

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

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
за першим бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації
кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району,
Сумської області з розробкою автоматизованої системи
керування лінією переробки зерна»

Виконав

_____ (підпис)

Захарченко А. С.
(прізвище, ініціали)

Група

ГЕЕ 2101 с.т.

Керівник:

_____ (підпис)

Савойський О. Ю.
(прізвище, ініціали)

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

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Захарченку Артему Сергійовичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема (бакалаврського) проекту: «Реконструкція системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування лінією переробки зерна»

керівник проекту: *Савойський Олександр Юрійович, старший викладач*
затверджено наказом по університету від «27» березня 2024 р. № 912/ОС.

2. Термін подання здобувачем закінченого проекту «20» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Вступ.

1. Коротка характеристика ТОВ «АГРО-ПОЛІС»

2. Технологічна частина

3. Вибір силового електроустаткування для лінії переробки зерна

4. Розрахунок силової електричної мережі кормоцеху

5. Розробка схеми автоматизованого керування процесом переробки фуражного зерна

6. Охорона праці

7. Екологія

8. Економічне обґрунтування

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

1. Кормоцех. Лінія переробки фуражного зерна. Схема технологічна.

2. Кормоцех. Лінія переробки фуражного зерна. Схема електрична розташування

3. Лінія переробки фуражного зерна. Система керування автоматизована. Схема електрична принципова.

4. Лінія переробки фуражного зерна. Шафа керування. Схема електрична з'єднань.

5. Лінія переробки фуражного зерна. Схема електрична підключень.

6. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата |
|--------------------------|---|--------------|
| Охорона праці | | |
| Економічне обґрунтування | | |
| Нормоконтроль | | |

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційного проекту | Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту | Примітки |
|-------|--|---|----------|
| 1 | Збір інформації про діяльність господарства | 05.09.2023 р. – 30.09.2023 р. | |
| 2 | Аналіз літературних джерел з обраної тематики | 02.10.2023 р. – 02.12.2023 р. | |
| 3 | Складання плану роботи | 04.12.2023 р. – 09.12.2023 р. | |
| 4 | Написання вступу та розділу 1 | 11.12.2023 р. – 21.12.2023 р. | |
| 4 | Написання розділів 2 та 3. Підготовка листів 1 та 2 графічної частини. | 05.02.2024 р. – 02.03.2024 р. | |
| 5 | Написання розділів 4 та 5. Підготовка листів 3, 4 та 5 графічної частини. | 04.03.2024 р. – 06.04.2024 р. | |
| 6 | Написання розділів 6, 7 та 8. Підготовка листа 6 графічної частини. | 08.04.2024 р. – 04.05.2024 р. | |
| 8 | Написання висновків | 06.05.2024 р. – 11.05.2024 р. | |
| 9 | Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету | до 13.05.2024 р. | |
| 10 | Подання проекту на рецензування | до 20.05.2024 р. | |
| 11 | Подання до попереднього захисту | до 27.05.2024 р. | |

Здобувач вищої освіти

_____ (Захарченко А. С.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проекту

_____ (Савойський О.Ю.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Реконструкція системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування лінією переробки зерна. Кваліфікаційний проект / Захарченко Артем Сергійович – Суми.: СНАУ, 2024 р. – 57 с.

Кваліфікаційний проект присвячено питанню реконструкції системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування лінією переробки зерна з метою підвищення продуктивності та якості процесу переробки фуражного зерна методами екструдуювання.

Розглянуто технологічну схему переробки фуражного зерна для виробництва кормових добавок. Обрано технологічні машини для виконання процесу та складено їх схему розташування із силовим електричним обладнанням.

Виконано розрахунок і вибір апаратів керування та захисту для лінії переробки фуражного зерна, обрано провідники для живлення електрообладнання технологічних машин.

Запропоновано електричну принципову схему автоматизованого керування лінією переробки фуражного зерна, на основі якої складено схеми електричні з'єднань та підключень.

Розглянуто питання охорони праці, екології та виконано розрахунки техніко-економічних показників проекту.

Ключові слова: переробка, фуражне зерно, автоматизація лінії переробки фуражного зерна, пропарювач.

Ілл. 2

Табл. 11

Бібл. 20

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 5 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП..... | 8 |
| 1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «АГРО-ПОЛІС»..... | 9 |
| 1.1. Загальні відомості про товариство | 9 |
| 1.2. Аналіз виробничої діяльності кормоцеху..... | 9 |
| 1.3. Аналіз системи електрифікації кормоцеху..... | 11 |
| 1.4. Висновки та пропозиції | 12 |
| 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 13 |
| 2.1. Аналіз технологічної лінії переробки фуражного зерна..... | 13 |
| 2.2. Вибір та складання паспортних даних технологічних машин | 14 |
| 2.3. Характеристика приміщень кормоцеху та розташування технологічних машин | 15 |
| 2.4. Складання вимог до проекту електрифікації кормоцеху..... | 17 |
| 3. ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА..... | 19 |
| 3.1. Вибір електродвигунів для лінії переробки зерна..... | 19 |
| 3.2. Перевірочні розрахунки електродвигунів лінії переробки зерна | 19 |
| 3.3. Розробка схеми розташування силового електроустаткування лінії переробки фуражного зерна..... | 25 |
| 4. РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ КОРМОЦЕХУ | 26 |
| 4.1. Розробка схеми живлення силового електроустаткування лінії переробки зерна..... | 26 |
| 4.2. Розрахунок струмів обладнання та вибір провідників..... | 26 |
| 4.3. Вибір пускозахисних апаратів та шаф керування | 28 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

| | |
|--|-----------|
| 4.4. Вибір силових розподільчих шаф та шаф керування електроустаткуванням | 29 |
| 4.5. Розрахунково-монтажна схема силової електромережі кормоцеху | 30 |
| 5. РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕРОБКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА | 32 |
| 5.1. Перелік технологічних параметрів, що підлягають контролю та регулюванню | 32 |
| 5.2. Розробка та опис принципової схеми керування процесом переробки фуражного зерна..... | 34 |
| 5.3. Розробка схеми з'єднань та підключень..... | 37 |
| 5.4. Специфікація на матеріали та обладнання для системи автоматизації. | 37 |
| 6. ОХОРОНА ПРАЦІ | 40 |
| 7. ЕКОЛОГІЯ | 45 |
| 8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ..... | 48 |
| ВИСНОВКИ | 52 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 53 |
| ДОДАТКИ..... | 56 |

ВСТУП

Реконструкція системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» у Роменському районі Сумської області є важливим кроком на шляху до підвищення ефективності та надійності виробничих процесів. Це підприємство займається переробкою фуражного зерна, яке є ключовим елементом у забезпеченні кормами для тваринництва. Застаріла система електрифікації може бути причиною численних проблем, таких як часті простої через аварійні зупинки обладнання, високі енергетичні втрати та недостатня потужність для підтримки сучасних виробничих ліній.

Реконструкція передбачає не лише заміну старих електричних компонентів на нові, більш енергоефективні, а й інтеграцію автоматизованої системи керування. Автоматизація процесів має надзвичайно важливе значення для підвищення продуктивності. Вона дозволяє зменшити людський фактор у керуванні складним обладнанням, знижуючи ризик помилок, а також забезпечує можливість безперервного моніторингу та оперативного реагування на будь-які відхилення від нормальної роботи.

Автоматизована система керування лінією переробки фуражного зерна дозволяє оптимізувати всі етапи виробництва – від первинної обробки зерна до його подальшого зберігання та транспортування. Це сприяє підвищенню якості кінцевого продукту, зменшенню втрат під час виробництва та зниженню витрат на електроенергію. Крім того, модернізована система забезпечує більш точне дозування компонентів та контроль за параметрами процесу, що є критично важливим для досягнення стабільно високих показників якості.

Таким чином, реконструкція системи електрифікації кормоцеху та розробка автоматизованої системи керування лінією переробки фуражного зерна є стратегічним кроком для ТОВ «АГРО-ПОЛІС». Вона не тільки підвищує конкурентоспроможність підприємства, але й сприяє стійкому розвитку аграрного сектору регіону, забезпечуючи стабільне та якісне постачання кормів для тваринницьких господарств.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «АГРО-ПОЛІС»

1.1. Загальні відомості про товариство

Товариство з обмеженою відповідальністю «АГРО-ПОЛІС», зокрема, його філія «КУРМАНИ», засновано в 2010 році. На сьогодні підприємством керує Чичик Іван Михайлович.

Юридична адреса підприємства: Сумська область, Роменський район, село Курмани, вул. Центральна. Основні виробничі потужності філії розташовані в селищі Курмани та в навколишніх селах, таких як Березняки, Коровинці та Костянтинів (рис. 1.1). Через територію району, де розміщені виробничі потужності, протікає річка Сула, а поблизу проходить національна автомобільна дорога Н07 «Київ – Суми – Юнаківка».

Діяльність ТОВ «АГРО-ПОЛІС» охоплює наступні напрями відповідно до КВЕД [1, 2]:

- вирощування і переробка зернових та бобових культур;
- вирощування і переробка олійних культур, таких як соняшник;
- розведення великої рогатої худоби молочного напрямку та свиней;
- діяльність після збору врожаю, включаючи переробку, протруювання та зберігання продукції;
- оптова та роздрібна торгівля у неспеціалізованих магазинах.

1.2. Аналіз виробничої діяльності кормоцеху

Кормоцех ТОВ «АГРО-ПОЛІС» відіграє ключову роль у забезпеченні тваринництва підприємства високоякісними кормами. Він обладнаний сучасними технологіями та складається з кількох основних виробничих ліній, кожна з яких виконує специфічні функції, що разом забезпечують ефективне виробництво різноманітних кормів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Однією з основних ліній є лінія очистки зерна. Цей етап є надзвичайно важливим, оскільки якість кормів значною мірою залежить від чистоти сировини. Лінія очистки зерна оснащена передовими механізмами, що дозволяють ретельно видаляти всі можливі домішки, такі як пил, сміття, насіння бур'янів та інші небажані елементи. В результаті цього процесу підприємство отримує чисте зерно, готове до подальшої переробки. Якість очищеного зерна забезпечує надійну основу для виготовлення високоякісних кормів, що сприяє здоров'ю та продуктивності тварин.

