

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

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

Матвійчук Дмитро Юрійович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Комплексна електрифікація машиноремонтної 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

Палійчук В.К.

к.т.н., доцент

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Матвійчук Дмитро Юрійович. Комплексна електрифікація машиноремонтної 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, 2021.

В даній кваліфікаційній роботі були розглянуті питання проектування ремонтної майстерні, в якій були проведені розрахунки навантажень освітлювальної та силової мережі, визначили споживану потужність, вибрали переріз дроту, виходячи з отриманих навантажень.

Розраховували навантаження автоматичного вимикача і запобіжників, магнітних пускачів і теплових реле для захисту електрообладнання від перевантажень.

З отриманих розрахунків вибрали Диммер Белла с16-65 для даної освітлювальної мережі, розраховували споживане навантаження ремонтної майстерні і вибрали прилад обліку електроенергії Меркурій 230 АМ-02 + пульт: ток 10 (100) А, клас точності 1.0. Додали УЗО для захисту від ураження людини електричним струмом.

Розробка є економічно ефективною. Термін окупності додаткових капітальних вкладень складе від 0,5 років.

Ключові слова: електрифікація, освітлення, диммер, машиноремонтна майстерня, потужність

ANNOTATION

Matviychuk Dmitry Yurievich. Complex electrification of the machine-repair shop with modernization of internal 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, 2021.

In this qualification work, the issues of designing a repair shop were considered, in which the loads of the lighting and power network were calculated, the power consumption was determined, and the wire cross-section was selected based on the received loads.

Calculated the load of the circuit breaker and fuses, magnetic starters and thermal relays to protect electrical equipment from overload.

From the received calculations we chose Dimmer Bell c16-65 for this lighting network, calculated the consumed load of the repair shop and chose the electricity meter Mercury 230 AM-02 + remote control: current 10 (100) A, accuracy class 1.0. Added RCDs to protect against electric shock ..

Development is cost effective. The payback period of additional capital investments will be from 0.5 years.

Key words: electrification, lighting, dimmer, machine repair shop, power

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ І ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ.....	7
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНИХ ПИТАНЬ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	9
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИМЕРІВ.....	25
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	34

ВСТУП

В даний час електрична енергія є найбільш широко поширеною формою енергії. Це обумовлено відносною легкістю її отримання, перетворення, передачі на велику відстань і розподілу між електроприймачами. Прискорення науково-технічного прогресу диктує необхідність вдосконалення електрообладнання: створення економічних, надійних систем електропостачання промислових підприємств, освітлення, автоматизованих систем управління технологічними процесами; впровадження енергозберігаючих технологій мікропроцесорної техніки. Однак в бурхливий прогрес в техніці і, зокрема, в енергетиці висувають все нові проблеми і питання, які повинні враховуватися при проектуванні і спорудженні сучасних електромережних об'єктів в розрахунковий період.

Проектування ремонтної майстерні ведеться на підставі розробленої схеми розвитку енергосистеми і включає в себе широке коло питань, що стосуються як електричної, так і економічної сторони. У зв'язку з підвищеними вимогами електробезпеки, постає питання про встановлення додаткового захисту на даному об'єкті. Саме тому виникло рішення про реконструкцію електрифікації ремонтної майстерні з модернізацією внутрішніх електричних мереж.

Метою кваліфікаційної роботи є реконструкція системи внутрішнього освітлення машинноремонтної майстерні.

Виходячи з мети визначимо завдання:

- охарактеризувати стан існуючої електричної мережі;
- обґрунтувати необхідність реконструкції;
- зробити необхідні розрахунки.

Об'єкт дослідження: методи проектування енергозабезпечення промислових об'єктів аграрного комплексу.

Предмет дослідження: закономірності впливу технологічних та конструктивних параметрів елементів внутрішнього освітлення на якісні параметри освітленості робочих місць.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Палійчук В. К., Марченко М., **Матвійчук Д.** Пристрої вбудованого температурного захисту. Збірник тез *VIII-ї* всеукраїнської науково-практичної конференції «*Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь*». м. Житомир, 31 березня 2021 року. Житомир : ЖАТК, . С. 160.

2. Палійчук В. К., Колотило М. В., **Матвійчук Д. Ю.**, Пасічник Є. А., Лясоцький С. С., Марченко М. В. Електропостачання автономних об'єктів сільського господарства. *Інноваційні технології в АПК*: збірник тез доповідей VIII всеукраїнської науково-практичної конференції, 20-21 травня 2021 р., м. Луцьк. Луцьк: Луцький НТУ, 2021. С. 93-95.

3. Палійчук В. К., Колотило М. В., **Матвійчук Д. Ю.**, Пасічник Є. А., Лясоцький С. С., Марченко М. В. Використання акумуляторного резерву в системах автономного електропостачання сільськогосподарських споживачів. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, м. Умань 20 травня 2021 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2021. С. 190-192

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути впровадженні в машиноремонтних майстернях аграрного комплексу України.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 23 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 35 сторінок комп'ютерного тексту (основного тексту 24 сторінки), містить 16 таблиць і 4 рисунки.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ І ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ

За обект проектування приймаємо машиноремонтну майстерню СТОВ «Зоря» Бердичівського району Житомирської області.

Для підтримання і відновлення роботоздатного стану сільськогосподарської техніки на підприємстві створений інженерно-технічний комплекс. Призначення ремонтної майстерні - проведення поточних ремонтів тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин і складних видів технічного обслуговування. Площа ремонтної майстерні становить 225 м². Територіально відокремлено від вказаних виробничих підрозділів розташований пункт технічного обслуговування машинно-тракторного парку розташований у пристосованому приміщенні.

У складі комплексу також функціонує нафтове господарство з наземно-підземними місткостями для зберігання нафтопродуктів.

Пересувні засоби технічного обслуговування і ремонту представлені пересувною ремонтно-діагностичною майстернею на базі автомобіля ГАЗ-3301 і пересувним зварювальним агрегатом АДД-3112У1.

Основним структурним підрозділом комплексує ремонтна майстерня побудована у 1975 році по типовому проекту 816-87/70. До складу інженерно-технічного комплексу також входить автомобільний гараж з технічним профілакторієм побудований у 1978 році по типовому проекту 503-290 і машинний двір з майданчиками з твердим покриттям і навісами.

Трудомісткість ремонтних робіт, які проводяться в майстерні становлять біля 60% від всього об'єму ремонтних робіт, біля 25% робіт припадає на спеціалізовані ремонтні підприємства системи «Агромаш». Обладнання ремонтної майстерні за останні 3 роки не поновлювалось, це сприяє зменшенню проведення складних ремонтних операцій і технічних

обслуговувань тракторів і автомобілів. Наявність морально-устарілого обладнання в майстерні пов'язує із значною витратою часу на відновлення деталей, і збільшення трудомісткості ремонтних робіт.

Проведення технічних обслуговувань в господарстві проходить на майданчику технічних обслуговувань на території тракторної бригади. На площадці по проведенню ТО збудована оглядова яма, встановлені баки для зливу води і мастила. Площадка обладнується переносними засобами для перевірки технічного стану машин.

Внутрішні електричні мережі машинноремонтної майстерні, яку будемо реконструювати представлені проводами: ВВГ 3х1,5- протяжністю 400 м; ВВГ 3х2,5 – протяжністю 500 м; ВВГ 4х1,5 - протяжністю 250 м; ВВГ 4х5 – протяжністю 200 м;

Загальна протяжність проводів 1350м.

