

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 електропостачання ремонтного цеху ТОВ  
«Гідравліка 2006» м. Суми з розробкою системи керування пресом».

Виконав:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Олійник М.Є.  
(Прізвище, ініціали)

Група:

ЗЕТЕ 2001

(Науковий) керівник:

\_\_\_\_\_ (підпис)

Чепіжний А.В.  
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025

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

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Олійник Максим Євгенович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Реконструкція системи електропостачання ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006» м. Суми з розробкою системи керування пресом,

керівник роботи: Чепіжний Андрій Володимирович, к.т.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» січня 2025 року № 32/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. 1 Аналіз діяльності підприємства. 2 Технологічний розділ проекту. 3 Розробка освітлення ремонтного цеху. 4 Силової електричної мережі ремонтного цеху. 5 Проектування схеми керування пресом. 6 Охорона праці. 7 Техніко-економічне обґрунтування. Висновки. Список використаної літератури. Додаток.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Ремонтний цех. Схема розташування обладнання. Ремонтний цех. Установка освітлювальна. Схема електрична розташування. Гідравлічна схема пресу. Схема гідравлічна підключень. Прес. Схема електрична принципова. Техніко-економічні показники. Таблиця

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. Технологічний розділ»	до 01.11.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Розділ 3. Розробка освітлення ремонтного цеху»	до 15.11.2024 р.	
8.	Підготовка розділу «Розділ 4. Розрахунок силової електричної мережі»	до 20.12.2024 р.	
9.	Підготовка розділу «Розділ 5. Проектування схеми керування пресом»	до 24.01.2025 р.	
10.	Підготовка розділу «Розділ 6. Охорона праці»	до 21.02.2025 р.	
11.	Підготовка розділу 7. Техніко-економічне обґрунтування»	до 14.03.2025 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)

Олійник М.Є.  
(прізвище та ініціали)

**Керівник кваліфікаційної роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Чепіжний А.В.  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Олійник М.Є. Реконструкція системи електропостачання ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006» м. Суми з розробкою системи керування пресом. Суми : СНАУ, 2025 р.**

Кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

В роботі встановлено, що при розвитку підприємства спостерігається збільшення потужностей підприємства. При цьому закупляється доволі велика кількість нового обладнання, що здатно виконувати більшу кількість технологічних операцій. Подібне збільшення обладнання призводить до збільшення навантаження на загальну електромережу цеху та підприємства в цілому.

Якісна організація робочих місць потребує вдосконалення системи освітлення ремонтного цеху, що потребує врахування всіх особливостей роботи обладнання в цеху.

Для покращення роботи застарілого обладнання пропонується виконати автоматизацію пресу, що дозволить повернути його в технологічний процес та отримати підвищення продуктивності його роботи.

Роботою також проведено аналіз заходів з охорони праці та виконано підтвердження запропонованих рішень техніко-економічними показниками.

**Ключові слова:** прес, схема автоматизації, гідравлічні рукави, шланги, установка освітлювальна, живлення цеху, силове обладнання.

## SUMMARY

**Oliynyk M.E. Reconstruction of the power supply system of the repair shop of LLC «Hydraulics 2006» Sumy with the development of a press control system. Sumy: SNAU, 2025.**

Qualification work in specialty 141 «Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics», educational and professional program «Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics».

The work establishes that with the development of the enterprise, an increase in the capacity of the enterprise is observed. At the same time, a fairly large amount of new equipment is purchased that is capable of performing a greater number of technological operations. Such an increase in equipment leads to an increase in the load on the general power grid of the shop and the enterprise as a whole.

Qualitative organization of workplaces requires improving the lighting system of the repair shop, which requires taking into account all the features of the equipment in the shop.

To improve the operation of outdated equipment, it is proposed to automate the press, which will allow it to be returned to the technological process and increase its productivity.

The work also analyzed occupational safety measures and confirmed the proposed solutions with technical and economic indicators.

**Keywords:** press, automation scheme, hydraulic hoses, hoses, lighting installation, workshop power supply, power equipment.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА.....	8
1.1 Загальна інформація про діяльність підприємства.....	8
1.2 Визначення особливостей електрифікації підприємства.....	9
1.3 Попередні висновки та пропозиції по проведенню проектування.....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ ПРОЕКТУ.....	12
2.1 Загальні відомості про преси для обжимання рукавів високого тиску.....	12
2.2 Вибір силового обладнання ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006».....	15
3 РОЗРОБКА ОСВІТЛЕННЯ РЕМОНТНОГО ЦЕХУ.....	18
3.1 Загальні питання освітлення ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006».....	18
3.2 Розрахунок системи освітлення ремонтного цеху.....	20
4 РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ РЕМОНТНОГО ЦЕХУ.....	25
4.1 Загальні питання вибору силової електромережі ремонтного цеху.....	25
4.2 Особливості організації живлення системи освітлення.....	25
4.3 Розрахунок необхідної апаратури захисту.....	32
5 ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМИ КЕРУВАННЯ ПРЕСОМ.....	34
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	37
7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	39
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	43
ДОДАТОК А.....	47

## ВСТУП

Система електропостачання промислових об'єктів є доволі важливим елементом якісного та вчасного виконання робіт. Якісно розроблена система електропостачання ремонтного цеху дає можливість використовувати її найбільш ефективно порівняно з забезпеченням електроенергією від застарілих систем електропостачання.

Оскільки ТОВ «Гідравліка 2006» займається модернізацією та ремонтами різного роду гідравлічного обладнання то перерви в електропостачанні або зменшення якісних показників має негативний вплив на виконання технологічних процесів. Доволі часто дане підприємство використовує для своєї роботи преси, адже виконання різного роду опресувань гідравлічних шланг, випресовування різних елементів та ущільнень елементів потребують великої уваги, що пов'язано з можливістю пошкодження деталей.

Вирішення проблеми з модернізацією системи автоматизації пресу дозволить виконати операції більш якісно та уникнути пошкодження деталей. При цьому це дозволить зменшити певним чином кількість людської праці. Всі заходи з автоматизації дозволять зменшити вартість виконання робіт та відповідно виконати роботу з доволі високими показниками якості та надійності.

Всі процеси автоматизації дозволяють знизити людські помилки та вплив людського фактору на виконання ремонтних робіт.

Необхідно зазначити, що метою автоматизації процесів є не скорочення працівників, а саме якість виконання робіт та відповідно вивільнення працівника для здійснення контролю якості виконаної роботи або відремонтованої деталі.

# 1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1 Загальна інформація про діяльність підприємства

ТОВ «Гідравліка 2006» зареєстровано в 2006 році в м. Суми. Виробничі приміщення та ремонтний цех підприємства знаходиться по вулиці Білопільський Шлях в місті Суми.

За своїм розміром підприємство є невеликим, але входить до групи компаній, що працюють по всій території України. Основним видом діяльності ТОВ «Гідравліка 2006» є ремонт та обслуговування різного устаткування для промислового призначення. Додатковим видом діяльності є оптова торгівля продукцією, що виробляється групою компаній.

Також ТОВ «Гідравліка 2006» виконує складання рукавів, розрахованих на високий тиск. Реалізує промислові рукави та різного роду шланги, що призначені для роботи в пневматичному чи паливному обладнанні. Також дані рукави доволі часто використовуються в системах кондиціонування і т.д.

До війни компанія працювала цілодобово та був доступний виїзд майстра на об'єкт для вирішення проблем за напрямком діяльності підприємства. Також компанія доволі часто займається ремонтом гідравлічних шланг з різної техніки.

