

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Піонтківський Михайло Петрович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування вибору типу щитків освітлення, марки проводів і кабелів і способів їхньої прокладки автоматизованого цеху підприємства з виробництва металевих виробів
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Піонтківський М. П.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Яковенко Віталій Адольфович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Піонтківський М. П. Обґрунтування вибору типу щитків освітлення, марки проводів і кабелів і способів їхньої прокладки автоматизованого цеху підприємства з виробництва металевих виробів. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Основною метою роботи є вибір типу щитків освітлення, марки проводів і кабелів та способів їхньої прокладки.

Результатом роботи є вибір перерізу проводів і кабелів, розрахунок захисту освітлювальної мережі, вибір джерела світла, типу світильників їхнього розміщення, світлотехнічний розрахунок евакуаційного освітлення та вибір апаратів захисту

Ключові слова: люмінесцентна лампа, щиток робочого освітлення щиток аварійного освітлення, цехова трансформаторна підстанція, центр електричних навантажень, розподільний пункт.

ABSTRACT

Piontkivskyi M. P. Justification of the choice of the type of lighting panels, brands of wires and cables and methods of their laying in an automated workshop for the production of metal products. Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The main purpose of the work is to choose the type of lighting shields, brands of wires and cables and ways of their laying.

The result of the work is the choice of cross -section of wires and cables, calculation of protection of the lighting network, choice of light source, type of lamps of their placement, lighting calculation of evacuation lighting and selection

Keywords: fluorescent lamp, work lighting panel, emergency lighting panel, shop transformer substation, electrical load center, distribution point.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ ТА ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ МЕРЕЖІ	7
Характеристика системи електропостачання та цеху	7
Висновки по розділу 1	13
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ТИПУ ЩИТКІВ ОСВІТЛЕННЯ, МАРКИ ПРОВОДІВ І КАБЕЛІВ І СПОСОБІВ ЇХНЬОЇ ПРОКЛАДКИ	15
2.1. Вибір типу щитків освітлення	15
2.2. Вибір перерізу проводів і кабелів і розрахунок захисту освітлювальної мережі	16
Висновки по розділу 2	27
РОЗДІЛ 3. ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ТА ВИБІР АПАРАТІВ ЗАХИСТУ	28
Захист освітлювальної мережі та вибір апаратів захисту	28
Висновки по розділу 3	33
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36

ВСТУП

Актуальність роботи. Фактором побудови високорозвиненого суспільства є розвиток енергетики. Використання різноманітних розробок і нововведень в практичній діяльності в даній сфері потребує відповідного рівня освіченості й кваліфікованості працівників в галузі електротехніки та енергетики, які б могли застосувати здобуті знання для досягнення конкретних результатів. Досягти економії у виробничому цеху можливо шляхом оптимізації споживання електроенергії для освітлення. Тому дана кваліфікаційна робота є спробою на практиці застосувати теоретичні напрацювання з дотриманням вимог нормативних документів.

Метою роботи є вибір типу щитків освітлення, марки проводів і кабелів і способів їхньої прокладки.

Для реалізації запланованого у дослідженні передбачається розв'язати такі завдання:

1. Проаналізувати характеристики споживачів електричної енергії типової цехової одиниці.
2. Спроекувати систему освітлення з вибором типу щитків освітлення, марки проводів і кабелів і способів їхньої прокладки для автоматизованого виробничого приміщення.

Об'єктом дослідження є аналіз автоматизованого цеху, структура та склад електрообладнання розглядаємого цеху, вибір елементів системи освітлення.

Предметом дослідження є система електропостачання автоматизованого цеху з розробкою та розрахунком освітлювального обладнання.

Методи досліджень. При виконанні досліджень, використовувалися методи системного аналізу, методи математичного моделювання, методи розрахунку систем електропостачання.

Практична значимість результатів роботи:

Розроблено методологічні основи, математичні моделі та способи оптимізації підбору системи електрозабезпечення промислового підприємства, що дають змогу результативно розв'язувати такі практичні питання:

1. Оптимізувати вибір системи освітлення промислового об'єкта відповідно до його специфіки, потенціалу для монтажу потрібного оснащення, обсягу виробництва та іншого, з розрахунком світлотехнічного обладнання.

2. У майбутньому здійснити розширення системи освітлення та його модернізації.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

Піонтківський М. П. ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2025» 30 жовтня 2025 року. Житомир: Поліський національний університет, 2025.- С 122-124.

Піонтківський М. П., Дзюбенко В. О. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МЕТОДОМ ПИТОМОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ОДИНИЦЮ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ ПЛОЩІ.

Наукові читання – 2025: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 23 квітня 2025 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025. Том 2. - С 21-23.

Піонтківський М. П., Харченко Д. В. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА.

Біоенергетичні системи: Матеріали ІХ міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». 19-20 листопада 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025. - С 24-26.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ ТА ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ МЕРЕЖІ

Характеристика системи електропостачання

Електропостачання промислових підприємств є складним і багатоаспектним процесом, що забезпечує надійне та безперебійне функціонування виробничих потужностей. Від ефективності системи електропостачання безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії, оскільки відхилення параметрів від норми можуть призвести до збоїв у роботі обладнання та зниження якості продукції, що випускається. Системи електропостачання промислових підприємств повинні бути спроектовані з урахуванням перспектив розвитку підприємства та збільшення його виробничих потужностей. Необхідно передбачати резервування основних елементів системи, а також можливість оперативного перемикавання на резервні джерела живлення. Важливу роль відіграє впровадження сучасних технологій та обладнання, що дозволяють підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати на її оплату. На закінчення слід зазначити, що надійне та ефективне електропостачання є одним із ключових факторів успішної роботи будь-якого промислового підприємства.

