

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Забезпечення надійності роботи електричного обладнання з
розробкою системи автоматизації на ВАТ "Рожищенський сирзавод"

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи ЕЕМ-61
спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

	<u>Танасійчук В. В.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Бабюк С. М.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Вакуленко О. О.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Тарасенко М. Г.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u> (підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 30 » вересня 2021 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Танасійчуку Володимирі Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Забезпечення надійності роботи електричного обладнання з розробкою системи автоматизації на ВАТ "Рожищенський сирзавод"

Керівник роботи Бабюк Сергій Миколайович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » вересня 2021 року № 4/7-807

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Генеральний план маслозаводу. Перелік наявних основних та допоміжних електропотужностей цеху. Споживана потужність – не більше 150 кВт. Електроживлення цеху здійснити від існуючих потужностей КТП. Графік роботи – двозмінний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Генеральний план заводу із розміщенням потужностей 1 л. ф. – А1

2. Схема силового обладнання 1 л. ф. – А1

3. Схема освітлювальної мережі 1 л. ф. – А1

4. Загальна схема електричних з'єднань 1 л. ф. – А1

5. Технологічна та принципова схема машини підігріву глазури 1 л. ф. – А1

6. Монтажна схема управління машиною підігріву глазури 1 л. ф. – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я., к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., старший викладач		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., старший викладач		

7. Дата видачі завдання 30 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	10.09.2021	
2	Аналітичний розділ	20.10.2021	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	15.11.2021	
4	Проектно-конструкторський розділ	01.12.2021	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.12.2021	
6	Висновки	10.12.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	20.12.2021	
8	Оформлення графічної частини	20.12.2021	

Студент

_____ (підпис)

Танасійчук В. В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бабюк С. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Танасійчук Володимир Васильович. «Забезпечення надійності роботи електричного обладнання з розробкою системи автоматизації на ВАТ "Рожищенський сирзавод».

"141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Стор.– 66; рис. - 5; табл. - 12; креслень - 6; джерел - 24; додатків - _.

У кваліфікаційній роботі магістра здійснено розробку технічних заходів забезпечення надійності роботи електричного обладнання з розробкою системи автоматизації на ВАТ "Рожищенський сирзавод».

Виконано розрахунок електричного навантаження, внесено ряд пропозицій, щодо конструктивних змін в діючій електричній схемі живлення підприємства.

Здійснено вибір перерізів жил кабелів, проведено розрахунки струмів короткого замикання, на основі яких здійснено вибір комутаційної та пускозахисної апаратури.

Здійснено розрахунок та вибір резервного джерела живлення.

Запропоновано до впровадження автоматизовану систему для підтримки постійного теплового режиму.

Проведено модернізацію освітлювальної мережі, системи вентиляції, та системи тепlopостачання.

Здійснено розрахунки та проведено вибір пристроїв для компенсації реактивної потужності.

Перелік ключових слів: ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА, ТРАНСФОРМАТОР, КОМПЕНСАЦІЙНА УСТАНОВКА, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ОСВІТЛЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Аналіз методів підвищення енергоефективності електропостачання підприємств	9
1.2 Характеристика заходів із зниження втрат електроенергії	15
1.3 Висновки до розділу 1	16
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	17
2.1 Розрахунок і вбір системи вентиляції	18
2.2 Розрахунок і вибір системи опалення	19
2.3 Розрахунок і вибір електроустановок внутрішніх освітлювальних мереж	20
2.3 Висновки до розділу 2	27
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	28
3.1.Розрахунок і вибір електропроводок силових мереж	28
3.1.1 Розрахунок струмів струмоприймачів	28
3.1.2 Розрахунок та вибір кабелів та проводів силової мережі	31
3.1.3 Розрахунок і вибір проводів освітлювальної мережі	33
3.1.4 Розрахунок і вибір пускозахисної апаратури внутрішніх та зовнішніх силових мереж	36
3.2 Розробка системи електропостачання об'єкту	41
3.2.1 Електричні навантаження мережі 0,4 кВ	41
3.2.2 Вибір трансформатора і КТП 10/0.4 кВ	43
3.3 Перевірка комутаційного та захисного обладнання	44
3.3.1 Розрахунок струму короткого замикання	44
3.3.2 Перевірка захисного апарата, що знаходиться найближче до точки КЗ, на спрацювання	46
3.4 Розробка схеми автоматизації підтримки постійного температурного режиму	47

	5
3.4.1 Розробка технологічної схеми	47
3.4.2 Розробка і опис принципової електричної схеми	48
3.5 Експлуатація обладнання цеху глазурованих сирків	50
3.6 Розрахунок кількості електромонтерів	52
3.7 Облік електроенергії на підприємстві	53
3.8 Висновки до розділу 3	55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1 Заходи і засоби забезпечення безпеки праці	56
4.2 Розробка заходів по забезпеченню надійного захисту співробітників підприємства та населення у надзвичайних ситуаціях	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64

ВСТУП

Актуальність проблеми.

Надійність систем електропостачання, передусім, визначається конструктивними і схемними рішеннями при побудові цих систем. Також значну роль в підвищенні надійності систем електропостачання грає розумне використання резервних джерел живлення, надійність кожного елементу систем, зокрема електрообладнання. Нажаль, саме надійність електрообладнання є ключовим чинником в надзвичайних ситуаціях. Ці чинники, на жаль, мінімально залежать від проектувальника.

Найоптимальніше рішення не може бути прийняте без хорошого знання і врахування усіх особливостей проєктованих підприємств.

При проєктуванні та реконструкції систем електропостачання промислових підприємств, для їх надійної і безперебійної роботи повинні виконуватися наступні вимоги:

1. Враховуючи усі можливі фактори, необхідно забезпечити максимальна економічну ефективність.
2. Надійність системи електропостачання має відповідати категорії електроприймачів щодо вимог надійності
2. Необхідно в повному обсязі забезпечити показники якості електричної енергії, які повинні відповідати чинним стандартам.
4. Система електропостачання повинна бути гнучкою.
5. Для підвищення та забезпечення надійності схема електропостачання має бути простою та наочною.
6. Під час експлуатації обов'язково необхідно забезпечити максимальна електробезпеку, пожежну безпеку, а також вибухобезпеку.
7. Система електропостачання повинна мати можливість до подальшої реконструкції або розширення.
8. Система електропостачання повинна бути екологічною і мати мінімальний вплив на навколишнє середовище.

9. При проектуванні та реконструкції систем електропостачання потрібно використовувати найсучасніше силове обладнання та пристрої захисту, автоматики, керування а також сучасні методи передачі електричної енергії.

Проблематика визначення та впровадження усіх цих показників є однією із визначальних при проектуванні і реконструкції систем електропостачання, розробка технічних заходів для забезпечення надійної роботи електричного обладнання є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження.

Основною метою роботи є розробка та впровадження технічних заходів забезпечення надійності роботи електричного обладнання з розробкою системи автоматизації на ВАТ "Рожищенський сирзавод».

Поставлена в роботі мета вимагає вирішення наступних задач:

- аналіз заходів для забезпечення надійної роботи усіх елементів системи електропостачання, а також показників якості електричної енергії;
- визначення силового та освітлювального електричних навантажень;
- проведення техніко-економічного розрахунку для вибору оптимальної кількості та потужності силових трансформаторів;
- розрахунок струмів короткого замикання, відповідно до якого здійснити вибір та перевірку високовольтної та низьковольтної комутаційно-захисної апаратури, та кабельно-провідникової продукції;
- для покращення показників роботи електричної мережі здійснити розрахунок та вибір пристроїв компенсації реактивної потужності;
- здійснити аналіз та впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Об'єкт дослідження – електрична мережа промислового підприємства.

Предмет дослідження – заходи підвищення та забезпечення надійності роботи електричного обладнання промислового підприємства.

Наукова новизна отриманих результатів.

- Дістало подальший розвиток забезпечення надійності роботи електричного обладнання промислового підприємства, шляхом модернізації

системи електропостачання, та впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Практичне значення отриманих результатів.

– Розроблені заходи дозволять підвищити надійність роботи електричного обладнання підприємства а також покращити показники енергоефективності.

Апробація. Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на X Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (2021), на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (24 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 66 сторінок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз методів підвищення енергоефективності електропостачання підприємств

У мережах електроенергія передається по високовольтних лініях у вигляді синусоїдальних хвиль напруги і сили струму з частотою 50 Гц, причому одночасно передаються три хвилі (фази), зрушені один відносно одного на 120° . Висока напруга застосовується з метою мінімізації втрат при передачі. Залежно від використовуваного устаткування, при вході на об'єкт споживача або поблизу конкретної установки здійснюється пониження напруги. Як правило, напруга для промислових споживачів знижується до 440 В, а для домогосподарств, офісів і т. п. - до 240 В. Якість електропостачання і умови використання енергії залежать від різних чинників, включаючи опір електричних мереж, а також вплив деяких видів устаткування і використання енергії на характеристики енергопостачання. У енергетичних системах украї бажані стабільність напруги, а також відсутність спотворень форми хвиль. Розглянемо найекономічніше - ефективні технології в області підвищення енергоефективності електропостачання підприємств [1].

Установка конденсаторів в колах змінного струму безпосередньо перед індуктивними елементами для компенсації реактивною складовою споживаної електричної енергії. Генератор змінного струму виробляє два види електричної енергії - активну і реактивну. Активна енергія витрачається в електричних печах, лампах, електричних машинах і інших споживачах, переходячи в інші види енергії - теплову, світлову, механічну. Реактивна ж енергія не витрачається споживачами і повертається по живлячій лінії до генератора. Це тягне ріст струму, що протікає по електричній мережі, і відповідно вимагає збільшення площі перерізу живлячих дротів [1].

Приклади індуктивних опорів:

- однофазні і трифазні електродвигуни змінного струму;
- приводи з напівпровідниковими перетворювачами;

- трансформатори;
- розрядні лампи високої інтенсивності.

При роботі усіх цих пристроїв споживається як активна, так і реактивна електрична потужність. Активна потужність перетвориться в корисну роботу, тоді як реактивна потужність витрачається на створення електромагнітних полів, наявність яких є необхідною умовою для роботи електродвигунів і трансформаторів. Реактивна потужність здійснює періодичні коливання між генератором і навантаженням (з частотою джерела).

Повна потужність розраховується як геометрична сума активної і реактивної потужності, представлена взаємно перпендикулярними векторами (рис. 1).

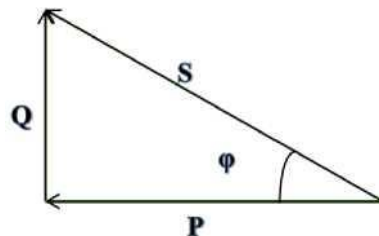


Рисунок 1.1 – Векторна діаграма активної (P), реактивної (Q) і повної потужності (S)

Саме повна потужність визначає вимоги до генеруючих, мережевих і розподільних потужностей. Це означає, що генератори, трансформатори, лінії електропередач, розподільне устаткування і так далі мають бути розраховані на більш високу номінальну потужність, ніж у тому випадку, якщо б навантаження споживало тільки активну потужність.

Споживання реактивної потужності від організації, що енергозабезпечує, недоцільне, оскільки призводить до збільшення потужності генераторів, трансформаторів, перерізу кабелів (зниження пропускної спроможності), що підводять, а також підвищення активних втрат і падіння напруги (із-за збільшення реактивної складової струму живлячої мережі). Тому реактивну потужність необхідно отримувати (генерувати) безпосередньо у споживача. Цю функцію виконують установки компенсації реактивної потужності (КРМ), основними елементами яких є конденсатори.

Установки КРМ - електроприймачі з ємнісним струмом, які при роботі формують випереджаючу реактивну потужність (струм по фазі випереджає напругу) для компенсації відстаючої реактивної потужності, генерованим індуктивним навантаженням.

Правильна компенсація реактивної потужності дозволяє:

- знизити загальні витрати на електроенергію;
- зменшити навантаження елементів розподільної мережі (ліній, що підводять, трансформаторів і розподільних пристроїв), тим самим подовжуючи їх термін служби;
- знизити теплові втрати струму і витрати на електроенергію;
- знизити вплив вищих гармонік; подавити мережеві перешкоди, понизити несиметрію фаз;
- добитися більшої надійності і економічності розподільних мереж.

Крім того, в існуючих мережах вона дозволяє:

- виключити генерацію реактивної енергії в мережу в години мінімального навантаження;
- понизити витрати на ремонт і оновлення парку електроустаткування;
- збільшити пропускну спроможність системи електропостачання споживача, що дозволить підключити додаткові навантаження без збільшення вартості мереж;
- у новостворюваних мережах – зменшити потужність підстанцій і перерізу кабельних ліній, що понизить їх вартість.

Перевірка системи енергопостачання на наявність вищих гармонік і, при необхідності, використання відповідних фільтрів. Спотворена крива струму або напруги може бути розкладена на фундаментальну синусоїду (50 Гц) і суму певної кількості частот кратних 50 Гц. Наприклад, 250 Гц - 5-а гармоніка і 350 Гц - 7-а гармоніка. Сума певної кількості частот, які можуть бути додані до синусоїди 50 Гц для отримання існуючої форми струму або напруги і називається гармоніками. Відповідно при зміні їх амплітуди, фази і частоти змінюється крива струму або напруги як результат синтезу гармонік. Нелінійні спотворення

проявляються як зміну синусоїдальності кривої струму або напруги. Частоти вище фундаментальною (50 Гц) називаються гармоніками, частоти нижче фундаментальною називаються субгармоніками.

Джерела (підсилювачі) гармонік :

- контролери тиристорів;
- частотні приводи;
- облаштування плавного пуску двигуна;
- конденсаторні установки для компенсації реактивної потужності;
- напівпровідники;
- дугове зварювання;
- трансформатори, реактори;
- нелінійне навантаження, що спотворює форму кривої струму, що

генерує гармоніки.

