

Міністерство освіти і науки України
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
 Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
 Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Підвищення якості електричної енергії в системі
електроспоживання ДП «Шпанівський ЕЗХЕ»

Виконала: студентка VI курсу, групи ЕЕМ-61
 спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

_____ Максимчук О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Сисак І. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Вакуленко О. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

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

Факультет 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)

« 02 » вересня 2020 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)

студентці Максимчук Ользі Миколаївній
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення якості електричної енергії в системі електроспоживання
ДП «Шпанівський ЕЗХЕ»

Керівник роботи Сисак Іван Михайлович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 01 » вересня 2020 року № 4/7-619

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Генеральний план підприємства, потужність електричного обладнання.

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. Схема електропостачання підприємства

1 л. ф – А1

2. Принципова електрична схема пристрою компенсації реактивної потужності

1 л. ф – А1

3. Принципова електрична схема трансформаторної підстанції

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 2 вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.08.2020	
2	Аналітичний розділ	01.09.2020	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	01.10.2020	
4	Проектно-конструкторський розділ	01.11.2020	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	01.12.2020	
6	Висновки	01.12.2020	
7	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2020	
8	Оформлення графічної частини	10.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Максимчук О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сисак І.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Максимчук О.М. Підвищення якості електричної енергії в системі електроспоживання ДП «Шпанівський ЕЗХЕ». 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕм-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2020.

Стор. 79; рис. 2 ; табл. 29 ; креслень 6 ; джерел 15; додатків 1.

У дипломній роботі було визначено навантаження на вводах в приміщення і по об'єкту в цілому. Проведено розрахунок площі поперечного перерізу кабельних ліній 0,4 кВ та поперечного перерізу проводів повітряної лінії 10 кВ. Вибрано тип трансформаторної підстанції та місце її розташування. Розраховано струми короткого замикання. Вибрано електричні апарати для трансформаторної підстанції. Вибраний пристрій компенсації реактивної потужності. Розрахована економічна ефективність при впровадженні пристрою компенсації реактивної потужності.

Ключові слова: електрична енергія, реактивна потужність, трансформаторна підстанція, конденсаторна установка.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Загальне поняття реактивної потужності в електропостачальних системах та способи зменшення її споживання.....	10
1.2 Характеристика підприємства.....	15
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	23
2.1 Визначення навантажень на вводах в приміщення і по об'єкту в загальному.....	23
2.1.1 Визначення електричного навантаження на вводі насосної № 1.....	23
2.1.2 Визначення електричного навантаження на вводі насосної №2. Перекачка барди.....	25
2.1.3 Визначення електричного навантаження на вводі в насосної №3. Бойлерна.....	26
2.1.4 Визначення електричного навантаження на вводі в підробне відділення.....	27
2.1.5 Визначення електричного навантаження на вводі в підробне відділення (млини).....	28
2.1.6 Визначення електричного навантаження на вводі в варочне відділення.....	29
2.1.7 Визначення електричного навантаження на вводі в компресорне відділення.....	30
2.1.8 Визначення електричного навантаження на вводі в котельню.....	31
2.1.9 Визначення електричного навантаження на вводі в приміщення майстерні гаража.....	34

2.1.10	Визначення електричного навантаження на вводі в щит управління свердловинами №2-3.....	35
2.1.11	Визначення електричного навантаження на вводі в бродильне відділення.....	36
2.1.12	Визначення електричного навантаження на вводі в зливне відділення і спиртопідвал.....	37
2.1.13	Визначення електричного навантаження на вводі в апаратне відділення.....	38
2.1.14	Визначення електричного навантаження на вводі в адміністративне приміщення.....	39
2.1.15	Визначення загальної розрахункової потужності підприємства.....	41
2.2	Розрахунок площі поперечного перерізу кабельних ліній 0,4 кВ та перевірка їх на втрату напруги.....	42
2.3	Розрахунок поперечного перерізу проводів ПЛ-10 кВ.....	45
2.4	Вибір типу ТП та місце її встановлення.....	46
2.5	Розрахунок струмів короткого замикання.....	48
2.6	Вибір електричних апаратів для трансформаторної підстанції.....	52
2.7	Вибір трансформаторів струму.....	53
2.8	Вибір вимикача навантаження.....	54
2.9	Вибір розрядників.....	55
2.10	Вибір роз'єднувача.....	55
2.11	Вибір запобіжника.....	56
2.12	Висновки до розділу.....	57
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....		58
3.1	Обґрунтування та вибір пристрою для компенсації реактивної потужності.....	58
3.2	Технічна характеристика приладу компенсації реактивної потужності.....	59
3.3	Розробка принципової електричної схеми пристрою.....	59

3.4 Розрахунок конденсаторних установок.....	60
3.5 Розрахунок економічної ефективності при впровадженні пристрою компенсації реактивної потужності.....	66
3.6 Висновки до розділу.....	69
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	70
4.1 Розробка інструкції експлуатації конденсаторної установки 0,4кВ.....	70
4.2 Дія електричного струму на персонал, що експлуатує об'єкти енергетики. Перша допомога при електротравмах.....	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	79
ДОДАТКИ.....	1
Додаток А. Технічна характеристика та опис приладу компенсації реактивної потужності.....	2

ВСТУП

Актуальність теми. Якість електроенергії характеризують сукупністю властивостей електричної енергії, які обумовлюють її придатність для нормальної роботи електроприймачів відповідно до їх призначення з розрахунковою працездатністю.

Забезпечення необхідної якості електроенергії для приймачів включає в себе комплекс складних задач, які вирішують у процесі проектування і під час експлуатації електропостачальних систем. На якість продукції, технологічний процес виробництва а також, на втрати електричної енергії, впливає якість електроенергії, яка залежить від енергосистеми як від джерела живлення і від споживачів, тому є велика кількість електроприймачів, які негативно впливають на якість електроенергії. Показники якості визначають за стандартами та нормами.

Стандартом встановлено два види норм якості електроенергії:

- нормально допустимі(+,- 5);
- гранично допустимі (+,- 10).

Відхилення показників якості за межі допустимих значень призводить до матеріальних збитків.

У споживачах енергії з нелінійним навантаженням виникає завантаження електричної системи реактивною потужністю, наслідком є зростання втрат електроенергії через низький коефіцієнт потужності. Також, порушується нормальне споживання електроенергії та знижується її якість.

Для того, щоб зменшити втрати електричної енергії, а також регулювання напруги використовується компенсація реактивної потужності. В конкретному вузлі вона діє на баланс реактивної потужності.

Щоб знизити споживану з мережі реактивну потужність, застосовують установки компенсації реактивної потужності, іншою назвою конденсаторних установок.

Отже, підвищення якості електричної енергії в системі електроспоживання є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є підвищення показників якості електричної енергії в системі електроспоживання ДП «Шпанівський ЕЗХЕ».

Відповідно до вказаної мети необхідно розв'язати наступні завдання:

- провести аналіз забезпечення якості електроенергії на основі проведених розрахунків силового та освітлювального обладнання підприємства;

- провести розрахунки вибору кількості та розміщення ТП для забезпечення мінімальних довжин кабельних ліній;

- здійснити вибір площі перерізів кабельних ліній 0,4 кВ на основі розрахунків мінімальних втрат за напругою;

- провести вибір захисного обладнання та автоматики на основі розрахунків короткого замикання;

- провести вибір пристроїв компенсації реактивної потужності на ланках 0,4 кВ для забезпечення оптимального значення;

- вибрати пристрій для компенсації реактивної потужності;

- розрахувати економічну ефективність при впровадженні пристрою компенсації реактивної потужності.

Об'єкт дослідження – процеси електроспоживання промислових підприємств.

Предмет дослідження – показники якості електричної енергії в системі електроспоживання промислового підприємства.

Наукова новизна отриманих результатів. Отримало подальший розвиток застосування засобів підвищення показників якості електричної енергії промислового підприємства.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані технічні рішення забезпечення балансу реактивної потужності між енергетичною

системою та електроспоживанням підприємства дозволять покращити значення показників якості електроенергії та знизити втрати в кабельних лініях.

Апробація. Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (25-26 листопада 2020 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (15 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини - 79 сторінок, 29 таблиць, 2 рисунків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальне поняття реактивної потужності в електропостачальних системах та способи зменшення її споживання

Поняття реактивної потужності надає можливість відобразити математично чи нанести графічно у вигляді хвильових або векторних діаграм, що відбуваються в електричних мережах. РП допоможе нам:

- Підвищити економічність мережі;
- Регулювати напругою;
- Підвищити стійкість вузлів навантажень;
- Сприяти стійкості паралельної роботи генераторів станцій та систем.

В умовах дефіциту реактивної потужності знижується рівень напруги в електричній мережі, спроби підтримати його за допомогою регулювання коефіцієнтів трансформації у багатьох випадках не покращують становища. При збільшенні дефіциту реактивної потужності можливі порушення статичної стійкості. Під час аналізу та синтезу електричних мереж необхідно використовувати реактивну потужність як фізичне поняття та математичну величину.

Інколи, при використанні реактивної потужності виникають певні труднощі, наприклад, під час інтегрування її в часі, пофазно додавання в несиметричних режимах, аналізу вищих гармонічних складових.

Споживання реактивної потужності на практиці часто характеризується коефіцієнтом потужності.

$$\cos \varphi = P / S , \quad (1.1)$$

або коефіцієнтом потужності

$$\operatorname{tg} \varphi = Q / P . \quad (1.2)$$

Електричну енергію від електричних систем отримують промислові підприємства, транспорт, сільськогосподарські та комунально-побутові

споживачі. Найпоширенішим електроприймачем практично в усіх галузях є асинхронний двигун. Електроенергію споживають також електропечі різного призначення, перетворювачі, зварювальні агрегати, прилади електричного освітлення тощо. Одночасно з активною потужністю всі вони споживають і реактивну. Відносне значення реактивної потужності (тобто $\operatorname{tg}\varphi$) змінюється в широких межах і залежить від конструкції електроприймача, режиму його роботи, підведеної напруги.

У промисловості використовуються різні електропечі: дугові, руднотермічні, сталеплавильні, електрошлакового переплаву, індукційні плавильні, нагрівальні. Усі дані електропечі мають таке споживання реактивної потужності, яке на фоні активної потужності печі в десятки і навіть сотню мегават виглядає дуже великим. Якщо не вирішити питання компенсації таких потужностей, то буде неможливо забезпечити нормальну роботу цих електроприймачів.

У промисловості природний коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ оцінюється на рівні 0,6 – 0,7 із тенденцією до зниження.

В електричних системах реактивні навантаження забезпечуються генераторами електричних станцій, генерування ємнісної потужності лініями електропередачі, а також спеціальними компенсувальними пристроями.

Встановлена потужність цих пристроїв визначається, з одного боку, потужністю споживачів та режимами їхньої роботи, а з іншого – можливостями і режимами реактивної потужності в самій системі.

У споживачів електричної енергії знаки похідних активної і реактивної потужностей за навантаженням однакові, тобто зі збільшенням споживання активної потужності збільшується споживання реактивної потужності і навпаки. При цьому розмах зміни споживання активної потужності більший, ніж реактивної.

На режими реактивної потужності значно впливає сама електрична мережа.

Зі збільшення навантаження лінія сама починає споживати власну реактивну потужність. На фоні збільшення її споживання споживачами таке явище збільшує дефіцит реактивної потужності в системі, який повинен бути усунений сторонніми джерелами, інакше будуть відбуватися істотні зміни параметрів режиму і, насамперед, зниження напруги на рівні, за яких буде досягнутий баланс реактивної потужності.

У лініях електропередачі напругою 220 кВ і більше власна реактивна потужність досягає значень, сумірних із потужністю навантаження.

Власна реактивна потужність ліній у системі та реактивна потужність споживачів мають важливу і визначальну роль у роботі електричної системи.

Визначальним режимом для забезпечення балансу реактивної потужності є режим максимального навантаження, коли потужність компенсуючих пристроїв повинна бути максимальною. Тому енергосистема обмежує максимальне значення споживаної реактивної потужності для кожного підприємства, під час свого максимуму. За мінімальних режимів роботи системи в ній виникають надлишки реактивної потужності, які потрібно спожити, щоб забезпечити баланс за прийнятих рівнів напруги. Тому системі в цьому режимі доцільно обмежувати для кожного підприємства мінімальне значення споживаної реактивної потужності.

Природний коефіцієнт реактивної потужності в промисловості оцінюється на рівні $\text{tg}\varphi = 0,6 \dots 0,7$, тобто значення реактивної потужності може бути більшим ніж активної, це означає, що реактивна потужність більше впливатиме на вибір параметрів обладнання, ніж активна.

В умовах повної компенсації реактивної потужності обладнання вибиратимуть за значенням тільки активної потужності, яка майже в 1,5 рази менша від повної, а тому відповідно меншими будуть і потужності трансформаторів та перерізи струмопровідних частин, що дає значну економію капітальних вкладень та річних видатків на різні відрахування та на втрати електроенергії.

Передавання електричної енергії супроводжується втратами напруги, потужності та енергії.

Передавання реактивної потужності призводить до значних втрат напруги, що знижує загалом рівень напруги в мережі та знижує коефіцієнт запасу статичної стійкості навантажень.

Також знижуються рівні статичної та динамічної стійкості паралельної роботи генераторів системи.

Якщо недооцінювати проблеми компенсації реактивної потужності протягом багатьох років у мережах енергосистеми спостерігається досить високий рівень втрат активної енергії, який оцінюють у 9,5–10 % від виробленої [1].

Для того, щоб знизити споживану з мережі реактивну потужність потрібно застосувати установки компенсації реактивної потужності (конденсаторних установок).

При використанні конденсаторних установок можна досягнути:

- Зменшення витрат на оплату електроенергії;
- Пониження несиметрії фаз та подавлення мережевих перешкод;
- Розвантаження ліній живлення, трансформаторів розподільних мереж;
- Розподільні мережі стануть надійнішими і економічними.

Компенсація реактивної потужності відбувається за рахунок підключення в мережу конденсаторів та конденсаторних установок. Коли підключаються конденсатори в мережу вводиться ємнісна складова, за її допомогою зменшується відставання графіка струму від напруги, тоді при достатній компенсації коефіцієнт потужності наближається до 1. В результаті зменшується споживання реактивної потужності та поліпшується $\cos \varphi$ [2].