Електропостачання промислових підприємств являє собою складний і багатогранний процес, що забезпечує надійну та безперебійну роботу виробничих потужностей. Від ефективності системи електропостачання

безпосередньо залежить продуктивність, безпека та економічна доцільність роботи підприємства. Сучасні промислові підприємства характеризуються високою концентрацією електрообладнання та значним споживанням електроенергії. Це висуває особливі вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії, оскільки відхилення параметрів від норми можуть призвести до збоїв у роботі обладнання та зниження якості продукції. Системи електропостачання промислових підприємств мають бути спроектовані з урахуванням перспектив розвитку підприємства і збільшення його виробничих потужностей. Потрібно передбачати резервування основних елементів системи, а також можливість оперативного переключення на резервні джерела живлення. Важливу роль відіграє впровадження сучасних технологій та обладнання, що дозволяють підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати на її оплату. На завершення слід відзначити, що надійне та ефективне електропостачання є одним з ключових факторів успішної роботи будь-якого промислового підприємства.

Характеристика автоматизованого цеху

Досліджуваний автоматизований цех (АЦ) призначений для виготовлення металевих виробів. Він є складовою частиною металургійного заводу та має два ключові відділення: штампувальне і висадочне.

У відділеннях встановлене типове устаткування: ковальське, пресове, верстатне та інше.

Таблиця 1.1. Приміщення, що входять до складу цеху

1.	<i>Трансформаторна підстанція</i>
2.	<i>Агрегатне відділення</i>
3.	<i>Вентиляційна</i>
4.	<i>Інструментальна ділянка</i>
5.	<i>Приміщення для побутових потреб</i>

Електропостачання цех отримує від головної розподільчої підстанції (ГПП) підприємства по кабельній лінії довжиною 1 км, з напругою 10 кВ. Відстань від енергосистеми до ГПП становить 4 км, лінія електропостачання – повітряна.

Кількість змін роботи – 2.

Каркас будівлі зведений з блоків-секцій довжиною 6 м кожна.
Розміри цеху: А х В х Н = 48 х 30 х 8 м.

Всі приміщення, окрім технологічних, двоповерхові, висотою 4 м.

Вибір величини напруги живлення

Напругу 35 кВ здебільшого рекомендується використовувати для розподілу енергії на першому ступені середніх підприємств за відсутності великої кількості електродвигунів напругою вище 1000 В [5].

Напругу 10 кВ слід використовувати для внутрішньозаводського розподілу енергії.

Використання напруги 6 кВ повинно визначатись наявністю електроустаткування на 6 кВ та техніко-економічними показниками під час вибору величини напруги живлення.

Для живлення освітлювальних установок промислових, житлових та загальних будівель, у більшості випадків, застосовують трифазні чотирьохпровідні мережі змінного струму 380/220 В за заземленої нейтралі, та 220 В за ізолюваної нейтралі або постійному струмі [3].

Вибір схеми цехової силової мережі

При виборі схеми цехової мережі враховують такі фактори [3]:

- потужність окремих ЕП;
- розміщення ЕП на території цеху;
- потрібна надійність живлення;
- характер технологічного процесу;
- умови середовища та ін.

Цехові силові електричні мережі можуть бути виконані за радіальною, магістральною або змішаною схемами (рис. 1.1, 1.2, 1.3).

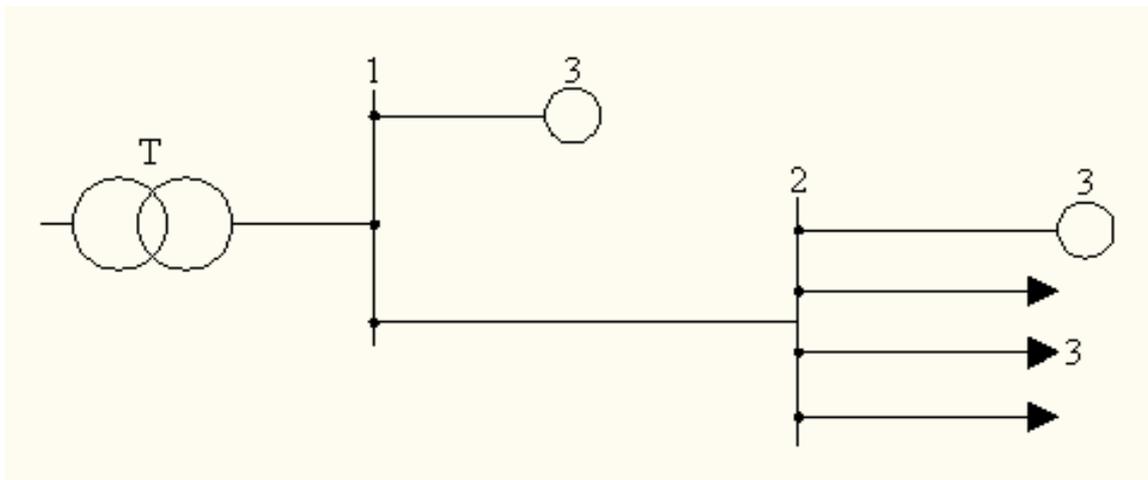


Рисунок 1.1 – Радіальна схема живлення електроприймачів при напрузі до 1 кВ:

- 1 – розподільний пристрій низької напруги (НН) цехової підстанції;
 2 – силова розподільна шафа;
 3 – електроприймачі.