Гармоніки генеровані джерелами не залишаються в системі а проявляються в сусідніх пов'язаних електромережах і можуть призводити до катастрофічних наслідків в інших системах:

- перегрів і вихід з ладу трансформаторів;
- збільшення струму, або перевантаження струмом конденсаторів;
- збої в роботі систем контролю;
- зміна напруги;
- перевантаження пристроїв, що обертаються;
- помилки спрацьовування автоматичних вимикачів;
- помилки в комунікаційному устаткуванні.

Гармонійні спотворення можуть пригнічуватися в електричних системах при використанні гармонійних фільтрів. У класичному виді фільтр є послідовно сполученими конденсаторами і індуктивностями і налаштовані на певну гармонійну частоту. У теорії опір фільтру дорівнює нулю на частоті резонансу, тому гармонійний струм абсорбується фільтром. Цей ефект разом з опором лінії означає, що таким чином можна добре пригнічувати гармоніки в мережі.

Існують три типи фільтрації гармонік :

1. пасивні;
2. активні;
3. гібридні.

Принцип дії пасивних фільтрів: паралельно нелінійному навантаженню встановлюється LC - контур (що складається з місткостей і індуктивностей), налаштований на частоту гармоніки, яку необхідно подавити. Цей контур поглинає гармоніки, запобігаючи їх попаданню в розподільну мережу. Зазвичай пасивні фільтри налаштовуються на частоту, близьку до частоти гармоніки, яку необхідно подавити. Якщо потрібно пригнічення декількох гармонік, можуть використовуватися дещо паралельно сполучених фільтрів. Принцип дії активних фільтрів : вони є системами силової електроніки, які встановлюються послідовно або паралельно нелінійному навантаженню і компенсують гармоніки струму або напруги, споживані цим навантаженням. Активні компенсатори гармонік генерують в розподільну мережу гармоніки, споживані відповідними нелінійними навантаженнями, але з протилежною фазою. В результаті цього струм в мережі залишається синусоїдальним.

Принцип дії гібридних фільтрів : вони складаються з комбінації пасивних і активних фільтрів. Мають переваги обох типів фільтрів і придатні для застосування в широкому діапазоні потужностей і режимів роботи електроустановки.

Ефективність фільтрів гармонік : поліпшення $\cos(\varphi)$ в мережі (зменшуються перетікання реактивної потужності, покращується ефективність використання електроенергії і як наслідок знижуються витрати); пригнічення (витягування) гармонік з мережі; вирішення проблеми резонансу між індуктивностями і місткостями в системі; збільшення продуктивності і терміну служби устаткування на виробництві внаслідок контролю за якістю напруги.

Забезпечення достатнього перерізу кабелів, що відповідають потужності усіх споживачів. Діаметр кабелів або проводки, використовуваних для електропостачання устаткування, має бути досить великим, щоб уникнути надмірних втрат, пов'язаних з опором. Системи енергопостачання можуть бути

оптимізовані за допомогою використання устаткування з підвищеною енергоефективністю, наприклад, енергоефективних трансформаторів.

Розміщення устаткування, що вимагає великої сили струму, як можна ближче до джерел живлення (наприклад, трансформаторам). У лініях електропередач і кабелях мають місце омичні втрати потужності, які (при заданій потужності) тим вище, чим нижче напруга. Тому устаткування, споживаюче значну потужність, повинне знаходитися так близько до високовольтної лінії, як тільки можливо. Це означає, наприклад, що відповідний знижувальний трансформатор повинен знаходитися як можна ближче до споживача.

Енергоефективна експлуатація трансформаторів. Трансформатор є пристроєм, призначеним для перетворення змінного струму однієї напруги в змінний струм іншої напруги. Широке поширення трансформаторів обумовлене, зокрема, тим, що електроенергія передається і розподіляється при більш високому рівні напруги, ніж рівень, необхідний для живлення промислового устаткування, що дозволяє понизити втрати при передачі.

Як правило, трансформатор є статичним пристроєм, що складається з сердечника, набраного з феромагнітних пластинів, а так- же первинною і вторинною обмоток, розташованих з протилежних сторін сердечника. Найважливішою характеристикою трансформатора є коефіцієнт трансформації, який визначається як відношення вихідної напруги до вхідного.

Незалежно від потужності конкретного трансформатора, залежність його ККД від коефіцієнта завантаження має максимум, що знаходиться в проміжку від 45% до 75% від номінального завантаження.

Ця особливість дозволяє розглянути наступні варіанти підвищення ефективності для трансформаторної підстанції:

- якщо загальна потужність, споживана навантаженням, нижче рівня 40-50% номінальної потужності трансформаторної підстанції, то в якості міри енергозбереження доцільно відключити один або декілька трансформаторів, щоб довести завантаження інших до оптимальної величини;

- у протилежній ситуації (загальна потужність, споживана

навантаженням, перевищує 75% номінальної потужності трансформаторної підстанції), досягти оптимального ККД трансформаторів можна лише за допомогою установки додаткових потужностей;

– при заміні трансформаторів, що вичерпали ресурс, або модернізації трансформаторних підстанцій переважною є установка трансформаторів зі зниженим рівнем втрат, що дозволяє понизити втрати на 20 - 60%.

1.2 Характеристика заходів із зниження втрат електроенергії

Розглянемо характеристику керуючих дій, на прикладі заходів по зниженню втрат електроенергії, які доцільно здійснювати в першу чергу. Їх традиційно розділяють на організаційні і технічні.

До організаційних відносяться заходи по вдосконаленню експлуатаційного обслуговування системи електропостачання(скорочення тривалості технічного обслуговування, ремонту основного електроустаткування і мереж, зниження витрати електроенергії на власні потреби підстанцій і ТЕЦ), оптимізація нормальної схеми електропостачання, режимів роботи схем електропостачання технологічних структурних одиниць, розподіли навантаження між пунктами прийому електроенергії, підвищення робочого рівня напруги в мережі за рахунок регулювання напруги на генераторах ТЕЦ і силових трансформаторах ГПП, а також регулювання напруги у вузлах навантаження, скорочення періодів холостого ходу і простою устаткування за рахунок вдосконалення технологічного процесу виробництва, оптимальне завантаження електродвигунів, оптимізація встановився режиму система електропостачання по реактивний потужність, виявлення активний елемент, яким може виступає споживач-регулятор, вирівнювання графік електричний навантаження.

До технічних заходів відносяться: переклад системи електропостачання або її структурної одиниці або двигунів на більш високий ступінь напруги, заміна перерізів провідників на великі або на провідники нового покоління, заміна трансформаторів, установка додаткових регулюючих і компенсуючих пристроїв,

- наприклад, установка і введення в роботу пристроїв автоматичного регулювання коефіцієнта трансформації на трансформаторах з РПН, гнучка реконфігурація системи електропостачання шляхом введення автоматичних перемикачів, реконструкція і модернізація системи електропостачання підприємства з метою підвищення її гнучкості і керованості.

Найбільший ефект від зниження втрат електроенергії на першому етапі забезпечать оптимальна компенсація реактивної потужності, автоматичне регулювання напруги, заміна електричних мереж на переобтяжених ділянках, заміна силових трансформаторів ТП. Збільшення рівня компенсації реактивної потужності за орієнтовними розрахунками дозволить на 15-20% понизити втрати в системах електропостачання, а також встановлену потужність силових трансформаторів ТП. Термін окупності облаштувань компенсації реактивної потужності складає 2-3 роки. Заміна трансформаторів з метою зниження втрат окупається в строк до 1 року.

1.3 Висновки до розділу 1

Отже, практичне застосування описаних в даному розділі методів і економічний ефект від їх застосування залежать від масштабів і конкретних умов підприємства. Вибір заходів, що одночасно задовольняють критеріям практичної, що реалізовується і економічної ефективності, доцільно здійснювати на основі аналізу потреб підприємства в цілому. Цей аналіз повинен здійснюватися силами кваліфікованих консультантів в області електропостачання підприємств. Підсумком такого аналізу має бути перелік заходів, застосованих в умовах конкретного підприємства, з оцінкою об'ємів збереження, витрат і терміну окупності кожного заходу.

Доведено, що найбільший ефект від зниження втрат електроенергії на першому етапі забезпечать оптимальна компенсація реактивної потужності, автоматичне регулювання напруги, заміна електричних мереж на переобтяжених ділянках, заміна силових трансформаторів ТП.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

У цій роботі об'єктом модернізації є цех виробництва глазурованих сирних сирків. Цех містить наступні типи технологічного обладнання :

- вальцювання сиру;
- маслорізка;
- фаршмішалка;
- лінія глазурованих сирних сирків;
- машина підігрівання глазури.

Продуктивність потокової технологічної лінії розраховується по формулі:

$$V_p = V_o \cdot T \quad (2.1)$$

де V_o – річний потрібний об'єм робіт, шт/рік;

T – час роботи, доби в році;

V_o – добовий потрібний об'єм робіт, шт/добу.

$$V_o = V_{zm} \cdot M \quad (2.2)$$

де V_{zm} – змінний потрібний об'єм робіт, шт/змінна;

M – кількість змін, циклів, змін/доба.

$$V_{zm} = V_{god} \cdot t \quad (2.3)$$

де V_{god} - годинний потрібний об'єм робіт, шт/годину;

t – тривалість зміни в година, год./змінна.

Продуктивність лінії глазурованих сирків 5500 шт/год. Тоді:

$$V_{zm} = 5500 \cdot 8 = 44000 \text{ шт/змінна};$$

$$V_o = 44000 \cdot 1 = 44000 \text{ шт/доба};$$

$$V_p = 44000 \cdot 230 = 10120000 \text{ шт/рік}$$

Дані по вибору технологічного обладнання цеху приведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Технологічне обладнання цеху глазурованих сирків

Найменування	К-сть	Встановлена потужність, P _в , кВт
Вальцювання сиру Е8-ОПУ	1	5,5
Маслорізка ТМК33	1	2,2
Фаршмішалка ФМ23	1	4,0
Візки для перевезення сиру	2...6	-
Лінія глазурованих сирних сирків GSL	1	19,8
Машина підігрівання глазури	1	20,37

2.1 Розрахунок і вбір системи вентиляції

Для приміщень цеху глазурованих сирків приймається припливна система вентиляції, сполучена із загальним каналом з підігріванням повітря в холодний період і охолодженням в теплий.

Вентилятор вибираємо за подачею тиску і повному тиску. Розрахунок повітрообміну робиться по нормованій кратності повітрообміну.

$$L' = rV_n, \quad (2.4)$$

де V_n – будівельний об'єм приміщення, м³;

r – нормована кратність повітрообміну, 1/год;

Нижче наведений приклад розрахунку вибору вентилятора в апаратному цеху.

V_{an} – будівельний об'єм апаратного цеху, 720 м².

$$L = 3 \cdot 720 = 2160 \text{ м}^3 / \text{год} ;$$

Вибираємо відцентровий вентилятор Ц-4-70№4

$$L = 2800 \text{ м}^3 / \text{год} ; h = 75,5\% ;$$

Двигун 4А80А6У3 $P_{\text{дв}} = 0,75 \text{ кВт} ; n = 1370 \text{ об} / \text{хв} ;$

Дані з розрахунком вентиляція приміщень наводиться в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку вентиляція приміщень

Найменування приміщення	Розрахункова подача м ³	Тип вентилятора	Подача вентилятора м ³	Тип двигуна	Потужн. двигуна, кВт	К-ть обертів	ККД
Молокосховище (мале)	1938	Ц-4-70№4	1700	4A80A8Y3	0,37	915	71,5
Молокосховище (велике)	748,8	Ц-4-70№3	900	4A71A6CY1	0,37	600	64,5
Сирний цех	1552,8	Ц-4-70№4	1700	4A80A8Y3	0,37	915	71,5
Апаратний цех	2160	Ц-4-70№4	2800	4A80A6Y3	0,75	1370	71,5
Сметанний цех	892,8	Ц-4-70№3	900	4A71A6CY1	0,37	600	64,5
Цех глазурованих сирків	1016,4	Ц-4-70№4	1700	4A80A8Y3	0,37	915	71,5
Цех приготування сирної маси	518,4						
Заквашувальна 1	387,6	Ц-4-70№3	900	4A71A6CY1	0,37	600	64,5
Заквашувальна 2	372						
Коридор	94,72						
Кабінет головного мікробіолога	234	Ц-4-70№4	1700	4A80A8Y3	0,37	915	71,5
Кабінет технолога	168						
Кабінет інспектора за якістю	172,8						
Дегустаційний зал	266,4						
Термостат	182,4						
Лабораторія мікробіології	302,4						
Коридор	382,3						

2.2 Розрахунок і вибір системи опалення

Продуктивність опалювальної системи визначимо з рівняння теплового балансу :

$$Q_{ену} = Q_{оз} + Q_{вент} \quad (2.5)$$

де $Q_{ену}$ – продуктивність електронагрівальної установки, кДж/год;

$Q_{оз}$ – втрати теплоти через зовнішні обгороджування, кДж/год;

$Q_{вент}$ – втрати теплоти через вентиляцію, кДж/год.

$$Q_{оз} = qV(t_g - t_n) \quad (2.6)$$

де q – питома теплова характеристика приміщення, Вт/м³К;

V – об'єм приміщення, м³ .

$$Q_{oz} = 4 \times 5180 \times (18 + 2) = 414400 \text{ кДж}$$

Втрати теплоти через вентиляцію:

$$Q_{вент} = rCL_p(t_e - t_n) \quad (2.7)$$

де r – щільність повітря, гр/м³;

C – теплоємність повітря, Дж/г·°С

L_p - реальний повітрообмін, м³/год.

$$Q_{вент} = 1,29 \times 1 \times 12300 \times (18 + 2) = 317340 \text{ кДж}$$

Продуктивність електронагрівної установки :

$$Q_{ену} = 414400 + 317340 = 731740 \text{ кДж}$$

Потрібна потужність електронагрівної установки

$$P_{ену} = Q_{ену} / h \quad (2.8)$$

де $h = 3600$.

$$P_{ену} = 731740 / 3600 = 203,26 \text{ кВт}$$

Враховуючи, що нагрів приміщень робиться центральним опаленням приймається установка на додатковий догрів 20% від загальної потужності.

$$P_{дод.догр.} = 40,652 \text{ кВт}$$

Встановлюються у вентиляційні канали в апаратному цеху і в коридорі невиробничого приміщення каналні підігрівачі КПП 50/30-20 зі встановленою потужністю по 20 кВт.