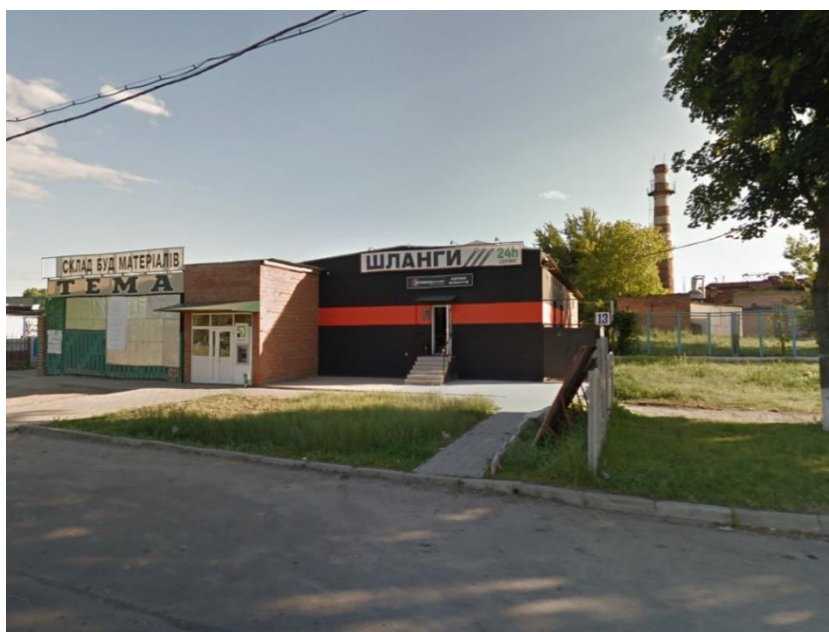


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд центрального офісу ТОВ «Гідравліка 2006»

За центральною будівлею ТОВ «Гідравліка 206» розміщено ремонтну майстерню та склад готової продукції.

В роботі підприємства використовується доволі невелика кількість обладнання, основним з якого є обладнання для спресовування різних роз'ємів з елементами шланг чи рукавів високого тиску.

Необхідно зазначити, що при розвитку підприємства та збільшенні кількості замовлень виникає необхідність оновлення обладнання в бік більш продуктивного. Зазначимо, що компанія використовує преси різних типів, потужностей та конструкцій для виконання всіх можливих робіт. Виходячи з такого плану оновлення необхідним завданням є модернізація системи електропостачання цеху за умови збільшення навантаження на електричну мережу.

## **1.2 Визначення особливостей електрифікації підприємства**

Підприємство розташоване в промисловій зоні міста Суми. Поруч знаходяться доволі потужні виробничі підприємства, що споживають значну кількість електроенергії. При цьому загальне електропостачання групи підприємств, в тому числі і ТОВ «Гідравліка 2006» здійснюється від РТП 35/10 кВ. Від даної РТП живлення йде на ТП 10/0,4 кВ від якої вже і здійснюється живлення всіх цехів та об'єктів ТОВ «Гідравліка 206». Потужність даної трансформаторної підстанції становить 400 кВА, якої вистачає фактично на всі виробничі потужності підприємства. Інші підприємства підключення до даної ТП не мають. Підстанція живлення ТОВ «Гідравліка 2006» розміщується на території підприємства.

Живлення підприємства виконано з допомогою повітряних ліній. Лінія напругою 0,38 кВ виконані з використанням проводів марки А. Всі опори ліній електропередачі є залізобетонними та знаходяться в гарному стані і не мають жодних пошкоджень. Повітряні лінії, що мають напругу 10 кВ прокладені з використанням проводу марки АС.

Облік електричної енергії ТОВ «Гідравліка 2006» виконано з використанням електронних лічильників, що встановлені на низькій стороні ТП 10/0,4 кВ.

В виробничому приміщенні, ремонтному цеху, складському приміщенні та магазині прокладено електричні мережі напругою 220 В та 380 В. Це зроблено для забезпечення роботоздатності всього переліку електричного обладнання, що використовується в технологічних процесах ТОВ «Гідравліка 2006». Необхідно зазначити, що в робочих процесах використовується більшість електрообладнання розрахованого на електричну мережу 220 В.

Також слід зазначити, що в експлуатації підприємства є доволі велика кількість річного обладнання для опресовування рукавів високого тиску, яке використовується на ряду з електричним обладнанням. При цьому більшість електричного обладнання має датчики контролю процесу опресовування рукавів.

### **1.3 Попередні висновки та пропозиції по проведенню проектування**

Виходячи з особливостей роботи ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006» можна зробити висновок, що для розширення переліку ремонтних робіт необхідною умовою є використання більш потужного обладнання. Таке обладнання потребує врахування особливостей розміщення в ремонтному цеху та відповідно нової електричної мережі для їх живлення. Також необхідно врахувати особливість, що при використанні більш потужного обладнання необхідно виконати повну модернізацію системи електропостачання цеху.

На підприємстві існує застаріле обладнання для здійснення опресовування рукавів високого тиску (прес), розробка системи автоматизації якого дозволить ввести його виробничий процес на рівні з новим обладнанням. При цьому пропонується виконати систему автоматизації з врахуванням сучасних тенденцій розвитку подібного обладнання.

Будь-яка зміна розміщення виробничого обладнання в ремонтному цеху ТОВ «Гідравліка 2006» потребує гарного рівня освітленості у відповідності до

нормативів. Виходячи з зміни розміщення обладнання необхідною умовою є модернізація системи освітлення ремонтного цеху.

Всі запропоновані рішення повинні бути підтверджені техніко-економічними показниками для розуміння ефективності прийнятих рішень при їх реалізації в ремонтному цеху ТОВ «Гідравліка 2006».

## **2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ ПРОЕКТУ**

### **2.1 Загальні відомості про преси для обжимання рукавів високого тиску**

Рукави високого тиску на сьогодні знайшли доволі широке застосування в різноманітних сферах сучасної промисловості. Також даний тип рукавів доволі широко розповсюджений і в різноманітній техніці, починаючи від аграрної техніки (тракторів, комбайнів та ін.) і закінчуючи автомобільним транспортом різноманітного призначення.

Необхідно звернути увагу на те, що дані рукави (шланги) мають в своїй конструкції різноманітні гумові елементи, що з часом приходять в несправність через руйнування структури гуми. Також доволі часто зустрічаються і різного роду механічні пошкодження. Все це потребує проведення певного комплексу ремонтних операцій або проведення заміни певних елементів рукавів та шланг.

Основним обладнанням, що використовується для проведення ремонту рукавів та шланг є обладнання для проведення обжимання елементів шланг чи рукавів. Таким обладнанням є свого роду преси відповідних конструкцій.

Сфера застосування рукавів високого тиску та шланг доволі велика, тож завантаження обладнання ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006» доволі велике, тож простою обладнання протягом зміни фактично не буває.

Преси для проведення обжимання рукавів та шлангів мають дещо специфічну конструкцію. Більшість з них мають певну комбінацію гідравлічної та електричної систем. Така особливість потребує узгодження цих систем між собою для ефективного обладнання.

Основний принцип пресу для обжимання рукавів та шланг полягає в запресовуванні елементів рукава чи шлангу. Основним елементом пресу для опресовування рукавів є його силовий вузол. Він забезпечує фактично надійне з'єднання спресовуванням краю шланги з муфтою відповідного фітінгу. Відповідальність проведення даної операції полягає в ступені стискання. Мале стискання елементів шланги дає негерметичність йому, а сильне стискання може

деформувати муфту фітингу і відповідно також привести до певного роду негерметичності. Як результат можна отримати значну аварійну ситуацію на техніці чи при виконанні процесу в якому задіяний даний шланг.

Конструкція преса включає основні елементи, такі як корпус преса, основний гідроциліндр для роботи, гідроциліндр формувальний; плашки кулачкового типу, електромотор та система керування. В систему керування входять електричні контролери та кнопка керування, яка може мати вигляд педалі пресу.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд пресу для опресування шланг та рукавів високого тиску

Фактично всі преси для опресування рукавів та шланг працюють фактично за однаковим принципом та порядком роботи. При цьому необхідно першочергово виконати вибір необхідної плашки, що підходить під діаметр ремонтної шланги та відповідного під неї муфти фітингу. Обрана плашка встановлюється в місце формувального гідроциліндра. Після з'єднання шлангу та фітину ця конструкція розміщується в центрі плашки і після натискання на педаль чи кнопку пуску відбувається стискання кулачків та запресовування фітингу в гумовий шланг. Після відпускання педалі кулачки плашки розтискаються і шланг звільняється. На цьому процес формування одного боку шлангу завершується. З іншим боком проводять аналогічні дії.

Необхідно зазначити, що деякі з пресів обладнуються електронним або механічним мікрометром для вимірювання діаметру обтискання. Такий процес значно підвищує надійність з'єднання основних елементів шланги високого тиску. Процес обтискання рукава високого тиску наведено на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Процес обтискання рукава високого тиску на пресі

Всі преси для обтискання рукавів та шланг поділяються на групи. Всі шланги та рукави мають різний розмір та призначення виходячи з цього є і відповідна розбивка по класифікації даного обладнання, а також вони мають свої певні характеристики. Виходячи з цього преси для обтискання поділяються на наступні типи:

- мобільні – це малогабаритні машини ручного типу, що призначені для малорозмірних шланг до 2 дюймів. Основною їх особливістю є можливість використання в польових умовах;

- стаціонарні – це обладнання, що розміщене в сервісних центрах по типу ТОВ «Гідравліка 2006» або в ремонтних майстернях автопарків. Дані установки вже оснащені електроприводом з підключенням до мереж 220-380 В. Слід зазначити, що дані установки мають більшу змінну продуктивність порівняно з ручним інструментом для опресування шланг;

- промислові – це автоматизоване обладнання, що використовується для масового використання в виробництві. Також дане обладнання здатне працювати з доволі крупними діаметрами до 254 мм, а також має значно більшу продуктивність порівняно зі стаціонарним обладнанням.

