

ПОЛТАВСЬКА ДЕРЖАВНА АГРАРНА АКАДЕМІЯ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технологій та обладнання переробних і харчових виробництв

Пояснювальна записка
до дипломної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
«магістр»
бакалавр, магістр

на тему: «Удосконалення протравлювача насіння барабанного типу»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва

назва ОПП

спеціальності 208 Агроінженерія

код та найменування спеціальності

ступеня вищої освіти «магістр» групи

ВАСЕЦЬКИЙ Я. В.

Прізвище та ініціали студента

Керівник: **САКАЛО В. М.**

Прізвище та ініціали керівника

Рецензент: **ІВАНКОВА О. В.**

Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність. На сьогоднішній день на ринку представлено досить велику кількість протручувачів барабанного типу, що мають ряд переваг, порівняно з попередніми конструкціями. Серед яких можна виділити такі як режими роботи без механічного впливу на насіння і як наслідок низькі показники травмованості, універсальність з обробки насіння різних сільгосп культур, висока продуктивність. Однак суттєвим недоліком протруйників барабанного типу є складність точного дозування препарату залежно від маси насіння, а також нерівномірність розподілу препарату поверхнею насіння.

Найбільшу точність дозування та рівномірність покриття насіння забезпечують протруювачі порційної дії. Насіння подається в протруювач порціями маса яких зважується з високою точністю. Потім порційним насосом змішувальний ротор, залежно від маси насіння, подається певний обсяг препарату. Після закінчення розподілу препарату на поверхні насіння чергова порція насіння вивантажується. Порційний принцип роботи забезпечує точне дозування та рівномірний розподіл препарату по поверхні насіння, проте значно ускладнюється конструкція протравлювача та знижується продуктивність. Поточний принцип роботи значно підвищує продуктивність протруювання, але знижується якість протруювання. Протруйники барабанного типу прості в конструкції, продуктивні та універсальні, тому що можуть використовуватися для потокового та порційного протруювання насіння зернових культур захисно-стимулюючими препаратами.

Тому можна зробити висновок, що серед різних типів пристроїв для протруювання насіння зернових культур найбільш перспективними для подальшого вдосконалення є протруйники барабанного типу, однак і вони не позбавлені певних недоліків. Це диктує необхідність детального вивчення та розкриття особливості технологічних процесів різних типів протруювачів і на цій основі синтезувати нові конструктивні рішення, що забезпечують високу продуктивність, мінімальне травмування при дотриманні необхідних критеріїв якості.

Мета дослідження – підвищення якості нанесення захисно-стимулюючих препаратів на поверхню насіння барабанним протруювачем шляхом удосконалення робочого процесу та обґрунтування його раціональних конструктивно-технологічних параметрів.

У відповідності до мети в роботі вирішувались наступні завдання:

- розробити конструктивно-технологічну схему барабанного протравлювача, що складається з вставок, що чергуються, мають різні кінематичні характеристики взаємодії з оброблюваним матеріалом.
- виявити залежність показників технологічного процесу від кінематичних режимів роботи барабанного протруювача насіння з кільцевими вставками та обґрунтувати його конструктивно-технологічні параметри.;
- надати оцінку рівня потенціального небезпеки для природного навколишнього середовища та провести аналіз потенціальним можливостям виникнення аварійнонебезпечним ситуаціям при використанні нового технологічного засобу;
- оцінити економічну ефективність використання розробленого протравлювача при приготуванні кормових сумішей.

Об'єкт дослідження – технологічний процес протравлювання зерна.

Предмет дослідження – закономірності робочого процесу нанесення захисно-стимулюючих препаратів на насіння та взаємозв'язку якості протруювання з конструктивно-технологічними параметрами барабанного протруювача.

Методика досліджень. Постановку експериментальних досліджень проводили відповідно до чинних стандартів і розроблених індивідуальних методик.

Обробка результатів досліджень проводилася за допомогою ПК та використанням програмних продуктів: Microsoft Excel, математичного редактора STATISTICS.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

Отримана комп'ютерна тривимірна модель дослідження поведінки насіння в обертаючому робочому органу барабанного типу та процесу зіткнення між собою та конструктивними елементами барабану.

Практичне значення одержаних результатів полягає у:

- запропонована конструкція барабанного протруювача насіння кільцевими вставками може використовуватися для виготовлення як в умовах господарства, так і в серійному виробництві;
- дослідний зразок барабанного протруювача з кільцевими вставками та проведені виробничі випробування показали високу агротехнічну та техніко-економічну ефективність запропонованого рішення.

1 СТАН ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Класифікація та основні напрямки розвитку протруювачів насіння сільськогосподарських культур

З технологічної точки зору, основною відмінністю пристроїв для протруювання насіння є спосіб нанесення протруйника на поверхню насіння та особливості конструктивних рішень для його здійснення. Технологічний процес обробки зерна захисно-стимулюючими препаратами в пристроях для протруювання насіння залежить від їх конструктивних особливостей, що виражаються в принципових відмінностях контактної взаємодії препаратів з насінням та способах нанесення того чи іншого препарату на поверхню насіння.

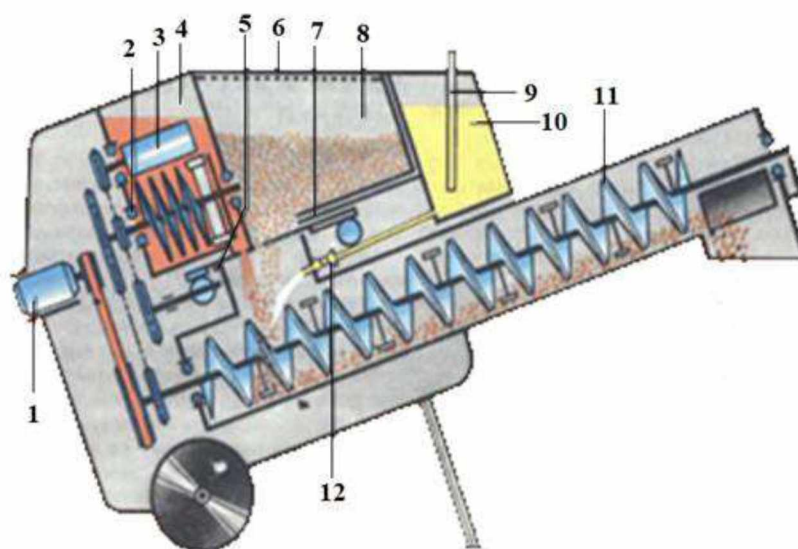
Загальна класифікація протруювачів приведена на рисунку 1.1.

Шнекові протруйники переважно застосовуються в малих господарствах з невеликими площами [15]. Широке поширення у вітчизняних підприємствах набули пристрої мобільного типу марок ПС-10А та ПСШ-5 вітчизняного виробництва (рис. 1.2). Також має місце поширення протравлювачів, виготовлених кустарним способом або існуючі в одиничному екземплярі як експериментальний зразок. Незважаючи на недоліки, у науковій літературі зустрічаються дослідження вдосконалення конструкції шнекового протруювача [9]. Протравлювачі даного типу відрізняються простотою конструкції, швидкістю обслуговування, низькою вартістю. Протруювання насіння за допомогою хімічних препаратів відбувається при обертанні шнека та взаємному перемішуванні насіння в поздовжньому та поперечному русі до виходу, де надходять у мішок або тару. При цьому тривалість перемішування цих пристроях досягає більше 3 хвилин.

Проте випуск шнекових протруювачів нині скорочується. Основні недоліки протруювачів такого типу - це високий ступінь травмування насіння, нерівномірний розподіл протруйника поверхнею насіння і низька продуктивність.

за характером робочого процесу	• порційної дії • безперервної дії
За виконанням	• стаціонарний • пересувний • самопересувний
за способом полаті насіння в зону протравлювання	• механічний • пневмомеханічний • пневматичний
По конструкції органу розпилення	• форсунка • барабаний розпилювач • дисковий розпилювач • штаноговий розпилювач
За способом нанесення препарату на насіння	• з пересувний пристроєм • безпосередньої дії
За конструкцією камер протравлювання	• зі шнековим пересувним пристроєм • камерні з розсіючим конусом • камерні з каскадним решетом • камерні з гвинтовою поверхнею

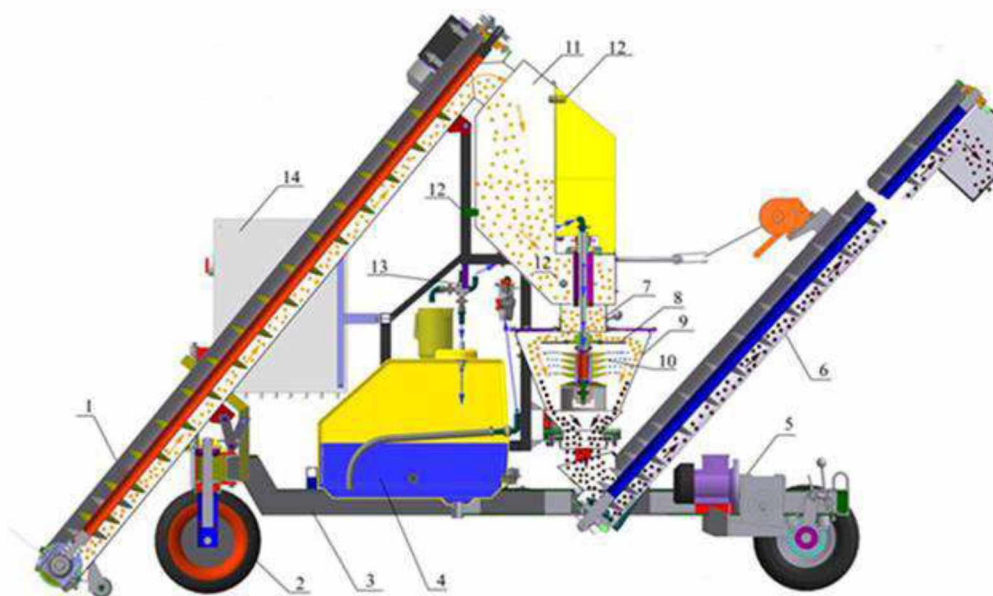
Рисунок 1.1 – Класифікація протруювачів



1 електродвигун; 2 – живильник; 3 – ворошилка; 4 – бункер із препаратом; 5 – заслінка дозатора сухого препарату; 6 – сітка; 7 – заслінка дозатора насіння; 8 – бункер із насінням; 9 – зрівняльна трубка; 10 – резервуар із робочою рідиною; 11 – шнек; 12 – дозуючий кран

Рисунок 1.2 - Протруювач насіння шнекового типу ПСШ-3

Пристрої для обробки насіння перед посівом камерного типу (рис. 1.3) перевищують за продуктивністю шнекові протруйники [22]. Невипадково цей тип протравлювачів займає найбільший сегмент ринку. Це зарубіжні – Petkus CT-10 (Німеччина), Petkus CT-25 (Німеччина), Cimbria CC150 (Німеччина), Cimbria CC250 (Німеччина), ПС-20 (Україна), ПСМ-25 (Росія), ПС-10 (Росія), ПС-10А (Росія), та ін. Дані пристрої мають камеру з розташованими в ній відцентровими розкидувачами та розпилювачами, що подають препарат у рідкому вигляді та обробляється посівний матеріал.



1 - шнек завантажувальний; 2 – колеса; 3 – рама; 4 – бак із робочою рідиною; 5 – двигун; 6 – шнек для розвантаження; 7 – дозатор насіння; 8 – диск дозатора; 9 – камера протруювання; 10 – форсунка; 11 – бункер; 12 – датчик рівня насіння; 13 – вузол розподілу рідини; 14 – шафа управління

Рисунок 1.3 - Технологічна схема протруювача ПС-20

Основні переваги протруювачів камерного типу – це можливість розпилення рідкого препарату при регульованих витратах рідин та суспензій. Це дозволяє скоротити витрату рідини для протруювання на 25-40% [5]. Основними недоліками даних пристроїв є травмування насіння стінки камери протруювання через високі швидкості обертання відцентрового диска дозатора, можливість витоку препарату за межі камери протруювання, обмежений вид насіння і низька продуктивність.

Перевага протруювачів порційної дії полягає в тому, що в чашу змішувача камери протруювання спочатку подається певна кількість насіння, а потім виходячи з ваги даної порції насіння відміряна кількість робочої рідини. Що дозволяє з високою точністю дозувати норму, а тривалістю перебування в чаші змішувача отримувати високу рівномірність покриття (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 - Порційний протруювач камерного типу Petkus CT-100

Незважаючи на всі переваги таких пристроїв, їх основним недоліком є дискретність робочого процесу, що істотно знижує продуктивність і ускладнює їх монтаж у лінії потокової дії.

Найбільш перспективними для подальшого вдосконалення є протруйники барабанного типу. Барабанні протруйники конструктивно прості, мають високу продуктивність та мінімальні показники травмування насіння. Протруйники барабанного типу (рис. 1.5), порівняно з попередніми типами конструкції протруйників, універсальні з обробки насіння різних зернових культур, можливість використання при сухому, напівсухому, дражуванні, використання в поточкових і порційних лініях.

Нанесення препарату на поверхню насіння в барабанних протруювачах забезпечуються за рахунок взаємного перемішування насіння та препарату при каскадному режимі роботи барабана без механічного впливу додаткових пристроїв та

деталей (у шнекового – для перемішування служить шнек, у камерного – диск дозатор) [1].

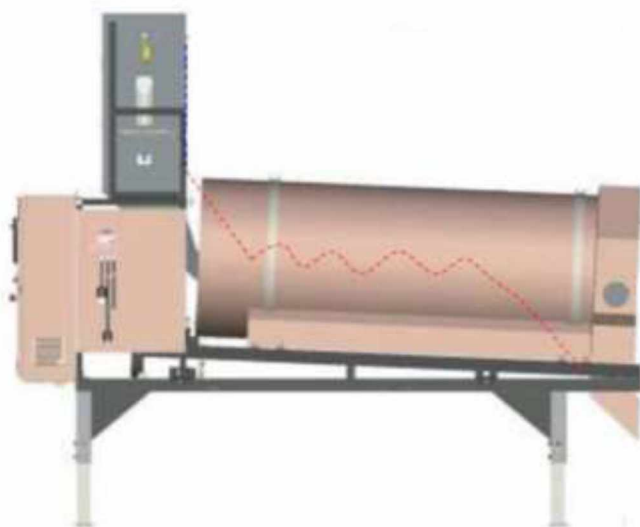


Рисунок 1.5 - Протруювач насіння барабанного типу потокової дії Bayer CF35

Відомі різні конструктивні рішення, спрямовані на підвищення якості робочого процесу барабанного протруйника, з розміщеними всередині барабана напрямних елементів для зміщення зернового шару під час протруювання у вигляді лопатей для розподілу твердого протруйника або робочої рідини [1]. Також є технічні пристрої для протруювання, що складаються з циліндричного барабана, виконаного у вигляді тіл обертання, внутрішня поверхня яких виконана у вигляді гвинтових канавок [9]. Недоліком зазначених пристроїв є те, що взаємне перемішування насіння здійснюється в площині обертання і значною мірою визначається геометрією і кінематикою барабана без урахування шорсткості внутрішньої поверхні циліндра і без урахування впливу сил тертя оброблюваного насіння. Сили тертя безпосередньо залежать від коефіцієнтів тертя як насіння, так і матеріалу внутрішньої стінки, що мають відмінності за видами зернових культур та їх стану, зокрема вологості, яка в процесі протруєння кардинально змінюється.

