:

$$N_B = \frac{B - 2 \cdot l_B}{L_B} + 1, \quad (5.6)$$

де B – значення ширини для обраного виробничого приміщення.

Відповідно до розмірів приміщення ширина виробничого приміщення становить 10 м. Виходячи з цього отримуємо:

$$N_B = \frac{10 - 2 \cdot 1,8}{4,5} + 1 = 2,42um$$

Отримане значення також необхідно округлити, при чому в більшу сторону оскільки будуть неосвітлені зони. Округлюємо до 3 рядів.

Далі проводимо визначення необхідної кількості освітлювальних приладів:

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B \quad (5.7)$$

$$N_{\Sigma} = 5 \cdot 3 = 15um$$

При розрахунку необхідно знати величину індексу для виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго» з рівняння:

$$i = \frac{S}{H_p (A + B)} \quad (5.8)$$

$$i = \frac{10 \cdot 20}{3(10 + 20)} = 2,22$$

Відповідно до отриманого індексу та коефіцієнтів відбиття світла від стелі, стін та підлоги, а також типу освітлювального приладу необхідно вибрати коефіцієнт, що враховує використання потоку світла. Світильники приймаємо світлодіодні типу IWL-80. При цьому величина використання світлового потоку складає 0,39.

Наступним кроком є визначення розрахункового значення світлового потоку для обраного типу світильника:

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{N_{\Sigma} \cdot \eta} \quad (5.9)$$

де E_n – нормативна (задана) величина освітленості;

k – коефіцієнт врахування запасу в зв'язку зі зменшенням рівня освітленості для робочого місця;

S – розрахункове значення площі обраного виробничого приміщення;

Z – величина коефіцієнту, що враховує мінімальне значення освітленості для виробничого приміщення.

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{50 \cdot 1,15 \cdot 200 \cdot 1,15}{15 \cdot 0,39} = 2260,68 \text{ Лм}$$

Лампи обираємо відповідно до умови

$$\begin{aligned} \Phi_n &\geq \Phi_p \\ 2920 \text{ Лм} &\geq 2260,68 \text{ Лм} \end{aligned} \quad (5.10)$$

Відповідно до отриманих даних обираємо лампу IWL-E-200W, потужність якого складає 200 Вт.

Відповідно до наведених даних отримуємо розрахункове значення потужності з рівняння:

$$P = P_n \cdot N \cdot h \cdot 10^{-3} \quad (5.11)$$

де h – кількісний показник ламп в світильнику.

$$P = 200 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 3 \text{кВт}$$

Наступним показником розрахунку є фактична освітленість:

$$E_\phi = E_n \frac{\Phi_\phi}{\Phi_p}, \quad (5.12)$$

$$E_\phi = 50 \frac{2920}{2260,68} = 64,5 \text{Лк}$$

Відхилення по освітленості виробничого приміщення повинно знаходитись в межах від 10% до 20%. При цьому допустиме значення відхилення освітленості становить:

$$\Delta E = \frac{E_\phi - E_n}{E_\phi} 100\% \quad (5.13)$$

$$\Delta E = \frac{64,5 - 50}{64,5} 100 = 20\%$$

Враховуючи наведені межі та розраховані данні можна сказати, що допустиме значення знаходиться в допустимих межах.

Відповідно до цього, фактична величина установок для освітлення виробничого приміщення визначаємо з рівняння:

$$N_\phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\Phi_n \cdot \eta} \quad (5.14)$$

$$N_\phi = \frac{50 \cdot 1,15 \cdot 200 \cdot 1,15}{2920 \cdot 0,39} = 11,6 \text{шт}$$

Отримане значення округлюємо до більшого значення, а отже відповідно отримуємо 12 шт. установок. При цьому розміщення даних установок виконуємо наступним чином: в ряду по 4 шт з кількістю рядів – 3. Розміщення даних установок виконується рівномірно, у відповідності до прикладу розміщення освітлювальної установки (рисунок 5.1)

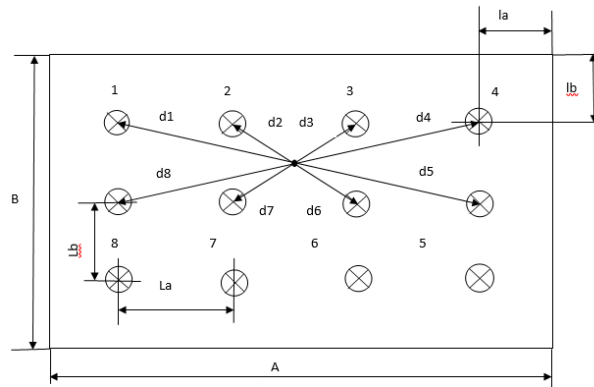


Рисунок 5.1 – План основного приміщення цеху виробництва оцинкованих вентиляційних труб

Останнім кроком в виборі освітлювальної установки є перевірочний розрахунок рівня освітлення виробничого приміщення.