Промисловість на сьогодні випускає доволі великий модельний ряд пресів для виконання опресовування шланг та рукавів високого тиску основні характеристики якого нами розглянуто в додатку А. Слід зазначити, що в умовах ТОВ «Гідравліка 2006» не використовують промислового обладнання оскільки подібні ремонти є штучними і в умовах Сумської області великої кількості замовлень отримати важко, а отже обладнання буде простоювати.

Певні процеси при обтисканні малих шланг високого тиску можуть виконуватись в умовах ТОВ «Гідравліка 2006» ручним малогабаритним пресом, що розміщені на стелажах в приміщенні ремонтного цеху.

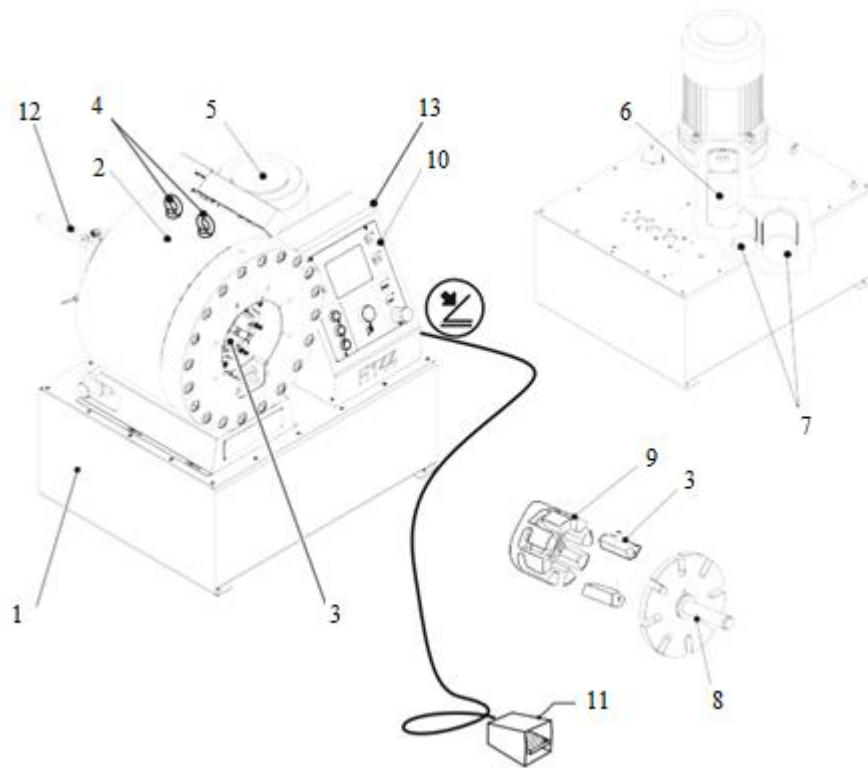
## **2.2 Вибір силового обладнання ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006»**

В ремонтній майстерні ТОВ «Гідравліка 2006» представлено фактично чотири преси для обтискання шланг та рукавів високого тиску. В основному це преси типу Turbomatic H144ES загальний вигляд якого наведено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд пресу Turbomatic H144ES

Для більш кращого розуміння особливостей процесу обтискання шланг та рукавів високого тиску пропонується розглянути основний склад обладнання пресу та загальну будову (рис. 2.4).



1 – гідравлічний блок пресу; 2 – гідравлічний циліндр; 3 – стискальні кулачки; 4 – провущини монтажні; 5 – електродвигун; 6 – гідравлічні насоси; 7 – фільтри зануреного типу; 8 – швидкоз’єми; 9 – осередок; 10 – панель для здійснення керування пресом; 11 – педаль для запуску процесу опресовування; 12 – кінцевий вимикач; 13 – розподільча коробка

Рисунок 2.4 – Будова пресу для обтискання шланг та рукавів високого тиску Turbomatic H144ES

Даний прес виконує обтискання шланг та рукавів з зусиллям до 400 т, а величина розкриття кулачків становить 45 мм. Прес дозволяє виконувати обтискання шланг та рукавів розміром 4 дюйми. Для приводу станка в дію використовується електродвигун потужністю 75 кВт. Загальна вага пресу складає 530 кг. Для керування станком потрібен один працівник.

Необхідно зазначити, що даний прес має певні вимоги до проведення монтажних робіт, а отже відповідно і до розміщення в ремонтному цеху. Основні вимоги розміщення та габаритні розміри пресу наведено на рисунку 2.5.

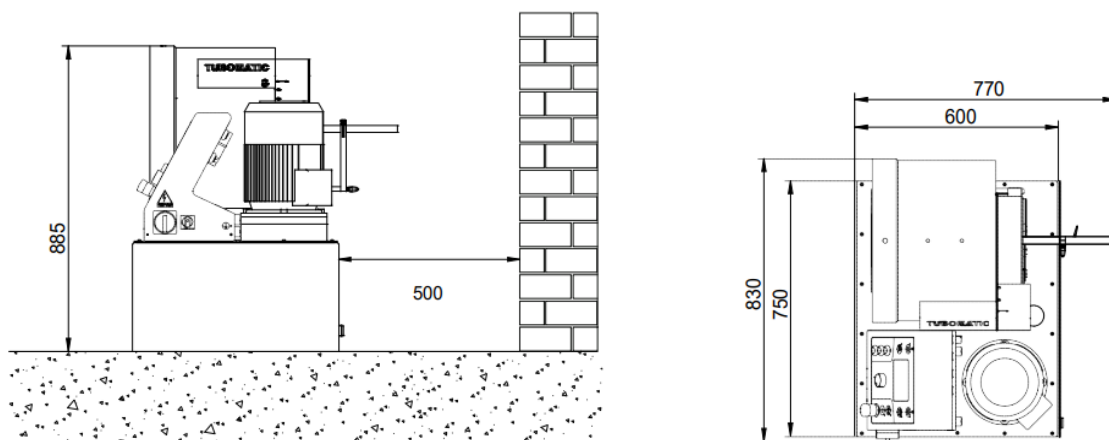


Рисунок 2.5 – Особливості розміщення пресу в цеха

Основною особливістю розміщення пресу Turbomatic H144ES є відступ від стіни на 0,5 м. Це необхідно для того, щоб можна було при опресуванні подавати рукав по внутрішньому отворі гідравлічного циліндру. Також додатково потрібно забезпечити робочу зону перед станком, оскільки при опресування довгих рукавів та шланг потрібно, щоб не заважало інше обладнання.

Дану особливість необхідно враховувати при розміщенні електрообладнання в ремонтному цеху ТОВ «Гідравліка 2006». Загалом в ремонтному цеху використовується чотири подібні преси з однаковою потужністю. Загальна схема розташування силового обладнання наведена на аркуші графічної частини. Розрахунок силового обладнання наведено в наступному розділі проекту.

### **3 РОЗРОБКА ОСВІТЛЕННЯ РЕМОНТНОГО ЦЕХУ**

Для проведення розрахунку загальної схеми електропостачання ТОВ «Гідравліка 2006» першочерговим є визначення основного обладнання, що споживає електричну енергію. Обладнанням, що споживає електричну енергію з моменту початку робочого часу є освітлення ремонтного цеху та і приміщень підприємства в цілому. Тож для подальших розрахунків силового обладнання та вибору обладнання для формування щитів необхідно провести розрахунок саме освітлення ремонтного цеху.

#### **3.1 Загальні питання освітлення ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006»**

Для забезпечення необхідного рівня освітлення ремонтного цеху пропонується обрати загальну систему організації освітлення, що має поєднання рівномірного та локалізованого розміщення приладів освітлення. Необхідно також забезпечити всі види освітлення. При цьому основний вид освітлення – робоче, а додатково необхідно закласти чергове та відповідно декоративне для організації реклами підприємства. Також можна організувати і інші типи освітлення для ТОВ «Гідравліка 2006».