Компенсуючі пристрої класифікують на:

- Динамічні (синхронні компенсатори, синхронні двигуни);
- Комбіновані;

- Статичні (регульовані (прямого регулювання та непрямого регулювання), нерегульовані (конденсаторні батареї та шунтові реактори).

Основними перевагами синхронних компенсаторів є:

- Плавне та глибоке регулювання від номінальної потужності у режим генерування до (0,5-0.6) у режимі споживання;
- Можливість короткочасного форсування генерування реактивної потужності.

Недоліками синхронних компенсаторів є:

- Великі питомі втрати активної потужності;
- Велика вартість;
- Великі питомі втрати активної потужності;
- Недостатня швидкість регулювання у схемах електропостачання ударними навантаженнями;
- Складність експлуатації, яка пов'язана з необхідністю побудови приміщення, налагодження олійного господарства, наявність циркуляційної води для охолоджувачів;
- Для найпотужніших синхронних компенсаторів існують проблеми з передаванням реактивної потужності через третинні обмотки автотрансформаторів.

Переваги синхронних двигунів з технічного боку є практично такими самими, як ці синхронних компенсаторів, а основним недоліком можна вважати великі витрати активної потужності на вироблення реактивної складової потужності.

Нерегульовані конденсаторні батареї високої та середньої напруги характеризуються:

- найменшою вартістю одиниці потужності;
- мінімальними питомими втратами активної потужності;
- простою схемою.

Недоліками є:

- стрибки струму під час увімкнення та перенапруги під час вимкнення;
- відсутність регулювання потужності;
- від'ємний регулювальний ефект [1].

Для компенсації реактивної потужності в мережі, в яку підключені електроприймачі з різкозмінним характером навантаження використовують статичні компенсатори.

Статичні компенсатори характеризуються такими перевагами:

- широким діапазон регулювання реактивної потужності;
- високою швидкістю зміни реактивної потужності [3].

Найбільш поширеними у промисловості є конденсаторні установки низької (0,38 кВ), середньої (6 кВ та 10 кВ) напруги, нерегульовані або зі ступеневим регулюванням. В окремих випадках, тоді коли необхідна швидкодія регулювання реактивної потужності, застосовують тиристорні пристрої.

1.2 Характеристика підприємства

Державне підприємство Шпанівській експериментальний завод харчових екстрактів засноване 1904 році князем Радзивілом.

В 1939 році був повністю розруйнований. В 1944 році завод відбудували з виробітком 200 дал зерно-картопляного спирту за добу. Тоді завод мав назву Шпанівській лікєро – горілчаний комбінат. В місті Рівне був лікєро- горілчаний цех.

В 1954 році завод реконструювали на переробку патоки з добовою потужністю до 1000 дал за добу спирту – сирцю.

В 1966 році за рахунок нової техніки введений браго-ректифікаційний апарат потужністю 2000 дал спирту ректифікованого вищої очистки за добу і новий сушильний агрегат потужністю 120 кг/год.

В 1979 році проводилась реконструкція заводу на переробку крохмалистої сировини з одночасним випуском поточного спирту ратифікованого вищої очистки. Добова потужність склала 2000-2500 дал. З

січня 1980 року завод повністю перейшов на випуск спирту ректифікованого вищої очистки.

В 1992 році відновлено спиртову схему потужністю 3000 дал спирту за добу, організовано виробництво лікєро-горілочаних виробів потужністю 300 тис. дал за рік.

В 1993 році розпочато будівництво цеху по виготовленні та розливу алкогольних, безалкогольних та лікувально-профілактичної дії напоїв. Проектна потужність даного цеху – 0.5 млн. дал.

В 1998 році завершено будівництво, наданий період цех працює і переданий в оренду.

На сьогоднішній день завод носить назву ДП Шпанівській експереметальний завод харчових екстрактів. Продукція заводу це: ректифікований зерновий спирт вищої очистки, спирт «Естра» та спирту сорту «Люкс».

Підприємство впроваджує нові технології, працює на ферментних препаратах.

Продукція підприємства реалізується на внутрішньому і зовнішньому ринку збуту для виготовлення лікєро-горілочаних виробів, виноматеріалів, кондитерських виробів та для виробничих потреб інших підприємств. Технологія виробництва спирту етилового дозволяє використовувати відходи виробництва – барду післяспиртову сільськогосподарським підприємствам для відгодівлі великої рогатої худоби.

Віддаль від підприємства до найближчої залізничної станції в селі Великий Олексин та вузлової станції у місті Рівне 6 км. До районного та обласного центру 6 к.

Підприємство має промислову базу яка розміщена в селі Великий Олексин, де розміщені зернові склади, спиртове сховище, сховище для потоки. Промислова база має під'їзні залізничні полотна, асфальтований під'їзний шлях.

На території підприємства розміщені такі виробничі об'єкти: трансформаторна підстанція 10/0.4 кВ, свердловини №2-3, відділення прийомки і зберігання зерна в силосах, відділення підробки, варочне відділення, бродильне відділення, апаратне відділення, спиртосховище, адміністративний корпус, компресорна, котельня, насосна відкачки барди, вагова, прохідна, гуртожиток, складські приміщення, механічна майстерня, автомобільні гаражі.

Всі приміщення підприємства живляться від ЗТП № 348. Подача електричної енергії до ЗТП відбувається за допомогою двох незалежних повітряних ліній напругою 10 кВ. Живлення приміщень по підприємству здійснюється за допомогою кабельних ліній 0.4 кВ.

Автомобільний парк складається з двох автомобілів типу тягач КамАЗ 5410, одного автомобіля самоскид типу КамАЗ 55111, одного самоскида МАЗ-5551, одного автокрана типу КрА3255Б1, одного пожежного автомобіля, одного легкового автомобіля типу BMW 750 і чотирьох тракторів, один бульдозер типу ДТ 75, один бульдозер типу Т-150, один екскаватор ЮМЗ-6, один трактор МТЗ-80. Також є різні причіпні причеми для перевезень.

На Шпанівському експериментальному заводі харчових екстрактів працює 110 чоловік, з них адміністративно-керівного персоналу складається з 30 чоловік. Роботи, що виконуються на підприємстві оплачується згідно тарифу.

На підприємстві Шпанівській експериментальний завод харчових екстрактів діє енергетична служба, яку очолює головний енергетик. Йому підпорядковуються електромонтери, слюсаря КіПА, слюсар котельні, оператори парових котлів, лаборанти ХВО.

Електромонтери та слюсаря КіПА виконують щомісячне технічне обслуговування електрообладнання, усувають пошкодження і несправності, які виникають в електрообладнанні та підтримують загальну роботоздатність всього електроустаткування.

Слюсар котельні виконує щомісячне технічне обслуговування механічного обладнання котельні: усуває несправності, які виникають та підтримує загальну роботоздатність обладнання.

Оператори парових котлів слідкують за справною і економічною роботою парових котлів.

Лаборанти ХВО слідкують за якістю живильної води, яка подається на парові котли.

Електромонтери та слюсаря КіПА допомагають один одному в обслуговуванні та ремонті електрообладнання, проведенні діагностики і налагодження.

Ремонтні роботи електрообладнання проводяться в майстерні електроцеху.

Слюсар котельні та оператори парових котлів допомагають один одному в обслуговуванні та ремонті обладнання котельні. Для цього в котельні є майстерня, а для виконання складнішого ремонту на підприємстві є механічна майстерня.

Основні електроустановки, що розташовані на підприємстві приводимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Установки підприємства ДП ШЕЗХЕ

№	Назва об'єкту і обладнання.	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість
1	2	3	4	5
1	Свердловина №2-3. Глибинний насос Глибинний насос	АИР180М2 АИР160М2	32 18.5	1 1
2	Насосна №1. Насос подачі оборотної води в напірні ємкості Пожежні насоси	АИР200М4 АИР180S4	37 30	1 2
3	Насосна №2 перекачки барди. Насос	АИР180S4	30	2

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
4	Прохідна підприємства. Освітлення		6	
5	Компресорна. Компресор №1-№2.	АИР250М8	45	2
6	Матеріальні склади №1-№4. Освітлення.		4	
7	Котельня. Вентилятори котлів Димосос котла ДКВР-6.5. Димосос котла ДКВР – 10, ДЄ-16. Живильний насос котла №1,2. Живильний насос котла №3 Насос подачі диарірованої води, апаратне відділення. Соляна мішалка. Соляні насоси. Живильні насоси діаратора. Вентилятор вивантаження сировини.	АИР200L6 АИР200L6 АИР250S6 АИР250M6 АИР160S2 АО2-81-2 АИР90L2 АИР132S8 АИР100S АИР100L4 АИР180M2	30 30 45 55 15 40 3 4 3 4 30	3 1 1 1 2 1 2 1 1 2 1
	Електровібратор.	АИР71В2	1.1	1
	Норія подачі сировини.	АИР71В2	1.1	1
	Шнеки подачі сировини.	АИР71В2	1.1	2
	Компресор.	АИР160S4	15	1

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
8	Майстерня гараж Токарний станок Токарний станок Свердлильний станок Свердлильний станок Заточний станок Зварювальні апарати.	АИР132S4 АИР132M4 АИН90L4 АИР112M4 АИР132S4	7.5 11 2.2 5.5 7.5 15	1 1 1 1 1 4
9	Насосна №3. Бойлерна. Насос опалення №1 Насос опалення №2-№3.	АИР90L2 АИР100L2	3 5.5	1 2
10	Підробне відділення. Норія подачі і прийомки зерна. Шнеки подачі зерна. Млини. Мішалка. Дизмембратори. Насоси відкачки суміші. Насос відкачки суміші.	АИР 160S8 АИР100L4 АИР250M2 АИР100L6 АИР112M2 АИР100S2 АИР112M2	7.5 4 90 2.2 5.5 4 7.5	4 4 3 1 3 1 2
11	Варочне відділення. Мішалка. Насос відкачки суміші. Насос подачі води для миття бродильних чанів. Насос подачі води для охолодження холодильника. Вакуумний насос збагачення суміші вуглекислотою.	АИР160S8 АИР100L2 АИР100L2 АИР100S2 АИР112M2	7.5 5.5 5.5 4 7.5	1 2 1 1 1

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
12	Бродильне відділення. Мішалки. Насоси подачі бражки. Насос для перемішування Насос Вакуумний насос. Мішалка Мішалка	АИР160М8 АИР100L2 АИР180М4 АИР90L2 АИР160S8 АИР132М8 АИР112МА8	11 5.5 30 3 15 5.5 2.2	10 2 2 2 2 5 1
13	Апаратне відділення. Насос відкачки сивухи. Насос перекачки спирту. Насос відкачки сивухи в ємкості для зберігання. Насос відкачки води після охолодження спирту. Насос	АИР100L2 АИР90L2 АИР100S2 АИР90L2 АИР90L2	5.5 3 4 3 3	2 2 1 1 1
15	Зливне відділення. Насос для перекачки спирту. Насос для перекачки сивухи.	АИР112М2 АИР112М2	7.5 7.5	1 1
16	Спиртопідвал. Насос для перекачки спирту. Насос для перекачки сивухи.	АИР112М2 АИР112М2	7.5 7.5	1 1

Продовження таблиці 1.1

17	Адміністративний корпус.		13	1
	а) їдальня		6.6	2
	Жарочна шафа трьохсекційна.		0.7	3
	Електрична плита.		1.5	1
	Побутовий холодильник.		1.1	1
	Електричний бойлер.			
	Вентилятор витяжний.			
	б) адміністративний корпус.	AIP80A4	0.8	4

Всі приміщення підприємства живляться від ЗТП № 348. Подача електричної енергії до ЗТП відбувається за допомогою двох незалежних повітряних ліній напругою 10 кВ. Живлення приміщень по підприємству здійснюється за допомогою кабельних ліній 0.4 кВ.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Визначення навантажень на вводах в приміщення і по об'єкту в загальному

Навантаження на вводах в приміщення визначається за формулою:

$$P_p = \sum_i^n \frac{P_y \cdot K_3}{\eta} + \sum_i^m \frac{P_{yp} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5}, \quad (2.1)$$

де P_y – встановлена потужність кожного із споживачів;

K_3 – середній коефіцієнт навантаження;

η – коефіцієнт корисної дії електроспоживача;

P_{yp} – встановлена потужність приладів;

t – тривалість безперервної роботи споживачів електричної енергії.

Повна розрахункова потужність визначається за формулою:

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}, \text{ кВА}, \quad (2.2)$$

де $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності споживача.

Значення $\cos \varphi$ визначаємо згідно наступної формули:

$$P_{y \text{ дс}} / P_3 \quad (2.3)$$

Визначаємо загальне навантаження вводів по об'єкту в цілому:

$$S_{заг} = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n, \quad (2.4)$$

де S_1, S_2, S_3, S_n – навантаження на окремих вводах в приміщення.

2.1.1 Визначення електричного навантаження на вводі насосної № 1

Дані, які необхідні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1- Перелік обладнання та його технічні дані

№ з/п	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, <i>кВт</i>	Кількість, шт	ККД %	K_3
1	Насос подачі оборотної води	АИР200М4	37	1	92.5	0.75
2	Пожежні насоси № 1 – 2.	АИР180М4	30	2	92	0.7

де K_3 – коефіцієнт навантаження, [4].

Порядок розрахунку наступний:

1. Встановлена потужність освітлення визначається згідно виразу [5]:

$$P_{осв} = P_{нум} \cdot S = P_{нум} \cdot (a \cdot b), \quad (2.5)$$

де $P_{нум}$ – встановлено питома потужність освітлення, $Вт / м^2$, визначаємо згідно [5], $P_{нум} = 2,5 Вт / м^2$;

a, b – відповідно довжина та ширина приміщення, $м$.

$$P_{осв} = 2,5 \cdot (5,57 \cdot 4,75) = 0,066 кВт,$$

2. Розрахункове активне навантаження на ввіді в насосну визначається згідно (2.1):

$$P_p = \frac{P_y \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = \frac{37 \cdot 0,75}{0,925} + 0,066 = 30,066 кВт,$$

Пожежні електродвигуни 1,2 не враховуємо, в зв'язку з тим, що основний час роботи вони не працюють, а знаходяться в очікуючому режимі, тобто вмикаються лише в аварійних ситуаціях (при виході з ладу електродвигуна подачі оборотної води або пожежі).

