

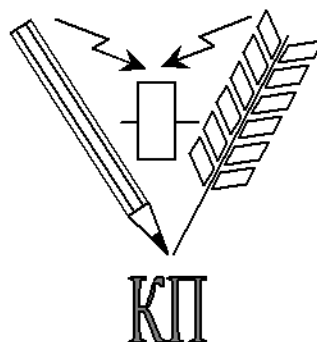
МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
Енергетичний факультет

Кафедра електрифікованих технологій АПК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання курсового проекту з дисципліни
„ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ„**

для студентів 4 курсу напрямку підготовки
6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в АПК»
ОКР «Бакалавр»



Мелітополь,
2013 р.

Методичні вказівки склали:

д.т.н., проф. Никифорова Л.Є.

ас. Богатирьов Ю.О.

Рецензент доц. каф. ГіТ, к.т.н. Журавель Д.П.

Методичні вказівки розглянуто на засіданні кафедри ЕТ АПК протокол № 1 від 29.08.2013 р.

Методичні вказівки розглянуто методичною комісією факультету ЕнФ та рекомендовано до використання у навчальному процесі (протокол № від р.)

Никифорова Л.Є. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Основи проектування систем електрифікації» для студентів 4 курсу напрямку підготовки 6.100101 «Енергетика та електротехнічні системи в АПК» ОКР «Бакалавр» / Л.Є. Никифорова, Ю.О. Богатирьов. – Мелітополь : ТДАТУ, 2013. – 62 с.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Загальні вказівки з виконання курсового проекту | 4 |
| 1 Розробка завдання на проектування системи електрифікації | 6 |
| 1.1 Визначення вихідних даних з технології виробництва..... | 6 |
| 1.2 Визначення архітектурно-планувальних вихідних даних | 7 |
| 1.3 Визначення вихідних даних для вибору електрообладнання.... | 8 |
| 1.4 Розробка завдання на проектування системи електрифікації | 15 |
| 2 Проектування системи електрифікації об'єкту..... | 18 |
| 2.1 Обґрунтування, вибір та перевірочний розрахунок силових електроприймачів..... | 18 |
| 2.2 Обґрунтування, розрахунок та вибір внутрішніх електричних мереж..... | 20 |
| 2.3 Обґрунтування, розрахунок та вибір апаратів керування і захисту, низьковольтних комплектних установок..... | 25 |
| 2.4 Розробка схеми електричної розташування живильної і розподільчої мережі..... | 34 |
| 2.5 Розробка схеми електричної принципової живильної і розподільчої мережі..... | 35 |
| 3 Проектування системи керування технологічним процесом..... | 38 |
| 3.1 Вибір засобів автоматизації..... | 38 |
| 3.2 Вибір електрообладнання вторинних кіл..... | 38 |
| 3.3 Розробка і опис схеми електричної принципової системи керування технологічним процесом..... | 39 |
| 3.4 Розробка схеми електричної з'єднання системи керування технологічним процесом..... | 42 |
| 3.5 Розробка схеми електричної підмикання системи керування технологічним процесом..... | 43 |
| Список літератури..... | 46 |
| Додатки..... | 48 |

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ З ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Мета курсового проекту. Курсовий проект (КП) ґрунтується на систематизації, аналізі та практичній реалізації знань, що отримані на дисципліні «Основи проектування систем електрифікації» та інших базових дисциплінах і вирішує питання набуття практичних навиків і вирішення конкретних питань з електрифікації виробничих об'єктів АПК з складанням проектної документації.

Метою КП є розробка проектної документації на основі чинної нормативної бази для створення удосконалених систем електрифікації об'єктів АПК, її подальшого використання при замовленні електрообладнання і засобів автоматизації, монтажних роботах, експлуатації, визначенні обсягу капітальних вкладень і т. ін.

Тематика КП формується ведучим викладачем дисципліни за умовами актуальності, доцільності, а також обсягу питань, що мають бути вирішені.

КП повинна складатися з пояснювальної записки на 35...40 сторінках рукописного тексту формату А4 і 5 аркушів графічної частини формату А1.

Вимоги до змісту КП. Приклад змісту пояснювальної записки наводиться в завданні на КП. Пояснювальна записка повинна складатися з наступних частин:

- титульний аркуш;
- завдання;
- склад проекту;
- реферат;
- зміст;
- основна частина;
- висновки;
- список літератури;
- додатки (за необхідності).

Титульний аркуш є першим аркушем КП. Він виконується згідно ГОСТ 2.105-95 та галузевих нормативних документів вищої освіти на аркушах формату А4. Правила оформлення титульного аркуша наведені в методичних вказівках [16], приклад заповнення приведений у додатку А.

Завдання є вихідним документом на виконання КП і затверджується завідувачем кафедри. У завданні, виданому студенту, чітко формулюється назва теми, приводяться необхідні вихідні дані, вказується структура пояснювальної записки і зміст графічної частини, а також проставляються терміни виконання.

Склад проекту виконується згідно вимог ДСТУ Б А.2.4-4:2009 (форма 16). Склад проекту містить перелік всіх проектних документів, з яких складається КП з наданими їм позначками. Приклад заповнення складу проекту наведено в додатку Б.

Реферат призначений для ознайомлення з пояснювальною запискою. Він повинний бути стислим, інформативним. Реферат розміщується безпосередньо після складу проекту, починаючи з нової сторінки. Вимоги до змісту та оформлення реферату наведено в ГОСТ 7.9-95 та методичних вказівках [16].

Зміст. Зміст оформлюють відповідно до вимог методичних вказівок [16].

Основна частина. Основна частина записки повинна починатися з вступу. У ньому коротко характеризують сучасний стан питання, якому присвячена навчальна робота, а також мету КП. Вступі слід чітко сформулювати, у чому полягають новизна і актуальність описуваної навчальної роботи, і обґрунтувати необхідність її проведення. Обсяг вступу 1-2 сторінки.

Подальший зміст основної частини КП повинний повністю відповідати завданню і закінчуватися висновками. Повна чи часткова невідповідність зміста основної частини КП завданню є підставою для зняття його з захисту. Оформлення тексту повинно відповідати вимогам, які визначає ГОСТ 2.105-95. Приклад оформлення і вимоги до основних атрибутів текстових документів приведено в методичних вказівках [13].

У **висновках** підводиться підсумок виконаної роботи. У ньому повинні міститись оцінка результатів навчальної роботи: які заходи щодо підвищення технічних, економічних або експлуатаційних параметрів впроваджувалися в КП, на що вони впливали, за рахунок чого досягались; пропозиції з використання отриманих результатів.

Список літератури повинний містити перелік літературних джерел, що використовувались при виконанні КП. Приблизний обсяг списку літератури 15-20 джерел. Складання списку літератури повинно виконуватися відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Приклад і правила його оформлення наведено в методичних вказівках [16].

1 РОЗРОБКА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

1.1 Визначення вихідних даних з технології виробництва

В даному підрозділі необхідно навести аналіз технології виробництва або переробки сільськогосподарського продукту, визначити необхідні технічні характеристики технологічного обладнання.

Технологія виробництва у вигляді схеми структурної технологічного процесу наведена в завданні до КП (приклад – рисунок 1.1), на якій показано послідовність технологічних операцій, як основних, так і допоміжних, з вказівкою місця загрузки сировини та вивантаження продукту.

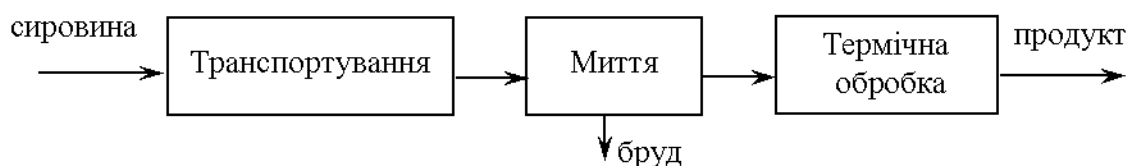


Рисунок 1.1 – Схема структурна технологічного процесу

У багатьох випадках виробництво чи переробка одного й того ж виду продукції може здійснюватися на різних комплектах технологічного обладнання. В залежності від виробничої ситуації технологічне обладнання наведене в завданні можна замінити на аналогічне. Обґрунтування заміни технологічного обладнання полягає в порівнянні декількох варіантів за такими показниками, як продуктивність, якість продукції, що випускається, кількість відходів сировини і матеріалів, безперервність роботи, простота обладнання лінії, займана виробнича площа, питомі витрати пари, води, електроенергії, чисельність обслуговуючого персоналу, безпечність умов праці. Перевага повинна віддаватися машинам і апаратам безперервної дії, простим за конструкцією, з малими габаритними розмірами і високими показниками енерго- та матеріалоефективності.

Продуктивність технологічного обладнання повинна забезпечувати продуктивність технологічної лінії в цілому (для конкретного продукту).

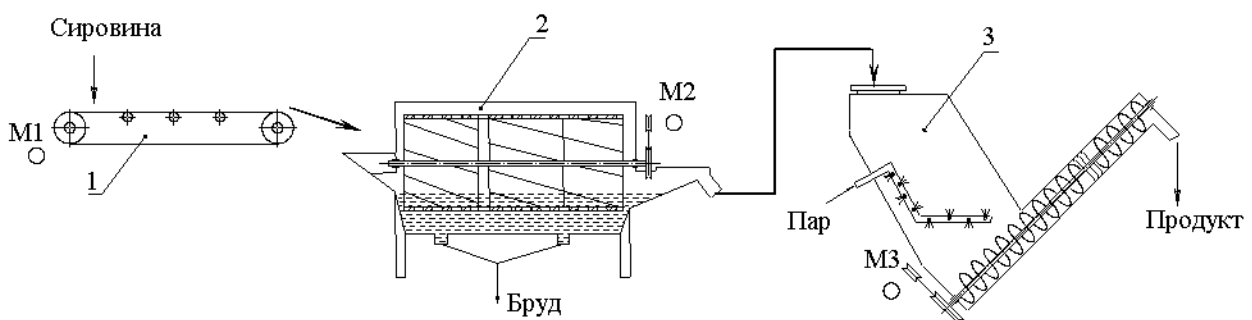
Для визначення характеристик технологічного обладнання використовують довідкову літературу [3, 7-11], і результати заносять до таблиці (приклад – таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Паспортні дані технологічного обладнання

| Найменування | Призначення | Тип | Продуктивність, П, т/год | Потужність, Р, кВт |
|-------------------------|------------------|--------------|--------------------------|--------------------|
| 1.Транспортер-живильник | Транспортування | ТК-5 | 5 | 1,2 |
| 2. Мийна машина | Миття | Ш12-КЛШ/29-5 | 5 | 7,5 |
| 3. Порційний запарник | Термічна обробка | ЗПК-4 | 1 | 4,4 |

На підставі схеми структурної технологічного процесу та визначеного технологічного обладнання розробляється схема скомбінована функційна, яка є основним технологічним документом, що визначає функційну структуру технологічного процесу. На схемі відображають функційні частини технологічного обладнання в вигляді умовних познач, згідно ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Технологічне обладнання при розробці даної схеми повинно бути зображено спрощено, без вказування окремих технологічних апаратів і трубопроводів допоміжного призначення. Однак зображена схема повинна давати ясне уявлення про принцип дії конструктивних частин технологічного обладнання з обов'язковою вказівкою напрямку руху продукту. Правила оформлення схеми скомбінованої функційної наведено в методичних вказівках [13].

Приклад виконання схеми скомбінованої функційної наведено на рисунку 1.2.



1 - транспортер-живильник; 2 - машина мийна; 3- запарник картоплі порційний.

Рисунок 1.2 – Схема скомбінована функційна технологічного процесу

Після розроблення схеми скомбінованої функційної в тексті пояснювальної записки КП наводиться опис технологічного процесу, в якому повинні бути відображені послідовність і зміст технологічних операцій, наведені основні режимні параметри, наприклад параметри продукту до та після технологічної операції, час її виконання, параметри тепло-, холодоносіїв та ін.

1.2 Визначення архітектурно-планувальних вихідних даних

З метою визначення об'ємно-планувальних рішень щодо розташування електричних мереж та електрообладнання необхідно визначити ряд показників, що відносяться до архітектурно-планувальних вихідних даних. Ними можуть бути:

- плани та розрізи будівлі;
- архітектурно-будівельні кресленики вузлів і конструкцій будівлі;
- плани розташування технологічного обладнання;
- плани розташування вентиляційного обладнання;
- плани розташування мережі водопостачання;
- плани розташування мережі газопостачання;
- плани розташування мережі тепlopостачання;
- плани розташування каналізаційної мережі;
- плани розташування газової мережі.

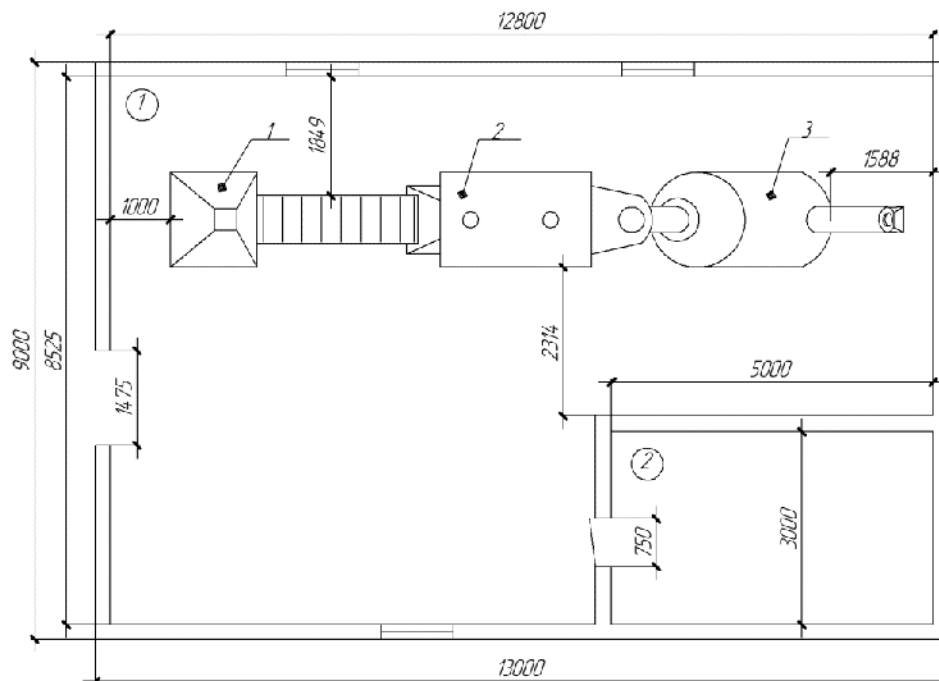
На основі аналізу даних технічних матеріалів в пояснювальній записці

наводиться перелік приміщень з вказівкою основних геометричних параметрів (приклад – таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Будівельні параметри приміщень кормоцеху

| Назва приміщення | Довжина, м | Ширина, м | Площа, м ² | Висота стелі, м | Матеріал стін |
|--|------------|-----------|-----------------------|-----------------|---------------|
| 1. Відділення термічної обробки картоплі | 12,8 | 8,5 | 108,8 | 4,0 | Цегла червона |
| 2. Електрощитова | 5,0 | 3,0 | 15,0 | 4,0 | Цегла червона |

На основі плану приміщень об'єкту будівництва, який наведено в завданні на курсовий проект з урахуванням геометричних обмежень, наведених в [9-11], які забезпечують вільний доступ до технологічного обладнання та пересування по виробничим приміщенням, визначається його розташунок (приклад - рисунок 1.2):



1 – відділення термічної обробки картоплі; 2 – електрощитова.

Рисунок 1.2 – План кормоцеху і розташунок технологічного обладнання

1.3 Визначення вихідних даних для вибору електрообладнання

З метою визначення основних параметрів електрообладнання (кліматичне виконання, категорія розташунок, ступінь захисту, технічні характеристики) в КП необхідно привести вихідні данні щодо кліматичних умов місцерозташунок об'єкту АПК до яких відносяться такі показники:

- напрям і максимальна швидкість панівних вітрів, м/с. *Необхідні для механічного розрахунку повітряних ліній електропередач;*

- абсолютна мінімальна і максимальна температура повітря, °С. *Визначають кліматичне виконання електрообладнання;*
- середньорічна температура, °С;
- найбільша середньомісячна доза сонячної радіації, Вт/м². *Показник необхідний при розрахунку самоутримних ізольованих проводів;*
- найбільша відносна вологість повітря, %. *Визначають кліматичне виконання електрообладнання;*
- атмосферний тиск, мм.рт.ст.;
- віддаленість від морського узбережжя, наявність морських туманів.

Уточнюється кліматичне виконання та ступінь захисту електрообладнання;

- висота об'єкту над рівнем моря, м;
- максимальна середньомісячна величина опадів, мм. *Необхідна для вибору ступеня захисту електрообладнання, що працює ззовні;*
- сейсмічність району в балах шкали MSK-64;
- найвищий рівень ґрунтових вод, м. *Уточнює глибину прокладання кабелів;*
- наявність в ґрунтах агресивних лугів, кислот, солі, процент вмісту.

Впливає на вибір марки кабелів;

- температура ґрунту на глибині 0,8-1 м в найбільш сухий і жаркий місяць, °С. *Впливає на уточнення перерізу кабелів за умовою нагріву;*
- глибина промерзання ґрунту, м. *Уточнює глибину прокладання кабелів і глибину залягання горизонтальних електродів заземлювальних пристроїв;*
- товщина стінки ожеледі, мм. *Впливає на механічний розрахунок ПЛ;*
- середньорічна грозова діяльність, год/рік. *Визначає необхідність і конструктивні рішення блискавкозахисту об'єкту;*

Конкретні значення показників визначаються на основі даних ПУЕ, мережі Internet та інших джерел інформації.

Для визначення умов роботи електрообладнання всередині об'єкту АПК необхідно навести характеристику приміщень за умовами навколишнього середовища, ступенем ймовірності ураження людей електричними струмом. Перелік приміщень та план виробничого об'єкту наведено в завданні до КП.