Одним з вузьких місць протруювача барабанного є недостатня рівномірність покриття протруйника поверхнею насіння і не повною мірою вивчені та використані можливості режимів руху зернового матеріалу по внутрішній поверхні барабана.

Вважаємо, що серед пристроїв для передпосівної обробки насіння зернових культур препаратами, найбільш перспективними у вдосконаленні, за багатьма

показниками є протруйники барабанного типу. Однак, дані типи протруювачів поступаються якістю нанесення препаратів на насіння протруювачам порційної дії. При роботі в режимі порційної дії компоненти періодично завантажують змішувач у точному співвідношенні, що забезпечує стабільну його роботу навіть при подачі різної кількості насіння. Барабанні протруйники працюють в режимі безперервної дії, при якому компоненти транспортуються до розвантажувального люка одночасно перемішуючи, що дозволяє сприяє підвищенню продуктивності.

Існуючі конструкції пристроїв барабанного типу для передпосівної обробки насіння рідкими препаратами мають конструктивний недолік, виражений в низькій інтенсивності перемішування зерна. збільшення норм витрати препарату до виконання агротехнічних вимог. Звідси виникає завдання пошуку рішень для підвищення процесу взаємного перемішування насіння в барабані.

1.2 Сучасні уявлення про процес протруювання насіння

Теоретичними та експериментальними дослідженнями, пов'язаними з процесами передпосівної обробки насіння займалися Калашніков К.Я., Волков С.М., Шапіро Л.Д., Млявих В.А., Кубєєв У.І., Бондаренко Н.В., Нуруллін Е.Г., Суханової М.В., Клименко В.І., та ін [14, 4, 19]. Кінематика руху насіння в барабані, що обертається, і питання розпилення рідин і утворення крапель аерозолі досліджені в працях, Резніченко М.Я., Гонора А.Л., Камалетдінова Р.Р., Хасановим Е.Р., Волощука В.М., Дитякіна, Ю.Ф., Дунського В.Ф., Нікітіна Н.В., Соколова М.С., Левіна Л.М., Галустова В.С., Літошньова М.М. та інших вчених [18,25,28].

У працях цих вчених зазначається, що нанесення на поверхню насіння відбувається внаслідок перемішування завантажених у нього компонентів, насіння та захисно-стимулюючих препаратів та їх контактної взаємодії. Однорідність або якість перемішування припускає, що всі компоненти мають бути рівномірно розподілені у всьому обсязі. Насправді такого досягти неможливо. Розмаїття становища окремих частинок компонентів нескінченно, тому їх співвідношення будь-якої миті буде випадковою величиною. Тому, використовувані сьогодні методи оцінки ефективності перемішування (тобто якості суміші зерна та препарату) ґрунтуються на

статистичних показниках. Оскільки закони руху для систем з багатьма випадковими величинами дуже складні, практично якість перемішування оцінюють за рівномірністю їх розподілу обсягом суміші однієї з компонентів для цього суміш умовно вважають двокомпонентною.

Смілік В.А. вважає, що «ефективність протруювання залежить від ступеня та рівномірності покриття поверхні насіння захисно-стимулюючим препаратом, яка безпосередньо залежить від питомої витрати препарату» [25]. Тому на якість протруювання та фактичне нанесення препарату на поверхню насіння надає значення питомої витрати препарату, що є непрямим показником дійсного рівномірного покриття насіння препаратом.

Найбільшого поширення як критерій оцінки якості перемішування отримав коефіцієнт випадковостей (варіації) V_c , чим вище цей показник, тим нижча якість перемішування.

Якість протруювання характеризується ступенем рівномірності розподілу частинок робочої рідини по поверхні насіннєвого матеріалу і залежить від багатьох фізичних параметрів, у тому числі густини, вмісту домішок, форми, розмірів, стану поверхні, вологості, сил тертя, адгезії компонентів і т.д.

Перемішування, сам собою складний технологічний процес, для визначення закономірностей утворення однорідної суміші основним питанням є залежність переміщення насіння у часі від інтенсивності контактної взаємодії задля забезпечення якісного результату протравлювання. Більшість досліджень направлено «на дослідження змін розподілу компонентів залежно від тривалості перемішування та режиму роботи змішувальної установки» [1]. Роботи з аналітичного опису процесу перемішування практично відсутні, значна частина досліджень проводилась експериментально. У зв'язку з цим універсальної математичної моделі процесу перемішування багатокомпонентної серед наукової літератури немає, звідси допускаються різні спрощення для її побудови.

Так, частина авторів визначають однорідність та якість перемішування визначають ступенем змішування, що визначається за формулою [1]:

$$\theta = 1 - e^{-t/g\varphi}, \quad (1.1)$$

де θ - число, що показує однорідність перемішування; t – час змішування; φ - показник, інтенсивність змішування; e – основа натурального логарифму.

Інші вважають, що кінематики процесу перемішування характеризують співвідношенням між величиною поверхні дотику компонентів та часом перемішування [1].

$$S = S_{\max} \cdot (1 - e^{t g \varphi}), \quad (1.2)$$

де S - поверхня дотику компонентів в момент часу t ;

$S_{\max}$ - максимально можлива поверхня контакту.

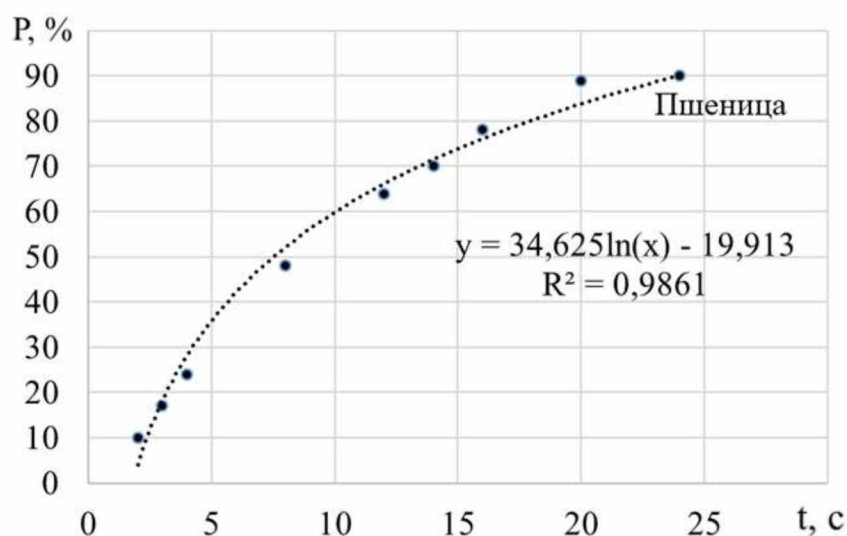
Ряд авторів розглядали процес перемішування, виходячи з ймовірності того, що цей процес аналогічний дифузії газів. Камалетдинов Р.Р. [18] «для дослідження технологічного процесу роботи пневматичних розподільчих систем зернових сівалок запропонував кінематику та динаміку насіннєвого матеріалу за допомогою методу двофазних течій «газ – тверді частинки»». Такий ймовірнісний підхід передбачає використання багаторазової взаємодії насіння з протруйником у повітряному потоці, що, безсумнівно, підвищує якість обробки насіння. Хасанов Е.Р. розвинув цю теорію [27]. На його думку, насіння подається в камеру і під впливом повітряного потоку переміщується по всьому об'єму камери. Протравлювач, за рахунок повітряного потоку дозволяє проводити обробку по всій поверхні насіння. Рівномірність і повнота протруювання насіння захисно-стимулюючим препаратом забезпечується контактом насіння з частинками препарату, що обволікає насіння з усіх боків під дією повітряного потоку. Повітряний потік проходить через всю камеру обробки, змішуючи частинки робочої рідини з насінням у вихровому потоці, що облягають за рахунок сил контактної взаємодії. Проходячи через шар насіння, потік розділяється на тонкі безперервно роз'єднуються і з'єднуються окремі струмені. Частинки переміщуються прямолінійно, стикаються з насінням та утримуються ними. Адгезійна здатність частинок робочої рідини осідати на поверхні насіння багато в чому залежить від шорсткості поверхні насіння. Також багато в цьому процесі залежить від діаметра частинки рідини. Розмір крапель аерозолію відіграє важливе значення при зачепленні та захопленні їх за рахунок торкання поверхні тіла, що

обтікається. Для отримання якісної обробки та рівномірного покриття, як вважає Хасанов Е.Р. [27], необхідно знайти оптимальну товщину потоку насіннєвого матеріалу («сита»), що проходить через зону обробки.

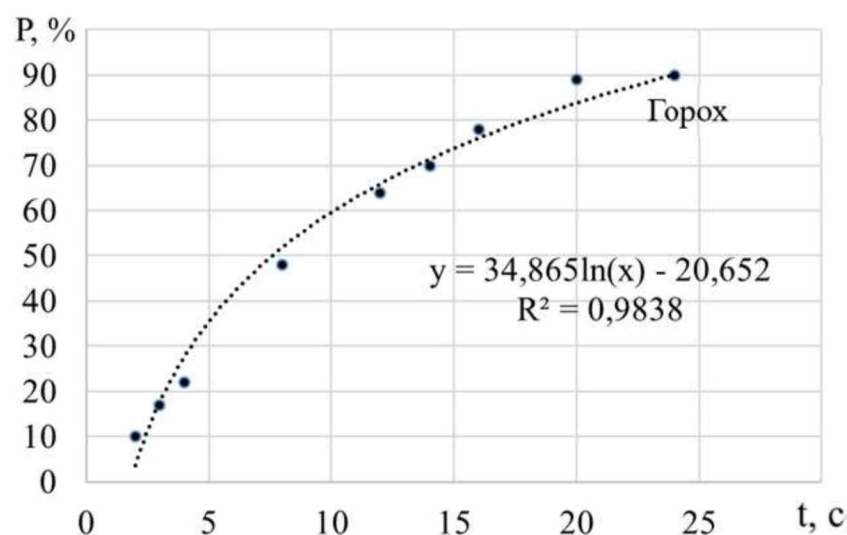
Труднощі побудови математичної моделі та системи рівнянь для газо-рідинних середовищ пов'язані зі складністю опису взаємодії препарату та насіння з газом «навіть окремої частки сферичної форми при всіх режимах її обтікання» [27]. Аналітичний опис всіх чинників, які впливають на формування технологічного процесу динаміки насіння у газовому середовищі, досить складно.

Насіння, в камері обробки, представляємо, як деяке число частинок з поверхнею, а загальну площу поверхню взаємодії насіння, що протравлюється, і частинок препарату розділяємо на рівні області. Тоді якість протруювання насіння протруювачем можна оцінити за рівномірністю розподілу поверхні взаємодії поверхнями окремих зерен. При цьому допускається, що достатньою вимогою задовільного обробітку насіння є те, щоб на кожную поверхню потрапив один елемент поверхні взаємодії [27].

Імовірність попадання на поверхню насіння захисно-стимулюючого препарату P залежить від того, що один елемент однієї поверхні взаємодії потрапляє на поверхню іншого протягом часу t . Аналіз графіків отриманих на підставі наведених вище аналітичних залежностей, наведених на рисунку 1.6 показує, що зі збільшенням часу перемішування ймовірність взаємодії препарату з поверхнею насіння збільшується. Залежно від часу обробки можливість попадання P наближається до деякого значення в межах 90%. Відповідно до агротехнічних вимог ця величина повинна бути не нижче 70% [6].



а)



б)

Рисунок 1.6 - Можливість покриття насіння захисно-стимулюючим препаратом залежно від часу перемішування t для насіння: а) - ярої пшениці; б) - гороху

Аналіз ймовірності покриття поверхні насіння протруйником показує залежність ймовірності взаємодії препарату з насінням.

Як показують графіки (рис. 1.6) зі збільшенням часу перемішування взаємодія частинок протруйника з насінням збільшується. Ефективний час перемішування компонентів важливий показник, що залежить від конструктивно-технологічних параметрів певного пристрою при заданих кінематичних режимах його роботи, але він не дає прямого показника ефективності процесу числа дотиків поверхні одного елемента з поверхнею іншого елемента, тобто зерен.

Розробкою побудови моделі частинок насіння методом дискретних елементів (DEM) переважно займалися зарубіжні дослідники. Тяньюе Сюй, Цзяньцзюнь Юй, Яцзюнь Юй, Ян Ван проаналізували форму та розмір частинок насіння сої та дійшли висновку, що форма частки насіння сої може бути апроксимована еліпсоїдом, а дисперсність за розміром може бути апроксимована нормальним розподілом. Крім того, було визначено певний функціональний зв'язок між первинним та вторинним вимірами. На цій основі розроблено підхід до моделювання частинок насіння сої на основі методу мультисфери (МС) [30].

Сі Джей Кутзі було запропоновано методику калібрування розміру частинок для проведення віртуальних експериментів з допомогою методики дискретних елементів, де використовували барабан, що обертається, для експериментального вимірювання динамічного кута спокою при різних розмірах частинок [31].

Юзеф Горабик, Марек Моленда, ґрунтуючись на наближеному рішенні рівнянь руху для кожного зерна у збиранні, виявили, що метод DEM дозволяє описувати явища руху насіння, що неможливо при підході механіки суцільних середовищ. При цьому властивості частинок і взаємодії є основними вхідними даними для забезпечення ефективного моделювання. Властивості насіння визначаються формою, розподілом за розмірами, щільністю, пружністю модулем зсуву, коефіцієнтом Пуассона і кутом природного укусу. Властивості взаємодії – це коефіцієнти реституції, статичного тертя та тертя кочення, а також адгезії [32].

Цзянбо Юаня, Чонгю Вуб та інші використовували два методи моделювання гранульованого матеріалу, метод гідродинаміки (CFD - Computational Fluid Dynamics modeling) та метод дискретних елементів (DEM - Discrete element method), і чисельно розраховували вплив швидкості вхідного повітряного потоку, діаметра та швидкості обертання циліндра сита на правила руху і характеристики, що просіюють компонентів рисової обмеленої суміші. Результати досліджень показують, що застосування методів CFD-DEM має наукове і практичне значення при розрахунку руху і характеристик, що просіюють рисово-обмолотої суміші в циліндричному ситі [33].

В даний час подібні завдання не знайшли достатньо прийнятного для поглибленого аналізу рішення при переході від розгляду одиничного до розгляду безлічі тіл, зокрема сипучих матеріалів ґрунти, суміші, в тому числі й насінневого вороху. Однак розвиток комп'ютерних технологій дозволило запропонувати методики, зокрема дискретних елементів, що дозволяють зняти обмеження за кількістю одночасно включених до розрахункових моделей тіл і отримати результати близькі до реальних у рамках віртуальних експериментів.