2.3 Розрахунок і вибір електроустановок внутрішніх освітлювальних мереж

Відповідно до норм освітленості, приведених в [2] приймемо освітленість робочих поверхонь, які зводено в таблицю 2.2.

Таблиця 2.3 – Значення нормованої освітленості по приміщеннях

№ з/п	Приміщення	Висота до робочої поверхні, м	E_n , лк
1	Молокосховище (мале)	0	100
2	Молокосховище (велике)	0	100
3	Сирний цех	0	150
4	Апаратний цех	0	200
5	Сметанний цех	0	300
6	Цех глазуrowаних сирків	0,8	300
7	Цех приготування сирної маси	0,8	300
8	Заквашувальна 1	0,5	150
9	Заквашувальна 2	0,5	150
10	Склад 1	0	75
11	Склад 2	0	75
12	Склад 3	0	75
13	Кабінет головного мікробіолога	0,8	300
14	Кабінет технолога	0,8	300
15	Кабінет інспектора за якістю	0,8	300
16	Дегустаційний зал	0,8	200
17	Термостат	0	300
18	Лабораторія мікробіології	0,8	400
19	Коридор	0	50
20	Електрощитова	0	50

Вибір типу світильників робиться виходячи з характеристики довкілля, вимог до характеру світлорозподілення, висоти підвісу світильників.

Для основних виробничих приміщень і заквашувальних приймаємо світильники з люмінесцентними лампами типу ПВЛМ-2×40-01, підвішені на висоті 4,0 м., для кабінету головного мікробіолога, кабінету технолога, кабінету інспектора за якістю, дегустаційного залу, термостатом, лабораторії мікробіології, коридору приймаємо світильники з люмінесцентними лампами типу ЛПО 02-2×40-01, підвішені на висоті 4,0 м.

Розрахуємо світлорозподіл світильників, і їх розміщення на плані, що визначається розрахунковою висотою:

$$h_p = h - h_{p.n.} \quad (2.9)$$

де h – висота приміщення, м;

$h_{p.n.}$ – висота розрахункової поверхні над підлогою, м.

$$h_p = 4 - 0,8 = 3,2 \text{ м}$$

Розрахунок освітлення приміщення цеху глазурованих сирків робиться методом коефіцієнта використання [5].

Для освітлення приміщення цеху глазурованих сирків використовуємо вологозахищені світильники ПВЛМ 2×40-01.

Знайдемо необхідний сумарний світловий потік усіх ламп у світльниках:

$$\Phi_n = \frac{E_n K_3 S z}{K_6} \quad (2.10)$$

де E_n – нормована освітленість, лк;

K_3 – коефіцієнт запасу;

S – площа приміщення, м²;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості;

K_6 – коефіцієнт використання.

Згідно [2] приймаємо $z = 1,1$.

Прийmemo такі коефіцієнти відбивання: стеля 70% ; стіна 50% ; підлога 30%.

Індекс приміщення:

$$i = \frac{S}{h_p (A + B)} \quad (2.11)$$

де S – площа приміщення, м² ;

h_p – висота підвісу світильників, м ;

A, B – геометричні розміри приміщення, м .

$$i = 84,66 / (3,2 \times (16,6 + 5,1)) = 0,975$$

По таблиці. 6,4 [2] прийmemo $K_6 = 50\%$.

Тоді світловий потік лампи:

$$\Phi_n = \frac{300 \cdot 1,3 \cdot 84,66 \cdot 1,1}{0,5} = 72638,28 \text{ лм}$$

Приймається 14 світильників ПВЛМ-2×40-01 з двома лампами ЛБ-40 потужністю 40 Вт , світловий потік яких 3200 лм ., сумарний світловий потік складе 89600 лм .

Розрахунок освітлення допоміжних приміщень

Розрахунок освітлення допоміжних приміщень робиться методом питомої потужності [2]. Сумарна потужність ламп в приміщенні визначається по формулі:

$$P = P_{\text{уд}} \times S \quad (2.12)$$

де $P_{\text{уд}}$ – питома потужність освітлювальної установки, $\text{Вт} / \text{м}^2$;

S – площа приміщення, м^2 .

Розрахуємо освітлення на прикладі малого молокосховища. Нормована освітленість в цьому приміщенні дорівнює 100 лк . Для освітлення цього приміщення вибираємо світильники ПВЛМ-2×40-01 з типом КСС Д. Площа приміщення $161,5 \text{ м}^2$, робоча висота $4,0 \text{ м}$, відповідно питома потужність складе $3,0 \text{ Вт} / \text{м}^2$ таблиця. 6.12. [2]. Розрахуємо сумарну потужність ламп:

$$P = 3,0 \times 161,5 = 484,5 \text{ Вт}$$

Приймемо до встановлення 6 світильників. Потужність ламп в кожному світильнику буде дорівнювати $P_{\text{л}} = P / n = 484,5 / (2 \cdot 7) = 40,375 \text{ Вт}$. Приймається лампа ЛБ40–1 потужністю 40 Вт зі світловим потоком 3200 лм .

Розрахунки освітлення решти приміщень робимо аналогічно. Результат отриманого розрахунку представимо в табл. 2.4.

Результати розрахунку освітлення зводимо у світлотехнічну відомість - таблицю 2.5.

Таблиця 2.4 – Результати світлотехнічних розрахунків по приміщеннях

№ з/п	Назва приміщення	S , m^2	E_n , $лк$	$P_{уд}$, $Вт / m^2$	$P_{св}$, $Вт$	Тип світильника	К- ть
1	Зберігання молока (мале)	161,5	100	2,97	80	ПВЛМ 2×40-01	6
2	Зберігання молока (велике)	62,4	100	5,13	80	ПВЛМ 2×40-01	4
3	Сирний цех	129,4	150	6,18	80	ПВЛМ 2×40-01	13
4	Апаратний цех	180	200	8	80	ПВЛМ 2×40-01	18
5	Сметанний цех	74,4	300	15,03	80	ПВЛМ 2×40-01	14
6	Цех глазурованих сирків	84,7	300	13,22	80	ПВЛМ 2×40-01	14
7	Цех приготування сирної маси	43,2	300	18,52	80	ПВЛМ 2×40-01	10
8	Заквашувальна 1	32,3	200	14,86	80	ПВЛМ 2×40-01	6
9	Заквашувальна 2	31	200	10,32	80	ПВЛМ 2×40-01	4
10	Склад 1	19,6	75	20,4	100	НВО 20-100-01	4
11	Склад 2	17,6	75	22,7	100	НВО 20-100-01	4
12	Склад 3	18,1	75	22,1	100	НВО 20-100-01	4
13	Кабінет головного мікробіолога	19,5	300	16,41	80	ЛПО 02-2х40- 01	4
14	Кабінет технолога	14	300	11,43	80	ЛПО 02-2х40- 01	2
15	Кабінет інспектора за якістю	14,4	300	11,11	80	ЛПО 02-2х40- 01	2
16	Дегустаційний зал	22,2	200	10,81	80	ЛПО 02-2х40- 01	3

Таблиця 2.5 – Світлотехнічна відомість

№	Найменування приміщення	Площа м ²	Висота підвісу світильників		Коефіцієнт відбивання			Вид освітлення	Система освітлення	Норма освітленості лк	Коефіцієнт запасу	Світильник		Лампа		Загальна потужність установки кВт	Питома потужність установки $\frac{Вт}{м^2}$
			м	стелі	стін	підлоги	тип					К-ть	тип	потужність			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Молокосховище (мале)	161,5	4	70	50	30	Робоче освітлення	Загальне рівномірне освітлення	150	1,3	ПВЛМ-2×40-01	6	ЛБ-40	40	0,48	2,97	
2	Молокосховище (велике)	62,4	4	70	50	30			100	1,3	ПВЛМ-2×40-01	4	ЛБ-40	40	0,32	5,13	
3	Сирний цех	129,4	4	70	50	30			100	1,3	ПВЛМ-1×40-01	13	ЛБ-40	40	1,04	6,18	
4	Апаратний цех	180	4	70	50	30			200	1,3	ПВЛМ-2×40-01	18	ЛБ 40	40	1,44	8	
5	Сметанний цех	74,4	4	70	50	30			300	1,3	ПВЛМ-2×40-01	14	ЛБ 40	40	1,12	15,03	
6	Цех глазурованих сирків	84,7	4	70	50	30			300	1,3	ПВЛМ-2×40-01	14	ЛБ-40	40	1,12	13,22	
7	Цех приготування сирної маси	43,2	4	70	50	30			300	1,3	ПВЛМ-2×40-01	10	ЛБ-40	40	0,8	18,52	
8	Заквашувальна 1	32,3	4	70	50	30			150	1,3	ПВЛМ-2×40-01	6	ЛБ-40	40	0,48	14,86	
9	Заквашувальна 2	31	4	70	50	30			150	1,3	ПВЛМ-2×40-01	4	ЛБ-40	40	0,32	10,32	

продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10	Склад 1	19,6	4	70	50	30			75	1,3	НПО 20-100-01	4	Б215-225-100	100	0,4	20,4
11	Склад 2	17,6	4	70	50	30			75	1,3	НПО 20-100-01	4	Б215-225-100	100	0,4	22,7
12	Склад 3	18,1	4	70	50	30			75	1,3	НПО 20-100-01	4	Б215-225-100	100	0,4	22,1
13	Кабінет головного мікробіолога	19,5	4	70	50	30			300	1,3	ЛПО 02-2×40-01	4	ЛБ-40	40	0,32	16,41
14	Кабінет технолога	14	4	70	50	30			300	1,3	ЛПО 02-2×40-01	2	ЛБ-40	40	0,16	11,43
15	Кабінет інспектора за якістю	14,4	4	70	50	30			300	1,3	ЛПО 02-2×40-01	2	ЛБ-40	40	0,16	11,11
16	Дегустаційний зал	22,2	4	70	50	30			200	1,3	ЛПО 02-2×40-01	3	ЛБ-40	40	0,24	10,81
17	Термостат	15,2	4	70	50	30			300	1,3	ЛПО 02-2×40-01	3	ЛБ-40	40	0,24	15,79
18	Лабораторія мікробіології	25,2	4	70	50	30			400	1,3	ЛПО 02-2×40-01	6	ЛБ-40	40	0,48	19,05
19	Коридор	77,3	4	70	50	30			50	1,3	ЛПО 02-2×40-01	10	ЛБ-40	40	0,8	10,35
20	Електрощитова	8,7	4	50	30	10			50	1,3	НСП11-100-231	1	Б215-225-100	100	0,1	11,5

2.4 Висновки до розділу 2

В даному розділі здійснено аналіз, та подано відомості про споживачів електричної енергії, а також електричні навантаження підприємства.

Відповідно до проведеного аналізу розраховано силове та освітлювальне навантаження цехової мережі, на прикладі якої проводяться розрахунки, та підприємства в цілому.

Відповідно до вимог та стандартів здійснено розрахунок, та вибір системи вентиляції.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Розрахунок і вибір електропроводок силових мереж

3.1.1 Розрахунок струмів струмоприймачів

Номінальний струм струмоприймача:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cos \varphi \cdot \eta} , \quad (3.1)$$

де P_n – номінальна потужність струмоприймача, $кВт$;

U_n – номінальна напруга мережі, $В$.

Розрахунковий струм для одного струмоприймача:

$$I_{роз} = K_n I_n , \quad (3.2)$$

де K_n – коефіцієнт навантаження струмоприймача;

I_n – номінальний струм струмоприймача, $А$.

Розрахунковий струм групи струмоприймачів:

$$I_p = K_o \sum K_n I_n , \quad (3.3)$$

де K_o – коефіцієнт одночасності.

Максимальний струм одного струмоприймача:

$$I_{маск} = I_{пуск} = l_n I_{роз} , \quad (3.4)$$

де l_n – кратність пускового струму.