Приміщення за умовами навколишнього середовища класифікуються відповідно до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристика приміщень за умовами навколишнього середовища [21,22]

| Вид приміщення | Визначення | Приблизний перелік приміщень |
|----------------|---|--|
| Сухе | Відносна вологість не перевищує 60%. | Кімнати персоналу, житлові приміщення, опалювальні склади, підсобні приміщення в ремонтно-механічних майстернях і т.п. |
| Пильне | По технологічним умовам виробництва виділяється пил в такій кількості, що вона може осідати на проводах, проникати в машини та апарати. | Приміщення для подрібнення сухих концентрованих кормів, комбикормові заводи, склади сипких негорючих матеріалів. |

Продовження таблиці 1.3

| Вид приміщення | Визначення | Приблизний перелік приміщень |
|---|---|---|
| Вологе | Пари або волога, що конденсується, виділяється недовгочасно в невеликій кількості, відносна вологість більш 60%, але не перевищує 75%). | Неопалювальні склади. |
| Вогке | Відносна вологість довготривало перевищує 75%. | Овочесховища, доїльні зали, уборні. При наявності установок мікроклімату: корівники, свинарники, телятники, пташники та інші тваринницькі приміщення. |
| Особливо вогке | Відносна вологість повітря близька до 100%; стеля, стіни, підлога що знаходяться в приміщенні, покриті вологою. | Кормоцехи вологих кормів, зовнішні установки під навісом, в сараях і підсобних неопалювальних приміщеннях з температурою, вологістю і складом повітря, які практично не відрізняються від зовнішніх умов. |
| Особливо вогке з хімічно активним середовищем | При відносній вологості повітря, близькій до 100%, постійно або довготривало в приміщеннях. | Корівники, свинарники, телятники, пташники та інші тваринницькі приміщення при відсутності в них установок мікроклімату. |
| Пожежо-небезпечне | Класу П-I Класу П-II Класу П-IIa | Склади мінеральних масел. Деревообробні цехи, мало запилені приміщення елеваторів, зерносховища, мукомельні цехи. Складські приміщення для зберігання горючих матеріалів, корівники, свинарники, телятники та інші тваринницькі приміщення при зберіганні на горищах сіна і соломи. |
| Вибухо-небезпечне | Класу В-Ia, зовнішні вибухонебезпечні класу В-Iг. | Акумуляторні, нафтобази, сховища нафтопродуктів. |

Для визначення виду приміщення, на основі завдання до КП, потрібно виявити технологічне обладнання чи матеріали, які можуть бути джерелом пилу (дробарки, сортувальне обладнання для зерна, круп, пневмотранспорт, транспортери для сипких сухих матеріалів і т. ін.), вологи (запарники, бланшувачі, барботери, молочні та розсольні ванни, мийні машини, негерметичне обладнання, яке миється за допомогою пара чи води і т.п.) чи пожежної небезпеки (зернопереробне та мукомельне обладнання, мінеральні масла, лаки, фарби, деревний пил, сіно, солома).

Приміщення за ступенем ймовірності ураження людей електричним струмом класифікуються відповідно до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Характеристика приміщень за ймовірністю ураження електричним струмом [22]

| Вид приміщення | Визначення |
|--------------------------|--|
| Без підвищеної небезпеки | Приміщення в яких відсутні умови, що створюють підвищену і особливу небезпеку |
| З підвищеною небезпекою | Наявність однієї із умов, що створюють підвищену небезпеку: а) вологість (відносна вологість перевищує 75%), або провідний пил; б) струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна цегляна і т. і.); в) висока температура (тривало перевищує +30°C); г) можливість одночасного дотику людини до металевих частин електрообладнання, що мають з'єднання з землею, металоконструкціями будівлі, технологічними апаратами, механізмами. |
| Особливо небезпечні | Наявність однієї із умов, що створюють особливу небезпеку: а) особливо вологі приміщення (відносна вологість близька до 100%: стіни, підлога і предмети, що знаходяться в приміщенні, покриті вологою); б) хімічно активне середовище, де за умовами виробництва постійно або тривало містяться пари або утворюються відкладення, які руйнують ізоляцію і струмопровідні частини електрообладнання; в) поєднання одночасно двох або більше умов підвищеної небезпеки; |

Визначені вихідні дані з класифікації приміщень за умовами навколишнього середовища та ступенем ймовірності ураження людей електричним струмом заносяться до таблиці (приклад - таблиця 1.5):

Таблиця 1.5 – Характеристика приміщень виробничого об'єкту та умов роботи електрообладнання

| Найменування приміщення | Характеристика приміщень | |
|--|-------------------------------------|--|
| | за умовами навколишнього середовища | за ступенем ймовірності ураження ел. струмом |
| 1. Відділення термічної обробки картоплі | Вологе | Особливо небезпечне |
| 2. Електрощитова | Сухе | Особливо небезпечне |

Для забезпечення електрифікації об'єкту АПК, розрахунку навантажень на ділянках мережі визначаються вихідні дані пов'язані з *електропостачанням об'єкту та станом електрифікації об'єкту АПК*. До них відносяться:

- категорія надійності електропостачання об'єкту чи вихідні дані необхідні для її визначення. *Визначають схему і компоновку електричної мережі;*
- джерело живлення (існуюче чи проектне) від якого передбачається електропостачання об'єкту:
- позначка на плані, напруга, кВ, потужність, кВА;
- резервна потужність, %. *На основі даного показника робиться висновок о*

доцільності приєднання нової системи електрифікації до існуючого джерела живлення чи встановлення нового;

- № фідера, до якого виконується приєднання, номінал уставки, А. Уточнюється можливість приєднання системи електрифікації без зміни номіналу фідерного апарату захисту;

- струми трьохфазного к.з. на шинах трансформатора, кА. Використовуються при виборі апаратів захисту і керування за комутаційною здатністю;

- схема нейтралі джерела живлення (ефективно-заземлена, через реактори, ізольована). Визначає вибір системи заземлення;

- наявність установок компенсації реактивної потужності, рівень компенсації. Визначають необхідність заходів з компенсації реактивної потужності;

Результати заносяться до таблиці (приклад – таблиця 1.6).

Таблиця 1.6 – Вихідні дані з електропостачання та стану електрифікації об'єкту АПК

| Найменування показника | Зміст, значення |
|---|--|
| Дані з надійності електропостачання | |
| Можливість негативних наслідків від переривання електропостачання: - небезпека для життя людей - значний збиток народному господарству; пошкодження дорогого основного обладнання - масовий брак чи недовипуск продукції - розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів інфраструктури; масові простой робітників, механізмів і транспорту | Відсутня Відсутній Можливий недовипуск продукції Технологічний процес нескладний, кількість робітників невелика |
| Вихідні дані по джерелу живлення | |
| Познака на плані, напруга, потужність | КТП1, 10/0,4 кВ, 250 кВА |
| Резервна потужність | 70 % |
| № фідера, до якого можливе приєднання, номінал уставки | РУ 0,4 кВ, QF1, 160 А |
| Струм трьохфазного к.з. на шинах трансформатора | 12,5 кА |
| Схема нейтралі джерела живлення | Ефективно-заземлена |
| Наявність установок компенсації реактивної потужності | Відсутні |
| Вихідні дані по додатковим електричним навантаженням (номінальна потужність, струм, напруга, частота, род струму, кількість фаз, $\cos \varphi$) | |
| Електрообладнання для гарячого водопостачання | 1,5 кВт, 6,81 А, 220В, ~50Гц, 1N, $\cos \varphi=0,98$ |
| Вентиляційне електрообладнання | 0,6 кВт, 3,96 А, 220В, ~50Гц, 1N, $\cos \varphi=0,86$ |

Продовження таблиця 1.6

| Найменування показника | Зміст, значення |
|-------------------------------|---|
| Опалювальне електрообладнання | Електроопалення відсутнє |
| Зварювальне електрообладнання | 2,8 кВт, 19,9 А, 220В, ~50Гц, 1N, cos φ=0,8 |

Для визначення показників системи електрифікації пов'язаних з *розробкою електричного освітлення* визначаємо вихідні дані до яких відносяться:

- *для освітлення території підприємства:*

- відомості про наявність і призначення проїзних шляхів на території підприємства, інтенсивність руху транспорту, ширина смуги. *Визначають нормовану освітленість і висоту підвісу світильників;*

- вимоги до якості кольоропередачі та енергоефективності джерел світла, Лм/Вт. *Визначають тип джерела світла;*

- відомості про технічні дані опор для зовнішнього освітлення території підприємства. Рекомендований тип опор. *Визначають конструктивні особливості монтажу освітлювальних приладів;*

- *для внутрішнього освітлення приміщень:*

- вимоги до якості кольоропередачі та енергоефективності джерел світла, Лм/Вт. *Визначають тип джерела світла;*

- вимоги до енергоефективності системи освітлення, Вт/м². *Впливають на вибір системи освітлення і розташунок освітлювальних приладів в приміщеннях;*

- наявність природного освітлення (верхнє, бокове). *Впливає на розташунок, орієнтацію і секційність вмикання рядів освітлювальних приладів;*

- найменування та призначеність виробничих приміщень, характер зорових робіт. *Впливають на вибір нормованої освітленості;*

- відомості про особливості технологічного процесу щодо можливості виникнення стробоскопічного ефекту. *Впливають на вибір типу джерела світла;*

- відомості про кількість людей, що перебуває на об'єкті, наявність можливості виникнення техногенно-небезпечної ситуації (пожежі, вибуху, отруєння та ін.), порушення технологічного процесу, внаслідок вимикання робочого освітлення. *Впливають на необхідність організації аварійного і евакуаційного освітлення;*

- висота стелі приміщень. *Визначає криву силу світла освітлювального приладу, його розташунок по висоті;*

- відомості про наявність та розташунок балок, ферм та інших несучих конструкцій. *Впливає на об'ємно-планувальні та конструктивні рішення встановлення освітлювальних приладів;*

- відомості про матеріал і колір стін, підлог, стелі. *Визначають коефіцієнти відбиття світлового потоку;*

- відомості про забрудненість робочого середовища. *Впливають на вибір освітлювального приладу за ступенем захисту та на періодичність їх обслуговування;*

Результати заносяться до таблиці (приклад – таблиця 1.7).

Таблиця 1.7 - Вихідні дані з електричного освітлення

| Найменування показника | Зміст, значення |
|--|--|
| Наявність природного освітлення | Бокове |
| Характер зорових робіт: - відділення термічної обробки картоплі - електрощитова | Зорова робота малої точності Зорова робота середньої точності |
| Відомості про можливість виникнення стробоскопічного ефекту: - відділення термічної обробки картоплі - електрощитова | Неможливий. Відсутні відкриті обертові частини Можливий. Присутні відкриті обертові частини (шліфувальний станок) |
| Кількість людей, що перебуває на об'єкті | 6 |
| Наявність можливості виникнення техногенно-небезпечної ситуації (пожежі, вибуху, отруєння та ін.), порушення технологічного процесу, внаслідок вимикання робочого освітлення | Техногенно-небезпечні ситуації не виникають, технологічний процес не порушується |
| Відомості про матеріал, колір, коефіцієнт відбиття стін, підлог, стелі: - відділення термічної обробки картоплі - електрощитова | Стіни, стеля - штукатурка побілена ($\rho_{\text{стїни}} = \rho_{\text{стїли}} = 50\%$), підлога - бетон сірого кольору ($\rho_{\text{пїдлоги}} = 30\%$) Стіни, стеля - штукатурка побілена ($\rho_{\text{стїни}} = \rho_{\text{стїли}} = 50\%$), підлога - бетон сірого кольору ($\rho_{\text{пїдлоги}} = 30\%$) |
| Забрудненість робочого середовища - відділення термічної обробки картоплі - електрощитова | Середня забрудненість Низька забрудненість |

Для забезпечення автоматизації технологічного процесу з розробкою системи керування необхідно визначити вихідні дані пов'язані з **результатами обстеження стану автоматизації об'єкту АПК**. До них відносяться:

- перелік параметрів, що контролюються та регулюються з необхідними вимогами та характеристиками. *Необхідні для вибору засобів автоматизації;*
- алгоритм (послідовність) подій які, повинна забезпечити система керування;
- схеми керування електродвигунами, типи апаратів захисту і керування для використання при проектуванні автоматизації;

- схеми водопостачання з вказівкою витрат, тиску і температури води. *Впливають на вибір засобів автоматизації;*
 - схеми повітряпостачання з вказівкою тиску, температури, вологості, запиленості повітря, наявності пристроїв очищення та осушіння повітря. *Впливають на вибір засобів автоматизації;*
 - дані необхідні для розрахунку регулюючих органів;
 - вимоги до надійності системи автоматизації;
 - математичні чи експериментальні дані, які описують динамічні властивості об'єкта керування. *Визначають параметри засобів автоматизації, дотримання яких необхідно для забезпечення стійкості роботи системи керування;*
- Результати заносяться до таблиці (приклад – таблиця 1.8).

Таблиця 1.8 – Вихідні дані з аналізу стану автоматизації технологічного процесу

| Найменування показника | Зміст, значення |
|---|--|
| Рівень автоматизації | Автоматизація відсутня |
| Параметри середовища місць установки засобів автоматизації: <ul style="list-style-type: none"> - транспортер-живильник ТК-5 - мийна машина Ш12-КЛШ/29-5 - порційний запарник картоплі ЗПК-4 | Повітря +25 °С Вода +15 °С Напівтверда фракція картоплі, пар +135 °С |
| Параметри системи водопостачання: <ul style="list-style-type: none"> - максимальні витрати - максимальний напір - температура води | 6 м ³ /год 16 м +15 °С |
| Параметри мережі стиснутого повітря | Мережа відсутня |
| Вимоги до надійності системи автоматизації | Напрацювання на відмову 10000 годин |

1.4 Розробка завдання на проектування системи електрифікації

Після визначення вихідних даних для системи електрифікації і системи керування розробляється завдання на проектування.

Завдання на проектування системи електрифікації визначає обґрунтовані вимоги замовника до планувальних, архітектурних, інженерних і технологічних рішень та властивостей системи електрифікації об'єкта АПК та системи ке-

рування технологічним процесом, їх основних параметрів, вартості та організації її будівництва чи монтажу.

В загальному випадку завдання на проектування повинно мати наступний перелік основних даних і вимог:

- назва та місцезнаходження об'єкта, електроустановки, системи електрифікації;
- підстава для проектування (лист-замовлення, лист-рішення юридичної особи, заява фізичної особи та ін.);
- вид будівельних чи електромонтажних робіт;
- необхідність розрахунків ефективності інвестицій;
- дані про генерального проектувальника;
- стадійність проектування з визначенням затверджувальної стадії (визначається спільно замовником та проектувальником);
- інженерні вишукування.
- дані про особливі умови будівництва (сейсмічність, ґрунти, підтоплені території тощо).
- основні архітектурно-планувальні вимоги і характеристики запроектованого об'єкта.
- визначення класу (наслідків) відповідальності, категорії складності та устанавленого строку експлуатації;
- вказівки про необхідність:
 - 1) розроблення індивідуальних технічних вимог;
 - 2) розроблення окремих проектних рішень у декількох варіантах і на конкурсних засадах;
 - 3) попередніх погоджень проектних рішень;
 - 4) виконання науково-дослідних та дослідно-експериментальних робіт у процесі проектування;
- потужність або характеристика об'єкта;
- вимоги до системи електрифікації об'єкту АПК;
- вимоги до системи керування технологічним процесом;
- вимоги щодо розроблення розділу «Оцінка впливів на навколишнє середовище»;
- вимоги з енергозбереження та енергоефективності;
- дані про технології і (або) науково-дослідні роботи, які пропонує застосувати замовник;
- вимоги до режиму безпеки та охорони праці;
- вимоги щодо розроблення розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони);
- вимоги до систем протипожежного захисту об'єкта.

Склад завдання на проектування може змінюватися відповідно до особливостей об'єкту, що проектується, і умов будівництва.

Приклад завдання на проектування наведено в додатку В.

Слід зазначити, що суттєвими показниками, що визначають вимоги до системи електрифікації об'єкта АПК та системи керування технологічним процесом є кліматичне виконання, категорія розміщення та ступінь захисту. Кла-

сифікацію кліматичного виконання, категорії розміщення наведено в додатку Г, ступеню захисту - додатку Д. При визначенні ступеня захисту слід вважати, що таке електрообладнання, як автоматичні вимикачі, магнітні пускачі, теплові реле, як правило розташовано всередині низьковольтних комплектних установок (НКУ): щитів, шаф та шкафів, які вже мають відповідну умовам експлуатації ступінь захисту і не дозволяють воді та механічним частинкам, пилу безпосередньо впливати на них, тому й ступінь захисту може бути менша, ніж тих, що знаходяться як самостійна одиниця (IP00, IP20). Для корпусів ввідного щита, шафи керування, освітлювального щитка, засобів автоматизації (давачі, терморегулятори, що встановлені ззовні) ступінь захисту повинна відповідати зовнішнім умовам.

Кліматичне виконання та категорія розміщення, як для електрообладнання на яке безпосередньо впливає зовнішнє середовище, так і для того, що встановлено в корпусах, оболонках повинно бути однаковими тому, що такі показники як вологість повітря та його температура в НКП змінюються не суттєво. Для кліматичної зони в якій знаходиться південь України, як правило, обирається кліматичне виконання У(помірний клімат), або О(загальнокліматичне).

2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТУ

2.1 Обґрунтування, вибір та перевірочний розрахунок силових електроприймачів

До силового електрообладнання відносяться електродвигуни, генератори, електротермічні установки та ін. Умови вибору генераторів і ел. термічних установок розглядаються в [14, 24, 28].

Електродвигуни обирають за наступними умовами:

- за серією;
- за видом виконання (основне, з підвищеним ковзанням, моментом з вбудованим температурним захистом, сільськогосподарського виконання та ін.);
- за частотою обертання;
- за характером навантаження;
- за потужністю;
- за кліматичним виконанням, категорією розміщення, ступенем захисту.

Найбільше розповсюдження в АПК набули електродвигуни серій 4АМ, АІР, які випускаються електротехнічною промисловістю України і мають достатньо високі техніко-економічні та експлуатаційні показники [11, 18, 28]. В останній час з'явилися серії 5А та 6А російського виробництва [28].

За видом виконання електродвигунів, в АПК при переробці чи виготовленні сільськогосподарської продукції, в більшості випадків, використовуються електродвигуни основного виконання, яке в КП приймається до подальших розрахунків.

Електродвигуни по характеру навантаження обирають залежно від режиму роботи приводного механізму (тривалий, тривалий із змінним навантаженням, короткочасний, повторно - короткочасний). В КП приймається тривалий режим роботи електродвигунів.

При виборі електродвигунів по частоті обертання потрібно прагнути до того, щоб частота обертання електродвигуна була якомога ближча до частоти обертання робочої машини. Проте, слід враховувати, що із зменшенням номінальної частоти обертання двигуна збільшуються його габаритні розміри і металоемність, а внаслідок цього і його вартість, знижується його коефіцієнт потужності і к.к.д. Тому при незбіжності частоти обертання робочої машини і електродвигуна доцільніше застосовувати більш швидкісні електродвигуни з відповідною передачею [24].

Розрахункову потужність електродвигуна в тривалому режимі роботи з постійним навантаженням, якщо відома потужність на валу робочої машини, визначають по формулі

$$P_{ндв} \geq k_3 \cdot P_{мех} \quad (2.1)$$

де k_3 - коефіцієнт запасу, який залежить від $P_{мех}$, якщо $P_{мех}$ до 0,75 кВт $k_3 = 2$; від 0,75 до 1,5 кВт $k_3 = 1,5$; від 1,5 до 3,5 кВт $k_3 = 1,2$; від 3,5 до 35 кВт $k_3 = 1,15$; більш 35 кВт $k_3 = 1,1$ [14];

$P_{мех}$ - максимальна розрахункова потужність на валу робочої машини, кВт.

