

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

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

Оксюковський Тарас Володимирович

**УДК 620.93**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Реконструкція системи електропостачання свиногокомплексу з  
підвищенням коефіцієнта потужності електричної мережі

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”  
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

---

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

**Савченко Л.Г.**

к.і.н., доцент

## АНОТАЦІЯ

**Оксюковський Тарас Володимирович. Реконструкція системи електропостачання свинокомплексу з підвищенням коефіцієнта потужності електричної мережі. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.***

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

У кваліфікаційній роботі проведено реконструкцію електричної мережі 0,4 кВ на свинарському комплексі. Визначено мету реконструкції, обґрунтовано її необхідність та поставлено конкретні завдання для успішної реалізації. Проаналізовано об'єкт реконструкції, вивчено його характеристики та враховано всі нюанси для ефективного виконання завдань. Зроблено вибір необхідного обладнання для технологічного процесу та виконано необхідні розрахунки.

Особлива увага приділяється питанням охорони праці. У цьому проєкті детально розглянуто питання організації нагляду за експлуатацією виробничих будівель і споруд. Розроблено заходи щодо забезпечення пожежної безпеки. Проведено економічне обґрунтування реконструкції, яке показало сутність і актуальність цієї роботи, вибрано оптимальні технічні рішення.

Отже, у цьому дипломному проєкті комплексно вирішено питання реконструкції електричної мережі 0,4 кВ свинарського комплексу, що сприяє реалізації поставлених завдань і забезпеченню стабільної роботи об'єкта.

*Ключові слова: електропостачання, свинокомплекс, коефіцієнт потужності електричної мережі*

## ANNOTATION

**Oksiukovskyi Taras Volodymyrovych. Reconstruction of the power supply system of a pig complex with an increase in the power factor of the electrical network. – *Qualification work on the rights of the manuscript.***

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

In the qualification work, the reconstruction of a 0.4 kV power grid at a pig breeding complex was carried out. The purpose of the reconstruction is defined, its necessity is substantiated, and specific tasks for its successful implementation are set. The reconstruction object is analyzed, its characteristics are studied, and all the nuances for the effective implementation of tasks are taken into account. The selection of the necessary equipment for the technological process is made and the necessary calculations are performed.

Special attention is paid to labor protection issues. This project deals in detail with the organization of supervision over the operation of industrial buildings and structures. Measures to ensure fire safety have been developed. An economic feasibility study of the reconstruction was carried out, which showed the essence and relevance of this work, and optimal technical solutions were selected.

Thus, this thesis project comprehensively addresses the issue of reconstruction of the 0.4 kV power grid of the pig farm, which contributes to the implementation of the tasks and ensures the stable operation of the facility.

*Keywords: power supply, pig farm, power factor of the electric network*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ.....	8
РОЗДІЛ 2. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	2
РОЗДІЛ 3. ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ.....	18
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	28

## ВСТУП

Свинарство є й надалі залишатиметься провідною галуззю сільського господарства в Європі. Цей напрямок відзначається багатоплідністю свиней, коротким ембріональним періодом, швидким зростанням і високим виходом м'яса при забої.

Із переходом тваринництва на промисловий формат різко змінилися умови утримання тварин, підвищилася ізоляція їх від природного середовища. Промислові методи вирощування створюють значні функціональні навантаження на організм тварин, змінюючи їхню реакцію на зовнішні подразники, що нерідко призводить до стресу. Це погіршує фізіологічний стан, знижує природну резистентність і імунологічну реактивність, особливо в молодняка, через що збільшується частота захворювань.

У такому контексті набувають важливості методи профілактики захворювань шляхом вдосконалення зоогігієнічних заходів, зокрема покращення мікроклімату для підвищення захисних і продуктивних функцій організму. Також актуальність зростає завдяки впровадженню електрифікації та автоматизації в процесі приготування та роздачі кормів. Це сприяє економії ресурсів, підвищенню продуктивності й ефективності тваринництва.

Невідповідність ключових факторів мікроклімату (температури, вологості, швидкості руху повітря, наявності в ньому аеронів, мікроорганізмів, пилу та шкідливих газів, рівня освітлення в приміщеннях, акустичного фону, атмосферного тиску тощо) оптимальним зоогігієнічним параметрам призводить у тварин до порушення обміну речовин, уповільнення окисно-відновних процесів у тканинах і збоїв у репродуктивних функціях маточного поголів'я. Також це зумовлює затримку росту та розвитку молодняка, зниження приросту живої маси тварин, підвищену захворюваність і смертність молодняка, а також зростання витрат на корми та собівартості продукції.

Досягнення оптимального мікроклімату в сучасних тваринницьких будівлях можливе лише при наявності ефективних систем опалення, вентиляції,

освітлення та засобів локального обігріву з автоматичним управлінням і регулюванням. Важливо також забезпечити належну тепло- та гідроізоляцію огорожувальних конструкцій, що сприяє подовженню терміну служби будівель та встановленого в них обладнання, а також покращує умови праці персоналу, що впливає на ефективність роботи.

