

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 621.3:631.24(477.81)

ПОГОДЖЕНО **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
Директор ІНН енергетики, **Завідувач кафедри**
автоматики і енергозбереження **електротехніки, електромеханіки та**
електротехнологій
КАПЛІН В.В. **ОКУШКО О.В.**
(підпис) (підпис)
« » 2023 р. « » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: „**РОЗРОБЛЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ**
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ
КАРТОПЛІ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ”

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
К.Т.Н., доцент **Усенко С.М.**
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
К.Т.Н., доцент **Савченко В.В.**
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав **Пірч М.Р.**
(підпис) (ПІБ)

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРТЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

к.т.н., доцент

/ОКУШКО О.В./

(підпис)

2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Пірчу Максим Ростиславовичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: „Розроблення та дослідження
електротехнологічного обладнання для зберігання картоплі у картоплесховищі”

заверджена наказом ректора НУБІП України від 06.03.2023 № 324

Термін подання завершеної роботи на кафедру 05.11.2023

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації
електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок
споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз діяльності виробничо-господарської.

2. Проектування автоматизації виробничих у картоплесховищі.

3. Дослідження обладнання для обробки картоплі.

4. Розрахунок елементів системи постачання.

5. Заходи з монтажу та налагодження обладнання.

6. Розробити заходи з охорони праці у картоплесховищі.

7. Провести техніко-економічне обґрунтування пристрою для магнітної обробки
картоплі.

Дата видачі завдання 07.03.2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

(підпис)

Савченко В.В.

(ІПБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис) (прізвище)

Пірч М.Р.

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська кваліфікаційна робота: 106 с., 26 рис., 20 табл., 29 джерел.

Об'єктом досліджень є технологічний процес зберігання картоплі у картоплексовищі.

НУБІП України

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи електрообладнання для зберігання картоплі у картоплексовищах, що забезпечує зменшення втрат шляхом автоматичного підтримання технологічних параметрів і обробки картоплі в магнітному полі..

НУБІП України

Методи дослідження та апаратура: моделювання, методи математичної статистики та ін.; іономір И-160М, тесламетр 43205/1.

НУБІП України

Вибране технологічне та електротехнічне обладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплексовищі, розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці в картоплексовищі, обґрунтоване автоматизоване електрообладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплексовищі, одержана математична модель процесів обробки картоплі в магнітному полі, обґрунтовані режими та параметри обробки картоплі в магнітному полі та відповідного електрообладнання, наведені техніко-економічні показники застосування розробленого автоматизованого електрообладнання у картоплексовищах.

НУБІП України

Галузь застосування – овочівництво.

НУБІП України

Ключові слова: картоплексовище, температурний режим, вологісний режим, магнітна обробка, рН, біопотенціал, магнітна індукція.

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ВИРОБНИЧО- ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА	
ІНСТИТУТУ КАРТОПЛЯРСТВА І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ	9
1.1. Виробничо-господарська характеристика Інституту картоплярства	9
1.2 Стан електрифікації Інституту картоплярства	10
1.3. Характеристика картоплесховища	11
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ	
ПРОЦЕСІВ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ	13
2.1 Обґрунтування технологічного процесу зберігання картоплі	13
2.2 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання	14
2.3 Розрахунок вентиляції	15
2.4 Розрахунок опалення	17
2.5 Розрахунок освітлення	19
2.6 Розрахунок водопостачання	23
2.7 Розрахунок електропривода вентилятора	23
2.8. Вибір пускозахисної апаратури, кабелів та проводів живлення, шаф керування	28
2.9. Розробка схеми автоматичного регулювання температурного режиму в картоплесховищі	35
РОЗДІЛ 3 ОБРОБКА КАРТОПЛІ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ	40
3.1 Аналіз експериментальних досліджень з обробки картоплі в постійному магнітному полі	40
3.2 Теоретичні дослідження впливу магнітного поля на бульбу картоплі	41
3.3 Експериментальні дослідження впливу магнітного поля на бульбу картоплі	43
3.4. Результати польових досліджень впливу магнітної обробки на урожайність і біометричні показники картоплі	48

3.5. Обґрунтування геометрії пристрою для магнітної обробки з періодичною магнітною системою	51
3.6 Розробка системи керування потоковою лінією обробки картоплі	56
РОЗДІЛ 4 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КАРТОПЛЕСХОВИЩА	60
4.1. Розрахунок електричних навантажень та вибір джерела живлення	60
4.2. Розрахунок електричних ліній 0,38 кВ	62
4.3. Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах короткого замикання.	66
4.4. Перевірка можливості пуску і нормальної роботи асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором	70
РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ КАРТОПЛЕСХОВИЩА	74
5.1. Заходи з монтажу і налагодження електрообладнання	74
5.2. Визначення об'ємів робіт з експлуатації електрообладнання і складу електротехнічної служби.	75
5.3. Планування робіт з експлуатації електрообладнання	77
5.4. Організація обліку електроенергії	81
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	82
6.1 Аналіз стану безпеки праці в господарстві	84
6.2. Заходи з охорони праці	86
6.3. Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції	87
6.4. Блискавкозахист	94
6.5. Пожежна безпека	95
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	97
ВИСНОВКИ	100
СПИСОК ВИРОКИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	102

НУБІП України

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НУВБІП України

E – окислювально-відновний потенціал;
 I – електричний струм;

M – момент;

НУВБІП України

B – біопотенціал;
 B – магнітна індукція;
 v – швидкість;

R – активний опір;

НУВБІП України

s – ковзання двигуна;
 τ – стала часу;
 t – час;
 T – температура;

X – реактивний опір;

НУВБІП України

U – напруга;
 ω – кутова швидкість;
 V – об'єм.

НУВБІП України

НУВБІП України

НУВБІП України

ВСТУП

Картопля і овочі є не тільки продуктами харчування, але й основним джерелом вітамінів, які необхідні людині протягом всього року. Від якості їх зберігання також залежить урожай наступного року.

Забезпечення населення протягом всього року свіжими картоплею, овочами і плодами за науково обґрунтованими нормами харчування можливе тільки при організації їх тривалого зберігання. На виробництві використовують поки що далеко не досконалі технології, в результаті чого зменшується якість продукції.

Широкі запровадження нових методів зберігання дозволяє краще зберегти картоплю і овочі і забезпечити безперебійне постачання населення цією продукцією.

У магістерській роботі розглянуті питання вибору технологічного процесу для зберігання картоплі, обладнання для завантаження і розвантаження картоплі в сховище, приведені розрахунки опалення, вентиляції, водопостачання, освітлення, розглянуті питання електропостачання та вибрано джерело живлення, розроблена принципова схема автоматичного регулювання температурного режиму, розглянуті питання електропостачання та визначені заходи з безпеки праці, наведені економічні розрахунки.

Мета досліджень – розробка і обґрунтування параметрів системи електрообладнання для зберігання картоплі у картоплесховищах, що забезпечує зменшення втрат шляхом автоматичного підтримання технологічних параметрів і обробки картоплі в магнітному полі.

Об'єктом досліджень є технологічний процес зберігання картоплі у картоплесховищі.

Предмет досліджень – структура автоматизованого електрообладнання для зберігання картоплі у картоплесховищі та параметри відповідного електрообладнання.

Методи дослідження та апаратура: моделювання, методи математичної статистики та ін.; іонімір И-160М, тесламетр 43205/1.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в отриманні математичної моделі процесів, які відбуваються у картоплі при обробці в магнітному полі, обґрунтуванні структури та параметрів системи електрообладнання для зберігання картоплі у картоплесховищах.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці автоматизованого електрообладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплесховищі і установки для обробки картоплі в магнітному полі.

На захист магістерської роботи виносяться:

1. Математична модель процесів обробки картоплі в магнітному полі.
2. Спосіб визначення ефективності обробки картоплі в магнітному полі.
3. Режими та параметри обробки картоплі в магнітному полі.
4. Структура та параметри системи автоматичного підтримання технологічних параметрів у картоплесховищі.

У магістерській кваліфікаційній роботі вибрано технологічне та електротехнічне обладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплесховищі, розглянуті питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці в картоплесховищі, обґрунтоване автоматизоване електрообладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплесховищі, одержана математична модель процесів обробки картоплі в магнітному полі, обґрунтовані режими та параметри обробки картоплі в магнітному полі та відповідного електрообладнання, наведені техніко-економічні показники застосування розробленого автоматизованого електрообладнання у картоплесховищах.

Результати досліджень опубліковані в праці: Пиря М.Р., Савченко В.В. Обробка картоплі в магнітному полі. Збірник тез 76 науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК». С. 51.

РОЗДІЛ 1

НУБІП України

ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ІНСТИТУТУ КАРТОПЛЯРСТВА І СТАН ЙОГО ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

1.1. Виробничо-господарська

характеристика

Інституту

картоплярства

НУБІП України

Інститут картоплярства НААН України є провідною установою, яка проводить наукові дослідження з питань картоплярства. Інститут знаходиться в селищі Немішаєве Бородянського району Київської області.

НУБІП України

Інститут картоплярства має дослідне господарство, яке знаходиться в с. Немішаєве, яке розташоване на відстані 41 км від м. Києва.

НУБІП України

Клімат місцевості помірно – теплий з не дуже жарким літом та прохолодною зимою. Ґрунти дерново – підзолисті, в деяких місцях розташовані чорноземи.

НУБІП України

Середньорічна кількість опадів складає 700 мм з нерівномірним розподілом по місяцях. Середньорічна температура повітря $+16^{\circ}\text{C}$. Найнижча температура спостерігається в січні – лютому -25°C , а найвища температура – в червні – липні $+30^{\circ}\text{C}$.

Напрямок дослідного господарства: рослинництво.

НУБІП України

Економічні показники господарства наведені в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Земельні площі господарства

Категорія земель	Площа, га
Господарство має всього землі	343
Сільськогосподарських угідь	340,7
З них: ріллі	307,9

НУБІП України

Таблиця 1.2

Площі посівів, урожайність, валовий збір продукції рослинництва

Культури	Площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Озимі зернові	49	28,6	37752
Ярі та зернові	52	24,7	20254
Картопля	184	55,7	6906,8
Овочі	15	65,2	978

Таблиця 1.3

Перелік сільськогосподарських машин

Найменування	Кількість
Трактори	8
Вантажні автомобілі	6
Зернозбиральні комбайни	2
Косарки	4
Картоплекомбайни	2
Зерноочисні машини	3
Сівалки	4
Плуги тракторні	10
Культиватори	8
Розкидачі мінеральних добрив	2
Машини для внесення органічних добрив	2

1.2 Стан електрифікації Інституту картоплярства

На території господарства розміщені дві трансформаторні підстанції 10/0,4 кВ, які мають контур повторного заземлення та блискавкозахист. Резервного живлення немає.

Повітряні ЛЕП 0,4 кВ на залізобетонних опорах з алюмінієвими проводами А16, А25, А35, А50, А70. Всі ТП 10/0,4 кВ, ЛЕП 0,4 кВ знаходяться на балансі РЕМ. В господарстві налічується: 105 електродвигунів загальною потужністю 710 кВт, 6 нагрівальних установок потужністю 200 кВт, електроосвітлювальні установок потужністю 180 кВт, та інше обладнання потужністю 200 кВт.

Протяжність високовольтних ліній 10 кВ складає 8 км, а 0,4 кВ – 14 км. Стан електрифікації Дослідного господарства оцінюється як задовільний. Проте, було помічено ряд суттєвих недоліків. В господарстві застосовуються велика кількість застарілого електрообладнання, яке призводить до втрат електроенергії та виходу з ладу обладнання, багато устаткування працює в холосту. В силових і освітлювальних мережах застосовується старе електрообладнання, яке не може задовільняти вимоги до якості освітлення та енергозбереження. Крім того в деяких установках існує небезпека ураження електричним струмом.

1.3. Характеристика картоплесховища

Для зберігання фуражної картоплі використовуємо приміщення рамкової конструкції прямокутної форми з розмірами: $A = 84$ м, $B = 21$ м. Крок рам складає 6 м. Висота приміщення для зберігання картоплі $H = 6$ м. Зовнішні стіни приміщення зорні залізобетонні безпустотні панельні перекриття і тришарові стінові панелі. В торцях приміщення передбачені ворота для проїзду автотранспорту. Споруда картоплесховища складається з приміщення для зберігання картоплі, двох тамбурів і чотирьох вентиляторних.

На цьому об'єкті реалізовано технологію зберігання картоплі на підлозі в двох секціях з висотою насипу до 4,9 м. Підлога приміщення залізобетонна або асфальтована, з вентиляційними каналами прямокутного перерізу з решітками.

Для запобігання контакту картоплі з внутрішньою поверхнею стін використано дерев'яні щити, відокремлення проходу між буртами (секціями) також здійснюється дерев'яними щитами, які нарощуються по мірі формування насипу.

Велике значення також приділяють теплоізоляції огорожувальних конструкцій. Найефективнішим ізоляційним матеріалом вважається пінополіуретан. Його використовують як в рідкому, так і в твердому вигляді.

Рідкий пінополіуретан наносять шарами на поверхню стін за допомогою спеціальних форсунок. Після затвердіння він не деформується під тиском картоплі.

Для підтримання технологічних режимів зберігання картоплесховище обладнане технологічним обладнанням типу ОРТХ-М.

Недоліком даного комплекту обладнання є неможливість уникнути значних втрат картоплі при зберіганні.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

2.1 Обґрунтування технологічного процесу зберігання картоплі

Надійне зберігання картоплі залежить від цілого комплексу причин. Одним з найважливіших факторів в цьому комплексі є температурно – вологісний режим, який створюється в картоплі, що зберігається..

Активно змінювати температуру і вологість насипу картоплі можливо шляхом продування через нього достатньої кількості повітря, заданої температури і вологості. Це забезпечується системою активної вентиляції.

В початковий (лікувальний) період зберігання картоплі в насипу необхідно підтримувати високу температуру (14 – 18 С) і високу відносну вологість (95 – 98 % і вище, але без утворення конденсату на картоплі) повітря в міжкартоплевому просторі. При цьому повітрообмін в масі картоплі має бути зведений до мінімуму.

При температурі картоплі вище 18 градусів вмикається система активної вентиляції. Повітря, яке подається, повинне мати температуру на 3 – 4 градуси нижчу від максимальної температури міжкартоплевого простору.

Якщо ж до сховища потрапила хвора, уражена фітофторою, нематодом і т.п. картопля, то дані ділянки насипу картоплі потрібно зберігати при більш низькій температурі: 6 – 8 градусів з подальшим охолодженням їх до 1,5 – 2 градусів. Таку картоплю реалізують в першу чергу.

Якщо до сховища поступила мокра картопля, то її необхідно терміново просушити. В цьому випадку вентиляція працює в форсованому режимі: вмикаються всі, або більша частина вентиляційних установок, які нагнітають повітря в ті ділянки насипу де знаходиться мокра або хвора картопля.

Температуру вентиляційного повітря можна знижувати на 6 – 7 нижче максимальної температури маси зберіганої картоплі, а відносна вологість повітря повинна підтримуватись на рівні 80 відсотків.

Після двотижневої витримки при високій температурі і високій відносній вологості повітря картоплю необхідно охолодити до плюс 2 – 4 градусів. Охолодження здійснюється всіма вентиляційними установками, які повинні подавати вентиляційне повітря з температурою на 4 – 5 градусів нижче максимальної температури насипу картоплі. Відносна вологість повітря має бути 98 і навіть 100 відсотків вологості. Робота вентиляції можлива і в дощову погоду. В період охолодження 20 – 25. Охолоджувати потрібно плавно і поступово, не більше як на 0,5 – 0,6 С/добу. Цього досягають при інтенсивному вентиляванні насипу зберігаємої картоплі з максимальним використанням випарного і шляхового охолодження насипу картоплі та вентиляційного повітря. При досягненні в насипу картоплі температури 3 – 4 градуси починається основний період зберігання картоплі. В цей період зберігання вентиляційні установки вмикаються лише при підвищенні температури в насипу картоплі до чотирьох і більше градусів.

2.2 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання

Для забезпечення технологічного процесу завантаження картоплесховища використовуємо самохідний транспортер – завантажувач типу ТЗК –30 з бункером, в який вивантажується відсортована картопля з транспортних засобів. Похилий конвеєр завантажувача формує насип.

Технічна характеристика ТЗК – 30.

- | | |
|--------------------------------|--------|
| 1. Продуктивність, т/год | - 30 |
| 2. Швидкість руху, м/с | - 0,2 |
| 3. Швидкість руху полотна, м/с | - 0,9 |
| 4. Потужність встановлена, кВт | - 11,8 |

Для завантаження сховища достатньо одного транспортера, який має годинну продуктивність 30 т/год.

Для підтримання необхідного температурного режиму при різних режимах збереження картоплі використовується комплект обладнання, до складу якого входять електрокалорифери СФОФ з блоком керування.

Процес вивантаження картоплі здійснюємо транспортером – підбирачем ТПК – 30, який підбирає картоплю з підлоги і за допомогою похилого конвеєра вантажить його у транспортні засоби.

Технічна характеристика ТПК – 30.

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| 1. Продуктивність, т/год | - 10,5 |
| 2. Швидкість руху лопатки, м/с | - 0,9 |
| 3. Потужність встановлена, кВт | - 13,5 |
| 4. Висота підйому картоплі, мм | - 1150 – 3700 |

Для керування параметрами використовуємо ящики керування

ЯАА 5938 – 3474УЗ.

2.3 Розрахунок вентиляції

Визначимо необхідний повітрообмін для видалення надлишків вологи в приміщенні:

$$L = \frac{W_k \cdot M}{W_{\text{вн}} \cdot W_{\text{зовн}}}, \quad \text{м}^3/\text{год}, \quad (2.1)$$

де $W_k = 150 - 200$ гр/м³ добу, 8,33 гр/т³ год – виділення вологи питомі.

$M = 3000$ т – маса вологи у сховищі;

$W_{\text{вн}}$ і $W_{\text{зовн}}$ відповідно допустимий вміст вологи в приміщенні і оточуючому середовищі; гр./м³.

$$W_{\text{вн}} = W_{\text{нас. вн}} \cdot \varphi_{\text{вн}} \cdot 100, \quad \text{гр/м}^3, \quad (2.2)$$

де $W_{\text{нас. вн}} = 5,98$ гр/м³ – вологовміст в середині оточуючого середовища при повному насиченні і зовнішній температурі.

$\varphi_{\text{вн}}$ – вологість повітря в середині приміщення.

$$W_{\text{вн}} = 5,98 \cdot 90/100 = 5,38 \text{ гр/м}^3$$

$$W_{\text{зовн}} = W_{\text{нас. зовн}} \cdot \varphi_{\text{зовн}} / 100, \quad \text{гр/м}^3, \quad (2.3)$$

де $W_{\text{нас. зовн}} = 0,88$ гр/м³ – вологовміст в середині оточуючого середовища при повному насиченні і зовнішній температурі.

$$t_{\text{зовн}} = -22 \text{ }^\circ\text{C} \quad [1];$$

$\varphi_{\text{зовн}} = 75\%$ – вологість повітря оточуючого середовища;

$$W_{\text{зовн}} = 0,88 \cdot 75/100 = 0,66 \text{ гр/м}^3;$$

$$L_{\text{H}_2\text{O}} = 8,33 \cdot 3000/5,38 - 0,66 = 5294,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначимо необхідний повітрообмін для видалення надлишків вуглекислого газу:

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{C_k \cdot M}{C_{\text{доп}} - C_{\text{зовн}}} \quad (2,4)$$

де $C_k = 4,7 \cdot 10^{-6}/1,279 = 3,69 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{год.}$

$$M = 3 \cdot 10^6 \text{ кг} - \text{маса картоплі};$$

$$C_{\text{доп}} = 0,002 \text{ у. о.} - \text{допустимий вміст CO}_2 \text{ в повітрі приміщення};$$

$$C_{\text{зовн}} = 0,0003 \text{ у. о.} - \text{вміст CO}_2 \text{ в зовнішньому повітрі.}$$

$$L_{\text{CO}_2} = 3,69 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^6 / 0,002 - 0,0003 = 6476,47 \text{ м}^3/\text{год.}$$

За розрахунковий повітрообмін $L_{\text{розр}}$ приймаємо більше з $L_{\text{H}_2\text{O}}$ і L_{CO_2} значення L_{CO_2} та $L_{\text{H}_2\text{O}}$;

$$L_{\text{розр}} = L_{\text{CO}_2} = 6476 \text{ м}^3/\text{год} = 1,79 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Для створення необхідного повітрообміну встановлюємо уніфіковані електрокалорифери агрегати типу СОО 10/0,4 – Н1.

Технічна характеристика СОО 10/0,4 – Н1.

- | | |
|--|---------------------|
| 1. Продуктивність по повітрю, | 1 м ³ /с |
| 2. Перепад температури повітря, | 4 – 6 °С |
| 3. Максимальна температура на виході калорифера, | 40 °С |
| 4. Встановлена потужність, | 9,97 кВт |
| 5. Кількість фаз, | 3 |
| 6. Аеродинамічний опір (напір), | 150 Па |
| 7. Номінальна напруга, | 380 В |

Електродвигуни для приводу вентилятора вибираємо за умовою:

$$P_{\text{н.дв.}} \geq P_{\text{розрах.}},$$

де $P_{\text{розрах.}}$ кВт – розрахункова потужність двигуна;

$$P_{\text{розрах.}} = \frac{Q \cdot H \cdot K}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_{\text{вент}}} \quad (2,5)$$

$$Q = 1 \text{ м}^3/\text{с} = 3600 \text{ м}^3/\text{год} - \text{продуктивність вентилятора};$$

$$H = 150 \text{ Па} - \text{напір вентилятора};$$

$K_z = 1,2$ – коефіцієнт запасу;

$\eta_{\text{вент}} = 0,67$ – ККД вентилятора.

$$P_{\text{розрах.}} = 3600 \cdot 150 \cdot 1,2 / 3600 \cdot 1000 \cdot 0,67 = 0,26 \text{ кВт.}$$

Вибираємо двигун AIP63B4Y2 потужністю $P_n = 0,37$ кВт; $n_n = 1320$ об/хв;

$I_n = 1,18$ А; $K_I = 5$; ступінь захисту IP54; $\eta = 0,68$; $\cos\phi = 0,7$. □

Продуктивність зволожувача визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{за.д}} = \frac{(W_{\text{вн}} - W_{\text{зов}}) \cdot L_{\text{адк}}}{60} \quad (2.6)$$

де $W_{\text{вн}}$, $W_{\text{зов}}$ – вміст вологи в 1 м^3 відповідно внутрішнього і зовнішнього

повітря, г/м^3 .

$$W_{\text{вн}} = 5,6 \cdot \frac{95}{100} = 5,32 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

$$W_{\text{зов}} = 2,33 \cdot \frac{83}{100} = 1,93 \frac{\text{г}}{\text{м}^3}$$

$$Q_{\text{зв.р}} = \frac{(5,322 - 1,93) \cdot 6476}{60} = 366,1 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

Вибираємо зволожувач F56Y LEESON ELECTRIC CORPORATION з

продуктивністю 4 л/хв. при частоті обертання 2850 об/хв. і потужності двигуна

0,55 кВт. Зволожувач – дискового типу. Живлення водою здійснюється від централізованої мережі водопостачання.

2.4 Розрахунок опалення

Потужність системи опалення визначаю, виходячи з рівняння теплового балансу:

$$Q = Q_{\text{ог}} + Q_{\text{вент}} - Q_{\text{к}}, \text{ кВт}, \quad (2.7)$$

де Q – кількість теплоти, необхідна для опалення приміщення;

$Q_{\text{ог}}$ – втрати теплоти через огорожуючі поверхні;

$Q_{\text{вент}}$ – втрати теплоти через вентиляційну систему;

$Q_{\text{к}}$ – кількість теплоти що виділяється картоплею.

$$Q_{\text{ог}} = q_0 \cdot V(Q_{\text{вн}} - Q_{\text{зов}}), \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

де $q_0 = 0,09$ кВт/год·м³·°С – теплова характеристика приміщення;

$V = A \cdot B \cdot H$, м³ – об'єм приміщення;

$$V = 84 \cdot 21 \cdot 6 = 10584 \text{ м}^3;$$

$Q_{\text{вн}} = 2 - 4$ °С (приймаємо 3 °С) – температура повітря в середині приміщення;

$Q_{\text{зовн}} = -22$ °С – температура зовнішнього повітря взимку.

$$Q_{\text{от}} = 0,09 \cdot 10584(3 - (-22)) = 23814 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{вент}} = L_{\text{розр}} \cdot C_{\text{п}} \cdot \gamma_{\text{п}}(Q_{\text{вн}} - Q_{\text{зовн}}), \text{ кВт}, \quad (2.9)$$

де $L_{\text{розр}} = 6476,47$ м³/год – розрахунковий повітрообмін;

$C_{\text{п}} = 1$ кВт/кг – теплоємність повітря при $Q_{\text{вн}} = 3$ °С.

$Q_{\text{вн}} = 3$ °С, $Q_{\text{зовн}} = -22$ °С відповідно температури в середині приміщення і зовнішнього повітря.

$$Q_{\text{вент}} = 6476,47 \cdot 1 \cdot 1,35(3 - (-22)) = 218580,86 \text{ кВт}.$$

Кількість теплоти, що виділяється картоплею:

$$Q_{\text{к}} = q_{\text{к}} \cdot M, \text{ кДж}, \quad (2.10)$$

де $q_{\text{к}} = 200 - 300$ ккал/т·добу – питомі тепловиділення 1 т картоплі.

Виразимо $q_{\text{к}}$ в кВт/т·добу, знаючи, що 1 Вт = 0,239 кал, а потім в кВт/т·год,

знаючи, що 1 доба = 24 год:

$$q_{\text{к}} = 200 \text{ ккал/т·добу} = 200/0,239 = 836 \cdot 10^5 \text{ Вт/т·добу} = 34,83 \text{ кВт/т·год}$$

$M = 3000$ т – маса картоплі в сховищі;

$$Q_{\text{к}} = 34,83 \cdot 3000 = 104490 \text{ кДж},$$

$$Q = 23814 + 218580,86 - 104490 = 137904,86 \text{ кДж}.$$

Потужність системи опалення визначаємо за формулою:

$$P_{\text{оп}} = Q/3600 = 137904,86/3600 = 38,3 \text{ кВт}.$$

Для системи використовуємо уніфіковані електрокалорифери установки типу СФОО 10/0,4 – Н1; установлена потужність установки $P_{\text{уст}} = 9,97$ кВт,

потужність калорифера однієї установки $P_{\text{к}} = 9,6$ кВт.

Кількість установок для забезпечення необхідних параметрів мікроклімату визначаємо за формулою:

$$n = P_{\text{оп}}/P_{\text{к}} = 38,3/9,6 = 3,98.$$

Приймаємо 4 уніфікованих установки СФОО 10/0,4 – Н1 для опалення і вентиляції приміщення.

Автоматичне керування параметрами мікроклімату приміщення забезпечується використанням шаф ШАУ – АВ. Я0306.

2.5 Розрахунок освітлення

Розрахунок освітлення приміщення для зберігання картоплі проводимо методом коефіцієнта використання світлового потоку. Для освітлення використовуємо світильники НСП03 х 60М – У2.

Визначаємо індекс приміщення:

$$i = A \cdot B / h_p(A+B), \quad (2.11)$$

де $A = 84$ м, $B = 21$ м – розміри приміщення;

$h_p = 5,5$ м – розрахункова висота підвісу;

$$i = 84 \cdot 21 / 5,5(84 + 21) = 3,05$$

За індексом приміщення і типом світильники знаходимо за таблицею коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,62$.

