

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Бенедищук Олексій Валерійович

УДК 621.3.01

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування та світлотехнічний розрахунок системи аварійного
освітлення та вибору перерізу проводів токарного цеху промислового
підприємства

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

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

Бенедищук О.В.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Денисюк Анатолій Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,

автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Бенедищук О.В. Обґрунтування та світлотехнічний розрахунок системи аварійного освітлення та вибору перерізу проводів токарного цеху промислового підприємства. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Основною метою роботи є розрахунок системи аварійного освітлення та вибору перерізу проводів.

Результатом роботи є розрахунок та вибір системи аварійного освітлення та вибір перерізу проводів.

Ключові слова: електроприймач, комплектні конденсаторні установки, розподільний пункт, пристрій заземлення.

ABSTRACT

Benedyshchuk O.V. Justification and lighting calculation of the emergency lighting system and the selection of the wire cross-section of the turning shop of an industrial enterprise. Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

The main purpose of the work is the calculation of the emergency lighting system and the selection of the wire cross-section.

The result of the work is the calculation and selection of the emergency lighting system and the selection of the wire cross-section.

Keywords: electrical receiver, complete capacitor units, distribution point, grounding device.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ	7
1.1. Основні поняття та визначення	7
1.2. Характеристика системи електропостачання	10
1.3. Призначення та склад електричного обладнання	12
1.4. Вибір величини напруги живлення	13
Висновки по розділу 1	14
РОЗДІЛ 2. ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ	15
Вибір схеми цехової силової мережі	15
Висновки по розділу 2	17
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ	18
3.1. Вибір джерел світла	18
3.2. Вибір нормованої освітленості та коефіцієнту запасу	19
3.3. Світлотехнічний розрахунок аварійного освітлення	23
3.4. Вибір перерізу проводів	25
Висновки по розділу 3	29
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АВР – автоматичне включення резерву

АД – асинхронний двигун

ЕО – електрообладнання

ЕП – електроприймач

ККУ – комплектні конденсаторні установки

НН – низька напруга

ПЗ – пристрій заземлення

ПС – підстанція

ПУЕ – Правила устаткування електроустановок

РП – розподільний пункт

ШНВ – шафа низьковольтна ввідна

ШНЛ – шафа низьковольтна лінійна

ШРА – шинопровід розподільчий алюмінієвий

ЩАО – щиток аварійного освітлення

ЩРО – щиток робочого освітлення

ВСТУП

Актуальність роботи. 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. Через це питання визначення розрахунок системи освітлення підприємства є актуальними.

Метою роботи є раціональний вибір системи аварійного освітлення та вибору перерізу проводів токарного цеху промислового підприємства.

Для досягнення запланованого в роботі реалізуються такі завдання:

1. Здійснення аналізу схеми електропостачання цеху, обрання рівня живлючої напруги.
2. Виконання розрахунку системи аварійного освітлення та вибору перерізу проводів токарного цеху промислового підприємства.

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

Предметом дослідження є електрична схема токарного цеху з урахуванням системи освітлення.

Методи досліджень. Під час проведення досліджень, використовувалися методи системного аналізу, методи математичного моделювання.

Практична значимість результатів роботи:

Сформовано методологічні засади покращення вибору, електропостачання промислового об'єкту, що дають змогу успішно вирішувати такі практичні проблеми:

1. Удосконалити вибір системи електропостачання типового промислового об'єкта згідно з його особливостями, можливостями для встановлення необхідного обладнання.
2. Надалі проводити розбудову системи освітлення.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

Бенедищук О. В. ВИБІР ДЖЕРЕЛ СВІТЛА ТОКАРНОГО ЦЕХУ.

Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. - С 98-100.

Бенедищук О. В., Феценко В. В. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК АВАРІЙНОГО ОСВІТЛЕННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ.

Наукові читання – 2026: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 квітня 2026 р. Житомир: Поліський національний університет, 2026. - С 93-95.

1. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОКАРНОГО ЦЕХУ МАШИНОБУДІВЕЛЬНОГО ЗАВОДУ

1.1. Основні поняття та визначення. Термінологічний словник

Сучасне життя важко уявити без вживання електричної енергії. Вона використовується у всіх сферах господарської діяльності [1].

Електрична енергія продукується на електричних станціях, що пов'язані між собою та зі споживачами електричними системами [2].

Розробка енергосистем дозволяє не лише підвищити економічність енергозабезпечення, а й відчутно збільшити його стійкість, надійність та якість [4].

Частину енергосистеми, що об'єднує генератори, розподільні пристрої (РУ), трансформаторні підстанції (ТП) та споживачі електричної енергії (електроприймачі – ЕП), прийнято називати *електричною системою*.

Частина електричної системи, до якої входять ТП та лінії різних напруг, називають *електричною мережею (ЕС)*. ЕС поділяються на живильні та розподільні.

Живлячі електричні мережі здійснюють передачу (транспорт, каналізацію) електричної енергії до розподільчих пунктів (РП) або ТП та не мають підключених ЕП.

Розподільні електричні мережі передають електроенергію від знижувальних ТП безпосередньо споживачам, або за повітряними лініями електропередачі (ПЛ), або кабельними лініями (КЛ) [3].

На різних ієрархічних рівнях електроенергетики та різних ситуаціях провідними є ті чи інші критерії. Однак у всіх випадках підвищення надійності як обов'язкова умова підвищення ефективності виробництва пов'язане зі збільшенням витрат, що вкладаються у створення та експлуатацію енергетичних систем, їх частин та елементів.