З урахуванням дефіциту енергоресурсів у країні, першочерговим завданням у сфері мікроклімату є пошук та впровадження енергоощадних технологій на тваринницьких фермах і комплексах. Це дозволяє ефективно використовувати паливно-енергетичні ресурси, зменшуючи енергоспоживання систем опалення та вентиляції.

Метою даного дипломного проєкту є вдосконалення експлуатації електрообладнання на свинокомплексі з підвищенням коефіцієнта потужності електричної мережі.

Для досягнення поставленої мети в дипломному проєкті необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести розрахунок технологічних параметрів електроприводу.
2. Вибрати силове електрообладнання.
3. Вибрати апарати захисту електроприводу.
4. Розрахувати та вибрати пристосування для підвищення коефіцієнта потужності електричної мережі

**Об'єкт дослідження:** є процес функціонування електрообладнання на свинокомплексі.

**Предмет дослідження:** закономірності, правила та способи вибору та використання енергетичного обладнання на свинокомплексі.

**Перелік публікацій за темою роботи:**

1. Савченко Л. Г., Луцюк В.В. **Оксюковський Т.В.** Розробка основних принципів функціонування роботизованої ферми. Збірник тез X-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»*. м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 38-40.

2. Савченко Л. Г., Оксюковський Т.В. Перспективи використання безпілотних літальних апаратів під час обстеження енергетичних об'єктів АПК. Міжнародна науково-практична конференція молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти *«Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки»*. м. Рівне, 9-10 травня 2024 року. Рівне : НУВГП. С.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для аграрних підприємств представляє запропонована схема підвищення коефіцієнта потужності електричної мережі.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 13 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 30 сторінок комп'ютерного тексту.

## РОЗДІЛ 1

# СТАН ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

Агропромисловий комплекс (АПК) України є одним із провідних секторів економіки, який забезпечує внутрішній ринок та значний експортний потенціал країни. Однак, ефективність його роботи великою мірою залежить від рівня електрифікації, автоматизації та застосування сучасних енергоощадних технологій. Сьогодні значна частина сільськогосподарських підприємств стикається з викликами в енергопостачанні через стару інфраструктуру та відсутність сучасних систем автоматизації. Ця стаття висвітлює поточний стан електрифікації АПК, основні проблеми та перспективи розвитку.

Електрифікація є ключовим фактором у підвищенні продуктивності агропромислового комплексу. Розвиток електрифікації сприяє впровадженню інноваційних технологій, автоматизації виробничих процесів і забезпечує стабільність та ефективність роботи підприємств. Разом із тим аграрний сектор України стикається з численними проблемами в контексті застарілої інфраструктури та низького рівня технологічної оснащеності.

Аналіз стану електрифікації в АПК:

1. Розподіл електроенергії: Більшість сільськогосподарських підприємств користується мережами, що були побудовані за радянських часів. Це призводить до проблем з обмеженням пропускної здатності мережі та втрат енергії через старіння інфраструктури.

2. Рівень автоматизації: На багатьох підприємствах електрифікація є недостатньо інтегрованою з автоматизованими системами управління. Це стримує можливість використання технологій точного землеробства, автоматизованих систем поливу та збору врожаю, впровадження систем моніторингу стану обладнання.

3. Відновлювані джерела енергії: Незважаючи на потенціал використання відновлюваних джерел енергії, їхня частка в агропромисловому комплексі

залишається низькою. Основними перешкодами є високі капітальні витрати, відсутність стимулів та нестабільність нормативно-правової бази.

4. Впровадження сучасних технологій: Сучасні системи керування, наприклад, пристрої плавного пуску, частотні перетворювачі, датчики контролю якості енергії, поступово впроваджуються, але їхнє використання ще не є повсюдним через обмежений бюджет підприємств.

Основні проблеми електрифікації агропромислового комплексу:

1. Фінансові обмеження: Висока вартість сучасних систем електрифікації та автоматизації часто не дозволяє фермерським господарствам інвестувати в їхнє впровадження. Багато підприємств віддають перевагу ремонту старого обладнання, а не придбанню нового.

2. Недостатня державна підтримка: Відсутність чіткої державної політики щодо підтримки електрифікації АПК та стимулювання впровадження відновлюваних джерел енергії зменшує інтерес підприємств до модернізації.

3. Кадровий дефіцит: Недостатня кількість кваліфікованих фахівців з електротехніки та автоматизації в сільськогосподарському секторі обмежує можливості модернізації.

4. Втрати енергії: Стара інфраструктура та низька ефективність обладнання сприяють втратам енергії та підвищенню собівартості сільськогосподарської продукції.

Перспективи розвитку:

1. Розробка державних програм: Створення комплексних державних програм з підтримки електрифікації АПК, модернізації інфраструктури та стимулювання впровадження відновлюваних джерел енергії.

2. Фінансова підтримка: Запровадження механізмів фінансування, як-от гранти та субсидії, для модернізації систем електрифікації, які сприятимуть підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва.