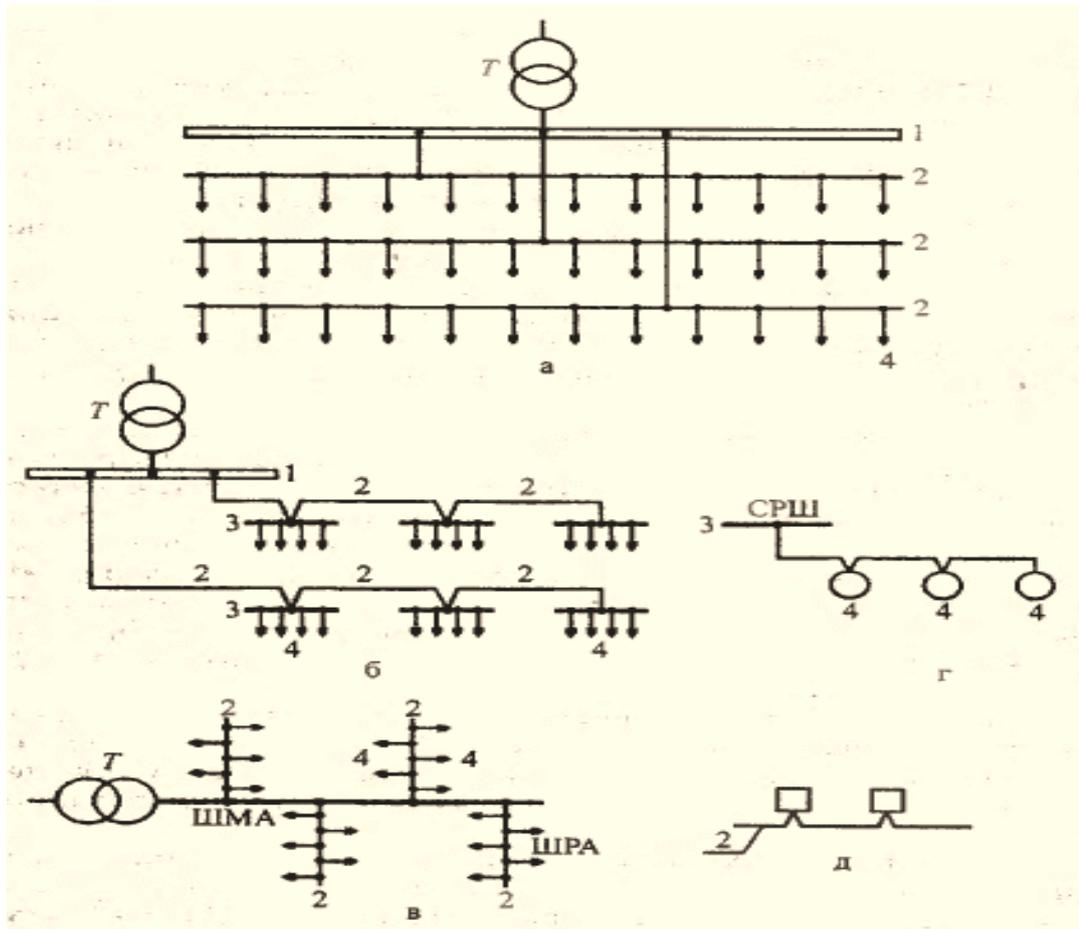


Рисунок 1.2 – Магістральні схеми живлення електроприймачів при напрузі до 1 кВ:

- а* – з розподіленням навантаження;
- б* – з зосередженим навантаженням;
- в* – блок “трансформатор – магістраль”;
- г* – “ланцюжок”;
- д* – модульна;
- 1 – розподільний пристрій НН ЦТП;
- 2 – магістралі;
- 3 – силова розподільна шафа;
- 4 – електроприймачі.

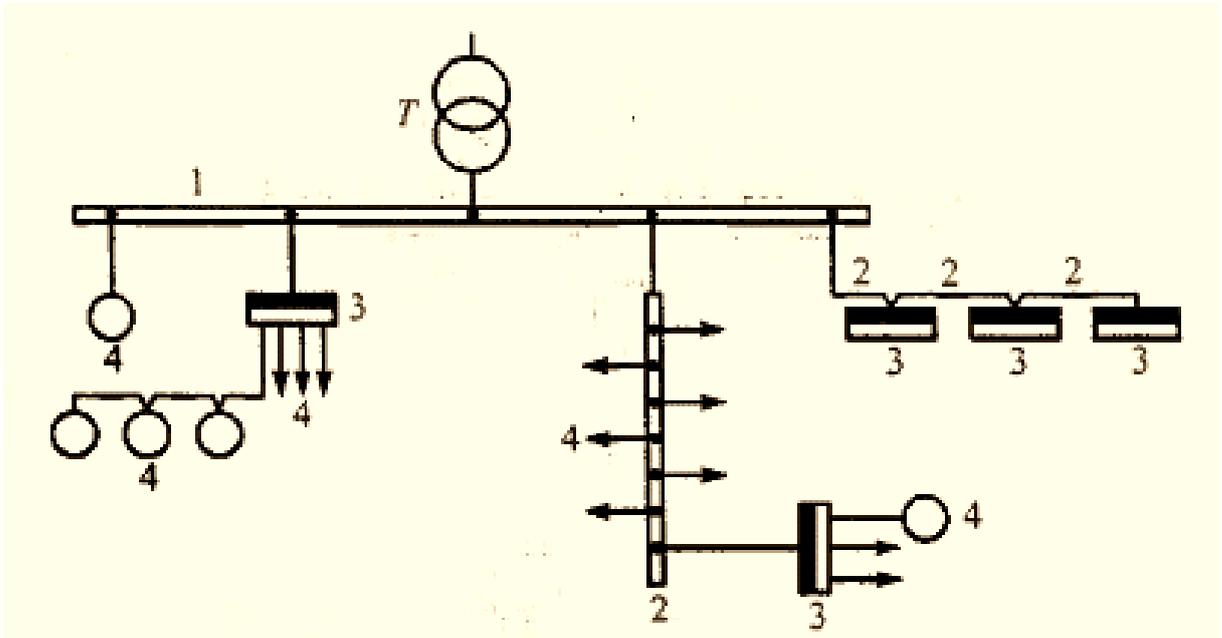


Рисунок 1.3 – Приклад змішаної схеми :

1 – розподільний пристрій НН ЦТП;

2 – магістралі;

3 – силова розподільна шафа;

4 – електроприймачі.