Освітлювальна установка складається з джерела світла (лампи) та відповідно світлотехнічної апаратури, що здійснює перерозподіл світла, отриманого від лампи та здійснюють підключення. Додатково світлотехнічна апаратура захищає весь освітлювальний прилад від впливу навколишнього середовища та різноманітних механічних пошкоджень.

Для виконання освітлення ремонтного цеху пропонується обрати світильники, що мають прямий клас світла. Для даного класу світильників має мале значення відносної відстані між сусідніми світильниками. Даний вибір дозволяє виконати збільшення освітлювальних приладів в приміщенні цеху, що в результаті призводить до зменшення одиничної потужності окремого освітлювального приладу.

Наступним кроком є вибір джерела світла для використання в освітленні ремонтного приміщення. Раніше доволі часто використовувались лампи розжарювання, що мають значне споживання електричної енергії та низький рівень випромінювання освітлення.

Більш популярними на сьогодні є люмінесцентні лампи освітлення, що дозволяють гарно освітлювати приміщення ремонтного цеху. При цьому подібні освітлювальні прилади мають можливість заміни люмінесцентних ламп на LED лампи, з відповідними роз'ємами.

Для вуличного освітлення можливо використання також і LED прожекторів, що мають гарні показники надійності та рівня освітленості.

Освітлювальна установка повинна живитись від електричної мережі напругою 220 В. Також освітлювальна установка повинна мати відповідні показники нормативної освітленості робочих поверхонь. Всі показники освітленості повинні відповідати всім діючим нормативним документам. Для визначення нормованої освітленості необхідною умовою є визначення характеристики приміщення, а саме його розмірів. Параметри приміщення ремонтного цеху нами розглянуті в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри приміщення ремонтного цеху для розрахунку освітлення

№ п/п	Назва приміщення	Довжина <i>A</i> , м	Ширина <i>B</i> , м	Висота <i>H</i> , м
1	Приміщення проведення опресування шланг та рукавів високого тиску	20,9	21,3	4,5
2	Приміщення для персоналу	5,1	6,2	4,5
3	Електрощитова	6,8	6,2	4,5
4	Пункт прийому замовлень і обладнання	7	6,2	4,5
5	Складське приміщення	7,8	5,5	4,5

Використовуючи данні розмірів приміщення необхідно провести розрахунок освітлювальної установки та обрати схему розміщення освітлювальних приладів.

### 3.2 Розрахунок системи освітлення ремонтного цеху

При проведенні проектування системи освітлення необхідною умовою є забезпечення основних вимог, основними з яких є:

- забезпечення найбільш сприятливих умов для роботи працівників ремонтного цеху;
- забезпечити найменшу довжину ліній підключення освітлювальних приладів;
- забезпечити максимальну зручність проведення монтажних робіт та подальшої експлуатації установки.

Також необхідно враховувати особливості архітектури приміщення та основний його конструктивних елементів. Основним параметром, який потрібно витримати це освітлення робочих процесів, що проходять в ремонтному цеху.

Оскільки вибір здійснено в бік люмінесцентних освітлювальних приладів необхідно виконати їх розміщення рядами. Загальна схема розміщення наведена на аркуші графічної частини.

Для проведення розрахунку освітлювальної установки ремонтного цеху пропонується використовувати метод визначення коефіцієнту по використанню потоку світла. Для подальших розрахунків наведемо загальну схему розміщення приладів освітлення (рис. 3.1).

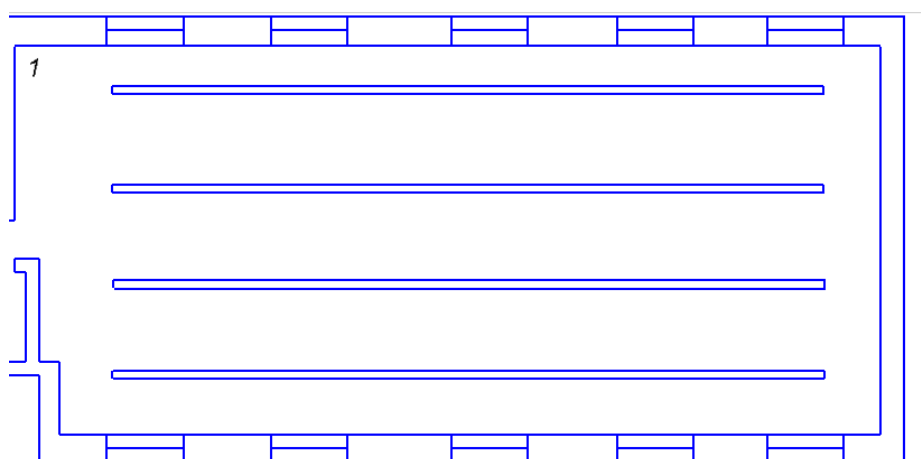


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема загального розміщення приладів освітлення в приміщенні для опресовування шланг і рукавів високого тиску

З вищенаведених даних таблиці 3.1 маємо основні показники приміщення для виконання опресовування шланг та рукавів високого тиску. Загальна площа приміщення становить 445,2 м<sup>2</sup>.

Основним видом освітлення, що розробляється є робоче освітлення для ремонтного цеху з рівномірною загальною системою. В якості джерела світла обрано люмінесцентній лампи та світильники типу ЛСП02-2-65Н-75С. Значення нормованої освітленості становить 150 з коефіцієнтом врахування запасу 1,15. При освітленості необхідно враховувати величину коефіцієнта нерівномірності освітлення, що для даного приміщення знаходиться на рівні 1,3.

Початковим етапом розрахунку є визначення розрахункового значення висоти, що визначається з рівняння:

$$H_p = H - H_{зв} - H_{pn}, \quad (3.1)$$

де  $H$  – значення висоти цеху для проведення опресування шланг та рукавів високого тиску, м;

$H_{зв}$  – значення висоти розрахункового звісу при розміщенні освітлювальних приладів, м;

$H_{pn}$  – значення висоти поверхні для проведення робіт, 0 м.

Значення  $H_{зв}$  та  $H_{pn}$  приймаємо рівними 0, а отже підставивши отримаємо:

$$H_p = 4,5 - 0 - 0 = 4,5 м$$

Наступним кроком є необхідність вибору світлотехнічний та світло економічний показники для рядів освітлювальних приладів, що виконують з умови:  $\lambda_c \dots \lambda_y = 1,4 \dots 2,1$ .

Далі виконуємо розрахунки значення відстані між освітлювальних приладів по довжина, а також по ширині для приміщення, що розраховується:

$$L_A = L_B = (\lambda_c - \lambda_e) \cdot H_p, \quad (3.2)$$

$$L_A = L_B = (1,4 - 2,1) \cdot 4,5 = 7\text{ м}$$

Також необхідно визначити значення необхідних відстаней в ряду освітлювальних пристроїв від стін з врахуванням особливостей мінімального розміщення обладнання. Розрахунки проводимо відповідно до рівняння:

$$l_A = l_B = L_A \cdot 0,5, \quad (3.3)$$

$$l_A = l_B = 3,2 \cdot 0,5 = 1,6$$

Також необхідно знайти необхідну кількість рядів освітлювальних приладів, з рівняння:

$$N_B = \frac{B - 2 \cdot l_B}{L_B} + 1 \quad (3.4)$$

$$N_B = \frac{20,9 - 2 \cdot 1,6}{3,2} + 1 = 5,53$$

Отримане розрахункове значення кількості рядів освітлювальних приладів необхідних для освітлення всього приміщення по опресовуванню шланг та рукавів потрібно округлити до найбільшого цілого значення. Приймаємо 6 рядів.

Далі необхідно визначити кількість освітлювальних приладів, що розміщуються в ряду з виразу:

$$N_A = \frac{A - 2 \cdot l_A}{L_A} + 1, \quad (3.5)$$

$$N_A = \frac{21,3 - 2 \cdot 1,6}{3,2} + 1 = 5,65$$

Відповідно до отриманих розрахункових даних кількість освітлювальних приладів необхідно також округлити до цілого значення. Приймаємо відповідно 6 освітлювальних приладів.