Початковим етапом проведення перевірки рівня освітлення є вибір точки розрахунку та проекцію осі світильника. Розрахунки проводять відповідно до рівняння:

$$d_1 = d_4 = d_5 = d_8 = d_{1,4,5,8} = 7\text{ м}$$

$$d_2 = d_3 = d_6 = d_7 = d_{2,3,6,7} = 2,5\text{ м}$$

Тангенс кута для визначення падіння потоку світла в точку розрахунку визначається з рівняння:

$$\text{tg}\varphi = \frac{d}{H_p} \quad (5.15)$$

$$\text{tg}\varphi_{1,4,5,8} = \frac{7}{3} = 2,33; \quad \text{tg}\varphi_{2,3,6,7} = \frac{2,5}{3} = 0,83.$$

Визначаємо кут падіння для променя світла відповідно до рівняння:

$$\begin{aligned} \varphi \cdot \cos^3 \varphi \\ \varphi = \operatorname{arctg} \varphi \end{aligned} \quad (5.16)$$

$$\varphi_{1,4,5,8} = 66,77^\circ; \cos^3 \varphi_{1,4,5,8} = 0,06$$

$$\varphi_{2,3,6,7} = 39,7^\circ; \cos^3 \varphi_{2,3,6,7} = 0,45$$

Визначаємо далі силу для світлового потоку:

$$I\varphi = |I\varphi|_T \frac{\Phi_{л}}{1000} \quad (5.17)$$

де $|I\varphi|_T$ - сила світлового потоку світильника.

$$|I\varphi|_{T1,4,5,8} = 69 \text{кд}$$

$$|I\varphi|_{T1,4,5,8} = \frac{69 \cdot 2920}{1000} = 201,48 \text{кд}$$

$$|I\varphi|_{T2,3,6,7} = 81 \text{кд}$$

$$|I\varphi|_{T2,3,6,7} = \frac{81 \cdot 2920}{1000} = 236,52 \text{кд}$$

Відповідно освітленість для розрахункової точки становить:

$$E = \frac{I_{\varphi} \cdot \cos^3 \varphi}{(H_p)^2 \cdot k} \quad (5.18)$$

де k – коефіцієнт врахування запасу для обраного світильника.

$$E_{1,4,5,8} = \frac{201,48 \cdot 0,06}{3^2 \cdot 1,15} = 1,17 \text{Лк}; E_{2,3,6,7} = \frac{236,52 \cdot 0,45}{8^2 \cdot 1,15} = 10,3 \text{Лк}.$$

Загальне значення величини освітленості для розрахункової точки знаходиться на рівні:

$$E_{заг} = 4 \cdot E_{1,4,5,8} + 4 \cdot E_{2,3,6,7} \quad (5.19)$$

$$E_{заг} = 4 \cdot 1,17 + 4 \cdot 10,3 = 46Лк$$

Виходячи з отриманих даних бачимо, що освітленість виробничого приміщення для ТОВ «Охтиркапроменерго» знаходиться в допустимих межах, а отже розрахунок виконано вірно.

Всі отримані данні розрахунку та вибору приладів освітлення зводимо в таблицю БЗ додатку.

6 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

Необхідною умовою забезпечення електропостачання виробничого приміщення є необхідність проведення вибору джерела живлення та проведення заходів по компенсації реактивної потужності.

Необхідною умовою є початковий розрахунок навантажень, що повинні знаходитись в межах 0,38...110 кВ. За розрахункове навантаження обираємо найбільше значення середнього навантаження. При цьому є поділ на денне і вечірнє навантаження, а також на активні та реактивні.

Для визначення подібних особливостей необхідною умовою є побудова графіка навантажень виробничого приміщення.

Для початку необхідно виконати розрахунок активної потужності, що споживається:

$$P_{cn} = \frac{P_n \cdot \kappa_z}{\eta} \quad (6.1)$$

де P_n – номінальне значення потужності для електродвигуна, кВт;

η – значення ккд обраного електродвигуна;

κ_z – середнє значення коефіцієнту що враховує завантаження обраного електродвигуна при виконанні технологічного процесу.

Після проведення розрахунків отримуємо графік електричних навантажень виробничого приміщення (рис. 6.1).