Високовольтні мережі представлені кабелем АСБ 4х120 протяжністю 250 м, для прокладки в землі (траншеях) з середньою корозійною активністю без блукаючих струмів. ЦАСБ - виконання кабелю з просоченням нестікаючим складом.

Головним споживачем електроенергії являється ремонтна майстерня, яка споживає близько 51 кВт, а так же офіс -20 кВт, потужність решти споживачів не перевищує 5-6 кВт.

Аналіз виробничої діяльності показує, що підприємство стабільно розвивається, забезпечено технікою і трудовими ресурсами в повній мірі, в порівнянні з іншими сільськогосподарським підприємствами такого ж типу.

Ремонт сільськогосподарської техніки здійснюється під час. На вигляд підприємство не потребує модернізації, але при удосконаленні автоматизації освітлення майстерні ми можемо домогтися 20-30% економії електроенергії, з урахуванням того в середньому споживання енергії на даний час становить близько 33948,7 кВт, а з нашою розробкою рівень споживання буде знижена на 10184,3 кВт год.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ЗАГАЛЬНИХ ПИТАНЬ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЇ

Для нашої ремонтної майстерні доцільніше використовувати лампи типу ДРЛ з типом світильників РСП, а не РЛНД зі світильником ПВЛМ, які розташовані в додатку. Подальші розрахунки вкажуть точніше джерело оптичного випромінювання і тип світильника, а також світловий потік лампи. Використовуємо для нашого розрахунку світильник РСП08x250 / Г03-10 (02) з кривою сили світла (КСС) типу Г-глибока ($\lambda_s = 1$ $\lambda_c = 0.9$).

Приймаємо величину $\lambda = 0.9$, так як економічно оптимальне λ перевищує λ_s орієнтовно на 20...40%, з урахуванням вартості світильників і їх обслуговування, що може бути уточнено тільки для конкретних випадків. До збільшення λ понад λ_s слід ставитися з обережністю, так як це може призвести до погіршення якості освітлення.

Знайдемо оптимальну відстань між СП за формулою:

$$\lambda = L/h \quad (2.1)$$

$$L = \lambda \cdot h = 0.9 \cdot 3 = 2.7 \text{ м}$$

Для нашого приміщення кращим варіантом розташування СП є в 2 ряди.

Тепер нам необхідно обчислити оптимальне число світильників для одного ряду:

$$n = \frac{A}{L} \quad (2.2)$$

$$n = \frac{A}{L} = \frac{11,35}{2,7} = 4,2$$

За нашими розрахунками виходить, що в ряду встановлюємо по 4 світильників. Загальна кількість світильників в робочому приміщенні на проєктованому об'єкті 8 штук.

Тепер необхідно знайти «найгірші» (контрольні) точки і розрахувати для них опромінення, використовуючи для цього графік лінійних изолюкс для нашого обраного світильника РСР08х125 / Л00-01 (02).

У нашому випадку СП знаходяться в вершинах прямокутників, тому беремо дві точки (рис. 2.1) і розрахуємо, в якій з обраних точок буде найгірша освітленість.

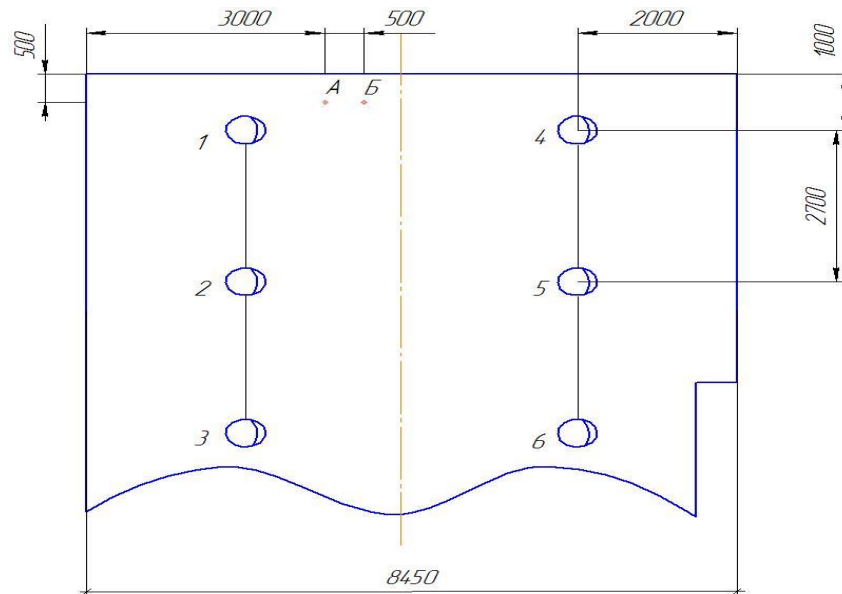


Рис. 2.1 Контрольні точки.

Розрахуємо по формулі світловий потік для точки А:

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

$$d_1 = \sqrt{0,5^2 + 1^2} = 1,12\text{м}, e_1 = 32\text{лк},$$

$$d_2 = \sqrt{3,2^2 + 1^2} = 3,35\text{м}, e_1 = 5,3\text{лк},$$

$$d_3 = \sqrt{5,9^2 + 1^2} = 6\text{м}, e_1 = 0,3\text{лк},$$

$$d_4 = \sqrt{0,5^2 + 3,5^2} = 3,5\text{м}, e_1 = 4,5\text{лк},$$

$$d_5 = \sqrt{3,2^2 + 3,5^2} = 4,7\text{м}, e_1 = 1,3\text{лк},$$

$$d_6 = \sqrt{5,9^2 + 3,5^2} = 6,8\text{м}, e_1 = 0,1\text{лк},$$

Знайдемо суму відносних умовних освітленостей від найближчих світильників (лк):

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

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

Знаходимо світловий потік лампи (лм):

$$\Phi_A = \frac{1000 \cdot E \cdot \kappa}{\mu \cdot \sum e} \quad (2.5)$$

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

Розрахуємо світловий потік для точки Б по формулі 2.3:

$$d_1 = \sqrt{0,5^2 + 1,5^2} = 1,6 \text{ м}, e_1 = 30 \text{ лк},$$

$$d_2 = \sqrt{3,2^2 + 1,5^2} = 3,5 \text{ м}, e_1 = 4,5 \text{ лк},$$

$$d_3 = \sqrt{5,9^2 + 1,5^2} = 6,1 \text{ м}, e_1 = 0,24 \text{ лк},$$

$$d_4 = \sqrt{0,5^2 + 3^2} = 3 \text{ м}, e_1 = 6 \text{ лк},$$

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

$$d_6 = \sqrt{5,9^2 + 3^2} = 6,8 \text{ м}, e_1 = 0,13 \text{ лк},$$

$$\sum e = 30 + 4,5 + 0,24 + 6 + 1,8 + 0,13 = 42,7 \text{ лк},$$

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

Так як в майстерні ми знайшли «найгірші» (контрольні) точки, то для них розрахували умовне опромінення (освітленість), то краще вибрати контрольну точку Б зі світловим потоком 7025,7 лм.

