

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

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра машиновикористання та сервісу технологічних систем

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

МЕНЧИНСЬКИЙ ЮРІЙ БРОНІСЛАВОВИЧ

УДК 631.362

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНООЧИСНИХ
АГРЕГАТІВ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____Ю.Б. Менчинський

Керівник роботи

Борак К.В.

кандидат технічних наук

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Менчинський Юрій Броніславович. Удосконалення процесу завантаження зерноочисних агрегатів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В магістерській роботі підтверджено можливість використання математичної моделі пошаровим розвантаження ковша тихохідної норії для обґрунтування її конструктивних параметрів і режимів роботи. Аналіз отриманої моделі показав неможливість вирівнювання потоку матеріалу в часі і по довжині зони розвантаження ковшів, що обумовлює необхідність постановки перед розподільним пристроєм бункера-компенсатора.

За результатами експериментальних досліджень підтверджено рівняння руху матеріалу по гравітаційному гофрованого розподільного пристрою для обґрунтування параметри даного розподільного пристрою.

Встановлено, що заміна в зерносортувальних машинах зерноочисного агрегату одного шнекового розподільного пристрою на гравітаційний гофрований розподільний пристрій дозволяє зменшити травмування насіння цим робочим органом на 1,5%, коефіцієнт варіації розподілу зерна по ширині при цьому не перевищує 6% при зміні продуктивності від 5 до 20 т/год.

Ключові слова: зерноочисний агрегат, зерносортувальна машина, гравітація, розподільний пристрій, травмування зерна

ANNOTATION

Menchynsky Yuriy Bronislavovych. Improving the process of loading grain cleaning units. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The master's thesis confirms the possibility of using a mathematical model of layered unloading of a low-speed noria bucket to substantiate its design parameters and modes of operation. The analysis of the obtained model showed the impossibility of equalizing the flow of material in time and along the length of the bucket unloading zone, which necessitates the installation in front of the distribution device of the hopper-compensator.

According to the results of experimental studies, the equation of motion of the material on the gravitational corrugated switchgear was confirmed to justify the parameters of this switchgear.

It is established that replacement in grain sorting machines of grain cleaning unit of one screw distributor device on the gravitational corrugated distributor allows to reduce injury of seeds by this working body by 1,5%, the coefficient of variation of distribution of grain on width thus does not exceed 6% at change of productivity from 5 to 20 t / year

Keywords: grain cleaning unit, grain sorting machine, gravity, switchgear, grain injury

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ НА ЇХ ПОСІВНІ ЯКОСТІ ТА ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ В ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО- РОЗХПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН.....	8
РОЗДІЛ 2. ПРИНЦИПОВА СХЕМА ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	14
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	21
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	28

ВСТУП

Однією з головних завдань сільського господарства нашої країни є виробництво зернових культур. Передбачається, що до 2023 року виробництво зерна в Україні має зрости в і досягти 100 млн. тонн. Однак без використання високоякісного насіння домогтися високої врожайності для вирішення цього завдання не представляється можливим. Велике негативний вплив на насіннєвий матеріал надають механічні пошкодження насіння. Механічні пошкодження насіння крім зниження валового збору зерна, погіршують хлібопекарські, посівні та продуктивні якості, знижують стійкість до його зберігання. Отже, усунення механічних пошкоджень зерна є актуальним завданням.

Дана робота присвячена вдосконаленню процесу завантаження робочих органів зерноочисних машин, так як використання пристроїв і машин, що подають зерновий ворох і завантажують робочі органи зерноочисних машин, призводить до значного зростання механічних пошкоджень зернового матеріалу при очистці зерна.

В даний час широкого поширення набули завантажувально-розподільні пристрої, що складаються з швидкохідних норій або похилих скребкових конвеєрів, які використовуються для підйому матеріалу на необхідну висоту і шнеково-приймально-розподільні пристрої, що використовуються для рівномірного розподілу сипучого матеріалу по ширині зерноочисних машин і рівномірній їх завантаження в часі. Слід зазначити, що істотним недоліком, як швидкохідних норій, скребкових конвеєрів, так і шнекових приймально-розподільних пристроїв є значні механічні пошкодження зернового матеріалу.