На основі аналізу розміщення технологічного обладнання (рисунок 1.4), зважаючи на необхідність забезпечення надійності електропостачання, зручності експлуатації, капітальні затрати і втрати напруги, обираємо радіальну схему цехової електричної мережі.

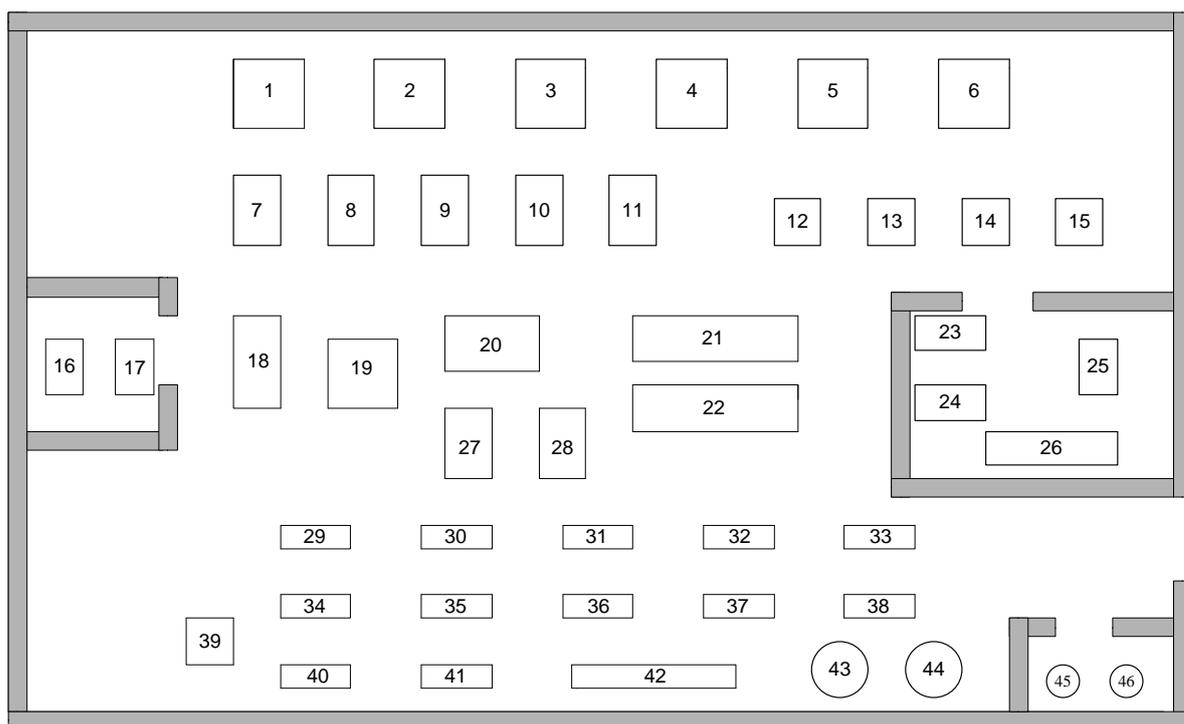


Рисунок 1.4—План розміщення технологічного обладнання автоматизованого цеху

Висновки по першому розділу

В даному розділі була дана характеристика системи електропостачання.

Була акцентована увага на вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання

Важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії. Системи електропостачання промислових підприємств мають бути спроектовані з урахуванням перспектив розвитку підприємства і збільшення його виробничих потужностей. Потрібно передбачати резервування основних елементів системи, а також можливість оперативного переключення на резервні джерела живлення. Важливу роль відіграє впровадження сучасних

технологій та обладнання, що дозволяють підвищити ефективність використання електроенергії та знизити витрати на її оплату.

Також в розділі було наведено характеристику досліджуваного цеху, обрано напругу живлення електроустаткування, а також вид схеми цехової мережі.

РОЗДІЛ 2

ВИБІР ТИПУ ЩИТКІВ ОСВІТЛЕННЯ, МАРКИ ПРОВОДІВ І КАБЕЛІВ І СПОСОБІВ ЇХНЬОЇ ПРОКЛАДКИ

2.1. Вибір типу щитків освітлення

Будемо використовувати два типи щитків освітлення таких як ЩО 8505 і ПР 11-3054 (апаратура яка відповідає сьогоденню).

ЩО1 живить чотири 1-х фазних груп електричної мережі робочого освітлення. Установлюємо ЩО 8505, що має 4 однополюсних автоматичних вимикачів і один триполюсний.

ЩО1а забезпечує живлення аварійного освітлення. Установлюємо ЩО серії ЩО 8505, що має 6 однополюсних автоматичних вимикачів типу і один триполюсний.

ЩО2 забезпечує живлення двох груп електричної мережі. Вибираємо щит освітлення серії ЩО 8505, що має один триполюсний і 4 однополюсних автоматичних вимикачів типу.

ЩО3 також забезпечує живлення двох груп електричної мережі. Вибираємо аналогічний попереднім щит освітлення серії ЩО 8505.

ЩО4 також забезпечує живлення трьох груп електричної мережі. Вибираємо аналогічний попереднім щит освітлення серії ЩО 8505.