Формули для попереднього визначення потужності електродвигунів для деяких сільськогосподарських машин і механізмів, приведені в додатку Е.

Перевірка обраних електродвигунів. Перевірку електродвигуна за умовою пуску здійснюють по формулі [2]

$$M_{n.\partial\partial} \geq M_{зр}, \quad (2.2)$$

де $M_{n.\partial\partial}$ – пусковий момент електродвигуна з урахуванням зниження напруги, Н·м;

$M_{зр}$ – момент зрушення робочої машини, Н·м.

Пусковий момент електродвигуна $M_{n.\partial\partial}$, Н·м, з урахуванням зниження напруги розраховується [2]

$$M_{n.\partial\partial} = M_{н.\partial\partial} \cdot \mu_n \cdot k_u^2, \quad (2.3)$$

де $M_{н.\partial\partial}$ – номінальний момент електродвигуна, Н·м;

μ_n – кратність пускового моменту електродвигуна (див. додаток Ж);

k_u – коефіцієнт, що враховує зниження напруги в мережі, $k_u = 0,9$ [24].

Момент зрушення робочих машин $M_{зр}$, Н·м, орієнтовно можна прийняти [2]

$$M_{зр} = (0,2 \dots 0,3) M_{он}, \quad (2.4)$$

де $M_{он}$ – момент опору робочої машини при номінальній частоті обертів ω_n , Н·м.

Номінальні моменти електродвигуна і опору робочої машини $M_{н.\partial\partial}$, $M_{он}$, Н·м [2]:

$$M_{н.\partial\partial} = \frac{P_{н\partial\partial}}{\omega_n}; \quad M_{он} = \frac{P_{мех}}{\omega_n}, \quad (2.5)$$

де ω_n – номінальна кутова швидкість, c^{-1} ;

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30}, \quad (2.6)$$

де n_n – номінальна частота обертання, об/хв. (див. додаток Ж);

Перевірку електродвигуна за перевантажувальною здатністю здійснюють за умовою [2]

$$M_{max.\partial\partial} \geq M_{он}, \quad (2.7)$$

де $M_{max.\partial\partial}$ – максимальний момент електродвигуна, Н·м.

Максимальний момент електродвигуна $M_{max.\partial\partial}$, Н·м, визначаємо за формулою [2]

$$M_{max.\partial\partial} = M_{н.\partial\partial} \cdot \mu_{max} \cdot k_u^2, \quad (2.8)$$

де μ_{max} – кратність максимального моменту двигуна (див. додаток Ж).

Обране силове електрообладнання заноситься до таблиці (приклад - таблиця 2.1). Паспортні дані силового електрообладнання наведено в електротехнічних до-

відниках, електронних ресурсах [11, 18, 28], додатку Ж.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики силового електрообладнання

| Поз. позн. | Тип силового ел. обладнання | $P_{ндес}$, кВт | $n_{нз}$, об/хв | $I_{ндес}$, А | η , % | $\cos \varphi_n$ | k_1 | μ_n | μ_{max} | μ_{min} | Тип робочої машини |
|------------|-----------------------------|------------------|------------------|----------------|------------|------------------|-------|---------|-------------|-------------|--------------------|
| М1 | АИР80В4У3 | 1,5 | 1395 | 3,5 | 78 | 0,83 | 5,5 | 2,2 | 2,2 | 1,6 | ТК-5 |
| М2 | АИР132М4У3 | 7,5 | 1440 | 15,1 | 87,5 | 0,86 | 7,5 | 2 | 2,2 | 1,6 | Ш12-КЛШ/29-5 |
| М3 | АИР112М4У3 | 5,5 | 1430 | 11,4 | 85,5 | 0,86 | 7 | 2 | 2,2 | 1,6 | ЗПК-4 |

2.2 Обґрунтування, розрахунок та вибір внутрішніх електричних мереж

При проектуванні внутрішніх електричних мереж опрацьовують наступні питання [25]:

- вибір і обґрунтування варіанту схеми електричної мережі, роду струму, значення напруги і потужності джерела живлення;
- визначення розрахункових навантажень;
- вибір марок, способу прокладки і розрахунок перерізів проводів і кабелів;
- розрахунок і вибір апаратів керування і захисту;
- розрахунок і вибір низьковольтних комплектних установок.

Вибір варіанту схеми електричної мережі. Мережі електропостачання підрозділяють на живильні і розподільчі. Живильна мережа - лінія від джерела живлення до щитів і шаф керування електроприймачами. Розподільча мережа складається з ліній від щитів і шаф керування до електроприймачів. До розподільчої мережі відносяться також кола всіх призначень, що пов'язують первинні прилади і вимірювальні перетворювачі з вторинними приладами і регуляторами.

В загальному випадку на виробничому об'єкті може використовуватись схема живильної і розподільчої електричної мережі показана на рисунку 2.1.

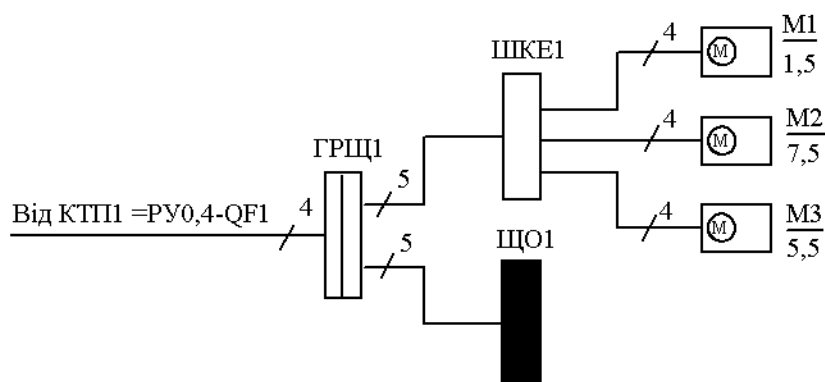


Рисунок 2.1 - Схема електрична принципова електричної мережі

Електрична мережа виконана за радіальною схемою і містить в собі головний розподільчий щит ГРЩ1, шафу керування ШКЕ1 та освітлювальний щиток ЩО1. Система заземлення на виробничому об'єкті згідно завдання на проє-

ктування TN-C-S (розділ PEN-провідника на PE- і N- провідники виконується в головному розподільчому щиті ГРЩ1).

Визначення розрахункових навантажень. Після визначення схеми електричної мережі розраховуються навантаження на кожній її ділянці. Спочатку визначаються навантаження на ділянці від електроприймачів до відповідних шаф керування.

На прикладі обраної схеми електричної мережі з трьома електродвигунами, без врахування коефіцієнту завантаження електродвигунів (для спрощення розрахунків), розрахункові струми будуть дорівнювати:

$$\text{Ділянка ШКЕ1-М1: } I_{pM1} = I_{ндвM1};$$

$$\text{Ділянка ШКЕ1-М2: } I_{pM2} = I_{ндвM2};$$

$$\text{Ділянка ШКЕ1-М3: } I_{pM3} = I_{ндвM3}.$$

Далі визначається струм на ділянці між головним розподільчим щитом ГРЩ1 і відповідною шафою керування ШКЕ1 (для спрощення розрахунків, без врахування коефіцієнту одночасності роботи ел. двигунів): $I_{pГРЩ1-ШКЕ1} = I_{pM1} + I_{pM2} + I_{pM3}$.

Струм на ділянці ГРЩ1-ЩО1 визначається потужністю джерел освітлення. Їх розрахунок для конкретного приміщення, що проектується є достатньо складним інженерним завданням і тому для приблизного розрахунку величина потужності на ділянці ГРЩ1-ЩО1 визначається за методом питомої потужності, яка задається в залежності від виду приміщення. Виходячи з цього, загальна потужність джерел світла $P_{осв}$, Вт (на прикладі люмінісцентних ламп) визначається з виразу

$$P_{осв} = 1,2 \Sigma (P_{пит} \cdot S_n), \quad (2.9)$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в ПРА;

$P_{пит}$ – питома потужність для відповідного приміщення, Вт/м² (див. таблицю 2.2);

S_n – площа відповідного приміщення, м².

Таблиця 2.2 - Встановлена питома потужність освітлення для деяких приміщень [24]

| Вид приміщення | Питома потужність освітлення, $P_{пит}$, Вт/м ² |
|----------------------------------|---|
| Виробничі приміщення | 10... 15 |
| Насосні | 15 |
| Котельні | 10 |
| Допоміжні виробничі приміщення | 8... 10 |
| Адміністративно-технічні будинки | 15... 20 |
| Зовнішнє освітлення | 0,2 |

Струм на ділянці ГРЩ1-ЩО1 $I_{pГРЩ1-ЩО1}$, А, знаходиться за формулою

$$I_{p_{ГРЩ1-ЩО1}} = \frac{P_{осв}}{3 \cdot U_{носв} \cdot \cos \phi_n}, \quad (2.10)$$

де $U_{носв}$ – номінальна напруга, освітлювальної мережі, В, $U_{носв}=220В$;

$\cos \phi_n$ – номінальний коефіцієнт потужності, в.о., для люмінесцентного освітлення $\cos \phi_n = 0,7$ [27].

Струм на ділянці від КТП1 до головного розподільчого щита ГРЩ1 визначається як

$$I_{p_{КТП1-ГРЩ1}} = I_{p_{ГРЩ1-ЩКВ1}} + I_{p_{ГРЩ1-ЩО1}} + I_{дод}, \quad (2.11)$$

де $I_{дод}$ – додаткове навантаження від електрообладнання для гарячого водопостачання, вентиляційного та зварювального електрообладнання, А.

Визначені дані використовуються в подальших розрахунках.

Вибір проводів і кабелів. Провода і кабелі обирають за наступними умовами:

- за матеріалом жили та ізоляції, робочою напругою;
- за способом прокладки;
- за умовою нагріву;
- за механічною міцністю;
- за втратою напруги.

За матеріалом жили провід(кабель) може бути з алюмінієвою жилою, або мідною. Провода(кабелі) з алюмінієвими жилами є дешевими, в порівнянні з мідними, але їм властиві такі недоліки, як низька механічна міцність, послаблення контакту через певний час, і як наслідок необхідність в постійному обслуговуванні. Послаблення контакту може привести до розігріву місця з'єднання, його іскріння, тому згідно з ПУЕ в вибухонебезпечних зонах класів В-І і В-Іа повинні застосовуватися провода і кабелі з мідними жилами. В вибухонебезпечних зонах класів В-Іб, В-Іг, В-ІІ і В-ІІа допускається застосування проводів і кабелів з алюмінієвими жилами [22].

В вторинних колах застосовують алюмінієві і мідні ізольовані провода і кабелі, а також спеціальні контрольні кабелі. Мідні провода і кабелі рекомендується використовувати лише в спеціальних випадках: у колах термометрів опору і термомпар, в колах вимірювання, керування, контролю, живлення і сигналізації напругою до 60 В, у вибухонебезпечних установках, схильних до вібрації, для живлення переносних освітлювальних установок і електроінструменту, при прокладанні по горючих приміщеннях, за конструкціями, що згорають [22].

За матеріалом ізоляції провода(кабелі) можуть бути з полівінілхлоридною, поліхлорвініловою, поліетиленовою, резиною, паперовою ізоляціями.

Комбінацію використання матеріалу жили та ізоляції, конкретне конструктивне виконання відображає марка проводу(кабелю). Галузь застосування проводів(кабелів) і шнурів повинна відповідати вказаній в «Единых технических указаниях по выбору и применению электрических кабелей». Так в документі вказано що, використання таких силових кабелів як АВВГ, ВВГ та інших без захисної броні для прокладання в землі можливе, але не рекомендується, в умовах коли на нього можуть діяти зусилля, що розтягують. Для АПК вибір конкретних марок проводів і кабелів також може проводитися за [11].

При виборі виду електропроводки і способу прокладки проводів і кабелів, повинні враховуватися вимоги електро- і пожежобезпеки. Як правило у виробничих приміщеннях прокладку проводів роблять в захисних трубах, сталевих коробах, на лотках, по тросу або струні, по кабельним конструкціям [22].

Ввід електроенергії в будівлю виробничого об'єкту при повітряному ввді виконується за допомогою самонесучих ізольованих проводів марок СПП-1, СПП-2, СПП-3, при кабельному ввді за допомогою силових кабелів прокладених в землі (наприклад марки АСРБ, АВВГ та ін.).

Перерізи жил проводів (кабелів) обирають за умовами нагріву і механічної міцності [22]:

– при виборі провідників за умовою нагріву дотримуються щоб

$$I_{\text{доп.пр}} \geq I_p, \quad (2.12)$$

де $I_{\text{доп.пр}}$ – допустимий тривалий струм на який розраховано провід(кабель), що обирається (наведено в додатку И); I_p – розрахунковий струм, який протікає через провід(кабель), що обирається.

– при виборі провідників за механічною міцністю дотримуються наступної умови

$$S_{\text{пр}} \geq S_{\text{мін}}, \quad (2.13)$$

де $S_{\text{пр}}$, $S_{\text{мін}}$ – переріз проводу(кабелю), що обирається і нормований мінімально допустимий переріз відповідно (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 - Нормований мінімально допустимий переріз струмопровідних жил проводів і кабелів в електропроводках

| Провідники | Переріз жили, мм ² | |
|--|-------------------------------|-------------|
| | мідної | алюмінієвої |
| Шнури для приєднання побутових електроприймачів | 0,35 | - |
| Кабелі для приєднання переносних і пересувних електроприймачів в промислових установках | 0,75 | - |
| Незахищені ізольовані проводи для стаціонарної електропроводки усередині приміщень: | | |
| - безпосередньо по підставах, на роликах, кліцах і тросах | 1 | 2,5 |
| - на лотках, в коробах (окрім глухих) для жил, приєднаних до гвинтових затисків | 1 | 2 |
| Незахищені і захищені ізольовані проводи і кабелі в трубах, металевих рукавах і глухих коробах | 1 | 2 |
| Кабелі і захищені ізольовані проводи для стаціонарної електропроводки (без труб, рукавів і глухих коробів) для жил, приєднаних до гвинтових затисків | 1 | 2 |
| Захищені і незахищені проводи і кабелі, що прокладаються в замкнених каналах (у будівельних конструкціях або під штукатуркою) | 1 | 2 |

Якщо прокладка проводів (кабелів) виконується в трубах, то їх розмір повинен відповідати деякому розрахунковому значенню. Орієнтовано розрахунковий внутрішній діаметр труб $d_{\text{тр}}$, мм, визначається за формулою [28]

$$d_{TP} = d_{PP} \cdot \sqrt{\frac{n}{\kappa_3}}, \quad (2.14)$$

де d_{np} – зовнішній діаметр проводу (кабелю) з ізоляцією, мм (див. таблиці 2.4, 2.5);

n – кількість проводів в трубі. У випадку багатожильного кабелю $n=1$;

κ_3 – коефіцієнт заповнення, $\kappa_3 = 0,45 - 0,55$ [28].

Після отримання розрахункового значення діаметру труби, обирають найбільше стандартне значення. Для використання в електропроводках використовують, як правило, водогазопровідні труби (основні параметри - таблиця 2.6).

Таблиця 2.4 – Зовнішні діаметри проводів АПВ, ПВ1, ПВ2, ПВ3, ПВ4, мм [20]

| Переріз жили, мм ² | АПВ, ПВ1 | | ПВ2 | | ПВ3 | | ПВ4 | |
|----------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| | Номінальна напруга, В | | | | | | | |
| | 380 | 660 | 380 | 660 | 380 | 660 | 380 | 660 |
| 0,5 | 2,4 | 2,6 | - | - | 2,6 | 3,0 | 2,6 | 3,0 |
| 0,75 | 2,6 | 2,8 | - | - | 2,8 | 3,2 | 2,8 | 3,2 |
| 1 | 2,8 | 3,0 | - | - | 3,2 | 3,4 | 3,2 | 3,4 |
| 1,5 | 3,1 | 3,3 | - | - | 3,5 | 3,7 | 3,5 | 3,7 |
| 2,5 | 3,5 | 3,9 | 4,0 | 4,6 | 4,0 | 4,6 | 4,0 | 4,6 |
| 4 | 4,2 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 4,8 | 5,2 | 4,8 | 5,2 |
| 6 | 4,7 | 4,9 | 5,4 | 5,8 | 6,3 | 6,7 | 6,3 | 6,7 |
| 10 | 6,2 | 6,4 | 6,8 | 7,9 | 7,6 | 8,0 | 7,6 | 8,0 |
| 16 | 7,8 | 8,0 | 8,0 | 8,4 | 8,8 | 9,2 | - | - |
| 25 | 9,6 | 9,8 | 9,8 | 10,2 | 11,0 | 11,4 | - | - |
| 35 | 10,8 | 11,0 | 11,0 | 11,4 | 12,5 | 12,9 | - | - |
| 50 | 12,8 | 12,0 | 13,0 | 13,4 | 14,5 | 14,9 | - | - |
| 70 | 14,8 | 15,0 | 15,0 | 15,4 | 17,0 | 17,4 | - | - |
| 95 | 16,8 | 17,0 | 17,0 | 17,4 | 19,0 | 19,4 | - | - |
| 120 | 18 | 19,0 | - | - | - | - | - | - |

Таблиця 2.5 – Зовнішні діаметри кабелів АВВГ [20]

| Число і ном. пере- різ жил, мм ² | Розрахунковий зовнішній діаметр, мм | | Число і ном. пере- різ жил, мм ² | Розрахунковий зовнішній діаметр, мм | | Число і ном. пере- різ жил, мм ² | Розрахунковий зовнішній діаметр, мм | |
|--|---|-------|--|---|-------|--|---|-------|
| | 0,66 кВ | 1 кВ | | 0,66 кВ | 1 кВ | | 0,66 кВ | 1 кВ |
| | 2×2,5 | 8,36 | | 9,76 | 4×6 | | 13,03 | 14,47 |
| 4×2,5 | 10,18 | 11,15 | 5×6 | 14,23 | 15,85 | 2×25 | 19 | 19,4 |
| 5×2,5 | 11,05 | 12,13 | 2×10 | 13,7 | 14,1 | 3×25+1×16 | 22,2 | 22,68 |
| 2×4 | 10,3 | 11,5 | 4×10 | 15,89 | 16,38 | 4×25 | 22,2 | 22,68 |
| 4×4 | 11,8 | 13,24 | 5×10 | 17,45 | 17,99 | 5×25 | 24,86 | 25,4 |
| 5×4 | 12,86 | 14,48 | 2×16 | 15,6 | 16 | | | |
| 2×6 | 11,32 | 12,52 | 4×16 | 18,58 | 19,07 | | | |

Таблиця 2.6 – Труби сталеві водогазопровідні [28]

| Позначка на плані | Умовний прохід, мм | Зовнішній діаметр, мм |
|-------------------|--------------------|-----------------------|
| T15 | 15 | 21,3 |
| T20 | 20 | 26,8 |
| T25 | 25 | 33,5 |
| T32 | 32 | 42,3 |
| T40 | 40 | 48 |
| T50 | 50 | 60 |

2.3 Обґрунтування, розрахунок та вибір апаратів керування і захисту, низьковольтних комплектних установок

Вибір апаратів захисту. Для керування електроприймачами і ділянками електричної мережі, а також для захисту їх від аварійних режимів встановлюють апаратуру керування і захисту.