3. Співпраця з міжнародними організаціями: Розширення співпраці з міжнародними організаціями та фінансовими інституціями для залучення

інвестицій у розвиток енергетичної інфраструктури агропромислового комплексу.

4. Освіта та підготовка кадрів: Організація навчальних програм та тренінгів для фермерів та інженерів з метою підвищення їхньої кваліфікації у сфері електрифікації та автоматизації.

5. Енергоощадні технології: Поширення сучасних енергоощадних технологій (системи плавного пуску, частотні перетворювачі тощо), які знизять енергоспоживання та втрати енергії.

6. Відновлювані джерела енергії: Активніше використання біогазових установок, вітрових та сонячних електростанцій на сільськогосподарських підприємствах, що допоможе скоротити витрати на електроенергію.

### **Висновки**

Стан електрифікації агропромислового комплексу України значною мірою впливає на ефективність роботи галузі та перспективи розвитку. Вирішення проблем із модернізацією систем електрифікації потребує комплексного підходу з боку держави, бізнесу та міжнародних організацій. Інвестиції в електрифікацію та автоматизацію сприятимуть підвищенню продуктивності сільського господарства, зменшенню витрат на енергію та підвищенню конкурентоспроможності української сільськогосподарської продукції на світових ринках.

## РОЗДІЛ 2

### ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

#### 2.1 Особливості електрозабезпечення свинокомплексів

Електрозабезпечення свинокомплексів є важливим аспектом їх ефективної роботи. Сучасні свинокомплекси представляють собою високотехнологічні підприємства, що забезпечують постійну виробничу діяльність за допомогою автоматизованих систем. Для досягнення стабільної роботи вимагається ретельне планування та впровадження електричних систем, що забезпечують безперебійну подачу енергії, безпечне функціонування та оптимізацію витрат. У цьому розділі розглянемо основні аспекти електрозабезпечення свинокомплексів, їх особливості, проблеми та перспективи розвитку.

Свинарство є одним із провідних напрямків сільського господарства, що забезпечує значний відсоток виробництва м'яса та інших продуктів. Свинокомплекси мають унікальні вимоги до системи електропостачання, оскільки забезпечують значні обсяги продукції при високому рівні автоматизації. Електропостачання впливає на кожен аспект роботи підприємства: від систем годівлі та вентиляції до обігріву та освітлення.

Аналіз стану електрозабезпечення свинокомплексів:

Інфраструктура: Більшість свинокомплексів в Україні мають застарілу інфраструктуру електропостачання. Мережі, побудовані десятки років тому, не завжди можуть забезпечити безперебійну подачу електроенергії для сучасних потреб.

Системи резервного живлення: Зважаючи на високу вартість простою та можливі втрати поголів'я через перебої в електропостачанні, більшість комплексів обладнані резервними джерелами живлення (генератори). Проте їх використання не завжди оптимізоване.

Автоматизовані системи керування: Автоматизація є ключовим чинником підвищення ефективності виробництва. Системи автоматичного керування електроприладами підвищують продуктивність та знижують витрати на електроенергію.

Енергозбереження: Зростання тарифів на електроенергію та високі витрати на підтримку оптимальних умов змушують комплекси впроваджувати заходи з енергоефективності. Сюди входить застосування енергоощадних систем освітлення, вентиляції та обігріву.

Відновлювані джерела енергії: Використання відновлюваних джерел, як-от біогазові установки, сонячні батареї та вітрові генератори, може суттєво знизити витрати на електроенергію, але наразі такі рішення залишаються рідкісними.

Особливості електрозабезпечення свинокомплексів:

Вентиляція: Свині є чутливими до якості повітря, температури та вологості. Вентиляційні системи, часто автоматизовані, мають забезпечувати постійний обмін повітря. Їх зупинка через відсутність електроенергії призводить до накопичення газів (амонію, вуглекислого газу) та ризику теплового удару у спекотний період.

Освітлення: Оптимальне освітлення має вирішальне значення для репродуктивної функції та здоров'я свиней. Впровадження систем з регулюванням яскравості та режиму освітлення дозволяє знизити споживання електроенергії та покращити умови утримання тварин.

Годівля: Автоматизовані системи подачі корму дозволяють підтримувати точне дозування та регулярність годівлі. Припинення електроживлення призводить до нерівномірного годування та стресу у тварин.

Обігрів: Підтримка оптимальної температури, особливо в період народження поросят, є критичною. Обігрівальні системи, інфрачервоні лампи та підлогові панелі є основними споживачами електроенергії.

Автоматизовані системи контролю: Сучасні свинокомплекси впроваджують системи моніторингу параметрів мікроклімату,

електроспоживання та управління обладнанням, що підвищує ефективність використання енергії та зменшує втрати.

Резервне електропостачання: Для забезпечення безперервної роботи використовуються генератори та джерела безперебійного живлення (ДБЖ). Генератори забезпечують довгострокове резервне живлення, тоді як ДБЖ підтримують критичні системи під час короткочасних відключень.