Розрахунковий світловий потік визначаємо за формулою:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{N}, \quad \text{лм}, \quad (2.12)$$

де $E_n = 20$ лк – нормована освітленість в приміщенні для зберігання картоплі;

$K_z = 1,7$ коефіцієнт запасу;

$S = A \cdot B = 84 \cdot 21 = 1764$ м² – площа приміщення;

$Z = 1,15$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

N – кількість світильників, яку визначаємо, виходячи з відстані між світильниками у ряду. $L_a = 12$ м; відстань між рядами світильників $L_b = 10$ м.

$$N = n_a \cdot n_b, \quad \text{шт}, \quad (2.13)$$

де $n_a = A/L_a = 84/12 = 7$ – кількість світильників в ряду;

$n_b = B/L_b = 21/10 = 2,1$ (приймаємо 2) – кількість рядів світильників.

$$N = 7 \cdot 2 = 14 \text{ шт}$$

$$\Phi = 20 \cdot 1,7 \cdot 1764 \cdot 1,15 / 14 \cdot 0,62 = 7946 \text{ лм}$$

Світловий потік лампи визначаємо за формулою.

$$\Phi_{\text{л}} = \Phi/N = 7946/14 = 567,5 \text{ лм.}$$

Вибираємо лампи Б235 – 245 – 60 потужністю $P_{\text{л}} = 60 \text{ Вт}$, $\Phi_{\text{л}} = 715 \text{ лм}$.

Уточнюємо кількість світильників: $N = \Phi/\Phi_{\text{л}} = 7946/715 = 11,1$. приймаємо

12 світильників для освітлення приміщення для збереження картоплі. Ця

кількість світильників забезпечує систему загального робочого освітлення,

чергове освітлення в даному приміщенні не передбачається.

Для освітлення тамбурів використовуємо світильники НСП 01 х □ □ 100М –

У2. Потужність лампи розраховуємо методом питомої потужності.

$$P = \frac{w \cdot S}{n \cdot N}, \text{ Вт,} \quad (2.14)$$

де $w = 47,05 \text{ Вт/м}^2$ – питома потужність при освітленості $E_2 \in 25 \text{ лк}$;

S – площа приміщення, м^2 .

$$S = A \cdot B; \quad A = 7 \text{ м}; B = 2 \text{ м.}$$

При відношенні $A/B > 2,5$ згідно рекомендації [3] площу розраховуємо за

формулою:

$$S = 2 \cdot B^2 = 8 \text{ м}^2$$

$n = 1$ – кількість ламп в світильнику;

$N = 4$ – кількість світильників.

$$P = 47,05 \cdot 8/1 \cdot 4 = 94,1 \text{ Вт.}$$

Приймаємо лампи типу Б235 – 245 – 100 потужністю $P_{\text{л}} \in 100 \text{ Вт}$,

$$\Phi_{\text{л}} = 1350 \text{ лм.}$$

Для освітлення вентиляторних використовуємо світильники НСП 01

х □ □ 100М – У2, а потужність лампи розраховуємо методом питомої

потужності:

$$P = \frac{w \cdot S}{n \cdot N} \quad (2.15)$$

де $w = 18,8 \text{ Вт/м}^2$ – питома потужність при освітленості $E_3 = 10 \text{ лк}$;

S – площа приміщення, м^2 ;

$n = 1$ – кількість ламп в світильнику;

$N = 2$ – кількість світильників.

$$P = 18,8 \cdot 8/1 \cdot 2 = 75,02 \text{ Вт.}$$

Вибраємо лампи типу Б235 – 245 – 75 потужністю $P_{\text{л}} = 75$ Вт,

$\Phi_{\text{л}} = 950$ лм.

Результати розрахунку освітлення зведено в світлотехнічну відомість (табл. 2.1), керування освітлювальною мережею здійснюються з ящика (щита) освітлення ЩОА5934 – 3074У3.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 2.1.

Світлотехнічна відомість

№ по плану	Приміщення			Система освітлення	Вид освітлення	Норма освітлення лк	Коефіцієнт запасу	Світильник		Лампа		Встановлена потужність, Вт	Примітка
	Назва приміщення	Площа, м ²	Висоти м					тип	число	тип	Потужність, Вт		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Приміщення зберігання картоплі	1764	6	Загальна	Робоче	20	1,7	НСП03-60МУ2	12	Б235 - 245-60	60	720	
2	Тамбур	14	6	Загальна	Робоче	25	47,05	НСП01-100МУ2	4	Б235 - 245-100	100	800	Кількість приміщень-2
3	Вентиляторна	14	6	Загальна	Робоче	10	18,8	НСП03-100МУ2	2	Б235 - 245-75	75	600	Кількість приміщень-4
Всього												2120	

НУБІП України

НУБІП України

2.6 Розрахунок водопостачання

Відповідно до технології зберігання картоплі, вода на виробництві не використовується, а для санітарно – гігієнічної обробки приміщення в міжсезонний період використовують водні розчини, які готують поза межами картоплесховища і застосовують для виконання робіт у готовому вигляді. Водопостачання об'єкта передбачається для гасіння пожежі.

Витрати води на гасіння однієї пожежі у виробничому приміщенні, визначають, враховуючи вогнестійкість будівель, їхні розміри та категорії виробництва. Розрахунковий об'єм води для гасіння пожежі розраховуємо за формулою:

$$V = 3,6 \cdot q \cdot t_{\text{пож}}, \text{ м}^3 \quad (2.16)$$

де $q = 10$ л/с – норма витрати для гасіння пожежі;

$t_{\text{пож}} = 2$ год – тривалість пожежі розрахункова.

$$V = 3,6 \cdot 10 \cdot 2 = 72 \text{ м}^3.$$

Для подачі води вибираємо трубу діаметром 125 мм².

2.7 Розрахунок електропривода вентилятора

При проектуванні електропривода необхідно розрахувати навантажувальну і механічну характеристики вентилятора.

Механічною характеристикою робочої машини називають залежність моменту статичних опорів, які вона створює, від кутової швидкості приводного валу. Вона описується рівнянням:

$$M_c = M_o + (M_{\text{сн}} - M_o) \cdot (w/w_{\text{п}})^x \quad (2.17)$$

де M_c – момент статичних опорів робочої машини;

M_o – початковий момент ($M_o = 0,05M_{\text{сн}}$);

$M_{\text{сн}}$ – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості;

w – задане значення кутової швидкості;

x – показник степеня ($x = 2$).

Номінальна потужність вентилятора:

$$P_{\text{вент.н}} = (p_{\text{в}} \cdot L_{\text{в}}) / \eta_{\text{в}}, \text{ Вт}, \quad (2.18)$$

де $p_{\text{в}}$ – тиск, $p_{\text{в}} = 150 \text{ Па}$,
 $L_{\text{в}}$ – продуктивність, $L_{\text{в}} = 1 \text{ м}^3/\text{с}$,
 $\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора, $\eta_{\text{в}} = 0,67$.

$$P_{\text{вент.н}} = 223,88 \text{ Вт}.$$

$$P_{\text{н.р.м.}} = P_{\text{вент.н}} / 1000, \text{ Вт} \quad P_{\text{н.р.м.}} = 0,22388 \text{ кВт}$$

Номінальний момент вентилятора:

$$M_{\text{сн}} = 9550 \cdot (P_{\text{н.р.м.}} / n_{\text{н.р.м.}}), \quad (2.19)$$

де $P_{\text{н.р.м.}}$ – номінальна потужність робочої машини, кВт.

$n_{\text{н.р.м.}}$ – частота обертання робочої машини, об/хв.; $n_{\text{н.р.м.}} = 1320 \text{ об/хв.}$

$$M_{\text{сн}} = 1,616 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Номінальна кутова швидкість:

$$\omega_{\text{н}} = (\pi n_{\text{н.р.м.}}) / 30 = 3,14 \cdot 1320 / 30 = 138 \text{ с}^{-1}$$

Таблиця 2.2

Розрахунок механічної характеристики вентилятора

$\omega, \text{ с}^{-1}$	0	20	40	60	80	100	120	157
$M_{\text{с}}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	0,08	0,3	0,52	0,74	0,96	1,18	1,4	1,81

Попередній вибір електродвигуна за потужністю та частотою обертання.

Потужність електродвигуна для тривалого режиму роботи з постійним навантаженням визначають за умовою:

$$P_{\text{н.дв}} \geq P_{\text{с}}, \quad (2.20)$$

де $P_{\text{с}}$ – розрахункова потужність двигуна, яка для вентиляторів складає:

$$P_{\text{с}} = K_3 \cdot L / \eta_{\text{вент}} \cdot \eta_{\text{п}}, \text{ кВт}, \quad (2.21)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу (для осьового вентилятора до 0,5 кВт складає 1,2);

p – тиск, Па;

L – продуктивність, $\text{м}^3/\text{сек.}$;

$\eta_{\text{п}}$ – ККД передачі (приймаємо $\eta_{\text{п}} = 1$, так як колесо насаджене безпосередньо на вал двигуна);

$\eta_{\text{вент}}$ – ККД вентилятора.

$$P_c = 1,2 \cdot 150 \cdot 1/0,67 \cdot 1 = 268,7 \text{ Вт.}$$

Вибираємо двигун АІР63В4У2 потужністю $P_n = 0,37 \text{ кВт}$; $n_n = 1320 \text{ об/хв.}$;
 $I_n = 1,18 \text{ А}$; $K_T = 5,0$; ступінь захисту IP54, $\eta = 0,68$, $\cos\phi = 0,7$.

За кліматичним виконанням і категорією розміщення: У2 (волого морозостійкого виконання). Ступінь захисту IP54.

Визначаємо зведений до валу двигуна момент інерції вентилятора:

$$J_{зв} = J_{рот} + J_{зв.р.м.}, \quad \text{кг} \cdot \text{м}^2, \quad (2.22)$$

де $J_{рот} = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ - момент інерції двигуна;

$J_{зв.р.м.} = 11 \cdot 10^{-3}$ - зведений момент інерції робочої машини;

$$J_{зв} = 1,4 \cdot 10^{-3} + 11 \cdot 10^{-3} = 0,0124 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Гранично допустимий момент інерції робочої машини:

$$J_{доп} = K \cdot K_M \cdot P_{н.дв.}^v \cdot P^{\gamma} = 0,045 \cdot 0,9 \cdot 0,37^2 \cdot 2^2 = 0,059 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

де K , K_M - коефіцієнти;

$P_{н.дв.}$ - номінальна потужність двигуна, кВт;

P - кількість пар полюсів (1500 об/хв. - 2);

v, γ - показники степеня.

Гранично допустимий момент інерції двигуна повинен бути не менший ніж зведений момент інерції привода.

$$J_{доп} \geq J_{зв.} \quad (2.23)$$

$$0,0599 \geq 0,0124 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ - умова виконується.}$$

Побудову механічної характеристики двигуна проводимо за характерними точками.

1) Точка ідеального холостого ходу $S = 0$, $M = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

2) Номінальний режим роботи

$$S_n = (n_0 - n_n) / n_0 \quad (2.24)$$

де $n_0 = 1500 \text{ об/хв.}$ - синхронна частота обертання;

$$S_n = 0,12.$$

Номінальний момент двигуна

$$M_n = 9550 \cdot P_n / n_n, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.25)$$

де $P_n = 0,37 \text{ кВт}$ - номінальна потужність.

3) Точка максимального моменту двигуна:
 $M_H = 2,677 \text{ Н} \cdot \text{м}$
 $\mu_K = 2,2$ $\mu_H = 2,1$ $\mu_{\min} = 1,8$

Критичне ковзання:

$$S_K = (S_H + \sqrt{S_H \frac{\mu_{K-1}}{\mu_{i-1}}}) / (1 + \sqrt{S_H \frac{\mu_{K-1}}{\mu_{i-1}}}) \quad (2.26)$$

$$\mu_i = \mu_K / \mu_H = 1,05$$

$$S_K = \frac{0,12 + \sqrt{0,12 \frac{2,2-1}{1,05-1}}}{1 + \sqrt{0,12 \frac{2,2-1}{1,05-1}}} = 0,673$$

Максимальний момент двигуна:
 $M_K = \mu_K \cdot M_H$ $M_K = 5,89 \text{ Н} \cdot \text{м}$

4) Точка мінімального моменту двигуна

$S_{\min} = 0,8$; $M_{\min} = \mu_{\min} \cdot M_H = 2,677 \cdot 1,8 = 4,81 \text{ Н} \cdot \text{м}$
 5) Пуск двигуна $S_H = 1$; $M_{\text{пуск}} = \mu_H \cdot M_H = 2,1 \cdot 2,677 = 5,62 \text{ Н} \cdot \text{м}$
 Побудова механічної характеристики двигуна з урахуванням допустимого

відхилення моментів:

1) $S = 0$ $M = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 2) $S_H = 0,12$ $M_H = M_H$ $M_H = 2,677 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 3) $S_K = 0,673$ $M_K = 0,9 \cdot M_K$ $M_K = 5,31 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 4) $S_{\min} = 0,8$ $M_{\min} = 0,8 \cdot M_{\min}$ $M_{\min} = 3,854 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 5) $S_H = 1$ $M_H = 0,85 \cdot M_H$ $M_H = 4,777 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

Побудова механічної характеристики двигуна з урахуванням допустимого відхилення напруги 5%:

1) $S = 0$ $M = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 2) $S_H = 0,12$ $M_H = 0,95^2 \cdot M_H$ $M_H = 2,415 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 3) $S_K = 0,673$ $M_K = 0,95^2 \cdot M_K$ $M_K = 4,77 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 4) $S_{\min} = 0,8$ $M_{\min} = 0,95^2 \cdot M_{\min}$ $M_{\min} = 3,478 \text{ Н} \cdot \text{м}$;
 5) $S_H = 1$ $M_H = 0,95^2 \cdot M_H$ $M_H = 4,311 \text{ Н} \cdot \text{м}$;

За розрахункову приймаємо механічну характеристику двигуна з урахуванням допустимих відхилень моментів при допустимому відхиленні напруги.

Час пуску електродвигуна визначаємо графоаналітичним методом.

Для кожної ділянки $\Delta\omega_i$ визначаємо середнє значення динамічного моменту і розраховуємо приріст часу за формулою:

$$\Delta t_i = \frac{J \Delta\omega_i}{M_{\text{дп},i}}, \text{ с} \quad (2.27)$$

Таблиця 2.3

Визначення часу пуску електродвигуна

$M_{\text{дп},i}$	0.8	2.1	2.9	3.6	4.25	4.5	3.75	3.4	3.8	4.2
Δt_i	0.24	0.09	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.02
i	0	3	7	4	5	3	2	7	1	3
$\Delta\omega_i$	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.8

Визначаємо час пуску за формулою:

$$t_{\text{пуск}} = \sum_{i=1}^n \Delta t_i, \text{ с} \quad (2.28)$$

$$t_{\text{пуск}} = 0,725 \text{ с}$$

Перевірку вибраного електродвигуна за тепловим режимом під час пуску виконують за умовою:

$$\tau_{\text{пуск}} \leq \tau_{\text{доп}} \quad (2.29)$$

де $\tau_{\text{пуск}}$ – перевищення температури двигуна під час пуску, $^{\circ}\text{C}$;

$\tau_{\text{доп}}$ – допустиме перевищення температури двигуна, $^{\circ}\text{C}$;

$$\tau_{\text{пуск}} = V_c t_{\text{пуск}}, \quad (2.30)$$

де V_c – швидкість нагрівання двигуна ($8^{\circ}\text{C}/\text{с}$)

$t_{\text{пуск}}$ – час пуску, с.

$$\tau_{\text{доп}} = \theta_{\text{доп}} - \theta_{\text{ох.ср.}} = 130 - 40 + 10 = 80^{\circ}\text{C},$$

де $\theta_{\text{доп}}$ – допустима температура нагрівання даного класу ізоляції (для двигунів АИР – 130 °С);

$\theta_{\text{ох.ср}}$ – температура охолоджуючої середовища, °С.

$$\tau_{\text{пуск}} = V_c \cdot t_{\text{пуск}} = 8 \cdot 0,725 = 5,8 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$5,8 < 80$ – умова виконується.



Рис 2.1 Визначення часу пуску електродвигуна

2.8. Вибір пускозахисної апаратури, кабелів та проводів живлення, шаф керування

Вибір пускозахисної апаратури розглянемо на прикладі електрокалориферної установки СФОО 10/0,4–Н1.

$$U_n = 380 \text{ В}; \quad P_{\text{нагр}} = 9,6 \text{ кВт}; \quad P_{\text{дв}} = 0,37 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{дв}} = P_{\text{дв}} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 0,37 \cdot 1,02 = 0,337 \text{ кВАР}$$

$$S = \sqrt{(P_{\text{нагр}} + P_{\text{дв}})^2 + Q_{\text{дв}}^2} = \sqrt{(19,6 + 0,37)^2 + 0,337^2} = 9,97 \text{ кВт}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}U_n} = \frac{9,97 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 15,1 \text{ А.} \quad (2.31)$$

Автоматичний вимикач вибираємо за умовами:

$$1) U_{AB} \geq U_n; \quad 3) I_{н.р. АВ} \geq I_{н.уст.};$$

$$2) I_{н. АВ} \geq I_{н.уст.}; \quad 4) I_{відс} \geq I_{неспр};$$

$$5) I_{сп. доп} \geq I_{к.з.}^{(3)}$$

Вибираємо автоматичний вимикач типу ВА51Н25-340010P00УХЛВ.

$$I_{н. АВ} = 25 \text{ А}; \quad I_{н.р. АВ} = 16 \text{ А}; \quad U_{AB} = 660 \text{ В}; \quad K_{відс} = 14 I_{н.р}$$

Перевіряємо умови вибору:

$$1) 660 > 380; \quad 3) 16 > 15,1;$$

$$2) 25 > 15,1 \quad 4) I_{відс} = 14 I_{н.р.} = 14 \cdot 16 = 224 \text{ А};$$

Вибір магнітних пускачів проводимо за умовами:

$$1) U_{н.п.н.} \geq U_{мер}; \quad 2) I_{т.р.} \geq I_{н.уст.};$$

$$3) I_{н.м.п.} > I_{н.уст.}; \quad 4) U_{кола. керув.} = 220 \text{ В.}$$

Для електродвигуна калорифера вибираємо магнітний пускач ПМЛ1200-04Б з тепловим реле РТЛ 1006-04.

$$U_{н.п.н.} = 660 \text{ В}; \quad I_{н.м.п.} = 10 \text{ А}; \quad I_{т.р.} = 1,25 \text{ А.}$$

Перевіряємо умови вибору:

$$1) 660 > 380; \quad 3) 1,25 > 1,18;$$

$$2) 10 > 1,18 \quad 4) U_{кот} = 220 \text{ В}$$

Вибір магнітних пускачів для секцій нагрівного блоку вибираємо за наведеними вище умовами, вважаючи, що струм кожної секції.

$$I_c = \frac{I_{\text{нагр}}}{3} = \frac{14,6}{3} = 4,86 \text{ А.}$$

Вибираємо магнітний пускач типу ПМЛ-1100-04Б без теплового реле.

$$U_{н.п.н.} = 660 \text{ В}; \quad I_{н.м.п.} = 10 \text{ А}; \quad U_{кола. керув.} = 220 \text{ В.}$$

Перевіряємо виконання умов вибору:

1) $660 > 380,$

2) $10 > 4,86,$

3) відсутнє теплове реле

4) $U_{\text{кот}} = 220\text{В}.$

Вибір пускозахисної апаратури для решти агрегатів і установок проводимо аналогічно.

Результати вибору апаратури захисту і керування наведемо в таблиці 2.4.

Автоматичний вимикач на вводі в приміщення вибираємо, виходячи з

повної потужності на вводі приміщення при максимальному навантаженні.

$$I_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}}{\sqrt{3}U_n} = \frac{84660}{\sqrt{3}380} = 128,27\text{ А} \quad (2.32)$$

Вибираємо відповідний автоматичний вимикач типу

ВА51Г33 – 3400 10P00УХЛ3 на напругу $U = 660\text{ В}; I_n = 160\text{ А}; I_{\text{н.р.}} = 160\text{ А}; I_{\text{відс.}} = 14 \cdot I_{\text{н.р.}}$, який розміщений в шафі керування Ш5926 – 4674УХЛ4.

Живлення обладнання для регулювання мікроклімату здійснюється кабелем

АВРГ, прокладеним відкрито, монтаж кіл від НКП до електрокалориферів

виконано проводом АНВ в металевих трубах. Живлення обладнання для

завантаження і вивантаження картоплі здійснюється гнучким переносним

кабелем КПГ з гумовою ізоляцією і гумовою оболонкою. Освітлювальна мережа

приміщення для зберігання картоплі виконана на тросу, а освітлення тамбурів і

вентиляторних по стінах і стелі.

Переріз жили проводів і кабелів вибираємо за умовою

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{м.р.}} \quad (2.33)$$

де $I_{\text{доп}}$ – допустимий струм проводу (кабелю), А;

$I_{\text{м.р.}}$ – максимальний робочий струм споживача, А.

Розраховуємо діаметр труби для прокладення проводів живлення до електрокалориферної установки.

$I_{нагр} = 14,64 - АПВ3(1 \times 2,5)$ $I_{дон} = 19А$
 $I_{де.} = 1,18А - АПВ4(1 \times 2,5)$ $I_{дон.} = 19А$
 НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 2.4

Вибір пускозахисної апаратури

Назва установки	$P_{н},$ кВт	$I_{н},$ А	Тип автоматичного вимикача	$I_{н},$ А	$I_{н.р.},$ А	Тип електромагнітного пускатча	$I_{н},$ А	Тип теплового реле
СФОО 10/0,4-Н1 двигун	9,6 0,37	14,6 1,18	ВА51Г-25- 340010P00 УХЛЗ	25	16	ПМЛ110004Б ПМЛ120004Б	10 10	РТЛ 100604
ТЗК – 30, двигуни переміщення гідрав.ліки	11,8 2,2 2,2	29,0 5,0 5,0	ВА51Г-31 340010P00 УХЛЗ	100	31,5	ПМЛ1310004Б ПМЛ1120004Б ПМЛ112004Б	40 10 10	РТЛ 101004 РТЛ 101004
транспортера підйому бункера	2,2 2,2	5,0 5,0				ПМЛ120004Б ПМЛ120004Б	10 10	РТЛ 101004 РТЛ 101004
стріли повороту стріли	1,1 2,2	2,25 5,0				ПМЛ120004Б ПМЛ160004Б	10 10	РТЛ 100704 РТЛ 101004
телескопічного тр-ра	0,55	1,69				ПМЛ160004Б	10	РТЛ 100704
ТІК -30 двигун	13,0 2,2	26,1 5	ВА51Г-31- 340010P00 УХЛЗ	100	31,5	ПМЛ1120004Б	10	РТЛ 101004
Освітлення приміщення зберігання картоплі	0,72	1,9	ВА51Г-26- 140010P00 УХЛЗ	31,5	6,3			
Освітлення тамбурів	0,4	1,05	ВА51Г-26- 1400100-20 УХЛЗ	31,5	6,3			
Освітлення вентиляторних	0,15	0,4	ВА51Г-26- 1400100-20 УХЛЗ	31,5	6,3			

Діаметр труби визначаємо за формулою:

$$d = d_{np} \sqrt{\frac{n}{K_3}}, \text{ мм}, \quad (2.34)$$

де $d_{np.} = 3,5$ мм – зовнішній діаметр проводу АПВ 2,5;

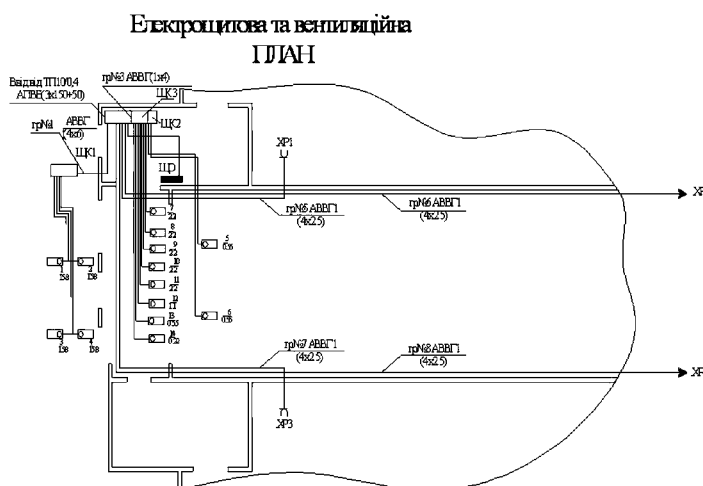
$n = 7$ – кількість проводів у трубі;

$K_3 = 0,5$ – коефіцієнт заповнення труби.

$$d = 3,5 \sqrt{\frac{7}{0,5}} = 13 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d = 15$ мм. використовуємо сталю водогазонепроникну трубу.

Результати вибору проводів і кабелів наведено в таблиці 2.5.



Розрахунково-монтажна таблиця

Види	Розрахунковий щит ПР			Матеріальні електроприлади		Відомі апарати				Розрахункові електроприлади		Електроприймачі		Рис.																
	Модель, марка, тип, особливості конструкції	Кількість	Акт на вимогу	Тип	Кількість, шт.	Тип	Кількість, шт.	Тип	Кількість, шт.	Тип	Кількість, шт.	Тип	Р		Мощність, кВт															
Від. ПП 100х4, 100х6х4, АПВБ 3х2,5+1х1,6	Щит ПР 1592х467х144	4-100х4	1	Від. ПП 100х4	100	10кВ	59,2	АПВГ (4x2,5)	3	ЦК1	Від. ПП 100х4	25	10кВ	ГМЛ2004	16	14кВ	15,8	9	АПВБ03	15,8	Від. ПП 100х4									
										Від. ПП 100х4	25	10кВ	ГМЛ2004	16	14кВ	15,8	8	АПВБ02	15,8	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	25	10кВ	ГМЛ2004	16	14кВ	15,8	7	АПВБ02	15,8	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	25	10кВ	ГМЛ2004	16	14кВ	15,8	6	АПВБ02	15,8	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	1,6	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	1,31	Від. ПП 100х4	9	АПВБ02	0,55	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	1,6	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	1,31	Від. ПП 100х4	6	АПВБ02	0,55	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	5,0	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	2,2	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	5,0	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	2,2	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	5,0	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	2,2	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	5,0	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	2,2	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	5,0	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	2,2	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	5,0	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	2,2	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	2,75	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	1,1	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	1,69	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	0,55	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	6,3	10кВ	ГМЛ2004	РПД0004	0,83	АПВГ (4x2,5)	6	АПВБ02	0,25	Від. ПП 100х4										
										Від. ПП 100х4	100																			
										Від. ПП 100х4	100																			
										Від. ПП 100х4	100																			
										Від. ПП 100х4	100																			
										Від. ПП 100х4	100																			
Від. ПП 100х4	100																													

Рис. 2.2. План силової мережі картоплесховища

Таблиця 2.5

Вибір проводів і кабелів

Назва машини	Тип електрообладнання	I_n, A	Марка проводу	$I_{доп}, A$	$D_{доп}, A$	Марка кабеля до НКП	$I_{доп}, A$	Марка проводу вводу в приміщення
СФОО 10/0,4 – Н1	ТЕНи	14,6	АПВ4(1× 2,5)	19	15	АВРГ4×2,5	19	3А50 + А50
	АИР63В4У3	1,18	АПВ4(1× 2,5)	19	15	АВРГ4×2,5	19	
ТЗК – 30	Ел.двигуни	22,8	АПВ4(1×4)	19	–	КПГ4×4	28	
ТПК – 30	Ел.двигуни	26,1	АПВ4(1×5)	27	–	КПГ4×5	28	
Освітлення	НСП03×60МУ3	1,9	АРТ 2×2	21	–	АВРГ4×2,5	19	
	НСП01× 100МУ2	1,05	АПШВ2×2	21	–	АВРГ4×2,5	19	
	НСП01× 100МУ2	0,4	АПШВ2×2	21	–	АВРГ4×2,5	19	

2.9. Розробка схеми автоматичного регулювання температурного режиму в картоплезховищі

Обладнання типу OPTX – M призначене для регулювання температурного режиму у сховищах з активною вентиляцією і числом вентиляційних камер до двох. Технологічний процес зберігання картоплі розділяють на періоди: лікувальний, охолодження, зимового та весняно – літнього зберігання.

У лікувальний період (10...15 днів) заліковуються механічні пошкодження поверхні картоплі. Вентиляція проводиться 4 ...6 разів на добу. Температура продукції підтримується в межах 15 ± 3 ° градусів, а відносна вологість на рівні 85...95%.

У період охолодження (20...40 днів) температуру продукту знижують до оптимальної ($-1...+3$ °C). Вентиляція діє 4...6 разів на добу по 15, 30 хвилин, коли температура зовнішнього повітря нижче температури продукту. У сховищах із штучним охолодженням вентиляція працює безперервно, а при температурі зовнішнього повітря, більшій за температуру продукції або рівній їй, вимикаються холодильні машини.

У зимовий період вентиляція вмикається по програмі 4...6 разів на добу. При підвищенні температури продукту вище норми, її знижують, подаючи суміш внутрішнього і зовнішнього повітря. Температуру підвищують з точністю до ± 1 °. Повітрям видаляється і зайва волога.

У весняно – літній період активну вентиляцію проводять зовнішнім повітрям в найбільш холодний час доби або повітрям, охолодженим холодильними машинами.

Принципальна електрична схема автоматичного регулювання температурного режиму показана на рис. 2.3.

До електрообладнання відносять шафу керування ШАУ – АВ, універсальні перемикачі SA1...SA3, кнопки управління SB, датчики диференційного терморегулятора SK1, SK1; терморегулятор верхньої зони SK2, маси продукту SK3, аварійного захисту SK4, пропорційного терморегулятора SK5, підігріву

шафи SK6, напівпровідникові регулятори температури - пропорційний SKP, диференційний SAD, двопрограмне реле часу КТ, магнітні пускани КМ, двигуни М, електронагрівач ЕК.

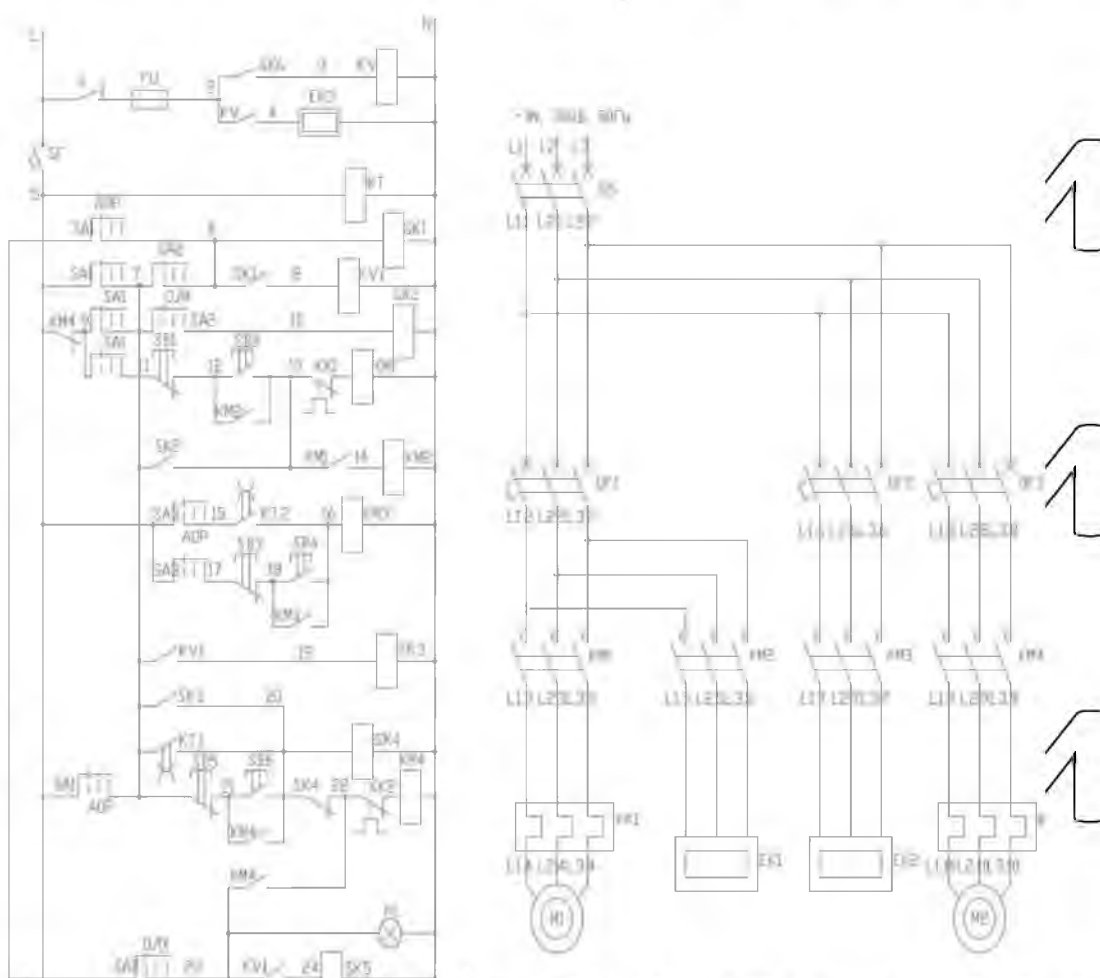


Рис. 2.3. Принципіальна електрична схема автоматичного регулювання температурного режиму в картоплесховищі.

Керування вентиляцією може бути ручне, дистанційне та автоматичне. При ручному управлінні перемикач SA1 ставлять в положення Р, всі прилади, крім SK4, відключені. Припливним вентилятором, рециркуляційним опалювальним агрегатом і обігрівом змішувального клапана керують за допомогою кнопок SB.

Регулятор SK4 при зниженні температури вентиляційного повітря в подаючому повітропроводі менше норми вимикає припливний вентилятор, щоб не підморозить продукцію. Ручним керуванням користуються для перевірки та налагодження роботи окремих агрегатів і при несправності терморегуляторів.

При автоматичному управлінні в лікувальний період перемикачі встановлюють в такі положення: SA1 – припливного вентилятора – Автоматика; SA2 – режимів зберігання – Лікувальний, SA3 підігрівача клапана – Нульове.

Припливний вентилятор працює по першій програмі від реле часу КТ. Рециркуляційно – опалювальний агрегат і обігрів змішувального клапана включені. Змішувальний клапан нормально закритий. Якщо необхідно просушити продукцію, змішувальним клапаном припливним вентилятором керують вручну.

У період охолодження перемикачі встановлюють в наступні положення:

SA1 – автоматика, SA2 – охолодження. В роботу вступає диференційний терморегулятор SK3, який, якщо температура в масі продукту вище норми, вмикає магнітний пускач KM4 і двигун припливного вентилятора. Цей вентилятор подає повітря в масу продукту до тих пір, доки температура зовнішнього повітря буде нижче температури маси продукту (спрацьовує SK1) або поки не встановиться задана температура в продукті. Вентилятор вимикають контакти SK3, які розімкнулися. При спрацьованні KM4 замикають блок-контакти KM4 вмикають сигнальну лампу HL “Вентилятор ввімкнений” і через замикаючі контакти KL1 - терморегулятор SK5. одночасно розмикають розмикаючі контакти KL1 і KM4, які дають команду виконавчому механізму BM змішувального клапана на його закриття при непрацюючому вентиляторі і відсутності диференціалу.

Температура вентиляційного повітря автоматично регулюється пропорційним терморегулятором SK5, який подає сигнал на виконавчий механізм, повертаючий заслінку змішувального клапана, в результаті чого відбувається змішування зовнішнього і рециркуляційного повітря. При довготривалому підвищенні зовнішньої температури (відсутність диференціала на SK1) вентилятор періодично вмикається по першій програмі від реле часу через контакти КТ1. при цьому змішувальний клапан закритий і вентиляція проводиться рециркуляційним повітрям, а більше тепле зовнішнє повітря у сховище не подається. В період охолодження використовують дякуючи

диференційному терморегулятору лобі короточасні зниження температури зовнішнього повітря для охолодження продукції.

Період зберігання починається після встановлення в масі зберігаємого продукту заданої температури. Перемикачі ставлять в наступні положення: SA1 – автоматика, SA2 – зберігання, SA3 – автоматика (при зниженні зовнішньої температури до мінус 15 °С; при більш високих температурах вмикають SA3 недоцільно, так як заслінка не примерзає і немає необхідності її обігрівати).

Припливний вентилятор вмикається 4...6 разів на добу контактами КТ1 програмного реле КТ1 для зняття температурних перепадів в масі продукту. Магнітний пускач КМ4 своїми замикаючими блоком – контактами КМ4 через SA2 вмикає терморегулятор SK1, а далі робота системи повністю аналогічна роботі в режимі охолодження. Якщо температура в масі перевищила задану і за час, встановлений програмою, не знизилась до норми, то робота вентилятора буде продовжуватись (контакти SK3 шунтують контакти КТ1) до встановлення в масі нормальної температури і відповідно розмикання контактів SK3. при відключенні вентилятора змішувальний клапан автоматично закривається. Якщо температура в над засічному просторі стане менше заданої, терморегулятор SK2 ввімкне ре циркуляційно – опалювальні агрегати. З метою зниження одночасно споживчої потужності ре циркуляційно – опалювальні агрегати працюють тільки при вимкненому припливному вентиляторі, так як кола управління агрегатів заблоковані через розмикаючі контакти КМ4. при підвищенні температури до норми, опалювальні агрегати вмикаються терморегулятором SK2. Значення температур і диференціалів на шкалі терморегуляторів встановлюють у відповідності з рекомендаціями технологів.

Інтервали між вмиканнями вентиляційної системи можуть коливатися при чотирьохразовій роботі в межах від 160 до 210 хвилин, при шестиразовій від 160 до 180 хвилин. Час роботи другої програми КТ2 зсувається відносно першої на 20 хвилин в сторону випередження.

Обладнання ОРГХ – М призначене для сховищ місткістю понад 1000 т. В ньому використовується принцип почергового синхронного підключення до одного терморегулятора декількох датчиків і виконавчих органів вентиляційних установок однакового призначення в різних відсіках сховища. Перемикаючі пристрої ПУ1 і ПУ2 на шукачах почергово синхронно на заданій час підключають датчики температури та виконавчі органи до терморегулятора SK2 і керує температурою на протязі часу його підключення до даного об'єкта.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ОБРОБКА КАРТОПЛІ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ

3.1 Аналіз експериментальних досліджень з обробки картоплі в постійному магнітному полі

Проведені дослідження із обробки сільськогосподарської продукції у постійному магнітному полі показали стійке підвищення врожайності і покращення вегетації рослин. На відміну від інших електрофізичних факторів, чутливих до запиленості, установки обробки в градієнтному магнітному полі (ГрМП) абсолютно нечутливі до неї. Низька енергоємність ГрМП-обробки, відсутність шумового магнітного поля за межами зони обробки роблять ці установки абсолютно безпечними для обслуговуючого персоналу, який не потребує високої кваліфікації. Процес обробки вписується в прийняту технологію передпосадкової обробки картоплі і є нешкідливим для людини, тварин і навколишнього середовища.

Дослідження, проведені Ульяновським сільськогосподарським інститутом на полях спеціалізованого господарства з вирощування посадкового матеріалу картоплі в ДВГ "Зарічне", показали, що передпосадкова обробка бульб картоплі в ГрМП забезпечує більш ранню появу сходів на 3 – 4 дні й впливає на весь хід онтогенезу рослин, зокрема збільшується число пророслих вічок від 5 в контролі до 8 в досліді. Збільшується кількість продуктивних вічок і квіток. У середньому за 2 роки досліджень на один кущ картоплі – 7 вічок, а в контролі – 5, суцвіть відповідно 11 і 8, квіток 96 і 71.

За рахунок зміни наведених біологічних показників, пов'язаних з різними сторонами метаболізму, збільшується і вага бадилля, кількість хлоропластів на клітину і вміст хлорофілу. У проведених дослідях збільшення врожаю було незначним – 8,1 ц/га, при врожаї на контролі 185,8 ц/га, але насінна фракція збільшилася на 7,8 %, а дрібна фракція зменшилася до 9 %. Вихід крохмалю становив 27,28 ц/га, що на 11,1 % вище контролю.

Дослідження, проведені у Білоруському НДІ картоплярства і овочівництва показали, що в результаті передпосадкової обробки бульб повнота сходів зростала на 1,8 – 4,1 %, сходи з'являлися на 1 – 3, бутонізація наступала на 1 – 5, цвітіння – на 2 – 7 днів раніше, щільність посівів до збирання зростала на 2,0 – 2,3 тис. кущ/га, висота рослин – на 2,9 – 3,9 см.

Від обробки насінних бульб продуктивність рослин зростала на 18 – 20 %, маса товарних бульб – на 3,5 – 6,0 %. Підвищується стійкість рослин до хвороб. Фітофтора з'являється на 5 – 7 днів пізніше, коли її поширення вже досягає 8 – 15 %, на 15 – 20 % знижується ураженість ризоктоніозом. У бульбах підвищується вміст крохмалю, білка й вітаміну С. Збільшується «лежкість» картоплі в період осінньо-зимового зберігання, за рахунок збільшення товщини захисної шкірки бульб саме в період збирання, а не в період зберігання. Це приводить до різкого зниження втрат при зберіганні з 25 – 30 % до 4 – 5 %.

Дослідження, проведені А. А. Лисаковим показали, що бульби, оброблені магнітним полем, мають втрати менше ніж контроль (картопля, не оброблена в магнітному полі). При дозі обробки 1158 мТл·с. бульба картоплі має мінімальну втрату за масою - 1,1%.

У результаті експерименту було встановлено, що картопля, не оброблена в магнітному полі, має найбільші втрати маси, отже, магнітне поле на постійному струмі робить позитивний вплив на картоплю з метою його збереження.

Всі дослідження із передпосадкової обробки картоплі були проведені у магнітному потоці розсіювання, при незначній магнітній індукції, оскільки застосовували для цього установки (постійні магніти, розміщені над транспортерною стрічкою) не давали можливості створювати магнітне поле з більшою індукцією. Тому не були встановлені оптимальні режими обробки, хоча відмічався позитивний вплив на ріст і розвиток рослин, урожайність і термін зберігання картоплі.

3.2 Теоретичні дослідження впливу магнітного поля на бульбу картоплі

Обробка бульби картоплі в магнітному полі впливає на фізико-хімічні процеси, що відбуваються в них.

Під дією магнітного поля зростає швидкість хімічних та біохімічних реакцій, що призводить до стимуляції рослин:

$$\omega_* = \omega \exp \mu (K^2 B^2 + 2KBv) N_a / 2RT, \quad (3.1)$$

де ω – швидкість хімічної реакції без впливу магнітного поля, моль/л·с;

μ – зведена маса іонів, кг;

B – магнітна індукція, Тл;

v – швидкість руху іонів, м/с;

K – коефіцієнт, який залежить від концентрації і виду іонів, а також кількості переміщення, м/с·Тл;

N_a – число Авогадро, молекул/моль;

R – універсальна газова стала, Дж/моль·К;

T – температура, К.

При цьому підвищується розчинність солей і кислот, що знаходяться в рослинній клітині.

Зміна швидкості хімічних та біохімічних реакції, які протікають у рослинній клітині, а також розчинності солей впливає на біопотенціал і рН середовища.

Зміна рН визначається виразом:

$$\Delta pH = \lg f C_{H_1^+} - \lg f C_{H_2^+} = \lg \omega_{H_1^+} - \lg \omega_{H_2^+}, \quad (3.2)$$

де f – коефіцієнт активності;

C_n – концентрація іонів водню, моль/л.

Із урахуванням (3.1) вираз (3.2) матиме вигляд:

$$\Delta pH = \frac{\mu N_a K}{2,3RT} \left(\frac{KB^2}{2} + v_n B \right), \quad (3.3)$$

або

$$\Delta pH = A_1 B^2 + A_2 B, \quad (3.4)$$

де A_1 і A_2 – коефіцієнти.

Зміна окислювально-відновного потенціалу (ОВП) розчину визначається за рівнянням Нернста:

$$\Delta OBP = 2,3 \frac{RT}{zF} (\lg fC_2 - \lg fC_1) = 2,3 \frac{RT}{zF} (\lg \omega_2 - \lg \omega_1), \quad (3.5)$$

де z – валентність іона;

F – число Фарадея, Кл/моль;

C_1 – концентрація іонів до магнітної обробки, моль/л,

C_2 – концентрація іонів після магнітної обробки, моль/л.

Із урахуванням (3.1) можна записати:

$$\Delta OBP = - \frac{\mu N_a K}{zF} \left(\frac{KB^2}{2} + vB \right). \quad (3.6)$$

Біопотенціал визначається за величиною ОВП:

$$BP = 820 - OBP. \quad (3.7)$$

Тоді зміна біопотенціалу визначатиметься рівнянням:

$$\Delta BP = -\Delta OBP = \frac{\mu N_a K}{zF} \left(\frac{KB^2}{2} + vB \right), \quad (3.8)$$

або

$$\Delta BP = A_3 B^2 + A_4 Bv, \quad (3.9)$$

де A_3, A_4 – коефіцієнти.

Коефіцієнти, які входять у рівняння (3.4) і (3.9), аналітично визначити не можливо. Їх визначають на основі експериментальних даних.

3.3 Експериментальні дослідження впливу магнітного поля на бульбу картоплі

Експериментальні дослідження проводилися з картоплею сорту «Луговська». Бульби картоплі перемішували на транспортері через магнітне поле, що створювалося чотирма парами постійних магнітів з інтерметалічного композиту NdFeB, встановленими паралельно над і під стрічкою транспортера зі змінною полярністю.

Магнітну індукцію регулювали зміною відстані між магнітами в межах 0 - 0,2 Тл і вимірювали тесламетром 43205/1. Швидкість руху насіння через магнітне поле регулювали зміною частоти обертання приводного двигуна транспортера за допомогою перетворювача частоти.

Біопотенціал та рН картоплі вимірювали іономіром И-160 до обробки в магнітному полі та після неї. Біопотенціал визначали за допомогою вимірювального платинового електрода, рН – скляним електродом. Як допоміжний використовувався стандартний хлорсрібний електрод.

Залежність зміни рН картоплі при магнітній обробці від магнітної індукції при швидкості руху транспортера 1 м/с показана на рис. 3.1. При зміні магнітної індукції від 0 до 30 мТл значення рН картоплі зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції починає зменшуватися. Залежність зміни рН від магнітної індукції описується рівнянням:

$$\Delta pH = -0,0001B^2 + 0,0087B. \quad (3.10)$$

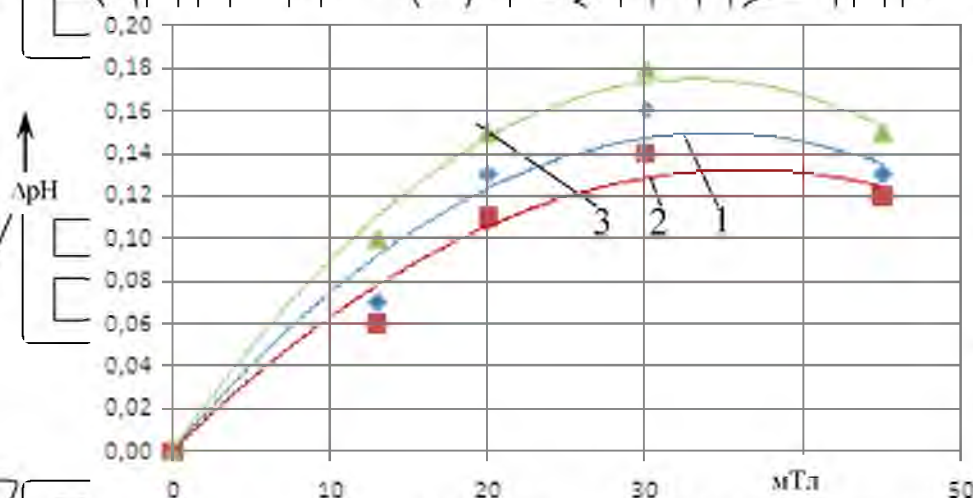


Рис. 3.1. Залежність зміни рН від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі: 1 – в день обробки; 2 – через два тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки

У результаті проведених досліджень також встановлено, що при багаторазовій обробці картоплі у магнітному полі при відповідному значенні

магнітної індукції зміна рН залишається такою, як і при чотирикратному перемагнітуванні.

Залежність зміни біопотенціалу картоплі при магнітній обробці від магнітної індукції при швидкості руху транспортера 1 м/с показана на рис. 3.2.

При зміні магнітної індукції від 0 до 30 мТл біопотенціал картоплі зростає, а при подальшому збільшенні магнітної індукції біопотенціал зменшується.

Залежність біопотенціалу картоплі від магнітної індукції описується рівнянням:

$$\Delta БП = -0,0272B^2 + 2,1362B. \quad (3.11)$$

На кривих 2 і 3 (див. рис. 3.1, 3.2) показані зміни відповідно ОВП, рН і біопотенціалу картоплі, виміряні через два тижні і місяць після магнітної обробки. Як випливає із представлених залежностей, ОВП, рН і біопотенціал картоплі практично не змінюються протягом місяця після обробки.

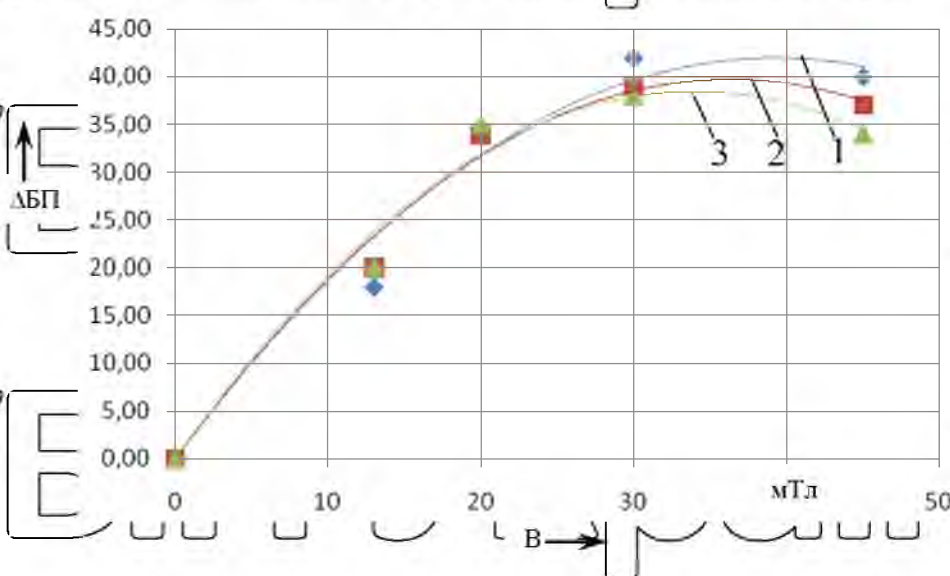


Рис. 3.2. Залежність зміни біопотенціалу від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі: 1 – в день обробки; 2 – через два тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки

При дослідженні впливу швидкості руху стрічки транспортера на зміну біопотенціалу картоплі застосовувався метод планування експерименту.

Проведені однофакторні експерименти із дослідження впливу магнітної індукції на зміну біопотенціалу і рН картоплі дали можливість визначити значення верхнього, нижнього і основного рівня, які наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Досліджувані фактори у дійсних значеннях

Рівні	Магнітна індукція, мТл	Швидкість руху стрічки транспортера, м/с
Верхній	45	1,5
Нижній	15	0,5
Основний	30	1,0
Інтервал варіювання	15	0,5
Кодове позначення	X_1	X_2

Матриця планування експерименту і результати дослідів наведені у табл. 3.2. Однорідність дисперсій, визначених у кожному рядку матриці планування, перевіряли за критерієм Кохрена. Оскільки розрахункове значення критерію Кохрена, яке складає 0,14, менше критичного значення $G_{кр}=0,4775$, то можна вважати дисперсії однорідними.

Таблиця 3.2

Дослідження зміни біопотенціалу картоплі при магнітній обробці

Номер точки	Тип точки	X_0	X_1	X_1	$X_1^2 = X_1^2$	$X_2^2 = X_2^2$	$X_1 X_1$	ЛБП, мВ
1	Ядро плану	+	-	-	1/3	1/3	+	35
2	ПФЕ 2 ²	+	+	-	1/3	1/3	-	36
3		+	-	+	1/3	1/3	-	28
4		+	+	+	1/3	1/3	+	41
5		Зіркові точки	+	-	0	1/3	-2/3	0
6	+		+	0	1/3	-2/3	0	40
7		+	0	-	-	1/3	0	39
8		+	0	+	-	1/3	0	38
9	Центр плану	+	0	0	-	-	0	42

Для 5%-ного рівня значущості рівняння регресії має вигляд:

$$\Delta БП = 40,1 + 5,5X_1 - 1,33X_2 - 6,16X_1^2 + 4,25X_1X_2 \quad (3.12)$$

Адекватність отриманого рівняння регресії (3.12) оцінювалася за критерієм Фішера. Оскільки розрахункове значення критерію Фішера, яке становить 1,64, менше критичного значення $F_{кр} = 2,9$, то отримане рівняння регресії адекватне з 95%-ною імовірністю.

При переході до фізичних величин рівняння регресії прийме вигляд:

$$\Delta \text{БП} = 24,12 + 1,44B - 9,66v + 9,57Bv - 0,027B^2. \quad (3.13)$$

Залежність зміни біопотенціалу картоплі від магнітної індукції і швидкості руху стрічки транспортера при магнітній обробці показана на рис. 3.3.

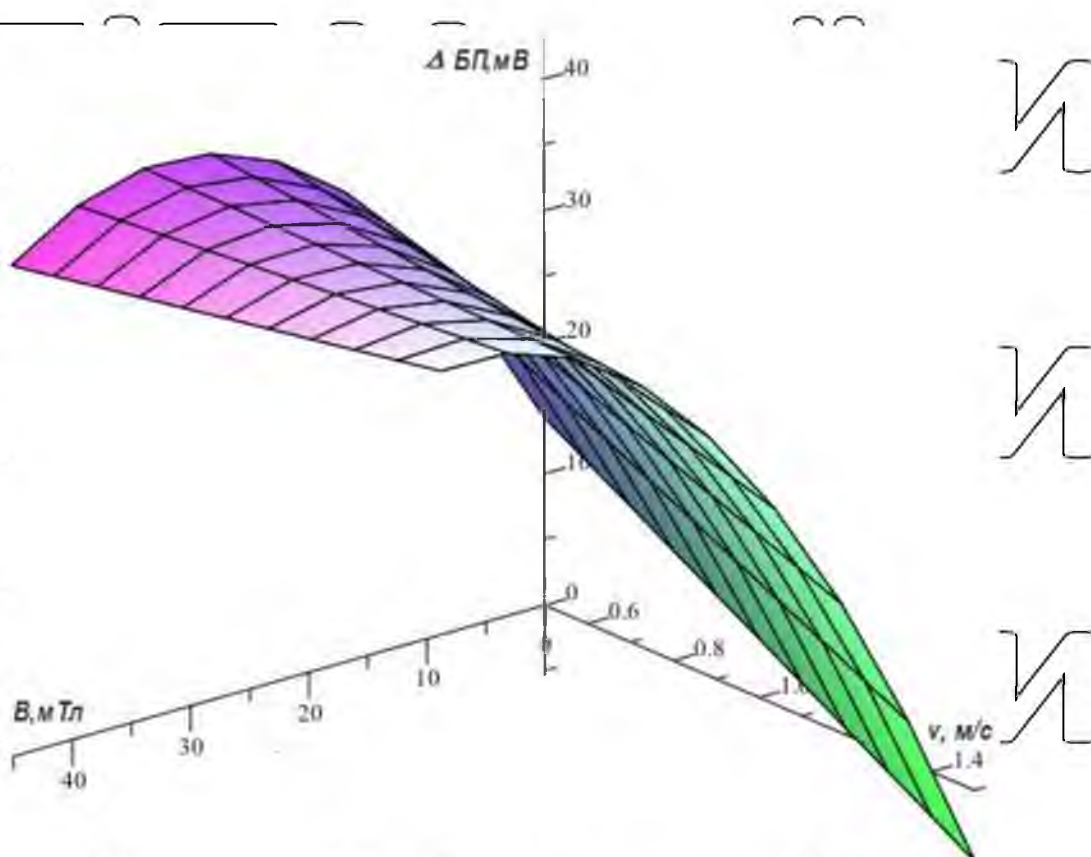


Рис. 3.3. Залежність зміни біопотенціалу картоплі від магнітної індукції і швидкості руху стрічки транспортера при магнітній обробці

Проведені дослідження показали, що вплив зміни швидкості руху транспортерної стрічки на рН картоплі є несуттєвим.

На основі проведених досліджень зміни біопотенціалу і рН при магнітній обробці картоплі можна зробити висновок, що оптимальним режимом магнітної

обробки картоплі перед посадкою є магнітна індукція 30 мТл при чотирьократному перемагнічуванні і швидкості руху транспортера 1 м/с.

Збільшення числа перемагнічувань і часу обробки не впливає на ефект магнітної обробки картоплі, який зберігається протягом місяця.

3.4. Результати польових досліджень впливу магнітної обробки на урожайність і біометричні показники картоплі

Проведені польові дослідження із картоплею сорту “Луговська” показали позитивний вплив магнітної обробки на біометричні показники та урожайність картоплі. У результаті проведених досліджень було встановлено, що при магнітній обробці картоплі рослини мають кращі біометричні показники, збільшується урожайність картоплі і зменшується мілка фракція. В усіх проведених дослідах їх точність не перевищувала 10 %.

Висоту рослин картоплі визначали на початку фази цвітіння. Встановлено, що при найбільшій висоті рослини картоплі спостерігалася при магнітній індукції 30 мТл і в середньому складала 0,392 м, а в контролі – 0,360 м. При більшій і меншій магнітній індукції висота рослин була меншою, але більшою за контроль.

Залежність середньої висоти рослин картоплі від магнітної індукції показана на рис. 3.4.

Встановлено, що при багатократній обробці картоплі у магнітному полі з відповідною магнітною індукцією біометричні показники картоплі не відрізнялися від значень, отриманих при одноразовій обробці у знакозмінному магнітному полі з чотирьократним перемагнічуванням (наприклад, при магнітній індукції 45 мТл висота рослин була відповідно 0,38 і 0,386 м).

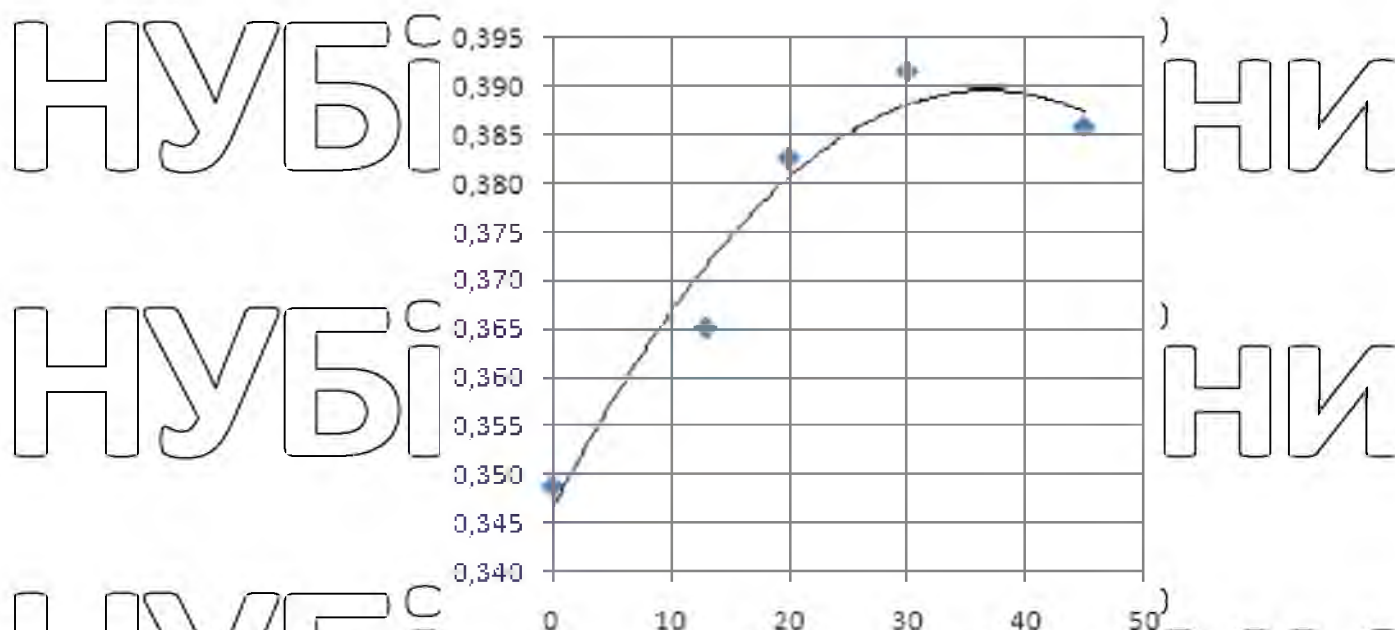


Рис.3.4. Залежність середньої висоти рослин картоплі від магнітної індукції

При магнітній обробці картоплі підвищується урожайність. При контролі вона склала 0,598 кг з куша (табл. 3.6), а при магнітній обробці картоплі з індукцією 30 мТл – 0,722 кг з куша, тобто підвищилася на 21 %.

Таблиця 3.3

Середня урожайність картоплі з куша

Варіант	Середня урожайність за повторностями, кг				Сума за варіантами, кг	Середнє значення, кг	Відхилення, кг	F- критерій	НІР ₀₅ , кг
	1	2	3	4					
0	0,529	0,626	0,640	0,596	2,390	0,598	0,000	4,99	0,078
13	0,529	0,531	0,686	0,625	2,371	0,593	-0,005		
20	0,611	0,760	0,623	0,721	2,715	0,679	0,081		
30	0,686	0,691	0,749	0,763	2,889	0,722	0,125		
45	0,649	0,683	0,634	0,713	2,679	0,670	0,072		
Сума за повторностями	3,003	3,291	3,331	3,418	13,044				

При більшій і меншій магнітній індукції за 30 мТл урожайність картоплі була меншою, але більшою за контроль, крім картоплі, яка оброблювалася при

магнітній індукції 13 мТл. Залежність середньої урожайності з куша картоплі від магнітної індукції показана на рис. 3.5.

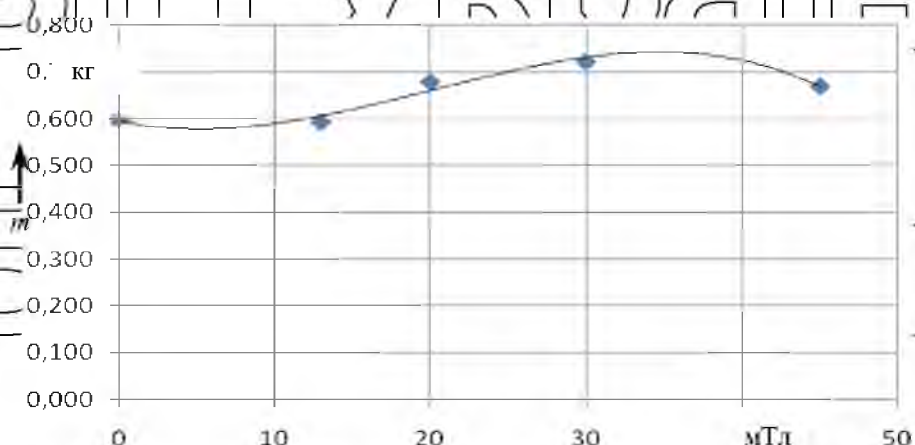


Рис. 3.5 Залежність середньої урожайності з куша картоплі від магнітної індукції

При багатократній обробці картоплі її урожайність суттєво не відрізнялася від урожайності, отриманої при відповідному значенні магнітної індукції і чотирикратному перемагнічуванні (при магнітній індукції 45 мТл всна відповідно складала 0,667 і 0,670 кг).

Встановлено, що поряд з підвищенням урожайності порівняно з контролем збільшується крупна фракція картоплі (рис. 3.6). Найбільша кількість крупної картоплі спостерігалася при магнітній індукції 30 мТл. При більшій і меншій магнітній індукції кількість крупної картоплі була меншою, але більшою за контроль. Залежність середньої кількості крупної картоплі з куша від магнітної індукції показана на рис. 3.6.

Результати польового дослідження показали, що залежності біометричних показників і урожайності картоплі від магнітної індукції корелюються із відповідними закономірностями зміни біопотенціалу та рН при магнітній обробці картоплі. Вони підтвердили правильність визначеного за зміною рН та ОБП режиму магнітної обробки картоплі: магнітна індукція 30 мТл при чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху стрічки транспортера 1,0 м/с,

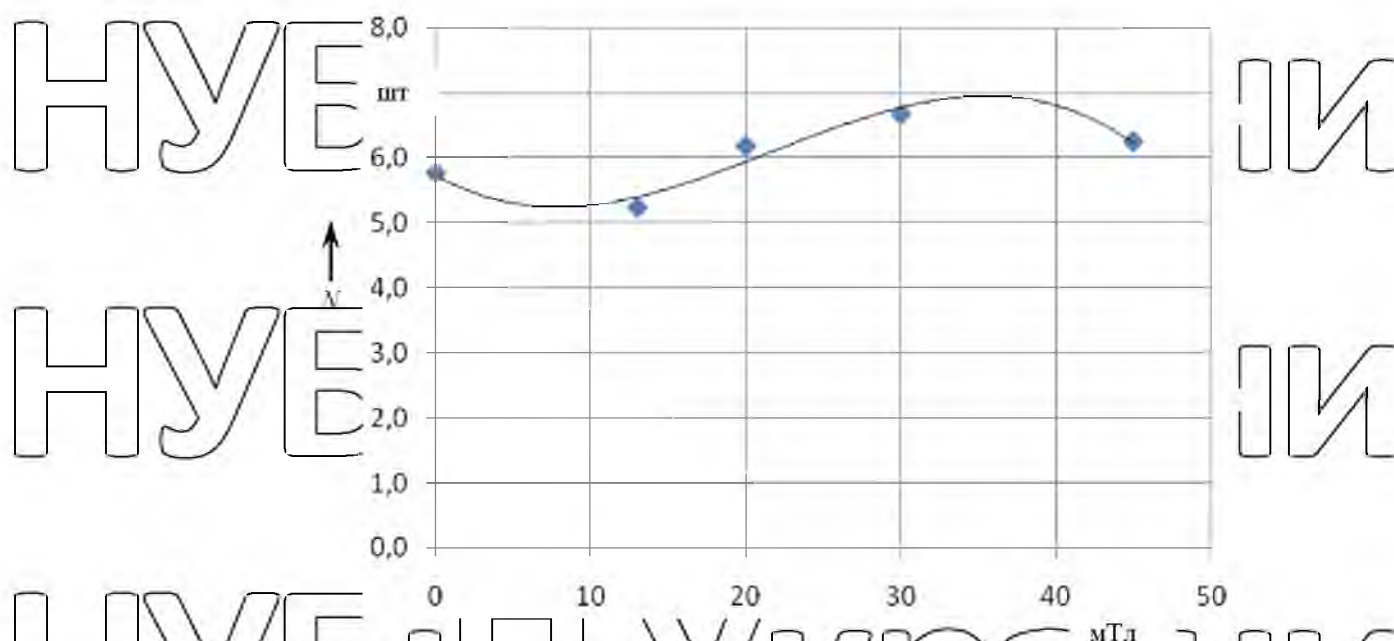


Рис. 3.6. Залежність середньої кількості крупної картоплі з куща від магнітної індукції

3.5. Обґрунтування геометрії пристрою для магнітної обробки з періодичною магнітною системою

На основі проведених досліджень розроблений пристрій для магнітної обробки картоплі (рис. 3.7), до складу якого входять: стрічковий транспортер напільного типу, привод транспортера, пристрій для магнітної обробки, де відбувається безпосередньо обробка картоплі, завантажувальний транспортер ТЗК-30 та пульт керування.

Теоретичні дослідження магнітного поля пристрою для магнітної обробки картоплі та аналізу його параметрів виконані з використанням спеціалізованого програмного забезпечення ELCUT, яке дозволяє дослідити геометричний об'єкт, встановити зв'язки між його параметрами і властивостями матеріалів, джерелами поля та граничними умовами.

Для вирішення відповідної магнітостатичної задачі була створена геометрична модель в програмному середовищі ELCUT, яка представлена на рис. 3.8, а.

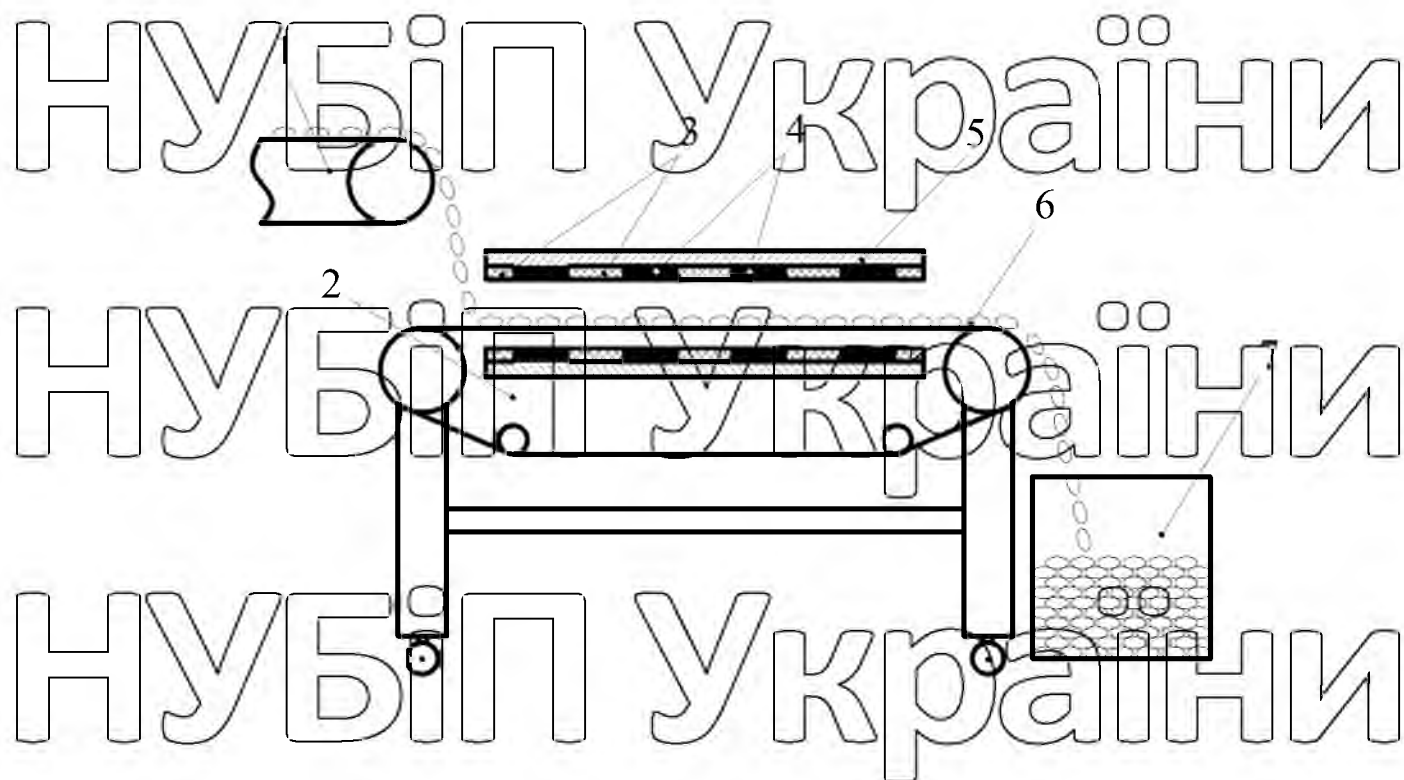
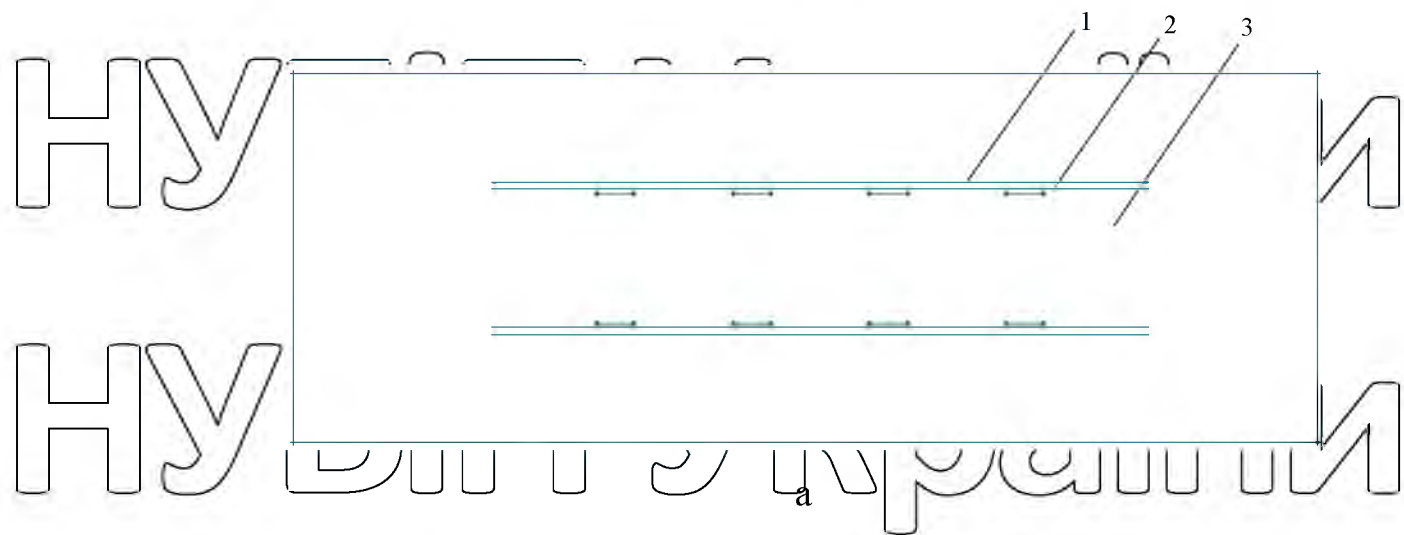


Рис. 3.7. Функціональна схема пристрою для магнітної обробки картоплі:

1 – завантажувальний транспортер ТЗК-30; 2 – транспортер пристрою для магнітної обробки картоплі; 3 – текстолітові вставки; 4 – постійні магніти; 5 – плита з електротехнічної сталі; 6 – об'єкт обробки; 7 – контейнер



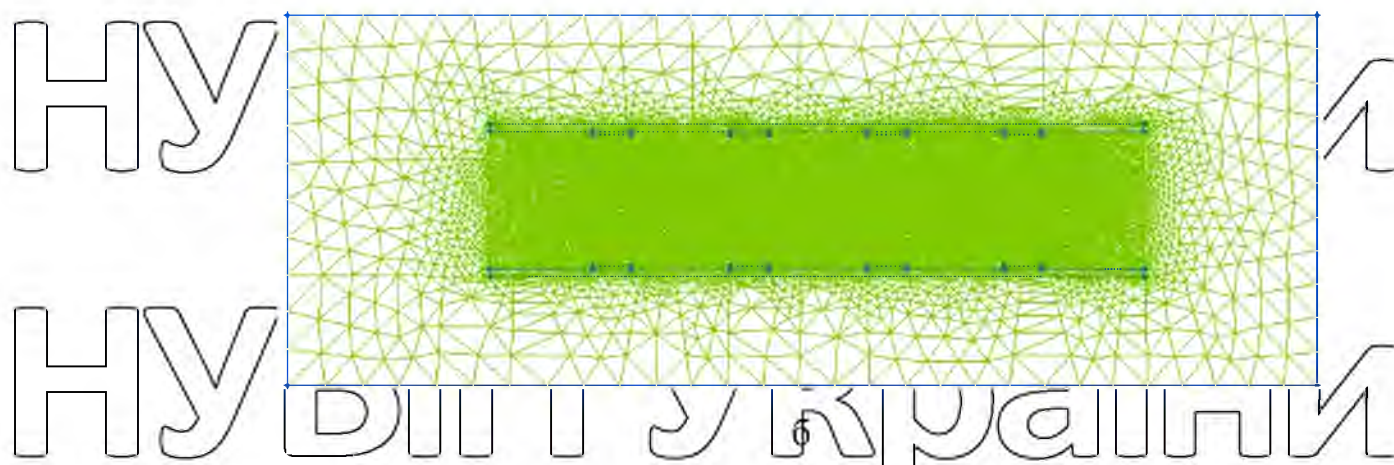
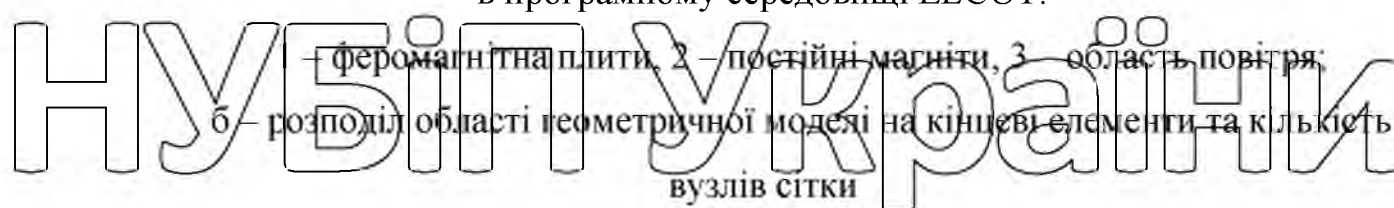


Рис. 3.8. а – геометрична модель установки для магнітної обробки картоплі в програмному середовищі ELCUT:



Використовуючи розроблену імітаційну модель, був виконаний аналіз пристрою для магнітної обробки картоплі. У результаті встановлено, що магнітна індукція 30 мТл в центрі повітряного зазору забезпечується при використанні 4 пар постійних магнітів на основі NdFeB марки N38SH з розмірами 400x55x6,3 мм, які розміщені на плиті з електротехнічної сталі Ст2211 товщиною 10 мм на відстані 145 мм один від одного. Величина повітряного зазору між магнітами 190 мм (рис. 3.9.).

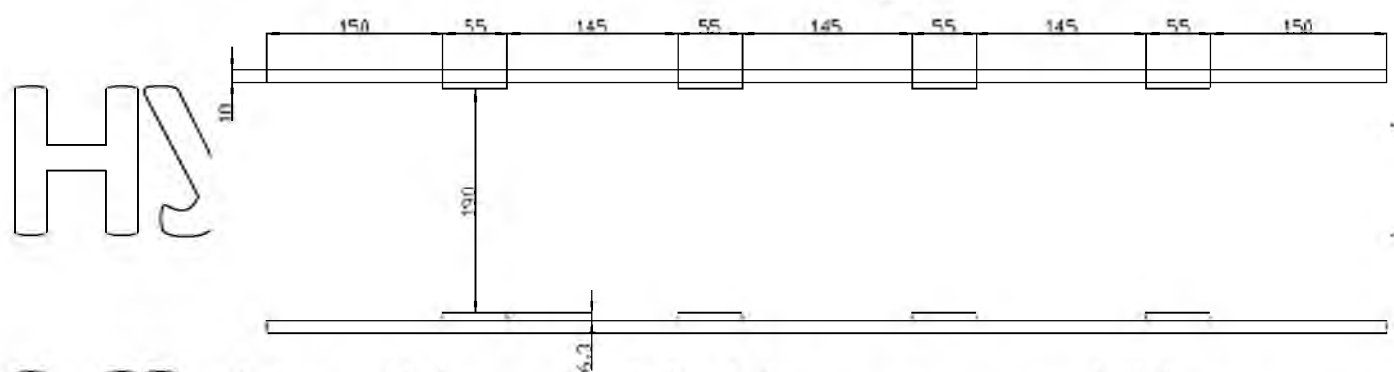


Рис. 3.9. Схема пристрою для магнітної обробки картоплі

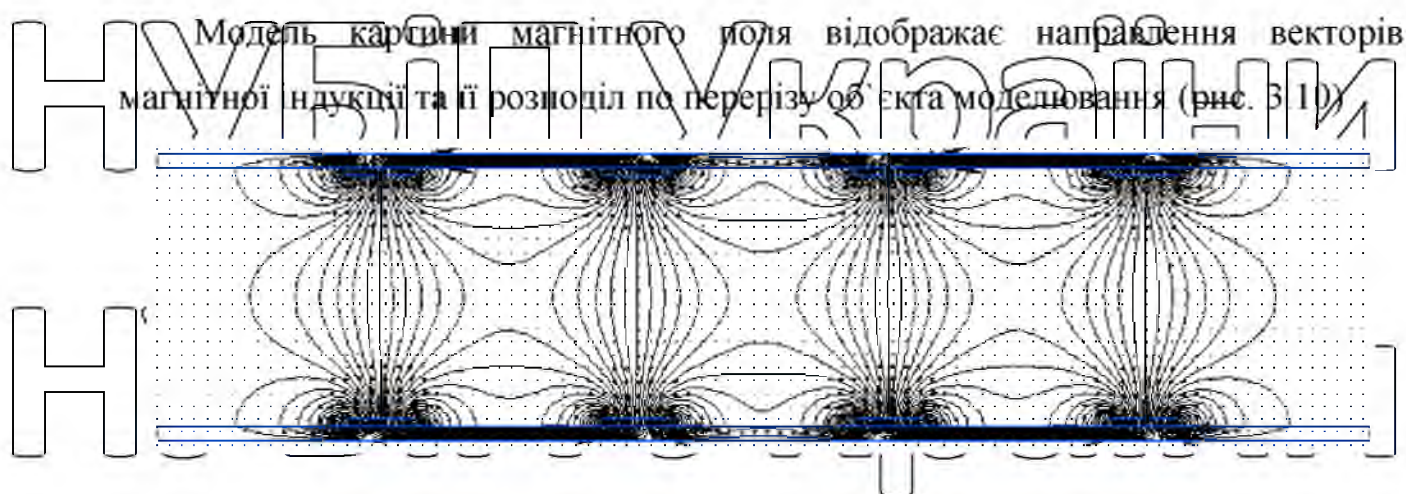


Рис. 3.10. Картина магнітного поля установки для магнітної обробки картоплі

Експериментальні дослідження пристрою для магнітної обробки картоплі проводили шляхом вимірювання магнітної індукції тесламетром 43205 у різних точках повітряного зазору.

При дослідженні зміни магнітної індукції між транспортерною стрічкою і центрами магнітів вимірювання магнітної індукції проводили через 1 см від центра нижнього магніту до центра верхнього. Залежність магнітної індукції від відстані між транспортерною стрічкою і центрами магнітів показана на рис. 3.11.

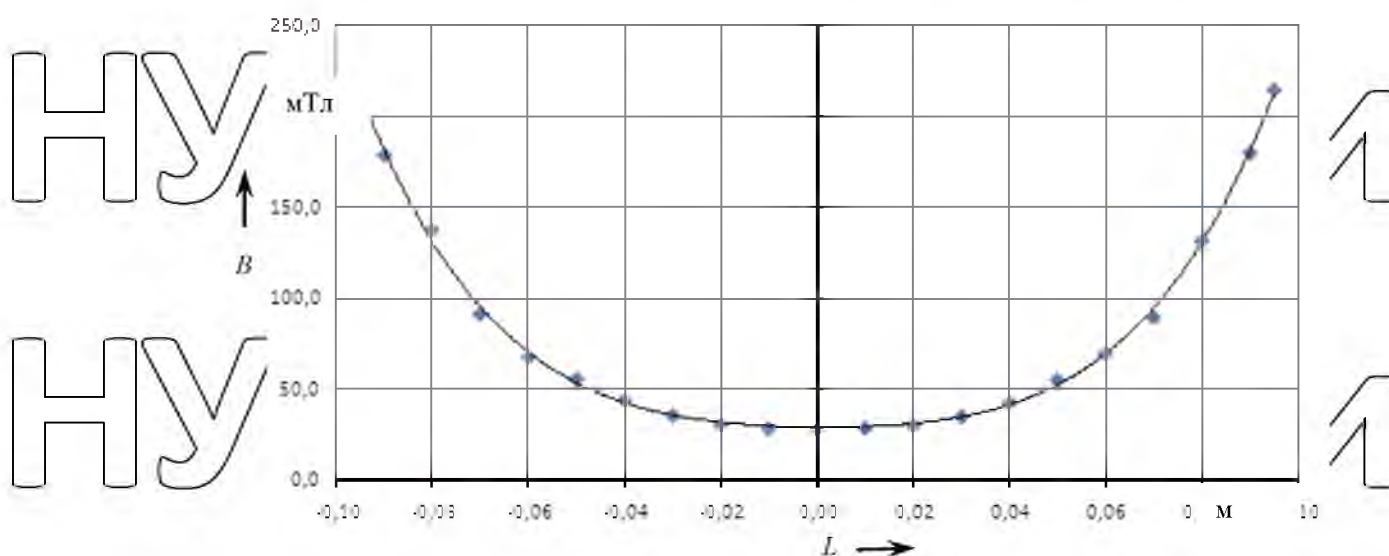


Рис. 3.11. Залежність магнітної індукції від відстані між транспортерною стрічкою і центрами магнітів

Дослідження зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору між магнітами поперек стрічки транспортера проводили вимірювання магнітної індукції тесламетром з кроком 1 см. Залежність зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору між магнітами поперек стрічки транспортера при різних полярностях магнітів показана на рис. 3.12.

На основі проведених досліджень зміни магнітної індукції у повітряному зазорі (рис. 3.11, 3.12) можна зробити висновок, що відхилення магнітної індукції в робочій зоні від оптимального значення 30 мТл не перевищує 5 %.

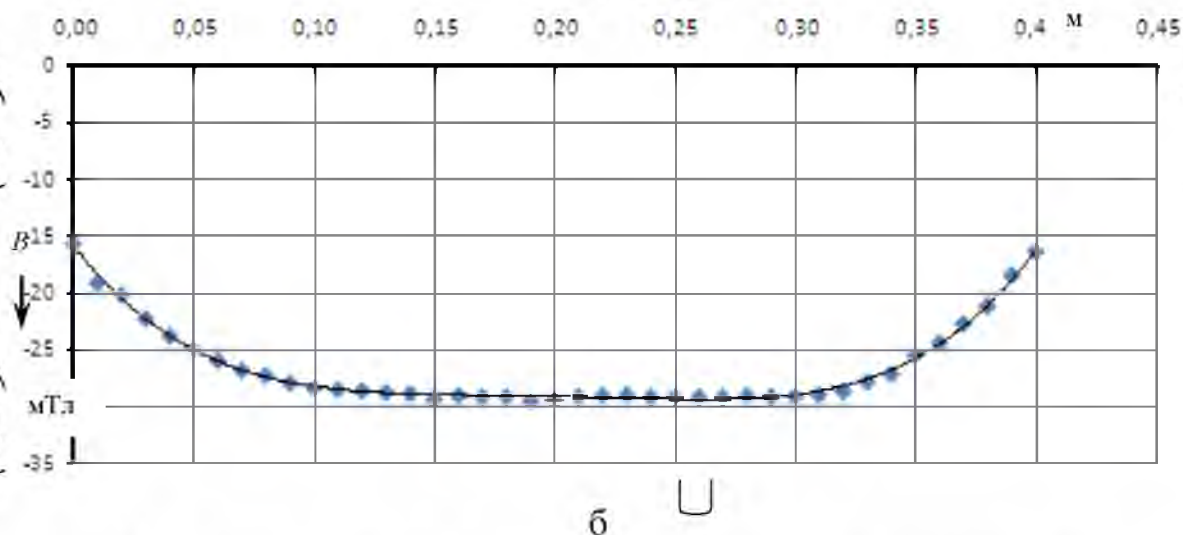
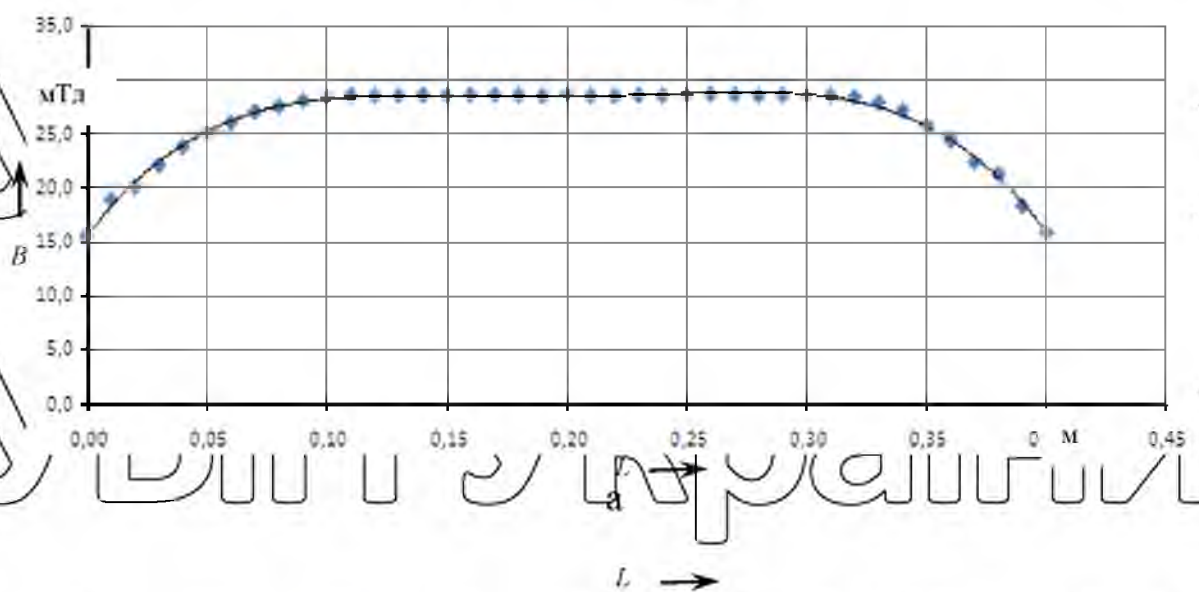


Рис. 3.12. Залежність зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору між магнітами поперек стрічки транспортера при різних полярностях магнітів.

а – N-S; б – S-N

При дослідженні зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору вздовж осі транспортера через 1 см вимірювали магнітну індукцію. Залежність зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору вздовж осі транспортера показана на рис. 3.13.

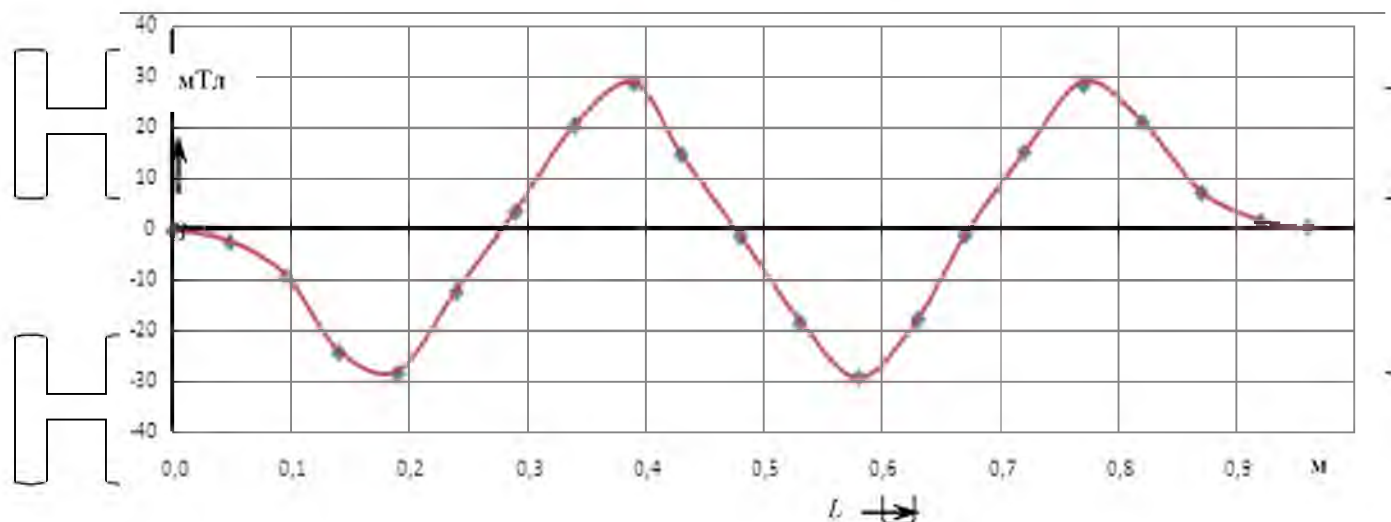


Рис. 3.13. Експериментальна залежність зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору вздовж осі транспортера

3.6 Розробка системи керування потоковою лінією обробки картоплі

У результаті проведених досліджень і виробничої перевірки встановлено доцільність застосування пристрою для магнітної обробки картоплі у поєднанні з транспортером-завантажувачем картоплі ТЗК-30.

Принципальна електрична схема керування комплексом показана на рис.

3.14.

При вмиканні автоматичного вимикача $QF1$ напруга подається в коло керування, загоряється лампа НН1 "МЕРЕЖА". Для запуску потокової лінії натискають на кнопку SB5 "ПУСК". При цьому спрацьовує електромагнітний пускач КМ1, який подає напругу до силового кола та іншу частину кола керування.

Напрямок руху вибирається за допомогою перемикача SA1 "ХІД". Електродвигун переміщення вмикається кнопкою SB9.2 "ПУСК", встановленою

на завантажувачі СЗК-30. При натисканні на кнопку SB9.2 "ПУСК" спрацьовує електромагнітний пускач KM2, який вмикає електродвигун переміщення транспортера M1.

Зміна напрямку руху або зупинка здійснюється зміною положення рукоятки перемикача SA1 "ХІД", зупинка машини – при відпусканні кнопки SB9.2 "ПУСК".

Пуск електродвигуна M2 гідропривода здійснюється кнопкою SB10.2 "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач KM5. Зупинка електродвигуна M2 здійснюється при натисканні на кнопку SB10.1 "СТОП".

Пуск електродвигуна M8 транспортера електротехнологічного комплексу для магнітної обробки картоплі здійснюється кнопкою SB14.2 "ПУСК". При натисканні на кнопку SB14.2 спрацьовує електромагнітний пускач KM9, який також замикає допоміжний контакт у колі котушки електромагнітного пускача KM6 електропривода стріли.

Для запуску електродвигуна M3 стріли натискають кнопку SB11.2 "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач KM6, який також замикає допоміжний контакт у колі котушки електромагнітного пускача KM7 електропривода підйомного транспортера.

Пуск електродвигуна M4 підйомного транспортера здійснюється кнопкою SB12.2 "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач KM7, який також замикає допоміжний контакт у колі котушки електромагнітного пускача KM8 електропривода бункера.

Для запуску електродвигуна M5 бункера натискають кнопку SB13.2 "ПУСК", при цьому спрацьовує електромагнітний пускач KM8.

Зупинка потокової лінії передпосадкової обробки картоплі здійснюється натисканням кнопки SB14.1 "СТОП". Кнопки SB11.1, SB12.1, SB13.1 використовуються для зупинки відповідно електродвигунів M3, M4, M5 при проведенні налагоджувальних робіт.

Керування електродвигуном висування телескопічного транспортера здійснюється натисканням кнопок SB6 "Висування транспортера назад" та SB7

"Висування транспортера уперед". У крайніх положеннях транспортера спрацьовують кінцеві вимикачі SQ1, SQ2, вимикаючи електродвигун транспортера M7.

Для керування поворотом стріли в ручному режимі перемикач SA2

"РЕЖИМ" встановлюють у положення "РУЧНИЙ". Керування здійснюється кнопками SB2 "Поворот стріли вліво" та SB3 "Поворот стріли вправо". У крайніх положеннях стріли спрацьовують кінцеві вимикачі SQ3, SQ4, забезпечуючи зупинку електродвигуна M6. Режим керування поворотом стріли

"АВТОМАТИЧНИЙ" у потоковій лінії передпосадкової обробки картоплі не використовується.

Вимикання всіх електродвигунів здійснюється кнопкою SB8 "СТОП" або SB9.1 "СТӨП", розташовані на завантажувачі ТЗК-30.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Поз. поз.	Найменування	К-сть	Примітка
	Електрощитовий IP64 IM1081		
M1, M2	АИР90L4У2 ТУ 16.525.609-85	5	
M3	АИР80А4У2 ТУ 16.525.564-84	1	
M7	АИР71А4У2 ТУ 16.525.564-84	1	
M8	АИР63А4У2 ТУ 16.521.649-85	1	
	Автоматичний вимикач		
QF1	ВА31П100-340010Р30 УХЛБ ТУ 16.6411.020-84	1	$I_n = 31,5 \text{ А}$
QF2	ВА31П25-340010Р30 УХЛБ ТУ 16.6411.020-84	1	$I_n = 2,5 \text{ А}$
	Електромагнітні пускачі		
KM1	ПМЛ-320004Е ТУ 16.644.001-83	1	$U_{ном} = 220\text{В}$
KM2, KM3, KM4	ПМЛ-120004Е ТУ 16.644.001-83	6	$U_{ном} = 220\text{В}$
	Теплові реле		
КК1, КК2, КК3, КК6	РТЛ101004 ТУ 16.523.549-82	5	$I_n = 3,8 - 6 \text{ А}$
КК7	РТЛ101704 ТУ 16.523.549-82	1	$I_n = 1,5 - 2,6 \text{ А}$
КК3	РТЛ100804 ТУ 16.523.549-82	1	$I_n = 2,4 - 4 \text{ А}$
КК2	РТЛ100604 ТУ 16.523.549-82	1	$I_n = 0,95 - 1,6 \text{ А}$
	Пакедно-кулачкові перемикачі		
SA1	ПКУ31К УЗ ТУ 16.642.046-86	1	
SA2	ПКУ311 УЗ ТУ 16.642.046-86	1	
SA3	Тумблер ТП1-2	1	
	Важільний вимикач		
SQ1, SQ4	КУ-501 ТУ 16.522	4	
	Запобіжник		
FU1, FU2	ПРС-6У3-3 ТУ 16.522.112-74	2	$I_{ном} = 6 \text{ А}$
	Трансформатор напруги		
TV1	ТПП 289-220/380-5	1	380/12В
	Кнопкові пости		
SB1, SB8	ПКЕ-122-1У2 ТУ 16.642.006-83	8	
SB9, SB14	ПКЕ-122-2У2 ТУ 16.642.006-83	6	
	Арматура освітлювальна		
HL1	АД22-22ДС	1	зелений
HL2	АД22-22ДС	1	червоний
HL3	Лампа освітлювальна МО-12-15 ГОСТ 1182	1	
HA1	Сирена СС-2	1	

Рис. 3.14. Принципіальна електрична схема керування електротехнологічним комплексом для магнітної обробки картоплі з транспортером-завантажувачем ТЗК-30

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 4

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КАРТОПЛЕСКОВИЩА

4.1. Розрахунок електричних навантажень та вибір джерела живлення

Для розрахунку електричних навантажень складаємо графік технологічних процесів у картоплесковищі (табл. 4.1), розраховуючи споживану активну і реактивну потужності за формулами:

$$P_{en} = \frac{P_{ест}}{\eta} \cdot K_{зав} \text{ кВт}; \quad Q_{en} = P_{en} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{ кВар}, \quad (4.1)$$

де η , $K_{зав}$, $\operatorname{tg} \varphi$ ($\cos \varphi$) – відповідно ККД, коефіцієнт завантаження і коефіцієнт потужності машини і обладнання.

Графік технологічних процесів враховує загальний час роботи електроприймачів за добу і погодинну роботу установок і обладнання, що дає змогу одержати добовий графік навантаження. З добового графіка навантажень визначаємо максимальні активну і реактивну потужності.

$$P_{\max} = 78,48 \text{ кВт}; \quad Q_{\max} = 31,76 \text{ кВар}.$$

Повну потужність максимального навантаження визначаємо за формулою:

$$S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} = \sqrt{78,48^2 + 31,76^2} = 84,66 \text{ кВА}. \quad (4.2)$$

Трансформатор споживчої ТП 10/0,4 кВ для живлення картоплесковища вибираємо за умовою:

$$S_{тр} > S_{\max} \quad (4.3)$$

Приймаємо трансформатор ТМ – 100 потужністю $S_n = 100 \text{ кВ} \cdot \text{А}$; схема і група з'єднання обмоток – $Y - Y_n - 0$; $\Delta P_{к.з.} = 1970 \text{ Вт}$; $\Delta P_{х.х.} = 330 \text{ Вт}$; $U_k = 4,5\%$; $I_{х.х.} = 2,6\%$; маса $m = 655 \text{ кг}$.

Графік технологічних процесів у картотіпдесховищі																																																																																
Технологічна операція	Робоча машина	Р _{роб.} кВт	η	cos φ	К _{зав.}	Р _{впж.} кВт	Q _{впж.} кВт	Т _{роб.}	Години роботи електроспоживачів																																																																							
Освітлення	НСТ03 НСТ04	2,12	-	-	-	2,12	-	8	0-1	+	35.86	0-2	+	35.86	0-3	+	35.866	0-4	+	35.865	0-5	+	35.86	0-6	+	35.86	0-7	+	35.86	0-8	+	35.86	0-9	+	58.23	0-10	+	58.23	0-11	+	58.23	0-12	+	58.23	0-13	+	35.86	0-14	+	58.23	0-15	+	78.48	0-16	+	78.48	0-17	+	58.23	0-18	+	35.86	0-19	+	35.86	0-20	+	35.86	0-21	+	35.86	0-22	+	35.86	0-23	+	35.86	0-24	+	35.86
Оталення	СФ00 4 комп	38,4	1	1	0,9	34,56	-	24	1-2	+	35.86	1-3	+	35.86	1-4	+	35.86	1-5	+	35.86	1-6	+	35.86	1-7	+	35.86	1-8	+	35.86	1-9	+	35.86	1-10	+	35.86	1-11	+	35.86	1-12	+	35.86	1-13	+	35.86	1-14	+	35.86	1-15	+	35.86	1-16	+	35.86	1-17	+	35.86	1-18	+	35.86	1-19	+	35.86	1-20	+	35.86	1-21	+	35.86	1-22	+	35.86	1-23	+	35.86						
Вентиляція	СФ00 4 комп	1,48	0,68	0,7	0,6	1,3	1,82	24	2-3	+	35.86	2-4	+	35.86	2-5	+	35.86	2-6	+	35.86	2-7	+	35.86	2-8	+	35.86	2-9	+	35.86	2-10	+	35.86	2-11	+	35.86	2-12	+	35.86	2-13	+	35.86	2-14	+	35.86	2-15	+	35.86	2-16	+	35.86	2-17	+	35.86	2-18	+	35.86	2-19	+	35.86	2-20	+	35.86	2-21	+	35.86	2-22	+	35.86	2-23	+	35.86									
Завантаження картотіпів	ТЗК-30	11,8	0,6	0,78	0,9	17,7	14,2	8	3-4	+	35.86	3-5	+	35.86	3-6	+	35.86	3-7	+	35.86	3-8	+	35.86	3-9	+	35.86	3-10	+	35.86	3-11	+	35.86	3-12	+	35.86	3-13	+	35.86	3-14	+	35.86	3-15	+	35.86	3-16	+	35.86	3-17	+	35.86	3-18	+	35.86	3-19	+	35.86	3-20	+	35.86	3-21	+	35.86	3-22	+	35.86	3-23	+	35.86												
Вивантаження	ПНК-30	18,5	0,6	0,78	0,9	20,25	16,24	2	4-5	+	35.86	4-6	+	35.86	4-7	+	35.86	4-8	+	35.86	4-9	+	35.86	4-10	+	35.86	4-11	+	35.86	4-12	+	35.86	4-13	+	35.86	4-14	+	35.86	4-15	+	35.86	4-16	+	35.86	4-17	+	35.86	4-18	+	35.86	4-19	+	35.86	4-20	+	35.86	4-21	+	35.86	4-22	+	35.86	4-23	+	35.86															
Всього. Р _{сп} Q _{сп}						78,48	31,76		5-6	+	35.86	5-7	+	35.86	5-8	+	35.86	5-9	+	35.86	5-10	+	35.86	5-11	+	35.86	5-12	+	35.86	5-13	+	35.86	5-14	+	35.86	5-15	+	35.86	5-16	+	35.86	5-17	+	35.86	5-18	+	35.86	5-19	+	35.86	5-20	+	35.86	5-21	+	35.86	5-22	+	35.86	5-23	+	35.86																		

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

4.2. Розрахунок електричних ліній 0,38 кВ

Переріз та марку проводів на ділянках повітряних ліній (ПЛ) вибираємо за методом економічних інтервалів навантаження.

Еквівалентне навантаження на кожній ділянці лінії визначаємо за формулою:

$$P_{\text{екв}} = P_p \cdot \text{кд}, \quad (4.4)$$

де P_p – максимальне розрахункове навантаження на ділянці, кВт;

кд – коефіцієнт, що враховує ділянку росту навантаження, кд = 0,8.

Переріз проводів вибираємо за максимумом навантаження - денним та вечірнім.

Вибрані проводи перевіряємо на допустиму втрату напруги:

$$\Delta U_{\text{доп}} \geq \Delta U_{\text{факт}},$$

де $\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимі втрати напруги в лінії, %;

$\Delta U_{\text{факт}}$ – фактична втрата напруги на ділянці ПЛ, %.

$$\Delta U_{\text{факт}} = \frac{S_{\text{max}} \cdot l}{U_n} (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi), \quad (4.5)$$

де S_{max} – максимальна потужність на ділянці, кВА;

l – довжина розрахованої ділянки, км.

Таблиця 4.2

Таблиця втрат і відхилень напруги

Шини 10кВ, ТП 35/10 кВ	100%	100%
Лінія 10 кВ	+5	0
ТП 10/0,4 кВ:	-5	-2
- постійна надбавка	+5	+5
- регульована надбавка	+2,5	0
- втрати напруги	-4	0
Мережа напругою 0,38 кВ	-4,5	-2,5
Споживач	-5	+2
Допустиме відхилення напруги у споживача	-5	+5

Таблиця 4.3

Таблиця навантажень

№ п/п	Назва споживача	К-сть, шт	Розрахунок навантаження, кВт	
			денне, P _д	вечірнє, P _в
1	Картоплесховище	1	78,48	78,48
2	Вагова	1	1	3
3	Насосна	1	6	6
4	Механічна майстерня МТП	1	64	82
5	Автомобільний бокс МТП	1	6	6
6	Навіс для с.г. техніки	1	0	3
7	Операторська бензоколонки	1	3	3

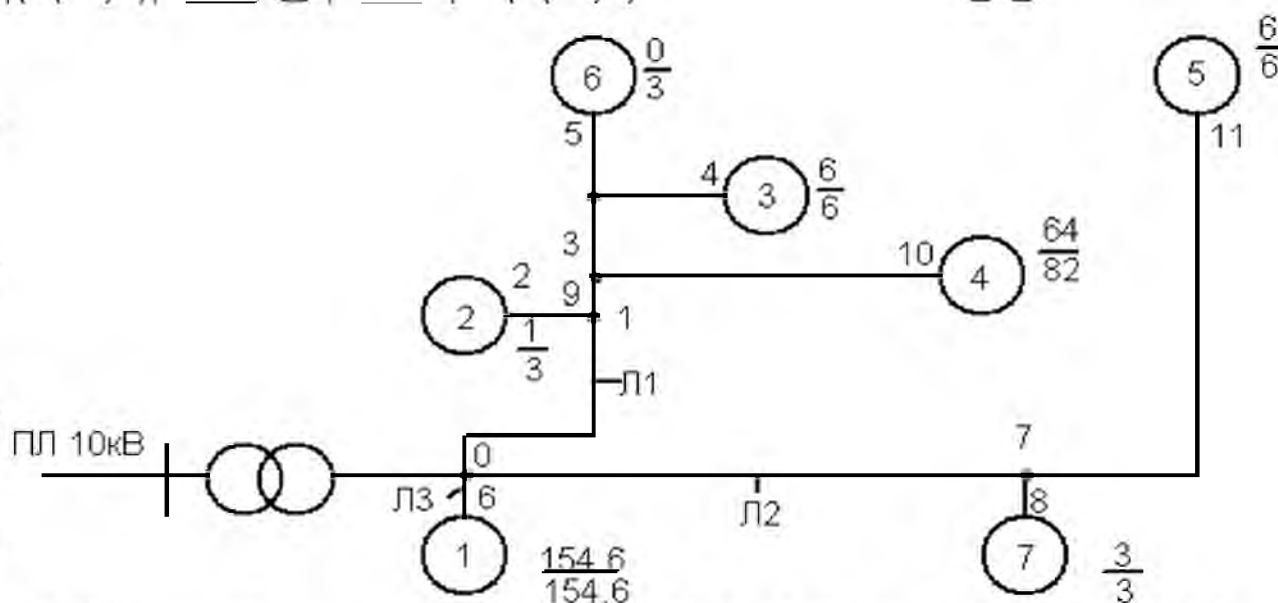


Рис. 4.1. Розрахункова схема лінії 0,4 кВ:

1 – картоплесховище; 4 – механічна майстерня МТП;

2 – вагова; 5 – автомобільний бокс МТП;

3 – насосна; 6 – навіс для с.г. техніки;

7 – операторська бензоколонки.

Реактивна потужність становить:

$$Q = \frac{P}{\cos\varphi} \sqrt{1 - \cos^2\varphi} \quad (4.6)$$

Розрахунок виконаємо для вечірнього навантаження:

$$Q_1 = 31,76 \text{ кВ} \cdot \text{А}; \quad Q_5 = 4,5 \text{ кВ} \cdot \text{А};$$

$Q_2 = 2.64 \text{ кВ} \cdot \text{А};$ $Q_6 = 2.25 \text{ кВ} \cdot \text{А};$
 $Q_3 = 4.5 \text{ кВ} \cdot \text{А};$ $Q_7 = 2.64 \text{ кВ} \cdot \text{А};$
 $Q_4 = 72.3 \text{ кВ} \cdot \text{А};$

Розрахункові навантаження, за якими вибираємо проводи повітряних ліній

електропередачі, визначаємо, підсумувавши потужності, за допомогою коефіцієнтів одночасності, окремо для денних та вечірніх максимумів за формулами:

$$P_d = k_c \sum P_{d_i}, \quad (4.7)$$

$$P_v = k_c \sum P_{v_i}, \quad (4.8)$$

де P_d і P_v – розрахункове денне і вечірнє навантаження на ділянці лінії, кВт;

P_{d_i} , P_{v_i} – денний і вечірній максимум на вводі i -го споживача, кВт.

$$P_{d \text{ 7-11}} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 7-11}} = 6 \cdot 0,6 = 3,6 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 9-10}} = 64 \cdot 1 = 64 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 9-10}} = 62 \cdot 0,6 = 49,2 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 3-9}} = (6,0+0) \cdot 1 = 6,0 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 3-9}} = 60 \cdot 0,6 = 52,8 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 7-8}} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 7-8}} = 6 \cdot 0,6 = 3,8 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 9-1}} = (6+64+0) \cdot 1 = 70 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 9-1}} = (6+82+3) \cdot 0,6 = 54,6 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 0-6}} = 78,48 \cdot 1 = 78,48 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 0-6}} = 78,48 \cdot 0,6 = 47,09 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 3-5}} = 0 \cdot 1 = 0 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 3-5}} = 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 3-4}} = 6 \cdot 1 = 6 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 3-4}} = 6 \cdot 0,6 = 6 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 7-0}} = (3+6) \cdot 1 = 9 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 7-0}} = (3+6) \cdot 0,6 = 9 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 1-2}} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ кВт}; \quad P_{v \text{ 1-2}} = 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ кВт};$$

$$P_{d \text{ 0-1}} = (1+6+64) \cdot 1 = 71 \text{ кВт}; \quad P_{d \text{ 0-1}} = (1+82+3,6) \cdot 0,6 = 56,4 \text{ кВт};$$

Вибираємо перерізи і марки проводів ПЛ 1 – А16; ПЛ 2 (МГП) – А – 35; для живлення картоплесковища вибираємо кабель АПВБ (3 × 25 + 1 × 16) з прокладанням в землі.

Визначаємо спад напруги на ділянках.

Питомі активні і реактивні опори вибраних [10] проводів:

$$A16 - r_0 = 1,8 \text{ Ом/км}; \quad x_0 = 0,4 \text{ Ом/км};$$

$$A35 - r_0 = 0,83 \text{ Ом/км}; \quad x_0 = 0,4 \text{ Ом/км};$$

$$АПВБ (3 \times 25 + 1 \times 16) - r_0 = 1,25 \text{ Ом/км}; \quad x_0 = 0,15 \text{ Ом/км}.$$

$$Z_{A16} = \sqrt{(1,8 \cdot 0,8)^2 + (0,4 \cdot 0,8)^2} = 1,68 \text{ Ом/км}$$

$$Z_{A35} = \sqrt{(0,83 \cdot 0,8)^2 + (0,4 \cdot 0,8)^2} = 0,904 \text{ Ом/км};$$

$$Z_{АПВБ} = \sqrt{(1,25 \cdot 0,8)^2 + (0,15 \cdot 0,8)^2} = 1 \text{ Ом/км}$$

$$\Delta U = \frac{P \cdot \cos \varphi \cdot l \cdot Z}{U_i}$$

$$\Delta U_{9-10} = \frac{64 \cdot 0,8 \cdot 0,065}{0,38} \cdot 0,904 = 7,9 \text{ В};$$

$$\Delta U_{7-11} = \frac{6 \cdot 0,8 \cdot 0,05}{0,38} \cdot 0,904 = 0,57 \text{ В};$$

$$\Delta U_{3-9} = \frac{6 \cdot 0,8 \cdot 0,12}{0,38} \cdot 1,68 = 2,55 \text{ В};$$

$$\Delta U_{7-8} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 0,005}{0,38} \cdot 0,904 = 0,029 \text{ В};$$

$$\Delta U_{9-1} = \frac{70 \cdot 0,8 \cdot 0,029}{0,38} \cdot 1,68 = 7,2 \text{ В};$$

$$\Delta U_{0-6} = \frac{78,48 \cdot 0,8 \cdot 0,03}{0,38} \cdot 1,0 = 4,96 \text{ В};$$

$$\Delta U_{3-5} = \frac{0,8 \cdot 3 \cdot 0,07}{0,38} \cdot 1,68 = 0,74 \text{ В};$$

$$\Delta U_{3-4} = \frac{6 \cdot 0,8 \cdot 0,05}{0,38} \cdot 1,68 = 1,06 \text{ В};$$

$$\Delta U_{7-0} = \frac{9 \cdot 0,8 \cdot 0,05}{0,38} \cdot 0,904 = 0,86 \text{ В};$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{1 \cdot 0,8 \cdot 0,06}{0,38} \cdot 1,68 = 0,2 \text{ В};$$

$$\Delta U_{0-1} = \frac{7 \cdot 0,8 \cdot 0,095}{0,38} \cdot 1,68 = 2,4 \text{ В};$$

Для визначення рівнів напруги в даній повітряній лінії, що підлягає

реконструкції, складається таблиця втрат та відхилень напруги (таб.4.4).

НУБІП УКРАЇНИ

Спад напруги на ділянках

№ ділянки	Довжина лінії, км	Проз, кВт	Рекв, кВт	$\cos\varphi$	S_p , кВт·А	ΔU діл. на ввід	% від спож.	Провід кабель
9-10	0,065	64	51,2	0,8	51,2	2,1	2,1	A16
7-11	0,05	6	4,5	0,8	4,5	1,2	1,2	A35
3-9	0,12	6	4,8	0,8	4,6	0,6	0,7	A16
7-8	0,005	3	2,4	0,8	2,4	0,01	0,01	A35
9-1	0,029	70	56	0,8	56	1,8	2,1	A16
0-6	0,03	78,48	62,8	0,8	78,48	1,3	1,3	A16
3-5	0,07	3	2,4	0,8	2,4	0,25	0,25	A16
3-4	0,005	6	4,8	0,8	4,8	0,295	0,3	A16
7-0	0,05	9	7,2	0,8	7,2	0,4	0,4	A35
1-2	0,6	1	0,8	0,8	0,8	0,05	0,2	A16
0-1	0,95	7	5,6	0,8	5,6	0,6	0,6	A16

4.3. Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах короткого замикання.

В мережах з глухо-заземленою нейтраллю може виникнути струм однофазного, двофазного і трифазного короткого замикання.

Захисні апарати перевіряють на найбільше і найменше значення струмів трифазного і однофазного короткого замикання.

Згідно з ПУЕ в електроустановках напругою до 1000 В з глухо-заземленою нейтраллю для забезпечення автоматичного вимикання аварійної ділянки струм короткого замикання повинен перевищувати не менше ніж в 3 рази номінальний струм теплового розчіплювача автоматичного вимикача, що має обернено – залежну від струму характеристику: $T_{k.з} \geq 3I_{р.н.}$

Перевіряємо автоматичний вимикач, який захищає електрокалорифер
 СФ00 10/0,4 – ПІ
 Автоматичний вимикач ВА51Г25-3/10010В00УХЛ3, І_р = 16 А



Рис. 4.2. Розрахункова схема

Струм однофазного короткого замикання визначається за формулою:

$$I'_{к.з} = \frac{U_{\phi}}{Z_{к.з.т} + Z_n} \quad (4.9)$$

де $Z_{к.з.т}$ – повний опір трансформатора при однофазному к.з., Ом.

Z_n – опір петлі фаза – нуль, Ом.

Для практичних розрахунків з достатньою точністю $Z_{к.з.т}$ можна визначити за формулою:

$$Z_{\epsilon.з.д} = \frac{26}{S_i} \quad (4.10)$$

де S_n – номінальна потужність трансформатора, кВА.

$$Z_{к.з.т} = \frac{26}{100} = 0,26 \text{ Ом.}$$

Опір петлі фаза – нуль знаходимо за формулою:

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_n)^2 + (\sum X_n)^2} \quad (4.11)$$

де $\sum R_n$ – сума активних опорів окремих елементів петлі, Ом;

$\sum X_n$ – сума реактивних опорів окремих елементів петлі, Ом.

$$\sum R_n = R_{\phi} + R_n + R_{\text{конт.}} \quad (4.12)$$

$$\sum X_n = 2X_{\phi.н} - X_{\phi.ф} - X_{н.н} - X_{\phi} + X_n \quad (4.13)$$

де R_{ϕ} , R_n , $R_{\text{конт.}}$ – опори фазного, нульового і контактів, Ом;

X_{ϕ} , X_n – зовнішні одиничні опори самоіндукції, Ом.

Для кабельної лінії $X_0 = 0,15 \text{ Ом} \cdot \text{км}$.

Для розрахункової відстані

$$X_0 = 0,15 \cdot 0,042 = 0,063 \text{ Ом};$$

$$X_k = 2 \cdot X = 2 \cdot 0,063 = 0,126$$

Питомий опір кабелю:

$$r_0 = \frac{32}{S} \quad (4.14)$$

$$r_{k1} = (r_{осн} + r_n) l = (0,173 + 0,64) \cdot 0,03 = 0,024 \text{ Ом};$$

$$r_{k2} = (1,28 + 20) \cdot 0,03 = 0,00984 \text{ Ом};$$

$$r_{k3} = (12,8 + 22,9) \cdot 0,009 = 0,32 \text{ Ом}.$$

Опір контактів:

$$R_{конт} = (0,0145 + 0,02 + 0,02 + 0,03 + 0,03) \cdot 2 = 0,23 \text{ Ом}$$

Повний опір лінії живлення двигуна становить:

$$Z_n = \sqrt{(r_{k1} + r_{k2} + r_{k3} + R_{конт})^2 + (X_0)^2} \quad (4.15)$$

$$Z_n = \sqrt{(0,024 + 0,00984 + 0,32)^2 + 0,126^2} = 0,376 \Omega$$

Струм однофазного короткого замикання становить:

$$I_{k3} = \frac{220}{0,26 + 0,376} = 346 \text{ А}. \quad (4.16)$$

Кратність струму однофазного короткого замикання до струму розчіплювача автоматичного вимикача ВА51Г31 – 340010P00УХЛ3 на граничну вимикальну здатність:

$$Z_{к.з} = \sqrt{(R_{тр} + R_{пл})^2 + (X_{тр} + X_{пл})^2} \quad (4.17)$$

де $R_{тр}$ і $R_{пл}$ – відповідно активний опір трансформатора і проводів лінії до точки к.з., Ом;

$X_{тр}$ і $X_{пл}$ – реактивний опір трансформатора і проводів до точки 3 – фазного

к.з., Ом.

$$Z_{тр} = \frac{U_n \% \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n}, \text{ Ом}; \quad (4.18)$$

де $U_n\%$ - напруга к.з. трансформатора

$$Z_{mp} = \frac{4,5\% \cdot 400^2}{100 \cdot 100000} = 0,072 \text{ Ом.}$$

Активний опір трансформатора:

$$R_{mp} = \frac{\Delta P \cdot U_n^2}{S_n^2}, \text{ Ом} \quad (4.19)$$

$$R_{од} = \frac{1970 \cdot 400^2}{100000^2} = 0,032 \text{ Ом.}$$

Індуктивний опір трансформатора:

$$X_{mp} = \sqrt{Z_{mp}^2 - R_{mp}^2} \quad (4.20)$$

$$X_{од} = \sqrt{0,072^2 - 0,032^2} = 0,064 \text{ Ом}$$

Активний опір лінії:

$$R_{акт} = r_0 \cdot l$$

$$R_{акт} = 0,04 \cdot 0,103 = 0,066 \text{ Ом.}$$

Індуктивний опір лінії складається з індуктивного опорю КЛ ($X_{пл} = 0,15 \text{ Ом}$).

Індуктивний опір кабелю:

$$X_{каб} = X \cdot l$$

$$X_{каб} = 0,15 \cdot 0,42 = 0,063 \text{ Ом.}$$

Повний опір к.з.:

$$Z_{к.з} = \sqrt{(R_{mp} + R_{акт})^2 + (X_{mp} + X_{каб})^2}, \quad (4.21)$$

$$Z_{к.з} = \sqrt{(0,072 + 0,066)^2 + (0,064 + 0,063)^2} = 0,187 \text{ Ом.}$$

Перевіряємо на стійкість спрацювання автоматичний вимикач ВА51Г31340010P00УХЛЗ, встановлений в силовому щиті.

$I_{р.н} = 50 \text{ А.}$

$I_{гр.вим} = 12500 \text{ А.}$

Умови перевірки:

$$I_{гр.вим} \geq \sqrt{2} \cdot I_{к.з}^{(3)} \quad (4.22)$$

де $I_{гр.вим}$ – граничний струм вимикання апарата, А;

$I_{к.з}$ – струм трифазного короткого замикання, А

$$I_{к.з}^{(3)} = \frac{U_d}{\sqrt{3} \cdot Z_{к.з}}, \quad (4.23)$$

$$I_{д.з}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,187} = 1236,4 \text{ А.}$$

Умова виконується, оскільки $12500 \text{ А} > 1236,4 \text{ А}$.

4.4. Перевірка можливості пуску і нормальної роботи асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором

Найпотужнішим електродвигуном є двигун транспортера ТЗК – 30 АІР90L4У2:

$$P_{ном} = 2,2 \text{ кВт}; \quad n_{ном} = 1400 \text{ об/хв.}; \quad I_{ном} = 5,0 \text{ А}; \quad M_{пуск} = 2,1;$$

$$\eta = 81\%; \quad M_{min} = 1,6; \quad \cos\phi = 83; \quad M_{max} = 2,2; \quad k_t = 6,5.$$

Допустиме зниження напруги за умовами можливості пуску електропривода:

$$\Delta U_{дон} = \left(1 - \sqrt{\frac{M_{зр} + M_{над}}{M_{пуск}}} \right) \cdot 100\%, \quad (4.24)$$

де $M_{зр}$ – момент зрушення робочої машини, зведений до вала двигуна,

$$M_{зр} = 1,3 \cdot M_c, \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$M_{над}$ – необхідний надлишковий момент (0,2 ... 0,3) M_n , приймаємо

$$M_{над} = 0,25 M_n;$$

$M_{пуск}$ – пусковий момент електродвигуна, Н·м.

$$M_c = 9550 \frac{P_n}{n_n} = 9550 \frac{2,2}{1400} = 15,1 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{зр} = 1,3 \cdot 15 = 19,5 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{над} = 0,25 \cdot 15 = 3,75 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{пуск} = 2,1 \cdot M_n = 2,1 \cdot 15 = 31,5 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$\Delta U_{\text{факт}} = \left(1 - \frac{19,5 + 3,75}{3,5}\right) \cdot 100\% = 14,1\%$$

Фактичне зниження напруги визначаємо для схеми, показаної на рис. 4.3.

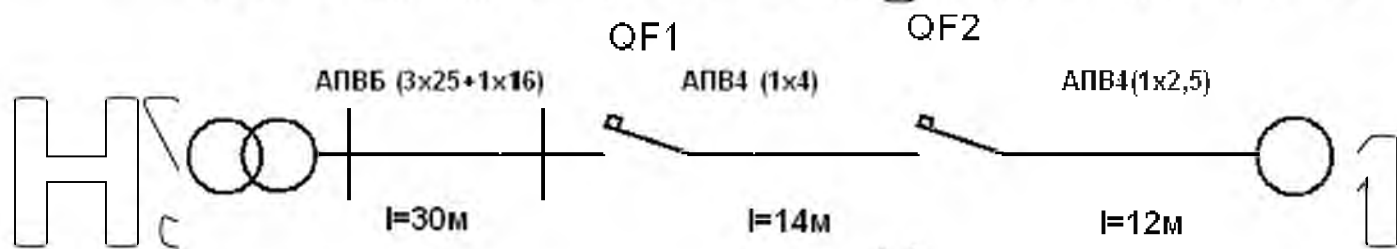


Рис.4.3. Схема лінії живлення електродвигуна

Пуск електродвигуна і його нормальна робота раніше ввімкнених машин буде можливий за дотримання наступних умов.

$$\Delta U_{\text{ф}} \% \leq \Delta U_{\text{доп}} \% \quad (4.25)$$

де $\Delta U_{\text{ф}}$ – фактичне зниження напруги;

$$\Delta U_{\text{ф}} \% = \pm \Delta U_{\text{в}} \% + \Delta U_{\text{тр}} \% - \Delta U_{\text{п}} \% - \Delta U_{\text{т}} \% - \Delta U_{\text{л}} \% \quad (4.26)$$

де $\Delta U_{\text{в}}^*$ – відхилення напруги на шинах 10 кВ ТП 10/0,4 кВ, %;

$\Delta U_{\text{тр}}^*$ – надбавки на трансформатор 10/0,4 кВ, %;

$\Delta U_{\text{п}}^*$ – втрати напруги, створені пусковим струмом двигуна, %;

$\Delta U_{\text{т}}^*$ – втрати напруги у трансформаторі, створені попередньо ввімкненим навантаженням, %;

$\Delta U_{\text{л}}^*$ – втрати напруги в лінії 0,4 кВ, створені попередньо ввімкненим навантаженням.

$$\Delta U_{\text{в}} = \Delta U_{\text{тп}} - \Delta U_{\text{лв}}^*,$$

де $\Delta U_{\text{тп}}$ – відхилення напруги на шинах 10 кВ;

$\Delta U_{\text{лв}}^*$ – втрати напруги високовольтної лінії.

$$\Delta U_{\text{в}} = +5 - 5 = 0 \%$$

Надбавки на трансформаторі:

$$\Delta U_{\text{тр}} = 5 + 2,5 - 4 = 3,5 \%$$

Втрати напруги, створені пусковим струмом двигуна:

$$\Delta U_{\text{т}}^* = \frac{Z_{\text{т}} + Z_{\text{л}}}{Z_{\text{т}} + Z_{\text{е}} + Z_{\text{аа.л}}} \cdot 100\% \quad (4.27)$$

де Z_T – повний опір трансформатора, Ом;

Z_L – повний опір лінії 0,38 кВ від трансформатора до затискачів двигуна, Ом;

$Z_{дв}$ – повний опір к.з. двигуна, Ом.

Повний опір лінії складається з 0,03 км кабелю АПВБ (3x25+1x16),

0,014 км проводу АПВ (1x4) та 0,012 м АПВ (1x2,5)

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{(\sum r_{0i} \cdot l_i)^2 + (\sum X_{0i} \cdot l_i)^2}, \quad (4.28)$$

де r_{0i} , X_{0i} – відповідно активний і індуктивний опори (питомі) та та відповідні їм ділянки лінії, Ом/км.

$$Z_{\Sigma} = \sqrt{(1,25 \cdot 0,03 + 7,81 \cdot 0,014 + 12,5 \cdot 0,012)^2 + (0,056 \cdot 0,15)^2} = 0,3 \text{ Ом.}$$

Повний опір к.з. двигуна при його пуску:

$$Z_{дв} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot k \cdot I_n} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 6,5 \cdot 5} = 6,76 \text{ Ом.} \quad (4.29)$$

$$\Delta U_n^* \% = \frac{0,072 + 0,3}{0,072 + 0,3 + 6,76} \cdot 100\% \approx 5,2\%.$$

Втрати напруги у трансформаторі від раніше ввімкненого навантаження:

$$\Delta U_m^* = \frac{S_{PH}}{S_{ном}} (U_a^* \cdot \cos \phi + U_p^* \cdot \sin \phi), \quad (4.30)$$

де S_{PH} – величина раніше ввімкненого навантаження (прийmemo 80 кВА),

U_a^* , U_p^* – відповідно активні і реактивні складові напруги короткого замикання, %.

$$\Delta U_a^* = \frac{\Delta P_b}{S_{ном}} \cdot 100\% = \frac{1970}{100000} \cdot 100\% = 1,97\%. \quad (4.31)$$

$$\Delta U_p^* = \sqrt{(\Delta U_{к.з})^2 - (\Delta U_a^*)^2} = \sqrt{4,5^2 - 1,97^2} = 4,05\%, \quad (4.32)$$

Тоді

$$\Delta U_m^* = \frac{80}{1000} (1,97 \cdot 0,8 + 4,05 \cdot 0,6) \approx 3,2\%.$$

Втрати напруги в лінії від раніше ввімкненого навантаження:

$$\Delta U_{\text{л}}^* = \frac{10^5 \cdot S_{\text{ф.а.є}} \cdot l (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi)}{U_i^2}, \quad (4.33)$$

де $S_{\text{р.в.л}}$ – раніше ввімкнене навантаження лінії (приймаємо 80 кВА).

$$\Delta U_{\text{л}} = \frac{10^5 \cdot 80 \cdot 0,04 (0,83 \cdot 0,8 + 0,3 \cdot 0,6)}{380^2} = 1,8\%.$$

Фактичне зниження напруги.

$$\Delta U_{\text{ф}}^* = 3,5 + 5 + 5 - 5,2 - 3,2 - 1,8 = 3,3\%.$$

Фактичне зниження напруги не перевищує допустимого:

$$3,3\% < 14,1\%.$$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5. ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ КАРТОПЛЕСХОВИЦА

5.1. Заходи з монтажу і налагодження електрообладнання

Монтаж електросилового обладнання, освітлювальних установок, внутрішніх електричних проводок і систем автоматики в виробничих приміщеннях виконується відповідно до вимог ЦВЕ, ПТБ, СНиП.

Виконання електромонтажних робіт проводиться в два етапи. На першому етапі виконуються підготовчі роботи з установки деталей в будівельних конструкціях, підготовка трас електропроводок і заземлень. На другому етапі виконуються роботи з монтажу електрообладнання, прокладка електромереж головними трасами, підключення проводів і кабелів до електрообладнання, підключення розподільчих пристроїв, освітлювальних щитів.

Пусконаладжувальні роботи складаються із організаційно – технічної підготовки комплектування обладнання, виробування, налагодження, доведення до проектної потужності тощо.

Організаційно – технічна підготовка складає 10 – 15 % від загальної трудомісткості робіт.

На заключному етапі налагоджувальних робіт складають технічний звіт, який включає в себе пояснювальну записку, протоколи, схеми, креслення та інші документи, оформленні при пуско – налагоджувальних випробуваннях, а також рекомендації з найбільш ефективного застосування обладнання з урахуванням конкретних умов.

Монтаж і налагодження вважається закінченим, якщо обладнання протягом 48 годин працювало під навантаженням відповідно з проектом.

НУБІП України

5.2. Визначення об'ємів робіт з експлуатації електрообладнання і складу електротехнічної служби.

Розрахунок об'єму робіт з обслуговування енергетичного обладнання виконують з використанням системи умовних одиниць, з використанням шкал перевідних коефіцієнтів, які викладені в „Укрупнених нормативах трудомісткості технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання”.

При розрахунку слід враховувати умови експлуатації, сезонність використання обладнання, кількість робочих змін для електроприводів.

Розрахунок виконаємо в табличній формі (таблиця 5.1.).

Таблиця 5.1

Розрахунок умовних одиниць експлуатації електрообладнання

Назва обладнання	К-ть обладнання	Коеф. переводу	Поправочні коефіцієнти на час роботи обладнання		Кількість умовних одиниць	
			Менше 4 місяців протягом року	Ел. двигуни		
				<6 год/добу		>10 год/добу
Ел. привод з асинхронними ел. двигунами: до 1 кВт від 1,1 до 10 кВт	4	0,44			2,112	
	6	0,61		0,85	1,2	3,111
Електрокалорифери до 40 кВт	4	3,16			12,64	
Світильники в приміщеннях з лампами (в сухих і вологих приміщ.); з 1 – 2 лампами розжарювання	6	0,65			0,39	
	12	0,91			1,092	
Всього					19,344	

Кількість електромонтерів, що повинні обслуговувати картоплесховище визначаємо за формулою.

$$N = \frac{A}{100} \quad (5.1)$$

НУБІП України

Враховуючи сезонність роботи, близько 30 днів за рік, такого обладнання як транспортери та освітлення ангарів, будемо вважати, що одного чоловіка для обслуговування картоплевиховища буде достатньо.

НУБІП України

Розрахунок річних трудовозатрат на проведення ТО і ПР електротехнічного обладнання проводимо на підставі нормативних значень періодичності і трудомісткості технічного обслуговування і поточного ремонту по кожному із видів обладнання. При цьому кількість планових на рік ТО і ПР визначаємо, виходячи з встановленої системою ПЗРЕг періодичності, і скориговано з урахуванням сезонності використання обладнання, а для двигунів і змінності роботи.

НУБІП України

Трудомісткість сезонних технічних обслуговувань приймається на 15 % вище звичайної.

НУБІП України

Річні трудовозатрати можна розрахувати за виразом:

$$Q_{\text{ТО}} = n_1 \cdot g_1 \cdot m_1 + n_2 \cdot g_2 \cdot m_2 + \dots + n_n \cdot g_n \cdot m_n, \quad (5.2)$$

$$Q_{\text{ПР}} = n'_1 \cdot g'_1 \cdot m'_1 + n'_2 \cdot g'_2 \cdot m'_2 + \dots + n'_n \cdot g'_n \cdot m'_n, \quad (5.3)$$

де $g_1 \dots g_n, g'_1 \dots g'_n$ – відповідно нормативні значення трудомісткості ТО і ПР для кожного виду обладнання;

$m_1 \dots m_n, m'_1 \dots m'_n$ – відповідно планова кількість ТО і ПР для кожного виду обладнання

$n_1 \dots n_n$ – кількість кожного виду обладнання.

НУБІП України

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{ТО}} + Q_{\text{ПР}} \quad (5.4)$$

Розрахунок трудовозатрат на виконання ТО і ПР електротехнічного обладнання проводимо в табличній формі (таблиця 5.2.).

Отже, на виконання ТО і ПР електричного обладнання за розрахунками, приведеними вище, приймаємо 1 чоловіка.

НУБІП України

5.3. Планування робіт з експлуатації електрообладнання

Надійна і безпечна робота електроустановок забезпечується своєчасним і якісним проведенням ТО і ПР.

Формою організації технічного обслуговування є система планово-попереджувальних ремонтів і технічного обслуговування електроустановок сільського господарства, яке являє собою сукупність організаційних і технічних заходів по догляду, обслуговуванню і ремонту.

Основною метою планування технічного обслуговування і ремонту електротехнічного обладнання є складання річного графіка проведення ПР і квартальних графіків проведення ТО.

Як інтервал часу при складанні річного графіка проведення ПР приймають місяць, а для квартального графіка ТО – декаду або тиждень.

Виконання робіт, які входять в об'єм ТО і ПР, розраховують на ланку електромонтерів з 3-х чоловік.

Річний графік ТО і ПР електрообладнання картоплесховища показано в таблиці 5.3.

Таблиця 5.2.

Розрахунок річних затрат праці при проведенні ТО та ремонту енергетичного обладнання

Приміщення. обладнання	Характеристика обладнання			Кількість, шт. (для проводки, довж. км)	Категорія приміщення	Трудомісткість виконання. Люд-год		Кількість планових заходів протягом року		Річні затрати праці на виконання. люд. год/рік	
	Тип	I _{ном} А	N _{ном}			ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Електропроводка, яка прокладена кабелем у трубах, лотках.	АПВ			0,090	ОВ	1,7	25,6	3	–	0,45	–
Відкрита електропроводка	АВРГ			0,13	ОВ	4,2	66	2	0,5	1,092	4,29
Відкрита електропроводка. (живлення обладнання для регулювання мікроклімату)											
Електромагнітні пускачі	ПМЛ	10		2	ОВ	0,42	2,72	4	0,5	3,36	2,72
	ПМЛ	40		2	ОВ	0,60	3,16	4	0,5	4,8	3,16
	ПМЛ	25		1	ОВ	0,28	1,38	4	0,5	1,12	0,79
Автоматичні вимикачі	ВА51	63		2	ОВ	0,5	3,52	4	1	4,0	1,04
	ВА51	31,5		2	ОВ	0,6	4,	4	1	4,8	8
	ВА51	25		3	ОВ	0,75	6	4	1	9	18

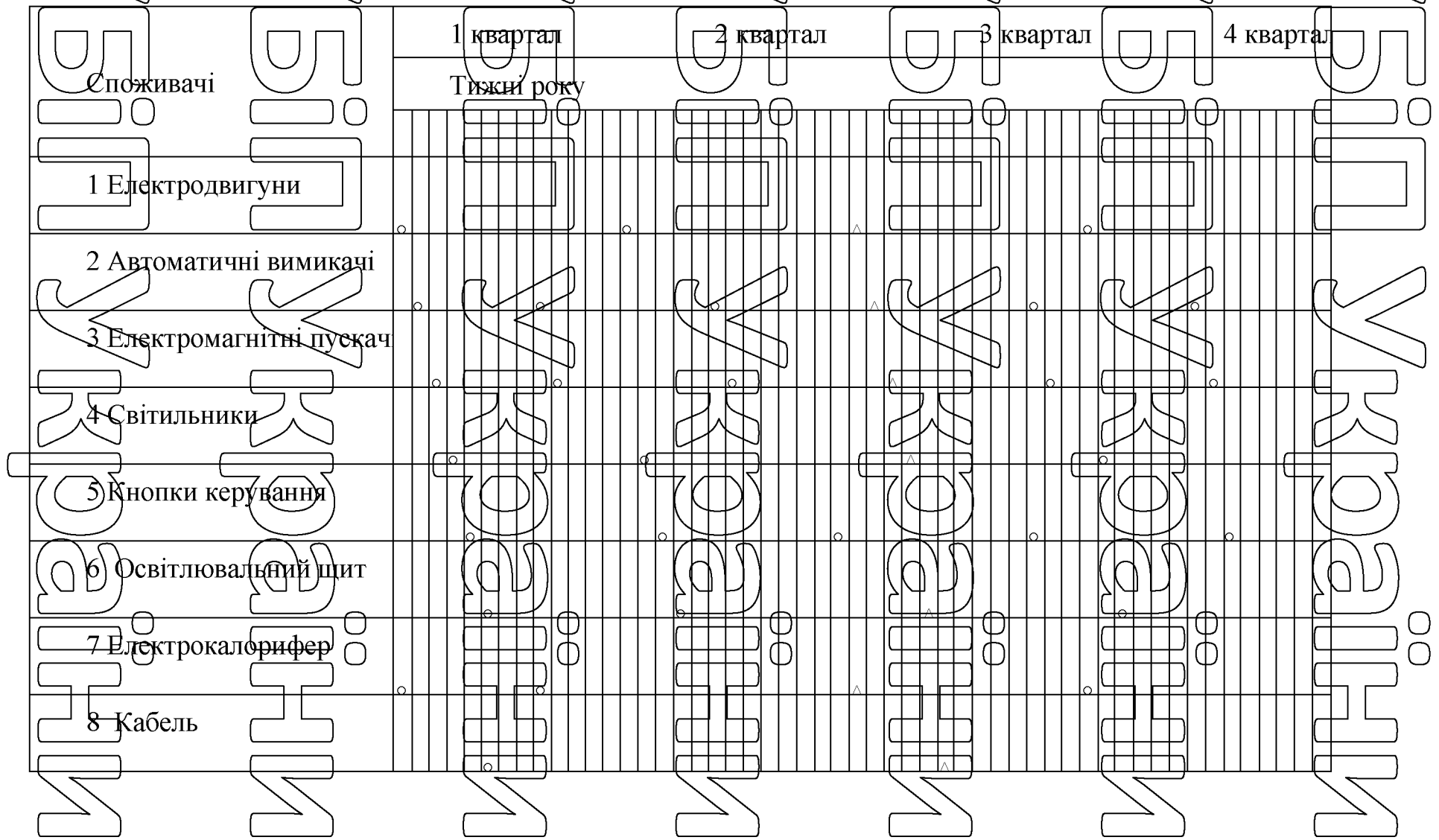
НУБІП України

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Реле теплове	РТЛ	25			ОВ	0,25	0,85	12	1	3	0,85
	РТЛ	25		1	ОВ	0,25	0,85	12	1	3	0,85
	РТЛ	80		1	ОВ	0,25	0,85	12	1	3	0,85
Відкрита електропроводка (живлення обладнання для регулювання мікроклімату)	КПГ			0,2	ОВ	4,2	66	4	1	3,35	13,2
Калорифер, двигун (привод вентиляторів)	ТЕНи	9,6		4	ОВ	0,54	5,1	4	1	8,64	16
	АИР	0,37		4	ОВ	0,3	3,9	4	0,5	4,8	7,8
Двигун (привод) ТЗК-30 та ТПК-30	АИР	7,5		2	ОВ	0,6	5,4	4	0,5	4,8	5,4
	АИР	3		2	ОВ	0,5	4,8	4	0,5	4	4,8
	АИР	1,1		1	ОВ	0,4	4,3	4	0,5	1,6	2,15
Щиток освітлення	ЩАО59			1	ОВ	0,36	5,4	7	1	2,52	5,4
Кнопки керування	ПКЕ			24	ОВ	0,02	-	11	-	5,28	-

Таблиця 5.37

Режимний план графіків проведення ТО ІІР на картоплесховищі ○ – ТО



5.4. Організація обліку електроенергії

НУБІП України

Для обліку активної електроенергії, яка споживається електроустановками картоплевиховища, передбачено на ввіді в приміщення встановити лічильник активної енергії САУУ – U6T2M з трансформаторами ТК 500/5, КТр = 100.

Лічильники активної енергії та інші апарати обліку електроенергії обов'язково підключаються.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУМБІП України

РОЗДІЛ 6.
ОХОРОНА ПРАЦІ

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

1. Закон України "Про охорону праці". Постанова Верховної Ради України

від 14.11.92 №2695-ХП.

2. Закон України "Про пожежну безпеку". Постанова Верховної Ради

України від 17.12.93 №3747-ХІІ

3. Закон України "Про дорожній рух". Постанова Верховної Ради України

від 28.01.93

4. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення". Постанова Верховної Ради України від 24.02.94.

5. ГОСТ 12.1.009-76 ССБТ "Электробезопасность. Термины и определения".

6. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та

визначення".

7. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.

8. ДБН А 3.1-3-94. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів.

9. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці.

Затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 №27.

10.НАПБ А.01.001.-95. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС України від 22.06.95 №400, зареєстровані Мін'юстом України 14.07.95 за №219/95.

11.Типове положення про службу охорони праці: затв. наказом Держнаглядохоронпраці України від 03.08.93 № 73, зареєстроване в Мін'юсті України 30.09.93 за № 140.

12.ДНАОП 0.00-4.12-94. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України від 04.04.94 №30, зареєстровано в Мін'юсті України 12.05.94 за №95/309.

13. Положення про медичний огляд працівників певних категорій: затв. наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 45, зареєстроване в Мін'юсті України 21.06.94 за № 136/345.

14. Положення про розслідування та облік нещасних випадків . професійних захворювань і аварій на підприємствах, установах і організаціях: затв. постановою Кабінету Міністрів України від 10.08.93 №623.

15. ДНАОП 0.00-4.26-96. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Зареєстровано в Мінюсті України 18.11.96 №667/1692. Введене в дію 29.11.96.

16. ДНАОП 0.03-3.30-96. Держані санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Зареєстровано в Мінюсті України 29.08.96 №488/1513. Введене в дію 29.11.96

17. Правила устройства электроустановок , 2017.- 640 с.

18. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, 2014. - 288с.

19. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995.-260с.

20. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і теплових мереж /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 81с.

21. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Держнагляд охорони праці України. - К.: Основа, 1997. - 265 с.

22. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. /Держнагляд охорони праці України.: - К.: Основа, 1998. -380с.

23. ГКД 34.03.103-96. Система управління охороною праці в Міненерго України. Положення: затверджене Міненерго України 24.04.96.

24. ГКД 34.12.102-9/5. Навчання, інструктаж та перевірка знань працівників підприємств, установ і організацій Міненерго України з питань охорони праці та експлуатації обладнання. Положення.

25. Правила применения и испытания средств защиты, используемых в

Н електроустановках /ПО Союзтехэнерго. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат. 1983. - 64с.

Н 26.Инструкция по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования /Упр. по техн. безопасности и пром. Санитарии Минэнерго СССР. - М.: Энергоатомиздат. 1987. -64с.

Н 27.Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87. - М.: Энергоатомиздат, 1989.-56с.

Н 28.Правила пожежної безпеки у компаніях, на підприємствах і в організаціях енергетичної галузі України.

Н 29.Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями. ДНАОП 1.1,101.04.-01.Держнаглядохоронпраці України. - К.: Форт. 2001. – 176.

НУБІП України

6.1 Аналіз стану безпеки праці в господарстві

На підприємстві створена служба охорони праці, яку очолює інженер з охорони праці.

НУБІП України Проводяться такі види інструктажу: ввідний, первинний, на робочому місці, повторний, позаплановий і поточний. Ввідний інструктаж проводять головні спеціалісти господарства по галузям. На робочому місці безпосередні керівники конкретних ділянок робіт.

НУБІП України Електротехнічний персонал навчений безпечним приемам праці і щорічно проходить перевірку знань ПТБ.

НУБІП України

Показники виробничого травматизму

Показники	Позначення	2021	2022
Кількість працюючих	Є	102	91
Кількість травм	Т	3	2
Втрати працездатності	Д	8	4
Частота травм	$Kч = T / 1000 / C$	13,5	9,7
Тяжкість травм	$Kт = Д / Т$	2,6	2
Показники травм	$Kп = Kч \cdot Kт$	35,1	19,4

Аналіз і характеристику шкідливих і небезпечних факторів виконано згідно ГОСТ 120003.

До виробничих шкідливих і небезпечних факторів відносяться: запиленість і підвищена вологість повітря, шум, зниження і підвищення температури тощо. Всі ці фактори впливають на стомленість та стійкість до хвороб обслуговуючого персоналу.

В процесі роботи електричного і технологічного обладнання можливі різні травми пов'язані з ураженням електричним струмом або шкідливі небезпечні виробничі фактори. Наприклад, виступаючі і рухомі частини обладнання. Для усунення травматизму відкриті обертові частини механізмів необхідно закрити кожухами або загородити від вільного доступу.

Проектований об'єкт – картоплексовище відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою за класифікацією по електробезпеці, тому що картоплексовище – сире приміщення та в наявності інші умови, а саме: пилю при вентиляванні, струмопровідна підлога.

При монтажу електроустановок в кормоцеху необхідно:

- застосовувати пилонепроникні герметичні світильники з скляними ковпаками, захисною сіткою і висотою підвісу від 2,5 м;
- металеві корпуси обладнання, труб, в яких прокладена електропроводка, щитка керування, розподільчі щитки і водопровідні труби повинні бути надійно заземлені;

на розподільчих щитках в приміщенні картоплексовища встановлюється загальний вимикач або закритий рубильник. Проектоване картоплексовище за ступенем пожежної безпеки відноситься до класу пожежної зони II – III і вибухонебезпечної VI.

6.2. Заходи з охорони праці

Для усунення небезпечних та шкідливих факторів розроблено такі технічні та організаційні заходи.

Обслуговуючий персонал забезпечується спецодягом та індивідуальними засобами захисту. Під час ремонту або техогляду обладнання на щитах управління і щаблах вивішуються плакати: „Не вмикати – працюють люди”.

Для надання первинної долікарської допомоги потерпілому в диспетчерській передбачено два комплекти медичних аптечок, які своєчасно наповнюються медикаментами. Для безпеки праці при обслуговуванні електроустановок проектом передбачено забезпечення обслуговуючого персоналу основними і додатковими засобами захисту, розрахунок яких приведений в таблиці 6.2.

В даній роботі індивідуальні засоби захисту від ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу картоплексовища розраховані у відповідності з вимогами ПТБ і ПТЕ.

Таблиця 6.2

Засоби захисту обслуговуючого персоналу

Найменування	Марка	ГОСТ, ТУ	Од. вим.	К-сть.	примітка
1. Штанга оперативна універсальна	ШОУ-	ТУ16538231-	шт.	2	засоби захис-
2. Кліщі ізоляційні	10У1	74	шт.	2	ту
3. Пакажчик напруги	К-1000	ТУ34281706-	шт.	1	збері-
4. Кліщі вимірювальні	УНН-1	76	шт.	2	гають-
5. Монтажний інструмент ізольованими ручками	Ц-9Т	ТУ2504956-26			ся в
6. Рукавиці діелектричні	КСН4-2	ТУ3428100Т2-	ком	2	спец. шафі в
7. Боти діелектричні		80	пар	2	диспе-
8. Переносні заземлення 0,4 кВ		ТУ38106359-	пар	3	тчерсь-
9. Килимок діелектричний 45x45 см		79	шт.	4	кій
10. Плакати безпеки		ГОСТ13385-78			
		ГОСТ121018-	шт.	3	
		79	шт.	5	
		ГОСТ4997-75			
		ГОСТ124026-			
		76			

6.3. Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції

Проектом передбачається встановлення заземлюючого пристрою на ТП 10/0,4 кВ. Вихідними даними для розрахунку є:

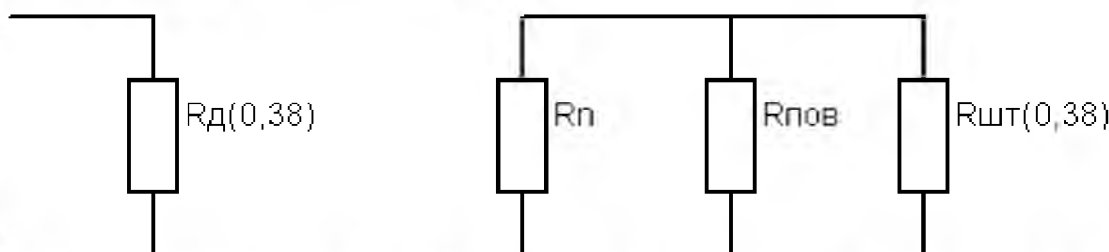
- потужність ТП 10/0,4 кВ: $S_{ТП} = 250$ кВА;
- кількість ліній;
- кількість повторних заземлювачів 1;2;
- питомий опір верхнього шару ґрунту, $\rho_1 = 270$ Ом·м;
- питомий опір нижнього шару ґрунту, $\rho_2 = 140$ Ом·м;
- товщина верхнього шару ґрунту, $h_1 = 3,5$ м;

- довжина лінії напругою 10 кВ, $L_n = 7,5$ км;
- довжина кабельної лінії 10 кВ, $L_k = 1$ км;
- природний заземлювач – фундамент будівлі ($S_b = 50 \text{ м}^2$);
- переріз горизонтального електрода 40×4 мм;
- вертикальні електроди довжиною $l = 5$ м; діаметром $d = 0,012$ м.

Оскільки на ТП використовуються установки до і понад 1 кВ, то до заземлюючого пристрою висувають такі вимоги: вимоги мережі 0,38 кВ і вимоги мережі 10 кВ, які працюють відповідно з глухо заземленою нейтраллю.

Виконуємо вимоги до мережі 0,38 кВ.

Креслимо схему заміщення.



6.1. Схема заміщення лінії 0,38 кВ

Для визначення допустимої величини опору заземлюючого пристрою, враховуємо еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту за формулою:

$$R_{\text{дв}} = \frac{p_1 \cdot p_2 \cdot k \cdot l}{p_1(t + k \cdot l - h_1) + p_2(h_1 - t)}, \quad (6.1)$$

де k – коефіцієнт, що рівний 1 при $p_1 > p_2$;

t – глибина залягання електрода, $t = 0,8$ м.

$$R_{\text{дв}} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 5}{270(0,8 + 1 \cdot 5 - 3,1) + 140(3,1 - 0,8)} = 219,51 \text{ Ом}.$$

Тоді допустима величина опору заземлюючого пристрою з врахуванням питомого опору ґрунту складає:

$$R_{\text{д}(0,38)} = 0,04 \cdot R_{\text{дв}} = 0,04 \cdot 219,51 = 8,7 \text{ Ом}.$$

Визначимо величину опору природного заземлювача, за який використовується залізобетонний фундамент будівлі, за формулою:

$$R_n = 0.5 \cdot \frac{P_{\text{рекв.ф}}}{\sqrt{S_0}}, \quad (6.2)$$

де $P_{\text{рекв.ф}}$ – еквівалентний питомий опір залізобетонного фундаменту, Ом·м.

Значення $P_{\text{рекв.ф}}$ визначаємо за формулою:

$$P_{\text{рекв.ф}} = \delta_1 \left(1 - \ell \frac{-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S_0}}}{\sqrt{S_0}} \right) + \delta_2 \left(1 - \ell \frac{-\beta \frac{\sqrt{S_0}}{h_1}}{h_1} \right), \quad (6.3)$$

де $\alpha = 3,6$, $\beta = 0,1$, якщо $\rho_1 > \rho_2$.

$$P_{\text{рекв.ф}} = 270 \left(1 - \ell \frac{-3,6 \frac{3,1}{\sqrt{50}}}{\sqrt{50}} \right) + 140 \left(1 - \ell \frac{-0,1 \frac{\sqrt{30}}{3,1}}{3,1} \right) = 284,2 \hat{\Omega} \cdot \text{м}$$

$$\text{Тоді } R_n = \frac{0.5 \cdot 284.2}{\sqrt{50}} = 21.68 \hat{\Omega}$$

Опір $R_{\text{д}}(0,38) = 9,2$ Ом за схемою заміщення повинен бути забезпечений з урахуванням природних заземлювачів R_n , штучних заземлювачів $R_{\text{шт}}$ і сумарного опору всіх повторних заземлень повітряної лінії 0,38 кВ.

$$\frac{1}{R_{\text{д}}(0,38)} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_M} + \frac{1}{R_{\text{шт}}} \quad (6.4)$$

Для визначення опору повторних заземлювачів складемо схему мережі 0,38 кВ (рис. 6.2.).

Допустима величина сумарного опору всіх заземлюючі пристроїв повітряної лінії 0,38 кВ з урахуванням питомого опору ґрунту не повинна перевищувати 23 Ом.

Визначимо загальний опір заземлюючі пристроїв на лінії 1:

$$\frac{1}{R_{\text{н1}}} = \frac{1}{R_{\text{г1}}} + \frac{1}{R_{\text{г2}}} + \frac{1}{R_{\text{г3}}} + \frac{1}{R_{\text{г4}}}, \quad (6.5)$$

Оскільки $R_{\text{г1}} = R_{\text{г2}} = R_{\text{г3}} = R_{\text{г4}}$, то

$$R_{n1} = \frac{R_{n3}}{n_{\dot{E}1}} = \frac{30}{4} = 7,5 < 23 \text{ Ом}, \quad (6.6)$$

де $n_{\dot{E}1}$ – кількість повторних заземлювачів.

Аналогічно:

$$R_{\dot{E}2} = \frac{R_{\dot{E}3}}{n_{\dot{E}2}} = \frac{30}{3} = 10 < 23 \text{ Ом}, \quad (6.7)$$

$$R_{\dot{E}3} = \frac{R_{\dot{E}3}}{n_{\dot{E}3}} = \frac{30}{5} = 6 < 23 \text{ Ом}. \quad (6.8)$$

Сумарний опір усіх заземлюючих пристроїв у мережі 0,38 кВ буде:

$$R_{\text{ит}} = \frac{R_{\dot{E}1} \cdot R_{\dot{E}2} \cdot R_{\dot{E}3}}{R_{\dot{E}1} \cdot R_{\dot{E}2} + R_{\dot{E}2} \cdot R_{\dot{E}3} + R_{\dot{E}1} \cdot R_{\dot{E}3}} = \frac{7,5 \cdot 10 \cdot 6}{7,5 \cdot 10 + 10 \cdot 6 + 7,5 \cdot 6} = 2,5 \hat{\Omega} \quad (6.9)$$

Знаючи R_n і $R_{\text{пов}}$, визначаємо їх сумарне значення:

$$R_{\text{ааа}} = \frac{R_n \cdot R_{\text{ит}}}{R_n + R_{\text{ит}}} = \frac{20,09 \cdot 2,5}{20,09 + 2,5} = 2,22 \hat{\Omega} \quad (6.10)$$

Оскільки $R_{\text{екв}} < R_d$, то $R_{\text{ин}}(0,38)$ приймаємо максимальне допустиме за ПУЕ

тобто:

$$R_{\text{ит}}(0,38) = 30 \text{ Ом} \cdot R_{\text{екв}} = 64 \text{ Ом}.$$

Допустиму величину опору заземлюючого пристрою визначаємо за формулою:

$$R_{\text{а10}} = \frac{125}{\xi} \leq 10 \hat{\Omega}, \quad (6.11)$$

$$\xi = \frac{U(I_n + 35I_k)}{350},$$

де I_z – струм замикання на землю, А;

L_n , L_k – відповідно протяжність повітряних і кабельних ліній електропередач напругою 10 кВ, км.

$$\xi = \frac{10(200 + 35 \cdot 12,5)}{350} = 20,71 \hat{\Omega}$$

звідси $R_{\text{шт}10} = \frac{12,5}{20,71} = 6,04 < 10 \text{ Ом}$.

Оскільки $R_n < R_{\text{д}10}$, то величина опору штучного заземлювача $R_{\text{шт}10}$

визначаємо за схемою заміщення (рис. 6.3.2.) за формулою:

$$R_{\text{шт}10} = \frac{R_n \cdot R_{\text{д}10}}{R_n - R_{\text{д}10}} = \frac{21,68 \cdot 6,04}{21,68 - 6,04} = 8,68 \hat{\Omega} \quad (6.12)$$

Після порівняння отриманих величин $R_{\text{шт}10}(9,38)$ і $R_{\text{шт}10}$, для розрахунку приймаємо значення, тобто $R_{\text{шт}} = 8,64 \text{ Ом}$.

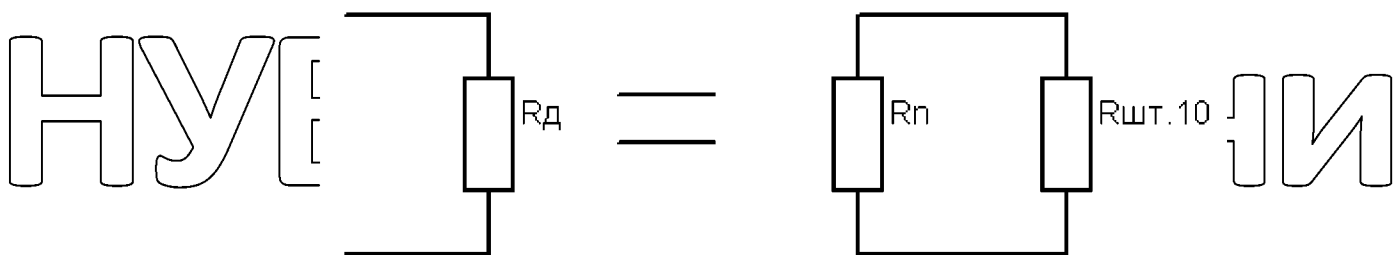


Рис. 6.2. Схема заміщення лінії 10 кВ

Визначаємо опори вертикальних і горизонтальних елементів заземлювача.

Опір одного вертикального заземлювача визначаємо за формулою:

$$R_a = \frac{\hat{E}_n \cdot \delta_{\text{ааа}}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+l}{2h-l} \right), \quad (6.13)$$

де d – діаметр стержня з круглим поперечним перерізом, $d = 0,012 \text{ м}$;

h – відстань від поверхні землі до середини стержня, м;

$$h = t + 0,5 \cdot l = 0,8 + 0,5 \cdot 5 = 3,3 \text{ м};$$

K_c – коефіцієнт сезонності, $K_c = 1,15$.

$$R_a = \frac{1,5 \cdot 219,51}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left(\ln \frac{25}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,1 + 5}{4 \cdot 3,1 - 5} \right) = 78,498 \hat{\Omega}$$

Тоді провідність буде розраховуватись за формулою:

$$g = \frac{1}{R_a}, \quad (6.14)$$

$$g = \frac{1}{78,498} = 0,0127 \hat{\Omega}^{-1}$$

Визначаємо попередню кількість вертикальних стержнів без урахування екранування між ними:

$$n = \frac{R_{\dot{a}}}{R_{\text{од}}} = \frac{78,498}{8,64} = 9,08. \quad (6.15)$$

Приймаємо $n = 12$ шт.

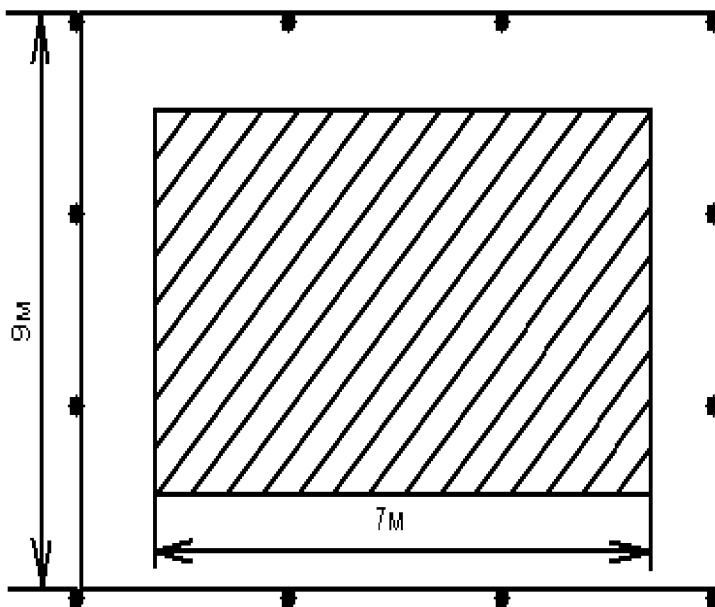


Рис. 6.3. Схема контура заземлення

Сторона контура заземлювача складає 9 м, а довжина горизонтальних елементів $l_2 = 36$ м.