Магістральний ЩО (МЩО) забезпечує живлення всіх групових щитків робочого освітлення за допомогою трифазної мережі. Вибираємо ЩО серії ПР 11-3054-21В3 що має 4 триполюсних автоматичні вимикачі.

Магістральний ЩОа (МЩОа) забезпечує живлення всіх групових щитків аварійного освітлення за допомогою трифазної мережі. Вибираємо ЩО серії ПР 11-3054-21В3 що також має 4 триполюсних автоматичні вимикачі.

В якості електричної проводки у всіх приміщеннях цеху вибираємо кабелі з жилами з алюмінію. Застосовуємо кабель типу АПВ. Спосіб

прокладки: прихований, по стінах - під шаром штукатурки, по стелі (у порожнечах будівельних перекриттів).

2.2 Вибір перерізу кабелів і проводів та розрахунок захисту освітлювальної мережі.

Переріз захисного РЕ - провідника повинен дорівнювати [3]:

- перерізу фазних провідників при перерізі їх до 16 мм²;
- 16 мм² при перерізі фазних провідників від 16 до 35 мм²;
- не менше 50 % перерізу фазних провідників при більших перерізах провідників.

По механічній міцності розрахунок проводів і кабелів внутрішніх електричних мереж не виконується. У практиці проектування електричних мереж дотримуються установлених в [3] мінімальних перерізів жил проводів за механічною міцністю, тому вибираємо кабелі з алюмінієвими жилами, для них: $F_{\min} = 2,5 \text{ мм}^2$.

Переріз жил проводів і кабелів для мережі освітлення можна визначити по таблицях [1], залежно від розрахункового тривалого значення струмового навантаження за умовою:

$$I_{\text{доп}} \geq I_p / (K_n K^I), \quad (2.1)$$

де $I_{\text{доп}}$ – припустимий струм стандартного перерізу провoda, А

I_p – розрахункове значення тривалого струму навантаження, А

K_n – поправочний коефіцієнт, що враховує умови прокладки з [1] (при нормальних умовах прокладки $K_n = 1$)

Розрахункові максимальні струмові навантаження визначають по формулах [1]:

для однофазної мережі

$$I_p = P_p / U_\phi \cos\varphi; \quad (2.2)$$

для трифазної мережі

$$I_p = P / \sqrt{3} U_n \cos\varphi = P_p / 3 U_\phi \cos\varphi; \quad (2.3)$$

для двофазної мережі

$$I_p = P_p / 2 U_\phi \cos\phi. \quad (2.4)$$

Виходячи зі сказаного вище, знайдемо розрахункові струмові навантаження ліній.

Для приміщення №1 (штампувальна ділянка):

$$I_p = \frac{P_p}{U_\phi \cdot \cos\varphi} = \frac{4620}{220 \cdot 0,6} = 35 \text{ A.}$$

Для зручності в використанні було прийнято рішення для розділення освітлення на 2 лінії:

$$I_{p1} = \frac{P_p}{U_\phi \cdot \cos\varphi} = \frac{2464}{220 \cdot 0,6} = 18,6 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 27 \cdot 0,85 = 22,95$$

Обираємо провід: АПВ 3х4 з огляду на умови прокладки

$$I_{P2} = \frac{P_P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{2156}{220 \cdot 0,6} = 16,35 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 27 \cdot 0,85 = 22,95$$

Обираємо провід: АПВ 3х4 з огляду на умови прокладки

Для приміщення №2 (висадочна ділянка):

$$I_P = \frac{P_P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{10160}{220 \cdot 0,6} = 76,97 \text{ A.}$$

Для зручності в використанні було прийнято рішення для розділення освітлення на 2 лінії:

$$I_{P1} = \frac{P_P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{5852}{220 \cdot 0,6} = 44,3 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 55 \cdot 0,85 = 46,75$$

Обираємо провід: АПВ 3х10 з огляду на умови прокладки.

$$I_{P2} = \frac{P_P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{4312}{220 \cdot 0,6} = 32,65 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 55 \cdot 0,85 = 46,75$$

Обираємо провід: АПВ 3х10 з огляду на умови прокладки.

Для приміщення №3 (кабінет майстра):

$$I_P = \frac{P_P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{86}{220 \cdot 0,95} = 0,42 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 21 \cdot 0,85 = 17,55$$

Обираємо провід: АПВ 3х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для приміщення №4 (склад штампів):

$$I_P = \frac{P_P}{U_{\phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{196}{220 \cdot 0,95} = 0,94 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 21 \cdot 0,85 = 17,55$$

Обираємо провід: АПВ 3х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для приміщення №5 (агрегатна):

$$I_P = \frac{P_P}{U_\Phi \cdot \cos\varphi} = \frac{500}{220 \cdot 0,95} = 2,4 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 21 \cdot 0,85 = 17,55$$

Обираємо провід: АПВ 3х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для приміщення №6 (трансформаторна):

$$I_P = \frac{P_P}{U_\Phi \cdot \cos\varphi} = \frac{345}{220 \cdot 0,95} = 1,65 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 21 \cdot 0,85 = 17,55$$

Обираємо провід: АПВ 3х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для приміщення №7 (інструментальна):

$$I_P = \frac{P_P}{U_\Phi \cdot \cos\varphi} = \frac{105}{220 \cdot 0,95} = 0,51 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 21 \cdot 0,85 = 17,55$$

Обираємо провід: АПВ 3х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для приміщення №8 (голтовочна):

$$I_P = \frac{P_P}{U_{\Phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{1940}{220 \cdot 0,6} = 14,7 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 21 \cdot 0,85 = 17,55$$

Обираємо провід: АПВ 3х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для приміщення №9 (вентиляторна):

$$I_P = \frac{P_P}{U_{\Phi} \cdot \cos\varphi} = \frac{105}{220 \cdot 0,95} = 0,51 \text{ A.}$$

$$I_{\text{дон}} = 21 \cdot 0,85 = 17,55$$

Обираємо провід: АПВ 3х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для лінії від КТП -Т1 до МЩО:

Знайдемо середньозважений $\cos\varphi$:

$$\cos\varphi = \frac{\cos\varphi_1 \cdot P_1 + \cos\varphi_2 \cdot P_2 + \dots + \cos\varphi_n \cdot P_n}{\sum_1^n P_{ni}} = 0,85.$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{18060}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85} = 32,32 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 50 \cdot 0,85 = 42,5$$

Обираємо провід: АВВГ 5x10 з огляду на умови прокладки.

