

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Літяга Олександра Валеріївна

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Реконструкція електрифікації ремонтної майстерні з модернізацією
внутрішнього освітлення

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Савченко Л.Г.
к.і.н., доцент

АНОТАЦІЯ

Літяга Олександра Валеріївна. Реконструкція електрифікації ремонтної майстерні з модернізацією внутрішнього освітлення. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У цьому дипломному проєкті розглядається тема модернізації електричних систем в ремонтній майстерні, включаючи оновлення внутрішніх електричних мереж. У рамках кваліфікаційної роботи було проаналізовано процес проєктування ремонтної майстерні з детальними розрахунками навантажень на освітлювальну та силову мережі, з оцінкою споживаної потужності та вибором необхідного перетину кабелю на основі отриманих даних. Також було виконано розрахунки для автоматичних вимикачів, запобіжників, магнітних пускачів та теплових реле, щоб забезпечити захист електрообладнання від перевантажень.

З результатів аналізу було обрано димер Белла с16-65 для освітлювальної мережі, проведено розрахунки споживаної потужності майстерні і вибрано лічильник електроенергії Меркурій 230 АМ-02 з пультом управління: струм 10 (100) А, клас точності 1.0. Додатково встановлено пристрій захисного відключення (ПЗВ) для забезпечення безпеки використання зварювального обладнання від ураження електричним струмом.

Ключові слова: ремонтна майстерня, освітлення, силова мережа, потужність, електричний струм.

ANNOTATION

Oleksandra Valeriivna Lityaga. Reconstruction of the electrification of the repair workshop with modernisation of the interior lighting. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for the bachelor's degree in the specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics". – Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

This thesis project deals with the modernization of electrical systems in a repair shop, including the upgrade of internal electrical networks. As part of the qualification work, the design process of the repair shop was analyzed with detailed calculations of the loads on the lighting and power networks, with an estimate of power consumption and the selection of the required cable cross-section based on the data obtained. Calculations were also made for circuit breakers, fuses, magnetic starters, and thermal relays to ensure that the electrical equipment was protected from overloads.

Based on the results of the analysis, a Bell s16-65 dimmer was selected for the lighting network, the workshop power consumption was calculated, and a Mercury 230 AM-02 electricity meter with a control panel was selected: current 10 (100) A, accuracy class 1.0. Additionally, a residual current device (RCD) was installed to ensure the safety of using welding equipment against electric shock.

Keywords: repair shop, lighting, power grid, power, electric current.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКОВАНОЇ РОБОТИ.....	7
1.1 Електрообладнання підприємства.....	7
1.2 Обґрунтування теми випускної кваліфікаційної роботи.....	7
РОЗДІЛ 2. РОЗВИТОК ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	8
2.1 Розрахунок навантажень освітлювальної мережі.....	8
2.2. Обчислення навантажень на силову мережу.....	12
2.3 Визначення перетину проводів та кабелів.....	14
2.4 Вибір автоматичних вимикачів і запобіжників.....	18
2.5 Підбір теплових реле і магнітних пускачів.....	23
Висновки за розділом.....	26
РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ.....	27
3.1 Установка димера в освітлювальну мережу майстерні.....	26
3.2. Монтаж приладів для обліку споживання електроенергії.....	28
3.3. Застосування пристрою захисту від відключення у зварювальному устаткуванні.....	33
Висновки по розділу.....	38
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	41

ВСТУП

На сьогодні електрична енергія стала найбільш поширеною формою енергії завдяки своїй відносній простоті виробництва, трансформації, транспортування на значні відстані та розподілу серед споживачів. Розвиток науково-технічного прогресу спонукає до поліпшення електричного обладнання, розробки ефективних і надійних систем електропостачання для промислових об'єктів, освітлювальних систем, автоматизованих систем контролю за технологічними процесами, а також до впровадження енергозберігаючих мікропроцесорних технологій. Та, з огляду на стрімкий розвиток технологій, зокрема в сфері енергетики, з'являються нові виклики та проблеми, які потребують уваги при проєктуванні та будівництві сучасних електромереж. Процес проєктування ремонтної майстерні базується на розробленій схемі розвитку енергосистеми і охоплює широкий спектр питань, пов'язаних з електричними та економічними аспектами. З огляду на зростаючі вимоги до електробезпеки, виникає необхідність у встановленні додаткових захисних заходів. Це спонукало до прийняття рішення про реконструкцію та модернізацію внутрішніх електричних мереж в ремонтній майстерні.

Метою кваліфікаційної роботи є реконструкція електрифікації машино-ремонтної майстерні з модернізацією внутрішнього освітлення.

Для досягнення поставленої мети було поставлено і вирішено наступні завдання:

- розробити схеми керування електричним освітленням з використанням димера і розробити щиток освітлення;
- провести розрахунок навантажень освітлювальної мережі.

Об'єкт дослідження: є процес функціонування внутрішньої системи освітлення ремонтної майстерні в агропромисловому комплексі України.

Предмет дослідження: закономірності, правила та способи вибору (комплектування) та використання енергетичного обладнання ремонтної майстерні.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Савченко Л. Г., Літяга О.В., Українець С.В. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез X-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»*. м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 35-38/

2. Савченко Л. Г., Літяга О.В. Використання пристрою захисного відключення для зварювального обладнання. Міжнародна науково-практична конференція молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти *«Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки»*. м. Рівне, 9-10 травня 2024 року. Рівне : НУВГП. С.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств представляє розроблена схема керування електричним освітленням ремонтної майстерні з використанням димера і розробка щита освітлення.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 18 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 42 сторінки комп'ютерного тексту, містить 4 таблиці і 17 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКОВАНОЇ РОБОТИ

1.1 Електрообладнання підприємства

Внутрішні електричні системи складаються з кабелів наступних типів і довжин: ВВГ 3 · 1,5 на довжину 400 метрів; ВВГ 3 · 2,5 на довжину 500 метрів; ВВГ 4 · 1,5 на довжину 250 метрів; ВВГ 4 · 5 на довжину 200 метрів; загальна довжина кабельних ліній становить 1350 метрів. Високовольтні лінії представлені кабелем АСБ 4 · 120, що має довжину 250 метрів, призначеним для укладання в землю (траншеї) з умовами середньої корозійної активності і відсутності блукаючих струмів. Виконання кабелю ЦАСБ передбачає просочення спеціальним нестікаючим складом.

Основним споживачем електричної енергії є ремонтна майстерня з потужністю споживання приблизно 51 кВт, а також офіс, який споживає близько 20 кВт. Потужності інших користувачів коливаються від 5 до 6 кВт.

1.2. Обґрунтування теми випускної кваліфікаційної роботи

Дослідження операційної діяльності ТОВ «Аграрні Системні Технології» вказує на те, що компанія стабільно прогресує, має достатньо технічних і трудових ресурсів у порівнянні з аналогічними аграрними підприємствами. Ремонт агротехніки проводиться оперативно. Ззовні компанія виглядає сучасно, однак вдосконалення системи автоматизації освітлення майстерень може принести економію електроенергії на рівні 20...30%.

Зараз середнє споживання енергії становить приблизно 33948,7 кВт-год, але з впровадженням нової розробки, цей показник може знизитися на 10184,3 кВт-год.

РОЗДІЛ 2

РОЗВИТОК ОСНОВНИХ АСПЕКТІВ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Розрахунок навантажень освітлювальної мережі

Для нашої ремонтної майстерні більш відповідним буде застосування ламп ДРЛ із світильниками типу РСП, на відміну від РЛНД із світильником ПВЛМ, які представлені на другому кресленні формату А1. Далі, детальні розрахунки уточнять вибір джерела світла і типу світильника, а також світлові параметри лампи. Для наших розрахунків обрано світильник РСП08 · 250/Г03-10(02) типом кривої сили світла Г-глибока ($\lambda_s = 1\lambda_c = 0.9$).

Визначаємо коефіцієнт корисної дії світла $\lambda = 0.9$, оскільки економічно доцільне збільшення цього показника на 20-40% враховує вартість світильників та витрати на їх обслуговування, проте це потребує уточнення для конкретних умов. Перевищення даного показника слід вважати ризикованим, оскільки може негативно вплинути на якість освітлення. Визначаємо оптимальну відстань між світильниками за формулою:

$$\lambda = L \div h \tag{2.1}$$

$$L = \lambda \cdot h = 0.9 \cdot 3 = 2,7\text{м}$$

Відповідно до умов нашого приміщення, краще розмістити світильники у два ряди. Тепер нас чекає розрахунок оптимальної кількості світильників для кожного ряду:

$$n = A \div L \tag{2.2}$$

$$n = A \div L = 11.35 \div 2.7 = 4.2$$

На основі виконаних нами розрахунків, встановлюємо чотири світильники в кожному ряду. Усього в проєктованому робочому просторі передбачено вісім світильників.

Наступний етап – це визначення «критичних» (контрольних) точок для обчислення рівня освітленості, використовуючи діаграму лінійних ізолюксів для обраного нами світильника РСП08 · 125/Л00-01(02).

В нашому випадку, оскільки світильники розміщені у вершинах прямокутника, вибираємо дві точки (згідно з рисунком 2.1) та розраховуємо, в якій з них освітленість буде найнижчою.