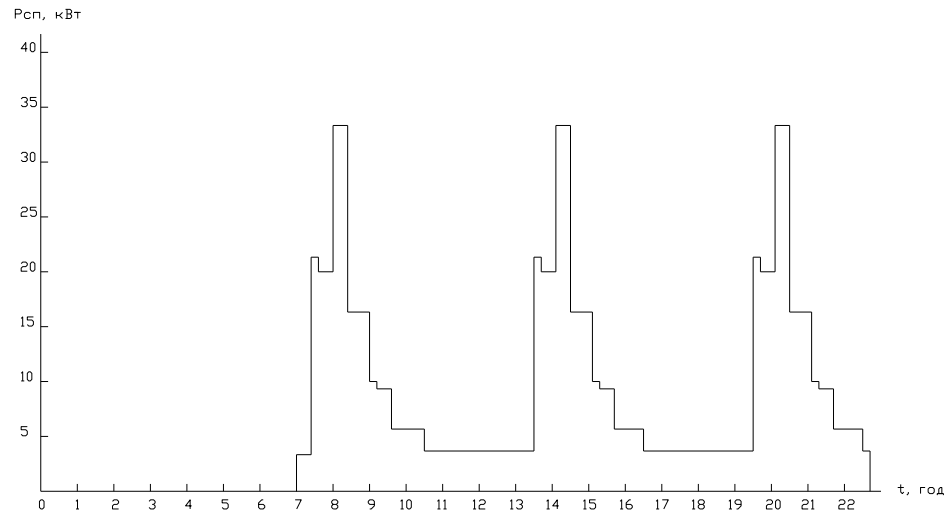


Рисунок 6.1 – Електричні навантаження виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго»

Необхідно виконати розрахунок для максимумів для 30 хв з рівняння:

$$P_n = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2}{t_1 + t_2}} \quad (6.2)$$

де P_1 і P_2 – потужності, що споживаються на відповідних 30 хв електричних навантажень відповідно до графіку, кВт;

t_1 та t_2 – величина тривалості використання даної потужності, год.

$$P_n = \sqrt{\frac{19,25^2 \cdot 0,23 + 33,55 \cdot 0,26}{0,23 + 0,26}} = 27,72 \text{ кВт}$$

Наступним кроком є вибір необхідного джерела живлення та відповідно їх кількості. Для цього необхідно визначити навантаження на ввіді до виробничого приміщення. При цьому виконується розрахунок для денного та вечірнього максимальних значень:

$$S_{pн} = \frac{P_e}{\cos\varphi_е} \quad (6.3)$$

$$S_{pд} = \frac{P_e}{\cos\varphi_д} \quad (6.4)$$

де $\cos\varphi_е$ і $\cos\varphi_д$ – коефіцієнт врахування потужності всіх споживачів відповідно для максимуму денного і вечірнього

$$S_{pе} = \frac{42,72}{0,75} = 56,96 \text{кВА}; \quad S_{pд} = \frac{42,72}{0,78} = 54,53 \text{кВА}$$

Відповідно до отриманих даних проведення підключення планується до підстанції 160 кВА, що розміщується поблизу до ТОВ «Охтиркапроменерго» в м. Охтирка.

Наступним кроком є вибір пристроїв компенсації реактивної потужності, а також їх типу та місця розташування. Виходячи з цього зазначимо, що постійна складова реактивної потужності повинна компенсуватись конденсаторними установками, що нерегулюються, а змінні її складова – навпаки регульованою величиною реактивної потужності.

Для початку визначаємо необхідну потужність установки для компенсації реактивної потужності:

$$Q_{кс}^p = (0,2 + 0,5 \cdot d_{a.зв}) \cdot S_{np} \quad (6.5)$$

де S_{np} – приєднане значення потужності для споживача, кВА;

$d_{a.зв}$ – певна частка встановленої величини потужності двигунів та відповідно зварювальних трансформаторів, що використовуються в якості споживачів.

Відповідно для ТОВ «Охтиркапроменерго» частка встановленої величини потужності складає відповідно 40 %.

$$Q_{кв}^p = (0,2 + 0,5 \cdot 0,4) \cdot 40 = 16 \text{кВАр}$$

Після уточнення необхідно визначити кількість використаних конденсаторів в установці:

$$n = \frac{Q_{кв}^p}{Q_{кв}} \quad (6.6)$$

де $Q_{кв}$ – потужність одного елемента конденсатора, кВАр.

$$n = \frac{16}{12} = 1,33$$

Для виконання компенсації реактивної потужності обираємо 1 конденсатор типу КС1. Номінальне значення потужності даного конденсатора становить 18 кВАр та напруга – 380 В.

7 ВИБІР СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КРАН-БАЛКИ

Для розробки схеми автоматизації кран-балки першочерговою та необхідною умовою є розуміння основних її елементів. Так принципова електрична схема для будь якої кран-балки повинна включати в себе певного роду редуктор, електропривод та барабан для тросу. Кожен з даних елементів має своє особливе призначення та відповідає за виконання загальної роботи кран-балки.

Відповідно до цього твердження редуктор виконує пониження або відповідно підвищення поворотів при роботі кран-балки. На барабан виконується намотування тросу, що задіяний в піднятті вантажу на необхідну висоту.

Основним елементом кран-балки є електричний двигун. При цьому його потужність визначається виходячи з вантажопідйомності кран-балки.

На рисунку 7.1 нами наведено електричну схему кран-балки обраної для виробничого приміщення ТОВ «Охтиркапроменерго».