Максимальний струм для групи струмоприймачів :

$$I_{маск гр} = I_{пуск найб} + K_o \sum K_n I_n , \quad (3.5)$$

Розрахуємо струми для групи 2-ЩС, приводом якого є двигун 4А80А2У2 з потужністю 1,5 $кВт$, $ККД$ 81%, $\cos = 0,85$, $K_l = 6,5$.

$$I_n = \frac{1500}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,81} = 3,3 А$$

Приймаємо коефіцієнт завантаження 0,8 [згідно паспорту].

$$I_p = 3,3 \times 0,7 = 2,31 А$$

$$I_{\max} = 2,31 \times 6,5 = 15 \text{ A}$$

Визначення струмів інших груп проведемо аналогічно. Результат розрахунку струмів представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – До розрахунку характерних струмів силової мережі

№ на плані	№ групи	Струмоприймач	P_n , кВт	I_n , А	K_n	I_p , А	l_n	$I_{\text{пуск}}$, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЩС 1								
	1	Резерв						
1-6	2	Лінія глазурованих сирків	18,72	54,53		50,21	5*	70
7	3	Машина підігрівання глазури	20,37	35,3		35	5*	39,8
ЩС 2								
8	1	Трубчастий пастеризатор П8 ОЛФ-3	2,2	4,36	0,8	3,7	6,5	24,08
9	2	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
10	3	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
11	4	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
12	5	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
13	6	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
14	7	Гомогенізатор А1-ОГ-2М	37	68,64	1,0	68,64	7,0	480,5
15	8	Гомогенізатор А1-ОГ-2М	37	68,64	1,0	68,64	7,0	480,5
16	9	Вентилятор Ц-4-70№4	0,37	1,46	1,0	1,46	3,5	5,11
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЩС 3								
17	1	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
18	2	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
19	3	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
20	4	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
21	5	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
22	6	Канальний підігрівач КПП150/30-20	20	33,8	1,0	33,8	-	33,8
ЩС 4								
23	1	Трубчастий пастеризатор П8 ОЛФ-3	2,2	4,36	0,8	3,7	6,5	24,08
24	2	Трубчастий пастеризатор П8 ОЛФ-3	2,2	4,36	0,8	3,7	6,5	24,08

продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	3	Гомогенізатор А1-ОГ-2М	37	68,64	1,0	68,64	7,0	480,5
26	4	Сепаратор Ж5-ОС2-Т3	5,5	10,5	0,7	7,35	7,5	55,12
27	5	Сепаратор Ж5-ОС2-Т3	5,5	10,5	0,7	7,35	7,5	55,12
28	6	Сепаратор Ж7-ОС2-Т3	7,5	14,8	0,7	10,36	7,5	77,7
29	7	Сепаратор Ж7-ОС2-Т3	7,5	14,8	0,7	10,36	7,5	77,7
30	8	Вентилятор Ц-4-70№4	0,75	2,17	1,0	2,17	4,5	9,76
ЩС 5								
31	1	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
32	2	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
33	3	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
34	4	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
35	5	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
36	6	Вентилятор Ц-4-70№4	0,37	1,26	1,0	1,26	4	5,04
ЩС 6								
37	1	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
38	2	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
39	3	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
40	4	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
1	2	3	4	5	6	7	8	9
41	5	Мутовка	1,5	3,3	0,7	2,31	6,5	15
42	6	Вентилятор Ц-4-70№4	0,37	1,46	1,0	1,46	3,5	5,11
ЩС 7								
43	1	Тригер УПТ	1,1	2,48	0,7	1,74	6,5	11,3
44	2	Тригер УПТ	1,1	2,48	0,7	1,74	6,5	11,3
45	3	Тригер УПТ	1,1	2,48	0,7	1,74	6,5	11,3
46	4	Вентилятор Ц-4-70№4	0,37	1,26	1,0	1,26	4	5,04
ЩС 8								
47	1	Вальцювання сиру Е8-ОПУ	5,5	11,5	0,8	9,2	7	64,6
48	2	Маслорізка ТМК33	2,2	4,6	0,7	3,22	7	22,56
49	3	Фаршмішалка ФМ-29-156	4,0	9,1	0,8	7,28	6	43,7
50	4	Вентилятор Ц-4-70№4	0,37	1,26	1,0	1,26	4	5,04

продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЩС9								
51	1	Вентилятор Ц – 4 – 70 №4	0,37	1,26	1,0	1,26	4	5,04
52	2	Вентилятор Ц – 4 – 70 №4	0,37	1,46	1,0	1,46	3,5	5,11
53	3	Канальний підігрівач КПП50 / 30 – 20	20	33,8	1,0	33,8	-	33,8
ЩВ								
	1	ЩС 1	39,09			85,93		105
		ЩС 2	84,07			153,99		536
	2	ЩС 3	27,5			31,75		47,3
	3	ЩС 4	68,15			113,65		150
		ЩО 1	5,84			26,56		26,56
	4	ЩС 5	7,87			8,34		22,4
	5	ЩС 6	7,87			8,54		22,5
	6	ЩС 7	3,67			4,86		14,9
	7	ЩС 8	12,07			20,96		74
	8	ЩС 9	20,74			36,52		40,2
		ЩО 3	2,56			11,17		11,17
	9	ЩО 2	10,6			33,73		33,73
Ввід			290,03			536		1083,8

3.1.2 Розрахунок та вибір кабелів та проводів силової мережі

Вибір січення поперечного перерізу жил кабелів та проводів силової мережі проведемо за умовою нагріву:

$$I_{д. доп.} \geq I_p \quad , \quad (3.6)$$

Виберемо провід для групи 2 ЩС–3.

Виберемо провід ПВ1, який буде проходити в металевій трубі, що прокладена в підлозі, а також в кабель-каналах по стіні.

$$I_p = 2,31 A .$$

Приймаємо провід ПВ1 4×1, $5I_{д. доп.} = 16 A$

$$I_{д. доп.} = 16 A^{32,31 A} \text{ – умова виконується.}$$

Для інших груп споживачів вибір проведемо аналогічно. Результат вибору представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Вибір проводів силової мережі

№ гр.	Струмоприймач	I_p , А	Марка і січення провода, мм ²	$I_{доп}$, А	Спосіб прокладки
1	2	3	4	5	6
ЩС 1					
1	Резерв				
2	Лінія глазурованих сирків GSL	50,21	ПВ 1 4×6	40	T-20
3	Машина підігріву глазури	35	ПВ 1 4×6	40	T-20
ЩС 2					
1	Трубчатий пастеризатор П8 ОЛФ-3	3,7	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
2	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
3	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
4	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
5	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
6	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
7	Гомогенізатор А1-ОГ-2М	68,64	ПВ 1 4×16	75	T-25
8	Гомогенізатор А1-ОГ-2М	68,64	ПВ 1 4×16	75	T-25
9	Вентилятор Ц-4-70№4	1,46	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
ЩС 3					
1	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
2	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
3	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
4	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
5	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
6	Канальний підігрівач	33,8	ПВ 1 4×6	40	T-20
ЩС 4					
1	Трубчатий пастеризатор	3,7	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
2	Трубчатий пастеризатор	3,7	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
3	Гомогенізатор А1-ОГ-2М	68,64	ПВ 1 4×16	75	T-25
4	Сепаратор Ж5-ОС2-Т3	7,35	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
5	Сепаратор Ж5-ОС2-Т3	7,35	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
6	Сепаратор Ж7-ОС2-Т3	10,36	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
7	Сепаратор Ж7-ОС2-Т3	10,36	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
8	Вентилятор Ц-4-70№4	2,17	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
ЩС 5					
1	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
2	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
3	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
4	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
5	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	T-20
6	Вентилятор Ц – 4 – 70№4	1,26	ПВ 1 4×1,5	16	T-20

продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
ЩС 6					
1	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
2	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
3	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
4	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
5	Мутовка	2,31	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
6	Вентилятор Ц – 4 – 70№4	1,46	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
ЩС 7					
1	Тригер УПТ	1,74	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
2	Тригер УПТ	1,74	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
3	Тригер УПТ	1,74	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
4	Вентилятор Ц – 4 – 70№4	1,26	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
ЩС 8					
1	Вальцування сиру Е8-ОПУ	9,2	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
2	Маслорізка ТМК33	3,22	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
3	Фаршемішалка ФМ-29-156	7,28	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
4	Вентилятор Ц-4-70№4	1,26	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
ЩС 9					
1	Вентилятор Ц-4-70№4	1,26	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
2	Вентилятор Ц-4-70№4	1,46	ПВ 1 4×1,5	16	Т-20
3	Канальний підігрівач КПП50/30-20	33,8	ПВ 1 4×6,0	40	Т-20
ЩВ					
1	ЩС 1 і ЩС2	240	ВБШВ 3×120+1×70	260	кабельний
2	ЩС 3	31,75	ВВГз1 (4×6)	40	кабельний
3	ЩС 4 и ЩС 5	122	ВБШВ1 (3×50+1×25)	145	кабельний
4	ЩО 1	26,56	ВВГз 1 (4×4)	35	кабельний
5	ЩС 6	8,54	ВВГз 1 (4×2,5)	25	кабельний
6	ЩС 7	4,86	ВВГз 1 (4×2,5)	25	кабельний
7	ЩС 8	20,96	ВВГз 1 (4×4)	35	кабельний
8	ЩС 9 и ЩО 2	40,4	ВВГз 1 (4×10)	55	кабельний
9	ЩО 3	33,73	ВВГз 1 (4×4)	35	кабельний
	Ввід	528,69	ЦСБ3×120+1×35	600	в землю

3.1.3 Розрахунок і вибір проводів освітлювальної мережі

Розрахунковий струм для групи трипровідної мережі:

$$I_p = \frac{P_n}{U_n \cos\varphi} \quad (3.7)$$

де P_H – значення номінальної потужності групи струмоприймачів, кВт ;

U_n – номінальне значення напруги мережі, В ;

$\cos\varphi$ – значення коефіцієнта потужності.

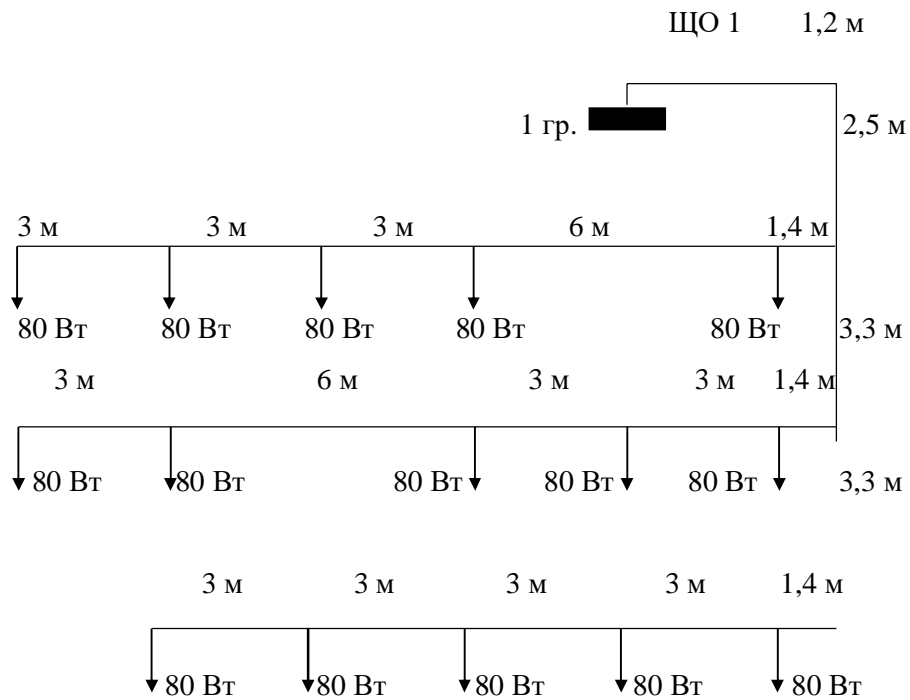


Рисунок 3.1 – Схема освітлення

Вибір проводів освітлювальної мережі робиться по допустимій втраті напруги [5].

$$S = \frac{\sum M}{C \Delta U} 14566 \quad (3.8)$$

де $\sum M$ – сума моментів навантаження для всіх ділянок лінії, $\text{кВт} \cdot \text{м}$;

C – коефіцієнт, що залежить від напруги мережі та матеріалу проводу. Для мідних проводів $C = 12$ при $U_n = 220 \text{В}$;

ΔU – допустимі втрати напруги, $\Delta U = 2,5\%$.

$$\sum M = \sum_{i=1}^N P_i \cdot l_i \quad (3.9)$$

де P_i – потужність i -ї ділянки лінії, кВт ;

l_i – довжина i -ї ділянки лінії, м .

Визначимо струми освітлювальної лінії 1 гр ЩО1 :

$$I_p = \frac{1200}{220 \cdot 1} = 5,45 \text{А}$$

$$\Sigma M = 0,08(23,7 + 20,7 + 17,7 + 14,7 + 11,7 + 23,4 + 17,4 + 14,4 + 11,4 + 8,4 + 20,1 + 17,1 + 14,1 + 11,1 + 5,1) = 22,08 \text{ кВт}$$

$$S = \frac{22,08}{12 \cdot 2,5} = 0,73 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід ПУНП 1 (3×1, 5) .

Результати інших розрахунків зведемо в таблицю 3.3

Таблиця 3.3 – Розрахунок і вибір проводки освітлення

№ гр.	Сумарна потужність, кВт	Розрахунковий струм А	Сумарний момент навантаження кВт·м	Втрата напруги В	Марка і переріз проводу	Тривало допустимий струм, А	Спосіб прокладення
ЩО 1							
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,2	5,45	22,08	1,23	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
2	0,48	2,18	12,15	0,67	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
3	0,32	1,45	8,17	0,45	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
4	0,8	3,64	28,05	1,56	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
5	0,8	3,64	12,7	0,71	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
6	1,12	5,09	30,07	1,67	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
7	1,12	5,09	36,61	2,03	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
ЩО 2							
1	1,5	6,82	55,5	1,85	ПУНП 1 (3х2, 5)	16	приховано
2	0,72	3,27	25,68	1,43	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
3	2,0	9,09	63,5	2,12	ПУНП 1 (3х2, 5)	16	приховано
1	2	3	4	5	6	7	8
4	2,0	9,09	68,4	2,28	ПУНП 1 (3х2, 5)	16	приховано
5	2,0	9,09	59,37	1,98	ПУНП 1 (3х2, 5)	16	приховано
6	0,88	4,0	17,11	0,95	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
7	1,5	6,82	19,25	0,54	ПУНП 1 (3х2, 5)	16	приховано
ЩО 3							
1	1,2	5,93	16,12	0,89	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
2	0,56	2,54	14,17	0,79	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
3	0,8	3,64	11,13	0,62	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
ЩАО							
1	0,24	1,1	7,42	0,41	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано
2	0,56	2,54	21,78	1,21	ПУНП 1 (3х1, 5)	16	приховано

3.1.4 Розрахунок і вибір пускозахисної апаратури внутрішніх та зовнішніх силових мереж

Вибір виконаємо за наступними умовами:

$$I_{на} \geq I_p \quad (3.10)$$

де $I_{на}$, I_p - номінальне значення струму автоматичного вимикача і значення розрахункового струму струмоприймача відповідно, А.

$$I_{тр} \geq \kappa_{тр} I_p \quad (3.11)$$

де $I_{тр}$ – значення струму вставки теплового розчеплювача,;

$\kappa_{тр}$ – значення коефіцієнт надійності [5].

$$I_{емр} \geq \kappa_{емр} I_{макс} \quad (3.12)$$

де $I_{емр}$ – значення струму спрацювання розчеплювача, А ;

$\kappa_{емр}$ – значення коефіцієнта надійності[5];

$I_{макс}$ – значення максимального струму струмоприймача, А .