3. Повна розрахункова потужність визначається згідно виразу (2.5):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{30,066}{0,75} = 41 кВА,$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{yos}}{P_3}$ яке рівне $\frac{37}{37.066} = 0.99$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4]: $\cos \varphi = 0,75$.

2.1.2 Визначення електричного навантаження на вводі насосної №2. Перекачка барди

Дані, які необхідні для проведення розрахунків заносимо в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Перелік обладнання та його технічні дані

№ з/п	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД %	К _з
1	Насоси 1,2.	АИР180М4	30	2	92	0.7

Встановлена потужність освітлення визначається згідно виразу (2.5):

$$P_{осв} = P_{nut} \cdot S = 2,5 \cdot (5 \cdot 3,5) = 0,043 \text{ кВт} .$$

Аналогічно визначаємо освітлення прохідної підприємства:

$$P_{осв} = P_{nut} \cdot S = 9,4 \cdot (16 \cdot 8,5) = 1,3 \text{ кВт} .$$

Розрахункове активне навантаження на вводі в насосну №2 визначається згідно (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = \frac{30 \cdot 0,7}{0,92} + 0,043 + 2 \cdot 1,3 = 25,5 \text{ кВт} .$$

Насос №2 не враховуємо, оскільки він є резервним.

Повна розрахункова потужність визначається згідно (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{25,5}{0,77} = 31,1 \text{ кВА},$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{\text{удг}}}{P_3}$, що рівне $\frac{30}{32.643} = 0.91$, знаходимо $\cos \varphi$

відповідно до [4] $\cos \varphi = 0,77$.

2.1.3 Визначення електричного навантаження на вводі в насосної №3. Бойлерна.

Дані, які необхідні для проведення розрахунків заносимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Перелік обладнання та його технічні дані

№ з/п	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД %	К _з
1	Насос опалення.	АИР90L2	3	1	84.5	0.7
2	Насоси опалення 1,2.	АИР100L2	5.5	2	88	0.75

Встановлена потужність освітлення визначається згідно (2.5):

$$P_{\text{осв}} = P_{\text{ншт}} \cdot S = 2,5 \cdot (5 \cdot 6) = 0,075 \text{ кВт} ,$$

де $P_{\text{ншт}} = 2,5 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 5 \cdot 6 = 30 \text{ м}^2 .$$

Розрахункове активне навантаження на вводі визначаємо згідно (2.1):

$$P_p = \frac{P_{\text{уст}} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{\text{уст}} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = \frac{3 \cdot 0,7}{0,845} + \frac{5,5 \cdot 0,75}{0,88} + 0,075 = 7,235 \text{ кВт} .$$

Насос №2 не враховуємо, оскільки він резервний.

Повна розрахункова потужність визначається згідно (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{7,235}{0,75} = 9,64 \text{ кВА} .$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке дорівнює $\frac{8.5}{8.575} = 0,99$, знаходимо

$\cos \varphi$ згідно [4] $\cos \varphi = 0,7$.

2.1.4 Визначення електричного навантаження на вводі в підрубне відділення

Дані, які потрібні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, Вт	Кількість, шт	ККД, %	Кз
1	2	3	4	5	6	7
1	Норія подачі зерна	АИР160S8	7.5	4	0.87	0.55
2	Шнеки	АИР100L4	4	4	0.85	0.7
3	Мішалка	АИР112M2	2.2	1	0.81	0.6
4	Дизмембратори	АИР112M4	5.5	3	0.855	0.7
5	Насоси відкачки суміші	АИР112M2	7.5	2	0.875	0.75
6	Насос відкачки суміші	АИР100S2	4	1	0.87	0.75

Визначаємо встановлену потужність освітлення згідно виразу (2.5):

$$\text{I- поверх } P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 9,4 \cdot (10 \cdot 10) = 0,94 \text{ кВт},$$

де $P_{нум} = 9,4 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 10 \cdot 10 = 100 \text{ м}^2.$$

Розрахунок освітлення III поверху приміщення проводимо аналогічно.

Визначаємо розрахункове активне навантаження на вводі згідно (2.1):

$$P_p = \frac{P_{ycm} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{ycm} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = 2 \cdot \frac{7,5 \cdot 0,5 \cdot 0,55}{0,87 \cdot 0,5} + \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 0,7}{0,85 \cdot 0,5} + \frac{7,5 \cdot 0,55}{0,87} + 3 \cdot \frac{4 \cdot 0,7}{0,85} + \frac{2,2 \cdot 0,6}{0,81} + \frac{5,5 \cdot 0,75}{0,855} + \frac{7,5 \cdot 0,75}{0,875} + 2 \cdot 0,094 = 42,13 \text{ кВт}.$$

Насоси відкачки меленої суміші № 2,3 не враховуємо, вони є резервними.

Норию № 4 подачі зерна не враховуємо, вона є резервна.

Дизмембратори № 2,3 не враховуємо, вони резервні.

Визначаємо повну розрахункову потужність згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{42,13}{0,75} = 56,17 \text{ кВА}.$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{\text{вдб}}}{P_3}$, яке рівне $\frac{53,7}{55,58} = 0,96$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,75$.

2.1.5 Визначення електричного навантаження на вводі в підробне відділення (млини)

Дані, які потрібні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД, %	Кз
1	Млини	АИР250М2	90	3	0.93	0.75

Встановлена потужність освітлення визначається згідно виразу (2.5):

$$\text{II- поверх } P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 9,4 \cdot (10 \cdot 10) = 0,94 \text{ кВт},$$

де $P_{нум} = 9,4 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 5 \cdot 6 = 30 \text{ м}^2.$$

Розрахункове активне навантаження на вводі визначаємо згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = \frac{90 \cdot 0,75}{0,93} + 0,94 = 73,52 \text{ кВт}.$$

Млини № 2,3, не враховуємо, вони є резервними.

Повну розрахункову потужність визначаємо згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{73,52}{0,75} = 98 \text{ кВА}.$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{90}{90,94} = 0,98$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,75$.

2.1.6 Визначення електричного навантаження на вводі в варочне відділення

Дані, які необхідні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД, %	Кз
1	Мішалка	АИР160S8	7.5	2	87	0.55
2	Насос відкачки суміші маси	АИР100L2	5.5	2	88	0.75
3	Насос подачі води для миття бродильних чанів	АИР100L2	5.5	2	88	0.75
4	Насос подачі води для охолодження холодильника.	АИР100S2	4	1	87	0.75
5	Вакумний насос збагачення вуглекислотою.	АИР112M2	7.5	1	87.5	0.75

Встановлену потужність освітлення визначаємо згідно виразу (2.5):

$$I - \text{поверх } P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 17 \cdot (10 \cdot 20) = 3,4 \text{ кВт},$$

де $P_{нум} = 17 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 10 \cdot 20 = 200 \text{ м}^2.$$

Розрахунок освітлення II- III поверху приміщення проводимо аналогічно.

Розрахункове активне навантаження на ввіді визначаємо згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = 2 \cdot \frac{7,5 \cdot 0,55}{0,87} + \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 0,55}{0,87 \cdot 0,5} + \frac{7,5 \cdot 0,55}{0,875} + \frac{5,5 \cdot 0,75}{0,88} + \frac{5,5 \cdot 0,5 \cdot 0,55}{0,88 \cdot 0,5} + 3 \cdot 3,4 = 34,61 \text{ кВт}.$$

Насоси відкачки суміші № 2 не враховуємо, він є резервним.

Повну розрахункову потужність визначаємо згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{34,61}{0,80} = 43,26 \text{ кВА},$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{37,5}{47,7} = 0,78$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,80$.

2.1.7 Визначення електричного навантаження на ввіді в компресорне відділення

Дані, які необхідні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД, %	Кз
1	Компресор	АИР250М8	45	2	92.5	0.6

Встановлену потужність освітлення визначаємо, згідно виразу (2.5):

$$P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 9,4 \cdot (12 \cdot 6) = 0,677 \text{ кВт}$$

де $P_{нум} = 9,4 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 12 \cdot 6 = 72 \text{ м}^2.$$

Розрахункове активне навантаження на вводі визначаємо згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = \frac{45 \cdot 0,6}{0,925} + 0,677 = 29,867 \text{ кВт}.$$

Компресор № 2 не враховуємо, оскільки він резервний.

Повна розрахункова потужність визначається згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{29,867}{0,75} = 39,82 \text{ кВА}$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$ яке рівне $\frac{45}{45,677} = 0,98$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,75$.

2.1.8 Визначення електричного навантаження на вводі в котельню

Дані, які необхідні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість шт	ККД, %	Кз
1	2	3	4	5	6	7
1	Вентилятори котлів	АИР200L6	30	3	90	0.65

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5	6	7
2	Димосос котла ДКВР-6.5	АИР200L6	30	1	90	0.65
3	Димосос котла ДКВР-10	АИР250S6	45	1	92.5	6.5
4	Димосос котла ДЭ-16	АИР250M6	55	1	92.5	6.5
5	Живильний насос котлів 1.2	АИР160S2	15	2	90	7.0
6	Живильний насос котлів 3	АО-81-2	40	1	89	7.0
7	Насос подачі драпірованої води на апаратне відділення.	АИР90L2	3	1	84.5	7.0
8	Соляна мішалка.	АИР132S8	4	1	83	6.0
9	Соляні насоси 1,2.	АИР100S4	3	2	82	7.0
10	Живильні насоси діаратора 1,2.	АИР100L4	4	2	85	7.0
11	Вентилятори вигризки сировини.	АИР180M2	30	1	91.5	7.5
12	Вібратор	АИР71B2	1.1	1	79	6.0

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5	6	7
13	Норія	АИР71В2	1.1	1	79	6.0
14	Шнеки 1,2.	АИР71В2	1.1	2	79	6.0
15	Компресор	АИР160S4	15	2	90	7.0

1. Встановлена потужність освітлення визначається згідно виразу (2.5):

$$P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 5,5 \cdot (14 \cdot 38) = 3 \text{ кВт},$$

де $P_{нум} = 5,5 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 14 \cdot 38 = 532 \text{ м}^2.$$

2. Розрахункове активне навантаження на вводі визначаємо згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_z}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_z}{\eta \cdot 0,5} = \frac{30 \cdot 0,65}{0,90} + \frac{55 \cdot 0,65}{0,925} + \frac{15 \cdot 0,7}{0,90} + \frac{3 \cdot 0,7}{0,845} + \frac{4 \cdot 0,7 \cdot 0,1}{0,845 \cdot 0,5} + \frac{3 \cdot 0,7 \cdot 0,1}{0,83 \cdot 0,5} + \frac{4 \cdot 0,7}{0,85} + \frac{30 \cdot 0,75 \cdot 0,3}{0,915 \cdot 0,5} + 4 \cdot \frac{1,1 \cdot 0,6 \cdot 0,12}{0,79 \cdot 0,5} + \frac{15 \cdot 0,7}{0,90} + 3 = 96 \text{ кВт},$$

При розрахунку активного навантаження котельні рахуємо навантаження одного з трьох котлів, який має більшу потужність. Оскільки котли разом не працюють, також не враховуємо ряд насосів, тому що вони знаходяться в очікуючому режимі, тобто вони є резервними (соляний насос №2, живильний насос діаратора №2, живильні насоси котла №2,3).

3. Повна розрахункова потужність визначається згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{96}{0,75} = 128 \text{ кВА}.$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{93}{96} = 0,96$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,75$.

2.1.9 Визначення електричного навантаження на вводі в приміщення майстерні гаража

Дані, які необхідні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.9.

Таблиця 2.9-Перелік обладнання і його технічні дані

№ з/п	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД, %	K_3
1	Токарний станок	АИР132S4	7.5	1	87.5	7.5
2	Токарний станок	АИР132М4	11	1	87.5	7.5
3	Свердлильний станок	АИР90L4	2.2	1	81	6.5
4	Свердлильний станок	АИР112М4	5.5	1	85.5	7.0
5	Заточний станок	АИР132S4	7.5	1	87.5	7.5
6	Зварювальні апарати		15	4		1.0

Встановлена потужність освітлення визначається, згідно виразу (2.5):

$$P_{осв} = P_{нм} \cdot S = 5,5 \cdot (50 \cdot 12) = 3,3 \text{ кВт},$$

де $P_{нм} = 5,5 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 50 \cdot 12 = 600 \text{ м}^2.$$

Розрахункове активне навантаження на вводі в майстерню і гараж визначається згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = 2 \cdot \frac{7,5 \cdot 0,75 \cdot 0,3}{0,87 \cdot 0,5} + \frac{11 \cdot 0,75 \cdot 0,1}{0,875 \cdot 0,5} + \frac{2,2 \cdot 0,65 \cdot 0,1}{0,81 \cdot 0,5} + \frac{5,5 \cdot 0,7 \cdot 0,1}{0,855 \cdot 0,5} + 4 \cdot \frac{15 \cdot 1 \cdot 0,3}{0,8 \cdot 0,5} + 3,3 = 26 \text{ кВт}.$$

Повна розрахункова потужність визначається згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{26,1}{0,79} = 33 \text{ кВА}.$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{22,8}{26,1} = 0,87$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,79$.

2.1.10 Визначення електричного навантаження на вводі в щит управління свердловинами №2-3

Дані, які необхідні для проведення розрахунків заносимо в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД, %	Кз
1	Щит управління свердловинами №2-3.	АИР180М2	30	1	91,5	7,5
		АИР160М2	18,5	1	90,5	7,0

Розрахункове активне навантаження на вводі в щит свердловин №2-3 визначається згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = \frac{30 \cdot 0,75}{0,915} + \frac{18,5 \cdot 0,7 \cdot 0,8}{0,925 \cdot 0,5} = 47 \text{ кВт}.$$

Повна розрахункова потужність визначається, згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{47}{0,75} = 62,2 \text{ кВА}.$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{47}{47} = 1$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,75$.

2.1.11 Визначення електричного навантаження на вводі в бродильне відділення

Дані, які необхідні для проведення розрахунків заносимо в табл. 2.11.

Таблиця 2.11-Перелік обладнання і його технічні дані

з/п	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД %	К _з
1	Мішалки	АИР160М8	11	1	87.5	6.0
2	Насоси подачі браги на апарат	АИР100L2	5.5	1	88	7.5
3	Насоси для перемішування і перекачки бражки	АИР180М4	30	2	92	7.0
4	Насоси	АИР90L2	3	2	84.5	7.0
5	Вакумний насос	АИР160S2	15	1	90	7.0
6	Мішалки	АИР132М8	5.5	5	83	6.0
7	Мішалка	АИР112М8	2.2	1	76.5	6.0

Встановлена потужність освітлення визначається згідно виразу (2.5):

$$P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 17 \cdot (30 \cdot 12) = 6,12 \text{ кВт},$$

де $P_{нум} = 17 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 30 \cdot 12 = 532 \text{ м}^2.$$

Розрахункове активне навантаження на вводі в бродильне відділення визначається згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = 1 \cdot \frac{7,5 \cdot 0,75 \cdot 0,3}{0,875 \cdot 0,5} + \frac{11 \cdot 0,75 \cdot 0,1}{0,875 \cdot 0,5} + \frac{2,2 \cdot 0,65 \cdot 0,1}{0,81 \cdot 0,5} + \frac{5,5 \cdot 0,7 \cdot 0,1}{0,855 \cdot 0,5} + 4 \cdot \frac{15 \cdot 1 \cdot 0,3}{0,8 \cdot 0,5} + 3,3 = 26 \text{ кВт.}$$

Повна розрахункова потужність визначається, згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{89,70}{0,75} = 119,6 \text{ кВА.}$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{83,58}{89,70} = 0,93$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4], $\cos \varphi = 0,75$.

2.1.12 Визначення електричного навантаження на вводі в зливне відділення і спиртопідвал

Дані, які необхідні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість, шт	ККД, %	Кз
1	Спиртові насоси	АИР112М2	7.5	4	87.5	7.5

Встановлену потужність освітлення визначаємо згідно виразу (2.5):

$$P_{осв} = P_{ншт} \cdot S = 9,4 \cdot (12 \cdot 12) = 1,4 \text{ кВт,}$$

де $P_{ншт} = 9,4 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 12 \cdot 12 = 144 \text{ м}^2.$$

Розрахункове активне навантаження на вводі визначається згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = 4 \cdot \frac{7,5 \cdot 0,75 \cdot 0,2}{0,875 \cdot 0,5} + 1,4 = 11,7 \text{ кВт.}$$

Компресор № 2 не враховуємо, оскільки він резервний.

Визначаємо повну розрахункову потужність згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{11,7}{0,77} = 15,2 \text{ кВА.}$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{10,3}{11,7} = 0,88$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,77$.

2.1.13 Визначення електричного навантаження на ввіді в апаратне відділення

Дані, які потрібні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	К-сть, шт	ККД, %	Кз
1	2	3	4	5	6	7
1	Насоси відкачки сивухи	АИР100L2	5.5	2	88	7.5
2	Насос перекачки спирту.	АИР90L2	3	1	88.4	7.0
3	Насос відкачки сивухи в ємкості.	АИР100S2	4	1	87	7.5
4	Насос відкачки води після охолодження	АИР90L2	3	2	88	7.5
5	Оборотні насоси води.	АИР90L2	3	2	88	7.5

Встановлена потужність освітлення, для першого поверху апаратного відділення (аналогічно розраховуємо для 2-8 поверхів) визначається згідно

(2.5):

$$P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 17 \cdot (13 \cdot 20) = 4,5 \text{ кВт},$$

де $P_{нум} = 17 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 13 \cdot 20 = 260 \text{ м}^2.$$

Розрахункове активне навантаження на вводі визначається, згідно виразу

(2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = 2 \cdot \frac{5,5 \cdot 0,75 \cdot 0,2}{0,88 \cdot 0,5} + \frac{3 \cdot 0,7}{0,884} + \frac{4 \cdot 0,75}{0,87} + 4 \cdot \frac{3 \cdot 0,75 \cdot 0,2}{0,88 \cdot 0,5} + 8 \cdot 4,5 = 49,7 \text{ кВт}.$$

Повна розрахункова потужність визначається згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{49,7}{0,86} = 57,8 \text{ кВА}.$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{13,7}{49,7} = 0,27$, знаходимо $\cos \varphi$ згідно [4] $\cos \varphi = 0,86$.

2.1.14 Визначення електричного навантаження на вводі в адміністративне приміщення

Дані, які потрібні для проведення розрахунків вносимо в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 - Перелік обладнання та його технічні дані

№	Назва обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	К-сть, шт	ККД, %	Кз
1	2	3	4	5	6	7
1	Жарочна шафа трьох секційна.		13	1	80	1

Продовження таблиці 2.14

1	2	3	4	5	6	7
2	Електрична плита		6.6	2	0.75	1
3	Побутовий холодильник		0.7	3		
4	Електричний бойлер		1.5	1		1
5	Витяжний вентилятор	АИР80А4	1.1	1	75	5.5
6	Оргтехніка адміністративного приміщення		0.8	4		

Встановлена потужність освітлення, першого поверху адміністративного приміщення і також аналогічно розраховуємо для 2-3 поверхів, визначається згідно виразу (2.5):

$$P_{осв} = P_{нум} \cdot S = 4,5 \cdot (14 \cdot 26) = 1,6 \text{ кВт},$$

де $P_{нум} = 4,5 \text{ Вт} / \text{м}^2$ згідно [5];

$$S = 14 \cdot 26 = 364 \text{ м}^2.$$

Розрахункове активне навантаження на вводі визначається, згідно виразу (2.1):

$$P_p = \frac{P_{уст} \cdot K_3}{\eta} + \frac{P_{уст} \cdot t \cdot K_3}{\eta \cdot 0,5} = \frac{13 \cdot 0,1 \cdot 0,5}{0,8 \cdot 0,5} + 2 \cdot \frac{6,6 \cdot 0,1 \cdot 0,5}{0,75 \cdot 0,5} + 3 \cdot 0,7 + 1,5 + \frac{1,1 \cdot 0,55 \cdot 0,5}{0,75 \cdot 0,5} + 4 \cdot 0,8 + 3 \cdot 1,6 = 17,8 \text{ кВт}.$$

Повна розрахункова потужність визначається згідно виразу (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} = \frac{17,8}{0,81} = 22 \text{ кВА}.$$

Виходячи із співвідношення $\frac{P_{удв}}{P_3}$, яке рівне $\frac{13}{17,8} = 0,73$, знаходимо $\cos \varphi$

згідно [4] $\cos \varphi = 0,81$.

2.1.15 Визначення загальної розрахункової потужності підприємства

Результати розрахованих навантажень заносимо в табл. 2.15.

Таблиця 2.15- Перелік приміщень та їх повна потужність.

№/	Назва приміщення	S _p , кВА
1	2	3
1	Насосна №1	41
2	Насосна №2	33.1
3	Насосна №3	9.64
4	Підробне відділення	56.17
5	Млини	98
6	Варочне відділення	43.26
7	Компресорне відділення.	39.82
8	Котельня	128
9	Майстерня гараж	33
10	ЩУ – свердловинами № 2 -3.	62.6
11	Бродильне відділення	119.6
12	Зливне відділення спиртопідвал	15.2
13	Апаратне відділення	57.8
14	Адміністративне приміщення.	22
15	Всього	759.19

2.2 Розрахунок площі поперечного перерізу кабельних ліній 0,4 кВ та перевірка їх на втрату напруги

Визначаємо номінальний струм споживача згідно виразу (2.6):

$$I_{\text{ном.спож}} = \frac{P_{\text{спож.}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{мер}} \cdot \cos \phi}, \quad (2.6)$$

де $P_{\text{спож}}$ – номінальна потужність споживача;

$U_{\text{мер}}$ – номінальна напруга мережі;

$\cos \phi$ – середній косинус споживача.

Перевірку січення кабелів проводимо згідно виразу:

$$I_{\text{доп.каб}} = \frac{I_{\text{роб.каб}}}{K_n}, \quad (2.7)$$

де $I_{\text{доп.каб}}$ – дані беремо з таблиці;

$I_{\text{роб.каб}}$ – дані беремо з таблиці .

K_n – поправочний коефіцієнт, для кабелів приймаємо 0.93.

$$I_{\text{доп.каб}} \geq I_{\text{роб.каб}} .$$

Перевірку на спад напруги проводимо згідно виразу:

$$U\% = \frac{P \cdot L}{C \cdot S}, \quad (2.8)$$

де P – сумарна електрична потужність, *кВт* ;

L – довжина кабелю;

C – коефіцієнт для проводів на напругу живлення 380 В:

- для алюмінієвого кабелю $C = 44$;

для мідного кабелю $C = 72$;

S – переріз кабелю.

$$U\% \leq 5\% , \quad (2.9)$$

За результатами розрахунків розділу 2.1 складаємо таблицю навантажень по РП, ЩУ, СП підприємства для виконання подальших розрахунків по перевірці кабелів живлення.

Таблиця 2.16 - Навантаження по підприємству і середній косинус

№ п/п	Об'єкт електропостачання	Потужність, кВт	Середній $\cos \varphi$	Довжина кабелю, м
1	2	3	4	5
1	РУ-0.4 кВ – ЩУ-0.4 кВ. насосна №1	31	0.75	30
2	РУ -0.4 кВ – СП – 0.4 кВ. Насосна і прохідна підприємства	25.5	0.77	44
3	РУ -0.4 кВ – ЩУ – 0.4 кВ. Млинами.	73.5	0.75	120
4	РУ -0.4 кВ – ЩУ- 0.4 кВ. Компресора.	30	0.75	250
5	РУ -0.4 кВ – ЩУ- 0.4 кВ. Свердловини № 2-3.	47	0.75	50
6	РУ -0.4 кВ – РП- 0.4 кВ. Котельня, мех. майстерня, гараж.	122.1	0.77	180
7	РУ -0.4 кВ – РП- 0.4 кВ. Завода.	74.8	0.78	160
8	РУ -0.4 кВ – РП-0.4 кВ. Бродильне відділення.	103	0.76	235
9	РУ -0.4 кВ – СП-0.4 кВ. Матеріальний склад	11.7	0.75	120

Проводимо розрахунок по першому кабелю живлення ЩУ – 0.4 кВ.
Насосна №1. Вихідні дані беремо з табл. 2.16.

1. Визначаємо номінальний струм споживача по формулі:

$$I_{\text{ном.спож}} = \frac{P_{\text{спож.}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{мер}} \cdot \cos \phi} = \frac{31}{1.73 \cdot 0.38 \cdot 0.75} = 62,8 \text{ A.}$$

2. Перевірку січення кабелю проводимо згідно виразу:

$$\text{- умова } I_{\text{доп.каб.}} \geq \frac{I_{\text{роб.каб.}}}{K_n} = \frac{62.8}{0.93} = 67.5 \text{ A.}$$

$$\text{- умова } I_{\text{доп.каб.}} \geq I_{\text{роб.каб.}} \cdot 1.37 \text{ A} \geq 67.5 \text{ A.}$$

3. Перевірку на спад напруги проводимо згідно виразу:

$$U\% = \frac{P \cdot L}{C \cdot S} = \frac{31 \cdot 30}{44 \cdot 50} = 0.42\%$$

$$\text{- умова } U\% \leq 5\% = 0.42\% \leq 5\%$$

За даними розрахунків умови на втрати напруги і допустимо тривалий струм навантаження виконуються. Кабель живлення насосної №1 відповідає умовам перевірки. Дані розрахунків заносимо в таблицю 2.17. Наступні кабелі живлення перевіряємо аналогічно, як перший кабель і заносимо в табл. 2.17[15].

Таблиця 2.17 - Перевірка кабелів живлення на втрати напруги і допустимий тривалий струм навантаження.

№ кабелю	Марка кабелю	Струм кабелю	Струм навантаження кабелю	Діючий, %	Допустимий, %
1	АВВГ3х50+1х25		$137\text{A} \geq 67.5\text{A}$		$0.42\% \leq 5\%$
2	АВВГ3х50+1х25		$137\text{A} \geq 54.1\text{A}$		$0.50\% \leq 5\%$
3	АВВГ3х150+1х75		$255\text{A} \geq 160.2\text{A}$		$1.3\% \leq 5\%$
4	ААШВ 3х95		$197\text{A} \geq 62\text{A}$		$1.8\% \leq 5\%$
5	АВВГ3х50+1х25		$137\text{A} \geq 97.2\text{A}$		$1\% \leq 5\%$
6	АВВГ3х150+1х75		$255\text{A} \geq 246.1\text{A}$		$3.3\% \leq 5\%$
7	АВВГ3х150+1х75		$255\text{A} \geq 148.7\text{A}$		$1.8\% \leq 5\%$
8	АВВГ3х150+1х75		$255\text{A} \geq 210.3\text{A}$		$3.6\% \leq 5\%$
9	АВВГ3х50+1х25		$137\text{A} \geq 24.2\text{A}$		$0.63\% \leq 5\%$

За результатами розрахунків як видно з таблиці 2.17.існуючі кабелі живлення РП – 0.4кВ, ЩУ – 0.4кВ, СП – 0.4кВ підприємства відповідають умовам перевірки.

2.3 Розрахунок поперечного перерізу проводів ПЛ-10 кВ

Поперечний переріз проводів ПЛ-10 кВ визначається , згідно виразу:

$$F_{en} = \frac{I_{\max}}{J_{ek}}, \text{мм}^2, \quad (2.10)$$

де F_{en} – економічна площа поперечного перерізу проводів, мм^2 ;

I_{\max} – максимальний струм, A ;

J_{ek} – економічна густина струму, $A / \text{мм}^2$.

Визначимо максимальний струм ділянки згідно виразу (2.11):

$$I_{\max} = \frac{S_t}{\sqrt{3} * U_n}, A, \quad (2.11)$$

де S_t – потужність силового трансформатора, кВт ;

U_n – номінальна напруга лінії, кВ .

$$I_{\max} = \frac{800}{\sqrt{3} * 10} = 46,24 A.$$

Площа поперечного перерізу проводів ПЛ-10 кВ визначається, згідно виразу (2.10):

$$F_{en} = \frac{46,24}{1,3} = 65,5 \text{мм}^2.$$

Економічну густину струму вибираємо $J_{ek} = 1,3$, тривалість використання максимального навантаження до 3000 год / рік.

Вибираю провід для ПЛ – 10кВ АС – 70 з площею поперечного перерізу 70мм^2 .

Параметри проводу АС–70 показано в табл. 2.18.

Таблиця 2.18. Характеристика проводу марки АС–70

Номинальний переріз, мм	Розрахунковий переріз, мм ²		Кількість і діаметр жил, мм		Розрахунковий діаметр, мм		Електричний опір r_0 при 20°C, Ом/мм	Розрахункова маса проводу, кг/км
	Алюмінієвої частини	Стальної частини	Алюмінієвої частини	Стальної частини	Проводу	Стального осердя або троса		
70/11	68,0	11,3	6×3,80	1×3,80	11,4	3,8	0,429	276

Вибраний мною провід відповідає всім вимогам та умовам.

2.4 Вибір типу ТП та місце її встановлення

Споживчі трансформаторні підстанції 10/0,4 кВ призначені для живлення розподільчих ліній напругою 0,4 кВ, в переважній більшості випадків трифазних чотирьохпровідних з заземленою нейтраллю.

Для підвищення надійності електропостачання ферми ВРХ вибираємо закриту трансформаторну підстанцію (ЗТП) з двома силовими трансформаторами і чотирма вводами повітряних ліній 10 кВ.

В ЗТП рекомендується встановлювати трансформатори однакової потужності [7].

Технічні дані силового трансформатора приводимо в табл. 2.19.

Таблиця 2.19 - Технічні дані силового трансформатора T1

Тип трансформатора	Номинальна потужність		Поєднання напруг	Сума і група з'єднань обмоток	Втрати			Напруга K_3	Сума холостого ходу	Опір Z_n трансформатора приведений до напруги 0,4 кВ, Ом	
					холостого ходу		K_3			Прямої послідовності	При однофазному К.З
					Рівень А	Рівень Б					
ТМ-630	10	0,4	$\Delta/Y - 11$	1310	8500	5900	5,5	2,0	0,018	0,066	

Другий трансформатор вибираємо аналогічно. Технічні дані заносимо в табл. 2.20.

Таблиця 2.20 - Технічні дані силового трансформатора T2

Тип трансформатора	Номинальна потужність		Поєднання напруг	Сума і група з'єднань обмоток	Втрати			Напруга K_3	Сума холостого ходу	Опір Z_n трансформатора приведений до напруги 0,4 кВ, Ом	
					холостого ходу		K_3			Прямої послідовності	При однофазному К.З
					Рівень А	Рівень Б					
ТМ-630	10	0,4	$\Delta/Y - 11$	1310	8500	5900	5,5	2,0	0,018	0,066	

Компоновка трансформаторної підстанції

Трансформаторна підстанція закритого типу передбачає двостороннє живлення від повітряних ліній електропередач напругою 10 кВ, також згідно схеми електричних з'єднань передбачається дві прохідні повітряні лінії на напругу 10 кВ.

В трансформаторній підстанції встановлюємо два силових трансформатори типу ТМ–630/10, з високої сторони обладнано розподільчий пристрій на 10 кВ, який комплектується комірками у вигляді металевих шаф типу КСО – 366, КСО – 286. В цих комірках вбудована комутуюча, захисна та інша апаратура.

Розподільчий пристрій складається із десяти шаф, в яких монтується два вводи, два трансформатора власних потреб, секційні вимикачі і роз'єднувачі. З низької сторони від трансформаторної підстанції монтується розподільчий пристрій на 0,4 кВ, він монтується розподільчим щитом серії ЩО – 70М.

Щити на 0,4 кВ секціонуються рубильником, на шинах 0,4 кВ для захисту від атмосферних перенапруг встановлюються розрядники типу РВН – 0,5. Зі сторони 10 кВ встановлюються розрядники типу РВО – 10.

Для підключення лічильників активної енергії на шинах 0,4 кВ встановлені три однофазні трансформатори струму типу ТК.

Для підстанції закритого типу використовують типову схему, яку застосовують для підстанції 10/0,4 кВ, з двома трансформаторами сільськогосподарського електропостачання [7].

2.5 Розрахунок струмів короткого замикання

Розрахунок струмів короткого замикання необхідний для вибору апаратури і перевірки елементів електроустановок (шин, ізоляторів) на електродинамічну і термічну стійкість, проектування релейного захисту, вибору засобів і схем грозозахисту, вибору і розрахунку струмообмежуючих і заземлюючих пристроїв.

Розрахунок трифазних струмів короткого замикання ведемо методом відносних одиниць. При розрахунку у відносних одиницях всі величини визначають у частках від базисних величин, узятих за одиниця вимірювання в якості основних (базисних) [8].

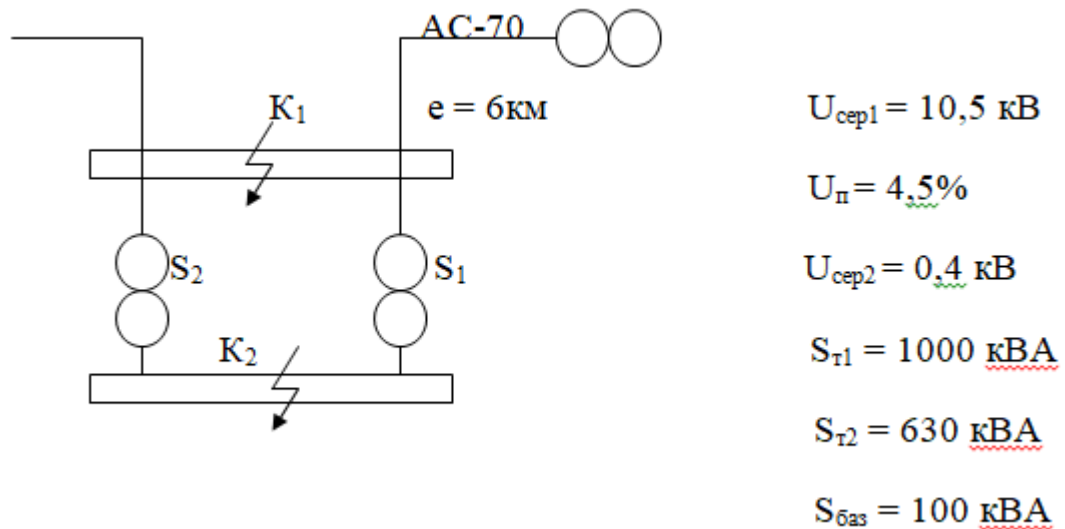


Рисунок 2.1 - Схема електропостачання

Для розрахунку струмів короткого замикання спочатку складаємо схему заміщення, в якій позначаємо всі елементи трансформаторної підстанції, що впливають на силу струмів короткого замикання, ці елементи позначаємо опорами.

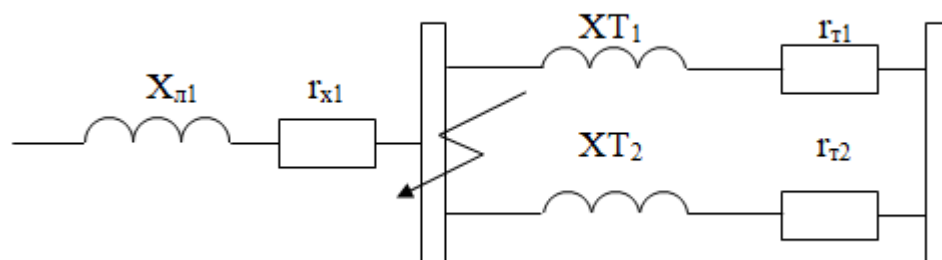


Рисунок 2.2 - Розрахункова схема заміщення

1. Визначаємо активний опір лінії 10 кВ згідно виразу (2.12):

$$r_{л} = r_0 L \frac{S_{\sigma 1}}{U_{ср1}^2}, \text{ Ом}, \quad (2.12)$$

де r_0 – питомий опір (активний) лінії довжиною 1 км, $\text{Ом}/\text{км}$, згідно [4]

$$r_0 = 1,33 \text{ Ом}/\text{км};$$

L – довжина лінії 10 кВ, км ;

$S_{\sigma 1}$ – базисна потужність, 100 кВА ;

$U_{ср1}$ – середня номінальна напруга ступеня короткого замикання.

$$r_{л1} = 1,33 \cdot 6 \cdot \frac{100}{10,52} = 7,2 \text{ Ом}.$$

2. Визначаємо індуктивний опір лінії 10 кВ згідно виразу (2.13):

$$X_L = X_0 L \frac{S_{\sigma}}{U_{ср1}^2}, \text{ Ом}, \quad (2.13)$$

де X_0 – питомий індуктивний опір лінії 10 кВ довжиною 1 км, $\text{Ом}/\text{км}$ згідно [10], $X_0 = 0,4 \text{ Ом}/\text{км}$.

$$X_0 = 0,4 \cdot 6 \cdot \frac{100}{10,52} = 2,16 \text{ Ом}.$$

3. Визначаємо результуючий опір лінії 10 кВ згідно виразу (2.14) до точки $K1$:

$$Z_{рез} K_1 = \sqrt{r_L^2 + X_L^2} = \sqrt{7,2^2 + 2,16^2} = 7,5 \text{ Ом} \quad (2.14)$$

4. Визначаємо базисний струм в точці $K1$ згідно виразу (2.15):

$$I_{\sigma} = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{ср1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА}, \quad (2.15)$$

5. Визначаємо трифазний струм КЗ в точці $K1$ згідно виразу (2.16):

$$I_{k1} = \frac{I_{\sigma} \cdot K_1}{Z_{рез} K_1} = \frac{5,5}{7,5} = 0,73 \text{ кА} \quad (2.16)$$

6. Визначаємо ударний струм КЗ в точці $K1$ згідно виразу (2.17):

$$I_{yK_1}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K_1}^{(3)} = 1.41 \cdot 1.2 \cdot 0.73 = 1.23 \text{ кА}. \quad (2.17)$$

7. Визначаємо потужність КЗ в точці K_1 згідно виразу (2.18):

$$S_{K_1}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot U_{cp} \cdot I_{K_1}^{(3)} = 1,73 \cdot 10,5 \cdot 0,73 = 13,3 \text{ МВА}. \quad (2.18)$$

8. Визначаємо опір силового трансформатора згідно виразу (2.19):

$$Z_T = \frac{U_K \% \cdot S_{\delta}}{100 S_T} = \frac{4,5 \cdot 100}{100 \cdot 0,4} = 11,25 \text{ Ом}, \quad (2.19)$$

$Z_T = 11,25 \text{ Ом}$ – повний опір трансформатора.

Активний опір трансформатора визначаємо згідно виразу (2.20):

$$r_T = \frac{\Delta P_{K_3} S_{\delta}}{S_T^2} = \frac{5,9 \cdot 100 \cdot 10^3}{0,4^2} = 3,7 \text{ Ом}, \quad (2.20)$$

Індуктивний опір трансформатора визначаємо згідно виразу (2.21):

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - r_T^2} = \sqrt{11,25^2 - 3,7^2} = 10,6 \text{ Ом}, \quad (2.21)$$

9. Визначаємо результуючий опір точки K_2 згідно виразу:

$$r_{pT_1} = \frac{r_T \cdot r_T}{r_T + r_T} = \frac{3,7 \cdot 3,7}{3,7 + 3,7} = 1,85 \text{ Ом}; \quad (2.22)$$

$$X_{pT_2} = \frac{X_T \cdot X_T}{X_T + X_T} = \frac{10,6 \cdot 10,6}{10,6 + 10,6} = 5,3 \text{ Ом}; \quad (2.23)$$

$$X_{роз} K_2 = X_L + X_{pT} = 2,16 + 5,3 = 7,46 \text{ Ом}; \quad (2.24)$$

$$r_{pK_2} = r_n + r_p = 7,2 + 1,85 = 9,05 \text{ Ом}; \quad (2.25)$$

$$Z_{роз} K_2 = \sqrt{X_{pK_2}^2 + r_{pK_2}^2} = \sqrt{7,46^2 + 9,05^2} = 11,7 \text{ Ом}, \quad (2.26)$$

10. Визначаємо базисний струм згідно виразу (2.15):

$$I_{\delta} K_2 = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}^2} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,5 \text{ кА}.$$

11. Визначаємо трифазний струм короткого замикання згідно виразу (2.16):

$$I_{K_2}^{(3)} = \frac{I_{\sigma}^{(3)} \cdot K_2}{Z_{\sigma} \cdot K_2} = \frac{144,5}{11,7} = 12,4 \text{ кА.}$$

12. Визначаємо ударний струм КЗ згідно виразу (2.17):

$$I_{yK_2}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{K_2}^{(3)} = 1,41 \cdot 1 \cdot 12,4 = 17,5 \text{ кА,}$$

де K_y – ударний коефіцієнт [4]

$K_y = 1$ для ПЛ = 0,4 кВ ;

$K_y = 1,2$ для ПЛ – 10 кВ .

Визначаємо потужність короткого замикання в точці K_2 згідно виразу (2.18):

$$S_{K_2}^{(3)} = \sqrt{3} \cdot U_{cp2} \cdot I_{K_2}^{(3)} = 1,73 \cdot 0,4 \cdot 12,4 = 8,6 \text{ МВА,} \quad (2.18)$$

Проводимо розрахунки двофазного короткого замикання

Визначаємо струм двофазного короткого замикання:

$$I_{K_1}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{K_1}^{(3)} = 0,87 \cdot 0,73 = 0,6 \text{ кА,}$$

$$I_{K_2}^{(2)} = 0,87 \cdot I_{K_2}^{(3)} = 0,87 \cdot 12,4 = 10,8 \text{ кА.}$$

2.6 Вибір електричних апаратів для трансформаторної підстанції

Електричні апарати вибираються згідно таких умов [6]:

1. Номінальна напруга:

$$U_{н.а} \geq U_{н.вст}, \quad (2.27)$$

2. Номінальний струм:

$$I_{н.а} \geq I_{н.вст}, \quad (2.28)$$

3. Для вимикачів за можливою потужністю відключення:

$$S_a \geq S_{K_3}, \quad (2.29)$$

4. Коли електричні апарати вибрано їх перевіряють на електродинамічну дію струмів короткого замикання:

$$I_a \geq I_{y\partial}, \quad (2.30)$$

5. Для перевірки на термічну дію струму короткого замикання використовують такі умови:

$$I_{\infty}^2 t \leq I_T^2 t, \quad (2.31)$$

$$I_B = (2...3)I_H, \quad (2.32)$$

2.7 Вибір трансформаторів струму

Для того, щоб включити лічильники активної енергії на стороні 0,4кВ встановлено трансформатори струму типу ТК – 20УЗ [6].

Дані з довідникової літератури та розрахункові дані вносимо в табл. 2.21[15].

Таблиця 2.21-Технічні дані трансформатора

Довідникові дані	Розрахункові формули	Одиниці виміру	Розрахункові дані
$U_H = 0,66$	$U_H \geq U_T$	КВ	0,4
$I_{H,i} = 400$	$I_{H,i} \geq I_P$	А	361,3
$S_{H2} - 75$	$S_{H2} \geq S_P$	ВА	26,75

Лічильник типу $CA-4U-U672II$ має вторинне навантаження $24 VA$.

ТС до $1kV$ по струму КЗ не перевіряється.

Первинну обмотку трансформаторів струму вмикають у коло послідовно, а до вторинної приєднують послідовно з'єднані обмотки амперметрів, вольтметра, лічильника, реле та ін. Режим роботи трансформатора струму значно відрізняється від режиму роботи звичайного силового трансформатора.

Струм в первинній обмотці не залежить від навантаження вторинної обмотки, яка перебуває в режимі близькому до режиму короткого замикання.

2.8 Вибір вимикача навантаження

За напругою та струмом вибираємо вимикач навантаження, та перевіряємо його на електродинамічну і термічну стійкість.

Вибраний вимикач навантаження типу $BHP-16U3$ з приводом $Pr-17$, згідно [4].

Довідникові та розрахункові дані заносимо в табл. 2.22 [15].

Таблиця 2.22 - Технічні дані вимикача навантаження

Розрахункові дані	Довідникові дані
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_H = 28,9 \text{ А}$	$I_H = 200 \text{ А}$
$I_{уд}^{(3)} = 1,23 \text{ кА}$
$I_{got}^2 = 25.8 \text{ кА}^2$	$I_t^2 = 2 \text{ кА}$

2.9 Вибір розрядників

Для захисту електроустановок від індукованої перенапруги використовують розрядники. На повітряних лініях застосовують іскрові проміжки і трубчаті розрядники, а електричну апаратуру підстанцій, трансформатори та електричні машини захищають вентильними розрядниками.

При грозових розрядах у провідниках розміщених близько від місця удару блискавки, індуються імпульси атмосферної перенапруги, які дуже швидко поширюються по лініях електропередачі, проходячи величезні відстані. Електрична стійкість ізоляції залежить від тривалості дії напруги. При короткочасній дії ізоляція витримує значно більшу напругу, ніж при тривалій дії.

Для захисту ТС від атмосферних перенапруг вибираємо розрядники типу *PBO*–10 на високій стороні і *PBH* –0,5 на низькій стороні [4].

Довідникові дані занесемо в табл. 2.23.

Таблиця 2.23 - Технічні дані розрядника

Позначення	Довідникові одиниці
U_n	10 кВ
$U_{н.роб}$	26 кВ
$U_{доп}$	12,7 кВ

2.10 Вибір роз'єднувача

Для внутрішнього встановлення вибираємо роз'єднувач типу *PB3*–10/4000 [4].

Дані з довідника та розрахункові дані заносимо в табл. 2.24 .

Таблиця 2.24 - Технічні дані роз'єднувача

Розрахункові дані	Довідникові дані
$U_H = 10 \text{ кВ}$	$U_H = 10 \text{ кВ}$
$I_p = 23,1 \text{ А}$	400 А
$I_y = 1,23 \text{ кА}$	$I_s = 50 \text{ кА}$
$I \infty^2 t = 0,6 \text{ кА}$	$I^2_{\tau t} = 200 \text{ кА}$

2.11 Вибір запобіжника

Запобіжник вибирається по постійному розмикаючому струму і по селективності захисту.

Розрахункові і довідникові дані заносимо в табл. 2.25[15].

Таблиця 2.25 - Технічні дані запобіжника

Довідникові дані	Розрахункові дані	Одиниці виміру	Розрахункові формули
$U_H = 10 \text{ кВ}$	10	кВ	$U_H \geq U_p$
$I_{Hi} = 100 \text{ А}$	69,3	А	$I_{Hi} \geq I_{p, \max}$
$S_{2H} = 200$		мВА	$S_{2H} \geq S_{\text{роз}}$

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10} = 23,1 \text{ А},$$

$$I_e = (2 \dots 3) \cdot I_p = 2 \cdot 23,1 = 46,2 \text{ А},$$

$$I_g = (2...3) \cdot I_p = 3 \cdot 23,1 = 69,3 \text{ A.}$$

Вибираємо плавку вставку для запобіжника:

$$I_g = 46,2 = I_g = 75 \text{ A,}$$

$$I_g = 69,3 = I_g = 75 \text{ A.}$$

Вибираємо запобіжник серії *ПК* – 10/100.

2.12 Висновки до розділу

1. Проведений аналіз забезпечення оптимальних значень коефіцієнта потужності електроенергії підприємства на основі розрахунків силового та освітлювального обладнання відділення. Розрахункова потужність підприємства $S_p=759,19$ кВА.

2. Проведені розрахунки вибору кількості та розміщення ТП на підприємстві що дозволило забезпечити мінімальні довжини кабельних ліній на ланках 0,4 кВ та знизити втрати напруги.

3. Проведено вибір площі перерізів кабельних ліній 0,4 кВ на основі розрахунків мінімальних втрат за напругою. Вибрані кабелі живлення ЗП-0,4 кВ, ЩУ-0,4 кВ, СП-0,4 кВ відповідають умовам перевірки.

4. Доведено встановлення двох трансформаторної підстанції закритого типу з потужністю 1260 кВА.

5. Проведений вибір засобів обліку електричної енергії на стороні 0,4 кВ, що дозволило підвищити точність вимірювань.

6. Проведено вибір захисного обладнання та автоматики на основі розрахунків короткого замикання, що дозволить підвищити надійність роботи системи електропостачання підприємства.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування та вибір пристрою для компенсації реактивної потужності

Якщо до мережі приєднати компенсуючий пристрій, тоді зменшуються втрати потужності та напруги. Згідно практики, після компенсації коефіцієнт потужності знаходиться в межах від 0,93 до 0,99.

При передаванні реактивної потужності з енергосистеми до споживачів виникають додаткові втрати активної потужності в елементах системи електропостачання та втрати в мережах живлення. Для зниження цих втрат біля споживачів встановлюють додаткові джерела реактивної потужності (конденсатори).

Компенсація РП буває:

- Одиначна компенсація;
- Групова компенсація;
- Централізована компенсація.

Для того, щоб вибрати конденсаторну установку потрібна потужність конденсаторів:

$$Q_c = P \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2), \quad (3.1)$$

де $tg\varphi_1$ – коефіцієнт потужності споживача (до встановлення КП);

$tg\varphi_2$ – коефіцієнт потужності (після встановлення КП).

Вибираємо контролер для регулювання реактивної потужності типу DCRK фірми LOVATO. І на основі даного контролера розробляємо пристрій компенсації реактивної потужності підприємства ДП Шпанівській експереметальний завод харчових екстрактів.

3.2 Технічна характеристика приладу компенсації реактивної потужності

Технічна характеристика та опис приладу компенсації реактивної потужності знаходиться в додатку 1.

3.3 Розробка принципової електричної схеми пристрою

Принципові електричні схеми складають на основі технологічних і функціональних схем автоматизації.

Схема управління конденсаторною установкою має наступні режими.

- ручний режим, який здійснює керування схемою за допомогою органів керування, що знаходяться на панелі управління;

- ручний режим, що здійснюється за допомогою автоматичного програматора;

- автоматичний режим.

1. ручний режим.

Ручний режим дозволяє керувати конденсаторною установкою в випадку виходу з ладу автоматичного регулятора. Для включення ручного режиму необхідно перемикач SB перевести в положення «Ручний режим».

При цьому спрацюють реле ручного режиму KL 01 - KL 04, які підготовляють схему для виконання функцій в режимі ручного управління. Нормально закритий контакт реле KL 03.1 розірве провід – автоматичного режиму з проводом 9, а також підготує кола проміжне реле KL1— KL7 до включення і розірве кола управління з автоматичного регулятора. Нормально відкритий контакт KL 03.2 подає напругу на провід 8, схема готова до включення ступенів регулювання. Розглянемо роботу схеми на I ступені регулювання. Для включення I ступені регулювання необхідно перевести перемикач SB 1 в положення «ВКЛ». По колу проводів в контакт SB1.1, контакт реле KL01.2, котушки KL1, замкнуті контакти KM1 і KL03.4

включиться реле KL1. Проміжне реле KL1 своїми контактами KL1.1 запустить реле часу включення КТ. З витримкою часу реле КТ подає напругу на провід 9 і через замкнуті контакти KL1.2 включиться контактор КМ1 який подає напругу на I ступінь регулювання. Відключення ступені перемикачем SB1. Включення і відключення наступних ступенів регулювання виконуються аналогічно. Реле часу КТ дає витримку часу при повторному включенні ступені (час розряду конденсаторів).

2. Управління конденсаторною установкою за допомогою регулятора. Для управління за допомогою програматора необхідно перемикач SB перевести в режим « Автоматичне регулювання».

2.1. Ручне і автоматичне:

Ручне і автоматичне управління детально описано в інструкції по експлуатації програматора. В режимі автоматичного регулювання реле KL01 – KL04 і КТ знеструмлені. Приклад роботи I ступеня регулювання в ручному або автоматичному режимі.

3. Програматора.

При виході сигналу на ввімкнення I ступені по колу проводів I закритий контакт реле KL01.1 котушка KL1 замкнутий контакт КМ1, KL03.4 включиться проміжне реле KL1, яке своїми контактами KL1.2 включить контактор КМ2.

3.4 Розрахунок конденсаторних установок

Розрахунок потрібної реактивної потужності конденсаторного пристрою для компенсації реактивної потужності підприємства проводимо по методичним вказівкам, які додаються до приладу компенсації реактивної потужності.

P – діюча потужність системи.

$\cos \varphi_0$ – $\cos \varphi$ – системи без компенсації реактивної потужності.

$\cos \varphi_1$ – потрібний $\cos \varphi$.

Q_c – реактивна потужність системи компенсації коефіцієнта потужності, яку потрібно встановити.

$K = \cos \varphi_0 - \cos \varphi_1$ - ці дані вираховуються з таблиці, яка приводиться нижче.

Коефіцієнт K , на який множиться ефективна енергія, що використовується в kW , для вирахування $kVar$, необхідного для компенсації коефіцієнта потужності ($\cos \varphi_0$ – вихідний PF , $\cos \varphi_1$ - допустимий PF з компенсацією). Рекомендований $\cos \varphi = 0,95$ [9].

Приклад розрахунку

Активна потужність двигуна: $P = 100 kW$.

Діючий $\cos \varphi = 0.61$.

Потрібний $\cos(\varphi) = 0.96$.

Коефіцієнт K з таблиці 1.01.

Необхідна реактивна потужність ($kVar$) $= 100 \times 1,01 = 101 kVar$.

Проводимо розрахунок пристрою компенсації реактивної потужності для підприємства. Вихідні дані беремо з табл. 2.

Загальна потужність підприємства:

$$P = 516 kW.$$

Середній $\cos \varphi$ по підприємству становить 0.75 :

$$\cos \varphi_0 = 0,75.$$

Потрібний $\cos \varphi_1$ для підприємства:

$$\cos \varphi_1 = 0,98.$$

Згідно розрахункових таблиць находимо коефіцієнт K :

$$K = 0,679.$$

Необхідна розрахункова потужність ($kVar$)

$$519 \times 0,679 = 352,4 kVar.$$

За розрахункам необхідна потужність, пристрою для компенсації реактивної потужності для даного підприємства становить 352.4 кВАр .

Так, як на підприємстві є пристрій для компенсації реактивної потужності, який потребує капітального ремонту, можемо залишити силові конденсатори і використати для модернізації пристрою компенсації реактивної потужності, для того щоб зменшити собівартість на модернізацію пристрою. Старий пристрій компенсації реактивної потужності був змонтований двох шафах, для подальшої модернізації немає необхідності міняти шафи. В таблиці 3.1 приводимо перелік існуючих силових конденсаторів, які є на підприємстві.

Таблиця 3.1- Перелік силових конденсаторів

№	Потужність батареї (кВАр)	Струм батареї
C1	33.5	45.5А.
C2	33.6	45.3А
C3	33.8	45.6А.
C4	38.2	51.7А
C5	26.6	35.9А
C6	26.8	36.2А
C7	38.9	52.5А
C8	49.3	66.5А
C9	40.2	54.2А.
C10	49.7	67.1А.
Всього	370.6 кВАр	500.5А

З таблиці 3.1 ми бачимо, що на підприємстві є необхідна кількість силових конденсаторів необхідної потужності для модернізації пристрою компенсації реактивної потужності підприємства.

Згідно інструкції до приладу типу DCRK для автоматичного регулювання реактивної потужності потрібні силові конденсатори розмістити по ступенях регулювання, щоб виконувалася кратність; тобто 1ст.-10кВАр, а 2ст. 20кВАр. і

так далі, та розмістити їх в існуючих шафах №1,№2. Для цього складаємо таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Розміщення силових конденсаторів по ступенях регулювання

№ ступені	Потужність батареї (кВАр)	Струм батареї	Шафа
1	2	3	4
1ст.	C1-33.5	45.2	№1
2ст.	C2 – 33.6	45.3	№1
3ст.	C3 – 33.8	45.6	№1
6ст.	C6/1- 38.9	52.5А.	№1
6ст.	C6/2 – 49.3	66.5А	№1
1	2	3	4
7ст.	C7/1- 40.3	54.2А	№1
7ст.	C7/2 – 49.7	67.1А	№1
Всього по шафі № 2.	279.1кВАр	376.4А.	
4ст.	C4 – 38.2	51.7А	№2
5ст.	C5/1 – 26.6	35.9А	№2
5ст.	C5/2 -26.8	36.2А	№2
Всього по шафі № 1.	91.6кВАр.	123.8А.	

Вибираємо автомати захисту на шафи №1- №2.

Вибираю автомат захисту на шафу №1.

$$U_{авт.} \geq U_{мер.} 380 = 380 \text{ В.}$$

$$I_{н.авт} \geq 1.1(\text{спож}). 160 > 123.8$$

$$I_{т.р.} \geq 1.1(\text{спож}) 160 > 123.8$$

$$I_{н.авт.} \geq I_{т.р.} 160 > 150$$

$$I_{н.авт.} < I_{доп.каб.} 160 < 179$$

Остаточно для шафи №1 вибираю автоматичний вимикач типу ВА2004/160 на номінальну силу струму 160А.