Методи класичної механіки, що використовуються, не дозволяють розкрити процес обробки насіння препаратами в загальному масиві зерен. Найперспективнішим є метод дискретних елементів. Дослідження показують, що аналіз руху зернового матеріалу проводять з використанням методу кінцевих та дискретних елементів. Найбільш доцільно використати метод дискретних елементів. Однак, залишаються не вивченими питання, що стосуються робочих процесів руху насіння пшениці в барабані, що обертається, з кільцевими вставками з матеріалів з різними коефіцієнтами тертя. Для цього слід створити модель зернівки пшениці та відкалібрувати. Через труднощі проведення розрахунків без використання комп'ютера, потрібно вибрати програмне забезпечення, що дозволяє проводити аналіз руху насіння.

1.3 Висновки до першого розділу

1. Проведений аналіз типових та експериментальних конструкцій протруювачей насіння засвідчив їх широку різноманітність, різну ступень ефективності та енергоємності технологічного процесу хімічної обробки насіння. При цьому основними недоліками більшості є нерівномірність нанесення препарату на поверхню насіння при високій ймовірності пошкодження зерна під час його транспортування в камері обробки.

2. Як засвідчив аналіз конструкцій, то найбільш перспективним напрямком поліпшення процесу протравлювання є застосування протравлювача барабанного типу, які можуть забезпечити високу продуктивність, належну якість обробки, меншу травмованість насіння та невисокі показники енергоємності процесу обробки.

2 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма експериментальних досліджень

Головні завдання, поставлені в даній роботі, дозволили визначити програму досліджень, що включає:

1. Розробка методики оцінки рівномірності покриття поверхні насіння препаратом;
2. Проведення лабораторних експериментів та виробничі випробування розробленої конструкції протравлювача.

2.2 Методика визначення характеристик руху зернового матеріалу по внутрішній поверхні барабана

Лабораторні роботи та експерименти проводилися на установці, загальний вигляд якої показано рисунку 2.1.

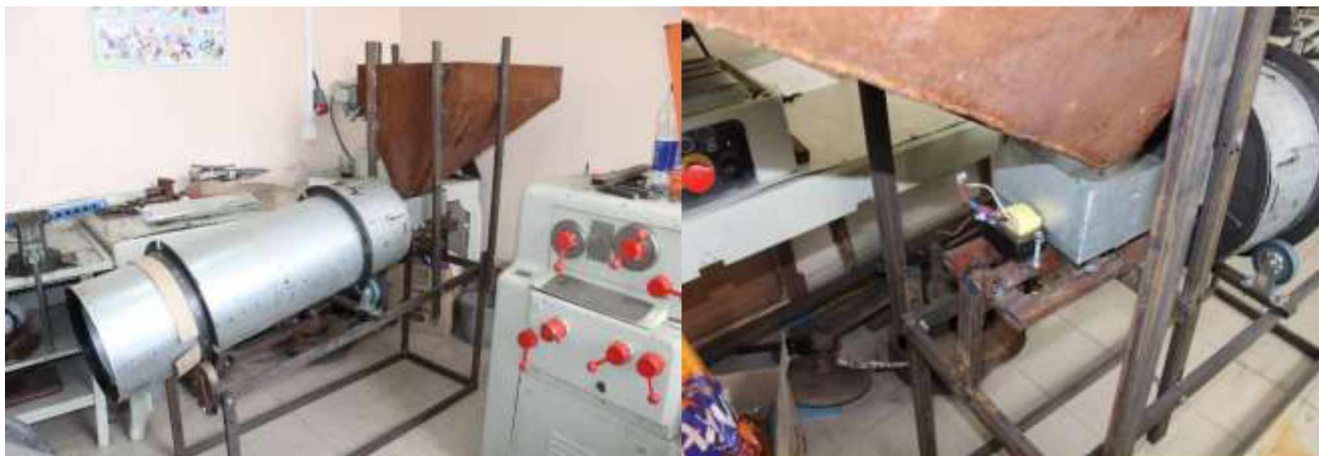


Рисунок 2.1- Експериментальне встановлення барабанного протруювача

На експериментальній установці проведено експерименти щодо визначення кутів підйому насіння пшениці. Для зміни кутової швидкості обертання застосовувався частотний перетворювач (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Частотний перетворювач «Овен» ПЛВ

За допомогою частотного перетворювача «Овен» можна змінювати частоту обертання барабанного протравлювача або кутову швидкість обертання, необхідну достовірності завдання кінематичних режимів роботи. Частотний перетворювач має можливість роботи у двох та трифазних мережах електричних змінного струму з напругою 220 та 380 Вольт. Наявність дисплея надає перетворювачу можливість оперативно змінювати його параметри.

Для визначення природних кутів укосу використовувався прилад (рис.2.3).



Рисунок 2.3 - Прилад УВТ-3 для визначення природного кута скату зернових матеріалів

Прилад УВТ-3 є воронкою для утримання сипучого матеріалу, майданчиком із встановленим градуйованим стрижнем. Насіннєвий матеріал засипається у вирву, потім вирву повільно піднімають вгору. Насіннєвий матеріал обсипається, утворюючи на майданчику насип (гірку) під певним укосом або кутом нахилу

поверхні насипу у вільно насипаному стані (без ущільнення) до горизонтально встановленої площини. По розмітці на стрижні визначається кут природного укосу.

Для зняття показників експериментальна установка умовно розбита на 14 частин із різними матеріалами та показниками коефіцієнтами тертя (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 - Загальний вид установки поділений на 14 частин

Таким чином, визначені режими та параметри, при яких забезпечується підйом насіння на максимальну висоту без падіння.

Визначено кут нахилу барабанного протруювача до горизонту та частоту обертання за допомогою частотного перетворювача напруги.

2.3 Методика визначення повноти протруювання

Повнота і рівномірність протруювання визначалася на експериментальній установці. Для цього враховувалася продуктивність барабанного протруювача. Продуктивність установки визначалася по куту нахилу до горизонту та частотою обертання барабана. Залежно від продуктивності відбиралися проби насіння після обробки (рис. 2.5). Отримані проби відправлялися до лабораторії для визначення повноти протруювання та рівномірності розподілу препарату по поверхні насіння за варіацією розподілу з використанням стандартних методів за допомогою методу рідинної хроматографії.

Визначення повноти протруювання за допомогою методу рідинної хроматографії визначити фактичний вміст препарату в пробі насіння залежно від його хімічного складу з високою точністю, виражене у відсотках норми витрати. За

результатами повноти протруювання, визначалася рівномірність покриття за коефіцієнтом варіації повноти протруювання окремого насіння. Фактично рівномірність розподілу препарату під час протруювання можна визначити лише візуально.

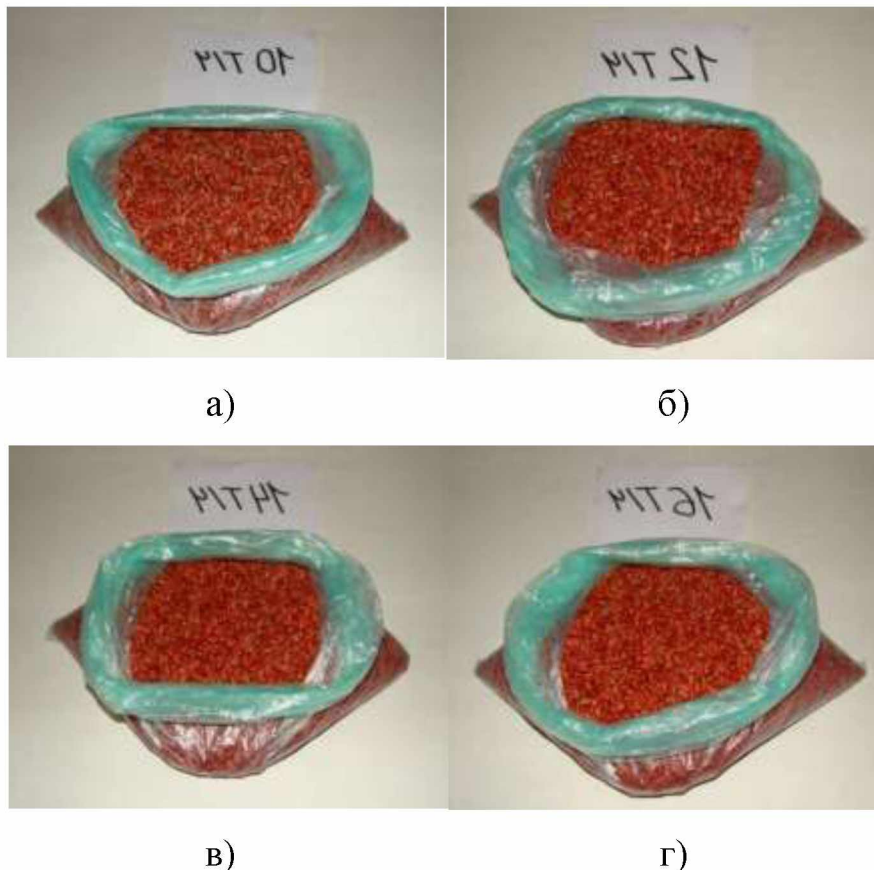


Рисунок 2.5 - Проби пшениці, оброблені при продуктивності установки: а) проба при продуктивності - 8 т/год; б) проба при продуктивності – 10 т/год; в) проба при продуктивності – 12 т/год; г) проба при продуктивності – 16 т/год;

Сьогодні для кількісного та якісного контролю обробленого насіння зернових культур використовуються фізико-хімічні методи аналізу вмісту хімічних речовин у досліджуваному об'єкті. При визначенні аналізу якісного та кількісного складу вмісту препарату в насінні використовуються методи хроматографії, що дозволяють з високою точністю та за короткий проміжок часу визначати склад об'єкта, що досліджується.

Для визначення повноти протруювання використані:

- хроматограф рідинний, з флуориметричним або спектрофлуориметричним детектором, що забезпечує збудження флуоресценції в спектральній ділянці (330 ± 20) нм та реєстрацію інтенсивності флуоресценції в спектральній ділянці (465 ± 20) нм;
- ваги ГОСТ OIML R 76-1-2011;
- колонка хроматографічна аналітична Кромасил С-18, заповнена обернено-фазовим сорбентом зерненням 5 мкм;
- колонка скляна з пришліфованою пробкою довжиною 200 мм та внутрішнім діаметром 10 мм;
- млин для подрібнення проб, що забезпечує подрібнення до частинок розміром менше 1 мм;
- випарник IP-1M2, з водяною лазнею з регулятором температури в діапазоні від 20°C до 50°C ;
- шейкер (перемішувач);
- вода дистильована за ГОСТ 6709- Воронки скляні, ГОСТ 8613-75;
- натрій сірчаноокислий за ГОСТ 4166, безводний;
- кислота оцтова за ГОСТ 61, крижана;
- ацетонітрил для рідинної хроматографії, оптична густина щодо дистильованої води при 200 нм не більше 0,025, масова частка води не більше 0,03%;
- піпетки градуйованих типів 1-3 класу місткістю 1, 2, 5 см;
- циліндри мірні 1-4 класи точності місткістю 25, 50, 250 см;
- колби плоскодонні типу П-1 або Кн-1 місткістю 50, 100, 250 см;
- колби мірні ємністю 100 - 500 см;
- пробірка для мікропроб Еппендорф, одноразового застосування (типу) місткістю 1,5 см;
- мікрошприц МШ-10, ТУ 2-833-106;
- палички скляні;
- піпетки мірні ємністю 1,2,5,10 см;
- пробірки з пробками ємністю 5см;
- циліндри мірні ємністю 50 см;
- фільтри паперові "червона стрічка".

У мірну колбу місткістю 500 см³ зі скляною, фторопластовою або поліетиленовою пробкою, що щільно закривається, поміщають 5 см³ крижаної оцтової кислоти, 215 см³ ацетонітрилу і доводять до мітки дистильованою водою. Ретельно перемішують. У плоскодонну колбу місткістю 250 см³ поміщають 200 см³ дистильованої води та 2 см³ охолодженої кислоти оцтової та перемішують.

Відповідно до ГОСТ 12036-85 «Насіння сільськогосподарських культур. Правила приймання та методи відбору проб» та МУ № 2051-79 «Уніфіковані правила відбору проб сільськогосподарської продукції, харчових продуктів та об'єктів довкілля для визначення макрокількості пестицидів» проводили відбір проб насіння.

Для визначення рівномірності обробки готували зразок розсипали на рівній поверхні тонким шаром та відбирали пробу з 50 - 60 насінин.

На стовпчик встановлювали насадку ОУ-17. Потім колонку встановлювали термостат хроматографа і кондиціонували не приєднуючи до детектора

Приготування основного та гранульованого розчину. У мірну колбу на 100 см³ з ацетоном додавали 10 мг флудіоксонілу, ретельно перемішували. Отриманий розчин з концентрацією 100 мкг/см³ флудіоксонілу розбавляли ацетоном і готували гранульовані розчини з концентрацією флудіоксонілу 0,5; 1; 2; 5 та 10 мкг/см³ по 2 мкл.

У хроматограф вводили підготовлені розчини з подрібненим насінням. За наслідками вимірювань на екран виводився графік залежності середнього значення висоти піку (мм) від концентрації флудіоксонілу в градуйованому розчині.

Для визначення повноти протруювання, колбу ємністю 250 см³ поміщали 14 г подрібненого насіння, потім заливали 50 см³ ацетон і перемішували. Отриманий розчин відфільтрували та заливали у мірну колбу на 100 см³. За допомогою піпетки заливали розчин пробірки для мікропроб. Підготовлені пробірки вставляли у відсік хроматографного випарника.

Для визначення рівномірності протруювання, було підготовлено 40 проб по 4 зернівки. Отримані проби подрібнювали та розчиняли в ацетоні при ретельному перемішуванні. Процедура отримання результатів вмісту препарату визначалася так

само, як і при визначенні повноти протруювання. Отриманий градуйований розчин за допомогою піпетки розливали у мірні пробірки 2-4 мл.

Повнота протруювання визначалася за кількісним вмістом препарату в 1 т насіння

$$X = \frac{H_{np} \cdot A \cdot V \cdot K}{H_{ст} \cdot V_1 \cdot P \cdot 1000}, \quad (2.1)$$

де X - вміст препарату в насіннєвому матеріалі, л/т;

$H_{ст}$ – висота піку стандарту, мм;

$H_{пр}$ - висота піку аналізованої проби, мм;

A - кількість стандарту, введена в хроматограф, НГ;

V – кінцевий обсяг екстракту, см³;

V_1 - об'єм алик.воти, введений в хром.атограф, мкл;

P – маса проби насіння, г;

1000 – коефіцієнт для перерахунку вмісту препарату на 1 т насіння;

K - поправочний коефіцієнт для препарату (для переведення кількості діючої речовини до препарату).

Повноту протруювання розраховували як співвідношення фактичного вмісту препарату в насінні до рекомендованої норми витрати та виражали у відсотках.