Мета і задачі досліджень. Метою даної роботи є зниження травмування зерна завантажувально-розподільним пристроєм зерноочисних агрегатів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

- Проаналізувати вплив травмування насіння на їх посівні якості;

- Визначити шляхи зниження травмування насіння в завантажувально-розподільних пристроях зерноочисних машин;
- Розробити конструкцію запропонованої модернізованої установки і методику визначення оптимальних її параметрів;
- Провести лабораторні дослідження.

Об'єкт дослідження: процес розвантаження ковша тихохідної норії і розподільний пристрій, що реалізує процес розподілу зернового вороха по ширині робочих органів зерноочисних машин.

Предмет дослідження: закономірності витікання матеріалу з ковшів тихохідної норії при їх розвантаженні і переміщення зернового вороха по поверхні гравітаційного розподільного пристрою.

Методи дослідження. Дослідження виконано з використанням методів трибології, механіки, прикладної фізики та теорії ймовірності. Обробку експериментальних даних виконано за допомогою методів математичної статистики з використанням прикладних комп'ютерних програм.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Менчинський Ю. Б.** Вплив травмування насіння на їх посівні якості. Збірник тез V-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»*. 28-29 березня 2019 року м. Житомир. ЖАТК. С.

2. **Менчинський Ю. Б.** Шляхи зниження травмування насіння в завантажувально-розподільних пристроях зерноочисних машин. Збірник тез VI-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»* 9-10 квітня 2020 року. Житомир : ЖАТК. С.

3. **Менчинський Ю. Б.** Принципова схема завантажувально-розподільного пристрою. IX Міжнародної науково-технічної конференції *«Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві»*, 5-24 жовтня 2020 року, смт. Глеваха Київської області, Національний науковий центр «ІМЕСГ» НААН України.

м. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Видавничий центр НУБіП України, 2020.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи можуть бути використанні в сільськогосподарських і переробних підприємствах агропромислового комплексу України.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 13 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 29 сторінок комп'ютерного тексту, містить 2 таблиці і 8 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ВПЛИВ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ НА ЇХ ПОСІВНІ ЯКОСТІ ТА ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ В ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗХПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Основним шляхом збільшення виробництва зерна є збільшення врожайності. Урожайність зернових культур в Україні, як правило, не перевищує в середньому 40... 45 ц/га, тоді як в Канаді вона складає 50 ... 60 ц/га, а в провідних зернових країнах – 80 ц/га. Однією з причин такої низької врожайності в нашій країні є погана якість насіння.

Дослідження показують, що в останні роки в Україні насіння 1 класу висівають 15%, другого – 31%, третього – 20%, 34% насіння є некондиційними, тоді як провідні зернові країни висівають 90...95% насіння відповідних першого класу.

Тому одним із шляхів підвищення врожайності зернових культур є підготовка хорошого насіннєвого матеріалу. Високоякісне насіння – одне з найважливіших умов зменшення норми їх висіву та підвищення валового збору зерна.

Встановлено, що посівні якості насіння сильно залежать від рівня їх травмування в момент збирання та післязбиральної обробки.

Експериментальні дослідження про шкоду механічних пошкоджень насіння говорять про те, що травмування насіння чинить негативний вплив, як на насіннєвий матеріал, так і на продовольче зерно. Наявність ушкоджень у продовольчого зерна знижує його товарні, технологічні та хлібопекарські показники. Зернова маса, що має в своєму складі пошкоджені зерна, менш стійка до зберігання.

Внаслідок широкого застосування різних механізмів і машин в процесі збирання та післязбиральної обробки сильно зростає травмування насіння і

становить в середньому: по кукурудзі 90...95%, по жита 85...95%, по твердій пшениці 80...85%, по м'якій пшениці 45...50%, значно пошкоджуються насіння зернобобових і круп'яних культур [1].