Живильні мережі, як правило, захищаються тільки від струмів короткого замикання і не вимагають захисту від перевантаження, тому в них використовують автоматичні вимикачі або рубильники – запобіжники [12, 22].

У розподільчих мережах (колах живлення електродвигунів, виконавчих механізмів і електроприводів засувки) передбачають установку автоматичних вимикачів і магнітних пускачів. Іноді замість автоматичних вимикачів використовують рубильники з запобіжниками, або вимикачами навантаження. У освітлювальних мережах встановлюють автоматичні вимикачі і запобіжники [22, 25].

У лініях живлення контрольно-вимірювальних приладів, регулюючих пристроїв, трансформаторів, випрямлячів і технологічної сигналізації доцільно встановлювати пакетні вимикачі (або рубильники, тумблери, кнопки керування і т. п.) і запобіжники або автомати, якщо останні забезпечують відключення струмів короткого замикання і відповідають вимогам зручності експлуатації.

При магістральній схемі живлення апарати керування і захисту вмонтовують по мірі зменшення перерізів проводів на вводах до кожного щита і збірки живлення; якщо вся магістраль виконана проводами(кабелями) одного перерізу, то необхідність установки апаратів керування і захисту на вводах щитів і шаф керування визначається вимогами зручності експлуатації і селективності дії апаратів захисту [22].

Селективність роботи послідовно встановлених апаратів захисту забезпечується, якщо дотримані наступні умови [24]:

– ближче до джерела живлення розміщений автоматичний вимикач, що має тільки теплові розчіплювачі;

– номінальний струм розчіплювача автоматичного вимикача з комбінованими розчіплювачами в подальшому колі на 2-3 ступені нижчий за номінальний струм розчіплювача попереднього автоматичного вимикача.

При виборі автоматичних вимикачів необхідно дотримувати наступних умов [12, 22, 24, 25]:

– обраний тип і серія автоматичного вимикача повинні відповідати умовам експлуатації і вимогам нормативних документів, щодо галузі його застосування. В АПК набули використання автоматичні вимикачі серій ВА51, ВА57, ВА04, ВМ63 (Курський електроапаратний завод - КЕАЗ), АП50Б (КЕАЗ, Тираспольський електроапаратний завод, Каменець-Подільський електромеханічний завод), ВА47, ВА88 (ІЕК), LZM, CLS6 (Moeller), S200(ABB) та ін., які представлені на сучасному електротехнічному ринку. Для приклада в методичних вказівках наведено технічні характеристики автоматичних вимикачів серій ВМ63 та ВА57 виробництва КЕАЗ (див. таблицю 2.7);

Таблиця 2.7 - Технічні характеристики автоматичних вимикачів серій ВМ63 (ТУ 3421-040-05758109-2009) та ВА57 (ТУ3422-039-05758109-2008) [6]

| Тип авт. вимикача | Ном. напруга, $U_{ном}$, В | Номинальна сила струму | | Гр. комутац. здатність, при 400В, $I_{гр.відкл}$, кА | Сила струму електромагнітного розчіплювача, $I_{емр.ст}$, А | число полюсів |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|--|---------------|
| | | авт. вимикача $I_{ндв}$, А | теплового розч-вача $I_{нтр}$, А | | | |
| Модульні автоматичні вимикачі серії ВМ63 | | | | | | |
| ВМ63-1 | 230 | 63 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, | 6 | B($5I_{нтр}$), C($10I_{нтр}$), D($20I_{нтр}$) | 1 |
| ВМ63-3 | 400 | | 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 | | | 3 |
| Автоматичні вимикачі серії ВА57 | | | | | | |
| ВА57-31 | 690 | 100 | 16 | 4 | 400 | 3 |
| | | | 20 | 6 | | |
| | | | 25 | 25 | | |
| | | | 31,5 | 40 | 400, 800 | |
| | | | 40 | | | |
| | | | 50 | | | |
| | | | 63 | | | |
| | | | 80 | | | |
| 100 | 400, 800, 1200 | | | | | |
| ВА57-35 (ВА57Ф35) | 690 (400) | 250 | 16 | 3,5 | 80, 125, 160, 200, 320 | 3 |
| | | | 20 | 6 | 80, 100, 200, 250, 320 | |
| | | | 25 | 9 | 100, 125, 250, 320 | |
| | | | 31,5 | 10 | 100, 125, 160, 320, 400, 630 | |
| | | | 40 | 10 | 125, 160, 250, 400, 500, 630 | |
| | | | 50 | 15(10) | 160, 250, 500, 630 | |
| | | | 63 | 15(10) | 500, 800, 1250 | |
| | | | 80 | 25(10) | 500, 800, 1000, 1250 | |
| | | | 100 | 30(10) | 500, 1000, 1250 | |
| | | | 125 | 35(10) | 500, 800, 1250, 1600 | |
| | | | 160 | 40(10) | 500, 800, 1000, 1600, 2000 | |
| | | | 200 | 40(10) | 500, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 | |
| | | | 250 | 40(10) | 500, 750, 1000, 1250, 1600, 2500 | |

Примітка. В дужках показані характеристики автоматичних вимикачів ВА57Ф35, якщо вони відрізняються від співставних характеристик ВА57-35.

– номінальна напруга автоматичного вимикача $U_{н.ав}$ повинна бути рівна напрузі електричної мережі U_M , або перевищувати її

$$U_{н.ав} \geq U_M, \quad (2.15)$$

– номінальний струм $I_{н.ав}$ автоматичного вимикача повинен бути більшим, або рівним розрахунковому струму електроприймача I_p , що захищається

$$I_{н.ав} \geq I_p, \quad (2.16)$$

– номінальний струм теплового розчіплювача $I_{н.тр}$ повинен бути рівним номінальному струму електроприймача I_p або бути трохи більше його

$$I_{н.тр} \geq I_p, \quad (2.17)$$

– на лініях живлення електродвигунів струм відсічки електромагнітного розчіплювача $I_{емр.ст}$ повинен бути не менше 1,5...1,8 пускового струму $I_{н.дв}$ електродвигуна:

$$I_{емр.ст} \geq I_{емр.р} = (1,5 \dots 1,8) \cdot I_{н.дв}, \quad (2.18)$$

$$I_{емр.ст} = \kappa \cdot I_{н.тр}, \quad (2.19)$$

де κ – кратність струму відсічки автоматичного вимикача (див. таблицю 2.7).

– при виборі автоматичного вимикача для захисту електричної лінії, яка живить групу електроприймачів, номінальний струм автоматичного вимикача, як і номінальний струм розчіплювача, повинен бути рівний сумі номінальних струмів ΣI_p одночасно включених електроприймачів або перевищувати її. Розрахунковий струм відсічки $I_{емр.р}$ електромагнітного розчіплювача в цьому випадку дорівнює

$$I_{емр.р} = (1,5 \dots 1,8) [\Sigma I_p + (I_{пнайб} - I_{ннайб})], \quad (2.20)$$

де ΣI_p – сума розрахункових струмів всіх електроприймачів, крім того, що має найбільший струм;

$I_{пнайб}$ – пусковий струм електроприймача найбільшої потужності, А;

$I_{ннайб}$ – розрахунковий струм електроприймача найбільшої потужності, А.

– ступінь захисту, кліматичне виконання і категорія розміщення автоматичних вимикачів повинні відповідати умовам експлуатації. Так як автоматичні вимикачі, як правило, встановлені в НКУ, то достатньо ступеня захисту IP00, але для забезпечення безпеки при обслуговуванні апаратів захисту рекомендується приймати ступінь захисту IP20.

– обрані автоматичні вимикачі повинні перевірятися на комутаційну здатність та термічну стійкість при дії на них струмів к.з. за загальноприйнятою методикою [22, 25]. Найбільший струм $I_{гр.відкл}$, який може відключати автоматичний вимикач (гранична здатність, що відключає), повинен бути вище за можливий струм трифазного короткого замикання $I_{к^3}$, за місцем установки автоматичного вимикача або дорівнювати йому

$$I_{гр.відкл} \geq I_{к^3}, \quad (2.21)$$

Дані по вибору автоматичних вимикачів (позначки, характеристики) беруться з довідкової літератури, електронних ресурсів або каталогів виробників [4, 6, 11, 28, 29] та заносяться до таблиці (приклад - таблиця 2.8).

Приклад структури позначки автоматичних вимикачів серій ВМ63 (модульний) і ВА 57:

ВМ63 – 3 X C 16 – УХЛЗ
 | | | | | |
 1 2 3 4 5 6

де 1 – тип вимикача: ВМ63;

2 – число полюсів: 1, 2, 3, 4;

3 – наявність захисту в полюсах: X - всі полюси з захистом, N – наявність незахищеного полюса;

4 – тип захисної характеристики: В, С, D;

5 – номінальний струм теплового розчіплювача, (див. таблицю 2.7);

6 – кліматичне виконання та категорія розміщення: УХЛЗ.

ВА57 – 31 – 33 00 1 0 – 20 УХЛЗ
 | | | | | | | | | |
 1 2 3 4 5 6 7 8 9

де 1 – тип вимикача: ВА57;

2 – знак «—» або Ф (для ВА57-35);

3 – позначка номінального струму вимикача: 31 – 100А, 35 – 250 А;

4 – умовна позначка виконання по кількості полюсів і наявності розчіплювачів: 33 – трьохполюсний з електромагнітним розчіплювачем, 34 – трьох полюсний з тепловим і електромагнітним розчіплювачами;

5 – наявність додаткових пристроїв: 00 – відсутні, 11 – допоміжні контакти (2z+2p), 12 – незалежний розчіплювач, 13 – розчіплювач мінімальної напруги, 15 – розчіплювач нульової напруги. Інші коди див. [6];

6 – конструктивне виконання: 1 – стаціонарне виконання, ручний привід, 3 – стаціонарне виконання, електромагнітний привід, 5 – висувне виконання, ручний привід, 7 – висувне виконання, електромагнітний привід;

7 – наявність допоміжних пристроїв: 0 – відсутні, 5 – ручний дистанційний привід, 6 – пристрій для запирання;

8 – ступінь захисту, 20 – IP20;

9 – кліматичне виконання та категорія розміщення: УХЛЗ.

Таблиця 2.8 – Характеристики обраних автоматичних вимикачів

| НКУ | Умовна позначка | I_p , А | Позначка автоматичного вимикача | $I_{н.ав.}$, А | $I_{н.тр.}$, А | $I_{емр.ст.}$, А | $I_{емр.р.}$, А |
|------|-----------------|-----------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|
| ГРЦ1 | QF1 | 90,7 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 100 | 1200 | 887 |
| ГРЦ1 | QF2 | 30 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 50 | 400 | 113 |
| ГРЦ1 | QF3 | 6,81 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 16 | 400 | 35 |
| ГРЦ1 | QF4 | 3,96 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 16 | 400 | 23,5 |

Продовження таблиці 2.8

| НКУ | Умовна позначка | I_p , А | Позначка автоматичного вимикача | $I_{н.ав}$, А | $I_{н.тр}$, А | $I_{емп.ст}$, А | $I_{емп.р}$, А |
|------|-----------------|-----------|---------------------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
| ГРЦ1 | QF4 | 3,96 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 16 | 400 | 23,5 |
| ГРЦ1 | QF5 | 19,9 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 20 | 400 | 124 |
| ГРЦ1 | QF6 | 16 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 16 | 400 | резерв |
| ГРЦ1 | QF7 | 14 | ВА57-31-330010-20УХЛЗ | 100 | 31,5 | 400 | 52 |
| ШКЕ1 | QF1 | 30 | ВМ63-3ХС32-УХЛЗ | 63 | 32 | 320 | 113 |
| ШКЕ1 | QF2 | 3,5 | ВМ63-3ХС8-УХЛЗ | 63 | 8 | 80 | 30,8 |
| ШКЕ1 | QF3 | 15,1 | ВМ63-3ХС20-УХЛЗ | 63 | 20 | 200 | 181,2 |
| ШКЕ1 | QF4 | 11,4 | ВМ63-3ХС16-УХЛЗ | 63 | 16 | 160 | 127,7 |
| ЩО1 | QF1 | 14 | ВА47-29 ЗР | 63 | 20 | 150 | 134 |

При виборі запобіжників, як апаратів захисту дотримуються наступних умов:

– номінальна напруга запобіжника $U_{н.зан}$ повинна бути рівна напрузі мережі U_m або перевищувати його

$$U_{н.зан} \geq U_m \quad (2.22)$$

– номінальний струм запобіжника $I_{н.зан}$ повинен бути рівним розрахунковому струму або перевищувати його

$$I_{н.зан} \geq I_p \quad (2.23)$$

– гранична комутаційна здатність запобіжника $I_{гр.відкл.зан}$ повинна бути не менше струму трифазного короткого замикання за місцем установки запобіжника

$$I_{гр.відкл.зан} \geq I_k^3 \quad (2.24)$$

– струм плавкої вставки $I_{вст}$ повинен бути не менше пускового струму $I_{н.дв}$ електродвигуна

$$I_{вст} \geq I_{н.дв} / \alpha \quad (2.25)$$

де α – коефіцієнт, що враховує умови роботи електроприймача (для електроприймачів з нечастими пусками і тривалістю пуску від 5 до 10 с $\alpha = 2,5$; для електроприймачів з важкими умовами роботи: часті пуски, тривалість пуску від 10 до 40 с $\alpha = 1,6 \dots 2,0$)[12].

– при виборі запобіжника для захисту групи електроприймачів (до 5-ти), сила струму плавкої вставки

$$I_{вст} \geq \kappa_0 \cdot \sum I_p + I_{Пнайб} / \alpha \quad (2.26)$$

де κ_0 – коефіцієнт одночасності роботи електроприймачів.

– якщо число електроприймачів більше п'яти, то сила струму плавкої вставки

$$I_{вст} \geq \frac{\sum I_p + I_{Пнайб}}{\alpha} \quad (2.27)$$

– ступінь захисту, кліматичне виконання і категорія розміщення запобіжників повинні відповідати умовам експлуатації.

Перевірка апаратів захисту. Після вибору апаратів захисту розрахунковий струм навантаження проводів(кабелів) погоджують з номінальним струмом розчіплювачів апаратів захисту. Погодження виконується по нормованому в ПУЕ співвідношенню і повинно дорівнювати:

– в мережах, що захищаються тільки від струмів к.з.:

а) для автоматичних вимикачів з електромагнітним розчіплювачем в якості апаратів захисту, допустимий тривалий струм провода(кабеля) і уставка електромагнітного розчіплювача повинні знаходитися у співвідношенні

$$I_{тр.пр} / I_{емр.ст} \geq 0,22. \quad (2.28)$$

б) для автоматичних вимикачів з нерегульованим тепловим або комбінованим розчіплювачем

$$I_{тр.пр} / I_{н.тр} \geq 1,0. \quad (2.29)$$

в) для автоматичних вимикачів з регульованим тепловим або комбінованим розчіплювачем, а також для теплових струмових реле

$$I_{тр.пр} / I_{н.тр} \geq 0,66. \quad (2.30)$$

– в мережах, що захищаються від струмів к.з. і перевантаження, незалежно від типу приміщення:

а) для автоматичних вимикачів з електромагнітним розчіплювачем

$$I_{тр.пр} / I_{емр.ст} \geq 1,25. \quad (2.31)$$

б) для автоматичних вимикачів з тепловим або комбінованим розчіплювачем

$$I_{тр.пр} / I_{н.тр} \geq 1,0. \quad (2.32)$$

Вибір магнітних пускачів. При виборі магнітних пускачів необхідно дотримуватися наступних умов [12]:

– обраний тип магнітного пускача повинен відповідати умовам експлуатації і вимог нормативних документів, щодо галузі його застосування. В АПК набули поширення магнітні пускачі типу ПМЛ (НПО «Етал», KEAZ), ПМ12, ПММ (Промфактор), КМИ (ІЕК), DILM (Moeller) та ін., які представлені на сучасному електротехнічному ринку. Для приклада в методичних вказівках наведено технічні характеристики магнітних пускачів типу ПМЛ (НПО «Етал»);

Структура умовної позначки магнітних пускачів типу ПМЛ (ТУ У 3.11 – 05814256-097-97):

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
| П | М | Л | 1 | 1 | 6 | 0 | Д | М | О | 2 | Б |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |

де 1 - ПМЛ – умовна позначка типу;

2 - величина магнітного пускача: 1 - 10А, 16 А; 2 - 25 А; 3 - 40 А; 4 - 63 А,

80 А; 5 - 125 А; 6 - 160 А; 7 - 250 А;

3 - виконання пускатрів за призначенням та наявністю теплового струмового реле: 1 - неререверсивний пускач без теплового реле; 2 - неререверсивний пускач з тепловим реле; 5 - реверсивний пускач без теплового реле з механічним блокуванням для ступеня захисту IP00, IP20 і з електричним і механічним блокуванням для ступеня захисту IP40, IP54; 6 - реверсивний пускач з тепловим реле з електричним і механічним блокуванням; 7 - пускач зірка-трикутник;

4 - виконання пускатрів по ступеню захисту і наявністю кнопок: 0 - IP00; 1 - IP 54 без кнопок (для пускатрів без теплового реле) або з кнопкою "Реле" (для пускатрів з тепловим реле); 2 - IP54 з кнопками "Пуск" і "Стоп"; 3 - IP54 з кнопками "Пуск", "Стоп" і сигнальною лампою (виготовляються тільки на напругу 127, 220, 380В); 4 - IP40 без кнопок; 6 - IP20;

5 - виконання пускатрів по числу і виконанню контактів допоміжного кола:

- 0 – 1з контакт змінного струму (10-25А), 1з+1р (40-250А);
- 1 – 1р контакт змінного струму (10-25А), 2з+2р (125-250А);
- 2 – 3з+3р контакти змінного струму (125-250А);
- 3 – 3з+1р контакти змінного струму (125-250А);
- 4 – 5з+1р контакти змінного струму (125-250А);

6 - Д - літера, що позначає пускатрі з номінальним струмом на 16А - для 1 величини; 80 А - для 4 величини; з зменшеними масогабаритними показниками - для 3 величини;

7 - М - літера, що позначає виконання пускатрів з можливістю кріплення як на DIN-рейку, так і гвинтами на площині;

8 - кліматичне виконання: О, О*, ОМ;

9 - категорія розміщення: 2, 4;

10 - виконання по зносостійкості: А - 3,0 млн. циклів; Б - 1,5 млн. циклів; В - 0,3 млн. циклів.