Вибираємо найближчу стандартну лампу РЛВД типу ДРЛ, потік якої може відрізнятись від дійсного значення, розрахованого для точки Б ($\Phi = 7025,7 \text{ лм}$), в допустимому межі від -10% до +20% (6323 - 8434). Даному умові задовольняє лампа ДРЛ 125, світловий потік якої дорівнює 6000 лм, потужність – 125Вт.

Стала потужність освітлення підсумовується з потужності всіх ламп, що живлять відповідну ділянку мережі. Якщо джерелом світла – є люмінесцентна лампа, то додатково додаються втрати в ПРА – 25% до потужності ламп.

Розрахунок навантаження освітлювальної мережі можна зробити наступним методом коефіцієнта попиту:

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

де, n – кількість ламп;

p – потужність однієї лампи;

K_c – коефіцієнт попиту;

α – коефіцієнт, що враховує втрати в ПРА (ДРЛ - 1,1, ЛЛ-1,2-1,3)

$\text{tg}\varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності (ЛН-0, ДРЛ-0.33)

Виходячи з таблиці 2.1 визначили дані для формули 2.6

Таблиця 2.1 Коефіцієнт попиту.

Найменування	K_c
Групові мережі	1
Аварійне освітлення, зовнішнє освітлення	1
Невеликі виробничі будівлі	0,95
Адміністративні будівлі	0,9
Великі виробничі будівлі	0,8
Склади	0,6

Звідси ми знаходимо активне навантаження на мережу:

$$P_p = 8 \cdot 125 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 1,045 \text{кВт}$$

Реактивна потужність буде наступною:

$$Q_p = P_p \cdot \text{tg}\varphi \quad (2.7)$$

$$Q_p = 1,045 \cdot 0,33 = 0,344 \text{кВт} ,$$

Повна потужність становитиме:

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

$$S_p = \sqrt{1,045^2 + 0,344^2} = 1,1 \text{кВт} .$$

Розрахунок навантаження силової мережі, необхідно починати з визначення схеми електропостачання. У цехових мережах використовуються радіальні і магістральні схеми електропостачання. У розрахунку великих будівель бажано використовувати комбіновані схеми. У радіальній схемі з'єднання електропостачання приймачі електроенергії (електродвигуни) підключаються автономно один від одного з джерелом електроживлення (шафи електроживлення, силові розподільні пункти і ін.). З цієї причини електродвигуни з'єднують з джерелом живлення незалежними кабелями.

Перевагою даної схеми є збільшений термін служби. У магістральній схемі електропостачання однотипні електроприймачі приєднуються до загальної лінії (шинозборці, шини). Що гарантує простоту і вигідність приєднання, але призводить до зменшенням надійності та взаємозалежності роботи енергоприймачів. У нашому випадку з'єднання електроприймачів проходить за магістральною схемою за допомогою трьох або чотирьох жильних кабелів для двигунів.

Перед початком розрахунку на генплані розмічаємо траси прокладки ліній по території підприємства і визначаємо відстані між точками підключення навантажень в кожній лінії.

Нумерація ділянок починається від трансформаторної підстанції (0).

Підрахунок навантаження починають з кінця лінії і рухаються до її початку. Загальне навантаження ділянки мережі і її потужність, активну і реактивну, визначаємо за допомогою коефіцієнта підсумовування за формулами:

$$P_{уч} = P_B + K_C \cdot P_M \quad (2.9)$$

$$Q_{уч} = Q_B + K_C \cdot Q_M \quad (2.10)$$

де індекс P_B , Q_B , P_M , Q_M - великі і менші підсумовувані активні і реактивні навантаження;

K_C – коефіцієнт підсумовування меншого навантаження до більшої, визначається по таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Інтервали навантаження і коефіцієнти підсумовування.

P_M, Q_M	0,3-0,8	0,9-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-90	91-120	121-150
K_C	0,62	0,6	0,61-0,625	0,63-0,635	0,636-0,66	0,665-0,69	0,685-0,69	0,695-0,7	0,705-0,72

Для виконання цієї частини завдання складаємо схему прокладки ВЛ і вказуємо на ній протяжність окремих ділянок і навантаження споживачів (рис. 2.2).

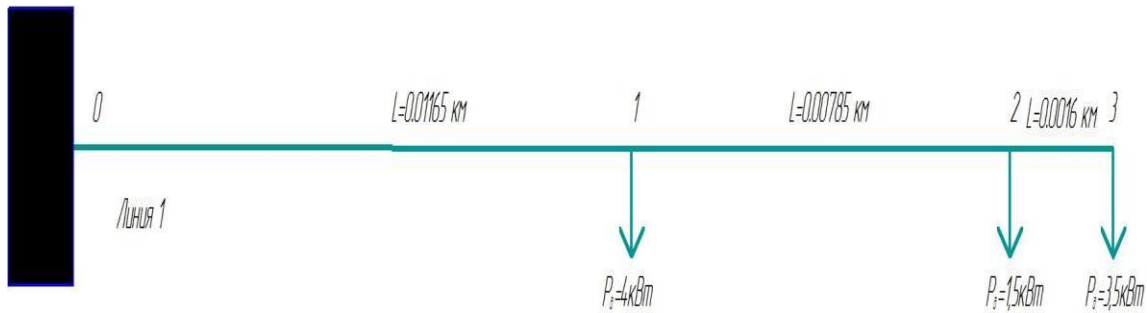


Рис. 2.2. Розрахункова схема силових ліній.

Підсумовуємо навантаження по ділянках і зводимо дані в таблицю 2.3:

Таблиця 2.3. Навантаження ділянок лінії.

Номер ділянки	Активна дена			Реактивна дена		
	P_B	$K_C \cdot P_M$	$P_{УЧ}$	Q_B	$K_C \cdot Q_M$	$Q_{УЧ}$
Линія 1						
3-2	3,2	-	3,5	2	-	2
2-1	3,2	1,92	5,12	2	1,2	3,2
1-0	5,12	2,4	7,52	3,2	1,8	5

Силові кабелі складаються з наступних вихідних деталей: струмопровідних жил, ізоляції, оболонки і захисних покривів. Крім цього в конструкцію кабелю може входити екрани, жили захисного заземлення та наповнювачі.

Силові кабелі поділяються: за типом металу струмопровідних жил – кабелі з алюмінієвими і мідними жилами, по типу матеріалів, якими ізолюються струмопровідні жили, кабелі з паперовою, з пластмасовою і гумовою ізоляцією, по типу захисту ізоляції жил кабелів від впливу зовнішнього середовища – кабелі в металевій, пластмасовій і гумовій оболонці, за способом захисту від механічних пошкоджень – броньовані та неброньовані, за кількістю жив - одно-, дво-, три-, чотири- і п'ятижильних.

Кожна конструкція кабелів має свої позначення і марку. Марка кабелю складається з початкових літер слів, що описують конструкцію кабелю.

Струмопровідні жили силових кабелів виготовляють з алюмінію і міді жилами і багатодротовими. За формою жили виконують круглими, секторними або сегментними (рис. 2.3).

