

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція систем електрифікації репродуктора на ТОВ «НВП
Глобинський свинокомплекс» м. Глобино, Полтавської області, з розробкою
автоматизованої системи годівлі свиноматок»

Виконав:

(підпис)

Дорошенко М.І.

(Прізвище, ініціали)

Група:

ЕТЕС 2301 с.т.- 2 р.н.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Рясна О.В.

(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність **141** Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем

Чепіжний А.В.

“__” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Дорошенку Максиму Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Реконструкція систем електрифікації репродуктора на ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» м. Глобино, Полтавської області, з розробкою автоматизованої системи годівлі свиноматок»,

керівник роботи: старший викладач Рясна Ольга Василівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “24” вересня 2025 року № 3257/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “23” травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

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

Вступ

1. Характеристика репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс»

2. Опис прийнятої технології годування свиноматок у репродукторі

3. Розрахунок та вибір силового електричного обладнання для репродуктора

4. Розробка системи автоматизованого годування свиноматок у репродукторі

5. Вибір пускозахисної апаратури та провідників

6. Екологія

7. Охорона праці

8. Економічне обґрунтування проєкту

Висновки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Репродуктор №2. Система годівлі свиноматок. Електрообладнання силове. Схема електрична розташування.

2. Репродуктор №2. Система годівлі свиноматок автоматизована. Схема електрична принципова.

3. Репродуктор №2. Система годівлі свиноматок автоматизована. Шафа керування. Схема електрична з'єднань. .

4. Репродуктор №2. Система годівлі свиноматок автоматизована. Схема електрична підключень.

5. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Економічне обґрунтування			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: "04" вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарства.	09.09.2024 р. – 13.09.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики.	16.09.2024 р. – 15.11.2024 р.	
3.	Складання плану роботи.	18.11.2024 р. – 22.11.2024 р.	
4.	Написання вступу .	25.11.2024 р. – 29.11.2024 р.	
5.	Підготовка розділу 1 та 2.	02.12.2024 р. – 27.12.2024 р.	
6.	Підготовка розділу 3 та 4. Підготовка листів 1 та 2 графічної частини.	03.02.2025 р. – 28.02.2025 р.	
7.	Підготовка розділу 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини.	03.03.2025 р. – 28.03.2025 р.	
8.	Підготовка розділів 7 та 8. Підготовка листа 5 графічної частини.	31.03.2025 р. – 02.05.2025 р.	
9.	Написання висновків.	05.05.2025 р. – 09.05.2025 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету.	до 15.05.2025 р.	
11.	Подання роботи на рецензування.	до 23.05.2025 р.	
12.	Подання до попереднього захисту.	до 27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Дорошенко М.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

кваліфікаційної роботи

(підпис)

Рясна О.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Реконструкція систем електрифікації репродуктора на ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» м. Глобино, Полтавської області, з розробкою автоматизованої системи годівлі свиноматок.

Кваліфікаційний проєкт. Спеціальність 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"/ Дорошенко М. – Суми.: СНАУ, 2025 р. – 57 с.

Кваліфікаційний проєкт присвячений реконструкції системи електрифікації репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» у селі Обізнівка з розробкою автоматизованої системи годівлі свиноматок. Актуальність теми зумовлена необхідністю модернізації застарілих електричних систем та впровадження сучасних енергозберігаючих технологій у галузі тваринництва, що сприятиме підвищенню ефективності виробництва та зниженню експлуатаційних витрат.

У першому розділі подано загальну характеристику підприємства та репродуктора, проаналізовано поточний стан електрифікації та виявлено основні недоліки, що потребують усунення. У другому розділі досліджено технологічний процес годування свиноматок та висунуто вимоги до електропостачання і приміщень. Третій розділ присвячено вибору силового електрообладнання, включаючи розрахунки для електродвигуна мішалки та розробку схеми його розташування.

У четвертому розділі розроблено автоматизовану систему керування процесом годування, зокрема подано алгоритм роботи, опис елементної бази та електричні схеми підключень. П'ятий розділ містить обґрунтування вибору кабельно-провідникової продукції, пускозахисної апаратури, автоматичних вимикачів, контакторів, електротеплових реле та частотного перетворювача, що забезпечує адаптацію системи до змін навантаження.

Окремо розглянуто аспекти екологічної безпеки, охорони праці та економічної доцільності впровадження запропонованих технічних рішень. Проєкт доводить, що реконструкція електричної системи у поєднанні з автоматизованим управлінням годівлею дозволить значно підвищити

продуктивність підприємства, зменшити енергоспоживання та забезпечити надійність роботи обладнання.

Ключові слова: реконструкція, електрифікація, репродуктор, свинокомплекс, автоматизована система, годування свиноматок, електрообладнання, пускозахисна апаратура, частотний перетворювач, охорона праці, енергозбереження, економічна ефективність.

ABSTRACT

Reconstruction of the electrification systems of the reproduction facility at LLC "NVP Globynskyi Swine Complex" in Globyn, Poltava region, with the development of an automated sow feeding system.

Qualification project. Specialty 141 "Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics" / Doroshenko M. - Sumy: SNAU, 2025 - 57 p.

The qualification project is dedicated to the reconstruction of the electrification system of the reproduction facility No. 2 of LLC "NVP Globinsky Pig Farm" in the village of Obiznivka with the development of an automated sow feeding system. The relevance of the topic is due to the need to modernize outdated electrical systems and introduce modern energy-saving technologies in the livestock industry, which will help increase production efficiency and reduce operating costs.

The first section provides a general description of the enterprise and the reproduction facility, analyzes the current state of electrification and identifies the main shortcomings that need to be eliminated. The second section examines the technological process of feeding sows and puts forward requirements for power supply and premises. The third section is devoted to the selection of power electrical equipment, including calculations for the mixer electric motor and the development of a layout diagram for its location.

The fourth section develops an automated feeding process control system, in particular, provides an algorithm of operation, a description of the element base and electrical connection diagrams. The fifth section contains a justification for the choice of cable and wire products, starting protection equipment, circuit breakers, contactors, electrothermal relays and a frequency converter, which ensures the adaptation of the system to load changes.

Aspects of environmental safety, labor protection and economic feasibility of implementing the proposed technical solutions are separately considered. The project proves that the reconstruction of the electrical system in combination with automated feeding management will significantly increase the productivity of the enterprise, reduce energy consumption and ensure the reliability of equipment operation.

Keywords: reconstruction, electrification, reproducer, pig complex, automated system, sow feeding, electrical equipment, start-up protection equipment, frequency converter, labor protection, energy saving, economic efficiency.

ВСТУП	10
1. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПРОДУКТОРА №2 ТОВ «НВП ГЛОБІНСЬКИЙ СВИНОКОМПЛЕКС»	11
1.1. Загальний опис діяльності товариства.....	12
1.2. Опис призначення репродуктора №2.....	13
1.3. Аналіз стану електрифікації репродуктора №2	14
1.4. Висновки та пропозиції	15
2. ОПИС ПРИЙНЯТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ГОДУВАННЯ СВИНОМАТОК У РЕПРОДУКТОРІ	17
2.1. Аналіз технології годування свиноматок	17
2.2. Характеристика приміщень репродуктора.....	18
2.3. Технологічні вимоги до системи електрифікації репродуктора	19
3. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕПРОДУКТОРА	21
3.1. Вибір електросилових апаратів для технологічного обладнання.....	21
3.2. Перевірочний розрахунок електродвигуна мішалки системи годівлі свиноматок.....	22
3.3. Розробка схеми розташування силового електрообладнання репродуктора	26
4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ГОДУВАННЯ СВИНОМАТОК У РЕПРОДУКТОРІ	28
4.1. Опис технологічного процесу годування свиноматок	28
4.2. Розробка технологічних вимог до системи автоматизації годування ...	29
4.3. Розробка та опис схеми автоматизованого керування годівлею	29
4.4. Розробка схеми з'єднань системи годування.....	30
4.5. Розробка схеми підключень системи годування	31
5. ВИБІР ПУСКОЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ ТА ПРОВІДНИКІВ	34
5.1. Вимоги до внутрішньої електричної мережі репродуктора	34
5.2. Вибір кабелів для живлення репродуктора.....	35
5.3. Вибір автоматичних вимикачів	37
5.4. Вибір контакторів та електротеплових реле	39
5.5. Вибір електротеплових реле	41
5.6. Вибір перетворювача частоти для насоса нагнітання корму	42
6. ЕКОЛОГІЯ	45

7. ОХОРОНА ПРАЦІ	47
8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ	50
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку агропромислового виробництва одним із ключових факторів підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємств виступає впровадження енергозберігаючих технологій і автоматизованих систем керування технологічними процесами. Зокрема, тваринницькі комплекси потребують модернізації електричних мереж і впровадження інтелектуальних рішень, які дозволяють не лише знизити витрати енергії, а й забезпечити стабільну й ефективну роботу обладнання.

ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс», що розташоване в селі Обізнівка, є одним із провідних підприємств галузі, діяльність якого спрямована на високопродуктивне вирощування свиней. У зв'язку зі зростанням обсягів виробництва та потребою в оптимізації витрат, актуальним стало питання реконструкції систем електрифікації репродуктора №2 із впровадженням сучасної автоматизованої системи годівлі свиноматок.

Метою даного кваліфікаційного проєкту є розробка технічного рішення з модернізації електропостачання об'єкта та впровадження автоматизованої системи, яка забезпечить ефективне управління процесами годівлі. Реалізація цього проєкту сприятиме підвищенню продуктивності підприємства, зниженню енергоспоживання, покращенню умов утримання тварин і забезпеченню високого рівня технологічної безпеки.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕПРОДУКТОРА №2 ТОВ «НВП ГЛОБИНСЬКИЙ СВИНОКОМПЛЕКС»

1.1. Загальний опис діяльності товариства

ТОВ «Науково-виробниче підприємство Глобинський свинокомплекс» – це сучасне агропромислове підприємство, діяльність якого зосереджена на виробництві свинини за інтенсивною технологією з повним циклом вирощування. Підприємство розташоване в селі Обізнівка, що входить до складу Глобинської територіальної громади Полтавської області. Завдяки впровадженню новітніх технологій та сучасного ветеринарного і технологічного забезпечення, комплекс є одним із найбільших і найтехнологічніших виробників свинини в регіоні.