– номінальна напруга магнітних пускатрів $U_{н.мп}$ повинна бути рівна напрузі електричної мережі U_m , або перевищувати її

$$U_{н.мп} \geq U_m. \quad (2.33)$$

– номінальний струм $I_{н.мп}$ магнітного пускатра повинен бути не менше розрахованого струму електроприймача I_p

$$I_{н.мп} \geq I_p. \quad (2.34)$$

– номінальна напруга котушки магнітного пускатра $U_{н.к}$ повинна бути рівна напрузі живлення, яка до неї підводиться $U_{жс}$,

$$U_{н.к} = U_{жс}. \quad (2.35)$$

– ступінь захисту, кліматичне виконання і категорія розміщення магнітних пускатрів повинні відповідати умовам експлуатації. Ступінь захисту визначається аналогічно автоматичним вимикачам. Якщо вони знаходяться в НКУ то обирається IP00, IP20.

Дані по вибору магнітних пускатрів беруться з довідкової літератури, еле-

ктронних ресурсів або каталогів виробників [6, 11, 12, 17, 29] та заносяться до таблиці (приклад - таблиця 2.9).

Таблиця 2.9 - Технічні характеристики магнітних пускачів

| Поз. позн. | I_p , А | Тип магнітного пускача | $I_{н.мп}$, А | $U_{м.з}$, В | $U_{н.мп.з}$, В | $U_{н.кз}$, В | Виконання | Оболонка |
|------------|-----------|------------------------|----------------|---------------|------------------|----------------|--------------------------------|----------|
| КМ1 | 3,5 | ПМЛ 1160МО2В | 10 | 380 | 660 | 220 | неревверс., без теплового реле | IP20, O2 |
| КМ2 | 15,1 | ПМЛ 1160ДМО2В | 16 | 380 | 660 | 220 | неревверс., без теплового реле | IP20, O2 |
| КМ3 | 11,4 | ПМЛ 1160ДМО2В | 16 | 380 | 660 | 220 | неревверс., без теплового реле | IP20, O2 |

Вибір теплових струмових реле. Теплові струмові реле обираються за наступними умовами:

– обраний тип теплового реле повинен відповідати умовам експлуатації і вимог нормативних документів, щодо галузі його застосування, а також бути сумісним з відповідним магнітним пускачем. В АПК набули використання теплові струмові реле типу РТЛ (з магнітними пускачами ПМЛ), РТИ(з магнітними пускачами КМИ), РТ (з магнітними пускачами ПММ) та ін. які представлені на сучасному електротехнічному ринку. Для приклада в методичних вказівках наведено технічні характеристики теплових струмових реле РТЛ (НПО «Етал»);

Структура умовної позначки теплових реле серії РТЛ (ТУ У 3.11-05814256-099-97):

$$\begin{array}{cccccccc}
 \text{РТЛ} & 1 & 001 & & & \text{М} & \text{O} & 2 \\
 | & | & | & | & | & | & | & | \\
 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8
 \end{array}$$

де 1 - РТЛ – умовна позначка типу;

2 – номінальний струм реле: 1 – 25 А, 2 – 80 А, 3 – 270 А, 4 – 510А;

3 – виконання по струму неспрацювання (див. таблицю 2.10);

4 – Д – виконання реле РТЛ-2000 для встановлення з пускачами ПМЛ-4160ДМ, ПМЛ-4560ДМ. Відсутність літери виконання реле з ступенем захисту IP00;

5 – К – виконання реле РТЛ-2000 для встановлення з пускачами ПМЛ-3000Д;

6 – М – виконання реле з ступенем захисту IP20;

7 – кліматичне виконання: О, О*, ОМ;

8 – категорія розміщення: 2, 4.

– номінальна напруга теплового струмового реле $U_{н.тр}$ повинна бути рівна напрузі електричної мережі U_m , або перевищувати її

$$U_{н.тр} \geq U_m \quad (2.36)$$

– номінальний струм $I_{н.тр}$ теплового струмового реле повинен бути не менше розрахункового струму електроприймача I_p

$$I_{н.тр} \geq I_p \quad (2.37)$$

Таблиця 2.10 – Виконання теплових реле РТЛ за струмом неспрацювання [17]

| Номинальний струм теплового реле, А | Тип реле | Межі регулювання струму неспрацювання, А | Номинальний струм теплового реле, А | Тип реле | Межі регулювання струму неспрацювання, А |
|-------------------------------------|----------|--|-------------------------------------|----------|--|
| 25 | РТЛ 1001 | 0,1-0,17 | 80 | РТЛ 2053 | 23-32 |
| | РТЛ 1002 | 0,16-0,26 | | РТЛ 2055 | 30-41 |
| | РТЛ 1003 | 0,24-0,4 | | РТЛ 2057 | 38-52 |
| | РТЛ 1004 | 0,38-0,65 | | РТЛ 2059 | 47-64 |
| | РТЛ 1005 | 0,61-1,0 | | РТЛ 2061 | 54-74 |
| | РТЛ 1006 | 0,95-1,6 | | РТЛ 2063 | 63-86 |
| | РТЛ 1007 | 1,5-2,6 | | | |
| | РТЛ 1008 | 2,4-4,0 | 270 | РТЛ 3125 | 74-125 |
| | РТЛ 1010 | 3,8-6,0 | | РТЛ 3170 | 102-170 |
| | РТЛ 1012 | 5,5-8,0 | | РТЛ 3270 | 165-270 |
| | РТЛ 1014 | 7,0-10,0 | | | |
| | РТЛ 1016 | 9,5- 14,0 | 510 | РТЛ 4410 | 250-410 |
| | РТЛ 1021 | 13,0-19,0 | | РТЛ 4510 | 310-510 |
| | РТЛ 1022 | 18-25 | | | |

– номінальний струм неспрацювання теплового струмового реле $I_{н.н.тр}$ повинен бути рівним номінальному струму електроприймача I_p або трохи більше його з подальшим регулюванням струму уставки теплового струмового реле на номінальний струм електроприймача

$$I_{н.н.тр} \geq I_p. \quad (2.38)$$

Дані по вибору теплових струмових реле заносять до таблиці (приклад - таблиця 2.11).

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики обраних теплових струмових реле

| Поз. позн. | $U_{м.}$ В | $U_{н.тр.}$ В | Тип реле | I_p А | $I_{н.тр.}$ А | $I_{н.н.тр.}$ А | Оболонка |
|------------|---------------|------------------|-------------|------------|------------------|--------------------|----------|
| КК1 | 380 | 660 | РТЛ 1008МО2 | 3,5 | 25 | 2,4... 4,0 | IP20, O2 |
| КК2 | 380 | 660 | РТЛ 1021МО2 | 15,1 | 25 | 13,0... 19,0 | IP20, O2 |
| КК3 | 380 | 660 | РТЛ 1016МО2 | 11,4 | 25 | 9,5... 14,0 | IP20, O2 |

Вибір низьковольтних комплектних установок. До низьковольтних комплектних установок в даному КП відносяться головний розподільчий щит ГРЩ1, шафа керування ШКЕ1 та освітлювальний щиток ЩО1 (згідно прийнятої компоновки мережі).

Розподільчі щити (пункти) обираються за наступними умовами [24]:

- по типу;
- по номінальній напрузі;
- по номінальному струму;
- по кількості і типу апаратів захисту в на вводі та лініях, що відходять;
- по ступеню захисту;
- по кліматичному виконанню і категорії розміщення.

В сільському господарстві набули поширення розподільчі щити (пункти) та силові шафи типів ШР11, ШРС (з рубильником на вводі та запобіжниками на лініях, що відходять), ПР11, ПР8507 (з автоматичними вимикачами на вводі та на лініях, що відходять).

Шафа керування є комплектним пристроєм керування електроприводами і обирається за наступними умовами [28]:

- за видом та конструкцією (ящик, шафа, панель, пульт та ін.);
- за класом НКУ (керування ел. двигунами з к.з. ротором, ел. двигунами з фазним ротором, синхронними двигунами, НКУ вводу і розподілу ел. енергії та ін.);
- за групою в певному класі;
- за номінальним струмом головного кола;
- за номінальною напругою головного кола;
- за напругою кола керування;
- за ступенем захисту;
- за кліматичним виконанням і категорії розміщення.

Наприклад умовна позначка Ш5926-3574У3 – шафа призначена для керування декількома електродвигунами з к.з. ротором, з номінальним струмом головного кола 32 А, номінальною напругою головного кола 380 В, кола керування 220В, кліматичним виконанням У та категорією розміщення 3.

Освітлювальний щиток обирається за типом (набули поширення освітлювальні щитки типів ЯРН, ЯРУ, ЩО, ОЩ, УОЩВ), за струмом ввідного апарату, кількістю захисних апаратів на відходящих лініях, і їх струмами.

2.4 Розробка схеми електричної розташування живильної і розподільчої мережі

Схему електричну розташування живильної і розподільчої мережі виконують на будівлю або частину будівлі відповідно до вимог ДСТУ Б А.2.4-21:2008 з урахуванням технологічних вузлів і меж будівництва. Масштаби креслеників приймають по ГОСТ 2.302-68 з урахуванням забезпечення чіткого графічного зображення електрообладнання і електричних мереж.

На схемі електричній розташування показують:

- технологічне обладнання і будівельні конструкції, трубопроводи і інші комунікації, що визначають траси прокладки електричних мереж або використовуються для їх кріплення і прокладки у вигляді контурів, - суцільними тонкими лініями;
- найменування відділень, ділянок цехів, приміщень і тому подібне, якщо це визначає характер прокладання електричних мереж;
- найменування або позначки електромашинних приміщень, приміщень щитів керування, кабельних тунелів і інших електротехнічних споруд;
- електрообладнання і електричні мережі у вигляді умовних графічних позначок з вказівкою літерно-цифрових позначок по схемах електричних принципів;
- марки, перерізи і довжини кабелів і проводів, позначки і довжини труб для електроприймачів, для яких всю необхідну інформацію про кабелі, проводи

і труби неможливо привести на схемі електричній принциповій (наприклад, мережі з розгалуженими колами керування).

Електрообладнання і електричні мережі на планах розташування приводять в наступному складі:

- електроприймачі, трансформаторні підстанції, комплектні електротехнічні пристрої, апарати і т. ін.;
- шинопроводи (магістральні, розподільчі, тролейні);
- тролейні лінії і ділянки електричної мережі, виконані шинами на ізоляторах;
- траси відкритої прокладки кабелів і проводів на конструкціях, в коробках, на лотках, в трубах, каналах, тунелях;
- кабельні конструкції, якщо кресленики їх встановлення не суміщені з планами прокладки проводів і кабелів;
- труби прихованої прокладки проводів і кабелів в підлогах, в землі і фундаментах;
- магістралі захисного і робочого заземлення.

При розстановці технологічного і електросилового обладнання необхідно дотримуватись наступних вимог:

– при компоновці технологічного обладнання потрібно забезпечити найкоротшу дорогу руху сировини від початкової до кінцевої операції технологічного процесу, максимально скоротивши довжину трубопроводів. Технологічне і електросилове обладнання розташовується так, щоб в виробничому приміщенні залишалися необхідні по довжині і ширині проходи, а також майданчики для його обслуговування і підходи до нього. Ширина основних проходів в виробничому приміщенні має бути не менше 2,5-3 м, відстань між частинами апаратів 0,8-1,0 м, а в місцях, де не передбачений рух робітників - 0,5 м; при фронтальному розміщенні машин і апаратів один до іншого - не менше 1,5 м [3].

– відстань від найбільш виступаючих відкритих струмоведучих частин апаратів і приладів розташованих на протилежно встановлених рядах щитів, повинно бути не менше 1500 мм, причому ширина проходу в світлу між рядами щитів повинна бути не менше 800 мм [14];

– ширина проходу обслуговування перед щитом (без урахування вимог гарного огляду щита) повинна бути не менше 800 мм [14].

Результати розробки схеми електричної розташування живильної і розподільчої мережі виносяться на аркуш графічної частини курсового проекту (приклад – рисунок 2.2).

2.5 Розробка схеми електричної принципової живильної і розподільчої мережі

Основне призначення схеми електричної принципової живильної і розподільчої мережі складається у відображенні з достатньою повнотою і наочністю взаємного зв'язку основних елементів внутрішньої мережі: вводу, розподільчих пристроїв, магістральної мережі, апаратів захисту і керування, групової мережі, окремих розгалужень і електроприймачів.

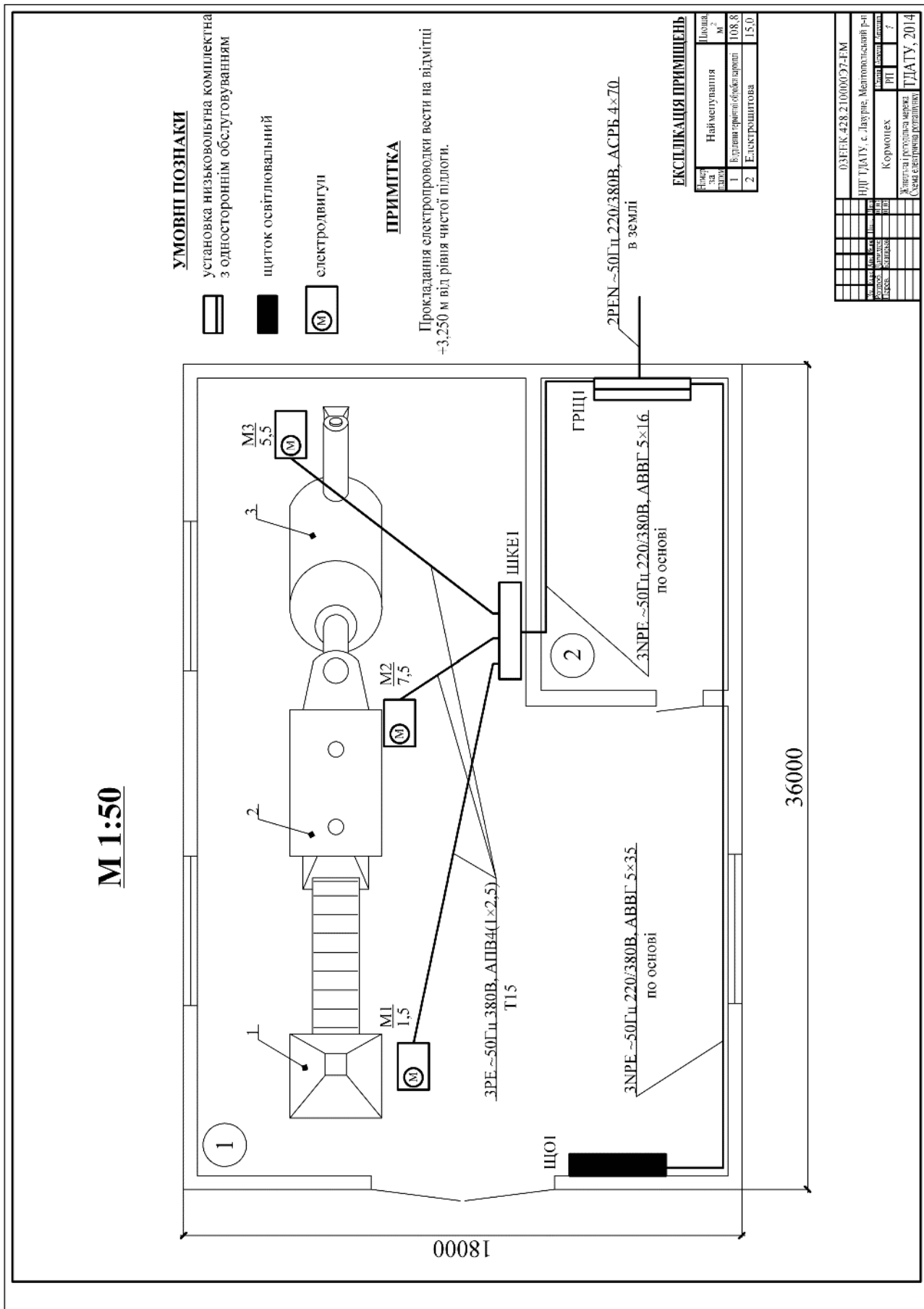


Рисунок 2.2 – Схема електрична розташування живильної і розподільчої мережі

Схема виконується на підставі схеми електричної принципової. Схему виконують в розгорнутому вигляді з графічним виконанням силових розподільчих пунктів та шаф керування, апаратів захисту і керування, електроприймачів. Позиційна позначка елементам схеми надається згідно виконання на схемі електричній принциповій системи керування. Якщо електрообладнання не входить до складу системи керування, елементи позначаються згідно реальної позначки елемента в технічному паспорті на шафу, щит чи інший пристрій. Наприклад, ввідний автоматичний вимикач в головному розподільчому щиті ГРЩ1 може позначатися як QF1 і один з других автоматичних вимикачів в інших НКУ (наприклад ШКЕ1) теж може бути позначено, як QF1 (тому що, така позначка йде у технічному паспорті). Це не суперечить вимогам до однозначності елементів, так як вони належать до різних пристроїв.

Всі апарати (автоматичні вимикачі, реле) на схемі слід зображати з позначенням номінальних струмів апаратів, струмів розчіплювачів (для автоматичних вимикачів), провoda або кабелі з позначенням марки, перерізу та кількості жил, способу прокладання. Також на схемі надають характеристики електроприймачів.

На схемі електричній принциповій живильної і розподільчої мережі не приводять:

- технічні дані електрообладнання, марки, перерізи і довжини кабелів і проводів, позначки і довжини труб, якщо вони поставляються комплектно з технологічним обладнанням або передбачені робочою документацією нестандартизованого обладнання;

- марки, перерізи і довжини проводів в межах НКУ.

При розробці схеми електричної принципової живильної і розподільчої мережі слід керуватися наступним:

- схему виконують в однолінійному зображенні. При цьому нейтральний і захисний РЕ-провідник окремою лінією не позначають;

- у трифазних трьох- і чотирипровідних мережах зображення і позначки фаз вказують тільки для одно- і двофазних ліній;

- всі УТП на схемі виконуються у відповідності до системи стандартів ЄСКД та СПДБ[15];

- в графі «Пристрій розподільчий» вказують літерно-цифрову позначку розподільчого пристрою, його тип. Сам пристрій позначається у вигляді електричної шини шириною 4-5 мм необхідної довжини з вказівкою затискачів приєднання у вигляді кіл діаметром 2-3 мм. При цьому допускається два варіанта зображення шин: а) поле шини виконується світлим, а затискачі зачернюються; б) поле шини зачернюється, а затискачі остаються світлими;

Приклад виконання схеми електричної принципової живильної і розподільчої мережі, яка виноситься до графічної частини КП, наведено на рисунку 2.3:

3 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

3.1 Вибір засобів автоматизації

Комплекс засобів автоматизації складається з датчиків, регуляторів, реле (часу, струму, напруги та ін.).