Розрахунок ліній аварійного освітлення

Для приміщення №1 (штампувальної ділянки):

$$\cos\varphi = 1.$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 1} = 1,31 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 25 \cdot 0,85 = 21,25$$

Для приміщення №2 (висадочна ділянка):

$$\cos\varphi = 1.$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 1} = 2,1 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 25 \cdot 0,85 = 21,25$$

Для лінії від МЩО до ЩО1:

Знайдемо середньозважений $\cos\varphi$:

$$\cos\varphi = 0,95$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{1125}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 1,8 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 25 \cdot 0,85 = 21,25$$

Обираємо провід: АВВГ 5х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для лінії від МЩО до ЩО2:

Знайдемо середньозважений $\cos\varphi$:

$$\cos\varphi = 0,75$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{5957}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,75} = 11,6 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 25 \cdot 0,85 = 21,25$$

Обираємо провід: АВВГ 5х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для лінії від МЩО до ЩО3:

Знайдемо середньозважений $\cos\varphi$:

$$\cos\varphi = 0,75.$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{6252}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,75} = 12,6 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 25 \cdot 0,85 = 21,25$$

Обираємо провід: АВВГ 5х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для лінії від МЩО до ЩО4:

Знайдемо середньозважений $\cos\varphi$:

$$\cos\varphi = 0,75.$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{4725}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,75} = 9,5 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 25 \cdot 0,85 = 21,25$$

Обираємо провід: АВВГ 5х2,5 з огляду на умови прокладки.

Для аварійного освітлення (КТП–Т2 до МЩОа та МЩОа - ГЩОа):

$$\cos\varphi = 1$$

$$I_P = \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos\varphi} = \frac{1300}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 1} = 1,98 \text{ A.}$$

$$I_{дон} = 25 \cdot 0,85 = 21,25$$

Обираємо провід: АВВГ 5х2,5 з огляду на умови прокладки.

Виходячи зі знайдених розрахункових струмових навантажень ліній, вибираємо з [8] кабелі для всіх ділянок електричної мережі по припустимому нагріванню [8].

Результати вибору кабелів по припустимому нагріванню заносимо у таблицю 2.1

Таблиця 2.1 Вибір кабелів по припустимому нагріванню

№ з / n	Групи (лінії)	I_k , А	Марка кабелю	$F_{ном}$, мм ²	$I_{доп}$, А
1	2	3	4	5	6
<i>Електрична мережа робочого освітлення я</i>					
<i>ЩО – 1</i>					
3	1ф-1	0,42	<i>АПВ 3x2,5</i>	2,5	17,55
4	1ф-2	0,94	<i>АПВ 3x2,5</i>	2,5	17,55
5	1ф-3	2,4	<i>АПВ 3x2,5</i>	2,5	17,55
6	1ф-4	1,65	<i>АПВ 3x2,5</i>	2,5	17,55
<i>ЩО – 2</i>					
2(1)	1ф-1	44,3	<i>АПВ 3x10</i>	10	46,75
9	1ф-2	0,51	<i>АПВ 3x2,5</i>	2,5	17,55
<i>ЩО – 3</i>					
2(2)	1ф-1	46,75	<i>АПВ 3x10</i>	10	46,75
8	1ф-2	14,7	<i>АПВ 3x2,5</i>	2,5	17,55
<i>ЩО – 4</i>					
1(1)	1ф-1	18,6	<i>АПВ 3x4</i>	4	22,95
1(2)	1ф-2	16,35	<i>АПВ 3x4</i>	4	22,95
7	1ф-3	0,51	<i>АПВ 3x2,5</i>	2,5	17,55

<i>МЦО</i>					
10	3ф-1	1,8	АВВГ 5x2,5	2,5	21,25
11	3ф-2	11,6	АВВГ 5x2,5	2,5	21,25
12	3ф-3	12,6	АВВГ 5x2,5	2,5	21,25
13	3ф-4	9,5	АВВГ 5x2,5	2,5	21,25
<i>ЩОа – 1</i>					
14	1ф-1	1,31	АПВ 3x2,5	2,5	17,55
15	1ф-2	2,1	АПВ 3x2,5	2,5	17,55
<i>МЦОа</i>					
16	3ф-1	1,98	АВВГ 5x2,5	2,5	21,25
<i>Від КТП – МЦО</i>					
17	3ф-1	32,32	АВВГ 5x10	10	42,5
<i>Від КТП – МЦОа</i>					
18	3ф-1	1,98	АВВГ 5x2,5	2,5	21,25

Висновки по другому розділу

Результатом роботи над даним розділом є вибір щитків освітлення марки проводів і кабелів і способів їхньої прокладки.

У нашій роботі ми обрали для використання два типи щитків освітлення таких як ЩО 8505 і ПР 11-3054. Щитки оснащені однофазними та трифазними автоматичними вимикачами сучасного типу, з апаратурою, що відповідає сучасним стандартам.

Ступінь захисту - IP20 або IP31. Монтаж відкритий, на стінах приміщень, на висоті близько 1,5 м для зручного обслуговування.