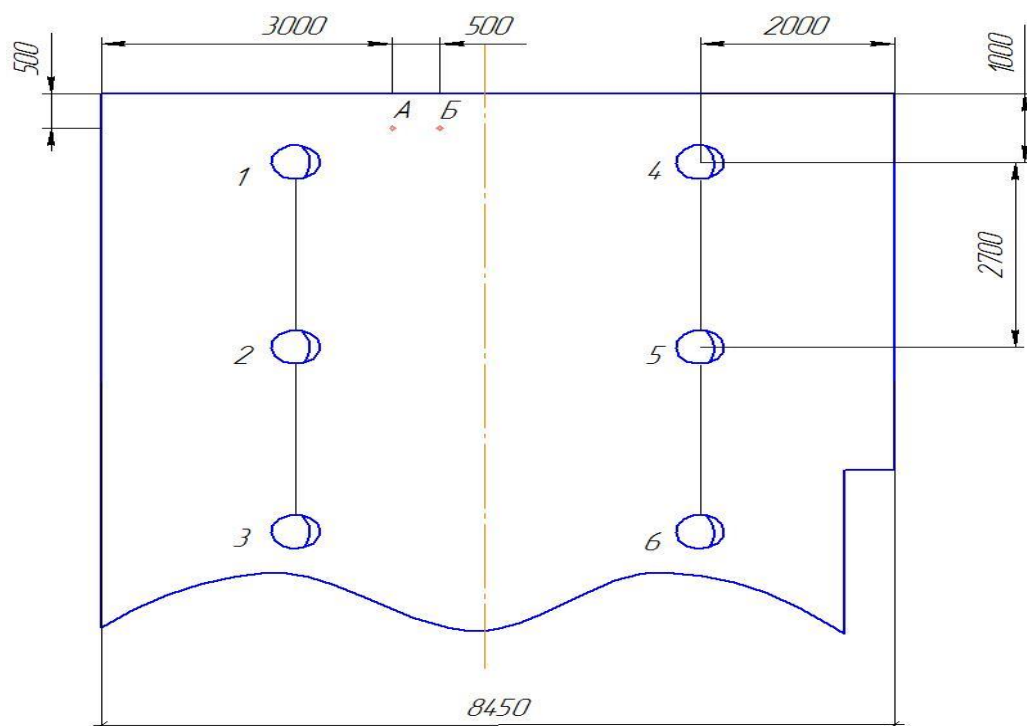


Рис. 2.1. Критичні точки.

Визначимо світловий потік для точки А, використовуючи відповідну формулу:

$$d = \sqrt{L^2 + l^2} \quad (2.3)$$

$$d_1 = \sqrt{0.5^2 + 1^2} = 1,12\text{м}, e_1 = 32\text{лк},$$

$$d_2 = \sqrt{3.2^2 + 1^2} = 3,35\text{м}, e_1 = 5.3\text{лк},$$

$$d_3 = \sqrt{5.9^2 + 1^2} = 6\text{м}, e_1 = 0.3\text{лк},$$

$$d_4 = \sqrt{0.5^2 + 3.5^2} = 3,5\text{м}, e_1 = 4,5\text{лк},$$

$$d_5 = \sqrt{3.2^2 + 3.5^2} = 4,7\text{м}, e_1 = 1,3\text{лк},$$

$$d_6 = \sqrt{5.9^2 + 3.5^2} = 6,8\text{м}, e_1 = 0,1\text{лк},$$

Обчислимо загальну умовну освітленість, яка надходить від найближчих світильників (в люксах):

$$\sum e = e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 + e_6 \quad (2.4)$$

$$\sum e = 32 + 5,3 + 0,3 + 4,5 + 1,3 + 0,1 = 43,5\text{лк},$$

Визначимо світловий потік лампи (у люменах):

$$\Phi_A = (1000 \cdot E \cdot k) \div (\mu \cdot \sum e) \quad (2.5)$$

$$\Phi_A = (1000 \cdot 300 \cdot 1,2) \div (1,2 \cdot 43,5) = 6896,5\text{лм}$$

Обчислимо світловий потік для точки Б, використовуючи формулу 2.3:

$$d_1 = \sqrt{0.5^2 + 1.5^2} = 1,6\text{м} \quad e_1 = 30\text{лк}$$

$$d_2 = \sqrt{3.2^2 + 1.5^2} = 3,5\text{м} \quad e_1 = 4,5\text{лк}$$

$$d_3 = \sqrt{5.9^2 + 1.5^2} = 6,1\text{м} \quad e_1 = 0,24\text{лк}$$

$$d_4 = \sqrt{0.5^2 + 3^2} = 3\text{м} \quad e_1 = 6\text{лк}$$

$$d_5 = \sqrt{3.2^2 + 3^2} = 4,3\text{м} \quad e_1 = 1,8\text{лк}$$

$$d_6 = \sqrt{5.9^2 + 3^2} = 6,8\text{м} \quad e_1 = 0,13\text{лк}$$

$$\sum e = 30 + 4.5 + 0.24 + 6 + 1.8 + 0.13 = 42.7 \text{лк}$$

$$\Phi_A = (1000 \cdot 300 \cdot 1,2) \div (1,2 \cdot 42,7) = 7025,7 \text{лм}$$

Виявивши "найгірші" (контрольні) точки в проєктованій майстерні, ми визначили умовну освітленість для них. Контрольну точку Б зі світловим потоком 7025,7 люмен визнано оптимальною для наших потреб. Вибір лампи ведеться з урахуванням норм, які дозволяють відхилення від розрахункового світлового потоку точки Б ($\Phi=7025,7$ лм) в межах від -10% до +20% (6323 – 8430 люмен). Ці параметри відповідають лампі ДРЛ 125 зі світловим потоком 6000 люмен та потужністю 125 ват.

Загальна потужність освітлення визначається сумою потужностей всіх ламп, які забезпечують освітлення даної зони. У випадку використання люмінесцентних ламп до цієї потужності додаються також втрати в баластах (ПРА), що становить додаткові 25%.

Розрахунок навантаження на освітлювальну мережу можливо здійснити, використовуючи метод коефіцієнта попиту:

$$P_p = n \cdot P \cdot K_c \cdot a \quad (2.6)$$

де, n – чисельність ламп;

p – потужність ламп;

K_c – коефіцієнт попиту;

α – коефіцієнт, який включає в себе втрати в ПРА (ДРЛ-1,1, ЛЛ-1,2-1,3)

$\text{tg}\varphi$ – коефіцієнт індуктивної потужності

На основі даних з таблиці 2.1 було встановлено параметри для застосування у формулі 2.6.

Таблиця 2.1 – Коефіцієнт попиту.

Найменування	К _с
Мережі групові	1
Зовнішнє та аварійне освітлення	1
Малі виробничі приміщення	0,95
Адміністрація	0,9
Значні виробничі приміщення	0,8
Комори	0,6

З цього ми визначаємо активне навантаження на електромережу:

$$P_p = 8 \cdot 125 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 1.045 \text{ кВт}$$

Реактивна потужність складатиметься наступним чином:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (2.7)$$

$$Q_p = 1.045 \cdot 0,33 = 0,344 \text{ кВт},$$

Загальна потужність буде наступною:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (2.8)$$

$$S_p = \sqrt{1.045^2 + 0,344^2} = 1,1 \text{ кВт}.$$

2.2. Обчислення навантажень на силову мережу

Під час розрахунку навантажень на силову мережу спочатку необхідно визначити схему розподілу електроенергії. У виробничих умовах застосовуються радіальні та магістральні типи електропостачання, тоді як для великих будівель часто вибирають комбіновані схеми. В радіальній схемі кожен споживач електроенергії (наприклад, електродвигуни) має індивідуальне

підключення до джерела живлення, такого як електрощитова або силовий розподільчий пункт, що дозволяє використовувати окремі кабелі для кожного приєднання, забезпечуючи тим самим збільшення терміну експлуатації. Магістральна схема передбачає підключення однотипних споживачів до єдиної лінії (шинозбірка або шини), що спрощує монтаж, але може знижувати надійність та збільшувати взаємозалежність у роботі споживачів. В обраному нами випадку використовується магістральна схема з використанням трьох або чотирьох жильних кабелів для з'єднання двигунів.

Перед розпочатком обчислень на генеральному плані відзначаємо маршрути укладання кабелів на території заводу та визначаємо відстані між точками підключення навантажень у кожному кабельному маршруті. Нумерація секцій ведеться від трансформаторної підстанції, яка позначена як точка (0).

Обчислення загального навантаження по лініях починається з їх кінців і проводиться в напрямку до початку. Загальне навантаження кожної ділянки мережі, включаючи активну та реактивну потужність, визначаємо, використовуючи коефіцієнт підсумовування, згідно з відповідними формулами.:

$$P_y = P_B + K_C \cdot P_M \quad (2.9)$$

$$Q_y = Q_B + K_C \cdot Q_M \quad (2.10)$$

де P_B , Q_B , P_M , Q_M – значні та незначні активні та реактивні загальні навантаження;

K_C – загальний коефіцієнт від меншого навантаження до більшого встановлюється згідно з таблицею 2.2.