Рівномірність розподілу препарату визначалася за коефіцієнтом варіації

$$C_v = 100 \cdot \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{\sqrt{(n-1) \cdot \bar{x}}}, \quad (2.2)$$

де C_v – коефіцієнт варіації, %;

x_i – розрахунковий вміст препарату у насіннєвому матеріалі, обчислений за конкретною малою пробою, л/т;

$\bar{x}$ – середньоарифметичне значення вмісту препарату для всієї вибірки насіння, л/т;

n – кількість проаналізованих малих проб, шт.

Рівномірність розподілу препарату насіння допускається при значеннях коефіцієнта варіації трохи більше 30%.

2.4 Методика визначення рівномірності покриття поверхні зерновок препаратом

У складі захисно-стимулюючих препаратів входить барвник, для відмінності обробленого насіння від необробленого, а також оцінки якості протруювання. Однак візуальний огляд не може надати кількісну оцінку рівномірності розподілу захисно-стимулюючого препарату на поверхні зернівки. Тому для визначення кількісної оцінки рівномірності покриття захисно-стимулюючого препарату на поверхні зернівки використовуються технічні засоби. Одним з методів визначення кількісної характеристики розподілу препарату поверхнею насіння є використання цифрової фото- або відеокамери для отримання зображення та комп'ютерної програми для кількісного аналізу отриманого зображення.

Принцип цього методу є отримання цифрового зображення за допомогою цифрової камери, яка перетворює зображення на знімок у піксельній роздільній здатності і перетвореним на колірну модель RGB. Потім отриманий знімок обробляється спеціальною програмою, яка перебираючи всі пікселі знімка знаходить значення для кожного кольору моделі RGB: RED – червоний, GREEN – зелений та BLUE – синій, шляхом додавання цих кольорів отримують інші кольори, кожен з яких має свою інтенсивність. У кольоровому зображенні при 16-бітній глибині кольору використовується 65536 кольорів, у разі 24-бітної глибини кольору, використовується вже 16777216 кольорів. Для чорно-білого зображення максимальна глибина кольору становить 8 біт із кількістю кольорів 256, так тут використовується лише дві компоненти для отримання різних відтінків. Тому порівняння двох і більше знімків визначальним значенням буде розмір знімка.

У разі визначення рівномірності покриття барвником, відмінним від кольору самої поверхні зернівки, використовується червоний колір. За показником дисперсії насиченості червоного кольору та середнього значення червоного кольору на знімку, визначається кількісний розподіл червоного кольору на різних ділянках, тобто. рівномірність розподілу червоного кольору на поверхні зернівки.

Для кількісної оцінки рівномірності покриття зерновок захисно-стимулюючими препаратами нами застосовано програму аналізу та редагування оптичних даних ImageJ з відкритим вихідним кодом поширюється безкоштовно. Спочатку програма розроблялася для медичних досліджень, але поступово через відкритий код і широкі можливості та доступність стала застосовуватися і в інших сферах діяльності в тому числі і сільському господарстві [46].

Для формування початкового зображення для аналізу рівномірності покриття та розподілу препарату на поверхні зерновок потрібно знімок якомога більшою роздільною здатністю, для деталізації знімка і можливістю збереження його у форматі RAW, для збереження кадру в незмінному вигляді. Нами був використаний фотоапарат Canon 660D встановлений на тринозі (рис. 2.6), що дозволяє робити фото з роздільною здатністю 5184 x 3456 і зберігати кадри у форматі RAW. Для здійснення знімка об'єктів фотоапарата був направлений на чашу з пробами обробленого насіння. Сам фотоапарат закріплювався на тринозі та встановлювався на певну висоту залежно від фокусної відстані об'єктива для здійснення однакових умов зйомки різних проб зернового матеріалу. Проводилося фокусування області зображення. Зйомка проводилася в автоматичному режимі макрозйомки.



Рисунок 2.6 - Установка для зйомок проб зерновок пшениці

Програма ImageJ дозволяє аналізувати та редагувати основні популярні формати зображень, такі як JPEG та RAW. У програмі реалізовано підтримку стеків, що представляють серію зображень, об'єднаних в одному вікні, що дозволяє проводити аналіз кольорової гами в трьох групах моделях RGB. Програма ImageJ

здатна обчислювати площі, показники піксельних значень, створювати гістограми дисперсії щільності, аналізувати колірну гаму, кількість кольорів або глибину кольору. Аналіз зображень у форматі RAW дозволяє завантажувати в чистому, необробленому вигляді, де є всі дані, що надійшли на матрицю цифрового фотоапарата або відеокамери. У файлі RAW більше півтонів через більшу кількість біт в цифровому поданні сигналу без дефектів і широкий колірний діапазон (залежить від матриці). Програма ImageJ дозволяє виділяти фрагменти зображення та їх масштабувати, розділяти на кольори RGB, використовувати різні фільтри тощо. Програма ImageJ надає аналіз інтенсивності та дисперсії кольорової гами, перетворюючи кольорове зображення з різною бітністю в чорно-біле зображення з кількістю відтінків до 256.

Приклад аналізу у програмі ImageJ показаний на рисунку 2.7.

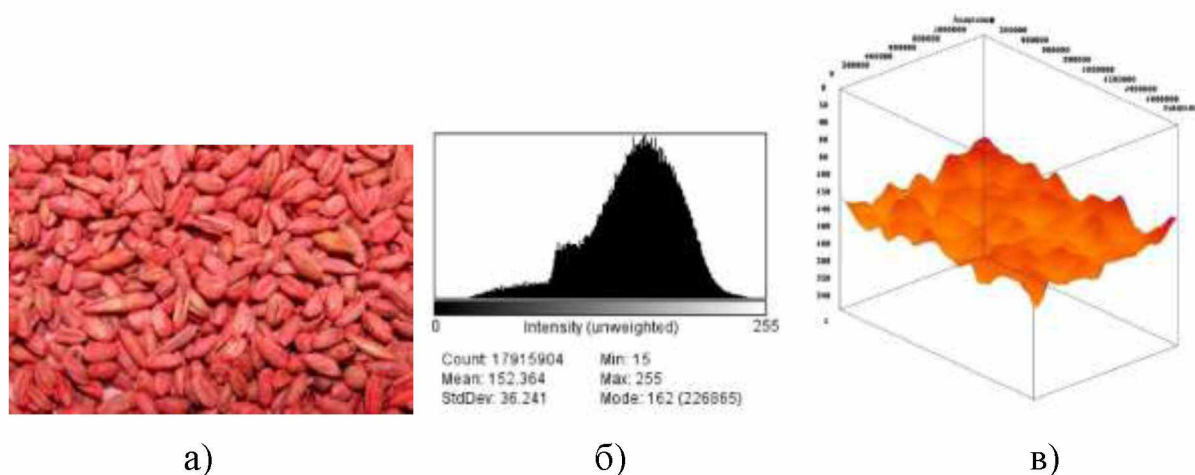


Рисунок 2.7 – Приклад: а) знімок проби насіння; б) гістограма розподілу кольорів; в) поверхня розподілу дисперсії насиченості

У вибраних параметрах програми ImageJ завантаження RAW знімків, розмір області зображення завантажених файлів визначався у всіх знімках однаково з роздільною здатністю 5184 x 3456 пікселів. При завантаженні програма автоматично розбиває зображення на три групи кольору RGB з кольоровістю 16 біт. Потім через панель управління «Image»-«Adjust»-«Threshold» встановлювався поріг визначення розподілу червоного кольору для аналізу кольорової гами та дисперсії досліджуваної поверхні. Через кнопку «Analyze»-«Histogram» вироблялася побудова гістограми дисперсії та середнього значення розподілу кольору. У «Analyze»-«3D Surface Plot»

вироблялося побудова кількісного розподілу поверхні кольорів. Знання даних показників достатньою мірою дозволяють оцінити рівномірність розподілу насиченості кольору по поверхні насіння.

2.5 Висновки до другого розділу

1. Розроблений програму та алгоритми проведення експериментальних досліджень, що передбачало дослідження процесу протравлювання зерна злакових культур.

2. У відповідності до програми досліджень необхідно здійснити визначення якості процесу протравлювання при змінні конструктивних та режимних параметрів роботи протравлювача з встановленням оптимальних параметрів його роботи.

3. Розроблена і виготовлена лабораторна установка, що реалізує процес протравлювання.

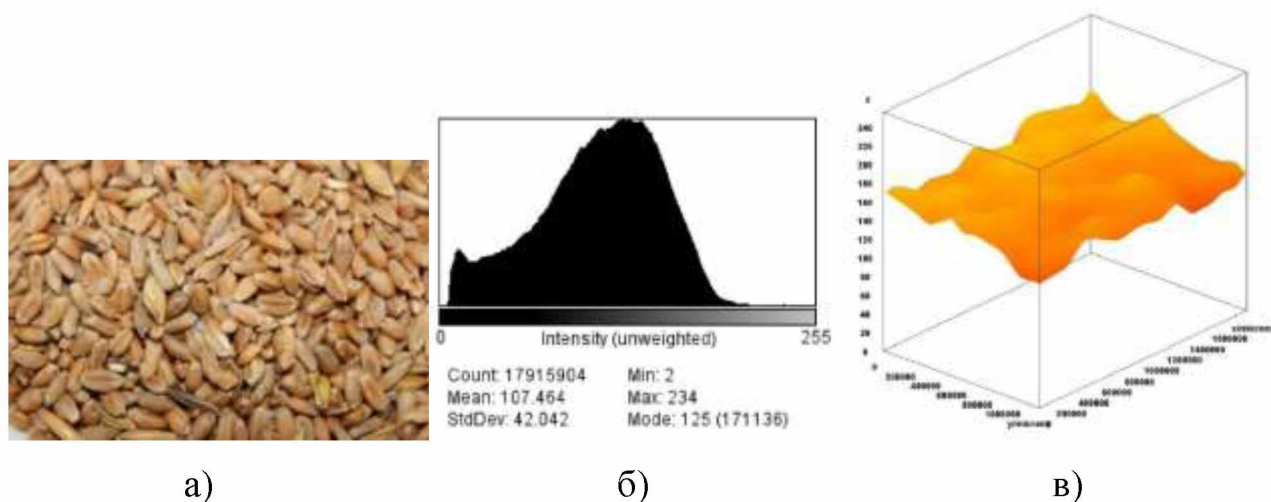
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Оцінка рівномірності розподілу барвника по поверхні зернівки

Для визначення кількісної оцінки рівномірності розподілу барвника по поверхні зернівки барабан без вставок умовно розділили на 6 рівних ділянок довжиною 0,36 м, з яких проводився забір проб.

На рисунку 3.1,а зроблено контрольний знімок необробленого насіння пшениці або «проба №1», зроблений при завантаженні насіння в барабан, тобто пробу взято на нульовій довжині барабана.

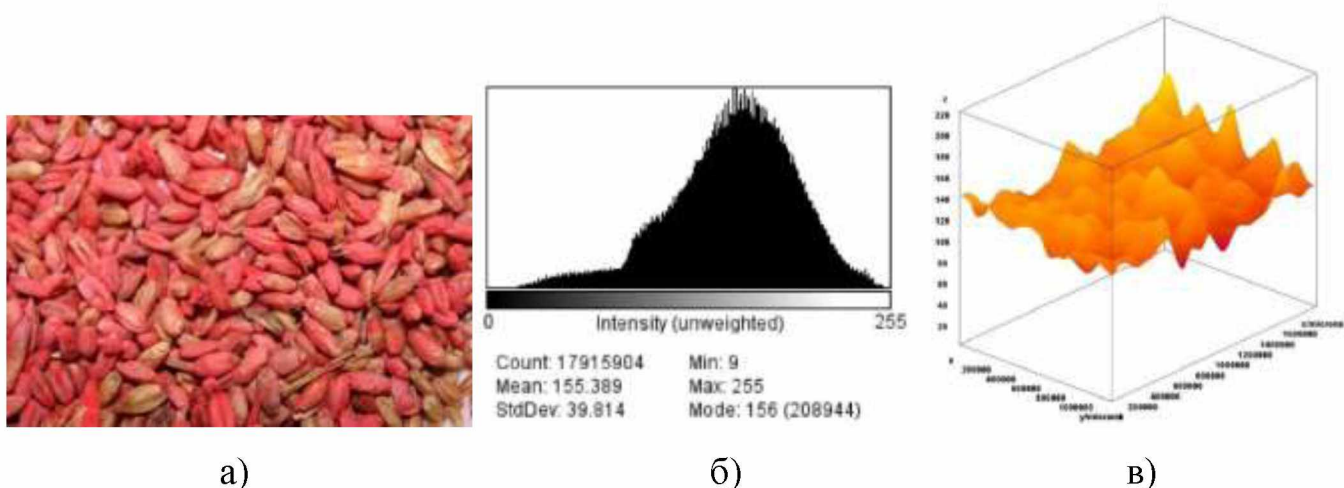
Після завантаження та аналізу оптичних даних за допомогою програми Fuji отримали гістограму розподілу кольорів на знімку, рисунок 3.1,б. Яка показала, що стандартне відхилення квадратичне насиченості кольору насиченості червоного кольору на знімку склала 42,042. Інтенсивність розподілу червоно-зеленого-синього (RGB) лежить у діапазоні від 2 до 234, при максимальному значенні 255. Таким чином, розподіл кольорової гами у представленій гістограмі лежить у широкому діапазоні.



а) знімок необробленого насіння; б) гістограма розподілу кольорів; в) поверхня розподілу дисперсії насиченості

Рисунок 3.1 - Проба №1, нульова ділянка

Рисунок 3.1 (в) наочно демонструє поверхню дисперсії насиченості та рівномірність розподілу кольорів по поверхні насіння у тривимірному просторі, де основним переважним кольором є зелений.



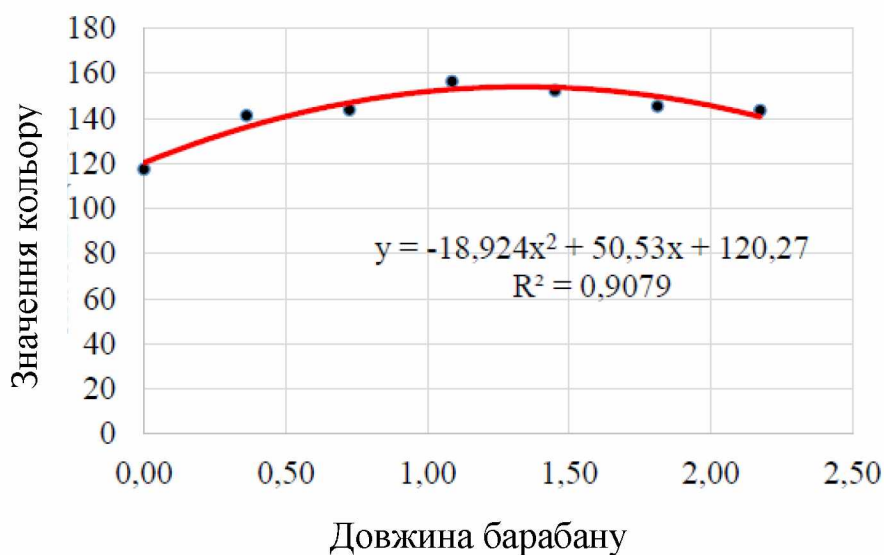
а) знімок проби насіння; б) гістограма розподілу кольорів; в) поверхня розподілу дисперсії насиченості

Рисунок 3.4 – Проба №4 ділянка 1,09 м

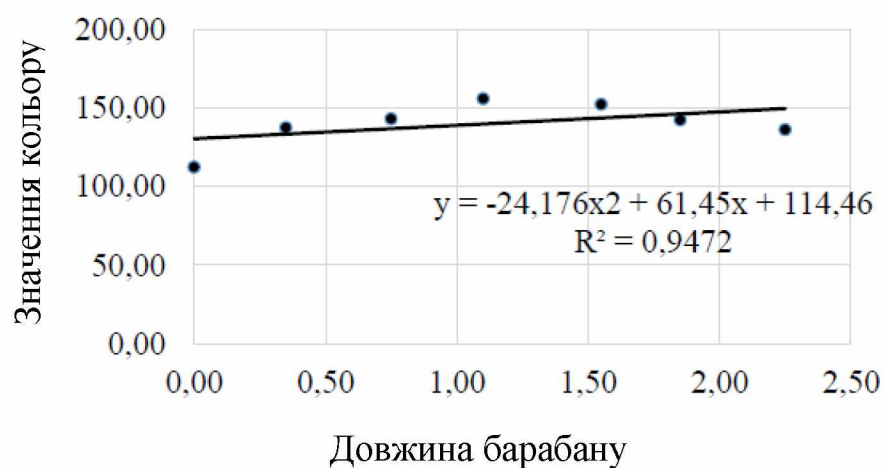
На рисунку 3.4, а знімок насіння пшениці «проба 4», взятий на довжині барабана 1,09 м. На поверхні зернівок чітко проглядається червоний колір. Гістограма (рис.3.4, б) звужується, дисперсії насиченості скорочується до 39,814. Вид поверхні (рис.3.4, в) набуває більш рівного вигляду.

Таким чином, на початку робочого процесу протруювання насіння йде активний розподіл захисно-стимулюючого препарату по поверхні насіння утворюючи нерівномірне покриття. У процесі взаємодії оброблених та необроблених поверхонь зернівок відбувається змішування та розподіл препарату по поверхнях зернівок до рівномірного покриття. При цьому стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору скорочується до певного мінімуму, коли розподіл препарату відбувається по всій поверхні досягаючи своєї однорідності, тим самим підвищуючи якість та рівномірність покриття зернівки, яка залежить від взаємодії поверхонь зернівок між собою або кількості контактів.

На графіці рисунку 3.5 показана залежність середньої насиченості червоного кольору від довжини барабана протруювача без вставок та зі вставками. В обох випадках середня насиченість кольору насіння пшениці в міру руху поступово зростає і досягає певного значення, після якого показник залишається в межах цього значення і значно не змінюється.



а)

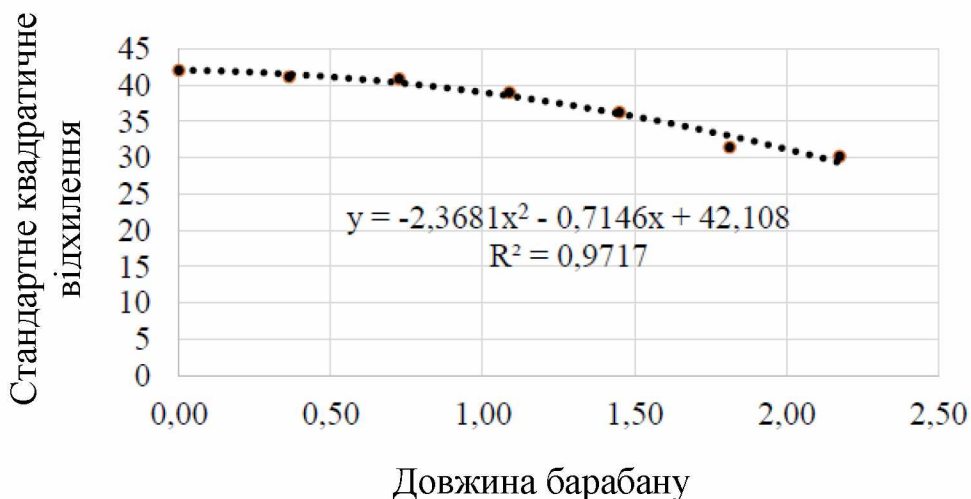


б)

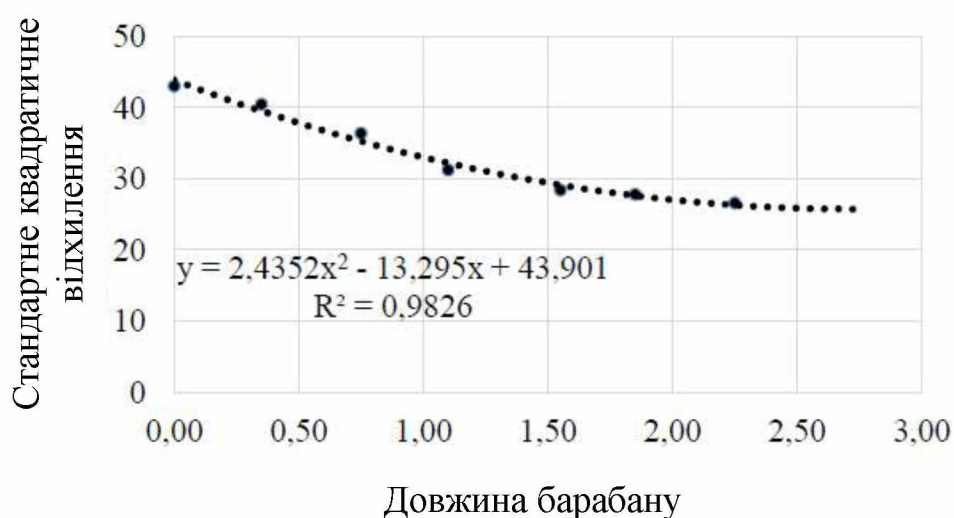
а – без вставок; б – зі вставками

Рисунок 3.5 – Графік середньої насиченості кольору в барабанному протруювачі.

Стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору зернівок пшениці на початку обробки має максимальне значення, а потім знижується. Аналогічно, як і із середньою насиченістю кольору, досягаючи певного значення врівноважується.



а)



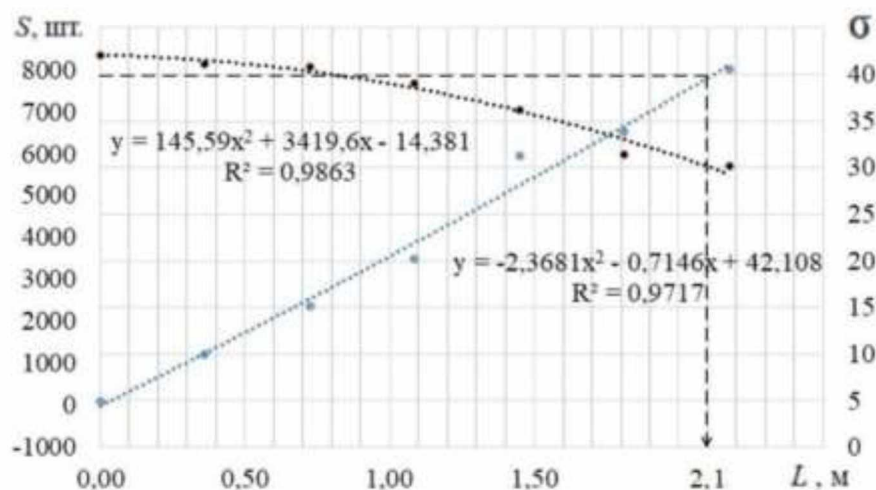
б)

а – без вставок; б – зі вставками

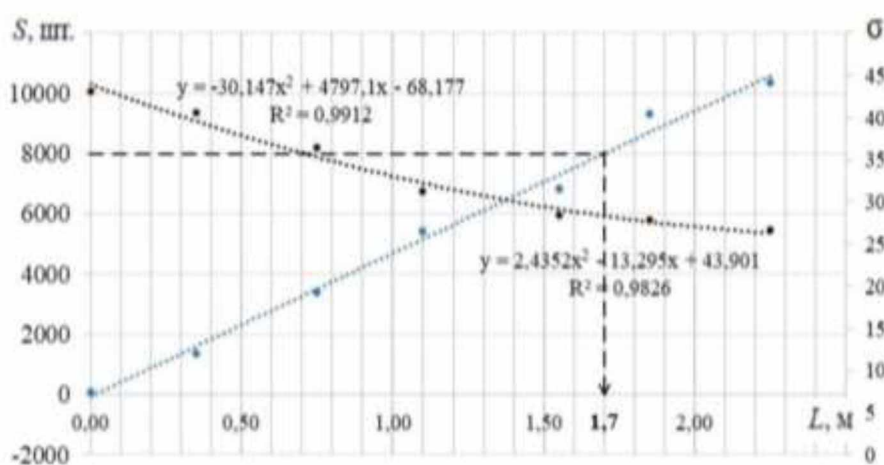
Рисунок 3.6 – Стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору в барабанному протруювачі

Стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору зерновок пшениці на початку обробки має максимальне значення 43,04. Однак, на відміну від барабана без вставок у барабані зі вставками помітно скорочується до 26,3 і досягавши певного значення стабілізується.

У міру збільшення довжини рівномірність покриття поверхні зернівки барвником набуває стабільного характеру. Подальша взаємодія поверхонь зерновок між собою продовжує зростати, проте глобальне змішування скорочується, як і скорочується стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору.



а)



б)

а) без вставок; б) зі вставками

Рисунок 3.7 – Графік оцінки рівномірності покриття барабанного протруювача по довжині барабана

Графік оцінки рівномірності покриття по довжині барабана (рисунок 3.7) показує оптимальну точку, яка показує лінію перетину максимального значення середнього відхилення квадратичного насиченості кольору і загальної кількості контактів. Так точка перетину для барабанного протруювача без вставок – на довжині 1,8 м, із вставками з різними коефіцієнтами тертя – 1,4 м. Подальша взаємодія поверхонь зерновок між собою продовжує рости, однак, скорочується стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору до певного значення.

Таким чином, аналіз та зіставлення реальних та віртуальних експериментів показує:

1. Стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору та середнє значення насиченості кольору як характеристика рівномірності покриття поверхні зернівки досягає свого оптимального значення на певній ділянці барабана.

2. Коефіцієнт глобального змішування та глобальних контактів також досягає своєї максимальної кількості на певній ділянці барабана. Загальна кількість контактів у барабанному протруювачі без вставок склала 7999 шт., з вставками 10348 шт.

3. Свого оптимального значення стандартне квадратичне відхилення насиченості та середнє значення кольору досягається на ділянці відповідної довжини барабана без вставок 1,8 м. Відповідно, максимальний коефіцієнт глобального змішування та кількість глобальних контактів, також 1,8 м. Враховуючи, що середня величина достовірності апроксимації дорівнює 0,98. Можна зробити висновок, що показники, описані в реальних і віртуальних умовах, відповідають один одному на 98 %. Тому, при оцінці рівномірності та однорідності покриття поверхні зернівки захисно-стимулюючим препаратом допустимо використання показників значень кількості контактів та середнього квадратичного відхилення насиченості кольору.

4. Аналіз результатів контактної взаємодії зернівок у барабанному протруювачі без та зі вставками показав, що для досягнення рівномірності покриття насіння препаратом, відповідно до агротехнічних вимог, середньо квадратичне відхилення дисперсії насиченості кольору має бути не більше 30, що забезпечується при кількості контактів в обох пристроях 8000 шт. При цьому раціональна довжина барабана в 1 випадку склала 2,1 м, у другому 1,7 м.

3.2 Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів барабанного протруювача із вставками

Вибір матеріалу для внутрішньої поверхні барабана. Як показник, що характеризує інтенсивність процесу перемішування, використовувалось число контактних взаємодій зернівок між собою на окремих ділянках барабана за часом і визначалося коефіцієнтом глобального змішування, а також досліджувався рух зернівок вгору і вниз. У процесі обробки насіннєвого матеріалу якість покриття їх робочим препаратом залежить від кількості зіткнень насіння між собою та поверхнею

барабана. Нами визначено кількість взаємодій зернівок між собою для поверхонь із різним коефіцієнтом тертя.

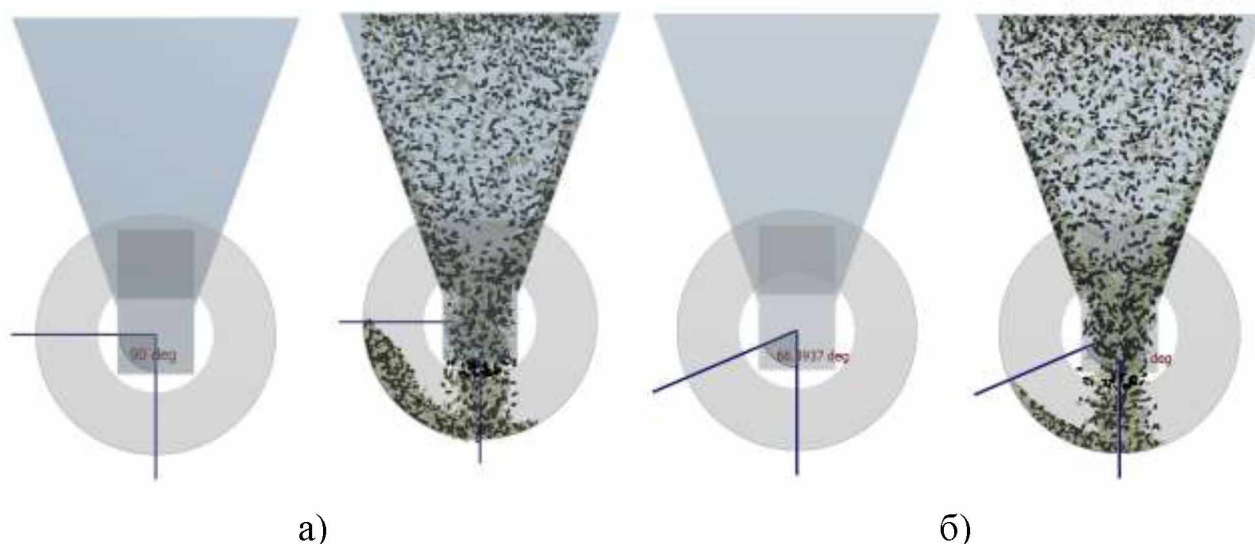
Проведемо аналіз робочого процесу в барабанному протруювачі з матеріалами з різним коефіцієнтом тертя внутрішньої поверхні барабана. Умовно позначимо “Guma” для матеріалу з великим коефіцієнтом тертя (0,7) та “Steel” для матеріалу з низьким коефіцієнтом тертя (0,3).

На рисунку 3.8 показані фрагменти руху зернівки при різних підходах до формування коефіцієнту тертя по внутрішній поверхні барабана.

Так, при використанні сталюї поверхні з коефіцієнтом тертя 0,3 підйом насінневої маси здійснюється на кут 66,4 град, що не в повній мірі задовольняє технічній задачі досягти ортогонального кута підйому в 90 град.

З метою досягнення поставленої задачі було використаний інший матеріал для поверхні барабану, зокрема гума, що характеризується кращими зчіпними властивостями та вищим коефіцієнтом тертя, що становить – 0,7.

При застосуванні даного матеріалу насіння переміщається на більший кут підйому і досягає значення в 90 градусів, що засвідчує відображення руху на рисунку 3.8,б.



а) з внутрішньою гумовою поверхнею; б) із внутрішньою сталюю поверхнею

Рисунок 3.8 – Кут підйому зернового шару.

Слід враховувати, що при підйомі знижується кількість глобальної взаємодії зернівок між зерном та коефіцієнт глобального змішування, зберігаючи перемішування зернівок між собою на рівні 30%.



Рисунок 3.9 – інтенсивність глобальних контактів за довжиною барабана при матеріалі «guma»

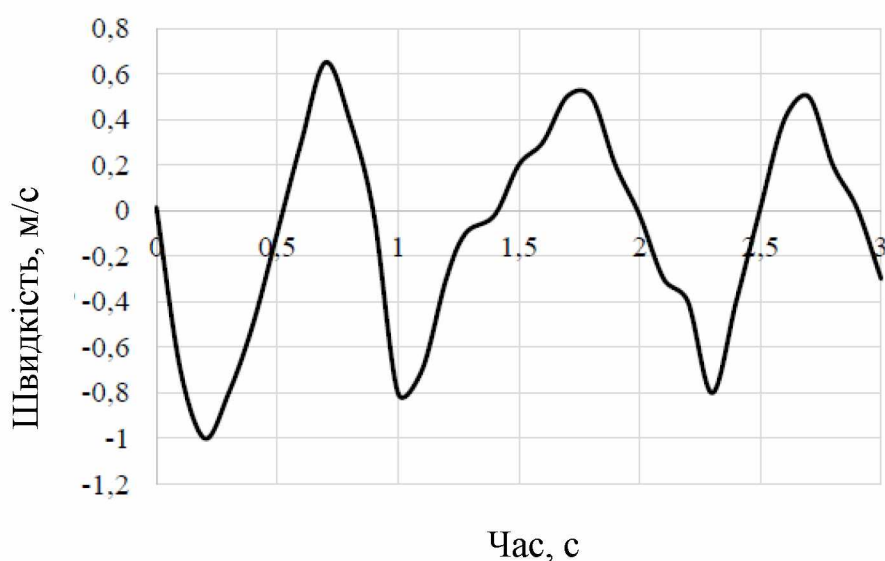


Рисунок 3.10 – Амплітуда руху зернового шару по осі координат Z при високому коефіцієнті тертя зернівки про внутрішню поверхню барабана.

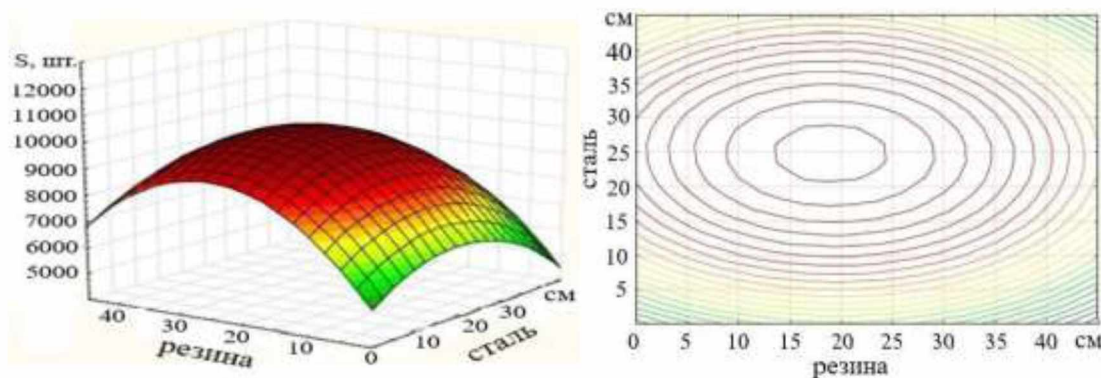
Рух зернівок (рис. 3.10) зберігає амплітудний характер руху, здійснюючи рухи вгору та вниз. Середнє значення швидкості зернівок склала - 5 м/сек. Інтенсивний рух зернівок вгору і вниз повинен відбиватися на високому показнику якості перемішування, проте на матеріалах з великим коефіцієнтом тертя внутрішньої

поверхні барабана такого не спостерігається. У відсотковому співвідношенні кількість глобальних контактів показує результат близько 16% взаємодії зерно1-зерно2.

Таким чином проведені нами експерименти на віртуальних моделях показують обґрунтованість висновків про вибір матеріалу з різними коефіцієнтами тертя, отриманими виходячи з аналітичних розрахунків і зокрема вибір гуми і стали.

Обґрунтування ширини кільцевих вставок у барабанному протруювачі з кільцевими вставками. Як основні параметри оцінки адекватності та для обґрунтування ширини кільцевих вставок з різними коефіцієнтами тертя барабанного протруювача, були використані у віртуальній моделі кількість контактів зернівок між собою, у реальній - стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору. Для вибору оптимальної ширини та встановлення форми залежності, щоб визначити положення екстремальної області поверхні відгуку в діапазоні варіювання факторів, що реалізується, були проведені повнофакторний експеримент з визначення кількості контактів з кроком зміни ширини вставок 50 мм до максимальної ширини 400 мм.

На рисунку 3.11 показана поверхня відгуку залежності загальної кількості контактів на різних ділянках барабана у віртуальній моделі, побудована в програмі статистичного аналізу STATISTICA.



$$s = 5337.86 + 135.16x + 300.8y - 3.42x^2 - 5.96y^2$$

Рисунок 3.11– Поверхня відгуку віртуального експерименту впливу ширини вставок на кількість контактів у барабанному протруювачі зі вставками, рівняння регресії

Найбільше контактів віртуальної моделі спостерігається при ширині кільцевих вставок сталь 25 см, для гуми – 20 см.

За результатами експерименту було сформовано рівняння регресії впливу ширини вставок на кількість контактів у барабанному протруювачі зі вставками.

Адекватність віртуальної моделі оцінена за критерієм Фішера, як показують рівняння регресії, отримані в результаті аналізу поверхонь відгуку віртуальної та реальної моделі критерія Фішера знаходиться в межах норми.

Рівномірність покриття поверхонь зерновок у реальних умовах визначалося за показником дисперсії насиченості кольору.

Як основні параметри оцінки адекватності віртуальної моделі реальної і для обґрунтування ширини кільцевих вставок з різними коефіцієнтами тертя барабанного протруювача, були використані два параметри. Це загальна кількість контактів зерновок між собою та вставками, коефіцієнт стандартного квадратичного відхилення насиченості кольору.

Поверхня відгуку розподілу захисно-стимулюючого препарату по поверхні зернівки пшениці в залежності від дисперсії насиченості кольору в реальних умовах обробки в барабанному протруювачі з кільцевими вставками з різними коефіцієнтами тертя показана на рисунку 3.12.

$$\sigma = 33.52 - 0.504x - 0.27y + 0.0104x^2 + 0.004xy$$

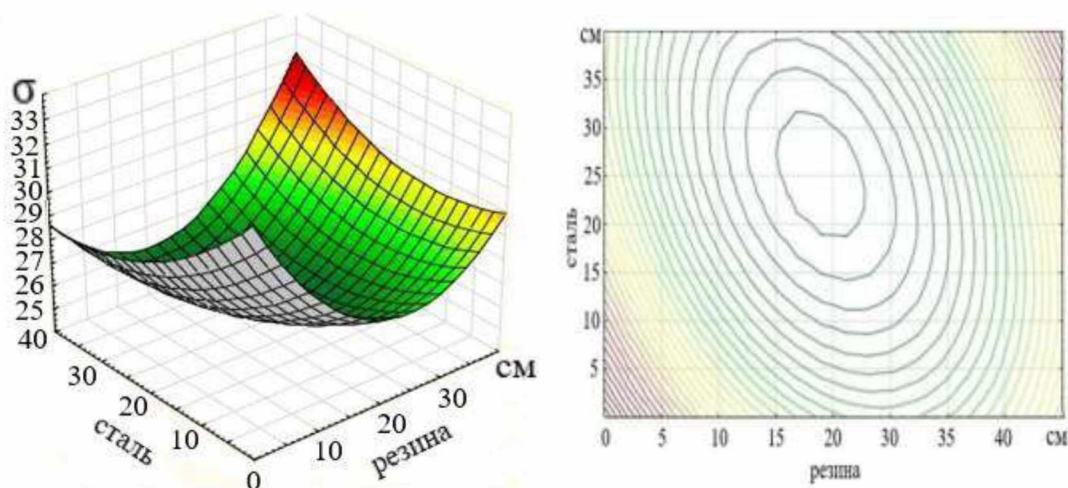


Рисунок 3.12 – Поверхня відгуку впливу ширини вставок на дисперсію однорідності кольору протруєного насіння в натурних умовах

Як показує поверхню відгуку, найменше значення дисперсії насиченості кольору спостерігається при ширині кільцевої вставки з меншим коефіцієнтом тертя – 25 см, з великим коефіцієнтом тертя – 20 см.

Таким чином, аналіз та зіставлення реальних та віртуальних експериментів у барабанному протруювачі з кільцевими вставками показує:

1. Середнє значення насиченості кольору скорочується, але скорочується дисперія насиченості. У барабана без вставок коефіцієнт стандартного квадратичного відхилення насиченості кольору значення знаходиться в межах 30 зі вставками 26. Чим показник характеризує більш рівномірне покриття поверхні зернівки.

2. Загальна кількість контактів зростає до 10000 шт., На відміну від 8000 в барабані без вставок.

3. Свого оптимального значення стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору та середнє значення кольору досягається на ділянці, що відповідає довжині барабана 1,6 м.

4. У барабанному протруювачі з кільцевими вставками збільшується кількість та інтенсивність глобальних контактів, за рахунок вставок з різними коефіцієнтами тертя та збільшується довжина на ділянці, де відбувається максимальна кількість глобальної контактної взаємодії поверхонь зерновок. Однак, скорочується стандартне квадратичне відхилення насиченості кольору та середнє значення насиченості кольору, а це означає більш рівну поверхню насиченості кольору та більш рівномірний та однорідний розподіл препарату по поверхні зернівки пшениці.

Для проведення експериментів та визначення якості змішування в протруювачі з кільцевими вставками побудована модель з шириною кільцевих для матеріалу внутрішньої поверхні барабана з більшим і меншим коефіцієнтом тертя. Відповідно до розрахункової ширини вставки з великим коефіцієнтом (guma) тертя дорівнювала 200 мм. На цій вставки зернівки повинні по внутрішній поверхні вставки піднятися на кут 90 градусів, без обсипання згідно з каскадним варіантом руху. Потім піднявшись зернівки переходять на наступну вставку з меншим коефіцієнтом тертя (steel), розрахункова ширина якої становила 250 мм. Тут зернівки також по поверхні вставки повинні опускатися вниз на дно барабана. Потім рух зерновок повторюється. Виходячи з проведених експериментів мінімальна кількість кільцевих вставок, що чергуються, з різним коефіцієнтом тертя має бути 6 штук.



Рисунок 3.13 – Інтенсивність глобальних контактів за довжиною барабана при розрахунковій ширині вставок.

Максимальна кількість контактів становить 10348 шт., середня кількість глобальних контактів – 5177 прим. Загальна кількість контактів зерновок – 94%. Кількість контактів zerno1-zerno2 – 47%.

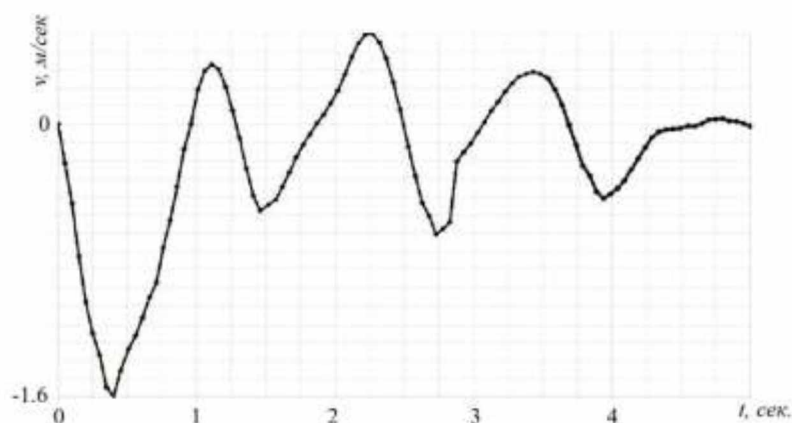


Рисунок 3.14 – Амплітуда руху зерна по осі координат Z при розрахунковій ширині вставок

Амплітуда руху зерна по осі координат Z при розрахунковій ширині вставок показує хвильовий рух зернової маси (рисунок 4.32).

Максимальна кількість контактів становить 10348 шт., середня кількість глобальних контактів – 5177 прим. Загальна кількість контактів зерновок – 94%. Кількість контактів zerno1-zerno2 – 47%.

Низька кількість контактів z_{epo1} - z_{epo2} пояснюється згладженою амплітудою руху зерна

1. Стандартне квадратичне відхилення та середнє значення насиченості кольору як характеристика рівномірності покриття поверхні зернівки також досягає свого оптимального значення на певній ділянці барабана.

2. Коефіцієнт глобального змішування та глобальних контактів також досягає своєї максимальної кількості на певній ділянці барабана. Загальна кількість контактів у барабанному протруювачі склала вже 10348 шт., Що більше ніж у барабана без вставок.

3. Значение дисперсии также сократилось до 30,21, что показывает лучшее значение покрытия и распределения препарата по поверхности семян.

3.3 Результати польових досліджень

Результатом робочого процесу протруювання є отримання повноти протруювання (не менше 80%), норм витрати препарату (не більше 10-12 л/т) та рівномірності покриття поверхні насіння (не менше 70%). Раніше нами було визначено лінійну залежність стандартного квадратичного відхилення дисперсії насиченості кольору від кількості контактів у різних типах протруювачів. Аналіз підтвердив, що найбільш доцільним для вдосконалення конструктивно-технологічних параметрів є барабанний протруювач. Провівши дослідження щодо визначення кінематичних режимів роботи визначили діаметр барабана, швидкість обертання барабана, раціональну довжину барабана та ширину кільцевих з різними коефіцієнтами тертя.

Для перевірки адекватності та виконання дослідження було побудовано експериментальну установку на рисунку 3.15.



Рисунок 3.15 – Загальний вигляд експериментальної установки

За результатами дослідження визначення раціональних параметрів барабанного протруювача була проведена модернізація існуючого протруювача БІС-15А, основні параметри цього протруювача схожі з розрахунковими. Розбивши барабан на ділянки з різними коефіцієнтами тертя, покрили внутрішню стінку барабана розчином гуми (рис. 3.16).



Рисунок 3.16 – Налаштування протравлювача на різні режими роботи

Після використання експериментальної установки в лабораторних умовах (рису. 3.16) розпочали модернізацію існуючого протруювача БІС-15А.

На основі модернізованої конструкції БІС-15А було створено дослідний зразок для проведення польових робіт (рис. 3.17).



Рисунок 3.17 – Дослідний зразок

Після проведення лабораторних випробувань з обробки насіння захисно-стимулюючим препаратом та визначення їх якості обробки складено таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати визначення повноти протруювання насіння озимої пшениці за коефіцієнтом варіації C_v

Продуктивність протруювача	Маса проби для виборки, г	Повнота протравлювання, %	Фактична повнота протравлювання за дослідями, %	Похибка
10	600	80-100	95	$\pm 0,01$
12			99	
14			100	
16			100	
18			90	

Результати випробувань показали, що повнота та рівномірність протруювання відповідають агротехнічним вимогам. Оптимальні показники повноти протруювання насіння досягається при продуктивності барабанного протруювача 12-16 т/год.

Результати хроматографії показали, що вміст препарату у досліджуваній дозі обробленого насіння у кількості 1,478 мкг/мл (рис. 3.18), що відповідає 0,5 л/т.

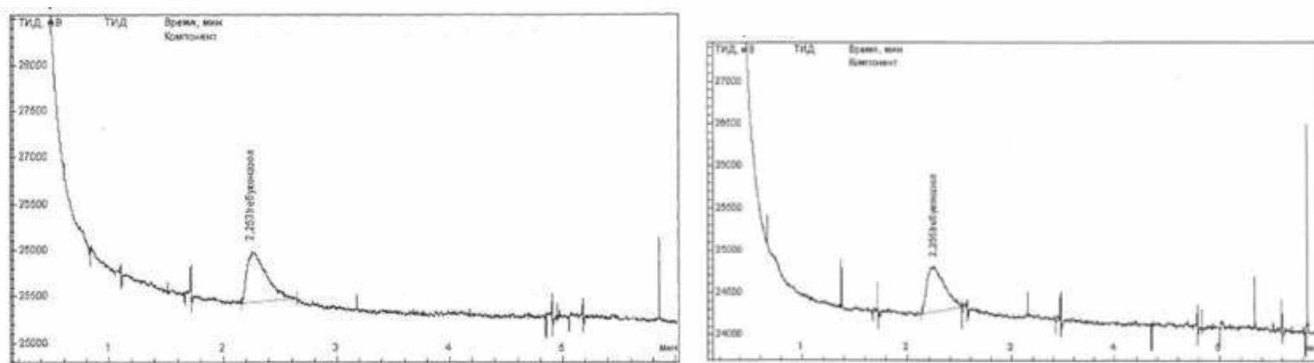


Рисунок 3.18 – Результати хроматографії

Таким чином, результати визначення якості протруювання насіння показують високу якість обробки насіння, що підтверджує правильність визначення конструктивно-технологічних параметрів протруювача барабанного з кільцевими вставками насіння.

3.4 Висновки до третього розділу

1. Встановлено лінійний взаємозв'язок дисперсії насиченості кольору, параметра оцінки рівномірності покриття та кількості глобальних контактів зернівок між собою. Найбільші показники рівномірності покриття досягаються при чергуванні кільцевих вставок шириною з коефіцієнтом тертя $\mu=0,3$ в діапазоні $l_1=0,25 \dots 0,30$ м, з великим коефіцієнтом $\mu=0,7$ у діапазоні $l_2=0,15 \dots 0,25$ м.

2. Встановлено, що при загальній робочій довжині $L=2300$ мм та діаметрі барабана $D=500$ мм, вугіллі нахилу барабана до горизонту 10° , частоті обертання барабана $\omega = 6 \text{ с}^{-1}$ та чергуванні кільцевих вставок із внутрішньою поверхнею з матеріалу сталь з $l_1 = 25$ мм і гуми $l_2 = 20$ мм, забезпечується рівномірність покриття насіння рідким препаратом не менше 97%.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Екологічна експертиза

Екологічна експертиза за своєю суттю представляє собою діяльність фахових спеціалістів та профільних експертів, які керуються чинними нормативно-правовими актами правового поля екологічної безпеки та охорони природного навколишнього середовища, направлену на надання кваліфікованого висновку про відповідність природоохоронним правилам та вимогам різноманітних проектних або технічних рішень для попередження та недопущення виникненню небезпечних ситуацій та негативних наслідків для навколишнього середовища.

За мету екологічної експертизи поставлено уникнення негативному впливу людської діяльності на стан навколишнього природного середовища та фізіологічний стан людини, а також визначення рівня екологічної безпеки виробничої діяльності промислових об'єктів та екологічної ситуації на певних природно-територіальних комплексів.

Можна виділити наступні завдання екологічної експертизи [29]:

1. Експертна оцінка рівня екологічного ризику та безпеки виробничої діяльності, що вже реалізується або запланована.
2. Проведення усестороннього та науково-обґрунтованого аналізу об'єктів екологічної експертизи.
3. Визначення відповідності об'єктів аналізу умовам дотримання законодавства в рамках екологічної безпеки, будівельним та санітарним нормам та правилам.
4. Оціночний аналіз діяльності господарських об'єктів за рівнем впливу на стан природного навколишнього середовища та природних ресурсів.
5. Перевірка доцільності, ефективності та багатofакторності у застосуванні природоохоронних заходів.
6. Приведення науково-обґрунтованих та сформульованих висновків щодо екологічної безпечності тієї чи іншої діяльності.

Екологічну експертизу може розділити на державну, громадську та інших різновидів. Проведення даної експертизи та сформований висновок за підсумками її проведення є безумовним аспектом законодавчої роботи виробничої діяльності господарства, яке безпосередньо або опосередковано має вплив на навколишнє середовище.

Основним нормативно-правовим актом, яким керуються та який окреслює правові, екологічні і соціальні основи організації охорони навколишнього середовища, є Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища", прийнятий 25 червня 1991 року на третій сесії Верховної Ради України [12,13]. Іншим важливим законодавчим актом є Закон України „Про екологічну експертизу”, від 9 лютого 1995 р. [12]

Екологічну експертизу проекту проводять з дотриманням принципів права громадськості на охорону навколишнього середовища, гармонійного поєднання екологічних і економічних інтересів, суворого дотримання законності і державних норм природокористування.

Громадська екологічна експертиза може здійснюватися в будь-якій сфері діяльності, що потребує екологічного обґрунтування, за сприянням та волевиявленням громадських організацій. Громадська екологічна експертиза може здійснюватися незалежно або разом з державною екологічною експертизою шляхом створення на добровільних засадах тимчасових або постійних еколого-експертних колективів громадських організацій.

Об'єкт даної екологічної експертизи – процес протравлювання зерна перед посівом.

Даний технологічна операція за своєю потенційною загрозою для навколишнього середовища відноситься до потенційно загрозливих. Це обумовлено головним чином використання хімічних речовин з відносно високими отруйними властивостями для біологічних організмів.

Основним потенціальним джерелом забруднення для даної операції є викиди в атмосферу мілкодисперсних частинок рідини хімічного препарату для протруювання

зерна, які спрямовуються в повітряний басейн з протравлювача та вентиляції повітря з виробничих приміщень.

Для запобігання негативного впливу технологічного процесу протруювання необхідно дотримуватися наступних рекомендацій та правил користування протруюючих речовин.

Приміщення для протруювання, упаковки та зберігання протруєного насіння (центр протруювання, заводи) обладнуються припливно витяжною вентиляцією або місцевими аспіраційними пристроями на робочих місцях.

Хімічна обробка зерна децентралізованим способом може здійснюється в рамках господарствах на відкритому повітрі або в спеціальних приміщеннях (пункти протруювання) згідно до діючих правил і нормативних і технічних документів, що регламентують даний технологічний процес. Перед протравленням насіння необхідно строго розрахувати їх необхідну кількість для висіву в даному господарстві.

Пункти протруювання насіння у господарствах, що функціонують обмежений період часу (до одного місяця), розміщуються з узгодженням рози вітрів і перспективного плану забудови населених пунктів на відстані не менше 300 м від житлової зони, виробничих комплексів для утримання худоби і птиці, джерел питного водопостачання.

Майданчик для протруювання насіння слід розташовувати на ділянках з рівнем стояння ґрунтових вод не менше 1,5 м. Майданчик повинен мати ухил для відведення зливових вод, тверде покриття (асфальт, бетон), навіс.

Територія місць протруювання повинна мати озеленення по периметру і огорожена.

У приміщеннях для відбувається протруювання зерна необхідно передбачити облицювання стін плиткою глазурованої, покриття стелі масляною фарбою, пристрій цементованих або викладених плиткою підлог, схили для стоку води, підлога повинна бути зацементована або обкладена кахлем. Повітря, що викидається в атмосферу підлягає очищенню (до 90%).

Вивантаження зерно, що було оброблено, повинно проводитися в щільно приєднаних до вивантажувальних пристроїв тару (мішки) з міцних, непроникних для

пестицидів матеріалів, щільно закриваються після упаковки механізованим способом. На тарі повинен бути чіткий напис - «протравлено». У випадку відсутності можливості завантаження зерна в спеціальну тару на протруювальних пунктах (майданчиках) господарств, оброблене зерно завантажуються безпосередньо в сівалки.

Не допускається пересипати розфасоване протруєне насіння в іншу тару. У приміщеннях, де встановлено технологічне обладнання для проведення протруювання і проводиться розфасовка насіння, не допускається виконання інших робіт.

Залишки невикористаних за зміну пестицидів передаються наступній зміні із записом в книзі обліку витрати протруєного насіння. При припиненні на тривалий час робіт по протруюванню агрегат знезаражується, а залишки пестицидів передаються на склад, про що також робиться запис в журналі обліку.

Для зберігання протруєного насіння повинні бути передбачені спеціальні приміщення.

При зберіганні, навантаження (розвантаження), транспортуванні та сівбі протруєного насіння необхідно дотримуватися такі ж заходи обережності, як і при роботі з пестицидами.

Відпустка протруєного насіння здійснюється за письмовим дозволом керівника господарства або організації з точним зазначенням їх кількості. Залишок протруєного насіння зберігається в ізольованому приміщенні до майбутнього року з дотриманням правил безпеки, встановлених для пестицидів.

Протруєне зерно повинно знаходитися в мішках (з щільної тканини, паперових або поліетиленових) або в силосних ємностях, що мають засоби для подачі насіння в автотранспортувальні сівалки.

Таким чином, якщо всі вище перелічені заходи будуть виконуватися належним чином, то технологічний процес протруювання зерна буде екологічним і не матиме негативного впливу на оточуюче навколишнє середовище або буде зведено до мінімуму.

4.2 Охорона праці

4.2.1 Актуальність проблеми безпеки людини у виробничому середовищі та при надзвичайних ситуаціях

Існування модерного суспільства не можлива без повсякчасного використання різноманітних технічних засобів, які покликані на виконання життєво необхідних задач та потреб. Основним вигодоодержувачем від результатів та досягнень науково-технічного прогресу є людина, яка здійснює керуючу, контролюючу та обслуговуючу функцію при використанні технічних систем та відповідних процесів [3,8].

Існування людини не можлива без виконання нею трудової діяльності. Загальна частка часу, що визначає сукупні втрати часу на здійснення трудової діяльності впродовж життя людини, становить не менше, ніж 50%.

Трудова діяльність - різновид виробничої діяльності, що має високій рівень потенційної небезпеки, що обумовлено наявністю великої кількості технічних засобів виробництва з різним рівнем енергонасичення. Спираючись на загально відому статистику про кількість небезпечних ситуацій, аварій та професійних захворювань та причини їх виникнення, слід зауважити, що більшість нещадних випадків відбувається із-за недотримання вимог безпеки, відсутності знань працівників правил та норм охорони праці на робочих місцях. Внаслідок чого, людський фактор є ключовою причиною виникнення потенційно небезпечних ситуацій та виробничих аварій [14].

Нерозривно з поняттям «виробнича діяльність» використовується визначення «виробнича безпека». Безпека праці містить в собі комплекс заходів по недопущенню виникненню небезпек, що можуть формуватися в робочій зоні при протіканні певного технологічного чи виробничого процесу.

Безпека життєдіяльності у виробничих умовах носить назву охорона праці. Охорона праці включає в собі систематизовану сукупність нормативно-правових, законодавчих актів, організаційних, лікувально-профілактичних, санітарно-гігієнічних та інших актів, що спрямовані на поліпшення стану охорони праці на

робочих місцях та забезпечення нормальних та безпечних умов протікання виробничого процесу.

Охорона праці покликана вирішувати наступний перелік завдань: окреслення потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів; розроблення необхідних застосувань та приладь технічного характеру для запобігання виникнення небезпечних та шкідливих виробничих факторів; приведення організаційних заходів стосовно дотримання безпеки праці та управління охороною праці на виробничому об'єкті; викладення пропозиції про порядок дії в умовах появи та розвитку небезпечних та аварійних ситуацій. При дотриманні безпечних умов праці не відбувається виникнення небезпечних чи шкідливих виробничих факторів, що негативно впливає на працюючих. Але в той же час, ідеальне дотримання умов праці або є повністю недосяжним, або економічно є недоречним. Зважаючи на це, намагаються запропонувати такі безпечні установки, технічні засоби, практичні приладдя, щоб зменшити ризик виникнення небезпечних ситуацій при роботі з ними.

Нормативні норми безпеки можна розділити на наступні: гранично допустимі концентрації, що обумовлюють безпечний вміст шкідливих речовин хімічної або/та біологічної природи в повітряному середовищі робочої зони; гранично допустимі рівні впливу небезпечних виробничих факторів фізичної природи виникнення (шум, іонізуючі та термічні випромінювання, акустичні та вібраційні випромінювання, електромагнітні поля [9].

До основних законодавчих актів, що регулюють та обумовлюють правила охорони праці на виробництві, відносяться: Конституція України, Кодекс законів про працю, Закон України «Про охорону праці» та створений на основі них цілий перелік підзаконних актів, у тому числі урядові постанови, правила та посадові інструкції, стандарти та багато інших аналогічних за своїм змістом документів [3].

4.2.2 Аналіз наявних потенційних небезпек та об'єктів підвищеної небезпеки

Виходячи з окресленого напрямку наукового дослідження та зважаючи на об'єкт та предмет цього дослідження, робимо висновок, що основним об'єктом

вивчення на предмет виявлення та упередження небезпечних ситуацій та дотримання вимог охорони праці є техніка безпека та правила поведінки при експлуатації протравлювачів зерна.

Так як представлена технологія протравлювання зерна в повній мірі вкладається в ракурс експлуатації апаратів та машин з роботою хімічних речовин, то доцільно застосувати відповідні інструкції, стандарти, норми, нормативно-правові акти, що регламентують правила поведінки та охорону праці при експлуатації даних технологічних об'єктів.

Порушення норм та правил експлуатації протравлювачів може призводити до виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій з отриманням різних за ступенем важкості травм та нанесених матеріальних збитків.

Основними об'єктами потенційної небезпеки є хімічні препарати, трубопровідна система протравлювача, оснастка та технологічне обладнання, що забезпечує продуктивну та ефективну роботу протравлювача.

За наявності такої кількості об'єктів потенційної небезпеки виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій може виникнути за таких причин:

- технічні причини – невідповідність теплотехнічної оснастки теплового акумулятора вимогам безпеки та умовам правильного застосування; несправності оснастки, засобів захисту та пристосувань, що виникають в процесі експлуатації.

- організаційно-технічні причини - недотримання технічних заходів безпеки, які повинні здійснювати на стадії монтажу та експлуатації протравлювача; несвоєчасне виявлення та усунення місць розгерметизації та порушень цілісності трубопровідної системи; не вчасна заміна механічно пошкоджених вузлів трубопровідної системи.

- організаційні причини - невиконання або неправильне виконання організаційних заходів безпеки, невідповідність виконуваної роботи завданню.

- організаційно-соціальні причини.

4.2.3 Пропозиції щодо покращення умов виробничої безпеки та недопущення появи небезпечних ситуацій

Пестициди є біологічно активними речовинами, які надають вплив як на навколишнє середовище, так і на людину. У зв'язку з цим необхідно дотримуватися техніки безпеки при роботі з ними. Тривалість роботи з пестицидами становить 4 години. З фосфорорганічними сполуками незалежно від класу їх небезпеки, а також з пестицидами 1 і 2 класів небезпеки працюють 4 години, з іншими пестицидами - 6 годин. Для роботи з пестицидами допускаються особи, які досягли 18 років, не мають протипоказань, що підтверджується медичною книжкою про стан здоров'я, і пройшли інструктаж з ТБ при роботі з пестицидами з реєстрацією в спеціальному журналі. До роботи з пестицидами і протруєним насінням не допускаються жінки у віці до 35 років, жінки в період вагітності і грудного вигодовування незалежно від віку. Усі працюючі забезпечуються засобами індивідуального захисту (ЗІЗ), спецхарчуванням у відповідність до діючих вимог. Всі працюючі повинні бути навчені правилам надання першої медичної допомоги. Призначається відповідальний на всі види робіт з пестицидами, контролюється дотримання регламентів, гігієнічних вимог та заходів безпеки. Всі роботи по застосуванню пестицидів реєструються в спеціальному журналі за підписом керівника робіт. Ці записи є основними при перевірці якості робіт, кількостей використаних пестицидів і залишкових кількостей в об'єктах навколишнього середовища.

Способи знезараження пролитого, розсипаного пестициду, способи знезараження, утилізації тари і залишків пестициду. Розсипаний препарат прибрати сухим способом за допомогою вакуумної системи. Місце потоки або витоку засипати піском, землею або тирсою до повного вбирання. Потім зібрати адсорбує матеріал в спеціально відведений для знешкодження контейнер і відправити на утилізацію відповідно до місцевих регламентами. Не застосовувати пролився препарат. Знезараження спецодягу, протруювальної техніки, тари проводиться тільки на спеціально обладнаних майданчиках. Промивні води і тару утилізують відповідно

до встановлених регламентами. Утилізація залишків пестициду і тари з-під них проводиться відповідно до інструкцій і рекомендацій місцевих регламентів.

Заходи безпеки при роботі, транспортуванні і зберіганні. Транспортування, використання і зберігання пестицидів дозволяється тільки при строгому дотриманні заходів безпеки, викладених в «Інструкції з техніки безпеки при зберіганні, транспортуванні та застосуванні пестицидів в сільському господарстві», Санітарні норми, Правила і Технічні Регламенти про порядок накопичення, транспортування, знешкодження і поховання токсичних промислових відходів, а також відповідно до гігієнічних вимог до безпеки процесів випробувань, зберігання, перевезення, реалізації, застосування, знешкодження та утилізації пестицидів і агрохімікатів. Зберігати препарати на спеціальних складах для отрутохімікатів окремо від продуктів харчування, кормів і питної води. При роботі з препаратами необхідно використовувати ЗІЗ: захисний одяг, чоботи, гумові рукавички, захисні окуляри і респіратор. Під час роботи з препаратами не можна курити, приймати їжу або пити. Після закінчення роботи переодягнутися і ретельно вимити руки і обличчя водою з милом. Бурти або місця складування, мішки з протравленими насінням повинні бути забезпечені добре помітними етикетками з інформацією про проведення протравлювання та попередження - «Опрацьовано! Яд! ».

4.3 Техніко-економічне обґрунтування досліджень

Розрахунок техніко-економічних показників проводиться згідно загальної методики [17].

За базову конструкцію приймається протравлювач насіння ПС-10АМ.

Балансова вартість прототипу становить 250000 гривень.

Вартість проектної конструкції – 150000 гривень.

Продуктивність обох варіантів становить $Q_{ф.пр.} = Q_{ф.баз.} = 10$ т/год.

Енергоємність процесу визначається:

$$q = \frac{N_e}{Q_\phi}, \quad (4.1)$$

де N_e – потужність, що використовується, кВт;

Q_ϕ – година продуктивності, т/год.

$$q = \frac{5,6}{10} = 0,56 \text{ кВтгод/т.}$$

$$q = \frac{4,75}{10} = 0,475 \text{ кВтгод/т.}$$

Металоємність визначається:

$$M = \frac{G}{Q_\phi T_{\text{річ}} T_m}, \quad (4.2)$$

де G – маса протравлювача, кг;

$T_{\text{річ}}$ – річна завантаженість, год;

T_m – термін служби, роки.

Для розрахунку металоємності приймається наступні вихідні показники:

$G_0 = 800$ кг, $G_1 = 350$ кг; $T_{\text{річ}} = 50$ год; $T_t = 5$ років.

$$M_{\text{баз}} = \frac{750}{10 \cdot 50 \cdot 5} = 0,3 \text{ кг/т.}$$

$$M_{\text{пр}} = \frac{350}{10 \cdot 50 \cdot 5} = 0,14 \text{ кг/т.}$$

Фондоємність процесу становить:

$$F = \frac{C_\phi}{Q_\phi T_{\text{год}}}, \quad (4.3)$$

$$F_{\text{баз}} = \frac{250000}{10 \cdot 50} = 500 \text{ грн/т;}$$

$$F_{np} = \frac{150000}{10 \cdot 50} = 300 \text{ грн/т.}$$

Собівартість робіт може бути підраховано з виразу:

$$S = C_{з.п.} + C_e + C_{ТО} + A + C_{пр}, \quad (4.4)$$

де $C_{з.п.}$ – витрати на заробітну плату, грн;

C_e – витрати на оплату за спожиту електроенергію, грн;

$C_{ТО}$ – витрати на технічне обслуговування та ремонт, грн;

A – амортизаційні відрахування, грн;

$C_{пр}$ – вартість хімічного препарату, грн.

Витрати на заробітну плату:

$$C_{з.п.} = c \cdot T, \quad (4.5)$$

де c – тарифна ставка, грн/год;

T – трудомісткість, год.

Трудомісткість визначається з виразу:

$$T = \frac{N_{обс}}{Q_{\phi}}, \quad (4.6)$$

де $N_{обс}$ – кількість операторів для обслуговування, люд.

$$T = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ людгод/т.}$$

Тоді заробітна плата становить

$$C_{з.п.} = 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ грн/т.}$$

Затрати на електроенергію

$$C_e = C_e \cdot N_e, \quad (4.7)$$

де C_e – вартість електроенергії, грн/кВтгод.

$$C_{е.баз.} = 1,68 \cdot 5,6 = 9,4 \text{ грн/т.}$$

$$C_{\text{е.пр.}} = 1,68 \cdot 4,75 = 7,98 \text{ грн/т.}$$

Витрати на ремонт та ТО визначається з виразу:

$$C_{\text{ТО}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{ТО}}}{100 \cdot Q_{\text{ф}} \cdot T_{\text{р}}}, \quad (4.8)$$

де $H_{\text{ТО}}$ – норма витрат на ремонт та технічне обслуговування, %

$$C_{\text{ТОбаз}} = \frac{25000 \cdot 19,8}{100 \cdot 10 \cdot 50} = 99 \text{ грн/т.}$$

$$C_{\text{ТОпр}} = \frac{15000 \cdot 19,8}{100 \cdot 10 \cdot 50} = 59,4 \text{ грн/т.}$$

Амортизаційні відрахування обраховуються за виразом:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot Q_{\text{ф}} \cdot T_{\text{р}}}, \quad (4.9)$$

де a – норма амортизації, %.

$$A_{\text{баз}} = \frac{250000 \cdot 16,2}{100 \cdot 10 \cdot 50} = 82 \text{ грн/т.}$$

$$A_{\text{пр}} = \frac{150000 \cdot 16,2}{100 \cdot 10 \cdot 50} = 48,6 \text{ грн/т.}$$

Собівартість препарату розраховуємо за рівнянням:

$$C_{\text{пр}} = \text{Ц}_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пр}},$$

де $\text{Ц}_{\text{пр}}$ – вартість препарату за 1 літр;

$Q_{\text{пр}}$ – витрата препарату на оброблення 1 т зерна.

За встановленими агрономоги і інструкцій із застосування пестицидів витрата препарату на 1 тонну зерна становить $Q_{\text{пр}} = 0,4 \dots 0,5 \text{ л / т.}$ Теоретичними і експериментальними дослідженнями було встановлено, що необхідну якість протруювання на розробляється конструкції протруювачей були отримані вже при нормі витрати робочої рідини $Q_{\text{пр}} = 7 \dots 10 \text{ л / т.}$ Тоді витрата препарату на обробку 1 т зерна зменшується і складе $Q_{\text{пр}} = 0,37 \text{ л / т.}$

$$C_{\text{пр.баз}} = 400 \cdot 0,5 = 200 \text{ грн/т.}$$

$$C_{\text{пр.баз}} = 400 \cdot 0,37 = 148 \text{ грн/т.}$$

Собівартість становить:

$$S_{\text{баз}} = 10 + 9,4 + 99 + 81 + 200 = 399,4 \text{ грн/т.}$$

$$S_{\text{пр}} = 10 + 7,98 + 59,4 + 48,6 + 148 = 273,98 \text{ грн/т.}$$

Рівень приведених затрат визначається:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F, \quad (4.10)$$

де $E_{\text{н}}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

F – питомі капіталовкладення.

$$C_{\text{прив}} = 399,4 + 0,15 \cdot 500 = 474,4 \text{ грн/т.}$$

$$C_{\text{прив}} = 281,55 + 0,15 \cdot 300 = 326,55 \text{ грн/т.}$$

Річна економія:

$$E_p = (S_{\text{баз}} - S_{\text{пр}}) \cdot Q_{\text{ф}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (4.11)$$

$$E_p = (399,4 - 273,98) \cdot 10 \cdot 50 = 62710 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових вкладень:

$$T = \frac{C_{\text{б.пр.}}}{E_p}, \quad (4.12)$$

$$T = \frac{150000}{62710} = 2,4 \text{ роки.}$$

Таблиця 4.1 – Порівняння техніко-економічних показників

№	Показник	Одиниця виміру	Числові параметри	
			ПС-10АМ	ПСП
1	2	3	4	5
1	Продуктивність	т/год	10	10
2	Фондоємність	грн/т	500	300
3	Енергоємність	кВтгод/т	0,56	0,475
4	Металоємність	кг/т	0,3	0,14

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
5	Трудомісткість	людгод/т	0,1	0,1
6	Собівартість	грн/т	399,4	273,98
7	Рівень приведених витрат	грн/т	474,4	326,55
8	Річна економія	грн	-	62710
9	Термін окупності капіталовкладень	роки	-	2,4

Техніко-економічна оцінка розробленого протруювача показала, що річний економічний ефект від впровадження пневмомеханічного протруювача насіння при обсязі 500 т насіння в рік становить 62710 грн. При цьому енергоємність розробленого експериментального пневмомеханічного протруювача на 13 ... 15% менше, ніж у існуючих протруювачей. Термін окупності протруювача становить 2,4.

4.4 Висновки до четвертого розділу

1. На основі проведеної екологічної експертизи щодо виявленню ступеня негативного впливу технології сепарації зерна на стан природного навколишнього середовища не було встановлено фактів можливого радіоактивного, бактеріального, хімічного та інших видів забруднень

2. Основним об'єктом дослідження на предмет виявлення та упередження небезпечних ситуацій та дотримання вимог охорони праці є техніка безпека та правила поведінки при реалізації технологічного процесу сепарації зерна злакових культур.

3. Річний економічний ефект від впровадження пневмомеханічного протруювача насіння при обсязі 500 т насіння в рік становить 62710 грн. Термін окупності протруювача становить 2,4.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз способів очищення зернового матеріалу, що застосовуються в комбікормовому та борошномельному виробництвах, показав, що найкраща якість очищення досягається за допомогою вібраційних сепараторів.

2. Встановлено лінійний взаємозв'язок дисперсії насиченості кольору, параметра оцінки рівномірності покриття та кількості глобальних контактів зернівок між собою. Найбільші показники рівномірності покриття досягаються при чергуванні кільцевих вставок шириною з коефіцієнтом тертя $\mu=0,3$ в діапазоні $l_1=0,25\ldots 0,30$ м, з великим коефіцієнтом $\mu=0,7$ у діапазоні $l_2=0,15\ldots 0,25$ м.

3. Встановлено, що при загальній робочій довжині $L=2300$ мм та діаметрі барабана $D=500$ мм, вугіллі нахилу барабана до горизонту 10° , частоті обертання барабана $\omega = 6 \text{ с}^{-1}$ та чергуванні кільцевих вставок із внутрішньою поверхнею з матеріалу сталь з $l_1 = 25$ мм і гуми $l_2 = 20$ мм., забезпечується рівномірність покриття насіння рідким препаратом не менше 97%.

4. Детальне опрацювання питань впливу розробленого технологічного процесу протравлювання зерна на стан природнього навколишнього середовища не виявило потенційний загроз в порушенні екологічних норм та стандартів. У ході проведення аналізу наявних потенційних небезпек при протравлюванні зерна були окреслені ймовірні причини виникнення небезпечних ситуацій та випадків. Більшість травмонебезпечних і аварійних ситуацій було піддано аналізу та надано рекомендації по їх недопущенню та профілактики.

5. Річний економічний ефект від впровадження пневмомеханічного протруювача насіння при обсязі 500 т насіння в рік становить 62710. При цьому енергоємність розробленого експериментального пневмомеханічного протруювача на 13 ... 15% менше, ніж у існуючих протруювачей. Термін окупності протруювача становить 2,4.