РОЗДІЛ 3

ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ТА ВИБІР АПАРАТІВ ЗАХИСТУ

Захист освітлювальної мережі та вибір апаратів захисту

Струм плавкої вставки або розчеплювача автоматичного вимикача I_z повинен бути меншим за розрахунковий струм I_p , ділянки мережі, що розглядається, умови вибору пристроїв для захисту від струмів КЗ [8]:

$$I_z \geq I_p, \quad (3.1)$$

де I_p – розрахунковий струм розглянутої ділянки мережі, А.

Для ЩО1 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505. Він має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань.

Для ліній живлення 3ї, 4ї та 6ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.p} = 2$ А.

Умова $I_{ном.p} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

Для ліній живлення 5ї групи світильків встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.p} = 4$ А.

Умова $I_{ном.p} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

В якості триполюсного вимикача обираємо ВА61F29-3С з $I_{ном.p} = 2$ А для ЩО1. Для ввідного вимикача розрахунковий струм, що протікає через нього, дорівнює: $I_p = 1,8$ А.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

Для ЩО2 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505. Він має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань.

На лінії живлення 2(1)ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.р} = 63$ А. Розрахунковий струм лінії $I_p = 44,3$ А.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

На лінії живлення 9ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.р} = 2$ А.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

В якості триполюсного вимикача обираємо ВА61F29-3С з $I_{ном.р} = 16$ А.

Для ввідного вимикача розрахунковий струм, що протікає через нього, дорівнює: $I_p = 11,6$ А.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

Для ЩО3 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505, що також має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань.

На лінії живлення 2(2)ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.р} = 63$ А. Розрахунковий струм лінії $I_p = 47,75$ А.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

На лінії живлення 8ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.р} = 16$ А. Розрахунковий струм лінії $I_p = 14,7$

A.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

В якості триполюсного вимикача обираємо ВА61F29-3С з $I_{ном.р} = 16 \text{ А}$.

Для ввідного вимикача розрахунковий струм, що протікає через нього, дорівнює: $I_p = 12,6 \text{ А}$.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

Для ЩО4 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505, що також має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань.

На лінії живлення 1(1)ї та 1(2)ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.р} = 20 \text{ А}$. Розрахунковий струм лінії $I_{р1(1)} = 18,6 \text{ А}$ та $I_{р1(2)} = 16,35 \text{ А}$

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

На лінії живлення 7ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В з $I_{ном.р} = 2 \text{ А}$.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

В якості триполюсного вимикача обираємо ВА61F29-3С з $I_{ном.р} = 10 \text{ А}$.

Для ввідного вимикача розрахунковий струм, що протікає через нього, дорівнює: $I_p = 9,5 \text{ А}$.

Умова $I_{ном.р} > I_p$ виконується, отже обраний автоматичний вимикач підходить.

В якості МЩО обрано щит освітлення ПР 11-3054, що має 4 триполюсні приєднання. Конструкцією щитка передбачена установка триполюсного автоматичного вимикача типу АЕ2046-10Б, що має параметри:

- номінальний струм ввідного вимикача $I_{ном} = 63 \text{ A}$; $I_3 = 20 \text{ A}$,
- кратність струму зрушення вимикача (відсічки) $I_o = 12$; $I_{ном} = 756 \text{ A}$;

Вибираємо номінальний струм розчеплювача групового вимикача для ГЩО1 $I_{ном.p} = 10 \text{ A}$, для ГЩО2 $I_{ном.p} = 20 \text{ A}$, для ГЩО3 $I_{ном.p} = 20 \text{ A}$, для ГЩО4 $I_{ном.p} = 20 \text{ A}$.

Результати заносимо в таблицю.

Таблиця 3.7 Результати вибору апаратів захисту

№ з / п	Групи (лінії)	I_p, AI	$I_{ном.p}, \text{A}$	Марка автоматичного вимикача
1	2	3	4	5
<i>Електрична мережа робочого освітлення</i>				
<i>ЩО – 1</i>				
1	1ф-1	0,42	2	<i>ВА61F29 – 1В</i>
2	1ф-2	0,94	2	<i>ВА61F29 – 1В</i>
3	1ф-3	2,4	4	<i>ВА61F29 – 1В</i>
4	1ф-4	1,65	2	<i>ВА61F29 – 1В</i>
5	3ф-0	1,8	2	<i>ВА61F29 – 1В</i>
<i>ЩО – 2</i>				

продовження таблиці 3.7.1

1	2	3	4	5
6	1φ-1	44,3	63	<i>BA61F29-1B</i>
7	1φ-2	0,51	2	<i>BA61F29-1B</i>
8	3φ-0	11,6	16	<i>BA61F29-1B</i>
<i>ЦО-3</i>				
9	1φ-1	46,75	63	<i>BA61F29-1B</i>
10	1φ-2	14,7	16	<i>BA61F29-1B</i>
11	3φ-0	12,6	16	<i>BA61F29-1B</i>
<i>ЦО-4</i>				
12	1φ-1	18,6	20	<i>BA61F29-1B</i>
13	1φ-2	16,35	20	<i>BA61F29-1B</i>
14	1φ-3	0,51	2	<i>BA61F29-1B</i>
15	3φ-0	9,5	10	<i>BA61F29-1B</i>
<i>МЦО</i>				
16	3φ-1	1,8	4	<i>AE2046-4B</i>
17	3φ-2	11,6	16	<i>AE2046-16B</i>
18	3φ-3	12,6	16	<i>AE2046-16B</i>
19	3φ-4	9,5	10	<i>AE2046-10B</i>
<i>ЦОa-1</i>				
20	1φ-1	1,31	2	<i>BA61F29-1B</i>

Закінчення таблиці 3.7.1

1	2	3	4	5
21	1ф-2	2,1	4	<i>BA61F29 – 1B</i>
22	3ф-0	1,98	4	<i>BA61F29 – 1B</i>
<i>МЦОа</i>				
23	3ф-1	1,98	4	<i>AE2046 – 4Б</i>
<i>Від КТП – МЦО</i>				
24	3ф-1	32,32	63	<i>AE2046 – 63Б</i>
<i>Від КТП – МЦОа</i>				
25	3ф-1	1,98	4	<i>AE2046 – 4Б</i>

Висновки по третьому розділу

В даному розділі був здійснені вибір апаратів захисту.

Для ЩО1 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505. Він має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань. Для ліній живлення 3ї, 4ї та 6ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В. Для ЩО2 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505. Він має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань. На лінії живлення 2(1)ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В.

Для ЩО3 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505, що також має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань. На лінії живлення 2(2)ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В.

Для ЩО4 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505, що також має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань. На лінії живлення 1(1)ї та 1(2)ї групи світильників встановлюємо автоматичний вимикач типу ВА61F29-1В.

В якості МЦО обрано щит освітлення ПР 11-3054, що має 4 триполюсні приєднання. Конструкцією щитка передбачена установка триполюсного автоматичного вимикача типу АЕ2046-10Б

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було здійснено вибір числа і потужності силових трансформаторів та електричних апаратів і перерізу провідників автоматизованого цеху підприємства з виробництва металевих виробів.

В роботі була дана характеристика системи електропостачання. Була акцентована увага на вимоги до проектування, монтажу та експлуатації систем електропостачання. Зазначено, що важливим аспектом є забезпечення якості електроенергії. Було наведено характеристику досліджуваного цеху, обрано напругу живлення електроустаткування, а також вид схеми цехової мережі.

Результатом роботи є вибір щитків освітлення марки проводів і кабелів і способів їхньої прокладки.

Для використання були обрані два типи щитків освітлення таких як ЩО 8505 і ПР 11-3054.

В даній роботі також був здійснений вибір апаратів захисту.

Для ЩО1 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505. Для ЩО2 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505.

Для ЩО3 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505, що також має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань.

Для ЩО4 був обраний щиток освітлення типу ЩО8505, що також має одне триполюсне й чотири однополюсних приєднань.

В якості МЩО обрано щит освітлення ПР 11-3054, що має 4 триполюсні приєднання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Улаштування електроустановок./ Наказ Міністерства Енергетики України від 21.07.2017 № 476
2. Ю.Ф. Романюк. Електричні мережі та системи. Навчальний підручник. – Київ: “Знання”, 2007. – 292 с.
3. Лисяк В.Г. Оптимальні режими вузлів навантаження електропостачальних систем. Навчальний посібник, – Львів: “ННІ” 2007. – 251 с.
4. П.М. Монтик Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник – Львів: “Новий Світ”, 2011. – 487 с.
5. Електричні мережі та системи.: Навч. посібник для студ. електроенерг. спец. / М. С. Сегеда; Державний ун-т "Львівська політехніка". - Л.: Каменяр, 1999. - 296 с. - Бібліогр.: с.292-296. - ISBN 5-7745-0766-1
6. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Проектування електричних систем": для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / Вінницький держ. технічний ун-т; уклад. Ж. І. Остапчук. - Вінниця: [б.в.], 1998. - 46 с.
7. Автоматика електроенергетичних систем. Практикум з дисципліни "Релейний захист та системна автоматика": Навч. посіб. для студ. спец. "Електричні мережі та системи"/О. Є. Рубаненко; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 1999. - 63 с.
8. Релейний захист та автоматика в електроенергетиці: Навч. посіб. для студ. спец. "Електрична частина електричних станцій", "Електричні мережі та системи", "Електротехнічні системи та системи електроспоживання" / В. М. Кутін [та ін]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 104 с.

9. Методичні вказівки до вибору схем розподільних пристроїв підстанцій напругою 35-750 кВ з курсу "Електричні системи та мережі" для студентів спеціальності "Електричні системи та мережі"/ Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т" ; уклад. В. П. Волков. - Х.: НТУ "ХПІ", 2001. - 19 с.

10. Конструкції повітряних ліній електропередачі. Курсове проектування: навч. посібник для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця : ВДТУ, 2001. - 107 с.: рис. - Бібліогр.: с. 106-107

11. Експлуатація повітряних ліній електропередачі: навч. посіб. для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 129 с.: рис. - Бібліогр.: с. 129

12. Електромонтажні роботи. Електричні мережі до 1000 В: Навч. посібник для студ. електротехн. спец. з дисципліни "Робоча професія" / О. Д. Демов [і др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 55 с.

13. Електричні системи та мережі [Текст]: методичні вказівки до виконання курсового проекту для студ. спец. 7.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" денної та заоч. форм навчання / Національний ун-т харчових технологій ; уклад. С. Є. Вакуленко. - К.: НУХТ, 2002. - 51 с.: рис. - Бібліогр.: с. 51-52

14. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні: навч. посібник для студ. спец. 7.090601 - "Електричні станції, 7.090602 - "Електричні системи і мережі" / Ю. В. Лук'яненко [та др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 111 с.: рис. - Бібліогр.: с.111.

15. Денисюк А.Ю., Хливнюк М.Г., Шестак І.М. Комп'ютерна електроніка: Навч. Посіб. - Житомир: ЖВІ, 2017. - с. 33-44.

16. Електричні мережі систем електропостачання [Текст] : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Г. Г. Півняк [та ін.]; ред. Г. Г. Півняк; Національний гірничий ун-т. - Д.: НГУ, 2003. - 316 с.: рис. - Бібліогр.: с. 311. - ISBN 966-8271-45-9