Одним з найважливіших завдань електропостачання, при забезпеченні його надійності у будь-якій галузі господарської діяльності, є найбільш

доцільне мережне будівництво. Воно полягає не тільки у прийнятті професійних рішень щодо схем електропостачання на стадії проектування, а й у використанні найсучаснішого мережного обладнання [4].

Якість електричної енергії, як невід'ємний атрибут будь-якого товару, є найбільш всеосяжною характеристикою як товаровиробника (енергопостачальної організації), так і безпосередньо споживача, що є джерелом спотворень, що вносяться в роботу енергосистеми в цілому.

Електроенергетичною системою називається електрична частина енергосистеми та приймачі електричної енергії, що живляться від неї, об'єднані загальним процесом виробництва, передачі, розподілу та прийому електричної та інших видів енергії [5].

Електричною системою (енергосистемою) називається сукупність електростанцій електричних та теплових мереж, з'єднаних між собою та пов'язаних спільністю режиму у безперервному процесі виробництва, перетворення та розподілу електричної енергії та теплоти при загальному керуванні цим режимом.

Електричною частиною системи називається сукупність електроустановок електричних станцій та електричних мереж енергосистем.

Електропостачанням називається забезпечення споживачів електричною енергією

Системою електропостачання називається сукупність електроустановок, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією.

Електрична мережа є пристроєм, що з'єднує джерела живлення зі споживачами електричної енергії. Основним призначенням електричних мереж є *електропостачання споживачів*, а також передача енергії на великі відстані.

Вузловою розподільчою підстанцією (ВРП) є підстанція підприємства напругою 110-220 кВ, що отримує електроенергію від енергосистеми та

розподіляє її за головними низькими підстанціями (ГПП) або підстанціями глибокого введення (ПГВ) по території підприємства.

Головна низька підстанція (ГПП) - являє собою трансформаторну підстанцію, що отримує електроенергію від енергосистеми на напругах 35 кВ і вище та розподіляє її територією підприємства.

Підстанція глибокого введення (ПГВ) – підстанції 110/10 та 35/0,4 кВ, що виконуються за спрощеними схемами первинної комутації, що отримує живлення від енергосистеми або вузлової розподільної підстанції даного підприємства та призначена для живлення окремого цеху, корпусу, групи цехів підприємства.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) – РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Внутрішньоцехова підстанція - підстанція, розташована всередині виробничої будівлі (відкрито або в окремому закритому приміщенні).

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція - відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огороження підстанції.

Струмопровід - пристрій, призначений для передачі та розподілення електроенергії, що складається з неізолюваних та ізолюваних провідників та ізоляторів, що відносяться до них, захисних оболонок, відгалужувальних пристроїв, підтримуючих та опорних конструкцій.

Шинопровід - жорсткий струмопровід до 1 кВ, що постачається комплектними секціями.

Головний розподільчий щит (ГРЩ) - розподільний щит, через який постачається електроенергією вся будівля або її відокремлена частина.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) –РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Внутрішньоцехова підстанція -підстанція, розташована всередині виробничої будівлі (відкрито або в окремому закритому приміщенні).

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огороження підстанції.

Струмопровід -пристрій, призначений для передачі та розподілення електроенергії, що складається з неізолюваних та ізолюваних провідників та ізоляторів, що відносяться до них, захисних оболонок, відгалужувальних пристроїв, підтримуючих та опорних конструкцій.

Шинопровід -жорсткий струмопровід до 1 кВ, що постачається комплектними секціями.

Головний розподільчий щит (ГРЩ) розподільний щит, через який постачається електроенергією вся будівля або її відокремлена частина.

Центральний розподільчий пункт (ЦРП) –РУ підприємства, одержує електроенергію від енергосистеми на напрузі 6-10 кВ і розподіляє її на тій же напрузі на території підприємства.

Стовпова (щогла) трансформаторна підстанція -відкрита трансформаторна підстанція, все обладнання якої встановлено на конструкціях або опорах повітряних ліній на висоті, що не потребує огороження підстанції.

1.2.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.

1.3. Призначення та склад електричного обладнання

Досліджуваний токарний цех призначений для виготовлення та обробки деталей машин, інструментів, заготовок із металу, дерева, пластику тощо шляхом обертання заготовки навколо нерухомого різального інструменту, що включає точіння циліндричних, конічних, фасонних поверхонь, підрізання торців, нарізання різьби, свердління та інші операції для створення потрібної форми, розмірів та шорсткості поверхні..

У цеху встановлене наступне устаткування.

Таблиця 1.1. Устаткування та обладнання, що входить до складу цеху

№ з/п	Номер на плані	Найменування електроприймачів
1	1, 2	Токарно-револьверні багатоцільові верстати
2	3, 21, 27	Кран-балка
3	4, 5	Токарні верстати з ЧПУ
4	6, 7, 15, 16	Свердлильно-фрезерні верстати
5	8	Кондиціонер
6	9, 10, 11, 12	Токарні верстати з ЧПУ збільшеної точності
7	13, 17, 18	Координатно-свердлильні горизонтальні верстати
8	14	Стругальний верстат
9	19	Шліфувальний верстат

10	20	Наждачний верстат
11	22, 23	Токарні багатоцільові дротово-патронні модулі
12	24, 29, 30	Токарні-вертикальні напівавтомати з ЧПУ
13	25, 26, 28	Координатно-свердлильні вертикальні верстати