Другим важливим компонентом кормоцеху є лінія виробництва концентрованих кормів. Концентровані корми складають основу раціону багатьох видів сільськогосподарських тварин, оскільки вони містять високий рівень поживних речовин. У цій лінії використовуються сучасні технології для створення збалансованих сумішей, що включають необхідні вітаміни, мінерали, білки та інші поживні компоненти. Завдяки ретельному контролю якості на всіх етапах виробництва, концентровані корми, виготовлені в кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС», забезпечують оптимальні умови для росту та розвитку тварин.

Крім того, у кормоцеху функціонує лінія переробки фуражного зерна шляхом екструдювання. Екструдювання є інноваційним процесом, що дозволяє значно покращити поживну цінність зерна. Цей метод передбачає термомеханічну обробку зерна під високим тиском і температурою, що призводить до руйнування клітинних стінок та покращення доступності поживних речовин. В результаті, корми стають більш легкозасвоюваними для тварин, що підвищує їх енергетичну цінність і сприяє ефективнішому використанню поживних компонентів. Екструдювані корми особливо корисні для молодих тварин, які потребують підвищеної енергії для росту та розвитку.

Завдяки цим технологічним процесам, кормоцех ТОВ «АГРО-ПОЛІС» здатен виробляти широкий асортимент кормів, які відповідають високим стандартам якості. Комплексний підхід до виробництва кормів, що включає

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 10 |

очистку, переробку та екструдювання зерна, дозволяє забезпечити тваринництво підприємства ефективними та поживними кормами. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню продуктивності тварин та економічній ефективності всього агропромислового комплексу.

1.3. Аналіз системи електрифікації кормоцеху

Система електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» є критично важливим елементом для забезпечення безперебійної роботи всіх технологічних процесів. Проте, аналіз наявної системи показує, що вона має низку проблем і недоліків, які впливають на загальну ефективність та безпеку виробництва.

Електропостачання технологічних машин у кормоцеху здійснюється за допомогою проводів, більшість з яких виготовлені з мідного дроту. Проте, частина проводів все ще залишається алюмінієвою, наприклад марки АПВ, що є застарілим і менш ефективним варіантом. Алюмінієві проводи, такі як АВВГ, мають вищий опір і схильні до швидшого зносу, що збільшує ризик перегрівання та пожеж. Вони також менш гнучкі, що ускладнює їх встановлення та обслуговування.

Шафи керування технологічними процесами оснащені обладнанням, яке вже значно застаріло. Автоматичні вимикачі типу АЕ-1031 та магнітні пускачі ПМЛ, що використовуються в цих шафах, були встановлені кілька десятиліть тому і не відповідають сучасним стандартам надійності та безпеки. Застарілі вимикачі, такі як АЕ-1031, мають повільну реакцію на перевантаження і короткі замикання, що може призвести до аварійних ситуацій. Магнітні пускачі старих моделей, зокрема ПМЛ, також менш надійні і потребують частого технічного обслуговування.

Система заземлення в кормоцеху також не відповідає сучасним вимогам. Вона була встановлена за старими стандартами і не забезпечує достатнього

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

рівня безпеки. Відсутність сучасних засобів захисту від струмів витоку, таких як ПЗВ (пристрої захисного вимкнення), підвищує ризик електротравм для персоналу та пошкодження обладнання в разі аварійних ситуацій.

1.4. Висновки та пропозиції

Враховуючи дані проведеного аналізу, стає очевидним, що система електрифікації кормоцеху потребує суттєвої реконструкції.

Необхідно замінити алюмінієві проводи типу АПВ та АВВГ на сучасні мідні аналоги, такі як ВВГнг, що забезпечить менший опір та підвищить надійність електропостачання.

Шафи керування повинні бути оснащені новими автоматичними вимикачами та магнітними пускачами, які відповідають сучасним стандартам безпеки та ефективності. Також необхідно модернізувати систему захисту персоналу, встановивши сучасні пристрої захисту від струмів витоку. Проведення цих заходів не тільки підвищить ефективність роботи кормоцеху, але й забезпечить безпеку для всіх працівників та обладнання.

Кормоцех ТОВ «АГРО-ПОЛІС» має великий потенціал для підвищення ефективності та продуктивності, зокрема через автоматизацію лінії переробки фуражного зерна. Впровадження сучасних елементів автоматизації в лінію переробки фуражного зерна принесе численні переваги. Це зменшить вплив людського фактора, знижуючи ризики помилок та аварій. Підвищення точності контролю параметрів процесу дозволить покращити якість кінцевого продукту. Крім того, автоматизація сприятиме підвищенню енергоефективності виробництва, що допоможе знизити операційні витрати. Все це сприятиме підвищенню загальної продуктивності кормоцеху та конкурентоспроможності підприємства на ринку.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічної лінії переробки фуражного зерна

Запропонована лінія з переробки фуражного зерна показана на рис. 2.1. та листі графічної частини роботи №1 [3-5].

Лінія складається з (рис. 1): бункера-живильника; похилого конвеєра, вертикального конвеєра; пропарювача; дозатора; валків-плющільників; вивантажувального конвеєра; системи вентиляювання, вивантажувального шнеку та двох ємкостей для зберігання переробленого фуражного зерна.

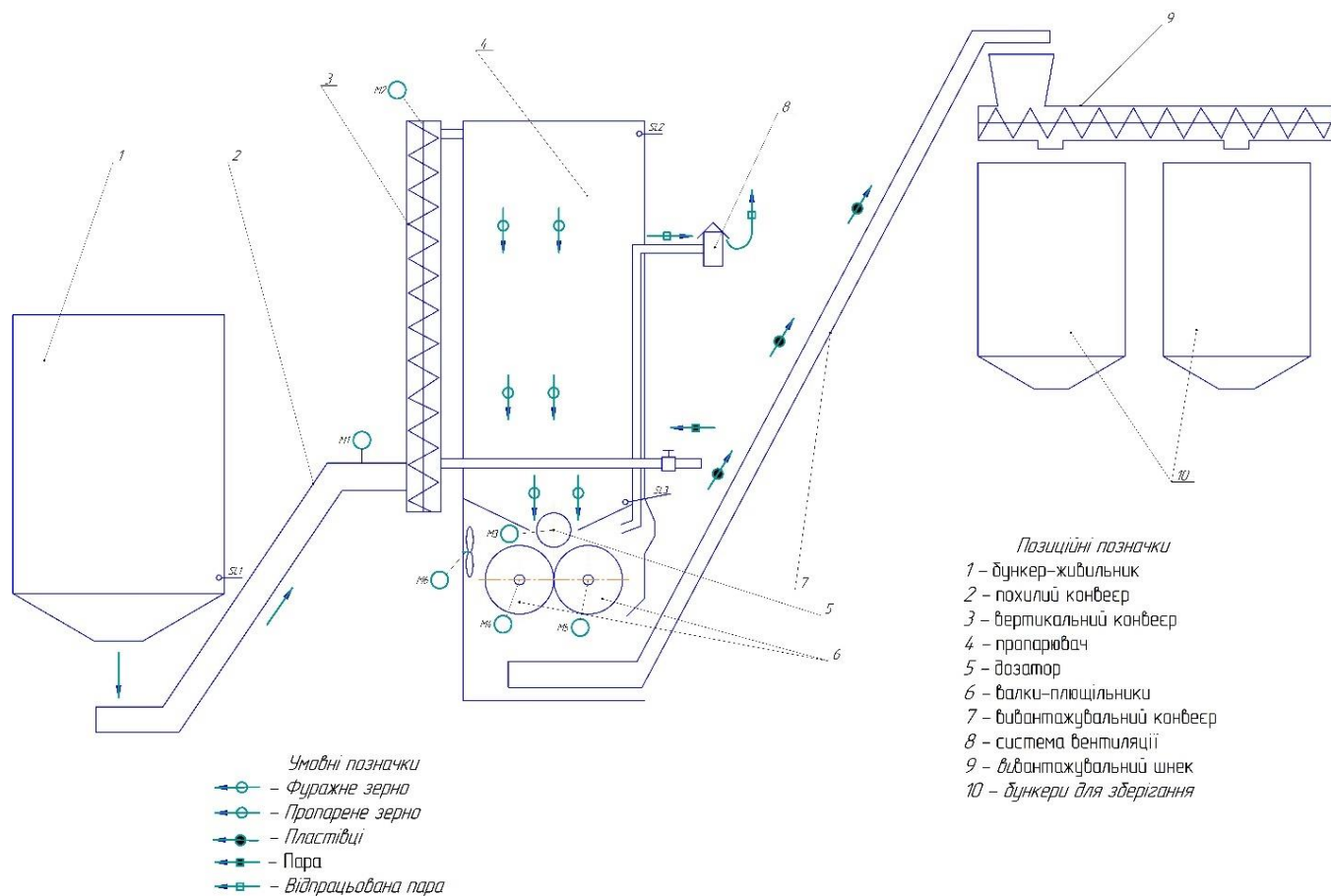


Рис. 2.1. Лінія переробки фуражного зерна шляхом екструдування

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|

КП.06.3.005.ПЗ

Арк.

13

Фуражна зернова маса з бункерів-живильників за допомогою завантажувального конвеєра направляється в вертикальні конвеєри. Одночасно знизу відбувається подача пари від котлоагрегату. Зернова маса в вертикальних конвеєрах перемішується з паром та вивантажується в пропарювачі. Водночас здійснюється попередній прогрів та зволоження зернової маси [4, 5].