Проведемо вибір пуско-захисної апаратури на прикладі групи 2 ЩС–2 - мутовка:

$$I_p = 2,31A; I_{макс} = 15A$$

$$I_{на} \geq 2,31A$$

$$I_{тр} \geq 1,1 \times 2,31 = 2,54A$$

$$I_{емр} \geq 1,25 \times 15 = 18,75A$$

Вибирається автоматичний вимикач типу ВА 51–25 $I_n = 25A; I_{тр} = 6,3A$;

$$K_I = 7; I_{емр} = 44,1A .$$

Переріз дроту має задовільняти умовам: лінії, захищені автоматичними вимикачами :

$$I_{тр} / I_{д. доп} < 1,5 \quad (3.13)$$

$$I_{ем.р} / I_{д. доп} < 4,5 \quad (3.14)$$

де $I_{тр}$ – значення струму теплового розчеплювача, А ;

$I_{ем.р}$ – значення струму електромагнітного розчеплювача, А ;

$I_{\text{доп}}$ – значення тривалодопустимого струму проводу, А.

$$\frac{6,3}{16} \leq 1,5$$

$$0,39 \leq 1,5$$

Умова виконується.

Розрахунок та вибір пускозахисної апаратури інших груп здійснено аналогічно. Результати представлено в табл 3.4

Таблиця 3.4 – Пускозахисна апаратура для силового обладнання

№ гр	I_p , А	I_{max} , А	Апарат груповий							Апарат вводу				
			Тип апарата	$I_{нб}$, А	$I_{н.р.}$, А	K	$I_{с.ер.}$, А	$I_{м. доп.}$, А	$\frac{I_z}{I_{м. доп}}$	Тип апарата	$I_{нб}$, А	$I_{н.р.}$, А	K	$I_{с.ер.}$, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ЩС 1														
1	резерв									ВА51–31	100	100	3	300
2	50.21	70	ВА51–31	100	40	3	120	40	1					
3	35	39.8	ВА51–31	100	40	3	120	40	1					
ЩС 2														
1	3.7	24.08	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	ВА51–35	250	200	12	2400
2	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
4	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
5	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
6	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
7	68.64	480.5	ВА51–31	100	75.5	7	528.5	75	1					
8	68.64	480.5	ВА51–31	100	75.5	7	528.5	75	1					
9	1.46	5.11	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
ЩС 3														
1	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	ВА51–31	100	50	3	150
2	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
4	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
5	2.31	15	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
6	33.8	33.8	ВА51–31	100	40	3	120	40	1					
ЩС 4														
1	3.7	24.08	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	ВА51–33	160	100	10	1000
2	3.7	24.08	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	68.64	480.5	ВА51–31	100	75.5	7	528.5	75	1					
4	7.35	55.12	ВА51–25	25	10	7	70	16	0.63					
5	7.35	55.12	ВА51–25	25	10	7	70	16	0.63					
6	10.36	77.7	ВА51–25	25	16	7	112	16	1					
7	10.36	77.7	ВА51–25	25	16	7	112	16	1					
8	2.17	9.76	ВА51–25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					

продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ЩС 5														
1	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	BA51-25	25	10	7	70
2	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
4	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
5	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
6	1.26	5.04	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
ЩС 6														
1	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	BA51-25	25	12.5	7	87.5
2	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
4	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
5	2.31	15	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
6	1.46	5.11	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
ЩС 7														
1	1.74	11.3	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	BA51-25	25	6.3	7	44.1
2	1.74	11.3	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	1.74	11.3	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
4	1.26	5.04	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
ЩС 8														
1	3.22	22.56	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	BA51-25	25	25	7	175
2	7.28	43.7	BA51-25	25	12.5	7	87.5	16	0.78					
3	9.2	64.6	BA51-25	25	16	7	112	16	1					
4	1.26	5.04	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	BA51-25	25	25	7	175
ЩС 9														
1	1.26	5.04	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39	BA51-31	100	40	3	120
2	1.46	5.11	BA51-25	25	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	33.8	33.8	BA51-31	100	40	3	120	40	1					
ЩО 1														
1	5.45	5.45	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
2	2.18	2.18	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	1.45	1.45	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
4	3.64	3.64	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
5	3.64	3.64	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
6	5.09	5.09	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
7	5.09	5.09	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
ЩО 2														
1	6.82	6.82	BA51-29	63	8	7	56	16	0.5					
2	3.27	3.27	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	9.09	9.09	BA51-29	63	10	7	70	16	0.63					
4	9.09	9.09	BA51-29	63	10	7	70	16	0.63					
5	9.09	9.09	BA51-29	63	10	7	70	16	0.63					
6	4.0	4.0	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
7	6.82	6.82	BA51-29	63	8	7	56	16	0.5					

продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ЩОЗ														
1	1.2	1.2	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
2	0.56	0.56	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
3	0.8	0.8	BA51-29	63	6.3	7	44.1	16	0.39					
ЩВ														
1	240	641	BA51-37	400	320	10	3200	260		BA51-39	630	630	10	6300
2	31.75	47.3	BA51-31	100	50	3	150	40						
3	122	172.4	BA51-33	160	160	10	1600	145						
4	26.56	26.56	BA51-31	100	31.5	3	94.5	35		BA51-39	630	630	10	6300
5	8.54	22.5	BA51-25	25	12.5	7	87.5	25						
6	4.86	14.9	BA51-25	25	6.3	7	44.1	25						
7	20.96	74	BA51-25	25	25	7	175	35						
8	40.4	51.4	BA51-31	100	400	3	122	55						
9	33.73	33.73	BA51-25	25	6.3	7	44.1	35						

Вибір апарату для дистанційного керування струмоприймачів - магнітного пускача, робиться по умові:

$$I_{н.а.} > I_p. \quad (3.15)$$

Для мутовки вибираємо магнітний пускач першої величини з $I_{н.а.} = 10A$, ПМЛ 111002, так як $10 > 2,31$

Оскільки в процесі роботи мутовки не передбачається режимів теплових перевантажень теплове реле встановлювати немає необхідності.

Результати розрахунків зведемо в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Вибір апарату для дистанційного керування

№ гр.	Найменування струмоприймача	I_p	Тип пускача	Тип теплового реле	$I_{т.р.}$
1	2	3	4	5	6
ЩС 1					
1	Резерв				
2	Лінія глазурованих сирків	18.72	комплектно		
3	Машина підігріву глазурі	35	ПМЛ 321002 ПМЛ 111002	– РТЛ1000	– 10
ЩС 2					
1	Трубчастий пастеризатор П8 ОЛФ-3	3.7	комплектно		
2	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–

3	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
4	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
5	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
6	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
7	Гомогенізатор	68.64	КОМПЛЕКТНО		
8	Гомогенізатор	68.64	КОМПЛЕКТНО		
ЩС 3					
1	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
2	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
3	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
4	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
5	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
6	Канальний підігрівач КПШ50/30–20	33.8	КОМПЛЕКТНО		
ЩС 4					
1	Трубчастий пастеризатор П8 ОЛФ–3	3.7	КОМПЛЕКТНО		
2	Трубчастий пастеризатор П8 ОЛФ–3	3.7	КОМПЛЕКТНО		
3	Гомогенізатор	68.64	КОМПЛЕКТНО		
4	Сепаратор	7.35	ПМЛ 211002	–	–
5	Сепаратор	7.35	ПМЛ 211002	–	–
6	Сепаратор	10.36	ПМЛ 211002	–	–
7	Сепаратор	10.36	ПМЛ 211002	–	–
8	Вентилятор Ц–4–70№4	2.17	Не встановлюємо		
ЩС 5					
1	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
2	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
3	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
4	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
5	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
6	Вентилятор Ц–4–70№4	1.26	Не встановлюємо		
ЩС 6					
1	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
2	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
3	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
4	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
5	Мутовка	2.31	ПМЛ 111002	–	–
6	Вентилятор Ц–4–70№4	1.46	Не встановлюємо		
ЩС 7					
1	Тригер УПТ	1.74	КОМПЛЕКТНО		
2	Тригер УПТ	1.74	КОМПЛЕКТНО		
3	Тригер УПТ	1.74	КОМПЛЕКТНО		

продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
4	Вентилятор Ц-4-70№4	1.26	Не встановлюємо		
ЩС8					
1	Вальцювання сиру Е8-ОПУ	9.2	КОМПЛЕКТНО		
2	Маслорізка ТМК33	3.22	КОМПЛЕКТНО		
3	Фаршмішалка ФМ-29-156	7.28	КОМПЛЕКТНО		
4	Вентилятор Ц-4-70№4	1.26	Не встановлюємо		
ЩС9					
1	Вентилятор Ц-4-70№4	1.26	Не встановлюємо		
2	Вентилятор Ц-4-70№4	1.46	Не встановлюємо		
3	Канальний підігрівач КПП50/30-20	33.8	КОМПЛЕКТНО		

3.2 Розробка системи електропостачання об'єкту

3.2.1 Електричні навантаження мережі 0,4 кВ

Розрахунок електричних навантажень ліній 0,4 кВ проведемо починаючи з найбільш віддаленої від трансформаторної підстанції ділянки мережі.

Якщо навантаження відрізняється менш ніж в 4 рази, то розрахунки потрібно робити згідно формули:

$$P_{\Sigma} = \kappa_0 \cdot \sum_{i=1}^n P_i \quad (3.16)$$

де κ_0 - коефіцієнт одночасності.

В інших випадках сумарне навантаження визначається шляхом додавання до більшого навантаження:

$$P_{(\partial, \epsilon)\Sigma} = P_{(\partial, \epsilon)\max} + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta P_{(\partial, \epsilon)i} \quad (3.17)$$

де $P_{(\partial, \epsilon)\max}$ - найбільше значення денного або вечірнього активних навантажень розрахункової ділянки, $\kappaВт$;

$\Delta P_{(\partial, \epsilon)}$ – добавки [5].

Значення середньозважених коефіцієнтів активної і реактивної потужності визначимо згідно формул:

$$\cos\phi_{\Sigma c3} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos\phi_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.18)$$

$$\operatorname{tg}\phi_{\Sigma c3} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \operatorname{tg}\phi_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.19)$$

де $\cos\phi$, $\operatorname{tg}\phi$ – коефіцієнти потужності і реактивної потужності відповідно.

Результати розрахунку зведемо в табл 3.6.

Таблиця 3.6 – Електричні навантаження ділянок лінії 0,4 кВ

№ ділянки	P_{Σ} , кВт	$\cos \varphi$	$\operatorname{tg} \varphi$	Q_{Σ} , кВАр	S_{Σ} , кВА
Лінія-1					
1-5	8.00	0.85	0.43	3.44	9.41
3-5	5.50	0.70	0.63	3.47	7.86
4-5	3.00	0.70	0.63	1.89	4.29
11-5	7.00	0.92	0.43	3.01	7.61
7-5	2.50	0.75	0.88	2.20	3.33
5-2	21.40	0.81	0.72	15.41	26.42
2-ТП	463.10	0.70	0.62	287.12	661.57
Лінія-2					
9-6	95.00	0.80	0.75	71.25	118.75
6-ТП	116.50	0.77	0.83	96.70	151.30
Лінія-3					
10-8	55.00	0.75	0.62	34.10	73.33
8-ТП	97.80	0.75	0.67	65.53	130.40
Лінія-4					
14-13	1.00	0.92	0.43	0.43	1.09
13-12	3.40	0.92	0.43	1.46	3.70
12-ТП	9.70	0.80	0.64	6.21	12.13
шини ТП	549.68	0.72	0.67	367.75	758.82

У споживачів 0,38 кВ необхідно передбачати компенсацію реактивної потужності, у разі, якщо розрахункова реактивна потужність перевищує 25 кВАр.

$$367,75 \text{кВАр} > 25 \text{кВАр}$$

Виберемо для встановлення конденсаторні установки типу $KKY - 0,38 - V$ потужністю 280 кВАр і $KKY - 0,38 - I$ потужністю 80 кВАр , які сполучені паралельно.

Розрахункова реактивна потужність після компенсації Q_{κ} буде:

$$Q_{\text{зал.}} = Q - Q_{\kappa, \text{у.}} \quad (3.20)$$

$$Q_{\text{зал.}} = 367,75 - 360 = 7,75 \text{ кВАр}$$

Повна потужність після компенсації визначається як:

$$S_{\text{зал.}} = \sqrt{P^2 + Q_{\text{зал.}}^2} \quad (3.21)$$

$$S_{\text{зал.}} = \sqrt{549,7^2 + 7,75^2} = 549,75 \text{ кВА}$$

3.2.2 Вибір трансформатора і КТП 10/0.4 кВ

Трансформатор КТП вибираємо відповідно до умови:

$$S_{\text{ен.}} \leq S_p \leq S_{\text{ев.}} \quad (3.22)$$

де $S_{\text{ен.}}$, $S_{\text{ев.}}$ – нижня та верхня межі інтервалів навантаження, кВА ;

S_p – значення розрахункової потужності ТП, кВА .