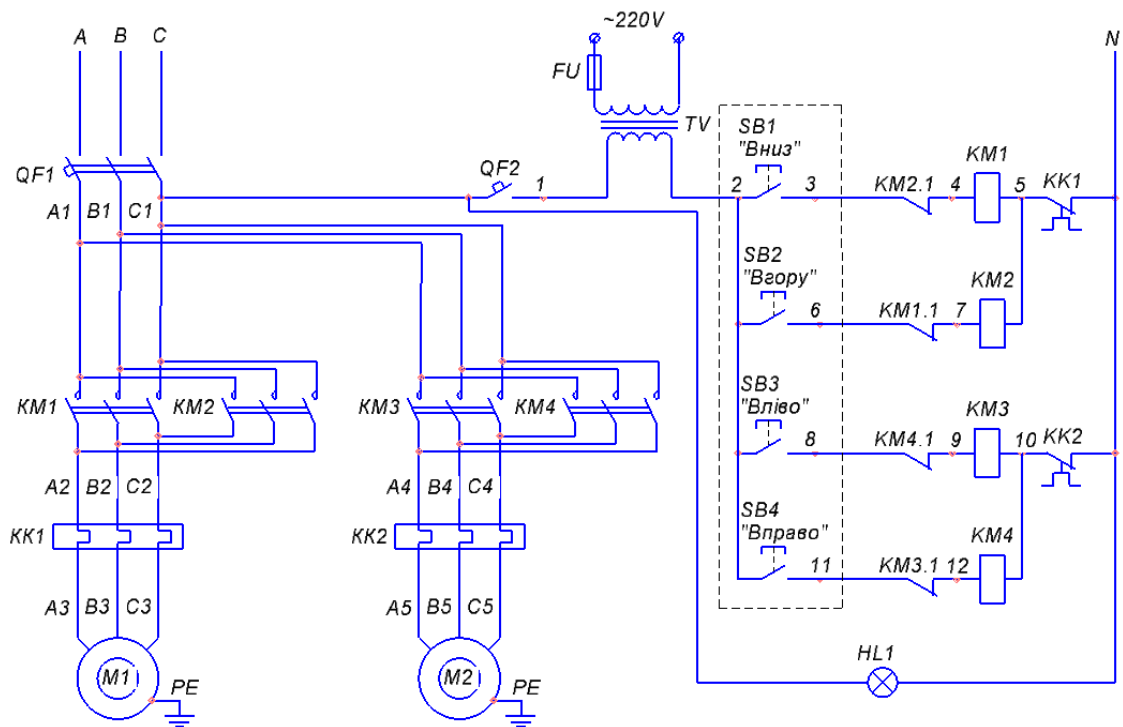


Рисунок 7.1 – Принципова електрична схема кран-балки

В даній електричній схемі контроль за роботою електродвигуна виконується за допомогою реверсивних магнітних пускачів, а також з використанням програмних кнопок, що приєднуються до кран-балки з використанням гнучкого кабелю.

Живлення обмоток та контактів, що задіяні в піднятті (КМ1) та опусканні (КМ2) виконується за допомогою гнучкого кабелю з встановленим на ньому вимикачем. Від цього ж кабелю живиться і функція переміщення вперед (КМ3) та назад (КМ4). Вимикач встановлений на гнучкому кабелі автоматично перемикає подачу струму за умови високого навантаження та електричну мережу виробничого приміщення.

Обмежувач SQ виконує гальмування вантажопідйомного пристрою за умови перевищення висоти або навіть ваги вантажу на кран-балці.

Запропонована принципова електрична схема кран-балки показує гарний розподіл електроенергії на всі вузли підйомного пристрою. При цьому за допомогою спеціальних розподільних пристроїв виконується розподіл струму та з потрібною напругою до кожного механізму кран-балки. Виконання цієї функції покладено на спеціальні апарати для виконання регулювання, що з'єднані з електричним двигуном з використанням гнучкого кабелю та відповідної тролєї.

Загальний вигляд кран-балки наведено на рисунку 7.2.



Рисунок 7.2 – Загальний вигляд кран-балки

В запропонованій схемі керування кран-балкою відповідні рубильники та вимикачі зображені в вигляді системи пускачів для виконання керування. Вони виконані в вигляді короба з кнопками, що задають рух троса. Трос відповідно рухається вгору або вниз. Загальна конструкція кран-балки здійснює рух вперед або назад.

Всі кожухи даної кран балки виконані з матеріалів, що не проводять струм. Вони в основному виконуються з ебоніту або мають пластмасову оболонку.

Напруга для роботи кран-балки обрана 380 В, що дозволяє забезпечити її роботу та роботу запобіжників та системи безпеки.

Для даної кран-балки можна використати керування з пульта, що розміщується на гнучкому кабелю. Вибір низьковольтного пульта та інших елементів електричної схеми виконано в попередніх розділах.

