

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

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

Миронова Юлія Михайлівна

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Обґрунтування магнітної установки на постійних магнітах для зменшення
втрат насіннєвої картоплі при зберіганні**

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

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Савченко Л.Г.
к.і.н., доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Миронова Юлія Михайлівна. Обґрунтування магнітної установки на постійних магнітах для зменшення втрат насіннєвої картоплі при зберіганні. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В даному дипломному проєкті розроблено магнітну установку на постійних магнітах, з мінімальним споживанням електроенергії, та можливістю обертання робочого барабана за допомогою регульованого асинхронного електроприводу. Основним елементом установки є робоча ємність, на зовнішній поверхні внутрішнього циліндра розташовано 8 а по внутрішньому периметру корпусу 12 постійних неодимових магнітів прямокутної форми.

Проведено комп'ютерне моделювання установки магнітної обробки картоплі для отримання візуалізації розподілу магнітних силових ліній у робочій зоні секції, розрахунку кількості постійних магнітів усередині робочої ємності, визначення мінімальної відстані між ними та значень магнітної індукції. В результаті комп'ютерного моделювання за допомогою пакету програм ELCUT було встановлено раціональну відстань між магнітами 100-150 мм та значення магнітної індукції 65 мТл, необхідні для ефективної обробки насіннєвої картоплі.

Виготовлено дослідний зразок магнітної установки обробки насіннєвої картоплі, на базі якої для підтвердження теоретичних розрахунків було проведено експериментальні дослідження.

Ключові слова: картопля, магнітна установка, моделювання, насіння, постійні магніти.

ANNOTATION

Mironova Y M. Substantiation of a magnetic installation on permanent magnets to reduce losses of seed potatoes during storage. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for the bachelor's degree in the specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics". – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

In this diploma project, a permanent magnet magnetic installation was developed with minimal power consumption and the ability to rotate the working drum using an adjustable asynchronous electric drive. The main element of the installation is a working vessel, with 8 on the outer surface of the inner cylinder and 12 rectangular permanent neodymium magnets along the inner perimeter of the housing.

A computer simulation of the magnetic potato processing unit was carried out to visualise the distribution of magnetic power lines in the working area of the section, calculate the number of permanent magnets inside the working container, determine the minimum distance between them and the values of magnetic induction. As a result of computer modelling using the ELCUT software package, a rational distance between magnets of 100-150 mm and a magnetic induction value of 65 mT were determined, which are necessary for the effective processing of seed potatoes.

A prototype of a magnetic seed potato processing unit was manufactured, on the basis of which experimental studies were carried out to confirm theoretical calculations.

Keywords: potatoes, magnetic installation, modelling, seeds, permanent magnets.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ, ЩО ЗНИЖУЮТЬ ВТРАТИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ.....	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МАГНІТНОЇ УСТАНОВКИ НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ.....	20
РОЗДІЛ 3. ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАГНІТНОЇ УСТАНОВКИ НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ	32
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Для збільшення постачання країни продуктами харчування і зокрема картоплею, необхідно покращити зберігання насіннєвої та продовольчої картоплі.

Головною особливістю даної технології є збереження необхідного температурно-вологісного стану під час зберігання бульб на складі. Забезпечити оптимальні умови для зберігання насіннєвої картоплі можна, якщо виконати низку заходів щодо підготовки сховищ. Робота спрямована на підготовку бульб насіннєвої картоплі до довготривалого зберігання. На жаль, застосування промислових технологій і техніки неминуче призводить до пошкодження бульб або травм, внаслідок чого, до підвищення втрат в процесі зберігання. Було проведено кілька досліджень на швидке та якісне загоєння нанесених механічних ушкоджень.

В даний час магнітні способи обробки насіннєвої картоплі є найбільш економічними і технологічними, з найменшими поточними витратами. А від швидкості та ефективності ранових реакцій залежить якість лікування. І тут головним чинником є температурно-вологісний чинник. Активація життєвих процесів пошкоджених клітин бульб також важлива для їх загоєння.

Але проблема збереження якості продукції має велике народногосподарське значення. Втрата врожаю при зберіганні все ще велика: при збиранні врожаю, транспортуванні та зберіганні втрачається 30-40% вирощеного врожаю, в деяких випадках до кінця зберігання втрати досягають 60%. Тому розробка прогресивних технологій та установок, які призначені для попередньої обробки продуктів, завдання актуальне сьогодні.

В даний час активно вивчаються фізіологічні способи впливу на продукти харчування, які зберігаються на складі, та ефекти, пов'язані з цим впливом. Одним із таких ефектів є магнітна обробка.

Установка призначена для зниження втрат насінневої картоплі при тривалому зберіганні, зниження ризику грибкової та бактеріальної гнилі в продукті, поліпшення якості продукції, що зберігається.

Ступінь розробленості теми роботи. Різні дослідження в нашій країні та за кордоном присвячені використанню магнітної обробки насіння, рослин, овочевих культур. Відомо безліч позитивних дослідів щодо використання теплових, електромагнітних або інших фізичних впливів на насіння для того, щоб їх знезаразити. Басов А.М., Ізаков Ф.Я. із співробітниками успішно використовують для цього поле коронного розряду. Бородін І.Ф., Цвугленок Н.В. із співробітниками ефективно застосовують для знезараження енергію електромагнітних полів високої та надвисокої частоти. У нашій країні та за кордоном дослідження у цій галузі проводилися такими вченими, як Більшин Р.Г., Гінзбург А.С., Євреїнов М.Г., Лебедєв С.П., Лисаков А.А., Нікітенко Г.В., Нормов Д.А., Прищеп Л.Г., Тарушкін В.І., а також послідовниками їхніх наукових шкіл. Застосування магнітних технологій в обробці овочевих рослин абсолютно безпечне для людини та для овочів, і здатне збільшити багато показників від проростання до обсягу врожаю або вмісту поживних речовин будь-якою культурою, що вирощується під час зберігання.

В Україні є хороші можливості для розвитку магнітної обробки насінневої картоплі, тому на сьогоднішній день використання магнітного поля на основі постійних магнітів відноситься до енергозберігаючих та екологічно чистих технологій, які дозволяють одночасно здійснювати збільшення термінів зберігання, так і запобігання захворюванням культур.

Глобальне піднесення науки в галузі альтернативної енергетики торкається практично всіх регіонів у світі. Наприклад, Компанія Magnetic Technologies створена в 1994 р. протягом 20 років вела активні дослідницькі роботи у провідних світових науково-технічних центрах та університетах з метою виявити доцільність застосування «магнітних технологій» у сільськогосподарському секторі.

Також давно ведуться дослідження щодо застосування магнітних технологій в агропромисловому комплексі, у тому числі обробки картоплі. Хороший ефект, що впливає на зберігання картоплі, отриманий в результаті обробки бульб магнітним полем на основі постійних неодимових магнітів. Однак необхідно розробити максимально адаптовану до умов фермерського господарства установку для обробки картоплі та відповідне обладнання для її застосування.

Проблема полягає у наступному. З одного боку, доведено ефективність застосування магнітної обробки картоплі для збільшення термінів зберігання, проте відсутня установка і технологія обробки із заданими параметрами.

Робоча гіпотеза – підвищення ефективності зберігання насіннєвої картоплі з допомогою використання установки магнітної обробки бульб.

Об'єктом дослідження вважається установка на постійних магнітах барабанного типу зменшення втрат насіннєвої картоплі за умов тривалого зберігання у фермерських господарствах.

Предметом дослідження є параметри та режими встановлення на постійних магнітах для обробки насіннєвої картоплі.

Мета роботи. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів встановлення магнітної обробки насіннєвої картоплі для зменшення втрат під час зберігання.

Завдання дослідження:

Здійснити аналіз способів зберігання та установок для можливої магнітної обробки бульб насіннєвої картоплі.

Розробити конструкцію пристрою для магнітної обробки насіннєвої картоплі перед її закладкою на зберігання у фермерських господарствах.

Перевірити працездатність установки для магнітної обробки насіннєвої картоплі.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Миронова Ю.М.** Аналіз існуючих способів, що знижують втрати під час зберігання насіннєвої картоплі. Збірник тез IX-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»*. м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК, . С. 197-202.

2. Савченко Л.Г., **Миронова Ю.М.** Розробка магнітної установки на постійних магнітах для зменшення втрат насіннєвої картоплі при зберіганні. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науковопедагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 165-168.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи, а саме розроблена установка на постійних магнітах для зменшення втрат насіннєвої картоплі при зберіганні, можуть бути впровадженні в підприємствах агропромислового комплексу Житомирської області.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 16 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 47 сторінок комп'ютерного тексту, містить 9 таблиці і 25 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ НАУКОВОЇ ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ, ЩО ЗНИЖУЮТЬ ВТРАТИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ

Зберігання насіннєвої картоплі – це завершальний етап всього виробничого процесу. Щоб зберегти врожай найвищої якості з мінімально можливими втратами протягом тривалого терміну. Вивчити потрібно всі правила зберігання насіннєвої картоплі, а також її призначення. З осені картопля має бути охолоджена до температури 30 градусів Цельсія. Якщо картопля "здорова", то після "періоду обробки" вона знизиться до 0,5 °C на добу. При великій кількості механічних пошкоджень картоплю необхідно негайно охолодити до температури не нижче 0°C та більше на добу.

Головний вплив на збереження насіннєвої картоплі має надаватися визначення умов диференціально-температурних режимів на етапі зберігання картоплі, враховуючи властивості бульб.

При зберіганні потрібно регулярно проводити тимчасову періодичну вентиляцію для оновлення повітря в суміжних місцях та зниження порога нижньої частини картопляної грудки. У цей час провітрювання приміщення триває 30 хвилин 2-3 рази на рік. Іноді температура в місцях зберігання підвищується і потім опускається до рівня за рахунок додаткового провітрювання.

Для того щоб забезпечити потрібну температуру під час зберігання, це досягається шляхом поліпшення якості бульб картоплі для підтримки вентилятора повітря, що надходить у картопляну масу.

Інші способи збільшення терміну придатності картоплі повинні бути зосереджені на створенні методів створення рішення, яке не тільки зберігає їх у цілості, а й не викликає побічних реакцій.

Щоб знизити втрати в картоплі та збільшити термін її зберігання, використовують різні методи обробки, хімічні або фізичні.

Деякі способи, перелічені вище, можна розділити на низку підкласів.

Під час опису методу роботи зі способом впливу з картоплею, з усіх можливих способів найпоширенішими є технологічні, хімічні методи та фізичні методи, що проводили тільки в технічних лабораторних умовах, і їхнє застосування не повинно широко використовуватися під час виробництва продуктів. Як зазначалося в попередньому розділі, активна вентиляція насипу відбувається протягом усього застосування при зберіганні картоплі. У разі використання методу пасивної вентиляції, розробленого в нашій країні, він сильно відрізняється від того, що використовується в зарубіжних країнах.

Такий варіант дасть змогу зменшити загальну температуру і вологість у насипі картоплі та підвищити захист від грибка і бактерій на бульбах.

Одним із плюсів цього методу є можливість найбільш раціонально використовувати обсяг сховищ, при цьому витрачаючи відносно невеликі кошти. При цьому завдяки активному вентиляванню насипу картоплі, вдається знизити втрату врожаю до 10...15%. Завдяки природному убутку маси бульби з 6 % до 15 % і втраті продукту на рівні 8 %, збитки зростають щороку.

До недоліків методу можна віднести те, що він не завжди дає можливість отримати бажаний результат. Складнощі, пов'язані з переробкою картоплі в зимовий час та аварійні випадки, які можуть виникнути внаслідок різкого зниження температури.

Зберігання картоплі - це складний хімічний, біохімічний і фізичний процеси. На результат зберігання впливають біологічні особливості сорту, вихідний стан бульб, а також умови їх вирощування, збирання, транспортування та подальшої товарної обробки врожаю. Не менш важливу роль у збереженні якісного продукту відіграє режим, способи та умови зберігання. Картопляне сховище за останні роки значно покращилося.

Незважаючи на це, втрати під час зберігання ще дуже великі і якість бульб погіршується. Для зниження втрат і збереження харчової цінності картоплі найперспективнішим є застосування екологічно безпечної захисно-стимулювальної продукції біологічної природи.

Нині є безліч методів боротьби зі збільшенням термінів зберігання картоплі. До першої групи відносять фізичні методи, до другої - хімічні, а до третьої - біологічні. До таких самих способів класифікації належать і технічні пристрої, призначені для обробки бульб.

До пристроїв, що використовують фізичний метод боротьби, належать: установки електромагнітної обробки, спосіб оздоровлення садивної картоплі та пристрій для його здійснення. Пристрій для попередньої підготовки бульб картоплі в електромагнітному полі.

Цей спосіб є більш поширеним для зберігання картоплі та зниження витрат - обробка при завантаженні в приміщення хімічним або біологічним захисним засобом, і антибіотиками пророщування. Ще один спосіб - це використання генномодифікованої картоплі, яка дає змогу скоротити втрати від розкладання і захворювань.

Крім того, відомо, що рослини можуть бути оброблені за допомогою магнітного поля, створюваного змінними магнітними полями зі швидкістю 1-2 см на хвилину протягом 10 хвилин.

Під час обробки рослинної сировини, загибелі мікроорганізмів і підвищенні проникності мембран, зростає кількість колагену, що важливо під час загоєння ушкоджень, завданих фруктам, синтезування холестерину, необхідного для придушення збудників бактерій картоплі, який пригнічується, знижується різниця потенціалів у мембранах.

Пристрій для передпосадкової підготовки бульб картоплі в електромагнітному полі. Автори пристрою кажуть, що пристрій має ємність для завантаження 1, встановлену на подачі транспортного засобу 2 з натяжним механізмом 3, при цьому на приводному валу конвеєра встановлений бункер 4,

а також у ньому розташована вантажна конвеєрна стрічка 2; порожнину статора трифазних електродвигунів 5, який є джерелом створення електромагнітної енергії. Вигляд електродвигуна, встановленого на зовнішній поверхні корпусу електродвигуна 5, представлений U-подібним діелектричним шаром 6, на якому закріплені позитивні сім і негативні гнучкі ріжучі електроди 8. Еластомерні волокна на виході електричних приводів 9 з'єднані еластомерним волокном. Завдяки пристрою, посадковий матеріал одночасно піддається впливу магнітних полів і електромагнітного поля, що обертається, що сприяє зростанню та розвитку рослин, на яких у кінцевому підсумку впливає збільшення врожайності сільгоспкультур. Прилад дає змогу підвищити якість обробки посадкового матеріалу, а також усунути травматизм під час обробки бульб.

Зовнішній вигляд блоку являє собою корпус 1 із вмонтованими в нього конвеєрами та 2 виконавчими механізмами 3, встановленими всередині корпусу, причому джерело електромагнітного випромінювання (ЕМВ) виконано у вигляді прямокутного магнітного магніту 4 з трикутним центром полюсів 5, розміщеного перед великою кількістю деталей на вході. Виготовлений із рослинного матеріалу 6-ї та додаткової магнітної трубки 8. За принципом роботи пристрій являє собою таке: вихідна маса рослинної сировини 6 надходить безпосередньо на конвеєр 2, який за допомогою приводу 3 переміщує сировину 6 до U-подібного електромагніту 4, коли вона перебуває на конвеєрі.

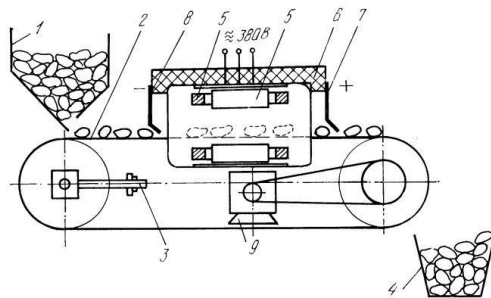


Рис. 1.1. Пристрій для електромагнітної обробки рослинної сировини.

У процесі пересування від U-подібного електромагніту 4 до магнітного кабелю 7 відбувається вплив змінних магнітних полів, що створюються взаємодією осердя електромагніту 4 та магнітного кабелю 7 з магнітною системою. Завдяки цьому конструкція осердя і магнітних ліній 7 створює поперечно збільшений градієнт магнітного поля, що дає змогу більш успішно використовувати магнітологію для обробки всієї кількості продуктів, які надійшли. У рослинній сировині відбулося 6 індукційних сил (ЕРС, сила Лоренца та ефект Холла процесів, що зробило валентний електрон анттимідіатизованим та модифікації управління антипаралелем), які супроводжуються прискореною рекомбінацією.

Недолік цього пристрою полягає в тому, що він не дає змоги контролювати інтенсивність руху потоків рослин і матеріалів через зону електромагнітного заводу через відсутність градієнта напруги, що повільно збільшується впродовж усієї електромагнітної системи, що відповідає напрямку руху сировини та матеріалів. Зменшує ефективність електромагнітної обробки.

Апарат магнітної обробки речовини належить до апарата магнітної обробки, який може бути використаний у промисловості та сільському господарстві для оцифрування водних систем, сипучих матеріалів, насіння сільськогосподарських культур тощо.

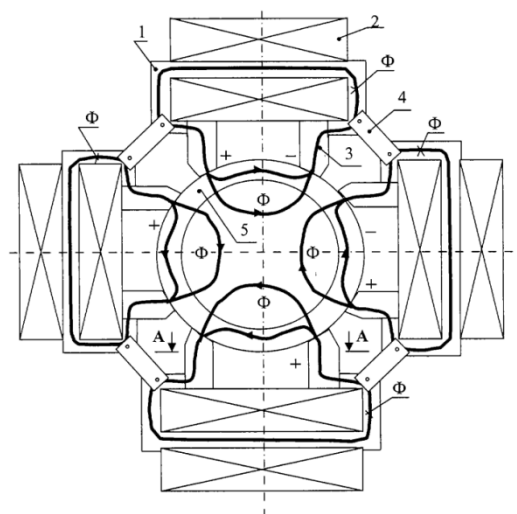


Рис. 1.2. Апарат магнітної обробки речовини.

Апарат складається з чотирьох модулів, кожен з яких виконано з магнітопроводу, намагнічувальної котушки та полюсів. Модулі з'єднані немагнітними пластинами і розміщені на сталевому трубопроводі.

Винахід належить до пристроїв магнітної обробки речовини, який може бути використаний у промисловості та сільському господарстві для омагнічування водних систем, сипких матеріалів, насіння сільськогосподарських культур тощо.

Апарат працює таким чином. Початки і кінці намагнічувальних котушок 2 з'єднуються так, що під час подавання напруги від джерела постійного струму струм, що протікає по них, спричиняє появу в кожному модулі магнітного потоку Φ , який замикається по магнітопроводу 1, полюсами 3 і частиною сталевому трубопроводу 5, водночас орієнтація його така, що полюси 3 сусідніх модулів мають однакову полярність (плюс або мінус), унаслідок цього відбувається часткове випинання силових ліній потоку Φ усередину перерізу трубопроводу 5 і утворення робочого потоку Φ_1 , який і впливає на оброблювану речовину. Величина Φ_1 залежить від напруженості магнітного поля намагнічувальних котушок 2 і наявності вибірки матеріалу полюсів 3. Для монтажу апарата на магістральному трубопроводі використовуються немагнітні пластини 4.

При цьому недоліки полягають у такому: пристрій використовується виключно на немагнітних трубах, а індикатори мають велику вагу та великі розміри.

У наступному винаході використовується пристрій для обробки магнітних речовин, що може використовуватися в промисловості та сільському господарстві шляхом намочування систем водопостачання, сипучої речовини, насіння головки тощо. Модулі виконані з отворами для з'єднань полюсів між сусідніми модулями. Отриманий технічний результат полягає у збільшенні виробничих потужностей на виробництві, установці та поліпшенні показників магнітної обробки.

Винахід належить до пристроїв магнітної обробки речовини, що може використовуватися для омагнічування рідин, сипучих матеріалів, насіння с.-г. культур і застосовуватися в промисловості, сільському господарстві, медицині, побуті тощо. Апарат магнітної обробки речовини складається з магнітопроводу у вигляді чотирьох ідентичних П-подібних розбірних полюсів, виконаних у вигляді кігтеподібної форми, які охоплюють зовнішню поверхню трубопроводу 9, та мають однакову полярність (N, N і S, S), кожний із яких виконаний із магнітопроводу 1, 2, 3 та полюса 4, забезпечений отворами 5 для з'єднання суміщених полюсів, немагнітних пластин 7, котушки, яка намагнічує 6.

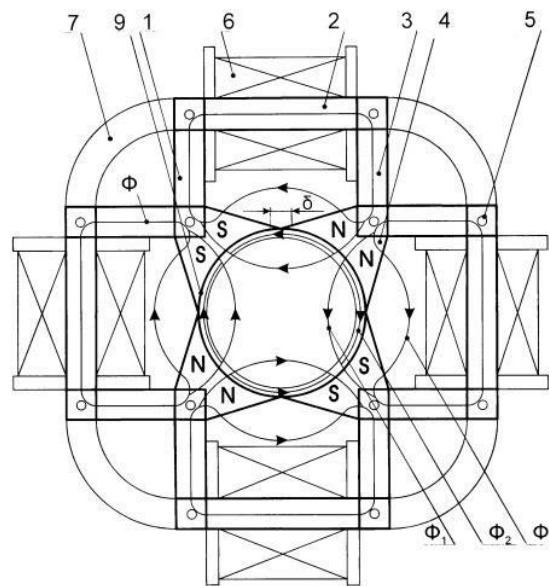


Рис. 1.3. Апарат магнітної обробки

Полюси 4 апарата мають радіальну вибірку 8 з можливістю охоплення зовнішньої поверхні трубопроводу 9. Повітряний зазор δ , що дорівнює нулю, дає змогу зменшити величину магнітного опору між полюсами і досягти максимального значення магнітного потоку в робочій області.

Однак недоліки прототипу: недостатня площа зіткнення магнітних полюсів із трубопроводом (отже, відсутність жорсткості кріплення апарата на трубопроводі); магнітопровід ускладнює збирання, технологію виготовлення та монтажу намагнічувальних котушок.

Пристрій електромагнітної обробки бульб картоплі, що може використовуватися для обробки бульб картоплі з метою забезпечення високого

збереження властивостей картоплі протягом усього терміну зберігання за рахунок поліпшення лежкості.

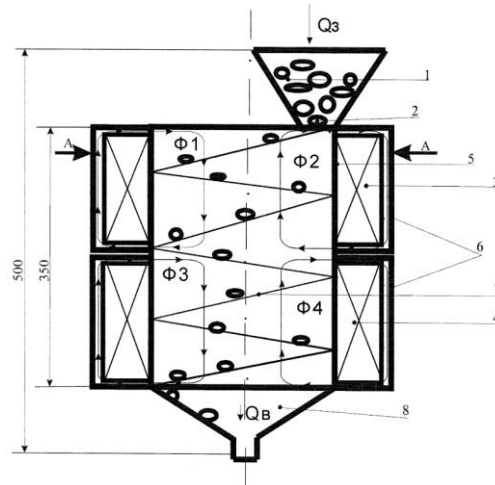


Рис. 1.4: Пристрій електромагнітної обробки бульб Технічний результат, що може бути отриманий, зводиться до забезпечення універсальності магнітної обробки, підвищення технологічності виготовлення та монтажу, надійності в експлуатації та поліпшення питомих показників.

Апарат електромагнітної обробки бульб картоплі включає завантажувальний бункер 1, у який відбувається завантаження картоплі 2 (Q_3). Також є джерело електромагнітного поля, виконане у вигляді намагнічувальних котушок 3, 4, що розташовані одна за одною вздовж трубопроводу 5, у якому розташована робоча зона, та укладені в магнітопроводи 6.

Підключення намагнічувальних котушок 3, 4 - послідовне.

Магнітопроводи 6 слугують для збільшення коефіцієнта корисної дії за рахунок зменшення втрат розсіювання електромагнітної енергії в навколишнє середовище. Є немагнітна пряма спіраль 7, призначена для рівномірної електромагнітної обробки бульб картоплі 2. Вивантаження відбувається через вивантажувальний бункер 8 (Q_B). Бункер завантажувальний 1 і бункер вивантажувальний 8, магнітопроводи 6 і трубопровід 5 кріпляться за допомогою, наприклад, зварювання.

При цьому недоліки пристрою попереднього посіву полягатимуть у нерівномірній обробці та не розподілятимуться, відповідно, для одержання

однієї кількості магнітного поля, друга доза не перебуватиме в діапазоні значень параметра магнітного поля, що, зрештою, призведе до невиконання заявленого завдання.

Пристрій має занадто великий розмір, що ускладнить його комбінацію та переміщення.

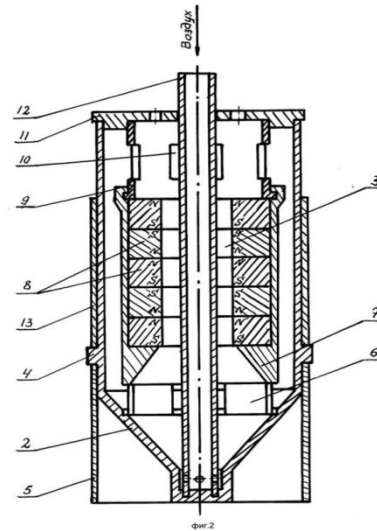


Рис. 1.5. Пристрій магнітного оброблення

У корпусі магнітного пристрою для оброблення насіння перед висіванням є корпус, усередині якого під'єднується до магніту постійний магнітний кабель і порожнистий до нього коаксіально. Магнітний провідник у нижній частині периметра - це довжина і ємність для створення затискного магніту, який знаходиться між полюсами на однойменній полярності, а також постійним магнітом, розташованим зверху.

Пристрій пов'язаний із сільським господарством і має у своєму складі електричний апарат для попередньої обробки насіння великих сільськогосподарських культур. У пристрої є бункер для насіння, електроди, під'єднані до джерела електричного струму, конвеєр. Розкидач насіння знаходиться в приміщенні, де встановлені електроди. На конвеєрі встановлені камери, які утримують ремінь, і обертовий барабан, який встановлений на камері. Вал барабана, з одного боку - воронка для насіння і випускні вікна; з іншого боку – сопла, які з'єднані з резервуаром для води. Пристрій збільшує час

впливу на насіння слабого електричного струму, що дає можливість отримати імпульс, необхідний для проростання насіння.

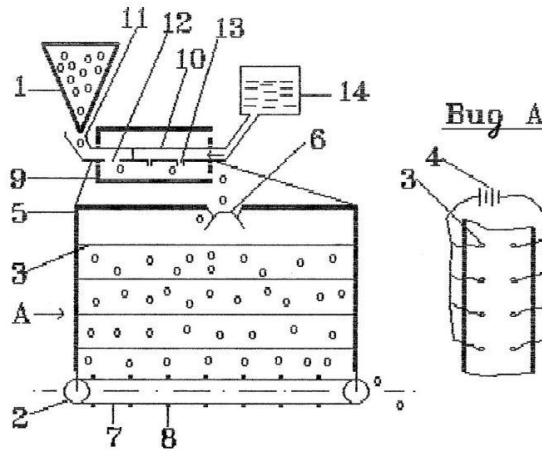


Рис. 1.6. Пристрій електричної обробки

Працює пристрій таким чином. Насіння (наприклад, ярої пшениці) завантажується в бункер 1 і подається у лійку 11 та через випускне вікно 12 падає в барабан 9. Вода з форсунки 13 нагнітається в барабан 9 і зволожує насіння. Кількість води становить 4-5 л на 1 т насіння. За рахунок обертання барабана 9 відбувається перемішування зернової маси, вона поступово виходить із барабана і падає на розкидач 6 насіння.

Відбувається заповнення камери 5, і зволожене насіння розташовується між електродами 3, на які з джерела 4 подається електричний струм напругою 30 В. Після закінчення часу обробки (2-3 хв) вмикається транспортер 2 і стрічка 7 виступами 8 забирає насіння з камери 5. Режим обробки визначається інтенсивністю завантаження і розвантаження зернової маси. Повільна подача та відвантаження насіння збільшує час обробки.

Одним із недоліків є те, що прилад дає змогу обробити насіння слабкоелектричним розрядом за п'ять-десять секунд, однак цього не завжди буває достатньо для стимуляції проростання.

Через це в цих агрегатів головний недолік - створення великих площ обробітку, дуже великих порівняно з обладнанням та його об'ємом (особливо в разі джерел постійного струму) і велике енергоспоживання під час експлуатації пристрою, джерело змінного струму та високовольтний перетворювач.

Під час обробки картоплі, здебільшого, використовується нова конструкція, яка дає змогу поліпшити процес обробки та ресурси на реалізацію.

Пристрій для виконання завдання певної магнітної обробки картоплі, використання більш ефективних пристроїв без витрати енергії.

Висновки по розділу

На основі деталей попереднього дослідження було зроблено висновки:

- За результатами дослідження було виявлено, що магнітна обробка насіння може бути використана для зменшення маси та покращення суспензії картоплі.
- Результати показують, що магнітна обробка знижує втрати ваги картоплі на 20...30% порівняно з необробленим контролем.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МАГНІТНОЇ УСТАНОВКИ НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Робота магнітної установки має бути максимально ефективною при транспортуванні та ремонті, а також забезпечувати транспортну та ремонтпридатність, разом з економічною доцільністю її впровадження. Відповідно до вимог до умов зберігання картоплі в фермерському господарюванні, що забезпечує проведення технологічних та побутових операцій, була розроблена геометрична модель об'єкта дослідження. Для магнітної обробки використовуються різні конструкції, які залежать від призначення, продуктивності, способу виготовлення магнітного поля кількості активних зон, особливостей технічних рішень.

У автономних умовах електропостачання сільськогосподарських об'єктів з прикладу фермерських господарств, віддалених ліній електропередачі доцільно використовувати установку, потребує мінімального споживання електроенергії. Пропонована установка магнітної обробки картоплі збільшення термінів зберігання містить робочу область, у якій при даному розташуванні постійних неодимових магнітів досягається оптимальна магнітна індукція.

Установка відноситься до фермерського господарства, до способу зберігання картоплі, що дозволяє забезпечити протягом усього терміну зберігання високу схоронність властивостей картоплі за рахунок поліпшення якості самих бульб, приймаємо конструкцію представлену на рис. 2.1.

Установка, ємнісного типу, магнітної обробки бульб картоплі (рис. 2.2.) містить: основу 9 з колесами 6, механізм відхилення та фіксації 1 у вертикальній площині для навантаження та вивантаження бульб картоплі, встановлену на валу 8 робочу ємність 2, що приводиться в обертання електродвигуном 5 за допомогою приводу 4 і зубчастої передачі 3, що містить

плоскі прямокутні постійні неодимові магніти 11 класу n35, нерухомий немагнітний циліндр 7 з металевими вкладишами 12, пластиковий вкладиш 10 для запобігання травмування бульб картоплі.

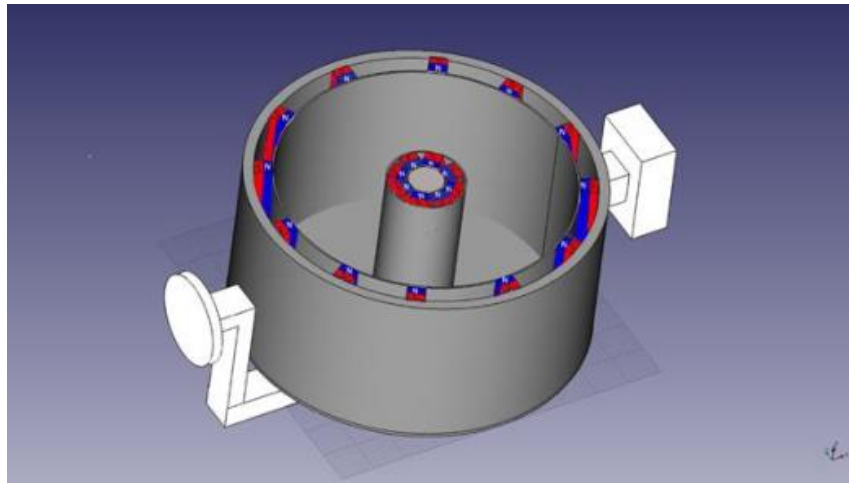


Рис. 2.1. Загальний вид встановлення магнітної обробки бульб картоплі

На рис. 2.3, робоча ємність 2, циліндр 7 виконані з непровідного немагнітного матеріалу, постійні неодимові магніти 11 (NdFeB) з аксіальним намагнічуванням, кріпляться за допомогою клею.

Пластиковий вкладиш 10 призначений для захисту бульб картоплі від ударів по стінках при обертанні ємності 2. Підстава 9, механізм відхилення і фіксації 1, 4 привід, зубчаста передача 3, вал 8 виконані з металу.

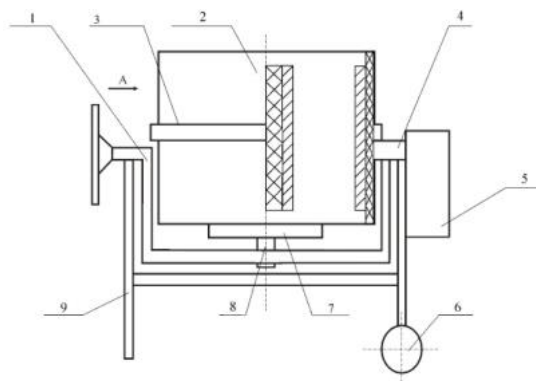


Рис. 2.2. Фронтальний розріз установки магнітної обробки бульб картоплі.

Установка магнітної обробки бульб картоплі ємнісного типу працює в такий спосіб.

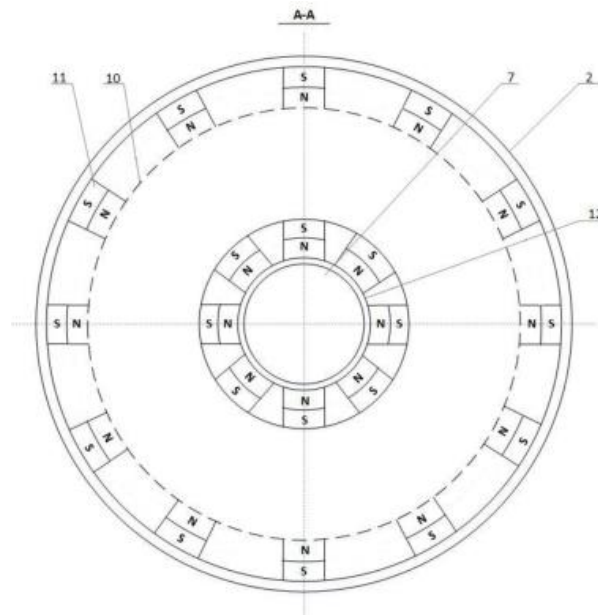


Рис. 2.3. Горизонтальний розріз установки магнітної обробки бульбою картоплі

Після завантаження партії картоплі в робочу ємність 2 за допомогою електродвигуна 5 за допомогою 4 приводу і зубчастої передачі 3 остання починає обертатися на валу 8 навколо своєї осі. При обертанні робочої ємності картопля 2 виявляється в зоні магнітного впливу, створюваного плоскими прямокутними постійними неодимовими магнітами 11 класу $n35$ і посилюється металевими вкладишами 12, розташованими на нерухомому немагнітному циліндрі 7. Картопля, піддана магнітній обробці, після відключення електродвигуна 5, за допомогою нахилу механізму відхилення і фіксації 1 видаляється з робочої ємності 2, і завантажується наступна партія. При необхідності переміщення невеликі відстані служать колеса 6 (друге не показано).

Для досягнення максимального ефекту обробку бульб картоплі слід проводити в позитивному полі постійного неодимового магніту постійного 11 з магнітною індукцією 65 мТл і часом обробки 120 секунд.

Вплив магнітного поля в даному пристрої покращує здатність картоплі тривалий час зберігатися без значних втрат маси, мікробіологічних та фізіологічних захворювань стає менше, запобігає втраті якості товарних,

насіннєвих та харчових якостей, збільшує надійність до захворювань та механічних пошкоджень.

Дієвість магнітної обробки бульб у цьому винаході залежить від тривалості впливу, величини індукції магнітного поля.

У даному випадку технічний результат полягає в підвищенні якості магнітної обробки бульб картоплі, зниженні травмування бульб, що обробляються, збільшенні продуктивності магнітної обробки, забезпеченні універсальності магнітної обробки, підвищенні надійності в експлуатації та поліпшенні питомих показників.

З метою візуалізації розподілу магнітних потоків усередині робочої зони апарату для магнітної обробки картоплі необхідно вдаватися до комп'ютерного моделювання. Моделювання здійснювалося в електронному середовищі Elcut. Електронну програму для розрахунку магнітних полів створено на основі методу кінцевих елементів (МКЕ).

При використанні МКЕ рівняння Пуассона для циліндричної системи координат подається у такому вигляді:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\nu}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rA) \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\nu}{r} \frac{\partial}{\partial z} (rA) \right) = F \quad (2.1)$$

де $\nu = \frac{1}{\mu\mu_0}$ – питомий магнітний опір;

A – складова векторного магнітного потенціалу осі z ;

r, z – циліндричні координати.

Що стосується запропонованої конструкції рівняння Пуассона можна переписати з урахуванням різниці радіусів $r = r_1 - r_2$ установки, рис. 2.4.

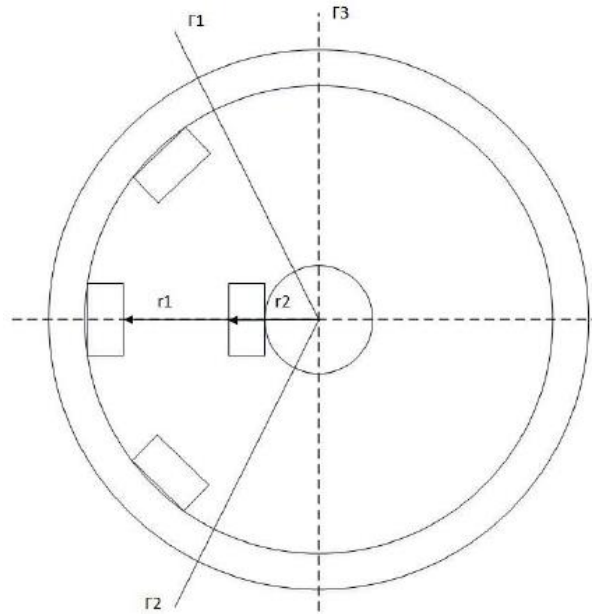


Рис. 2.4. Схематичне зображення сектора робочої зони установки для магнітної обробки картоплі стрілка

Тоді, рівняння Пуассона для повітряного простору між двома постійними магнітами, виділеного сектора, без урахування магнітної проникності речовини записується в наступному вигляді:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\mu_0(r_1 - r_2)} \frac{\partial}{\partial(r_1 - r_2)} (r_1 - r_2) A \right) + \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\mu_0(r_1 - r_2)} \frac{\partial}{\partial(r_1 - r_2)} (r_1 - r_2) A \right) = F_1 + F_2 + F_3 + F_4. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Якщо значення МДС зазначених магнітів однакові, то праву частину можна подати у загальному вигляді:

$$mF = F_1 + F_2 + F_3 + F_4,$$

де m – кількість МДС.

Граничні умови області визначення рішення мають вигляд:

$$A = 0 \text{ на } \Gamma_1 \text{ і } \Gamma_2; \quad \frac{\partial A}{\partial n} = 0 \text{ на } \Gamma_3.$$

В МКЕ застосовується варіаційне обчислення, яке дозволяє використовувати енергетичний метод, який полягає в заміні крайового завдання для рівняння Пуассона завданням про мінімум функціоналу енергії:

$$F = \iint_{\Omega} \left[\frac{1}{2\mu_0} \left(\frac{\partial^2 A}{\partial z^2} + \frac{1}{(r_1 - r_2)^2} \frac{\partial^2 (r_1 - r_2) A}{\partial (r_1 - r_2)^2} \right) - mFA \right] \partial\Omega, \quad (2.3)$$

де $\partial\Omega(r_1-r_2)d(r_1-r_2)dz$.

Якщо в області Ω є n вершин r прямокутників, а F^m представляє вклад прямокутника m у загальну функцію, то мінімум цієї функції визначається шляхом розв'язання системи рівнянь:

$$\frac{\partial F}{\partial A_p} = 0, \quad (2.4)$$

де $p = 1, 2, 3, \dots, n$.

Опускаючи ряд перетворень, властиві стандартному алгоритму розрахунку методом кінцевих елементів, можна перейти до кінцевим виразам знаходження величини магнітної індукції у робочому просторі.

Складові вектора магнітної індукції B_r та B_z розраховуються за рівняннями:

$$B_r = -\frac{\partial A_i^\ell}{\partial z} = -\frac{1}{2S} (c_i A_i^\ell + c_j A_j^\ell + c_k A_k^\ell), \quad (2.5)$$

$$B_z = \frac{\partial A_i^\ell}{\partial r} + \frac{A_i^\ell}{r} = \frac{1}{2S} \left[(b_i A_i^\ell + b_j A_j^\ell + b_k A_k^\ell) + \frac{3}{r_i + r_j + r_k} \times \right. \\ \left. \times (A_i^\ell (a_i + b_i r_i + c_i z_i) + A_j^\ell (a_j + b_j r_j + c_j z_j) + A_k^\ell (a_k + b_k r_k + c_k z_k)) \right], \quad (2.6)$$

Вектор магнітної індукції всередині трикутного елемента:

$$B_i^\ell = \sqrt{(B_r^2 + B_z^2)}, \quad (2.7)$$

В результаті комп'ютерного моделювання було отримано картину розподілу магнітних силових ліній у робочому просторі установки для магнітної обробки картоплі, рис. 2.5.

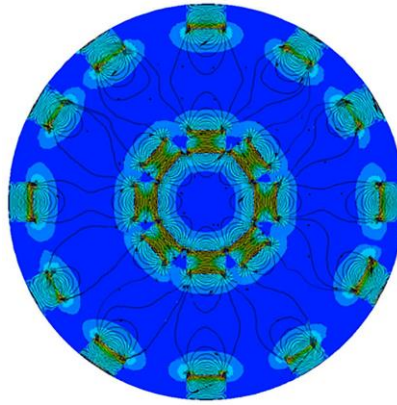


Рис. 2.5. Розподіл магнітних силових ліній із перерізом установки для магнітної обробки картоплі

При розгляді досліджуваної конструкції магнітної установки для обробки картоплі можна помітити, що вона має ідентичні секції з одним набором фізичних властивостей, тому для спрощеного моделювання рішення магнітної системи обмежується створенням модельної системи однієї секції.

Отриманий результат моделювання магнітного поля в секції, що складається з магнітних матеріалів порівнянних конструкцій, представлений на рис. 2.6. З урахуванням цього, в моделях враховується вплив на магнітні потоки від постійних магнітів залежно від місця їх розташування та кількості повітряних зазорів.

Відповідно до візуальної інтерпретації розподілу ліній магнітного поля магнітної конструкції на рис. 2.5, можна припустити, що побудова моделі в (2.6, б) є магнітостатичною перевагою. Під час встановлення постійних магнітів збільшити потік магнітного потоку, щоб показати, коли силові лінії без втрат наповнюються і поширюються концентровано через робочу зону. Однак висунута презумпція має бути обґрунтовано дослідженням характеристик магнітної індукцією на робочому місці, де знаходиться картопля.

Для визначення позитивного ефекту порівнюють індукційні характеристики на робочих місцях магнітних заводів з переробки картоплі. На рис. 2.6 показано обробку за допомогою Microsoft Excel Office та результати аналізу Elcut з обчислювальної обробки, виконані за допомогою індукційних кривих.

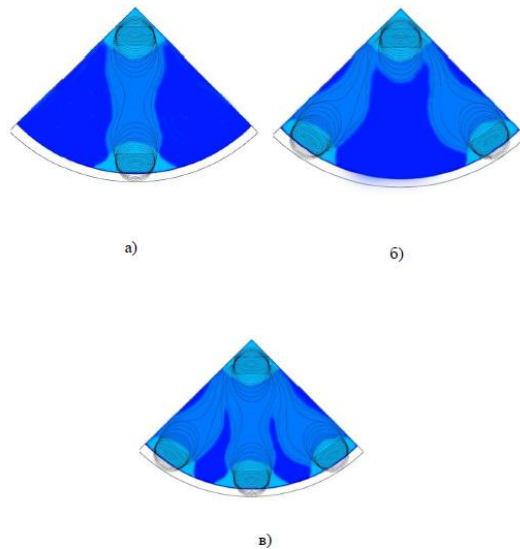


Рис. 2.6. Моделювання магнітного потоку в секції магнітної установки залежно від кількості постійних магнітів: а – два постійні магніти; б - 3 постійних магніти; в – 4 постійних магніти.

Комп'ютерне моделювання здійснювалося для різної кількості неодимових магнітів: 6, 12 і 16. На рис. 2.6 представлені графічні залежності, з яких видно, що найбільші значення магнітної індукції в робочому просторі 65 мТл знаходиться на відстані 0,058 м від поверхонь постійних магнітів. Найбільші значення магнітної індукції отримані при наступному співвідношенні магнітів на зовнішній поверхні циліндра - 8, а по внутрішньому периметру корпусу 12.

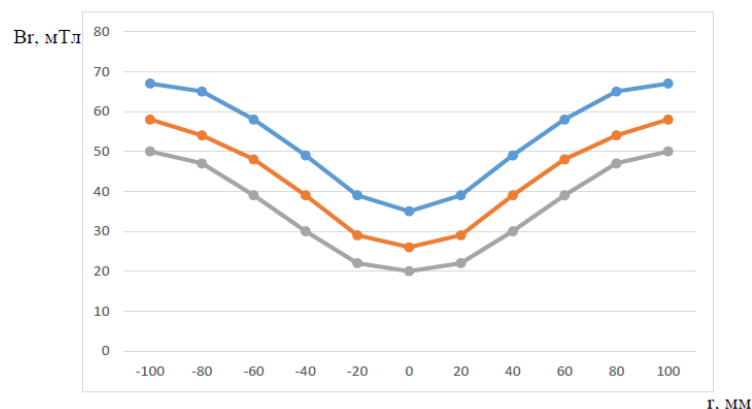
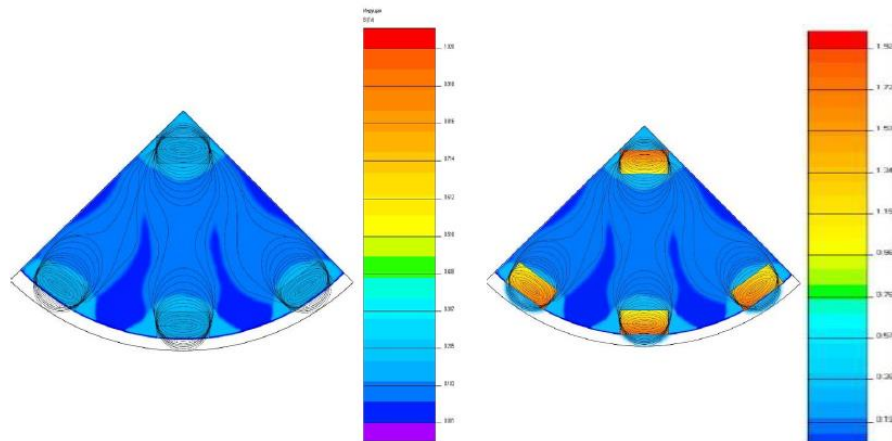


Рис. 2.7. Аналітичний розподіл магнітної індукції B_r на поверхні постійного магніту та на відстані до 100 мм від неї.

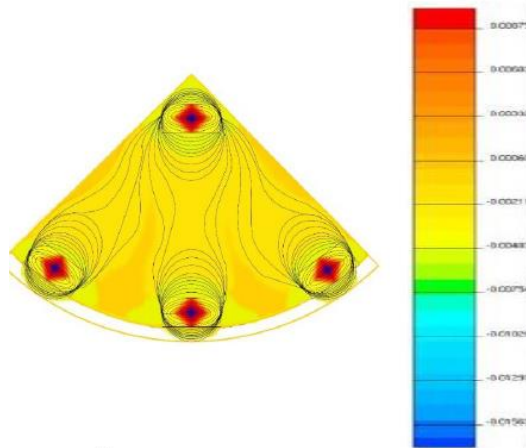
Представлена на рис. 2.7 карта магнітного поля показує розподіл силових ліній магнітної індукції, напруженості, магнітного потенціалу в секції магнітної

установки для обробки картоплі. Кольорова карта супроводжується шкалою, що показує відповідність між кольором та значенням фізичної величини.



1) Індукція магнітного поля, мТл

2) Напруженість магнітного поля H , А/м



3) Магнітний потенціал A , Вб/м

Рис. 2.8. Подання колірної картини поля секції магнітної установки для обробки картоплі, де: 1 – картина розподілу індукції, Тл; 2 – картина розподілу напруженості магнітного поля H , А/м; 3 – розподіл векторного магнітного потенціалу A , Вб/м.

Діаграма індукції показана на рис. 2.8 (1), характеризує максимальну силу у робочій зоні прямокутного магнітного полюса та становить близько 65 мТл. Звісно, із зовнішнього боку робочої зони поблизу кордону з ділянкою магнітної установки спостерігається різке зниження значень індукції до 40 мТл, властивість характеризується поширенням поля постійного магніту. Паралельне розташування плоских неодимових магнітів дозволяє орієнтувати

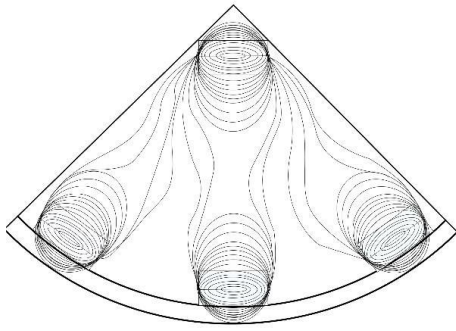
магнітні силові лінії джерел поля, що допомагає їх силовим лініям тяжіння один до одного та рівномірно розподіляти магнітний потік по робочій зоні.

Являється інтенсивність колірної градації (В) характеризує розподіл напруженості магнітного поля в зоні роботи. Зони мінімальної інтенсивності поблизу меж ділянки можна уявити, як здатність адаптуватися до магнітних полів постійних магнітів, які створюють магнітні орієнтири та полюси, є додатковими.

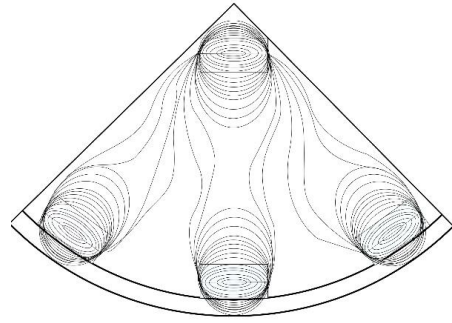
Наведено графік розподілу вектора магнітного потенціалу, який має фізичну суть впливу на формування магнітного поля в магнітному полі.

На основі даних комп'ютерного моделювання ділянки магнітного регулювання обробки картоплі, де постійні неодимові магніти були встановлені на відстані $l=300$ мм, $l=250$ мм, $l=200$ мм, $l=150$ мм, $l=100$ мм від постійних магнітів рис. 2.9.

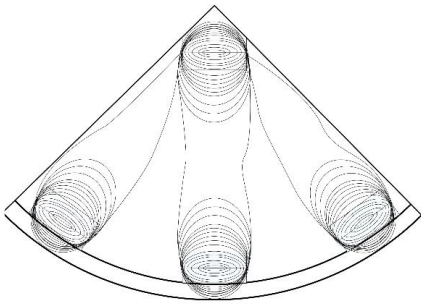
На рис. 2.9. зображено картину поля стану індукції у перерізі магнітної установки для обробки картоплі. Очевидно, що сила магнітної ідукції змінюється в міру її наближення до постійного магніту. Кольорова шкала магнітної індукції показує, на відстані $l = 150$ мм величина В відповідає 60 мТл, а при $l = 100$ мм індукція досягає 70 мТл. Розташування магнітів в інтервалі відстані $l = 100 - 150$ мм представляє найбільший практичний інтерес, тому що в цьому інтервалі спостерігається індукція магнітного поля, необхідна для обробки картоплі в робочій зоні в даному діапазоні l .



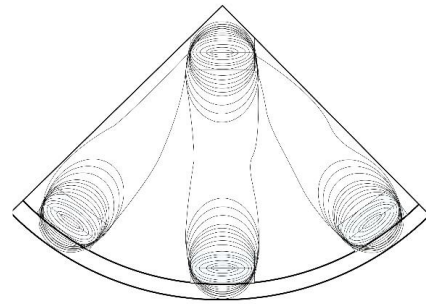
1. Відстань $l = 100\text{мм}$



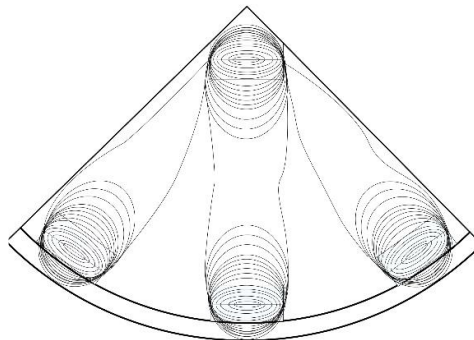
2. Відстань $l = 150\text{мм}$



3. Відстань $l = 200\text{мм}$



4. Відстань $l = 250\text{мм}$



5. Відстань $l = 300\text{мм}$

Рис. 2.9. Моделювання магнітного стану секції магнітної установки на відстані l постійних магнітів.

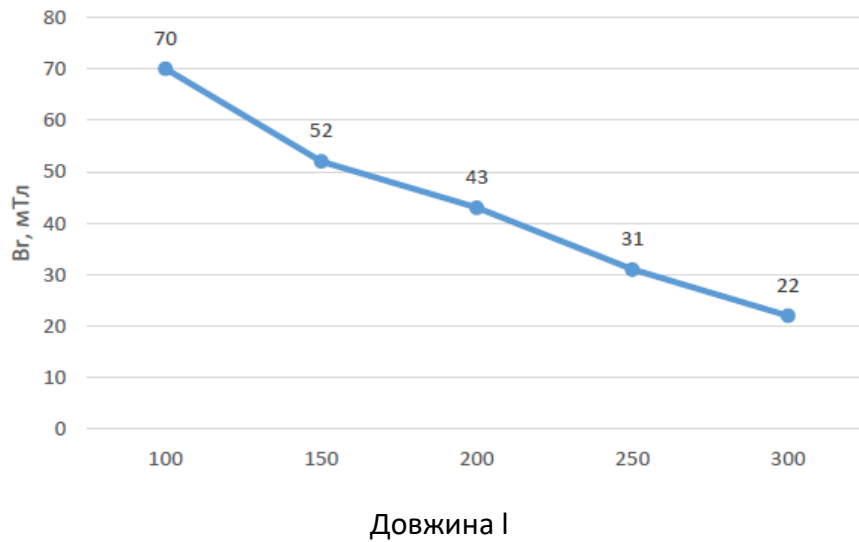


Рис. 2.10. Графік розподілу магнітної індукції B_r залежно від довжини l .

Висновки по розділу

Розроблено магнітну установку на постійних магнітах, з мінімальним споживанням електроенергії, і можливістю обертання робочого барабана за допомогою регульованого асинхронного електроприводу. Пристрій призначений для зменшення втрат насіннєвої картоплі під час закладок бульб на тривале зберігання.

РОЗДІЛ 3

ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МАГНІТНОЇ УСТАНОВКИ НА ПОСТІЙНИХ МАГНІТАХ

Виконання алгоритму експериментальних досліджень, що підтверджує висунуті наукові гіпотези, їм відповідна математична обробка результатів проводиться поетапно:

- проектowana схема експериментальної установки;
- визначається склад експериментального обладнання та кількість дослідів;
- аналізуються похибки експериментальних даних та вибірка недостовірних результатів;
- порівнюються результати математичного моделювання та експериментального дослідження;
- проведення експериментальних досліджень на змінному струмі;
- проведення експериментальних досліджень на постійному струмі;
- проведення експериментальних досліджень з використанням неодимових магнітів;
- визначення магнітної індукції та часу для обробки бульб насіннєвої картоплі.

Програма складена для проведення фізичного експерименту, що підтверджує наукову гіпотезу, підвищення ефективності зберігання картоплі за рахунок використання установки обробки бульб магнітними полями перед закладанням на зберігання.

Експериментальні дослідження – обробка бульб картоплі проводилася змінним та постійним магнітним полем, а також магнітним полем, отриманим від неодимових магнітів. Для отримання змінного та постійного струму, а отже різних магнітних полів, використовувався апарат магнітної обробки речовини

(рис. 3.1, 3.2), що підключається до блоку управління з використанням відповідних схемних рішень.

Програма проведення експериментальних досліджень щодо визначення необхідного параметра магнітних полів (магнітна індукція) та часу обробки бульб картоплі з використанням змінного, постійного магнітного поля та магнітних полів, отриманих від неодимових магнітів, а також режимів роботи експериментальної установки включає наступні основні пункти.

1. Дослідити режими роботи та ефект впливу електромагнітного поля на картоплю;
2. Виявити діапазон вихідних характеристик роботи магнітної установки для обробки картоплі в залежності від магнітної індукції, що змінюється, яка залежить від кількості постійних магнітів;
3. Дослідження впливу магнітного поля на збереження картоплі, отримання результатів експериментальних досліджень та доказ підвищення термінів зберігання картоплі залежно від конструктивної особливості магнітної системи.

Для здійснення цілеспрямованого натурного експерименту як імітацію було обрано лабораторний стенд. Зовнішній вигляд стенду зображено на рис. 3.1.

В експерименті для випробування впливу електромагнітного поля на картоплю використовується: 1 - автотрансформатор, що регулюється; 2 - вольтметр; 3 - блок мультиметрів mastech mybt; 4 - АМОВ; 5 - мілітесламетр ТП1-2У з магнітометром.

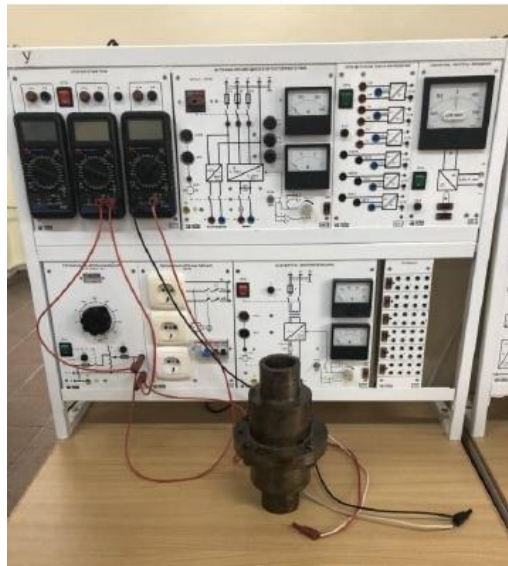


Рис. 3.1. Зовнішній вигляд експериментальної установки для дослідження параметрів та режимів впливу змінним електромагнітним полем на картоплю.

Система управління імітованого впливу змінного та безперервного електромагнітного поля на картоплю представлена на рис. 3.2. За даними таблиці 2, обладнання експериментальної установки представлено в таблиці 3.1, характеристики вимірювального приладу, що використовується – в таблиці 3.2.

Далі у процесі установки відбувається перевірка працездатності системи. Як тільки на магнітну котушку подається напруга, виникає магнітний потік F , який замикає для магнітопроводу, і повітряний зазор розділяється на три потоки: потік у повітряному зазорі, потік у повітряному зазорі та робочий магнітний потік для обробки картоплі.

Від електромагнітного впливу залежить ефективність обробки картоплі. Вона залежить від величини магнітної індукції в оброблюваній зоні та часу. На панелі приладів встановлені амперметр і вольтметр, які фіксують поточні значення електричних параметрів установки.

Для того, щоб виконати завдання експерименту та визначити магнітну індукцію обробки напруга змінювалася в діапазоні 60-220 з кроком 40 В.

Для експерименту впливу електромагнітним полем був використаний стенд на постійному струмі.



Рис. 3.2. Зовнішній вигляд експериментальної установки дослідження параметрів і режимів впливу постійним електромагнітним полем на картоплю.

У другій конструкції використовувалася практично ідентична методика дослідження, крім того, що обробка проводилася на постійному струмі.

Таблиця 3.1 – Перелік та призначення обладнання експериментальної установки.

№	Найменування	Розташування	Характеристика
Прилади для змінного струму			
1	Регульований автотрансформатор	Лабораторний стенд	
2	Мультиметр Mastech my60t	Лабораторний стенд	
Прилади для постійного струму			
3	Вольтметр	Лабораторний стенд	0...220В, точність $\pm 0,5$
4	Амперметр	Лабораторний стенд	0...10А, точність $\pm 2\%$
5	Регульований	Лабораторний стенд	
	Діодний міст	Лабораторний стенд	
Прилади для вимірювання характеристик постійного магнітного поля			
6	Мілітесламетр ТП2- 2У	Вимірювальні прилади	0,1...1999 мТл
7	Магнітометр трьохкомпонентний малогабаритний	Вимірювальні прилади	-200...+200 кА/м

Третій експеримент проводився на магнітній установці із постійними неодимовими магнітами. Така установка виконує моделювання реальних умов

та дозволяє здійснити методику проведення експериментальних досліджень щодо визначення параметрів та режимів роботи.



Рис. 3.3. Зовнішній вигляд експериментальної установки для дослідження параметрів та режимів магнітної установки з постійними неодимовими магнітами.

У конструкції пристрою магнітної обробки бульб картоплі є конструкція, що складається з основи з колесами, які з'єднані з механізмом повороту та фіксації на горизонтальній площині, для навантаження та розвантаження картопляних бульб. Приведений у рух електродвигуном за допомогою двигуна та зубчастого валу, вал закріплений до робочої ємності, що приводиться в обертальний рух за допомогою двигуна та зубчастої передачі.

За допомогою рухомого немагнітного циліндра, виконаного з непровідних немагнітних матеріалів, робоча ємність з'єднана з нерухомим немагнітним циліндром, виготовленим з непровідного немагнітного середовища. У робочу ємність вбудовані плоскі прямокутні постійні неодимові магніти класу n35, пластиковий вкладиш для запобігання травмуванню картоплі при обертанні ємності навколо своєї осі. Приводи, механізми відхилення та фіксації, зубчаста передача, вал.

З метою рівномірної магнітної обробки картоплі необхідно встановлювати робочу ємність установки під кутом 45° щодо горизонтальної поверхні та обертати її з використанням асинхронного електроприводу, виконаного на базі перетворювача частоти. Структурна схема та короткий опис, представлений на рис. 3.4.

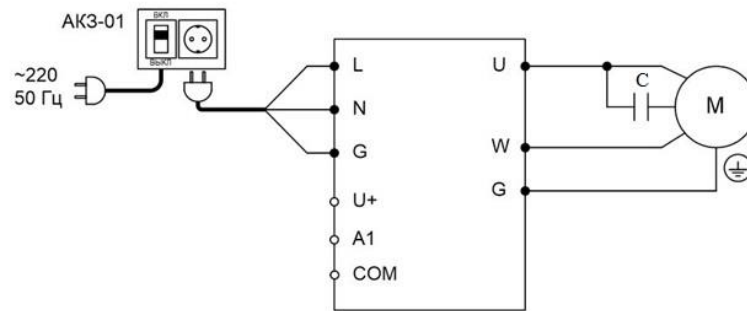


Рис. 3.4. Структурна схема асинхронного електроприводу із частотним перетворювачем.

Основою для роботи асинхронного двигуна є взаємодія магнітного поля статора і струмів, що обертається, які він викликає в роторі двигуна. Обертальний момент виникає при різниці частоти обертання пульсуючих магнітних полів. Як відомо, саме цим принципом керуються при регулюванні швидкості обертання асинхронних двигунів за допомогою частотного перетворювача.

Експериментальні дослідження проводилися з насінневою картоплею для встановлення необхідних оборотів обертання електроприводу за відомих параметрів магнітної індукції та часу знаходження бульб у магнітному полі. В якості критерію оцінки було обрано масу картоплі після відкладення протягом 16 діб. Результати експерименту зведено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Зміна маси картоплі у функції магнітної індукції, часу обробки та швидкості обертання електроприводу.

№	Магнітна індукція, мТл	Час обробки, с	Обороти обертання електроприводу,	Маса насінневої картоплі, г
1.	65	120	20	58
2.	65	120	40	60
3.	65	120	60	54
4.	65	120	80	57

За результатами експерименту з'ясувалося, що для ефективної реалізації насінневої картоплі необхідно обробляти її магнітними силовими лініями із середньою величиною магнітної індукції більше 65 мТл, що призводить до обертання зі швидкістю 40^{-1} та час обробки 120 секунд.

У дослідженні факторів, що впливають на ефективність магнітного розкриття картоплі, були виділені фіксовані, змінні та випадкові фактори.

Уточнено, виправлено:

- 1) За всіма варіантами картопля має бути однаковою.
- 2) Рівень вологості та температури повітря (18°C , 60-70%);
- 3) Коли виходить вага (з ночі).

Для проведення експериментів та математичної обробки експериментальних даних було обрано наступний план:

Є низка експериментів, вартість обладнання має бути встановлена.

Аналіз точності вимірних значень при контролі та перевірці приладів, контроль виготовлених зразків.

Перевірити якість вимірів – щоб визначити максимальну похибку вимірів та вибірку з результатів повторних вимірів.

Визначити відхилення параметрів від вихідної моделі.

Створити таблиці та графіки.

Інтерполяція та екстраполяція функціональних залежностей.

При вивченні статичних характеристик АМОВ основними тенденціями роботи з вимірювальним обладнанням щодо статичних характеристик АМОВ були: використання лише протестованих, сертифікованих і стандартизованих в Україні пристроїв; перехід на вимірювання мікроелементів; реєстрація мінливих розмірів.

Кількість дослідів визначається з урахуванням рекомендацій.

У разі побудови графічних залежностей через складність видалення певних точок із певних функцій необхідно використовувати методи інтерполяції та екстраполяції функціональних залежностей. Застосування формули інтерполяції Ньютона забезпечує найкращі результати обчислень.

Відповідно до теорії планування експерименту складено план 2-х факторного експерименту, представлений у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – План експерименту

X1	X2	Напруга, В	Кількість проходів, N
-	-	60	1
-	+	60	5
+	-	220	1
+	+	220	5

Для виконання завдань експерименту та визначення мінімальної магнітної індукції лікування було складено греко-римський квадрат, складений на основі даних експерименту, в якому зміна напруги в діапазоні при 60, 220 В.

Щоб зменшити кількість експериментів та обчислень відповідно до принципу максимальної правдоподібності, було розроблено та винайдено новий греко-римський квадрат експериментальних даних, включаючи екстремальні значення (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Греко-римський квадрат даних експерименту.

час/напруга	50	110	220
30	69	50	63
60	61	77	65
300	78	70	55

Таблиця 3.5 – Греко-римський квадрат експерименту

час/напруга	50	110	220
30	92%	98%	96%
60	98%	94%	96%
300	94%	95%	94%

Для проведення експерименту потрібно виконати опис функції відгуку, або визначити коефіцієнт рівняння регресії. Для цього необхідно зафіксувати один фактор та змінювати його місцями з іншим, а потім поміняти їх місцями. З кроком 1, при фіксуванні фактора X1 можна змінювати кількість проходів від 1 до 5. При цьому функція відгуку Y має яскраво виражений максимум. При фіксуванні фактора X2 змінюємо напругу живлення апарата від 60 до 220В з кроком 40 В. Функція відкликання Y збільшується. Підсумком є греко-римський квадрат врожайності плодів картоплі (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Урожай плодів картоплі.

$\begin{matrix} N \\ B, \\ \text{мТл} \end{matrix}$	1	2	3	4	5
16	324	345	363	351	342
31	336	357	366	360	354
44	348	363	372	366	360
55	366	375	381	378	372
65	381	384	390	387	383

За даними квадрата отримано графічні залежності врожаю плодів картоплі до функцій відносних параметрів магнітної індукції обробки (рис.3.6).

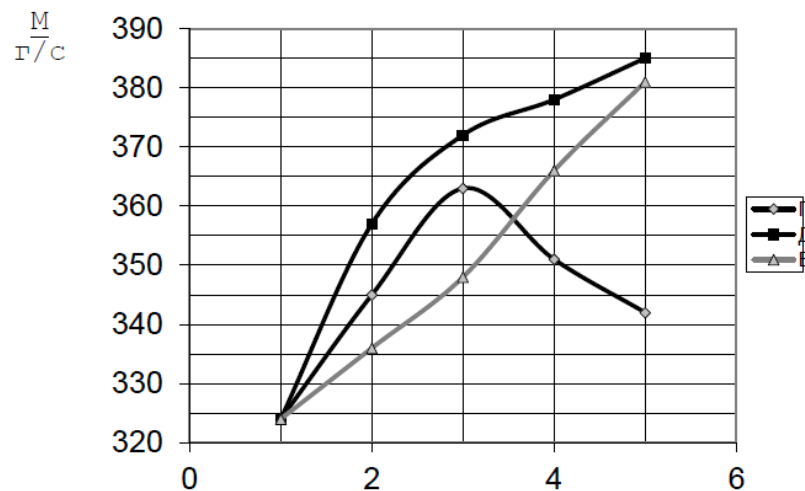


Рис. 3.5. Графік зміни маси врожаю плодів картоплі до функцій відносних одиниць: Д – постійне електромагнітне поле; Г – постійне магнітне поле; В – змінне електромагнітне магнітне поле (згідно з таблиці 3.5).

При тимчасовому зберіганні картоплі доцільно визначити ступінь її лежкості, для цього випадковим чином відбирають із партії проби (4×100 шт.) бульб та поміщають їх у поліетиленові пакети розмірами 0,4×0,7 м. При товщині плівки 0,2 мм. Пакети щільно зав'язують та зберігають при температурі 20 °С протягом 14 діб. Після цього періоду проводять візуальний облік бульб здорових і вражених різними гнилями. Партії, що містять 2-5 % заражених

бульб, можна зберігати трохи більше 3-х місяців, а уражені більш, ніж 5 %, тривалому зберіганню не підлягають. Необхідно також враховувати фізіологічну зрілість бульб. Визначають її за щільністю шкірки.

Таблиця 3.7 – Обробка постійним електромагнітним полем (втрати маси бульб картоплі, %).

День	Електромагнітним полем (одноразово)								
	(-)220В				Контр.	(-)110В			
	20 с.	30 с.	60 с.	300 с.		20 с.	30 с.	60 с.	300 с.
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	98,2	93,9	98,8	90	95,48	98,9	98	94,8	99,4
2	96,8	88,5	97,9	82,6	91,59	98,1	96,4	90,5	99,1
7	92,2	68	94,8	56	73,37	95	90,5	71,8	98
9	91,2	61,9	94	48	67,38	94	88,3	65,6	97,7
10	90,7	59	93,6	44,5	64,48	93,6	87,2	62,6	97,5
13	89,4	50,9	92,5	34,9	55,29	92,2	83,6	53,5	96,9
14	89	48,3	92,2	32,4	52,59	91,8	82,4	50,6	96,7
15	88,7	46,3	92	30,4	50,43	91,4	81,3	48,2	96,5
28	84,6	23,2	88,4	15	29,88	85,9	66,4	17,8	94,1

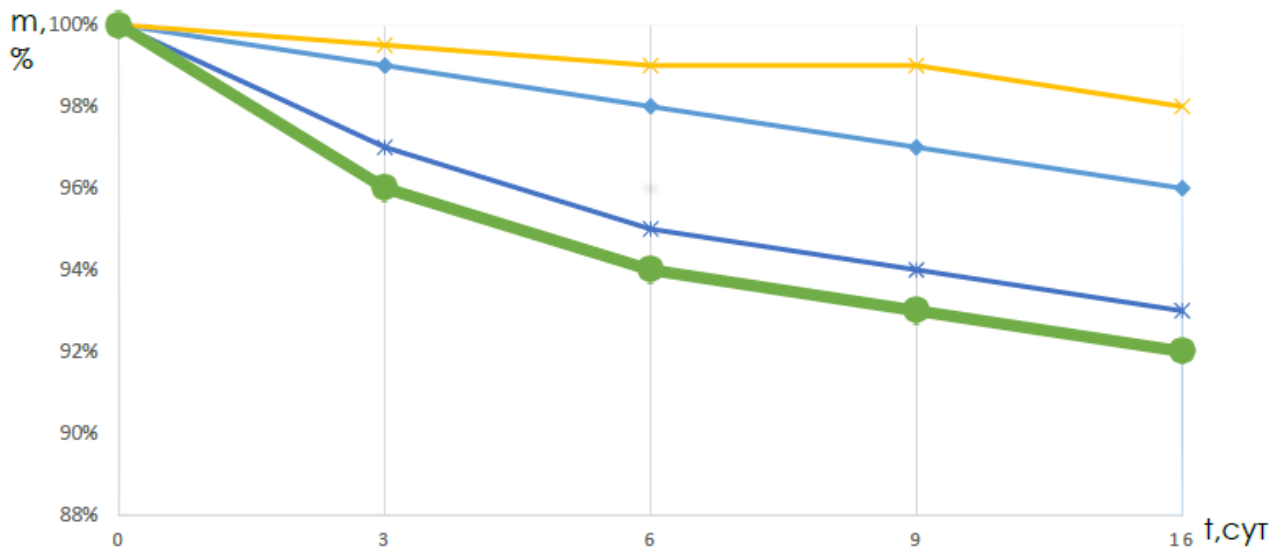


Рис. 3.6. Зміна маси бульб картоплі (мін, макс, середній, контроль) залежно від параметрів електромагнітної обробки (Постійне електромагнітне поле)

Таблиця 3.8 – Обробка змінним електромагнітним полем (втрати маси бульб картоплі, %)

День	Електромагнітним полем (одноразово).								
	Контр.	220 В				110 В			
		10 с.	20 с.	30 с.	60 с.	10 с.	20 с.	30 с.	60 с.
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	99,68	99,7	99,6	99,8	99,8	99,4	99,7	99,7	99,7
2	99,63	99,4	99,4	99,6	99,6	99,1	99,5	99,5	99,4
7	99,19	98,7	65,6	98,7	98,9	98,6	98,7	98,6	98,5
9	98,98	98,4	65,2	98,5	98,6	98,2	98,4	98,4	98,3
10	98,96	98,4	65,1	98,4	98,6	98,1	98,3	98,3	98,2
13	98,73	98,1	64,8	98	98,3	85,4	98	98	97,9
14	98,68	98	64,7	98	98,2	85,2	97,9	97,8	97,8
15	98,61	97,8	64,6	97,8	98,1	85,1	97,7	97,7	97,7
28	97,89	96,9	63,7	96,7	96,9	83,6	96,5	96,6	96,6

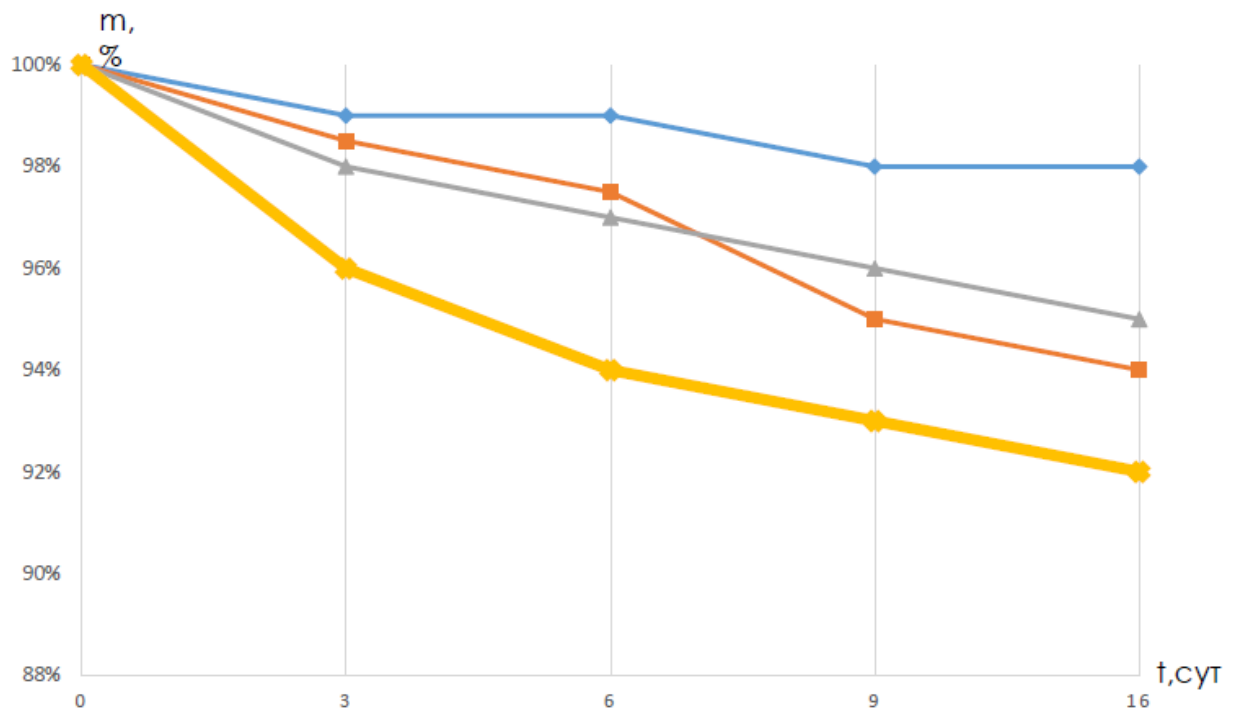


Рис. 3.7. Зміна маси бульб картоплі (мін, макс, середній, контроль) залежно від параметрів електромагнітної обробки (Змінне електромагнітне поле).

Таблиця 3.9 – Обробка магнітним полем (втрати маси бульб картоплі).

День (Картопля)	Магнітне поле(65 В, мТл).			
	60 с.	180 с.	300 с.	
	1	2	3	4(контр)
0	100	100	100	100
1	99,79	99,8	99,7	99,75
2	99,59	99,7	99,5	99,51
3	99	99,2	98,8	98,76
7	98,76	99	98,6	98,41
9	98,7	98,9	98,4	98,26
10	98,36	98,6	98	97,8
13	98,23	98,5	97,9	97,67
14	98,14	98,5	97,8	97,58
15	97,03	97,4	96,5	96,11

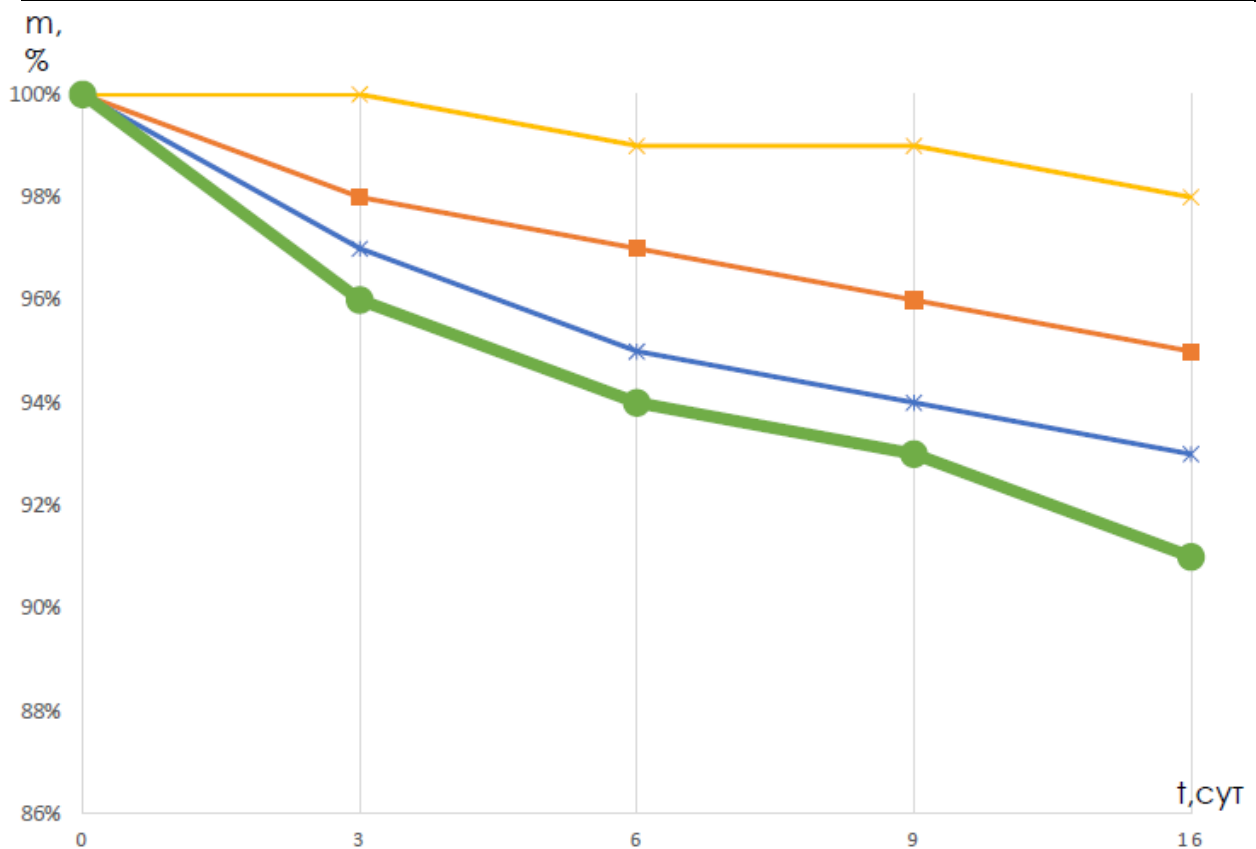


Рис. 3.8. Зміна маси бульб картоплі (мін, макс, середній, контроль) залежно від параметрів магнітної обробки (Магнітне поле постійних магнітів).

Аналізуючи графіки та таблиці дослідів з обробки бульб картоплі за допомогою постійного, змінного електромагнітного поля та магнітного поля можна зробити висновок, що спосіб магнітної обробки поля можна застосовувати для збереження маси бульб картоплі, так як зменшення втрати

маси становлять близько 30% на відміну від контролю, що видно з графіків та рисунків.

Під час проведення експериментів були використані різні сорти картоплі для визначення впливу обробки магнітним полем на втрати при зберіганні.

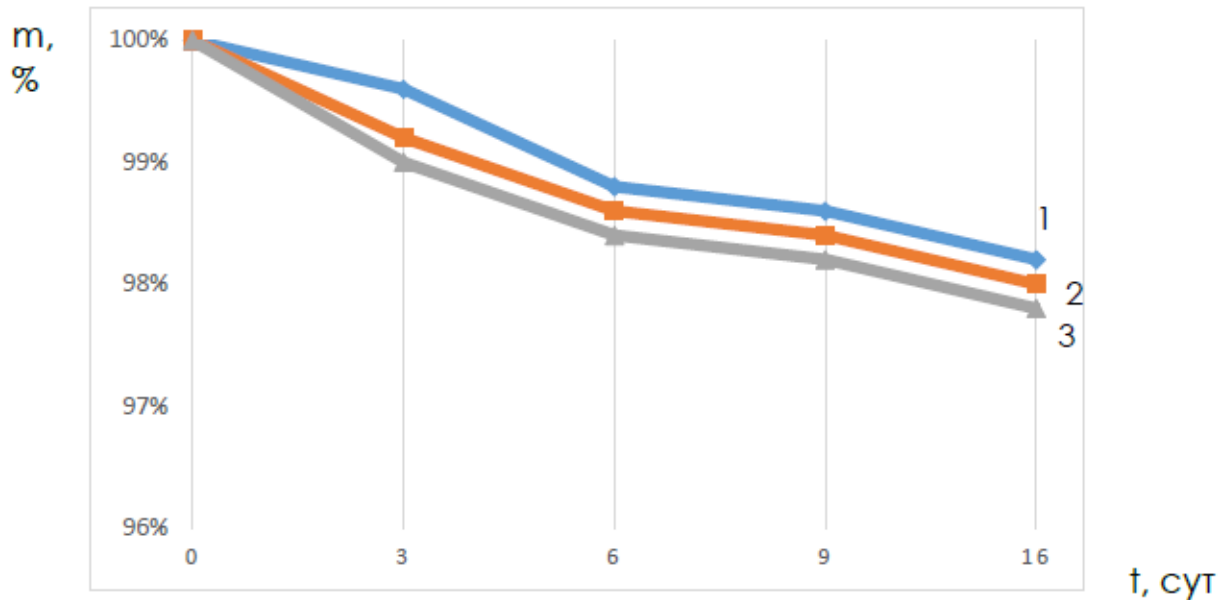


Рис. 3.9. Зміна маси бульб картоплі (залежно від сорту 1 - аврора, 2 - жуківський ранній, 3 - розара).

Висновки по розділу

Виготовлено дослідний зразок магнітної установки обробки насінневої картоплі, на базі якого для підтвердження теоретичних розрахунків було проведено експериментальні дослідження. Емпіричним шляхом доведено, що магнітна індукція в робочій ємності становить 65мТл, що підтверджує теоретичні обчислення з розбіжністю 3%.

ВИСНОВОК

Проаналізовано способи зберігання насіннєвої картоплі та різновиду установок магнітної обробки. Встановлено, що скорочення втрат бульб насіннєвої картоплі можна вирішити комплексним методом, використовуючи організаційні, технічні та агрохімічні заходи, а також за допомогою установок, створених на основі фізико-технічних методів.

Розроблено магнітну установку на постійних магнітах, з мінімальним споживанням електроенергії, та можливістю обертання робочого барабана за допомогою регульованого асинхронного електроприводу. Основним елементом установки є робоча ємність, на зовнішній поверхні внутрішнього циліндра розташовано 8 а по внутрішньому периметру корпусу 12 постійних неодимових магнітів прямокутної форми.

Проведено комп'ютерне моделювання установки магнітної обробки картоплі для отримання візуалізації розподілу магнітних силових ліній у робочій зоні секції, розрахунку кількості постійних магнітів усередині робочої ємності, визначення мінімальної відстані між ними та значень магнітної індукції. В результаті комп'ютерного моделювання за допомогою пакету програм ELCUT було встановлено раціональну відстань між магнітами 100-150 мм та значення магнітної індукції 65 мТл, необхідні для ефективної обробки насіннєвої картоплі.

Виготовлено дослідний зразок магнітної установки обробки насіннєвої картоплі, на базі якої для підтвердження теоретичних розрахунків було проведено експериментальні дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрохімічний аналіз : Підручник / М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. В. Бикін та ін. // За ред. М. М. Городнього. Київ : Арістей, 2005. 468 с.
2. Балябо С. А. Вплив рівнів застосування добрив на агрохімічні показники родючості легкого дерново-підзолистого ґрунту на урожайність картоплі в умовах Полісся. Картоплярство. Київ: Аграр. наука, 2006. Вип. 34-35. С. 3–4.
3. Баранчук Ю. В., Молоцький М. Я. Вплив маси садивних бульб, площ та рівнів живлення на ріст і розвиток картоплі. Картоплярство. Вип. 30. Київ, 2000. С. 94–102.
4. Баранчук Ю.В. Обґрунтування норм садіння бульб картоплі під запланований урожай для умов центрального Полісся України: Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.- г. наук: спец 06.01.09 / Ю.В. Баранчук. – К., 2002. – 20 с.
5. Бондаренко Г. Л. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків : Основа, 2001. 369 с.
6. Бондарчук А. А. Стан картоплярства в Україні та перспективи його розвитку. *Вісник аграрної науки*. 2006. С. 49-50.
7. Бондарчук А. А., Каліцький П. Ф., Мороз І. Х. Проблеми технології виробництва картоплі в Україні. *Картоплярство України*. 2007. № 2 (7). С. 4–7.
8. Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Кравченко О. А. та ін. Картопля - вирощування, якість, збереженість. Київ : КИТ, 2009. 232 с.
9. Бондарчук, А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Монографія. Біла Церква:, 2010. 400 с.
10. Вишневська, О. В. Вплив мінерального живлення на урожайність та біохімічні показники якості бульб картоплі сортів різних груп стиглості. *Картоплярство України. Наук. вироб. журнал*. Київ : Тов «Інфопринт». 2014. №1-2(34-35). С. 42-47.

11. Власенко, М. Ю. Фізіологія рослин з основами біотехнології. Біла Церква: БДАУ, 2006. 502 с.
12. Гойчук А. Ф., Копитко П. Г., Грищаєнко З. М. і ін. Біологічні та агроекологічні основи підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Біологічні науки та проблеми рослинництва. Уманський ДАУ. Умань 2003. Спецвипуск. С. 5–14.
13. Григорюк І.П., Войцешина Н.І., Кононученко А.О., Мицько В.М. Параметри продовольчої якості нових сортів картоплі // Вісник аграрної науки. – К., 2001. - №9. – С. 19-20.
14. Козирський В. В. Вплив магнітного поля на водопоглинання насіння. *Науковий вісник НУБіП України*. 2014. Вип. 194: Ч.1. С.16–20.
15. Kozyrskyi V., Savchenko V., Sinyavsky O. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, 2018. P. 576 620
16. Кулис С.Д. Электромагнитная установка для предпосевной обработки семян. Механизация и автоматизация технологических процессов в агропромышленном комплексе. Ч. 2. 1989. С. 35-36.