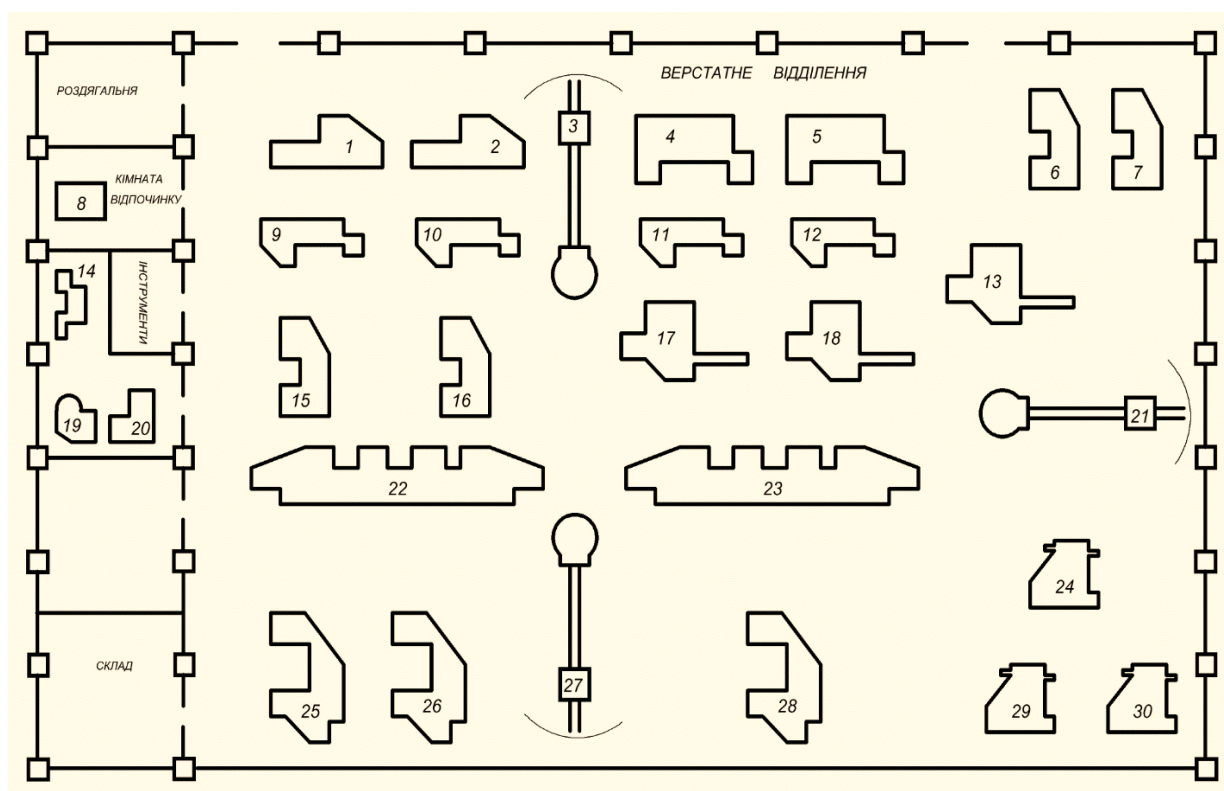


Рисунок 1.1–Розміщення технологічного обладнання

1.4.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 ізольованої нейтралі або постійному струмі [3].

Проаналізувавши вихідні дані, для живлення електрообладнання токарного цеху обираю напругу 0,4 кВ.

Висновки по першому розділу

В даному розділі було проаналізовано класифікацію споживачів електроенергії по ступені надійності електропостачання, та обрана категорія надійності токарного цеху для розрахунків електропостачання.

2. ВИБІР СХЕМИ ЦЕХОВОЇ СИЛОВОЇ МЕРЕЖІ

2.1. 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).

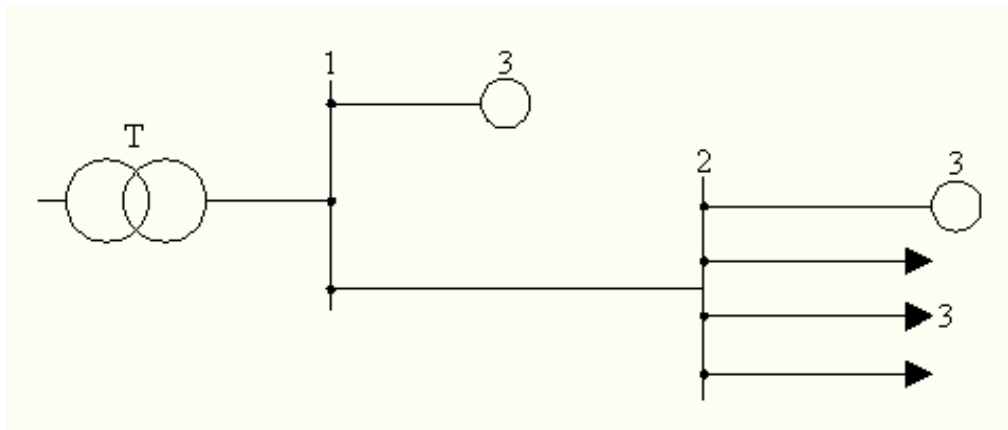


Рисунок 1.1 – Радіальна схема живлення електро приймачів при напрузі до 1 кВ: 1 - розподільний пристрій низької напруги (НН) цехової підстанції; 2 - силова розподільна шафа; 3 - електроприймачі.

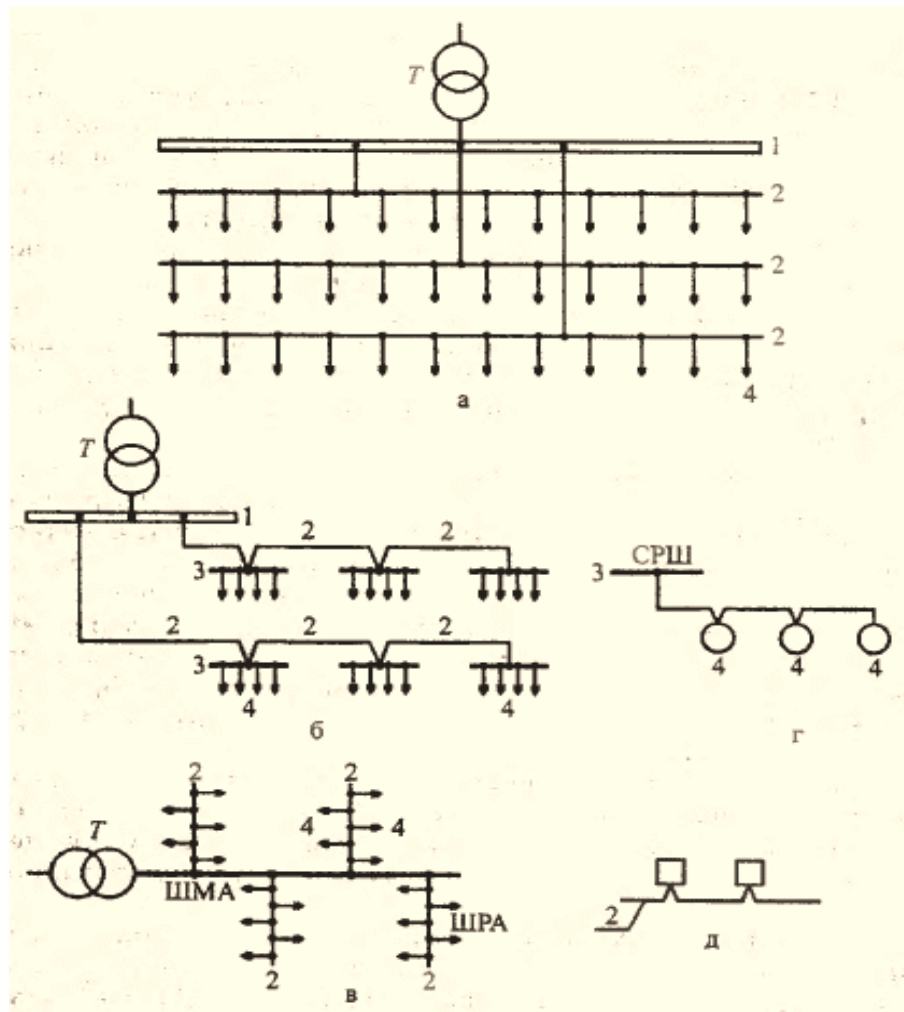


Рисунок 1.2 – Магістральні схеми живлення електроприймачів при напрузі до 1 кВ: а – з розподіленим навантаженням; б – з зосередженим навантаженням; в – блок “трансформатор-магістраль”; г - “ланцюжок; д – модульна; 1 - розподільний пристрій НН ЦТП; 2 – магістралі; 3 - силова розподільна шафа; 4 - електроприймачі.

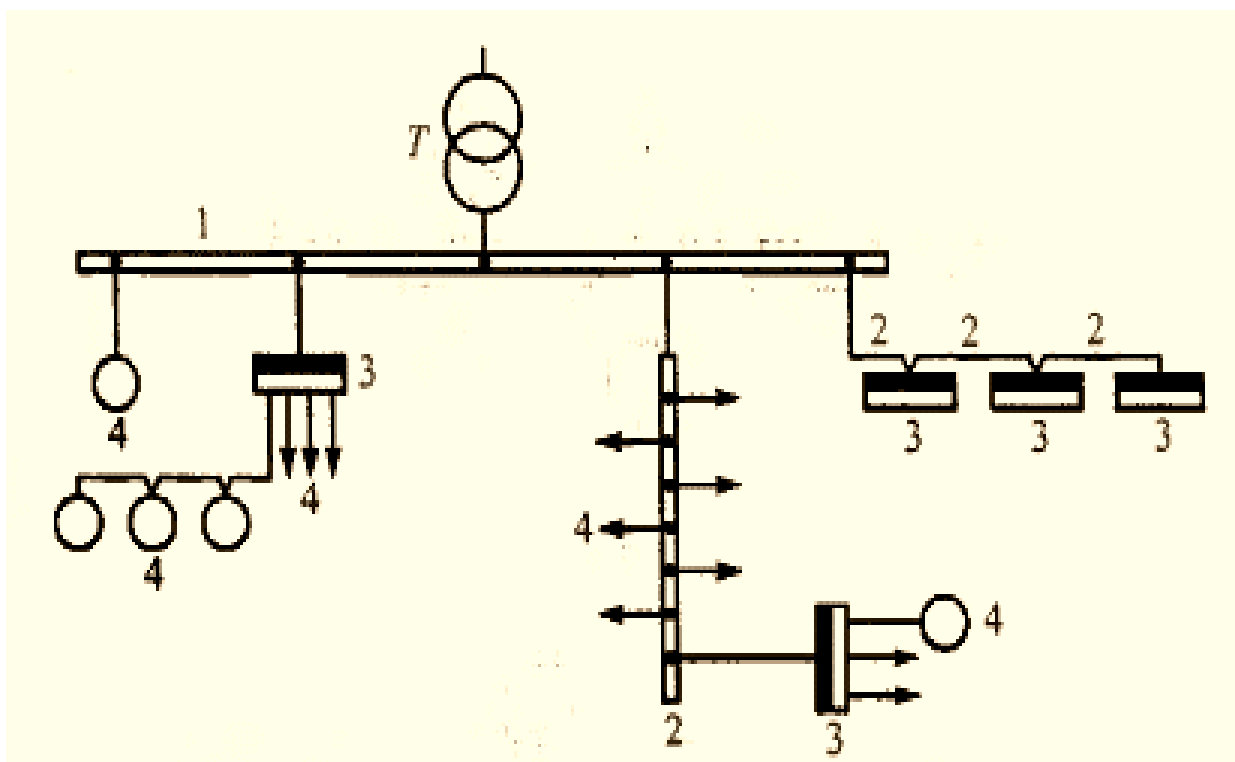


Рисунок 1.3 – Приклад змішаної схеми: 1 - розподільний пристрій НН ЦТП; 2 – магістралі; 3 - силова розподільна шафа; 4 - електроприймачі.

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.

Висновки по другому розділу

В даному розділі було обрана схема цехової силової мережі. Цех відноситься до II категорії надійності електропостачання, в якості напруги живлення ЦТП обрана напруга 10 кВ, а живлення електроприймачів цеху буде здійснюватися напругою 380 В.

3 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ

3.1 Вибір джерел світла

Згідно з [2], штучне освітлення у виробничих приміщеннях, де люди перебувають постійно, незалежно від обраної системи освітлення, має забезпечуватися розрядними джерелами світла.

Результати вибору джерел світла заносимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 –Вибір мінімальних рівнів освітленості приміщень і коефіцієнтів запасу

№	Найменування приміщення	Розміри приміщення, м			Джерела світла	
		Висота <i>H</i>	Довжина <i>A</i>	Ширина <i>B</i>	Загальне	Аварійне
1	Верстатне відділення	8	12	42	ДРЛ	ЛР
2	Роздягальня	4	18	30	ДРЛ	
3	Кімната відпочинку	4	8	6	ЛЛ (ЛБ)	
4	Інструментальна	4	8	6	ЛЛ (ЛБ)	ЛР
5	Кімната для точіння	4	6	6	ЛЛ (ЛБ)	ЛР
6	ЦТП	8	6	6	ЛЛ (ЛБ)	ЛР
7	Склад	4	10	6	ЛЛ (ЛБ)	ЛР

3.2 Вибір нормованої освітленості та коефіцієнту запасу

Згідно з наведеним вище, з [2], для кожного приміщення визначаємо нормовані значення освітленості та коефіцієнта запасу.

Результати вибору джерел світла заносимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Вибір мінімальних рівнів освітленості приміщень і коефіцієнтів запасу

Найменування приміщення	Площина нормування освітленості і її висота від підлоги, м	Нормовані значення	
		Освітленість, лк	Коефіцієнт запасу K_z , о.е
Верстатне відділення	Г-зона обробки	300	1,5
Роздягальня	Г-0,8	150	1,3
Кімната відпочинку	Г-0,8	150	1,3
Інструментальна	Г-0,8	150	1,3
Кімната для точіння	Г-0,8	200	1,3
ЦТП	В-1,5	150	1,3
Склад	Г-0,8	150	1,3

Класифікація світильників

Класи світильників залежно від співвідношення світлового потоку	
1	<i>П – прямого світла</i>
2	<i>Н – переважно прямого світла</i>
3	<i>Р – розсіяного світла</i>
4	<i>В – переважно відбитого світла</i>
5	<i>О – відбитого світла</i>
Характеристика світильників за типом кривої сили світла	

1	<i>концентрована (К)</i>
2	<i>глибока (Г)</i>
3	<i>косинусна (Д)</i>
4	<i>напівширока (Л)</i>
5	<i>широка (Ш)</i>
6	<i>рівномірна (М)</i>
7	<i>синусна (С)</i>
Класи світильників за конструктивним виконанням	
1	<i>відкриті</i>
2	<i>захищені</i>
3	<i>закриті</i>
4	<i>захищені від проникнення тонкого пилу</i>
5	<i>вологозахищені</i>
6	<i>вибухозахищені</i>
Класи світильників за способом установки	
1	<i>С – підвісні</i>
2	<i>П – стельові</i>
3	<i>Б – настінні</i>
4	<i>Т – напідложні</i>
5	<i>В – що вбудовуються</i>
6	<i>Д – що пристроюються</i>
7	<i>К – консольні</i>
8	<i>Р – переносні</i>
Класи світильників за основним призначенням	
1	<i>П – для промислових підприємств</i>

2	<i>P</i> – для рудників і шахт
3	<i>ПРО</i> – для суспільних будинків
4	<i>Б</i> – для житлових (побутових) приміщень
5	<i>В</i> – для зовнішнього освітлення
6	<i>Т</i> – для телевізійних студій

Результати вибору світильників заносимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 –Вибір світильників робочого й аварійного (евакуаційного) освітлення

Найменування приміщення	Розміри приміщення, м		Тип світильника		Система захисту ІР
			Тип джерела світла		
	Висота Н	А×В	Загальне	Аварійне	
Верстатне відділення	9	42×28	РСП	НСП	20
			ДРЛ	ЛР	
Роздягальня	3	6×4	ЛСП	—	54
			ЛБ		
Кімната відпочинку	3	6×4	ЛСП	—	54
			ЛБ		
Інструментальна	3	4×3	ЛСП	—	20
			ЛБ		
Кімната для точіння	3	8×4,5	ЛСП	—	20
			ЛБ		
ЦТП	4	6×6	ЛБП	—	20
			ЛБ		
Склад	3	6×6	ЛСП	—	54
			ЛБ		

У загальному випадку розрахункова висота підвісу світильників визначається за формулою [2]:

$$H_p = H - (h_c + h_p), \quad (3.1)$$

де H – висота приміщення;

h_c – висота звисання світильника;

h_p – висота робочої поверхні, при відсутності конкретної величини приймається рівною 0,8 м

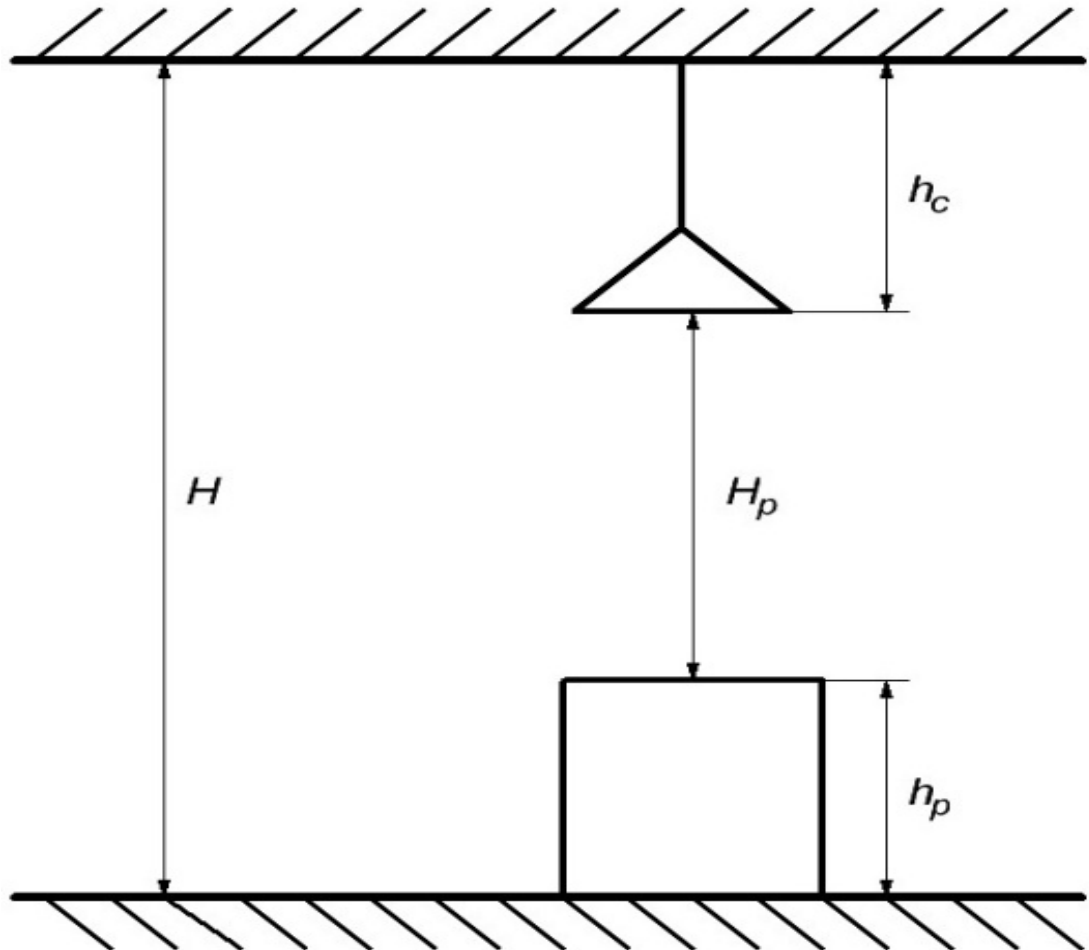


Рисунок 3.1 – Розміщення світильників

Визначимо висота підвісу світильників визначається за формулою:

$$H_p = H - (h_c + h_p) \quad (3.2)$$

1) Верстатне відділення:

$$H_p = 9 - (1,5 + 0,8) = 6,7 \text{ м}$$

2) Роздягальня

$$H_p = 3 - (0,5 + 0,8) = 1,7 \text{ м}$$

3) Кімната відпочинку

$$H_p = 3 - (0,5 + 0,8) = 1,7 \text{ м}$$

4) Інструментальна

$$H_p = 3 - (0,5 + 0,8) = 1,7 \text{ м}$$

5) Кімната для точіння ріжучого інструменту

$$H_p = 3 - (0,5 + 0,8) = 1,7 \text{ м}$$

6) ЦТП

$$H_p = 4 - (1,0 + 1,5) = 1,5 \text{ м}$$

7) Склад

$$H_p = 3 - (0,5 + 0,8) = 1,7 \text{ м}$$

3.3. Світлотехнічний розрахунок аварійного освітлення

Для розрахунку аварійного (евакуаційного) освітлення використаємо точковий метод. Він дозволяє розраховувати світловий потік джерела світла, світильника, ряду світильників.

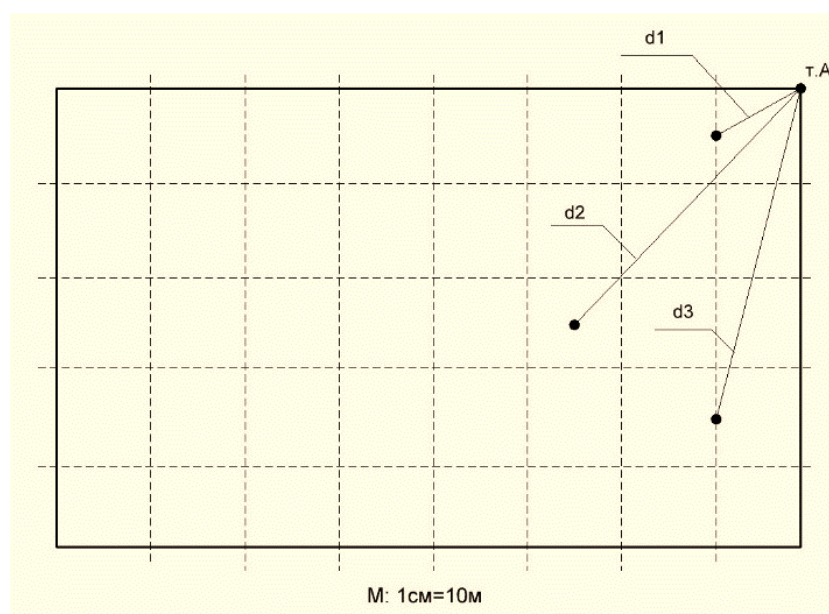


Рисунок 3.4 – Розрахунок аварійного освітлення

З [7], по просторовим ізолюксам залежно від $d_{i,m}$ ($d_1=5$; $d_2=9,8$; $d_3=12,4$); H_p , м ($H_p=6,7$) і типу світильника вибираємо умовні горизонтальні освітленості e_i для кожного ДС. Зробимо розрахунок фактичної освітленості.

Виберемо як джерело світла аварійного освітлення лампи розжарювання. Так як наш світильник має світлорозподіл дещо більш концентрований, чим конусний, тобто $m>1$, будемо виходити із бажаного значення $\lambda \approx 1,2$, відповідно до чого оберемо кількість світильників $N_{св}= 24$ шт. Коефіцієнт запасу $K_3=1,5$. Коефіцієнт, що враховує освітленість від вилучених ДС $\mu=1,1$.

Виберемо кількість джерел світла (ламп) у світильнику $n= 1$ шт.

Умовні освітленості від кожного ДС: $e_1= 14,4$, $e_2= 0,8$, $e_3= 0,4$.

Тоді загальна умовна освітленість у контрольній точці:

$$\sum e = 14,4 + 0,8 + 0,4 = 15,6 \text{ лм}$$

Фактична освітленість у точці А $E_n = 50 \text{ лм}$

Фактичний світловий потік від всіх світильників:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 1,2}{1,1 \cdot 15,6} = 4212 \text{ лм}$$

З врахуванням допустимого 10% відхилення вибираємо лампу розжарювання Г220-230-300 з $\Phi_{ном}=4850 \text{ лм}$, та $P_{ном}=300 \text{ Вт}$.

Встановлена потужність освітлювальної установки:

$$P_{уст} = P_{ном} \cdot n = 300 \cdot 24 = 7200 \text{ Вт}$$

Розраховані й обрані дані світлотехнічного розрахунку робочого й евакуаційного освітлення приміщень цеху заносимо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Світлотехнічний розрахунок освітлення приміщень

Найменування приміщення	Тип світильника джерела світла	Кількість світильників	$E_{ном}$ $лк$	K_3	Світловий потік, $к\lambda m$		Потужність, $кВт$	
	Загальне				Φ_l	$\Phi_{уст}$	P_3	$P_{уст}$

	Аварійне \							
Верстатне відділення	РСП18/ДРЛ	35(35)	300	1,5	24	840	0,4	14
	НСП17/ЛР	24(24)	50	1,5	4,85	116,4	0,3	7,2
Побутова кімната	ЛСП18/ЛБ	6(6)	150	1,3	1,25	7,5	0,018	0,108
	—	—						
Роздягальня	ЛСП18/ЛБ	6(6)	150	1,3	1,25	7,5	0,018	0,108
	—	—						
Інструментальна	ЛСП18/ЛБ	4(4)	150	1,3	1,25	5	0,018	0,072
	—	—						
Кімната для точіння ріжучого іструменту	ЛСП18/ЛБ	8(8)	200	1,3	3,05	24,4	0,036	0,288
	—	—						
ЦТП	ЛБП12/ЛБ	9(9)	150	1,3	1,25	11,25	0,018	0,162
	—	—						
Склад	ЛСП18/ЛБ	9(9)	150	1,3	1,25	11,25	0,018	0,162
	—	—						

3.4. Вибір перерізу проводів

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

$$I_{\text{доп}} \geq I_p / (K_{\text{п}} \cdot K')$$
(3.3)

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

$K_{\text{п}}$ – поправочний коефіцієнт, що враховує умови прокладки (при нормальних умовах прокладки $K_{\text{п}} = 1$).

