

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

УДК 621.3:631.24(477.81)

ПОГОДЖЕНО
Директор ІНІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

КАПЛУН В.В.

(підпис)

« _____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

ОКУШКО О.В.

(підпис)

« _____ » _____ 2024 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

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Усенко С.М.

(ПБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., ДОЦЕНТ

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Савченко В.В.

(ПБ)

Виконав

(підпис)

Юськів Р.В.

(ПБ)

КИЇВ – 2024

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій
к.т.н., доцент _____ /**ОКУШКО О.В.**/
(підпис)
« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ
Юськіву Руслану Васильовичу

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”
затверджена наказом ректора НУБіП України від 26.09.202 № 1666”С”
Термін подання завершеної роботи на кафедру 15. 11 . 2024
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 автоматизованого електрообладнання для підтримання технологічних
параметрів у картоплесховищі.
2. Аналіз технологічного електротехнічного обладнання картоплесховища.
3. Дослідження обладнання для обробки картоплі.
4. Заходи з енергозбереження в картоплесховищі
5. Заходи з охорони праці у картоплесховищі.
7. Техніко-економічне обґрунтування пристрою для магнітної обробки картоплі.

Дата видачі завдання 27.09.2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____
(підпис)
Завдання прийняв до виконання _____
(підпис) (прізвище)

Савченко В.В.
(ПІБ)
Юськів Р.В.

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 71 с., 26 рис., 20 табл., 29 джерел.

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

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..

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

Проведений аналіз технологічного та автоматизованого електрообладнання, яке застосовується в картоплесховищі, розглянуті питання енергозбереження 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 пристрою для магнітної обробки картоплі.

Галузь застосування – овочівництво.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДТРИМАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ	9
1.1. Технологічний процес зберігання картоплі	9
1.2. Автоматизоване електрообладнання для картоплесховища	10
1.3. Характеристика картоплесховища	17
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ КАРТОПЛЕСХОВИЩА	19
2.1. Технологічне обладнання	19
2.2. Вентиляція і опалення картоплесховища	19
2.3. Водопостачання картоплесховища	20
2.4. Освітлення картоплесховища	20
2.5. Силове електрообладнання, кабелі та проводи живлення, шафи керування	21
2.6. Розрахунок електричних навантажень та вибір джерела живлення	26
РОЗДІЛ 3 ОБРОБКА КАРТОПЛІ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ	28
3.1. Аналіз експериментальних досліджень з обробки картоплі в постійному магнітному полі	28
3.2. Теоретичні дослідження впливу магнітного поля на бульбу картоплі	30
3.3. Експериментальні дослідження впливу магнітного поля на бульбу картоплі	31
3.4. Результати польових досліджень впливу магнітної обробки на урожайність і біометричні показники картоплі	36
3.5. Обґрунтування геометрії пристрою для магнітної обробки з періодичною магнітною системою	39
3.6. Розробка системи керування потоковою лінією обробки картоплі	44

РОЗДІЛ 4.....	48
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В КАРТОПЛЕСХОВИЩІ.....	48
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	50
5.1 Аналіз стану безпеки праці в картоплесховищі	52
5.2. Заходи з охорони праці	53
5.3. Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції	54
5.4. Блискавкозахист	61
5.5. Пожежна безпека	62
РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ КАРТОПЛІ.....	64
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИРОКИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

E – окислювально-відновний потенціал;

I – електричний струм;

M – момент;

БП – біопотенціал;

B – магнітна індукція;

v – швидкість;

R – активний опір;

s – ковзання двигуна;

τ – стала часу;

t – час;

T – температура;

X – реактивний опір;

U – напруга;

ω – кутова швидкість;

V – об'єм.

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.

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

У магістерській роботі проаналізовані технологічний процес зберігання картоплі, обладнання для завантаження і розвантаження картоплі в сховище, опалення, вентиляції, водопостачання, освітлення, розроблена принципіальна схема автоматичного регулювання температурного режиму, проведені дослідження обробки картоплі в магнітному полі, розглянуті питання енергопостачання та визначені заходи з безпеки праці, наведені економічні розрахунки.

Мета досліджень – розроблення 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.; іономір 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 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 проаналізоване технологічне та електротехнічне обладнання для підтримання технологічних параметрів у картоплесховищі, розглянуті питання енергозбереження 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 магнітної обробки картоплі в картоплесховищах.

Результати досліджень опубліковані в праці:

Юськів Р.В., Савченко В.В. Обробка картоплі в магнітному полі. Тези доповідей 77-тої науково-практичної конференції студентів «Енергозабезпечення, електротехнології, електротехніка та інтелектуальні управляючі системи в АПК, м. Київ, 25 квітня 2024 р. С. 56.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДТРИМАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

1.1. Технологічний процес 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 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 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. У цей період зберігання вентиляційні установки вмикаються лише при підвищенні температури в насипу картоплі до чотирьох і більше градусів.

1.2. Автоматизоване електрообладнання для картоплесховища

У вітчизняній та зарубіжній практиці автоматизації картоплесховищ використовують САР лише температурними режимами. Автоматичне регулювання вологості не знаходить широкого застосування через відсутність довговічних та чутливих датчиків вологості, що надійно працюють при відносній вологості повітря понад 90 %. У разі потреби вологістю керують вручну, включаючи витяжні вентилятори.

Для керування мікрокліматом у картоплесховищі найбільшого поширення набули дві типові системи: обладнання типу ОРТХ та «Середовище». Обладнання регулювання температури (ОРТХ) забезпечує підтримку технологічно обґрунтованих температурних режимів припливного повітря,

маси продукції, що зберігається, та повітря верхньої зони в сховищах місткістю до 1000 т з числом вентиляційних камер не більше двох.

Устаткування типу ОРТХ складається з таких основних частин (рис. 1.1): радіального вентилятора 1, припливної 2 і витяжної шахт, змішувального клапана 3, що регулює співвідношення змішаного повітря (зовнішнього та внутрішнього) та рециркуляційно-опалювального агрегату 4.

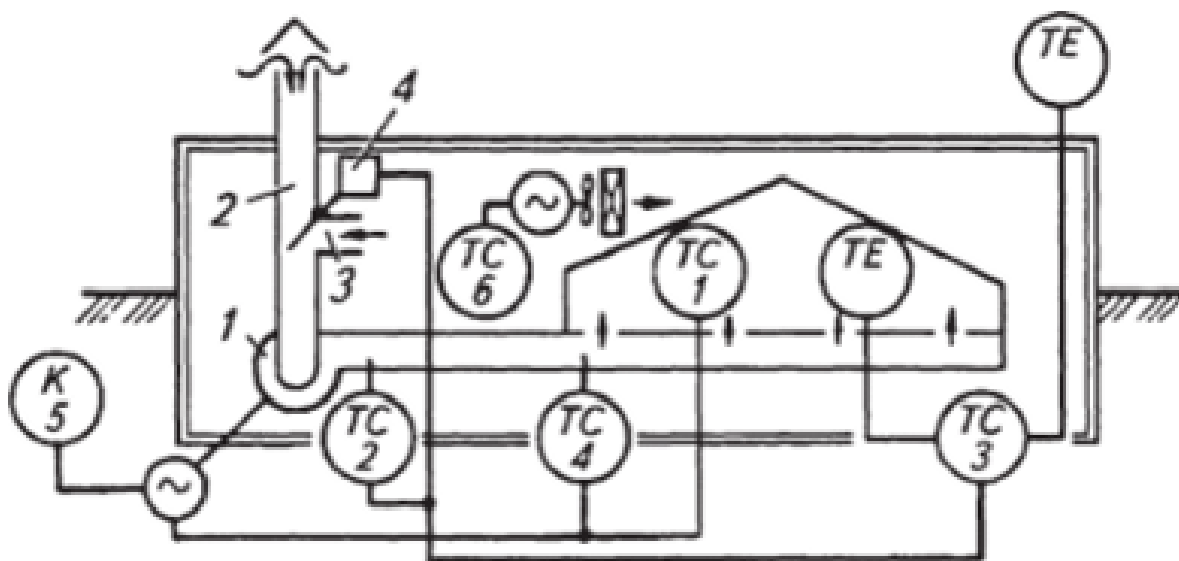


Рис. 1.1. Функціональна схема керування мікрокліматом в овочесховищі:
1 – радіальний вентилятор; 2 – припливна шахта; 3 – змішувальний клапан;
4 – рециркуляційно-опалювальний агрегат

Для керування технологічним обладнанням активної вентиляції та опалення використовують шафу автоматики ШАУ-АВ, у якому зібрана регулююча, програмна, пускова та вимірювальна апаратура, у тому числі п'ять терморегуляторів (рис. 1.2).

Регулятор ТС1 (див. рис. 2.1) контролює температуру всередині маси продукту та включає вентилятор при її підвищенні. При витраті повітря 100...300 м³/год на 1 т продукту, що зберігається, постійна часу об'єкта керування досягає 7...8 год. Регулятор ТС2 стабілізує температуру повітря в магістральному каналі за допомогою перестановки змішувального пристрою і зміни таким чином співвідношення кількостей зовнішнього і рециркуляційного

повітря. При відключенні вентилятора або зменшенні різниці температур зовнішнього повітря і продукту, що зберігається, змішувальний пристрій автоматично закривається.

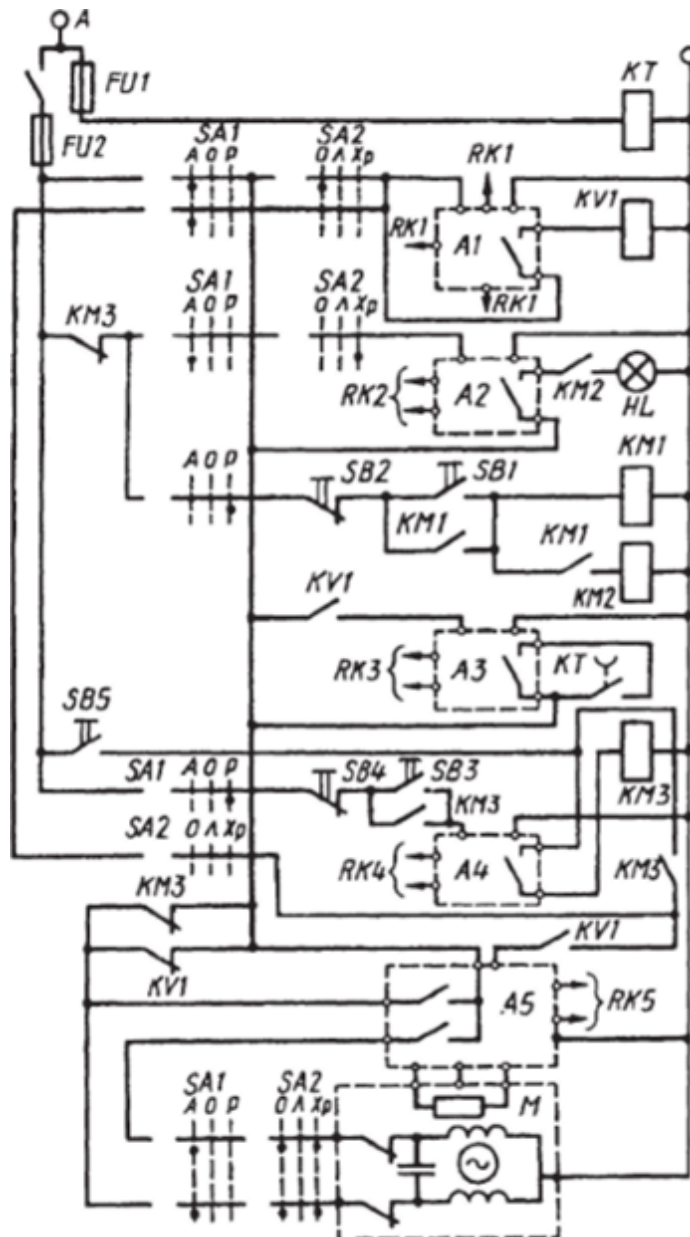


Рис. 1.2. Принципіальна електрична схема керування мікрокліматом в овочесховищі

Регулятор ТС3 контролює різницю температур зовнішнього повітря і продукту, що зберігається і в разі достатнього її значення (зовні значно холодніше) дає дозвіл на відкриття змішувального пристрою. Регулятор ТС4

контролює температуру в магістральному каналі та при її аварійному зниженні відключає вентилятор. Реле часу К5 керує роботою вентилятора за заданою програмою незалежно від поточного значення температури продукту, що зберігається. Регулятор ТС6 контролює температуру повітря в надзасипному просторі та керує роботою рециркуляційно-опалювального агрегату.

Регулятор ТС2 працює за безперервним принципом (П-регулятор), всі інші регулятори діють за двопозиційним законом.

Крім того, всередині шафи розміщено обігрівач, керований камерним терморегулятором, проміжні реле та інша апаратура. На дверцятах шафи знаходяться логометр з перемикачем точок вимірювання, перемикачі та сигнальна апаратура. Датчики ТЕ температури маси продукту, що зберігається, розміщують на глибині 0,5...0,7 м від рівня насипу, зміцнюючи їх на металевому тросі при укладанні продукту. У масі продукту встановлюють тричотири датчики. Датчики температури зовнішнього повітря встановлюють не ближче 0,5 м від стіни сховища і захищають від прямих сонячних променів.

Установка ШАУ-АВ працює у ручному та автоматичному режимах. У ручному режимі перемикач SA1 «Припливний вентилятор» встановлюють у положення Р. Припливним вентилятором та опалювальними агрегатами керують з лицьової панелі шафи ШАУ-АВ, а пристроєм змішувача — «за місцем». Регулятор А4, що знаходиться постійно в роботі, відключає вентилятор у разі зниження температури припливного повітря до небезпечного рівня.

Ручне керування слід використовувати лише для налагоджувальних та аварійних робіт.

В автоматичному режимі перемикач SA1 встановлюють у положення А.

Лікувальний період. Перемикач режимів зберігання SA2 в положення «Л», припливний вентилятор (магнітний пускач КМЗ) включається - відключається першою програмою реле часу КТ (через контакти регулятора А4). У разі зниження температури вентиляційного повітря А4 відключає вентилятор.

Рециркуляційно-опалювальні агрегати та обігрівач змішувального пристрою закритий, ним керують кнопками «за місцем».

Період охолодження. Перемикач режимів SA2 перебуває у положенні О. У роботі беруть участь терморегулятори А1, А3, А4 і А5. За наявності достатньої різниці температур зовнішнього та внутрішнього повітря (2...3 °С) терморегулятор А1 включає реле KV1, через контакти якого напруга живлення подається на А3. Регулятор А3 у разі підвищення температури у масі продукту включає магнітний пускач КМЗ вентилятора (якщо цьому перешкоджає А4). Подача зовнішнього повітря в сховище триває до тих пір, поки температура в масі продукту не знизиться до рівня розмикання контактів А3 або доки не зменшиться до заданого рівня різниця температур, контрольована А1. При спрацюванні КМЗ включається П-регулятор А5, що регулює температуру припливного повітря за рахунок перестановки змішувального пристрою виконавчим механізмом М. У цьому випадку блокування, що діє на закриття клапана при непрацюючому вентиляторі (контакти КМЗ) або малій різниці температур зовнішнього та внутрішнього повітря (контакти KVT) , автоматично знімається. У разі непрацюючого вентилятора або підвищення зовнішньої температури змішувальний пристрій автоматично закривається.

Отже, завдяки роботі А1 для якнайшвидшого охолодження продукту використовуються навіть короточасні зниження зовнішньої температури. Якщо зовнішня температура стабільно висока - вентиляція працює періодично за командою реле КТ при закритому змішувальному пристрої, в режимі повної рециркуляції.

Період зберігання. Перемикач SA2 у положенні Хр. У період зберігання припливний вентилятор включається 4...6 разів на добу за командою реле часу, а також при спрацюванні терморегулятора А3. Одночасно із включенням вентилятора через контакти КМЗ вводиться в роботу терморегулятор А1, і надалі автоматика діє так само, як і в режимі охолодження.

Якщо температура в масі продукту перевищила задану, то контакти А3 шунтують контакти КТ і робота вентилятора продовжується до зниження

температури продукту до норми та розмикання контактів АЗ. При відключенні вентилятора пристрій змішування автоматично закривається (контакти КМЗ).

При температурі в надзасічному просторі нижче за норму терморегулятор А2 включає рециркуляційно-опалювальні агрегати (пускачі КМ1, КМ2), при температурі вище за норму агрегати відключаються.

Обігрівач змішувального пристрою вводиться в роботу також за командою реле КТ, але при зниженні зовнішньої температури до $-10...-15$ °С.

Під час експлуатації сховищ у південних районах бажано включати до складу обладнання холодильну машину. Тоді у разі підвищення температури в масі продукту вище норми в момент, коли зовнішня температура висока, одночасно з включенням вентилятора припливу включається і холодильна машина. У цьому випадку температура повітря, що надходить до магістрального клапана, регулюється терморегулятором, що входить в комплект холодильної машини.

Система керування «Середовище-1» більш досконала, ніж ШАУ-АВ. Вона здатна автоматично пропорційно регулювати температуру повітря, що направляється в масу продукту, що зберігається, двопозиційно регулювати температуру продукту і повітря у верхній зоні сховища, а також виконувати ряд технічних вимірювань, сигналізацію відхилень температури від заданої в окремих секціях сховища. «Середовище-1» може керувати технологічним процесом у восьми секціях сховища місткістю до 5000 т. У кожній секції овочесховища встановлені: два рециркуляційно-опалювальні агрегати, припливний вентилятор, змішувальний пристрій з приводом від виконавчого механізму та обігрівачем, кілька датчиків температури повітря у верхній зоні та в магістральному каналі, а також датчики температури в масі продукту, що зберігається.

Функціональна схема системи «Середовище-1» показана на рис. 1.3. У кожній з восьми секцій сховища встановлюють чотири вимірювальні перетворювачі 1: для двопозиційного регулювання температури в масі продукту, що зберігається, надзакромному просторі і два в магістральному

каналі (для пропорційного регулювання температури повітря за рахунок змішування холодного зовнішнього і теплого рециркуляційного повітряних потоків). Блоки вимірювання та завдання 2 формують 32 аналогових сигналів, пропорційних поточному значенню регульованого параметра. Ці сигнали через блоки перемикачів (комутаторів) 3 встановленої послідовності подаються на вхід двопозиційного 4 або пропорційного регулятора 5. Також у синхронній послідовності, що задається електронним блоком 6, через блоки керування 7 перемикаються кола регуляторів.

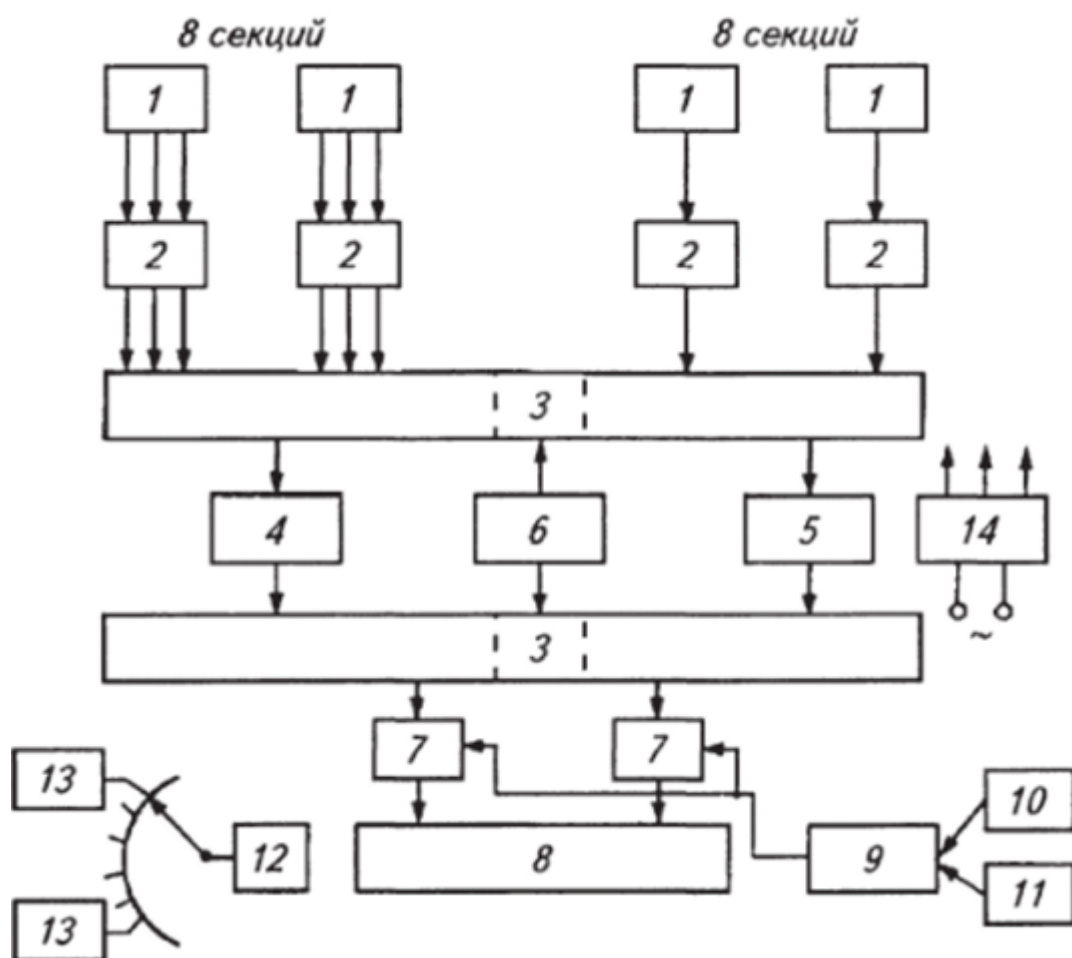


Рис. 1.3. Блок-схема системи «Середовище-1» для керування мікрокліматом у сховищі:

1, 13 - вимірювальні перетворювачі; 2 - блоки керування та завдання; 3 - блоки перемикачів; 4 - двопозиційний регулятор; 5 - пропорційний регулятор; 6 - блок синхронізації; 7 - блоки керування; 8 - виконавчий механізм; 9 - регулятор різниці температур; 10, 11 - вимірювальні перетворювачі температур зовнішнього та внутрішнього повітря; 12 - логометр; 14 - блок живлення

Регулятор 9 різниці температури зовнішнього (перетворювач 10) і внутрішнього (перетворювач 11) повітря у разі підвищення зовнішньої температури до заданого рівня перемикає систему на вентиляцію продукту внутрішнім (рециркуляційним) повітрям. Логометр 12, що отримує живлення, як і всі інші елементи схеми, від блоку 14, через перемикач дозволяє проконтролювати температуру в 39 точках за обсягом продукту, що зберігається.

Алгоритм функціонування системи «Середовище-1» аналогічний алгоритму схеми ШАУ-АВ.

1.3. Характеристика картоплесховища

Для зберігання фуражної картоплі використано 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 збірні 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 огороджувальних 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.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ КАРТОПЛЕСХОВИЩА

2.1. Технологічне 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.

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 використовується ящики керування ЯАА 5938 – 3474УЗ.

2.2 Вентиляція і опалення картоплесховища

Для створення необхідного повітрообміну встановлені уніфіковані електрокалориферні агрегати типу СФОО 10/0,4 – Н1.

Технічна характеристика СФОО 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

Електродвигун АИР63В4У2 потужністю $P_n = 0,37$ кВт; $n_n = 1320$ об/хв;

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

Для картоплексховища можна застосувати 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.

Для системи використовуються 4 уніфіковані електрокалориферні установки типу СФОО 10/0,4 – Н1;

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

2.3 Водопостачання картоплексховища

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 картоплексховища і застосовують для виконання робіт у готовому вигляді. Водопостачання об'єкта передбачається для гасіння пожежі.

Для подачі води вибрана труба діаметром 125 мм².

2.4 Освітлення картоплексховища

Для освітлення використовуються світильники НСП03 х 60М – У2.

Вибираємо лампи Б235 – 245 – 60 потужністю $P_{л} = 60$ Вт, $\Phi_{л} = 715$ 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 та вентиляторних використовуються світильники НСП 01 x100М – У2.

Керування освітлювальною мережею здійснюються щита освітлення ЩОА5934 – 3074У3.

2.5. Силове електрообладнання, кабелі та проводи живлення, шафи керування

Автоматичний вимикач вибирають за умовами:

- 1) $U_{AB} \geq U_n$;
- 2) $I_{н.АВ} \geq I_{н.уст}$;
- 3) $I_{н.р.АВ} \geq I_{н.уст}$;
- 4) $I_{відс} \geq I_{неспр}$;
- 5) $I_{гр.дон} \geq I_{к.з.}^{(3)}$.

Вибір електромагнітних пускачів проводять за умовами:

- 1) $U_{м.п.н.} \geq U_{мер}$;
- 2) $I_{т.р.} \geq I_{н.уст}$;
- 3) $I_{н.м.п.} \succ I_{н.уст}$;
- 4) $U_{колакерув.} = 220 В$.

Результати вибору апаратури захисту і керування наведено в таблиці 2.1.

Живлення обладнання для регулювання мікроклімату здійснюється кабелем АВРГ, прокладеним відкрито, монтаж кіл від НКП до електрокалориферів виконано проводом АПВ в металевих трубах. Живлення обладнання для завантаження і вивантаження картоплі здійснюється гнучким переносним кабелем КПП 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 вибирають за умовою:

$$I_{дон} \geq I_{м.р.}, \quad (2.1)$$

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.

$$I_{\text{нагр}} = 14,6 \text{ А} - \text{АПВ3}(1 \times 2,5) \quad I_{\text{доп}} = 19 \text{ А}$$

$$I_{\text{об.}} = 1,18 \text{ А} - \text{АПВ4}(1 \times 2,5) \quad I_{\text{доп}} = 19 \text{ А}$$

Діаметр труби визначаємо за формулою:

$$d = d_{\text{нр.}} \sqrt{\frac{n}{K_3}}, \text{ мм}, \quad (2.2)$$

де $d_{\text{нр.}} = 3,5$ 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 2.2.

Таблиця 2.1

Силове обладнання картоплекховища

Назва установки	P_n , кВт	I_n , А	Тип автоматичного вимикача	I_n , А	$I_{н.р.}$, А	Тип електромагнітного пускача	I_n , А	Тип теплового реле
СФОО 10/0,4-Н1 двигун	9,6 0,37	14,6 1,18	ВА51Г-25- 340010Р00 УХЛЗ	25	16	ПМЛ110004Б ПМЛ120004Б	10 10	РТЛ 100604
ТЗК – 30, двигуни переміщення гідравліки транспортера підйому бункера стріли повороту стріли телескопічного тр-ра	11,8 2,2 2,2 2,2 2,2 1,1 2,2 0,55	29,0 5,0 5,0 5,0 5,0 2,25 5,0 1,69	ВА51Г-31- 340010Р00 УХЛЗ	100	31,5	ПМЛ310004Б ПМЛ120004Б ПМЛ12004Б ПМЛ120004Б ПМЛ120004Б ПМЛ120004Б ПМЛ120004Б ПМЛ160004Б ПМЛ160004Б	40 10 10 10 10 10 10 10 10	РТЛ 101004 РТЛ 101004 РТЛ 101004 РТЛ 101004 РТЛ 101004 РТЛ 100704 РТЛ 101004 РТЛ 100704
ТПК -30 двигун	13,0 2,2	26,1 5	ВА51Г-31- 340010Р00 УХЛЗ	100	31,5	ПМЛ120004Б	10	РТЛ 101004
Освітлення приміщення зберігання картоплі	0,72	1,9	ВА51Г-26- 140010Р00 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			

Таблиця 2.5

Проводи і кабелі картоплесховища

Назва машини	Тип електрообладнання	I_n , А	Марка проводу	$I_{доп}$, А	$D_{доп}$, А	Марка кабеля до НКП	$I_{доп}$, А	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(1х4)	19	–	КПГ4×4	28	
ТПК – 30	Ел.двигуни	26,1	АПВ4(1х5)	27	–	КПГ4×5	28	
Освітлення	НСП03×60МУ3	1,9	АРТ 2×2	21	–	АВРГ4×2,5	19	
	НСП01×100МУ2	1,05	АППВ2×2	21	–	АВРГ4×2,5	19	
	НСП01×100МУ2	0,4	АППВ2×2	21	–	АВРГ4×2,5	19	

2.6. Розрахунок електричних навантажень та вибір джерела живлення

Для розрахунку електричних навантажень складаємо графік технологічних процесів у картоплесховищі (табл. 2.6), розраховуючи споживану активну і реактивну потужності за формулами:

$$P_{cn.} = \frac{P_{ест.}}{\eta} \cdot K_{зав} \text{ кВт}; \quad Q_{cn.} = P_{cn.} \cdot tg\varphi, \text{ кВАр}, \quad (2.3)$$

де η , $K_{зав}$, $tg\varphi(\cos\varphi)$ - 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:

$$S_{max} = \sqrt{P_{max}^2 + Q_{max}^2} = \sqrt{78,48^2 + 31,76^2} = 84,66 \text{ кВА}. \quad (2.4)$$

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

$$S_{тр} \succ S_{max}. \quad (2.5)$$

Приймаємо трансформатор ТМ – 100 потужністю $S_H = 100 \text{ кВ}\cdot\text{А}$; 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 $m = 655 \text{ кг}$.

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 досліді 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 застосовувані 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 бульб 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:

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

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 перемагнічувань, 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 реакцій, які протікають у рослинній клітині, а також розчинності солей впливає на біопотенціал і рН середовища.

Зміна рН визначається виразом:

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

де f – коефіцієнт активності;

C_H – 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

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

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 переміщували 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:

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

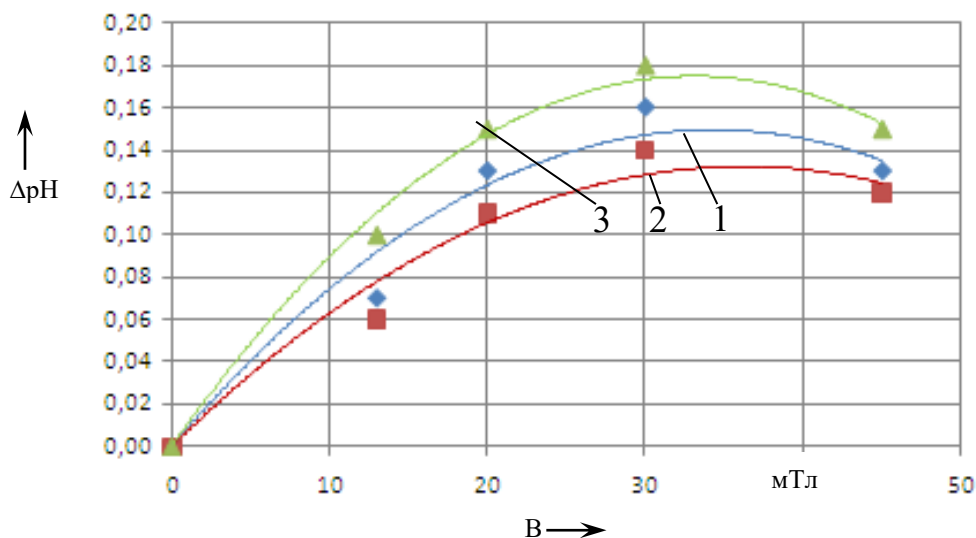


Рис. 3.1. Залежність зміни рН від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі: 1 – в день обробки; 2 – через два тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки

У результаті проведених досліджень також встановлено, що при багатократній обробці картоплі у магнітному полі при відповідному значенні магнітної індукції зміна рН залишається такою, як і при чотирикратному перемагнічуванні.

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 впливає із представлених залежностей, ОВП, рН і біопотенціал картоплі практично не змінюються протягом місяця після обробки.

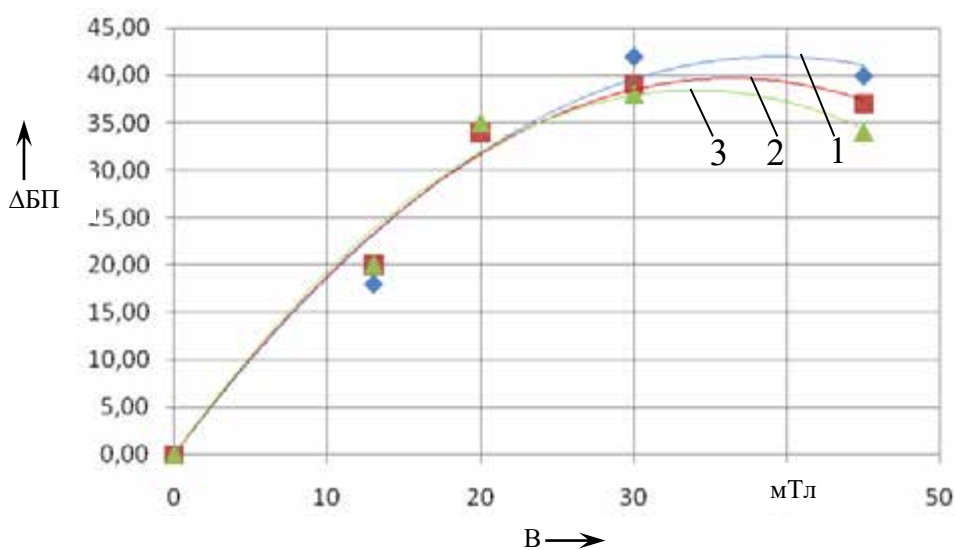


Рис. 3.2. Залежність зміни біопотенціалу від магнітної індукції при магнітній обробці картоплі: 1 – в день обробки; 2 – через два тижні після обробки; 3 – через місяць після обробки

При дослідженні впливу швидкості руху стрічки транспортера на зміну її 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	$X_1' = X_1^2 - a$	$X_2' = X_2^2 - a$	$X_1 X_1$	ДБП, мВ
1	Ядро плану ПФЕ 2^2	+	-	-	1/3	1/3	+	35
2		+	+	-	1/3	1/3	-	36
3		+	-	+	1/3	1/3	-	23
4		+	+	+	1/3	1/3	+	41
5	Зіркові точки	+	-	0	1/3	-2/3	0	26
6		+	+	0	1/3	-2/3	0	40
7		+	0	-	-	1/3	0	3
8		+	0	+	-	1/3	0	3
					2/3	3		9
					2/3	3		8
9	Цен тр плану	+	0	0	-	-	0	4
					2/3	2/3		2

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:

$$\Delta БП = 24,12 + 1,44B - 19,66v + 9,57Bv - 0,027B^2. \quad (3.13)$$

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

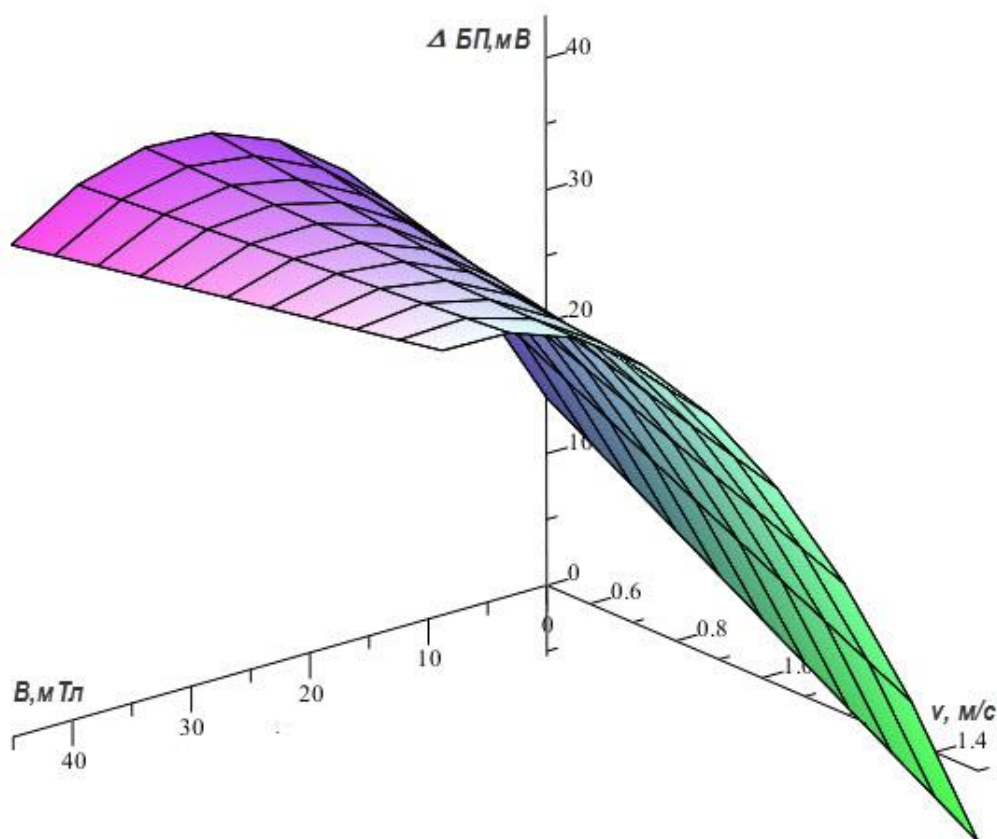


Рис. 3.3. Залежність зміни біопотенціалу картоплі від магнітної індукції і швидкості руху стрічки транспортера при магнітній обробці

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 чотирикратному 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 дослідках 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 чотирикратним перемагнічуванням (наприклад, при магнітній індукції 45 мТл висота рослин була відповідно 0,38 і 0,386 м).

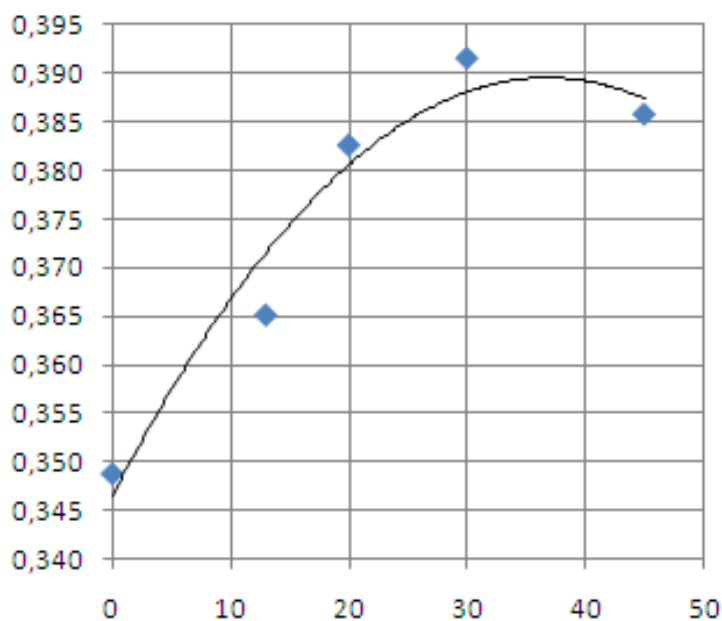


Рис.3.4. Залежність середньої висоти рослин картоплі від магнітної індукції

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

Таблиця 3.3

Середня урожайність картоплі з куца

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 куща картоплі від магнітної індукції показана на рис. 3.5.

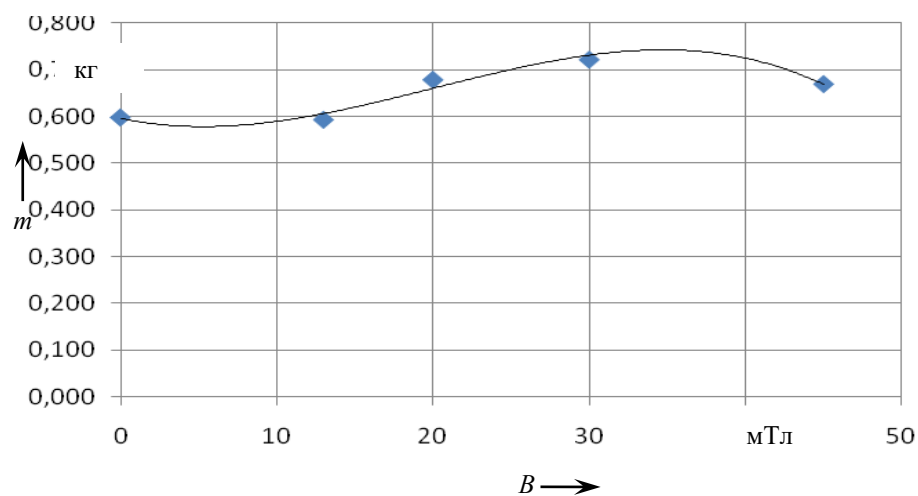


Рис.3.5. Залежність середньої урожайності з куща картоплі від магнітної індукції

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 вона відповідно склала 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 куща 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 ОВП режиму магнітної обробки картоплі: магнітна індукція 30 мТл при чотирикратному перемагнічуванні і швидкості руху стрічки транспортера 1,0 м/с,

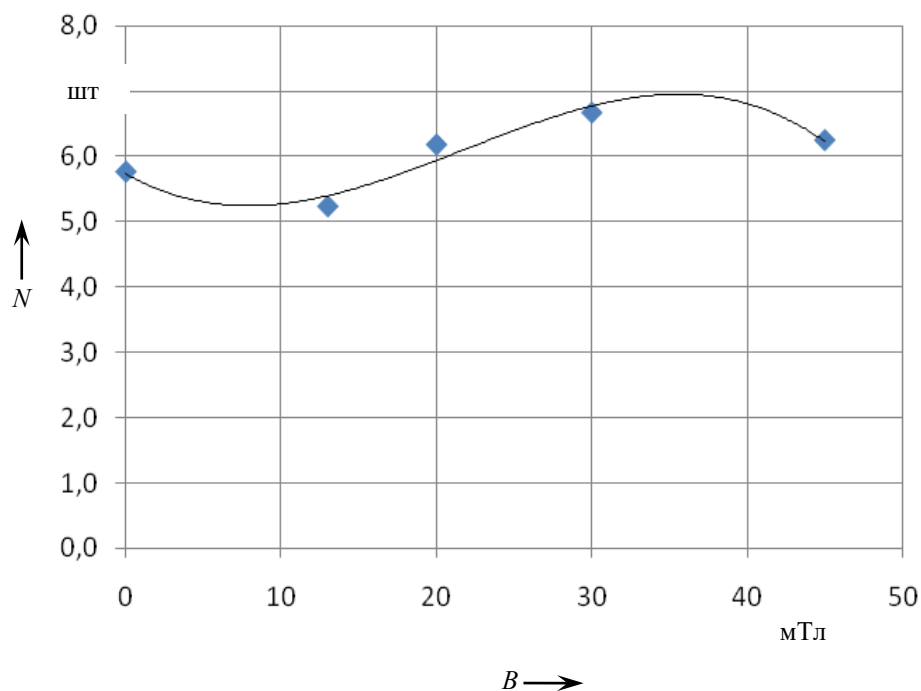


Рис.3.6. Залежність середньої кількості крупної картоплі з куща від магнітної індукції

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 виконанні 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.

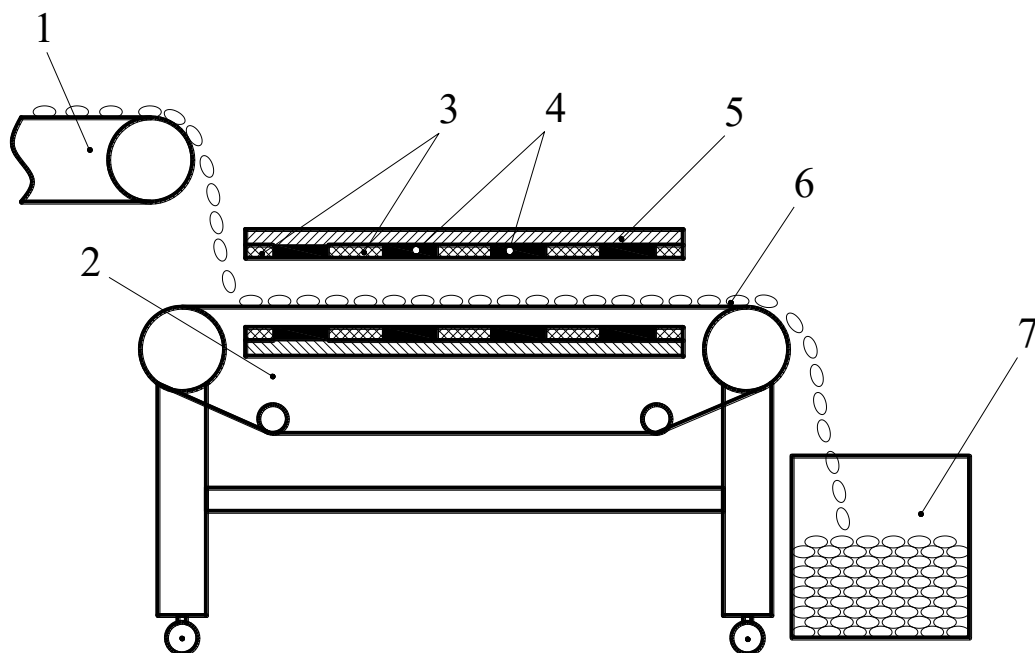
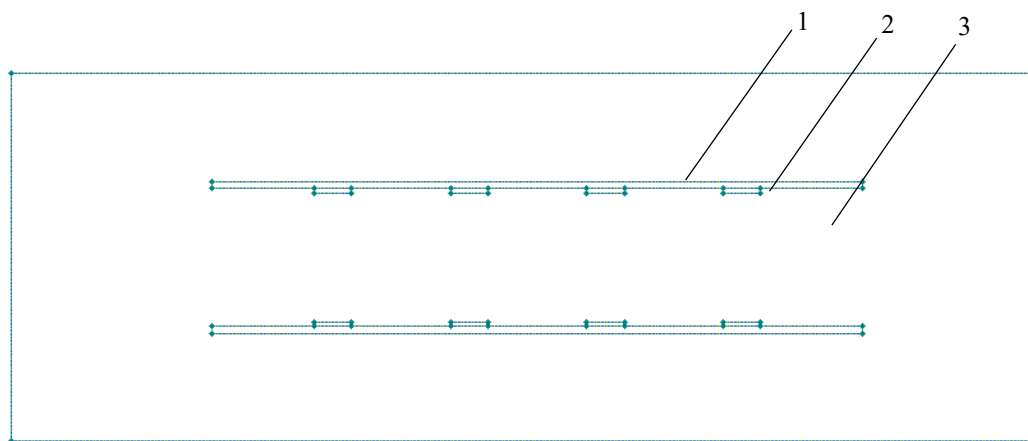
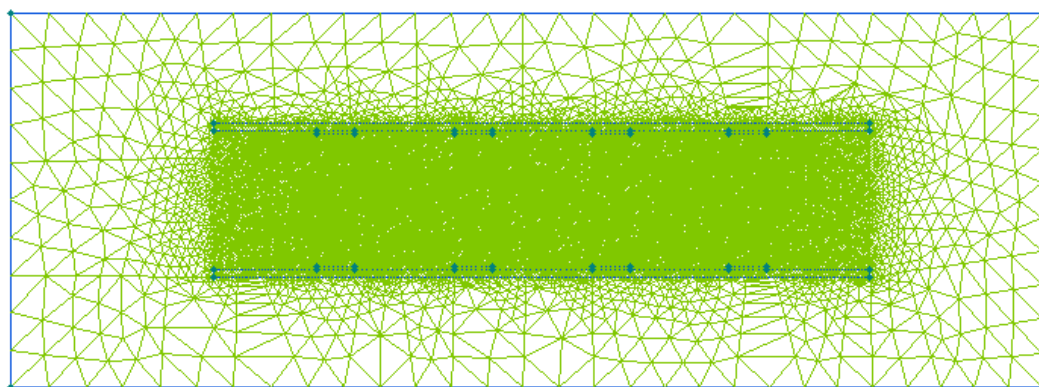


Рис. 3.7. Функціональна схема пристрою для магнітної обробки картоплі:
 1 – завантажувальний транспортер ТЗК-30; 2 – транспортер пристрою для магнітної обробки картоплі; 3 – текстолітові вставки; 4 – постійні магніти; 5 – плита з електротехнічної сталі; 6 – об'єкт обробки; 7 – контейнер



а



б

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

1 – феромагнітна плити, 2 – постійні магніти, 3 – область повітря;

б – розподіл області геометричної моделі на кінцеві елементи та кількість вузлів сітки

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.).

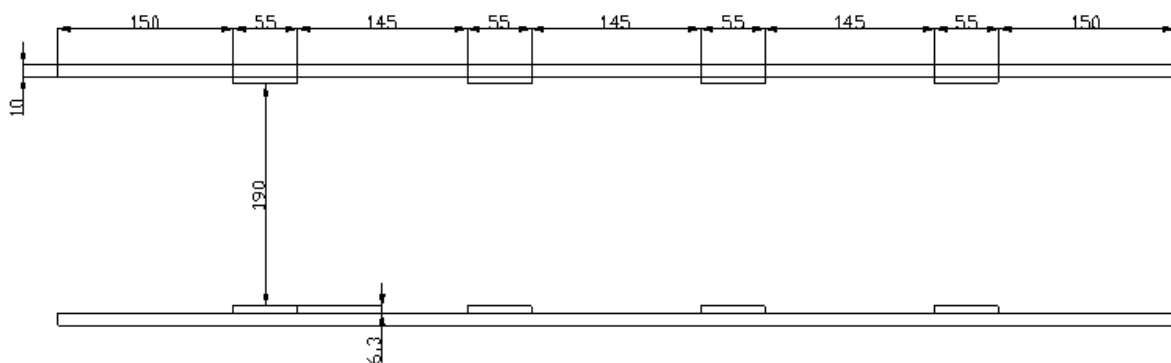


Рис. 3.9. Схема пристрою для магнітної обробки картоплі

Модель картини магнітного поля відображає напрямлення векторів магнітної індукції та її розподіл по перерізу об'єкта моделювання (рис. 3.10)

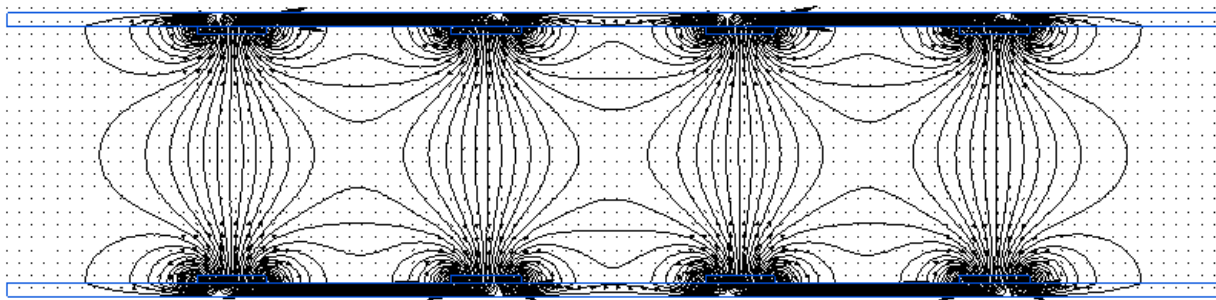


Рис. 3.10. Картина магнітного поля установки для магнітної обробки картоплі

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.

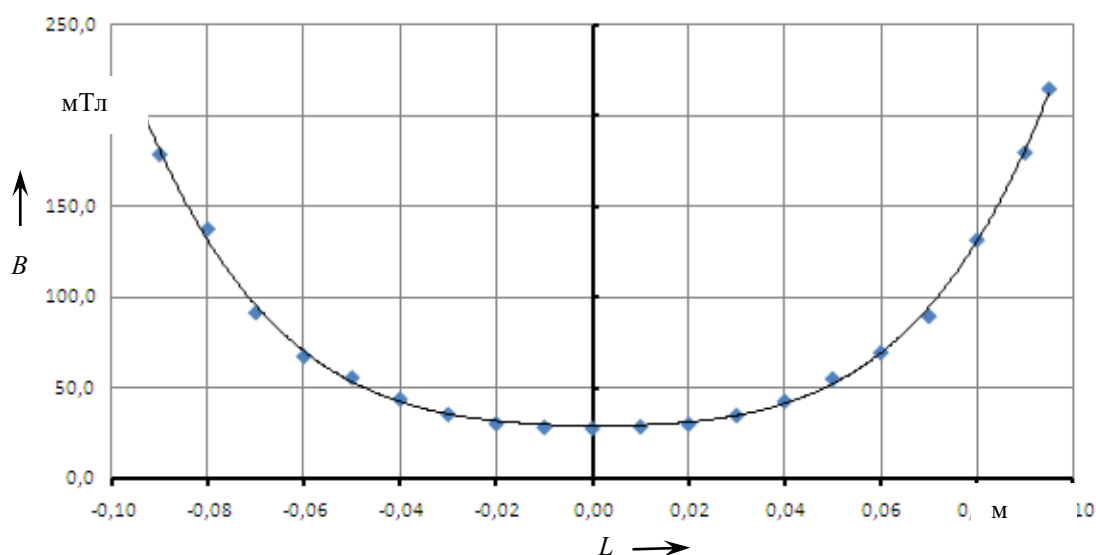


Рис.3.11. Залежність магнітної індукції від відстані між транспортерною стрічкою і центрами магнітів

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 %.

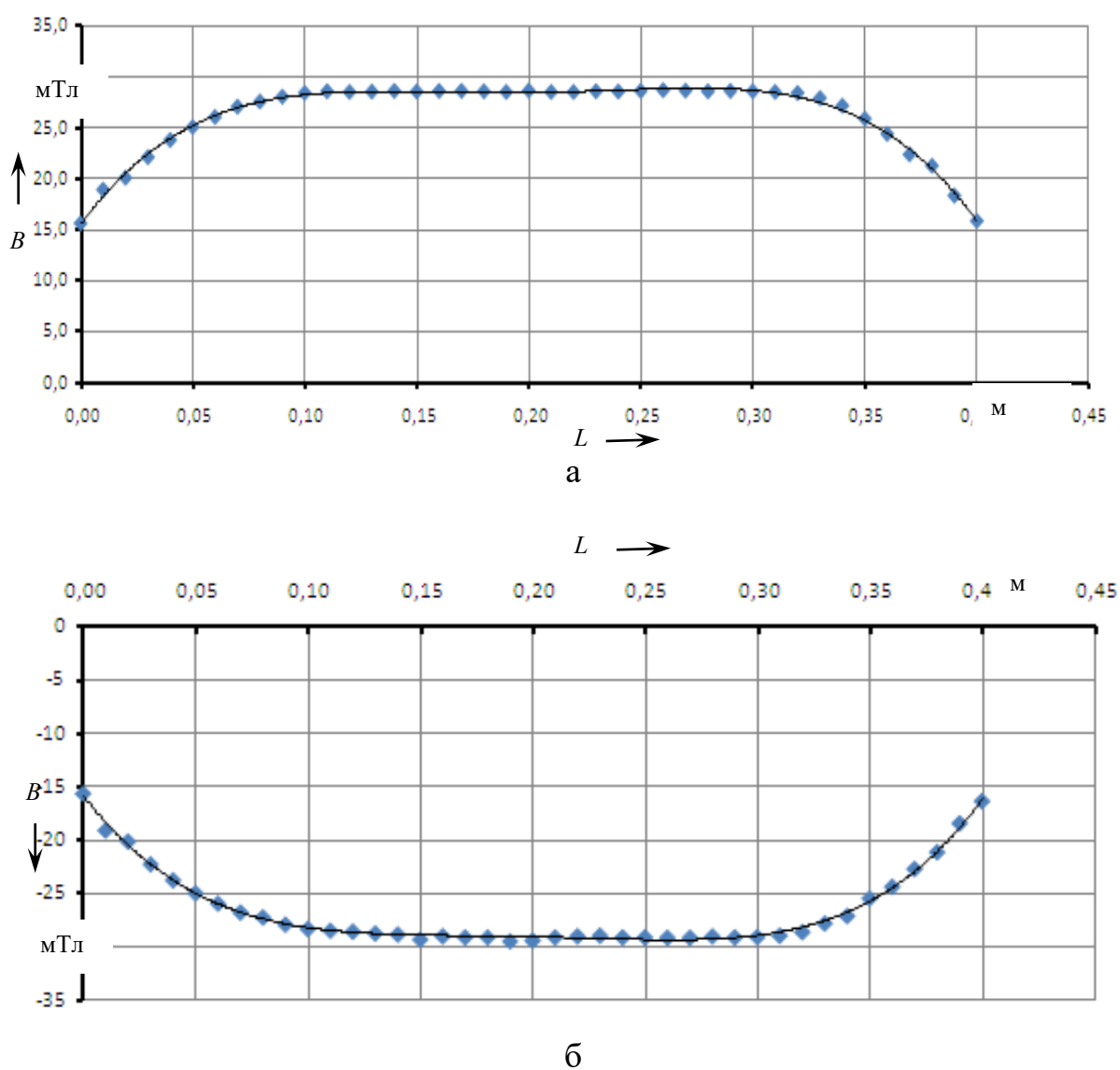


Рис. 3.12. Залежність зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору між магнітами поперек стрічки транспортера при різних полярностях магнітів:
а – N-S; б – S-N

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.

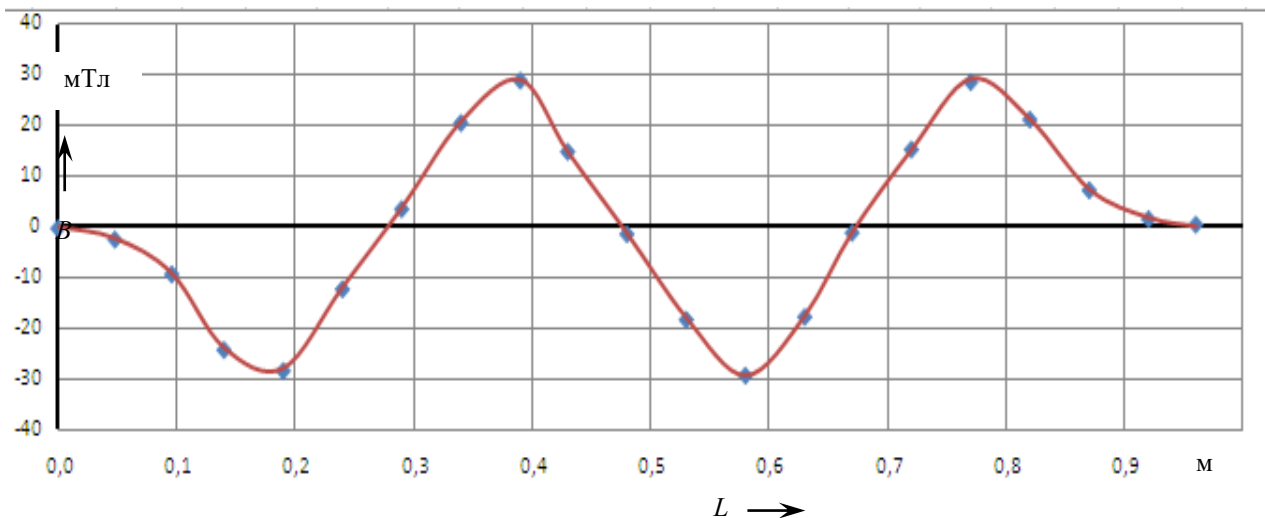


Рис. 3.13. Експериментальна залежність зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору вздовж осі транспортера

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 $HL1$ "МЕРЕЖА". Для запуску потокової лінії натискають на кнопку $SB5$ "ПУСК". При цьому спрацьовує електромагнітний пускач $KM1$, 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 ТЗК-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*.

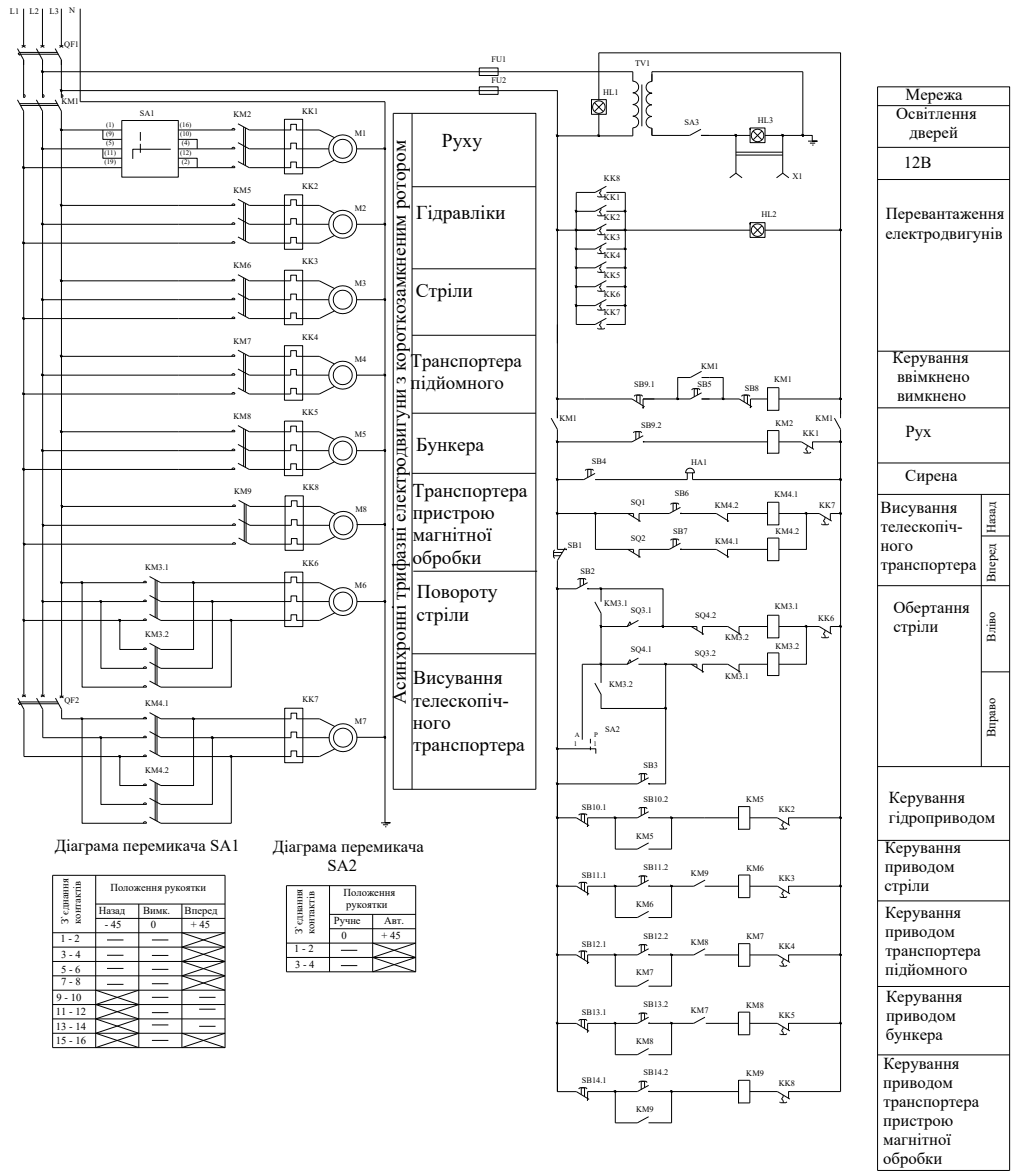
Зупинка потокової лінії передпосадкової обробки картоплі здійснюється натисканням кнопки *SB14.1* "СТОП". Кнопки *SB11.1*, *SB12.1*, *SB13.1* використовуються для зупинки відповідно електродвигунів *M3*, *M4*, *M5* при проведенні налагоджувальних робіт.

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* "СТОП", розташованої на завантажувачі ТЗК-30.



Діаграма перемикача SA1

Установка контактів	Положення рукоятки		
	Назад -45	Вимк. 0	Вперед +45
1 - 2	—	—	—
3 - 4	—	—	—
5 - 6	—	—	—
7 - 8	—	—	—
9 - 10	—	—	—
11 - 12	—	—	—
13 - 14	—	—	—
15 - 16	—	—	—

Діаграма перемикача SA2

Установка контактів	Положення рукоятки	
	Ручне 0	Авт. +45
1 - 2	—	—
3 - 4	—	—

Мережа	
Освітлення дверей	
12В	
Перевантаження електродвигунів	
Керування ввімкнено	
Керування вимкнено	
Рух	
Сирена	
Висування телескопічного транспортера	Назад
	Вперед
Обертання стріли	Вліво
	Вправо
Керування гідроприводом	
Керування приводом стріли	
Керування приводом транспортера підйомного	
Керування приводом бункера	
Керування приводом транспортера пристрою магнітної обробки	

Поз. поз.	Найменування	К-сть	Примітка
	Електродвигуни IP64, IM1081		
M1, M2, M3, M4, M6	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	ВА511100-340010P30 УХЛ3 ТУ 16.641.020-84	1	I _н = 31,5 А
QF2	ВА511725-340010P30 УХЛ3 ТУ 16.641.020-84	1	I _н = 2,5А
	Електромагнітні пускачі		
KM1	ПМЛ-320004Б ТУ 16.644.001-83	1	U _{ном} = 220В
KM2, KM3	ПМЛ-120004Б ТУ 16.644.001-83	6	U _{ном} = 220В
KM3, KM4	ПМЛ-160004Б ТУ 16.644.001-83	2	U _{ном} = 220В
	Теплові реле		
KK1, KK2, KK3, KK4	РТЛ 101004 ТУ 16.523.549-82	5	I _н = 3,8 - 6А
KK7	РТЛ 101704 ТУ 16.523.549-82	1	I _н = 1,5 - 2,6А
KK3	РТЛ 100804 ТУ 16.523.549-82	1	I _н = 2,4 - 4А
KK8	РТЛ 100604 ТУ 16.523.549-82	1	I _н = 0,95 - 1,6А
	Накєтно-кулачкові перемикачі		
SA1	ПКУ311К У3 ТУ 16.642.046-86	1	
SA2	ПКУ311 У3 ТУ 16.642.046-86	1	
SA3	Тумблер ПП1-2	1	
	Важільний вимикач		
SO1, SO4	КУ-501 ТУ 16-522	4	
	Запобіжник		
FU1, FU2	ПРС-6У3-3 ТУ 16.522.112-74	2	I _{ном} = 6А
	Трансформатор напруги		
TV1	ПНП 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	AD22-22DS	1	зелений
HL2	AD22-22DS	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

РОЗДІЛ 4

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В КАРТОПЛЕСХОВИЩІ

Енергозбереження в електроприводі робочих машин картоплесховища необхідне для скорочення втрат на перетворення електричної енергії на механічну та підвищення енергетичних показників електропривода.

Енергозбереження в електроприводі машин картоплесховища досягається такими шляхами:

правильний вибір електродвигуна за потужністю. Часто практика вибору двигуна із завищеною потужністю призводить до зниження ККД та коефіцієнта потужності $\cos\varphi$;

застосування в силовому колі електропривода силових напівпровідникових перетворювачів, які дозволяють перетворювати електричну енергію в потрібному вигляді для досягнення необхідних результатів з меншими втратами;

скорочення до мінімуму використання реостатних способів регулювання швидкості електродвигунів;

з метою підвищення коефіцієнта потужності $\cos\varphi$ та зменшення впливу вищих гармонік струму застосування у колах електропривода компенсуючих пристроїв.

З погляду оптимізації технологічних процесів при енергозбереженні набагато важливіше використовувати можливості автоматизованого електропривода. Перебіг технологічного процесу в необхідному автоматичному режимі скорочує непродуктивні витрати електроенергії. В установках, що здійснюють подачу води, повітря, сипких матеріалів, є можливості економії електроенергії шляхом вибору виробничого механізму, який відповідає умовам технологічного режиму на даний момент.

Оскільки номінальну продуктивність машин, що подають воду, повітря, сировину, вибирають з великим запасом, виникає необхідність

регулювання режиму їх роботи. Найбільш економічним способом регулювання продуктивності є зміна швидкості руху робочого органу, для цього потрібен регульований електропривод.

Також необхідно зменшити період роботи машин на холостому ході, оскільки ККД двигуна та коефіцієнт потужності залежать від завантаження двигуна.

В освітлювальних установках доцільно замінювати лампи розжарювання на енергоефективні світлодіодні лампи.

Автоматизація технологічних процесів підтримання заданих технологічних параметрів у картоплесховищі також сприяє зменшенню витрат електроенергії в картоплесховищі.

РОЗДІЛ 5.

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-ХП
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. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення".
6. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.
7. ДБН А 3.1-3-94. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів.
8. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці. Затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 №27.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.

13. 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.

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

15. ДНАОП 0.03-3.30-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Зареєстровано в Мін'юсті України 29.08.96 №488/1513. Введене в дію 29.11.96

16. Правила улаштування електроустановок, 2017.- 640 с.

17. Правила технічної експлуатації електричних станцій та мереж, 2014. – 288 с.

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

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

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

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

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

23. 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.

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

25.

равила безпечної роботи з інструментом та пристроями. ДНАОП 1.1,101.04.-01.Держнагляд охорони праці України. - К.: Форт. 2001. – 176.

5.1 Аналіз стану безпеки праці в картоплексховищі

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

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.

Електротехнічний персонал навчений безпечним прийомам праці і щорічно проходить перевірку знань ПТБ.

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.

У 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 – картоплексховище відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою за класифікацією по електробезпеці, тому що картоплексховище - сире приміщення та в наявності інші умови, а саме: пилу 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 картоплесховища встановлюється загальний вимикач або закритий рубильник.

Проектоване картоплесховище за ступенем пожежної безпеки відноситься до класу пожежної зони II – III і вибухонебезпечної VI.

5.2. 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 шафах 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 5.1.

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

Таблиця 5.1

Засоби захисту обслуговуючого персоналу

Найменування	Марка	ГОСТ, ТУ	Од. вим.	К- сть.	приміт ка
1. Штанга оперативна універсальна	ШОУ- 10У1	ТУ16538231- 74	шт.	2	засоби захис- ту збері- гають- ся в спец. шафі в диспе- тчерсь кій
2. Кліщі ізоляційні	К-1000	ТУ34281706- 76	шт.	2	
3. Пакажчик напруги	УНН-1	ТУ2504956-26	шт.	1	
4. Кліщі вимірювальні	Ц-91	ТУ2504956-26	шт.	2	
5. Монтажний інструмент з ізольованими ручками	КСН4-2	У3428100Т2- 80	ком	2	
6. Рукавиці діелектричні		ТУ38106359- 79	пар	2	
7. Боти діелектричні		ГОСТ13385-78	пар	3	
8. Переносні заземлення 0,4 кВ		ГОСТ121018- 79	шт.	4	
9. Килимок діелектричний 45х45 см		ГОСТ4997-75	шт.	3	
10. Плакати і знаки безпеки		ГОСТ124026- 76	шт.	5	

5.3. Розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції

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

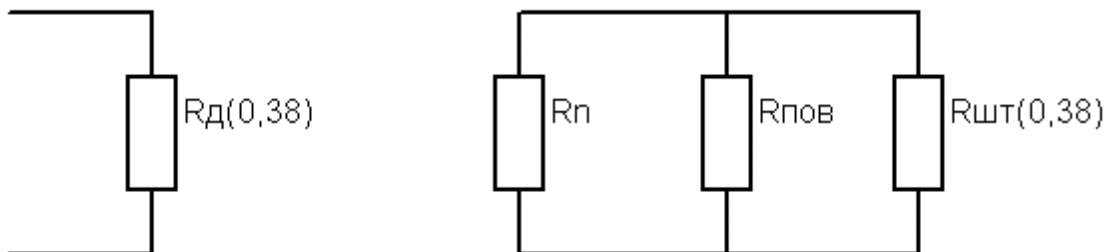
- потужність ТП 10/0,4 кВ: $S_{\text{ТП}} = 250$ кВА;

- кількість ліній;
- кількість повторних заземлювачів 1;2;
- питомий опір верхнього шару ґрунту, $\rho_1 = 270 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- питомий опір нижнього шару ґрунту, $\rho_2 = 140 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- товщина верхнього шару ґрунту, $h_1 = 3,5 \text{ м}$;
- довжина лінії напругою 10 кВ, $L_{\text{п}} = 7,5 \text{ км}$;
- довжина кабельної лінії 10 кВ, $L_{\text{к}} = 11 \text{ км}$;
- природний заземлювач – фундамент будівлі ($S_{\text{б}} = 50 \text{ м}^2$);
- переріз горизонтального електрода 40 x 4 мм;
- вертикальні електроди довжиною $l = 5 \text{ м}$; діаметром $d = 0,012 \text{ м}$.

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:



5.1. Схема заміщення лінії 0,38 кВ

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

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1(t + k \cdot l - h_1) + \rho_2(h_1 - t)}, \quad (5.1)$$

де k – коефіцієнт, що рівний 1 при $\rho_1 > \rho_2$;

t – глибина залягання електрода, $t = 0.8 \text{ м}$.

$$p_{екв} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 5}{270(0,8 + 1 \cdot 5 - 3,1) + 140(3,1 - 0,8)} = 219,510 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$R_n = 0.5 \cdot \frac{P_{екв.ф}}{\sqrt{S_c}}, \quad (5.2)$$

де рекв.ф – еквівалентний питомий опір залізобетонного фундаменту, Ом·м.

Значення рекв.ф визначаємо за формулою:

$$p_{екв.ф} = p_1 \left(1 - \ell^{-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S_c}}} \right) + p_2 \left(1 - \ell^{-\beta \frac{\sqrt{S_c}}{h_1}} \right), \quad (5.3)$$

де $\alpha = 3,6$, $\beta = 0,1$, якщо $p_1 > p_2$.

$$p_{екв.ф} = 270 \left(1 - \ell^{-3,6 \frac{3,1}{\sqrt{50}}} \right) + 140 \left(1 - \ell^{-0,1 \frac{\sqrt{30}}{3,1}} \right) = 284,2 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

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

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

$$\frac{1}{R_{д(0,38)}} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_M} + \frac{1}{R_{нов}}. \quad (5.4)$$

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

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

Визначимо загальний опір заземлюючи пристроїв на лінії 1:

$$\frac{1}{R_{n1}} = \frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_{14}}, \quad (5.5)$$

Оскільки $R_{11} = R_{12} = R_{13} = R_{14}$, то

$$R_{n1} = \frac{R_{n3}}{n_{Л1}} = \frac{30}{4} = 7.5 < 23 \text{ Ом}, \quad (5.6)$$

де $n_{Л1}$ – кількість повторних заземлювачів.

Аналогічно:

$$R_{Л2} = \frac{R_{Л3}}{n_{Л2}} = \frac{30}{3} = 10 < 23 \text{ Ом}; \quad (5.7)$$

$$R_{Л3} = \frac{R_{Л3}}{n_{Л3}} = \frac{30}{5} = 6 < 23 \text{ Ом}. \quad (5.8)$$

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

$$R_{нов} = \frac{R_{Л1} \cdot R_{Л2} \cdot R_{Л3}}{R_{Л1} \cdot R_{Л2} + R_{Л2} \cdot R_{Л3} + R_{Л1} \cdot R_{Л3}} = \frac{7,5 \cdot 10 \cdot 6}{7,5 \cdot 10 + 10 \cdot 6 + 7,5 \cdot 6} = 2,5 \text{ Ом} \quad (5.9)$$

Знаючи R_n і $R_{нов}$, визначаємо їх сумарне значення:

$$R_{екв} = \frac{R_n \cdot R_{нов}}{R_n + R_{нов}} = \frac{20,09 \cdot 2,5}{20,09 + 2,5} = 2,22 \text{ Ом}. \quad (5.10)$$

Оскільки $R_{екв} < R_d$, то $R_{in}(0.38)$ приймаємо максимальне допустиме за ПУЕ тобто:

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

Допустиму величину опору заземлюючого пристрою визначаємо за формулою:

$$R_{\partial 10} = \frac{125}{I_3} \leq 10 \text{ Ом}, \quad (5.11)$$

де

$$I_3 = \frac{U(L_n + 35L_k)}{350},$$

де I_3 – струм замикання на землю, А;

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

$$I_3 = \frac{10(200 + 35 \cdot 12,5)}{350} = 20,71 \text{ кА},$$

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

Оскільки $R_n < R_{\partial 10}$, то величина опору штучного заземлювача $R_{шт10}$ визначаємо за схемою заміщення (рис. 6.3.2.) за формулою:

$$R_{ум10} = \frac{R_n \cdot R_{\partial 10}}{R_n - R_{\partial 10}} = \frac{21,68 \cdot 6,04}{21,68 - 6,04} = 8,68 \text{ Ом}. \quad (5.12)$$

Після порівняння отриманих величин $R_{шт}(0,38)$ і $R_{шт10}$, для розрахунку приймаємо значення, тобто $R_{шт} = 8,64 \text{ Ом}.$

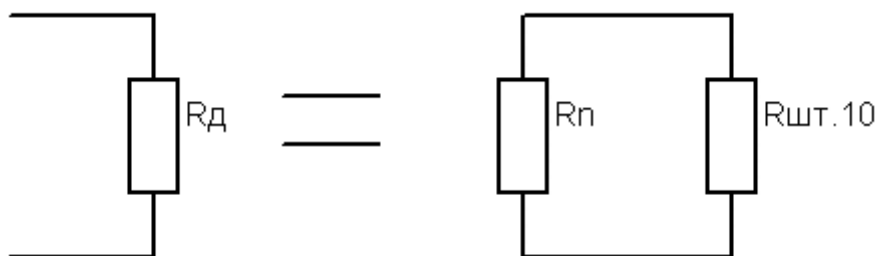


Рис. 5.2. Схема заміщення лінії 10 кВ

Визначаємо опори вертикальних і горизонтальних елементів заземлювача.

Опір одного вертикального заземлювача визначаємо за формулою:

$$R_g = \frac{K_c \cdot \rho_{екв}}{2\pi\ell} \left(\ln \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h + \ell}{2h - \ell} \right), \quad (5.13)$$

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

h – відстань від поверхні землі до середини стержня, $\text{м};$

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

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

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

Тоді провідність буде розраховуватись за формулою:

$$g = \frac{1}{R_g}, \quad (5.14)$$

$$g = \frac{1}{78.498} = 0.0127 \text{ Ом}^{-1}.$$

Визначаємо попередню кількість вертикальних стержнів без урахування екранування між ними:

$$n = \frac{R_e}{R_{um}} = \frac{78,498}{8,64} = 9,08. \quad (5.15)$$

Приймаємо $n = 12$ шт.

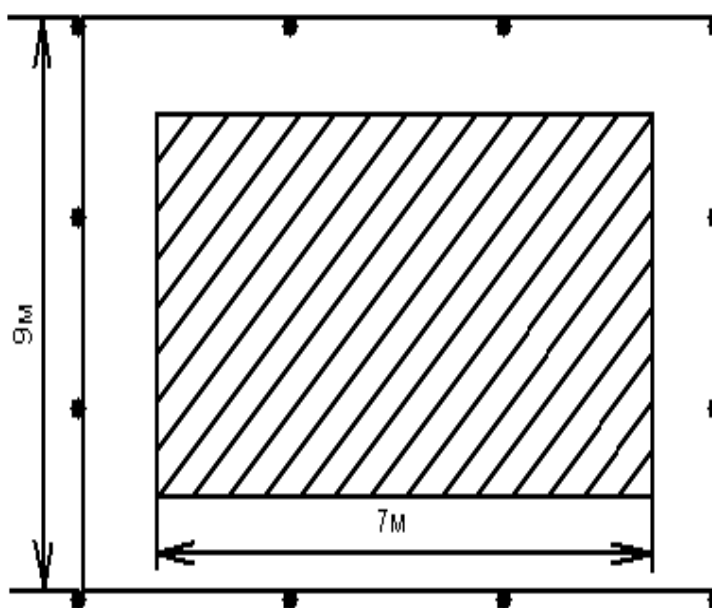


Рис. 5.3. Схема контура заземлення

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.

$$\frac{p_1}{p_2} = 1.88; \quad h_1 = 3,1 \text{ м}; \quad l = 36 \text{ м}. \quad (5.16)$$

$$1. \quad \frac{p_1}{p_2} = 1; \quad h = 3.1 \text{ м}; \quad l_2 = 36 \text{ м}; \quad l_2 = 30 \text{ м}; \quad l_2 = 40 \text{ м}. \quad (\text{рис 6.3.4а}).$$

$$\frac{p_{e2}}{p_2} = 1.5 - \frac{1.5 - 1.48}{40 - 30} (36 - 30) = 1.488.$$

2. $\frac{p_1}{p_2} = 5$; $h = 3.1$ м; $l_2 = 36$ м; між $l_2 = 30$ м і $l_2 = 40$ м (рис.6.3.4.б);

$$\frac{p_{e2}}{p_2} = 3.83 - \frac{3.83 - 3.74}{40 - 30} (36 - 30) = 3.776.$$

3. $h_1 = 3$ м; $l_2 = 36$ м; $p_1, p_2 = 1,88$ між $p_1/p_2 = 1$ і $p_1/p_2 = 5$ (рис. 6.3.4.в);

$$\frac{p_{e2}}{p_2} = 1.488 - \frac{3.776 - 1.488}{5 - 1} (1.88 - 1) = 1.99.$$

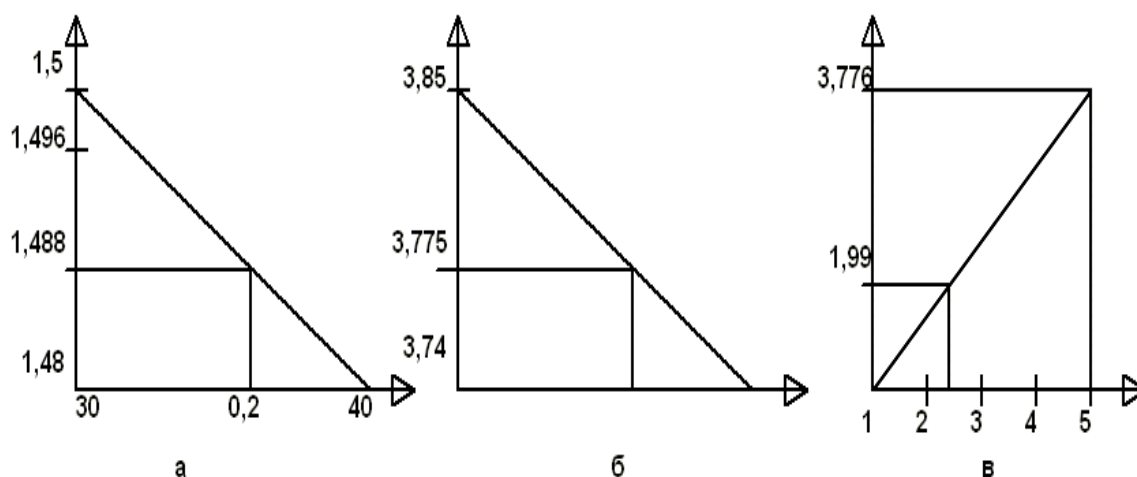


Рис. 5.4. Лінійна інтерполяція p_{e2}/p_2

Тепер можна визначити опір горизонтального елемента заземлюючого контуру за формулою:

$$R_1 = \frac{k_c \cdot p_{en}}{2\pi l_1} \cdot \ln \frac{2l_2}{B \cdot t} = \frac{2.0 \cdot 257.1}{6.28 \cdot 36} \ln \frac{2 \cdot 36}{0.04 \cdot 0.8} = 25.7 \text{ Ом}. \quad (5.17)$$

Провідність горизонтальних елементів буде:

$$g_p = \frac{1}{R_r} = 0.0389 \text{ Ом}^{-1}. \quad (5.18)$$

Значення коефіцієнта використання знаходимо за таблицею, шляхом послідовної лінійної інтерполяції при $h_1/1 = 0,6$;

$$a/1 = 1,8; \quad p_1/p_2 = 7; \quad n = 4.$$

1. $p_1/p_2 = 3$; $n = 4$; $h_1/1 = 0,5$; $a/1 = 1$ і $a/1 = 2$;

$$n = 0.631 + \frac{0.670 - 0.631}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.662.$$

2. $p1/p2 = 3$; $n = 4$; $h1/1 = 0,5$; $a/1 = 1,6$ між $a/1 = 1$ і $a/1 = 2$;

$$n = 0.607 + \frac{0.655 - 0.607}{2.0 - 1} (1.8 - 1) = 0.645.$$

3. $p1/p2 = 3$; $n = 4$; $a/1 = 1,6$; $h1/1 = 0,6$ між $h1/1 = 0,5$ і $h1/1 = 1$;

$$n = 0.662 - \frac{0.662 - 0.645}{1 - 0.5} (0.6 - 0.5) = 0.658.$$

4. $p1/p2 = 10$; $n = 4$; $h1/1 = 0,5$; $a/1 = 1,8$ між $a/1 = 1$ і $a/1 = 2$;

$$n = 0.739 + \frac{0.79 - 0.739}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.78.$$

5. $p1/p2 = 10$; $n = 4$; $h1/1 = 1,0$; $a/1 = 1,8$ між $a/1 = 1$ і $a/1 = 2$;

$$n = 0.722 + \frac{0.761 - 0.722}{2 - 1} (1.8 - 1) = 0.753.$$

6. $p1/p2 = 10$; $n = 4$; $a/1 = 1,8$; $h1/1 = 0,6$ між $h1/1 = 0,5$ і $h1/1 = 1$;

$$n = 0.78 + \frac{0.78 - 0.753}{1 - 0.5} (0.6 - 0.5) = 0.775.$$

7. $n = 4$; $h1/1 = 0,6$; $a/1 = 1,8$; $p1/p2 = 7$ між $p1/p2 = 3$ і $p1/p2 = 10$;

$$n = 0.658 + \frac{0.775 - 0.658}{10 - 3} (7 - 3) = 0.725.$$

Тоді опір штучного заземлювача трансформаторної підстанції визначається:

$$R_{шт} = \frac{1}{n(n \cdot p_B \cdot p_n)} = \frac{1}{0.725} (12 \cdot 0.0366 \cdot 0.0389) = 7.44 \text{ Ом} < 8,64 \text{ Ом} \quad (5.20)$$

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

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

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_{шт}} + \frac{1}{R_{нов}} = \frac{1}{21.68} + \frac{1}{7.44} + \frac{1}{2.5} = 0.596 \text{ Ом}. \quad (5.21)$$

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

5.4. 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:

$$h_b = 0,67 \cdot r_0 + 0,4h_0, \quad (5.22)$$

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 ($h_{стр} = 2 \text{ м}$).

$$h_{оп} = h_b + h_{стр} \quad (5.23)$$

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

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

5.5. Пожежна безпека

При вході в картоплесховище передбачається установка щита з комплектом протипожежного інвентаря (таблиця 5.3).

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.

Таблиця 5.3

Противопожежний 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

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

Для захисту робітників від ураження електричним струмом при пробі ізоляції цих машин на корпус передбачено використання захисно-вимикального пристрою.

РОЗДІЛ 6

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ КАРТОПЛІ

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

Порівняння інвестиційних проектів і вибір кращого з них рекомендується здійснювати з використанням таких показників:

- 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:

$$\text{ЧДП} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - K, \quad (6.1)$$

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:

$$K = B_{ек}, \quad (6.2)$$

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:

$$PI = \frac{1}{K} \cdot \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1+E)^t}. \quad (6.3)$$

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_{BH} (ВНП) є нормою дисконту, при якій величина приведених ефектів дорівнює приведеним капітальним вкладенням. E_{BH} визначається при розв'язанні рівняння:

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - Z_t}{(1 + E_{BH})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K}{(1 + E_{BH})^t}. \quad (4.4)$$

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. 6.1 та рис. 6.2 наведені відповідно зміни чистого дисконтового прибутку та індексу прибутковості при тривалості розрахункового періоду експлуатації пристрою для магнітної обробки картоплі п'ять років.

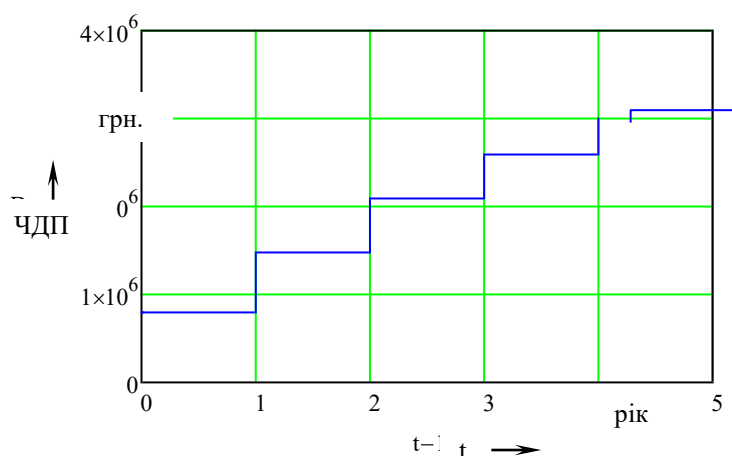


Рис. 5.1 Залежність чистого дисконтового прибутку пристрою для магнітної обробки картоплі від тривалості розрахункового періоду

З рис. 6.1 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.

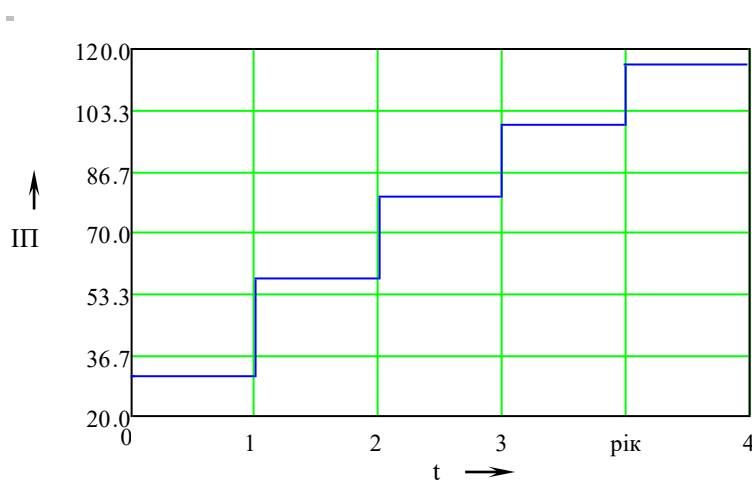


Рис. 6.2. Залежність індексу прибутковості від тривалості розрахункового періоду

Внутрішня норма прибутковості E_{BH} 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. Проаналізовано технологічне та електротехнологічне обладнання для картоплесховища.

3. Розроблені заходи з енергозбереження в картоплесховищі. Розглянуті питання охорони праці та протипожежної безпеки.

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

6. 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.

7. 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.

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

9. 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 дисконтовий прибуток 3164 грн. Термін окупності становить 1 рік, а

індекс прибутковості у перший рік експлуатації більший за одиницю, що підтверджує високу ефективність розробки.

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.Л.Жулай, Ю.М.Лавріненко, О.С.Марченко, Д.Г.Войтюк. - К. „Урожай”, 2001 – 288 с.
9. Червінський Л.С. Електричне освітлення іопромінення. - К.:ТОВ «Аграр Медіа Груп, 2011. – 214 с.
10. 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)**
11. 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)

12. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. /Держнаглядохоронпраці України.: - К.: Основа, 1998. – 380 с.

13. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: Основа, 1998 – 380 с.

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

15. 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.

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

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

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

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

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

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

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

23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. Синявський О.Ю. Зміна рН бульби картоплі при обробці у магнітному полі / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко // Енергетика і автоматика – 2011. – № 4(10).
27. 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.
28. 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.
29. 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.