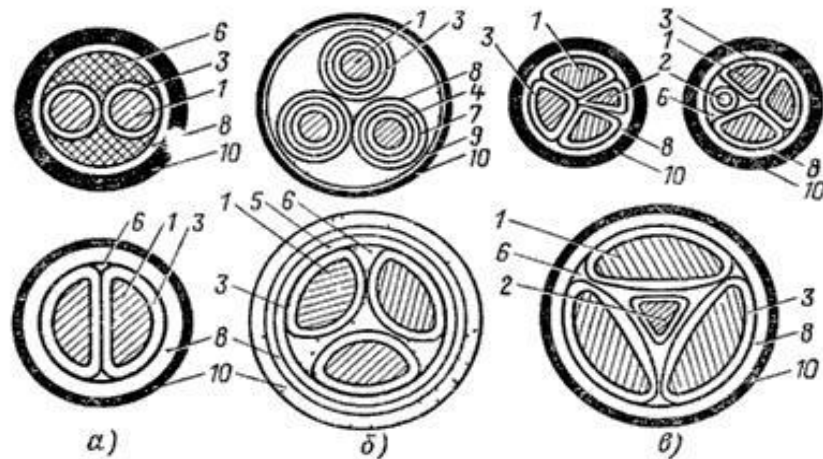


Рис. 2.3 Переріз силових кабелів: а – двожильні кабелі з круглими і сегментними жилами, б – трижильні кабелі з поясною ізоляцією і окремими оболонками, в – чотирьохжильні кабелі з нульовою жилою круглої, секторної і трикутної форми, 1 – струмопровідна жила, 2 – нульова жила, 3 – ізоляція жили, 4 – екран на струмопровідній жилі, 5 – поясна ізоляція, 6 – заповнювач, 7 – екран на ізоляції жили, 8 – оболонка, 9 – бронепокрив, 10 – зовнішній захисний покрив.

Силові кабелі мають основні і нульові жили. Основні жили використовуються для передачі електричної енергії, а нульові – для проходження різниці струмів фаз при і нерівномірному навантаженні.

Алюмінієві жили кабелів до 35 мм^2 включно виготовляють жилами, $50-240 \text{ мм}^2$ – жилами або багатодотовими, $300-800 \text{ мм}^2$ – багатодотовими.

Мідні жили до 16 мм^2 включно виготовляють жилами, $25-95 \text{ мм}^2$ – жилами або багатодотовими, $120 - 800 \text{ мм}^2$ – багатодотовими.

Нульова жила або жила захисного заземлення, як правило, має переріз, зменшений в порівнянні з основними жилами. Вона буває круглої, секторної або трикутної форми і розташовується в центрі кабелю або між його основними жилами.

Жила захисного заземлення використовується для з'єднання не знаходяться під напругою металевих частин електроустановки з контуром захисного заземлення.

Вибір перерізу кабелю проводиться по струму двигуна, тому нам необхідно знайти для кожного двигуна свій струм.

Розрахунок здійснюється за формулою:

$$I_{НОМ.ДВ} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{л} \cdot \eta_{НОМ} \cdot \cos \varphi} \quad (2.11)$$

$$I_{НОМ.ДВ1} = \frac{4000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,875 \cdot 0,9} = 7,7 \text{ (А)}$$

$$I_{НОМ.ДВ2} = \frac{1500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 3,2 \text{ (А)}$$

$$I_{НОМ.ДВ3} = \frac{3500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95 \cdot 0,75} = 7,4 \text{ (А)}$$

Так як у нас максимальна сила струму 7,7 А, то за його даними і вибираємо переріз всього кабелю по табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Переріз струмопровідних жил мідного кабелю.

Переріз жил. мм	Мідні жили дротів і кабелів			
	Напруга 220В		Напруга 380В	
	Струм. А	Потужність. кВт	Струм. А	Потужність. кВт
1,5	19	4,1	16	10,5
2,5	27	5,9	25	16,5
4	38	8,3	30	19,8
6	46	10,1	40	26,4
10	70	15,4	50	33
16	80	18,7	75	49,5
25	115	25,3	90	59,4
35	135	29,7	115	75,9
50	175	38,5	145	95,7
70	215	47,3	180	118,8
95	265	57,2	220	145,2
120	300	66	260	171,6

За допустимим струмом ми бачимо, що нам підходить мідних силовий кабель з перетином струмопровідних жил 1,5 мм, що складається з однієї або багатодротяна мідної жили, ПВХ ізоляцією, в полівінілхлоридної оболонці, що

не поширює горіння. Марки NYM 4x1,5 відповідний для монтажу електропроводки – в сухих і вологих приміщеннях, на відкритому повітрі, в трубах, каналах, на спеціальних кабельних естакадах, для підключення промислових установок, підключення побутових приладів в стаціонарних установках.

Обраний перетин кабелю перевіряється на допустиме падіння напруги в ньому (ε), який мав би перевищувати 5%. Падіння напруги ε розраховується за формулою:

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

$$\varepsilon = \frac{4000 \cdot 11,65}{380^2 \cdot 57 \cdot 1,5} = 0,0037$$

де $P_H \cdot L$ – момент навантаження (P_H береться в Вт);

L – довжина кабелю в метрах від силового розподільчого пункту до двигуна;

U_H – номінальна напруга двигуна, В;

S – перетин жили кабелю (проводу), мм²;

γ - питома провідність металу жили кабелю (γ міді = 57, γ алюмінію = 35,6).

У тому випадку, якщо $\varepsilon > 5\%$, перетин жили кабелю береться великим перетином (наступним за номіналом) і розрахунок повторюється.

Зробимо розрахунок перерізу проводів в ремонтній майстерні.

$$I = \frac{P \cdot K_H}{U \cdot \cos \varphi} \quad (2.13)$$

$$I = \frac{1100 \cdot 0,75}{220 \cdot 1} = 3,75 \text{ (A)}$$

де P – сумарна потужність всіх електроприладів, Вт;

U – напруга мережі, В;

$K_H = 0,75$ – коефіцієнт одночасності;

$\cos(\varphi) = 1$ для побутових електроприладів

Для лінії освітлювальної мережі, так само використовуємо провід з міді перерізом 1,5 мм складається з ПВХ ізоляцією, полівінілхлоридної оболонкою марки ПУНП (ПБПП) 3x1,5, відповідний для прокладки в освітлювальних мережах, монтажу і приєднання приладів слабкого струму побутового призначення.

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

Недоліком цих пристроїв – в тому, що при перегорання запобіжника, питаннями по виборур плавкої вставки для нього займалися багато дослідників, але часто пробка не спрацювала в потрібний час, через що нерідко були пожежі.

Автоматичні перемикачі (AS), у яких є багато переваг, використовуються в даний час для заміни до старих пробок і більш надійні в порівнянні з пробками. Структурно AV представляє модуль з двома контактами введення і виведення і кнопка включення (однополюсний автомат).

Робочий механізм автоматичного перемикача знаходиться в закритому пластиковому корпусі. У задній частині у автомата є спеціальний фіксатор, завдяки якому це може бути закріплено надійно на планці DIN в з'єднанні в електрощитку.

Вибір автоматичних перемикачів – відповідальне завдання, яку необхідно розглядати серйозно. В умовах появи надзвичайних ситуацій правильно обраний автомат – гарантія захисту не тільки вашого обладнання, але також і вашої життя.

Автоматичний вимикач – це комутаційний апарат призначений для автоматичного розмикання електричного кола в момент виникнення коротких замикань або перевантажень.

На схемах позначаються буквами АВ або QF (європейський стандарт).

Критерій вибору автоматичних вимикачів.

Основними показниками на які посилаються при виборі автоматів є:

- кількість полюсів;
- номінальна напруга;
- максимальний робочий струм;
- здатність вимикати (струм короткого замикання).