При висіві травмованого насіння врожайність зерна ярої пшениці знижується на 1,9 ц/га, ярого ячменю – 3,3 ц/га, озимого жита – 5,2 ц/га, вівса 5,6 ц/га, кукурудзи-на 6,8 ц/га [2]

Автори робіт [3-7] відзначають, що 10% мікротравмованого насіння в посівному матеріалі викликають зниження врожайності зерна в середньому на 1 ц /га, а 20...25% травмованого насіння зменшують врожайність на 2...3 ц/га. При подальшому збільшенні травмованого насіння врожайність зернових культур продовжує знижуватися.

При несприятливих умовах 1% травмованого насіння веде до зниження врожайності зернових культур на 30...50 кг/га [8]. Посів сильно-травмованого насіння призводить до зниження врожайності в 2...3 рази в порівнянні з посівом повноцінного насіння [8].

Ф.М. Куперман детально дослідила види механічних пошкоджень насіння і їх вплив на посівні якості. Результати цих досліджень показують, що насіння зі значним ушкодженням ендосперму мають лабораторну та польову схожість відповідно 65% і 26%, а насіння з пошкодженням зародком 40% і 23%. При цьому схожість цілих насінин становила 100%. Подібні результати отримані і іншими дослідниками [9]. Польова схожість насіння з частково пошкодженим зародком у озимої пшениці становить 35%, з пошкодженою оболонкою зародка – 63%; у озимого жита – відповідно 16% і 48% [9]. Зрив оболонки над зародком веде до зниження сили початкового росту до 57%, а пошкодження зародка дає 43% сходів в порівнянні зі сходами, отриманими при посіві цілих насіння. Аналогічні результати раніше були отримані С.А. Чазов. Результати його експериментальних досліджень показують, що травмовані насіння мають силу початкового росту 67%, в той час як не травмованих – 96,3%.

Передзбиральна трещиноватість, яка з'являється в результаті зміни вологості зерна в процесі дозрівання або випадання опадів, а також коливання температури в ньому, знижує опірність його руйнування і погіршує посівні якості насіння [8]. Так польова схожість насіння рису з тріщинами в ендоспермі знижується на 21%, при цьому врожай, отриманий при посіві такого насіння склав менше третини у порівнянні з контролем [1].

Більш низька врожайність травмованого насіння пояснюється тим, що таке насіння мають польову схожість набагато нижче, ніж неушкоджені [10].

Ф.М. Куперман виділила дві причини зниження польової схожості зернових культур. Першою і основною причиною є припинення в зростанні паростків у травмованого насіння, які втрачають геотропічну орієнтацію, згинаються в різних напрямках, дуже повільно ростуть і погано використовують запаси поживних речовин зернівки. Зародок не отримує достатньої кількості речовин з ендосперму і не має можливості їх синтезувати, призупиняє зростання проростка.

Другою причиною є проникнення мікроорганізмів в травмовані насіння під час зберігання, а також в період проростання. Вони використовують поживні речовини і вражають проростки [8,11].

Як вже зазначалося раніше травмовані насіння менш стійкі до зберігання. Механічні пошкодження зерна, що наносяться робочими органами збиральних і зерноочисних машин, підсилюють гігроскопічність і інтенсивність дихання, порушують ланцюгову реакцію обміну речовин, зерно гине і розкладається [2]. В процесі консервації травмованого насіння відбувається їх інфікування патогенами. Причому інфекція зберігається і після остаточного очищення і сортування насіння [3].

Поряд з погіршенням посівних якостей насіння спостерігається і погіршення якості врожаю, вирощеного з травмованого насіння, - зниження маси тисячі зерен, висоти рослин [2, 11].