Розрахункову потужність трансформаторної підстанції визначимо згідно формули:

$$S_p = \kappa_{\text{рн}} \times S_{\text{тр макс}} \quad (3.23)$$

де $\kappa_{\text{рн}}$ - значення коефіцієнту росту навантажень.

$$S_p = 1,3 \times 549,75 = 714,7 \text{ кВА}$$

$$606 < 630 < 819$$

Відповідно інтервалів навантажень прийемо до встановлення один силовий трансформатор потужністю 630 кВА .

Виконаємо перевірку вибраного трансформатора за умовою допустимого перевантаження в номінальному та післяаварійному режимах:

$$S_p \leq S_{\text{тр макс}} \quad (3.24)$$

$$S_p < S_{\text{тр ном}} \times \kappa_{\text{ном А}} \quad (3.25)$$

де $S_{трмакс}$ – значення перевантаження трансформатора, *кВА*;

$k_{номА}$ - значення коефіцієнта допустимих післяаварійних перевантажень трансформатора.

$$549,75 < 819$$

$$549,75 < 1,64 \times 630 = 1033,2$$

Умови виконуються.

3.3 Перевірка комутаційного та захисного обладнання

3.3.1 Розрахунок струму короткого замикання

При захисті автоматичними вимикачами з електромагнітним розчеплювачем необхідно, щоб в петлі «фаза-нуль» струм короткого замикання відповідав умові:

$$I_{\min} \geq k_{\epsilon} \cdot I_{CB} \quad (3.26)$$

де k_{ϵ} - коефіцієнт, що враховує розки калібрування, 1,4;

I_{CB} - струм відсічки електромагнітного розчеплювача, А.

Розрахунок струму однофазного к. з. виконаємо для найбільш віддаленого струмоприймача.

Значення струму однофазного к. з. знайдемо згідно формули:

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{U_{н}}{\frac{Z_{Т}}{3} + Z_{Л}} \quad (3.27)$$

де $Z_{Т}$ – значення опору трансформатора струму к.з., *Ом*;

$Z_{Л}$ – значення опору мережі живлення, *Ом* .

Найбільш віддаленим струмоприймачем є струмоприймач №37 мутовка гр.1 ЩС6.

Відстань від джерела електроенергії (ТП) до струмоприймача:

$$l_1 = 8 \text{ м провід ПВ } 14 \times 1,5 ,$$

$$l_2 = 13 \text{ м провід ПВ } 14 \times 1,5 ,$$

$l_3 = 67 \text{ м}$ провід ВВГз 1 (4×2,5) ,

$l_4 = 60 \text{ м}$ кабель ЦСБ 3×120+1×35 .

де l_1 – відстань від мутовки до шафи управління ЩУ;

l_2 – відстань від шафи управління ЩУ до щита силового ЩС до ввідного щита;

l_3 – відстань від силового щита ЩС до ввідного щита ЩВ;

l_4 – відстань від ввідного щита ЩВ до ТП

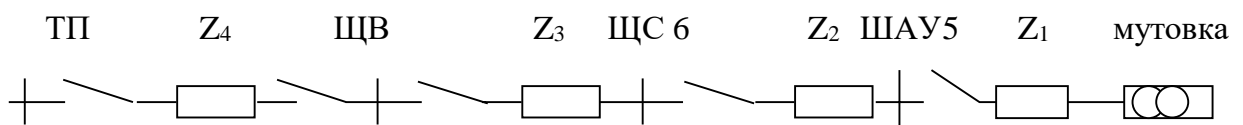


Рисунок 3.2 – Еквівалентна схема мережі

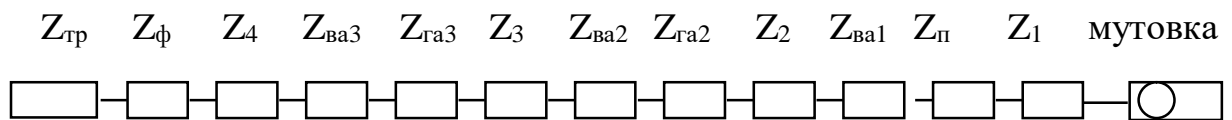


Рисунок 3.3 – Схема заміщення мережі

де Z_{mp} – значення опору трансформатора струму однофазного к.з, (для т-ра ТМ630/10 $Z_{mp} = 0,081 \text{ Ом}$);

Z_{ϕ} – опір вводу, приймаємо $0,015 \text{ Ом}$;

$Z_{ва}, Z_{га}, Z_n$ – опір ввідних, групових автоматів і магнітних пускачів (приймаємо $0,01 \text{ Ом}$).

Опір мережі живлення розрахуємо як суму опорів усіх ділянок електричної мережі:

$$Z_{\Sigma} = Z_{\phi} + Z_4 + Z_{ва3} + Z_{га3} + Z_3 + Z_{ва2} + Z_{га2} + Z_2 + Z_{ва1} + Z_n + Z_1 \quad (3.28)$$

Опір ділянок мережі:

$$Z_{ex} = l \cdot \sqrt{(r_{\phi} + r_0)^2 + (x_{\phi} + x_0)^2} \quad (3.29)$$

де l – довжина ділянки лінії, км ;

r_ϕ, r_0 – значення активного питомого опору фазного і нульового проводу відповідно, $Ом / км$;

x_ϕ, x_0 – значення індуктивного питомого опору фазного і нульового проводу відповідно, $Ом / км$;

$$Z_1 = 0,008 \cdot \sqrt{(12,8 + 12,8)^2 + (0,126 + 0,126)^2} = 0,205 \text{ Ом}$$

$$Z_2 = 0,013 \cdot \sqrt{(12,8 + 12,8)^2 + (0,126 + 0,126)^2} = 0,33 \text{ Ом}$$

$$Z_3 = 0,067 \cdot \sqrt{(7,4 + 7,4)^2 + (0,116 + 0,116)^2} = 0,99 \text{ Ом}$$

$$Z_4 = 0,60 \cdot \sqrt{(0,16 + 0,16)^2 + (0,06 + 0,06)^2} = 0,20 \text{ Ом}$$

$$Z_\Sigma = 0,015 + 0,205 + 0,01 + 0,01 + 0,99 + 0,01 + 0,01 + 0,33 + 0,01 + 0,01 + 0,205 = 1,805 \text{ Ом}$$

$$I_{кз} = \frac{220}{0,106 + 1,805} = 115,123 \text{ А}$$

3.3.2 Перевірка захисного апарата, що знаходиться найближче до точки КЗ, на спрацювання

Перевірка виконується по умові:

$$I_{кз}^{(1)} > I_{к\text{ мін}} \quad (3.30)$$

де $I_{кз}^{(1)}$ – значення струму однофазного к.з., $А$;

$I_{к\text{ мін}}$ – значення мінімально допустимого струму спрацювання захисного апарата, який знаходиться найближче до точки к.з., $А$.

Захисний елемент з тепловим розчіплювачем:

$$I_{к\text{ мін}} = \kappa_n \cdot I_y \quad (3.31)$$

де κ_n – значення коефіцієнта надійності,

I_y – значення струму вставки захисного апарата, $А$.

Для теплового розчіплювача приймаємо $\kappa_n = 3$.

$$I_{к\text{ мін}} = 3 \times 6,3 = 18,9 \text{ А}$$

$18,9 < 115,123$ – умова виконується.

3.4 Розробка схеми автоматизації підтримки постійного температурного режиму

Чимале значення при виробництві глазурованих сирків має температура глазури. Підігрів глазури в спеціалізованій машині необхідний у виробничому процесі, для досягнення однорідної консистенції без грудочок і крупинок. Також він забезпечує значну економію часу та електроенергії на завершальному етапі виробництва сирків.

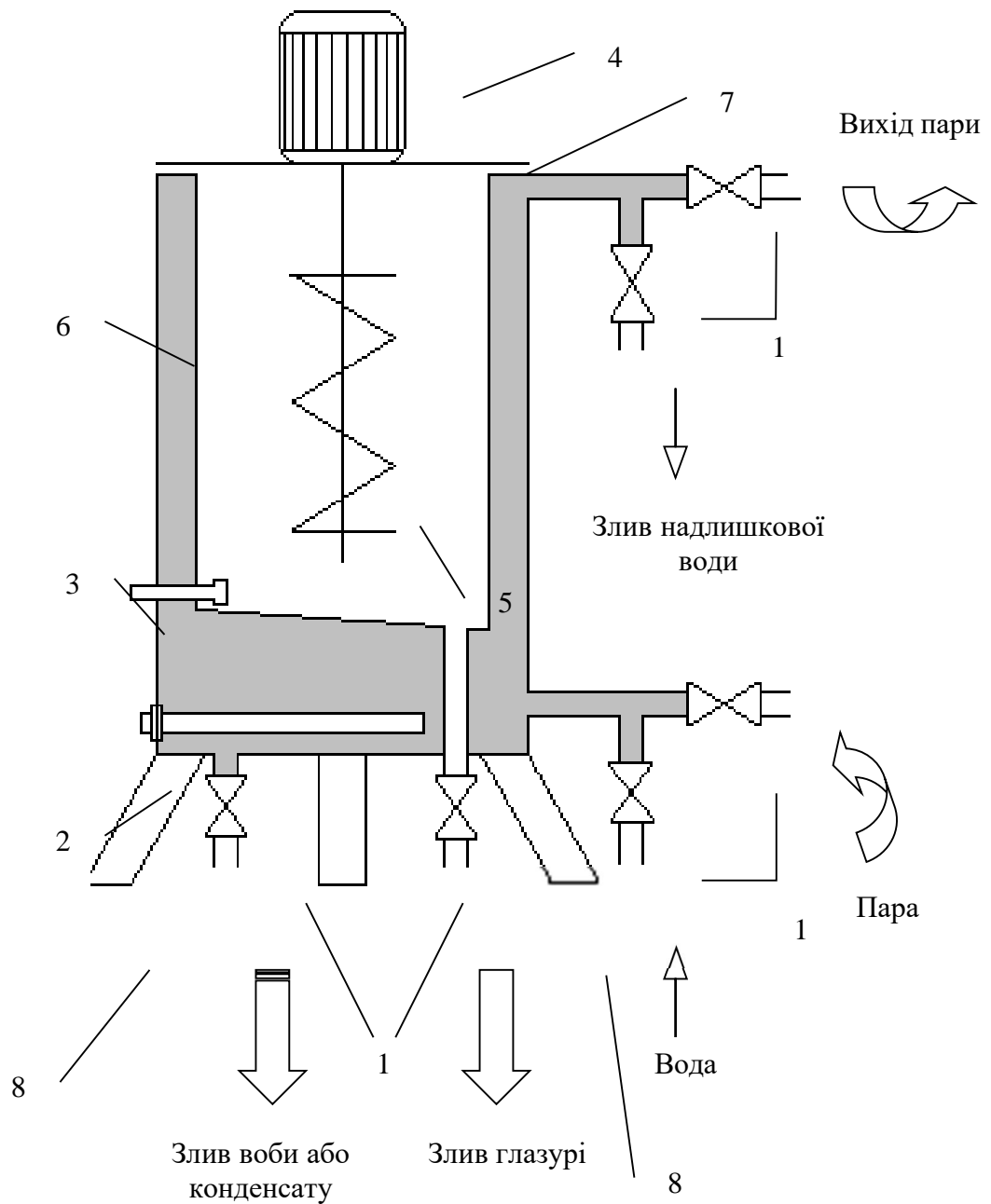
Проектований варіант машини має низку переваг перед існуючим, так як забезпечує необхідний підігрів не тільки водяним, а й паровим способом. Простота схеми і пристрій дозволяють виготовити машину, використовуючи власні ресурси в умовах підприємства.

3.4.1 Розробка технологічної схеми

Машина підігріву глазури є двостінний бак з виводом патрубків для заливу і зливу води; для входу і виходу пари; для зливу глазури; для зливу води і конденсату. Теплоносієм для підігріву глазури буде гаряча вода або вологий пар. Перемішування глазури проводитиметься мішалкою, приводом до якої служить мотор-редуктор.

Електрична схема і пристрій машини дозволяють виробляти підігрів глазури двома способами: паровим і водяним. У першому випадку джерелом нагрівання є пар, вироблений від центральної котельні заводу. Подача і відведення пари відбувається через патрубки. При підігріві водяним способом джерелом нагрівання є тен, що нагріває воду, яка знаходиться в пароводяній рубашці резервуара. Подача і відведення води також відбувається через патрубки (див. рис.3.4).

Регулювання температури глазури в обох випадках здійснюється за допомогою електронного двопозиційного регулятора температури.



1 - електрклапан; 2 - ТЕН; 3 - вимірювальний орган (терморезистор);
 4 – мотор-редуктор; 5 - віночок мішалки; 6 - двостінний бак; 7 - захисний кожух;
 8 - ніжки.

Рисунок 3.4 – Технологічна схема машини підігріву глазурі

3.4.2 Розробка і опис принципової електричної схеми

Робота схеми може здійснюватися як в ручному, так і в автоматичному режимі. Розглянемо роботу схеми в ручному режимі.

Автоматичним вимикачем *QF1* підводиться напруга до машини підігріву. Сигнальна лампа *HL1* сигналізує про подачу напруги. При натисканні на *SB2* подається напруга на проміжне реле *KV1*, замикаються контакти і подається напруга на котушку магнітного пускача *KM1*, його контакти замикаються і напруга подається безпосередньо на ТЕН. Незалежно від цього напруга подається на котушку магнітного пускача *KM2*, який своїми контактами запускає мішалку.