Вибираючи засоби автоматизації, потрібно враховувати параметри навколишнього середовища, розміри та характер об'єкта керування, діапазон контролюваного параметра, вид середовища. Також, до засобів автоматизації пред'являють вимоги до точності, чутливості, інерційності, а також до умов безпеки праці. При виборі регуляторів враховують закон регулювання (П, ПІ, ПІД), вид регулювання (двопозиційне, багатопозиційне, безперервне). Ці данні та вимоги, як правило передбачаються завданням на проектування.

Реле часу обирають за типом (механічне, пневматичне, програмне, електронне та ін.), за видом затримки (при спрацьовуванні чи при відключенні), за часом затримки, за кількістю контактних груп, за способом встановлення, за напругою живлення.

3.2 Вибір електрообладнання вторинних кіл

При виборі електрообладнання вторинних кіл враховуються тіж самі загальні вимоги, що і для любого іншого електрообладнання – ступінь захисту, кліматичне виконання і категорія розміщення, які повинні відповідати умовам експлуатації.

Перемикачі обирають за типом (гальтні, пакетні та ін.); кількістю кіл, що комутуються, кількістю можливих положень, струмом контактів.

При виборі кнопових постів враховують необхідну кількість штовхачів, вид монтажу (в нішах, на панелі, на поверхні), ступінь захисту зі сторони штовхача та сторони контактів.

Допоміжні реле обирають за типом, кількістю контактних груп, способом встановлення, напругою живлення котушки.

Світлосигнальну арматуру обирають за типом світловипромінюючого елемента (лампа розжарювання, неонові лампа, світлодіод), за напругою живлення, способом зниження напруги (за допомогою резистора чи трансформатора), кольором світлофільтру. Слід відмітити, що в останній час доцільно використання світлодіодної арматури, тому що вона має переваги в порівнянні з іншими видами світловипромінюючих елементів (час роботи до 30000 часів, мале енергоспоживання, відсутність нагріву світлодіода).

Інше електрообладнання вторинних кіл обираються аналогічно - за основними технічними характеристиками.

3.3 Розробка і опис схеми електричної принципової системи керування технологічним процесом

Принципова електрична схема розробляється на підставі схеми функційної автоматизації, визначає повний склад електричних елементів і зв'язків між ними, а також дає детальне уявлення про принципи роботи схеми [23].

При виконанні принципових електричних схем керуються вимогами стандартів ЄСКД, в першу чергу ГОСТ 2.701-84 та ГОСТ 2.702-75. Схема електрична принципова може містити: умовні графічні позначки (УГП) елементів і зв'язків між ними, написи, що пояснюють, частини окремих елементів даної схеми, використовувани в інших схемах, а також елементи з інших схем, діаграми перемикачів контактів багатопозиційних пристроїв, перелік елементів, іншу текстову інформацію. Принципові схеми виконують рядковим методом. При цьому УГП елементів або їх складових частин, що входять в одне коло, зображають послідовно один за іншим по прямій, а окремі кола - поряд, утворюючи паралельні (горизонтальні або вертикальні) рядки.

Всі апарати (реле, контакти, кнопки, автоматичні вимикачі, перемикачі ланцюгів і т. п.) на електричних схемах слід зображати, як правило, у вимкненому положенні.

На принципових електричних схемах УГП елементів можуть бути виконані двома способами: суміщеним, коли всі частини приладу, засобів автоматизації або електричного апарату розташовують в безпосередній близькості один від одного і рознесеним, при якому складові частини приладів, апаратів, засобів автоматизації розташовують в різних місцях; приналежність елементів, до одного і того ж апарату встановлюють по позиційним позначкам.

Відповідно до ГОСТ 2.709-89 маркування всіх ділянок електричних ланцюгів, розділених контактами апаратів, обмотками реле, резисторами і іншими елементами, повинно бути різним, а маркування ділянок ланцюгів, що проходять через роз'ємні, розбірні або нерозбірні контактні з'єднання, - однаковим.

Узагальнені вимоги до оформлення схеми електричної принципової вказані в методичних вказівках [13].

Між схемою електричною принциповою та іншими схемами (наприклад схемами електричними з'єднування та підмикання) має бути встановлений однозначний зв'язок, який забезпечив би можливість швидкого пошуку одних і тих же елементів (пристроїв, функційних груп), зв'язків або з'єднувань на всіх схемах одного комплексу.

Відстань (просвіт) між двома сусідніми лініями графічної позначки має бути не менше 1,0 мм.

Відстань між сусідніми паралельними лініями зв'язку має бути не менше 3,0 мм. Відстань між окремими умовними графічними позначками має бути не менше 2,0 мм.

Приклад схеми електричної принципової, яка виноситься до графічної частини КП показаний на рисунку 3.1.

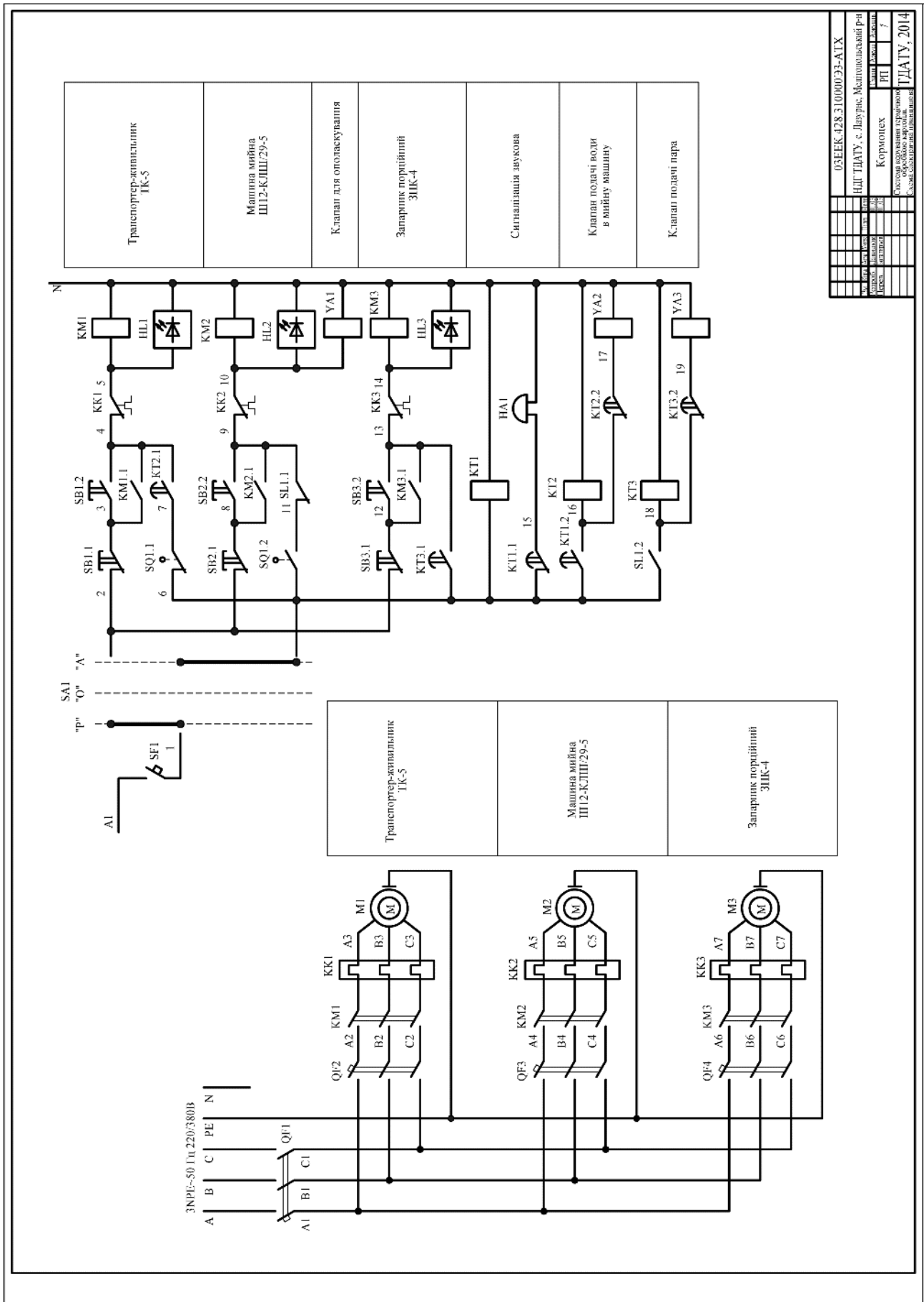


Рисунок 3.1 – Схема електрична принципова системи керування технологічним процесом

Відомості про всі елементи схеми, що зображені на схемі електричній принциповій, повинні бути занесені в перелік елементів згідно форми [13, рисунок 2.6], приклад – таблиця 3.1. Технічні характеристики елементів знаходяться в електротехнічних довідниках, електронних ресурсах [4, 6, 11, 17-19, 26, 29].

Таблиця 3.1 – Перелік елементів

| Поз. позначка | Найменування | Кіл. | Примітка |
|---------------|---|------|--------------|
| HA1 | Дзвінок СС-1 ТУ 16-425.047-85 | 1 | |
| HL1-HL3 | Арматура світлосигнальна AD22DS | 3 | ТМІЕК |
| | Реле теплові струмові | | |
| KK1 | РТЛ 1008МО2 ТУ У 3.11-05814256-099-97 | 1 | ТМНПО «Етал» |
| KK2 | РТЛ 1021МО2 ТУ У 3.11-05814256-099-97 | 1 | ТМНПО «Етал» |
| KK3 | РТЛ 1016МО2 ТУ У 3.11-05814256-099-97 | 1 | ТМНПО «Етал» |
| | Пускачі магнітні | | |
| KM1 | ПМЛ 1160МО2В ТУ У 3.11-05814256-097-97 | 1 | ТМНПО «Етал» |
| KM2, KM3 | ПМЛ 1160ДМО2В ТУ У 3.11-05814256-097-97 | 2 | ТМНПО «Етал» |
| KT1-KT3 | Реле часу ВЛ-65У3 ТУ У 3.11-14309600-063-97 | 3 | ТМРЕЛСіС |
| | Електродвигуни асинхронні | | |
| M1 | АИР80В4У3 ТУ 16-525.564-84 | 1 | ТМНHELZ |
| M2 | АИР132М4У3 ТУ 16-535.571-84 | 1 | ТМНHELZ |
| M3 | АИР112М4У3 ТУ 16-535.571-84 | 1 | ТМНHELZ |
| | Вимикачі автоматичні | | |
| QF1 | ВМ63-3ХС32-УХЛЗ | 1 | ТМКЭАЗ |
| | ТУ 3421-040-05758109-2009 | | |
| QF2 | ВМ63-3ХС8-УХЛЗ | 1 | ТМКЭАЗ |
| | ТУ 3421-040-05758109-2009 | | |
| QF3 | ВМ63-3ХС20-УХЛЗ | 1 | ТМКЭАЗ |
| | ТУ 3421-040-05758109-2009 | | |
| QF4 | ВМ63-3ХС16-УХЛЗ | 1 | ТМКЭАЗ |
| | ТУ 3421-040-05758109-2009 | | |
| SA1 | Перемикач ALCLR-22 | | ТМІЕК |
| SB1-SB3 | Пост кнопочвий ПКЕА-422-2О2 | 3 | ТМНПО «Етал» |
| | ТУ У 31.2-05814256-121:2005 | | |
| SF1 | Вимикач автоматичний ВМ63-1ХС10-УХЛЗ | 1 | ТМКЭАЗ |
| | ТУ 3421-040-05758109-2009 | | |
| SL1 | Реле рівня ВС-541 ТУ16-455.012-79 | 1 | |
| SQ1 | Вимикач шляховий КУ701А ТУ16-642.031-85 | 1 | |
| YA1-YA3 | Клапан електромагнітний Т-BU-203 | 3 | |

3.4 Розробка схеми електричної з'єднання системи керування технологічним процесом

Схема електрична з'єднання - це схема, на якій показані види, методи, засоби та місця з'єднання складових частин виробу, а також позначки з'єднувальних проводів, джгутів, кабелів, трубопроводів. Вона розробляється на підставі схеми електричної принципової, схем живлення, а також загальних видів щитів і пультів.

Електричні апарати виконують у вигляді габаритних прямокутників з обов'язковим позначенням виводів. В разі необхідності внутрі графічних познач апаратів показують умовні графічні позначки елементів.

Електричні апарати розташовують на схемі згідно приблизного розташування їх в шафі керування. При цьому схему електричну з'єднання умовно розділяють на частину, елементи якої розташовують на задній стінці шафи (апарати захисту та керування, реле часу, допоміжні реле колодки затискачів та ін.), і на частину, елементи якої розташовуються в дверцятах шафи керування (перемикачі, кнопки чи кнопкові пости, світлосигнальна арматура, прилади, що показують чи вимірюють та ін.).

Приблизний алгоритм побудови схеми електричної з'єднання є таким. Спочатку у вигляді умовних графічних познач наносять і приблизно розташовують електричні апарати та пристрої. На схемі повинні знаходитися всі елементи відповідно до схеми електричної принципової, які знаходяться всередині даної шафи керування. Слід зазначити, що на схемі електричній з'єднання можуть бути присутні електротехнічні елементи, що відсутні на схемі електричній принциповій, наприклад колодки затискачів. Після цього, позначають виводи електротехнічних пристроїв і апаратів. Позначка повинна відповідати реальним позначкам конкретних електротехнічних пристроїв та апаратів, які використано в даному курсовому проекті. Після цього на відповідних полицях проставляють адресні позначки проводів згідно схеми електричної принципової. Починати рекомендується з силового кола, потім проставляють адресні позначки нульового провідника, позначки проводів, що реалізують ручний режим і після цього позначки проводів, що реалізують автоматизований режим.

Адресація проводів виконується згідно наступної структури:

| Позначка вищого рівня | | Конструктивна позначка | Позначка елемента | | | Позначка контакту | Адресна позначка |
|-----------------------|--------------|------------------------|---------------------|-------|-------------------|-------------------|------------------|
| Пристрій | Функц. група | | Вид | Номер | Функція | | |
| = NANA | ≠ NANA | + NANA | A | N | A NANA | : NANA | (NANA) |
| Додаткова частина | | | Обов'язкова частина | | Додаткова частина | | |

A – позначка, що складається з однієї або декількох літер; N – позначка, що складається з однієї або декількох цифр; NANA – будь-яка комбінація цифр та(або) літер; |NANA| – додаткова частина, що уточнює функцію.

Рисунок 3.2 - Структура адресної позначки проводу

В структурі позначки застосовують приведені в таблиці 3.2 кваліфікуючі символи.

Таблиця 3.2 – Кваліфікуючі символи

| Тип умовної позначки | Класифікуючий символ | Примітка |
|---|----------------------|---------------------------------|
| Позначка вищого рівня - пристрій | = | |
| Позначка вищого рівня – функційна група | ≠ | Допускається # |
| Конструктивна позначка | + | |
| Позначка елемента (позиційна позначка) | – | |
| Позначка електричного контакту | : | |
| Адресна позначка | () | Позначку дають в круглих дужках |

Вимоги до оформлення схеми електричної з'єднання та структури адресних позначок проводів наведені в методичних вказівках [13].

Приклад виконання схеми електричної з'єднання, яка вноситься до графічної частини КП показано на рисунку 3.3.

3.5 Розробка схеми електричної підмикання системи керування технологічним процесом

Схема електрична підмикання - схема, на якій показано види, методи, засоби та місця зовнішнього електричного підмикання виробу.

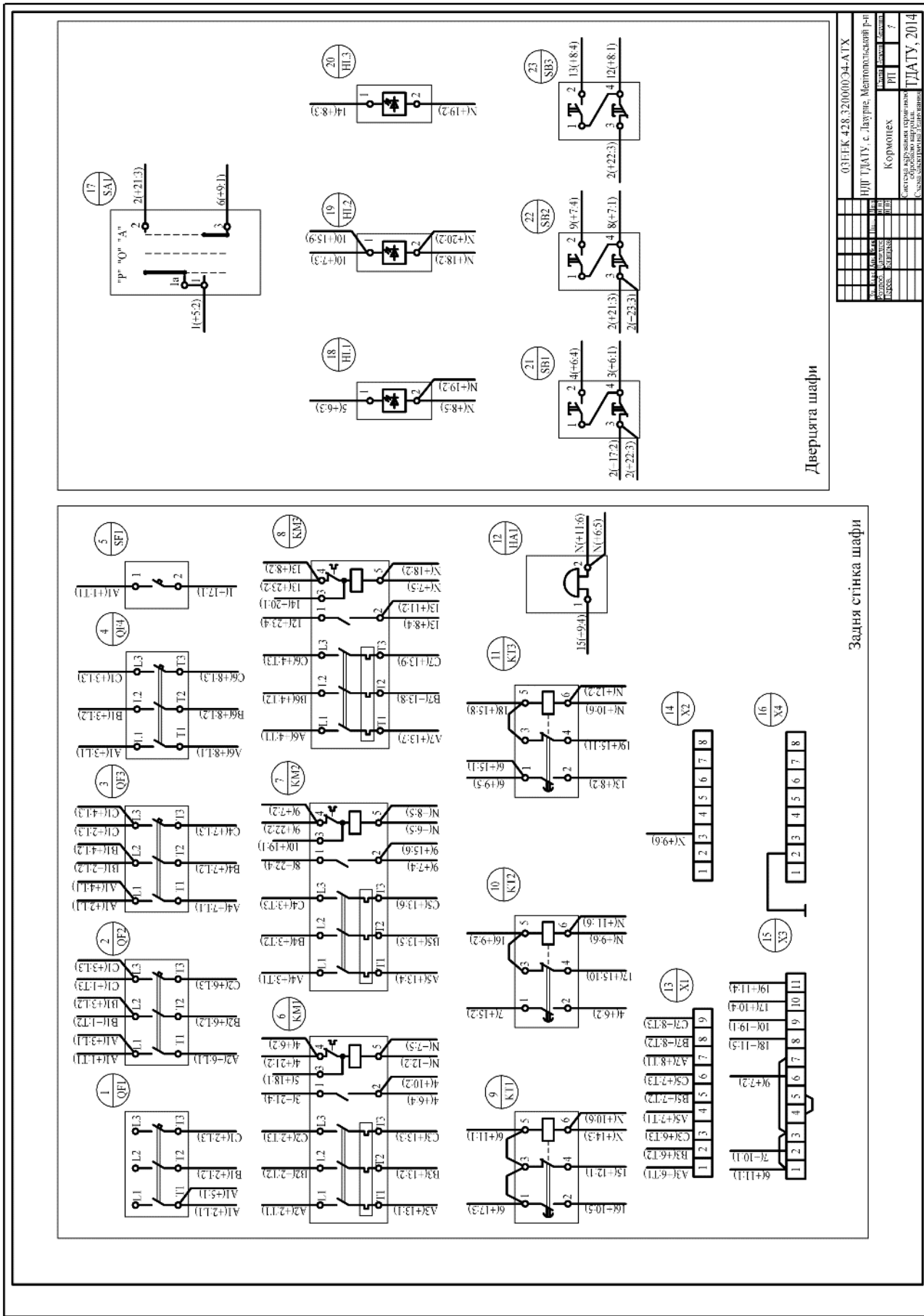
Схема електрична підмикання розробляється на підставі схеми електричної принципової, схеми електричної з'єднання, загальних видів щитів і пультів.