Наявність пошкодженого зерна у круп'яних культур призводить до зниження виходу борошна, так як зерно, пошкоджене при збиранні, в процесі переробки в крупу не обрушується, а подрібнюється в борошно [10, 11]. збільшення тріщино норатості рису викликає різке підвищення виходу дробленого зерна при сушінні. При шліфуванні рису зі збільшенням тріщинуватості вихід цілої крупы знижується, а роздробленої крупы і мучки підвищується. З тріщиноватого зерна кукурудзи утворюється багато дрібної купи, мучелі і деяких інших побічних продуктів. Таке зерно використовується тільки на корм [11].

Отже, зниження травмування насіння являє собою важливу проблему, необхідність вирішення якої зумовлена великими втратами врожаю, погіршенням стійкості насіння до зберігання і зниженням якості посівного матеріалу. Ступінь і характер механічних пошкоджень насіння різних культур обумовлюється двома факторами: з одного боку, фізико-механічними властивостями насіння і рослин, з іншого боку, конструктивними особливостями машин і технологічними режимами їх робіт [10].

Основними причинами викликають травмування насіння, є механічна дія робочих органів машин і знарядь для післязбиральної обробки насіння, їх сушіння і транспортування.

Вивченням травмування насіння, при післязбиральної обробки, займалося велика кількість авторів [12,14].

Ряд авторів [14], аналізуючи роботу зерноочисної потокової лінії, наводять дані по приросту мікропошкодження насіння у міру їх переміщення через технологічне обладнання. Зерно, яке надходить в завальну яму від комбайна, мало 22,33% зовнішніх пошкоджень. Після очищення, сортування і сушіння зернова маса мала 55,16% пошкоджень. З урахуванням того, що більше 10% травмованого насіння потрапляло в відходи, загальна кількість травмованих насіння потокової лінією склало 43%. А з урахуванням внутрішніх пошкоджень очищена зернова маса мала 70,25% травмованого зерна.

Дослідження, проведені І.А. Чудінов, показали, що в очищеної масі майже в два рази більше травмованого насіння, ніж в матеріалі, що надходить від комбайна.

Традиційні рекомендації по зниженню травмування зерна завантажувально-розподільними пристроями включають в себе приблизно такі пропозиції: повністю використовувати продуктивність пристроїв, застосовувати пружні матеріали замість металу, застосовувати всі необхідні регулювання і так далі. Однак домогтися істотного зниження травмування зерна цими пристроями поки не вдається. Однією з причин цього С.А. Аристов зазначає, що транспортні механізми (шнеки, норії, скребкові транспортери), що широко використовуються в поточних лініях були розроблені для транспортування не зерна, а зовсім інших сипучих матеріалів, для яких проблеми травмування немає.

Як зазначалося раніше, однією з причин підвищеного травмування насіння завантажувально-розподільними пристроями є швидкохідні норії. Причиною є значна швидкість руху ковшів, які пошкоджують насіння при завантаженні їх в нижньому черевіку норії і через значні інерційні сили, при розвантаженні у верхній голівці [2]. З метою виключення травмування насіння транспортним устаткуванням рядом вчених [3] була розроблена конструкція тихохідної норії, в якій лінійна швидкість руху тягового ланцюга – 0,42 м/с.

Проведені дослідження [4] показали, що при переміщенні насіння соняшнику тихохідної норією НТХ-20 збільшення травмування їх не виявлено.

Отже, одним із шляхів зниження травмування насіння завантажувально-розподільними пристроями є застосування тихохідних норій, наприклад норії НТХ-20.

При проектуванні і експлуатації зерноочисних агрегатів і комплексів потрібно прагнути до скорочення як числа механічних впливів на зерновий ворох і довжини його транспортування, так як при збільшенні довжини транспортування зернового матеріалу мікропошкодження зерна зростає, до

зменшення довжини самопливних пристроїв і кількості поворотів в них, кут нахилу соматичних пристроїв повинен бути мінімальним [7]. Багаторазовий пропуск матеріалу через агрегат або комплекс з метою доведення його до кондиції не прийнятний, так як веде до зростання мікропошкодження насіння [6].