Рис. 1.1. ТОВ «НВП «ГЛОБИНСЬКИЙ СВИНОКОМПЛЕКС»

Основними напрямками діяльності підприємства є:

- репродукція та утримання свиноматок;
- відгодівля поросят;
- виробництво та реалізація свинини на м'ясопереробні підприємства;
- підтримка внутрішньогосподарського біобезпекового режиму;

- удосконалення технологій годівлі, утримання та ветеринарного обслуговування.

Підприємство містить 12 корпусів, 4 для маточника та 8 для відтворення, поголів'я 8 тисяч свиноматок, 16 тисяч малих поросят і приблизно 50 хряків.

ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» активно впроваджує автоматизовані системи управління технологічними процесами, в тому числі автоматизацію систем годівлі, вентиляції, клімат-контролю, що забезпечує стабільні показники росту та здоров'я тварин. Високий рівень механізації та автоматизації дає змогу підприємству досягати високих виробничих результатів, зменшувати собівартість продукції та знижувати навантаження на персонал.

Підприємство також приділяє значну увагу питанням екології та сталого розвитку, впроваджуючи системи утилізації відходів та енергоощадні рішення. Реконструкція електросистем і впровадження нових технологічних рішень, зокрема автоматизованої системи годівлі свиноматок, відповідає стратегічним цілям підприємства щодо підвищення ефективності та безпеки виробництва.

1.2. Опис призначення репродуктора №2

Репродуктор №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» є одним із ключових структурних підрозділів підприємства, що спеціалізується на вирощуванні й утриманні поголів'я свиноматок із метою отримання високоякісного приплоду. Його основним завданням є забезпечення безперервного циклу відтворення стада та підготовка молодняку до подальшого вирощування на відгодівельних майданчиках.

До функціональних обов'язків репродуктора №2 входить:

- утримання племінних свиноматок та кнурів-плідників;
- штучне осіменіння та контроль процесу запліднення;
- ведення гестаційного періоду (період поросності);
- організація родильних відділень (маточників);

- первинний догляд за новонародженими поросятами до моменту відлучення;
- ведення обліку продуктивності, здоров'я тварин і генетичних характеристик.

Підрозділ обладнаний сучасними технологічними системами, що дозволяють ефективно управляти мікрокліматом, освітленням, вентиляцією. Усе це сприяє покращенню умов утримання, зменшенню стресу у свиноматок, збільшенню виживаності поросят і підвищенню генетичного потенціалу стада.

Реконструкція електросистем у репродукторі №2 має стратегічне значення для підтримання стабільної роботи обладнання та впровадження нових автоматизованих рішень, зокрема у сфері точного годування свиноматок, що є критичним чинником для їх репродуктивного здоров'я та продуктивності.

1.3. Аналіз стану електрифікації репродуктора №2

Електропостачання репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» організоване від трансформаторної підстанції з потужністю 250 кВА, яка забезпечує зниження напруги з 10 кВ до 0,4 кВ.

Всередині комплексу розподіл електроенергії здійснюється за допомогою внутрішніх мереж, які здебільшого виконані проводами типу АВВГ 4×50 мм² для магістрального живлення та ВВГнг 3×2,5 мм² чи 3×1,5 мм² для живлення освітлення та розеткових груп. Для деяких технологічних вузлів використано дроти АПвП 2×10 мм². Проте чимало з цих ліній вже зношені: місцями пошкоджена ізоляція, лотки мають сліди корозії, а деякі кабельні траси прокладені з порушеннями вимог щодо допустимого навантаження, що значно підвищує ризик аварійних ситуацій.

Розподільчі пристрої, встановлені в репродукторі, застарілі – переважно це щити старого зразка, обладнані автоматичними вимикачами типу ВА57-35 та АЕ2046, які вже не відповідають сучасним вимогам безпеки й ефективності. Вони не забезпечують належного рівня селективності, що в разі короткого замикання чи перевантаження призводить до вимкнення великих ділянок мережі, а не лише аварійної ділянки. У системі відсутні

елементи моніторингу споживання електроенергії, що унеможливило контроль за ефективністю енергоспоживання.

Окрема увага приділяється наявній системі годівлі свиноматок, яка є частково автоматизованою. Основу її становлять порційні механічні бункери, керування якими здійснюється вручну або за допомогою простих релейних схем. Така система не здатна враховувати індивідуальні потреби тварин – годівля не базується на обліку фізіологічного стану, маси чи періоду лактації свиноматки, що, своєю чергою, знижує ефективність використання кормів. Відсутність електронної ідентифікації та неможливість збору й обробки інформації про споживання корму кожною окремою особиною не дозволяє контролювати раціони й коригувати їх у реальному часі. Система також не має належного резервного живлення, що критично важливо в умовах безперервного виробничого циклу.

Загалом стан електрифікації репродуктора №2 не відповідає сучасним вимогам енергоефективності, пожежної безпеки та стандартам експлуатації в аграрному секторі. Діючі системи не відповідають нормам ПУЕ, не інтегровані в єдину систему енергоменеджменту, а також не забезпечують належного рівня автоматизації й технологічної гнучкості, що вимагає сучасне свинарське виробництво. Станом на сьогодні, наявна система живлення та управління технологічними процесами не може забезпечити надійного функціонування комплексу у відповідності до потреб підприємства. Це свідчить про нагальну потребу у комплексній реконструкції електричної мережі, модернізації комутаційного обладнання та впровадженні сучасної автоматизованої системи індивідуального годівлі свиноматок.

1.4. Висновки та пропозиції

Аналіз технічного стану системи електропостачання репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» виявив низку суттєвих недоліків, які негативно впливають на безперебійну роботу виробничих процесів, рівень енергоефективності, пожежну та експлуатаційну безпеку. Зношеність проводів, морально застаріле обладнання, обмежена автоматизація технологічних процесів та відсутність можливості моніторингу навантажень створюють ризики для функціонування репродуктора в умовах інтенсивного

тваринництва. Частково автоматизована система годівлі не відповідає сучасним стандартам щодо індивідуального підходу до раціонів, гнучкості дозування, збору та аналізу даних, що, у свою чергу, впливає на ефективність виробництва.

З огляду на вищезазначеним постає об'єктивна потреба у впровадженні необхідності у комплексній реконструкції електричної мережі, модернізації розподільчого обладнання та впровадженні сучасних рішень з автоматизації. Пропонується замінити існуючі електричні кабелі на вогнестійкі, безгалогенні з урахуванням нових навантажень. Розподільчі щити доцільно замінити на модульні системи з сучасними автоматами захисту, засобами обліку споживання та контролю параметрів електромережі. Система годівлі потребує впровадження ефективної автоматизації, що дозволить не лише підвищити продуктивність, а й забезпечити надійний контроль за кормовими ресурсами.

Після реалізації реконструкції буде досягнуто підвищення енергетичної стабільності, зменшення експлуатаційних витрат, покращення зоотехнічних показників, а також відповідність проєкту чинним нормативним документам та внутрішнім стандартам підприємства.

2. ОПИС ПРИЙНЯТОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ГОДУВАННЯ СВИНОМАТОК У РЕПРОДУКТОРІ

2.1. Аналіз технології годування свиноматок

У рамках модернізації технологічного обладнання репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» впроваджується сучасна система рідкого індивідуального годування свиноматок, що має за основу приготуванні та транспортуванні поживної суміші під тиском (рис. 2.1.). Така система забезпечує підвищену точність дозування та ефективність розподілу корму.

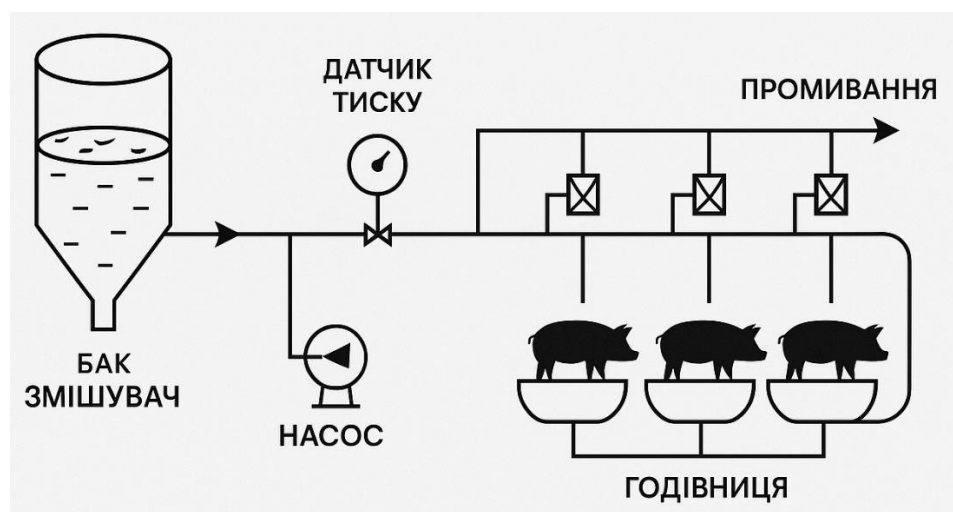


Рис. 2.1. Технологічна схеми системи рідкого годування свиноматок в репродукторі

Суть технології полягає у приготуванні рідкої кормової суміші у змішувальному баку з використанням води, сухих концентратів та добавок, після чого суміш подається по герметичній трубопроводній мережі до годівниць. Основна особливість полягає в тому, що керування роздачею корму здійснюється на основі контролю тиску в системі. Спеціальні датчики тиску встановлені в ключових точках мережі, дозволяють постійно відслідковувати стан трубопроводу й виявляти, коли тиск досягає значення, що відповідає повному заповненню годівниці. Це дозволяє точно дозувати корм без застосування складної електроніки в кожному дозаторі.