Номінальна напруга автомата – це напруга на яке розрахований сам автомат. Не залежно від місця установки напруги автомата U_{AB} має бути рівною або більшою номінальній напрузі мережі U_C :

$$U_{AB} \geq U_C, \quad (2.14)$$

$$380 \geq 380$$

Максимальний робочий струм. Вибір автоматів для максимального робочого струму полягає в тому, що номінальний струм автомата (номінальний струм розчеплювача) $I_{ABном}$ був більше або дорівнює (розрахунковому) струму максимальної роботи I_{max} , беручи до уваги можливі перевантаження:

$$I_{ABном} \geq I_{max}, \quad (2.15)$$

$$25 \geq 7,7$$

Для силової мережі електродвигунів вибираємо трьохполюсний автоматичний вимикач MerlinGerin Автомат ВА 25 з номінальною силою струму 25 А (рис. 2.4)

Кількість полюсів автомата визначено з числа мережевих фаз. Оскільки установка в однофазній мережі використовує уніполярний або біполярний. Звернись три до трьохфазову мережі - і чотириполюсній (мережі з повним правом системи нейтрального з TN-S). У домашніх секторах зазвичай використовують один - або біполярні автомати.

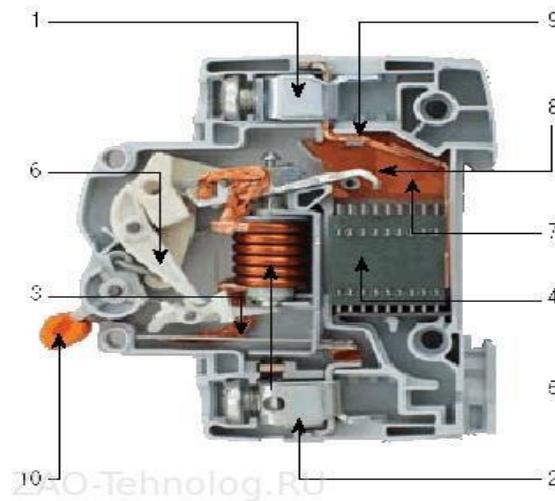


Рис. 2.4. Пристрій автоматичного вимикача ВА25: 1 – верхня клемма, 2 – нижня клемма, 3 – біметалева пластина (тепловий роз'єднувач), 4 – дугогасильні камери, 5 – електромагнітний роз'єднувач, 6 – механізм взводу, 7 – накладка з газогенеруючої пластмаси, 8 – рухливий контакт, 9 – нерухомий контакт, 10 – рукоятка взводу.

Підберемо до нашої розрахункового навантаження запобіжник. Як відомо, у двигунів під час пуску виникають великі пускові струми. Якщо цим знехтувати, то наш запобіжник при пуску відразу перегорить. Для електродвигунів з легкими умовами пуску співвідношення пускового струму електродвигуна до номінального струму плавкої вставки струму електродвигуна до номінального струму плавкої вставки має бути не більше 2,5, а для електродвигунів з важкими умовами пуску (велика тривалість розгону, часті пуски і т.п.) це співвідношення має бути рівним 2,0-1,6. Струм 7,09 А:

$$K_z = \frac{I_{\Pi}}{I_H} \quad (2.16)$$

$$K_z = \frac{7,7}{1,5} = 5,1$$

Якби не враховували пусковий струм, то вибрали б, наприклад, ППН-33 з плавкою вставкою на 6 А. Пуск даного двигуна легкий, тому пусковий струм двигуна:

$$I_{\Pi} = K_1 \cdot I_{НОМ.ДВ} \quad (2.17)$$

$$I_{II} = 7,5 \cdot 7,7 = 57,75 \text{ (A)}$$

Звідси випливає, щоб плавка вставка не перегоріла при пуску даної навантаженні, номінальний струм запобіжника повинен бути більш 57,75 А, тому вибираємо запобіжник ППН-33 з плавкою вставкою на 25 А (рис. 2.5)



Рис. 2.5. Плавкий запобіжник ППН-33 25А

Проводимо розрахунки для вибору автоматичного вимикача до навантаження освітлювальної мережі.

Вибір перетинів провідників за умовами спрацьовування захисного апарату при короткому замиканні:

В освітлювальних мережах з глухим заземленням нейтралі мають бути забезпечено надійно відключенні захисним апаратом однофазного короткого замикання

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

де k – мінімально допустима кратність струму короткого замикання по відношенню до номінального струму апарату захисту.

I_A – номінальний струм апарату захисту, А.

I_K – найменша величина струму однофазного короткого замикання, А.

Для одного ряду СП виберемо автоматичний вимикач АЕ2020 (рис.2.6), для якого:

номінальний струм 16 А, трьохполюсний з електромагнітними роз'єднувачами струму;

номінальний струм теплового роз'єднувача $I_{НОМ,Р} = 10$ А;

номінальний струм спрацьовування теплового розчеплювача

$$1,25 \cdot I_{НОМ,Р} \quad (2.19)$$

$$1,25 \cdot 10 = 12,5 \text{ (A)}$$



Рис. 2.6. Автоматичний вимикач АЕ2020

номінальний струм спрацьовування електромагнітного розчеплювача

$$12 \cdot I_{НОМ.Р} \quad (2.20)$$

$$12 \cdot 10 = 120 \text{ (A)}$$

Магнітні приводи головок призначені, головним чином, для дистанційного контролю за трифазними асинхронними електродвигунами з короткозамкненим ротором. Також магнітний привід головок можна включати і роз'єднати будь-яке навантаження, наприклад нагрівальні елементи або джерела світла.

Вони забезпечують нульовий захист, тобто в разі зникнення напруги або її зниження до 50-60% від номінального, котушка не зберігається магнітну систему приводу головок і викликає контакти, роз'єднані. У разі відновлення напруги нинішній колекціонер залишається роз'єднаним. Це виключає можливість нещасних випадків, пов'язаних з безпосереднім запуском двигуна або іншого електричного набору. Приводи головок з тепловими реле виконані також захист електричного набору проти довгих перевантажень (рис. 2.7)

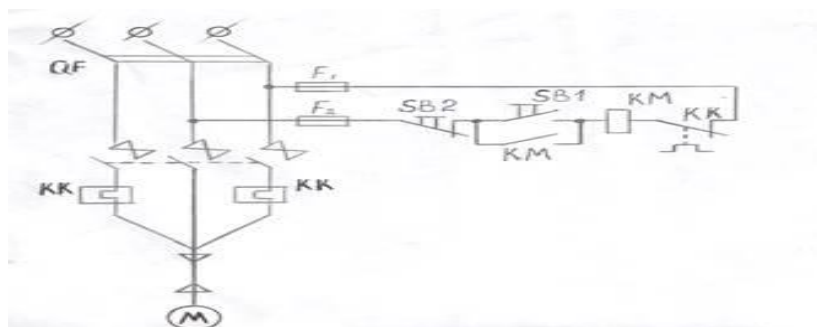


Рис. 2.7 Схема пуску і захисту двигуна

Зробимо вибір магнітного пускача за основними технічними параметрами. Вибираємо магнітний пускач з вбудованим тепловим реле типу пускач магнітний ПМ12025380 25А.