2.2. Вибір та складання паспортних даних технологічних машин

З метою здійснення переробки фуражної зернової маси виконуємо вибір стандартного технологічних машин лінії переробки [4, 5]. Технологічний процес запропоновано виконувати на базі агрегату для плющення вологого зерна ПЗ-3А, технічні параметри якого показані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні параметри агрегату для плющення вологого зерна типу ПЗ-3А

| Величина | Одиниці виміру | Числове значення |
|--|----------------|------------------|
| Середня продуктивність при переробці: | | |
| – гороху, кукурудзи, вівса | т/год. | 3,0 – 3,5 |
| – ячменю | т/год. | 3,5 – 4,5 |
| – пшениці | т/год. | 1 – 5 |
| Товщина пластівців, не більше | мм | 1,4 |
| Питома витрата електроенергії | кВт·год/т | 7,3 – 12,1 |
| Встановлена потужність електрообладнання | кВт | 36,6 |

| | | |
|--|--------|-------------|
| Перелік електрообладнання: | | |
| електродвигун завантажувального конвеєра | кВт | 1,1 |
| Електродвигун вертикального конвеєра | кВт | 2,2 |
| – електродвигун привода дозатора | кВт | 1,1 |
| – електродвигун привода плющили (2шт) | кВт | 15,0 |
| – електродвигун привода вентилятора | кВт | 0,25 |
| – електродвигун вивантажувального конвеєра | кВт | 2,2 |
| Загальна споживана потужність | кВт | 42 |
| Габаритні розміри агрегату: | | |
| – довжина | мм | 4500 |
| – ширина | мм | 2150 |
| – висота | мм | 4200 |
| Тиск пари | МПа | 0,03 – 0,07 |
| Температура пари | °С | 105 – 130 |
| подача пари | кг/год | 300 |
| Діаметр вальців | мм | 450 |
| Частота обертання вальців | об/хв | 500 |

2.3. Характеристика приміщень кормоцеху та розташування технологічних машин

Технологічне обладнання компонується та розташовується у виробничих приміщеннях з врахуванням вимог техніки безпеки, електробезпеки, взаємного розміщення технологічних ліній, зручністю обслуговування та поточності виробництва.

Чисельність та розміри вибраного та встановленого технологічного обладнання визначають габарити та форма виробничого корпусу. При цьому враховуємо приміщення диспетчерської для розташування шаф керування

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

технологічними процесами трьох ліній, та електрощитової для розташування розподільчого щита.

Кормоцех містить у собі три технологічні лінії, технологічне обладнання яких розташовано у виробничому приміщенні – лінію очистки зерна, або зерно суміші, лінію приготування концкормів та лінію приготування пластівців з фуражного зерна. Кормоцех має наступні приміщення:

1. Виробниче приміщення;
2. Склад мінеральних добавок;
3. Електрощитова;
4. Коридор;
5. Диспетчерська;
6. Інвентарна.

Виробниче приміщення відносять до запилених. В приміщенні розташована освітлювальна та силова електричні мережі, не виключена можливість одночасного торкання обслуговуючого персоналу до корпусів електрообладнання та стін приміщення.

Відповідно до «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» та «Правил техніки безпеки» всі приміщення класифікуються за умовами навколишнього середовища і за ступенем ураження електрострумом. Характеристики приміщень кормоцеху наведені в таблиці 1.2 [6, 7].

Таблиця 2.2 – Характеристики приміщень кормоцеху

| № | Найменування приміщення | Характеристика приміщення | |
|---|---------------------------|---------------------------|---|
| | | по умовам середовища | по ступеню ураження електричним струмом |
| 1 | Виробниче приміщення | пилльне | електронебезпечне |
| 2 | Склад мінеральних добавок | пилльне | електронебезпечне |

| | | | |
|---|---------------|------|------------------------------|
| 3 | Електрощитова | сухе | з підвищеною електробезпекою |
| 4 | Коридор | сухе | без підвищеної небезпеки |
| 5 | Диспетчерська | сухе | без підвищеної небезпеки |
| 6 | Інвентарна | сухе | без підвищеної небезпеки |

2.4. Складання вимог до проекту електрифікації кормоцеху

Технологія переробки фуражного зерна шляхом екструдування, що забезпечить нормовану продуктивність технологічної лінії, повинна вирішувати наступні вимоги до проекту електрифікації [4, 5]:

- весь перелік робочих технологічних машин повинен бути забезпечений електроприводами;
- передбачити окремі виробничі приміщення для розташування силових розподільчих шаф та шаф керування електроустаткуванням цеху.
- керування технологічними процесами необхідно виконувати централізованим способом, тому з цією метою необхідно передбачити шафи керування обладнанням;
- ступінь захисту електрообладнання IP 54;
- передбачити можливість роботи технологічної лінії в двох режимах «Ручному» та «Автоматичному»;
- для забезпечення автоматизованого управління виробництва передбачити датчики рівнів;
- передбачити можливість аварійної зупинки в екстремальних випадках;
- захист електродвигунів від перевантажень та коротких замикань;

– послідовність вмикання машин в зворотному напрямку, а зупинка в прямому;

– передбачити блокування при вмиканні послідуєчих технологічних машин та запобіганню утворенню перевантаження зерною масою.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

3.1. Вибір електродвигунів для лінії переробки зерна

Для забезпечення технологічного процесу переробки фуражного зерна вибираємо електродвигуни серії АІР [7-9]. Детальна інформація про обрані електродвигуни для лінії переробки зерна наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Інформація про обрані електродвигуни для лінії переробки зерна [9]

| № поз./позн. | Робоча машина | Електродвигун | P_n , кВт | n_n , об/хв | η_n , % | $\cos\phi$ | k_i | μ_n | μ_{max} | μ_{min} | I_n , А | Маса, кг |
|--------------|----------------------|----------------|-------------|-------------------|--------------|------------|-------|---------|-------------|-------------|-------------------|----------|
| М1 | Похилий конвеєр | АІР80В6УПУЗ | 1,1 | 920 | 74 | 0,74 | 4,5 | 2,0 | 2,2 | 1,6 | 3,05 | 15,3 |
| М2 | Вертикальний конвеєр | АІР100LУПУЗ | 2,2 | 945 | 81 | 0,74 | 6,0 | 2,0 | 2,2 | 1,6 | 5,6 | 27,5 |
| М3 | Дозатор | АІР100L8/6УПУЗ | 1,32 | $\frac{705}{903}$ | 71 | 0,67 | 4,0 | 1,6 | 1,9 | 1,4 | $\frac{4,1}{4,2}$ | 26,7 |
| М4 | Валки-плющильники | АІР160М6УПУЗ | 15,0 | 970 | 88 | 0,85 | 6,5 | 2,2 | 2,7 | 1,6 | 30,1 | 120 |
| М5 | | АІР160М6УПУЗ | 15,0 | 970 | 88 | 0,85 | 6,5 | 2,2 | 2,7 | 1,6 | 30,1 | 120 |
| М6 | Вентилятор | АІР63А4УПУЗ | 0,25 | 1320 | 68 | 0,67 | 5,0 | 2,1 | 2,2 | 1,8 | 0,83 | 4,7 |

Ступінь захисту обладнання обираємо типу ІР54.. Категорія розміщення обладнання – 3. Кліматичне виконання – У [7, 8].

3.2. Перевірочні розрахунки електродвигунів лінії переробки зерна

Перевірочний розрахунок виконаємо для приводного електродвигуна вертикального конвеєру [7].

Розрахункова потужність електродвигуна:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 19 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$P = \frac{g \cdot K_3 \cdot K \cdot Q_{ш} \cdot (H + f_c \cdot L) \cdot 10^{-3}}{\eta_n}, \quad (3.1)$$

де g – величина прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$Q_{ш}$ – значення продуктивності шнеків, кг/с;

K_3 – коефіцієнти запасу, $K_3 = 1,1 - 1,4$;

K – коефіцієнти, що враховує кути нахилів гвинтових транспортерів, для $90^\circ K = 3$;

$L_{ш}$ – довжини транспортерів, $L_{ш} = 5,5 \text{ м}$;

$H_{ш}$ – висота підймання зернової маси, $H_{ш} = 5,5 \text{ м}$;

f_c – коефіцієнти опорів переміщенню зернової маси по кожухах, $f_c = 1,3$;

η_n – ККД передачі від валів електроприводів до шнеків для клинопасових типів передач $\eta_n = 0,93$.

Виконаємо розрахунок продуктивності шнеків:

$$Q_{ш} = 0,25\pi(D^2 - d^2) \cdot S \cdot n \cdot \gamma \cdot K_v \cdot \psi, \quad (3.2)$$

де D – зовнішній діаметр гвинта, м;

d – діаметри валів гвинтів, м;

S – крок гвинтів, м;

n – частота обертання валів зернового шнеку, об/с;

γ – насипне значення щільності зернової маси, $\gamma = 700 \text{ кг/м}^3$;

K_v – коефіцієнт, що враховує швидкість зернової маси, $K_v = 0,9 - 0,6$;

ψ – коефіцієнт, який враховує величину заповнення гвинтів транспортерів зернової маси, $\psi = 0,25 - 0,35$;

Тоді:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$Q_{ii} = 0,25 \cdot 3,14 (0,3^2 - 0,05^2) \cdot 0,15 \cdot 1,5 \cdot 700 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 3,405 \text{ кг / с};$$

$$P = \frac{9,81 \cdot 1,4 \cdot 3 \cdot 3,405 \cdot (5,5 + 1,4 \cdot 5,5) \cdot 10^{-3}}{0,93} = 1,991 \text{ кВт}.$$

Потужність приводного електродвигуна вертикального конвеєру вибираємо із умови:

$$P_{ов} \geq P_{пр}. \quad (3.3)$$

Відповідно до каталогу [9] приймаємо як електропривід вертикального конвеєра електричний двигун серії АИР100ЛУПУЗ з потужністю на валу 2,2 кВт.