Після кожного циклу годівлі система автоматично переходить у режим промивання (CIP), підтримуючи чистоту внутрішньої поверхні трубопроводів.

Програмоване керування (PLC) забезпечує взаємодію між насосами, клапанами, змішувачем та тискомірними модулями. На основі показників тиску програмне забезпечення визначає тривалість подачі та обсяг суміші для кожної групи тварин.

У системі реалізована можливість ручного або автоматизованого вибору рецептури суміші залежно від групи свиноматок (поросні, лактуючі, у період спокою). Хоча індивідуальна ідентифікація не є обов'язковою при такій технології, її можна впровадити як додаткову функцію.

Таким чином, обрана технологія забезпечує точне дозування за допомогою тискових датчиків, стабільну роботу трубопровідної системи, надійне керування насосним обладнанням та високий рівень санітарії. Це дає змогу забезпечити стабільне споживання корму, знизити його втрати та підвищити загальну ефективність виробництва.

2.2. Характеристика приміщень репродуктора

Репродуктор №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» функціонально поділений на два основних приміщення: виробничу зону для утримання свиноматок та допоміжне приміщення – кімнату персоналу.

Основне приміщення, де безпосередньо утримуються свиноматки, відповідно до ПУЕ, належить до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом. Це зумовлено наявністю високої вологості, можливістю конденсації пари, наявністю струмопровідного пилу (органічного походження), постійною присутністю тварин, які виділяють вологу та агресивні речовини (аміак, сірководень). Поверхні, як правило, є вологими, а підлога – струмопровідною, що значно підвищує ризики електротравматизму. За класифікацією середовищ, приміщення вважається вологим і агресивним (у деяких ділянках – особливо агресивним), що вимагає застосування електрообладнання у герметичному або пиловологозахищеному виконанні (ступінь захисту не нижче IP44, а в деяких зонах – IP54).

Кімната персоналу, в якій здійснюється адміністративно-побутова діяльність (чергування, облік, управління обладнанням), класифікується як приміщення без підвищеної небезпеки, за умови дотримання вимог щодо

мікроклімату, відсутності сирості та підвищеної температури. Електрообладнання в ній може мати стандартне виконання (наприклад, відкрите або захищене), ступінь захисту IP20–IP30, залежно від конкретного призначення.

Отже, при проєктуванні електропостачання та підборі електрообладнання враховується поділ приміщень за рівнем небезпеки ураження струмом. Виробничі приміщення вимагають використання спеціалізованих електротехнічних рішень із підвищеним рівнем захисту, а в кімнаті персоналу допускається застосування типових побутових систем електропостачання.

2.3. Технологічні вимоги до системи електрифікації репродуктора

Система електрифікації репродуктора №2 повинна забезпечувати стабільну, надійну та безпечну роботу всього комплексу технологічного обладнання, відповідати специфіці виробництва та нормативним вимогам для тваринницьких приміщень. Основна мета – безперебійне енергопостачання всіх систем: вентиляції, мікроклімату, освітлення, системи рідкого годування, автоматизованого контролю та обліку, а також побутових потреб персоналу.

Однією з ключових вимог є високий ступінь електробезпеки. Через підвищену вологість, хімічну агресивність середовища та наявність струмопровідних підлог у приміщеннях для утримання свиноматок, електромережі повинні бути захищені, мати відповідне ізоляційне виконання, а захисне заземлення та занулення мають бути реалізовані без винятків. Вся електроарматура повинна мати ступінь захисту не нижче IP44, а в особливо вологих зонах – IP54.

З технологічної точки зору система повинна забезпечувати енергоживлення з урахуванням розділення споживачів за категоріями надійності. Найбільш критичні системи (годування, вентиляція, електроніка контролю) повинні бути підключені до окремого вводу з можливістю резервного живлення. Важливим є також резервування окремих ліній та застосування автоматичних пристроїв повторного ввімкнення.

Для забезпечення функціональності системи годування необхідно передбачити точне дозування, моніторинг тиску у трубопроводах, керування

насосами, клапанами та сенсорами. Це передбачає наявність окремих слабкострумівих ліній живлення та каналів зв'язку, які мають бути прокладені екранованими проводами в окремих трубопроводах або кабель-каналах.

Крім того, система електрифікації має відповідати енергоефективним стандартам, передбачати можливість контролю споживання електроенергії у розрізі споживачів, підтримку «розумного» керування освітленням (наприклад, з урахуванням добового циклу) та зниження пікових навантажень.

Таким чином, система електрифікації повинна відповідати суворим вимогам щодо надійності, безпеки, захищеності від агресивного середовища, а також бути здатною підтримувати функціонування критичних елементів технологічного процесу у режимі 24/7.

3. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РЕПРОДУКТОРА

3.1. Вибір електросилових апаратів для технологічного обладнання

У процесі реконструкції електрифікації репродуктора №2 особлива увага приділяється правильному вибору електросилового обладнання, яке забезпечуватиме надійну та безперебійну роботу всіх елементів технологічного процесу – зокрема, системи рідкого годування свиноматок, вентиляції, освітлення, обігріву та автоматичного керування.

Для живлення насосів, що забезпечують циркуляцію та подачу кормової суміші по трубопроводах, застосовуються трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором потужністю 3–5 кВт. З метою регулювання витрати корму та стабілізації тиску в системі передбачено використання частотних перетворювачів типу Danfoss VLT або аналогів, що дозволяють плавно змінювати швидкість обертання насосів відповідно до заданих параметрів.

Для керування електродвигунами передбачено магнітні пускачі із тепловими реле захисту, що забезпечують надійне увімкнення та захист обладнання від перевантаження та коротких замикань. В усьому комплексі реалізується система автоматичного резервного живлення, для чого використовується дизель-генератор потужністю близько 50 кВт, а також джерела безперебійного живлення (UPS) для критичних систем керування.

Для живлення електрообладнання в приміщеннях з підвищеною вологістю обираються щитки з пило- та вологозахищеним виконанням (IP54), у яких розміщуються автоматичні вимикачі, пристрої захисного відключення (ПЗВ) та інші елементи захисту. З метою локалізації аварій передбачено зональне розділення силових ліній з можливістю відключення окремих сегментів мережі без зупинки всього об'єкта.

Усі електродвигуни, клапани, мішалки та керуючі пристрої підключаються за допомогою кабелів типу ВВГнг-LS або NYM, які відповідають вимогам пожежної безпеки та придатні для експлуатації у

вологому та агресивному середовищі. Прокладка здійснюється у пластикових або металевих коробах, із захистом від механічних пошкоджень.

Таким чином, вибір електросилового обладнання базується на принципах енергоефективності, надійності, електробезпеки та відповідності до особливостей свинарського виробництва. Усі компоненти підібрані з урахуванням перспективи подальшої автоматизації та дистанційного контролю роботи систем.

Перелік технологічних машин лінії приготування та роздавання кормів у репродукторі №2 та відомості про комплектні електродвигуни наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Перелік технологічних машин лінії приготування та роздавання кормів у репродукторі №2

Назва апарату	Тип ЕД	$P_n, кВт$
Ємності для зберігання інгредієнтів (М1 та М2)	АИР80В4У3	1,5
Ємності для приготування та нагнітання кормів (мішалки М3 та М4; насосні агрегати М5 та М6)	АИР90L4У3	2,2
	АИР112М2У3	7,5
Бак для води (насосний агрегат М7)	АИР71В2У3	1,1

3.2. Перевірочний розрахунок електродвигуна мішалки системи годівлі свиноматок

Перевірочний розрахунок електродвигуна мішалки системи годівлі свиноматок за пусковими умовами та перевантажувальною здатністю виконуємо відповідно до умов, наведених в літературних джерелах [00].

Для забезпечення ефективного перемішування кормової суміші в системі рідкого годування свиноматок виконується розрахунок необхідної потужності мішалки. Враховується тип середовища (в'язка рідка суміш), об'єм резервуару, геометричні параметри мішалки, а також умови експлуатації.

Перевірочний розрахунок електродвигуна мішалки проведемо при таких вихідних параметрах:

- об'єм бака – $V_{\sigma} = 4 \text{ м}^3$;
- густина корму – $\rho = 1050 \text{ кг} / \text{м}^3$;
- діаметр мішалки – $D = 0,6 \text{ м}$;
- частота обертання мішалки – $n = 960 \text{ об} / \text{хв}$;
- коефіцієнт опору мішалки – $K = 4,5$.

Механічна потужність мішалки розраховується за формулою:

$$P = K \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5. \quad (3.1)$$

Переведемо частоту обертання мішалки в об/с:

$$n_c = \frac{n_{\text{хв}}}{60}; \quad (3.2)$$

$$n_c = \frac{960}{60} = 16 \text{ об} / \text{хв}.$$

Тоді розрахункова потужність мішалки:

$$P = 4,5 \cdot 1050 \cdot 16^3 \cdot 0,6^5 = 1,51 \text{ кВт}.$$

Потужність привідного електродвигуна мішалки повинна задовольняти умові:

$$P_{\text{дв}} \geq \frac{P \cdot K_3}{\eta_m \cdot \eta_{\text{пер}}}; \quad (3.3)$$

$$P_{\text{дв}} \geq \frac{1,51 \cdot 1,2}{0,85 \cdot 0,95} = 2,14 \text{ кВт.}$$

Отже, Для приводу мішалки системи рідкого годування у репродукторі №2 прийнято електродвигун АІР90L4 потужністю 2,2 кВт, напругою 380 В, частотою обертання 1500 об/хв. Двигун має асинхронну трифазну конструкцію з короткозамкненим ротором, що забезпечує надійну роботу в умовах підвищеної вологості та температурного режиму тваринницького приміщення.

Під час запуску мішалки електродвигун повинен забезпечувати достатній пусковий момент для подолання інерції навантаження (в'язкої кормової суміші) та запобігати тривалому перевищенню пускового моменту:

$$M_{n \text{ дв}} \geq M_{n \text{ мішалки}} \quad (3.4)$$

Розраховуємо пускові характеристики електроприводу міксера:

$$M_{\text{пов}} = M_n \cdot \mu_n \cdot K_u^2; \quad (3.5)$$

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}; \quad (3.6)$$

$$M_n = \frac{2200}{157,5} = 13,9 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{пов}} = 13,9 \cdot 2,3 \cdot 0,9^2 = 25,9 \text{ Нм.}$$

Розраховуємо характеристики мішалки міксера:

$$M_{n \text{ мішалки}} = \frac{P}{\omega_n}; \quad (3.7)$$

$$M_{n.мішалки} = \frac{1510}{157,5} = 9,6 \text{ Нм};$$

$$M_{n.мішалки} = (0,8 \dots 0,9) M_{n.мішалки}; \quad (3.8)$$

$$M_{n.мішалки} = 0,9 \cdot 9,6 = 8,6 \text{ Нм}.$$

Тоді:

$$25,9 \text{ Нм} > 8,6 \text{ Нм}.$$

Таким чином, умови пуску дотримуються.

Перевірку електродвигуна мішалки бункера приготування кормів за перевантажувальною здатністю здійснюємо за наступним алгоритмом [10, 12]:

$$M_{\text{max } \delta \nu} \geq M_{\text{max } \text{мішалки}}; \quad (3.9)$$

$$M_{\text{max } \delta \nu} = M_n \cdot \mu_{\text{max}} \cdot K_u^2 \quad (3.10)$$

$$M_{\text{max } n} = K_{\text{max}} \cdot M_{n.n}, \quad (3.11)$$

$$M_{\text{max } \delta \nu} = 13,9 \cdot 2,3 \cdot 0,9^2 = 25,9 \text{ Нм}.$$

$$M_{\text{max } \text{мішалки}} = 2,1 \cdot 8,6 = 18,1 \text{ Нм}.$$

Тоді:

$$25,9 \text{ Нм} > 18,1 \text{ Нм}.$$

Таким чином, умови за перевантаженням дотримуються.

Прийнятий електродвигун АІР90L4 (2,2 кВт) відповідає вимогам щодо пускових режимів та перевантажувальної здатності, забезпечуючи надійну і безпечну роботу мішалки у системі рідкого годування свиноматок.

3.3. Розробка схеми розташування силового електрообладнання репродуктора

Розташування силового електрообладнання в репродукторі №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» базується на принципах зручності експлуатації, безпеки персоналу та мінімізації довжин силових кабелів. До уваги беруться санітарно-гігієнічні вимоги до тваринницьких приміщень, а також категорії за надійністю електропостачання.

Основними елементами силової мережі є: головний щит живлення (ГРЩ), розподільчі щити, силові кабельні лінії, пускозахисна апаратура та електроприводи технологічного обладнання. Головний щит розміщується у кімнаті персоналу – окремому приміщенні з нормальними умовами за ПУЕ. Звідси живлення подається до окремих щитків у технологічному залі.

У головному приміщенні репродуктора передбачено розміщення:

- електродвигуна мішалок системи рідкого годування;
- насосів подачі корму до лінії;
- електроприводів клапанів-дозаторів;
- вентиляційного обладнання;
- освітлювальних та допоміжних ліній.

Всі елементи обладнання встановлюються на спеціальних монтажних панелях або кронштейнах з урахуванням ступеня захисту не нижче ІР54, що забезпечує безпечну роботу в умовах підвищеної вологості та пилу.

Розводка виконується мідними кабелями марок ВВГнг-LS у металевих кабель-каналах. Для живлення двигунів – трифазна мережа 380 В, для допоміжних ланцюгів і автоматики – мережа 220 В.

На схемі передбачено встановлення автоматичних вимикачів, контакторів, теплових реле та частотних перетворювачів. Електрообладнання розміщується з дотриманням вимог доступності для обслуговування і ремонту.

Схема розробляється у вигляді плану розміщення обладнання із зазначенням прокладки кабельних трас, точок підключення, типів щитів та місць монтажу пуско-захисної апаратури.

Схема розташування силового електрообладнання в репродукторі №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» наведена на листі графічної частини проекту КР.017.3.0017.Е7.

4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ГОДУВАННЯ СВИНОМАТОК У РЕПРОДУКТОРІ

4.1. Опис технологічного процесу годування свиноматок

У репродукторі №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» пропонується до установки сучасна технологія рідкого годування свиноматок, яка забезпечує автоматизовану подачу поживної суміші у точній відповідності до фізіологічних потреб тварин на різних стадіях продуктивного циклу.

Процес починається з приготування кормової суміші у змішувальній ємності об'ємом 4 м³, обладнаній електромішалкою з частотним регулюванням. До ємності дозовано подається вода та сухий комбікорм із бункера. Після цього мішалка забезпечує інтенсивне перемішування до утворення однорідної рідкої маси заданої густини.

Готовий корм подається до розподільної системи за допомогою насоса, що створює тиск у трубопроводі. У кожне кормове місце суміш надходить через індивідуальні клапани-дозатори, керовані автоматизованою системою за заданим алгоритмом. Контроль подачі відбувається за допомогою датчиків тиску та часу наповнення, що дозволяє точно дозувати об'єм для кожної свиноматки.

Система управління працює в автоматичному режимі та реагує на сигнали від блоків програмного керування, забезпечуючи різні графіки годівлі для свиноматок у різних фізіологічних групах — холостих, супоросних та лактуючих.

Процес годівлі відбувається кілька разів на добу згідно з добовим планом. Після кожного циклу система промивається водою для запобігання збродженню залишків корму.

Завдяки автоматизації забезпечується:

- точність дозування;
- підвищення конверсії корму;
- зменшення витрат ручної праці;
- зменшення стресу у тварин.

Використання рідкої системи годівлі дозволяє краще контролювати споживання кормів, полегшує введення вітамінних і лікарських добавок та відповідає сучасним вимогам до енергоефективного свинарства..

4.2. Розробка технологічних вимог до системи автоматизації годування

Система автоматизації процесу годування свиноматок у репродукторі №2 повинна забезпечити надійне, точне й безперебійне управління приготуванням та розподілом рідкого корму відповідно до добового раціону тварин. Основні вимоги до системи формуються з урахуванням особливостей виробничого процесу, біологічних потреб свиноматок та нормативних вимог з безпеки й гігієни.

Насамперед система повинна забезпечувати автоматизоване керування всіма етапами годівлі, включаючи:

- подачу води та сухого корму до мішалки;
- процес змішування компонентів до досягнення однорідної маси;
- контроль густини корму;
- перекачування суміші до лінії подачі;
- відкривання/закривання клапанів-дозаторів до кормових місць;
- промивку трубопроводів після завершення циклу.

Керування повинно здійснюватися на основі вимірювання тиску в системі, що дозволяє в режимі реального часу контролювати процес подачі корму та виявляти відхилення, наприклад – забивання лінії або зниження продуктивності насоса.

Система має відповідати нормам безпеки та бути захищеною від несанкціонованого доступу, особливо у випадку втручання в добові норми годування, що може негативно вплинути на здоров'я тварин.

4.3. Розробка та опис схеми автоматизованого керування годівлею

Система автоматизованого керування процесом рідкого годування у репродукторі спроектована із здатністю переходу з ручного режиму роботи в

автоматичний і навпаки та показана на листі графічної частини проєкту. Перехід до ручного управління здійснюється через перемикач SA1, який встановлюється у відповідне положення «Ручне». Цей режим призначений виключно для обслуговування, діагностики та налаштування обладнання.

У режимі ручного керування кожен електропривод (M1...M7) може бути незалежно активований за допомогою кнопок запуску SB1.2...SB7.2 та зупинений через відповідні кнопки SB1.1...SB7.1. Візуальний контроль за станом роботи приводів здійснюється через індикаторні лампи HL1...HL7, які сигналізують про активність відповідного приводу.

У положенні «Авто» перемикача SA1 активується автоматизований цикл, який виконується під контролем мікропроцесорного контролера A2. Він забезпечує послідовне керування усіма виконавчими механізмами та контролює ключові параметри процесу.

На першому етапі автоматичного циклу керування змішуванням корму подається сигнал із МБК, який замикає контакт A2.8. Це активує електромагніт YA1, що відкриває клапан подачі води у змішувальну ємність. Паралельно подається сигнал на запуск електродвигуна насоса M7 (через замикання A2.7), що качає воду з резервуара відпрацьованої води.

Після початку подачі води активується змішувач M3 (контакт A2.3), що готує основу кормової маси. Наступним кроком, при замиканні контакту A2.1, запускається шнековий подавач M1 для сухого комбікорму. Коли необхідна кількість завантажена, МБК розриває контакт A2.1 і привод зупиняється. Аналогічно, контакт A2.2 активує шнек M2 для кукурудзяної добавки.

Після завершення завантаження твердих компонентів змішувач продовжує перемішування ще певний час для досягнення повної гомогенності суміші. Коли маса готова, МБК подає сигнал (A2.9) на відкривання електромагнітного клапана YA2, який відкриває трубопровід у напрямку бункера №2. Після відкривання, замикання контакту A2.4 активує насос M4, що перекачує корм у резервуар подачі. Як тільки суміш перенесена, МБК зупиняє M4 та подає команду на засувку YA3 (контакт A2.10), що відкриває трубопровід до кормушок. Подальше замикання контактів A2.5 та A2.6 запускає міксер M5 та насос M6 у бункері №2.

Корм подається до точок споживання насосом М6, оберти якого регулюються частотним перетворювачем А1 у залежності від тиску в лінії, що дозволяє забезпечити постійну продуктивність незалежно від навантаження.