Застосування в приймально-розподільчих пристроях зернозливів не припустимо, тому що веде до повторного впливу транспортних робочих органів на зерновий матеріал, що викликає зростання травмування насіння.

Зниження травмування насіння в зерноочисних агрегатах і машинах досягається виключенням із конструкції шнекових транспортерів, ударних пристроїв, скороченням потоків, скребкових транспортерів [3].

Висновок по розділу 1

Аналіз проведених досліджень дозволяє зробити висновок про те, що при післязбиральній обробки травмується велика кількість насіння, при цьому відбувається значне погіршення їх посівних якостей.

При проектуванні конструкцій приймально-розподільних пристроїв необхідно прагнути до скорочення активного впливу робочих органів на зерновий ворох, при можливості використовувати приймально-розподільні пристрої гравітаційної дії.

РОЗДІЛ 2

ПРИНЦИПОВА СХЕМА ЗАВАНТАЖУВАЛЬНО-РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

На підставі прийнятих рішень і відповідно до поставлених завдань досліджень пропонуємо наступну принципову схему завантажувально-розподільного пристрою для зерноочисних машин і агрегатів (рис. 2.1).

Завантажувально-розподільний пристрій зерноочисного агрегату (рис. 2.1) включає приймач 1 ковшового конвеєра з шиберною заслінкою 2, регулюючу потік матеріалу, ковшовий вертикальний конвеєр для підйому матеріалу на необхідну висоту, що складається з вертикальнозамкнених тягоих ланцюгів 3 з ковшами 4, що огинають приводні 5, натяжні 6 і відхиляючі 7 зірочки, бункера-компенсатора 8 з гравітаційним клапаном і датчиками рівня – верхнього 1ДУ і нижнього 2ДУ, гофрованого розподільного пристрою 9. Датчики 1ДУ і 2ДУ для автоматичного регулювання рівня матеріалу в бункері-компенсаторі 8 пов'язані з шиберною заслінкою 2 [46]. При великій висоті підйому матеріалу норією датчики 1ДУ і 2ДУ, з метою виключення великої інерційності регулювання завантаження бункера-компенсатора 8, можуть бути додатково пов'язані зі швидкістю руху ланцюга норії.

Гофрований розподільний пристрій (рис. 2.2) збірний, що складається з завантажувальної частини 1 і похилих віялоподібних каскадно-розміщених секцій 2 з гофрованої поверхнею, що розширюються від початкового розміру, рівного довжині вихідного вікна бункера-компенсатора, до кінцевого, рівного ширині приймального пристрою подальшої в технологічній лінії машини. Утворюють западин 3 гофр попередньої секції каскаду суміщені з кожним другим виступом 4 гофр подальшої, що містить гофр в два рази більше.