Перевірка електродвигуна за величиною пускового моменту здійснюється за методикою, наведеною у [7]:

$$M'_{ПДВ} \geq 1,25 \cdot M_{ТРМ}; \quad (3.4)$$

$$M'_{ПДВ} = M_H \cdot \mu_{II} \cdot k_U^2; \quad (3.5)$$

$$M_H = \frac{P_{НДВ}}{\omega_H}; \quad (3.6)$$

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot n_H}{30}; \quad (3.7)$$

$$\omega_H = \frac{3,14 \cdot 945}{30} = 98,91 \text{ рад / с};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$M_H = \frac{2,2 \cdot 10^3}{98,91} = 22,24 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M'_{\text{ПДВ}} = 22,24 \cdot 2,0 \cdot 0,9^2 = 36,03 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Момент зрушення вертикального конвеєра:

$$M_{\text{ТРМ}} = (1 \dots 2) \cdot M_{\text{СН}}. \quad (3.8)$$

Статичні моменти опору вертикального конвеєра при номінальній частоті обертання:

$$M_{\text{СН}} = M_H; \quad (3.9)$$

$$M_{\text{СН}} = 22,24 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{\text{ТРМ}} = 1,26 \cdot 22,24 = 28,02 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$36,03 \text{ Н} \cdot \text{м} > 1,25 \cdot 28,02 = 35,025 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тобто умова (3.4) виконується.

Перевірка приводного електродвигуна вертикального конвеєра за величиною мінімального моменту виконуємо за методикою, наведеною в [7]:

$$M'_{\text{MIN}} \geq M_{\text{СMIN}}; \quad (3.10)$$

Мінімальний момент обраного для вертикального конвеєра електродвигуна:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$M'_{MIN} = M_H \cdot \mu_{MIN} \cdot k^2. \quad (3.11)$$

$$M'_{MIN} = 22,24 \cdot 1,6 \cdot 0,9^2 = 28,82 H \cdot м.$$

Мінімальний момент вертикального конвеєра:

$$M_{CMIN} = M_{TPM} + (M_{CH} - M_{TPM}) \cdot \left(\frac{\omega_{MIN}}{\omega_H} \right)^X. \quad (3.12)$$

Визначаємо мінімальну кутову швидкість машини:

$$\omega_{MIN} = 0,15 \cdot \omega_1. \quad (3.13)$$

Визначаємо синхронну швидкість обертання магнітного поля ЕД:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30};$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1000}{30} = 104,67 \text{ рад / с};$$

$$\omega_{MIN} = 0,15 \cdot 104,67 = 15,7 \text{ рад / с};$$

$$M_{CMIN} = 28,02 + (22,24 - 28,02) \cdot \left(\frac{15,7}{96,29} \right)^0 = 22,24 H \cdot м.$$

Відповідно до умови (3.11):

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 23 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$28,82 \text{ Н} \cdot \text{м} > 22,24 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тобто умова (3.11) виконується.

Перевірка приводного електродвигуна вертикального конвеєра за перевантажувальною здатністю виконуємо за методикою, наведеною в [7]:

$$M'_{MAX} \geq (1,1 \dots 1,2) \cdot M_{CMAX}. \quad (3.14)$$

Максимальний момент обраного для вертикального конвеєра електродвигуна:

$$M'_{MAX} = M_H \cdot \mu_{MAX} \cdot k^2; \quad (3.15)$$

$$M'_{MAX} = 22,24 \cdot 2,2 \cdot 0,9^2 = 39,63 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Максимальний момент вертикального конвеєра:

$$M_{CMAX} = 1,3 \cdot M_{CM}; \quad (3.16)$$

$$M_{CMAX} = 1,3 \cdot 22,24 = 28,91 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Відповідно до умови (3.15):

$$39,63 \text{ Н} \cdot \text{м} > 1,2 \cdot 28,91 = 34,69 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тобто умова (3.15) виконується.

За аналогією виконуємо перевірку електроприводів всіх технологічних машин лінії переробки фуражного зерна.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.3. Розробка схеми розташування силового електроустаткування лінії переробки фуражного зерна

Силове обладнання розташовуємо у приміщенні цеху відповідно до розташування технологічних машин лінії переробки. Електрична схема розташування силового електроустаткування лінії переробки фуражного зерна показана на листі №2 графічної частини кваліфікаційного проекту.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

4. РОЗРАХУНОК СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ КОРМОЦЕХУ

4.1. Розробка схеми живлення силового електроустаткування лінії переробки зерна

Схема електрична однолінійна живлення електроустаткування лінії переробки фуражного зерна наведена на рис. 4.1 [6].

Від силової розподільчої шафи, яка позначена як А1, отримують живлення шафи керування технологічним устаткуванням А2, А4, А5 та А3. Як провідники для всіх технологічних машин приймаємо кабелі типу ВВГнг, які прокладаємо у трубі.

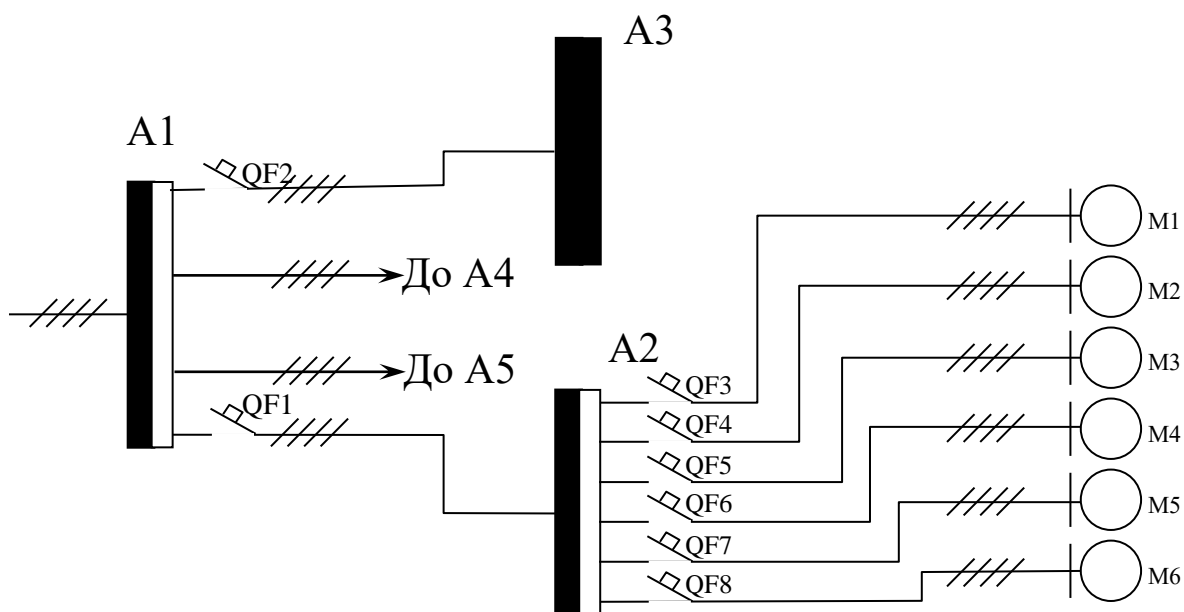


Рис. 4.1. Схема електрична однолінійна живлення електроустаткування лінії переробки фуражного зерна

4.2. Розрахунок струмів обладнання та вибір провідників

Проводи та кабелі для силових електричних мереж вибирають по граничнодопустимому струму нагрівання провідника з умови [8]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

$$I_{\text{грдоп}} > I_{\text{роз}}, \quad (4.1)$$

де $I_{\text{грдоп}}$, $I_{\text{роз}}$ – відповідно, граничнодопустимі та розрахункові струми, А.

Для всіх електроприводів лінії переробки фуражного зерна обираємо кабелі ВВГнг з мідною жилою та прокладаємо в залізних трубах. Зовнішні підключення датчиків виконуємо гнучкими кабелями типу ПВ.

Для вибору перерізу кабелю виконуємо визначення розрахункових струмів електроприводів лінії переробки фуражного зерна.

Розрахунковий струм приводу завантажувального транспортера [8]:

$$I_{\text{роз}} = \frac{P_{\text{дв}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}, \quad (4.2)$$

$$I_{\text{роз}} = \frac{1,1}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,74 \cdot 0,74} = 3,05 \text{ А.}$$

Відповідно до [10] обираємо кабель ВВГнг (4x1,5). Гранично допустимий струм нагрівання даного кабелю становить 16 А:

$$I_{\text{грдоп}} = 16 \text{ А} > I_{\text{роз}} = 3,05 \text{ А.}$$

Умова (4.1) дотримується, отже кабель обрано вірно.

Розрахункове значення струму магістральної ділянки А1-А2 [8]:

$$I_{\text{м.роз}} = \kappa_0 \cdot \Sigma I_{\text{роз}}. \quad (4.3)$$

де κ_0 – коефіцієнти одночасності роботи технологічної лінії, $\kappa_0 = 1,0$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$I_{м.роз} = 1,0(3,05 + 5,6 + 4,2 + 30,1 + 30,1 + 0,83) = 73,88 \text{ A.}$$

Обираємо кабель ВВГнг (5х16), $I_{грдоп} = 75 \text{ A}$ [10]. Спосіб прокладки – в трубі:

$$I_{грдоп} = 75 \text{ A} > I_{роз} = 73,88 \text{ A.}$$

Умова (4.1) виконується.