В разі перевищення струму певного значення біметалічний елемент нагрівається і згинається, приводячи в дію контакт реле. Очевидно, що при збільшенні струму зменшується час спрацьовування реле. Залежність часу спрацьовування реле від струму називається характеристикою теплового реле (рис.2.8).

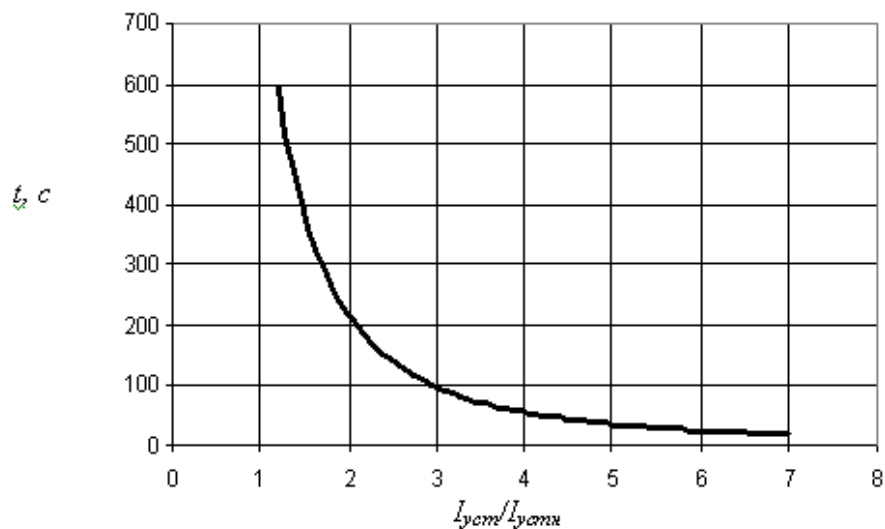


Рис. 2.8. Характеристика теплового реле

Сучасні електродвигуни виконуються з ізоляцією класу F і перевищенням температури по класу B. Таким чином, навіть при температурі навколишнього середовища 400°C забезпечується температурний запас 250°C , завдяки чому електродвигун може витримувати короткочасні перевантаження без руйнування ізоляції. Реле, підібрані відповідно до даних рекомендацій, забезпечують надійний захист двигунів при тривалих перевантаженнях 15-20%. Таким чином, забезпечується надійна тривала робота електродвигуна і забезпечується закладений заводом-виробником ресурс роботи.

Вибираємо теплове реле моделі РТЛ-1014-7-10А-УХЛ4-КЕАЗ на 10 А.

Висновки по розділу

В даному розділі були проведені розрахунки навантажень освітлювальної та силової мереж, де визначили споживану потужність даної ремонтної майстерні. Вибрали переріз дроту виходячи з отриманих навантажень.

Визначили параметри автоматичного вимикача і запобіжників, а також магнітний пускач і теплове реле, для захисту електрообладнання від перевантажень.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИМЕРІВ

Виробничу автоматизацію управління освітленням можна легко реалізувати двома простими методами. Перший метод, обладнати цех пультом з декількома кнопками. В результаті управління світлом можна регулювати прямо з робочого місця. Інший метод, цілковита автоматизація за участю спеціалізованих датчиків. Світло включається миттєво, коли працівник заходить в цех, а через деякий проміжок часу після того як піде, відключається. Перевага даної автоматизації видно з самого початку, особливо коли руки зайняті якою-небудь деталлю, і для того щоб дотягнутися до вимикача, потрібно деякі зусилля. Хоча, вмикачі в автоматичному управлінні зовсім не відмінюються: якщо необхідно відключити світло, перебуваючи в приміщенні, то досить повернути диммер і світло вимкнеться.

Автоматичні системи управління освітленням прості і дієві в ремонтних майстернях. Вони дозволяють зробити роботу набагато зручніше, а витрата на покупку і монтаж спеціального обладнання окупаються набагато швидше, ніж це може здатися на перший погляд.

Управління яскравістю світіння ламп дозволяє нам досягти комфортного для очей світлового потоку, для того щоб очі менше напружувалися, що дозволяє зробити перебування в приміщенні більш комфортним, але і дозволяє контролювати витрату електричної енергії і, отже, економізуватиме витрати по оплаті за неї. З використанням диммера відпадає необхідність в установці додаткового освітлення біля робочих місць, що також нам дозволяємо економити електроенергію. Включення і відключення освітлення можна проводити дистанційно або заздалегідь закладеної в пам'ять приладу програми.

При виборі диммера в даному приміщенні нам необхідно не забувати про його пропусну потужність. У ремонтній майстерні розташовуються 8 ламп

потужністю по 150 Вт, а диммер необхідно купувати з потужністю рівної з лампами + 30%, у зворотному випадку регулятор освітлення буде перегріватися і в результаті чого вийде з ладу.

Визначимо потрібну потужність диммера в ремонтну майстерню:

$$P_{д} = \frac{n \cdot P_{л} + 30 \cdot (n \cdot P_{л})}{100} \quad (3.1)$$

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

Сумарна потужність даного диммера повинна бути не менше 1300 Вт, для того щоб він не вийшов з ладу і працездатність була хорошою, тому підбираємо диммер марки Белла с16-65, максимальна потужність навантаження становить 1500Вт (рис. 3.1).



Рис. 3.1. ДиммерБелла с16-65

Однофазні лічильники здійснюють облік електроенергії в двопровідних мережах змінного струму з напругою 220В. А трифазні – в мережах змінного трифазного струму (3-х і 4-провідних) номінальною частотою 50 гц (рис.3.2)



Рис. 3.2. Однофазний лічильник

Однофазне живлення в основному використовується для електрифікації житлового району приватного сектора, в якому енергоспоживання становить близько 10 кВт. Тому облік електроенергії відбувається за допомогою однофазних лічильників, що є великою перевагою, простота їх проектування і будівництва, а також зручність користування (фази видалення і вказівки).

Але сучасна реальність така, що протягом останніх двох десятиліть споживання електроенергії значно збільшилася. З цієї причини не тільки в компаніях, але і в житлових будинках (особливо в приватному секторі) підключаються до трифазних електромереж. За технічними умовами виявляється, що потужність трифазної і однофазної мережі практично рівна- 15кВт і 10-15кВт відповідно.

Проте, основною перевагою є можливість прямого підключення трифазних електричних приладів, таких як обігрівачі, електричні котли, асинхронні двигуни. Точніше тільки дві переваги. Перший - трифазне джерело живлення в нашій роботі пристрою з більш високими параметрами якості, а другий – відсутність «перекосу фаз» з одночасним використанням декількох потужних споживачів, тому що це завжди можна підключити електричну фазу зведеного від осідання через «упередженості».

Підвищена потреба в енергетичних установках трифазного живлення призвела до частих випадків використання трифазних лічильників. У

порівнянні з однофазним, вони мають більш високу точність даних, але також мають великі розміри і складну конструкцію (вимагають трифазний вхід).

Наявність або відсутність нульового проводу визначає, який лічильник буде потрібно встановити: трьохпроводний при відсутності «нуля», а при його наявності – чотирьох. Для цього є відповідні спеціальні позначення в його маркуванні - 3 або 4.

Схема підключення цього лічильника багато в чому (особливо по простоті виконання) схожа зі схемою установки однофазного лічильника. Вона вказана в технічному паспорті, а також на зворотному боці кришки. Головною умовою підключення є суворе дотримання порядку приєднання проводів за кольором, вказаним в схемі і відповідності непарних номерів проводів вводу, а парних – навантаження (рис. 3.3).