Для визначення опору горизонтальних елементів спочатку визначаємо еквівалентний опір ґрунту p_1 з використанням лінійної інтерполяції.

$$\frac{p_1}{p_2} = 1,88; \quad h_1 = 3,1 \text{ м}; \quad l = 36 \text{ м}. \quad (6.16)$$

$$1. \quad \frac{p_1}{p_2} = 1; \quad h = 3,1 \text{ м}; \quad l_2 = 36 \text{ м}; \quad l_2 = 30 \text{ м}; \quad l_2 = 40 \text{ м}. \quad (\text{рис. 6.3.4a}).$$

$$\frac{p_{e2}}{p_2} = 1,5 - \frac{1,5 - 1,48}{40 - 30} (36 - 30) = 1,488.$$

$$2. \quad \frac{p_1}{p_2} = 5; \quad h = 3,1 \text{ м}; \quad l_2 = 36 \text{ м}, \text{ між } l_2 = 30 \text{ м і } l_2 = 40 \text{ м} \quad (\text{рис. 6.3.4б});$$

$$\frac{p_{e2}}{p_2} = 3,85 - \frac{3,83 - 3,74}{40 - 30} (36 - 30) = 3,776.$$

3. $h1 = 3$ м; $l2 = 36$ м; $p1, p2 = 1,88$ між $p1/p2 = 1$ і $p1/p2 = 5$ (рис. 6.3.4.в);

$$\frac{p_{e2}}{p_2} = 1,488 - \frac{3,776 - 1,488}{5 - 1} (1,88 - 1) = 1,99.$$

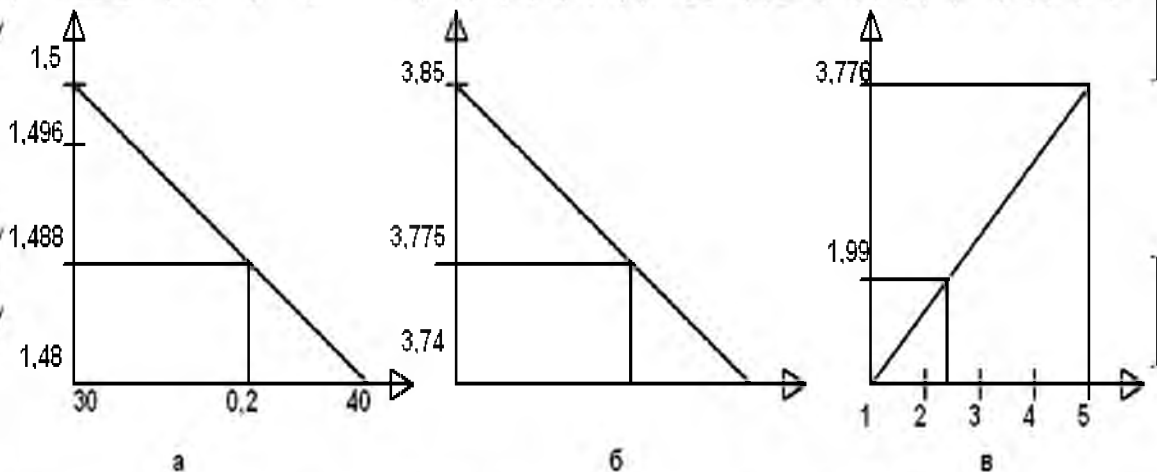


Рис. 6.4. Лінійна інтерполяція p_{e2}/p_2

Тепер можна визначити опір горизонтального елемента заземлюючого контуру за формулою:

$$R_1 = \frac{k_c \cdot p_{e2}}{2\pi l_1} \ln \frac{2l_2}{B \cdot l} = \frac{2,0 \cdot 257,1}{6,28 \cdot 36} \ln \frac{2 \cdot 36}{0,04 \cdot 0,8} = 25,7 \Omega. \quad (6.17)$$

Провідність горизонтальних елементів буде:

$$g_p = \frac{1}{R_r} = 0,0389 \hat{n}^{-1}. \quad (6.18)$$

Значення коефіцієнта використання знаходимо за таблицею, шляхом послідовної лінійної інтерполяції при $h1/l = 0,5$;

$$a/l = 1,8; \quad p1/p2 = 7; \quad n = 4.$$

$$1. \quad p1/p2 = 3; \quad n = 4; \quad h1/l = 0,5; \quad a/l = 1 \text{ і } a/l = 2;$$

$$n = 0,631 + \frac{0,670 - 0,631}{2 - 1} (1,8 - 1) = 0,662$$

$$2. \quad p1/p2 = 3; \quad n = 4; \quad h1/l = 0,5; \quad a/l = 1,6 \text{ між } a/l = 1 \text{ і } a/l = 2;$$

3. $p_1/p_2 = 3$; $n = 4$; $a/l = 1,6$; $h_1/l = 0,6$ між $h_1/l = 0,5$ і $h_1/l = 1$;

$$n = 0,607 + \frac{0,655 - 0,607}{2,0 - 1} (1,8 - 1) = 0,645.$$

$$n = 0,662 - \frac{0,662 - 0,645}{1 - 0,5} (0,6 - 0,5) = 0,658.$$

4. $p_1/p_2 = 10$; $n = 4$; $h_1/l = 0,5$; $a/l = 1,8$ між $a/l = 1$ і $a/l = 2$;

$$n = 0,739 + \frac{0,79 - 0,739}{2 - 1} (1,8 - 1) = 0,78.$$

5. $p_1/p_2 = 10$; $n = 4$; $h_1/l = 1,0$; $a/l = 1,8$ між $a/l = 1$ і $a/l = 2$;

6. $p_1/p_2 = 10$; $n = 4$; $a/l = 1,8$; $h_1/l = 0,6$ між $h_1/l = 0,5$ і $h_1/l = 1$;

$$n = 0,722 + \frac{0,761 - 0,722}{2 - 1} (1,8 - 1) = 0,753.$$

$$n = 0,78 + \frac{0,78 - 0,753}{1 - 0,5} (0,6 - 0,5) = 0,775.$$

7. $n = 4$; $h_1/l = 0,6$; $a/l = 1,8$; $p_1/p_2 = 7$ між $p_1/p_2 = 3$ і $p_1/p_2 = 10$;

$$n = 0,658 + \frac{0,775 - 0,658}{10 - 3} (7 - 3) = 0,725.$$

Тоді опір штучного заземлювача трансформаторної підстанції визначається:

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{n(D \cdot p_B \cdot p_n)} = \frac{1}{0,725 (12 \cdot 0,0366 \cdot 0,0389)} = 7,44 \hat{\Omega} < 8,64 \text{ Ом} \quad (6.20)$$

Таким чином штучний заземлювач є замкненим контуром, що включає 9 вертикальних стержнів довжиною 5 м, з'єднаних штабом довжиною 36 м.

Загальний опір заземлюючого контура з урахуванням природного заземлювача і повторних заземлювачів повітряної лінії при цьому буде:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_{\text{орі}}} + \frac{1}{R_{\text{шт}}} = \frac{1}{21,68} + \frac{1}{7,44} + \frac{1}{2,5} = 0,596 \hat{\Omega} \quad (6.21)$$

Тоді $R_3 = 1,71 < 4 \text{ Ом}$, що задовольняє вимогам пункту 1.7.62 ПУЕ – 2017.

6.4. Блискавкозахист

Захист картоплесховища від прямих ударів блискавки передбачається тросовим блискавковідводом, встановленим на споруді.

Картоплесховище відноситься до III групи блискавкозахисту, зони захисту Б. Основною характеристикою блискавковідводів є зона захисту навколо нього. Розміри картоплесховища:

$$A = 53 \text{ м};$$

$$B = 45 \text{ м};$$

$$H = 6 \text{ м}.$$

Визначаємо висоту блискавковідводу:

$$h_b = 0,67 \cdot r_0 + 0,4h_0 \quad (6,22)$$

де $r_0 = B / 2$, $h_0 = H$;

$$r_0 = 45 / 2 = 22,5 \text{ м}; \quad h = 6 \text{ м}.$$

$$h_b = 0,67 \cdot 22,5 + 0,4 \cdot 6 = 17,5 \text{ м}.$$

Для виконання блискавковідводу приймаємо трос перерізом $35 - 50 \text{ мм}^2$; довжина між двома штирями $i = 0,2$. Висота опори, до якої кріпиться трос, з врахуванням стріли провисання троса ($h_{стр} = 2 \text{ м}$).

$$h_{оп} = h_b + h_{стр} \quad (6,23)$$

$$h_{оп} = 17,5 + 2 = 19,5 \text{ м}.$$

Заземлення виконується шиною розміром $40 \times 4 \text{ мм}$, яка вкладається на обидва боки будівлі на глибині $0,8 \text{ м}$.

6.5. Пожежна безпека

При вході в картоплесховище передбачається установка щита з комплектом протипожежного інвентаря (таблиця 6.3).

Таблиця 6.3

Протипожежний інвентар

Засіб	Тип	К-сть
Вогнегасник хімічний, пінний	ОХП-10	2
Вогнегасник вуглекислотний	ОУ-5	2
Відро		1
Сокира		1
Лом		1
Багор		1
Лопата		1
Ящик з піском	1 м ³	1

В операторській ОУ – 5 3 штуки.
В основному пожежа виникає внаслідок порушення правил експлуатації.
Засобами запобігання пожежі є своєчасне виявлення пошкодженої ізоляції електрообладнання та виявлення будь – яких неполадок.

Необхідно пам'ятати, що гасити тліючі електроустановки можна тільки після відключення напруги і лише вуглекислотними, вогнегасниками або порошковими.

При виконанні ремонтних робіт в картоплясховищі використовують ручні електричні машини класу I: свердлильні, шліфувальні, заточні, електропилки, електрорубанки тощо.

Для захисту робітників від ураження електричним струмом при роботі ізоляції цих машин на корпус передбачено використання захисного пристрою ИЭ 9814.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна ефективність застосування пристрою для магнітної обробки картоплі визначалася за відомими методиками [105]. Як база для порівняння прийнята існуюча технологія і технічні засоби вирощування картоплі.

Порівняння інвестиційних проєктів і вибір кращого з них рекомендується здійснювати з використанням таких показників [105]:

чистий дисконтований прибуток (ЧДП) або інтегральний ефект;

індекс прибутковості (ІП);

внутрішня норма прибутковості (ВНП);

термін окупності.

Величину ЧДП при постійній нормі дисконту (E) визначають за формулою:

$$\text{ЧДП} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K, \quad (7.1)$$

де R_t – результати, які досягаються на кроці t ,

Z_t – витрати, які здійснюються на кроці t (без капітальних вкладень);

T – тривалість розрахункового періоду;

E – постійна норма дисконту;

K – капітальні вкладення.

Результати, які досягаються у будь-який період R_t , визначаються вартістю додатково отриманої картоплі R_n .

Капітальні вкладення у даному випадку будуть тільки на першому етапі експлуатації:

$$K = B_{ек}, \quad (7.2)$$

де $B_{ек}$ – вартість електротехнологічного комплексу для магнітної обробки картоплі.

Норма дисконту приймається постійною і рівною $E = 0,17$.

Індекс прибутковості, який є відношенням суми приведених ефектів до величини капітальних вкладень, розраховується за формулою:

Індекс прибутковості $IP = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \frac{1}{(1+E)^t}$ (7.3)

Індекс прибутковості тісно пов'язаний з ЧДП, якщо ЧДП позитивний, то ІП більший за одиницю і навпаки. Якщо ІП більший за одиницю, проект ефективний, якщо ІП менший за одиницю – неефективний.

Внутрішня норма прибутковості $E_{ВН}$ (ВНП) є нормою дисконту, при якій величина приведених ефектів дорівнює приведеному капітальному вкладенням.

$E_{ВН}$ визначається при розв'язанні рівняння:

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1 + E_{ВН})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K}{(1 + E_{ВН})^t} \quad (7.4)$$

Коли ВНП дорівнює або більше потрібної інвестору норми прибутку на капітал, інвестиції у даний інвестиційний проект виправдані. В іншому разі вони недоцільні.

Термін окупності – мінімальний часовий інтервал (від початку здійснення проекту), за межами якого інтегральний ефект стає і в подальшому залишається невід'ємним.

На рис. 7.1 та рис. 7.2 наведені відповідно зміни чистого дисконтного прибутку та індексу прибутковості при тривалості розрахункового періоду експлуатації пристрою для магнітної обробки картоплі п'ять років.

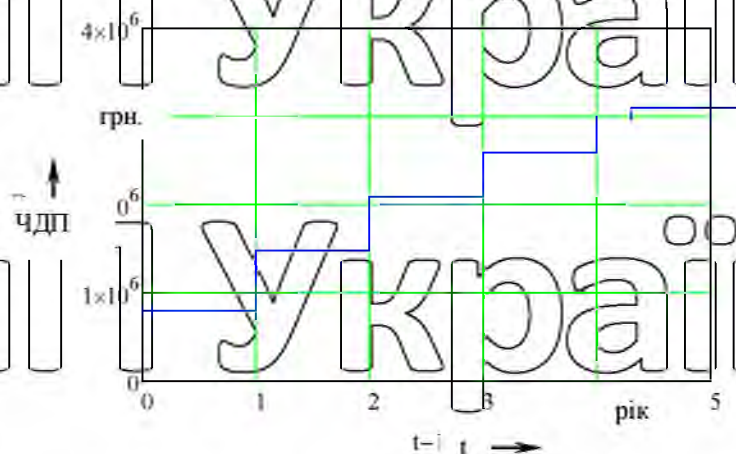


Рис. 7.1 Залежність чистого дисконтного прибутку пристрою для магнітної обробки картоплі від тривалості розрахункового періоду

З рис. 7.1 випливає, що на вже у перший рік експлуатації електромагнітного комплексу для магнітної обробки картоплі ЧДП позитивний, що є показником ефективності проекту.

На першому та наступних роках експлуатації індекс прибутковості позитивний і більший за одиницю, що також свідчить про ефективність проекту.

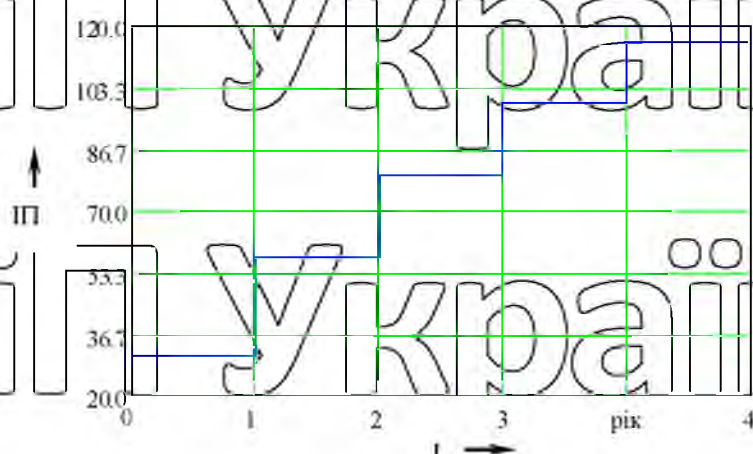


Рис. 7.2. Залежність індексу прибутковості від тривалості розрахункового періоду

Внутрішня норма прибутковості $E_{ВН}$ складає 35,71, а термін окупності електротехнологічного комплексу для магнітної обробки картоплі – один рік.

ВИСНОВКИ

1. Для зменшення втрат картоплі при її зберіганні необхідно підтримувати оптимальні технологічні параметри в картоплесховищі. Для цього найчастіше використовують вентилятори, нагрівальні установки, зволожувачі повітря. Використання цього обладнання забезпечує зменшення втрат продукції до 20 %, зниження експлуатаційних витрат на 15 – 20 %.

2. Обґрунтовано та вибрано технологічне обладнання для картоплесховища, яке забезпечує механізацію основних технологічних процесів.

3. Обґрунтована система електрообладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплесховищі, водопостачання та освітлення виробничих приміщень.

4. Проведений розрахунок електричної мережі 0,38 кВ та визначена потужність трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ.

5. Розроблені заходи з монтажу, налагодження та експлуатації електрообладнання, складені графіки технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки в картоплесховищі.

6. Обробка картоплі в магнітному полі дає можливість підвищити урожайність, зменшити захворюваність рослин та збільшити термін зберігання картоплі.

7. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що при магнітній обробці зміни біопотенціалу та рН картоплі залежать від квадрата магнітної індукції та швидкості руху картоплі. Встановлено наявність взаємозв'язку між змінами біопотенціалу, рН і урожайністю картоплі, що дає можливість ефективність магнітної обробки картоплі за зміною біопотенціалу та рН.

8. Найефективнішим режимом магнітної обробки картоплі є магнітна індукція 30 мТл при чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху стрічки транспортера 1 м/с. При такому режимі обробки найбільше змінюються біопотенціал, рН, біометричні показники та урожайність картоплі.

9. Розроблено конструкцію магнітної системи пристрою для магнітної обробки картоплі з використанням імітаційної ELCUT-моделі та проведені дослідження пристрою для магнітної обробки картоплі.

10. Встановлено, що обробка картоплі у магнітному полі підвищує урожайність на 17-21%, кількість товарних бульб зростає на 15%. Застосування пристрою для магнітної обробки картоплі забезпечує на площі 4 га чистий дисконтний прибуток 3164 грн. Термін окупності становить 1 рік, а індекс прибутковості у перший рік експлуатації більший за одиницю, що підтверджує високу ефективність розробки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИРОКИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи електропривода / Ю.М. Лавріненко, П.І. Савченко, О. Ю. Синявський та ін.; за ред. Ю.М. Лавріненка. - К.: Ліра-К, 2016. - 504 с.

2. Довідник сільського електрика / за редакцією В.С. Олійника. - К.:

Урожай, 1989 - 264 с.

3. Механізація та автоматизація у тваринництві та птахівництві / О.С. Марченко, О.В. Дацишин, Ю.М. Лавріненко. - К.: Урожай, 1995. - 416 с.

4. Правила улаштування електроустановок. - К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017.

5. Безпека праці в сільських електроустановках / Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. - К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. - 430 с.

6. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посіб. для студентів вищих навчальних

закладів / Іноземцев Г. Б., Козирський В. В., Лут М. Т., Радько І. П., Синявський О. Ю. - 2-е вид., перероб. і доп. - К., 2014. - 526 с.

7. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу : підруч. / Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. - К. : Аграрна освіта, 2011. - 448 с.

8. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній / Є.І. Жулай, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. - К. „Урожай”, 2001 - 288 с.

9. Червінський Л.С. Електричне освітлення і опромінення. - К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. - 214 с.

10. Лысаков А.А. Влияние магнитного поля на сохранность картофеля / А.А. Лысаков, Р.В. Иванов // Успехи современного естествознания. - 2014. - №

8 - С. 103-106.

11. Kozyrskyi V. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field / V. Kozyrskyi, V. Savchenko, O. Sinyavsky // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, 2018.

P. 576 - 620. (Scopus)

12. Vlasov S., The impact of residual magnetization on accelerating grout mixture coagulation processes and their physical and mechanical properties / S. Vlasov, S. Tymchenko, O. Sinitsyna, O. Buhrim // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2017. - № 4. - С. 5-13. (Scopus)

13. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.198. // Держнаглядохоронірації України. - К.: Основа, 1998. - 380 с.

14. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Основа, 1998 - 380 с.

15. Лут М.Т. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК // Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. - Х.: Факт, 2008. - 438 с.

16. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савченко П.І., Савченко В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. - К.: Аграр Медіа Груп, 2015. - 604 с.

17. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення".

18. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.

19. Савченко В.В. Вплив електромагнітної обробки на фізико-хімічні процеси в картоплі / В.В. Савченко // Науковий вісник НУБіП України. - 2010. - № 148. - С. 86-92.

20. Савченко В.В. Механізм дії електромагнітного поля при передпосівній обробці картоплі [Електронний ресерс] / В.В. Савченко // Енергетика і автоматика - 2010. - № 3(5).

21. Савченко В.В. Визначення ефекту електромагнітної обробки картоплі / В.В. Савченко // Науковий вісник НУБіП України. - 2010. - № 153. - С. 138-145.

22. Савченко В.В. Вплив магнітної обробки на урожайність і біометричні показники картоплі / В.В. Савченко // Енергетика і автоматика - 2011. - № 1(7).

23. Савченко В.В. Дослідження електротехнологічного комплексу для магнітної обробки картоплі [Електронний ресурс] / В.В. Савченко // Енергетика і автоматика – 2011. – № 2(8).

24. Синявський О.Ю. Зміна біопотенціалу бульби картоплі при обробці у магнітному полі / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Харків, 2010. – Вип. 116. – С. 103–105.

25. Савченко В.В. Вплив енергетичної дози обробки картоплі у магнітному полі на біопотенціал і урожайність / В.В. Савченко // Науковий вісник НУБіП України. – 2011. – № 163, ч.3. – С. 73–79.

26. Синявський О.Ю. Дослідження установки для передпосадкової обробки картоплі у магнітному полі / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко // Науковий вісник НУБіП України. – 2011. – № 163, ч.4. – С. 31–37.

27. Синявський О.Ю. Зміна рН бульби картоплі при обробці у магнітному полі / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко // Енергетика і автоматика – 2011 – № 4(10).

28. Sinyavsky A. Magnetic treatment of potato tubers / A. Sinyavsky, V. Savchenko // Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. – Agriculture (Agricultural and Forest Engineering). – Warsaw: 2011. – № 57. – P. 57–64.

29. Пат. на корисну модель 66611 Україна МПК А01С 1/00. Спосіб передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур / Іноземцев Г.Б., Синявський О.Ю., Окушко О.В., Савченко В.В., Паранюк В.О.; заявник і власник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – № u201107765; заявл. 20.06.11; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1/2012.

30. Пат. на корисну модель 57170 Україна МПК А01G 7/04. Пристрій для обробки сільськогосподарської продукції в магнітному полі / Савченко В.В., Петренко А.В. Синявський О.Ю., Чапний М.В.; заявник і власник Савченко В.В., Петренко А.В. Синявський О.Ю., Чапний М.В. – № u201009714; заявл. 04.08.10; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 3/2011.

Картка обліку використання стандартів у магістерській кваліфікаційній роботі

НУБІП України

Етапи застосування стандартів при виконанні дипломного проекту	ДСТУ, ГОСТ, гармонізовані стандарти, стандарти IEC, ISO		
	Назва ДСТУ	Назва міжнародного стандарту (ISO, EN, IEC та ін.)	Джерело посилання
Вибір електротехно-логічного обладнання	ДСТУ 2304-93 Апарати комутаційні електричні. Терміни та визначення	IEC 60050-131 International Electrotechnical Vocabulary	
	ДСТУ 3025-95 (ГОСТ 9098-93) Вимикачі автоматичні низьковольтні. Загальні технічні умови	IEC 60898-2(2003) Electrical accessories. Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. Circuit-breakers for a.c and d.c. operation.	
	ДСТУ 3349-96 (ГОСТ 26430-96) Вимикачі (перемикачі) шляхові безконтактні. Загальні технічні умови		
	ДСТУ 3786-98 Запобіжники топки. Терміни та визначення	IEC 60050-121 International Electrotechnical Vocabulary	
	ДСТУ IEC 60269-1:2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Ч.1. Загальні технічні вимоги. (IEC 60269-1:1998, IDT)	IEC 60269-1 Low-voltage fuses - Part 1: General requirements	
	ДСТУ IEC 60269-2:2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Ч.2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників промислового призначення (IEC 60269-2:1995, IDT).	IEC 60269-2 Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)	
	ДСТУ 2304-93 Апарати комутаційні електричні. Терміни та визначення	IEC 60050-131 International Electrotechnical Vocabulary	
	ДСТУ 2848-94 Апарати електричні комутаційні. Основні поняття. Терміни та визначення	IEC 60947-4-2(2007) Identifier Specification for low-voltage switchgear and controlgear. Contactors and motor-starters. A.C. semiconductor motor controllers and starters.	
	ДСТУ 2936-84 Реле електричні. Терміни та визначення	IEC 60050-131 International Electrotechnical Vocabulary	
	ДСТУ 2846-94 (ГОСТ 11206-93) Контактори електромагнітні низьковольтні. Загальні технічні умови	IEC 60947-4-1(2009) Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motor-starters. Electromechanical contactors and motor-starters.	

	<p>ДСТУ 3020-95 (ГОСТ 12434-95) Апарати комутаційні низьковольтні. Загальні технічні умови.</p>		
	<p>ДСТУ 2286-93 Машини електричні обертові. Терміни та визначення.</p>	<p>IEC 60050-411 Internation Electronecnical Vocabulary. P.141. Rotating mashinery</p>	
	<p>ДСТУ 3827-98 Обертові електричні машини. Характеристики машин. Терміни та визначення.</p>	<p>IEC 60050-411 Internation Electronecnical Vocabulary P.141. Rotating mashinery</p>	
	<p>ДСТУ 2649-94 (ГОСТ 30195-94) Електродвигуни асинхронні заглибні. Загальні технічні умови.</p>		
	<p>ДСТУ 3623-97 Лампи електричні. Терміни та визначення.</p>	<p>IEC 60050-131 Internation Electronecnical Vocabulary</p>	
	<p>ДСТУ IEC 60064-2001 Лампи розжарювання вольфрамові загального освітлення побутового та аналогічного призначення. Вимоги до робочих характеристик (IEC 60064-1993, IDT)</p>	<p>IEC 60064:1996 Title Identifier Tungsten filament lamps for domestic and similar general lighting purposes. Performance requirements</p>	
	<p>ДСТУ IEC 60188-2003 Лампи ртутні паросвітні високого тиску. Технічні умови (IEC 60188- 2001, IDT)</p>	<p>IEC 60188:2001 High-pressure mercury vapour lamps. Performance specification</p>	
	<p>ДСТУ IEC 60901-2001 Лампи люмінесцентні однорічкові. Вимоги до робочих характеристик (IEC 60901:1996, IDT)</p>	<p>IEC 60901:1996 Title Identifier Specification for single-capped fluorescent lamps. Performance specifications</p>	
	<p>ДСТУ IEC 61167-2005 Лампи металогенові (IEC 61167:1992, IDT)</p>	<p>IEC 61167:2003 Metal halide lamps</p>	
	<p>ДСТУ IEC 60598-1-2002 Світильники. Ч.1. Загальні вимоги й випробування (IEC 60598-1:1999, IDT)</p>	<p>IEC 60598-1:1999- Luminaires Part 1: General requirements and tests</p>	
	<p>ДСТУ IEC 60598-2-1-2002 Світильники. Ч.2. Окремі вимоги. Розділ 1. Світильники стаціонарні загального призначення (IEC 60598-2-1:1979, IDT)</p>	<p>IEC 60598-2-1:1979 Luminaires. Part 2: Particular requirements. Section One: Fixed general purpose luminaires</p>	
<p>Детальна розробка</p>	<p>ДСТУ IEC 60947-6-1:2007 Пристрої комплектні розподільчі низьковольтні. Ч.6- 1. Багатофункціональне обладнання. Перемикальне комутаційне обладнання (IEC 60947-6-1:2005, IDT)</p>	<p>IEC 60947-6-1:2006 Low-voltage switchgear and controlgear. Multiple function equipment. Transfer switching equipment</p>	
	<p>ДСТУ IEC 60034-5:2005 Машини електричні обертові. Ч.5. Ступені захисту, забезпечувані цілісною конструкцією обертових електричних машин (IP – код). Класифікація. (IEC 60034-5:2000, IDT)</p>	<p>IEC 60034-5:2000 Rotating electrical machines. Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code). Classification</p>	

<p>НУБІП України</p>	<p>ДСТУ ІЕС 60034-7:2005 Машини електричні обертові. Ч.7. Класифікація типів за конструкцією, установчим монтажем та розміщенням клемної коробки (IM – код). (ІЕС 60034- 7:2001, IDT)</p>	<p>IEC 60034-7:2001 Part 7 Classification of types of construction, mounting arrangements & terminal box position (IM Code)</p>	<p>України</p>
<p>НУБІП України</p>	<p>ДСТУ ІЕС 60034-8:2005 Машини електричні обертові. Ч.8. Маркування виводів і напрямок обертання (ІЕС 60034-8:2002, IDT)</p>	<p>IEC 60034-8:2002 Title Identifier Rotating electrical machines. Terminal markings and direction of rotation</p>	<p>України</p>
<p>НУБІП України</p>	<p>ДСТУ 2365-94 Машини електричні асинхронні потужністю до 400 кВт включно. Двигуни. Загальні технічні умови.</p>		<p>України</p>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України