4.3. Вибір пускозахисних апаратів та шаф керування

Порядок вибору та перевірка пускозахисної апаратури для електроустаткування кормоцеху наведені в додатку А [11]. Результати вибору автоматичних вимикачів та магнітних пускачів наведено в таблицях 4.1 та 4.2. відповідно.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика автоматичних вимикачів для лінії переробки фуражного зерна

| Поз. позн. | $I_{роз}, \text{ A}$ | Тип | К-ть полюсів | $I_{н ав}, \text{ A}$ | $U_{н ав}, \text{ В}$ | $I_{н.розч}, \text{ A}$ | Гранична комутаційна здатність, кА | Кратність струму відсічки |
|------------|----------------------|--------------------------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| QF1 | 73,8 | C120N 3P 80A C Schneider Electric | 3 | 80 | 660 | 80 | 6,0 | 10 |
| QF3 | 3,05 | iC60N 3P 4A C Schneider Electric | 3 | 4 | 660 | 4 | 4,0 | 10 |
| QF4 | 5,6 | iC60N 3P 10A C Schneider Electric | 3 | 10 | 660 | 10 | 4,0 | 10 |
| QF5 | 4,2 | iC60N 3P 6A C Schneider Electric | 3 | 6 | 660 | 6 | 4,0 | 10 |
| QF6 | 30,1 | iC60N 3P 32A C Schneider Electric | 3 | 32 | 660 | 32 | 4,0 | 10 |
| QF7 | 30,1 | iC60N 3P 32A C Schneider Electric | 3 | 32 | 660 | 32 | 4,0 | 10 |

| | | | | | | | | |
|-----|------|-------------------------------------|---|---|-----|---|-----|----|
| QF8 | 0,83 | iC60N 3P 2A C Schneider Electric | 3 | 2 | 660 | 2 | 4,0 | 10 |
|-----|------|-------------------------------------|---|---|-----|---|-----|----|

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика магнітних пускачів

| Поз. ПОЗН. | $I_{роз}, A$ | Тип | $I_{н\text{мп}}, A$ | $U_{н\text{мп}}, B$ | $U_{н\text{кк}}, B$ |
|------------|--------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| KM1 | 3,05 | TeSys 3P E 1NO 9A Schneider Electric | 9 | 400 | 220 |
| KM2 | 5,6 | TeSys 3P E 1NO 9A Schneider Electric | 9 | 400 | 220 |
| KM3 | 4,2 | TeSys 3P E 1NO 9A Schneider Electric | 9 | 400 | 220 |
| KM4 | 30,1 | TeSys 3P E 1NO 32A Schneider Electric | 32 | 400 | 220 |
| KM5 | 30,1 | TeSys 3P E 1NO 32A Schneider Electric | 32 | 400 | 220 |
| KM6 | 0,83 | TeSys 3P E 1NO 9A Schneider Electric | 9 | 400 | 220 |

4.4. Вибір силових розподільчих шаф та шаф керування електроустаткуванням

Вибір силових розподільчих шаф та шаф керування електроустаткуванням лінії переробки фуражного зерна є важливим етапом проектування електричної системи. Це забезпечує безперебійну роботу обладнання та гарантує його безпеку і ефективність.

Шафи керування електроустаткуванням повинні мати можливість забезпечувати надійне керування та моніторинг стану всіх пристроїв лінії. Це включає наявність контролерів, реле, автоматики та інших елементів, які дозволяють автоматизувати процеси переробки зерна. Крім того, важливо забезпечити можливість інтеграції з існуючими системами керування виробництвом, щоб досягти максимальної ефективності. При виборі шаф необхідно також враховувати умови експлуатації, такі як температура,

вологість, запиленість та інші фактори, які можуть впливати на роботу обладнання. Відповідно, шафи повинні мати відповідний ступінь захисту (IP) та бути виготовлені з матеріалів, стійких до агресивного середовища. Це забезпечить довговічність і надійність системи у складних умовах експлуатації.

Характеристика обраних шаф приведена в специфікації (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – Характеристика шаф [11]

| Поз. познач | Найменування | Кількість | Примітка |
|---------------|--|-----------|------------|
| A1 | Шафа розподільча ЩР-11-73505-54У3, ТУ 16.656.008-83 | 1 | $I_n=630A$ |
| A2, A4, A5 | Шафа керування Ш5933-4674У3, ТУ 16-656.092-85 | 3 | $U_n=660B$ |
| A3 | Груповий освітлювальний щиток ЯРН 8501–4205, ТУ 16-536.680-82 | 1 | |

4.5. Розрахунково-монтажна схема силової електромережі кормоцеху

Всі розрахункові дані, що приведені в другому розділі, заносимо у розрахунково-монтажну схему силової електричної мережі, яка представлена в таблиці 4.4.

5. РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ПЕРЕРОБКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

5.1. Перелік технологічних параметрів, що підлягають контролю та регулюванню

Для запобігання виснаження запасів фуражного зерна використовується датчик нижнього рівня. Цей датчик гарантує, що в бункері завжди буде достатня кількість зерна для безперебійної роботи.

Для забезпечення безпечної та ефективної роботи пропарювача встановлені датчики верхнього та нижнього рівнів.

Датчик верхнього рівня вимикає подачу зерна, коли бункер заповнений, запобігаючи переповненню та аварійним ситуаціям.

Датчик нижнього рівня вмикає подачу зерна, коли бункер майже порожній, гарантуючи наявність зерна для пропарювання.

Через складні умови роботи електродвигуни вальців-плющільників піддаються значним навантаженням. Для запобігання перевантаженням та виходу з ладу двигунів в їх ланцюг живлення вбудовані струмові реле. Ці реле відстежують струм, що проходить через двигуни, і автоматично відключають живлення, якщо потік перевищує допустиму норму. Це захищає двигуни від пошкоджень та забезпечує їх довговічність.

Контроль рівня зерна в бункері-живильнику та пропарювачі здійснюється за допомогою датчиків рівня мембранного типу МДУ-3. Ці датчики відрізняються високою точністю та надійністю, а також стійкістю до агресивних середовищ. Детальні характеристики датчиків МДУ-3 наведені в таблиці 5.1 [12]. Загалом, система контролю та захисту гарантує безперебійну роботу лінії з обробки фуражного зерна, запобігаючи аваріям та пошкодженням обладнання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 5.1 – Технічна характеристика датчику рівня МДУ-3

| Найменування показника | Величина | Примітки |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------|
| Чутливий елемент | Мембрана | |
| Діапазон вимірювання, м | 1 – 20 | |
| Похибка, м | 0,4 | |
| Вихідний сигнал | контакт | Замикаючий |
| Призначення | контроль рівня сипких матеріалів | Розмикаючий |

Для забезпечення регулювання подачі зерна на вальці в залежності завантаження їх електродвигунів застосовуємо струмові реле типу РМЗ технічна характеристика якого приведена в табл. 5.2

Таблиця 5.2 – Основні технічні параметри струмового реле РМЗ

| Параметр | Значення |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Тип контактів | 3 шт. перекидних |
| Опір ізоляції | 100 МОм |
| Максимальна робоча напруга контактів | 250В |
| Максимальний робочий струм контактів | 5А |
| Максимальна комутуюча потужність | 140 Вт |
| Струм обмотки для замикання | 31,2 А |
| Струм обмотки для розмикання | 30,2 А |
| Електричний термін служби | $1 \cdot 10^5$ циклів |
| Механічний термін служби | $1 \cdot 10^7$ циклів |

Для створення витримки часу необхідної для забезпечення правильного протікання технологічного процесу приймаємо до установки реле часу серії ВЛ-46, технічні дані якого наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Технічні дані ВЛ-46 [12]

| Тип | Рід струму живлення | Номинальна напруга комутації, В | Межі часу, с | Х-ка навантаження | Струми комутац., А | |
|-------|---------------------|---------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|--------|
| | | | | | Вкл. | Відкл. |
| ВЛ-46 | Змінний | 220 | 10 – 100 | Індуктивна | 3 | 0,3 |

5.2. Розробка та опис принципової схеми керування процесом переробки фуражного зерна

На основі технологічної схеми процесу переробки фуражного зерна на пластівці та вимог до проекту автоматизації, використовуючи існуючі методи, була розроблена принципова електрична схема управління електрообладнанням.

Послідовність вмикання машин лінії відповідає розробленому технологічному процесу. Це гарантує правильне завантаження обладнання та запобігає "завалам" сировиною.

Схема може працювати в двох режимах: ручному та автоматичному. Перемикач SA1 дозволяє вибрати бажаний режим.

Ручний режим. Всі машини управляються вручну за допомогою кнопок на пульті управління. Цей режим використовується для налагодження та тестування обладнання, а також у разі виникнення проблем з автоматикою.

Автоматичний режим. Всі машини управляються автоматично згідно з заданою програмою. Цей режим забезпечує безперебійну роботу лінії без втручання оператора.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розроблена схема забезпечує чітке дотримання технологічного процесу, запобігаючи аваріям та пошкодженням обладнання. Два режими роботи дають можливість гнучко керувати лінією, залежно від потреб. Використання автоматичного режиму значно спрощує роботу оператора та підвищує продуктивність лінії.

Детальніше про принцип роботи схеми, опис елементів та їх функції, а також про алгоритми роботи в ручному та автоматичному режимах можна знайти в технічній документації.

Управління в ручному режимі. У ручному режимі (перемикач "Р") керування обладнанням здійснюється оператором за допомогою кнопових постів SB1 та SB12. Живлення на силову частину схеми подається автоматичними вимикачами QF1-QF8.

Функції кнопок:

- SB1, SB2: керування електродвигуном М1 (привід похилого завантажувального конвеєра).
- SB3, SB4: керування електродвигуном М2 (привід вертикального завантажувального конвеєра пропарювача).
- SB5, SB6: керування електродвигуном М3 (привід дозатора пропареного зерна).
- SB7, SB8: керування електродвигуном М4 (привід першого вальця-плющільника пропареного зерна).
- SB9, SB10: керування електродвигуном М5 (привід другого вальця-плющільника пропареного зерна).
- SB11, SB12: керування електродвигуном М6 (привід вентилятора).