Таблиця 2.2 – Діапазони навантажень та коефіцієнти агрегування.

P_M, Q_M	0,3-0,8	0,9-11	12-20	21-31	32-41	42-51	52-90	91-121	122-151
K_C	0,63	0,6	0,62-0,63	0,64-0,65	0,65-0,67	0,67-0,69	0,68-0,69	0,69-0,7	0,71-0,73

Для реалізації цього сегмента завдання ми створюємо схему прокладки кабельних ліній, на якій зазначаємо довжину кожної секції та навантаження споживачів (див. рисунок 2.2).

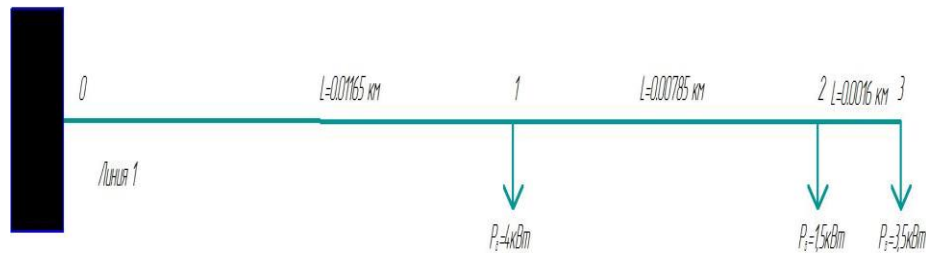


Рис. 2.2. Схема розрахунку силових мереж.

Агрегуємо навантаження за ділянками та вносимо дані до таблиці 2.3:

Таблиця 2.3 – Навантаження на сегменти лінії.

Номер ділянки	Активна денна			Реактивна денна		
	P_B	$K_C \cdot P_M$	$P_{уч}$	Q_B	$K_C \cdot Q_M$	$Q_{уч}$
Лінія 1						
3 – 2	3,3	–	3,6	2	-	2
2 – 1	3,3	1,93	5,13	2,1	1,3	3,3
1 – 0	5,13	2,5	7,53	3,3	1,9	5,1

2.3 Визначення перетину проводів та кабелів

Силові кабелі мають наступні компоненти: провідні жили, ізоляцію, оболонки та захисні покриття. Також до складу кабелю можуть входити екрани, заземлювальні жили та заповнювачі.

Силові кабелі класифікуються за декількома ознаками: за типом металу провідників — кабелі з мідними або алюмінієвими жилами; за видом матеріалу ізоляції жил — кабелі з паперовою, пластиковою чи гумовою ізоляцією; за типом захисту ізоляції від зовнішніх впливів — кабелі в металевій, пластиковій або гумовій оболонці; за методом захисту від механічних пошкоджень — броньовані та неброньовані; за кількістю жил — одно-, дво-, трьох-, чотирьох- та п'ятижильні кабелі.

Кожен тип кабелю має своє унікальне позначення та маркування, яке визначається за допомогою ініціалів, що відображають його конструкцію.

Провідні жили силових кабелів виробляються з міді або алюмінію і можуть бути одножильними або багатожильними. Жили можуть мати круглу, секторну або сегментну форму (див. рисунок 2.3).

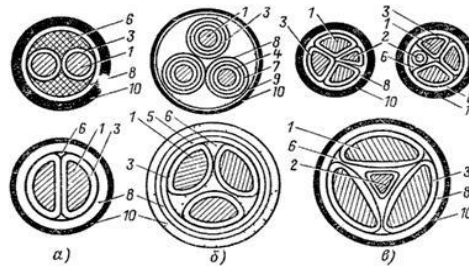


Рис. 2.3. Перетини силових кабелів: а – двожильні кабелі з круглими та сегментними жилами, б – трижильні кабелі з індивідуальною ізоляцією і окремими покриттями, в – чотирижильні кабелі з нейтральною жилою круглої, секторної та трикутної форм, 1 – провідна жила, 2 – нейтральна жила, 3 – ізоляція жили, 4 – екран на провідній жилі, 5 – поясна ізоляція, 6 – заповнювач, 7 – екран на ізоляції жили, 8 – оболонка, 9 – Захисна броня, 10 – зовнішнє захисне покриття.

Силові кабелі складаються з основних та нейтральних жил. Основні жили призначені для передачі електричної енергії, тоді як нейтральні жили забезпечують вирівнювання фазних струмів при неоднорідних навантаженнях.

Жили з алюмінію до 35 мм^2 зазвичай виробляють одножильними, в діапазоні від 50 до 240 мм^2 – як одножильними, так і багатожильними, а від 300 до 800 мм^2 – багатодротовими.

Мідні жили до 16 мм^2 зазвичай одножильні, у діапазоні від 25 до 95 мм^2 можуть бути як одножильними, так і багатожильними, а від 120 до 800 мм^2 – виключно багатожильними.

Нейтральна жила, або жила захисного заземлення, зазвичай має менший переріз у порівнянні з основними жилами. Вона може мати круглу, секторну або трикутну форму та розташовуватися у центрі кабелю чи між основними жилами.

Жила захисного заземлення використовується для з'єднання з заземлювальним контуром металевих частин електроустановок, які не знаходяться під напругою.

Добір перетину кабелю визначається згідно з струмом кожного двигуна, тому потрібно визначити струм для кожного двигуна окремо.

Обчислення здійснюється відповідно до формули:

$$I_{Н,ДВ} = P \div (\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \eta_{НОМ} \cdot \cos \phi) \quad (2.11)$$

$$I_{Н,ДВ1} = 4000 \div (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.875 \cdot 0.9) = 7.7 \text{ А}$$

$$I_{Н,ДВ2} = 1500 \div (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.9 \cdot 0.8) = 3.2 \text{ А}$$

$$I_{Н,ДВ3} = 3500 \div (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.95 \cdot 0.75) = 7.4 \text{ А}$$

Оскільки максимальний струм становить 7,7 А, відповідно до цього показника ми вибираємо перетин кабелю, користуючись даними з таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Перетин провідних жил мідного кабелю.

Перетин провідних жил, мм	Мідні жили дротів і кабелів			
	220В		380В	
	Струм, А	Пот., кВт	Струм, А	Пот., кВт
1,5	19	4.2	16	10.6
2,5	27	5.8	25	16.6
4	38	8.4	30	19.9
6	46	10.2	40	26.5
10	70	15.5	50	33.1
16	80	18.8	75	49.6
25	115	25.4	90	59.5
35	135	29.8	115	75.8
50	175	38.6	145	95.8
70	215	47.4	180	118.9
95	265	57.3	220	145.3
120	300	66.1	260	171.7

Відповідно до допустимого струму, для наших потреб підходить мідний силовий кабель з перетином провідних жил 1,5 мм², який може мати однодротову або багатодротову мідну жилу, ізольовану полівінілхлоридом, і

вкриту полівінілхлоридною оболонкою, яка не підтримує горіння. Кабель марки NYM 4 · 1,5 є придатним для встановлення електричної проводки в сухих та вологих умовах, зовні будівель, у трубах або кабельних каналах, на кабельних мостах, а також для підключення промислових агрегатів та побутової техніки у стаціонарних установках.

Перевірка обраного перетину кабелю здійснюється з урахуванням допустимого падіння напруги (ε) в кабелі, яке не має перевищувати 5%. Розрахунок падіння напруги ε проводиться відповідно до формули:

$$\varepsilon = (P_H \cdot L) \div (U_H^2 \cdot \gamma \cdot S) \quad (2.12)$$

$$\varepsilon = (4000 \cdot 11.65) \div (380^2 \cdot 57 \cdot 1.5) = 0,0037$$

де $P_H \cdot L$ – момент навантаження (P_H приймається у Вт);

L – дистанція в метрах від силового розподільчого пункту до двигуна, для якого проводиться розрахунок;

U_H – номінальна напруга електродвигуна, В ;

S – переріз жили кабелю, мм²;

γ – питома провідність матеріалу жили (γ міді дорівнює 57, γ алюмінію дорівнює 35,6).

Якщо ε перевищує 5%, то вибір перетину жили кабелю слід збільшити до наступного номінального розміру, після чого розрахунок потрібно повторити. Процедуру розрахунку перетину проводів проведемо для ремонтної майстерні.

$$I = (P \cdot K_H) \div (U \cdot \cos \phi) \quad (2.13)$$

$$I = (1100 \cdot 0.75) \div (220 \cdot 1) = 3.75 \text{ А}$$

де P – сума потужності електроприладів, Вт;

U – напруга мережі, В;

$K_H = 0.75$;

$\cos(\phi) = 1$.

Для мережі освітлення також використовуємо мідний дріт перерізом 1,5 мм з полівінілхлоридною ізоляцією та оболонкою, маркований як ПУНП (ПБПП) 3 · 1,5. Цей дріт призначений для укладання в мережах освітлення, монтажу та підключенню слабкострумових приладів побутового призначення.

2.4 Вибір автоматичних вимикачів і запобіжників

У минулому, від аварійних робочих режимів електропроводки і перевантаження або короткого замикання були застосовані до захисту електропроводки та електричного обладнання електричні пробки, як правило, керамічні. Будова цих пристроїв досить проста.