Вибираю автомат захисту на шафу №2.

$$U_{авт.} \geq U_{мер.} 380 = 380 \text{ В.}$$

$$I_{н.авт} \geq 1.1(\text{спож}). 400 > 376.4$$

$$I_{т.р.} \geq 1.1(\text{спож}) 400 > 376.4$$

$$I_{н.авт.} \geq I_{т.р.} 400 = 400$$

$$I_{н.авт.} < I_{доп.каб.} 400 < 432$$

Остаточно для шафи №2 вибираю автоматичний вимикач типу ВА2004 / 400 на номінальну силу струму 400 А.

Вибираємо силові кабелі для живлення для живлення шафи №1 - №2.

Вибираю кабель живлення для шафи №1.

ВВГ 3x50 + 1x25

$$I_{ном.кабелю.} = 179 \text{ А}$$

$$K_n = 0.93.$$

$$I_{доп.} \geq \frac{I_{роб.}}{K_n}.$$

$$123.8 \div 0.93 = 133.1 \text{ А}$$

$$I_{доп.каб.} \geq I_{роб.}$$

$$179 \text{ А} \geq 133.1 \text{ А}$$

Перевірка кабелю живлення шафи №1 відповідає вибраному січенню.

Вибираю кабель живлення для шафи №2.

ВВГ 3 x 240 + 1 x 75

$$I_{ном.кабелю.} = 432 \text{ А. } K_n = 0.93.$$

$$I_{доп.} \geq \frac{I_{роб.}}{K_n}.$$

$$432 \div 0.93 = 401.76 \text{ А}$$

$$I_{доп.каб.} \geq I_{роб.}$$

$$432 \text{ А} \geq 401.76 \text{ А}$$

Перевірка кабелю живлення шафи №2 відповідає вибраному січенню.

Вибираємо електромагнітні пускачі для ввімкнення ступенів регулювання серії ПМ.

Умови вибору:

$$U_{\text{ном.пуск.}} > U_{\text{мер.}} \quad 380\text{В} > 380\text{В}$$

$$I_{\text{ном.пуск.}} \geq I_{\text{ном.конт.}} \quad 50\text{А} \geq 45.2\text{А}$$

$$U_{\text{кат.упр.}} = U_{\text{меж.упр.}} \quad 220\text{В} = 220\text{В.}$$

Остаточно вибираємо електромагнітний пускач серії ПМ3-50 для першої ступені регулювання і записуємо в табл. 3.3. Підбір електромагнітних пускачів для регулювання ступенів компенсації реактивної потужності.

Аналогічно підбираємо електромагнітні пускачі для наступних ступенів і дані записуємо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3- Підбір електромагнітних пускачів для регулювання ступенів компенсації реактивної потужності.

№ ступені	Тип електромагнітного пускача	I- пускача	I – силового конденсатора
1	2	3	4
1ст – С1	ПМ3 – 50	50А	45.2А
2ст – С2	ПМ3 – 50	50А	45.3А
3ст – С3	ПМ3 – 50	50А	45.6А
4ст – С4	ПМ4 - 65	65А	51.7А
5ст – С5/1	ПМ3 – 40	40А	35.9А
5ст – С5/2	ПМ3 - 40	40А	36.2А
6ст – С6/1	ПМ4 - 65	65А	52.5А
6ст – С6/2	ПМ4 - 80	80А	66.5А
7ст – С7/1	ПМ4 - 65	65А	54.2А
7ст – С7/2	ПМ4 - 80	80А	67.1А

Вибираємо замість проміжних реле принциповій схемі управління електромагнітні пускачі серії ПМ1- 09 на номінальну силу струму 9А котушка управління 220В 50Гц, тому що струми в колах управління невеликі.

Для контролю за напругою живлення і струму шаф вибираю вольтметри типу ЭВ 0302 – 500В, а за струмом амперметри для першої шафи типу ЭА 0350 – 200/5 і трансформатори струму типу ТТИ-А 200/5 5ВА 0.5S, а для другої шафи амперметри типу ЭА 0350 – 400/5 і трансформатори струму типу ТТИ-А 400/5 5ВА 0.5. За загальним навантаженням підприємства вибираємо кілоамперметр типу ЭА 0302 і трансформатори струму типу ТТИ-А 1000/5А 5ВА 0.5. Для ручного регулювання вибираємо фазометр типу Д342 при виході з ладу приладу автоматичного регулювання реактивної потужності типу DCRK. Вибираємо пакетний перемикач типу ПКП-16-220В для перемикання вторинних кіл виходів вимірювальних трансформаторів з вводів 0.4 кВ силових трансформаторів №1 - №2. Для включення і відключення ступенів регулювання в ручному режимі вибираємо тумблери типу ТВ1 -2-6А, а кінцеві вимикачі типу ВП15Є 600В – 10А для відключення силових конденсаторів від живлення, при відкриванні дверей шаф. Прилад для контролю температури в шафах №1 - №2 обираємо типу 2ТРМ1 фірми ОВЕН.

3.5 Розрахунок економічної ефективності при впровадженні пристрою компенсації реактивної потужності

В різних регіонах України оплата за реактивну енергію становить від 12% до 50% від споживання активної енергії.

Для діючих об'єктів втрати енергії в кабелях зменшують за допомогою зменшення фаз струмів.

Для об'єктів, що проектуються, за рахунок зменшення їх січення здійснюється економія вартості кабелів.

Виходить, що в середньому на діючих об'єктах на кабелях вводу витрачається 10...15% активної енергії, що витрачається. Для розрахунків візьмемо коефіцієнт втрат $K_{II} = 12\%$.

Розглянемо цю складову на прикладі діючого об'єкту.

До впровадження автоматичної конденсаторної установки $\cos(\varphi) = 0,80$.

Після впровадження конденсаторної установки $\cos(\varphi) = 0,97$. Відносну активну складову струму (що співпадає по фазі з напругою) приймаємо рівною 1.

Відносний повний струм до впровадження КУ: $I_1 = 1/0,8 = 1,25$.

Відносний повний струм після провадження КУ $I_2 = 1/0,97 = 1,03$.

Зниження споживання активної енергії становитиме:

$$W_c = W_1 \cdot \left[(I_1^2 - I_2^2) \div I_1^2 \right] \cdot K_{II} = W_1 \cdot 0,038 \quad (3.2)$$

На даному прикладі затрати на активну енергію знизились на 3,8%.

При підвищенні з $\cos(\varphi) = 0,8$ до $\cos(\varphi) = 0,97$ витрати на активну енергію стануть меншими на 1.7%.

Річне зниження споживання активної енергії за рахунок збільшення $\cos(\varphi)$ становитиме:

$$W_c = W_1 \cdot \left\{ \left[1/\cos^2(\varphi_1) - 1/\cos^2(\varphi_2) \right] / \left[1/\cos^2(\varphi_1) \right] \right\} \cdot K_{II} \quad (3.3)$$

де $\cos(\varphi_1)$ – показник до компенсації;

$\cos(\varphi_2)$ – показник після компенсації;

K_{II} – коефіцієнт втрат $K_{II} = 0,12$;

W_1 – річне споживання електроенергії (до компенсації).

Річна економія оплати електроенергії становить:

$$C = W_c \cdot T, \quad (3.4)$$

де T – тариф на активну енергію.

Річний економічний ефект визначають, згідно виразу:

$$E_p = C \cdot C_{ку} / C_{pk}, \quad (3.5)$$

де $C_{ку}$ – вартість конденсаторної установки;

C_{pk} – термін служби конденсаторної установки;

C_{pk} для конденсаторних установок становить 15 років;

C – економія на оплаті електроенергії.

Час окупності затрат.

$$T_p = C_{my} / C, \quad (3.6)$$

Розрахунок економічної ефективності від провадження пристрою компенсації реактивної потужності на ДП Шпанівського експериментального заводу харчових екстрактів.

1. До впровадження автоматичної конденсаторної установки:

$$\cos(\varphi) = 0,75.$$

2. Після впровадження конденсаторної установки:

$$\cos(\varphi) = 0,98.$$

3. Відносний повний струм складе до впровадження:

$$I_1 = 1/0,75 = 1,33 A.$$

4. Відносний повний струм складе після провадження:

$$I_2 = 1/0,98 = 1,02 A$$

6. Зниження споживання активної енергії становитиме згідно виразу (3.2):

$$W_c = W_1 \cdot \left[(1,33^2 - 1,02^2) \div 1,33^2 \right] \cdot 0,12 = W_1 \cdot 0,049$$

Затрати на активну енергію знизилась на 4.9% .

W_1 – річне споживання електроенергії до компенсації;

$$W_1 = 564408 \text{ кВт} / \text{год}.$$

Знаходимо річне зниження споживання активної енергії за допомогою збільшення $\cos(\varphi)$, згідно виразу (3.3):

$$W_c = 564408 \cdot \left\{ [1/0,56 - 1/0,96] / [1/0,56] \right\} \cdot 0,12 = 27769 \text{ кВт} / \text{год}$$

Знаходимо річну економію оплати електроенергії, згідно виразу (3.4):

де $T = 2,5 \text{ грн}.$

$$C = 27769 \cdot 2,5 = 69422,5 \text{ грн}$$

Знаходимо річний економічний ефект, згідно виразу (3.5):

де $C_{ку}$ – вартість конденсаторної установки, що складає 5.5 тис. грн .

$C_{рк}$ – для конденсаторних установок становить 7 років ;

C – економія на оплаті електроенергії;

$$E_p = 69422,5 \cdot 5,5 / 7 = 54546,25 \text{ грн / рік}$$

Час окупності затрат становитиме згідно виразу (3.6):

$$T_p = 5,5 / 69422,5 = 0,079 \text{ року, або 29 днів.}$$

3.6 Висновки до розділу

1. Проведений вибір пристроїв компенсації реактивної потужності на ланках 0,4 кВ, що дозволить забезпечити оптимальні значення коефіцієнта потужності кожної групи електричного обладнання. Скомпенсована реактивна потужність на підприємстві становить 352,4 кВАр. Затрати на активну енергію знизилися на 4,9 %, що дозволить зекономити 54546,25 грн/рік.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Розробка інструкції експлуатації конденсаторної установки 0,4кВ

Організація безпечної експлуатації електроустановок

1. Керівник підприємства зобов'язаний забезпечити утримання, експлуатацію і обслуговування електроустановок відповідно до вимог чинних нормативних документів. Для цього він повинен:

– призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електрогосподарства з числа інженерно-технічних працівників, які мають електротехнічну підготовку і пройшли перевірку знань у встановленому порядку (далі – особа, відповідальна за електрогосподарство);

– забезпечити достатню кількість електротехнічних працівників;

– затвердити Положення про енергетичну службу підприємства, а також посадові інструкції і інструкції з охорони праці;

– встановити такий порядок, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, вели ретельні спостереження за дорученим їм обладнанням і мережами – оглядом, перевіркою дії, випробуванням і вимірюванням;

– забезпечити проведення протиаварійних, приймально-здавальних і профілактичних випробувань та вимірювань електроустановок згідно з правилами і нормами (ПТЕ);

– забезпечити проведення технічного огляду електроустановок.

2. Фахівці служб охорони праці зобов'язані контролювати безпечну експлуатацію електроустановок і повинні мати групу IV з електробезпеки.

3. Забороняється покладати на енергослужбу обов'язки, що не входять до її професійної компетенції [11].

Загальні вимоги до конденсаторних установок:

1. Конденсаторні установки призначені для довгочасного режиму роботи при стаціонарному розташуванні в закритих електроустановках.

2. Вимоги цього підрозділу поширюються на конденсаторні установки напругою 0,4 кВ частотою 50 Гц, що використовуються для компенсації реактивної потужності і регулювання напруги та приєднуються паралельно індуктивним елементам електричної мережі споживача.

3. Конденсаторні установки. їх розміщення та захист повинні відповідати вимогам ПУЕ.

4. Конденсаторна установка повинна бути в технічному стані, що забезпечує її тривалу та надійну роботу.

5. Режим роботи конденсаторних установок повинний задовольняти умови найбільшого зниження втрат активної потужності від реактивних навантажень з урахуванням вимог щодо підтримання рівня напруги на затискачах приймачів.

6. Конденсаторні установки призначені для роботи в закритих електроустановках змінного струму напругою 0.4 кВ при температурах від - 1 градусів С до + 30 градусів С і відносній вологості до 90 %. Пристрої для вимірювання температури необхідно розташовувати в найгарячішому місці батареї посередині між конденсаторами. При цьому повинна бути забезпечена можливість спостереження за його показами без вимкнення конденсаторної установки і зняття огорожі.

7. В шафах конденсаторних батарей повинні бути:

- однолінійна принципова схема конденсаторної установки із зазначенням номінального струму плавких установок запобіжників, як захищають окремі конденсатори, частину або всю конденсаторну установку;

- стаціонарні пристрої по фазного вимірювання струму;

- термометр або датчик вимірювання температури навколишнього повітря;

- спеціальна штанга для контрольного розрядження конденсаторів;

- резервний запас запобіжників на відповідні номінальні струми плавких вставок;

- первинні засоби пожежогасіння.

8. Ця інструкція по експлуатації поширюється на конденсаторної установки загального призначення напругою 0.4 кВ змінного струму.

9. Інструкцію повинен знати персонал відповідальний за безпечну експлуатацію електрообладнання підстанцій.

10. На кожен конденсаторну установку комірку повинний бути комплект документів які містять інформацію про їх стан і умови експлуатації.

11. Акти про аварійні пошкодження комірок, або їх комплектуючих .

Критерії безпечного стану конденсаторних установок:

- заземлений стан під час експлуатації та проведення випробувань;
- відсутність коронування;
- відсутність слідів перекриття ізоляції;
- відсутність нагріву гвинтових з'єднань;
- справність комутаційних апаратів ;
- наявність розрядних пристроїв або вбудованих в конденсатори розрядних резисторів;
- наявність і справність блокуючих пристроїв;
- наявність приладів контролю температури конденсаторної установки ;
- відсутність тріщин і сколів фарфорової ізоляції;
- наявність і справність замків;
- наявність і відповідність надписів;
- наявність знаків безпеки.

Обслуговування конденсаторної установки:

1. Якщо температура навколишнього повітря в місці встановлення конденсаторів нижча за граничнодопустиму мінусову температуру, зазначену на їх паспортних табличках, увімкнення в роботу конденсаторної установки забороняється. Увімкнення конденсаторної установки дозволяється лише після підвищення температури навколишнього повітря до вказаного в паспорті значення температури;

2. Температура навколишнього повітря в місці встановлення конденсаторів повинна бути не вищою за максимальне значення, зазначене в

їхніх паспортних табличках. У разі перевищення цієї температури повинні вживатись заходи щодо підсилення ефективності вентиляції. Якщо протягом однієї години температура не знижується, конденсаторна установка повинна бути вимкнена;

3. Для недопущення режиму перетікання реактивної потужності з електричних мереж споживачів, якщо такий режим не обумовлено електропередавальною організацією, конденсаторні установки відключаються від електромереж в неробочі години підприємства;

4. Умикати конденсаторну батарею в той час, коли напруга на збірних шинах перевищує найбільше допустиме значення для даного типу конденсаторів, забороняється. Перед вимкненням конденсаторної установки необхідно зовнішнім оглядом переконатися у справності розрядного пристрою;

5. Заміна згорілих або несправних запобіжників здійснюється на вимкненій конденсаторній батареї після контрольного розряду всіх конденсаторів батареї спеціальною штангою. У разі наявності індивідуального захисту контрольне розрядження здійснюється шляхом почергового замикання між собою всіх виводів кожного конденсатора, що входить до складу вимкненої батареї. У разі групового захисту розряджається кожна група конденсаторів, а за наявності тільки загального захисту замикаються між собою відповідні шини в ошиновці батареї;

6. У разі вимкнення конденсаторної установки повторне її увімкнення допускається для конденсаторів напругою 0,4кВ - не раніше ніж через 1 хв;

7. Увімкнення конденсаторної установки, що була вимкнена дією захистів, дозволяється після з'ясування й усунення причини, що викликала її вимкнення;

8. Огляд конденсаторної установки без вимкнення здійснюється з такою періодичністю:

- на об'єктах з постійним чергуванням персонал) - не рідше ніж один раз на добу;

- на об'єктах без постійного чергування персоналу - не рідше ніж один раз на місяць.

9. Під час огляду конденсаторної установки перевіряють:

- справність огорожі, цілість замків, відсутність сторонніх предметів;
- відсутність пилу, бруду, тріщин на ізоляторах;
- температуру навколишнього повітря;
- відсутність спучування стінок конденсаторів та слідів витікання просочувальної рідини з них: наявність плям просочувальної рідини не є причиною для зняття конденсаторів з експлуатації - такі конденсатори слід узяти під нагляд;
- цілісність плавких вставок у запобіжниках відкритого типу величин струм і рівномірність навантаження окремих фаз батареї конденсаторів;
- значення напруги на шинах конденсаторної установки або на шинах найближчої РУ;
- справність кола розрядного пристрою;
- справність усіх контактів (зовнішнім оглядом) електричної схеми ввімкнення батареї конденсаторів;
- наявність і справність блокування для безпечної експлуатації;
- наявність і справність засобів захисту (спеціальної штанги тощо) та засобів гасіння пожежі.

Позачергові огляди конденсаторних установок здійснюється у разі:

- появи розрядів (тріску) у конденсаторних батареях;
- підвищення напруги на затискачах або температури навколишнього повітря до значень близьких до найбільших допустимих.

Про результати огляду повинен бути зроблений відповідний запис в оперативному журналі.

10. Експлуатація конденсаторних батарей забороняється у таких випадках:

- якщо напруга на виводах одиничного конденсатора перевищує 110 % від його номінальної напруги, або напруга на шинах, до яких приєднано

конденсаторні батареї, становить понад 110 % від номінальної напруги конденсаторів;

- при температурі навколишнього повітря, яка перевищує найвищу або найнижчу температуру, допустиму для конденсаторів даного типу, відповідно до паспортних даних конденсаторних установок;

- при наявності спучування стінок конденсаторів;

- при нерівномірності навантаження фаз конденсаторної установки становить понад 10 % від середньої значення струму;

- при збільшенні струму батареї понад 30 % від номінального значення;

- при крапельній течі просочувальної рідини;

- при пошкодженні фарфорового ізолятора.

11. Конденсатори, просочені трихлордифенілом, повинні маги на корпусі біля таблички з паспортними даними розпізнавальний знак у вигляді рівностороннього трикутника жовтого кольору. Під час технічного обслуговування конденсаторів, у яких як просочувальний діелектрик використовується трихлордифеніл необхідно вживати заходів для запобігання його попаданню в навколишнє середовище. Просочені трихлордифенілом конденсатори, що вийшли з ладу, за відсутності умов їх утилізації мають бути знищені (захороненні) у місцях, визначених санітарно-епідеміологічними службами;

12. Капітальний ремонт конденсаторних установок необхідно проводити не рідше ніж один раз на вісім років. Поточні ремонти конденсаторних установок необхідно проводити щороку.

13. Профілактичні випробування конденсаторних установок необхідно проводити відповідно до норм експлуатаційних випробовувань електричного обладнання.

Техніка безпеки:

1. Всі роботи на конденсаторних установках виконуються по наряді або розпорядженню;

2. Ремонти виконуй персонал, який має спеціальну освіту і пройшов інструктажі, навчання . медогляд, стажування, здав іспити і має відповідну групу по ПБЕЕС.

3. Роботи повинні проводитись після виконання організаційних і технічних міроприємств і допуску бригади на робоче місце.

4. Перед початком робіт виконати на вимкненій конденсаторній батареї контрольної (і розряду всіх конденсаторів батареї спеціальною штангою).

Протипожежна безпека:

1. В кожному розподільчому пристрої обладнується куток протипожежних засобів до складу якого входять: ящик з піском , лопата, два вогнегасники;

2. Забороняється заставляти проходи розподільчих пристроїв різними предметами і пристосуваннями;

3. При виявленні іскріння . потріскування на будь-якому електричному приладі, при наявності запаху тління , та частина електроустаткування, на якій виявлена неполадка , повинна бути негайно відключена;

4. При виникненні пожежі негайно сповістити чергового і начальника дільниці, а також по телефону 101 викликати пожежну команду);

5. Гасіння пожежі проводити за допомогою сухого піску і вогнегасників на відключеному електрообладнанні до повної її локалізації, або приїзду пожежної команди [11].

4.2 Дія електричного струму на персонал, що експлуатує об'єкти енергетики. Перша допомога при електротравмах.

Дія електричного струму на організм людини:

Значна потенційна небезпека від ураження електричним струмом полягає в нездатності органів чуття людини виявити на відстані наявність електричної напруги.

Проходячи через організм людини, електричний струм чинить на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію, зокрема:

- термічна — спричиняє опіки окремих ділянок тіла, нагрівання кровоносних судин, серця, інших органів, через які проходить струм та виникнення в них функціональних розладів;

- електролітична дія — розклад крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізико-хімічного складу;

- механічна дія струму спричиняє такі ушкодження, як розриви, розшарування тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту;

- біологічна дія струму призводить до небезпечного збудження клітин та тканин організму, яке супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів і може спричинити суттєві порушення в діяльності органів дихання та кровообігу аж до повного припинення їх роботи. При цьому струм може проходити безпосередньо через ці тканини або ж викликати рефлекторну дію на органи через центральну нервову систему.

Негативна дія електроструму призводить до електротравм, які поділяють на два види: місцеві електротравми — локальне ушкодження організму та загальні — коли уражається весь організм унаслідок порушення нормальної діяльності життєво важливих органів [12].

При ураженні електричним струмом потрібно виконати такі дії:

1. Зупинити дію електричного струму (звільнити від контакту з носієм струму). Слід пам'ятати про те, що доторкатися до постраждалого можна тільки після знеструмлення електричної мережі або в спеціальному ізольованому костюмі (резинових рукавицях та ін.). Інакше, можливе ураження струмом людини, яка надає першу допомогу. Для безпеки рекомендують видалити проводи з тіла постраждалого дерев'яним предметом (дошкою) перемістити тіло в безпечне місце взявши його за краї одежі.

2. Провести реанімаційні заходи при наявності показань до них (при ознаках клінічної смерті).

3. Накласти сухі асептичні пов'язки на ділянки опіків.

4. Доставити потерпілого в стаціонар спеціалізованого закладу [13].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз забезпечення оптимальних значень коефіцієнта потужності електроенергії підприємства на основі розрахунків силового та освітлювального обладнання відділення.

Розрахункова потужність підприємства $S_p=759,19$ кВА.

2. Проведені розрахунки вибору кількості та розміщення ТП на підприємстві що дозволило забезпечити мінімальні довжини кабельних ліній на ланках 0,4 кВ та знизити втрати напруги.

3. Проведено вибір площі перерізів кабельних ліній 0,4 кВ на основі розрахунків мінімальних втрат за напругою. Вибрані кабелі живлення ЗП-0,4 кВ, ЩУ-0,4 кВ, СП-0,4 кВ відповідають умовам перевірки.

4. Доведено встановлення двох трансформаторної підстанції закритого типу з потужністю 1260 кВА.

5. Проведений вибір засобів обліку електричної енергії на стороні 0,4 кВ, що дозволило підвищити точність вимірювань.

6. Проведено вибір захисного обладнання та автоматики на основі розрахунків короткого замикання, що дозволить підвищити надійність роботи системи електропостачання підприємства.

7. Проведений вибір пристроїв компенсації реактивної потужності на ланках 0,4 кВ, що дозволить забезпечити оптимальні значення коефіцієнта потужності кожної групи електричного обладнання. Скомпенсована реактивна потужність на підприємстві становить 352,4 кВАр.

Затрати на активну енергію знизилися на 4,9 %, що дозволить зекономити 54546,25 грн/рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Основи електропостачання А.А. Маліновський Б. К. Хохулін 2005 р.
2. <https://electrocontrol.com.ua/ua/stati-sxemy-i-spravochnaia-informaciya/obshhie-svedeniya-o-kompensacii-reaktivnoj-moshhnosti.html>
3. <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/30/6-30-kl38.pdf>.
4. Довідник сільського електрика – /За редакцією В.С.Олійника - К.: Урожай 1990-262.
5. Каганов Н.Л. Курсове і дипломне проектування - М.: Агропромиздат 1990.
6. Справочник электрика / Под ред. Кисаримова – М.: Радиософт – 2002.
7. Правила устройства электроустановок - М.: Энергоатомиздат 1987.
8. Притака І.П.,Козирський. Електропостачання сільського господарства - К.: Вища школа 1995.
9. Методичні вказівки по розрахунку і підбору пристрою компенсації реактивної потужності. Фірма «СВ АЛЬТЕРА». 2008.
10. Акимцев Ю.Н. Электроснабжение сельского хозяйства - М.: Москва.
11. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text>.
12. <https://www.sop.com.ua/article/745-elektrobezpeka>.
13. <http://opik-center.com.ua/index.php/uk/poradi-likarya/24-persha-dopomoga-pri-urazhenni-elektrichnim-strumom>.
14. <https://www.svaltera.ua/press-center/articles/4351.php>.
15. Каталог электротехнической продукции. Фирма «АСКО» 2009.

ДОДАТКИ

Технічна характеристика та опис приладу компенсації реактивної потужності

Основні параметри приладу компенсації реактивної потужності:

- цифрове програмування;
- кількість ступенів 5, 7, 8 та 12;
- 5- або 7-ступенева конфігурація в корпусі 96x96 мм;
- 8- або 12-ступенева конфігурація в корпусі 144x144 мм;
- захист від перевантажувального струму конденсаторів;
- внутрішній захист від перегріву щита керування;
- інтерфейс програмування TTL/RS232;
- автоматична настройка;
- конфігуровані аварійні сигнали.

Технічні характеристики:

- напруга живлення і керування U_e 380-415 В (стандарт);
- напруга живлення і керування U_e 220/415/440/480/525 В (по запиту)
- номінальна частота 50/60 Гц;
- споживана потужність 6,2ВА (DCRK5/7) та 5 ВА (DCRK8/12)
- номінальний струм I_e 5А;
- регулювання коефіцієнта потужності 0,8 індуктивного- 0,8 ємнісного
- вимірювання напруги 0,85...1,1 U_e ;
- вимірювання струму 2,5%... 120% I_e ;
- вимірювання температури -30...+85°C;
- вимірювання перевантаження конденсаторів 0...250%;
- час перекомутації ступеней 5...240с;
- ступінь захисту IP54 (DCRK5/7) та IP41 (DCRK8/12).

Опис

Регулятор коефіцієнта потужності DCRK — цифровий пристрій, який виконує функції контролю і регулювання реактивної потужності системи і

здійснює зчитування показів коефіцієнта потужності з високою точністю, на яку не впливають зміни властивостей електронних компонентів.

Алгоритм контролю забезпечує нормальну роботу приладу навіть в системі, яка характеризується високим коефіцієнтом гармонік. Коефіцієнт потужності системи регулюється групою перемикаючих конденсаторів виходячи з розрахованої реактивної потужності системи своєчасно і точно. Результатом є суттєве зменшення кількості перемикань і більш ефективно використання конденсаторних батарей.

Відображення значень параметрів

В нормальному режимі роботи дисплей відображає коефіцієнт потужності системи, причому світлодіоди IND і CAP відображають характер навантаження (індуктивне і ємнісне відповідно). Мигаюча десяткова крапка означає від'ємне значення (віддача реактивної енергії в мережу).

Для відображення і перемикання значень натиснути кнопку MODE.

При висвічуванні світлодіодів V, A, Dkvarі т. д. на дисплеї відображаються відповідне значення.

При висвічуванні світлодіоду Dkvar, на дисплеї відображається значення реактивної потужності, необхідне для регулювання коефіцієнта потужності системи до встановленого значення.

Для кожного параметра передбачено додаткові функції, які можна переглядати натискуванням кнопки $\bar{}$, при цьому світлодіод мигає.

Для деяких параметрів передбачено друга додаткова функція, яка відображається на дисплеї клавішею .

При висвічуванні світлодіоду SET COS ϕ відбувається встановлення потрібного коефіцієнта потужності з допомогою клавіш ВНИЗ и ВВЕРХ. Діапазон від 0.8 індуктивного до 0.8 ємнісного [14].