

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 631.371.621.31

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри
електротехніки,
електромеханіки
та електротехнологій

проф., д.т.н. /КАПЛУН В.В./

вчене звання, науковий ступінь

підпис

доц., к.т.н. /ОКУШКО О.В./

вчене звання, науковий ступінь

підпис

„___” _____ 2023 р.
число місяць рік

„___” _____ 2023 р.
число місяць рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: **„МАГІНТНА ОБРОБКА ПОЛИВНОЇ ВОДИ І ЖИВИЛЬНИХ
РОЗЧИНІВ У ТЕПЛИЦЯХ”**

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

Гарант освітньої програми
д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Кривоносов В.Є.

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Савченко В.В.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Вічужанін Д.Р.

(ПІБ)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

к.т.н., доцент /ОКУШКО О.В./

(підпис)

« 9 » грудня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Вічужаніну Дмитру Руслановичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: „Магнітна обробка поливної
води і живильних розчинів у теплицях ”

затверджена наказом ректора НУБіП України від 8.12.2021 № 2066”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.05.2023

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

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

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз літературних джерел, присвячених магнітній активації водних розчинів.
2. Обґрунтувати способи індикації ефекту магнітної обробки водних розчинів.
3. Провести теоретичні і експериментальні дослідження зміни параметрів роду і розчинів мінеральних добрив при магнітній обробці.
4. Провести дослідження впливу магнітної обробки поливної води на ріст і розвиток рослин.
5. Обґрунтувати параметри пристрою для магнітної обробки водних розчинів і розробити методичку його розрахунків.
6. Розробити і провести дослідження системи автоматичного керування магнітною обробкою водних розчинів у теплиці.

Дата видачі завдання 09.12.2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Савченко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Вічужанін Д.Р.

(підпис) (прізвище)

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 77 сторінок, 24 рисунки, 28 таблиць, 40 джерел.

Предмет дослідження – процес магнітної обробки водних розчинів.

Предмет дослідження – методи магнітної обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив у теплицях та параметри відповідного електрообладнання.

Методи дослідження та обладнання: методи математичної статистики, теорії планування експериментів тощо; рН-метр іонометр I-160М, тесламетри.

Проведено аналіз стану та перспектив розвитку овочівництва закритого ґрунту, проаналізовано тенденції розвитку технологій та напрямки використання електротехніки.

Проведено теоретичні та експериментальні дослідження зміни параметрів поливної води та поживних розчинів при магнітній обробці та визначення оптимальних параметрів обробки. Вивчали вплив магнітної обробки води на ріст, розвиток рослин і врожайність овочів.

Встановлено параметри та методику розрахунку пристроїв для магнітної обробки розчинів електромагнітами та проведено їх дослідження. Розроблено систему автоматичного контролю магнітної обробки розчинів, наведено техніко-економічні показники використання електротехнологій при вирощуванні овочів у теплицях.

Сфера використання – Сільське господарство.

Ключові слова: поливна вода, поживні розчини, магнітне поле, магнітна індукція, градієнт магнітного поля, швидкість руху води, врожайність.

ЗМІСТ	
ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕННЯ ТА ТЕРМІНИ.....	4
ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ВИРАЗІВ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1.....	9
АНАЛІЗ СТАНОВИЩА ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ В ОВОЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ В ІНФОРМАЦІЇ.....	9
1.1 Аналіз стану та перспективи розвитку овочівництва закритого ґрунту ..9	
1.2 Основні напрями розвитку технологій вирощування овочів в умовах захищеного ґрунту та напрями використання електротехнічних технологій.....	10
1.3 Магнітна обробка поливної води та розчинів мінеральних добрив.....	14
1.5 Завдання дослідження.....	28
РОЗДІЛ 2	30
ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	30
2.1 Програма дослідження.....	30
2.2 Методика дослідження.....	30
РОЗДІЛ 3	36
РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДНИХ ТА РОЗЧИНІВ ДОБРИВ. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРИЛАДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ.....	36
РОЗДІЛ 5.....	53
ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ ДЛЯ ЗРОЩЕННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН.....	53
РОЗДІЛ 6.....	56
ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ РОЗЧИНІВ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ РОЗРАХУНКІВ.....	56
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	69
ПРОГРАМИ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ВИРАЗІВ

A – коефіцієнт;

B – магнітна індукція;

C – концентрація речовини;

d – діаметр;

E – потенціал;

E⁰ – стандартний потенціал;

E_a – енергія активації;

F – число Фарадея;

f – коефіцієнт активності;

G – критерій Кокрена;

h – постійна Планка;

I – електричний струм;

K – коефіцієнт швидкості;

m – маса іона;

μ – магнітна проникність;

ОВП – окисно-відновний потенціал;

P – потужність;

R – універсальний газовий стіл;

R_п – магнітний опір повітряного проміжку;

R_c – магнітний опір феромагнітної ділянки;

r – радіус;

q – заряд іона;

S – площа;

S_a – ентропія активації;

S₀ – стандартна ентропія активації;

s_{ad}² – дисперсія релевантності;

s_u² – пробна дисперсія;

T – температура;

t – час;

U – напруга;

v – швидкість руху;

W – кількість обертів;

Z – заряд іона.

НУБІП України

ВСТУП

Вирощування овочів у закритому ґрунті важливо для забезпечення населення овочами протягом року та отримання розсади для відкритого ґрунту.

Вирощування овочів у теплицях є найбільш енергоємною галуззю сільськогосподарського виробництва. Для підвищення його ефективності необхідно впроваджувати малооб'ємні технології, що забезпечують економію енергії та ресурсів, що дозволяє значно підвищити продуктивність праці та якість продукції.

Ці технології вимагають вирішення питань мінерального живлення рослин і багаторазового використання живильного розчину. Їх вирішення пов'язане з розробкою та впровадженням електротехнічних технологій, які дозволяють інтенсифікувати процес мінерального живлення рослин та покращити споживання води, енергії та мінеральних добрив. В результаті підвищується врожайність овочів і якість продукції. До таких технологій відноситься активація води для поливу.

Для їх успішного використання у виробництві необхідно визначити механізм дії електромагнітного поля на воду і розчини мінеральних добрив і на процес мінерального живлення рослин, визначити оптимальні способи обробки та конструктивні параметри відповідного обладнання.

Мета дослідження – обґрунтувати методи магнітної обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив у теплицях, а також параметри відповідного електрообладнання, що дозволить зменшити витрати енергії, води та мінеральних добрив у 10-15 разів. %, для підвищення врожайності овочів і якості продукції.

Предметом дослідження є процес магнітної обробки водних розчинів.

Предметом дослідження є методи магнітної обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив у теплицях та параметри пов'язаного з ними електрообладнання.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики, теорії планування експерименту та ін.; рН-метр рН-150МА, іонометр I-160М, тесламетри, амперметри, вольтметри.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в отриманні аналітичних залежностей зміни параметрів водних розчинів під час магнітної обробки, що дозволило визначити оптимальні параметри обробки, обґрунтувати структуру та параметри системи автоматичного керування магнітною обробкою водних розчинів. рішення.

Практичне значення отриманих результатів полягає у визначенні методів магнітної обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив у теплицях та розробці методики розрахунку пристроїв для магнітної обробки електромагнітами.

Магістерську роботу захищає:

1. Аналітичні залежності зміни параметрів водних розчинів під час магнітної обробки.
2. Способи обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив при магнітній обробці.
3. Параметри електрообладнання для магнітної обробки водних розчинів.
4. Методика розрахунку пристроїв для магнітної обробки водних розчинів.
5. Будова та параметри системи автоматичного керування магнітною обробкою водних розчинів.

У даній магістерській роботі проведено аналіз стану та перспектив розвитку овочівництва закритого ґрунту, проаналізовано тенденції розвитку технологій та напрямів використання електротехнологій, проведено теоретичні та експериментальні дослідження про зміну параметрів поливної води та поживних розчинів при магнітній обробці та визначення оптимальних параметрів процесу, досліджено вплив магнітної обробки на ріст, розвиток рослин та врожайність овочів, обґрунтовано параметри та розроблено метод обчислювальних пристроїв для магнітної обробки розчинів електромагнітами та проведено їх дослідження, розроблено систему автоматичного керування магнітною обробкою

розчинів, наведено техніко-економічні показники використання електротехнології при вирощуванні овочів у теплицях.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

НАУБІП УКРАЇНИ

АНАЛІЗ СТАНОВИЩА ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ В ОВОЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ В ІНФОРМАЦІЇ

1.1 Аналіз стану та перспективи розвитку овочівництва закритого ґрунту

Вирощування овочів у закритому ґрунті відіграє важливу роль у забезпеченні населення свіжими та багатими на вітаміни овочами в міжсезоння, а також у забезпеченні розсадою відкритого ґрунту. Зараз в Україні є 3160 га закритих земель, у тому числі 563 га зимових скляних теплиць і 2020 га весняних плівкових теплиць. Понад 20% площі зимових теплиць обладнано для гідропонного вирощування [1].

Виробництво овочів закритого ґрунту становить 250 тис. тонн або 4 кг на жителя, за прийнятими в країні нормами 13 кг. Цей середньорічний показник виробництва в 6-10 разів нижчий, ніж у країнах з розвинутим тепличним виробництвом. У несезонний період продукція надходить нерівномірно: 60-80% припадає на квітень-травень.

Урожайність овочів у закритому ґрунті невисока: у зимових теплицях 21,8 кг/м², у весняних — 5,7 кг/м², в ізольованому — 2,8 кг/м². Весь асортимент продукції рослинництва не вирощується. Якість овочів часто не відповідає сучасним вимогам до споживання екологічно чистої продукції через великі дози пестицидів і незавершеність системи мінерального живлення.

Витрати енергії в зимових теплицях складають 12-30 т умовного палива на 1 т продукції, 18-30 т металу, 1,5-2,5 кг / м² добрив. Витрати праці на 1 т продукції становлять 85-200 робочих годин. Техніко-економічні показники виробництва овочів в теплицях в Україні в 2-4 рази нижчі від сучасного світового рівня [2].

При вирощуванні овочів у теплицях домогтися споживання несезонної продукції до норми 13 кг на людину в асортименті (5 кг томатів, 4 кг огірків, 4 кг овочів) стоїть завдання щорічно виробляти 650 тис. тонн овочів

при посівах в зимових теплицях: огірки 30 кг/м², помідори 20 шт., зелень 5 шт. [2].

Основним напрямом підвищення інтенсифікації виробництва овочів у теплицях є перехід на енергозберігаючі технології виробництва, оскільки при сучасних технологіях виробництва овочів у теплицях для забезпечення мінімального рівня їх споживання населенням потрібні потужності в пік (березень) 15 - 17 млн. кВт, що становить третину всієї потужності України.

У комплексі факторів енергозбереження та ресурсозбереження важливе місце займають технології вирощування овочів на субстратах невеликої кількості або на штучно створеному поживному середовищі без субстрату, а також використання автоматичних систем забезпечення певних режимів мікроклімату та мінерального живлення, а також електротехніки [2].

1.2 Основні напрями розвитку технологій вирощування овочів в умовах захищеного ґрунту та напрями використання електротехнічних технологій.

В даний час найпоширенішою технологією вирощування овочів в Україні є ґрунтова та гідропоніка на субстратах неорганічного походження.

Гідропонні технології мають багато переваг перед вирощуванням овочів у теплицях із ґрунтом. За допомогою цих технологій покращується використання поверхні закритого ґрунту, оскільки скорочується вегетаційний період рослин і прискорюється їх плодючість, підвищується врожайність і якість продукції за рахунок регулювання складу розчину і режимів удобрення. , зменшуються витрати води, добрив і теплової енергії, зникають бур'яни, зменшується кількість шкідників і хвороб, знижуються собівартість і трудовитрати, відкриваються широкі можливості для комплексної механізації та автоматизації основних технологічних процесів. [3, 4].

Використовувані на даний момент гідропонні методи можна розділити на три групи: субстратні культури, водні культури та аеропоніка [5, 6].

В Україні найбільшого поширення набула гравійна гідропоніка. Рослини висаджують у водонепроникні стелажі або піддони, наповнені субстратом з

з розміром фракцій 3 – 12 мм. Розчин наноситься методом *subrig* 3-5 разів на добу, з обов'язковим незаливанням верхнього шару субстрату. Раз на тиждень аналізують поживний розчин і коригують його склад. Використовуємо розчин 1-1,5 місяці. Недоліком цієї технології є необхідність виготовлення дорогих піддонів і стелажів.

У зв'язку з цим в останні роки дослідження були спрямовані на створення економічного варіанту гідропоніки, яка здійснюється при вирощуванні рослин в малооб'ємні пристрої: жолоби, плівкові лотки, контейнери, мінераловатні плити та ін. У Скандинавських країнах і Великій Британії за цією технологією вирощують овочі більше ніж на 80% площі теплиць [1], у Франції – на 90% [7], а в Нідерландах овочівництво закритого ґрунту повністю перейшло на невелике гідропоніка [8]. В Японії його використовують для вирощування овочів на площі понад 300 га [9], у Бельгії — близько 700 га [10], у Болгарії — 50 га [11]. В Україні ці технології впроваджені на ВАТ «Київська овочева фабрика», «Пушка-Водиця», тепличних господарствах Умані та інших господарствах.

Серед малооб'ємних технологій найбільшого поширення набуло вирощування рослин на малооб'ємних субстратах (торф, мінеральна вата, цеоліт) за допомогою системи краплинного зрошення та тонкошарової проточної культури (НШТ).

При використанні крапельного поливу плити з торфу або мінеральної вати укладають на поліетиленову плівку, яку розстеляють на щитану основу. Кубики з розсадою розміщують на тарілках і накривають зверху чорно-білою плівкою [12, 13]. Поживний розчин з блоку підготовки подається в систему краплинного зрошення залежно від інтенсивності сонячного випромінювання або вологості субстрату [14, 15] або за програмою: тривалість поливу від 3 до 15 хв, весь цикл - 30 хв. , перерви між циклами – 3 хв [16].

При застосуванні цієї технології зменшуються витрати на будівництво піддонів, але втрати мінеральних добрив і води становлять не менше 25 % [14]. Мінеральна вата використовується один рік, тому виникає проблема її утилізації.

В останні роки замість мінеральної вати стали використовувати цеоліт і перліт. У Великій Британії розробили технологію, за якою рослини висаджують у горшки, наповнені перлітом, які поміщають у канал із фольги. Живильний розчин подається по системі крапельного зрошення, а його залишки повертаються в резервуар по жолобах. Субстрат використовувався кілька років і втрач розчину немає [17].

Поряд із субстратними технологіями все ширше використовується вирощування овочів методом водної культури. Технологія тонкошарової проточної культури передбачає вирощування рослин у коритах або лотках із чорної поліетиленової плівки, в яких безперервно циркулює поживний розчин у тонкому шарі [18]. Така технологія створює найбільш оптимальні умови для росту кореневої системи та є екологічно чистою [5]. При цьому зменшується витрата води і мінеральних добрив. Головний його недолік – можливість зараження розчину патогенними кореновими мікроорганізмами. При цьому склад розчину необхідно ретельно контролювати та підтримувати на оптимальному рівні [6].

На Федеральній агрономічній дослідницькій станції (Швейцарія) врожайність огірків за такою технологією перевищила врожайність огірків на мінеральній ваті на 40%. Тому ми вважаємо, що технологія тонкошарової потокової культури стане домінуючою в найближчі роки [5].

На ВАТ «Марфіно» впроваджено технологію вирощування томатів методом аеропоніки. Кореневу систему розташовують в борозенках з поліетиленової плівки і періодично обприскують розчином з форсунок. Залишок розчину повертається в резервуар [19].

Таким чином, продовжується розвиток гідропонних технологій шляхом зменшення кількості використовуваного субстрату та створення системи з багаторазовим використанням розчину як для субстратних культур, так і для безсубстратних технологій (водна культура, аеропоніка) [17, 20]. Це дає змогу зменшити витрати води порівняно з ґрунтовою технологією на 30%, мінеральних добрив на 40%, тепло- та електроенергії на 15-20% (1,5-2,0 тис. Гкал/га), витрати

праці на 149 тис. робочих годин, збільшити підвищення врожайності рослинних культур на 25-30% за рахунок оптимізації мінерального живлення [11].

При цьому необхідно вирішити наступні питання:

1. Розробити системи елементного контролю та регулювання складу розчину, який є результатом невеликої кількості субстрату та розчину в системі, що потрапляє на одну рослину [21].

2. Вирішують питання дезінфекції розчину та боротьби з хворобами коренів [17].

3. Підвищити ефективність використання добрив та покращити режим мінерального живлення за допомогою електротехнологій [22].

В даний час випускається обладнання, що дозволяє автоматично підтримувати на певному рівні параметри мікроклімату в теплиці, готувати розчини мінеральних добрив певного складу з регулюванням рН і електропровідності.

Контроль мінерального складу ґрунту, поживних розчинів і субстратів здійснюється агрохімічним відділом господарств на основі хімічних аналізів, що не дозволяє здійснювати постійний контроль мінерального живлення. При багаторазовому застосуванні розчину його рН змінюється на 0,7-0,8 одиниць, а концентрація мінеральних елементів на 60-90% [6], хоча відхилення концентрації окремого елемента на 30% від оптимального значення викликає а. порушення споживання рослинами інших елементів [23], що призводить до зниження продуктивності та якості продукції.

Рослини споживають поживні речовини в дисоційованому стані у вигляді іонів. Транспортування поживних речовин у клітину забезпечується двома автономними механізмами - пасивним потоком речовин по електрохімічному градієнту та активним транспортом проти електрохімічного градієнта. Оскільки іони мають електричний заряд, їх розподіл між клітиною та середовищем визначається як різницею електричних потенціалів, так і дифузиею за рахунок різниці концентрацій (електрохімічний градієнт) [23].

Дослідження показали, що електричні явища відіграють важливу роль у житті рослин. У відповідь на зовнішні подразники в них створюються дуже слабкі струми (біоструми). У зв'язку з цим можна припустити, що зовнішнє електричне поле може істотно впливати на ріст рослин.

Вчені Інституту фізіології рослин імені К. А. Тімірязєва встановили, що чим швидше відбувається фотосинтез, тим більше різниця потенціалів між рослинами та атмосферою. Якщо потенціал рослин і атмосфери близькі, то рослини перестають використовувати вуглекислий газ.

Пропускаючи через рослини електричний струм, можна регулювати не тільки фотосинтез, а й живлення коренів. Американські дослідники встановили, що рослина поглинає кожен елемент при певній силі струму. Стимуляція росту можлива лише в тому випадку, якщо до рослини підключено негативний електрод; при зміні полярності електричний струм, навпаки, гальмує ріст рослин.

Стимуляція спостерігається також при малій силі струму (для тютюну 1 мкА, для живців під час укорінення 60 мкА). Такий вплив струму пояснюється тим, що сама рослина заряджена негативно. Підключення негативного електрода збільшує різницю потенціалів між ним і атмосферою, що позитивно впливає на фотосинтез [24].

В даний час експериментальними дослідженнями встановлено, що полив рослин активованою водою, обробленою магнітним полем, електричним струмом, заморожуванням і відтаванням, дає певний ефект, пов'язаний зі збільшенням урожаю [25]. Одночасно покращується використання мінеральних добрив. Урожайність підвищується на 10-15 %, поліпшується склад овочів, зменшуються витрати енергії на освітлення розсади на 4-5 кВт/год на одну рослину [26].

1.3 Магнітна обробка поливної води та розчинів мінеральних добрив

Експериментально встановлено, що магнітна обробка води змінює її фізико-хімічні властивості: прискорюється коагуляція і абсорбція, змінюється

розчинність солей і газів, кристалізація і зволоження, магнітна сприйнятливість, в'язкість, гідратація іонів, кінетика хімічних реакцій.

Магнітна обробка розчинів також впливає на біологічні системи [22]:

а) зміна структури води впливає на біологічні утворення, які знаходяться в розчині;

б) магнітна обробка води впливає на проникність мембран, яка є основою метаболізму в живих системах;

в) після магнітної обробки змінюється склад іонних систем у воді, а також гідратація окремих іонів;

г) змінюються умови транспортування кисню до тканин організму.

Теорія електромагнітної обробки водних систем знаходиться у фазі висування та обґрунтування гіпотез, які можна розділити на три групи:

«колоїдні» відносять ефект магнітної обробки до впливу на колоїдні частинки з високою магнітною чутливістю: «іонні» - відносять вплив магнітного поля на іони, які знаходяться у воді: «вода» - вплив магнітного поля на структуру води [27].

Ефекти магнітної обробки пов'язані з дією сили Гі або Лоренца. Сила Гі діє на феромагнітні частинки та приводить у рух як самі частинки, так і

навколишні шари рідини, створюючи інтенсивне перемішування (мікротурбулентність) у системі. Сила Лоренца, що діє на заряджені частинки. У гетерогенній системі він створює мікротурбулентність, приводить у рух частинки суспензії або бульбашки газу, а в гомогенних водних розчинах змінює

напрямок руху іонів, змушуючи їх рухатися по колу. Під дією сили Лоренца іони починають рухатися навколо силових ліній магнітного поля з певною частотою.

При взаємному руху магнітного поля та рідини викликає магнітофорез – спрямований анізотропний рух іонів усередині розчину (іонний дрейф), викликаний силами

Лоренца. При цьому ймовірність взаємодії між катіонами та аніонами зростає за рахунок зменшення відстані між ними. Відповідно до теорії Арреніуса,

ймовірність асоціації іонів пропорційна ступеню їх зближення та часу перебування одного поруч з іншим [28].

В однорідних системах сила Лоренца викликає круговий рух іонів з радіусом

$$r = \frac{mv}{qB}(1,1)$$

де m – іонна маса;

v – швидкість;

q – заряд іона;

B – магнітна індукція.

якщо $l/2\pi r < 1$, де l – довжина вільного пробігу іона, іони, що здійснюють неповний круговий рух, рухаються через зону поля, але цей рух буде довшим, ніж без поля, внаслідок чого концентрація іонів у магнітному полі зона збільшується. Є ефект обробки.

якщо $l/2\pi r = 1$, то на холостому ході кожен іон здійснює повний оберт по колу. Концентрація іонів в області поля не змінюється, ефект магнітної обробки не проявляється. Немає ефекту, навіть якщо $l/2\pi r \neq 0$.

$l/2\pi r \gg 1$, кількість іонів, що вивільняються з водного каркасу, значно збільшується, що призводить до збільшення електропровідності розчину.

Незалежно від того, чи буде ефект магнітної обробки, знак цього ефекту залежить від співвідношення l/p , тобто від того, які іони знаходяться в розчині, і від величини магнітної індукції. Різне поєднання цих факторів може призвести до абсолютно протилежних результатів. Тому в кожному окремому випадку необхідно підбирати оптимальні способи обробки.

При магнітній обробці водних систем встановлено наступні емпіричні залежності:

1. У всіх випадках, коли під час магнітної обробки в системі не відбувається незворотних змін, ефект від магнітної обробки поступово зникає після короткочасного посилення.

2. У багатьох випадках спостерігається складна, поліекстремальна залежність ефектів від характеристик магнітного поля (напруга, градієнт поля, частота). У деяких випадках спостерігається протилежний ефект.

В останні роки виявлено значний вплив таких характеристик магнітного поля, як градієнт напруженості та частота. Слід продовжувати спроби виявити вплив градієнта поля та частоти [22].

Можна передбачити вплив частоти магнітного поля на магнітну обробку водних систем. Електромагнітні поля низьких частот впливають на систему, ступінь їх впливу залежить від кількості пар полюсів, геометричних характеристик пристрою і швидкості потоку. Вплив високочастотних полів досконально не досліджено.

Роль рослини в магнітній обробці зводиться до того, що іони, які накопичуються біля стінок трубопроводу під час електромагнітного руху, починають переміщатися до протилежної стінки, що викликає додаткову взаємодію між ними та посилює ефект лікування.

3. Практично у всіх дослідженнях визначається наявність оптимального потоку.

4. Ефект магнітної обробки залежить від складу водної системи.

Більшою мірою електромагнітна обробка впливає на гетерогенні водні системи або процеси, пов'язані з фазовими перетвореннями [22]: поверхневий натяг, адсорбція, розчинність, кристалізація, полімеризація, змочування, коагуляція, зміни фазових перетворень води, зміни електрохімічних явищ, іонний обмін. . .

Апарати для магнітної обробки водних систем випускаються з постійними магнітами та електромагнітами (всередині або зовні корпусу).

Перевагою приладів з постійними магнітами є простота конструкції, відсутність необхідності електропроводки, можливість використання у вибухонебезпечних зонах. Пристрої з електромагнітами дозволяють отримувати і регулювати більші магнітні індукції.

Дослідження показали, що пристрої з імпульсними полями досягають більш помітних ефектів, ніж пристрої інших типів при тих самих індукціях. Тому в цьому випадку обсяг інструктажів на роботу можна скоротити.

Оптимальне значення магнітної індукції для більшості приладів знаходиться в межах 0,04-0,2 Тл при швидкості струму 0,5-2,5 м/с і кількості перемагнічувань від 3 до 8 [28].

Важливим питанням дослідження магнітної обробки води є вказівка на її дію. Це питання розглядається дуже слабо [27]. Основним завданням дослідників, які працюють у цій галузі, є пошук безперервно працюючого датчика, який би дозволив створити систему автоматичного керування, яка б забезпечувала роботу пристроїв в оптимальних режимах для різних типів рідин. Перспективними є методи магнітної індикації обробки, засновані на швидкості зміни рН і електропровідності розчину [22].

В даний час магнітна обробка води використовується в основному для боротьби з накипом в котельних [29]. Відомі приклади його успішного використання в сільському господарстві: для зрошення насіння, поливу рослин, опріснення ґрунту.

При поливі посівів магнітоактивованою водою знижується лужність ґрунту, що сприяє перетворенню азоту, фосфору, калію у форму, яка споживається рослинами. Вміст цих речовин у рослинах підвищується на 10-15%, а врожайність — на 15-20% [22].

М. Марков з Софійського університету повідомляє, що коли помідори поливали магнітно активованою водою, їх урожай підвищувався на 21%, а плоди містили на 10% більше мінеральних солей. Через 3 місяці вміст азоту в рослинах збільшився на 12 і 24,6% відповідно [22].

Ергун Ар проводив експерименти з поливу помідорів магнітоактивованою водою. Сто кущів помідорів посадили в бідний ґрунт і сто — у удобрений, родючий. Кожну поверхню ділили навпіл і поливали звичайною і магнітоактивованою водою. У бідних ґрунтах суттєвої різниці не виявлено, а в родючих різниця була помітна: «рослини, які поливали магнітоактивованою

водою, за всіма показниками перевищували контроль на 30%... Можна припустити, що обробка води впливає на кальцієвий баланс і засвоєння поживних речовин рослинами» [22].

При магнітній обробці води, субстрату та поживних розчинів урожай томатів підвищується на 10,1-22,4 % [26]. Таким чином, полив магнітоактивованою водою впливає на засвоєння рослинами поживних речовин і прискорює їх ріст, підвищує врожайність, підвищує вміст мінеральних солей, цукру і сухої речовини. Така вода має фунгіцидні властивості, пригнічує процес спороношення фітопатогенних грибів [24].

Підвищення врожайності при магнітній обробці пов'язане з такими факторами: збільшенням розчинності та використання мінеральних добрив у рослинах; дегазація поливної води і насичення її киснем; підвищення проникності біологічних мембран (що призводить до поліпшення засвоєння поживних речовин).

Слід підкреслити, що підвищення ефективності використання мінеральних добрив є одним із найважливіших загальнодержавних завдань [22]. Навіть невелике збільшення співвідношення використання мінеральних елементів дозволить це зробити

заощадити багато грошей.

1.4 Електрифікація та автоматизація технологічних процесів в теплиці

з невеликим обсягом гідропоніки

1.4.1 Регулювання мікроклімату в теплиці

Основними параметрами мікроклімату в теплицях є температура і вологість повітря, його газовий склад, температура і вологість субстрату.

Для підтримки необхідної температури повітря і субстрату в теплицях використовують повітряно-водне опалення. Підігрів води здійснюється від котельні, розташованої на території заводу, або від централізованої котельні. Теплоносій транспортується до споживача трубопроводами теплової мережі,

прокладеними в підземних каналах або без каналів, а також наземно на носіях тощо.

Система опалення теплиці включає систему опалення наметів, систему основного і кінцевого опалення та систему поверхневого опалення, на які припадає 80%, 8% і 15% енергоспоживання.

Вибір типу потужності та енергії котельні здійснюється відповідно до теплового навантаження теплиці, типів і параметрів необхідних для неї теплоносіїв, з урахуванням кліматичних умов і структури теплового балансу, площі забудови.

Обігрів повітря здійснюється водонагрівачами АПВС, які встановлюються в шаховому порядку на торцях кожної частини теплиці (всього на один гектар теплиці 22 калорифери).

Система вентиляції природна, здійснюється ґратами, розташованими по коньку теплиці. Елементи керування живляться від багатооборотного приводу МЕМТ-10 через рейкову систему.

Для створення необхідного режиму вологості використовується система дрібнодисперсного зволоження і випарного охолодження. Система випарного охолодження включає магістральні трубопроводи із сталевих труб, колектори – із сталевих оцинкованих труб і спринклери – із полімерних труб зі спринклерами.

У теплицях використовуються наступні системи автоматичного регулювання (АРЕ) параметрів мікроклімату.

Регулювання температури повітря. САР забезпечує автоматичне підтримання температурних режимів повітря в теплиці при роботі системи опалення та вентиляції.

Діапазон зміни температури в межах 40 °С, точність регулювання ± 1 °С на всіх режимах.

САР компенсує можливі відхилення параметра налаштування через зміну параметрів зовнішнього середовища. Це забезпечує двоступенева система регулювання. Перший ступінь забезпечує регулювання температури теплоносія,

необхідної для кожного контуру системи опалення. Це саморегулююча автоматична система регулювання температури теплоносія в системі опалення відповідно до температури повітря в теплиці. При цьому враховуються метеорологічні умови. Другий ступінь забезпечує компенсацію відхилення температури повітря від заданого значення в індивідуальному контурі регулювання.

У теплицях з комбінованим опаленням SAR реалізує триступеневе регулювання температури повітря. Третій каскад дозволяє за допомогою регулятора положення управляти двома групами нагрівачів системи повітряного опалення.

У комбінованому опаленні перші два каскади працюють в системах опалення тентового і бічного

Регулювання вентиляції. Для підтримки певної температури в теплиці SAR

передбачає вимірювання зовнішніх метеорологічних параметрів. Враховуючи напрямок і швидкість вітру, SAR вибирає сторону відкриття ригелів з метою вентиляції та запобігає їх відкриванню при швидкості вітру понад 7 м/с. Крім того, блоки математичної обробки інформації дозволяють автоматично змінювати температуру повітря в теплиці при зміні рівня освітленості.

Регулювання температури води для поливу. Температура води для поливу регулюється пропорційним регулятором. Межа встановлення температури води 5 - 35 °С з точністю $\pm 2^\circ\text{C}$. Є система скидання поливної води при нагріванні вище 35 °С, а також звукова сигналізація при перевищенні гранично допустимої температури поливної води.

Регулювання адиабатичного зволоження повітря в теплицях. SAR передбачає вмикання системи «туман» для захисту рослин від перегріву.

Система вмикається за командою геліоінтегратора відповідно до кількості сонячної радіації за 1 годину. Тривалість роботи системи «Туман» встановлюється агросервісом або вибирається автоматично. При цьому час роботи системи дорівнює різниці в часі між 1 годиною і часом досягнення

необхідної кількості сонячного випромінювання. Найбільш ефективна робота системи «Мег» у весняно-осінній період року.

1.4.2 Освітлення та опромінення рослин у теплицях

У теплицях передбачається лише регулярне освітлення проходів. Для освітлення лампами люмінесцентними лампами 11ПВЛМ (2x40) в кількості 13 шт.

Важливим фактором середовища для росту рослин є світло, під впливом якого відбувається процес фотосинтезу. Взимку і ранньою весною занадто мало освітлення, а також занадто мало енергії в природному променистому потоці. Тому використовують штучне електричне освітлення, яке скорочує терміни вирощування розсади на 25-30 днів, тим самим підвищуючи врожайність на 25-30%.

Для опромінення розсади в розсадному відділенні використовують опромінювальні установки з лампами ДРЛФ-400 (OT-400M) і металогалогенними лампами (УОРТ). Установки з металогалогенними лампами мають більший потік випромінювання і більший ККД.

1.4.3 Підживлення рослин в теплицях вугільною кислотою

У типових проєктах блокових теплиць використовуються системи живлення рослин вуглекислотним газом з генератором УГ-6, але ці системи практично не використовуються, оскільки мають ряд недоліків, які істотно впливають на розвиток і ріст рослин:

➤ Поріння газу викликає перегрів теплиць, тому використання генераторів CO₂ практично неможливе в період максимального освітлення, коли теплиці перегріваються під впливом сонячних променів, але саме в цей час потреба в CO₂ найбільша;

➤ Генератори CO₂ виділяють токсичні продукти згоряння, тому їх робота небезпечна для обслуговуючого персоналу.

при відкритих перекладах перегрітий вуглекислий газ інтенсивно випаровується, тому включення генераторів CO₂ практично не впливає на кількість вуглекислого газу в атмосфері теплиць.

Для забезпечення рослин у теплицях надійного живлення вуглекислим газом протягом року рекомендується використовувати комбіновані схеми з використанням, у разі потреби, зрідженого вуглекислого газу або відпрацьованих котельних газів (рисунок 1.1).

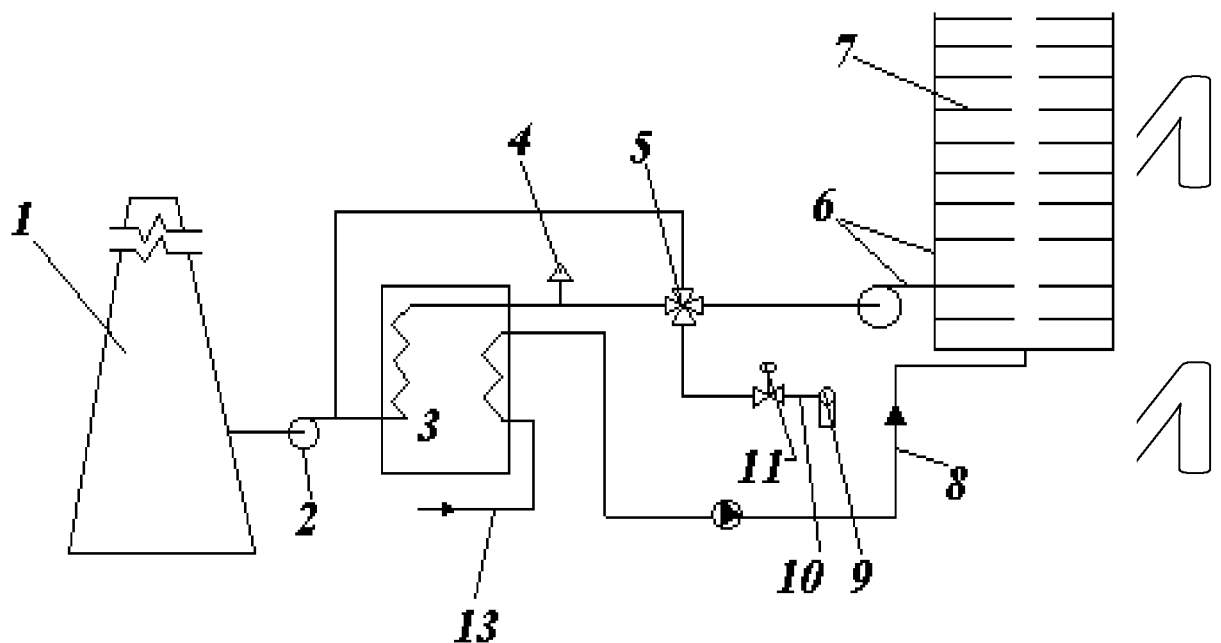


Рисунок 1.1) – Технологічна схема використання відхідних газів котла.

1 – димова труба; 2 – вентилятор; 3 – теплообмінник; 4 – запобіжний клапан; 5 – комутаційний пристрій; 6 – магістральний трубопровід; 7 – перфорована дозуюча втулка; 8 – трубопровід системи опалення теплиці; 9 – ізотермічна ємність; 10 – сопло; 11 – електромагнітний клапан; 12 – насос; 13 – водопровід.

Початковим станом цього процесу є охолодження димових газів у водяному скрубєрі або економайзері. При цьому нагріту воду можна використовувати як для поливу, так і для опалення теплиць. Ця система

вуглекислотного налива, як показує досвід експлуатації, надійна і проста в обслуговуванні.

1.4.4 Приготування та подача поживного розчину в теплиці

Поживний розчин готують у вузлі його приготування. Функціональна схема установки приготування поживного розчину «АГРОТЕРМ» (Нідерланди), яка управляється комп'ютером, наведена на рисунку 1.2.

Вузол приготування поживного розчину складається з чотирьох резервуарів для концентрованих розчинів мінеральних добрив А і Б, в яких мінеральні добрива розподіляються за певною схемою для запобігання їх осіданню; резервуар для кислоти; камера змішування і насос для подачі води і поживних розчинів в теплицю. Концентровані розчини мінеральних добрив А і Б готують окремо в апаратах із змішувачами і подають на установку приготування поживних розчинів.

У камеру змішування надходить тепла вода, кислота і концентровані розчини мінеральних добрив А і Б. Схема передбачає ін'єкційний принцип приготування живильного розчину. При роботі насоса при подачі води і розчинів мінеральних добрив в нагнітаючі труби Вентурі створюється розрідження, в результаті чого компоненти живильного розчину (кислота, розчини мінеральних добрив А і Б) надходять на змішування камері в певному співвідношенні з подачею насоса.

Подача води, кислоти і концентрованих розчинів мінеральних добрив регулюється електромагнітними клапанами.

Кислотність живильного розчину контролюють рН-метром, а концентрацію кондуктометром. При зниженні рН розчину нижче встановленого значення клапан подачі кислоти відключається, а при підвищенні концентрації розчину вище заданого значення кондуктометр відключає клапани подачі концентрованих розчинів мінеральних добрив.

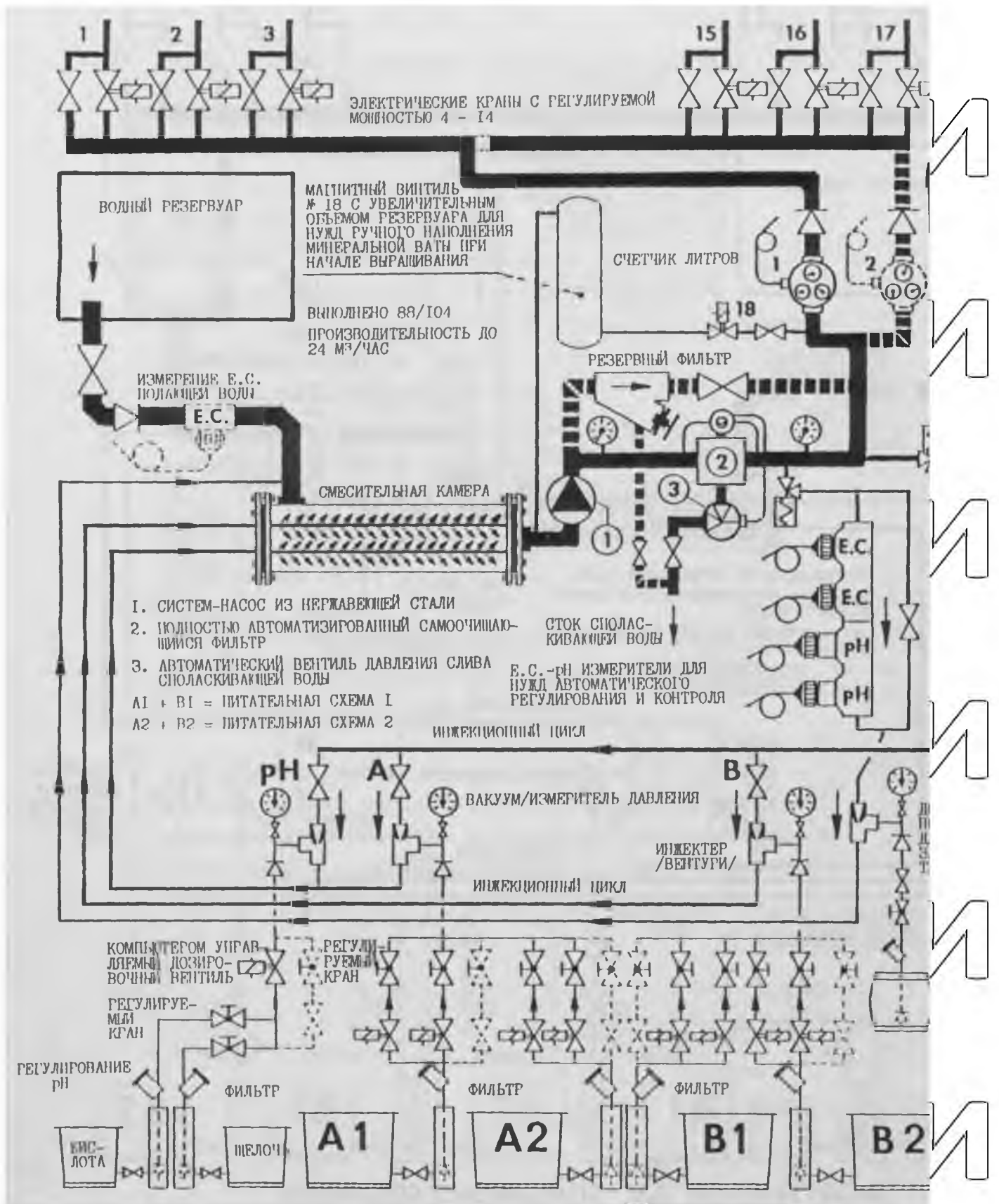


Рисунок 1.2 «АГРОТЕРМ».

Схема установки для приготовления питательного раствора

НУБІП Україна

Поживний розчин подається насосом через фільтр в теплицю. Потік в системі контролюється електричним контактним манометром, який дає команду на відключення насоса при відсутності потоку в системі.

У розчинному вузлі конструкції ВІЕСГ для дозування кислоти та концентрованих розчинів мінеральних добрив використовуються насоси-дозатори (рисунк 1.3).

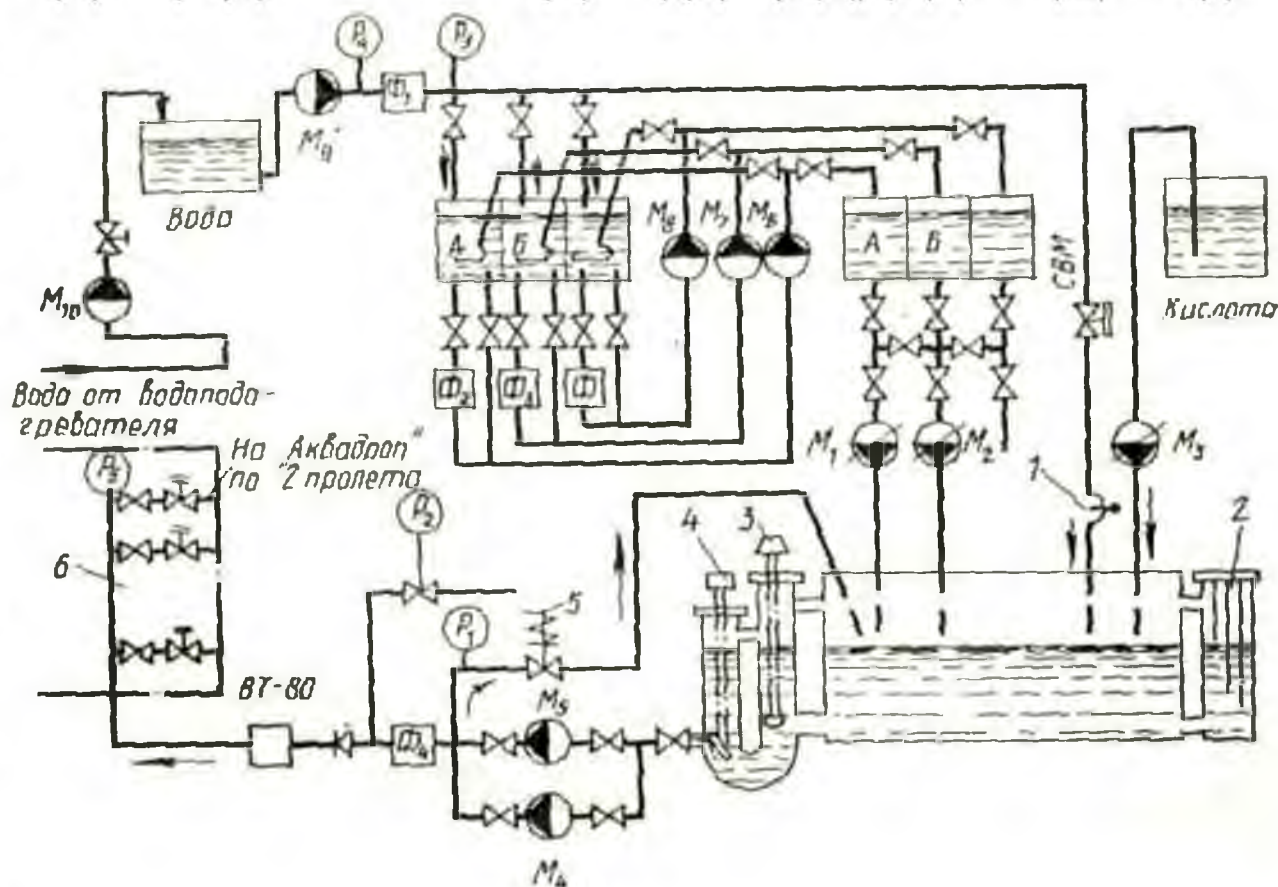


Рисунок 1.3 – Розбірний вузол конструкції ВІЕСГ в Уманській теплиці

В об'єм 3 м³ насосом M10 закачується вода з температурою 22-25 °С. За сигналами датчика рівня в ньому підтримується постійна подача води. Вода подається в змішувальний бак об'ємом 1 м³ насосом M9 через фільтр Ф1 і кран СВМ. Після заповнення баків вмикають насоси M6 і M7 для змішування добрив.

Коли добрива розчиняються у воді, розчин перекачується насосами через систему клапанів у резервуари для зберігання розчину.

Після цього вода подається в змішувальний бак через кран СВМ, а при досягненні нижнього датчика рівня вмикаються насоси-дозатори М1 - М3 мінеральних добрив і кислотних розчинів. Роботу насосів-дозаторів концентрованих розчинів мінеральних добрив перевіряють кондуктометром, а насоса-дозатора кислоти — рН-метром. При досягненні датчика верхнього рівня включається насос М4 для подачі розчину в теплицю (насос М5 є резервним). Реле каналу контролює наявність каналу в системі. Для стабілізації тиску в магістральному трубопроводі після насоса встановлений пневматичний клапан, який забезпечує проходження розчину назад в ємність.

Подача живильного розчину в теплицю здійснюється секціями, які вмикаються за допомогою електромагнітних клапанів. У кожному блоці теплиць встановлено по 6 вентилів. Роботою електромагнітних клапанів керує машина поливу рослин.

Подача води і живильного розчину здійснюється за заданою програмою стаціонарною системою, яка включає магістральний трубопровід (діаметр 75 мм), відгалуження (діаметр 63 мм) від магістрального трубопроводу з запірними електромагнітними клапанами, дренажну трубу і колектор. колектори (діаметр 40 мм), спринклерно-зрошувальні труби «аквадроп» з водостоками через кожні 28 см, які прокладаються вздовж смуг з рослинами. Один клапан активує 16 спринклерів.

Витрата води через водовідвід 1,2 - 1,9 л / год, на вході в теплицю - 8064 л / год при тиску води на вході в спринклер і теплицю 0,5 - 0,7 і 2 атмосфери відповідно.

Питома електропровідність розчину у ватах підтримується в межах 0,2 - 0,25 С/м при 25 °С для огірків і 0,25 - 0,3 С / м для томатів, кислотність - 5,0 - 6,0 рН. Один-два рази на тиждень переносними приладами визначають питому електропровідність і рН живильного розчину у ватах. Повний хімічний аналіз проводиться один-два рази на місяць.

1.4.5 Постачання теплиць

Електроживлення теплиці здійснюється від щита диспетчерської станції, розташованої в щитовій. Центральна станція живиться від чотирьох окремих джерел живлення від трансформаторної станції.

Харчування всіх споживачів електроенергії здійснюється від щита кабельної диспетчерської станції АНРГ. Групова мережа реалізується кабелем в комутаторі - в каналі; в тепловому пункті - в лотках і трубах; у сполучних коридорах і теплицях - у лотках.

Електроосвітлювальна мережа живиться від щитів, встановлених у коридорі (теплиці, коридорі) та щитових (допоміжні приміщення).

Розподіл електроенергії на групи опромінювачів розсади здійснюється за допомогою розподільних пристроїв системи керування електроосвітленням РУ-1, які управляються з пульта, встановленого в диспетчерській. Розподільні електричні мережі електроосвітлення виконуються кабелем АНРГ, групові мережі - кабелем КРПТ, схеми керування - кабелем АКРНГ.

1.5 Завдання дослідження

Інтенсифікація овочівництва закритого ґрунту пов'язана з переходом на енерго- і ресурсозберігаючі технології вирощування рослин, у тому числі з широким використанням електротехнічних технологій.

Огляд літератури з технологій вирощування рослин у захищених ґрунтових спорудах показав, що використання електротехнологій, пов'язаних з активацією поливної води, автоматичним контролем та регулюванням іонного обміну рослин сприяє підвищенню врожайності, покращенню якості овочів та зменшенню споживання . мінеральних добрив та енергії. На даний час не встановлено механізм дії магнітного поля на зміну параметрів води та розчинів добрив, відсутні рекомендації щодо оптимальних методів їх обробки, не обґрунтовані конструктивні параметри відповідного обладнання, що потребує відповідних теоретичних та експериментальних досліджень.

На основі аналізу стану проблеми та відповідно до мети визначено наступні завдання дослідження:

- обґрунтувати методи та технічні засоби контролю параметрів води та розчинів мінеральних добрив та демонстрації ефекту магнітної обробки розчину;
 - дослідити вплив магнітного поля на зміну фізико-хімічних властивостей води та розчинів мінеральних добрив;

- дослідити вплив магнітної обробки води та розчинів мінеральних добрив на ріст і розвиток рослин,
 - обґрунтувати режими та параметри пристрою для магнітної обробки води та розчинів мінеральних добрив;

- розробляють дослідні зразки обладнання для магнітної обробки води та розчинів мінеральних добрив та проводять їх дослідження.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Програма дослідження

1. Провести аналіз основних тенденцій розвитку технологій вирощування овочів у закритих ґрунтових спорудах з використанням електротехнологій та визначити завдання дослідження.
2. Розробити методику оцінки впливу електромагнітної обробки води та розчинів добрив.
3. Обґрунтувати параметри та створити лабораторну установку для магнітної обробки водних розчинів.
4. Провести теоретичні дослідження зміни параметрів водних розчинів та мінеральних добрив при магнітній обробці.
5. Провести експериментальні дослідження зміни параметрів води та розчинів мінеральних добрив при магнітній обробці. Визначити оптимальні параметри обробки.
6. Дослідити вплив електромагнітної обробки води на ріст і розвиток рослин.
7. Обґрунтувати параметри пристроїв для магнітної обробки розчинів, розробити методику їх розрахунків.
8. Розробити та дослідити пристрої для магнітної обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив.

2.2 Методика дослідження

1. Виконано патентно-ліцензійні дослідження та огляд літератури щодо перспективних технологій вирощування рослин у закритих спорудах та електротехніки за матеріалами Інституту науково-технічної та економічної інформації, довідників та інших джерел інформації.

На основі аналізу літературних джерел, враховуючи досвід передових господарств, визначено перспективні технології вирощування рослин та можливість використання електротехнологій для підвищення техніко-економічних показників вирощування овочів у закритих ґрунтових спорудах.

2. При розробці методики оцінки електромагнітної обробки поливної води та розчинів мінеральних добрив була обґрунтована необхідність використання первинного перетворювача з вихідним електричним сигналом, який забезпечує безперервне вимірювання змін параметрів водного розчину під час магнітної обробки. ідентифіковані. брати до уваги. Під час вимірювання зразок не повинен піддаватися дії електричних і магнітних полів, які можуть викликати зміну властивостей самих розчинів. Зміна параметрів розчину повинна перевищувати похибку вимірювання відповідної величини.

3. Лабораторний пристрій для магнітної обробки живильного розчину повинен передбачати можливість зміни магнітної індукції, швидкості руху розчину та числа перемагнічувань. Межі змін зазначених параметрів визначено на основі вивчення літературних джерел, присвячених магнітній обробці води, сольових розчинів і добрив.

Магнітну індукцію необхідно регулювати, змінюючи напругу, що подається на котушки індуктора. Число витків змінюється підключенням до джерела напруги різної кількості котушок індуктивності. Діаметр трубопроводу апарату магнітної обробки повинен відповідати трубопроводу, що з'єднує магістральний трубопровід з трубами «Аквадроп».

4. На основі вивчення літературних джерел встановлено, що при магнітній обробці водних систем змінюється кінетика хімічних реакцій. Використовуючи рівняння Вант-Гоффа-Арреніуса, теорію зіткнення та перехідного стану та враховуючи рух іонів у магнітному полі, аналітичну залежність рН та окисно-відновного потенціалу розчину від характеристик магнітного поля та визначали склад розчину. Одночасно визначено фактори, від яких залежить ефект магнітної обробки.

5. У лабораторії проведено експериментальні дослідження зміни параметрів водних розчинів та мінеральних добрив. Через магнітне поле, створене індукторами, пропускали воду та розчини. Досліди проводили з розчинами, в яких концентрація солі становила 0,5 та 1,0 г/л.

Магнітну індукцію змінювали в діапазоні 0-0,2 Тл. Температуру і швидкість руху води і розчинів підтримували відповідно до їх значень при вирощуванні рослин в теплицях (20 °С і 1 м/с відповідно).

Окисно-відновний потенціал і рН розчину визначали до і після апарату магнітної обробки за допомогою іонометра І-160М. На підставі різниці у вимірюваннях вони зробили висновок про вплив магнітної обробки.

Експерименти проводили в трьох повторях. Дисперсію визначали за формулою

$$S_u^2 = \frac{\sum_{j=1}^m (y_{uj} - \bar{y}_u)^2}{m-1}, \quad (2.1)$$

де y_{uj} – вимірне значення величини в експерименті номері j ;
 \bar{y}_u – його середнє значення;
 m – кількість паралельних спостережень.

Однорідність дисперсій перевіряли за допомогою критерію Кокрена:

$$G = \frac{S_{u\max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2}, \quad (2.2)$$

де $S_{u\max}^2$ – максимальна дисперсія;
 $\sum_{u=1}^N S_u^2$ – сумою всіх дисперсій.

Якщо $G < G_{kr}$, де G_{kr} – табличне значення критерію Кокрена при 5% рівні значущості, то гіпотеза про одночасність дисперсій була прийнята.

Залежності рН та ОВП від характеристик магнітного поля визначали аналітично, а коефіцієнти в отриманих залежностях визначали за експериментальними даними методом найменших квадратів.

Адекватність отриманих математичних моделей перевіряли за допомогою критерію Фішера:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_e^2}, \quad (2.3)$$

де S_{ad}^2 – дисперсія релевантності;

S^2 є пробною середньою дисперсією.

Дисперсія відповідності визначається за формулою:

$$S_{ad}^2 = \frac{m}{N-1} * \sum (\bar{y}_u - y_u)^2, \quad (2,4)$$

де y_u – розрахункове значення початкової величини за отриманим рівнянням;

N – кількість експериментальних точок;

l – кількість значущих коефіцієнтів.

Середня дисперсія експерименту визначається за формулою:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_i^2}{w}. \quad (2,5)$$

При $F < F_{кр}$, де $F_{кр}$ – табличне значення критерію Фішера на 5% рівні значущості, гіпотеза про відповідність математичної моделі була прийнята.

Оптимальні значення магнітної індукції були визначені як рішення рівняння:

$$\frac{dy}{dB} = 0, \quad (2,6)$$

де B – магнітна індукція.

Вивчаючи зміни ефекту магнітної обробки з плином часу, вони вимірювали рН води, яку обробляли магнітним полем протягом трьох годин. Отриману залежність апроксимували експоненціальною функцією, а коефіцієнти визначали методом найменших квадратів.

5. Дослідження впливу електромагнітної обробки поливної води на ріст і розвиток рослин проводили за відомою методикою польових дослідів [36,37].

При цьому дослди проводили за такою схемою:

1 варіант (контроль) – рослини поливали водопровідною водою;

2 варіант – замочували насіння в активованій воді і поливали нею рослини.

Експерименти проводили в чотирьох повторах. Дослідні ділянки розміщували в теплиці за методом нормальних повторів. Площа ділянок становила 8 м^2 .

Вплив електромагнітної обробки води на ріст і розвиток рослин оцінювали за схожістю, біометричними показниками рослин, їх біомасою, продуктивністю.

При обробці даних дослідів, проведених методом рядових повторень, склали таблицю врожайності, розрахували суми для варіантів V , повторів P і загальну суму $\sum X$.

Розраховується сума квадратів відхилень:
загальний

$$C_V = \sum X^2 - c, \quad (2.7)$$

$$c = \frac{(\sum X)^2}{m \cdot l}, \quad (2.8)$$

де m – кількість ітерацій,
 l – кількість варіантів,
серед варіантів

$$C_V = \frac{\sum V^2}{m} - c, \quad (2.9)$$

між повторами

$$C_V = \frac{\sum P^2}{l} - c, \quad (2.10)$$

середні зразки

$$C_Z = C_V - C_V - C_P. \quad (2.11)$$

Визначено дисперсію варіантів

$$S_V^2 = \frac{C_V}{l-1} \quad (2.12)$$

і залишкова дисперсія

$$S_Z^2 = \frac{C_Z}{(l-1) \cdot (m-1)}. \quad (2.13)$$

Щоб визначити, чи були варіанти, які істотно відрізнялися від інших, був визначений F -тест:

$$F = \frac{S_V^2}{S_Z^2}. \quad (2.14)$$

Якщо $F > F_{кр}$, то в експерименті є варіанти, які суттєво відрізняються від інших.

Для характеристики точності експерименту та оцінки часткових різниць визначили

- узагальнена похибка середнього:

$$s_o = \sqrt{\frac{s_z^2}{m}}; \quad (2,15)$$

- точність експерименту:

$$\sigma = \frac{s_o}{\bar{x}} \cdot 100\%; \quad (2,16)$$

- найменш значима різниця (NSD) для 5% рівня:

$$НСР = \sqrt{2} \cdot s_o \cdot t; \quad (2,17)$$

де t – критерій Стьюдента для 5% рівня значущості.

8. На основі проведених досліджень щодо зміни параметрів води та розчинів мінеральних добрив при магнітній обробці обґрунтовано параметри відповідних пристроїв та розроблено методику їх розрахунку.

Розрахунок пристроїв для магнітної обробки води і розчинів добрив базувався на теорії магнітних кіл. Визначається площа поперечного перерізу магнітопроводу, кількість обмоток і кількість шарів дроту в індукторі, вибраний провід обмотки.

9. Під час експериментального дослідження пристроєм для магнітної обробки води та розчинів мінеральних добрив встановлено залежність магнітної індукції від сили струму в індукторі та її зміни вздовж осі труби.

При дослідженні залежності магнітної індукції від струму від випрямляча ПЗ-Н-02 до котушок індуктивності підключали напругу живлення 0-36 В. У центрі пазів магнітну індукцію вимірювали тесламетром 43205. Струм контролювався приладом Ц4313. Апроксимацію експериментальної залежності проводили методом найменших квадратів, а її адекватність визначали за критерієм Фішера.

При дослідженні зміни магнітної індукції вздовж осі труби від випрямляча ПЗ-Н-02 подавали напругу, при якій струм через індуктор дорівнював 1А. Переміщаючи зонд тесламетра вздовж осі трубки, вимірювали індукцію магнітного поля. Результати опитування представлені на графіку.

Розроблено екстремальну систему автоматичного регулювання, аналіз і синтез якої проведено на основі теорії автоматичного регулювання.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДНИХ ТА РОЗЧИНІВ ДОБРИВ. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРИЛАДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ.

На основі вивчення зміни фізико-хімічних властивостей води при магнітній обробці можна зробити висновок про можливість використання оптичних, кристалохімічних, коагуляційних, електрохімічних, хімічних, магнітометричних, методів дослідження для демонстрації ефекту магнітної обробки.

Проведені дослідження показали, що для цього найбільш доцільно використовувати потенціометричні методи вимірювання. Основні вимірювальні перетворювачі, що використовуються в цих методах, мають електричний вихідний сигнал, який дозволяє проводити вимірювання безперервно, і зразок не піддається дії електричних або магнітних полів, які можуть спричинити зміну властивостей розчину.

З метою визначення можливості використання промислового рН-метра-мільвольтметра для демонстрації ефекту магнітної обробки розчину були проведені дослідження невизначеності вимірювань рН та ОВП цим приладом.

Для рН-метра, каліброваного за допомогою двох робочих стандартів рН 2, рівняння моделі вимірювання має вигляд

$$\text{pH}_x = \text{pH}_s - \frac{(E_s - E_x)}{S_t}, \quad (3.1)$$

де pH_x - рН досліджуваного розчину;

pH_s - рН 2 класу робочого стандарту;

E_s - пара електродів у розчині порівняння;

E_x - пара електродів у досліджуваному розчині;

S_t - нахил водневої характеристики;

$$S_t = -(54,197 + 0,1984t), \quad (3.2)$$

де 54,197 мВ/рН – нахил водневої характеристики при $t = 0$ °С;

0,1984 мВ/°С

Стандартні невизначеності вимірюваних величин визначаються методами типу А або типу В залежно від характеру та обсягу апріорної інформації та наявності ресурсів для отримання експериментальних статистичних оцінок.

Оцінки вимірюваних величин при незалежному вимірюванні отримують у вигляді середнього арифметичного.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k, \quad (3,3)$$

де x_k – спостереження за вимірюваною величиною.

Стандартні невизначеності типу А представляють експериментальне стандартне відхилення середнього значення [39]:

$$u(x) = \frac{1}{\sqrt{n(n-1)}} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2, \quad (3,4)$$

Стандартна невизначеність типу В одержується з даних попередніх вимірювань або в результаті накопиченого досвіду чи загальних знань про поведінку та властивості відповідних матеріалів і пристроїв, специфікації виробника приладу чи еталонної речовини, видані свідоцтва про метрологічну атестацію, перевірку, калібрування; невизначеність, пов'язану з довідковими даними.

Для прямокутного розподілу вимірюваної величини стандартна невизначеність типу В визначається за формулою [39]:

$$u(x) = \frac{a}{\sqrt{3}}, \quad (3,5)$$

де a – межі гранично допустимих похибок вимірювального приладу.

Загальна стандартна невизначеність для незалежних величин визначається за формулою:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial y}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i)} = \sqrt{c_i^2 u(x_i)^2}, \quad (3,6)$$

де $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$ - коефіцієнт чутливості.

Розширена невизначеність визначається за формулою:

$$U = k \cdot u_c(y), \quad (3.7)$$

де k – коефіцієнт покриття, який на практиці приймає $k=2$ для 95% рівня довіри [39].

Для рН-метра стандартна невизначеність за рівнянням (3.1) розраховується за формулою:

$$u^2(\text{pH}) = u^2(\text{pH}_s) + \frac{u^2(E)}{S^2} + \left[\frac{(E_s - E_x)}{S^2} \cdot \frac{\partial S}{\partial t} \right]^2 u^2(t), \quad (3.8)$$

У рівнянні (3.8) перший член вказує на похибку робочого стандарту рН, другий член вказує на похибку вимірювань ERS. електродної системи, по-третє, це невизначеність, пов'язана зі змінами температури або різницею температур калібрувального і контрольного розчину.

Якщо використовувати координати ізопотенціальної точки вимірювального електрода, то залежність (3.1) можна подати у вигляді

$$\text{pH}_x = \text{pH}_i + \frac{(E_x - E_i)}{S_t}, \quad (3.9)$$

де pH_i, E_i - координати ізопотенціальної точки електрода.

Тоді з урахуванням (3.2) і (3.9) третій член рівняння (3.8) можна записати у вигляді

$$\left[\frac{(E_x - E_i)}{S^2} \cdot 0,1984 \right]^2 u^2(t) = \left[\frac{(\text{pH}_x - \text{pH}_i)}{S^2} \cdot 0,1984 \right]^2 u^2(t). \quad (3.10)$$

вт = 25°C нахил водневої характеристики $S=59,16$ мВ/рН; $(\text{pH}_x - \text{pH}_i) = 3$, і коефіцієнт чутливості c_t становить 0,01 рН/°С.

Потім

$$u^2(\text{pH}) = u^2(\text{pH}_s) + u^2(\text{pH}) + 0,01 \cdot u^2(t). \quad (3.11)$$

Розглянемо розрахунок похибки вимірювання рН води, активованої маннітом, промисловим рН-метром. Його калібрування проводили за робочими стандартами категорії 2 з номінальним значенням рН 4,01 і 9,18 при 25 °С. °Х. $\angle \parallel \square \text{J} \{ \} \parallel \parallel \text{J} \setminus \setminus \setminus \text{пН} \{ \diamond \otimes \Sigma^{\text{TM}} \Sigma \} \setminus \otimes \int \diamond \setminus \setminus \setminus \geq. 3.1.$

Таблиця 3.1 - Розрахунок похибки вимірювання рН промисловим рН-метром

Вхід значення x_i	Значення	+/-	Тип невизн	Розподіл	Стандартна невизначені	Коефіцієнт	Внесок невизнач	Відсотковий
---------------------	----------	-----	------------	----------	------------------------	------------	-----------------	-------------

	оцінки	аченос	ймовір	сть u(x _i)	чутли	еності	депоз
		ті	ностей		вості	u(u _i)	ит
Вимірне значення рН розчину	7.28	I	нормально	$2,0 \times 10^{-2}$	1.0	$2,0 \times 10^{-2}$	64
рН робочого стандарту 2 клас		0,01	I	прямокутний	1.0	$5,8 \times 10^{-3}$	18
Відхилення температури розчину, °С	0	1.0	I	прямокутний	0.01	$5,8 \times 10^{-3}$	18
Визначається значення рН розчину	7.28			$2,2 \times 10^{-2}$			

Розширена невизначеність $U = 4,3 \times 10^{-2}$ при $k=2$.

Результат: розраховане фактичне значення рН розчину становить $7,28 \pm 0,043$.

Стандартну похибку вимірювань ОВП визначали за типом А. Вона становила 1 мВ. У той же час розширена невизначеність становить 2 мВ при $k=2$.

Під час магнітної обробки зміна рН і окисно-відновного потенціалу значно перевищує похибку їх вимірювання. Зміна рН становить 0,1-0,3 одиниці, а ОВП 8-10 мВ. При цьому рН-метри мають перевагу, оскільки рН є інтегральною величиною, що характеризує розчин у цілому, а електроди для вимірювання ОВП мають значне зміщення потенціалу та час його встановлення, який може досягати 15-20 хв.

Аналіз літературних джерел, присвячених магнітній обробці води та розчинів солей і кислот, показав, що ефект магнітної обробки залежить від характеристик магнітного поля, числа перемагнічувань і швидкості руху розчину. Величина магнітної індукції для використовуваних пристроїв знаходиться в межах 0,04–0,2 Тл при швидкості потоку 0,5–2,5 м/с і кількості перемагнічувань від 3 до 8. Швидкість руху води і розчину в теплицях різна, від 0,5 - 1 м/с.

На основі цих даних створено лабораторний прилад для магнітної обробки водних розчинів. Складається з ємності з розчином, трубопроводу і пристрою для магнітної обробки розчину. Схема пристрою для магнітної обробки води і розчинів мінеральних добрив наведена на рис. 3.1. Він складається з п'яти котушок індуктивності, на магнітопроводі яких знаходиться магнітна котушка. У повітряний зазор між кінчиками стрижнів поміщається пластикова трубка. Індуктор створює магнітне поле, яке своїми силовими лініями перетинає потік води або розчину.

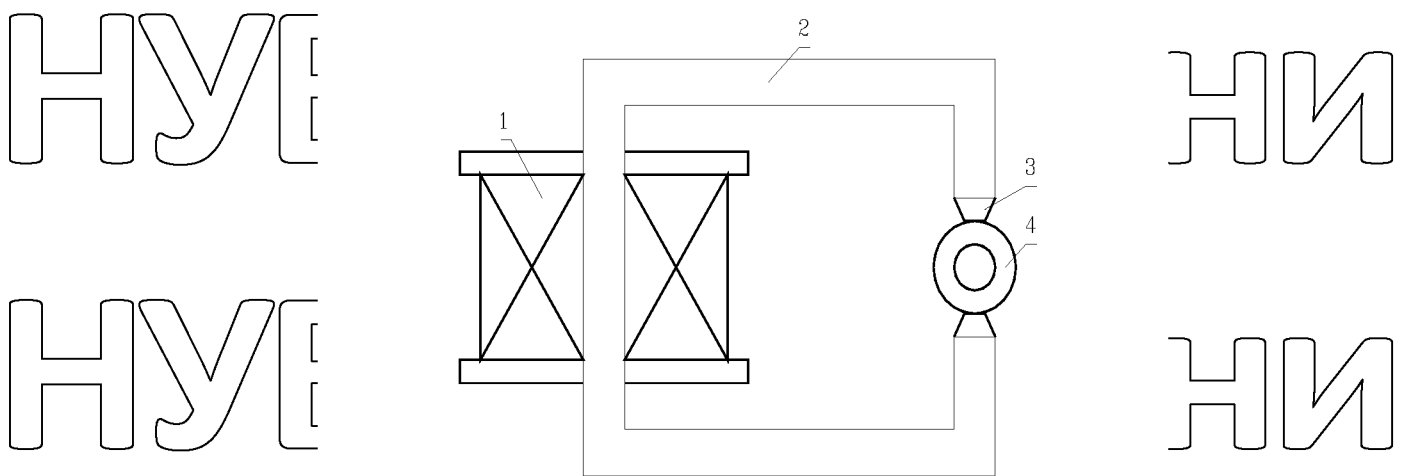


Рисунок 3.1 – Схема пристрою для магнітної обробки водних розчинів:

1 – котушка індуктивності; 2 – магнітопровід; 3 – полюсний наконечник;
4 – пробірка з розчином

Величина магнітної індукції регулюється зміною напруги, що подається на котушки індуктора в діапазоні 0 - 36 В. При цьому магнітна індукція змінюється від 0 до 200 мТл. Число перемагнічувань змінюють перемиканням котушок індуктивності, а градієнт магнітного поля зміною відстані між ними при русі вздовж осі трубки. Швидкість руху розчину змінюється внаслідок зміни його подачі.

Для демонстрації дії магнітної обробки водного розчину використовують рН-метр-мільвольтметр або іонометр. Значення рН і ОВП розчину вимірюють до і після пристрою магнітної обробки і на основі різниці роблять висновок про ефективність його обробки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ВОДИ ТА РОЗЧИНІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПІД ЧАС МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ

Експериментально встановлено, що магнітна обробка водних розчинів впливає на кінетику хімічних реакцій.

Для хімічної реакції зміна концентрації продуктів реакції дорівнює:

$$dC_i = \omega dt, \quad (4.1)$$

де S_i – концентрація речовини;
 ω – швидкість хімічної реакції;
 t – це час.

Швидкість хімічної реакції:

$$\omega = k \prod_{i=1}^{\alpha} C_i^{|\nu_i|}, \quad (4.2)$$

де k – коефіцієнт швидкості;
 ν_i – стехіометричні коефіцієнти реакції.

Під час магнітної обробки розчинів в електромагнітному полі концентрації реагуючих речовин змінюються мало, тому зміна концентрації продуктів реакції прямо пропорційна коефіцієнту швидкості.

Відповідно до рівняння Вант-Гоффа-Арреніуса

$$k = k_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right), \quad (4.3)$$

де k_0 – передекспоненціальний множник;
 E_a – енергія активації;
 R – універсальний газовий стіл;
 T – температура.

або

$$\lg k = \lg k_0 - \frac{E_a}{RT}. \quad (4.4)$$

Відповідно до теорії колізій, вказує на сприятливу для реакції просторову орієнтацію взаємодії активних молекул і визначається як [31]:

$k_p = z e^{\frac{S_a}{R}}, (4,5)$
 де z – коефіцієнт пропорційності;
 S_a – ентропія активації.

Відповідно до теорії перехідного стану [31]

$k_o = \frac{kT}{h} e^{\frac{\Delta S_o}{R}}, (4,6)$
 де ΔS_o – стандартна ентропія активації,
 k – стала Больцмана,
 h – постійна Планка.

Значення рН розчину:

$pH = -\lg a_{H^+} = -\lg f C_{H^+}, (4,7)$
 де a_{H^+} – активність іонів водню;
 f – коефіцієнт активності.

Оскільки зміна концентрації іонів водню C_{H^+} , які утворюються під час магнітної обробки розчину, пропорційна коефіцієнту швидкості реакції, то величина рН пропорційна десятковому логарифму коефіцієнту швидкості:

$\Delta pH = A_1 \lg k, (4,8)$
 де A_0 – коефіцієнт.

Тоді при постійній температурі розчину згідно (4.3), (4.4), (4.5) зміна значення рН:

$\Delta pH = A_0 \Delta E, (4,9)$
 де ΔE – зміна енергії взаємодії.

Аналогічно для окисно-відновних потенціалів:

$\Delta E = A_2 \Delta E, (4,10)$
 При обробці водних і солевих розчинів в магнітному полі на іони діє сила Лоренца:

$$F = qBv \cdot \sin \alpha, (4,11)$$

де q заряд іона;

B – магнітна індукція,
 v – швидкість руху іонів;
 α – кут між напрямком поля та рухом іона.

Сила Лоренца — це відцентрова сила, яка змінює лише напрямок руху іона, не змінюючи його кінетичної енергії та швидкості за модулем. Якщо вектор швидкості перпендикулярний вектору магнітної індукції, то іон рухається по колу радіусом:

$$r = \frac{mv}{qB}, \quad (4.12)$$

де m — маса іона,

$$v = \frac{qBr}{m}. \quad (4.13)$$

Гідратація іонів впливає на їх поведінку в розчині, швидкість руху, умови конвергенції та адсорбції на межах фазового розподілу. Коли іони перетинають магнітне поле, їх гідратована оболонка деформується, сприяючи взаємодії іонів [33].

Експериментальні дані з визначення констант швидкості реакції k_0 показують, що хімічні наслідки зіткнень залежать не стільки від кінетичної енергії відносного руху, скільки від кінетичної енергії відносного руху вздовж лінії центрів, тобто визначаються нормальна складова швидкості v_n , а тангенціальна складова не важлива під час активації [32]:

$$E = \frac{mv_n^2}{2}, \quad (4.14)$$

де m — загальна маса частинок.

Під час магнітної обробки розчинів за рахунок дії сили Лоренца нормальна складова швидкості змінюється:

$$v_{n2} = v_{n1} + \Delta v_n, \quad (4.15)$$

де v_{n2} — нормальна складова швидкості під дією магнітного поля,

v_{n1} — швидкість руху іонів у розчині;

Δv_n — його збільшення.

Як впливає з (4.13), збільшення нормальної складової швидкості:

$$\Delta v_n = A_3 B. \quad (4.16)$$

Коефіцієнт A_3 залежить від типу іонів, присутніх у розчині, і від кількості перемагнічувань, оскільки переверот змінює орієнтацію іонів.

Зміна кінетичної енергії відносного руху вздовж центрів дорівнює:

$$\Delta E = \frac{\mu v_{n2}^2}{2} - \frac{\mu v_n^2}{2} \quad (4.17)$$

або

$$\Delta E = \frac{\mu}{2} (\Delta v_n^2 + 2v_{n1} \Delta v_n). \quad (4.18)$$

З урахуванням (4.16):

$$\Delta E = \frac{\mu}{2} (A_3^2 B^2 + 2A_3 v_{n1} B). \quad (4.19)$$

Отже, зміна значення рН при постійній швидкості руху розчину становить:

$$\Delta \text{pH} = a_1 B^2 + a_2 B, \quad (4.20)$$

де a_1, a_2 – коефіцієнти.

Подібним чином зміна ОВП розчину при постійній швидкості його руху дорівнює:

$$\Delta E = a_1 B^2 + a_2 B, \quad (4.21)$$

Значення коефіцієнтів залежать від того, які іони знаходяться в розчині (яка

їх маса, заряд, швидкість), а також від числа перемагнічувань і градієнта

магнітного поля. Їх значення можна визначити тільки експериментально в наведених методах магнітної обробки розчину.

В лабораторії проведено експериментальні дослідження зміни параметрів води та розчинів мінеральних добрив під час магнітної обробки. Температуру

води та розчинів мінеральних добрив підтримували постійною $+20^\circ\text{C}$, а швидкість руху через апарат магнітної обробки становила 1 м/с, що відповідає їх

значенням при вирощуванні рослин у теплицях. Концентрація мінеральних добрив у розчинах становила 0,5 г/л та 1 г/л. Магнітну індукцію вимірювали

тесламетром, а рН і ОВП розчинів - іонометром I-160М. Ефект від

магнітообробки оцінювали по різниці показань приладу при вимірюванні цих значень до і після магнітообробки.

Експерименти провели в трьох повторях, а їх відтвореність оцінювали за критерієм Кокрена. Оскільки критерій розрахунку (див. Додаток

А) менший за критичне значення 0,6898, досліди повторюють з імовірністю 95%.

Зміна рН води при її магнітній обробці з числом перемагнічувань 1; 3 і 5 показано на рисунку 4.1, а ОВП на малюнку 4.2. Коли магнітна індукція

збільшується до оптимального значення, рН води підвищується, а ОВП знижується. Подальше збільшення магнітної індукції призводить до зниження рН і збільшення ОВП. Оптимальне значення магнітної індукції залежить від джерела водопостачання і для Київської області становить 100-110 мТл.

Зміна рН поживного розчину Зонневельда [13] показано на рисунку 4.3, а його ОВП – на малюнку 4.4. Характер цих залежностей і оптимальні значення магнітної індукції аналогічні залежностям, отриманим для поливної води.

Зміна рН деяких сольових розчинів і мінеральних добрив при магнітній обробці показано на рис. 4.5 та рис. 4.6. Характер наведених залежностей не відрізняється від залежностей, отриманих при магнітній обробці води. При цьому зазвичай посилюється ефект магнітної обробки. Оптимальне значення магнітної індукції для цих розчинів несуттєво відрізняється від її значення для води, з якої їх готують. Зміна рН досягає 0,1-0,3 одиниць і більш виражена при магнітній обробці розчинів з більш високим рН. Ефект магнітної обробки залежить від хімічного складу розчину, тобто концентрації і складу іонів. У розчинах, що містять іони - стабілізатори структури води (Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-}), збільшення кількості перемагнічувань збільшує ефект магнітної обробки.

Триразове перемагнічування можна вважати оптимальним, оскільки його подальше зростання не суттєво збільшує ефект магнітної обробки, але при цьому збільшуються габарити використовуваної установки.

Зменшення градієнта магнітного поля, тобто збільшення відстані між котушками, послаблює ефект магнітної обробки. Це необхідно враховувати при проектуванні магнітних пристроїв.

Проведені експериментальні дослідження зміни рН та ОВП води, сольових розчинів і мінеральних добрив довели правильність отриманих теоретичних залежностей (4.20), (4.21) і дали можливість визначити коефіцієнти за допомогою методу найменших квадратів [35].], значення яких наведені в таблицях 4.1 і 4.2. Оскільки розраховане значення критерію Фішера (див. Додаток А) менше критичного значення, яке становить 3,71, отримані математичні моделі є придатними з 95% ймовірністю.

Оптимальне значення магнітної індукції отримуємо як розв'язок рівняння:

$$\frac{d\text{pH}}{dB} = 2a_1 + a_2 = 0, \quad (4,22)$$

$$B_{\text{opt}} = -\frac{a_2}{2a_1}. \quad (4,23)$$

Оптимальні значення магнітної індукції та максимальні зміни рН і ОВП води, сольових розчинів і добрив при магнітній обробці наведені в таблиці 4.1 і табл. 4.2.

Ефект магнітної обробки експоненціально зменшується з часом (рис. 4.7).

Для досліджуваної води ця залежність має вигляд:

$$\text{pH} = 7,21e^{-0,0085t}, \quad (4,24)$$

де t - час, р.

Вплив магнітних полів на воду і розчини мінеральних добрив не можна вважати постійним, оскільки властивості води змінюються протягом року.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

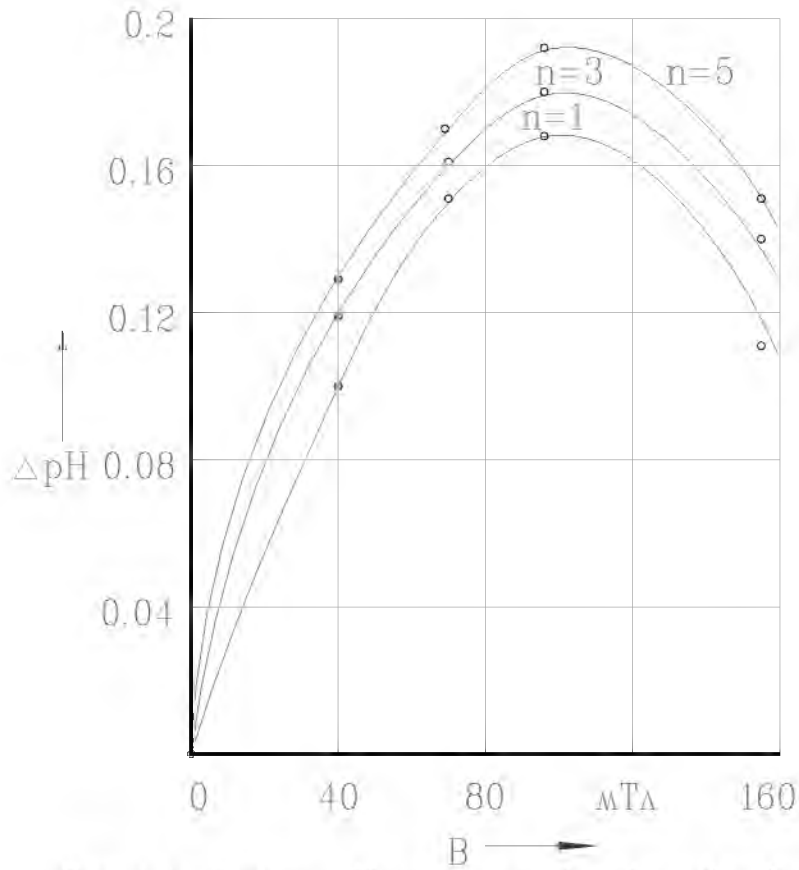


Рис.4.1. Зміна рН при магнітній обробці води

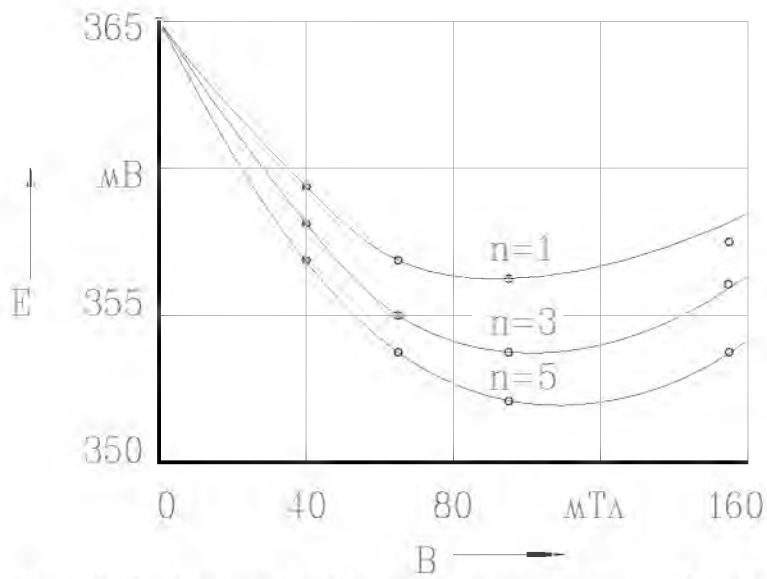
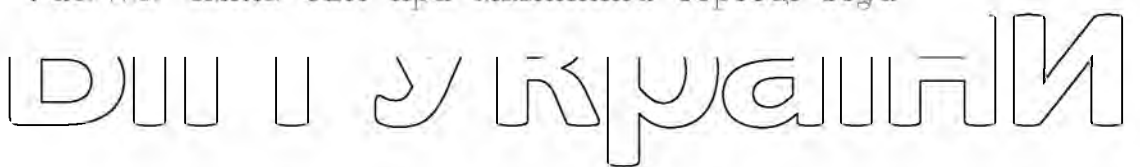
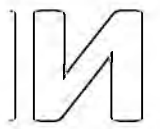
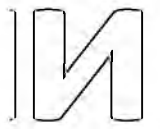
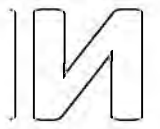
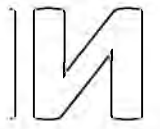
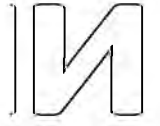
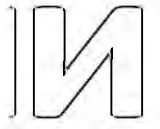
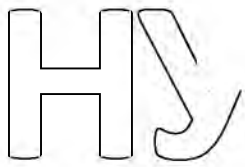
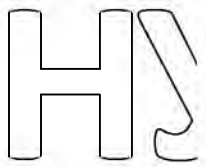
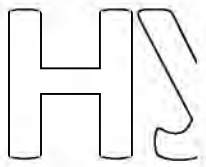
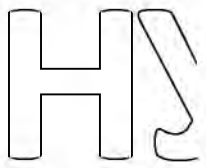
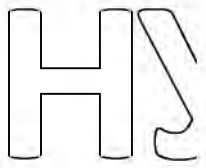
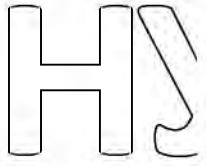
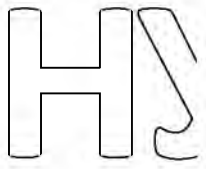


Рис.4.2. Зміна ОВП при магнітній обробці води



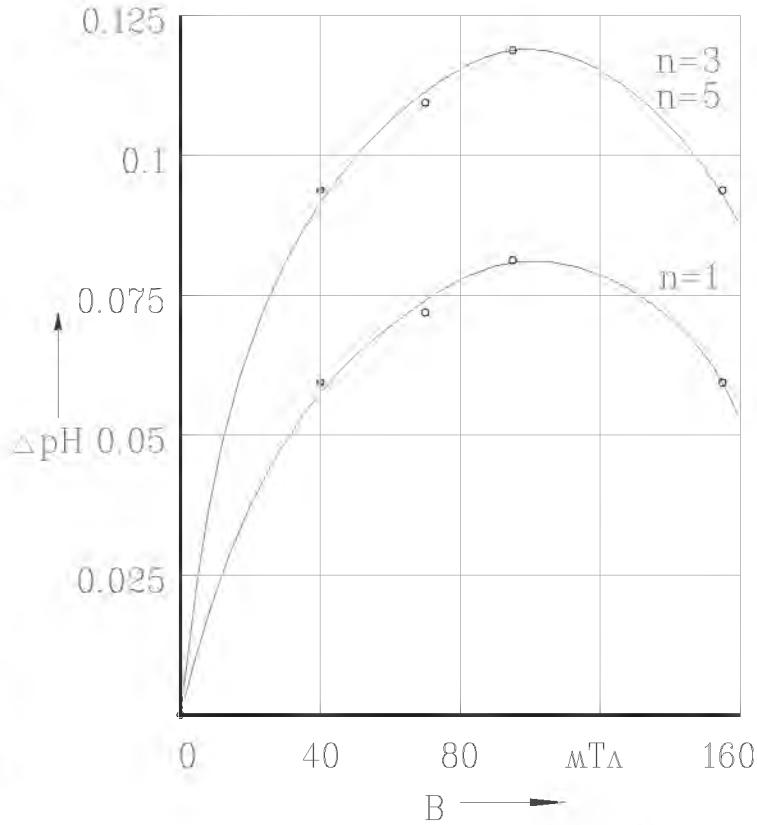
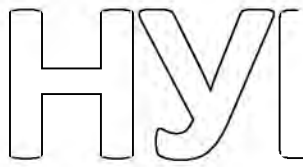
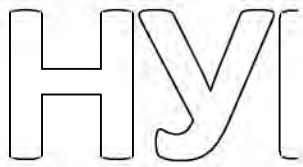
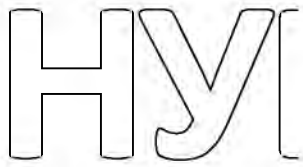
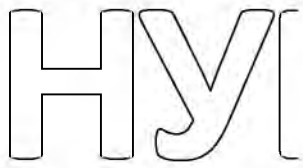
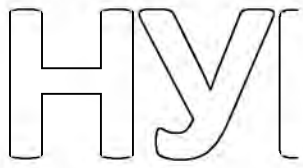
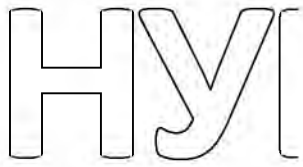
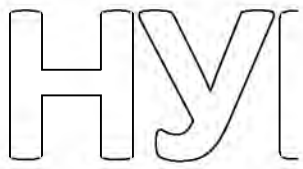


Рис.4.3. Зміна рН при магнітній обробці живильного розчину Зонневельда

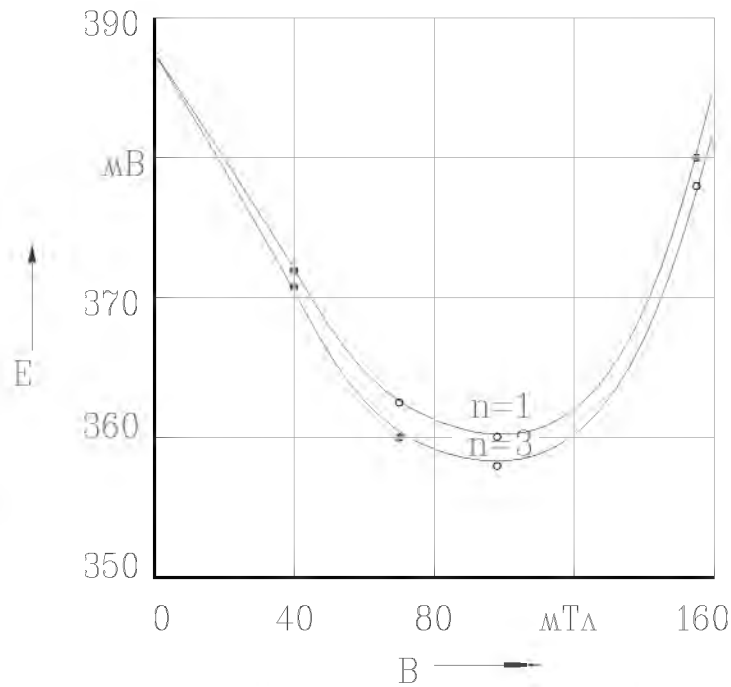
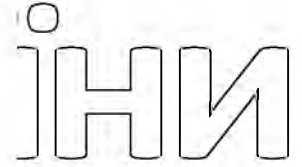
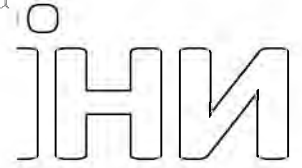
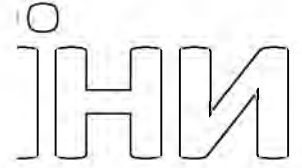
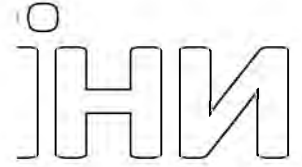
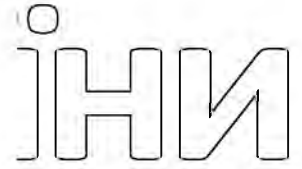
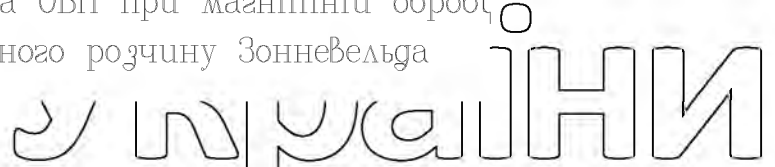


Рис.4.4. Зміна ОВП при магнітній обробці живильного розчину Зонневельда



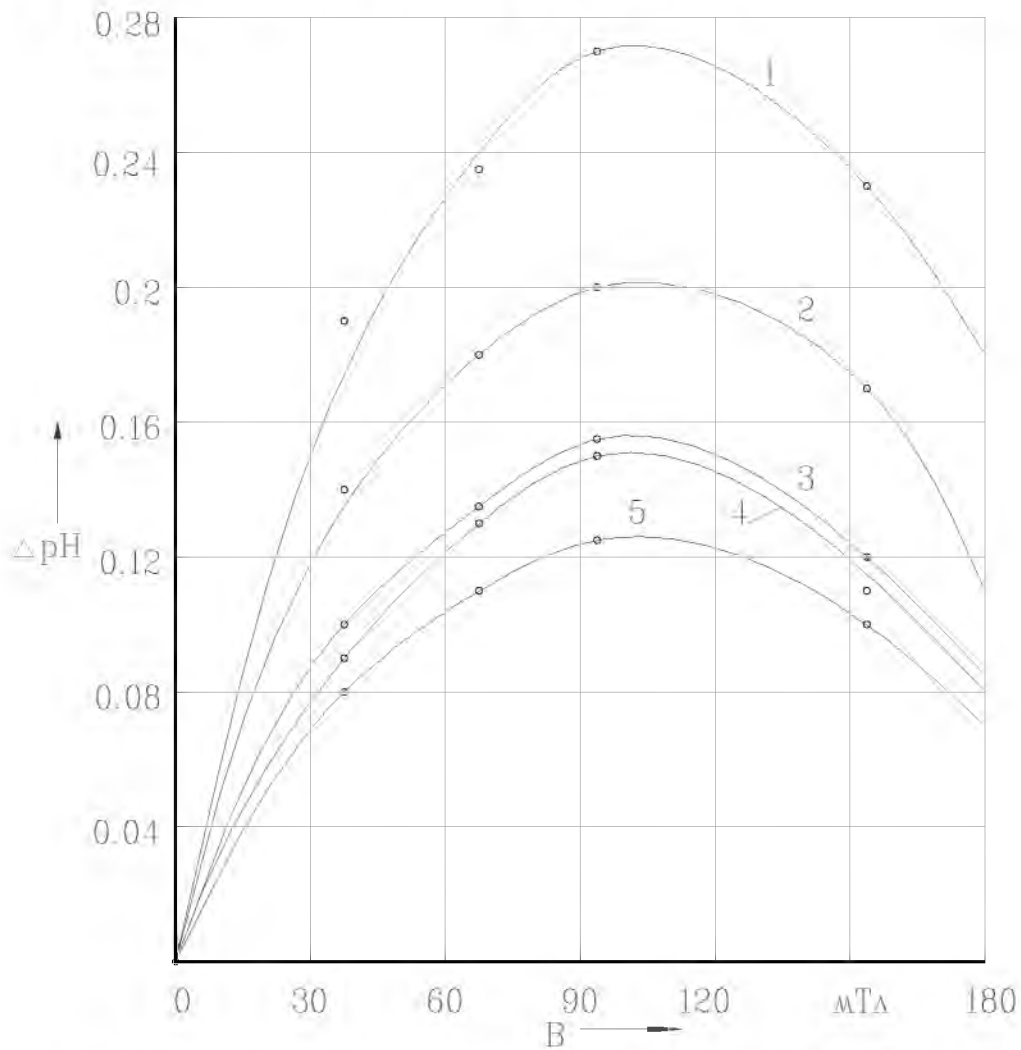


Рис.4.5. Зміна рН розчинів мінеральних добрив (1 г/л) при магнітній обробці з трикратним перемагнічуванням:

- 1 – кальцієва селітра;
- 2 – калій сірчаноокислий;
- 3 – аміачна селітра;
- 4 – магній сірчаноокислий семиводний;
- 5 – калійна селітра.

НУБІП України

НУБІП України

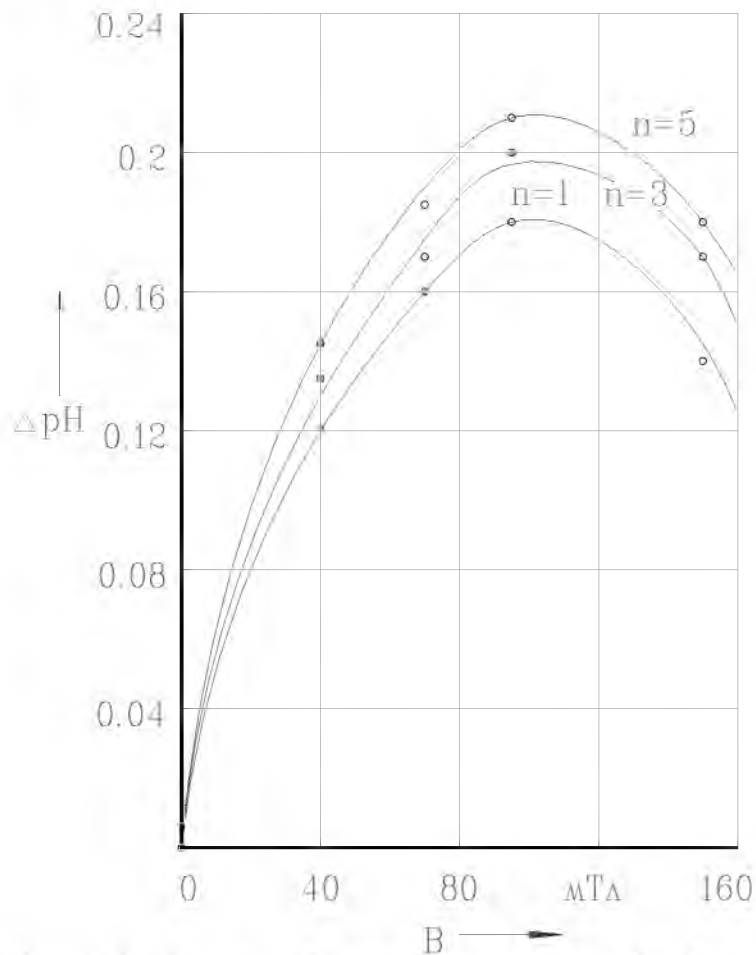


Рис.4.3. Зміна рН при магнітній обробці розчину сірчаноокислого калію концентрацією 1g/L

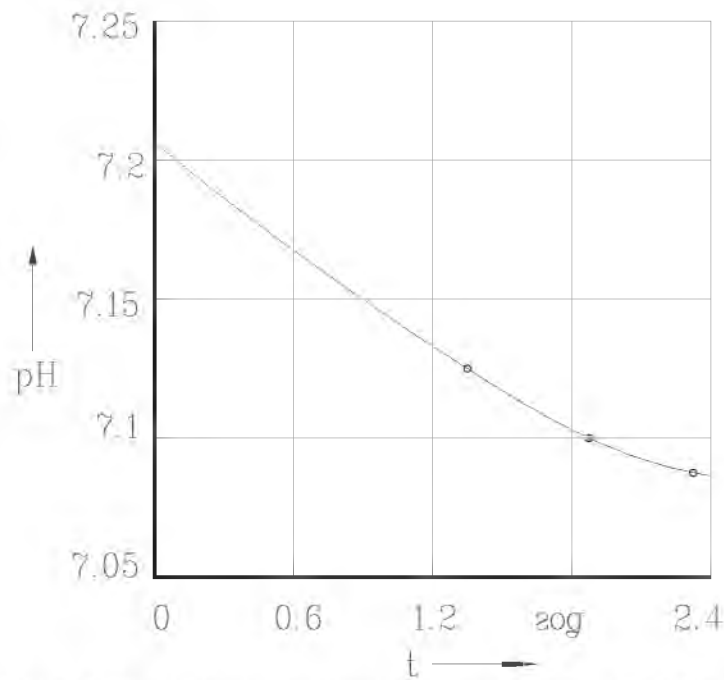


Рис.4.7. Зміна ефекту магнітної обробки в часі

Таблиця 4.1 - Значення коефіцієнтів a_1 , a_2 і оптимальної магнітної індукції при магнітній обробці води та розчинів мінеральних добрив.

рішення	Кількість перемог ночівлі	Коефіцієнти		Оптимальна індукція, мТл	Максимальна зміна pH
		a_1 , одиниця гN/Тл	a_2 , одиниця pH/Т		
1. Вода	1	-15	3,12	104	0,16
	3	-18,2	3,67		0,18
	5	-18,4	3,76		0,19
2. Розчин нітрату кальцію	3	-24	5,09	106	0,27
3. Розчин сульфату калію	3	-18,5	9,89	105	0,2
4. Розчин нітрату калію	3	-11,6	2,4	103	0,12
5. Розчин аміачної селітри	3	-13,9	2,9	104	0,15
6. Живильний розчин Зонневельда	3	-13,0	2,47	97	0,12

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнтів a_1 , a_2 і оптимальної магнітної індукції при магнітній обробці води та розчинів мінеральних добрив

рішення	Кількість перемагнічувань	Коефіцієнти		Оптимальна індукція, мТл	Максимальна зміна ОВП
		a_1 , одиниця гN/Тл	a_2 , одиниця pH/Т		
води	1	781	-170	104	-9
	2	1028	-215		-11
	3	1197	-248,2		-13
Живильний розчин Зонневельда	3	4076	-697,7	86	-29,9

РОЗДІЛ 5

ВВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН

Дослідження впливу магнітної обробки поливної води на ріст і розвиток рослин проводили методом польових дослідів [36, 37]. Досліди проводили за такою схемою: 1 варіант (контроль) - насіння замочували у воді з-під крана і поливали нею рослини, 2 варіант - замочували насіння в магнітоактивованій воді і поливали рослини. 3 ним.

Поливну воду обробляли в магнітному полі з індукцією 100 мТл з триразовим перемагнічуванням. Досліди проводили в підлоговій теплиці, обладнаній системою краплинного зрошення.

Експериментальні майданчики площею 8 м², розміщувалися за методом рядових повторів.

Обробіток ґрунту, внесення мінеральних та органічних добрив, підготовка насіння, посів, догляд за рослинами проходили відповідно до агротехніки вирощування в закритому ґрунті.

Досліди проводили з водяними огірками «Тополок». Протягом вегетації спостерігали такі фенологічні етапи: посів рослин, сходи, поява третього листка, початок цвітіння, зав'язування плодів.

В результаті проведених досліджень встановлено, що магнітна обробка поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. Результати біометричних вимірювань огірків наведено в таблиці 6.1. Згідно з наведеними даними, при поливі огірків магнітоактивованою водою прискорюється їх ріст, причому збільшення приросту стає більш помітним і статистично значущим у період початку цвітіння (10.07) і плодоношення (16.07) і становить 14,75. і 15,75 см відповідно.

Кількість листків та їх площа у рослин, полити магнітоактивованою водою, були більшими порівняно з рослинами, які поливали водопровідною водою (табл. В.1, додаток В).

При магнітній обробці поливної води спостерігали раннє цвітіння та плодоношення (1-2 доби). Результати досліджень наведені в таблиці 6.1 і табл. 6.2.

Більшою була маса рослин і при магнітній обробці поливної води (табл. 6.3). На початку фертильного періоду вона становила 8,8 г, а NSR05 – 1,86 г.

Магнітна обробка поливної води підвищує врожайність овочів. Урожайність огірків за існуючої технології вирощування склала 27,1 кг/м² (табл. 6.4) та при магнітній обробці поливної води - 31,1 кг/м², тобто зріс на 14,7%.

Подібні результати були отримані при поливі томатів магнітоактивованою водою [26].

Таким чином, на підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що магнітна обробка поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. При цьому спостерігається більш раннє цвітіння і плодоношення, збільшується біомаса рослин. Підвищується врожайність овочів.

Результати польового дослиду також підтвердили правильність встановленого режиму очищення води для поливу: магнітна індукція 100 мТл з триразовим перемагнічуванням і швидкість руху води 0,5 - 1,0 м/с.

Таблиця 6.1 – Результати біометричних вимірювань огірків

Варіант	Дата	Повторення				Середній сенс див	Різниця D, див	F- критерій	Точність δ, %	NSR05, побачи ти
		1	2	3	4					
КОНТРОЛЬ	18.06	16	15	13	15	14.75				
	25.06	28	27	22	28	26,25				
	2.07	62	57	58	59	59				
	9.07	88	80	78	50	84				
	16.07	132	117	118	130	124,25				
Магніто- активний -на воді	18.06	17	16	13	17	15.75	1	6	1.9	1.3
	25.06	30	31	22	36	29.75	3.5	4.2	4.3	5.4
	2.07	70	71	59	75	68,75	9,75	8:33 ранку	3.7	10.9
	9.07	97	102	88	108	98,75	14,75	22	2.4	10
	16.07	147	138	132	143	140	15.75	76.8	0,96	5.72

Таблиця 6.2 – Динаміка цвітіння огірків

Дата	Можливість контролю, квітка					Експериментальний варіант, квітка				
	Повторення					Середній				
	1	2	3	4			1	2	3	4
7.07	4	-	3	6	3	5	-	3	7	4
8.07	6	-	3	7	4	6	-	3	10	5
12.07	16	5	8	18	12	20	5	8	21	14
13.07	17	8	14	18	14	25	8	14	30	19

Таблиця 6.3 - Маса рослин на початку фертильного періоду

Варіант	Повторення				Середній значення, сер	Різниця D, Mg	F- критерій	Точність δ, %	NSR05, сер
	1	2	3	4					
КОНТРОЛЬ	38.2	25.5	34.2	39	35	8.8	93	1.05	1.86
Пілот	46	40	42	47	43.6				

Таблиця 6.4 - Урожайність огірка

Варіант	Повторення				Середній значення, кг/м ²	різниця D, кг/м ²	F- критерій	Точність δ, %	NSR05, кг/м ²
	1	2	3	4					
КОНТРОЛЬ	27.2	26.2	26.5	28.5	27.1				

Пілов	31.2	29.9	30.7	32.5	31.1	4	1436	0,25	0,33
-------	------	------	------	------	------	---	------	------	------

РОЗДІЛ 6

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ДЛЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ РОЗЧИНІВ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ РОЗРАХУНКІВ.

Проведені дослідження зміни параметрів води і розчинів мінеральних добрив при магнітній обробці показали, що магнітна індукція повинна змінюватися в межах 0,04 - 0,2 Тл при триразовому перемагнічуванні і швидкості руху розчину 0,5 - 1,0 м / с. .

Конструкція розробленого пристрою для магнітної обробки води та поживних розчинів теплиць електромагнітами наведена на рисунку 6.1. Він складається з трьох індукторів, на магнітопроводі яких розташована магнітна котушка. У повітряний зазор між наконечниками жердин встановлюється пластикова трубка, діаметр якої відповідає діаметру трубки «аквадроп». Для зменшення блукаючих струмів використовують концентратори магнітного поля.

Індуктор створює магнітне поле, яке своїми силовими лініями перетинає потік води або розчину. Сили магнітного поля спрямовані перпендикулярно потоку розчину. Величина магнітної індукції регулюється зміною постійної напруги, що подається на котушку індуктора, в діапазоні 0-36 В. При цьому магнітна індукція змінюється від 0 до 200 мТл. Котушки індукторів включені в протилежний бік, що забезпечує триразове перемагнічування розчину.

Застосування приладів з електромагнітами, порівняно з постійними магнітами, дозволяє отримувати більш високі значення магнітної індукції і проводити її регулювання, в результаті чого способи обробки розчинів визначаються концентрацією і складом окремих іонів. . в ньому, зміни.

Розроблено методику розрахунку пристроїв для магнітної обробки розчинів електромагнітами.

За заданою напругою в робочому діапазоні визначається магнітний потік

$$\Phi = B \cdot S, (6,1)$$

де B – магнітна індукція в зазорі, Тл;

S - площа поперечного перерізу магнітного потоку, м².

Магнітний опір повітряного проміжку визначається за формулою:

$$R_{\text{п}} = \frac{\delta}{\mu \cdot S}, (6,2)$$

де δ - довжина і площа зазору;

μ – магнітна проникність повітря.

Магнітний опір феромагнітної частини магнітопроводу

$$R_c = \frac{l}{\mu_c \cdot S}, (6,3)$$

де l і S - довжина і площа поперечного перерізу магнітопроводу;

μ_c – магнітна проникність сталі при відповідній індукції.

Загальний опір ділянки магнітопроводу

$$R = R_{\text{п}} + R_c, (6,4)$$

Сила намагнічування котушки електромагніту

$$F = \Phi \cdot R \cdot K_3, (6,5)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує невраховані магнітні струми та блукаючі струми; $K_3 = 1,2$.

Величина струму розряду може бути визначена тільки експериментально.

Отже, сила намагнічування визначається приблизно. Необхідна магнітна індукція

в щілині досягається використанням концентраторів магнітного поля, призначених для зменшення струмів витoku з вираженим поверхневим ефектом.

Для цього поперечні розміри вузкі.

Переріз дроту для намотування магнітної котушки визначається за

формулою:

$$S_{\text{п}} = \frac{F \cdot l_B \cdot \rho}{U}, (6,6)$$

де l_B – середня довжина витка обмотувального дроту,

ρ – питомий електричний опір матеріалу дроту (мідь);

U – Номінальна напруга.

Кількість витків котушки

$$W = \frac{F}{j_{\text{доп}} \cdot S} = \frac{F}{I_{\text{доп}}}, \quad (6,7)$$

де $j_{\text{доп}}, I_{\text{доп}}$ – або дозволена щільність і силу струму.

Кількість витків в ряду магнітної котушки

$$W_p = \frac{b}{k_n \cdot d_n}, \quad (6,8)$$

де b – конструктивний розмір каркаса котушки,

d_n – діаметр обмотувального дроту з ізоляцією;

k_n – коефіцієнт нерівності укладання ($k_n = 1,1 \dots 1,2$ [34]).

Кількість шарів обмотувального дроту

$$n = \frac{W}{k_n \cdot W_p}, \quad (6,9)$$

Опір котушки

$$R_k = \rho \cdot \frac{l_B \cdot W}{S_n}, \quad (6,10)$$

Номінальний струм

$$I = \frac{U}{R_k}, \quad (6,11)$$

і споживання енергії

$$P = n_k \cdot U \cdot I, \quad (6,12)$$

де n_k – кількість магнітних котушок.

Розраховано електричні та магнітні параметри пристрою для магнітної обробки поливної води та поживного розчину.

Магнітний потік

$$\Phi = 0,2 \cdot 0,18^2 = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ Vb.}$$

Магнітний потік повітряного проміжку

$$R_n = \frac{0,18}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,18 \cdot 0,4} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ Гн}^{-1}.$$

Магнітний опір феромагнітної частини магнітопровода

$$R_c = \frac{0,48}{0,059 \cdot 0,18 \cdot 0,4} = 113 \text{ Гн}^{-1}.$$

Загальний опір ділянки магнітопроводу

$$R = 2,0 \cdot 10^6 + 113 \approx 2,0 \cdot 10^6 \text{ Гн}^{-1}.$$

Сила намагнічування котушки електромагніту

$$F = 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,0 \cdot 10^6 \cdot 1,2 = 1,55 \cdot 10^4 \text{ А.}$$

Переріз дроту обмотки

$$S_n = \frac{1,55 \cdot 10^4 \cdot 0,28 \cdot 17,2 \cdot 10^{-9}}{36} = 2,07 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Кількість витків котушки

$$W = \frac{1,55 \cdot 10^4}{8,4} = 1900.$$

Кількість витків в ряду магнітної котушки

$$W = \frac{130}{1,1 \cdot 1,69} = 70.$$

Кількість шарів обмотувального дроту

$$n = \frac{1900}{1,1 \cdot 70} = 25.$$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 7

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Відповідно до наведеної методики виконано розрахунок і виготовлення пристрою для магнітної обробки водних розчинів, а також проведено його експериментальне дослідження.

Залежність магнітної індукції в повітряному проміжку від сили струму індуктора зображена на рисунку 7.1. Початкову частину цієї кривої, яка відповідає робочому діапазону магнітних індукцій, можна вважати перпендикулярною:

$$B = 0.137 \cdot I + 0.07. \quad (9,1)$$

При подальшому збільшенні струму ця залежність стає нелінійною через насичення магнітної системи:

$$B = 0.138 \cdot I^{0.89}. \quad (9,2)$$

Зміна магнітної індукції вздовж осі трубки апарата для магнітної обробки водних розчинів зображено на рисунку 7.2. Як випливає з наведеної залежності, магнітна індукція досягає максимального значення в місці розташування вистриків полюсів. При русі вздовж осі трубки від одного котушки індуктивності до іншого індуктивність зменшується, наближається до нуля посередині між двома котушками індуктивності, а потім починає збільшуватися зі зміною знака.

Проведені дослідження показали, що використання рН-метрів є найбільш придатним для демонстрації ефекту магнітної обробки. Використання розробленого апарату для магнітної обробки водних розчинів з електромагнітами та промислового рН-метра дозволяє створити систему автоматичного керування, яка забезпечує роботу апарату в оптимальному режимі для будь-якого типу розчину або при зміні режимів. їх магнітна обробка.

Система автоматичного керування включає пристрій магнітної обробки, тиристорний перетворювач напруги, рН-метр і екстремальний регулятор (рисунок 7.3).

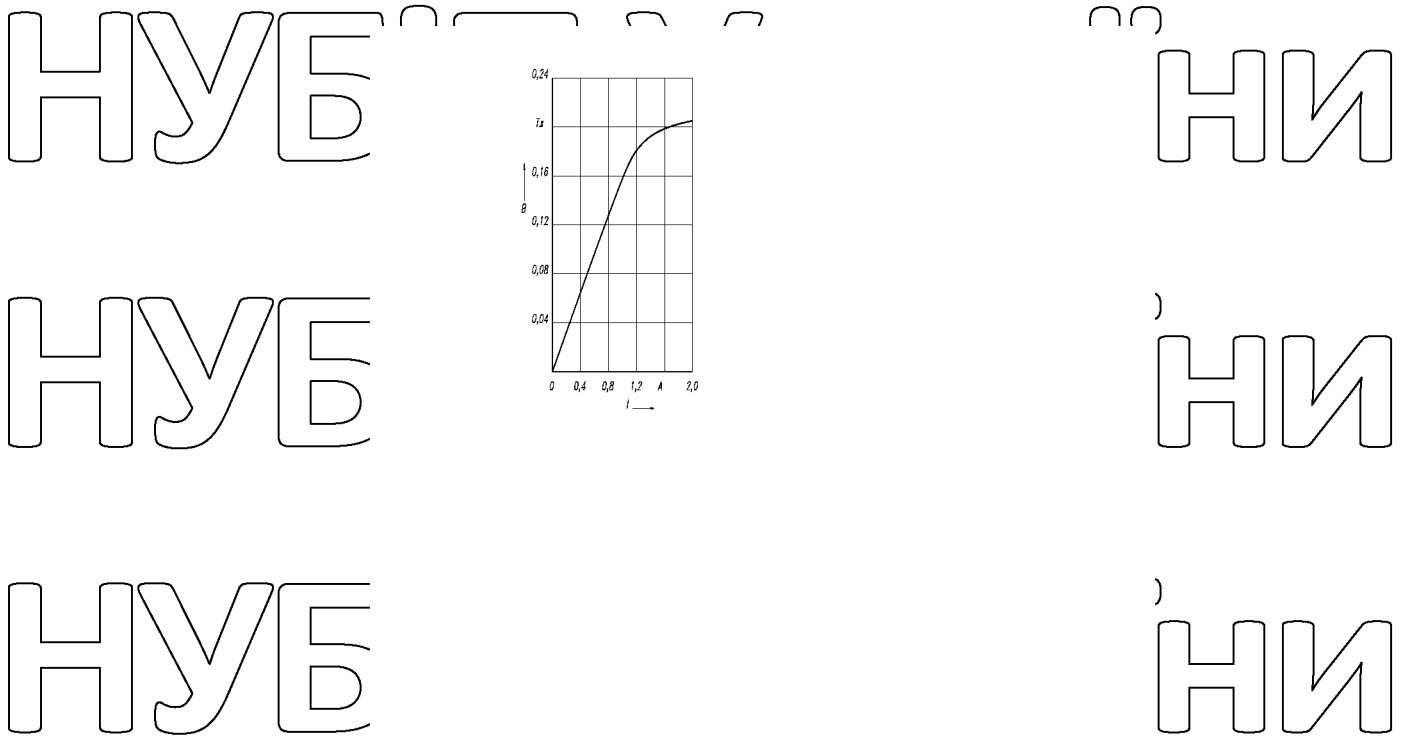


Рисунок 7.1 – Залежність магнітної індукції в повітряному проміжку

від струму в індукторі

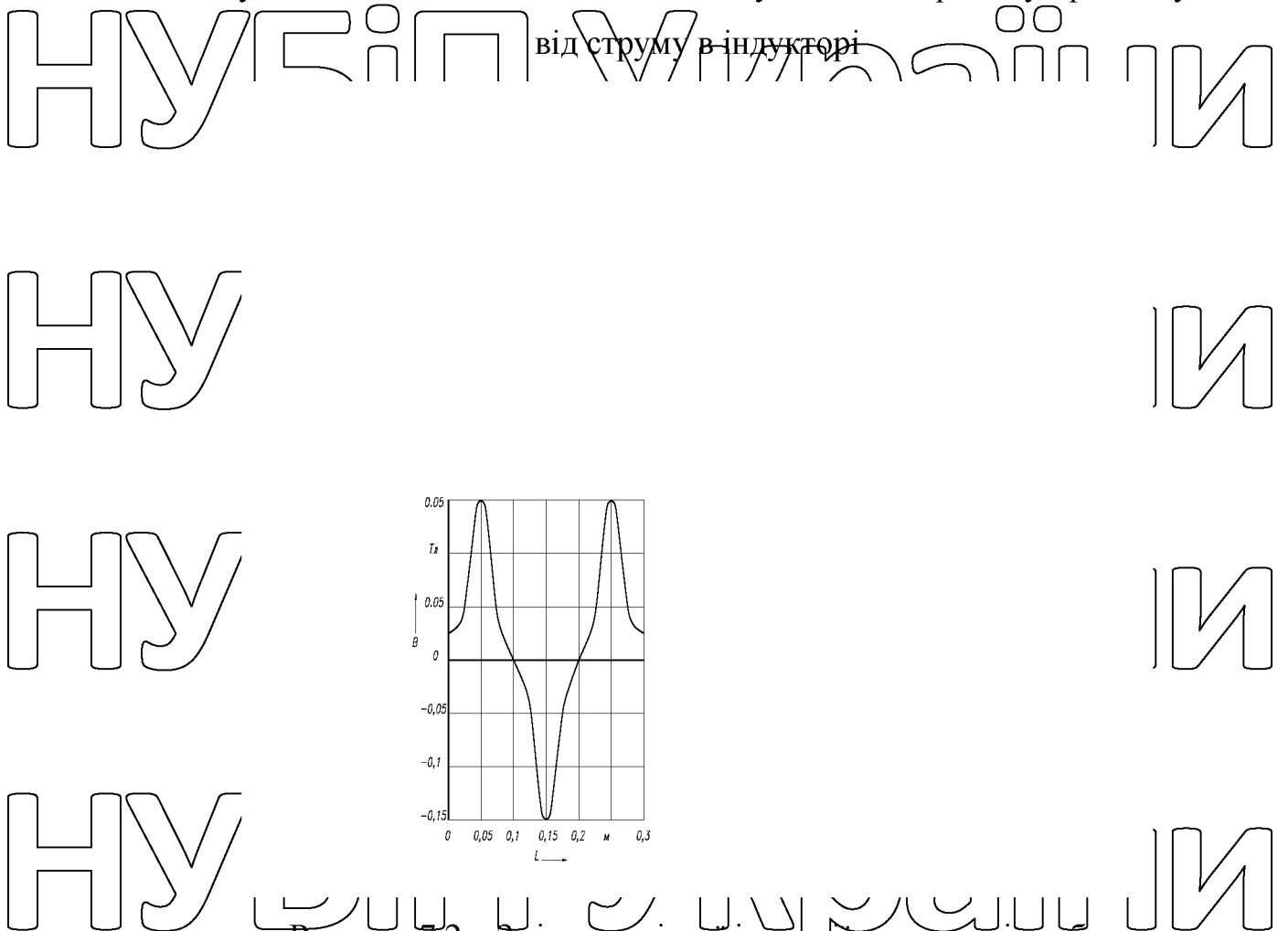


Рисунок 7.2 – Зміна магнітної індукції вздовж осі труби

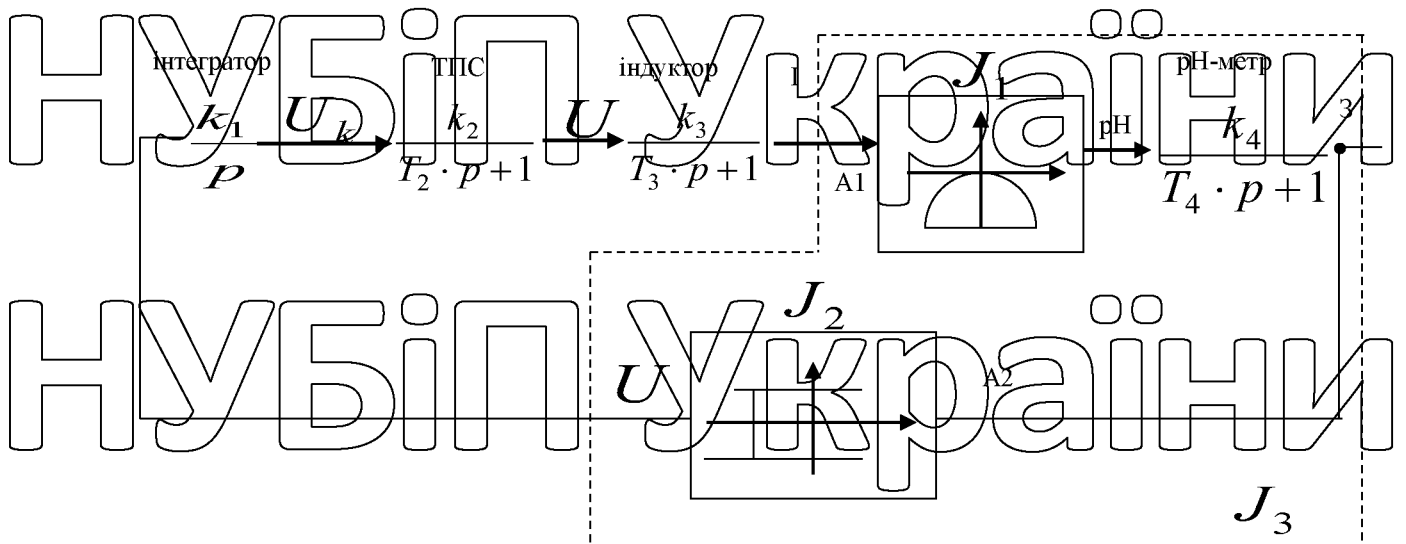


Рисунок 7.3 – Структурно-алгоритмічна схема автоматичної системи контролю магнітної обробки розчинів

Інформацію про магнітний метод лікування надає рН-метр, сигнал якого передається на крайній регулятор, який шукає оптимальний метод лікування. Регулятор подає сигнал на тиристорний перетворювач напруги, який забезпечує зміну магнітної індукції в зазорі індуктора за рахунок зміни прикладеної напруги. Це гарантує підтримку оптимальної магнітної індукції при зміні режимів обробки.

За відомою методикою визначено передаточні функції окремих елементів системи автоматичного керування магнітною обробкою розчинів та розроблено структурно-алгоритмічну схему, наведену на рис. 7.3.

Для котушки індуктивності коефіцієнт пропускання K_3 становить 6,4 мТл/В, постійна часу $T_3=0,08$ с. Портативна функція

$$w_3(p) = \frac{6,4}{0,08p+1} \quad (7,3)$$

Для рН-метра коефіцієнт пропускання $K_4 = 40$ мВ/од.рН, постійна часу $T_4 = 1,82$ с, передатна функція

$$w_4(p) = \frac{40}{1,82p+1} \quad (7,4)$$

Для тиристорного перетворювача напруги коефіцієнт передачі $K_2=3$, постійна часу $T_2=0,01$ с, передавальна функція

$$W_2(p) = \frac{3}{(0,0)p+1} \quad (7,5)$$

Для інтегратора $K_1=1$ і передавальної функції

$$W_1(p) = \frac{1}{p} \quad (7,6)$$

Для визначення амплітуди та частоти автоколивань використаємо метод

гармонічної лінеаризації. Передавальна функція лінійної частини записується у

вигляді

$$W_L(p) = W_1(p)W_2(p)W_3(p) = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{p(T_2 p + 1)(T_3 p + 1)} \quad (7,7)$$

Лінійний зв'язок $W_4(p)$ і два нелінійні елементи J_1 і J_2 будемо розглядати

як складений зв'язок з передаточною функцією J_3 .

Еквівалентна амплітудно-частотна характеристика комбінованого з'єднання

$$q_3(A_{align1} \omega) = q_1(A_1)q_2\left(\frac{\Delta}{A_2}\right)W_L(j\omega), \quad (7,8)$$

дел – зона нечутливості реле, $\Delta = 4$ мВ.

Амплітуда на вході другого нелінійного елемента

$$A_2 = A_1 q_1(A_1) \frac{K_4}{\sqrt{A_3^2 \omega^2 + 1}} \quad (7,9)$$

У виразі (7.9) прийнято, що частота коливань на вході установки вдвічі менша, ніж на виході, що відповідає нормальному режиму роботи

екстремального регулятора.

Використаємо формули для визначення коефіцієнтів гармонічної лінеаризації

$$a_1(A_1) = \frac{1}{\pi A_1} \int F(x) \sin 2y dy, \quad (7,10)$$

$$b_1(A_1) = \frac{1}{\pi A_1} \int F(x) \cos 2y dy \quad (7,11)$$

Для першої нелінійності

$$F(x) = -k_0 A_1^2 \sin y \quad (7,12)$$

Тоді, взявши інтеграл, отримаємо

$$a_1(A_1) = 0; \quad (7,13)$$

$$b_1(A_1) = \frac{k_0 A_1}{2};$$

$$q_1(A_1) = \sqrt{a_1^2(A_1) + b_1^2(A_1)} = \frac{k_0 A_1}{2};$$

$$\mu_n(A_1) = \frac{\pi}{2}$$

Другий нелінійний елемент складається з послідовного з'єднання ідеального релейного елемента з нечутливою зоною і нелінійного логічного елемента. Формули для розрахунку коефіцієнтів гармонічної лінеаризації мають

вигляд [40]:

$$a_2(A_2) = \frac{4U \cos \alpha}{\pi A_2}; \quad (7,14)$$

$$b_2(A_2) = -\frac{4U \sin \alpha}{\pi A_2}; \quad (7,15)$$

З виразів (7.14) і (7.15) отримуємо

$$q_2(A_2) = \frac{4U}{\pi A_2}; \quad (7,16)$$

$$\mu_2(A_2) = \alpha. \quad (7,17)$$

Таким чином, повне зміщення, внесені нелінійним елементом J_n і приведені до частоти, визначається формулою

$$\mu_n(A_1 \omega) = \frac{\pi}{2} \arctg 2 \omega T_4 = \alpha; \quad (7,18)$$

$$\arccos 2\alpha = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{A_2 - \Delta}{A_2}. \quad (7,19)$$

Підставивши вираз (7.19) у формулу (7.18), отримаємо

$$\mu_n(A_1 \omega) = -\frac{\arctg 2 \omega T_3}{2} + \frac{1}{2} \arcsin \frac{A_2 - \Delta}{A_2}. \quad (7,20)$$

$$q_n(A_1 \omega) = \frac{4U}{\pi A_1}. \quad (7,21)$$

Умову гармонійної рівноваги записують у вигляді

$$20 \lg H_1(\omega) H_2(\omega) H_3(\omega) = 20 \lg \frac{1}{q_n(A_1 \omega)}; \quad (7,22)$$

$$\theta_1(\omega) + \theta_2(\omega) + \theta_3(\omega) = -\pi - \mu_n(A_1 \omega). \quad (7,23)$$

За цими формулами будуються логарифмічні амплітуди та фазові характеристики лінійної частини системи (рисунок 7.4). Функції $20 \lg$ створені за

шаблоном $\frac{1}{q_n} - \pi - \mu_n$ і вирівняні осі зразків $1A_1$ з віссю частот так, щоб точки А і В лежали на одній вертикалі. Таким чином, частота власного коливання становить $11,9 \text{ с}^{-1}$, а амплітуда $0,09 \text{ мТл}$.

Пристрій магнітної обробки встановлюють у розчинних вузлах (рис. 1.2, рис. 1.3) на трубопроводі подачі води для приготування концентрованих розчинів мінеральних добрив і на трубопроводі для подачі живильного розчину в

теплицю.

Розроблене обладнання пройшло випробування в лабораторних і виробничих умовах, де показало високу експлуатаційну надійність і якість

роботи.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

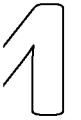
НУБІП України

НУБІП України

НУ



НУ



НУ



НУ

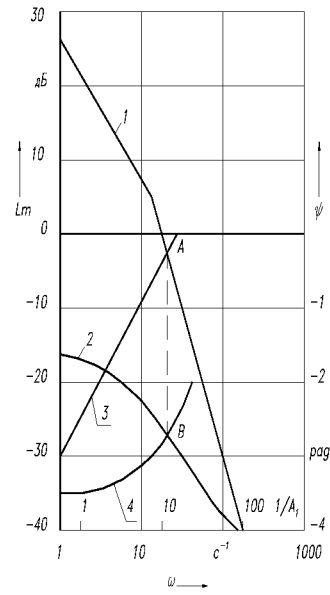


Рисунок 7.4 – Логарифмічна амплітудна (1) та фазова (2) частотні характеристики лінійної частини екстремальної системи з накладеними амплітудною (3) та фазовою (4) частотними характеристиками нелінійної частини

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

НУБІП УКРАЇНИ

1. Інтенсифікація овочівництва закритого ґрунту пов'язана з впровадженням енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування овочів.

Аналіз технологій вирощування овочів показує, що найперспективнішими технологіями є невеликі кількості електротехнологій для інтенсифікації процесу мінерального живлення рослин. Це дає змогу підвищити врожайність овочів і якість продукції на 15-20% при зменшенні витрат води, енергії та мінеральних добрив.

НУБІП УКРАЇНИ

2. Для демонстрації ефекту магнітної обробки розчинів найбільш перспективним є потенціометричний метод із застосуванням електродів для вимірювання рН та ОВП розчинів.

НУБІП УКРАЇНИ

3. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження зміни параметрів водних розчинів і мінеральних добрив при магнітній обробці показали, що зміна рН і окислювально-відновного потенціалу прямо пропорційна квадрату магнітної індукції і залежить від числа перемагнічувань, градієнта магнітної індукції, магнітне поле, склад розчину і швидкість його руху.

НУБІП УКРАЇНИ

Коли магнітна індукція зростає до оптимального значення 100-110 мТл, рН води та розчину зростає, а ОВП знижується. У міру подальшого збільшення магнітної індукції рН знижується, а ОВП збільшується. Збільшення кількості перемагнічувань і градієнта магнітного поля посилює ефект магнітної обробки.

НУБІП УКРАЇНИ

При швидкості руху розчину 0,5 - 1,0 м/с оптимальним є триразове перемагнічування, оскільки подальше її підвищення істотно не змінює рН і ОВП розчину. У розчинах мінеральних добрив ефект магнітної обробки посилюється і залежить від концентрації та складу окремих іонів. Ефект від магнітної обробки експоненціально зменшується з часом.

НУБІП УКРАЇНИ

4. Польові дослідження показали, що електромагнітна обробка поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. При цьому цвітіння і плодоношення відбувається раніше, рослини мають кращі біометричні

НУБІП УКРАЇНИ

показники і більшу біомасу. Урожайність огірків при магнітній обробці поливної води в теплицях підвищується на 14,7%.

5. Обґрунтовано параметри та методику розрахунку пристроїв для магнітної обробки розчинів електромагнітами. Виготовлено та проведено дослідження приладу для магнітної обробки водних розчинів.

Залежність зміни магнітної індукції від струму в індукторі в робочому діапазоні є лінійною, що дає можливість контролювати магнітну індукцію шляхом вимірювання сили струму.

Розроблено екстремальну систему автоматичного керування магнітною обробкою розчинів, визначено якісні показники її роботи: частота автоколивань 11,9 с⁻¹, амплітуда 0,09 мТл.

6. Магнітна обробка води для поливу в теплицях дозволяє порівняно з існуючими технологіями підвищити врожайність рослинних культур на 15-20%, зменшити витрати мінеральних добрив на 10-15% і поліпшити якість рослинної продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Посібник з вирощування овочів у закритому ґрунті / Л.М.Шульгіна, Г.Л.Бондаренко, М.О.Склярєвський та ін. Під ред.Л.М.Шульгіна. – К.: Урожай, 1989. – 246 с.
2. Аналіз та можливості розвитку овочівництва закритого ґрунту та насінництва овочевих культур / З.І. Гриценкова, Є.П. Білоконь, О.М. Ломоносов та ін. // Вирощування овочів і баштанних культур. – К.: Урожай, 1992. – Число 37 – с. 15 - 19.
3. Акопян Р.А. Механізація і автоматизація виробничих процесів на захищених ґрунтах. - М.: Колос, 1969. - 298 с.
4. Давтян Г. С. Гідропоніка як виробниче досягнення агрохімічної науки. - Єреван, 1969. - 84 с.
5. Лавлідж Б. Майстер тріумфує над Rockwool || Вирощувач. - 1989. - Вип. 112. - немає 3 – стор. 23-27.
6. Алієв Е. А. Вирощування овочів в гідропонних теплицях. – 2-ге вид., перероб. і додатково – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
7. Musard M., Letard M. Le maraichage sous serres et abres en culture sur substrat || Пастор Хортіс – 1990. - немає. 308. - с. 55-57.
8. Normes E. Nährfilmtechnik in der Nackbarlindern || Dt Gartenbau. - 1990. - Jg 44, вып. 17. - с. 1132 - 1134 роки.
9. Нові розробки в галузі гідропоніки в Японії | Судзукі Ю., Шинохара Ю., Шибуга М., Ікеда Х. || Переваги. З 6-го меднар. Конг. на Soilless Cult. – Люитерен, 1984. – с. 661 - 671.
10. Centermans N. Entwicklung und Einführung der NFT im Belgischen Unterglasgemüsebau || Der Gartenbau ingenieu. - 1990. - Jg.35.№2 - с. 35-37.
11. Савінова Н. І. Мала гідропоніка: що заважає її реалізації // Картопля і овочі. - 1989. - немає. 6 – стор. 22-26.
12. Стасюкевич А. А., Томашпольський Ю. Н., Гордій Н. В. Теплиці з малим об'ємом гідропоніки // Картопля і овочі. – 1988. – №1. – з 40-41.

13. Плодівництво в теплицях на гідропонії в малих кількостях /Х. Сімитчєв, В. Каназирська, К. Мілієв, П. Журов. Пер. з Болги. - М.: Агропромиздат, 1985. - 136 с.

14. Göhler F., Heissner A., Schmeil H. Контроль постачання води та поживних речовин у теплиці // Acta hortos. - 1989. - Вип. 260. - с. 237-254.

15. "Uitgebalanceerd" watergeven // Туїндерій. - 1978. - Вип. 18. - №17 - стор. 38-39.

16. Пилюгіна В.В., Шейнгін Ю.Г., Захаров Б.В. Автоматичне регулювання подачі живильного розчину в гідропонну теплицю малого об'єму // Науч.-техн. Бик. від електриф. с. х-ва. БІЛЬШЕ. 1986. Число 1(56). - з 33-38.

17. Воган Дж. Порівняння методів гідропоніки // Вирощувач. - 1989. Вип. 112 - немає. 2. - стор. 45-63.

18. Graves CI Техніка поживної плівки // Садівничі оцінки. - 1983. - Вип. 5. - стор. 1-44.

19. Павлов В. П., Швикін А. І., Горбач Л. П. Малооб'ємні технології ефективні // Картопля та овочі. - 1990. - немає. 1. - стор. 28-30.

20. Огірок у модульному апараті безперервного вирощування овочів / В.І.Камчатний, Ю.Ф. Свириденко, Ю.Н.Липов та ін. // Вирощування овочів і вирощування багаторічних культур - К., 1990. - Число 35. - с. 29-36

21. Ікеда М. Безземельна культура в Японії // Сільське господарство Японії. - 1985. - Т.19. - №6. - стор. 35-42.

22. Классен В. І. Намагніченість водяних систем. Видання 2-е, перероблене. і додатково - М.: Хімія, 1982. - 296 с.

23. Агрохімія / Б. А. Ягодин, П. М. Смирнов, А. В. Петербург та ін., ред. Б. А. Ягідний - М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с.

24. Артамонов В. І. Цікава фізіологія рослин. - М.: Агропромиздат, 1991 - 336 с.

25. Проектування комплексної електрифікації / Л. Г. Прищеп, А. П. Якименко, Л. В. Шаповалов та ін.; ред. L.G Graft. - М.: Колос, 1983. - 271 с.

26. Пилюгіна В.В., Коновалов Н.Т. Електротехнологічні методи малооб'ємного гідропонного вирощування томатів // Електротехнологія в сільськогосподарському виробництві. - М.: ВІЕСХ, 1989. - с. 51-58.

27. Классен В. І. Вода і магніт. - М.: Наука, 1973. - 110 с.

28. Сокальський А. Н. Намагнічена вода: правда і вигадка. – Л.: Хімія, 1990.

29. Кондраченко Л. Н. Вплив електромагнітних полів на утворення твердих відкладень в апаратах технологічних процесів сільськогосподарського виробництва : автореф. дисертація доктора технічних наук - Краснодар, 1997.

– 21 с.

30. Гідропоніка в усьому світі: передовий край безгрунтового рослинництва. - стор. 48-50.

31. Хмельницький Р. А. Фізична та колоїдна хімія. – М.: Виц. шк., 1988 – 400 с.

32. Фізична хімія / редкол. акад. Б. П. Нікольського - Л.: Хімія, 1987 - 880 с.

33. Бондаренко М.Ф., Хак Є.З. Електромагнітні явища в природних водах. – Л.: Гідрометеоиздат, 1984. – 152 с.

34. Кульський Л.А., Душкін С.С. Магнітне поле і процеси водопідготовки. – К.: Наукова думка, 1988. – 112 с.

35. Румшинський Л. З. Математична обробка результатів експерименту. - М.: Наука, 1971 - 102 с.

36. Доспехов Б. А. Методологія польового досвіду. - М.: Колос, 1968. - 334 с.

37. Мойсейченко В. Ф. Методика дослідної роботи в плодівництві та овочівництві. – К.: Вища школа, 1988. – 141 с.

38. Методи вибору та оптимізації контрольованих параметрів технологічних процесів. РДМУ 109-77. - М.: Изд-во Стандартів, 1978 - 63 стор.

39. Єфремова Н.Ю. Оцінка невизначеності вимірювань: Практичний посібник. – Пл.: BelGYM, 2003. – 50 с.

40. Івашенко Н. Н. Автоматичне регулювання. - М.: Машиностроение, 1978. - 736 с.

Додаток А

Таблиця А.1 – Зміна рН та ОВП води під час магнітної обробки (рН води 7,28)

V, Ті	Кількість скасування							
	n = 1		N = 3		n = 3*		n = 5	
	ΔрН	Е, МВ	ΔрН	Е, МВ	ΔрН	Е, МВ	ΔрН	Е, МВ
0	0	365	0	365	0	365	0	365
40	0,1	359	0,12	358	0,1	359	0,13	354
67	0,15	357	0,17	355	0,15	357	0,17	354
96	0,17	356	0,18	354	0,16	356	0,19	352
152	0,11	357	0,14	3565	0,13	357	0,15	356
Містер	0,33	0,2	0,43	0,2	0,25	0,2	0,33	0,2
Ф	2.96	0,3	0,57	0,12	0,16	0,3	1.91	0,12

- - градієнт магнітного поля зменшується вдвічі

Таблиця А.2 – Зміна рН та ОВП поживного розчину Зонневельда з магнітної обробкою (рН розчину 5,96)

V, Ті	Кількість скасування					
	n = 1		n = 3		n = 5	
	ΔрН	Е, МВ	ΔрН	Е, МВ	ΔрН	Е, МВ
0	0	388	0	388	0	388
40	0,06	372	0,09	371	0,08	370
67	0,07	362	0,11	360	0,11	360
96	0,08	360	0,12	358	0,12	358
152	0,06	380	0,09	378	0,09	318
Містер	0,25	0,3	0,33	0,26	0,25	0,25
Ф	1.03	3.59	2.45	3.43	1.83	3.4

Додаток Б

Таблиця В.1 – Зміна рН сольових розчинів і мінеральних добрив в магнітних умовах магнітної справи з

V, мТл	Сульфат калію					
	0,5 г/л			1,0 г/л		
	n=1	n=2	n=1*	n=1	n=1	n=5
0	0	0	0	0	0	0
50	0,11	0,11	0,11	0,12	0,15	0,15
67	0,18	0,2	0,18	0,16	0,18	0,18
86	0,22	0,25	0,21	0,18	0,2	0,21
152	0,18	0,21	0,17	0,11	0,17	0,18
Містер	0,2	0,57	0,5	0,25	0,25	0,5
Φ	1,28	0,58	1,15	0,88	1,18	2,6

Продовження таблиці В.1

V, мТл	нітрат кальцію				Нітрат калію			
	0,5 г/л		1,0 г/л		0,5 г/л		1,0 г/л	
	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0,15	0,18	0,17	0,18	0,08	0,08	0,08	0,08
67	0,21	0,25	0,21	0,21	0,12	0,11	0,11	0,11
86	0,21	0,27	0,21	0,27	0,11	0,15	0,11	0,11
152	0,2	0,2	0,21	0,21	0,08	0,12	0,11	0,1
Містер	0,5	0,25	0,11	0,11	0,25	0,5	0,25	0,57
Φ	0,85	1,07	1,61	2,86	0,5	0,1	1,88	2,18

Продовження таблиці В.1.

V, мТл	Сульфат магнію 7-гідрат				Аміачна селітра			
	0,5 г/л		1,0 г/л		0,5 г/л		1,0 г/л	
	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0,08	0,1	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,1
67	0,11	0,11	0,11	0,11	0,1	0,11	0,12	0,11
86	0,11	0,15	0,15	0,15	0,12	0,15	0,15	0,15
152	0,1	0,11	0,11	0,11	0,1	0,12	0,12	0,12
Містер	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Φ	2,68	0,81	2,11	1,88	0,57	0,1	0,18	0,72

* - градієнт магнітного поля вдвічі менший

Додаток Б

Таблиця В.1 Кількість листків на рослинах огірків

Фаза розвитку	Варіант	Повторення				Середній засоби-немає біл	Різниця D, шт.	F-критерій	Точність δ , %	NSRO 5
		1	2	1	5					
Початок	КОНТРОЛЬ	10	10	8	11	10				
							1	1	1,88	1.85
цвітіння	пілот	12	10	8	11	11				
Початок	КОНТРОЛЬ	15	15	11	15	15				
							2	12	2,7	1.85
Фрукти	пілот	17	15	15	18	16				

Додаток G

Таблиця Г.1 Залежність магнітної індукції від сили струму в індукторі

У, Б	1.7	7.5	11	15	17.1	22.1	26	27.8	16
Я, А	0,2	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1.5	1.5	2
V, мТл	28	60	81	125	152	178	185	200	216

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