Для проводів і кабелів, прокладених у коробах, а також у лотках пучками для їх тривало припустимих струмів вводяться понижуючі коефіцієнти $K'=(0,6 - 0,85)$ залежно від кількості прокладених поруч проводів або кабелів [1].

Для вибору перерізів проводів і кабелів по припустимому нагріванню необхідно визначити розрахункові струмові навантаження ліній.

Розрахункові максимальні струмові навантаження визначають по формулах :

для однофазної мережі:

$$I_p = P / U_{\phi} \cdot \cos \varphi \quad (3.4)$$

для трифазної мережі

$$I_p = P / \sqrt{3} \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi = P / 3 \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi \quad (3.5)$$

для двофазної мережі

$$I_p = P / 2 U_{\phi} \cos \varphi \quad (3.6)$$

Коефіцієнт потужності ($\cos \varphi$) з [3], варто приймати:

1,0 — для ламп накаливання;

0,85 — для однолампових світильників з люмінесцентними лампами низького тиску;

0,95 — для багатолампових світильників з люмінесцентними лампами низького тиску;

0,6 — для світильників з розрядними лампами високого тиску (ДРЛ, ДРИ);

0,85 — для світильників з розрядними лампами високого тиску, що мають ПРА з конденсатором.

Виходячи зі сказаного вище, за формулою (2.31) знайдемо розрахункові струмові навантаження ліній (з'єднуючих КТП - Т1 із МЩО, КТП -Т2 із ЩОа).

Для ЩО 1:

$$I_{p1} = \frac{14000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,6} = 35,5 \text{ A}$$

Для ЩО 2:

$$I_{p2} = \frac{900}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 1,4 \text{ A}$$

Для лінії від КТП -Т1 до МЩО:

$$I_p = 35,5 + 1,4 = 36,9 \text{ A}$$

Для ЩОа:

$$I_{pa} = \frac{7200}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 1} = 10,95 \text{ A}$$

Виходячи із знайдених розрахункових струмових навантажень ліній, вибираємо з [4] кабелі для всіх ділянок електричної мережі по припустимому нагріванню. При цьому варто врахувати поправочний коефіцієнт на умови прокладки. З [4] обрані типи кабелів при прокладці в повітрі, вони мають розрахункову температуру 25°C, а фактична дорівнює 20°C, отже $K_n = 1,05$. При прокладці в землі розрахункова температура 15°C і дорівнює фактичній температурі ґрунту, тому $K_n = 1$. Для кабелів, прокладених пучками вводимо понижуючі коефіцієнти 0,6 – 0,85 залежно від кількості прокладених поруч проводів або кабелів [1].

Остаточний результат вибору кабелів по припустимому нагріванню заносимо у таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 – Вибір кабелів по припустимому нагріванню

Групи (лінії)	I_p , А	$F_{ном}, мм^2$			$I_{доп}$, А	Марка кабелю	Марка автоматично го вимикача
		По мех. міцності	По доп. струму	По втраті напруги			
Електрична мережа робочого освітлення							
ЩО 1 (основне приміщення)							
1ф-1	20,3	4	4	4	27	АВВГ – 3×4	ВА 47-29
1ф-2	20,3	4	4	4	27	АВВГ – 3×4	ВА 47-29
1ф-3	20,3	4	4	4	27	АВВГ – 3×4	ВА 47-29
1ф-4	20,3	4	4	4	27	АВВГ – 3×4	ВА 47-29
1ф-5	20,3	4	4	4	27	АВВГ – 3×4	ВА 47-29
ЩО 2 (допоміжні приміщення)							
1ф-1	0,49	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
1ф-2	0,49	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
1ф-3	0,33	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
1ф-4	1,32	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
1ф-5	0,74	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
1ф-6	0,74	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
Від МЩО							
3ф-1	35,5	10	10	10	42	АВВГ – 4×10	ВА 47-29
3ф-2	1,4	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 4×2,5	ВА 47-29
Від КТП-Т1							
3ф-1	39,5	10	10	10	42	АВВГ – 4×10	ВА 47-29
Електрична мережа аварійного (евакуаційного) освітлення							
ЩОа							
1ф-1	8,2	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3× 2,5	ВА 47-29
1ф-2	8,2	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29

1ф-3	8,2	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
1ф-4	8,2	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 3×2,5	ВА 47-29
Від КТП –Т2 до ЩОа							
3ф-1	10,95	2,5	2,5	2,5	19	АВВГ – 4×2,5	ВА 47-29

Висновки по третьому розділу

В даному розділі кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок та вибір джерел світла, вибір нормованої освітленості та коефіцієнту запасу та світлотехнічний розрахунок аварійного освітлення. Також був здійснений розрахунок та вибір перерізу проводів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз складу електрообладнання токарного цеху машинобудівельного заводу.

В роботі було проаналізовано класифікацію споживачів електроенергії по ступені надійності електропостачання, та обрана категорія надійності токарного цеху для розрахунків електропостачання. Цех відноситься до II категорії надійності електропостачання, в якості напруги живлення ЦТП обрана напруга 10 кВ, а живлення електроприймачів цеху буде здійснюватися напругою 380 В, було проведено розрахунок електричного навантаження токарного цеху машинобудівельного заводу. Було проведено розрахунок та вибір джерел світла, вибір нормованої освітленості та коефіцієнту запасу та світлотехнічний розрахунок аварійного освітлення. Також був здійснений розрахунок та вибір перерізу проводів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Улаштування електроустановок./ Наказ Міненерговугілля 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. Монтік 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.: Каменярь, 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