Загальна кількість освітлювальних приладів визначаємо з рівняння:

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B, \quad (3.6)$$

$$N_{\Sigma} = 6 \cdot 6 = 36 \text{шт.}$$

Далі проводимо визначення індексу, що характеризує приміщення:

$$i = \frac{S}{H_p (A + B)} \quad (3.7)$$

$$i = \frac{445,2}{4,5 \cdot (20,9 + 21,3)} = 2,3$$

Також необхідно виконати вибір основних коефіцієнтів, що характеризує відбиття потоку світла від основних елементів конструкції приміщення. Так коефіцієнт відбиття потоку світла від стелі знаходиться на рівні 50 %. Цей же коефіцієнт, але для стін приміщення становить 30%. І найменший він для підлоги – 10%. Відповідно до отриманих даних маємо коефіцієнт використання потоку світла, що дорівнює 20.

Для визначення величини світлового потоку необхідно використати рівняння:

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_n \cdot k \cdot S \cdot Z}{N_{\Sigma} \cdot \eta} \quad (3.8)$$

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{150 \cdot 1,15 \cdot 445,2 \cdot 1,3}{36 \cdot 0,20} = 8950$$

Відповідно до отриманих даних можна визначити потік світла, що випромінює один освітлювальний прилад:

$$\frac{8950}{2} = 4475$$

Відповідно до отриманих даних пропонується виконати вибір лампи типу ЛБ-65-4. Основні параметри даного типу ламп наступні: потужність лампи 65 Вт; довжина лампи 1514 мм, а діаметр відповідно 40 мм. Тривалість 12 000 годин роботи. Всі інші параметри можна розглянути у відповідних довідниках.

Для визначення необхідної системи електропостачання необхідною умовою є розрахунок загальної потужності всієї освітлювальної установки:

$$P_{\text{вст}} = P_A \cdot N_{\Sigma} \quad (3.9)$$

$$P_{\text{вст}} = 65 \cdot 36 = 2340 \text{ Вт}$$

Фактично останнім необхідним кроком в розрахунку освітлювальної установки є визначення її питомого значення потужності:

$$P_{\text{р.ншт}} = \frac{P_{\text{вст}}}{S} \quad (3.10)$$

$$P_{\text{р.ншт}} = \frac{2340}{445,2} = 5,25$$

Отриманих даних повністю достатньо для врахування потужності при проектуванні загальної системи електропостачання ремонтного цеху ТОВ «Гідравліка 2006». Отримані дані використовуємо для розрахунку силової електричної мережі.

## **4 РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ РЕМОНТНОГО ЦЕХУ**

### **4.1 Загальні питання вибору силової електромережі ремонтного цеху**

В ремонтному цеху ТОВ «Гідравліка 2006» виконана силова електромережа виконується для живлення освітлювального устаткування. При цьому приєднання до силової мережі планується через встановлення розподільчого щита. Напруга для живлення освітлювальної установки використовується 380/220 В, що має глухо заземлену нейтраль. Частота електричної мережі 50 Гц. Виходячи з отриманих даних маємо пропозицію обрати магістральну систему для живлення системи освітлення.

Додатково також необхідно врахувати розміщення розеток в приміщенні з напругою 220 В, що необхідні для живлення ручного електроінструменту та різного обладнання.

### **4.2 Особливості організації живлення системи освітлення**

Відповідно до плану приміщення з вищенаведеними розмірами виконуємо розмічання місць де планується встановлення освітлювальних приладів. Також на даному плані необхідно виконати розмітку вимикачів та різних інших струмоприймаючих елементів, що під'єднані до даної мережі, що виділена під освітлення. Також необхідно виконати розмітку місця де планується встановлення загального розподільчого щита та всіх освітлювальних щитів.

Всі елементи електричної мережі встановлюємо відповідно до нормативних документів. При цьому вимикачі повинні розміщуватись на рівні мінімум 1,6 м, а максимум 1,7 м. Дещо інша висота розміщення розеток від 0,8 до 1 м.

Щити також повинні кріпитись та розміщуватись відповідно до всіх нормативних документів. Необхідно зазначити, що висота встановлення щитів має бути в межах від 1,6 да 1.7 м.

Також необхідно виконати вибір місця встановлення щитів для освітлення. При цьому потрібно взяти до уваги наступні умови, що необхідно встановлювати щити в центрі всіх електричних навантажень, а також їх необхідно встановлювати відповідно до максимальної зручності для обслуговуючого персоналу. Також виставляються певні вимоги і до приміщення в якому розміщуються щити. Всі приміщення мають бути сухими та мати сприятливе середовище відповідно до всіх матеріалів системи електропостачання. Також необхідно врахувати, що максимальна висота до верху щита не повинна перевищувати 2 м.

Наступним кроком є вибір трас для прокладання мережі освітлення. При цьому необхідно враховувати особливості розміщення світильників відповідно до плану їх розміщення. Основними вимогами, якими користуються при прокладанні електричної траси є найменша довжина ліній, врахування особливостей будівлі та приміщення. Також необхідно врахувати зручність в експлуатації даного обладнання за тривалий час. Слід зазначити, що існує багато інших норм та правил в організації особливостей прокладання трас але при проектуванню їх потрібно всі враховувати.

Оскільки в освітлювальній мережі може використовуватись декілька ліній, то всі вони повинні бути захищені пристроями захисту чи автоматичними вимикачами. При цьому для автоматичних вимикачів максимальне значення струму має складати не більше 25 А, за умови живлення ламп з потужністю 500 Вт.

Основною задачею проектування системи освітлення є рівномірність розподілу навантаження між фазами мережі.

Далі необхідно виконати вибір електричних проводів для системи освітлення. При виборі проводів, їх марки та способу прокладання користуються умовами оточуючого середовища, характеристикою електроустановки та всіма правилами і нормативними документами.

Освітлювальна установка для загального освітлення приміщень ремонтного цеху є по суті стаціонарною. Нами пропонується обрати провід для

освітлювальної мережі типу ВВГ, що має мідні жили. Враховуючи особливості ремонтного цеху та виробничого приміщення для опресування шлаг та рукавів, пропонується виконати прокладання проводки на тросах, що є відкритою. Дана провідка розміщується на тросах, а для її виконання пропонується обрати такий же провід ВВГ. При цьому даний провід оснащений тросом для забезпечення монтажу відкритим типом.

В інших приміщеннях допоміжного характеру проводку пропонуємо прокласти в штукатурці, тобто виконати її схованого типу.

Побудова плану включає розбивку приміщення на групи відповідно до груп світильників. Загальна потужність освітлювальної установки ремонтного цеху складає 3,185 кВт. Виконання поділу освітлювальної мережі на групи для проведення монтажу виконується відповідно до даних таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Поділ освітлювальної мережі на групи

Номер групи	Система групи	Номер приміщення на плані	Потужність, Вт
1	A+N	Приміщення 1, 3 ряди	1170
2	A+N		
3	B+N	Приміщення 1, 3 ряди	1170
4	B+N		
5	C+N	Приміщення 2, 3, 4, 5	805
6	C+N		

З отриманих даних можемо зробити висновок, що величина навантаження по фазах складає –  $A = 1170 \text{Вт}$ ;  $B = 1170 \text{Вт}$ ;  $C = 805 \text{Вт}$ .

На даному етапі необхідно виконати визначення розрахункових струмів для розподілених груп з виразу:

$$I_{cp} = \frac{P_{лл}}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} + \frac{P_{лр}}{U_{\phi}}, \quad (4.1)$$

де  $P_{лл}$  – величина потужності обраного джерела світла кожної групи для люмінесцентних ламп, Вт;

$P_{лр}$  – величина потужності групи ламп розжарювання, Вт.

Далі відповідно вихідних даних визначаємо площу поперечного перерізу для обраного типу проводів. Для цього необхідно знати основну довжину лінії та потужність електрообладнання на ній відповідно до наведених даних:

$$l_{A1-A2} = 5м; P_{сумA1-A2} = 3185Вм;$$

$$l_1 = 9м; P_1 = 1170Вм;$$

$$l_2 = 9м; P_2 = 1170Вм;$$

$$l_3 = 2м; P_3 = 240Вм;$$

$$l_4 = 8м; P_4 = 240Вм;$$

$$l_5 = 9м; P_5 = 260Вм;$$

$$l_6 = 27м; P_6 = 65Вм.$$

Для визначення необхідної площі перерізу використаємо рівняння:

$$S_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2} + \alpha_{2-4} \cdot (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}{C_4 \cdot \Delta U_{дон}}, \quad (4.2)$$

де  $M_{A1-A2}$  – момент, що враховує навантаження ділянки живлення, кВт·м;

$m_1, m_2, m_3, m_4$  – моменти врахування навантаження відповідно до відгалужень для ділянок, що мають відмінну кількість проводів, кВт·м;

$\alpha_{2-4}$  – коефіцієнт за допомогою якого виконують переведення значень моментів врахування навантаження.