Автоматичні вимикачі (AV), які стають популярними для заміни традиційних пробок і є більш надійними за них, включають у свою конструкцію модуль із двома контактами для підключення та кнопкою ввімкнення (однополюсний тип).

Конструктивно пристрій поміщений у закритий пластиковий корпус. На задній стороні автомата розташований спеціальний фіксатор, що дозволяє надійно кріпити його на DIN-рейку в електричному щитку.

Добір автоматичних вимикачів є ключовим завданням, яке вимагає уважного підходу. У ситуаціях, коли виникають аварійні обставини, правильно вибраний автомат забезпечує захист не тільки обладнання, а й людських життів.

Автоматичний вимикач — це пристрій для комутації, що призначений для автоматичного відключення електричного кола при короткому замиканні або перевантаженні.

На електричних схемах ці пристрої позначають як АВ або QF (за європейським стандартом).

Ключові параметри, на які слід звертати увагу при виборі автоматичних вимикачів, включають:

- кількість полюсів;

- номінальну напругу;
- максимальний робочий струм;
- здатність до відключення при струмі короткого замикання.

Номінальна напруга автомата визначається як напруга, для якої призначений цей автомат. Вона повинна бути рівною або вищою за номінальну напругу мережі U_C , незалежно від місця його установки. Напруга автомата U_{AB} завжди має відповідати або перевищувати цей показник:

$$\begin{aligned} U_{AB} &\geq U_C, & (2.14) \\ 380 &\geq 380 \end{aligned}$$

Під час вибору автоматів за максимальним робочим струмом необхідно забезпечити, щоб номінальний струм автомата (номінальний струм вимикача) $I_{ABном}$ був дорівнює або перевищував максимально можливий робочий струм I_{max} , що включає у себе розгляд можливих перевантажень::

$$\begin{aligned} I_{ABном} &\geq I_{max}, & (2.15) \\ 25 &\geq 7.7 \end{aligned}$$

Для мережі електродвигунів вибираємо триполюсний автоматичний вимикач MerlinGerin, модель ВА 25 з номінальним струмом 25 А (див. рисунок 2.4).

Кількість полюсів автоматичного вимикача вибирається відповідно до кількості фаз у мережі. Так, для однофазної мережі використовують уніполярні або біполярні автомати, а для трифазної мережі — триполюсні чи чотириполюсні автомати (у системі з заземленою нейтраллю TN-S). У побутовому секторі зазвичай застосовують однополюсні та біполярні вимикачі.

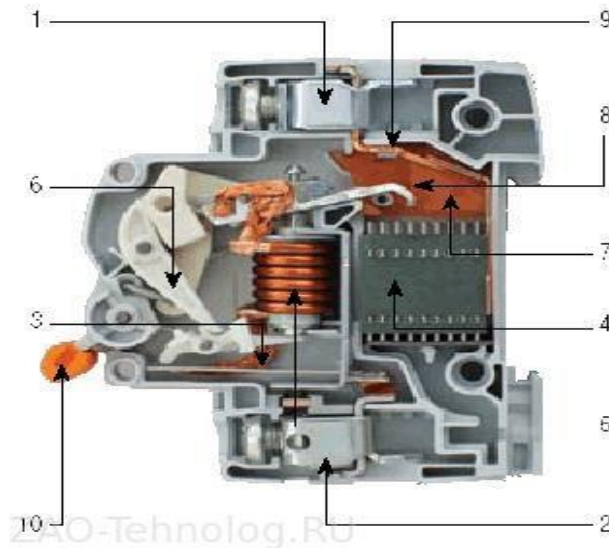


Рис. 2.4. Загальна будова вимикача автоматичного ВА25: 1 – верхня клемма, 3 – тепловий розчеплювач (біметалева пластина), 2 – нижня клемма, 4 – дугогасительна камера, 6 – механізм взводу, 5 – розчеплювач електромагнітний, 7 – накладка (виготовлена з газогенерувальної пластмаси), 8 – контакт рухомий, 9 – контакт нерухомий, 10 – рукоятка взводу.

Для нашого розрахункового навантаження виберемо плавкий запобіжник, зважаючи на те, що при запуску двигунів можуть виникати значні пускові струми. Якщо це ігнорувати, запобіжник може спрацювати негайно при пуску. Для електродвигунів зі сприятливими умовами пуску відношення пускового струму до номінального струму плавкої вставки повинно бути не більше 2.5, тоді як для двигунів, що працюють у складних умовах пуску (з тривалим розгоном, частими запусками), це відношення повинно становити між 2,0 та 1.6. Струм споживання складає 7.09 А.:

$$K_3 = I_{\Pi} \div I_H \quad (2.16)$$

$$K_3 = 7.7 \div 1.5 = 5.1$$

Якби ми ігнорували пусковий струм, то могли б вибрати, наприклад, запобіжник ППН-33 з плавкою вставкою на 6 А. Оскільки цей двигун має легкий пуск, то пусковий струм двигуна становить::

$$I_{\Pi} = K_1 \cdot I_{H,ДВ} \quad (2.17)$$

$$I_{\Pi} = 7.5 \cdot 7.7 = 57.75 \text{ A}$$

Отже, щоб плавка вставка не вийшла з ладу під час пуску даного навантаження, номінальний струм запобіжника повинен бути вищим за 57,75 А. Тому ми обираємо плавкий запобіжник ППН-33 з плавкою вставкою на 25 А (див. рисунок 2.5).



Рис. 2.5. Запобіжник плавкий ППН-33 25А

Проводимо обчислення для вибору автоматичного вимикача для освітлювальної мережі. Визначаємо перетини провідників на основі умов спрацьовування захисного апарату у випадку короткого замикання.

У мережах освітлення з глухозаземленою нейтраллю необхідно забезпечити ефективне відключення однофазного короткого замикання за допомогою захисного апарату:

$$k \cdot I_A \leq I_K \quad (2.18)$$

де k – мінімально припустимий коефіцієнт струму короткого замикання відносно номінального струму захисного пристрою.

I_A – струм апарату захисту (номінальний), А

I_K – величина, найменша, струму однофазного короткого замикання, А.

Для одного ряду освітлення обираємо автоматичний вимикач моделі АЕ2020 (див. рисунок 2.6), характеристики якого включають:

- номінальний струм 16 А, триполюсний з електромагнітними відсікачами струму;

- номінальний струм теплового відсікача $I_{н.р}$ становить 10 А;
- номінальний струм спрацьовування теплового відсікача::

$$1.25 \cdot I_{н.р} \quad (2.19)$$

$$1.25 \cdot 10 = 12.5 \text{ А}$$

- номінальний струм активації електромагнітного відсікача:

$$12 \cdot I_{н.р} \quad (2.20)$$

$$12 \cdot 10 = 120 \text{ А}$$

Струм однофазного короткого замикання розраховується згідно з формулою:

$$I_K = U_\phi \div (Z_{II} + Z_T \div 3) \quad (2.21)$$

де U_ϕ – напруга мережі фазна, В, U_ϕ складає 220 В;

Z_T – загальний опір силового трансформатора живлення, Ом, прийняти Z_T рівним 0,31 Ом;

Z_{II} – загальний опір контуру фаза-нуль лінії до найвіддаленішої точки мережі, Ом, у нашому випадку $Z_{II} = 2R = 2 \cdot 0,87 = 1,74$ Ом.

Перевіряємо здатність автоматичного вимикача до відключення однофазного короткого замикання за допомогою захисного пристрою:

Враховуючи, що в обраному автоматичному вимикачі присутні регульовані відсікачі, встановлюємо мінімально допустиму кратність струму на рівні 0,66.

$$k \cdot I_A \leq I_k \quad (2.22)$$

$$0.66 \cdot 120 \leq 119,5$$

$$72,9 \leq 119,5$$

Задана умова виконана, тому автоматичний вимикач, який було вибрано, відповідає проектним вимогам СТУ.

2.5 Підбір теплових реле і магнітних пускачів

Магнітні приводи головок, зазвичай, використовуються для дистанційного управління асинхронними трифазними електродвигунами з короткозамкнутим ротором. Крім того, ці приводи можуть активувати або відключати будь-які види навантажень, такі як опалювальні пристрої чи освітлювальні прилади.

Ці пристрої гарантують нульовий захист: у випадках, коли напруга відсутня або знижується до 50-60% від номінальної, котушка магнітної системи приводу не утримується, що призводить до роз'єднання контактів. При відновленні напруги, контакти залишаються роз'єднаними, що унеможливорює автоматичний запуск двигуна або іншого електричного обладнання, тим самим запобігаючи можливим аваріям. Приводи головок із тепловими реле забезпечують додатковий захист від тривалих перевантажень (див. рис. 1.7).