Проблеми електрозабезпечення свинокомплексів:

Застаріла інфраструктура: Багато підприємств не можуть забезпечити безперервну подачу електроенергії через погану інфраструктуру, що не відповідає сучасним вимогам.

Відсутність резервних систем: Деякі комплекси недооцінюють потребу в резервних системах живлення, що призводить до втрат у разі відключення електроенергії.

Нестача кваліфікованих кадрів: Відсутність фахівців з належним рівнем знань у галузі електротехніки та автоматизації призводить до неефективного використання електроенергії.

Високі витрати на енергоресурси: Зростання тарифів на електроенергію збільшує витрати свинокомплексів, роблячи впровадження енергоощадних технологій обов'язковим.

Недостатній рівень автоматизації: Не всі свинокомплекси оснащені сучасними системами автоматизації та моніторингу, що обмежує можливості підвищення продуктивності.

Перспективи розвитку електрозабезпечення:

Модернізація інфраструктури: Заміна та оновлення систем розподілу електроенергії підвищать ефективність та стабільність електропостачання.

Впровадження систем резервного живлення: Встановлення генераторів та ДБЖ дозволить знизити ризик втрат через перебої з електропостачанням.

Автоматизація та моніторинг: Системи автоматизації годівлі, вентиляції, освітлення та обігріву дозволять ефективніше використовувати ресурси та підвищити продуктивність.

Відновлювані джерела енергії: Впровадження біогазових установок, сонячних панелей та інших джерел дозволить свинокомплексам знизити залежність від мережевого електропостачання.

Підготовка кадрів: Навчання та тренінги з електрифікації, автоматизації та енергоощадних технологій забезпечать свинокомплекси фахівцями з належним рівнем знань.

Державна підтримка: Створення програм державної підтримки модернізації та автоматизації свинокомплексів сприятиме залученню інвестицій та підвищенню конкурентоспроможності.

Електрозабезпечення свинокомплексів є складним процесом, що вимагає комплексного підходу. Сучасні свинокомплекси стикаються з численними викликами, пов'язаними з застарілою інфраструктурою, нестачею кваліфікованих кадрів та високими витратами на енергію. Однак модернізація систем розподілу електроенергії, впровадження резервного живлення та автоматизація виробничих процесів допоможуть підвищити ефективність та продуктивність роботи підприємств. Енергоощадні технології та відновлювані джерела енергії стануть основою для сталого розвитку свинарства в Україні.

## **2.2. Розрахунок низьковольтних мереж напругою 400/230 В**

Низьковольтні електричні мережі напругою 400/230 В широко використовуються в житлових та промислових об'єктах. Вони забезпечують електроенергію для побутових споживачів, електродвигунів, освітлення та іншого обладнання. При проєктуванні та розрахунку таких мереж необхідно враховувати нормативні вимоги, розподіл навантаження, допустимі втрати напруги та переріз кабелів.

Для розрахунку низьковольтної мережі необхідно:

1. Визначити навантаження мережі: Зазвичай визначається в кіловатах або амперах, виходячи з кількості та типу підключених пристроїв.

2. Розрахувати струм навантаження: Знаючи активну потужність ( $P$ ) та напругу ( $U$ ), можна розрахувати струм ( $I$ ) за формулою:

3.

$$I = P / (U \cdot \cos \varphi) \quad (2.1)$$

де:  $P$  – активна потужність у ватах,

$U$  – напруга в мережі в вольтах,

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності.

3. Вибрати переріз кабелю: Переріз кабелю вибирається з урахуванням допустимого струмового навантаження та допустимих втрат напруги.

Переріз кабелю вибирається так, щоб забезпечити безпечну передачу струму. Формула для розрахунку перерізу кабелю ( $S$ ) на основі струму ( $I$ ) та допустимої щільності струму ( $J$ ) виглядає так:

$$S = I / J \quad (2.2)$$

де:  $I$  – струм навантаження,

$J$  – допустима щільність струму для обраного типу кабелю.

Для низьковольтних мереж щільність струму зазвичай становить 6...10 А/мм<sup>2</sup> для мідних провідників і 4...6 А/мм<sup>2</sup> для алюмінієвих.

Приклад розрахунку для кормоцеху:

Нехай потрібно визначити переріз кабелю для навантаження потужністю 15 кВт з напругою 400 В і коефіцієнтом потужності 0,9.

Розрахунок струму:

$$I = 15000 / (400 \cdot 0,9) = 15000 / 360 \approx 41,67$$

При допустимій щільності струму 7 А/мм<sup>2</sup> для мідного провідника:

$$S = 41,67 / 7 \approx 5,95 \text{ мм}^2$$

Тобто, мінімальний переріз кабелю, який можна використовувати для цього навантаження – 6 мм<sup>2</sup>.