Додатково для даної кран-балки можна використовувати і пульт дистанційного керування, що дозволить забезпечити роботу працівника на безпечній відстані від виконання розвантажувально-навантажувальних робіт.

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Виходячи з того, що основна увага в роботі присвячена виконанню розвантажувально-навантажувальних робіт, то з цієї умови необхідно виконати аналіз заходів охорони праці відповідно до даного процесу.

Розвантажувально-навантажувальні роботи виконуються працівниками, що пройшли інструктаж по роботі з кран-балкою. Необхідно зазначити, що виконання певних робіт може проводитись з використанням вантажників, що закріплюють вантаж, а отже подібна робота потребує значного узгодження виконання операції різними працівниками.

При виконанні робіт по розвантаженню чи завантаженню виконують з використанням індивідуальних засобів захисту, де обов'язково потрібно використовувати рукавиці, окуляри та відповідно каску.

Основною особливістю виконання розвантажувально-навантажувальних робіт в виробничому приміщенні ТОВ «Охтиркапроменерго» є те, що ці операції виконуються в приміщенні де інші працівники виконують роботи на електрообладнанні, що розміщено стаціонарно.

Виходячи з такої особливості при виконання розвантажувально-завантажувальних робіт необхідно проводити з подачею звукового сигналу. Даний захід дозволить зменшити виробничих травматизм та забезпечити необхідну безпеку робочого персоналу.

При роботі з кран-балкою необхідно впевнитись, що приміщення гарно освітлене та всі працівники знають про пересування продукції в виробничому приміщенні. Також необхідно впевнитись у відсутності сторонніх осіб під піднятим вантажем чи в зоні виконання розвантаження чи завантаження.

Перед початком виконання операцій з кран-балкою необхідно впевнитись в її справності. Потрібно перевірити всі функції по переміщенню вгору, вниз, вправо, вліво та вперед чи назад. Після того, як кран-балка перевірена можна переміщати її до виконання робіт по переміщенню вантажу.

Під час проведення розвантажувальних чи навантажувальних робіт обов'язково потрібно впевнитись, що на гаку кран-балки знаходиться лише вантаж. Також необхідно впевнитись, що вантаж не зачіпає нічого іншого при виконанні операцій.

Перед початком підйому необхідно також впевнитись в правильності проведення стропування вантажу для унеможливлення його випадання чи зіскользування.

При роботі електричної кран-балки категорично забороняється проводити будь-які роботи з її електричною чи механічною частинами, а також торкалися рухомих чи електричних її частин. Необхідно впевнитись також, що таль має гальма, а також в наявності на кінцях монорейки відповідних упорів.

Обов'язково перевірка кран-балки здійснюється перед кожним виконанням піднімання вантажу. При цьому перевіряється її технічних стан.

Після закінчення робіт кран-балку переміщують до місця зберігання, де вона не заважає виконанню інших робіт. Забороняється залишати кран-балку в зоні виконання інших робіт без її використання.

При роботі різноманітного електрообладнання в виробничому приміщенні ТОВ «Охтиркапроменерго» виникає знана запиленість, шум, електромагнітні поля та інші небезпечні та шкідливі фактори. При цьому необхідно враховувати, що в виробничому приміщенні всі працівники повинні знаходитись в спецодязі та мати засоби для індивідуального захисту.

Виконання всіх перелічених заходів дозволить зменшити виробничий травматизм та відповідно летальні наслідки для всіх працівників підприємства.

9 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

У відповідності до запропонованих рішень нами проведено модернізацію освітлювальної установки та відповідно до необхідного нового електрообладнання пропонується виконати техніко економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Необхідно зазначити, що запропоновані рішення мають на меті підвищення продуктивності працівників при виконанні виробничих процесів з забезпеченням максимально можливої їх автоматизації. При цьому в розрахунку планується понизити витрати пов'язані з споживанням електроенергії фактично до 5 % при виконанні робіт в виробничому приміщенні.

Відповідно до отриманих даних від працівників ТОВ «Охтиркапроменерго» за 2024 рік було спожито електричної енергії в об'ємі 223200 кВт·год. За умови врахування вищенаведених заходів та економії електричної енергії отримаємо споживання електричної енергії за рік експлуатації на рівні:

$$C = 223200 - 5\% = 212000 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Відповідно до отриманих даних пропонується виконати розрахунок вартості річної кількості електроенергії з виразу:

$$P = C \cdot T \tag{9.1}$$

де T – відповідно вартість 1 кВт·год електроенергії для підприємства, грн/кВт·год.

$$P_{\text{іст}} = 223200 \cdot 6,9 = 1540080 \text{ грн}$$

$$P_{\text{проект}} = 212000 \cdot 6,9 = 1462800 \text{ грн}$$

Виходячи з отриманих даних можна провести визначення річної економії коштів, що витрачаються на електроенергію загалом по підприємству:

$$E_p = 1540080 - 1462800 = 77280 \text{ грн}$$

Економія коштів дає нам можливість визначити термін окупності затрачених капіталовкладень затрачених на реалізацію проекту:

$$T_{ок} = \frac{K_{одд}}{E_p}, \quad (9.2)$$

де $K_{одд}$ – величина капіталовкладень, що потрібні для реалізації запропонованого проекту, грн.