Робота відповідного електродвигуна (М1-М6) індикується сигнальними лампами HL1-HL6. Світлосигнальна апаратура HL7 сигналізує про наявність напруги в мережі.

Перехід в автоматичний режим. Для переходу в автоматичний режим роботи необхідно перевести перемикач SA1 в положення "А".

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Якщо в приймальному бункері 1 є зерно, контакт датчика SL1 розімкнеться. Це призведе до подачі живлення на реле KM2 через розмикаючий контакт KT3. Реле KM2 замкне свої контакти в колі KM1 та електромагніта YA. В результаті вмикаються: Електродвигун M2 (привід вертикального завантажувального конвеєра пропарювача). Електродвигун M1 (завантажувальний транспортер). Відкривається подача пари у вертикальний конвеєр пропарювача за допомогою електромагнітного клапана. Зерно починає надходити в пропарювач.

Датчик SL3 (нижнього рівня) замикається, коли зерно досягає певного рівня. Це призводить до подачі живлення на реле KT1. Після витримки 8 хвилин (необхідних для початкового пропарювання) реле KT1 своїм замикаючим контактом вмикає магнітний пускач KM5. KM5 вмикає електродвигун M5 (привід другого валка). KM5 шунтує розмикаючий контакт KT3 в колі керування KM2. KM5 подає живлення на реле KM6. Реле KM6 вмикає реле часу KT2. Через 10 секунд (необхідні для запуску потужного електродвигуна M5) реле KT2 подає живлення на реле KM3.1. KM3.1 вмикає електродвигун M3 (привід дозатора). KM3.1 своїм блокконтактом вмикає магнітний пускач KM4. Магнітний пускач KM4 вмикає електродвигун M4 (привід першого валка). Лінія починає працювати в повному режимі.

Переваги автоматичного режиму. Автоматичний режим роботи гарантує чітке дотримання технологічного процесу, запобігаючи аваріям та пошкодженням обладнання. Він значно спрощує роботу оператора та підвищує продуктивність лінії. Завдяки автоматизації лінія може працювати безперебійно, без втручання людини.

Якщо рівень зерна в пропарювачі підніметься до верхнього рівня, датчик SL2 спрацює, активуючи реле часу KT3. KT3 з затримкою 60 секунд вимкне реле KM1, зупиняючи подачу зерна. Схема працюватиме в такому режимі, доки SL2 не розімкнеться, свідчаючи про зниження рівня зерна. Після цього KT3 знову заживиться і ввімкне реле KM1, відновлюючи подачу зерна.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 36 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Якщо в приймальному бункері 1 закінчиться зерно, датчик SL1 активує реле часу КТ3. КТ3 з затримкою 60 секунд вимкне реле КМ1, зупиняючи подачу зерна. Схема працюватиме в такому режимі, доки в пропарювачі не закінчиться пропарене зерно. Після цього датчик SL3 вимкне реле часу КТ1, яке, в свою чергу, вимкне реле КМ5, КМ2 і КМ6. КМ6 вимкне реле часу КТ2, яке, в свою чергу, вимкне реле КМ3 і КМ4. Лінія зупиниться.

Якщо в приймальному бункері знову з'явиться зерно, робота схеми відновиться.

Оскільки електродвигуни М4 та М5, що приводять валки, працюють у важкому режимі, в їх силових колах встановлені струмові реле КА1 та КА2.

Ці захисні механізми запобігають аваріям та пошкодженням обладнання, а також гарантують безпечну та надійну роботу технологічної лінії.

Детальніше про принцип роботи захисних систем, опис елементів та їх функції можна знайти в технічній документації.

Схема електрична принципова управління лінією переробки фуражного зерна приведена на листі графічної частини №3.

5.3. Розробка схеми з'єднань та підключень

Схеми електричні з'єднань та підключень електроустаткування лінії переробки фуражного зерна, складені на основі принципової схеми керування, показані на листах №4 та №5 відповідно.

5.4. Специфікація на матеріали та обладнання для системи автоматизації

Для забезпечення ефективної та надійної роботи системи автоматизації лінії переробки фуражного зерна необхідно скласти специфікацію на матеріали та обладнання.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

В цій специфікації враховуються всі компоненти, необхідні для побудови повноцінної системи автоматизації, включаючи контролери, датчики, виконавчі механізми, кабелі, розподільчі шафи, а також програмне забезпечення та допоміжні матеріали, повний перелік яких наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Специфікація на матеріали та обладнання для системи автоматизації лінії переробки фуражного зерна

| Поз. позн. | Найменування | Кількість | Примітка |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------|------------------|
| | Електродвигуни | | |
| М1, М3 | АИР80В6УПУ3, ТУ16-525.564-84 | 2 | $P_H = 1,1$ кВт |
| М2 | АИР100ЛУПУ3, ТУ16-525.571-84 | 1 | $P_H = 2,2$ кВт |
| М4; М5 | АИР160М6УПУ3, ТУ16-535.571-84 | 2 | $P_H = 15,0$ кВт |
| М6 | АИР63А4УПУ3, ТУ16-525.564-84 | 1 | $P_H = 0,25$ кВт |
| | Автоматичні вимикачі | | |
| QF1 | C120N 3P 80A C Schneider Electric | 1 | |
| QF3; | iC60N 3P 4A C Schneider Electric | 1 | |
| QF4 | iC60N 3P 10A C Schneider Electric | 1 | |
| QF6; QF7 | iC60N 3P 6A C Schneider Electric | 2 | |
| QF8 | iC60N 3P 2A C Schneider Electric | 1 | |
| SF | iC60N 1P 6A C Schneider Electric | 1 | |
| KT1;KT2;KT3 | ВЛ-46, ТУ 16-523.585-80 | 3 | |
| | Магнітні пускачі | | |
| KM1; KM2, KM3, KM6 | TeSys 3P E 1NO 9A Schneider Electric | 4 | $U_{HK} = 220$ В |
| KM4; KM5 | TeSys 3P E 1NO 32A Schneider Electric | 2 | $U_{HK} = 220$ В |
| KA1, KA2 | Струмове реле РМ-3 | 2 | |
| | Кнопкові пости | | |

| | | | |
|---------------|---------------------------------|---|--|
| SB1- SB12 | ПКЕ-112-2У3, ТУ 16-642.006-83 | 6 | |
| SA1 | Перемикач універсальний ПКП-25, | 1 | |
| | Датчики рівня | | |
| SL1; SL2; SL3 | Мембранний датчик рівня МДУ-3 | 3 | |
| | Сигнальна арматура | | |
| HL1- HL7 | АС 220/12, ТУ 16-535.930-76 | 7 | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці в кормоцеху. В організації роботи з охорони праці в кормоцеху важливу роль відіграє відповідальна особа, зазвичай це керівник кормоцеху або спеціально призначений інженер з охорони праці. Ця особа відповідає за впровадження і контроль за дотриманням вимог з охорони праці на підприємстві, розробку і впровадження необхідних заходів для забезпечення безпеки працівників, а також за ведення відповідної документації.

Основні інструктажі з охорони праці включають вступний інструктаж, первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Вступний інструктаж проводиться з усіма новими працівниками незалежно від їхнього професійного досвіду. Первинний інструктаж на робочому місці проводиться безпосередньо перед початком роботи і охоплює специфічні вимоги до безпеки саме в умовах кормоцеху. Повторний інструктаж здійснюється регулярно (як правило, один раз на півроку) для підтримання належного рівня знань працівників щодо безпеки праці. Позаплановий інструктаж проводиться у випадках змін у технологічному процесі або після нещасних випадків. Цільовий інструктаж проводиться перед виконанням разових робіт підвищеної небезпеки.

Навчання з охорони праці включає спеціальне навчання для керівників і фахівців, яке проводиться з метою підвищення їхньої компетенції у сфері безпеки праці. Також проводяться періодичні перевірки знань з охорони праці, що передбачають тестування або атестацію працівників щодо знань правил безпеки. Для працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки, передбачено спеціальне навчання та стажування на робочих місцях.

Організація роботи з охорони праці включає також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, такими як захисні рукавички, окуляри, каски тощо. Керівництво кормоцеху повинно регулярно проводити огляди та технічне обслуговування обладнання, щоб запобігти можливим

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

аваріям. Важливою частиною є також медичні огляди працівників, які допомагають своєчасно виявляти і запобігати професійним захворюванням.

Таким чином, ефективна організація роботи з охорони праці в кормоцеху передбачає комплексний підхід, який включає відповідальність керівництва, регулярні інструктажі, спеціальне навчання, забезпечення засобами захисту та технічне обслуговування обладнання. Це сприяє створенню безпечних умов праці та зниженню ризиків нещасних випадків [17, 18].

Небезпечні та шкідливі фактори, що можуть виникати при роботах в кормоцеху. При роботах у кормоцеху можуть виникати різноманітні небезпечні та шкідливі фактори, що становлять загрозу для здоров'я і життя працівників. Одним з основних факторів є ризик механічних травм, які можуть бути спричинені рухомими частинами обладнання, транспортними засобами або важкими предметами, що використовуються у виробничому процесі. Недостатня захищеність обладнання та недотримання правил безпеки можуть призвести до серйозних травм.

Шум і вібрація також є значущими шкідливими факторами в кормоцеху. Високий рівень шуму, який генерують працюючі машини і механізми, може негативно впливати на слух працівників та призводити до загальної втоми і зниження концентрації. Вібрація від обладнання може спричиняти захворювання опорно-рухового апарату та порушення кровообігу.

Пил, який утворюється під час переробки кормів, є ще одним небезпечним фактором. Вдихання кормового пилу може викликати респіраторні захворювання, алергічні реакції та інші проблеми зі здоров'ям. Особливо небезпечний пил, що містить шкідливі мікроорганізми або токсичні речовини, які можуть викликати інфекційні та інтоксикаційні захворювання.