Захист від перевантаження двигунів М1–М6 реалізується за допомогою теплових реле КК1...КК6. Насос М6 має інтегрований захист через частотник А1. Для забезпечення електробезпеки передбачено автоматичні вимикачі QF1–QF8, які відключають живлення у випадку короткого замикання, а коло керування додатково захищене автоматом SF1. Всі металеві частини обладнання заземлені через захисний нульовий провідник РЕ, що відповідає нормативам охорони праці та електробезпеки.

4.4. Розробка схеми з'єднань системи годування

Проектування схеми з'єднань шафи керування автоматизованою системою годівлі свиноматок повинно здійснюватися з урахуванням вимог до безпеки, надійності, обслуговування та відповідності чинним стандартам. Усі електричні з'єднання в межах шафи повинні бути впорядковані так, аби гарантувати зручність, щоб забезпечити зручність доступу до апаратури, чіткість маршрутизації сигнальних і силових кабелів, а також можливість розширення або модернізації системи в майбутньому.

Основу керування складає мікропроцесорний блок з необхідною кількістю входів/виходів для прийому сигналів від датчиків і подачі команд виконавчим механізмам (електромагнітам, насосам, змішувачам, шнекам). До схеми також входять пускачі з тепловими реле для захисту електродвигунів, частотний перетворювач для насосу подачі корму, сигнальні лампи, кнопки керування, автоматичні вимикачі, трансформатори живлення низьковольтних кіл і захисні пристрої.

Живлення шафи здійснюється від трифазної мережі з відповідним заземленням. В середині шафи передбачено внутрішні DIN-рейки для кріплення обладнання, а також захисні перемички, маркування клем, розділення силових та сигнальних контурів. Всі з'єднання повинні бути виконані з використанням провідників, що відповідають перерізу за струмовим навантаженням, з дотриманням стандарту ПУЕ.

У схемі необхідно передбачити світлову індикацію станів, режимів роботи (ручний/автоматичний), аварій, пусків і зупинок агрегатів. Також у конструкції шафи повинна бути передбачена наявність запобіжних пристроїв, які гарантують безпечну експлуатацію навіть у випадку помилок оператора чи аварійної ситуації.

Прокладка проводів усередині шафи повинна відповідати нормам електромонтажу: обов'язкове застосування лотків або гофрованих каналів, мінімізація перехресть, контроль допустимих радіусів згинання. Кожен кабель і провід позначається маркуванням згідно з технічною документацією, що значно спрощує обслуговування та усунення несправностей.

Схеми з'єднань шафи керування системою годування свиноматок у репродукторі показана у графічній частині КР.017.3.0017.Е4.

4.5. Розробка схеми підключень системи годування

При створенні схеми підключень для автоматизованої системи рідкого годування свиноматок необхідно дотримуватись чітких інженерних принципів та нормативних положень, які забезпечують безпечну, стабільну та ефективну роботу обладнання. Основною метою є реалізація безперервної взаємодії між усіма елементами системи: сенсорами, виконавчими механізмами, контролером, пускачами, приводами та приладами захисту.

Схема підключень повинна охоплювати всі ланки живлення – від головного щитка до кінцевого виконавчого пристрою, з урахуванням фазності, типу навантаження, потужності споживачів та вимог до захисту. Особливу увагу слід приділити правильному з'єднанню силових і керуючих кіл: вони повинні бути фізично розділені у трасуванні, ізольовані від перешкод та індукційних навантажень.

З'єднання до електродвигунів (насосів, змішувачів, шнеків) повинні відповідати їхній потужності та передбачати тепловий захист, а також комутацію через магнітні пускачі з відповідними реле перевантаження. Підключення до частотного перетворювача насоса М6 повинне включати в себе захист від перенапруги, а також заземлення відповідно до інструкції виробника.

Усі сигнальні лінії до контролера (датчики рівня, тиску, ваги, кінцеві вимикачі) підключаються через клемні блоки з індивідуальним маркуванням. Для мінімізації електромагнітних завад рекомендується використовувати екрановані кабелі, особливо для аналогових сигналів. Напруга живлення пристроїв управління повинна бути стабілізована (як правило 24 В постійного струму) та захищена автоматичними запобіжниками.

Підключення до індикаційних приладів, кнопок пуску/зупинки, перемикачів режимів (ручний/авто), а також сигнальних ламп повинно забезпечувати чітку логіку керування відповідно до алгоритму роботи системи. Усі елементи схеми мають бути доступні для обслуговування та промарковані згідно з електричною схемою.

Згідно з ПУЕ, обов'язковим є підключення захисного заземлення (РЕ) до всіх металевих корпусів електрообладнання. Також має бути передбачене заземлення екранів сигнальних кабелів у єдиній точці, щоб уникнути петель струму.

5. ВИБІР ПУСКОЗАХИСНОЇ АПАРАТУРИ ТА ПРОВІДНИКІВ

5.1. Вимоги до внутрішньої електричної мережі репродуктора

Внутрішня електромережа репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» повинна бути спроектована з урахуванням високих вимог до електробезпеки, енергетичної надійності та експлуатаційної ефективності. Оскільки приміщення, де утримуються свиноматки, належать до категорій із підвищеною вологістю, запиленістю та агресивністю середовища (згідно з ПУЕ), електрообладнання має відповідати відповідному класу захисту не нижче IP44, а в особливо вологих зонах – IP54.

Розподільча мережа має бути трифазною, з нейтраллю, жорстко заземленою через систему TN-C-S, де для всіх струмопровідних корпусів передбачено захисне занулення. Вибір кабельно-провідникової продукції здійснюється за перерізом, який гарантує допустимі втрати напруги не більше 5% та здатність тривалого пропускання струму без перегрівання. Основними типами кабелів можуть виступати ВВГнг-LS, ПВС, NUM – залежно від середовища встановлення.

Внутрішня електромережа має забезпечувати живлення освітлення, силових споживачів (електродвигунів, насосів, змішувачів, приводів), автоматики, вентиляційного та охолоджувального обладнання. Для кожного типу навантаження передбачається окремий автоматичний захист із селективною структурою спрацювання.

Усі комутаційні апарати, коробки, пускачі та інша апаратура повинні бути механічно захищені від пошкодження тваринами та доступу сторонніх осіб. Також передбачається прокладка кабелів у захисних трубах або гофроканалах, змонтованих поза досяжністю свиней, а для кімнати персоналу – виконання прокладання прихованим або в металевих лотках.

З метою зменшення ймовірності аварій внаслідок короткого замикання, застосовуються диференційні автомати в колах керування та електропостачання побутових споживачів. Всі частини електромережі повинні мати відповідне маркування, що відповідає схемі, а шафи керування та розподілу мають бути

оснащені вентиляцією або мати ступінь герметичності, достатній для роботи в агресивному середовищі.

5.2. Вибір кабелів для живлення репродуктора

Під час підбору кабельно-провідникової продукції для живлення репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» враховуються характер навантажень, умови навколишнього середовища та вимоги до електробезпеки. Особливості середовища (висока вологість, агресивна атмосфера, можливе механічне впливання) визначають доцільність використання кабелів з підвищеним рівнем механічного та термохімічного захисту.

Основними кабелями для прокладання силових ліній від головного розподільного щита до технологічного обладнання обрано тип ВВГнг-LS – з негорючою оболонкою та низьким димовиділенням, що забезпечує пожежну безпеку у приміщеннях з тваринами.

Розрахунок перерізу проводиться виходячи з номінальних струмів споживачів та довжини ліній, із забезпеченням максимально допустимої втрати напруги в межах 5%.

Кабелі для живлення репродуктора зробимо за вимогою тривалодопустимих струмів [5]:

$$I_{TR.ПР} \geq I_{розр.}, \quad (5.1)$$

Струми електроприводів системи годування свиноматок визначаємо за формулою [5]:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H}, \quad (5.2)$$

Тоді, як приклад розрахуємо струм мішалок ємностей для приготування корму:

$$I_{M3,M5} = \frac{2,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,81 \cdot 0,8} = 5,2 \text{ A}$$

Для живлення мішалок ємностей для приготування корму приймаємо до монтажу кабель ВВГнг-LS (4x1,5) [6]. За умовою (5.1):

$$I_{TR.PP} = 16 \text{ A} > I_{M3,M5} = 5,2 \text{ A}.$$

Кабель для мішалок обрано вірно. За аналогією обираємо кабелі для інших типів електроприводів.

Струм магістральної ділянки, яка живить всі електроприводи системи приготування корму та годування свиноматок [5]:

$$I_p = K_0 \cdot \sum I_H, \quad (5.3)$$

$$I_{p.\text{магістралі}} = 0,85 \cdot (3,8 + 3,8 + 5,2 + 5,2 + 15 + 15 + 2,6) = 43 \text{ A}.$$

Обираємо кабель ВВГнг-LS (5x10) [6], тоді згідно умови (5.1):

$$I_{TR.PP} = 55 \text{ A} > I_{p.\text{магістралі}} = 43 \text{ A}$$

Кабель для магістральної ділянки обрано правильно.

Кабелі систем автоматизації, де проходять сигнали керування (до датчиків, кнопок, модулів контролера), мають бути екрановані – наприклад, КВВГнг, що дозволяє зменшити електромагнітні завади. Їхній переріз обирається за навантаженням до 1 А, як правило 0,5–0,75 мм².

Монтаж усіх кабелів виконується відповідно до стандартів – із дотриманням допустимого радіуса вигину, термічного віддалення від гарячих поверхонь, та чіткою фіксацією у лотках або коробах. В місцях перетину з механічними елементами обов'язкове застосування захисної гофри або броньованих оболонок.

5.3. Вибір автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі, як елемент системи захисту електромережі репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс», підбираються з урахуванням двох основних критеріїв: захисту від коротких замикань та перевантажень. Вони забезпечують безпечне відключення ліній при виникненні аварійних ситуацій, запобігаючи пошкодженню кабельної продукції та електрообладнання.