Виходячи з основного обладнання, що необхідно для реалізації проекту обсяг капіталовкладень становить – 150 000 грн.

$$T_{ок} = \frac{150000}{77280} = 1,94 \text{ роки}$$

Виходячи з отриманого терміну окупності фактично можна сказати, що запропонований проект окупиться приблизно за 2 роки.

Відповідно до отриманих даних економічний ефект за рік можна визначити відповідно за формулою:

$$E = E_p - K_n \cdot K_{одд} \quad (9.3)$$

де K_n – коефіцієнт, що враховує показник ефективності використання капіталовкладень.

$$E = 77280 - 0,15 \cdot 150000 = 54780 \text{ грн}$$

Отримані показники необхідно звести до таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 – Зведені дані техніко-економічних показників

Показники	Варіант	
	існуючий	проектний
Додаткові капітальні вкладення, грн	-	150000
Кількість спожитої електроенергії, кВт·год/рік	223200	212000
Затрати на електроенергію, тис. грн	1540080	1462800
Річна економія, грн.	-	54780
Термін окупності, рік	-	1,94

Виходячи з зведених даних таблиці 9.1 можна зробити висновок, що всі запропоновані рішення є прийнятними для реалізації та мають гарний термін окупності з тими параметрами використання електрообладнання. Виходячи з цього можна зробити висновок про економічну вигідність проекту.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз ТОВ «Охтиркапроменерго» показав певний ряд проблем з електропостачанням та розміщенням електрообладнання в виробничому приміщенні.

Для реалізації продуктивної та ефективної роботи підприємства виконано аналіз основного електрообладнання з його вибором та розміщенням в виробничому приміщенні.

Покращена реалізація розміщення продукції поруч зі складською зоною потребує вирішення освітлення робочої зони, а також загального освітлення виробничого приміщення.

Для реалізації розвантажувально – завантажувальних робіт було виконано аналіз основного обладнання з можливістю використання його в виробничому приміщенні. В результаті було обрано кран-балку та визначено основні її параметри, що дозволять ефективно виконувати всі поставлені завдання.

Проведено аналіз особливостей споживання електроенергії виробничих приміщеннях та визначено основні пікові періоди. Запропоновано обладнання для забезпечення компенсації реактивної потужності та обрано основну схему живлення всього електрообладнання виробничого приміщення.

Проведено аналіз заходів з охорони праці та наведено основні небезпечні фактори при роботі з кран-балкою, а також вимоги до проведення основних робіт.

В результаті запропонованих заходів спостерігається значна ефективність використання капіловкладень. При цьому термін їх окупності складає 1,94 роки, що для подібного проекту є доволі гарним показником.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – 5-те вид., перероблене і доповнене (станом на 21.07.2017). – Міненерговугілля України, 2017. – 617 с
2. Електротехнічні матеріали та вироби. Навчальний посібник. Тимофеев Ігор Олександрович. Лань, 2021, 268 с.
3. О.Ю. Юрченко, Г.В. Барсукова, А.В. Чепіжний, Г.А. Тимошенко // Монтаж електрообладнання і систем керування. Монтаж щитів керування електричними двигунами // Навчально-методичний посібник для здобувачів освіти 2, 1 с.т. курсів спеціальності: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» інженерно-технологічного факультету денної та заочної форми навчання, СВО «бакалавр». – Суми: СНАУ, 2023. – 144 с.
4. Козирський В.В. Основи електропостачання [Текст] : підручник / В.В. Козирський, С.М. Волошин. – Київ : Компринт, 2021. – 497 с.
5. Електричні мережі та системи: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С.П. Шевчук, О.В. Мейта. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 167с.
6. Давиденко Л.В. Електропостачання промислових об'єктів. Практикум [Текст]: навчальний посібник / Л.В. Давиденко, Н.В. Коменда, В.А. Давиденко, М.М. Євсюк – Луцьк : ВІП ЛНТУ, 2022.– 244 с.
7. Named Haggi James M. Fenton. Techno-Economic Assessment of Net-Zero Energy Buildings: Financial Projections and Incentives for Achieving Energy Decarbonization Goals. December 2024. DOI:10.48550/arXiv.2412.00874.
8. Xue Wang, Xiaolei Zhang, Jianqi Song (2023). The analysis of solar energy investment, digital economy, and carbon emissions in China Sec. Solar Energy, 11. Available at: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1183857>