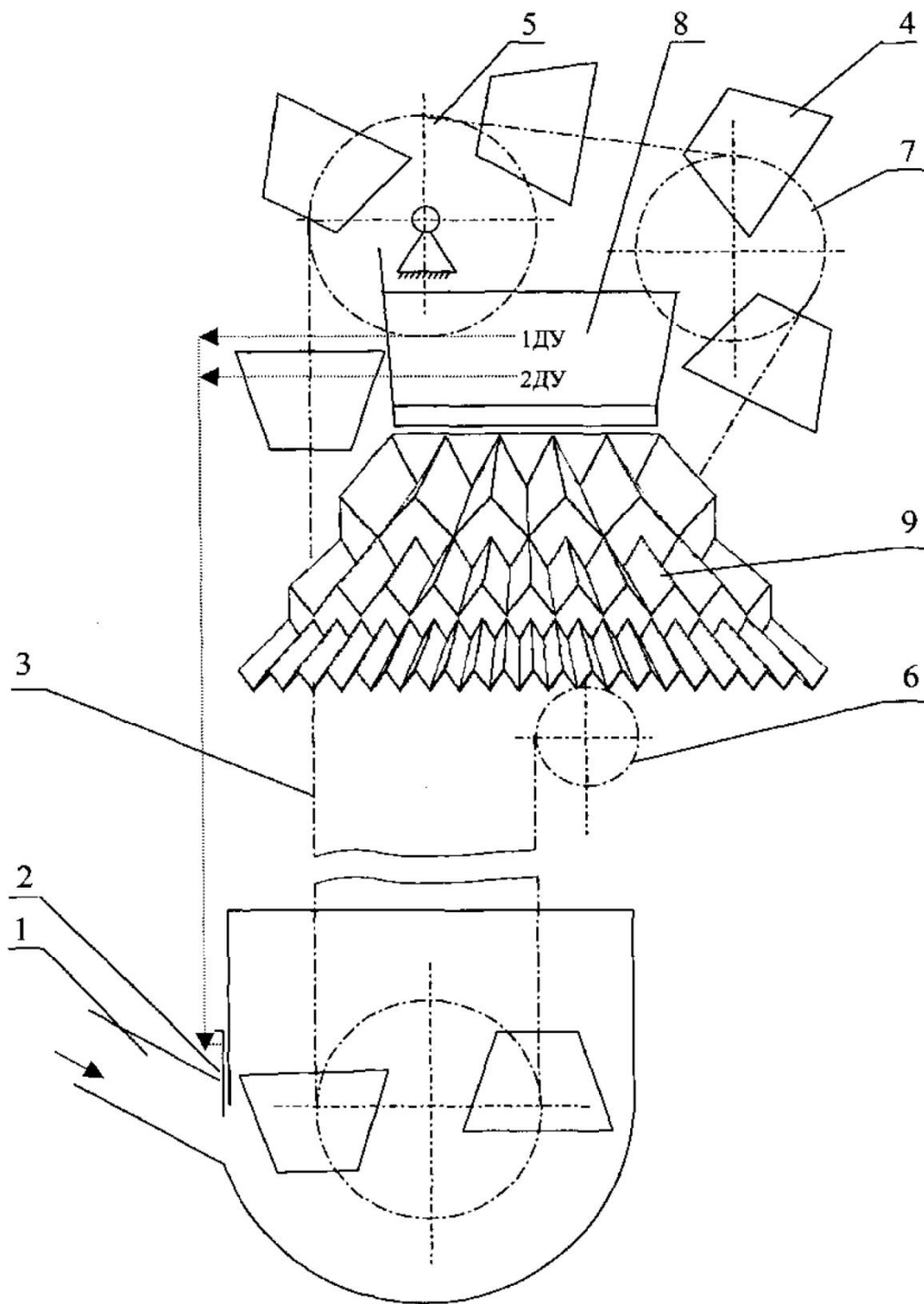


Рис. 2.1 Запропонована конструкція завантажувально-розподільного пристрою зерноочисного агрегату: 1 – приймач ковшового конвеєра; 2 – шиберна заслінка; 3 – вертикальнозамкнуті тягові ланцюги; 4 – ковш; 5,6,7 – приводні, натяжні і відхиляючі зірочки відповідно; 8 – бункер компенсатор; 9 – розподільник; 1ДУ і 2ДУ – датчики верхнього і нижнього рівнів.