Електричні апарати виконують по аналогії з вимогами до їх зображення на схемі електричній з'єднання.

На схемі електричній підмикання повинні бути зображені виріб, його вхідні і вихідні елементи (з'єднувачі, затискачі і т. п.) і кінці проводів і кабелів (багатожильних проводів, електричних шнурів) зовнішнього монтажу, біля яких поміщають дані про підмикання виробу, що підводиться [характеристики зовнішніх ланцюгів і (або) адреси].

При необхідності на схемі указують марки, перетини, забарвлення проводів, а також марки кабелів (багатожильних проводів, електричних шнурів), кількість, перетин і зайнятість жил.

Приклад виконання схеми електричної підмикання, яка вноситься до графічної частини КП показано на рисунку 3.4.



| Об'єкт 428.32000034-А1Х | |
|--|-------------|
| НПІ ТДАУ, с. Давриге, Металургівський Р-н | |
| Місце: КОРМОТЕХ | РІС: f |
| Масштаб: 1:1 | Лист: 1 |
| Датум: 07.04.14 | Сторінка: 1 |
| Команда керівника підприємства: ТДАУ, 2014 | |
| Спеціалізований відділ: | |

Рисунок 3.3 – Схема електрична з'єднання

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ганзюк М. П. Основи охорони праці : підручник / М. П. Ганзюк., Є. П. Желібо. – 3-е вид. - К. : Каравела, 2006. – 392с.
2. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній : підручник / Є. П. Жулай [та ін.] ; за ред. Є. Л. Жулая. – К. : Вища освіта, 2001. – 288 с.
3. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції : підручник / О. В. Богомолів [та ін.] ; за ред. О. І. Шаповаленка, О. М. Сафонової. – Харків : Еспада, 2008. - 544 с.
4. Каменец-Подольский электромеханический завод. Обзор оборудования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kremz.ltd.ua/index.html>. – Название с экрана.
5. Кравець О. В. Методичні вказівки до економічної частини дипломних проектів ФЕСВ / О. В. Кравець, М. І. Стручаєв. – Мелітополь : ТДАТА, 2004. - 15 с.
6. КЭАЗ - Каталог продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.keaz.ru/production/>. – Название с экрана.
7. Машини для заготівлі та приготування кормів : навчальний посібник / УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого ; за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. – Дослідницьке : УкрНДІПВТ, 2009. - 136 с.
8. Машини для тваринництва та птахівництва : навчальний посібник / УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого ; за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. - Дослідницьке : УкрНДІПВТ, 2009. - 207 с.
9. Машкін М. І. Технологія виробництва молока і молочних продуктів / М. І. Машкін, Н. М. Париш ; Міністерство аграрної політики України. – К. : Вища освіта, 2006. – 351 с.
10. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції : навчальний посібник / О. В. Дацишин, О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач ; за ред. О. В. Дацишина. – К. : Мета, 2003. – 288 с.
11. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / О. С. Марченко, О. В. Дацишин, Ю. М. Лавріненко [та ін.] ; за ред. О. С. Марченка. - К. : Урожай, 1995. – 289 с.
12. Назарьян Г. Н. Курсовое и дипломное проектирование по специальности «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» ; Вып. 3. Выбор и проверка пускозащитной аппаратуры электроустановок / Г. Н. Назарьян. – Мелітополь : ТДАТА, 1996. – 42 с.
13. Никифорова Л. Є. Методичні вказівки з оформлення навчальних робіт для викладачів і студентів зі спеціальності 6.091900 «Енергетика сільськогосподарського виробництва» / Л. Є. Никифорова, Ю. О. Богатирьов. – Мелітополь : ТДАТУ, 2010. – 38 с.
14. Никифорова Л. Є. Основи проектування енергетичних об'єктів АПК : конспект лекцій / Л. Є. Никифорова, Ю. О. Богатирьов. – Мелітополь : ТДАТУ, 2011. – 45 с.
15. Никифорова Л. Є. Проектування систем електрифікації. Нормативне забезпечення : методичні вказівки для викладачів і студентів зі спеціальності 6.091900 «Енергетика сільськогосподарського виробництва» / Л. Є. Никифорова, Ю. О. Богатирьов. – Мелітополь : ТДАТУ, 2010. – 28 с.
16. Никифорова Л. Є. Роботи навчальні. Вимоги до структури : методичні вказівки

- вки для викладачів і студентів зі спеціальності 6.091900 «Енергетика сільськогосподарського виробництва» / Л. Є. Никифорова, Ю. О. Богатирьов. – Мелітополь : ТДАТУ, 2010. – 27 с.
17. НПО Этал. Контактна апаратура : каталог [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://pml.com.ua/download/pmp.pdf>. – Назва з екрану.
 18. ОАО «ХЭЛЗ Укрэлектромаш». Каталог электродвигателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.td-helz.com.ua/upload/main/Motors_catalog.pdf. – Название с экрана.
 19. ОВЕН - измерительные приборы, датчики, регуляторы. Каталог продукции ОВЕН [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.owen.ru/text/36768225>. – Название с экрана.
 20. ПАО «Завод Южкабель». Продукция. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.yuzhcable.com.ua/catalog/index.html>. – Название с экрана.
 21. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Мінпаліверенерго, 2006. – 166 с.
 22. Правила улаштування електроустановок. – 2-ге вид., переробл., допов. – Харків : Форт, 2009. – 736 с.
 23. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие / А. С. Клюев, Б. В. Глазов, А. А. Клюев [и др.]; под ред. А. С. Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
 24. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К. : НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с.
 25. Проектування систем електропостачання в АПК : навч. посібник / С. О. Єрмолаєв, В. Ф. Яковлев, В. О. Мунтян [та ін.]. – Мелітополь : Люкс, 2009. – 568 с.
 26. Релсіс – релейні схеми і системи – Реле часу [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.relsis.ua/relsis/tree/Products/rele_vremeni.htm. – Назва з екрану.
 27. Справочная книга по светотехнике / Ю. Б. Айзенберг, А. Е. Атаев, Ю. Г. Басов [и др.]; под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Знак, 2006. – 972 с.
 28. Справочник электрика / Э. А. Киреева, Л. В. Гусев, А. Г. Харитон [и др.] ; под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М. : Колос, 2007. – 464 с.
 29. Технические каталоги ИЕК [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.iek.ru/products/techcat/>. – Название с экрана.

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

Приклад заповнення титульного аркуша курсового проекту

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра електрифікованих технологій АПК

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Основи проектування систем електрифікації»
на тему: «Робочий проект електрифікації кормоцеху НДГ ТДАТУ
с. Лазурне Мелітопольського району з розробкою системи керування
термічною обробкою картоплі»

03ЕЕК.428.000000ПЗ

Студента (ки) 4 курсу 41 ЕН групи
напряму підготовки 6.100101 - Енергетика
та електротехнічні системи в АПК
А.Ю. Давидюка

| | |
|-------------------|-----------------|
| Керівник, ас. | Ю.О. Богатирьов |
| Національна шкала | _____ |
| Кількість балів: | _____ |
| Оцінка: ECTS | _____ |

| | | |
|---------------|----------|------------------------|
| Члени комісії | _____ | _____ |
| | (підпис) | (ініціали та прізвище) |
| | _____ | _____ |
| | (підпис) | (ініціали та прізвище) |
| | _____ | _____ |
| | (підпис) | (ініціали та прізвище) |

м. Мелітополь – 2014 рік

Рисунок А.1

ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

Приклад заповнення складу проекту

| Номер тому | Познака | Найменування | Примітка | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|---|---|-----------------------|-------|---------|----|--|---|-------------|--------|------|--------|-------|------|----------|--|---------|--|--|--|-----------|--|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 03ЕЕК.428.000000ПЗ | Робочий проект електрифікації кормоцеху НДГ ТДАТУ с. Лазурне Мелітопольського району з розробкою системи керування термічною обробкою картоплі. Курсовий проект. Пояснювальна записка | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 03ЕЕК.428.210000Э7-ЕМ | Кормоцех. Живильна і розподільча мережа. Схема електрична розташунок | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 03ЕЕК.428.220000Э3-ЕМ | Кормоцех. Живильна і розподільча мережа. Схема електрична принципова | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 03ЕЕК.428.310000Э3-АТХ | Кормоцех. Система керування термічною обробкою картоплі. Схема електрична принципова | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 03ЕЕК.428.320000Э4-АТХ | Кормоцех. Система керування термічною обробкою картоплі. Схема електрична з'єднування | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 03ЕЕК.428.330000Э5-АТХ | Кормоцех. Система керування термічною обробкою картоплі. Схема електрична підмикання | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center; font-weight: bold;">03ЕЕК.428.000000ПЗ-СП</td> </tr> <tr> <td style="width: 5%;">Зм.</td> <td style="width: 5%;">Кільк.</td> <td style="width: 5%;">Арк.</td> <td style="width: 5%;">№ док.</td> <td style="width: 5%;">Підп.</td> <td style="width: 5%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Розробив</td> <td></td> <td>Давидюк</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Перевірив</td> <td></td> <td>Богатирьов</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | | 03ЕЕК.428.000000ПЗ-СП | | | | | | Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підп. | Дата | Розробив | | Давидюк | | | | Перевірив | | Богатирьов | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03ЕЕК.428.000000ПЗ-СП | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Зм. | Кільк. | Арк. | № док. | Підп. | Дата | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Розробив | | Давидюк | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Перевірив | | Богатирьов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Склад проекту | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Стадія</td> <td style="width: 33%;">Аркуш</td> <td style="width: 33%;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td>РП</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; font-weight: bold;">ТДАТУ, 2014</td> </tr> </table> | Стадія | Аркуш | Аркушів | РП | | 1 | ТДАТУ, 2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Стадія | Аркуш | Аркушів | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| РП | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ТДАТУ, 2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок Б.1

ДОДАТОК В

(обов'язковий)

Приклад завдання на проектування

ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ системи електрифікації кормоцеху і системи керування термічною обробкою картоплі

1 Загальні дані

1.1 Назва та місцезонаштунок об'єкта: навчально-дослідне господарство ТДАТУ, с. Лазурне, Мелітопольський р-н, Запорізька обл., 72373.

1.2 Підстава для проектування: завдання до курсового проекту.

1.3 Вид проектних робіт: реконструкція системи електрифікації і автоматизації об'єкту АПК.

1.4 Дані про проектувальника: Давидюк Андрій Юрійович, 41-ЕН, енергетичний факультет, ТДАТУ, пр. Б. Хмельницького 18/2, м. Мелітополь, Запорізька обл., спеціалізація ЕЕФ.

1.5 Стадійність проектування: робочий проект.

1.6 Клас (наслідків) відповідальності об'єкта: СС1 (незначні наслідки).

1.7 Категорія складності: II (друга).

1.8 Необхідність розрахунків ефективності інвестицій: необхідне визначення річного економічного ефекту та терміну окупності капітальних вкладень.

1.9 Установлений строк експлуатації: 10 років.

1.10 Галузь виробництва: виробництво кормів.

2 Вимоги до енергосистеми

2.1 Категорія надійності електропостачання об'єкту: II (друга).

2.2 Джерело живлення і місце приєднання: існуюче КТП1 10/0,4 кВ, 250 кВА, РУ 0,4 кВ, QF1, 160 А.

2.3 Напряга джерела живлення: 220/380 В, ~50Гц.

2.4 Рівень компенсації реактивної потужності: $\cos \varphi = 0,98$.

2.5 Технічний облік реактивної і активної потужності: NIK 2303APK1.

2.6 Спосіб каналізації електроенергії від джерела живлення до об'єкту електрифікації: кабельна лінія орієнтовною довжиною 40 м. Переріз жил кабельної лінії визначається проектом.

3 Вимоги до системи електрифікації

3.1 Встановлена потужність об'єкта: визначається проектом.

3.2 Конфігурація живильної мережі: радіальна.

3.3 Конфігурація розподільчої мережі: радіальна.

3.4 Конструкція головного розподільчого щита: ввідний апарат - автоматичний вимикач, апарати, ліній що відходять – автоматичні вимикачі.

3.4 Ступінь захисту низьковольтних комплектних установок:

- головний розподільчий щит – IP20;

- шафа керування – IP44.

3.5 Ступінь захисту електрообладнання:

- електродвигуни – IP44;

- світильники - IP44.

3.6 Ступінь захисту апаратів захисту, керування: IP20.

3.7 Вимоги до захисту силового електрообладнання:

- захист електродвигунів від к.з.: автоматичні вимикачі;
- захист від перевантажень: теплові струмові реле;
- захист від струмів витоку, несиметрії напруги: відсутній.

3.8 Комутація силового електрообладнання: магнітні пускачі.

3.9 Світлова сигналізація роботи електрообладнання: світлодіодна.

3.10 Звукова сигналізація роботи технологічного обладнання: початок роботи лінії, тривалість - 7 с, електромагнітний дзвінок.

4 Вимоги до електричного освітлення

4.1 Система освітлення: загальна рівномірна.

4.2 Вид освітлення: робоче.

4.3 Нормована освітленість: відділення термічної обробки картоплі - $E_n=250$ лк; електрощитова - $E_n=200$ лк.

4.4 Якість кольоропередачі: індекс кольоропередачі $R_a \geq 60$.

4.5 Енергоефективність джерел світла: не менше 75 Лм/Вт.

4.6 Енергоефективність системи освітлення: не більше 11 Вт/м².

4.7 Спеціальні вимоги: забезпечити рівномірність розподілу проектних освітлювальних навантажень по фазам.

5 Вимоги до системи керування технологічним процесом

5.1 Тип системи керування: релейно-контактна.

5.2 Призначення системи керування: керування технологічним процесом.

5.3 Умови експлуатації: температура навколишнього середовища: - 45...+40 °С; вологість повітря – не більше 80%.

5.4 Режим роботи системи керування: ручний, автоматизований, вимкнено.

5.5 Параметри контролю:

- завантаження мийної машини Ш12-КЛШ/29-5, спрацювання при вазі картоплі 250 кг;

- рівень картоплі в порційному запарнику ЗПК-4, спрацювання на рівні 0,05 від верхнього краю порційного запарника.

5.6 Послідовність роботи машин: мийна машина Ш12-КЛШ/29-5; транспортер-живильник ТК-5; порційний запарник картоплі ЗПК-4.

5.7 Пристрої витримки часу: електронні реле часу.

6 Вимоги до електробезпеки

6.1 Система заземлення: TN-C-S.

6.2 Величина опору заземлювального пристрою: 4 Ом.

ДОДАТОК Г

(довідковий)

Кліматичне виконання та категорія розміщення електрообладнання
(за ГОСТ 15150-69)

Таблиця Г.1 - Познаки кліматичних виконань електротехнічних виробів

| Виконання виробів для макрокліматичних районів | Познака | Нормальні температури значення повітря, °С | |
|--|---------|---|------------|
| | | Верхня межа | Нижня межа |
| З помірним кліматом | У | +40 | -45 |
| З холодним кліматом | ХЛ | +40 | -60 |
| З помірним і холодним кліматом | УХЛ | +40 | -60 |
| З вологим тропічним кліматом | ТВ | +45 | +1 |
| З сухим тропічним кліматом | ТС | +45 | -10 |
| Як з сухим, так і з вологим тропічним кліматом | Т | +45 | -10 |
| Для всіх районів на суші (загально кліматичне виконання) | 0 | +45 | -60 |

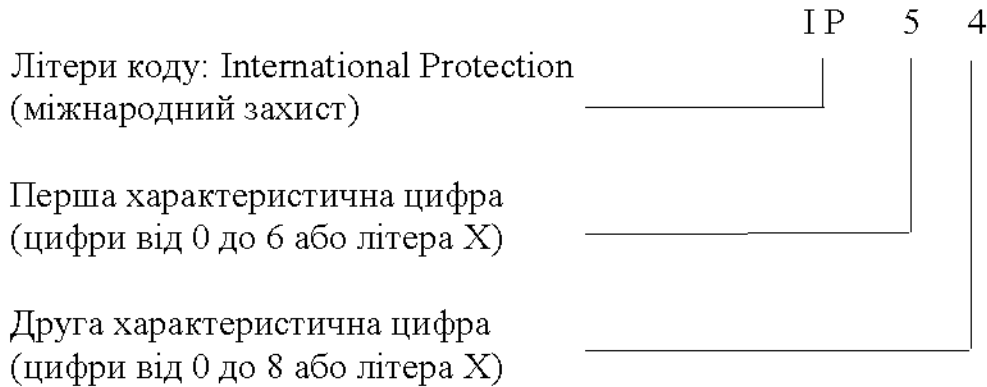
Таблиця Г.2 - Укрупнені категорії розміщення електрообладнання

| Характеристика | Познака |
|--|---------|
| Для роботи на відкритому повітрі | 1 |
| Для роботи у приміщеннях, де коливання температури і вологості повітря неістотно відрізняються від коливань на відкритому повітрі, наприклад у наметах, кузовах, причепах, металевих приміщеннях без теплоізоляції, а також у кожухах комплектних пристроїв виробів категорії 1 або під навісом (відсутня пряма дія сонячної радіації і атмосферних опадів на виріб) | 2 |
| Для роботи у закритих приміщеннях з природною вентиляцією без штучного регулювання кліматичних умов, де коливання температури і вологості повітря, а також дія піску та пилу значно менші, ніж зовні наприклад, у металевих з теплоізоляцією, кам'яних, бетонних, дерев'яних приміщеннях (значне зменшення дії сонячної радіації, вітру, атмосферних опадів, відсутність роси) | 3 |
| Для роботи у приміщеннях з штучно регульованим мікрокліматом, наприклад у закритих з опаленням чи охолодженням і вентиляцією виробничих та інших, в тому числі підземних приміщеннях з хорошою вентиляцією (відсутність прямої дії сонячної радіації, відсутність дії атмосферних опадів, вітру, а також піску та пилу зовнішнього повітря) | 4 |
| Для роботи у приміщеннях з підвищеною вологістю | 5 |

ДОДАТОК Д (довідковий)

Ступені захисту, що забезпечуються оболонками (за ГОСТ 14254-96)

Структура позначки ступеню захисту:



Таблиця Д.1 – Значення першої характеристичної цифри, яка відображає ступінь захисту від проникнення зовнішніх твердих предметів та доступу до струмопровідних частин електрообладнання

| Цифра | Значення для захисту обладнання | Значення для захисту людей | Визначення |
|-------|---|--|--|
| 0 | Не має захисту | Не має захисту | - |
| 1 | Захищено від зовнішніх твердих предметів $\varnothing \geq 50$ мм | Захищено від доступу тильною стороною руки | Щуп-предмет сфера $\varnothing 50$ мм не повинен проникати повністю |
| 2 | Захищено від зовнішніх твердих предметів $\varnothing \geq 12,5$ мм | Захищено від доступу пальцем | Щуп-предмет сфера $\varnothing 12,5$ мм не повинен проникати повністю |
| 3 | Захищено від зовнішніх твердих предметів $\varnothing \geq 2,5$ мм | Захищено від доступу інструментом | Щуп-предмет сфера $\varnothing 2,5$ мм не повинен проникати повністю |
| 4 | Захищено від зовнішніх твердих предметів $\varnothing \geq 1,0$ мм | Захищено від доступу проволокою | Щуп-предмет сфера $\varnothing 1,0$ мм не повинен проникати повністю |
| 5 | Пилозахищено | Захищено від доступу проволокою | Проникнення пилу виключено не повністю, але пил не повинен проникати в кількості, достатній для порушення нормальної роботи обладнання або зниження його безпеки |
| 6 | Пилонепроникне | Захищено від доступу проволокою | Пил не проникає до оболонки |

Таблиця Д.2 – Значення другої характеристичної цифри, яка відображає ступінь захисту від проникнення води

| Цифра | Значення для захисту обладнання | Визначення |
|-------|---|--|
| 0 | Не має захисту | - |
| 1 | Захищено від вертикально падаючих краплин води | Вертикально падаючі краплі води не повинні надавати шкідливого впливу |
| 2 | Захищено від вертикально падаючих краплин води, коли оболонка відхилена на кут до 15° | Вертикально падаючі краплі води не повинні надавати шкідливого впливу, коли оболонка відхилена від вертикалі в любую сторону на кут до 15° включно |
| 3 | Захищено від води, що падає у вигляді дощу | Вода, що падає в вигляді бризг в будь-якому напрямі, що складає кут до 60° включно з вертикаллю, не повинна надавати шкідливого впливу |
| 4 | Захищено від суцільного обризгування | Вода, що падає в вигляді бризг в будь-якому напрямі, не повинна надавати шкідливого впливу |
| 5 | Захищено від водяних струй | Вода, що направляється на оболонку в вигляді струменів з будь-якого напрямку, не повинна надавати шкідливого впливу |
| 6 | Захищено від сильних водяних струй | Вода, що направляється на оболонку в вигляді сильних струменів з будь-якого напрямку, не повинна надавати шкідливого впливу |
| 7 | Захищено від впливу при короткочасному (недовготривалому) зануренні у воду | Повинно бути виключено проникнення води всередину оболонки в кількості, що визиває шкідливий вплив, при її зануренні на короткий час при стандартизованих умовах по тиску та тривалості |
| 8 | Захищено від впливу при тривалому зануренні у воду | Повинно бути виключено проникнення води всередину оболонки в кількості, що визиває шкідливий вплив, при її довготривалому зануренні у воду при умовах, що узгоджено між виробником і споживачем, однак більш жорстких, ніж умови для цифри 7 |

ДОДАТОК Е

(довідковий)

Довідкові дані для розрахунку потужності деякого технологічного обладнання

Розрахункова потужність приводу *стрічкового конвеєра*, кВт [7]

$$P_{\text{мех}} = \Pi \cdot (L + H) K / (102 \cdot \eta), \quad (\text{Е.1})$$

де Π - продуктивність конвеєра, кг/с; L - довжина конвеєра, м; H - висота підйому вантажу, м; K - коефіцієнт запасу, $K=3-5$ (великі значення K вибираються для конвеєрів малої довжини або малої продуктивності), η - к.к.д. приводу, $\eta = 0,65-0,85$.

Розрахункова потужність приводу *горизонтального гвинтового конвеєра*, кВт [7]

$$P_{\text{мех}} = \Pi \cdot (L \cdot \omega + H) / (102 \cdot \eta), \quad (\text{Е.2})$$

де ω - сумарний коефіцієнт опору руху, $\omega = 1,9 \dots 6,3$ (менші значення слід приймати для легких неабразивних вантажів); η - к.к.д. приводу, $\eta = 0,65-0,85$.

Розрахункова потужність приводу *вертикальних гвинтових конвеєрів*, кВт [7]

$$P_{\text{мех}} = 0,012 \cdot \Pi \cdot H (\omega + 1) / \eta, \quad (\text{Е.3})$$

де ω - сумарний коефіцієнт опору руху, $\omega = 4-7$ для зернових продуктів, $\omega = 5,5-7,3$ - для солі, $\omega = 12-13$ для картоплі і яблук з гідроподаванням.

Розрахункова потужність приводу *скребкового конвеєра*, кВт [7]

$$P_{\text{мех}} = (0,02 \dots 0,03) \cdot (\Pi \cdot L + H) / \eta. \quad (\text{Е.4})$$

Розрахункова потужність приводу *пластинчастого конвеєра*, кВт [7]

$$P_{\text{мех}} = P_T \cdot v / (1000 \cdot \eta), \quad (\text{Е.5})$$

де P_T - тягове зусилля на приводних зірочках, Н; v - швидкість руху ланцюга з пластинами, м/с; η - к.к.д. приводу, $\eta = 0,6-0,75$.

При орієнтовних розрахунках P_T можна приймати 600-800 Н для коротких конвеєрів (до 5 м), 1200-1600 Н для конвеєрів середньої довжини (5-10 м) і 2000-3000 Н для конвеєрів досить великої довжини (10-20 м).

Розрахункова потужність приводу *насоса* [7]:

$$P_{\text{мех}} = \frac{Q_{\text{нас}} \cdot H_{\text{нас}} \cdot \gamma}{\eta_{\text{нас}} \cdot 102}, \quad (\text{Е.6})$$

де $Q_{\text{нас}}$ - подача насоса, кг/с; $H_{\text{нас}}$ - висота підйому рідини (напір), м; γ - об'ємна вага рідини, кг/м³; $\eta_{\text{нас}}$ - коефіцієнт корисної дії насоса, $\eta_{\text{нас}}$ для відцентрових насосів дорівнює 0,6 – 0,8.

Таблиця Е.1 - Характеристика деяких сільськогосподарських матеріалів

| Найменування | Об'ємна вага, γ , кг/м ³ | Найменування | Об'ємна вага, γ , кг/м ³ |
|---------------------|--|------------------|--|
| Буряки немиті | 600-700 | Морква | 500-600 |
| Кукурудза суха | 700-800 | Мука кукурудзяна | 590 |
| Пшениця | 700-850 | Молоко сухе | 560-610 |
| Гречка | 550-700 | Мука пшенична | 650 |
| Яблука | 210-250 | Мука ржана | 655 |
| Горох | 700-750 | Огірок | 600 |
| Насіння конопляне | 560 | Отрубі пшеничні | 300-350 |
| Насіння соняшникове | 260-440 | Отрубі ржані | 380-400 |
| Виноград | 500 | Сахар | 730-800 |
| Капуста | 550 | Сіно | 70-120 |
| Картопля | 700-750 | Солома | 50-120 |
| Концорма | 500 | Силос | 227 |
| Крупа гречнева | 720 | Сметана | 520-560 |
| Крупа вівсяна | 600-645 | Сир | 500-630 |
| Крупа перлова | 810-830 | Тиква | 370-570 |
| Крупа пшонна | 825 | Фасоль | 520-580 |
| Крупа рисова | 830 | Фрукти | 350 |
| Крупа ячнева | 670 | Хліб | 300 |
| Лук | 500-580 | Яблуки | 250-350 |
| Олія соняшникова | 914 | Груши | 250-350 |
| Вершкове масло | 750 | Ягоди | 700 |
| Молоко | 1030 | Жито | 610-700 |

ДОДАТОК Ж

(довідковий)

Паспортні данні електродвигунів серії АИР

Таблиця Ж.1 – Паспортні данні електродвигунів серії АИР основного виконання (потужність від 0,55 до 55 кВт, частота обертання 3000 та 1500 об/хв.) [18]

| Тип ел. двигуна | $P_{ндв}$, кВт | n_n , об/хв | $I_{ндв}$, А при 380В | η , % | $\cos \varphi_H$ | μ_n | μ_{min} | μ_{max} | k_i |
|------------------|-----------------|---------------|------------------------|------------|------------------|---------|-------------|-------------|-------|
| $n_c=3000$ об/хв | | | | | | | | | |
| АИР63В2У3 | 0,55 | 2730 | 1,31 | 75 | 0,85 | 2,2 | 1,8 | 2,2 | 5,0 |
| АИР71А2У3 | 0,75 | 2820 | 1,75 | 78,5 | 0,83 | 2,1 | 1,6 | 2,2 | 6,0 |
| АИР71В2У3 | 1,1 | 2800 | 2,55 | 79 | 0,83 | 2,1 | 1,6 | 2,2 | 6,0 |
| АИР80А2У3 | 1,5 | 2850 | 3,31 | 81 | 0,85 | 2,1 | 1,6 | 2,2 | 7,0 |
| АИР80В2У3 | 2,2 | 2850 | 4,63 | 83 | 0,87 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,0 |
| АИР90L2У3 | 3,0 | 2850 | 6,13 | 84,5 | 0,88 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,0 |
| АИР100S2У3 | 4,0 | 2850 | 7,94 | 87 | 0,88 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,5 |
| АИР100L2У3 | 5,5 | 2850 | 10,7 | 88 | 0,89 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,5 |
| АИР112M2У3 | 7,5 | 2900 | 14,8 | 87,5 | 0,88 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,5 |
| АИР132M2У3 | 11 | 2910 | 21,1 | 88 | 0,9 | 1,6 | 1,2 | 2,2 | 7,5 |
| АИР160S2У3 | 15 | 2910 | 28,5 | 90 | 0,89 | 1,8 | 1,7 | 2,7 | 7,0 |
| АИР160M2У3 | 18,5 | 2910 | 34,5 | 90,5 | 0,9 | 2,0 | 1,8 | 2,7 | 7,0 |
| АИР180S2У3 | 22 | 2920 | 41,5 | 90,5 | 0,89 | 2,0 | 1,9 | 2,7 | 7,0 |
| АИР180M2У3 | 30 | 2925 | 55,5 | 91,5 | 0,9 | 2,2 | 1,9 | 3,0 | 7,5 |
| АИР200M2У3 | 37 | 2940 | 70,6 | 91,5 | 0,87 | 1,6 | 1,5 | 2,8 | 7,0 |
| АИР200L2У3 | 45 | 2940 | 86,5 | 92 | 0,88 | 1,8 | 1,5 | 2,8 | 7,5 |
| АИР225M2У3 | 55 | 2940 | 99,3 | 92,5 | 0,91 | 1,8 | 1,5 | 2,6 | 7,5 |
| $n_c=1500$ об/хв | | | | | | | | | |
| АИР71А4У3 | 0,55 | 1360 | 1,69 | 70,5 | 0,70 | 2,3 | 1,8 | 2,2 | 5,0 |
| АИР71В4У3 | 0,75 | 1350 | 2,14 | 73 | 0,73 | 2,2 | 1,6 | 2,2 | 5,0 |
| АИР80А4У3 | 1,1 | 1395 | 2,75 | 75 | 0,81 | 2,2 | 1,6 | 2,2 | 5,5 |
| АИР80В4У3 | 1,5 | 1395 | 3,52 | 78 | 0,83 | 2,2 | 1,6 | 2,2 | 5,5 |
| АИР90L4У3 | 2,2 | 1400 | 5,0 | 81 | 0,83 | 2,1 | 1,6 | 2,2 | 6,5 |
| АИР100S4У3 | 3,0 | 1410 | 6,7 | 82 | 0,83 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,0 |
| АИР100L4У3 | 4,0 | 1410 | 8,5 | 85 | 0,84 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,0 |
| АИР112M4У3 | 5,5 | 1430 | 11,4 | 85,5 | 0,86 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 7,0 |
| АИР132S4У3 | 7,5 | 1440 | 15,1 | 87,5 | 0,86 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 5,5 |
| АИР132M4У3 | 11 | 1450 | 22,0 | 87,5 | 0,87 | 2,0 | 1,6 | 2,2 | 5,5 |
| АИР160S4У3 | 15 | 1455 | 28,5 | 90 | 0,89 | 1,9 | 1,8 | 2,9 | 7,0 |
| АИР160M4У3 | 18,5 | 1455 | 34,9 | 90,5 | 0,89 | 1,9 | 1,8 | 2,9 | 7,0 |
| АИР180S4У3 | 22 | 1460 | 42,5 | 90,5 | 0,87 | 1,7 | 1,5 | 2,4 | 7,0 |
| АИР180M4У3 | 30 | 1470 | 56,9 | 92,0 | 0,87 | 1,7 | 1,5 | 2,7 | 7,0 |
| АИР200M4У3 | 37 | 1470 | 68,3 | 92,5 | 0,89 | 1,7 | 1,6 | 2,7 | 7,5 |
| АИР200L4У3 | 45 | 1470 | 83,0 | 92,5 | 0,89 | 1,7 | 1,6 | 2,7 | 7,5 |
| АИР225M4У3 | 55 | 1470 | 101 | 93,0 | 0,89 | 1,7 | 1,6 | 2,6 | 7,0 |

ДОДАТОК И

(довідковий)

Допустимі тривалі струми проводів (кабелів)

Таблиця И.1 – Допустимий тривалий струм для проводів з ПВХ ізоляцією (зокрема проводи ПВ1, ПВ2, ПВ3, АПВ, АППВ) [22]

| Переріз струмоведу- чої жили мм ² | Сила струму, А, для проводів | | | | | |
|---|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| | Відкри- то | в одній трубці | | | | |
| | | Два одно- жильні | Три одно- жильні | Чотири одножиль- ні | Один дво- жильний | Один три- жильний |
| 0,5 | 11 | - | - | - | - | - |
| 0,75 | 15 | - | - | - | - | - |
| 1 | 17 | 16 | 15 | 14 | 15 | 14 |
| 1,5 | 23 | 19 | 17 | 16 | 18 | 15 |
| 2,5 | 30/24 | 27/20 | 25/19 | 25/19 | 25/19 | 21/16 |
| 4 | 41/32 | 38/28 | 35/28 | 30/23 | 32/25 | 27/21 |
| 6 | 50/39 | 46/36 | 42/32 | 40/30 | 40/31 | 34/26 |
| 10 | 80/60 | 70/50 | 60/47 | 50/39 | 55/42 | 50/38 |
| 16 | 100/75 | 85/60 | 80/60 | 75/55 | 80/60 | 70/55 |
| 25 | 140/105 | 115/85 | 100/80 | 90/70 | 100/75 | 85/65 |
| 35 | 270/130 | 135/100 | 125/105 | 115/85 | 125/95 | 100/75 |
| 50 | 215/165 | 185/140 | 170/130 | 150/120 | 160/125 | 135/105 |
| 70 | 170/210 | 225/175 | 210/165 | 185/140 | 195/150 | 175/135 |

Примітка. У чисельнику наведена сила струму для проводів з мідними жилами, у знаменнику – з алюмінієвими жилами.

Таблиця И.2 – Допустимий тривалий струм для проводів з мідними жилами і гумовою ізоляцією в металевих захисних оболонках та кабелів з мідними жилами і гумовою ізоляцією в свинцевій ПВХ, найритовій або гумовій оболонці, броньованих і неброньованих (зокрема проводи і кабелі СРГ, СРБ, ВРГ, ВРБ, НРГ, КГ) [22]

| Переріз струмоведучої жили, мм ² | Сила струму *, А, для проводів і кабелів | | | | |
|---|--|------------|---------|------------|---------|
| | одножильних | двожильних | | трижильних | |
| | при прокладанні | | | | |
| | відкрито | відкрито | у землі | відкрито | у землі |
| 1,5 | 23 | 19 | 33 | 19 | 27 |
| 2,5 | 30 | 27 | 44 | 25 | 38 |
| 4 | 41 | 38 | 55 | 35 | 49 |
| 6 | 50 | 50 | 70 | 42 | 60 |
| 10 | 80 | 70 | 105 | 55 | 90 |
| 16 | 100 | 90 | 135 | 75 | 115 |
| 25 | 140 | 115 | 175 | 95 | 150 |
| 35 | 170 | 140 | 210 | 120 | 180 |
| 50 | 215 | 175 | 265 | 145 | 225 |
| 70 | 270 | 215 | 320 | 180 | 275 |

* Вказані у таблиці значення сили струму стосуються як кабелів з нейтральною жилою, так і без неї.

Таблиця И.3 – Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою чи пластмасовою ізоляцією у свинцевій, ПВХ і гумовій оболонках, броньованих і неброньованих (зокрема кабелі АСРГ, АСРБ, АВРГ, АНРГ, АНРБ, АВВГ, АПВГ, АВБВ) [22]

| Переріз струмоведучої жили, мм ² | Сила струму, А, для кабелів | | | | |
|---|-----------------------------|------------|---------|------------|---------|
| | одножильних | двожильних | | трижильних | |
| | при прокладанні | | | | |
| | відкрито | відкрито | у землі | відкрито | у землі |
| 2,5 | 23 | 21 | 34 | 19 | 29 |
| 4 | 31 | 29 | 42 | 27 | 38 |
| 6 | 38 | 38 | 55 | 32 | 46 |
| 10 | 60 | 55 | 80 | 42 | 70 |
| 16 | 75 | 70 | 105 | 60 | 90 |
| 25 | 105 | 90 | 135 | 75 | 115 |
| 35 | 130 | 105 | 160 | 90 | 140 |
| 50 | 165 | 135 | 205 | 110 | 175 |
| 70 | 210 | 165 | 245 | 140 | 210 |

* Для чотирижильних кабелів можна брати значення сил струму для трижильних, але з коефіцієнтом 0,92.

Таблиця И.4 – Допустимий тривалий струм для переносних шлангових легких та середніх шнурів [22]

| Переріз струмоведучої жили, мм ² | Сила струму, А, для шнурів, проводів та кабелів (з нульовою жилою і без неї) | | |
|---|---|------------|------------|
| | одножильних | двожильних | трижильних |
| 0,5 | - | 12 | - |
| 0,75 | - | 16 | 14 |
| 1 | - | 18 | 16 |
| 1,5 | - | 23 | 20 |
| 2,5 | 40 | 33 | 28 |
| 4 | 50 | 43 | 36 |
| 6 | 65 | 55 | 45 |
| 10 | 90 | 75 | 60 |
| 16 | 120 | 95 | 80 |
| 25 | 160 | 125 | 105 |
| 35 | 190 | 150 | 130 |
| 50 | 235 | 185 | 160 |
| 70 | 290 | 235 | 200 |

Таблиця И.5 – Допустимі навантаження для кабелів, прокладених у землі [11]

| Переріз струмоведучої жили, мм ² | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 |
|---|--|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Сила тривалого допустимого струму, А, для жил: | | | | | | | | | | | |
| алюмінієвих | 29 | 38 | 46 | 70 | 90 | 115 | 140 | 175 | 210 | 255 | 295 | 335 |
| мідних | 38 | 49 | 60 | 90 | 115 | 150 | 180 | 225 | 275 | 330 | 385 | 435 |