$C_4$  – коефіцієнт, значення якого визначають відповідно до матеріалу проводу, а також від напруги, так  $C_4 = 72$ ;  $C_2 = 12$ .

$\Delta U_{дон}$  – допустимі значення втрати величини напруги для електричної мережі,  $\Delta U_{дон} = 2,5\%$ .

Далі необхідно виконати визначення моменту для навантаження для кожної з ділянок, відповідно до виразу:

$$M_{A1-A2} = P_{\text{вст}A1-A2} \cdot l_{A1-A2} \quad (4.3)$$

де  $P_{\text{вст}A1-A2}$  – встановлене значення загальної потужності, Вт;

$l_{A1-A2}$  – величина довжини для мережі живлення, м.

$$M_{A1-A2} = 3,2 \cdot 5 = 16 \text{кВт} \cdot \text{м}$$

Для розрахунку величини моменту врахування навантаження за кожним окремим відгалуженням, що відмінне від розрахункового значення ділянки, яка має відмінну кількість проводів:

$$m_i = \Sigma P_i \cdot l_i, \quad (4.4)$$

де  $P_i$  – величина навантаження для розрахунку, кВт;

$l_i$  – значення довжини для електричної мережі з навантаженням  $P_i$ , м.

$$M_1 = 10,5; M_2 = 10,5; M_3 = 0,48; M_4 = 1,92; M_5 = 2,34; M_6 = 1,76$$

$$S_{A1-A2} = \frac{16 + 1,85 \cdot 10,5}{72 \cdot 2,5} = 2$$

Отримане значення корегуємо відповідно до стандартних значень та робимо вибір на користь значення 2,5 мм<sup>2</sup>, що є більшим з врахуванням запасу.

Наступним кроком необхідно виконати перевірку перерізу для А1-А2 за параметром нагрівання відповідно до тривало допустимих параметрів струму та механічного значення міцності:

$$I_{p.A1-A2} = \frac{P_{A1-A2}}{3 \cdot U_H \cdot \cos \varphi} \quad (4.5)$$

$$I_{p.A1-A2} = \frac{3185}{3 \cdot 220 \cdot 0,95} = 5,1 \text{А}$$

Також для даної ділянки необхідно виконати розрахунок втрат напруги:

$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2}}{C_4 \cdot S_{A1-A2\text{ст}}} \quad (4.6)$$

$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{16}{72 \cdot 1,8} = 0,12\%$$

Наступним кроком необхідною умовою є визначення параметрів групової мережі. Для цього виконаємо розрахунок площі перерізу обраного типу проводу для першої ділянки:

$$S_1 = \frac{m_1}{C_2 \cdot (\Delta U_{\text{дон}} - \Delta U_{A1-A2})} \quad (4.7)$$

$$S_1 = \frac{10,5}{12 \cdot (2,5 - 0,30)} = 0,79$$

З врахуванням запасу пропонуємо обрати провід, що має переріз 1,5 мм<sup>2</sup>.

Також необхідно визначити величину втрати напруги для першої ділянки:

$$\Delta U_1 = \frac{m_1}{C_2 \cdot S_{1\text{ст}}} \quad (4.8)$$

$$\Delta U_1 = \frac{1,5}{12 \cdot 0,91} = 0,13$$

Також необхідно виконати перевірку обраного перерізу проводів відповідно до умов нагрівання та механічної їх стійкості. Для цього необхідно перевірити умову:

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{тр.дон}} \quad (4.9)$$

де  $I_{mp.дон}$  – величина струму, що є тривало допустимим.

Для обраної площі перерізу значення струму, що є тривало допустимим отримуємо наступні значення:

$$S = 2,5 \text{ мм}^2 - I_{mp.дон} = 27 \text{ А}$$

$$27 \text{ А} > 5,1 \text{ А}$$

Відповідно до наведеної методики необхідно виконати перевірку проводів на відповідність умов по нагріву для інших ділянок. Отримані дані зводимо до загальної таблиці.

Таблиця 4.2 – Данні перевірки перерізу проводів відповідно до умови нагрівання

Ділянка	Розрахунковий струм, А	Відповідність	Тривало допустимий струм, А
A1-A2	5,1	<	27
1	3,1	<	19
2			
3	3,8	<	19
4			
5	2,8	<	19
6			

Відповідно до нормативних документів та ПУЕ нами обрано мінімально-допустиме значення перерізу проводів з мідними жилами, що становить 1,5 мм<sup>2</sup>. Даний переріз в повній мірі забезпечує всі умови міцності та нагрівання та пропонується використовувати в мережі, що проектується.

Для реалізації загального проекту необхідно виконати вибір типу силових та освітлювальних щитів. Вибір щита для освітлення виконуємо виходячи з чисельності груп за розрахунковим значенням струмів. Також вибір щита необхідно виконувати з врахуванням впливу оточуючого середовища.

На основі отриманих в результаті розрахунку даних нами пропонується обрати щит ЩО-36 для системи освітлення. Даний щит має шість автоматичний

вимикачі типу ВА16-36-14. Дані вимикачі розраховані на струм спрацювання 16 А.

### 4.3 Розрахунок необхідної апаратури захисту

Фактично завершальним етапом забезпечення працездатності системи електропостачання є необхідність вибору апаратури захисту. Вибір апаратів захисту виконується в відповідності до наступної методики, що наведена нижче. В якості прикладу пропонується провести розрахунок для ділянки А1-А2.

Для здійснення вибору апаратури захисту необхідно використати наступні умови:

- умова перевірки по значенню напруги:

$$U_{н.авт} \triangleright U_{мер} \quad (4.10)$$

де  $U_{н.авт}$  – значення напруги, що є номінальним для вимикача, В;

$U_{мер}$  – мережеве значення напруги, В.

Для обраної ділянки пропонується виконати вибір вимикача з серії ВА, а саме 512534. Для даного вимикача умова має наступний вигляд:

$$380В = 380В$$

Відповідно до наведених значень умова (4.10) виконується.

Далі робимо перевірку за умовою номінального значення струму

$$I_{н.авт} \triangleright I_{зр} \quad (4.11)$$

$$I_{А1-А2} = 5,1А; I_{н.авт} = 25А$$

$$25 \triangleright 5,1$$

Виходячи з отриманих даних робимо висновок, що умова виконується.

Наступною умовою є перевірка за номінальним значенням струму для розчіплювача:

$$I_{н.р} \triangleright 1,25I_{сп} \quad (4.12)$$

$$I_{н.р} \triangleright 1,25 \cdot 5,1 = 5,1$$

Відповідно до даного розрахунку пропонується прийняти  $I_{н.р} = 25 A$ . А отже умова матиме наступний вигляд:

$$25 \triangleright 6,4$$

Виходячи з отриманих даних умова повністю виконується.

Оскільки всі умови вибору виконані то пропонується залишити попередній вибір автоматичного вимикача, а саме ВА512534.

Всі інші автоматичні вимикачі обираються за подібною методикою для інших ділянок мережі. В результаті отримаємо данні, щодо складання специфікації необхідних матеріалів та обладнання.

Таблиця 4.3 – Дані для створення специфікації

Позн.	Найменування	Кількість, шт.	Примітка
A2	Щит освітлювальний ЯРУ8501-4004	1	
A1	Ввідний щит ПР11-3054-54У3	1	
	Освітлювальні прилади		
	ЛСП 02	47	
	ЛСП 18	6	
	Лампи люмінесцентні		
	ЛД 65-4	53	
	Вимикач однополюсний		
	ВА-51-25-34	6	
	Вимикач клавішний	5	

## 5 ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМИ КЕРУВАННЯ ПРЕСОМ

Для проектування схеми керування пресом опресування шланг та рукавів першочерговим завданням є визначення особливостей роботи досліджуваного пресу Turbomatic H144ES.

Досліджуваний прес складається з блоків: блоку опресування, гідравлічного блоку та системи керування, що представлена панеллю керування та педалі. Даний прес має електронне керування та пам'ять на 200 кодів. Дана установка має екран, що наведений на рисунку 5.1.