Під час вибору враховуються номінальний струм лінії, характер навантаження, умови пуску двигунів та тип навколишнього середовища. Для живлення електродвигунів, які мають короточасні пускові перевантаження, застосовуються автоматичні вимикачі з характеристикою спрацювання типу С або D. Зокрема, для електроприводу мішалки потужністю 2,2 кВт доцільно використовувати автомат типу С з номінальним струмом 10–16 А, залежно від розрахованого пускового струму.

Загальні силові лінії, які живлять декілька споживачів одночасно, захищаються автоматами з більшим номіналом – 25–40 А для трифазних кабелів перерізом 6–10 мм². Для мереж освітлення та керуючих кіл автоматичні вимикачі підбираються на 6–10 А, що забезпечує надійний захист малопотужних ланцюгів.

Для кожного автоматичного вимикача важливо дотримуватись умов селективності, щоб при аварії в окремій лінії не вимикалась уся система. Крім того, захисні пристрої повинні бути сумісними з умовами навколишнього середовища – тому вологі та пилові приміщення передбачають встановлення вимикачів у герметичних щитах з класом захисту не нижче IP54.

В якості основних апаратів обираємо до монтажу вимикачі від виробника CNC Electric серії YCB9-80M (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Вимикачі від виробника CNC Electric серії YCB9-80M

Під час добору відповідного захисного обладнання було всебічно враховано ключові критерії, що мають вирішальне значення для його ефективного функціонування:

$$U_{ном} = U_{мережі}, \quad (5.4)$$

$$I_{ном.ав} \geq I_{розрах}, \quad (5.5)$$

$$I_{відс.} \geq I_{пуск}, \quad (5.5)$$

$$I_{пуск} = \sum I_{ном} + \Delta I, \quad (5.6)$$

$$I_{відс.} = k \cdot \sum I_{ном}, \quad (5.7)$$

Ознайомитись з характеристиками підібраних пристроїв можна у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомості щодо автоматичних вимикачів, обраних для електрообладнання системи кормороздачі.

$I_{розрах}, A$	Поз.	Тип АВ	$I_{н.ав}, A$	$U_{н.ав}, B$	$I_{ем.роз}, A$
43	QF1	CNC Electric YCB9-80M	63	380	630

		3P C63 6kA			
3,8	QF2, QF3	CNC Electric YCB9-80M 3P C4 6kA	4	380	40
5,2	QF4, QF6	CNC Electric YCB9-80M 3P C6 6kA	6	380	60
15	QF5, QF7	CNC Electric YCB9-80M 3P C16 6kA	16	380	160
2,6	QF8	CNC Electric YCB9-80M 3P C4 6kA	4	380	40

5.4. Вибір контакторів та електротеплових реле

У складі системи електроприводного обладнання репродуктора №2, де використовуються електродвигуни потужністю до 7,5 кВт, головними елементами силового керування є контактори торгової марки CNC Electric. Їхнє використання зумовлено надійністю, доступністю та відповідністю вимогам промислового стандарту.

Для запуску трифазних асинхронних двигунів у системі годівлі (шнеки, насоси, змішувачі) обираються контактори серії CJX2. Вибір конкретного типорозміру здійснюється відповідно до номінального струму, який двигун споживає при роботі в трифазній мережі 380 В.

Контактори комплектуються котушками керування на 230 В або 24 В змінного/постійного струму залежно від логіки керування. Усі моделі підтримують підключення допоміжних блоків контактів (1НЗ + 1НО), які використовуються для формування схем автоматичного керування та блокувань. Контактори CNC легко монтуються на стандартні DIN-рейки та сумісні з більшістю теплових реле відповідного класу.

Кожен контактор має ресурс не менше 1 млн електричних циклів, що забезпечує його довговічну роботу у системах з частими включеннями. При цьому важливо забезпечити правильну координацію з тепловим реле, обране значення якого повинно точно відповідати струму двигуна. Контактори встановлюються у захищених електрощитах з IP54 або вище, з урахуванням вологого і запиленого середовища тваринницьких приміщень.

В якості основних апаратів обираємо до монтажу контактори від виробника CNC Electric серії CJX2 (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Контактори від виробника CNC Electric серії CJX2

Під час добору відповідного захисного обладнання було всебічно враховано ключові критерії, що мають вирішальне значення для його ефективного функціонування:

$$U_{ном} \geq U_{двигуна}; \quad (5.8)$$

$$I_{ном} \geq I_p; \quad (5.9)$$

$$U_{кот.кер} \geq U_{мережі}. \quad (5.10)$$

Ознайомитись з характеристиками підібраних пристроїв можна у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Відомості щодо контакторів, обраних для електрообладнання системи кормороздачі

$I_{розр}, A$	Поз.	Тип МП	$I_{н.мп}, A$	$U_{н.мп}, B$	$U_{кот.кер}, B$
3,8	КМ1, КМ2	CNC Electric CJX2-1210 AC-3 380В	12	400	220
5,2	КМ3, КМ5	CNC Electric CJX2-1210	12	400	220

		AC-3 380B			
15	KM4, KM6	CNC Electric CJX2-1810 AC-3 380B	18	400	220
2,6	KM7	CNC Electric CJX2-1210 AC-3 380B	12	400	220

5.5. Вибір електротеплових реле

Для захисту електродвигунів системи рідкого годування свиноматок від перевантаження, що триває понад допустимий час, у схемі передбачено встановлення електротеплових реле. Ці пристрої реагують на перевищення струму, пов'язаного з механічним заклинюванням, тривалим перевантаженням чи порушенням умов експлуатації.

Електротеплові реле встановлюються у комутаційній апаратурі спільно з контакторами CNC Electric, до яких вони конструктивно сумісні. Для кожного електродвигуна реле підбирається за номінальним робочим струмом, з урахуванням діапазону налаштування та необхідного часу відключення.

Кожне реле має ручний або автоматичний режим скидання, можливість підключення нормально відкритих або нормально закритих контактів для сигналізації та блокування. Чутливість реле до зникнення однієї фази (асиметрії напруги) також є важливим фактором, який забезпечує додаткову безпеку обладнання.

Реле повинні бути налаштовані на струм, що на 10–15% перевищує номінальний струм двигуна, але не виходить за межі допустимого для конкретної моделі. Встановлення відбувається безпосередньо на контактор або в щит керування, у відповідності до стандартів ПУЕ та умов категорії середовища.

В якості основних апаратів обираємо до монтажу контактори від виробника CNC Electric серії JR28 (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Реле електротеплове від виробника CNC Electric серії JR28

Ознайомитись з характеристиками підібраних пристроїв можна у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Відомості щодо електротеплових реле, обраних для електрообладнання системи кормороздачі

$I_{розр}, A$	Поз.	Тип реле	$I_{н.тр}, A$	$U_{н.тр}, B$
3,8	КК1, КК2	CNC Electric JR28-25, 2.5-4 A	3,8	690
5,2	КК3, КК5	CNC Electric JR28-25, 4-6 A	5,2	690
15	КК4	CNC Electric JR28-25, 12-18 A	15	690
2,6	КК6	CNC Electric JR28-25, 2.5-4 A	2,6	690

5.6. Вибір перетворювача частоти для насоса нагнітання корму

У системі автоматизованого годування свиноматок критично важливим елементом є стабільне та гнучке керування відцентровим насосом, який нагнітає готову кормову суміш у лінії подачі. Для цього використовується перетворювач частоти, що дозволяє регулювати швидкість обертання електродвигуна потужністю 7,5 кВт відповідно до змін тиску в системі трубопроводів.

Оптимальним вибором для даного випадку є перетворювач частоти із наступними характеристиками:

- Номінальна потужність: не менше 7,5 кВт;
- Напруга живлення: 3-фазна, 380 В $\pm 10\%$;
- Діапазон регулювання частоти: 0...50 (60) Гц;
- Тип керування: векторне або скалярне (залежно від потреб точності);
- Інтерфейси зв'язку: RS485, Modbus RTU для інтеграції у мікропроцесорну систему;
- Захист: від перевантаження, перенапруги, обриву фази, короткого замикання, перегріву.

У контексті застосування в сільськогосподарському середовищі доцільно використовувати модель, яка має корпус із ступенем захисту IP54 або вище, що дозволяє експлуатацію в умовах підвищеної вологості та запиленості. Серед рекомендованих моделей – CNC VFD-M (рис. 5.4).



Рис. 5.4. Частотний перетворювач CNC VFD-M

Для точного контролю тиску система має працювати в режимі підтримки заданого тиску через зворотний зв'язок від датчика, підключеного до аналогового входу ПЧ. Регулювання забезпечує енергозбереження, зменшує знос насосу та оптимізує об'єм подачі корму.

Пуск ПЧ має бути плавним, без ривків, із заданими межами прискорення/гальмування, що важливо для довговічності приводу. Налаштування ПЧ здійснюється через вбудовану панель або зовнішній програматор.

6. ЕКОЛОГІЯ

Вступ. В умовах сучасного розвитку АПК важливу роль відіграє впровадження екологічно безпечних рішень, які забезпечують ефективне функціонування виробництва без шкоди для навколишнього середовища. Зокрема, це стосується систем утримання та годівлі тварин, де важливо мінімізувати вплив виробничих процесів на ґрунт, повітря, водні ресурси та загальну екологічну ситуацію в регіоні. Реконструкція електрифікації репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» із впровадженням автоматизованої системи рідкого годування спрямована не лише на підвищення енергоефективності, а й на зниження негативного екологічного навантаження. Саме тому аналіз екологічних аспектів та розробка природоохоронних заходів є невіддільною складовою даного проєкту.

Вплив. Функціонування репродуктора свиней, зокрема у форматі інтенсивного промислового тваринництва, супроводжується низкою факторів, які потенційно можуть негативно впливати як на людину, так і на природне середовище. В першу чергу, це пов'язано з утворенням великої кількості органічних відходів – гною та стічних вод, що містять високу концентрацію азотистих сполук, фосфатів, патогенних мікроорганізмів і залишків антибіотиків. За недостатньо ефективної утилізації ці речовини можуть проникати в ґрунт і водоносні горизонти, погіршуючи якість води та завдаючи шкоди ґрунтовій мікрофлорі.

Для людей найбільш небезпечним є забруднення повітря аміаком, сірководнем та іншими шкідливими газами, які утворюються під час розкладу гною. Вони можуть спричиняти подразнення дихальних шляхів, алергічні реакції, а за тривалого впливу – негативно впливати на нервову систему. Крім того, репродуктор є джерелом підвищеного шумового навантаження, що негативно позначається на якості життя мешканців навколишніх сіл.

Флора та фауна також зазнають негативного впливу. Забруднення води та ґрунтів може знижувати біорізноманіття, змінювати видовий склад рослинності, пригнічувати ріст рослин, а також знищувати кормову базу диких тварин. Безконтрольне скидання органічних решток у водоймища призводить до їх евтрофікації, що створює умови для масового розвитку водоростей і

подальшого зниження концентрації кисню у воді, внаслідок чого гине риба та інші водні організми.

Заходи. Для мінімізації екологічних ризиків, що супроводжують роботу свиногосподарського репродуктора, необхідно впровадити комплекс заходів, спрямованих на захист довкілля, здоров'я населення та збереження біорізноманіття. Насамперед важливо забезпечити герметичну систему збору та зберігання гною з подальшим транспортуванням на біогазову установку або в цех компостування. Такий підхід дозволяє перетворити відходи у корисну сировину – органічне добриво чи біоенергію, мінімізуючи при цьому потрапляння шкідливих речовин у ґрунт і воду.

У сфері поводження з повітряними викидами доцільним є встановлення вентиляційних систем із фільтрацією викидів (біофільтри, скрубери), що суттєво знижує концентрацію аміаку, сірководню та запахів у повітрі. Це сприяє поліпшенню умов праці персоналу та санітарного стану навколишніх територій.

Для запобігання шумовому забрудненню потрібно застосовувати обладнання з низьким рівнем шуму, а також облаштовувати звукоізоляційні бар'єри або зелені насадження між промисловими об'єктами і житловою забудовою. Система водовідведення повинна бути закритого типу, з попереднім очищенням господарсько-побутових і виробничих стоків. Це включає механічну, біологічну та, за потреби, хімічну очистку, що гарантує відповідність скидів екологічним нормам.

Також важливо організувати регулярний екологічний моніторинг – вимірювання рівня забруднення повітря, ґрунту та водних об'єктів, щоб своєчасно виявляти відхилення та запобігати погіршенню екологічного стану.

Висновки. Реалізація комплексу природоохоронних заходів на репродукторі дозволяє значно знизити негативний вплив на довкілля та забезпечити екологічну безпеку виробництва.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці в репродукторі. Організація заходів з охорони праці в репродукторному господарстві є невід'ємною складовою ефективною виробничою діяльністю. Забезпечення безпеки праці на підприємстві становить один із пріоритетних напрямів управління виробничими процесами. Усі організаційні заходи щодо забезпечення безпеки праці здійснюються відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», галузевих нормативів, ДСТУ та внутрішніх інструкцій підприємства.

Для ефективного управління системою охорони праці на підприємстві створено відповідний підрозділ або призначено відповідальну особу, яка здійснює контроль за дотриманням вимог безпеки на всіх етапах виробництва. Кожен працівник перед початком роботи проходить вступний та первинний інструктаж, а також періодичні повторні інструктажі. Забезпечується обов'язкове медичне обстеження персоналу, особливо для тих, хто працює в умовах підвищеної небезпеки.

На всіх ділянках репродуктора вживаються заходи з мінімізації виробничих ризиків: обладнання оснащено захисними пристроями, автоматизовані системи знижують контакт оператора з небезпечними зонами, а шкідливі фактори контролюються відповідними приладами. Працівники забезпечуються сертифікованими засобами індивідуального захисту, ведеться облік нещасних випадків і професійних захворювань.

Крім того, впроваджується система внутрішнього аудиту з охорони праці, проводяться регулярні тренування з евакуації та дій у надзвичайних ситуаціях. Такий комплексний підхід дозволяє не лише зменшити рівень виробничого травматизму, а й сформувати культуру безпеки на підприємстві [11, 12].

Небезпечні та шкідливі фактори при роботі в репродукторі. При роботі в репродукторі працівники піддаються впливу кількох небезпечних і шкідливих факторів, які можуть негативно впливати на їх здоров'я. Одним з основних факторів є шум, який виникає внаслідок роботи обладнання та механізмів. Це може призвести до порушень слуху або розвитку стресу. Також важливою небезпекою є забруднення повітря, що може містити різноманітні шкідливі гази або пари хімічних речовин, які використовуються в процесах

репродукції. Вони можуть викликати отруєння або хронічні захворювання дихальних шляхів.

Вібрації, які виникають під час роботи з важким обладнанням, також можуть спричиняти серйозні проблеми зі здоров'ям, зокрема з порушенням кровообігу або розвитку хвороб суглобів і хребта. Крім того, високі температури та підвищена вологість у приміщеннях репродуктора можуть створювати несприятливі умови для працівників, що викликає перегрів організму, порушення водно-сольового балансу та інші захворювання.

Ще однією потенційною небезпекою є механічні ризики, пов'язані з використанням рухомих частин машин та обладнання. Це може призвести до травм, як-от порізи, забої, розтягнення зв'язок чи навіть переломи. Електричні небезпеки також не можна ігнорувати, адже робота з електричними установками може стати причиною уражень електричним струмом або пожежі внаслідок короткого замикання чи неправильного обслуговування.

Рекомендації щодо впровадження безпечних і здорових умов праці в репродукторі. Для впровадження безпечних і здорових умов праці в репродукторі необхідно здійснити ряд заходів, спрямованих на зниження ризиків і забезпечення належного рівня захисту працівників. Одним із перших кроків має стати ретельний аналіз потенційних небезпек, що виникають у процесі роботи, та впровадження відповідних заходів для їх мінімізації. Важливо створити комфортні умови для працівників, забезпечивши належну вентиляцію приміщень та контролюючи рівень температури і вологості. Це дозволить зменшити вплив перегріву та небажаних мікрокліматичних факторів на організм.

Не менш важливим є організація ефективного навчання для працівників з охорони праці, що включає регулярні інструктажі, тренінги та перевірки знань правил безпеки. Всі працівники повинні бути ознайомлені з потенційними небезпеками і знати, як правильно діяти у разі надзвичайних ситуацій. Крім того, необхідно забезпечити їх усім необхідним спецодягом і засобами індивідуального захисту, які повинні відповідати вимогам безпеки для конкретних умов праці.

Важливим аспектом є організація належного технічного обслуговування обладнання та регулярне проведення його перевірок на відповідність

стандартам безпеки. Оновлення та модернізація устаткування повинна здійснюватися з урахуванням новітніх технологій, що забезпечують зменшення шуму, вібрацій та інших шкідливих впливів.

Необхідно також приділяти увагу санітарно-побутовим умовам на підприємстві. Організація чистих і комфортних приміщень для відпочинку працівників, а також забезпечення доступу до питної води, їжі та інших елементарних потреб є важливим етапом у підтримці здоров'я працівників.

Забезпечення контролю за виконанням усіх заходів безпеки на кожному етапі робочого процесу має бути однією з основних задач керівництва репродуктора. Відповідальні посадові особи повинні не лише контролювати дотримання стандартів безпеки, а й регулярно проводити атестацію робочих місць, а також розробляти і вдосконалювати плани для покращення умов праці.

Висновки. Впровадження безпечних і здорових умов праці в репродукторі потребує комплексного підходу, що включає оцінку та мінімізацію небезпечних факторів, регулярне навчання працівників, забезпечення їх необхідними засобами індивідуального захисту та спецодягом, а також постійний контроль за технічним станом обладнання і дотриманням санітарно-побутових умов. Важливо також забезпечити належну організацію роботи та відповідальність посадових осіб за виконання вимог охорони праці, що дозволить знижувати ризики для здоров'я працівників і створювати безпечне робоче середовище.

8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

Економічне обґрунтування реконструкції системи електрифікації репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» с. Обізнівки з розробкою автоматизованої системи годівлі свиноматок полягає в оцінці витрат та вигод, що виникають внаслідок модернізації існуючої електричної інфраструктури та впровадження нових автоматизованих технологій.

Загальна мета реконструкції – підвищення ефективності роботи репродуктора через забезпечення стабільного та безперебійного постачання електроенергії для нової автоматизованої системи годівлі свиноматок. Ця система дозволить автоматично регулювати раціони годівлі, що дозволить знизити людську помилку, підвищити продуктивність і зменшити витрати на обслуговування.

Першочергово, реконструкція передбачає модернізацію електричної проводки, встановлення нових трансформаторних підстанцій, оновлення системи автоматичного регулювання та захисту електричного обладнання. Окрім того, в процесі реалізації проекту передбачено встановлення нових енергоефективних пристроїв для автоматизованого контролю за параметрами годівлі.

У результаті реалізації проекту очікується значне зниження витрат на електричну енергію, оскільки нові системи будуть оптимізувати використання ресурсів, що дозволить зменшити витрати на енергію та обслуговування. Окрім того, автоматизація процесу годівлі зменшує необхідність у великій кількості працівників, що також позитивно впливає на загальні витрати підприємства.

Економічна ефективність проекту буде оцінена через розрахунок строку окупності, який покаже, через який період відбудеться відшкодування інвестицій у реконструкцію. Окрім того, слід врахувати потенційну економію через покращення якості продукції, оскільки оптимізація годівлі свиноматок покращить їх стан та сприятиме зростанню кількості здорових порослят.

Також важливим аспектом є екологічна вигода від впровадження енергоефективних технологій. Зниження споживання електроенергії та оптимізація роботи систем дозволяють зменшити викиди вуглекислого газу в

атмосферу, що відповідає вимогам сучасних стандартів сталого розвитку та екологічної безпеки.