Розглянемо роботу схеми в автоматичному режимі.

Автоматичним вимикачем *QF1* підводиться напруга до машини підігріву. Сигнальна лампа *HL1* сигналізує про подачу напруги. Напруга подається на регулятор температури, який при досягненні температури глазурі нижче $+35^{\circ}\text{C}$ включає реле *KV2*, яке своїми контактами подає напругу на магнітний пускач *KM1* і виконується включення ТЕНа. При досягненні температури глазурі вище $+39^{\circ}\text{C}$ *KV2* знеструмлюється. Незалежно від цього напруга подається на котушку магнітного пускача *KM2*, який своїми контактами запускає мішалку.

У роботу схеми входить переключення з одного способу нагрівання на інший за допомогою подачі напруги на електромагнітні клапани. Також за допомогою електромагнітних клапанів проводиться злив підігрітої глазурі, води або конденсату.

При натисканні кнопки *SB4* напруга подається на котушку проміжного реле *KV3*, який своїми контактами подає напругу на котушку *YA1* і *YA2*. Сигнальна лампа *HL3* покаже, що в цьому положенні підігрів відбувається паровим способом.

При натисканні кнопки *SB5* напруга подається на котушку проміжного реле *KV4*, який своїми контактами подає напругу на котушки електромагнітних клапанів *YA3* і *YA4*, відкриваючись які пропускають воду з центрального водогону в простір пароводяної сорочки. Заповнення водяної сорочки водою триватиме до замикання електродів датчика рівня *SL1*. Після чого проміжне реле *KV5* знеструмить своїм контактом проміжне реле *KV4* і електромагнітні

клапани $YA3$ і $YA4$ закриються. подача води припиниться. Сигнальна лампа $HL5$ покаже, що в цьому випадку підігрів відбувається водняним способом.

При натисканні кнопки $SB6$ напруга подається на котушку проміжного реле $KV5$, яке своїми контактами подає напругу на котушку електромагнітного клапана $YA5$. Сигнальна лампа $HL6$ покаже, що відбувається злив конденсату.

При натисканні кнопки $SB8$ напруга подається на котушку проміжного реле $KV6$, який своїми контактами подає напругу на котушку електромагнітного клапана $YA6$, сигнальна лампа $HL7$ покаже, що відбувається злив глазури з бака.

Розглянемо роботу схеми двохпозиційного регулятора температури. Датчиком температури тут є терморезистор $R2$. Він входить до складу подільника напруги $R1 - R5$. Постійна напруга, що знімається з терморезистора, подається на підсилювач постійного струму, виконаний на транзисторах $VT1$, $VT2$. Поки температура не досягла заданої величини, транзистор $VT2$ відкритий і реле $KV2$ знаходиться у включеному стані. При підвищенні температури до певного значення опір датчика зменшується настільки, що реле відключає виконавчий пристрій.

Поріг (температури) спрацьовування регулятора встановлюють резистором $R5$. Конденсатор $C1$ усуває брязкіт контактів реле, забезпечуючи необхідну витримку часу при відпуску реле. Діод $VD1$ захищає транзистор $VT2$ від імпульсних кидків напруги. Елементи $VD2$, $C2$ і $R5$ складають параметричний стабілізатор. Живлення здійснюється через випрямляч на діодах $VD3 - VD6$ і понижаючому трансформатор $TV1$.

3.5 Експлуатація обладнання цеху глазурованих сирків

Надійна робота електроустановок забезпечується комплексом організаційних і технічних заходів, здійснюваних при проектуванні, монтажі та експлуатації електроустановок.

Одним з найважливіших заходів, що забезпечують надійну роботу електроустановок, є виконання з належною якістю необхідного обсягу обслуговування електроустаткування при його експлуатації.

Для того, щоб конкретизувати організаційно-технічні заходи, здійснювані енергетичними службами в плановому порядку з метою підтримки електротехнічного обладнання та мереж в стані повної працездатності, попередження їх передчасного зносу і виходу з ладу, введена система планово-попереджувального ремонту і технічного обслуговування електрообладнання.

ГОСТ 18322-73 передбачає два види профілактичних заходів: технічне обслуговування та ремонт.

Система планово-попереджувального ремонту електрообладнання передбачає виконання технічного обслуговування та ремонту електроустаткування відповідно до встановленого для нього періодичністю й обсягом.

Технічне обслуговування характеризується:

- періодичністю – час між двома послідовно проведеними технічними обслуговуваннями одного виду;
- тривалістю – час, витрачений на одне технічне обслуговування виробу чи обладнання;
- трудомісткістю – трудовитрати на проведення одного технічного обслуговування.

Ремонт характеризується:

- міжремонтним періодом;
- тривалістю ремонту;
- трудомісткістю;
- післяремонтним гарантійним терміном.

Технічне обслуговування та ремонт електрообладнання цеху глазурованих сирків проводиться відповідно до графіку технічного обслуговування та поточного ремонту.

3.6 Розрахунок кількості електромонтерів

Для того щоб розрахувати необхідну кількість електромонтерів необхідно все електроустаткування перевести в умовні одиниці експлуатації.

Штат електромонтерів підприємства розраховується за формулою:

$$N = \frac{UOE}{100} \quad (3.32)$$

де 100 – річний норматив на 1 електромонтера.

$$N = \frac{16,6}{100} = 0,166 \text{ ставки}$$

Таблиця 3.7 – Таблиця переведу електрообладнання цеху глазурованих сирків в умовні одиниці експлуатації

Найменування і марка електрообладнання	Кількість, шт	Коефіцієнт переводу	UOE
Вальцювання сиру Е8-ОПУ	1	0,61	0,61
Маслорізка ТМК33	1	0,61	0,61
Фаршмішалка ФМ-29-156	1	0,61	0,61
Мішалка глазури	1	0,44	0,44
ТЕН	1	1,09	1,09
Лінія глазурованих сирків GSL	10	0,44	4,4
	4	0,61	2,44
	1	1,09	1,09
ПУ	1	1,1	1,1
ШУ	4	0,3	1,2
ЩС	2	0,3	0,6
Світильники ПВЛМ2х40-01	24	0,086	2,064
Проводка	2	0,15	0,3
			Σ =16,6

Згідно діючої інструкції електроустановки повинні обслуговувати не менше 2 чоловік, тому приймаємо в штат 2 електромонтери зі зарплатою 0,083 ставки кожному.

3.7 Облік електроенергії на підприємстві

Встановлене устаткування обліку електричної енергії повинно бути метрологічно атестовано, сертифіковано органами Держстандарту, і забезпечувати необхідний захист комерційної інформації.

Одним з основних пунктів технічних умов є і проведення ревізії вимірювальних комплексів і захист від несанкціонованого доступу до вимірювальних кіл обліку електроенергії. Проведення подібної ревізії повинне закінчитися тим, що будуть вилучені усі інші пристрої з вимірювальних кіл, а усі можливі точки, де є відкритий доступ до вимірювальних кіл, будуть закриті і опломбовані.

При проектуванні нових об'єктів вимагається, щоб вимірювальні кола комерційного обліку виконувалися прямими зв'язками від вимірювальних трансформаторів струму і напруги до лічильників електроенергії і не включали інші вимірювальні прилади і додаткові пристрої. У інших випадках встановлюються спеціальні "випробувальні" коробки, які дозволяють захистити за допомогою пломби проміжні клемники від вимірювальних трансформаторів струму і напруги до лічильника. Така коробка дозволяє, крім того, безпечно проводити роботи по заміні лічильників і забезпечує зручне підключення вимірювальних приладів для проведення калібрування лічильників на місці установки.

На підставі технічних умов розробляється технічне завдання на систему і проект, який узгоджується і затверджується відповідним органом. Після монтажу устаткування, пуско-налагоджувальних робіт, система починає працювати в дослідній експлуатації, яка, за відсутності зауважень, завершується задачею системи в промислову експлуатацію.

Автоматизована система контролю і обліку електроенергії встановлюється так само і на даному підприємстві.

Для обліку електроенергії на маслозаводі доцільно встановити лічильник в розподільний пункт трансформаторної підстанції.

Вибираємо трансформатор струму по номінальній напрузі і первинному струму кола, класу точності і номінальної потужності вторинного кола.

При виборі трансформатора струму по номінальній напрузі і струму

повинні дотримуватися наступні умови:

$$U_{н.т.т.} \geq U_{н.уст.} \quad (3.34)$$

$$I_{н.1} \geq I_p \quad (3.35)$$

де $U_{н.т.т.}$ – номінальна напруга трансформатора струму, В;

$U_{н.уст.}$ – номінально встановлена напруга, рівне 400 В;

$I_{н.1}$ – номінальний струм первинного кола трансформатора струму, А;

I_p – розрахунковий струм на ввіді, А.

$$U_{н.т.т.} \geq 400 \text{ В}$$

$$I_{н.1} \geq 1398 \text{ А}$$

Приймаємо трансформатор струму *ТШ – 066У35ВА051500 / 5* .

Для обліку активної енергії вибираємо лічильник *ЦЭ 6850*.

Крім того, у функції лічильника входять:

- вимір активної і реактивної електроенергії і потужності в 2-х напрямках в трифазних в 3-х і 4-х провідних колах змінного струму;
- організація розрахункового обліку по 4-ох тарифах в 8-ми часових зонах доби;
- комерційний облік міжсистемних перетоків, вироблення, розподіли і споживання електроенергії в енергосистемах, на мережевих і промислових підприємствах;
- реєстрація добового графіку півгодинних потужностей (навантажень) з об'ємом зберігання до 45 діб;
- вбудований програмований таймер і енергонезалежна пам'ять;
- вимір миттєвих значень первинних параметрів мережі - напруга, струму, частоти, $\cos\varphi$.

3.8 Висновки до розділу 3

В даному розділі, використовуючи отримані розрахунки силового та освітлювального навантаження підприємства, проведено вибір КТП мережі 10/0,4 кВ.

Здійснено розрахунок та проведено вибір комутаційної та пуско-захисної апаратури, а також вибір проводів та кабелів внутрішньоцехової мережі. Здійснено перевірку вибраного обладнання за всіма необхідними умовами.

Здійснено розробку та впровадження системи автоматизації підтримки постійного температурного режиму.

Запропонований варіант має ряд переваг перед існуючою схемою, так як забезпечує необхідну температури не тільки за допомогою водяного нагріву, а й за допомогою нагріву парою. Простота самої схеми та пристрою дозволяє виготовити пристрій підігріву глазурі, власними силами та ресурсами в на самому підприємстві.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи і засоби забезпечення безпеки праці

Проектом передбачені захист від дотику до струмоведучих частин (відповідно до ПУЕ гл.4.1; 4.2): обгороджування території ввідно-розподільчих пристроїв (ВРП) зовнішньою огорожею заввишки 2 м; допоміжних споруд, розташованих на території ВРП, внутрішньою огорожею заввишки 1,6 м; обгороджування струмоведучих частин сітчастим обгороджуванням заввишки 2 м для ВРП. Обгороджування закриваються на замок. Конструкція шаф КРП-10 кВ забезпечує захист обслуговуючого персоналу від випадкових дотиків до струмоведучих частин (міра захисту 1Р-20). Усі струмоведучі частини після виведення висувного елемента в ремонтне положення закриваються автоматичними жалюзями, що мають пристрої для замикання.

У приміщеннях з підвищеною небезпекою (підвищена вологість, струмопровідні поля, хімічно активне середовище) застосовується напруга менше 50В.

Види захисту струмоведучих частин трансформатора визначається його потужністю, режимом роботи, місцем установки, схемою включення.

Трансформатори розташовані в обгороджених приміщеннях.

Захисні кожухи струмоведучих частин забезпечують захист обслуговуючого персоналу від випадкових дотиків до струмоведучих частин.

В якості попереджувальних мір використовуються плакати.

Проектом передбачено (відповідно до ПУЕ, гл. 1.7):

Захист від ураження електричним струмом при дотику до металевих неструмоведучих частин, що виявилися під напругою.

- захисне заземлення для електроустановок 110 кВ з ефективно заземленою нейтраллю і 10 кВ з ізольованою нейтраллю.
- занулення для установок 0,4 кВ з глухо-заземленою нейтраллю
- вирівнювання потенціалів за допомогою контурів заземлення.

Контроль ізоляції (відповідно до ПУЕ, гл. 1.6.12): в мережі 10 кВ з ізолюваною нейтраллю передбачений безперервний контроль несиметрії напруги. Для цього використовується вторинна обмотка трансформатора напруги, сполучена в розімкнений трикутник.

Проектом передбачені захист від електричної дуги (відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки» і ГОСТ 12.2.009-80 «ССБТ. Верстати металообробні», ПУЕ гл.4.2), такі заходи захисту: вимикачі і приводи до них забезпечені покажчиками положення вимикача, а також забезпечені світловою індикацією. Привід роз'єднувачів забезпечений механічними покажчиками положення головних і заземляючих ножів з написами про ввімкнення та вимкнення. Рукоятка приводів заземляючих ножів забарвлена червоним кольором, рукоятка інших приводів в колір обладнання. Передбачені оперативні блокування вимикачів, що не допускають одночасне ввімкнення головного кола і кола заземлення. У шафах КРП-2-10 передбачено блокування, що не допускає переміщення висувного положення в робоче при включених ножах заземляючого роз'єднувача, включення вимикача при положенні висувного елемента в проміжку між контрольним і робочим положенням, зачухування і викочухування висувного елемента з роз'єднувачами і контактами під навантаженням.