Хімічні фактори також присутні в кормоцеху. Використання різних добавок і консервантів може призвести до контакту працівників з небезпечними хімічними речовинами. Недостатнє провітрювання або відсутність ефективної

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 41 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

вентиляційної системи можуть сприяти накопиченню шкідливих парів і газів у робочому середовищі.

Електричні ризики є ще одним значущим фактором. Робота з електрообладнанням і електромережами створює ризик ураження електричним струмом, особливо при недотриманні правил техніки безпеки або в разі несправності обладнання. Це може призвести до серйозних травм або навіть летальних випадків.

Температурні фактори можуть включати як надмірну спеку, так і холод, що виникають у робочих приміщеннях залежно від пори року і умов роботи. Невідповідні температурні умови можуть викликати перегрів або переохолодження, що негативно впливає на працездатність і здоров'я працівників.

Психофізіологічні фактори, пов'язані з високим рівнем стресу, фізичним і емоційним навантаженням, можуть призводити до перевтоми, зниження продуктивності та підвищення ризику нещасних випадків. Неправильна організація робочого процесу, відсутність перерв і висока інтенсивність праці можуть стати причиною психологічних і фізичних розладів.

Рекомендації щодо впровадження безпечних і здорових умов праці при виконанні робіт в кормоцеху. Впровадження безпечних і здорових умов праці в кормоцеху вимагає комплексного підходу, що охоплює технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні заходи. Перш за все, необхідно забезпечити належну технічну безпеку обладнання. Усі машини та механізми мають бути оснащені захисними огорожами, що запобігають контакту працівників з рухомими частинами.

Ефективна вентиляційна система є обов'язковою умовою для зниження рівня пилу та видалення шкідливих парів і газів з робочих приміщень. Це сприятиме підтримці чистого і безпечного повітряного середовища, що важливо для збереження здоров'я працівників. Додатково слід проводити регулярні заміри рівня пилу і концентрації шкідливих речовин у повітрі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 42 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для зменшення впливу шуму і вібрації необхідно використовувати засоби індивідуального захисту, такі як навушники або вушні вставки, а також антивібраційні рукавиці. Зниження рівня шуму може бути досягнуто шляхом встановлення шумопоглинаючих матеріалів у приміщеннях і на обладнанні.

Обов'язковим є проведення регулярних інструктажів з охорони праці для всіх працівників. Це включає вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Працівники повинні бути ознайомлені з правилами безпеки, інструкціями з експлуатації обладнання та порядком дій у разі надзвичайних ситуацій.

Навчання і підвищення кваліфікації працівників є важливим аспектом для забезпечення безпеки. Спеціальні курси та тренінги з охорони праці допоможуть працівникам краще розуміти ризики та способи їх уникнення. Для працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки, необхідне додаткове навчання і стажування.

Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) є ключовим заходом. ЗІЗ включають захисний одяг, рукавички, окуляри, каски, респіратори та інші засоби, що відповідають специфіці роботи в кормоцеху. Важливо також контролювати їхній стан і своєчасно проводити заміну.

Організація робочих місць повинна враховувати ергономічні вимоги, що дозволить зменшити фізичне навантаження на працівників. Відповідне розташування обладнання та робочих зон, а також забезпечення комфортних умов праці сприятимуть підвищенню продуктивності та зниженню ризику травм.

Проведення регулярних медичних оглядів є необхідним для виявлення і профілактики професійних захворювань. Це дозволить своєчасно виявляти проблеми зі здоров'ям у працівників і вживати необхідних заходів для їх усунення.

Важливо також впровадити систему контролю і моніторингу за дотриманням вимог з охорони праці. Це включає проведення аудитів, перевірок

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 43 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

і внутрішніх розслідувань нещасних випадків, що дозволить виявляти порушення і впроваджувати коригувальні заходи.

Таким чином, для забезпечення безпечних і здорових умов праці в кормоцеху необхідно впроваджувати комплексні заходи, що включають технічні, організаційні та санітарно-гігієнічні аспекти, а також забезпечувати постійне навчання і контроль за дотриманням вимог з охорони праці..

Висновки. Впровадження безпечних і здорових умов праці в кормоцеху є комплексним процесом, що потребує систематичного підходу та уваги до різноманітних аспектів безпеки. Забезпечення технічної безпеки обладнання, ефективної вентиляційної системи, контролю рівня пилу, шуму і вібрації, а також використання засобів індивідуального захисту є критично важливими заходами. Регулярні інструктажі та навчання працівників, проведення медичних оглядів, організація ергономічних робочих місць і системний моніторинг дотримання вимог з охорони праці сприяють створенню безпечного робочого середовища. Дотримання цих рекомендацій забезпечить зниження ризиків нещасних випадків і професійних захворювань, підвищить продуктивність праці та покращить загальну якість робочого процесу в кормоцеху.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 44 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

7. ЕКОЛОГІЯ

Вступ. Кормоцех ТОВ «АГРО-ПОЛІС» призначений для виробництва високоякісних комбікормів, які забезпечують повноцінне харчування сільськогосподарських тварин і птиці. У кормоцеху використовуються сучасні технології та обладнання, що дозволяє оптимізувати процес виробництва, підвищити продуктивність і забезпечити стабільну якість продукції. В результаті, підприємство сприяє підвищенню ефективності тваринництва та птахівництва, задовольняючи потреби як великих фермерських господарств, так і приватних господарств [19].

Вплив. Кормоцех ТОВ «АГРО-ПОЛІС» має значний вплив на навколишнє середовище, що проявляється через кілька основних аспектів його діяльності. Один з ключових аспектів – це викиди пилу та газів, які виникають у процесі переробки сировини та виготовлення комбікормів. Незважаючи на використання сучасних систем фільтрації та вентиляції, повністю виключити ці викиди неможливо, що може призводити до забруднення повітря і впливати на якість атмосферного середовища. Для зменшення негативного впливу підприємство впроваджує додаткові очисні споруди та проводить регулярний моніторинг рівнів викидів.

Другим важливим аспектом є утворення відходів виробництва, таких як залишки сировини, неякісний продукт та упаковка. Ці відходи потребують належної утилізації або переробки, щоб запобігти їхньому негативному впливу на ґрунт і водні ресурси. Підприємство здійснює заходи для зменшення обсягів відходів шляхом оптимізації виробничих процесів і впровадження технологій вторинної переробки. Деякі відходи можуть бути використані повторно або перероблені для отримання додаткової продукції, що сприяє зниженню їхнього загального обсягу.

Водночас, кормоцех споживає велику кількість води та енергії для забезпечення безперебійної роботи всіх виробничих етапів. Велике

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 45 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

водоспоживання може призводити до виснаження місцевих водних ресурсів, а високий рівень енергоспоживання – до збільшення викидів парникових газів та залежності від невідновлюваних джерел енергії. Для зменшення цього впливу підприємство впроваджує технології зниженої водоспоживаності та підвищує енергоефективність виробничих процесів, зокрема за рахунок використання енергоощадного обладнання та відновлюваних джерел енергії.

Ще один аспект екологічного впливу – це транспортування сировини та готової продукції, що також сприяє викидам шкідливих речовин в атмосферу через використання транспортних засобів. Підприємство працює над оптимізацією логістичних маршрутів і переходом на більш екологічні види транспорту, що допомагає зменшити викиди вуглекислого газу та інших шкідливих речовин.

Таким чином, діяльність кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» впливає на навколишнє середовище через різні канали, але завдяки впровадженню екологічно безпечних технологій та постійному вдосконаленню виробничих процесів, підприємство намагається мінімізувати цей вплив, забезпечуючи при цьому високу якість продукції..

Заходи. Для зниження негативного впливу кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» на навколишнє середовище впроваджуються різноманітні заходи, спрямовані на мінімізацію викидів, зменшення споживання ресурсів і покращення управління відходами.

Одним з ключових заходів є використання сучасних систем фільтрації та вентиляції для зменшення викидів пилу та газів, що утворюються в процесі переробки сировини. Регулярний моніторинг рівнів викидів дозволяє своєчасно виявляти та усувати проблемні моменти, що знижує забруднення атмосферного повітря.

Для зменшення утворення відходів підприємство здійснює оптимізацію виробничих процесів і впроваджує технології вторинної переробки. Залишки сировини та неякісна продукція використовуються повторно або

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

переробляються для отримання додаткової продукції, що сприяє зниженню загального обсягу відходів. Крім того, компанія впроваджує програми роздільного збору відходів і співпрацює з організаціями, що займаються їх утилізацією та переробкою.

Для зниження споживання води та енергії кормоцех використовує енергоощадне обладнання та технології зниженої водоспоживанності. Зокрема, встановлюються системи рециркуляції води, які дозволяють використовувати її повторно в виробничих процесах, та застосовуються енергоефективні технології, що знижують загальне споживання електроенергії. Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі чи вітряки, також сприяє зниженню негативного впливу на довкілля.

Щодо транспортування сировини та готової продукції, підприємство працює над оптимізацією логістичних маршрутів для зменшення витрат палива та викидів шкідливих речовин. Використання більш екологічних видів транспорту, таких як електромобілі або транспорт з низьким рівнем викидів, допомагає знизити екологічний слід.

Підприємство також проводить екологічне навчання та підвищення обізнаності працівників щодо методів зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Це включає навчання з правильного поводження з відходами, ефективного використання ресурсів та впровадження екологічних практик у повсякденній роботі.

Висновки. Кормоцех ТОВ «АГРО-ПОЛІС» впроваджує комплексні заходи для мінімізації свого негативного впливу на навколишнє середовище, зокрема, використання сучасних технологій і оптимізацію виробничих процесів. Завдяки цим зусиллям підприємство забезпечує стабільне виробництво високоякісних кормів, зберігаючи при цьому екологічну відповідальність.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 47 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Реконструкція системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» у Роменському районі, Сумської області передбачає комплекс заходів, спрямованих на покращення енергоефективності та продуктивності виробництва. Запровадження автоматизованої системи керування лінією переробки зерна є ключовим елементом цього проекту, що дозволить значно знизити операційні витрати та підвищити якість кінцевої продукції.