Загалом, реконструкція системи електрифікації з розробкою автоматизованої системи годівлі свиноматок дозволить не лише підвищити ефективність виробництва, але й сприятиме зниженню витрат на енергетичні ресурси та обслуговування, що забезпечить економічну вигоду для ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» [13, 14].

Таблиця 8.1 – Капіталовкладення в систему годівлі свиноматок

Найменування	К-ть, шт.,м.	Ціна за одиницю, грн.	Загальна вартість, грн.
Кабель ВВГнг-LS (4x1,5)	65	49	3185
Кабель ВВГнг-LS (4x10)	10	286	2860
CNC Electric YCB9-80M 3P C63 6kA	1	419	419
CNC Electric YCB9-80M 3P C4 6kA	3	505	1515
CNC Electric YCB9-80M 3P C6 6kA	2	480	960
CNC Electric YCB9-80M 3P C16 6kA	2	399	798
Контактор CNC Electric CJX2-1210 AC-3 380В	5	418	2090
Контактор CNC Electric CJX2-1810 AC-3 380В	2	478	956
CNC Electric JR28-25, 2.5-4 А	3	441	1323
CNC Electric JR28-25, 4-6 А	2	431	862
CNC Electric JR28-25, 12-18 А	1	450	450
Перетворювач частоти CNC Electric	1	15500	15500
Кнопочві пости	7	350	2450
Перемикач кулачковий	1	450	450
Світлосигнальна арматура	7	120	840
Засувки з електромагнітами	3	950	2850

Блок керування мікропроцесорний	1	2500	2500
Монтажні роботи	-	60 % від витрат на обладнання	24004,8
Разом:			64012,8

Річна економія електроенергії [14]:

$$E_{\text{економія}} = E - \frac{\eta}{100}, \quad (8.1)$$

де $k = 5\%$..

$$E_{\text{економія}} = 180000 \cdot \frac{5}{100} = 9000 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Річна економія коштів [14]:

$$C_{\text{економія}} = E_{\text{економія}} \cdot Ц, \quad (8.2)$$

$$C_{\text{економія}} = 9000 \cdot 8 = 72000 \text{ грн.}$$

Строк окупності інвестицій (Т):

$$T = \frac{K}{C_{\text{економія}}}, \quad (8.3)$$

$$T = \frac{64012,8}{72000} \approx 1 \text{ рік.}$$

Таблиця 8.2 – Зведена таблиця економічних показників для базового та проектного варіантів

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Річне споживання електроенергії,	180 000	171 000 (-5%)

кВт·год		
Ціна електроенергії, грн/кВт·год	8,00	8,00
Загальні витрати на електроенергію, грн	1 440 000	1 368 000
Річна економія електроенергії, кВт·год	–	9 000
Річна економія коштів, грн	–	72 000
Капіталовкладення, грн	–	64 012,8
Строк окупності, років	–	0,89

Висновки. Проведене економічне обґрунтування реконструкції системи електрифікації репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» із впровадженням автоматизованої системи годівлі свиноматок свідчить про доцільність та ефективність реалізації проєкту. У результаті впровадження заходів очікується зменшення річного споживання електроенергії на 5%, що забезпечить щорічну економію в розмірі 72 000 грн. При капіталовкладеннях у розмірі 64 012,8 грн строк окупності становить менше одного року – приблизно 1 рік. Це свідчить про високий рівень енергоефективності та економічної доцільності проєкту, що, крім економії ресурсів, сприятиме покращенню технологічного процесу годівлі та підвищенню загальної ефективності виробництва.

Креслення економічних обґрунтувань репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» наведена на листі графічної частини проєкту КР.017.3.0017.ТБ.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційного проєкту проведено комплексне дослідження та розробку технічних рішень щодо реконструкції системи електрифікації репродуктора №2 ТОВ «НВП Глобинський свинокомплекс» у селі Обізнівки. У процесі роботи було проаналізовано поточний стан електропостачання об'єкта, визначено основні недоліки існуючої системи та обґрунтовано необхідність її модернізації. Враховуючи технологічні особливості виробництва, розроблено оновлену схему електрифікації, що відповідає сучасним вимогам надійності, безпеки та енергоефективності.

Окрему увагу приділено створенню автоматизованої системи керування процесом годування свиноматок, яка забезпечує точність, стабільність та економічність виконання технологічних операцій. У проєкті виконано відповідні електротехнічні розрахунки, обґрунтовано вибір силового обладнання, апаратури керування та захисту, електродвигунів, кабелів, автоматичних вимикачів, частотного перетворювача тощо. Запропоновані технічні рішення дозволяють значно підвищити ефективність роботи обладнання, зменшити енергоспоживання та трудовитрати на обслуговування.

Також у роботі розглянуто питання екологічної безпеки та охорони праці, що є важливими складовими експлуатації електроустановок у тваринницьких приміщеннях. Економічне обґрунтування проєкту підтвердило доцільність впровадження розроблених технічних рішень з точки зору оптимізації виробничих витрат та підвищення рентабельності господарської діяльності. У цілому, розроблений проєкт є ефективним та перспективним для практичного впровадження в умовах сучасного свинокомплексу.

У результаті впровадження заходів очікується зменшення річного споживання електроенергії на 5%, що забезпечить щорічну економію в розмірі 72 000 грн. При капіталовкладеннях у розмірі 64 012,8 грн строк окупності становить менше одного року – приблизно 1 рік..

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. YouControl – сервіс перевірки контрагентів. ТОВ «НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО ГЛОБІНСЬКИЙ СВИНОКОМПЛЕКС». [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/33604720/.
2. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання, станом на 21.08.2017). https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758&utm_source=chatgpt.com
3. Яковлєв В. О. Оцінка ефективності різних систем годівлі свиней в умовах інтенсивного виробництва / В. О. Яковлєв // Вісник аграрної науки. – 2019. – № 4. – С. 45–52.
4. Ковальчук В. І., Мельник І. В., Гнатюк С. О. Вплив різних систем годівлі на продуктивність свиней / В. І. Ковальчук, І. В. Мельник, С. О. Гнатюк // Техніка і технології харчових виробництв. – 2021. – № 23. – С. 112–118.
5. Ревенко В. І., Павленко О. С. Рідка годівля свиней: переваги та недоліки в умовах сучасних технологій / В. І. Ревенко, О. С. Павленко // Свинарство. – 2020. – Вип. 65. – С. 33–38.
6. Литвиненко І. В., Гнатюк С. О. Вибір кормових добавок для покращення ефективності годівлі свиней в умовах інтенсивного виробництва / І. В. Литвиненко, С. О. Гнатюк // Вісник СНАУ. – 2022. – № 5. – С. 19–25.
7. Бондаренко Т. М., Шевченко О. В. Технології автоматизованих систем годівлі свиней в умовах підприємств / Т. М. Бондаренко, О. В. Шевченко // Аграрна економіка та сільськогосподарські технології. – 2018. – № 2. – С. 56–63.
8. Кравченко О. В., Сопінський О. М., Гнатюк С. О. Вплив різних технологій годівлі на якість свинини / О. В. Кравченко, О. М. Сопінський, С. О. Гнатюк // Науковий вісник Миколаївського національного аграрного університету. – 2017. – № 1. – С. 112–118
9. Шпетний М. Б., Повод М. Г. Вдосконалення системи годівлі свиней за допомогою інноваційних кормових добавок / М. Б. Шпетний, М. Г. Повод // Технології в тваринництві. – 2020. – № 8. – С. 70–74.

10. Електропривод с.г. машин, агрегатів та потокових ліній. Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавриненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. За ред. Жулая Є.Л. – Вища освіта, 2001. – 288 с.
11. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
12. Каталог tktrnhjldbueysd АИР. [Електронний ресурс]. Режим доступе: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/.
13. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К. : НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с; 2020. – 330 с.
14. Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. Частина 2 «Проектування внутрішньої силової розподільчої мережі. Вибір та перевірка пуско-захисної апаратури» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» / С.О. Квітка, М.В. Постнікова. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – 76 с.
15. Kongsli, T., Høll, R. E., & Lunde, L. B. Automated feeding systems for pigs: A review of technologies and efficiency / T. Kongsli, R. E. Høll, L. B. Lunde // *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. – 2020. – Vol. 22. – No. 4. – P. 101–108.
16. Silva, M. A., Almeida, D. L., & Rocha, G. B. Development of an automatic feeding system for swine farms: Application and results / M. A. Silva, D. L. Almeida, G. B. Rocha // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2019. – Vol. 162. – P. 43–50.
17. Li, X., Zhang, Y., & Wang, X. Smart feeding system for pigs based on IoT and big data analysis / X. Li, Y. Zhang, X. Wang // *Journal of Agricultural Engineering*. – 2021. – Vol. 52. – No. 3. – P. 210–217.
18. Scolari, G., Tava, A., & Buzzi, M. Feasibility and performance of automated pig feeding systems in commercial farming / G. Scolari, A. Tava, M. Buzzi // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. – 2020. – Vol. 11. – P. 1–8.
19. Zhang, J., Yu, H., & Liu, Y. Design and implementation of an automatic feeding system for pig farms / J. Zhang, H. Yu, Y. Liu // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2022. – Vol. 188. – P. 106315.

20. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 20.01.2018). https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2694-12?utm_source=chatgpt.com#Text

21. ДНПАОП 0.00–1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: АТ «Київська книжкова фабрика», 1998.– 380 с.

22. Василенко О.О., Хворост Т.В, Семерня О.В., Кіндя О.П. (2021). Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в випускних роботах студентами спеціальностей 208 «Агроінженерія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузь знань 14 «Електрична інженерія», 275 «Транспортні технології» галузь знань 27 «Транспорт» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Суми: СНАУ, 14.

23. Економіка сільського господарства : навч. посіб. / [Збарський В.К., Бабієнко М.Ф., Кулаєць М.М., Синявська І.М., Хоменко М.П.]; за ред. проф. В.К. Збарського. – К. : Агроосвіта, 2013. – 352 с.