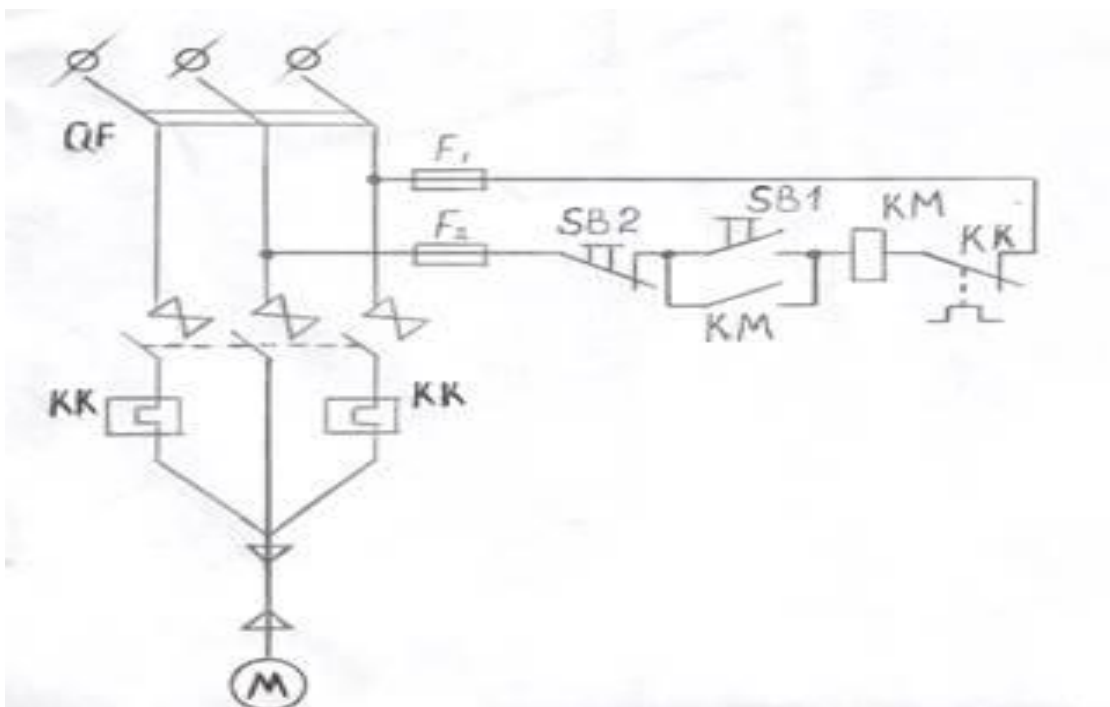


Рис. 2.7. Схема захисту та пуску двигуна

Для вибору магнітного пускача потрібно провести первинні обрахунки номінального та пускового струмів електродвигуна. Визначимо номінальний струм (діюче значення) на основі аналізу отриманих даних, використовуючи формулу 2.11 для розрахунку номінальної сили струму.

Пусковий струм (діюче значення) наступний:

$$I_{\Pi} = 7.5 \cdot 7.7 = 57.75 \text{ A}$$

Пусковий струм ударний:

$$I_{уд.П} = (1.2/1,4) \cdot \sqrt{3} \cdot I_{\Pi} \quad (2.23)$$

$$I_{уд.П} = 1.3 \cdot \sqrt{3} \cdot 57.75 = 130 \text{ A}$$

Оберемо магнітний пускач, виходячи з ключових технічних параметрів. Оптимальним вибором стане магнітний пускач з інтегрованим тепловим реле, модель ПМ12025380 25А.

Теплові реле захищають електродвигун від перегріву, який часто виникає через перевантаження, а також через втрату фази або невідповідності параметрів мережі до їх нормальних показників.

Дія теплових реле базується на згинанні біметалічного елемента, який нагрівається. Цей елемент складається з двох металевих пластин, що мають різні коефіцієнти лінійного розширення. При нагріванні, одна пластина розширюється сильніше, що призводить до вигину елемента. У випадку, коли струм досягає певної межі, біметалічний елемент нагрівається та згинається, активуючи контакт реле. Зі збільшенням струму, час реагування реле скорочується. Залежність часу спрацьовування від струму є кривою характеристики теплового реле (див. рис. 2.8).

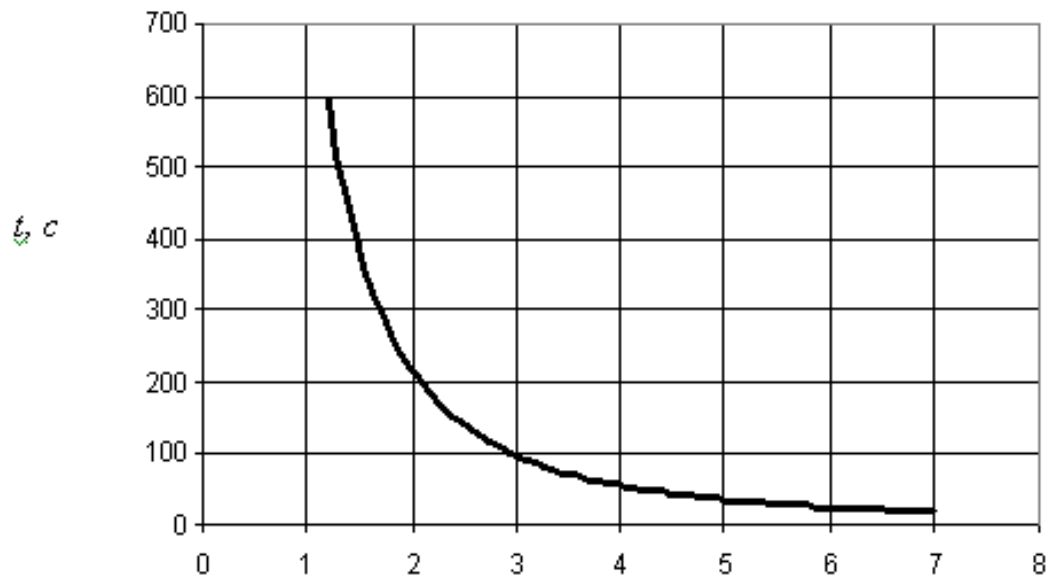


Рис. 2.8. Характеристика реле теплового

На рисунку 2.8 представлено приклад кривої характеристики реле у холодному стані, де $I_{устн}$ – це номінальний струм налаштувань, а $I_{уст}$ – струм, що протікає через реле у заданий момент. Під номінальним струмом налаштувань розуміється максимальний струм, який може протікати тривалий час без спрацьовування реле за заданих налаштувань.

При виборі теплового реле слід забезпечити, що його номінальні показники напруги та струму відповідають таким же показникам електродвигуна. Налаштування струму уставки потрібно виконати відповідно до таких вказівок:

$$I_{устн} = I_{дн}, \text{ якщо } T_{ср} = T_n, \quad (2.24)$$

де $I_{дн}$ – значення, номінальне, лінійного струму двигуна, $T_{ср}$ – температура навколишнього середовища, де встановили теплове реле, T_n – температури калібрування реле;

$$I_{уст} = I_{дн} \div \left(1 - \left(\frac{\alpha \cdot (T_{ср} - T_n)}{10^3}\right)\right) \text{ якщо } T_{ср} \neq T_n \quad (2.25)$$

$$I_{уст} = 57,75 \div \left(1 - \frac{0,63 \cdot (26 - 40)}{10^3}\right) = 56,8$$

Сучасні електродвигуни виготовляються з ізоляцією класу F та перевищенням температурного класу B. Вони забезпечені температурним резервом у 25°C при навколишній температурі 40°C, що дозволяє витримувати короткотривалі перевантаження без пошкодження ізоляції. Реле, вибрані згідно з цими критеріями, забезпечують ефективний захист двигунів під час довготривалих перевантажень на 15...20%, гарантуючи надійну та довготривалу роботу, а також збереження заводськи встановленого ресурсу електродвигуна.

У випадку нерівномірного навантаження двигуна, коли в деякі короткі періоди воно вище номінального, а в інші — нижче, для уникнення помилкових спрацьовувань захист слід скоригувати. З цією метою рекомендується збільшити номінальні струми уставки Іуст на 10%, обраховані за раніше наведеними формулами.

Для цих цілей підійде теплове реле моделі РТЛ-1014-7-10А-УХЛ4-КЕАЗ на 10 А.

Висновки за розділом

У цьому розділі здійснено обрахунки навантажень для освітлювальної та силової мереж, на основі яких було визначено споживану потужність цієї ремонтної майстерні. Виходячи з цих навантажень, було обрано необхідний переріз дроту.

Також були розраховані параметри для автоматичного вимикача та запобіжників, а також магнітного пускача та теплового реле, щоб забезпечити захист електрообладнання від можливих перевантажень.

РОЗДІЛ 3

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

3.1 Установка димера в освітлювальну мережу майстерні

Автоматизація управління освітленням на виробництві може бути ефективно впроваджена за допомогою двох основних методів. Перший полягає в оснащенні цеху пультом з декількома кнопками, що дозволяє регулювати освітлення безпосередньо з робочого місця. Другий метод передбачає повну автоматизацію з використанням спеціалізованих датчиків: освітлення автоматично вмикається при вході працівника до цеху і вимикається через деякий час після його виходу. Така автоматизація особливо корисна, коли руки зайняті, і доступ до вимикача обмежений. При цьому, автоматичне управління не виключає традиційні вимикачі: за потреби світло можна вимкнути, перевівши тумблер.