Основними перевагами впровадження автоматизації є зменшення витрат на енергоспоживання, скорочення часу простоїв обладнання, зниження ризику людських помилок та підвищення загальної продуктивності. Автоматизована система забезпечить оптимальне керування технологічними процесами, що призведе до більш рівномірного завантаження обладнання та зниження втрат продукції.

Проект передбачає модернізацію існуючої електрифікаційної системи, включаючи заміну застарілого обладнання на сучасне, енергоефективне. Це дозволить знизити енергоспоживання на 10-15%, що призведе до значної економії коштів на оплату електроенергії [20]. Крім того, нове обладнання матиме менший вплив на навколишнє середовище, що відповідає сучасним екологічним стандартам.

Інвестиції у реконструкцію та автоматизацію кормоцеху окупляться протягом 3-5 років за рахунок зниження операційних витрат та підвищення ефективності виробництва. Враховуючи постійне зростання цін на енергоносії, економія на енергоспоживанні стає ще більш актуальною. Додаткові переваги включають покращення умов праці для персоналу, що також сприятиме зниженню плинності кадрів та підвищенню мотивації працівників.

Автоматизована система керування лінією переробки зерна забезпечить постійний моніторинг та аналіз роботи обладнання, що дозволить оперативно

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 48 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

реагувати на будь-які відхилення та уникати аварійних ситуацій. Це не лише підвищить надійність роботи підприємства, але й зменшить витрати на ремонт та технічне обслуговування.

Загалом, реконструкція системи електрифікації кормоцеху з розробкою автоматизованої системи керування лінією переробки зерна є стратегічно важливим кроком для ТОВ «АГРО-ПОЛІС», який забезпечить стійкий розвиток підприємства в умовах зростаючої конкуренції та вимог до якості продукції.

Розрахунок капітальних вкладень для придбання обладнання для системи автоматизації лінії переробки фуражного зерна наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 Витрати на придбання обладнання

| Найменування обладнання та вид робіт | Кількість | Вартість, тис. грн. | |
|---------------------------------------|-----------|---------------------|--------|
| | | Одиниці | всього |
| АИР80В6УПУЗ, ТУ16-525.564-84 | 2 | 7130 | 14260 |
| АИР100ЛУПУЗ, ТУ16-525.571-84 | 1 | 7650 | 7650 |
| АИР160М6УПУЗ, ТУ16-535.571-84 | 2 | 19800 | 39600 |
| АИР63А4УПУЗ, ТУ16-535.571-84 | 1 | 5200 | 5200 |
| C120N 3P 80A C Schneider Electric | 1 | 1700 | 1700 |
| iC60N 3P 4A C Schneider Electric | 1 | 520 | 520 |
| iC60N 3P 10A C Schneider Electric | 1 | 620 | 620 |
| iC60N 3P 6A C Schneider Electric | 2 | 590 | 1180 |
| iC60N 3P 2A C Schneider Electric | 1 | 500 | 500 |
| iC60N 1P 6A C Schneider Electric | 1 | 220 | 220 |
| ВЛ-46, ТУ 16-523.585-80 | 3 | 350 | 1050 |
| TeSys 3P E 1NO 9A Schneider Electric | 4 | 760 | 3040 |
| TeSys 3P E 1NO 32A Schneider Electric | 2 | 1020 | 2040 |
| Струмове реле РМ-3 | 2 | 1200 | 2400 |

| | | | |
|---|---|------|-------|
| ПКЕ-112-2УЗ, ТУ 16-642.006-83 | 6 | 450 | 2700 |
| Перемикач універсальний ПКП-25, ТУ 16-642.046-86 | 1 | 550 | 550 |
| Мембранний датчик рівня МДУ-3 | 3 | 2200 | 6600 |
| Лампи АС 220/12, ТУ 16-535.930-76 | 7 | 120 | 840 |
| Всього капіталовкладень | - | - | 90670 |

Вартість монтажу приймемо рівним 60 % від вартості обладнання (54402 грн). Тоді, загальні капіталовкладення становитимуть 145072 грн.

Задаємося, що встановлення нового обладнання дозволить зменшити споживання електроенергії лінією переробки фуражного зерна на 10 %. За отриманими на практиці даними, поживання електроенергії за рік у кормоцеху становить в середньому 85 тис. кВт·год.

Тому, після модернізації кількість спожитої електроенергії в кормоцеху за рік зменшиться на:

$$C = 85000 \cdot 10\% = 8500 \text{ (кВт}\cdot\text{год)}.$$

Прибуток від зменшення електроспоживання в цеху:

$$П = C \cdot T, \quad (8.1)$$

де T – тариф на електроенергію, грн/кВт·год.

$$П = 8500 \cdot 6 = 51000 \text{ грн.}$$

Термін окупності:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$T_{ок} = \frac{K_{доод.}}{П}, \quad (8.2)$$

де $K_{доод.}$ – величина капіталовкладень на монтаж та придбання обладнання, грн.;

$П$ – прибуток від зменшення енергоспоживання в кормоцеху, грн.

$$T_{ок} = \frac{145072}{51000} = 2,84 \text{ років.}$$

Зведені показники економічної ефективності реконструкції системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» наведені на листі графічної частини проекту №6.

Висновки. Реконструкція системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» з автоматизацією лінії переробки фуражного зерна дозволить знизити електроспоживання в цеху на 8500 кВт·год та знизити витрати коштів на оплату електроенергії на 51000 грн. При цьому, термін окупності становить 2,84 роки.

Впровадження проекту сприятиме підвищенню конкурентоспроможності ТОВ «АГРО-ПОЛІС» на ринку, оскільки забезпечить високу якість продукції при зниженні собівартості її виробництва. Це дозволить компанії зайняти лідируючі позиції у своєму сегменті та розширити ринки збуту як в Україні, так і за кордоном.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційний проект присвячено вирішенню важливої практичної задачі щодо реконструкції системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» Роменського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи керування лінією переробки зерна з метою підвищення продуктивності та якості процесу переробки фуражного зерна методами екструдювання.

Розглянуто технологічну схему переробки фуражного зерна для виробництва кормових добавок. Обрано технологічні машини для виконання процесу та складено їх схему розташування із силовим електричним обладнанням.

Виконано розрахунок і вибір апаратів керування та захисту для лінії переробки фуражного зерна, обрано провідники для живлення електрообладнання технологічних машин. Пускозахисні апарати обрано від виробника Schneider Electric серій iC60N та C120N та TeSys. Провідники обрано типу ВВГнг з мідними жилами.

Запропоновано електричну принципову схему автоматизованого керування лінією переробки фуражного зерна, на основі якої складено схеми електричні з'єднань та підключень.

Реконструкція системи електрифікації кормоцеху ТОВ «АГРО-ПОЛІС» з автоматизацією лінії переробки фуражного зерна дозволить знизити електроспоживання в цеху на 8500 кВт·год та знизити витрати коштів на оплату електроенергії на 51000 грн. При цьому, термін окупності становить 2,84 роки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. YouControl – сервіс перевірки контрагентів. ФІЛІЯ "КУРМАНИ" ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "АГРО-ПОЛІС". [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/37051988/.
2. Opendatabot. ФІЛІЯ "КУРМАНИ" ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "АГРО-ПОЛІС". [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://opendatabot.ua/c/37051988>.
3. Мирончук В. Г., Гулий І. С, Пушанко М. М. та ін. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. Підручник. Вінниця: Нова книга, 2017. 648 с.
4. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / О.В. Дащицин, А.І. Ткачук. К.: ПП «Нова Книга», 2018.
5. Гвоздев О.В. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл. / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. – К. : Вища освіта, 2016. – 478 с.
6. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання, станом на 21.08.2017).
7. 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.
8. 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.
9. Каталог електродвигунів серії АИР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrovdigatelei_air/.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

10. Каталог кабельної продукції. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.avtomats.com.ua/3307-wire_apv.html.
11. Каталог продукції електротехнічної продукції. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://220volt.com.ua/ua/>.
12. 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.
13. Ereemeeva, A. M., & Plyushin, Y. V. (2023). Automation of the control system for drying grain crops of the technological process for obtaining biodiesel fuels. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-41962-0>.
14. Ngunzi, V. (2014). SIMULATION MODEL FOR PREDICT DRYING IN THE AUTOMATED GRAIN DRYER. *Scientific Conference Proceedings*. http://www.ijesr.org/admin/upload_journal/journal_printabs14hmar14esr.pdf.
15. Singh, G., Agarwal, A., & Jarial, R. (2013). PLC based automation of grain dryer. 2013 International Conference on Control, Automation, Robotics and Embedded Systems (CARE). <https://doi.org/10.1109/care.2013.6733725>.
16. Cárdenas C., Moya E., García D. and Calvo O. (2019). CONTROL AND SUPERVISION FOR AN INDUSTRIAL GRAIN DRYER. In *Proceedings of the 6th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics - Robotics and Automation*, pages 405-408. DOI: 10.5220/0002192904050408.
17. 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.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 54 |

18. Основи професійної безпеки та здоров'я людини : підручник / В. В. Березуцький [та ін.] ; під ред. проф. В. В. Березуцького. – Харків : НТУ “ХПІ”, 2018. – 553 с.

19. Методичні вказівки щодо виконання розділу «Екологічна експертиза» в дипломних роботах (проектах) студентами інженерно-технологічного факультету денної, заочної та дистанційної форми навчання, ОС «Бакалавр». – Суми: Сумський національний аграрний університет, 2021. – 12 с.

20. Економіка та організація виробництва: Методичні вказівки до вивчення курсу для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Укл. І.В. Журило, М.М. Полтавець, – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – 52 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------------|------|
| | | | | | КП.06.3.005.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |