

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.08 – КМР. 204 «С» 2022.12.04. 004 ПЗ

БРИНДАК ЄВГЕНІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

2022 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання і дизайну

УДК 633.13:631.816.12

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету
конструювання і дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
тракторів, автомобілів та
біоенергоресурсів

З.В. Ружи́ло

(підпис)

(ПБ)

Є.І. Калі́нін

(підпис)

(ПБ)

“ ” листопада 2022 р.

“ ” листопада 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Обґрунтування параметрів протруювача насіння зернових культур

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма: «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Ю.О. Ромасевич

(підпис)

(ПБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

Кандидат технічних наук, доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Н.М. Цивенкова

(підпис)

(ПБ)

Виконав

(підпис)

Є.В. Бриндак

(ПБ студента)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання і дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів
автомобілів та біоенергоресурсів

д.т.н., професор _____ Калінін Є.І.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПШБ)

2022 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Бриндак Євгеній Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма: «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Обґрунтування параметрів протруювача насіння зернових культур

затверджена наказом ректора НУБіП України від "04" лютого 2022 р. № 204 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

31 жовтня 2022 року

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: конструкції машин для протруювання насінневого матеріалу; сучасні дослідження науковців в галузі розробки технологічних процесів обробки рідинами насіння с.-г. культур; конструкції ємкості для обробки насіння рідинами та дозаторів-розпорошувачів насінневого матеріалу; вимоги з охорони праці та техніки безпеки під час експлуатації машин-протруювачів насіння; енергетичні та економічні показники роботи протруюючого обладнання.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз заходів і засобів передпосівної обробки насіння;

2. Обґрунтування параметрів машини-протруювача насіння зернових культур;

3. Результати експериментального дослідження якості обробки насінневого матеріалу і рівномірності нанесення робочої рідини.

4. Економічне обґрунтування пропонуванних рішень.

Перелік графічного матеріалу (за потреби): графічний матеріал представлено на 12 аркушах презентацій до магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата видачі завдання "04" лютого 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Цивенкова Н.М.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Бриндак Є.В.

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

НУБІП України

В магістерській кваліфікаційній роботі обґрунтовано заходи та техніко-технологічні параметри засобів передпосівної хімічної обробки насінневого матеріалу зернових культур. Виконано аналіз конструкцій машин-протруювачів,

НУБІП України

зазначено їх переваги та недоліки. На основі виконаного аналізу представлено конструкцію оприскувальної машини для передпосівної обробки насінневого матеріалу та обґрунтовано її параметри, що суттєво підвищило ефективність та

НУБІП України

якість обробки зерна. Запропонована конструкція протруювача насінневого матеріалу пройшла успішні лабораторні випробовування, що свідчать відповідні енергетичні розрахунки.

НУБІП України

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи виконано огляд та конструкційний аналіз машин-протруювачів насінневого зернового матеріалу, представлено характеристики найбільш ефективних машин вказаного

НУБІП України

призначення. В другому розділі роботи виконано аналітичне обґрунтування параметрів машини-протруювача для передпосівної обробки зерна пшениці з метою

НУБІП України

підвищення ефективності процесу та якості обробки зернового матеріалу.

НУБІП України

В третьому розділі представлено експериментальну установку та методику виконання експериментальних робіт.

НУБІП України

В четвертому розділі представлено результати проведених експериментів, їх обробка та опис. Виконано енергетичний аналіз пропонованих рішень.

НУБІП України

Магістерська кваліфікаційна робота містить пояснювальну записку об'ємом 65 аркушів, 21 рисунок, 19 таблиць, 52 літературні посилання.

НУБІП України

Презентаційний матеріал складається з 12 слайдів презентації, виконаних у PowerPoint 2016.

НУБІП України

Ключові слова: протруювання, хімічна робоча рідина, машина для протруювання насіння, зерновий матеріал.

ЗМІСТ

НУБІП України

ВСТУП..... 7

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ТА КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ

НУБІП України

ЗАСОБІВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ
НАСІННЯ..... 9

1.1. Способи рідинної хімічної обробки насінневого зернового
матеріалу..... 9

НУБІП України

1.2. Технологічні параметри якості передпосівної обробки
насінневого матеріалу..... 13

1.3. Аналіз конструкційно-технологічних параметрів обладнання
для хімічної передпосівної обробки насінневого матеріалу.... 18

1.4. Висновки до розділу 1..... 26

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ ПОСІВНОГО
МАТЕРІАЛУ..... 27

2.1. Принцип роботи і конструкція обладнання для передпосівної
обробки насінневого матеріалу..... 27

НУБІП України

2.2. Визначення параметрів дозуючого пристрою для посівного
матеріалу..... 28

2.3. Обґрунтування кута нахилу апарату для розпорошення
хімічної рідини..... 32

НУБІП України

2.4. Аналітичне обґрунтування процесу обробки насінневого
матеріалу робочою протруювальною рідиною..... 35

2.5. Висновки до розділу 2..... 42

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ І РЕЗУЛЬТАТИ

НУБІП України

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 43

3.1. Програма експериментальних досліджень..... 43

3.2. Методика проведення лабораторних досліджень..... 44

3.3. Методика досліджень експлуатаційних характеристик мащини-протруювача.....	48
3.4. Методика обробки результатів експериментальних досліджень.....	51
3.5. Обґрунтування пропускної здатності апарату для дозування посівного матеріалу.....	53
3.6. Визначення площі поверхні зернин посівного матеріалу	54
3.7. Обґрунтування параметрів розпорощувачів, які забезпечують подачу протруювальної рідини в камеру обробки посівного матеріалу.....	55
3.8. Обґрунтування продуктивності машини для протруювання посівного матеріалу.....	57
3.9. Дослідження якості покриття посівного матеріалу отрутохімкатом.....	59
3.10. Висновки до розділу 3.....	61
РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРОТРУЮВАЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ.....	
4.1. Здійснення енергетичної оцінки та порівняння розробленої мащини з передпосівної обробки насіннєвого матеріалу з машиною ПС-10.....	62
4.2. Висновки до розділу 4.....	64
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Розвиток рослинництва значною мірою залежить від розробки та впровадження екологічно безпечних та високоефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які забезпечують підвищення їх

НУБІП України

урожайності та отримання екологічно чистої продукції з мінімальними ресурсними та енергетичними витратами. Для вирощування високих та стабільних врожаїв одним із основних завдань є захист рослин від збудників інфекційної хвороби.

НУБІП України

В даний час насіння рослин підлягають різним способам передпосівної обробки для попередження передачі хвороби через насіння і тим самим збереження їх посівних якостей. Найпоширенішим з них є обробка хімічними

НУБІП України

препаратами. Тим не менш, їх застосування сприяє забрудненню ґрунтів, повітря та води, а також накопиченню пестицидів у продовольчій сировині та кормах.

НУБІП України

Найбезпечнішим способом захисту рослин від збудників хвороби є використання біологічних препаратів та методів мінімального нанесення на зернівки отрутохімікатів. Однак їх застосування стримує відсутність технічних засобів

НУБІП України

обережної обробки насінневого матеріалу, оскільки недостатньо повно вивчено вплив їх робочих органів на травмування насіння та ефективність покриття їх

НУБІП України

поверхні. З вищевикладеного випливає, що одним із найважливіших факторів інтенсифікації рослинництва є розробка та обґрунтування конструктивних та технологічних параметрів установки для обробки насіння рослин препаратами

НУБІП України

захисту.

НУБІП України

Тому розробка технологічного процесу та технічного засобу для обробки насіння рослин препаратами захисту є актуальним завданням, що має важливе народногосподарське значення.

НУБІП України

Отже, метою роботи є підвищення ефективності процесу передпосівного обробітку посівного матеріалу отрутохімікатами шляхом обґрунтування конструкційно-технологічних параметрів машини для протруювання насіння.

Завдання роботи:

– проаналізувати відомі способи і засоби передпосівної хімічної обробки посівного матеріалу та обґрунтувати технологічний процес та конструкційні параметри машини для протруювання насіння;

– аналітично дослідити вплив витрати отрутохімікату, кута встановлення розпорощувача та траєкторії руху насіння в камері зрошування на якість та рівномірність обробки посівного матеріалу;

– виконати експериментальні дослідження і обґрунтувати раціональні конструкційно-технологічні параметри та режими роботи машини-протруювача для хімічної обробки насіння зерна, підтвердити відповідність математичних досліджень експериментальним.

Об'єкт дослідження – технологічний процес передпосівної обробки насіння зерна пшениці отрутохімікатами.

Предмет дослідження – закономірності процесу обробки насіння зерна пшениці отрутохімікатами та зв'язок між параметрами машини-протруювача і якістю хімічної обробки насінневого матеріалу.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження виконані з використанням законів теоретичної механіки, аеро- та гідродинаміки, механіки сумішей тощо.

Експериментальні дослідження проводилися на експериментальному зразку машини-протруювача з використанням нормативної документації та авторських методик. Обробка результатів експериментальних досліджень виконана шляхом застосування методів математичної статистики.

Наукова новизна – встановлено вплив фізико-хімічних властивостей посівного матеріалу і отрутохімікату та конструкційно-технологічних параметрів машини для протруювання насіння на ефективність та якість передпосівного протруювання насінневого матеріалу.

Практична значимість полягає в розробці конструкції та обґрунтуванні параметрів машини для протруювання насіння, яка дозволяє підвищити якість та ефективність процесу передпосівної обробки насінневого матеріалу.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ
ЗАСОБІВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

1.1. Способи рідинної хімічної обробки насіннєвого зернового матеріалу

Рідинна хімічна обробка насіннєвого зернового матеріалу щоб захистити від шкідників та інфекційної хвороби є важливим технологічним прийомом щодо захисту майбутніх врожаїв. Протруювання насіннєвого матеріалу хімічними рідкими препаратами зберігає і примножує врожаї та покращує якість вирощеного зерна [2–5].

Однією з основних умов ефективного вирощування зернових культур є розуміння послідовності операцій технологічного процесу їх передпосівної хімічної обробки та обґрунтування параметрів машин для протруювання насіння зерна [6, 7].

Аналіз праць вітчизняних та зарубіжних науковців в поєднанні з виробничим досвідом свідчать про найбільш раціональні, з точки зору ефективності та якості обробленого насіння, способи рідинної машинної хімічної обробки насіння [8–12]: термохімічна обробка, дрібнодисперсна, сухе та мокре протруювання; напівсуха обробка; зволене протруювання.

Сучасною прогресивною технологією хімічної обробки насіння є використання плівкоутворюючих сумішей.

Із перерахованих вище способів хімічної обробки насіннєвого матеріалу найбільш розповсюдженим є зволене протруювання при якому на посівний матеріал наносять відповідну хімічну рідину або препарати у вигляді порошку з подальшим або одночасним змочуванням рідиною.

Зазначений метод є досить ефективним, потребує малих витрат хімічних речовин, ефективний з біологічної точки зору, передбачає використання робочих

рідин шляхом комбінації різних хімічних препаратів з вмістом стимуляторів росту, гербіцидів, інсектицидів, добрив тощо. Також є можливість за потреби даний процес механізувати. Суттєвим недоліком зволоженого протруювання є осипання нанесеного розчину з обробленого зерна в міру його висихання.

Уникнути цього можна шляхом використання клейких інгредієнтів, проте це сприяє забрудненню довкілля та погіршенню санітарно-гігієнічних умов роботи.

Метод напівсухої обробки зернового посівного матеріалу полягає в покритті зернин водними розчинами хімічних препаратів. Витрата води не повинна перевищувати 18...32 л/т. Далі оброблене насіння витримується в

спеціальній камері упродовж 2,5...5 годин. Даний спосіб обробки зерна характеризується високою ефективністю за біологічними показниками. Найбільш типові недоліки – суттєве перезволоження насіння та відносно невисока продуктивність застосовуваного обладнання.

Мокрий спосіб обробки посівного матеріалу характеризується високим зволоженням (до 110 л/т) емульсією, суспензією чи розчином з подальшим прогріванням упродовж двох годин. Далі посівний матеріал під навісом на дерев'яних підмостках висушують до рівноважної вологості. Висушування насіння під відкритими сонячними променями суттєво погіршує його схожість.

Такий спосіб обробки зазвичай виконують за два чи три дні до посівних робіт. Мокрий спосіб обробки доцільно використовувати при суттєвих бактеріологічних зараженнях посівного матеріалу, і в іншому випадку його використовувати недоцільно через низьку продуктивність, високу трудомісткість та обов'язкової операції подальшого сушіння посівного матеріалу.

Метод сухої обробки посівного матеріалу, який полягає в покритті зернин насіння сухим порошком, використовують у крайніх випадках, коли має місце висока вологість посівного матеріалу. Метод характеризується слабким контактом застосовуваного порошку з поверхнею зернин, через що погано утримується на поверхні цих зернин. Несе високу екологічну небезпеку, через що є малопридатним.

Дрібнодисперсне протруювання передбачає обробку посівного матеріалу в протруювальній камері туманом з суміші різних хімічних компонентів. Для рівномірного надкодження робочого розчину у вигляді туману

використовуються різні конструкції розпорошувачів, оснащених отворами, що забезпечує відповідний тиск та швидкість подачі робочої рідини до

оброблюваного насіння. Даний технологічний прийом дозволяє зменшити витрату препарату і одночасно забезпечити високу якість оброблених робіт.

Перезволоження посівного матеріалу при цьому не перевищує 1%. Посівний матеріал, оброблений таким методом, не потребує додаткового висушування, що

дозволяє його довго зберігати до моменту внесення в ґрунт.

Термічний метод обробки передбачає замочування посівного матеріалу з метою знезараження у воді, температура якої не повинна перевищувати

42...48⁰С. Час обробки складає 2,5...4,5 години з подальшим висушуванням до рівноважної вологості.

Використання при хімічній обробці посівного матеріалу плівкоутворюючих сумішей забезпечує міцне налипання робочої речовини на поверхню насінин, що усуває негативне явище її осипання як під час обробки

насінин, так і під час їх перевезення, зберігання та внесення в ґрунт.

Технологічний процес хімічної обробки посівного матеріалу плівкоутворюючими сумішами подібний до обробки зернин мокрим способом.

Для обробка невеликих об'ємів насіннєвого матеріалу доцільно використовувати або ручний метод – ємність для розчину та лопата, або

напівмеханізований – бетономішалка, обертові барабани. Залежно від кількості потрібного препарату ці види обладнання якісно обробляють посівний матеріал

при витраті води на приготування розчинів близько 22 літрів на тону зерна.

Від застосовуваного об'єму рідкого препарату суттєво залежить якість протруювання. В протруювальних камерах набагато легше рівномірно нанести

рідкий препарат при його витратах 10 л на тону посівного матеріалу, ніж витрати становитимуть всього три або чотири літри. В теперішніх умовах сучасні

конструкції обладнання дозволяють встановлювати нижню межу витрат рідкого

препарату близько від трьох до п'яти літрів на тону насіння і лише за умови обробки насіння методом із зволоженням.

Високою нормою витрат рідкого препарату є близько двадцяти літрів на тону насіння, а середньою – від п'яти до десяти літрів на тону матеріалу.

Підвищити якість передпосівного обробітку насінневого матеріалу можна шляхом зниження продуктивності машини для протруювання до п'ятдесяти відсотків від її номінальної продуктивності [13].

Розглянемо агротехнічні вимоги до передпосівного хімічного обробітку насінневого матеріалу. Перш за все, матеріал, який потрібно обробити, повинен,

за якісними показниками, відповідати ДСТУ. Якість рідких, пастоподібних та порошкових препаратів, їх норми витрати та час обробки насіння також регламентується нормативними документами.

Для обробки насінневого матеріалу також можна використовувати самохідні машини-протруювачі. Проте роботи повинні вестися на відкритому повітрі і при плюсовій температурі навколишнього середовища [14]. Насіння, оброблене в самохідних машинах-протруювачах, надходять в бурти, кузова авто.

Таблиця 1.1

Показники якості ведення технологічного процесу [15–17]:

№	Показники якості ведення технологічного процесу	Відсоток, %
1	Збільшення вологості посівного матеріалу	до 1,05
2	Допустиме значення механічного травмування зерна	до 0,55
3	Нерівномірність подачі рідких препаратів та зерна	до 5
4	Якість обробки посівного матеріалу	100±18%

Передпосівна обробка не повинна шкодити процесу сходження насінини.

Аналіз літературних джерел свідчить, що відомі методи обробки насінневого матеріалу та агротехнічні вимоги до обробленого насіння в переважній кількості не забезпечують заданої якості покриття зернової поверхні, часто призводять до механічного травмування зернин, є низько-ефективними і супроводжуються надмірною витратою хімічних реагентів, які, зазвичай, є дуже вартісними.

1.2. Технологічні параметри якості передпосівної обробки насіннєвого матеріалу

Якісні показники передпосівної обробки насіннєвого матеріалу робочими рідинами залежать від якості насіння, фізико-хімічних характеристик хімічної рідини для обробки насіння, конструкційно-технологічних параметрів машини-протруювача. Висока якість робіт з обробки посівного матеріалу буде досягнута при роботі висококваліфікованих працівників та коректному поєднанні зазначених вище умов.

Щоб забезпечити високу якість передпосівного обробітку насіннєвого матеріалу слід виконати наступні вимоги [18]:

- першою вимогою є дотримання агротехнологічних вимог в розрізі норм витрати робочої хімічної рідини, узгоджених з кількістю зернового матеріалу;

- друга вимога: кожна окрема зернина повинна бути рівномірно покрита діючою речовиною робочої рідини;

- третьою вимогою є використання біологічно безпечних клейких речовин, які мають забезпечити тривале перебування діючої речовини препарату на усій поверхні зернини починаючи з моменту нанесення і закінчуючи моментом

внесення насіння в ґрунт з врахуванням його зберігання та перевезення;

- четвертою вимогою є відсутність порушення норм агротехнічних вимог щодо механічного пошкодження насіння після його передпосівного обробітку.

Аналіз наукових праць свідчить, що параметри, які відповідають за якість передпосівної обробки насіннєвого матеріалу можна поділити на наступні категорії (додаток А): конструкційні параметри, технологічні параметри, фізико-хімічні властивості робочої рідини, фізико-механічні властивості посівного матеріалу.

До технологічних параметрів слід віднести режим роботи машини-протруювача та її регульовальні характеристики. Інша назва даної групи – людські параметри, оскільки обслуговування засобів передпосівного обробітку насіння здійснюють працівники підприємства. В даному випадку кваліфікація

працівника є основним критерієм допуску його до приготування робочих хімічних розчинів і до налагодження машин-протруювачів.

До конструкційних параметрів відносяться габаритні та приєднувальні розміри машини-протруювача, геометричні параметри та форма її вузлів і робочих органів, характеристики матеріалу, з якого вони виготовлені.

До фізико-механічних властивостей посівного матеріалу відносяться: розмір зернин, маса 1000 насінин, міцність, твердість оболонки зернини, геометрична форма, насипна щільність насінневого матеріалу; вміст механічних домішок, вологість.

До обробки хімічними сумішми посівний матеріал потрібно обов'язково підготувати. Першим кроком є перевірка насінневого матеріалу на відповідність вимогам нормативної документації. Зернини не повинні бути механічно пошкоджені, не мають містити пил, механічні, органічні та мінеральні домішки,

та мати достатню енергію до сходження. Через вміст домішок в посівному матеріалу робоча хімічна рідина у більшій кількості буде витратитися на покриття поверхні домішок, аніж зернин посівного матеріалу, а також пил та мінеральні включення мають високі абсорбційні властивості. Також перед обробкою зерновий матеріал потрібно відкалібрувати. Якщо попередньо зернову

масу не очистити, тоді до двадцяти відсотків хімічного розчину витратиться, в першу чергу, на травмоване зерно, далі – вбереться пилом і домішками, що зменшить і якість і ефективність усієї передпосівної обробки зерна.

Норми витрат робочої рідини розраховуються лише на посівне зерно. Під час обробки на окрему насінину слід витратити робочої рідини в межах 1/2100...1/10500 мл/шт. Більша кількість рідини надходить до кожної насінини, за умови дотримання норм щодо витрат препарату, при більшій масі 1000 зернин та більшій їх об'ємній масі [19].

За умови попередньої обробки насіння ячменю слід його обов'язково очистити від осту, так як наявність осту об'ємна маса посівного матеріалу зростає, що призводить до неякісної обробки усієї партії, бо розрахунок норми витрати робочої рідини здійснюється виходячи з ваги посівного матеріалу.

Також слід звернути увагу, що під час видалення остей з насіння ячменю потрібно зберегти і не травмувати квіткові луски зернової культури, так як зернини з лусками поглинають значно більше препарату порівняно з оголеними зернинками. Також цілим та неушкодженим зернинкам може не вистачити препарату, якщо оголені зернини мають ушкодження від надмірної кількості оброблюваного хімічного препарату [20].

Сипкість посівного матеріалу та якість протруювання суттєво погіршується при малій вазі посівного матеріалу в об'ємній масі (до тисячі штук). При обробці насіння із зволоженням вказаний ефект посилюється через

високу шорсткість поверхні пошкоджених зернівок посівного матеріалу та недостатньої кількості води. За умов вказаного іноді матимуть місце негативні випадки в процесі переміщення посівного матеріалу вздовж трубопроводів сівалок при внесенні його в ґрунт, а також за умов автоматичного надходження

посівного матеріалу на терези під час його засипання в паперові мішки клапанного типу. Такі проблеми під час надходження посівного матеріалу на терези вирішуються заміною наявного патрубку на інший з більшим діаметром (біля дев'яноста міліметрів), а також використанням мішків на п'ять – десять сантиметрів довших. Також обов'язковим є налагодження висівного апарату на

норму висіву відповідну конкретній партії обробленого посівного матеріалу з постійним контролем цієї норми під час висівних робіт [21].

За умови висівання надмірно зволоженого насіння норму внесення робочої протравлювальної рідини витримати досить складно: сипкі якості посівного матеріалу з вологістю понад п'ятнадцять відсотків суттєво погіршуються. Іншою небезпекою надмірної вологи є здатність зерна перегріватися упродовж зберігання, що сприяє розвитку різних грибків та хвороботворних збудників.

Для зберігання рекомендується відкалібрувати зернинки середньої фракції, оскільки зернівки великих розмірів можуть зовсім не нести властивості і ознаки притаманні даному сорту культури, що є причиною поганої схожості

Протруювальну речовину обирають за її фізико-хімічними властивостями, а саме: вмістом діючої речовини, насипною щільністю, в'язкістю, температурою,

здатністю до налипання, консистенцією та хімічним складом. Протруювальний препарат може бути однокомпонентним, або являти собою суміш на основі води та кількох діючих компонентів. Слід ретельно обирати препаративну форму робочої рідини. Маркування протравлювальних препаратів наступне: КС –

суспензія у формі концентрату; ВРК – концентрат розчинний у воді; ЗП – порошок, який змочується у водному розчині; П – препарат у вигляді порошку.

Протруювальні розчини на основі порошків використовуються вкрай рідко і вважаються малоефективними. Недоліком такого класу препаратів є його

погана здатність до налипання до зернівок, що є причиною включати в препарати

клейкі компоненти такі, як декстрин. Порошкові препарати доцільніше змочувати уже під час роботи. Це покращує їх здатність до налипання та зменшує

кількість пилу в повітрі. Проте недоліки мають і порошки, які змочуються у водному розчині, бо потребують використання речовин, здатних утворювати

плівки. Найбільш застосовуваними є концентрати, розчинні у воді (ВРК), які продаються у вигляді суспензій, готових до нанесення на посівний матеріал з

метою знезараження. Суспензії гарно покривають насінини липкою плівкою і рівномірно наносяться на них. Проте найкращими є суспензії у формі

концентрату – КС. За рахунок агрегатного стану вони здатні повністю

рівномірно покрити насінину, а також самі суспензії мають високий вміст діючих речовин [22–24].

Якість передпосівної обробки насіннєвого матеріалу визначається за ступенем налипання/обсипання препарату на/з зернівку; рівномірністю покриття

поверхні зернини протруювальним розчином; глибиною та повнотою обробки матеріалу [21].

Повнота передпосівної обробки насіннєвого матеріалу за [21]:

$$ПО = m_{\phi} \cdot 100\% / B_n, \quad (1.1)$$

де B_n – нормовані витрати протруювальної речовини ($\approx 100 \pm 15 \dots 18 \%$), кг/т;

m_{ϕ} – маса протруювальної речовини, яка фактично покрила поверхню оброблюваної зернівки, кг/т.

Рівномірність покриття протруювальною речовиною поверхні зернівки:

$$РП = \sigma^2 \cdot 100\% / \bar{F}, \quad (1.2)$$

де \bar{F} – середнє арифметичне значення, розраховане для партії посівного матеріалу, кг/т, σ^2 – середнє квадратичне відхилення.

Якість налипання протруювальної речовини на зернівку розраховується як:

$$Я_{\text{налипання}} = m_{\phi} \cdot 100\% / m, \quad (1.3)$$

де m і m_{ϕ} – фактична маса протруювальної речовини на поверхні зернівки до і після обробки посівного матеріалу.

Якщо показник $Я_{\text{налипання}}$ є більшим за сімдесят відсотків, то обробка посівного матеріалу є задовільною.

Крім наведених параметрів для повної чисельної оцінки показника якості передпосівної обробки насінневого матеріалу слід ввести ще такі параметри: схильність зерна до механічного пошкодження та рівномірність розподілу робочої рідини по поверхні зернівок.

Рівномірність розподілу робочої рідини по поверхні зернівок:

$$РП_{\text{нас}} = n_{\text{пр}} \cdot 100\% / n, \quad (1.4)$$

де n – сумарне число зернин у вибірці, шт;

$РП_{\text{нас}}$ – рівномірності розподілу робочої рідини по поверхні зернівок, %;

$n_{\text{пр}}$ – число зернин в вибірці, покритих робочою рідиною на 80 % і більше, шт.

Результати будуть тим більш точними, чим більша кількість зернин у вибірці. Параметр $РП_{\text{нас}}$ дає змогу об'єктивно оцінювати рівномірність розподілу робочої протравлювальної рідини по поверхні зернівок.

Схильність зерна до механічного пошкодження кількісно оцінюється:

$$T = (n_{\text{тп}} - n_{\text{тр}}) \cdot 100\% / n, \quad (1.5)$$

де T – показник механічного пошкодження зерна, %; $n_{\text{тр}}$ – кількість механічно пошкоджених зернин в вибірці до обробки препаратом, шт; $n_{\text{тп}}$ – кількість механічно пошкоджених зернин в вибірці при разовому проходженні через

машину-протруювач, шт.

За агротехнічними нормами відсоток подрібнених зернин при обробці хімічним препаратом не повинен перевищувати 0,5 %.

1.3. Аналіз конструкційно-технологічних параметрів обладнання для хімічної передпосівної обробки насіннєвого матеріалу

З метою передпосівної обробки значної кількості зернового матеріалу використовують сучасні установки і машини-протруювачі. Конструкція машин-протруювачів, які працюють за методом зволоження, має містити камеру розпорощування, через яку посівний матеріал, що проходить обробку, переміщується у вигляді тонкої вуалі і де кожне зерно обробляється потрібною кількістю робочої рідини.

Сучасне виготовлення машин-протравлювачів для посівного матеріалу реалізоване за такими напрямками [22].

а) Уніфікація і дублювання будови і принципу роботи машин для передпосівної обробки насіннєвого матеріалу камерного чи шнекового типу із використанням сучасних вузлів (системи дистанційного керування та автоматизації, електричні прилади, насоси, повітродувки тощо) та матеріалів (пластмаса, полімери, композиційні матеріали на основі цвпвок та порошків).

За основу можна брати машини-протруювачі виробництва України та Білорусії («Господар», «Фермер»), Угорщини («Mobitoks»), Польщі, Німеччини.



Рис. 1.1. Загальний вигляд протруювача насіння ПС-5 [23].

Технічні характеристики протруювача насіння ПС-5:

Питома витрата електричної енергії	до 0,42 кВт/т
Габаритні розміри	2300×1270×1470 мм
Споживана потужність	1,4 кВт
Нерівномірність подачі хімічного розчину	± 5%
Нерівномірність подачі посівного матеріалу	+ 5%
Збільшення вологості насіння	0,5%
Механічне пошкодження насіння	до 0,5%
Повнота обробки посівного матеріалу	100±20%
Годинна продуктивність (зернові)	0,7-3,4 т/год
Маса	до 250 кг
Кількість працівників	2 людини



Рис. 1.2. Загальний вигляд протруювача насіння ПС-10 [24]

Технічні характеристики протруювача насіння ПС-10:

Питома витрата електричної енергії	до 0,42 кВт/т
------------------------------------	---------------

Габаритні розміри	2100×1500×2200 мм
-------------------	-------------------

Споживана потужність	1,7 кВт
----------------------	---------

Робоча швидкість	до 3,2 м/хв
------------------	-------------

Висота вивантаження посівного матеріалу	3,6 м
---	-------

Збільшення вологості насіння	до 1,0 %
------------------------------	----------

Механічне пошкодження насіння	до 0,5 %
-------------------------------	----------

Повнота обробки посівного матеріалу	100±20 %
-------------------------------------	----------

Годинна продуктивність (зерно пшениці)	5,5–11,6 т/год
--	----------------

Ємність бака	понад 120 л
--------------	-------------

Маса	до 300 кг
------	-----------

Режим роботи	автоматичний / ручний
--------------	-----------------------

Межі варіювання продуктивності системи дозування робочого розчину	0–1,5 л/хв
---	------------

б) Модернізація конструкції та принципу роботи машини для

протруювання посівного матеріалу, яка раніше мала масове виробництво:

- внесення конструктивних змін, які сприяють спрощенню машини та зменшенню споживання енергії завдяки зменшенню кількості технологічних операцій (нагрівання електротенами рідкого хімічного препарату, автозаправка водою, зміна положення шнека тощо). В якості прикладу наведемо машину-

протравлювач, зображену на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Установка передпосівного протруєння насіннєвого матеріалу УПС-10 [25]

Технічні характеристики установки передпосівного протруєння УПС-10

Маса	до 1350±50 кг
Габаритні розміри	8900×2060×3320 мм
Дроблення насіння	не більше 0,5%
Висота вивантажувального патрубку тримача мішка	750±20 мм
Висота вивантажування шнековим транспортером в автомобіль	понад 2500 мм
Повнота протруєння посівного матеріалу	100±20%
Неоднорідність розподілу компонентів суспензії за об'ємом ємності для робочої рідини в процесі роботи	до ±5%
Нерівномірність подачі оброблюваного насіння і робочої рідини	±5%
Діапазон регулювання подачі препарату дозатором	0...6,0 л/хв
Діапазон регулювання подачі насіння дозатором	2,5; 5,0; 7,5; 12 т/год
Питома енергоємність процесу на т/год	до 0,57 кВт

- нові конструкції камерного вузла і шнека для підвищення ефективності змочування поверхні зернин робочим розчином використання форсунок для

оснащення розпорювачів; використання решіт каскадного типу; використання розсіювачів зерна дискового та турбодискового типів.



Рис. 1.4 Протруювач насіння ПС-20 РЕМКОМ [26]

Технічні характеристики протруювача насіння ПС-20 РЕМКОМ

Споживана потужність	до 5,0 кВт
Габаритні розміри	3250×2000×2150 мм
Робоча швидкість	до 3,5 м/хв
Транспортна швидкість	до 16,9 м/хв
Висота вивантаження посівного матеріалу	до 3,6 м
Збільшення вологості насіння	до 1,0 %
Механічне пошкодження насіння	до 0,5%
Повнота обробки посівного матеріалу	100-20%
Годинна продуктивність (зерно пшениці)	5,0-22,9 т/год
Ємність бака	понад 200 л
Маса	до 850 кг
Режим роботи	автоматичний / ручний
Межі варювання продуктивності насоса	0-4,2 л/хв

НУ

И

НУ

И

НУ

И



Рис. 1.5. Протруювач типу СТ2-10РЕТКУС [27]

Технічні характеристики СТ2-10РЕТКУС

Дозування протруювача	200–800 мл/100 кг
-----------------------	-------------------

Шлюзовий затвор-дозатор	0,37 кВт
-------------------------	----------

Насос	0,18/0,37/0,55 кВт
-------	--------------------

Встановлена потужність двигуна	
--------------------------------	--

Додаткового змішувача	1,1 кВт
-----------------------	---------

Очисного пристрою (опція)	0,18 кВт
---------------------------	----------

Диска	0,55 кВт
-------	----------

Продуктивність (пшениця)	2–10 т/год
--------------------------	------------

НУБІП України

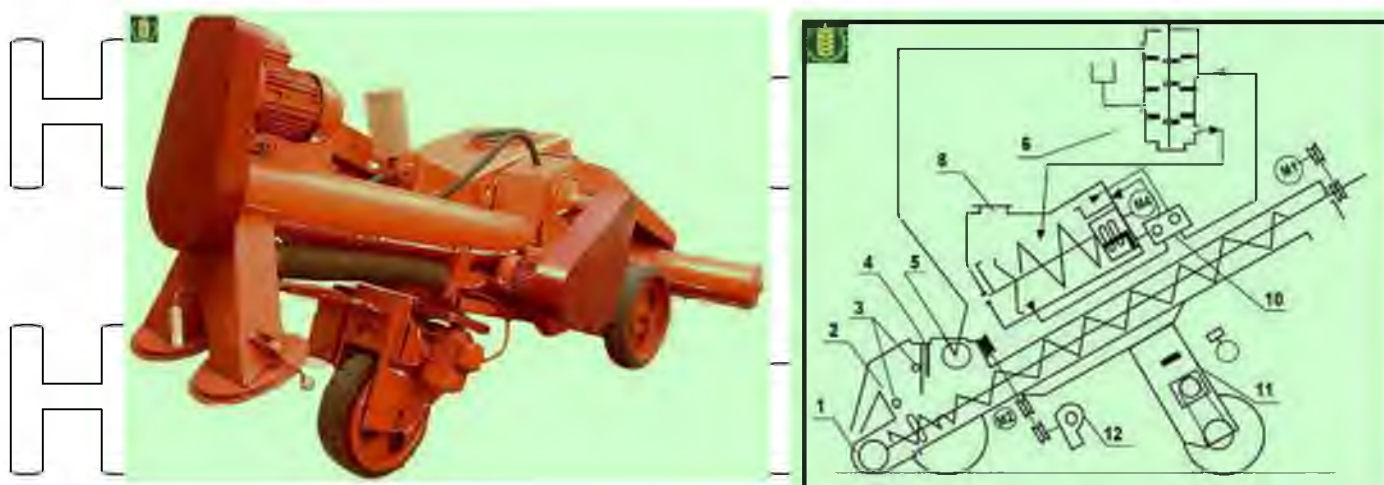


Рис. 1.6. Протруювач насіння шнековий ПНШ-5 [28]: 1 – шнек; 2 – бункер насіння; 3 – датчик верхнього та нижнього положення насіння; 4 – заслінка; 5 – розпорошувач дисковий; 6 – розпорошувач; 7 – бак-змішувач; 8 – гвинтова мішалка; 9 – шнек вивантажувальний; 10 – насос-дозатор; 11 – механізм пересування; 12 – аспіраційно-очисна система.

Технічні характеристики протруювача насіння шнекового ПНШ-3

Витрата суспензії	0,27...1,3 л/хв
Продуктивність	1...5 т/год
Об'єм бака	180 л
Насос-дозатор	діафрагмовий
Маса	560 (450) кг
Частота обертання розпорошувача	3000 об/хв
Обслуговуючий персонал	1 людина

- використання барабанних камер передпосівного обробки насіннєвого матеріалу обертового типу, оснащених форсунками для подачі рідкого препарату.

- створення класичних машин-протруювачів стаціонарного типу, які можна інтегрувати в технологічні лінії заводів з підготовки та переробки насіннєвого матеріалу та комплексів з зерноочищення. Це забезпечує виключення пристроїв вивантаження і завантаження насіннєвого матеріалу,

дозволяє попередньо усувати пил та органічні домішки з зернового матеріалу при його проходженні через зерноочисні машини. Як приклад наведемо сортувально-протруювальний комплекс DOREZ (рис. 1.7).

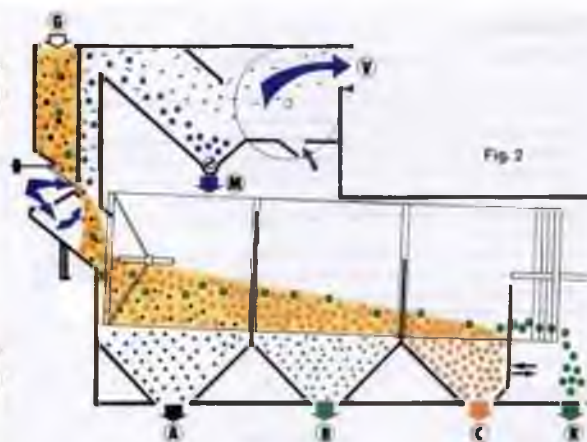


Рис. 1.7. Загальний вигляд та принцип роботи сортувально-протруювального комплексу DOREZ [29]

Продуктивність комплексу DOREZ складає 5 т/год. Це комплекс камерного типу, який призначений для калібрування, очищення і передпосівної обробки насінневого матеріалу.

Машини-протруювачі шнекового типу мають такі недоліки як високий ступінь механічного пошкодження насінного матеріалу та погана якість змочування насіння протруювальним розчином. Основним елементом конструкції, який пошкоджує зерно, є сам шнек.

Обладнання передпосівної обробки насінневого матеріалу камерного типу характеризується високою нерівномірністю покриття поверхні зернівок протруювальною рідиною. Також мають місце пошкодження насіння під час його завантаження та вивантаження з камери шнеком, погане змішування зернин з оброблюваним препаратом, значна тривалість обробки насіння тощо.

Аналіз літературних джерел та заводських конструкцій машин-протруювачів свідчить, що усі вони мають типову конструкційно-технологічну схему, яка передбачає виконання наступних операцій: подачу зернового матеріалу в зону його обробки (ємність, камера, барабан); дозовану подачу

оброблювального препарату: розпорошення препарату на зерновий матеріал. Функція пристроїв дозування – забезпечити потрібну стабільну витрату оброблювального препарату на одиницю площі чи об'єму, а функція пристроїв розподілу – забезпечити рівномірний розподіл оброблювального препарату по поверхні зернівки. Також робота механічних робочих органів сприяє пошкодженню зернин, що погіршує їх здатність до проростання.

Сучасні машини-протруювачі характеризуються високою енергоємністю технологічного процесу за рахунок виконання операцій очищення посівного матеріалу від мінеральних та органічних домішок для покращення налипання хімічного розчину на поверхні зернівок.

Отже об'єднання параметрів машини-протруювача з метою підвищення якості обробки посівного матеріалу, зменшення ступеню пошкодження зернин і підвищення ефективності процесу є важливим питанням, яке потребує вирішення.

1.4. Висновки до розділу 1

1. Розглянуто основні методи рідинної хімічної обробки насінневого зернового матеріалу. Встановлено, що якість передпосівної обробки насінневого матеріалу залежить як від фізико-хімічних властивостей оброблюваного препарату, так і від ступеня очищення зернового матеріалу і щільності зернин. Тому перед обробкою отрутохімікатами зерно слід очистити від мінеральних і механічних домішок і відбракувати пошкоджені і травмовані зернини.

2. Представлено класифікацію технологічних параметрів якості передпосівної обробки насінневого матеріалу. Дано визначення та представлено математичні рівняння для розрахунку повноти передпосівної обробки насінневого матеріалу; рівномірності покриття протруювальною речовиною поверхні зернівки; якості налипання протруювальної речовини на зернівку.

3. Виконано аналіз конструкційно-технологічних параметрів машин-протруювачів зернового матеріалу. Встановлено, що для зменшення ступеню травмування зерна і покращення якості передпосівної обробки насіння потрібно розробити новий протруювач з пневмомеханічним принципом роботи.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ПРОТРУЮВАННЯ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ2.1. Принцип роботи і конструкція обладнання для передпосівної
обробки насіннєвого матеріалу

Базовими завданнями магістерської роботи є якісна обробка робочою хімічною рідиною посівного матеріалу за мінімальних механічних пошкоджень із одночасним зниженням енергетичної ємності технологічного процесу. Зазначене завдання вирішується створенням нової конструкції машини-протруювача.

До функцій цієї машини повинна відноситися дрібнодисперсна безперервна обробка поверхні насінин посівного матеріалу складними отрутохімікатами (добрива + стимулятори росту + захисні суміші) упродовж циклу роботи обладнання, який гарантує якісне, повне та рівномірне покриття поверхні насінин цією хімічною робочою рідиною.

Також, закритого типу повітрообмін забезпечує виключення забруднення довкілля зменшує витрату рідкої хімічної суспензії. Механічне пошкодження посівного матеріалу зменшується за рахунок використання під час його завантажування та вивантажування стиснутого повітря [63, 69-72].

Конструкція машини-протруювача наведено в додатку А, рис. 1.

Пневматичним транспортером зернини посівного матеріалу подаються в дозуючий бункер, з якого порціями надходять в робочу протруювальну камеру. Рідинний отрутохімікат, який складається з добрив, захисної суміші та стимуляторів росту гідралічною мішалкою перемішується до однорідної суспензії і за допомогою насоса подається в апарат розпорошення отрутохімікату. Функція апарату розпорошення отрутохімікату полягає в подачі у дрібнодисперсному стані робочої суспензії до камери попередньої обробки

насінного матеріалу. Для транспортування зернин з камери попередньої обробки насінного матеріалу до основної використовується стиснуте повітря, яке обов'язково повинне в спеціальних фільтраційних апаратах очищатися від пилу, механічних та органічних домішок. Покриття насіння плівкою з робочої суспензії відбувається під час руху суміші із зернин та розпорошеної робочої суспензії в потоці повітря в камері попередньої обробки та по поверхні гвинтового шнека камери основної обробки насіння. Оброблений хімічним розчином посівний матеріал накопичується в приймальній ємності (бункері) і фасується у тару (пакети), зафіксовані на розподільвачі.

2.2. Визначення параметрів дозуючого пристрою для посівного матеріалу

Конструкція машини-протруювача посівного матеріалу включає можливість очищення посівного матеріалу від пилу та органічних домішок з подальшим завантаженням за допомогою стиснутого повітря цього матеріалу в дозуючий пристрій бункерного типу. Тому цей пристрій доцільно проектувати на зразок циклону із можливістю виокремлення та усунення забруднень присутніх в посівному матеріалі (додаток А, рис. 2).

З метою забезпечення естетичності та технологічності конструкції дозуючого пристрою бункерного типу слід обов'язково забезпечити потрібний діаметр отвору випускного та кут нахилу його бокових поверхонь. Це забезпечить ефективне дозування посівного матеріалу.

Кут нахилу бокових поверхонь дозуючого пристрою бункерного типу призначається з врахуванням кута природного ухилу зернин посівного матеріалу та коефіцієнта тертя зернин по металевим поверхням пристрою. При нормальній вологості коефіцієнт тертя зернин по сталевим поверхням рівний 0,29...0,46. При цьому кут природного ухилу повинен бути в межах $18...26^{\circ}$ [41]. Менші значення кута природного ухилу є адекватними для пшениці. Загалом кут природного

ухилу для різних зернових культур варіюється в діапазоні $26...42^{\circ}$ [41]. Відомо, що величина цього кута збільшується при підвищенні вологості матеріалу.

Конструктивно кут нахилу бокових поверхонь дозуючого пристрою бункерного типу потрібно виконувати більшим за кути природного ухилу та тертя, щоб уникнути зависання як у випускній воронці, так і на бічних поверхнях пристрою.

Напишемо рівняння для розрахунку кута нахилу бокових поверхонь дозуючого пристрою бункерного типу:

$$\varphi = \mu + \alpha_0, \quad (2.1)$$

де μ – коефіцієнт запасу, який становить ($\mu=1,02...1,09$);

α_0 – кут природного ухилу посівного матеріалу, град;

φ – кут нахилу бокових поверхонь дозуючого пристрою бункерного типу, град.

Щоб мати можливість машину-протруювач використовувати для різних сільськогосподарських культур кут нахилу бокових поверхонь дозуючого пристрою бункерного типу потрібно брати найбільший, притаманний цим культурам.

Пропускна спроможність за максимального значення для дозуючого пристрою бункерного типу має бути більшою за найбільше значення продуктивності машини. Слід враховувати, що конструктивно, знаючи швидкість висипання зерна, ми можемо задати площу дозуючого отвору, тим самим регулюючи витрату посівного матеріалу за умов вільного витікання.

Дозувальний отвір краще виготовляти круглої форми, оскільки при прямокутній формі матимуть місце зависання матеріалу в гострих кутах отвору, які сприяють зменшенню ефективної площі отвору. Хоча, формально, геометрія отвору має порівняно не суттєвий вплив на якість висипання насіння.

Напишемо аналітичну залежність пропускну здатності дозуючого пристрою бункерного типу від геометрії дозувального отвору.

Пропускна здатність дозуючого пристрою бункерного типу, т/год [31, 63]:

$$P_3 = 3600 \cdot V \cdot \rho \cdot F, \quad (2.2)$$

F – площа поперечного перерізу дозувального отвору дозуючого пристрою бункерного типу, м²;

ρ – насипна щільність посівного матеріалу, кг/м³;

V – швидкість висипання посівного матеріалу через дозувальний отвір дозуючого пристрою бункерного типу, м/с;

Площа поперечного перерізу дозувального отвору дозуючого пристрою бункерного типу [31, 63]:

$$F = 0,785 \cdot \pi (D_o - d_{\text{зерна}})^2, \quad (2.3)$$

де $d_{\text{зерна}}$ – еквівалентний діаметр зернівок посівного матеріалу, м;

D_o – діаметр дозувального отвору дозуючого пристрою бункерного типу, м.

Зернівки пшениці, жита, ячменю тощо мають розміри в межах 2,5... 10 мм і відносяться до грубозерниятих матеріалів [31]. Розміром посівного матеріалу нехтуємо, тоді, відповідно рівняння (2.3) матиме вигляд:

$$F = 0,785 \cdot D_o^2, \quad (2.4)$$

Швидкість висипання посівного матеріалу через дозувальний отвір дозуючого пристрою бункерного типу визначається за [31, 63]:

$$V = (3,2 \cdot g \cdot r_1)^{0,5} \xi_3, \quad (2.5)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

ξ_3 – коефіцієнт виткання;

r_1 – гідравлічний радіус дозувального отвору, м.

Коефіцієнт виткання посівного матеріалу становитиме [31, 63]:

$$\xi_3 = (\sqrt{2\mu + 2\mu\sqrt{1 + \mu^2}})^{-1}, \quad (2.6)$$

де μ – коефіцієнт внутрішнього тертя зернівок посівного матеріалу.

Гідравлічний радіус дозувального отвору за [31, 63]:

$$r_1 = 0,25 \cdot (D_o - d_{\text{зерна}})^2. \quad (2.7)$$

Оскільки довжина та діаметр зернівки значно менші за розміри дозувального отвору її розмірами можна знехтувати.

Підставляючи математичні залежності (2.7) та (2.6) в залежність (2.5) та виконавши певні операції і розрахунки за умови, що $g=9,81 \text{ м/с}^2$ і $\mu=0,59$, отримуємо математичну залежність для визначення швидкості висипання посівного матеріалу:

$$V = 1,96\sqrt{D_0}, \quad (2.8)$$

Підставляючи математичні залежності (2.8) і (2.4) в математичну залежність (2.2) та виконавши певні математичні операції, напишемо рівняння для визначення пропускної здатності дозуючого пристрою бункерного типу:

$$P_3 = 5,7 \cdot 10^3 \cdot \rho \sqrt{D_0^5}. \quad (2.9)$$

Зазначимо аналітичні величини пропускної здатності дозуючого пристрою бункерного типу для посівного матеріалу, розраховані за аналітичною залежністю (2.9) при різних значеннях діаметру дозувального отвору дозуючого пристрою бункерного типу:

Аналітичним шляхом отримані значення пропускної здатності бункера-дозатора для насіння пшениці

Таблиця 2.1

Діаметр дозуючого отвору	Пропускна здатність, т/год	Діаметр дозуючого отвору	Пропускна здатність, т/год
0,110	18,226	0,07	5,906
0,105	16,164	0,06	3,864
0,10	14,324	0,05	2,622
0,095	12,612	0,04	1,466
0,09	11,062	0,03	0,714
0,085	9,546	0,02	0,262
0,08	8,202	0,01	0,048

За табличними значеннями можна скласти налагоджувальну характеристику для машини-протруювача згідно з продуктивністю апарату за посівним матеріалом.

2.3. Обґрунтування кута нахилу апарату для розпорошення хімічної

рідини

Основним вузлом машини-протруювача є протруювальна камера

бункерного типу, оснащена апаратом для розпорошення оброблювального

препарату. Камера бункерного типу складається з двох секцій – базової камери і

камери попередньої обробки насіння. Саме камера попередньої обробки насіння

містить апарат для розпорошення оброблювального препарату. Якість покриття

насіння оброблювальним препаратом залежить від кута встановлення апарату

для розпорошення та місця його встановлення.

На рис. 2.1. представлено типові місця встановлення апарату

розпорошування: 1) між патрубком базової камери і секцією надходження

посівного матеріалу; 2) секція надходження посівного матеріалу в камеру

попередньої обробки насіння; 3) між зоною надходження посівного матеріалу та

патрубком повітрорудки; 4) патрубок для висипання посівного матеріалу

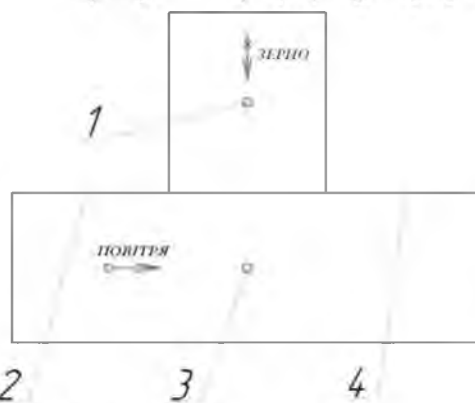


Рис. 2.1. Схематичне зображення місць встановлення апарату для розпорошення отруєного посівного матеріалу

Саме перша секція встановлення апарату забезпечить найвищу якість

покриття насіння оброблювальною рідиною. Зазначене обґрунтовується тим, що

суміш з повітря та насіння під час обробки проходить крізь переріз струменя

розпорошення отруєного посівного матеріалу. Також зернівки мають більшу масу порівняно з

краплинами протруювальної рідини, отже, мають більшу інерцію і летять набагато далі, а під час зіткнення між собою призводять до додаткового поділу краплі рідини. Дане явище сприятиме зростанню ступеню дисперсності рідини, що, в свою чергу, забезпечить вищу проникність краплін рідини в міжнасінний простір. Як наслідок, посівний матеріал буде набагато якісніше, повніше і більш рівномірно покритий отрутохімікатом. Зазначене неодноразово було підтверджено дослідженнями вітчизняних і закордонних науковців [36]. У четвертому, третьому і другому випадках встановлення апарату розпорошення має місце перетікання отрутохімікату, що є причиною неповноти обробки посівного матеріалу та нерівномірного покриття поверхонь зернівки.

Обгрунтувавши місце закріплення апарату для розпорошення отрутохімікату слід визначити його кут повороту відносно напрямку руху потоку з насіння і повітря.

Апарат для розпорошування отрутохімікату доцільно закріпити зверху камери попередньої обробки посівного матеріалу тому, що: 1) отрутохімікат не буде просочуватися в дозуючому отворі через манжети апарату для розпорошення отрутохімікату; 2) площа розпорошеного струменя є трикутною, таким чином його площа знизу основної камери обробки посівного матеріалу буде більшою; через вплив сили тяжіння зернівки будуть спрямовуватися в нижню частину камери.

Щоб коректно встановити кут повороту апарату для розпорошення отрутохімікату потрібно площину розпорошеного струменя повертати відносно робочого потоку (насіння + повітря) в горизонтальному і вертикальному напрямках.

Повернемо площину струменя відносно площини ЗРУ (додаток Б, рис. 1). За рис. 1, додаток Б при куті нахилу площини струменя θ^0 найбільший вплив має частина камери над струменем, яка непокрита розпорошеним аерозолем. Якщо кут між площинами ЗРУ і струменя, який складається із суміші насіння і повітря буде рости, площа буде зменшуватися одночасно із звууженням корисної ширини струменя.

Краплини рідкого отрутохімікату будуть падати на бокові поверхні основної камери і стікати, що спричинить перевитрату отрутохімікату і неякісну обробку посівного матеріалу. Отже, повертання площини струменя щодо площини ZPY не є допустимим.

Вивчимо горизонтальний напрямок обертання площини струменя щодо напрямку руху робочого потоку з насіння і повітря (щодо площини YPX, додаток Б, рис. 2).

За представленою схемою під час обертання площини струменю відносно горизонтальної осі щодо напрямку руху робочого потоку з насіння і повітря (XPY), поле розкриття струменю збільшується. При куті між віссю PY та площиною струменя, який перевищує п'ятдесят градусів, має місце різке зростання площі основної камери над розпорошеним струменем, яка непокрита розпорошеною дрібнодисперсною суспензією з отрутохімікату, чого, в жодному випадку не можна допускати. Отже, оптимальним кутом обертання площини струменю відносно горизонтальної осі щодо напрямку руху робочого потоку з насіння і повітря є кут, що становить $46...52^\circ$.

За таких умов має місце несуттєве зростання площі секції камери, незаповненої розпорошеною суспензією над струменем розпорошення та найкраще використання ширини струменя розпорошення.

Апарат розпорошення отрутохімікату встановимо на довжині L від патрубку вивантажування насіннєвого матеріалу та зазначимо, що матеріал після потрапляння в камеру попередньої обробки повинен встигнути набути швидкість, достатню для переміщення в базову камеру обробки матеріалу (додаток Б, рис. 3). Невиробничі втрати, величина опору повітря та довжина камери попередньої обробки насіннєвого матеріалу будуть настільки меншими чи більшими, наскільки меншою чи більшою буде відстань L . Апарат розпорошування насіннєвого матеріалу розташовуємо так, щоб крайня точка струменя долетала до межі секції надходження посівного матеріалу в камеру його попередньої обробки.

Найменшу віддачу L розрахуємо за формулою:

$$L = D_{\text{к.об.}} \cdot \operatorname{tg} \beta / 2, \quad (2.10)$$

де $D_{\text{к.об.}}$ – діаметр камери попередньої обробки насіннєвого матеріалу, м;
 β – кут обертання площини струменя щодо напрямку руху робочого потоку з насіння і повітря, град.

На рис. 2, додаток Б представлено схематичне зображення камери попередньої обробки насіннєвого матеріалу із зазначеними площинами струменя розсіювання робочої рідини при 0° (АРВ), а також за умови повороту на сорок п'ять градусів УРХ.

Таким чином, використавши основні положення нарисної геометрії визначено раціональне місце встановлення апарату розпорошування отрутохімікату та кут нахилу його щодо робочого потоку з насіння і повітря.

За вказаних значень параметрів матиме місце висока рівномірність покриття поверхні як усього матеріалу, так і окремих зернин оброблювальним препаратом. Отримані результати аналітичного дослідження застосовано при виготовленні експериментального зразка досліджуваної машини.

2.4. Аналітичне обґрунтування процесу обробки насіннєвого матеріалу робочою протруювальною рідиною

Потік із суміші повітря та насіннєвого матеріалу із стабільною подачею надходить в камеру попередньої обробки, яка є трубою, горизонтально розташованою у просторі, та оснащена вертикальним патрубком вивантаження насіннєвого матеріалу, який прикріплено до дозувального апарату бункерного типу (додаток Б).

В початковому перерізі швидкість повітря, яке рухається вздовж горизонтальної осі камери позначимо як $V_{\text{нов}}$. Вертикально згори до низу в потік повітря надходить посівний матеріал, а хімічний розчин впорскується в робочу зону, відповідно у дрібнодисперсному вигляді. Швидкість посівного матеріалу та частинок розпорошеного отрутохімікату, в осьовому напрямку, в секції надходження їх в камеру попередньої обробки, дорівнюють нулю. Завдяки

високій швидкості повітряного потоку, в який вони надходять, ці частинки посівного матеріалу та отрутохімікату починають прискорюватися до своїх асимптотичних значень. Ці значення, в свою чергу, регламентуються коефіцієнтами парусності.

Застосуємо наступні припущення для здійснення аналітичного моделювання:

- сили тяжіння зернин посівного матеріалу і розпорощених краплинок отрутохімікату є надзвичайно малими, тому ними нехтуємо;

- зерна і краплини отрутохімікату є сферичної форми;

- приймемо, що густина і температура повітря є постійними; теплообмін між посівним матеріалом, повітрям та краплинами отрутохімікату відсутній.

Схема до моделювання процесу хімічної обробки посівного матеріалу в камері попередньої обробки наведена на рис. 4, додаток Б.

Переміщення розпорощених краплин отрутохімікату та зернин посівного матеріалу в потоці повітря опишемо як:

$$m_{\text{п.м.}} \cdot dV_{\text{п.м.}}/d\tau = 0,5 \cdot \psi_{\text{п.м.}} \cdot F_{\text{п.м.}} \cdot \rho_{\text{п.м.}} \cdot |V_{\text{пов.}} - V_{\text{п.м.}}| \cdot (V_{\text{пов.}} - V_{\text{п.м.}}), \quad (2.11)$$

$$m_{\text{от.}} \cdot dV_{\text{от.}}/d\tau = 0,5 \cdot \psi_{\text{от.}} \cdot F_{\text{от.}} \cdot \rho_{\text{от.}} \cdot |V_{\text{пов.}} - V_{\text{от.}}| \cdot (V_{\text{пов.}} - V_{\text{от.}}), \quad (2.12)$$

де $\rho_{\text{п.м.}}$, $\rho_{\text{от.}}$ – відповідно густина повітря та отрутохімікату, кг/м^3 ; $F_{\text{п.м.}}$, $F_{\text{от.}}$ – переріз насіння посівного матеріалу і розпорощених краплинок отрутохімікату, м^2 ; $\psi_{\text{п.м.}}$, $\psi_{\text{от.}}$ – коефіцієнт опору зернин посівного матеріалу і розпорощених краплинок отрутохімікату;

τ – час руху, с; $V_{\text{пов.}}$, $V_{\text{п.м.}}$, $V_{\text{от.}}$ – відповідно, швидкості повітря, насіння посівного матеріалу та розпорощених частинок отрутохімікату, м/с ;

$m_{\text{п.м.}}$, $m_{\text{от.}}$ – відповідно, маси насіння посівного матеріалу і розпорощених краплин отрутохімікату, кг.

Площі перерізу зернин і краплин отрутохімікату та їх маси розрахуємо як:

$$F_{\text{п.м.}} = 0,785 \cdot d_{\text{п.м.е.}}^2, \quad F_{\text{от.}} = 0,785 \cdot d_{\text{от.е.}}^2, \quad (2.13)$$

$$m_{\text{п.м.}} = 0,523 \cdot d_{\text{п.м.е.}}^3 \cdot \rho_{\text{п.м.}}, \quad m_{\text{от.}} = 0,523 \cdot d_{\text{от.е.}}^3 \cdot \rho_{\text{от.}}, \quad (2.14)$$

де $\rho_{\text{п.м.}}$ та $\rho_{\text{от.}}$ – відповідно, щільності насіння і розпорощених частинок, кг/м^3 .

Здійснивши відповідні перетворення:

$$dV_{п.м.}/d\tau = 0,75 \cdot \psi_{п.м.} \cdot \rho_{пов} / (\rho_{п.м.} \cdot d_{п.м.е.}) (V_{пов} - V_{п.м.})^2, \quad (2.15)$$

$$dV_{от.}/d\tau = 0,75 \cdot \psi_{от.} \cdot \rho_{пов} / (\rho_{от.} \cdot d_{п.м.е.}) (V_{пов} - V_{от.})^2. \quad (2.16)$$

Коли ми розв'язуємо рівняння (2.15) і (2.16) швидкість повітря приймаємо як відоме значення, проте, на відміну від цього припущення, вона є змінною.

Щоб врахувати цю зміну швидкості представимо наступний вираз:

$$\int_0^{R_{пк}} 6,3 \cdot R_{пк} f_{пов} \rho_{пов} V_{пов} dR_{пк} + \int_0^{R_{пк}} 6,3 \cdot R_{пк} f_{п.м.} \rho_{п.м.} V_{п.м.} dR_{пк} + \int_0^{R_{пк}} 6,3 \cdot R_{пк} f_{от.} \rho_{от.} V_{от.} dR_{пк} = Q_{витрат}, \quad (2.17)$$

де $f_{пов}$, $f_{п.м.}$, $f_{от.}$ – об'ємні концентрації повітря, посівного матеріалу і розпорошених краплин отрутохімікату, $\text{м}^3/\text{м}^3$;

$R_{пк}$ – радіус камери попередньої обробки посівного матеріалу, м;

$Q_{витрат}$ – сума витрат за масою повітря, посівного матеріалу і розпорошених краплин отрутохімікату, кг.

Після відповідних розрахунків формулу (2.17) напишемо як:

$$3,14 \cdot R_{пк}^2 f_{пов} \rho_{пов} V_{пов} + 3,14 \cdot R_{пк}^2 f_{п.м.} \rho_{п.м.} V_{п.м.} + 3,14 \cdot R_{пк}^2 f_{от.} \rho_{от.} V_{от.} = Q. \quad (2.18)$$

Розрахуємо швидкість руху потоку повітря:

$$V_{пов} = \frac{Q}{3,14 \cdot R_{пк}^2 f_{пов} \rho_{пов}} - \frac{f_{п.м.} \rho_{п.м.}}{f_{пов} \rho_{пов}} V_{п.м.} - \frac{f_{от.} \rho_{от.}}{f_{пов} \rho_{пов}} V_{от.} \quad (2.19)$$

За рівнянням (2.19) повітряно-зерново-рідинний потік є однорідним середовищем і має 2 дисперсні фази. Покриття розпорошеними частинками отрутохімікату поверхні зернівок відбувається під час зіткнення цих фаз. Отже, концентрація розпорошених краплин отрутохімікату $f_{от.}$ є параметром змінним, що з часом зменшується.

В характеристиках потоку повітря та усіх твердофазних характеристиках слід враховувати вагу та об'єм краплин отрутохімікату, які покрили зернівки посівного матеріалу.

Спадання ступеню концентрації розпорошених краплин отрутохімікату $\sigma(\tau)$ упродовж терміну $d\tau$ розрахуємо за рівнянням:

$$\sigma(\tau) = f_{от.}(\tau + \Delta\tau) - f_{от.}(\tau). \quad (2.20)$$

Звідси:

$$f_{от}(\tau + \Delta\tau) = f_{от}(\tau) - \sigma(\tau), \quad (2.21)$$

$$f_{нов}(\tau + \Delta\tau) = f_{нов}(\tau) - \sigma(\tau), \quad (2.22)$$

$$\rho_{п.м.}(\tau + \Delta\tau) = f_{п.м.} \rho_{п.м.} - \sigma(\tau) \rho_{п.м.}, \quad (2.23)$$

Через малі значення також будемо під час розрахунків нехтувати зміною в'язкості потоку повітря та об'єму насінини.

Розрахуємо об'єм посівного матеріалу і розпорощених краплин отрутохімікату в робочій секції камери попередньої обробки насінневого матеріалу.

Сумарний об'єм розпорощених краплин отрутохімікату в робочій секції камери попередньої обробки насінневого матеріалу завдовжки Δl складас:

$$V_{о.от}(\tau) = 3,14 \cdot R_{пк}^2 \cdot \Delta l \cdot f_{п.м.}(\tau). \quad (2.24)$$

Сумарний об'єм розпорощених краплин отрутохімікату на певній ділянці:

$$N_{о.от}(\tau) = V_{ор}(\tau) / V_{от}. \quad (2.25)$$

Сумарний об'єм і кількість зернівок посівного матеріалу на певній ділянці:

$$V_{о.п.м.}(\tau) = 3,14 \cdot R_{пк}^2 \cdot \Delta l \cdot f_{п.м.} \quad (2.26)$$

$$N_{о.п.м.}(\tau) = V_{о.п.м.}(\tau) / V_{п.м.} \quad (2.27)$$

Дослідимо фронтальне покриття розпорощеними краплинами отрутохімікату та одночасне обдування повітрям однієї зернівки. Упродовж часу $\Delta\tau$ усі насінини стикаються з частинками отрутохімікату, розташованими в одиничному циліндрі довжиною $(V_{п.м.} - V_{от})\Delta\tau$ і $\emptyset (d_{п.м.е} + 2d_{е.от})$, об'єм якого:

$$V_{ц} = 0,785(d_{п.м.е} + 2d_{е.от})^2 \cdot (V_{п.м.} - V_{от})\Delta\tau. \quad (2.28)$$

Визначимо загальне число краплин отрутохімікату в одиничному циліндрі, які повністю покривають одну насінину:

$$n(\tau) = \frac{3 \cdot (d_{п.м.е} + 2d_{е.от})^2 \cdot (V_{п.м.} - V_{от})\Delta\tau f_{от}}{2d_{п.м.е}^3}. \quad (2.29)$$

Об'єм отрутохімікату $V_{от}$ який у вигляді краплин покриває насінину упродовж терміну $\Delta\tau$ в секторі Δl камери обробки посівного матеріалу:

$$V_{от}(\tau) = 0,785(d_{п.м.е} + 2d_{е.от})^2 \cdot (V_{п.м.} - V_{от})\Delta\tau f_{от} N_{о.п.м.}(\tau). \quad (2.30)$$

Умова збереження об'єму отрутохімікату в робочому секторі камери попередньої обробки посівного матеріалу розміром Δl :

$$V_{OK}(t + \Delta t) - V_{OK}(t) = V_{PK}(t). \quad (2.31)$$

Після відповідних перетворень (2.24), (2.27) і (2.30) матимемо:

$$3,14 \cdot R_{PK}^2 \Delta l f_{ПОВ}(\tau + \Delta \tau) - 3,14 \cdot R_{PK}^2 \Delta l f_{OT}(\tau) = 0,785(d_{П.М.е} + 2d_{е.от})^2 \cdot (V_{П.М.} - V_{OT}) \Delta \tau f_{OT} \quad (2.32)$$

Виконавши відповідні перетворення матимемо:

$$\mu'_{OT} = \lim_{\Delta \tau \rightarrow 0} \frac{\mu_{OT}(\tau + \Delta \tau) - \mu_{OT}(\tau)}{\Delta \tau} \quad \text{матимемо формулу для розрахунку зміни}$$

концентрації розпорошеного отрутохімікату в часі:

$$d\mu_{OT}/d\tau = \frac{3(d_{П.М.е} + 2d_{е.от})^2}{2d_{е.от}^3} (V_{П.М.} - V_{OT}) f_{OT} \cdot f_{П.М.} \quad (2.33)$$

Упродовж терміну $\Delta \tau$ розпорошена краплина отрутохімікату проходить

віддаль $\Delta l = \Delta \tau \cdot V_{OT}$, тобто $d\tau = dl/V_{OT}$.

Отже:

$$df_{OT}/dl = 1,5 \frac{(d_{П.М.е} + 2d_{е.от})^2}{d_{е.от}^3 \cdot V_{OT}} (V_{П.М.} - V_{OT}) f_{OT} \cdot f_{П.М.} \quad (2.34)$$

Останні три залежності визначимо чисельним методом за початкових умов

$$V_{OT} = 0; V_{П.М.} = 0; f_{OT} = f_{OT}^H; t = 0.$$

На кожному кроці під час виконання чисельних розрахунків потрібно уточняти значення швидкості потоку, бо вона є змінною. Представлена математична модель дозволяє розрахувати довжину камери попередньої обробки

посівного матеріалу залежно від концентрації отрутохімікату, виду посівного

матеріалу та його об'єму. Результати розрахунків зміни швидкості

розпорошених краплин отрутохімікату і зернин в камері попередньої обробки

представлені на рис. 2.3, 2.2.

З метою обґрунтування розмірів камери попередньої обробки посівного матеріалу, проаналізуємо залежності 2.3 та 2.2.

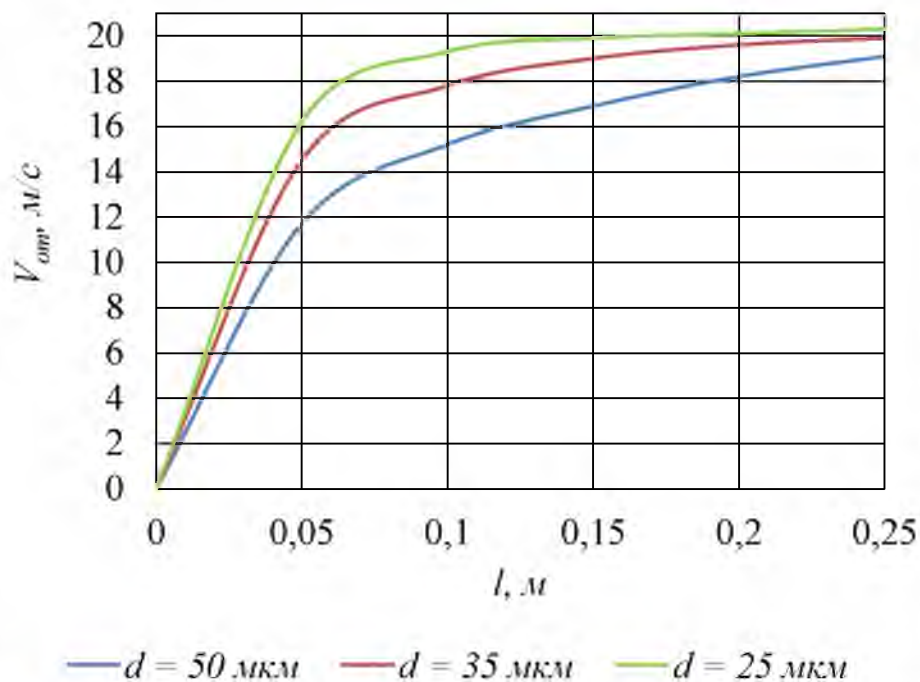


Рис. 2.2. Зміна швидкості розпорощених краплин отрутохімікату в камері попередньої обробки посівного матеріалу при $d_{п.м.е.}$ рівному чотирьох міліметрам

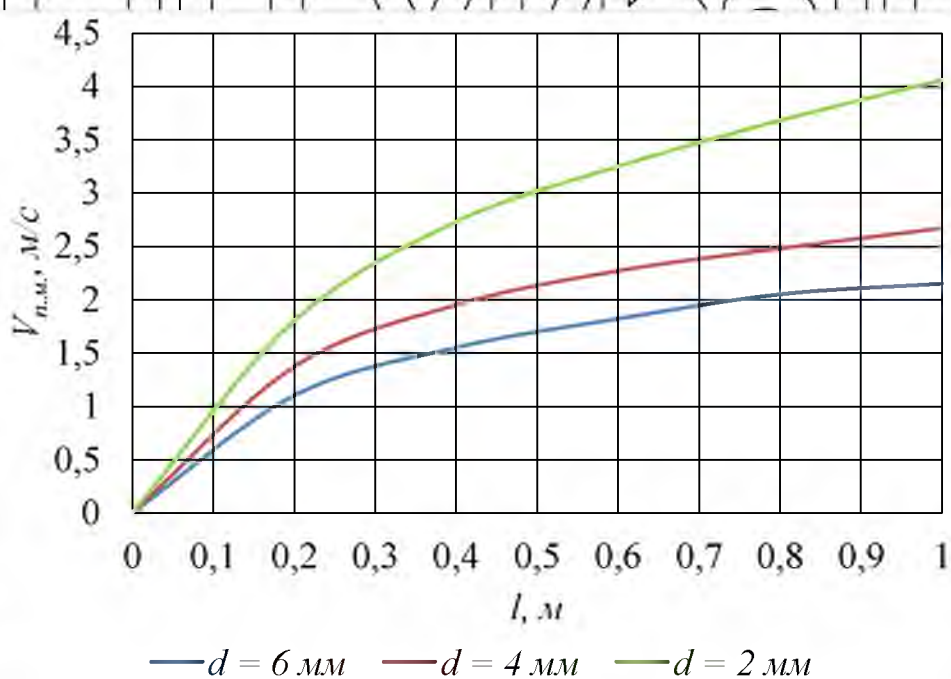


Рис. 2.3. Зміна швидкості зернин посівного матеріалу в камері їхньої попередньої обробки при $d_{от.е.}$ рівному двадцять п'ять мікрометрів

З залежності 2.2. випливає, що стабільна швидкість руху розпорощених краплин отрутохімікату для різних значень еквівалентних діаметрів зернин

посівного матеріалу має місце при $l > 2$ м. Швидкість зернин постійно збільшується вздовж камери їхньої попередньої обробки при будь-якому діаметрі зернин при $d_{отс}$ рівному двадцять п'ять мікрометрів. Подібна закономірність матиме місце для усіх розмірів краплин отрутохімкату. Проте швидкість руху менших зернин збільшуватиметься більш стрімко.

Отже, щоб обрати довжину камери попередньої обробки посівного матеріалу, за базові значення візьмемо ті, які отримані на рис 2.2.

Проте, поряд із значеннями швидкості витання розпорощених краплин в просторі камери щоб пояснити процес обробки зернин посівного матеріалу отрутохімкатом слід зважати на зменшення концентрації отрутохімкату в камері попередньої обробки залежно від швидкості руху та переміщення зернин. Результати обчислень зміни концентрації розпорощених краплин отрутохімкату в камері попередньої обробки посівного матеріалу представлені на рис. 2.4.

Аналіз залежності 2.4, свідчить, що концентрація розпорощених краплин отрутохімкату в камері попередньої обробки посівного матеріалу спадає по мірі віддалення від секції надходження матеріалу вздовж горизонтальної осі. Максимальне зниження швидкості має місце на відстані 0...0,32 м від точки подачі отрутохімкату. Закономірність є подібною для будь-якої зернини посівного матеріалу.

Згідно рис. 2.4, якщо довжина робочої секції камери попередньої обробки посівного матеріалу складає 0,3 м для краплин отрутохімкату близько двадцяти п'яти мікрометрів, при покритті поверхні незначних за розміром зернин, концентрація розпорощених краплин отрутохімкату в основній секції камери становитиме 76...88%, а при обробці великих та середніх за розміром зернівок – 55...76%. Таким чином, при обробці отрутохімкатом невеликих за розміром зернівок їхня поверхня покриється отрутохімкатом в камері попередньої обробки, а коли обробляємо великі та середні за розміром зернівки – їхня поверхня покриється отрутохімкатом в базовій камері обробки.

Отже, для якісної обробки посівного матеріалу довжина робочої секції камери попередньої обробки посівного матеріалу має бути рівною 0,22...0,3 м.

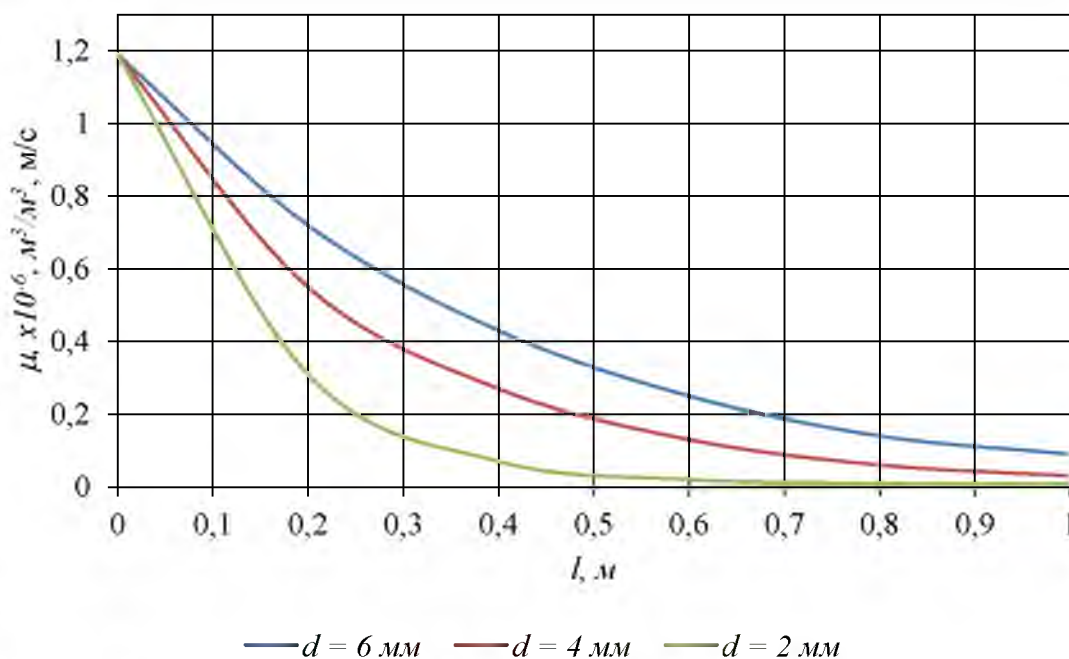


Рис. 2.4. Зміна концентрації розпорощених краплин отрутохімікату в камері попередньої обробки при $d_{\text{от.е.}}$ рівному двадцять п'ять мікрметрів залежно від $d_{\text{п.м.в.}}$.

2.5. Висновки до розділу 2

1. Представлено принцип роботи і конструкцію обладнання для передпосівної обробки насіннєвого матеріалу. Визначено параметри дозуючого апарату для посівного матеріалу та кут встановлення апарату розпорощення отрутохімікату, розроблено математичну модель процесу обробки посівного матеріалу отрутохімікатом у відповідних камерах машини для його передпосівної обробки.

2. Оптимальним місцем встановлення апарату для розпорощення отрутохімікату є верхня сенця камери попередньої обробки посівного матеріалу на відстані 0,5 м від місця надходження зерна. Кут нахилу площини розпорощення струменя до напрямку руху суміші із зерна, повітря та отрутохімікату рівний $46...52^\circ$.

3. З метою якісної обробки посівного матеріалу довжина робочої секції камери попередньої обробки посівного матеріалу має бути рівною $0,22...0,3$ м.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ І РЕЗУЛЬТАТИ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма експериментальних досліджень

Згідно завдань магістерської роботи складено план проведення експериментальних досліджень, що включає в себе наступні етапи:

1. Створення експериментальної установки, що передбачає регулювання факторів експерименту та вимірювання залежного фактору.

2. Проведення експерименту згідно обраного плану досліджень, який включає зміну насадок-розпорошувачів, які забезпечують різні ступені розпорошування та форми струменю. Вимірювання слід здійснювати при змінній подачі кількості протруювальної рідини за одиницю часу.

3. Дослідження впливу керованих (змінних) факторів на продуктивність машини-протруювача із збереженням допустимої повноти протруювання та допустимого рівня механічного пошкодження.

В якості матеріалу для протруювання було використано попередньо підготовлений насінневий матеріал – сорт пшениці «Богдана». Підготовка проводилась у лабораторних умовах згідно вимог до насінневого матеріалу, видалено з зернової маси пил та зернові частки пошкоджених зернин, вологість зернин не перевищувала 14% і її було забезпечено спеціальними технологіями сушіння, що гарантують високу схожість.

Обробка та протруювання виконувалось препаратом ТЕБУ-60, що відповідає ДСТУ 458632-2005. Розчин готувався згідно рекомендацій до застосування препарату.

3.2. Методика проведення лабораторних досліджень

3.2.1. Методика визначення параметрів дозуючого бункера для посівного матеріалу

Пропускна здатність дозуючого бункера регулює продуктивність обладнання для протруювання посівного матеріалу та має прямий зв'язок із технологічними режимами його роботи. Точність дозування зерна також впливає на рівномірність, і, відповідно, якість його обробки отрутохімікатами.

Для встановлення фіксованих значень пропускної здатності дозуючого обладнання в лабораторних умовах теоретичними дослідженнями, проведеними в попередньому розділі, було встановлено геометричні параметри, які дозволяють забезпечити потрібну продуктивність обладнання для протруювання, що становить 10 т/год за максимальним рівнем. При цьому головним конструктивним елементом є вивантажувальний отвір, діаметр якого для заданої продуктивності має складати не менше, ніж 100 мм. Дозуюче обладнання включає заслінку, яка виконує власне роль дозуючого пристрою, що представлена на рис. 3.1.

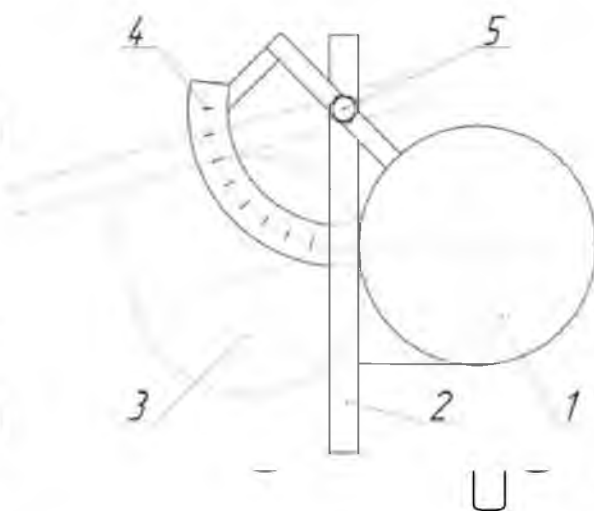


Рис. 3.1. Схематичне зображення принципу дії дозуючої заслінки дозуючого пристрою: 1 – вивантажувальний отвір; 2 – важіль; 3 – відсічний диск; 4 – градуйована шкала із нанесеними значеннями площі пропускного отвору; 5 – вісь опорна.

Для зручності користування на механізмі заслінки передбачено проградуйовану шкалу, що пов'язує кут повороту заслінки з площею пропускного отвору. За допомогою шкали можна визначити питому пропускну здатність дозуючого обладнання залежно від виду зерна. В досліді використовувалось зерно пшениці сорту «Богдана», що має певні визначені геометричні розміри. Для інших видів зернових культур та інших сортів пшениці мають бути створені відповідні таблиці зв'язку площі отвору із пропускну здатністю.

Таблиця 3.1.

Зв'язок між кутом повороту заслінки і площею вивантажувального отвору дозуючого пристрою

Положення заслінки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площа отвору, $\times 10^{-6} \text{ м}^2$	1071	2130	3148	4121	5022	5840	6554	7149	7898	7849

Послідовність проведення дослідів була встановлена згідно задач проведення досліджень.

Зерно засипається в бункер, заповнюючи приблизно половину об'єму. Далі відбувається тарування площі отвору за пропускну здатністю зерна пшениці сорту «Богдана». Заслінка відкривається на 1 хвилину, при цьому заміряється вага зерна, що висипалась за цей час за допомогою МК-322-A20 з межею допустимої похибки ± 15 г. Після цього пропускну здатність дозатора можна визначити за наступною формулою:

$$P_6 = 0,06 \cdot m', \quad (3.1)$$

де P_6 – пропускну здатність дозатора, т/год; m' – маса насіння, що просипалося через заслінку за одну хвилину, кг.

Кількість повторень дослідів – 5 в кожному положенні заслінки. Після цього розраховувалося середнє значення, що стало опорним значенням пропускнуї здатності протруювальної машини в подальших експериментах.

Такі ж дослідження мають бути проведені у випадку зміни конструкції дозатора, заслінки, геометрії бункера, на якому встановлена дозуюча заслінка, а також для інших видів зерна, що відрізняються геометрією, питомою вагою тощо, а для високої точності експерименту, також для різних сортів одного виду зернових.

3.2.2. Методика дослідження розпорошувачів за показниками дрібнодисперсного розпорошування отрутохімікату в робочій зоні

В попередніх розділах за результатами математичного моделювання встановлено таку витрату отрутохімікату, яка забезпечить найбільш рівномірне і достатнє покриття зернин за умови дрібнодисперсного розпорошування. Згідно відпрацьованих технологій використовують для розпорошування рідин з такими характеристиками насадки для розпорошення отрутохімікату щільного типу [67]. Асортимент таких насадок надзвичайно великий, для здійснення вибору насадок, які беруть участь в експерименті, було проаналізовано насадки, наведені в Додатку. Згідно задач експерименту та результатів математичного моделювання, за характеристиками насадок для розпорошення отрутохімікату було обрано три, що представлені в табл. 3.2.

Обрані насадки мають однакову геометрію розпорошеного факелу, однаковий робочий тиск, при цьому відмінні діапазони витрат робочої рідини, що дозволяє моделювати досліджуваний процес в більш широкому діапазоні.

Експериментальне підтвердження результатів теоретичних досліджень потребувало створення стенду, представленого на рис. 3.3. Робочий розчин було приготовано відповідно до рекомендацій виробника.

Таблиця 3.2

Технічні характеристики насадок для розпорошення отрутохімікату, що обрані для подальших досліджень

Параметр	Розмірність	AIRMIX 110-01 POM-M	AIRMIX 110-02 POM-M	AIRMIX 110-03 POM-M
Діаметр отвору розпорошувача	мм	1	2	2,5
Кут розпорошування	град	110	110	110
Робочий тиск	атм.	2...8		
Витрати робочої рідини	л/хв	0,45...1,2	1,1...1,55	1,25...1,82

Порядок проведення експерименту наступний:

1. Підготовлена належним чином робоча суміш заливається в ємність 1 (рис. 3.2.).

2. Насос включається до нагнітання робочого тиску. Насос встановлюється на мінімальний тиск, який контролюється за манометром 5 (4 атм). На впускному трубопроводі, що веде до розпорошувача, встановлюється мірна колба, в яку набирається рідина упродовж 60 секунд (вимірюється секундоміром з класом точності 0,02). Робоча рідина збирається в мірну колбу, де її об'єм фіксується. Досліди виконуються з п'ятикратним повторюванням.

Математична обробка результатів вимірювання включає визначення середньарифметичного середнього.

Досліди повторювались до вищих значень тиску насоса в порядку збільшення з кроком 1 атм.

3. Визначалась годинні витрати рідини в протруювачі. Дані вимірювань заносились в таблицю результатів вимірювання. Статистична обробка отриманих результатів проводилась за рекомендаціями [68] згідно стандартної методики.



Рис. 3.3. Експериментальна установка: 1 – ємність для робочої рідини; 2 – розпорошувач зі змінними насадками; 3 – насос; 4 – трубопроводи; 5 – манометр

3.3. Методика досліджень експлуатаційних характеристик машини-протруювача

3.3.1. Методика визначення продуктивності машини-протруювача

Згідно сформульованих задач експериментального дослідження, в процесі експерименту було досліджено продуктивність протруювача зернового, конструкція якого була оптимізована згідно теоретичних досліджень, що включали етап теоретичного моделювання. Експериментальний зразок установки було створено за результатами математичного моделювання. Установка складалася з нагрівача, насоса, ємності для розчину, дозатора та набору змінних насадок. За результатами проведених експериментів побудовано таблиці і графіки регульовальних характеристик протруювального обладнання за зерном пшениці сорту «Богдана».

Всі експерименти проводились на дослідній лабораторній експериментальній установці (рис. 3.3.), на якій не показано встановлення

заслінки дозуючої (рис. 3.1). Для підігрівання повітря було використано вентилятор, що не тільки підігрівав повітря, але й створював потік повітря, що збільшував відстань між зернинами, що падали з дозуючої заслінки. Цей же потік повітря одночасно виконував транспортуючу функцію. Проектування пневматичної системи протруювального обладнання було виконано на основі досліджень, представлених в джерелах [52-58, 66].

Послідовність виконання дослідів наступна:

1. Бункер заповнюється підготовленим зерновим матеріалом. Зерновий матеріал має бути підготовлений належним чином, очищений від сторонніх домішок, нормалізований по вологості.

2. Протруювальне обладнання починає робочий цикл без подачі рідини з метою дослідження роботи пристрою дозування. Засікається час роботи і вимірюється маса зерна, пропущена через дозатор в різних положеннях заслінки.

3. Насіння, що насипане через заслінку, зважується на терезах, обраховується середньоарифметичне значення і розраховується фактична продуктивність протруювального обладнання.

4. Досліди повторюються для всіх положень заслінки. Кратність повторювання кожного дослідів – 5 разів.

5. За розрахованими показниками будується робоча характеристика протруювального обладнання за продуктивністю – продуктивність в залежності від площі отвору дозатора.

6. Отримані експериментальні дані порівнюються з теоретичними розрахунками і перевіряється адекватність результатів моделювання.

3.3.2. Методика візуального контролю рівномірності обробки посівного матеріалу

В постановці задач експериментальних досліджень було зазначено, що підвищення продуктивності протруювального обладнання має здійснюватися при збереженні сталих показників якості обробки, яка визначається рівномірністю нанесення отрутохімікату на насіння.

В даному дослідженні перевірка рівномірності нанесення отрутохімікату має оціночний характер, бо таке дослідження виходить за межі магістерської роботи. Саме тому визначення рівномірності протруювання визначалося шляхом огляду протруєного зернового матеріалу в наступній послідовності:

1. Насінневий матеріал, що вийшов з машини-протруювача, перемішувався для підвищення однорідності.

2. З кожної партії відбиралися п'ять проб.

3. Проби розсипалися на лабораторному столі, на контрастному папері, в один шар. Об'єм однієї проби 20 мл, що займає площу до 1 дм².

4. Обліковувалась загальна кількість зернин в пробі.

5. Фіксувалася маса проби.

6. Оплядом встановлювалася кількість дефектів обробки отрутохімікатом.

7. Визначалась кількість та маса зернин з дефектами.

8. Обраховувались статистичні показники: відсоток масовий зернин з дефектами; відсоток кількісний зернин з дефектами; різниця між масою зернини з повним протруєнням і зернини з дефектами протруювання.

9. Робилося заключення про співвідношення витрат рідини та продуктивність протруювального обладнання з даними про контроль щодо якості покриття отрутохімікатом.

Для порівняння використовувались зразкові проби протруєних насінин.

3.3.3. Методика візуального контролю механічного пошкодження зернівок посівного матеріалу

Ознаками механічного пошкодження насінин є роздавлювання, тріщини, пошкодження оболонки. Слід розрізняти критичні пошкодження – ті, які унеможливають схожість та розвиток паростка, та некритичні – ті, що знижують схожість.

Оцінка травм, які можна візуалізувати, проводиться паралельно з контролем рівномірності обробки отрутохімікатом.

1. Насіннєвий матеріал, що вийшов з машини-протруювача, перемішувався для підвищення однорідності.

2. З кожної партії відбиралися п'ять проб.

3. Проби розсипалися на лабораторному столі, на контрастному папері, в один шар. Об'єм однієї проби 20 мл, що займає площу до 1 дм².

4. Обліковувалась загальна кількість зернин в пробі.

5. Фіксувалася маса проби.

6. Оглядом встановлювалася кількість критично та не критично пошкоджених зернин.

7. Визначалась кількість та маса зернин з дефектами.

8. Обраховувались статистичні показники: масовий відсоток критично та не критично травмованих зернин, кількісний відсоток критично та не критично травмованих зернин.

9. Робилося заключення про контроль травмування насіннєвого матеріалу.

Кількість травмованого насіння не має перевищувати 0,5%. Для статистичної обробки результатів застосовуються типові методики.

3.4 Методика обробки результатів експериментальних досліджень

Отримані в результаті проведених дослідів дані доступні для порівняння з теоретичними результатами тільки після проведення попередніх опрацювань методами математичної статистики за стандартними методиками, представленими в працях [26, 68]. Оскільки всі результати є статистичними вибірками різного обсягу, то знаходження характеристик статистичної вибірки і характеризує достовірність результатів експерименту. Саме по цих характеристиках можна судити про змістовність результатів досліджень та їх відповідність теоретичним дослідженням. При цьому необхідними та достатніми є наступні характеристики:

де \bar{y} – арифметичне середнє значення, що визначається формулою:

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^m y_i / m. \quad (3.1)$$

де m – число повторень;

y_i – значення вимірюваної величини.

Це значення найбільш застосоване при проведенні дослідів з встановленою кількістю повторень.

де S – стандартне середнє відхилення;

$$S = (\sum (y - \bar{y})^2 / (m - 1))^{-0.5}, \quad (3.2)$$

де y – значення окремих вимірів;

\bar{y} – середнє арифметичне значення;

m – число повторень.

Середнє відхилення дає розуміння про розсіювання результатів відносно середнього, що характеризує щільність результатів.

де S_y – стандартна помилка середньої; v – коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт варіації вибірки визначається за формулою:

$$v = S \cdot 100\% / \bar{y}. \quad (3.3)$$

За результатами обчислення статистичних характеристик вибірки порівнюємо з характеристиками генеральної сукупності. Таким чином, математична статистика дозволяє оцінити межі, в яких варіюється значення середнього генеральної сукупності.

Тоді помилка середньої визначається як:

$$S_{\bar{y}} = S / \sqrt{m}. \quad (3.4)$$

І дає уявлення про помилку, яка є допустимою для середнього значення досліджуваного показника, тобто результати дослідів мають попадати в інтервал

$\bar{y} \pm S_{\bar{y}}$, а межі генеральної сукупності становитимуть:

$$\bar{y} - kS_{\bar{y}} \leq \mu \leq \bar{y} + kS_{\bar{y}}, \quad (3.11)$$

де μ – середня генеральної сукупності;

k – критерій Стюдента.

Опрацювання результатів, проведених експериментів та візуалізація їх результатів за допомогою графіків проводилася з використанням «Microsoft Excel 2010».

3.5. Обґрунтування пропускної здатності апарату для дозування посівного матеріалу

За результатами моделювання, наданими в розділі 2, пропускна здатність апарату для дозування посівного матеріалу має бути більшою ніж найвища продуктивність оброблювальної машини. Діаметр воронки подачі матеріалу має бути понад сто міліметрів, щоб забезпечувалося максимальне значення продуктивності оброблювальної машини в десять тон за годину. З цією метою було виготовлено лабораторну установку, представлено на рис. 1 додаток А та дозувальний апарат бункерного типу рис. 2, додаток А, оснащений воронкою для вивантажування посівного матеріалу $\varnothing 100$ мм.

Результати дослідження щодо знаходження пропускної здатності апарату для дозування посівного матеріалу бункерного типу наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Результати дослідження із знаходження пропускної здатності апарату для дозування посівного матеріалу бункерного типу

№ поділки	Пропускна здатність, т/год			Пропускна здатність, т/год	Площа воронки, $\times 10^{-6}$, м ²	Коефіцієнт варіації	Відхилення середнє квадратичне
	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3				
1	13,4	12,8	14,0	13,62	7860	0,472	3,6
2	11,9	12,4	11,7	11,98	7600	0,314	2,4
3	11,2	11,4	11,4	11,22	7150	0,388	3,2
4	10,4	10,6	9,4	10,10	6560	0,682	6,8
5	9,5	9,4	9,1	9,48	5840	0,180	1,6
6	7,8	8,1	7,8	8,00	5018	0,142	1,8
7	5,7	5,7	5,5	5,72	4130	0,112	2,0
8	4,6	4,5	4,9	4,54	3154	0,09	2,0
9	2,9	3,0	3,1	2,92	2130	0,08	2,7
10	0,8	0,7	0,9	0,76	1070	0,04	5,6

За результатами досліджень реальна пропускна здатність апарату дозування посівного матеріалу бункерного типу відповідає вимогам щодо машини з обробки посівного матеріалу і рівна від десяти до дванадцяти тон на годину.

3.6. Визначення площі поверхні зернин посівного матеріалу

Щоб знати скільки потрібно протруювальної рідини для обробки поверхні зернин посівного матеріалу потрібно визначити діаметр та порахувати площу поверхні зернівки. Це складно реалізувати, оскільки зернини мають різну геометричну форму (тетраedr, еліпс, куля тощо). Розрахунки будемо здійснювати для геометричної форми – куля, яка описує реальну форму зернини.

Відбирання зразків посівного матеріалу сорту пшениці «Богдана» проводилися за ДСТУ 2036-85.

Результати дослідження представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Посівний матеріал	300	200	100
Ø насінини, м	0,004		
Об'єм посівного матеріалу, $\times 10^6$, м ³	9,7	6,4	3,2
Площа поверхні насінини, $\times 10^{-6}$, м ²	0,52		
Середній об'єм насінини, $\times 10^6$, м ³	9,7	6,4	3,2
Об'єм насінини, $\times 10^{-6}$, м ³	0,033	0,0315	0,032
Середній об'єм насінини, $\times 10^{-6}$, м ³	0,032		
Середнє відхилення, $S \times 10^{-6}$, м ³	0,12	0,18	0,22
Середнє значення середнього відхилення об'єму, $S \times 10^{-6}$, м ³	0,0004		
Помилка середньої $S_{\bar{y}}$, $\times 10^{-6}$, м ³	0,07	0,10	0,13
Коефіцієнт варіації вибірки v , %	1,1	2,6	6,4
Середня генеральна сукупність $\mu \times 10^{-6}$	0,034 \pm 0,001		

За табл. 3.4 при визначенні площі поверхні зернин посівного матеріалу середня генеральна сукупність при величині показника Ст'юдента $t = 3,82$ лежить в нормативно зазначених границях.

3.7. Обґрунтування параметрів розпорошувачів, які забезпечують подачу протруювальної рідини в камеру обробки посівного матеріалу

За результатами порівняння конструкційних, технологічних та геометричних параметрів, доцільно застосовувати розпорошувачі типу ІНJEKTOРDUESE AIRMIX 110-03 РОМ-М, AIRMIX 110-02 РОМ-М, AIRMIX 110-01 РОМ-М з \varnothing воронки 2,5 мм, 2 мм та 1 мм і плоским струменем розпорошення рідкого отрутохімікату із кутром розширення сто десять градусів.

В даних конструкціях передбачено встановлення потрібної витрати рідкого отрутохімікату, аерованого розпорошення і найвищого ступеня покриття розпорошувальним струменем об'єму камери обробки посівного матеріалу. З вказаними розпорошувачами проведені відповідні дослідження, результати яких представлені в табл. 3.5 та на рис. 3.4.

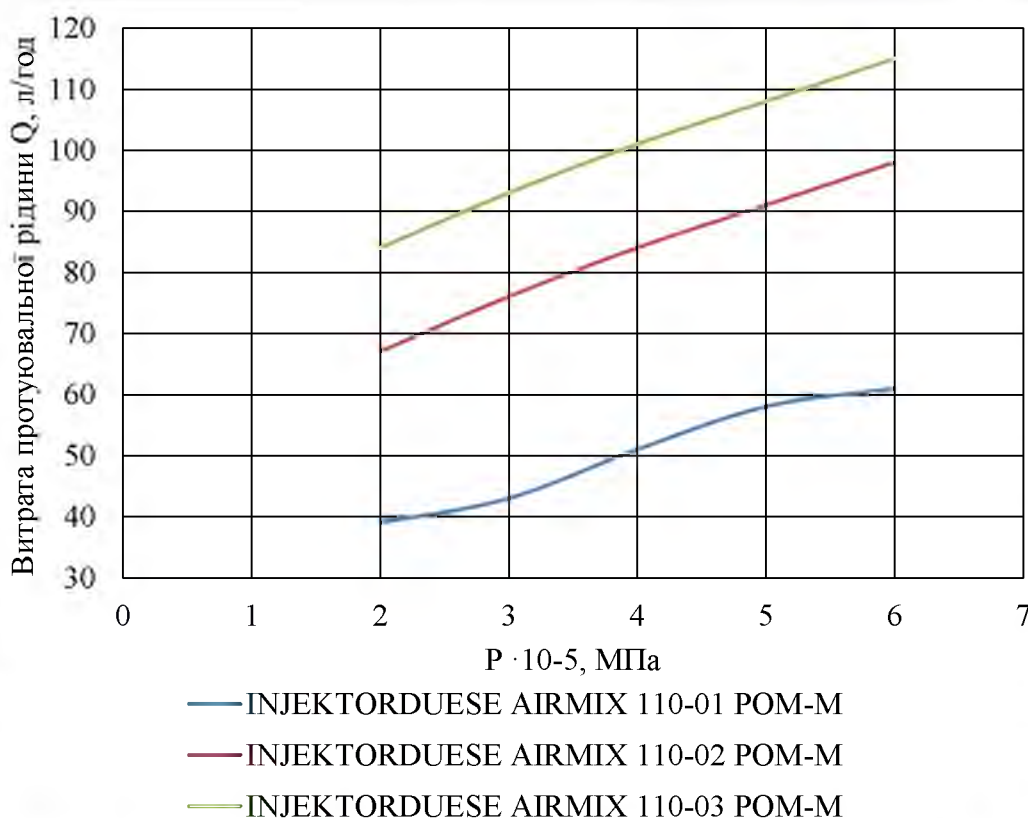


Рис. 3.5 Вплив тиску протруювальної рідини на її витрати апаратами-розпорошувачами

Таблиця 3.5

Витрати протруювальної рідини апаратами розпорошувачами

Розпорошувач	Тиск, атм	Середнє значення витрат Q, л/год	Коефіцієнт варіації вибірki v , %	Середнє квадратичне відхилення S, %
INJEKTORDUESE	8	112,4	1,4	1,12
AIRMIX 110-03	6	100,2	2,2	2,18
POM-M	4	86,4	2,6	2,22
INJEKTORDUESE	8	98,4	1,2	0,98
AIRMIX 110-02	6	80,2	3,8	3,42
POM-M	4	70,6	2,2	1,54
INJEKTORDUESE	8	62,0	3,2	1,72
AIRMIX 110-01	6	50,8	2,6	1,26
POM-M	4	38,2	4,0	1,48

В другому розділі магістерської роботи зазначено, що потрібна кількість рідкого отрутохімікату повинна складати від сіддесят п'яти до ста літрів на годину для машини для обробки посівного матеріалу продуктивністю десять тон на годину. Дану продуктивність забезпечують усі представлені в таблиці 3.5 розпорошувачі. Також встановлення вищих значень тиску призводить до утворення менших краплин рідкого протруювального отрутохімікату. Отже, при експлуатації машин для протруювання посівного матеріалу меншої продуктивності слід застосовувати розпорошувачі з меншим отвором воронки, що забезпечить більш дрібнодисперсне розпорошення краплин, що покращує ступінь покриття зернин протруювальним отрутохімікатом.

3.8. Обґрунтування продуктивності машини для протруювання посівного матеріалу

Продуктивність будь-якої машини є її основним технічним параметром.

В попередніх розділах магістерської роботи встановлено залежність пропускної здатності дозуючого апарату бункерного типу від площі поперечного перерізу воронки для вивантаження посівного матеріалу. Проте в цих дослідженнях впливом потоку повітря на посівний матеріал, який падав з дозуючого апарату бункерного типу, знехтували. Результати визначення фактичної продуктивності машини для передпосівної обробки насінневого матеріалу наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Продуктивність машини для передпосівної обробки насінневого матеріалу

№ поділки	Площа воронки, $\times 10^{-6}$, м ²	Середнє значення продуктивності, т/год	Коефіцієнт варіації вибірки χ , %	Середнє квадратичне відхилення S , %
1	7860	12,7	0,82	0,12
2	7600	11,55	1,14	0,14
3	7150	10,92	1,12	0,11
4	6560	9,52	0,82	0,08
5	5840	9,05	1,12	0,09
6	5018	7,48	1,46	0,11
7	4130	5,32	0,54	0,03
8	3154	4,37	0,62	0,02
9	2130	2,72	3,88	0,01
10	1070	0,69	1,62	0,008

Побудуємо графічну залежність впливу кута відкриття заслінки дозуючого апарату бункерного типу на показник продуктивності машини для

передпосівної обробки насінневого матеріалу (рис. 3.6). Також представимо вплив площі воронки на пропускну здатність дозувального апарату подачі посівного матеріалу в камеру його попередньої обробки.

Аналіз отриманих графічних залежностей (рис. 3.6) свідчить про відповідність аналітичних залежностей експериментальним.

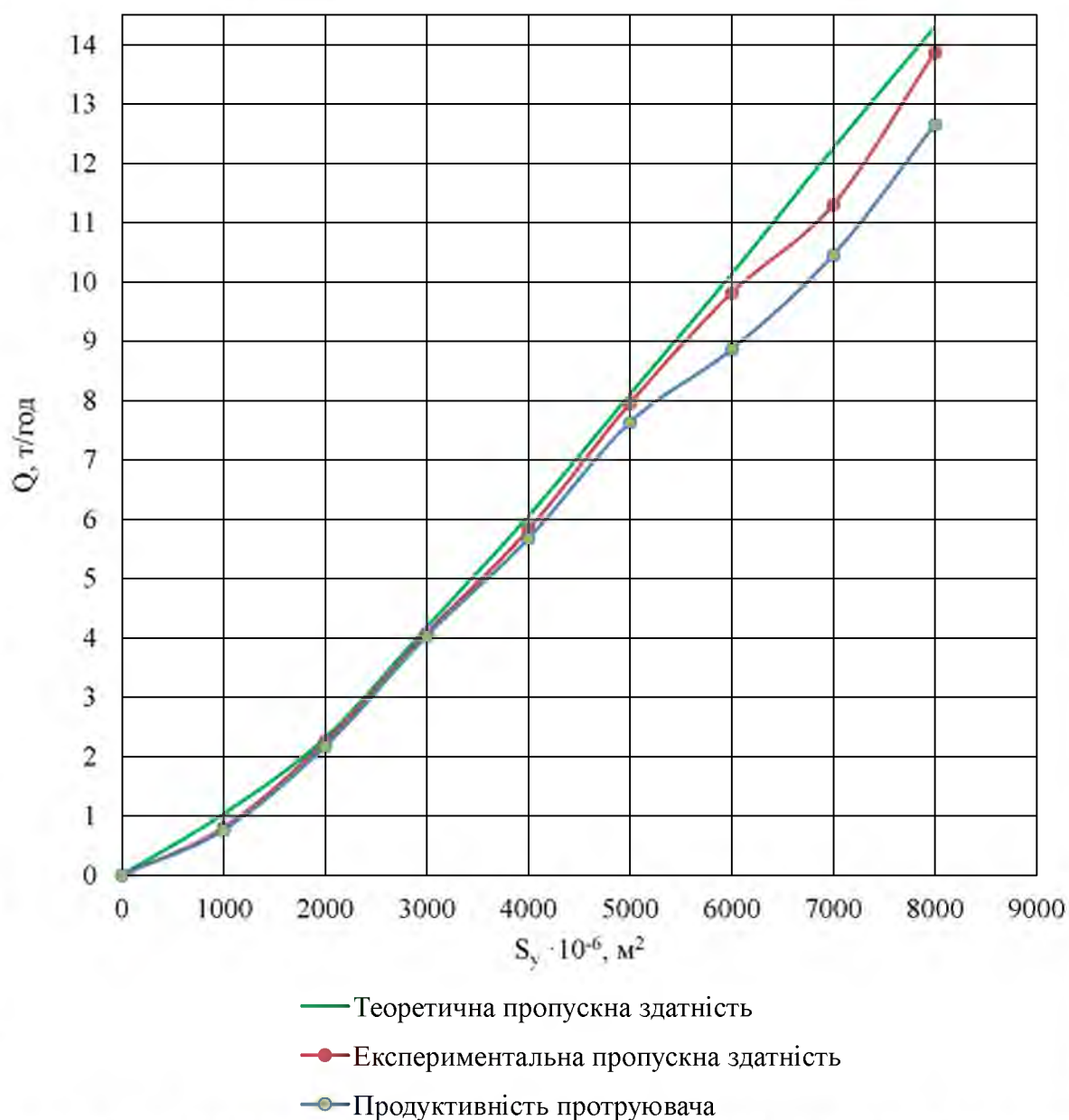


Рис. 3.6. Вплив кута відкриття заслінки дозувального апарату бункерного типу на продуктивність машини для передпосівної обробки насінневого матеріалу

3.9 Дослідження якості покриття посівного матеріалу отрутохімкатом

Базовими показниками якості процесу обробки поверхні зернівок посівного матеріалу рідким отрутохімкатом є його рівномірність розподілу як в усьому об'ємі посівного матеріалу, так і по кожній окремій зернівці, а також повнота обробки зерна. Щоб дослідити зазначені показники застосовують методи кількісного обрахунку реагуючих компонентів препаратів [14]. Як зазначають попередники [33, 48], цей метод потребує вартісного обладнання та приладів і, відповідно, високої кваліфікації обслуговуючого це обладнання персоналу. Також методики щодо визначення вказаних показників, затверджені нормативними документами, на жаль, не існує. Тому для реалізації цього дослідження скористаємося розробленою нами методикою, яка представлена в цьому розділі. Результати дослідження рівномірності покриття рідким отрутохімкатом зернин посівного матеріалу представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7
Рівномірність покриття рідким отрутохімкатом посівного матеріалу

Витрати отрутохімкату, л/т		10	8	6
Маса зернівки після обробки отрутохімкатом, г	10	47,73	47,89	47,83
	8	47,58	47,99	47,61
	6	47,41	47,91	47,89
	4	48,69	46,82	48,31
	2	47,51	47,34	47,66
Середнє квадратичне відхилення значень, %		0,518	0,361	0,401
Середня генеральна сукупність		48,4±0,33	47,78±0,29	47,98±0,31
Коефіцієнт варіації вибірки v , %		0,9	0,7	0,8
Помилка $S_{\bar{y}}$, г		0,183	0,122	0,141

За даними таблиці 3.7 повнота обробки посівного матеріалу рідким отрутохімкатом для машин для протруювання посівного матеріалу перед

посівними роботами складає від восьмидесяти семи до дев'яносто семи відсотків, що є у цілковитій відповідності існуючим агротехнічним нормам для такого класу машин 100±20 %. Таким чином, оброблений нами посівний матеріал може використовуватися для посіву та подальших досліджень.

Оскільки за таблицею 3.7 значення коефіцієнтів варіацій невисокі, то можна зазначити, що покриття рідким отрутохімкатом усієї маси посівного матеріалу є рівномірним, отже якість обробки усього матеріалу також висока.

За таблицею 3.7 значення середньої генеральної сукупності лежить в нормативно дозволених границях для значення показника Стюдента рівному

3,11. Проте, рівномірність покриття отрутохімкатом усієї маси посівного матеріалу ще не свідчить про якість обробки кожної зернини окремо. В загальній масі можуть бути насінини непокриті отрутохімкатом.

Для дослідження рівномірності покриття отрутохімкатом окремих зернин застосовували кольорове фарбування отрутохімкату. Для фарбування обрали яскраво зелений колір. Результати дослідження наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8.

Дослідження рівномірності розподілу зафарбованого рідкого отрутохімкату по поверхні зернівки

Витрати отрутохімкату, л/т	10	8	6
Кількість зернівок після обробки отрутохімкатом, шт	10	8	6
	98	83	66
	8	76	82
	6	91	69
	4	92	90
	2	82	78
Середнє квадратичне відхилення значень, %	4,34	5,96	8,64
Середня генеральна сукупність	91±4,1	85±3,6	77±5,7
Коефіцієнт варіації вибірки v , %	4,8	7,1	11,1
Помилка $S_{\bar{y}}$, г	1,52	1,89	2,8

За таблицею 3.8 при стабільній встановленій продуктивності машини із скороченням витрат отрутохімікату рівномірність покриття кожної зернини отрутохімікатом погіршується. Нормативне значення відхилення складає $\pm 20\%$.

Під час наших експериментів такі відхилення було отримано при витраті рідкого отрутохімікату рівній понад сім літрів на тону, що підтверджує результати аналітичних досліджень. За таблицею 3.8. середня генеральна сукупність при значенні параметра Стьюдента рівна 2,24, що потрапляє в допустимі межі.

3.10. Висновки до розділу 3

1. Повнота і якість покриття насінневого матеріалу рідким отрутохімікатом з використанням машини для передпосівної обробки насінневого матеріалу відповідає встановленим агротехнічним нормам $100 \pm 20\%$ і складає 89 – 97%.

2. Зменшення витрат рідкого отрутохімікату спричиняє погіршення рівномірності покриття ним поверхні як окремих зернин, так і усєї маси посівного матеріалу. Рекомендується для машин для протруювання посівного матеріалу встановлювати витрати рідкого отрутохімікату на рівні від семи до десяти літрів на тону. Ці дані підтверджені як аналітичними, так і експериментальними дослідженнями.

3. Частина механічно пошкодженого зерна посівного матеріалу при разовому проходженні через оброблювальну машину не перевищує половини відсотка, що відповідає нормативним вимогам.

РОЗДІЛ 4

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРОТРУЮВАЛЬНОЇ
МАШИНИ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЕВОГО
МАТЕРІАЛУ4.1. Здійснення енергетичної оцінки та порівняння розробленої
машини з передпосівної обробки насіннєвого матеріалу з машиною ПС-10

Здійснення енергетичної оцінки дозволяє порівняти як відомі так і розроблені технології, їх перспективність щодо енергоефективності порівняно з тими, що вже використовуються. Основним параметром енергетичної оцінки технологій під час передпосівної обробки насіннєвого матеріалу є показник енергетичної ефективності [19, 48].

Як базовий варіант обрано конструкцію машини ПС-10АМ з продуктивністю десять тон на годину. Продуктивність розробленого варіанту машини для передпосівної обробки насіннєвого матеріалу беремо рівною в межах семи – десяти тон на годину. Порівняльний та енергетичний аналіз розробленої конструкції машини для передпосівної обробки отрутохімікатом насіннєвого матеріалу з машиною ПС-10 здійснювали за методикою [19, 48].

Порівняння здійснювалося за коефіцієнтом енерговитрат:

$$k = \varepsilon_1 / \varepsilon, \quad (4.1)$$

де ε , ε_1 – витрати енергії на хімічну обробку одиниці матеріалу за базовим і розробленим зразками машини, МДж/т.

Загальні витрати енергії на хімічну обробку 1 об'єму посівного матеріалу:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{пр}} + (\varepsilon_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{мп}} + \varepsilon_{\text{приміщ}}) / P_{\text{обл}}, \quad (4.2)$$

де $P_{\text{обл}}$ – змінна продуктивність машини-протруювача насіння, т/год;

$\varepsilon_{\text{приміщ}}$ – енергоспоживання приміщень, МДж/т; $\varepsilon_{\text{мп}}$ – енергоспоживання машини-протруювача, МДж/т; $\varepsilon_{\text{пр}}$ – енерговитрати праці робітників, МДж/год;

$\varepsilon_{\text{п}}$ – прямі енергетичні витрати, МДж/т; ε – загальні енергетичні витрати, МДж/т.

Прямі витрати енергії можна знайти за формулою:

$$\varepsilon_{\text{п}} = W_{\text{ен}} \cdot \mu / m_{\text{пр}}, \quad (4.3)$$

де μ – коефіцієнт вираження 1 кВт год через 1 МДж ($\mu = 3,6$); $m_{\text{пр}}$ – маса обробленого отрутохімікатом насінневого матеріалу за контрольний проміжок часу, т; $\varepsilon_{\text{п}}$ – енергетичні витрати, МДж/т; $W_{\text{ен}}$ – витрати електроенергії на обробку отрутохімікатом партії насінневого матеріалу за контрольний проміжок часу, кВт год.

Прямі енергетичні витрати становитимуть:

$$\varepsilon_{\text{п.баз}} = (5,6/10) \cdot 3,6 = 2,0 \text{ МДж/т.}$$

$$\varepsilon_{\text{п.розроб}} = (4,75/10) \cdot 3,6 = 1,7 \text{ МДж/т.}$$

Енерговитрати праці робітників визначають за рівнянням:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = m \cdot \alpha, \quad (4.4)$$

де α – енергетичний еквівалент енерговитрат праці робітників, МДж/осіб год ($\alpha = 0,88$); m – кількість основних працівників; $\varepsilon_{\text{пр}}$ – енерговитрати праці робітників, МДж/год.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 1 \cdot 0,88 = 0,88 \text{ МДж/т.}$$

Енергоспоживання машини-протруювача визначимо з рівняння:

$$\varepsilon_{\text{мп}} = \left(\frac{a_{\text{мп}}}{T_{\text{мп}}} \right) \frac{\alpha_{\text{мп}} \cdot m_{\text{мп}}}{100}, \quad (4.5)$$

де $T_{\text{мп}}$ – річний період використання машини-протруювача, год; $a_{\text{мп}}$ – річний відсоток амортизаційних відрахувань, %; $m_{\text{мп}}$ – маса машини-протруювача, т; $\alpha_{\text{мп}}$ – енергетичний еквівалент машини-протруювача, МДж/т²; $\varepsilon_{\text{мп}}$ – енергоспоживання машини-протруювача, МДж/т.

Енергоспоживання машини-протруювача становить:

$$\varepsilon_{\text{мп.баз}} = 0,324 \cdot 7,5 \cdot 104 \approx 253 \text{ МДж/т.}$$

$$\varepsilon_{\text{мп.розроб}} = 0,324 \cdot 3,5 \cdot 104 \approx 118 \text{ МДж/т.}$$

Енергоспоживання приміщень визначимо як:

$$\varepsilon_{\text{приміщ}} = 0,01 \cdot \alpha_{\text{прим}} F_{\text{прим}} \cdot a_{\text{прим}} / T_{\text{прим}}, \quad (4.6)$$

де $T_{\text{прим}}$ – річний період експлуатації приміщення за умов працюючого устаткування, год; $\alpha_{\text{прим}}$ – річні амортизаційні відрахування, %; $F_{\text{прим}}$ – площа

машини-протруювача, m^2 ; $\alpha_{\text{прим}}$ – енергетичний еквівалент приміщень, $MДж/m^2$;

$\epsilon_{\text{приміщ}}$ – енергоспоживання приміщень, $MДж/т$.

$$\epsilon_{\text{приміщ}} = 301,5 \cdot 0,094 \approx 28 \text{ МДж/т.}$$

Загальні енергетичні витрати:

$$\epsilon_{\text{баз}} = 2,0 + 27,25 \approx 29,3 \text{ МДж / т.}$$

$$\epsilon_{\text{пр}} = 1,7 + 13,8 = 15,5 \text{ МДж / т.}$$

Порівняння виконаємо за коефіцієнтом енерговитрат:

$$k = 15,5/29,3 = 0,53.$$

Результати розрахунків представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Технічна характеристика і енергетична оцінка пневмомеханічного протравлювача

№ п/н	Параметр	розмірність	Значення	
			Проектований	Базовий
1	Коефіцієнт енерговитрат	-	0,53	-
2	Загальні витрати	МДж/т	15,5	29,3
3	Енергоспоживання приміщень	МДж/т	28,3	28,3
4	Енергоспоживання машини-протруювача	МДж/т	117,9	252,7
5	Енерговитрати праці робітників	МДж/т	0,9	0,9
6	прямі енергетичні витрати	МДж/т	1,7	2,0
7	Річне завантаження	т/год	50	50
8	Амортизаційні відрахування	%	16,2	16,2
9	Розряд робіт	-	IV	IV
10	Кількість основних працівників	осіб	1	1
11	Споживана потужність	кВт	5,4	8,5
12	Маса машини-протруювача	кг	350	800

4.2. Висновки до розділу 4

Відповідно до розрахунків розроблений зразок машини-протруювача має загальні енерговитрати на 45 % менші, за базовий варіант машини ПС-10. Це завдяки тому, що нова машина характеризується меншою споживаною потужністю, а також маса машини вдвічі менша.

ВИСНОВКИ

НУБІП України

1. Розглянуто методи рідинної хімічної обробки насінневого матеріалу. Встановлено, що якість передпосівної обробки матеріалу залежить як від фізико-хімічних властивостей оброблюваного препарату, так і від ступеня очищення зерна і цілісності зернин. Перед обробкою отрутохімікатами зерно слід очистити від мінеральних і механічних домішок і відбракувати пошкоджені зернини.

НУБІП України

2. Представлено принцип роботи і конструкцію обладнання для передпосівної обробки насінневого матеріалу. Визначено параметри дозуючого апарату для посівного матеріалу та кут встановлення апарату розпорошення отрутохімікату, розроблено модель процесу обробки посівного матеріалу отрутохімікатом у відповідних камерах машини для його передпосівної обробки.

НУБІП України

3. Оптимальним місцем встановлення апарату для розпорошення отрутохімікату є верхня секція камери попередньої обробки посівного матеріалу на відстані 0,5 м від місця надходження зерна. Кут нахилу площини розпорошення струменя до напрямку руху суміші із зерна, повітря та отрутохімікату рівний $46...52^{\circ}$. Довжина робочої секції камери попередньої обробки посівного матеріалу має бути рівною 0,22...0,3 м.

НУБІП України

4. Повнота і якість покриття насінневого матеріалу рідким отрутохімікатом з використанням машини для передпосівної обробки насінневого матеріалу відповідає встановленим агротехнічним нормам $100 \pm 20\%$ і складає 89–97%.

НУБІП України

5. Зменшення витрат отрутохімікату спричиняє погіршення рівномірності покриття ним поверхні як окремих зернин, так і усієї маси посівного матеріалу. Рекомендується для машин з протруювання посівного матеріалу встановлювати витрати рідкого отрутохімікату на рівні від семи до десяти літрів на тону. Ці дані підтверджені як аналітичними, так і експериментальними дослідженнями.

НУБІП України

6. Частина механічно пошкодженого зерна посівного матеріалу при проходженні через машину не перевищує половини відсотка.

НУБІП України

7. Розроблений зразок машини має загальні енерговитрати на 45 % менші, за базовий варіант машини ПС-10.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Михайлюк О.П. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та харчових апаратів: підручник / О.П. Михайлюк, В.В. Олійник, Г.О. Мозговий. – Харків: НУЦЗУ, 2014. – 378 с.
2. Рослинництво: підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; за ред. О. І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 591 с.
3. Берлін Н.П. Комплексна механізація передпосівної обробки насінневого матеріалу / Н.П. Берлін, С. В. Завадський – К.: Наука, 2018. – 59 с.
4. Устинів О. М. Сільськогосподарські машини: підручник для поч. проф. Освіти / О. М. Устинів. – К.: «Академія», 2014. – 438 с.
5. Матеріали III науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва» / Ред. кол.: М. Я. Шевніков (відп. ред.) та ін. – Полтавська державна аграрна академія, 2014. – 228 с.
6. Махней О. В. Математичне моделювання: навчальний посібник / О. В. Махней. – Івано-Франківськ, 2015. – 372 с.
7. Особливості технологій вирощування озимих зернових культур під урожай 2019 року (осінній комплекс робіт): рекомендації. – Оброшино, 2018. – 48 с.
8. Ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур для господарств різної форми власності / О. А. Дереча та ін. – Житомир: «Полісся», 2005. – 192 с.
9. Черенков А. В. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування / А. В. Черенков. – К.: Дніпро, 2017. – 110 с.
10. Зберігання і переробка продукції рослинництва / Г. І. Подпрятков, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. – К.: Мета, 2002. – 495 с.
11. Мірошніченко М.М. Наукові основи обробки насіння озимої за даними рослинної діагностики / М.М. Мірошніченко. – Інститут землеробства, 2013. – 32 с.

12. Кухаренко В.А. Насінневий контроль. К.: Лань, 2017. 236 с.

13. Посібник українського хлібороба. – Цит. рослинництва НААНУ. Харків, 2015. – 70 с.

14. О. В. Кващук. Круп'яні культури / О.В. Кващук. – Медобори, 2013. – 288 с.

15. Марков І. Л. Рубан Довідник із захисту польових культур від хвороби та шкідників / І. Л. Марков, М.Б. Рубан. – Київ, 2018. – 396 с.

16. Насіння – золотий фонд урожаю 2015. – Agroexpert, 2015. – 200 с.

17. Насіння сільськогосподарських культур сортові та посівні якості : ДСТУ 2240-93. – [Чинний від 24.09.1993]. – К. : Держстандарт України, 1993. – 48 с. – (Національний стандарт України).

18. Сільськогосподарська техніка. Методи технологічного оцінювання техніки на етапі випробовування : ДСТУ 4397:2005. – [Чинний від 01.01.2006]. – К. : Держстандарт України, 2006. – 56 с. – (Національний стандарт України).

19. Техніка сільськогосподарська мобільна. Методи визначення дії ходових систем на ґрунт : ДСТУ 4521:2006. – [Чинний від 01.03.2006]. – К. : Держстандарт України, 2006. – 78 с. – (Національний стандарт України).

20. Машини сільськогосподарські. Методи оцінювання пристосованості до технічного обслуговування : ДСТУ 4521:2007. – [Чинний від 15.02.2007]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 36 с. – (Національний стандарт України).

21. Сільськогосподарські машини. Вимоги щодо безпеки. Частина 6. Обладнання для захисту рослин : ДСТУ ISO 4254-6:2006. – [Чинний від 01.01.2006]. – К. : Держстандарт України, 2006. – 24 с. – (Національний стандарт України).

22. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань температури. Контактні засоби вимірювань температури. ДСТУ 3742-98. [Чинний від 01.01.1999]. – К. : Держстандарт України, 1999. – 65 с. (Національний стандарт України).

23. <https://omx.ua/protravlivatel-semvan-ps-5/>

24. <https://trevd-agro.com.ua/ua/p1022424508-protravlivatel-semvan-respublika.html>

25. <http://rprn.narod.ru/pr14.htm>

26. <https://kaskady.com.ua/lok-i-elevator/protravitel-semya/protrovitel-semvan-ps-20-remkom>

27. <http://retkusk.ru/index.php/2016-08-14-16-21-16/new/2011-07-21-07-41-05/2-10.html>

28. http://k-a-t.ru/sxt/3-zashita3_PSSH-5/index.shtml

29. <https://www.agrokhim.com.ua/publication-23>

30. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання : ДСТУ 8302:2015. – [Чинний від 22.06.2016] – К. : Держстандарт України, 2016. – 65 с. – (Національний стандарт України).

31. Сільськогосподарські та меліоративні машини: підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

32. Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / С.М. Каленська. – Вінниця, 2015. – 448 с.

33. Протравлювачі насіння. Результати тестувань / Л. Погорілий та ін. – УкрНДЦПВТ ім. Л.Погорілого, 2004 р. – 5 с.

34. Бадьорна Л. Ю. Технологія в галузях рослинництва / Л. Ю. Бадьорна – Аграрна освіта, 2009 р. – 666 с.

35. Петро В.М. Наукове обґрунтування енергозберігаючих процесів та обладнання для протравлювання насіння. – Харків: Агрореферат, 2006. – 28 с.

36. Технологічна лінія передпосівної обробки насіння зернових в полі високочасотного коронного розряду / Шебанін В.С., Кешкін Д.Л., Захаров Д.О. – Миколаїв, 2016. – 6 с.

37. Донець М.М. Насінництво з основами селекції / М.М. Донець. – Київ, 2017. – 337 с.

38. Машини для протруювання насіння: огляд конструкцій / В.В. Войновський, А.С. Войновська, В.І. Малишок. – УкрНДЦПВТ ім. Л.Погорілого, 2010. – 7 с.

39. Голуб Е.Д. Методи оцінки якості зерна. Львів: Освіта, 2016. 215 с.

40. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр С.Д., Кочубей М.І., Іванцов П.Д. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 405 с.

41. Основи методології та організації наукових досліджень: навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнтів / за ред. А. С. Конверського. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 352 с.

42. Рейтій О.К. Теоретична механіка (методичний посібник з лабораторних робіт). Частина II. Динаміка матеріальної точки / О.К. Рейтій. – Ужгород: Говерда, 2006. – 76 с.

43. Теорія сільськогосподарських машин. Практикум: навч. посіб. за ред. С.С. Яцуна / Д.П. Войтюк, С.С. Яцун та ін. – К.: Аграрна освіта, 2006. – 156 с.

44. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року / за ред. Ю.О. Лупенка, В.Я. Месель-Веселяка. – К.: ННЦ «ІАЕ», 2017. – 182 с.

45. Танчик С. «Землеробство та гербологія» / С. Танчик. – НАУ, 2008.

46. Сучасний стан та перспективи розвитку галузі рослинництва в Херсонській області / О. В. Аверчев, Н. О. Аверчева. – Херсон, 2014. – 34 с.

47. Аграрна економіка і ринок / Р. А. Іванух, С. Л. Дусановський, Є. М. Білан. – Тернопіль: Збруч, 2003. – 305 с.

48. Мойсейченко В.Ф. Основи наукових досліджень в агрономії / В.Ф. Мойсейченко, В.О. Єщенко. – К.: Вища школа, 1994. – 334 с.

49. Петровський О. М. Технологія передпосівної стимуляції насіння високочастотним електромагнітним полем / О. М. Петровський. – Полтава, 2013.

50. Білінська В. Сучасні інноваційні технології в сільському господарстві: основна характеристика та перспективи впровадження / В. Білінська. – Київ, 2015. – 7 с.

51. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / І. Ф. Мелажник, П. С. Циганков та ін. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.

52. Використання засобів захисту рослин у сільському господарстві / О. В. Ходаківська, А. Ф. Челобітко, С.Г. Корчинська та ін. – Київ, 2017. – 347 с.

53. Гевко Р. Інженерна методика розрахунку конструктивно-енергетичних параметрів пневмомеханічного конвеєра для транспортування сипучих матеріалів / Гевко Р., Романовський Р., Дзюра В. // Вісник ТНТУ. – 2010. – Том 15. – № 3. – С. 54–58.

54. Тимошенко С.П. Протруювачі насіння: порівняльна характеристика. Проблеми і дослідження / С.П. Тимошенко, О.М. Вечерова // Техніка і технології АПК. – 2010. – №4(7). – 15 с.

55. Подпратов Г.І. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник / Г.І. Подпратов, В.І. Рожко, Л.Ф. Скалецька. – К. : Аграрна освіта, 2014. – 393 с.

56. Кирпа М. Я. Аналіз та обґрунтування систем і технологій зі зберігання зерна / М. Я. Кирпа. – Київ, 2014. – 4 с.

57. Дацишин О.В. Технологічне обладнання зернопереробних і олійних виробництв / О. В. Дацишин. – Вінниця, 2009. – 488 с.

58. Протруювачі, які користуються попитом // Пропозиція. – 2016. – № 4. – С. 180–182.

59. Машини для хімічного захисту рослин / за ред. В.І. Кравчука, Д.Г. Войтюка. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. – 184 с.

60. Дерев'яно Д.А. Механіко-технологічне обґрунтування процесів зниження травмування насіння зернових культур технічними засобами / Д.А. Дерев'яно. – Житомир, 2018. – 491 с.

61. Показчик галузевих нормативних документів на технічні вимоги та методи випробувань сільськогосподарської техніки / О. Бадзюх, Л. Лисак, В. Погорілий, Т. Цема. – УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2016. – 34 с.

62. Колодійчук В.А. Ефективність логістики зерна та продуктів його переробки / В.А. Колодійчук. – Львів, 2015. – 574 с.

63. Фокін А. Протруєння насіння: історія та сучасний асортимент / А. Фокін. – К. : Аграрна освіта, 2009.

64. Методики випробування і застосування пестицидів / Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін.; за ред. С.О. Трибеля. – К.: Світ, 2001. – 448 с.

65. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цюнь. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 288с.

66. Кирпа М. Я. Базілева Особливості травмування насіння кукурудзи та методи його попередження / М. Я. Кирпа, Ю. С. Базілева. – Дніпропетровськ, 2002. – 4 с.

67. Вплив чинників післязбиральної обробки зерна на якість насінневого матеріалу / І.Г. Гарбар, Д.А. Дерев'янка, С.М. Герук // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – 2010. – Вип 40., Ч. 1. – С. 3–6.

68. Демидов О.А. Ліцензійні умови провадження господарської діяльності з проведення фумігації (знезараження) об'єктів регулювання, визначених Законом України «Про карантин рослин», які переміщуються через державний кордон України та карантинні зони / О. А. Демидов. – 7 с.

69. Ковальова О. О. Планування і обробка результатів експерименту / О. О. Ковальова, Г. І. Благодарна. – Харків, 2014. – 74 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України