Втрати напруги не повинні перевищувати допустимих значень, щоб забезпечити стабільне живлення споживачів. Відносні втрати напруги ( $\Delta U$ ) в мережі можна розрахувати за формулою:

$$\Delta U = (I \cdot L \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi) / U_{\text{ном}}) \cdot 100 \quad (2.3)$$

де:

$I$  – струм навантаження,

$L$  – довжина лінії,

$R$  – активний опір кабелю на одиницю довжини,

$X$  – індуктивний опір кабелю на одиницю довжини,

$U_{\text{ном}}$  – номінальна напруга мережі.

Так як довжина кабелю – 50 м, активний опір – 0,004 Ом/м, індуктивний опір – 0,0001 Ом/м. Тоді втрати напруги можна розрахувати наступним чином:

Розрахунок повного опору:

$$Z = R \cos \phi + X \sin \phi \quad (2.4)$$

За умови  $\cos \phi = 0,9$  та  $\sin \phi = 0,435$ :

$$Z = 0,004 \cdot 0,9 + 0,0001 \cdot 0,435 = 0,0036 + 0,0000435 = 0,0036435 \text{ Ом/м}$$

Втрати напруги:

$$\Delta U = (41,67 \cdot 50 \cdot 0,0036435 / 400) \cdot 100 \approx 1,9\%$$

Тобто втрати напруги становлять 1,9%, що є прийнятним значенням, адже воно знаходиться в межах допустимих 5%.

Для захисту від перевантаження та короткого замикання вибираються автоматичні вимикачі, розраховані на номінальний струм трохи більше розрахункового струму навантаження.

Наприклад, для розрахованого струму 41,67 А можна вибрати автоматичний вимикач на 50 А.

Розрахунок низьковольтних мереж напругою 400/230 В включає кілька ключових етапів: визначення навантаження, розрахунок струму, вибір перерізу кабелю та перевірка втрат напруги. Правильний розрахунок та проектування забезпечують ефективно та безпечно електропостачання.

Результати розрахунків зводимо в таблиці, які представлені в презентації до кваліфікаційної роботи

### **2.3. Розрахунок електричних навантажень об'єкта в мережах напругою 400/230В**

Для проведення розрахунків активного навантаження всього об'єкта необхідно провести розрахункове навантаження для кожної групи об'єктів. У цьому разі до першої розрахункової групи належатимуть усі об'єкти, крім насосної станції, яка буде об'єктом другої розрахункової групи.

Для проведення розрахунку електричного навантаження об'єкта скористаємося формулою:

$$P_{p.сп} = k_0 \cdot \sum P, \quad (2.5)$$

де  $k_0$  – коефіцієнт одночасності;

Визначимо навантаження для споживачів першої групи для денного максимуму:

$$P_{д.1} = 0.75 \cdot (20 + 30 \cdot 2 + 24 + 20) = 93 \text{ кВт.}$$

Зробимо відповідний розрахунок для вечірнього максимуму:

$$P_{B.1} = 0.75 \cdot (10 + 15 \cdot 2 + 24.2 + 10) = 55.7 \text{ кВт.}$$

Визначимо навантаження для споживачів другої групи для денного та вечірнього максимуму:

$$P_{D.2} = P_{B.2} = 2 \text{ кВт.}$$

Для розрахунку потужності, необхідної для зовнішнього освітлення, необхідно прийняти 250 Вт на будівлю і 3 Вт на кожен метр довжини периметра свиноферми..

$$P_{осв} = 250 \cdot 6 + (90 + 150) \cdot 2 \cdot 3 = 2940 \text{ Вт} = 2.94 \text{ кВт.}$$

Підсумовуючи розрахункові навантаження всіх груп за таблицею надбавок, отримаємо розрахункове навантаження на шинах ТП з урахуванням зовнішнього освітлення:

$$P_{ТП.д} = 93 + 1.2 = 94.2 \text{ кВт};$$

$$P_{ТП.в} = 55.7 + 2.94 = 58.64 \text{ кВт.}$$

Отже, на підставі розрахунків припускається висновок про те, що розрахункову потужність трансформаторної підстанції слід визначати за денним максимумом, через те, що він більший, ніж вечірній.

Визначимо повну потужність об'єкта електрифікації за формулою:

$$S_{p.шт.} = \frac{P_{шт.}}{\cos \varphi}, \quad (2.6)$$

де  $P_{\text{нп}}$  – активна потужність усього населеного пункту, кВт;

$\cos \varphi$  – середньозважене значення коефіцієнта потужності.