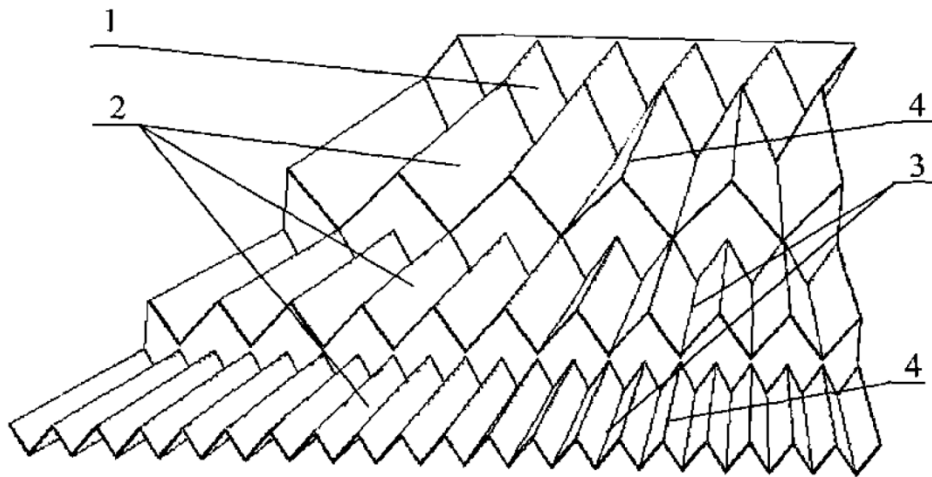


Рис. 2.2. Гравітаційний гофрований розподільний пристрій: 1 – завантажувальна частина; 2 – гофровані секції; 3 – твірні западин гофрів; 4 – виступи гофр.

Висота і кількість гофр завантажувальної частини 1 зернорозподільовача, а також кут нахилу віялоподібних каскадно-розташованих секцій 2 (рис. 2.2) вибираються з умови розподілу зернового вороху на рівні частини при продуктивності, що не перевищує проектну, щоб гофри не наповнювалися матеріалом. Форма профілю гофр може бути трикутної або виконаної у вигляді дуги кола.

Завантажувально-розподільний пристрій працює таким чином.

Матеріал подається самопливом (рис. 1) з приймача ковшового конвеєра 1 через шиберні заслінку 2, зачерпується ковшами 4 і піднімається вертикальним конвеєром на необхідну величину. На приводних зірочках 5 тягові ланцюги 3 змінюють напрямок руху, і на цьому відрізку відбувається гравітаційне розвантаження ковшів 4. Матеріал надходить в бункер-компенсатор 8, де накопичується в кількості, що визначається зусиллям притиснення гравітаційного клапана, яке регулюється. Гравітаційний клапан під дією сили тяжіння матеріалу опускається, відкривається розвантажувальний отвір. Чим більше буде величина розвантажувального отвору, тим більше продуктивність завантажувально-розподільного пристрою. Заповнення бункера-компенсатора 8 підтримується датчиками верхнього 1ДУ і нижнього 2ДУ рівня його завантаження, які впливають на шиберну заслінку 2. Якщо вміст матеріалу в бункері-компенсаторі збільшується і досягає розташування датчика верхнього 1 ДУ рівня, то контакти замикаються і закривається шиберну заслінку 2 і, навпаки, шиберна

заслінка 2 відкривається, якщо вміст матеріалу зменшується і досягає датчика нижнього 2ДУ рівня. При цьому розмикаючі контакти замикають ланцюг включення магнітного пускача закриття шиберної заслінки 2.

Продуктивність завантажувально-розподільного пристрою регулюється силою притиснення гравітаційного клапана. Чим більше сила притиснення гравітаційного клапана, тим на меншу величину він відкривається при заданому рівні матеріалу в бункері-компенсаторі 8, тим менше буде його пропускна здатність і, навпаки, чим менше сила притиснення гравітаційного клапана, тим вища продуктивність завантажувально-розподільного пристрою. Матеріал через розвантажувальний отвір бункера-компенсатора 8 потрапляє на гофрований розподільний пристрій 9, заповнюючи гофри завантажувальної частини, і ділиться на кількість однакових потоків, що дорівнює кількості гофр. Далі потоки надходять в першу вієлоподібну секцію гофровану розподільного пристрою. У міру просування потоків відстань між ними збільшується. При переході з однієї секції на іншу кожен потік ділиться на два рівних потоки. Кількість потоків матеріалу на кожній наступній секції подвоюється, що сприяє поліпшенню рівномірності розподілу матеріалу по ширині.