9. Chen, X., Song, C., Wang, T. (2022). Analysis of energy losses and energy consumption law in low-voltage zones. *Journal of Physics: Conference Series*, 1(012016). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2022/1/012016>
10. Carr, D., & Thomson, M. (2022). Non-technical energy losses. *Energies*, 15(6), 2218. <https://doi.org/10.3390/en15062218>
11. Lom, M., & Pribyl, O. (2021). Smart city model based on systems theory. *International Journal of Information Management*, 56, 102092.
12. Humayun, M., Alsaqer, M. S., & Jhanjhi, N. (2022). Energy optimization for smart cities using iot. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 2037255.
13. Ullah, Z., Naeem, M., Coronato, A., Ribino, P., & De Pietro, G. (2023). Blockchain applications in sustainable smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 97, 104697.
14. Васи́лець С., Васи́лець К., Ільчук В. Оцінювання точності вузла обліку електроенергії при зниженому струмі навантаження. *Modeling, Control and Information Technologies* 2024-12-07. Journal article DOI: [10.31713/MCIT.2024.020](https://doi.org/10.31713/MCIT.2024.020)
15. Vasylets, S., & Vasylets, K. (2019). Refinement of the mathematical model of frequency converter cable branch with a singlephase short circuit. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(9 (100)), 27–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176571>
16. Kholiddinov I. Kh, Musinova Gulasalkhon, Yulchiev M.E., et al. Modeling of calculation of voltage unbalance factor using Simulink (Matlab) // *The American Journal of Engineering And Techonology*. 2020. V.2. № 10. pp. 33-37.
17. Вовк О.Ю. Метод періодичного діагностування асинхронних двигунів/ О.Ю. Вовк, Л.М. Безменнікова, С.О. Квітка // *Праці ТДАТУ*. – 2010. - № 10, Т4. - С. 39-46.
18. Somka O, M. Zagirnyak, V. Prus. Reliability Models of Electric Machines with Structural Defects Proceedigs 2015 16th International Conference on “Computational Problems of Electrical Engineering” CPEE–2015, – Lviv, Ukraine, 2015. – p. 249-251.

19. Somka O., M. Zagirnyak, V. Prus, The methods for accounting the degree of electric machines aging in the assessment of their reliability 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES) – Kremenchuk, Ukraine, 2019. – P.194-197
20. Billinton and Ronald N. Allan, “Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques”, Second Edition, Springer-Verlag, Berlin 181 (Germany), 2008. – 342 p.
21. Matlab, Getting Started Guide, R2011b. The MathWorks, Inc., 3 Apple Hill Drive, Natick, MA 01760-2098, USA, 276 p.
22. Сьомка О. О., В. В. Прус Комп'ютеризований діагностичний комплекс для випробувань електричних машин на надійність Науковопрактичний журнал «Електротехніка і електромеханіка» – Харків: Національний технічний університет «ХПІ», 2015. – Вип. 3/2015 – Ст. 27–30.
23. Сьомка О. О., В.В. Прус, С.Є. Дзеніс Обґрунтування впливу процесу старіння на електричні та магнітні властивості шихтованих осердь електричних машин Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. Збірник наукових праць. Серія: Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії – Х. : НТУ „ХПІ”. - 2016. - № 11 (1183) 2016 – С. 115-122.
24. M. Zagirnyak, V. Prus, Siomka O. Electric machine reliability prediction models taking into account the state of major structural components Proceedings of the abstracts the 15th International Conference on “Computational Problems of Electrical Engineering” CPEE–2014, – Terchova – Vratna dolina, Slovak Republic, 2014. – P. 57
25. O. Somka, V. Prus, A. Nikitina Somka O. The determination of the condition of the windings of electric machines with long mean-time-between failures 2017 International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES) – Kremenchuk, 2017. – P. 164-167.
26. M. Zagirnyak, A. Kalinov, and Zh. Romashykhina, “Decomposition of electromotive force signal of stator winding in induction motor at diagnostics of the

rotor broken bars”, Scientific Bulletin of National Mining University, issue 4(154), 2016, pp. 54–61.

27. В. В. Прус, Сьомка О. О. Зміна властивостей електротехнічної сталі під впливом теплових та механічних факторів / Збірник наукових праць XIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів у місті Кременчук 8-9 квітня 2015 р. – Кременчук, КрНУ, 2015. – С. 229-230.

28. Somka O. The use of the thermal image control in the current monitoring of electric machines / M. Zagirnyak, V. Prus, O. Somka // Book of digests the 7th Symposium on Applied Electromagnetics SAEM'2018. – Podčetrtek, Slovenia, 2018. – P. 9–10.

ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Технічні характеристики тельферів різних потужностей

Модель	Вантажопідйомність, кг	Швидкість піднімання, м/хв	Потужність двигуна, кВт	Маса, кг	Напруга керування, В	Напруга живлення, В
136	279	4,8	0,35	12,7	115/220	220/415
136	279	7,3	0,35	12,7	-/-	220/415
136	279	12	0,35	12,7	-/-	220/415
226	279	3,7	0,35	12,7	115/220	-/-
226	279	4,8	0,35	12,7	-/-	220/415
226	279	6	0,35	12,7	-/-	220/415

Таблиця А2 – Технічні характеристики талі електричної СМ PROSTAR D8 LV з низьковольтним керуванням

Модель	Потужність двигуна, кВт	Вантажопідйомність, кг	Стандартна швидкість підйому при 50 Гц	Робоча напруга, В-фаз-Гц
Prastar LV2043 CF	0,35	113(1)	4,9 м/мин	380-3-50
Prastar LV2051	0,35	136(1)	3 м/мин	220-1-50
Prastar LV2071	0,35	136(1)	4,9 м/мин	380-3-50
Prastar LV2191	0,55	226(1)	3 м/мин	220-1-50
Prastar LV2126	0,55	226(1)	2,4 м/мин	380-3-50
Prastar LV2128 CF	0,55	226(1)	3,6 м/мин	380-3-50
Prastar LV2189	0,55	250(1)	4 м/мин	380-3-50
Prastar LV2046	0,55	272 (2)	2 м/мин	380-3-50
Prastar LV2046 CF	0,55	272 (2)	3 м/мин	380-3-50
Prastar LV2130 CF	0,75	500	2 м/мин	380-3-50

Таблиця А3 – Технічні характеристики кран-балок

Параметр	Значення
Висота підйому, м	7,0
Швидкість підйому-опускання, м/хв	4,0 / 1,3
Швидкість переміщення візка, м/хв	20,0 / 6,0
Швидкість переміщення крана, м/хв	40,0 / 10,0
Група режиму роботи за ISO або ДЕСТ	A5
Ступінь захисту електрообладнання	IP54
Виконання	загальнопромислове

Комплектація кожного крана: талі канатний типу МТ, кінцеві балки, мотор-редуктори переміщення та підйому – болгарського виробництва; прогінний міст – зварна балка коробчастої конструкції; кінцевий вимикач підйому-опускання; кінцевий вимикач переміщення крана; кінцевий вимикач переміщення талі; термозахист двигуна підйому; світлова і звукова сигналізація ходу крана; обмежувач вантажопідйомності; головний контактор у ланцюзі; LED освітлення робочої зони; струмопідвід до крана – закриті тролі.

ДОДАТОК Б

Таблиця Б1 – Характеристики електродвигуна 4АМ180М2У2

P_n , кВт	n_n , об/хв	I_n , А	ККД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{пуск}}{M_n}$	$\frac{M_{мін}}{M_n}$	$\frac{M_{макс}}{M_n}$	$\frac{I_{пуск}}{I_n}$	Момент інерції ротора $кг \cdot м^2 \cdot 10^{-3}$
32	2940	56,2	91	0,89	1,5	1,3	2,7	7,5	85

Таблиця Б2 – Специфікація матеріалів і обладнання

№ п/п	Найменування	К-сть	Примітки
1	Автоматичний вимикач ВА 51Г31 – 34-1101 РУХЛЗ ТУ.16-641.002-83	2	
2	Автоматичний вимикач ВА51Г 25-34-1101РУХЛЗ ТУ. 16-522.157.-83	20	
3	Магнітний пускач ПМЛ – 42-3204Б ТУ16-644.001-83	1	
4	Електромагнітний пускач ПМЛ-32-3204Б ТУ16-644.001-83	1	$U_{кот} = 220 В$
5	Електромагнітний пускач ПМЛ-12-32004Б ТУ 16-644.001-83	20	$U_{кот} = 220 В$
6	Теплове струмове реле РТЛ – 1002...01404 ТУ 16.-523.549-82	20	$U_{кот} = 220 В$

Таблиця Б3 – Світлотехнічна відомість

Назва приміщень і номер за порядком № п/п	Площа приміщення, $м^2$	Коефіцієнти відбивання			Кількість світильників, шт.	Тип світильників	Освітленість E_n , Лк.	Джерела світла (лампи)		Загальна потужність, Р, кВт.	Питома потужність Р $\frac{Вт}{м^2}$
		стелі $\rho_{ст}$	стіни $\rho_{ст}$	підлоги $\rho_{л}$				Номін. потужність Р, кВт	Світловий потік, Лм		
1. Основне приміщення цеху	200	50	30	10	12	IWL-E-200W	50	0,200	2920	2,4	12,8
2. Приміщення для персоналу	16	70	50	10	3	VLHBe03	50	0,1	1350	0,3	15,5
3. Інвентарне приміщення	12	50	30	10	1	LBH-60C	10	0,06	715	0,06	4,5
4. Приміщення щитової	12	50	30	10	1	VLHBe03	20	0,1	1350	0,1	8