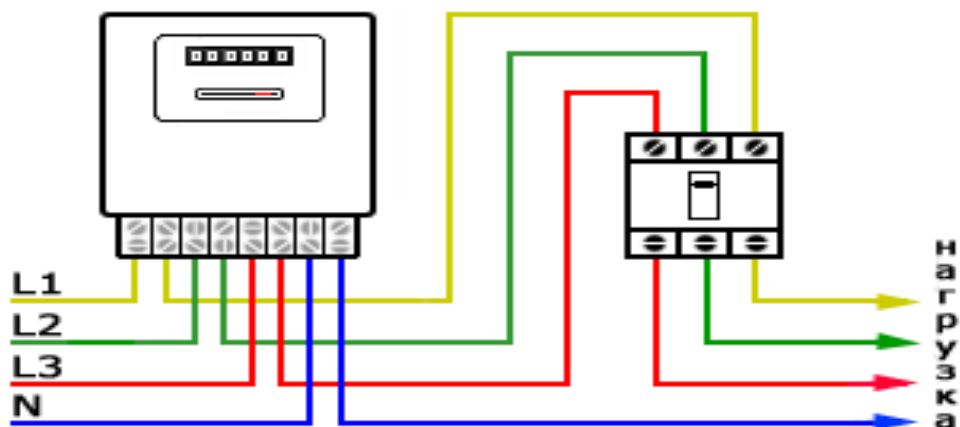


Рис. 3.3. Схема підключення прямого, або безпосереднього включення

Порядок приєднання проводів (вказано зліва направо):

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

Лічильники напівкосого включення.

Це підключення відбувається через трансформатори струму. Існує велика кількість схем даного включення, але найпоширеніша серед них (рис. 3.4):

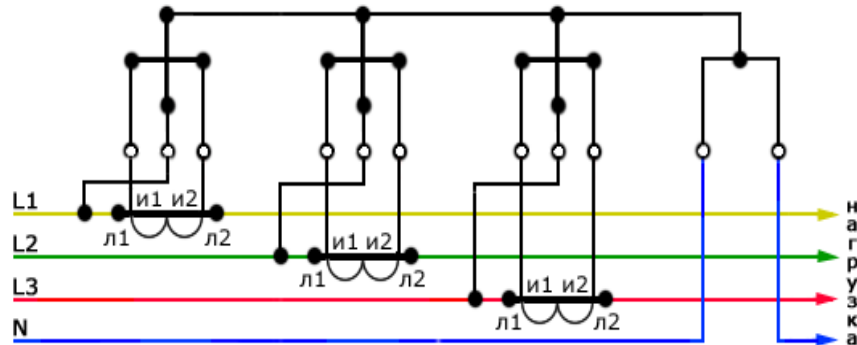


Рис. 3.4. Напівкосе підключення лічильника

Схема підключення десятипровідна є найпростішою, а тому і найпопулярнішою. Для під'єднання необхідно дотримуватися порядку 11 проводів справа наліво: перші три – фаза А, друга трійка – фаза В, 7-9 для фази С, 10 – нейтральний.

З'єднання за допомогою клемної коробки – воно складніше, ніж перша. Підключення здійснюється за допомогою випробувальних колодок.

З'єднання по типу «зірка», як і попередня, є досить складною, але вимагає меншу кількість проводів. Спочатку в загальну точку збирають перші однополярні виходи вторинної обмотки, а наступні три від інших виходів спрямовані до лічильника, струмові обмотки теж з'єднати (рис. 3.5).

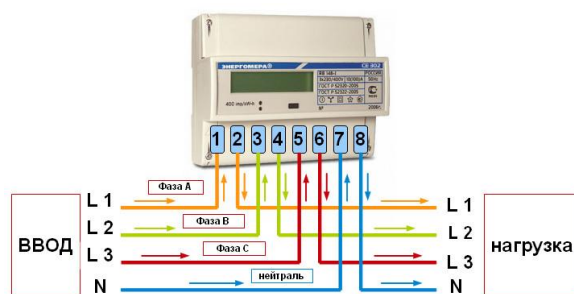


Рис. 3.5. Схема підключення лічильника до трифазної мережі

Для даної ремонтної майстерні вибираємо електрولیчильник меркурій 230 АМ-02 + пульт: струм 10 (100) А, кла точності 1.0 з урахуванням подальшої модернізації приміщення, наявністю електрообладнання.

Для монтажу нам буде потрібно 15 м світлодіодної стрічки. Я вирішив вибрати наступну світлодіодну стрічку RTW 2-5000SE 12V White з IP65, у якій споживана потужність на 5 метрах довжини становить 24 Вт, і споживана сила струму 2 А.

Так як в приміщенні робочою зоною є вся поверхня, то в рамках безпеки найкраще використовувати світлодіодну стрічку із захистом IP65 (захист від пилу і бризок). Покажемо схематично розташування стрічки на (рис.3.6)

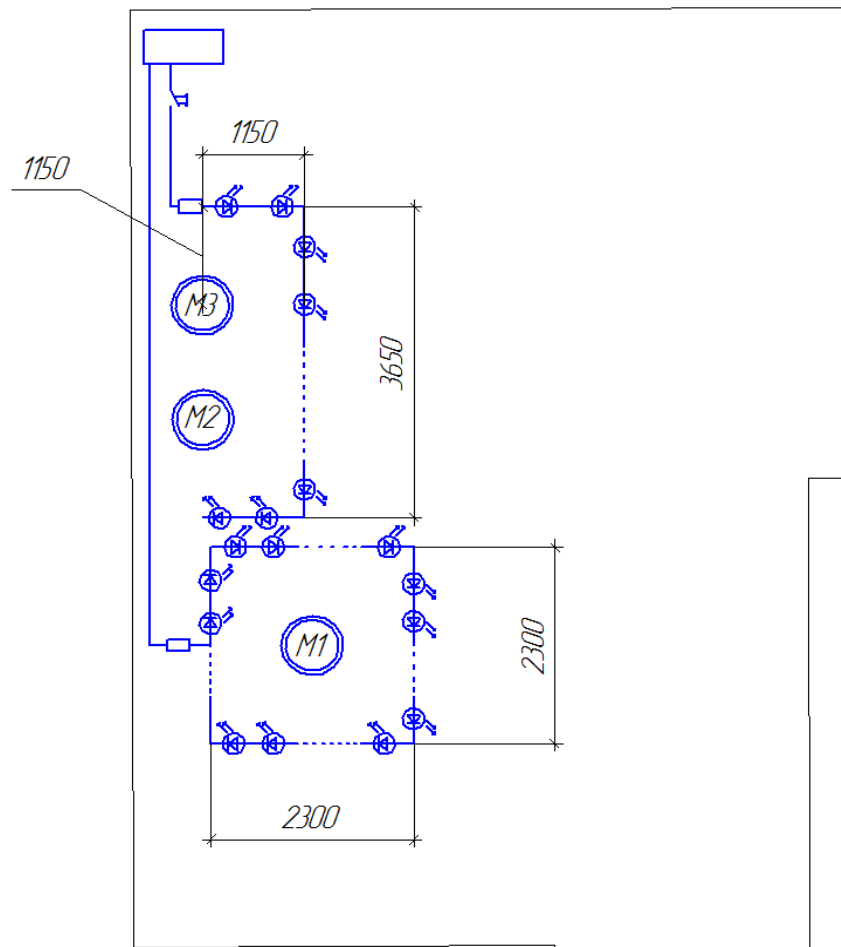


Рис. 3.6. Монтажна схема розташування світлодіодної стрічки

У зв'язку з підключенням стрічки розрахуємо потужність, яка буде припадати на наш диммер додатково крім світильників:

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

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

Дана стрічка буде підключатися по наступній електричній схемі (рис. 3.7)

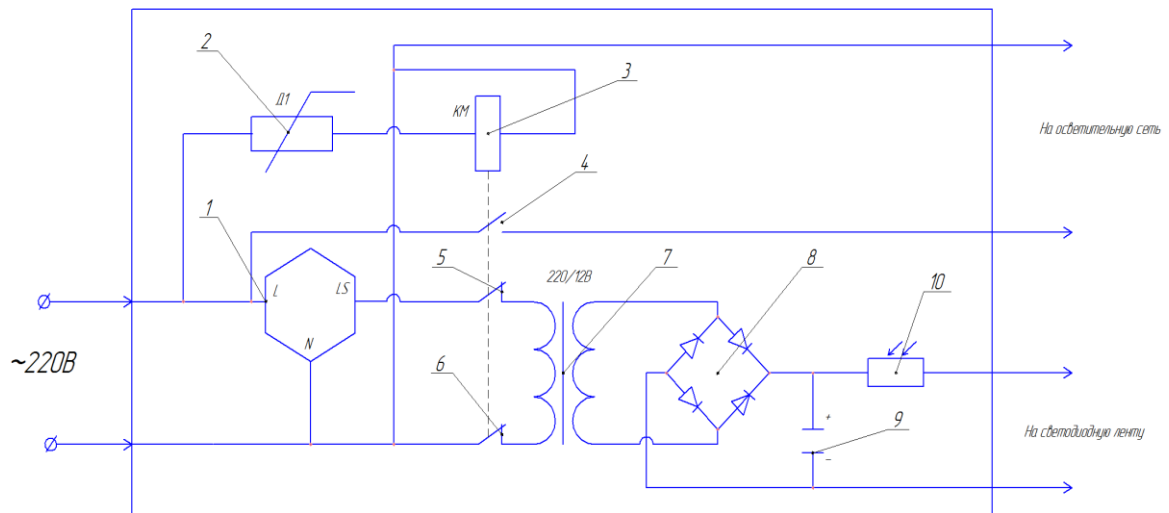


Рис. 3.7. Електрична схема освітлювального щита: 1 – датчик руху; 2 – диммер; 3 – магнітний пускач; 4 – контакт комутаційного пристрою; 5,6 – контакт комутаційного пристрою розмикаючими; 7 – трансформатор 220/12 В; 8 – діодний міст; 9 – полярний конденсатор; 10 – фоторезистор.

Ящик управління освітленням ЯУ096 (рис.3.8)



Рис. 3.8. ЯУ096

Ящики керування освітленням типу ЯУ096 призначені для автоматичного, місцевого, ручного або дистанційного (з диспетчерського пункту) управління освітлювальними мережами і установками виробничих будівель, споруд, територій будь-яких об'єктів з будь-якими джерелами світла (лампами розжарювання, ДРЛ, ДРІ, люмінесцентними і ін.).

Висновки по розділу

В розділі визначено який необхідно встановити диммер в освітлювальну мережу для навантажень в машинноремонтній мережі, щоб не відбувалося збоїв в живлені мережі. В результаті проведених розрахунків вибрали Диммер Белла с16-65. Розглянули можливі прилади для обліку електричної енергії та вибрали Меркурій 230 АМ-02 + пульт: струм 10 (100) А, клас точності 1.0.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі були розглянуті питання проектування ремонтної майстерні, в якій були проведені розрахунки навантажень освітлювальної та силової мережі, визначили споживану потужність, вибрали переріз дроту, виходячи з отриманих навантажень.

Розрахували навантаження автоматичного вимикача і запобіжників, магнітних пускачів і теплових реле для захисту електрообладнання від перевантажень.

З отриманих розрахунків вибрали Диммер Белла с16-65 для даної освітлювальної мережі, розрахували споживане навантаження ремонтної майстерні і вибрали прилад обліку електроенергії Меркурій 230 АМ-02 + пульт: ток 10 (100) А, клас точності 1.0. Додали УЗО для захисту від ураження людини електричним струмом..

Розробка є економічно ефективною. Термін окупності додаткових капітальних вкладень складе від 0,5 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фоменков А. П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий. Москва: Колос, 1984. 288 с.
2. Елистратов Г.С. Электрооборудование сельского хозяйства (справочник). Минск.: Ураджай, 1986. 328 с.
3. Фоменков А.П. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий. Москва : Колос, 1984. 311 с.
4. Боцман В.В. Расчет светотехнической установки животноводческого помещения.г.Белгород : Изд-во БелГСХА, 2010. 30с.
5. Справочная книга для проектирования электрического освещения Ленинград : Энергия, 1976. 384 с.
6. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Проектирование и расчет. Киев: Техника, 1985.–279 с.
7. Будзко И.А. Электроснабжение сельского хозяйства. Москва: Агропромиздат, 1990. 496 с.
8. Справочник по проектированию электроснабжения. Москва: Энергоатомиздат, 1990. 576 с.
9. 7Юндин М.А. Токовые защиты электрооборудования. Ростов-на-Дону: ООО «Терра», 2004. 213 с.
10. Шеховцов В. П. Аппараты защиты в эл.сетях низкого напаряжения. Москва: форум, 2010. 160 с.
11. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник для вузов. перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 2006. 638 с.
12. Евсюков А. А. Электротехника. Москва: Просвещение, 1979. 248 с.
13. Трембач В.В. Световые приборы. Москва : Высшая школа, 1998. 497 с.

14. Справочная книга по светотехнике. Москва : Энергоатомиздат, 2007. 923 с.
15. Механізація трудомістких робіт у малих фермах / [за ред Ясенецького В. А. Київ: Урожай, 1990 с.
16. Гнелин А.М. Справочник электромонтера сельского хозяйства. Москва: Колос, 2011. 213с.
17. Машины і обладнання для тваринництва: підручник для студентів аграрних навчальних закладів I-II рівнів акредитації / за ред. І. І. Ревенко. Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М. 2017. 304 с.
18. Бабаханов Ю.М. Оборудование и пути снижения систем Микроклимата. Москва : Россельхозиздат, 2010. 184с.
19. Соколов Б.А. Монтаж электрических установок. Москва: "Энергоатомиздат", 2009. 224 с.
20. Ревенко І. І., Щербак В. М., ПобігунА. М. Машины та обладнання для тваринництва: практикум.Мелітополь : ТОВ "Видавничий будинок", 2010. 155 с.
21. Савченко П. И. , Гаврилюк И. А.. Практикум по электроприводу в сельском хозяйстве / Москва: Колос, 1996. 224 с.
22. Растимешин С.А.. Микроклимат животноводческих ферм. Москва : АгроНИИТЭИИТО, 1990. 143 с.
23. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под ред. Г.М. Кнорринга. Л., «Энергия», 1976. 384 с.