Проектом передбачені захист від механічних травм (відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки» і ГОСТ 12.2.009-80 «ССБТ. Верстати металообробні», ПУЕ гл.5.3): частини електродвигунів, що обертаються, захищаються від випадкових дотиків. Деталі приводів комутуючих апаратів закриті кожухами. Двигуни мають міру захисту 1Р-44. Нормування повітряного середовища приміщень головної понижувальної підстанції (ГПП). Для створення нормальних умов праці на виробництві передбачений комплекс санітарно-гігієнічних заходів. Об'єм і площа виробничих приміщень, що доводяться на одного працюючого 15 м³ і 4,5 м² відповідно:

а) в приміщеннях РП ГПП передбачено згідно відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»:

підтримка оптимальних параметрів мікроклімату шляхом застосування опалювання електрообігрівачами в холодну пору року $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість 40-60%, швидкість руху повітря не більше 0,3м/с.

б) підтримка чистоти повітря робочої зони за рахунок застосування герметичності осередків КРП, загальної об'ємної вентиляції.

Захист від підвищеної загазованості робочої зони.

– Нормування виробничого освітлення. Для приміщень об'єкту ГПП характер зорової роботи відноситься до IV розряду.

У виробничих приміщеннях проектного ГПП передбачаємо:

- природне освітлення з к.п.о.=1,5% за рахунок застосування бічних заскленних отворів в приміщенні чергового персоналу;

- штучне освітлення загальне з мінімальною освітленістю КРП 10 кВ 200 лк із застосуванням газорозрядних ламп ЛБ-80; і аварійне освітлення освітленістю не менше 0,5 лк із застосуванням ламп розжарювання, що живляться від незалежного джерела. Для зовнішнього освітлення передбачені прожектори ПЗС-45. Живлення аварійного освітлення здійснюється від акумуляторних батарей.

– Захист від шуму. Допустимі рівні звукового тиску в октанових смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку згідно ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»:

Акустичні заходи поділяються:

а) акустичні розриви між вентиляторами і повітропроводами;

б) герметизація, ущільнення за периметром;

в) звукопоглинальне облицювання внутрішніх поверхонь газоповітряних трактів вентиляційних систем.

– Захист від вібрації. Згідно ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», проектом передбачені:

а) опори під корпусами устаткування;

б) віброізолюючі еластичні вставки на повітропроводах в місцях з'єднання їх з вентиляторами і в місцях проходження через стіни;

в) підтримка в умовах експлуатації технічного стану устаткування на рівні, передбаченому нормативно-технічною документацією.

4.2 Розробка заходів по забезпеченню надійного захисту співробітників підприємства та населення у надзвичайних ситуаціях

Організаційні і правові основи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій визначені Законом України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" N 1809-III від 8 червня 2000 року.

Захист населення – це створення необхідних умов для збереження життя і здоров'я людей у надзвичайних ситуаціях. До системи захисту населення і територій, що проводяться в масштабах держави у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій належать: інформація та оповіщення, спостереження і контроль, укриття в захисних спорудах, евакуація, інженерний, медичний, психологічний, біологічний, радіаційний і хімічний захист, індивідуальні засоби захисту, самодопомога, взаємодопомога в надзвичайних ситуаціях.

Інформація та оповіщення.

Громадяни України у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру мають право на отримання інформації про надзвичайні ситуації та заходи, що вживаються для ліквідації їх наслідків, забезпечення та використання засобів колективного і індивідуального захисту, відшкодування заподіяних збитків і втрат внаслідок надзвичайних ситуацій, компенсацію за роботу в зонах надзвичайних ситуацій, соціально-психологічну підтримку та медичну допомогу, медико-реабілітаційне відновлення в разі отримання важких фізичних та психологічних травм.

Інформування та оповіщення у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій є основним принципом усієї системи заходів захисту і забезпечуються шляхом завчасного створення і підтримки у постійній готовності

загальнодержавної та регіональних систем централізованого оповіщення населення.

Організація своєчасного оповіщення, це - завдання органів цивільної оборони. Завивання сирени, переривчасті гудки підприємств і сигнали транспортних засобів означають попереджувальний сигнал «Увага всім!». За цим сигналом потрібно увімкнути радіо, радіотрансляційні і телевізійні приймачі для прослуховування термінових повідомлень.

У мирний час передається інформація про аварії на атомній електростанції чи на хімічно небезпечній ділянці, повідомлення про можливий землетрус чи повінь, штормове попередження.

З метою своєчасного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, запобігання і реагування на них відповідними центральними і місцевими органами виконавчої влади створена і підтримується в постійній готовності система спостереження і контролю за станом довкілля і забрудненням харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу і води радіоактивними і хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими органічними агентами.

Для забезпечення захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій передбачається проведення комплексу організаційних та інженерно-технічних заходів, зокрема:

Укриття в захисних спорудах.

Укриття населення в захисних спорудах – це комплекс заходів із завчасним будівництвом захисних споруд, а також пристосуванням наявних приміщень для захисту населення та підтримання їх у готовності до використання. Створення фонду захисних споруд забезпечується шляхом комплексного освоєння підземного простору міст і населених пунктів для укриття населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій, обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель і споруд, що відповідають вимогам захисту, дообладнання підвальних та інших заглиблених приміщень, будівництва заглиблених споруд, пристосованих для захисту, будівництва окремих сховищ і протирадіаційних

укриттів, масового будівництва в період загрози виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру найпростіших сховищ і укриттів.

Захисні споруди за своїм призначенням поділяються на сховища, протирадіаційні укриття і найпростіші укриття – щілини.

Евакуація.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та сільських населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом захисту населення є евакуація і розміщення його в зонах, які є безпечними для проживання людей і тварин.

Евакуація – це упорядковане виведення чи вивезення людей з об'єктів чи населених пунктів, перебування в яких стає небезпечним для життя. Основна мета евакуації – забезпечення безпеки кожної людини і всіх. Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах виникнення стихійного лиха, аварій та катастроф. Також евакуації підлягають цінності, документація та архівні матеріали.

Евакуаційні заходи передбачають завчасну розробку планів евакуації, підготовку зон і районів розміщення для нормальної життєдіяльності евакуйованого населення; підготовку всіх видів транспорту; створення необхідних структур і органів управління на період евакуації; проведення комплексу заходів для охорони громадського порядку і підтримання організованості серед населення.

Практичні евакуаційні заходи здійснюються в разі: загальної аварії на атомній електростанції; всіх видів аварій зі СДЯР, наслідки яких загрожують життю і здоров'ю людей, що проживають у зоні можливого ураження; загрози катастрофічного затоплення місцевості; масових лісових і торфових пожеж, що загрожують населеним пунктам; катастрофічних землетрусів та інших геофізичних та гідро-метеоявищ з тяжкими наслідками; із районів бойових дій.

Медичний захист.

Для запобігання ураженню людей або зменшення його ступеня, своєчасного надання медичної допомоги постраждалим, забезпечення епідемічного благополуччя в зонах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру необхідно проводити такі заходи: планування і використання наявних сил і засобів закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності й господарювання; розгортання в умовах надзвичайної ситуації необхідної кількості лікувальних закладів; завчасне застосування профілактичних медичних препаратів та санітарно-епідеміологічних заходів, контроль якості харчових продуктів, продовольчої сировини, питної води і джерел водопостачання, стану атмосферного повітря та опадів, стану довкілля, санітарно-гігієнічної та епідеміологічної ситуації; завчасне створення і підготовку медичних формувань, медичного персоналу та загальне медико-санітарне навчання населення, накопичення медичних засобів захисту, медичного та спеціального майна і техніки, навчання населення способів надання першої медичної допомоги; недопущення впливу на здоров'я людей шкідливих факторів навколишнього середовища та наслідків надзвичайних ситуацій.

відновлення чи будівництво житла;

- відновлення енерго-, тепло-, водо- та газопостачання, ліній зв'язку;
- організація медичного обслуговування;
- забезпечення продовольством і предметами першої необхідності;
- знезараження харчів, води, фуражу, техніки, майна, територій;
- соціально-психологічна реабілітація;
- відшкодування збитків;

Відновлювальні роботи ЦО не виконує, їх здійснює спеціально створені підрозділи (бригади). Залежно від рівня надзвичайної ситуації (загальнодержавного, регіонального, місцевого, чи об'єктового) для проведення РіНР залучають сили та засоби ЦО центрального, регіонального або об'єктового підпорядкування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі здійснено розробку та впровадження технічних заходів щодо забезпечення надійності роботи електричного обладнання з розробкою системи автоматизації на ВАТ "Рожищенський сирзавод».

Отримані наступні результати:

- проведено аналіз заходів для забезпечення надійної роботи усіх елементів системи електропостачання;
- розглянуто шляхи покращення показників якості електричної енергії;
- здійснено розрахунок силового та освітлювального навантаження підприємства;
- відповідно до техніко-економічного розрахунку проведено вибір числа та потужності силових трансформаторів, а також місця розміщення цехових трансформаторних підстанцій, з урахуванням категорійності усіх споживачів електричної енергії;
- здійснено розрахунки струмів короткого замикання, відповідно до яких проведено вибір та перевірку високовольтної та низьковольтної комутаційно-захисної апаратури, та кабельно-провідникової продукції;
- для покращення показників роботи електричної мережі згідно проведених розрахунків вибрано пристрої компенсації реактивної потужності;
- здійснено розробку та впровадження системи автоматизації підтримки постійного температурного режиму.

Впровадження запропонованих заходів дозволить підвищити надійність роботи електричного обладнання підприємства а також покращити показники енергоефективності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Жуков Андрей Сергеевич Анализ методов повышения энергоэффективности электроснабжения предприятий // Наука и образование сегодня. 2020. №6-1 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-povysheniya-energoeffektivnosti-elektrosnabzheniya-predpriyatiy> (дата обращения: 12.10.2021).

2. Освітлення промислових об'єктів: Навч. посібник / Укл. Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Токань А.І. та ін.– Тернопіль: Джура, 2008. – 388 с

3. Базюк Т. М. Оптимізація режимів споживання активним споживачем електричної енергії з мережі електропостачання / Т. М. Базюк, І. В. Притискач // Енергетика. - 2014. - № 1. - С. 95-100. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2014_1_16

4. Маляренко В. А. Регулювання електроспоживання та проблеми ресурсо-, енергозбереження / В. А. Маляренко, І. Є. Щербак // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. - 2013. - Вип. 4. - С. 180-184. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/enef_2013_4_34

5. Валеев И.М., Житников С.В. Обеспечение системной надежности качества электроэнергии на предприятиях с непрерывными технологическими процессами // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-sistemnoy-nadezhnosti-kachestva-elektroenergii-na-predpriyatiyah-s-nepreryvnymi-tehnologicheskimi-protsessami> (дата звернення: 13.09.2018).

6. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.

7. Александров, Д. С. Надёжность и качество электроснабжения предприятий: учебное пособие / Д. С. Александров, Е. Ф. Щербаков .– Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 155 с.

8. Севастьянов Р. В. Проблеми та перспективи енергозбереження на промислових підприємствах / Р. В. Севастьянов // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. - 2013. - Вип. 1(2). - С. 107-110. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tpaeiv_2013_1%282%29_23.
9. Циценков Д. В. Методи та засоби зниження технічних втрат електроенергії в елементах систем електропостачання / Д. В. Циценков, П. Ю. Красовський // Електротехніка та електроенергетика. - 2015. - № 1. - С. 77–82. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/etee_2015_1_15.
10. Миколук О. А. Оцінка ефективності використання енергоресурсів на підставі аналізу енергоємності виробництва / О. А. Миколук / Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – Т1. – № 5. – С. 104–107.
11. Підвищення енергоефективності підприємств за рахунок контролю характеристик режимів електропостачання : Матеріали VI Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій "], (Тернопіль, 16-17 лист. 2017 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. — Том III. : Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2017. — 259 с.
12. Красовський, П. Ю. Складові втрат електроенергії в елементах систем електропостачання. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна.–Вип, 2009, 27: 77-80. - Режим доступу: <http://stp.diit.edu.ua/article/viewFile/14228/12050>.
13. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
14. ДНАОП 0.00-2.32-2001 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
15. Бабюк, С. М., Красножоний, О. В., Барило, В. П., & Брич, Б. В. (2020). Фактори, що впливають на надійність електропостачання. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “, 2, 84-85.
16. В.Є. Шестеренко. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Вінниця, 2004р.

17. О.М. Сірий, В.Є. Шестеренко. Розрахунки при проектуванні та реконструкції систем електропостачання промислових підприємств. Київ, 1993р.
18. Довідник по проектуванню силового електроустаткування напругою до 1000 В змінного струму промислових підприємств. МОЗ-51-30. М.: Тяжпромелектропроект, 1989р.
19. Бабюк, С. М., & Комарський, В. В. (2017). Зменшення втрат електроенергії в комунальній мережі міста. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 3, 92-92.
20. Довідкова книга для проектування електричного освітлення: Г.М. Кнорринг, І.М. Фадин, В.М. Сидоров - 2-е вид., перероб. і доп. - Спб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербург, 1992. - 448с.
21. Л.Г. Мамиконянц, Б.Н. Неклепаев, В.В. Жуков. Короткі замикання в електроустановках змінного струму напругою до 1 кВ. Держстандарт 28249-89. - М:Видавництво стандартів, 1989, 59с.
22. Бабюк, С. М., & В Пліс, Я. (2020). Шляхи підвищення енергоефективності систем електропостачання. Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 2, 82-83.
23. Бабюк, С. М., & Хлопик, В. В. (2019). Актуальність задачі відновлення електропостачання знеструмлених споживачів трансформаторних підстанцій. Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 3, 7-7.
24. Бабюк С. , Клебан К. , Танасійчук В. Шляхи підвищення надійності електропостачання // Зб. наук. праць / Терн. нац. тех. універ. ім. І.Пулюя. Тернопіль, 2021. С. 61.