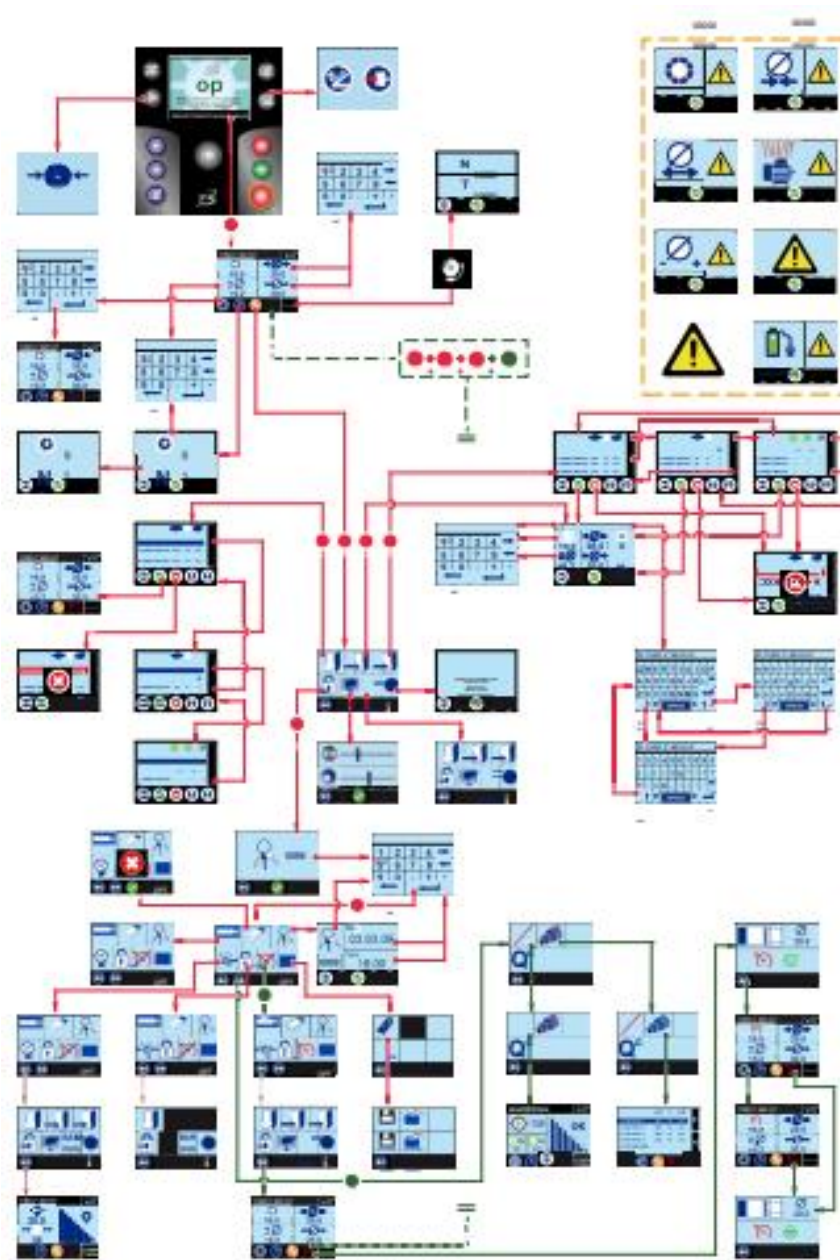


Рисунок 5.1 – Загальна візуалізація екрану пресу

Даний прес може працювати в двох режимах. Перший режим це відповідно автоматичний, з використанням записаних програм, а другий відповідно ручний режим керування. При роботі преса в автоматичному режимі виконується програма, та дає можливість виконувати дану операцію в циклічному режимі знов і знов. Ручний режим передбачає керування пресу оператором. При роботі приладу в ручному режимі на панелі підсвічуються відповідні кнопки.

При роботі в ручному режимі є можливість використання системи зміни кулачків. Для запуску даного режиму використовують педаль. Даний прес Turbomatic H144ES має фактично дві системи. Гідравлічна система є виконавчою системою, яка за допомогою гідроциліндра здійснення опресування. загальний вигляд гідравлічної схеми наведено на рисунку 5.2.

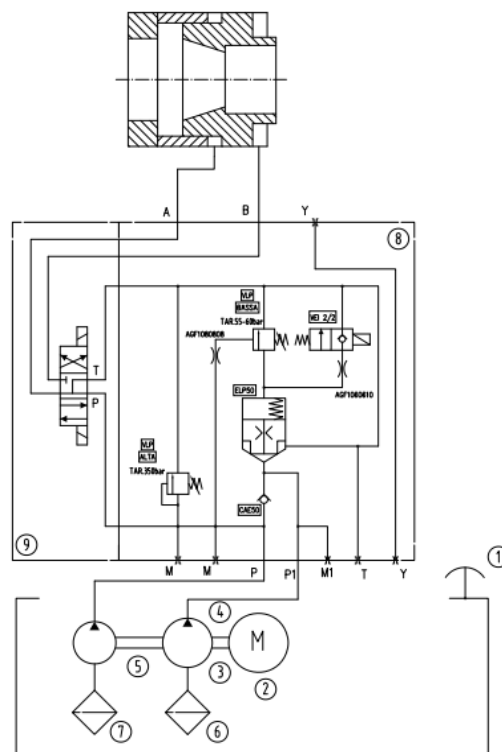


Рисунок 5.2 – Гідравлічна схема пресу

Для приводу насосів даної схеми використовується електромотор, який обертає вал насосу та виконує всмоктування мастила в гідравлічну систему.

Керування гідравлічною частиною пресу виконують з використанням електричної схеми пристрою.

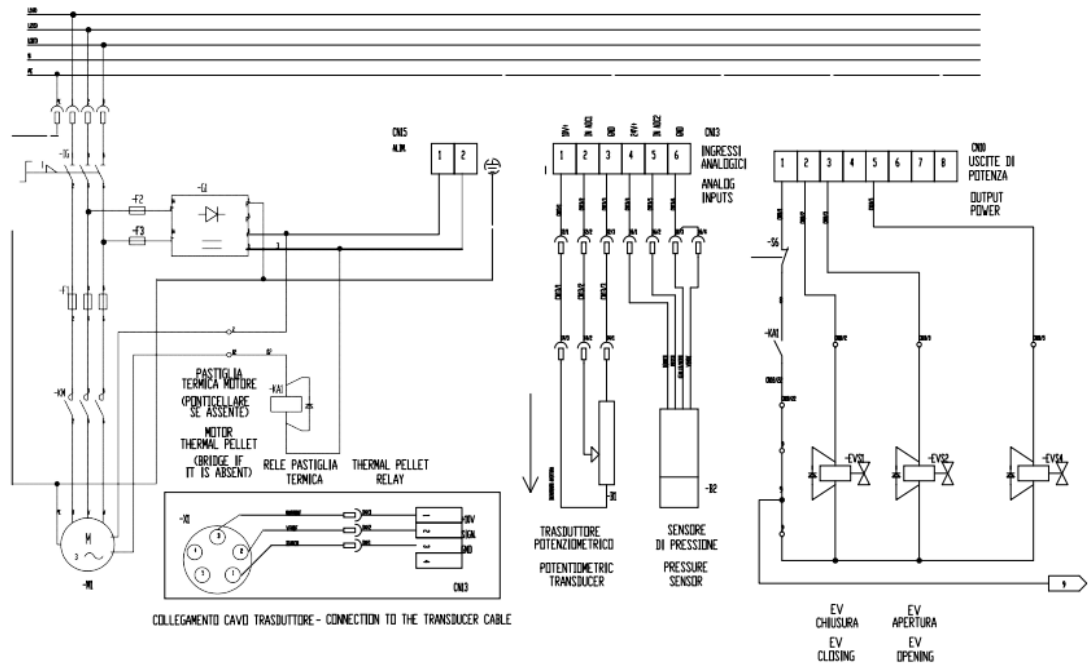


Рисунок 5.3 – Електрична схема пресу Turbomatic H144ES

Електрична схема в свою чергу керується в двох режимах. Ручний режим керується кнопками та педаллю, а автоматичний режим відповідною електронікою, що дозволяє контролювати параметри від датчиків.

Наведена система повністю задовольняє виконання поставлених задач та дозволяє виконати всі необхідні операції по опресовування шланг та рукавів високого тиску. Загальний вигляд схеми наведено на аркуші графічної частини.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є основним елементом забезпечення безпечних умов праці. При цьому виконання робіт на підприємстві повинно проводитись та погоджуватись з керівником підприємства. Так для виконання робіт по модернізації системи електропостачання ТОВ «Гідравліка 2006» необхідно визначення з виконавцем електромонтажних робіт та з безпосереднім керівником.