Автоматичні системи керування освітленням є найбільш ефективними і економічними у ремонтних майстернях, значно спрощуючи робочий процес та швидко окупаючи витрати на їх придбання та встановлення.

Регулювання яскравості світла ламп дозволяє досягнути оптимального світлового потоку, що знижує напругу на очі і робить перебування у приміщенні більш комфортним. Також це сприяє контролю за споживанням електроенергії та допомагає зменшити витрати на її оплату. Застосування димера усуває потребу в додатковому освітленні біля робочих місць, сприяючи додатковій економії енергії. Освітлення можна вмикати та вимикати дистанційно або за допомогою заздалегідь програмованих налаштувань.

При виборі димера для даного приміщення важливо враховувати його пропускну потужність. У ремонтній майстерні інстальовано 8 ламп по 150 Вт кожна. Димер слід обирати з потужністю, що на 30% вища від сумарної потужності ламп, щоб уникнути перегріву і виходу з ладу регулятора освітлення.

Тепер визначимо необхідну потужність димера для ремонтної майстерні:

$$P_{Д} = (n \cdot P_{Л} + 30 \cdot (n \cdot P_{Л})) \div 100 \quad (3.1)$$

$$P_{Д} = (8 \cdot 125 + 30 \cdot (8 \cdot 125)) \div 100 = 1300 \text{Вт},$$

Загальна потужність обраного димера повинна становити не менше 1300 Вт для забезпечення його надійної роботи та запобігання виходу з ладу. Таким чином, ми вибираємо димер моделі Белла с16–65, який має максимальну потужність навантаження 1500 Вт (див. рис. 3.1).



Рис. 3.1. Діммер Белла.

3.2. Монтаж приладів для обліку споживання електроенергії

Однофазні лічильники призначені для вимірювання електроенергії у двопровідних мережах змінного струму при напрузі 220В. Трифазні лічильники використовуються в системах змінного трифазного струму (у трьох- і чотирьохпроводних мережах) із номінальною частотою 50 Гц (див. рис. 2.2).



Рис. 3.2. Лічильник однофазний

Однофазне живлення переважно застосовується для електрифікації житлових районів приватного сектору, де середнє споживання енергії складає близько 10 кВт. Через це вимірювання споживання електроенергії здійснюється за допомогою однофазних лічильників, що вирізняються простотою конструкції та зручністю в експлуатації.

Проте, за останні два десятиліття спостерігається значне зростання споживання електроенергії, через що як у приватних будинках, так і в комерційних установах все частіше використовуються трифазні мережі. Технічні параметри показують, що потужності трифазної і однофазної мереж знаходяться на схожому рівні — відповідно 15 кВт і 10-15 кВт.

Основна перевага трифазної мережі полягає в можливості безпосереднього підключення трифазних електричних приладів, таких як обігрівачі, електричні котли, асинхронні двигуни. Таке підключення забезпечує вищу якість живлення і запобігає проблемам з "перекосом фаз", що може виникати при одночасному використанні декількох потужних споживачів. Підвищена потреба в енергетичних установках трифазного живлення призвела до частих випадків використання трифазних лічильників. Порівняно з однофазним, вони мають вищу точність даних але також і більші розміри та складнішу конструкцію (потребують трифазного входу).

Наявність чи відсутність нульового проводу впливає на вибір типу лічильника: трипровідний у випадку відсутності "нуля", а чотирипровідний – коли він є. На корпусі лічильника вказується ця характеристика цифрами – 3 або 4. Виділяють лічильники з прямим підключенням та ті, що використовують трансформатори для ввімкнення (для струмів вище 100А на фазу).

Переваги трифазного електролічильника включають:

Економію коштів завдяки тарифам "день і ніч", які дозволяють користуватися електричною енергією з 11 вечора до 7 ранку за значно зниженою ціною, з економією до 50% порівняно з денними тарифами.

Вибір моделі з відповідним класом точності, від 0,2 до 2,5%, залежно від потреб експлуатації у житловому районі або на підприємстві.

Можливість ведення журналу подій для моніторингу динаміки напруги, активної та реактивної потужності, з точною передачею даних на комп'ютер чи до комунікаційного центру через вбудовані модеми.

Пряме підключення однофазних і трифазних лічильників до мережі 220 В або 380 В з пропускною спроможністю до 60 кВт і максимальним струмом до 100А, підходящі для під'єднання проводів з перерізом від 15 мм² до 25 мм².

Лічильники непрямого включення, підключені через трансформатори, призначені для мереж з великою пропускною спроможністю, вимагають множення показників лічильника на коефіцієнт трансформації перед оплатою спожитої енергії.

Під час встановлення будь-якого типу лічильників можуть виникати складнощі, зокрема, пов'язані з їхньою установкою. Хоча для однофазних лічильників зазвичай існує стандартна схема підключення, для трифазних лічильників існують різні варіанти схем залежно від моделі.

Лічильники з прямим підключенням мають схему, яка за простотою встановлення подібна до схеми однофазних лічильників. Ця схема детально описана в технічному паспорті та на внутрішній стороні кришки лічильника. Основна вимога при підключенні — строге дотримання інструкцій щодо

кольору проводів та їх підключення згідно з номерами, де непарні номери призначені для вводу, а парні — для навантаження (див. рис. 3.3)..

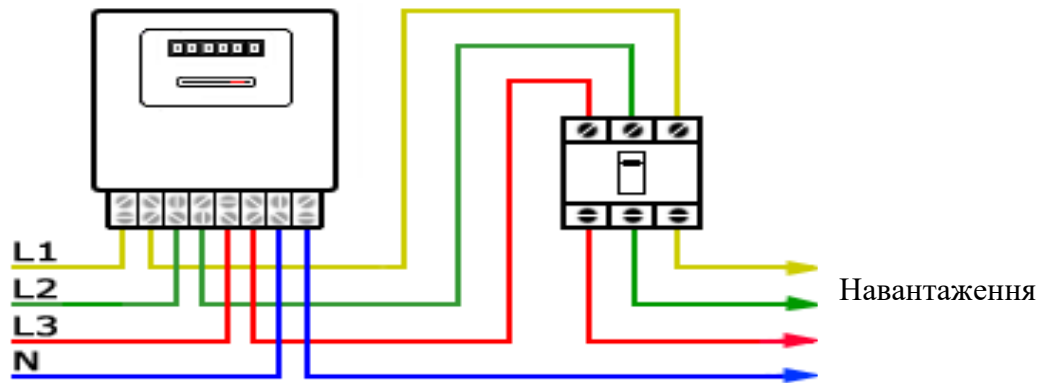


Рис. 3.3. Схема підключення

Порядок приєднання дротів:

- 1: жовтий – вхід, фаза А;
- 2: жовтий – вихід, фаза А;
- 3: зелений – вхід, фаза В;
- 4: зелений – вхід, фаза В;
- 5: червоний – вхід, фаза С;
- 6: червоний – вихід, фаза С;
- 7: синій – нуль, введення;
- 8: синій – нуль, вихід.

Лічильники з непрямим включенням.

Такі лічильники підключаються через трансформатори струму. На ринку існує безліч схем підключення цього типу, проте одна з найбільш уживаних схем наведена на рис. 3.4.

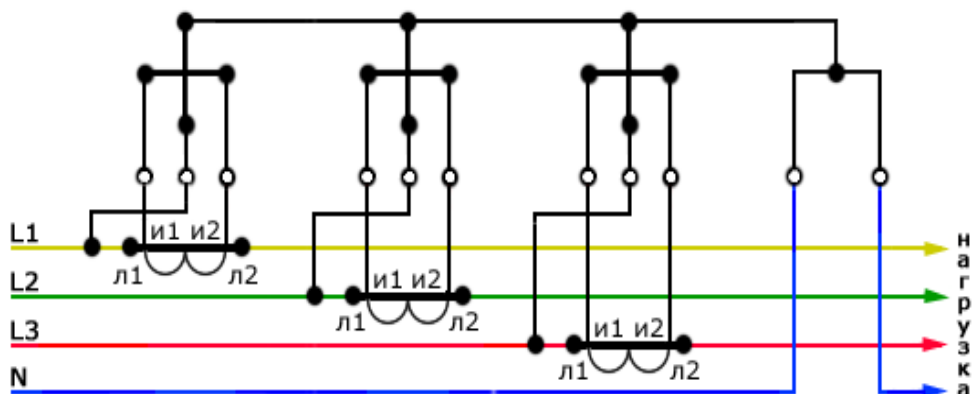


Рис. 3.4. Підключення лічильника непряме

Десятипровідна схема підключення є однією з найпростіших і тому найбільш поширених. Для її встановлення потрібно слідувати порядку підключення одинадцяти проводів від права до ліва: перші три проводи призначені для фази А, наступна трійка — для фази В, проводи з сьомого по дев'ятий — для фази С, десятий — нейтральний провід.

З'єднання через клемну коробку є складнішим порівняно з першим. Підключення здійснюється за допомогою випробувальних колодок.

З'єднання за схемою "зірка", подібно до попереднього, також є досить складним, але вимагає меншої кількості проводів. Спочатку в загальній точці збираються перші однополярні виходи вторинної обмотки, а наступні три виходи від інших обмоток спрямовуються до лічильника, при цьому струмові обмотки також потрібно з'єднати (див. рис. 2.5).

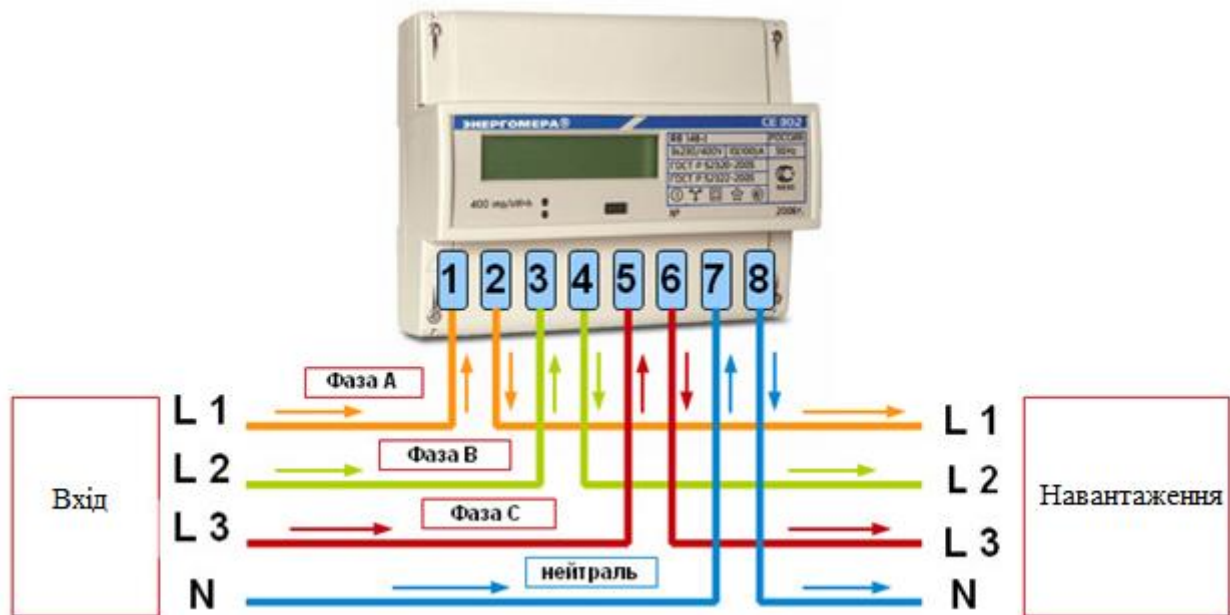


Рис. 3.5. Демонструє схему підключення лічильника до трифазної мережі.

Основаючись на вищезазначеному, можна вказати ключові переваги трифазного лічильника:

Трифазний лічильник відрізняється високою точністю вимірювань, але має більш складну конструкцію та займає більше місця, при цьому вимагаючи трифазного джерела живлення.

Він допомагає економити кошти. Використовуючи тарифи "день і ніч" з 11 вечора до 7 ранку, можливо знизити споживання енергії на 50% порівняно з денним часом.

Можливість вибрати необхідний клас точності. Залежно від обраної моделі, призначеної для використання в житловому секторі або на підприємстві, доступні варіанти точності від 0,2 до 2,5%.

Журнал подій дозволяє фіксувати зміни в динаміці напруги, активної та реактивної потужності та точно передавати ці дані на комп'ютер чи в комунікаційний центр.

Наявність вбудованої електричної потужності модему для контролю експортних показників по електромережі.

Для ремонтної майстерні вибрано електролічильник моделі Меркурій 230 АМ-02 з пультом: максимальний струм 10 (100) А, клас точності 1.0, що враховує потенціал модернізації приміщення та наявне електрообладнання.

3.3. Застосування пристрою захисту від відключення у зварювальному устаткуванні

Вимикач диференційного струму значно знижує ризик електричного ураження та виникнення пожеж через витік струму. Сьогодні це обладнання дуже популярне через свої безпекові характеристики.

Існує декілька категорій захисних пристроїв, які класифікуються за різними параметрами. Зокрема, ПЗВ поділяють на двополюсні та чотиріполюсні. Двополюсні ПЗВ застосовуються в однофазних мережах і зазвичай виготовляються як модульне обладнання, що встановлюється в стандартні розподільні щити та займає дві позиції за DIN-стандартом (35 мм). Чотиріполюсні ПЗВ використовуються у трифазних мережах і займають чотири DIN-позиції (70 мм) (див. рис. 3.6).



Рис. 3.6. Чотириполюсний пристрій захисту

Залежно від конструкції, ПЗВ поділяють на електромеханічні та електронні. Електромеханічні ПЗВ працюють за принципом вимірювання диференціальних струмів і функціонують незалежно від наявності напруги в мережі, що дозволяє їм ефективно реагувати навіть при обриві нульового проводу. Їх вартість вища через складний механізм дії.

Електронні ПЗВ використовують електронні компаратори для порівняння струмів, а відмінність сигналів посилюється для активації відключення. Ці пристрої вимагають стабільного джерела живлення для надійної роботи.

Щодо специфікацій виявлення диференційного струму, ПЗВ можуть бути налаштовані на реагування на змінний синусоїдальний струм або на тип А, який реагує як на змінний, так і на випрямлений пульсуючий постійний струм. ПЗВ типу А зазвичай дорожчі та рекомендовані для застосування в обладнанні, яке генерує пульсуючу напругу, такому як пральні машини, посудомийні машини, телевізори, комп'ютери та інші побутові прилади.

Крім модульних ПЗВ, які встановлюються у розподільчі панелі, існують спеціалізовані типи ПЗВ у формі розеток. Це особливо актуально для приміщень із старою електропроводкою, де існує високий ризик низького опору ізоляції та значних струмів витoku. Використання таких ПЗВ у пристроях, як електроплити, може спричинити часті помилкові спрацювання, перешкоджаючи нормальній роботі побутової техніки.

Корисні поради для вибору ПЗВ.

Вибір правильного ПЗВ для дому має здійснюватися з урахуванням рекомендацій кваліфікованих фахівців, оскільки для цього потрібні знання детальних технічних аспектів, доступних лише інженерам-електрикам. Ідеально планувати інсталяцію ПЗВ під час будівництва нового будинку або під час капітального ремонту, що включає оновлення електропроводки.

Діапазон робочих струмів ПЗВ може бути від 6 до 125 Ампер. Ще однією критичною характеристикою є номінальний диференційний струм відключення $I_{\Delta n}$, який може мати такі стандартні значення: 10 мА, 30 мА, 100 мА, 300 мА, 500 мА, та 1 А, які обираються залежно від потреб у безпеці.

Для зварювального обладнання обрано ПЗВ моделі ВД1-63 з номінальним струмом 32А, напругою 380В та диференційним струмом в 30 мА.

3.4. Електричні схеми датчика руху, роботи димера і фоторезистора

В цій ремонтній майстерні проводиться модернізація, яка включає встановлення світлодіодної стрічки та планованого освітлювального щита. Для монтажу потрібно придбати 15 метрів світлодіодної стрічки. Я обрав модель світлодіодної стрічки RTW 2-5000SE 12V White з рівнем захисту IP65, яка має потужність споживання 24 Вт і силу струму 2 А на кожні 5 метрів.

Ураховуючи, що в приміщенні вся поверхня є робочою зоною, для забезпечення безпеки вибрано світлодіодну стрічку з IP65, яка захищена від пилу та бризок. Розміщення світлодіодної стрічки на майбутньому освітлювальному щиті показано на схемі (рис. 3.7).

У контексті підключення світлодіодної стрічки проведемо розрахунок додаткової потужності, яку потрібно буде забезпечити через наш димер, окрім уже існуючих світильників:

$$P_{\text{л}} = P \cdot l, \quad (3.2)$$

$$P_{\text{л}} = 24 \cdot 3 = 72 \text{Вт}$$

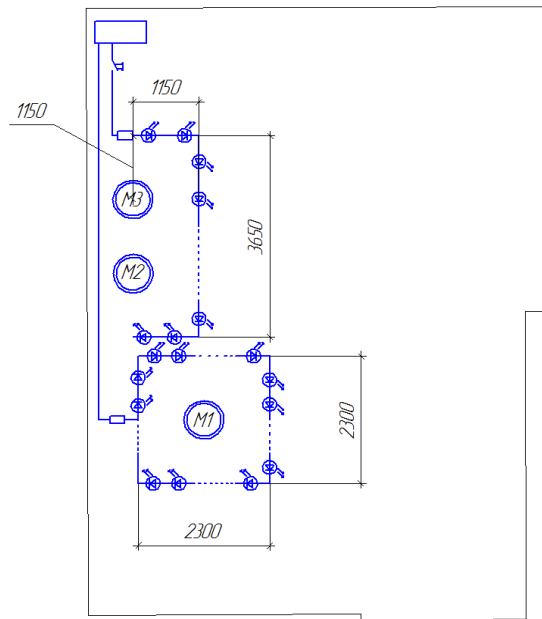


Рис. 3.7. Схема монтажу світлодіодної стрічки

Цей запис буде приєднаний до відповідної електричної схеми (див. рисунок 2.8).

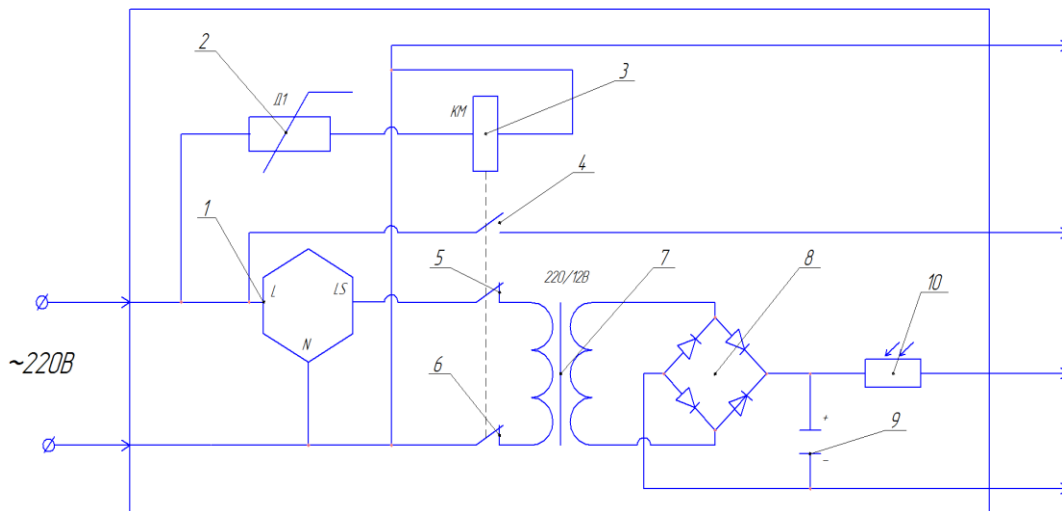


Рис. 3.8. Схема електрична освітлювального щитка: 1 – датчик руху; 2 – диммер; 3 – пускач магнітний; 5 і 6 – контакт комутаційного пристосування, що роз'єднує; 4 – контакт комутаційного пристрою, що з'єднує; 7 – трансформатор 220/12 В; 8 – діодний міст; 9 – полярний конденсатор; 10 – фоторезистор.

Ящик управління освітленням (рис. 3.9) ЯУ096.

Контрольні блоки для освітлення, як от ЯУ096, призначені для автоматичного, місцевого, ручного або дистанційного (управління з диспетчерського пункту) керування системами освітлення та установками на

виробничих майданчиках, будівлях, спорудах, а також на територіях будь-яких об'єктів із будь-якими джерелами світла (наприклад, лампами розжарювання, ДРІ, ДРЛ, люмінесцентними тощо).



Рис. 3.9. Ящик управління.

Ящики управління освітленням забезпечують:

- активацію та деактивацію освітлювальної установки при досягненні певного рівня освітленості за сигналом від фотодатчика;
- включення та вимикання освітлювальної установки у визначені часові проміжки (наприклад, під час технологічних перерв у роботі цеху), установлені за програмами, що налаштовуються програматором режимів (тільки за схемою ЯУО 9601);
- ручне ввімкнення та вимкнення освітлювальної установки за допомогою кнопок, розташованих на дверцятах ящика;
- управління ввімкненням та вимкненням освітлювальної установки за допомогою телемеханічних пристроїв із диспетчерських пунктів енергослужб.

Блок керування освітленням складається з двох частин: корпусу зі сталевого листа, який має захищену вішачу конструкцію з передніми дверцятами, та окремого пластикового корпусу з фоточутливим пристроєм, призначеного для кріплення, у якому розміщений фоторезистор. Обидва корпуси з'єднуються з приладом за допомогою двожильного неекранованого кабелю з жилами площею не менше 0,35 мм², завдовжки не більше 50 метрів.

Проведення кабелів здійснюється через спеціальні прокладки, які монтується зверху або знизу корпусу. На внутрішній стороні дверей розміщено електричну схему блока.

У середині корпусу на панелі розташовано наступне:

- силовий вузол, що включає в себе автоматичний вимикач та електромагнітний пускач;
- система управління, яка складається з фоторезистора, клемних з'єднань та, у випадку ЯУО9601, програматора (таймера) режимів.

У ЯУО9601 можливі три режими автоматичного керування освітленням: за часом, за часом і рівнем освітленості, або лише за рівнем освітленості. Вибір режимів автоматичного керування виконується за допомогою перемикача SA2, а оперативне керування здійснюється за допомогою кнопок SB1 та SB2, розташованих на дверях ящика. Перехід від автоматичного режиму («автом.») до ручного («місцевого») виконується за допомогою перемикача SA1.

У схемі ЯУО9602 доступний лише автоматичний режим керування освітленням за рівнем освітленості, а також ручний режим керування.

У схемі ЯУО9603 можливий автоматичний режим керування освітленням за допомогою програми (таймера) та ручний режим керування.

Дистанційне управління може бути здійснене з віддаленого комутаційного апарата (контакту КХ) диспетчерського пункту тощо.

Висновки по розділу

Визначили потрібний димер для встановлення в освітлювальну мережу, щоб уникнути перебоїв у живленні, та обрали Диммер Белла с16-65. Підглянули різні прилади для обліку електроенергії та вибрали меркурій 230 АМ-02 + пульт: струм 10 (100) А, точність класу 1.0. Для захисту від ударів струму від зварювального обладнання використали ПЗВ, щоб забезпечити безпеку людей.

Розробили та впровадили електричну схему для ремонтної майстерні.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи були розглянуті аспекти проектування ремонтної майстерні, включаючи аналіз навантажень на освітлювальну та силову мережі. Було визначено споживану потужність і вибрано необхідний переріз дроту на основі отриманих даних щодо навантажень.

Були проведені розрахунки навантажень для автоматичного вимикача та запобіжників, магнітних пускачів та теплових реле для забезпечення захисту електрообладнання від перевантажень.

На основі результатів розрахунків було обрано димер Белла с16-65 для даної освітлювальної мережі, розраховано споживане навантаження для ремонтної майстерні і вибрано прилад обліку електроенергії Меркурій 230 АМ-02 + пульт: струм 10 (100) А, з точністю класу 1.0. Також були встановлені ПЗВ для захисту людей від ураження електричним струмом від зварювального обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єрмолаєв С.О., Яковлєв В.Ф., Мунтян В.О. Проектування систем електропостачання в АПК. Мелітополь. 2009 р. 568 с.
2. Іноземцев Г.Б., Козирський В.В. Математичне моделювання та оптимізація систем електроспоживання у сільському господарстві. Навчальний посібник. Київ : Видавничий центр НУБіП України. 2010. 140 с.
3. Гошко М.О. Електропостачання АПК. Навчальний посібник Дубляни. 2010. 429 с.
4. Коваленко О.І., Л.Р. Коваленко Л.Р., Мунтян В.О., Радько І.П. Основи електропостачання сільського господарства. Навчальний посібник. Мелітополь: ТОВ Видавничий будинок ММД. 2011. 462 с.
5. Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. Електропостачання агропромислового комплексу. Київ: Аграрна освіта, 2011. 448 с.
6. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК. Харків: Факт. 2008. 438 с.
7. Bundschuh J., Chen G. Sustainable Energy Solutions in Agriculture. CRC Press, 2014. 480 p.
8. Кунденко М. П., Федюшко Ю. М., Плахтир О. О., Кошкін Д. Л., Вахоніна Л. В., Циганов О. М., Садовий О. С. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. 2017. 282 с.
9. Кунденко М. П., Червінський Л. С., Ковальчук І. М., Жила В. І., Румянцев О.О. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. 2015. 264 с.
10. Кушлик Р. В., Яковлєв В. Ф., Куценко Ю. М., Лисиченко М. Л., Кунденко М. П., Федюшко Ю. М. Харків : Планета-прінт. 2016. 332 с.
11. Матвійчук В.А., Рубаненко О.Є., Стаднійчук І.П. Електротехнології в АПК. Вінниця : Вінницький національний аграрний університет. 2020. 272 с.

12. Шкарівський Г.В. Електрообладнання мобільних машин. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2020. 858 с.
13. Белякова І.В. Монтаж та експлуатація світлотехнічних установок. Тернопіль: ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2017. 117 с.
14. Кушлик Р.В., Кушлик Р.Р. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Частина 3. Проектування електричного освітлення. Мелітополь: ТДАТУ. 2019. 55 с.
15. Литвиненко А.С., Черкашина О.Л. Світлові прилади. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. 125 с.
16. Назаренко Л.А., Іоффе К.І. Штучне зовнішнє освітлення. Харків: ХНАМГ, 2008. 122 с.
17. Назаренко Л.А., Можаровська Т.В., Чернець В.С. Світлотехнічні розрахунки. Харків: Харківський національний університет міського господарства (ХНУМГ) ім. О. М. Бекетова, 2017. 142 с.
18. Петровський М.В. Електроосвітлення. Суми : Сумський державний університет, 2012. 227 с.