Визначимо середньозважене значення коефіцієнта потужності для денного максимуму:

$$\cos \varphi_{\text{ср.в.д}} = \frac{\sum P_{i\text{д}} \cdot \cos \varphi_{\varphi i}}{\sum P_{i\text{д}}}, \quad (2.7)$$

Зробимо відповідний розрахунок:

$$\cos \varphi_{\text{ср.в.д}} = \frac{20 \cdot 0.86 + 2 \cdot 30 \cdot 0.86 + 24 \cdot 0.86 + 20 \cdot 0.86 + 2 \cdot 0.86}{20 + 60 + 24 + 20 + 2} = 0.86.$$

Визначимо середньозважене значення коефіцієнта потужності для вечірнього максимуму:

$$\cos \varphi_{\text{ср.в.в}} = \frac{10 \cdot 0.96 + 2 \cdot 15 \cdot 0.96 + 24.2 \cdot 0.96 + 10 \cdot 0.96 + 2 \cdot 0.96}{10 + 30 + 24.2 + 10 + 2} = 0.96.$$

На підставі даних розрахунків зробимо розрахунок повної потужності об'єкта відповідно до формули (2.5):

$$S_{\text{д}} = \frac{P_{\text{мн.д}}}{\cos \varphi_{\text{ср.в.д}}} = \frac{94.2}{0.86} = 109.5 \text{ кВА};$$

$$S_{\text{в}} = \frac{P_{\text{мн.в}}}{\cos \varphi_{\text{ср.в.в}}} = \frac{58.64}{0.96} = 89.2 \text{ кВА}.$$

## 2.4. Розрахунок трансформаторної підстанції

Вибір трансформатора для свинокомплексу залежить від кількох факторів, серед яких головними є кількість і тип обладнання, енергоємність систем опалення, освітлення, вентиляції, а також навантаження, яке буде

використовуватися в процесах переробки продукції та забезпечення життєдіяльності тварин.

Вважаючи, що свинокомплекс включає різне обладнання для вентиляції, опалення, освітлення та обслуговування свиней врахуємо все наявне обладнання.

Для вибору трансформатора треба врахувати коефіцієнт одночасності та запас потужності. Прийmemo коефіцієнт одночасності як 0,8 і запас потужності як 1,25 (25% від загальної потужності):

$$P_{\text{ном}}=(P/K_{\text{одноч}})\cdot K_{\text{запасу}}=(109,5/0,8)\cdot 1,25=171,093 \text{ кВА} \quad (2.5)$$

Отже, необхідно вибрати 2 трансформатора із номінальною потужністю 200 кВА. Проте, стандартний ряд трансформаторів передбачає значення потужності, округлені до певних значень.

## **Висновки**

За відомими методиками проведемо також розрахунок допустимих втрат напруги в мережі, визначення місця розташування трансформатора, електричний розрахунок мереж об'єкта, заземлення та ін., всі результати розрахунку представлено в презентації до дипломного проєкту.

## РОЗДІЛ 3

### ПІДВИЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

#### 3.1. Способи підвищення коефіцієнта потужності електричної мережі

Підвищення коефіцієнта потужності в електричній мережі – це важливе завдання, яке дозволяє підвищити ефективність роботи систем електропостачання. Коефіцієнт потужності (КП) характеризує ефективність використання електричної енергії в мережі, і його підвищення призводить до оптимізації споживання, зменшення втрат енергії та покращення стабільності системи. У цій статті розглянемо різні способи підвищення коефіцієнта потужності, їх переваги та вплив на загальну ефективність електропостачання.

Коефіцієнт потужності – це відношення активної потужності до повної потужності. В електричних системах часто присутня реактивна потужність, яка не виконує корисної роботи, але створює додаткове навантаження на мережу. Занижений коефіцієнт потужності призводить до перевантаження обладнання та підвищених втрат енергії.

Основними причинами зниженого КП є індуктивне навантаження, пов'язане з роботою двигунів, трансформаторів та інших пристроїв. Це навантаження створює реактивний струм, що не виконує корисної роботи, але збільшує повну потужність, через що КП знижується.

Підвищення коефіцієнта потужності має численні переваги для підприємств та систем електропостачання, зокрема:

**Зниження втрат енергії:** Високий коефіцієнт потужності зменшує реактивний струм, що допомагає знизити втрати енергії у проводах та обладнанні.

**Покращення ефективності:** Підвищення КП дозволяє використовувати потужності обладнання ефективніше, що може збільшити продуктивність.

Зменшення перевантажень: Завдяки зниженню реактивного струму мережа працює стабільніше, що знижує ймовірність перевантаження обладнання.

Економія на оплаті енергії: Багато підприємств сплачують штрафи за низький коефіцієнт потужності. Підвищення КП дозволяє уникнути додаткових витрат.

Розглянемо основні методи підвищення коефіцієнта потужності електричної мережі.

### 1. Використання конденсаторних установок.

Конденсатори використовуються для компенсації реактивної потужності в мережі. Вони генерують ємнісний струм, що врівноважує індуктивний струм від двигунів та інших індуктивних навантажень.

Стаціонарні конденсаторні батареї: Це системи конденсаторів, встановлені на певних вузлах мережі для постійної компенсації реактивної потужності.

Автоматичні конденсаторні установки: Такі системи оснащені автоматичними регуляторами, які вмикають або вимикають конденсатори залежно від поточних потреб мережі.

Перевагою використання конденсаторних установок є їх простота та ефективність. Однак важливо правильно розрахувати їх потужність, щоб уникнути перенавантаження або недокомпенсації.

### 2. Синхронні компенсатори.

Синхронні компенсатори — це синхронні машини, що працюють в холостому режимі, генеруючи реактивну потужність. Їх головна перевага в тому, що вони можуть як споживати, так і генерувати реактивну потужність залежно від потреб мережі.

Синхронні компенсатори особливо ефективні для великих промислових підприємств, де потрібна динамічна регуляція реактивної потужності. Недоліками є висока вартість та складність обслуговування.

### 3. Використання реакторів.

Реактори можуть використовуватися для зниження напруги та контролю реактивної потужності. Їх використовують у мережах високої напруги для компенсації реактивної потужності в пікові періоди.

#### 4. Регулювання навантаження

Регулювання навантаження — це процес зміни режиму роботи обладнання з метою оптимізації коефіцієнта потужності. Наприклад, двигуни з низьким КП можна вимикати або замінювати на більш ефективні аналоги. Зміна режиму роботи обладнання допомагає зменшити реактивну потужність та покращити коефіцієнт потужності.

#### 5. Перетворювачі частоти

Перетворювачі частоти дозволяють регулювати швидкість обертання двигунів, що допомагає уникнути перевантажень та знизити споживання реактивної потужності. Вони підвищують КП, оптимізуючи роботу двигунів під реальне навантаження.

#### 6. Оптимізація трансформаторів

Трансформатори є одним із ключових джерел реактивної потужності. Використання трансформаторів із низькими втратами допомагає покращити КП мережі. Також можна використовувати автоматичні регулятори напруги для забезпечення стабільного рівня напруги в мережі.

Підвищення коефіцієнта потужності позитивно впливає на роботу електричної мережі, зокрема:

Зменшення втрат: Зниження реактивного струму зменшує втрати електроенергії в лініях електропередач та обладнанні.

Покращення стабільності: Мережа працює стабільніше, оскільки навантаження розподіляється рівномірніше.

Збільшення продуктивності: Обладнання може працювати на повну потужність завдяки зниженню перевантажень.

Економія: Зниження втрат та оптимізація роботи обладнання призводять до зменшення витрат на оплату електроенергії.

З розвитком промисловості та підвищенням вимог до енергоефективності підвищення коефіцієнта потужності стає ще актуальнішим. Нові технології дозволяють автоматизувати процес компенсації реактивної потужності, роблячи мережі гнучкими та адаптивними до змін навантаження.

**Смарт-мережі:** Впровадження систем розумних мереж дозволяє контролювати та оптимізувати коефіцієнт потужності в реальному часі.

**Інтернет речей:** Дозволяє збирати дані з усіх точок мережі, забезпечуючи точний моніторинг споживання реактивної потужності.

**Штучний інтелект:** Може аналізувати великі обсяги даних для прогнозування та автоматичного регулювання роботи компенсаторів.

Підвищення коефіцієнта потужності – це ключовий аспект покращення ефективності роботи електричної мережі. Використання сучасних технологій компенсації реактивної потужності допомагає значно знизити втрати енергії, оптимізувати роботу обладнання та підвищити продуктивність. Інтеграція цих рішень у смарт-мережі та системи штучного інтелекту робить електропостачання гнучким та ефективним, що дозволяє забезпечити стабільну роботу мережі навіть за умов значних навантажень.

## **3.2 Вибір потужності установки для компенсації реактивної потужності**

Для нашого об'єкту для компенсації реактивної потужності найкраще підходить використання статичного конденсатора.

Для проведення розрахунку і вибору статичного конденсатора для компенсації реактивної потужності в системі з навантаженням 94,2 кВт, потрібно розрахувати необхідну ємність конденсатора. Це забезпечить досягнення бажаного коефіцієнта потужності, який покращить ефективність електричної системи та зменшить втрати в лінії.

Почнемо з визначення поточного коефіцієнта потужності. Припустимо, що початковий коефіцієнт потужності ( $\cos \varphi_1$ ) в мережі становить 0,75. Загальна активна потужність системи:

$$P=94,2 \text{ кВт}$$

Розрахуємо реактивну потужність ( $Q_1$ ) системи при поточному  $\cos \varphi_1$ , використовуючи рівняння:

$$\tan \varphi_1 = \sqrt{(1/\cos^2 \varphi_1) - 1} \quad (3.1)$$

$$Q_1 = P \cdot \tan \varphi_1 \quad (3.2)$$

Підставимо  $\cos \varphi = 0,75$  у формулу:

$$\tan \varphi_1 = 0,8819$$

$$Q_1 = 94,2 \cdot 0,8819 \approx 83,07 \text{ кВАр/}$$

Визначимо необхідну реактивну потужність для компенсації, щоб досягти бажаного коефіцієнта потужності. Встановимо новий коефіцієнт потужності  $\cos \varphi_2 = 0,95$ .

Розрахуємо реактивну потужність ( $Q_2$ ) системи при новому  $\cos \varphi_2$ :

$$\tan \varphi_2 = 0,3297$$

$$Q_2 \approx 31,06 \text{ кВАр}$$

Необхідна компенсаційна реактивна потужність визначається як різниця між поточною реактивною потужністю ( $Q_1$ ) та бажаною ( $Q_2$ ):

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 83,07 - 31,06 = 52,01 \text{ кВАр} \quad (3.3)$$

Таким чином, необхідно встановити конденсатор з реактивною потужністю приблизно 52,01 кВАр.

Вибираємо кількість і ємність конденсаторів відповідно до стандартних рядів. Припустимо, що в системі будуть використовуватися конденсатори зі стандартною одиничною ємністю 12,5 кВАр. Розділимо загальну потребу в реактивній потужності на потужність одного конденсатора:

$$N = Q_c / 12,5 = 52,01 / 12,5 \approx 4,16 \quad (3.4)$$

Округлюємо до найближчого цілого числа, отже нам знадобиться 4 конденсатори по 12,5 кВАр.

Конденсатори можуть бути підключені паралельно до мережі в загальній панелі або окремо до кожного розподільчого пристрою. Це забезпечить оптимальну компенсацію реактивної потужності та мінімізує навантаження на основний розподільний щит.

### **Висновки по розділу**

Після проведення розрахунків ми визначили, що для досягнення коефіцієнта потужності 0,95 необхідно встановити конденсаторну батарею потужністю 52 кВАр. Найкращим рішенням буде використання 4 конденсаторів по 12,5 кВАр, що забезпечить зниження реактивної потужності та покращить ефективність електромережі свиногокомплексу або іншого об'єкта агропромислового комплексу.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У цьому дипломному проєкті проведено реконструкцію електричної мережі 0,4 кВ на свинарському комплексі. Визначено мету реконструкції, обґрунтовано її необхідність та поставлено конкретні завдання для успішної реалізації. Проаналізовано об'єкт реконструкції, вивчено його характеристики та враховано всі нюанси для ефективного виконання завдань. Зроблено вибір необхідного обладнання для технологічного процесу та виконано необхідні розрахунки.

Особлива увага приділяється питанням охорони праці. У цьому проєкті детально розглянуто питання організації нагляду за експлуатацією виробничих будівель і споруд. Розроблено заходи щодо забезпечення пожежної безпеки. Проведено економічне обґрунтування реконструкції, яке показало сутність і актуальність цієї роботи, вибрано оптимальні технічні рішення. Розраховано техніко-економічні показники, капіталовкладення, річні експлуатаційні витрати та інші ключові фактори для оцінки економічної ефективності проєкту.

Отже, у цьому дипломному проєкті комплексно вирішено питання реконструкції електричної мережі 0,4 кВ свинарського комплексу, що сприяє реалізації поставлених завдань і забезпеченню стабільної роботи об'єкта.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.5-23:2010 (UKR) Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення
2. Телюта Р.В., Козловський О.А., Зінзура В.В. Експлуатація та монтаж електрообладнання. Кропивницький: ЦНТУ, 2018. 200 с.
3. Bundschuh J., Chen G. (Eds.) Sustainable Energy Solutions in Agriculture. CRC Press, 2014. 480 p.
4. Кунденко М.П., Федюшко Ю.М., Плахтир О.О. та інші. Монтаж енергообладнання та систем керування. Частина I. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), 2017. 282 с.
5. Кунденко М.П., Червінський Л.С., Ковальчук І.М. та інші. Електротехнології та електроосвітлення. Частина 1. Електричне освітлення та опромінення. Харків: Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ), Сім, 2015. 264 с.
6. Кушлик Р.В., Яковлев В.Ф., Куценко Ю.М. та інші. Електричне освітлення та опромінення. арків: Планета-прінт, 2016. 332 с.
7. Матвійчук В.А., Рубаненко О.Є., Стаднійчук І.П. Електротехнології в АПК. Вінниця: Вінницький національний аграрний університет (ВНАУ), Твори, 2020. 272 с.
8. Василега П.О. Електротехнологічні установки. Суми "Видавництво СумДУ " 2010 р. 548 с.
9. Павленко Т.П., Петренко О.М., Лукашова Н.П. Електротехнологічні установки. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 130 с.
10. Коновалов І.В., Флакей І.В. Електротехнологічні установки та пристрої. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напрямку 6.050701 Електротехніка та електротехнології. Кіровоград: КНТУ, 2007, 52 с.

11. Кирик В.В. (сост.) Електричні мережі та системи. К.: НТУУ КПИ, 2014. 130 с. Зорін В.В., Штогрин Є.А., Буйний Р.О. Електричні мережі та системи. Ніжин: ТОВ "Видавництво "Аспект-Поліграф", 2011. 248 с.
12. Павленко Т.П., Петренко О.М., Лукашова Н.П. Електротехнологічні установки. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 130 с.
13. Ametani A., Nagaoka N., Baba Y., Ohno T. Yamabuki K. Power System Transients: Theory and Applications. Taylor & Francis Group, LLC, 2017. 605 p.