На підприємстві за охорону праці відповідає безпосередньо керівник, оскільки служби охорони праці немає. При цьому відповідальний за проведення інструктажів при роботі на обладнанні з опресування шланг та рукавів проводить ознайомлення з технікою безпеки з подальшим записом в спеціальному журналі.

Необхідно зазначити, що на підприємстві є енергетик, що здійснює обслуговування системи електропостачання разом з електромонтерами. На підприємстві ТОВ «Гідравліка 2006» в ремонтному цеху створено задовільні умови для роботи. Все обладнання з опресування та інше обладнання ремонтного цеху підключено до електричної мережі в відповідності до всіх нормативних документів та з дотриманням ПУЕ.

Також підприємство забезпечує свої робітників відповідним спецодягом та засобами індивідуального захисту. При цьому всі інструктажі проводяться вчасно, а також проводять періодичні навчання роботи на обладнанні. При отриманні нового обладнання першочергово виконують проведення навчання, що проводить компанія рівня України.

Необхідно зазначити, що рівень забезпечення нормативних вимог охорони праці знаходиться на високому рівні. При цьому за останні роки виробничий травматизм повністю відсутній.

Проведення робіт з модернізації електрообладнання необхідно проводити відповідно до розробленого проекту. При цьому складність робіт по монтажу освітлювальної установки враховує можливість виконання робіт бригадою електромонтерів підприємства під керівництвом енергетика.

При виконанні монтажних робіт необхідною умовою є дотримання всіх нормативних документів та інструкцій по виконанню робіт.

Виконувати електромонтажні роботи можна лише з використанням обладнання та інструментів, що пройшли перевірку та відповідають нормам, що наведені в стандартах та нормативних документах.

При роботі з силовим обладнанням (пресом) першочергово необхідно виконати перевірку справності всіх систем та провести холодний пуск пресу для прогрівання мастила в системі. Роботу на пресі забезпечує один працівник, який здійснює закладання в гідроциліндр муфти та шланги, після чого виконує запуск процесу опресування. При проведенні опресування в автоматичною режимі рух гідроциліндру здійснюється автоматично, а отже необхідною умовою є дотримання вимог по розміщенню в гідроциліндрі шланг та фітингів.

Забороняється під час процесу запресування тримати руки працівника в робочій зоні опресування. При опресуванні рукавів великих діаметрів та ваги необхідно використовувати допомогу додаткового працівника, що допомагатиме підтримувати рукав високого тиску в необхідному положенні.

Основними зонами небезпеки при роботі на пресі є зона розміщення електродвигуна, де приєднується його живлення, а також гідравлічна система. За умови тривалої роботи пресу за робочу зміну необхідно виконувати технологічні перерви для того, щоб мастило мало змогу охолотитись.

Забороняється виконувати опресування шланг та рукавів, які не підготовлені до даної операції. Також забороняється використовувати прес в умовах високої вологості в приміщенні та за умови невірною розташування обладнання в ремонтному цеху. При роботі з пресом необхідно виконувати операції в захисних окулярах та в захисних рукавицях. Додатково необхідно використовувати засоби захисту слуху, оскільки рівень шуму доволі великий в ремонтному цеху. Дотримання всіх нормативних актів, що регламентують вимоги до охорони праці та відповідно вимог безпечної експлуатації електрообладнання дає можливість реалізації повних безпечних умов праці на ТОВ «Гідравліка 2006».

## 7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

В якості економічної оцінки проекту пропонується виконати оцінку роботи пресу, відновленого для роботи.

Процес роботи пресу є доволі простим, та не потребує додаткового обладнання для роботи. Відновлення потребувало фактично монтаж системи автоматизації керування пресом.

Після відновлення необхідно лише підключити даний прес до електричної мережі та можна виконувати всі необхідні роботи по опресуванню шланг та рукавів високого тиску.

Першочергово необхідно визначити величину собівартості робіт по відновленню преса:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (7.1)$$

де  $Q_1$  – вартість пов'язана з витратами на матеріали, грн;

$Q_2$  – вартість пов'язана з виготовленням деталей, грн;

$Q_3$  – вартість пов'язана з оплатою праці робітнику, грн;

$Q_4$  – витрати загально-виробничого характеру, грн;

$Q_5$  – вартість на закупівлі необхідного обладнання для виконання автоматизації, грн.

$$Q = 3500 + 1200 + 2300 + 500 + 4980 = 12480 \text{ грн}$$

Значення економічного річного ефекту можна визначити з рівняння:

$$P = (E \cdot K_i + S_1) - (E \cdot K_s + S_2) + \Delta P, \quad (7.2)$$

де  $E$  – коефіцієнт для врахування ефективності затрачених капіталовкладень;

$K_i$  – капіталовкладення в обладнання для відновлення пресу, грн;

$K_2$  – капіталовкладення затрачені при виготовленні необхідного обладнання, грн;

$S_1$  – величина річних затрат на експлуатацію, грн;

$S_2$  – величина річних затрат на експлуатацію пов'язані з роботою нового пресу, грн;

$\Delta P$  – економічна ефективність за рік, що пов'язана з запуском пресу в роботу, грн.

$$P = (0,15 \cdot 2500 + 7500) - (0,15 \cdot 1500 + 4500) + 1170 = 4320 \text{ грн}$$

В результаті нами отримано всі необхідні данні для проведення розрахунку терміну окупності:

$$T = \frac{K_2}{(S_1 - S_2) + \Delta P} \quad (7.3)$$

Враховуючи особливості роботи відновленого пресу планується отримати додатковий дохід в розмірі  $\Delta P = 1170 \text{ грн}$ , оскільки обладнання відновлене і може давати певного роду неточності при проведенні опресування. В результаті можна розрахувати термін окупності:

$$T = \frac{4850}{(7500 - 4500) + 1170} = 1,2 \text{ роки}$$

Враховуючи термін окупності на рівні 1,2 роки, можна сказати, що відновлення преса з використанням системи автоматизації є ефективним.

При цьому додатковий дохід від використання відновленого пресу можливо в подальшому збільшувати виконуючи заміну гідравлічної системи.

Порівнювати відновлене обладнання з новим не є ефективним оскільки нове обладнання коштує дорожче та може виконувати операції швидше та в більшій кількості.

## ВИСНОВКИ

В результаті проведення аналізу господарської діяльності ТОВ «Гідравліка 2006» зроблено висновок, що потужності та об'єми робіт постійно збільшуються. При цьому на сьогодні є обмеження в часі роботи спеціалістів з проведення опресування гідравлічних шланг та рукавів високого тиску. До військових дій на території міста та введення обмежень роботи на підприємстві виконувались цілодобово. Станом на сьогодні об'єми робіт зросли а час виконання робіт обмежений, а отже необхідною умовою є введення нового обладнання для виконання робіт та збільшення його потужності.

Збільшення потужності сприяє підвищенню навантаження на електричну мережу ремонтного цеху, а отже необхідно провести модернізацію системи електропостачання. При цьому для забезпечення необхідної норми освітленості робочих зон при збільшенні обладнання виникає необхідність про розробку системи освітлення ремонтного цеху.

Запропонована система автоматизації пресу дозволяє здійснити відновлення пресу та запустити його в роботу. При цьому термін окупності реконструкції пресу становить 1 рік та два місяці. Виходячи з цього запропоновані рішення в проекті є ефективними та можуть бути впровадженими до реалізації.

## 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. Тимофєєв 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 – Основні характеристики пресів для обтискання шлангів та рукавів високого тиску

Модель	MJ-52	ННР52-F	MJ-510	DSG250	HM51	HM32
Тип обладнання	напів-автоматичний	напів-автоматичний	напів-автоматичний	напів-автоматичний	ручний	ручний
Потужність, кВт	3	3	3,6	4	-	-
Напруга мережі, В	220	220-380	12-24	220	-	-
Зусилля обтискання, т	560	500	300	640	500	203
Діапазон внутрішнього обтискання, мм	6-51	6-51	6-51	6-51	6-51	6-51
Діапазон зовнішнього обтискання, мм	680	6-80	6-60	6-80	6-60	6-60
Максимальне відкриття, мм	115	115	114	115	115	100
Габаритні розміри, мм	780×550×1100	700×900×1400	750×700×700	700×900×1400	650×520×395	630×510×410
Вага пресу, кг	250	350	180	360	150	100