Зменшення впливу з боку активних робочих органів при завантаженні зерна тихохідної норії з великим об'ємом ковшів і використання гравітаційного каскадного приймально-розподільного пристрою дозволяє знизити інтенсивність механічних впливів на зерно і при цьому рівномірно розподілити зерновий матеріал по ширині.

Для рівномірної подачі зернового матеріалу на решета зерноочисних машин з мінімальною кількістю механічних впливів на нього необхідно дослідити характер розвантаження подачі норії, обґрунтувати параметри і режими роботи приймально-розподільного пристрою.

Програма експериментальних досліджень

У відповідності з поставленими завданнями і результатами теоретичного аналізу була прийнята наступна програма експериментальних досліджень:

1. Дослідити вплив швидкохідної і тихохідної норій, розподільних пристроїв та інших машин і устаткування зерноочисного агрегату на травмування і лабораторну схожість насіння.

2. Дослідити характер розвантаження ковша тихохідної норії НТХ-20.

3. Дослідити вплив кута нахилу гравітаційного гофрованого розподільного пристрою на його пропускну здатність.

4. Дослідити рівномірність розподілу зернового вороху по ширині гравітаційним гофрованим розподільним пристроєм.

5. Визначити вплив пропуску зернового вороху через гравітаційне гофровану розподільний пристрій на величину травмування насіння і їх посівні якості.

Експериментальні дослідження проводили в лабораторії машиновикористання та сервісу технологічних систем Поліського національного університету.

Для проведення експериментальних досліджень на кафедрі машиновикористання та сервісу технологічних систем Поліського національного університету була виготовлена експериментальна установка (рисунок 2.3, 2.4).

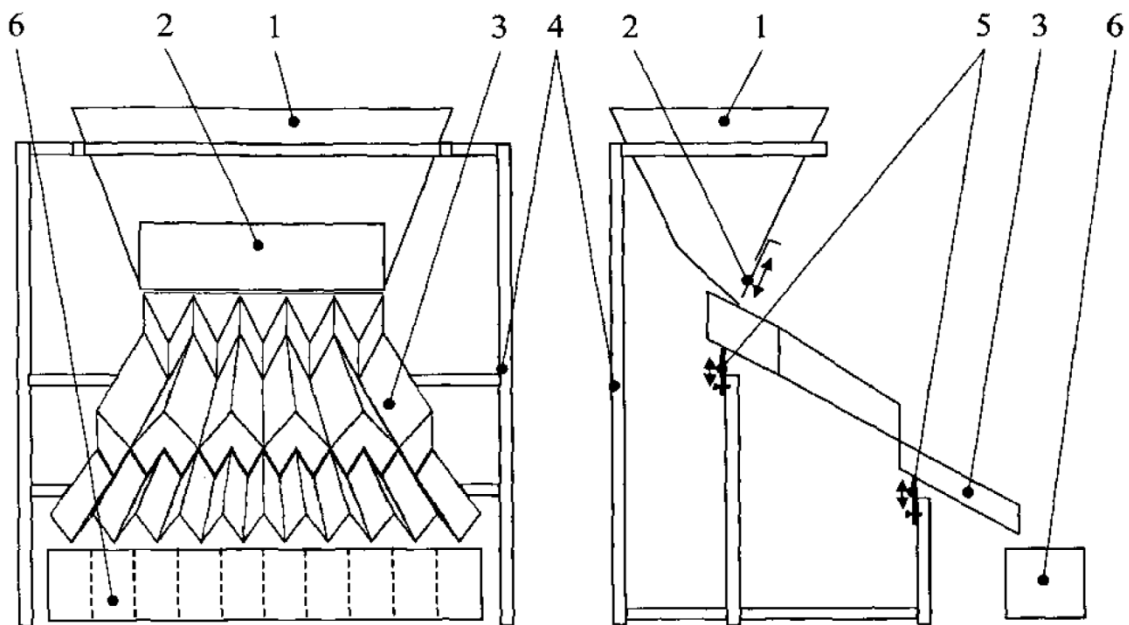


Рис. 2.3. Схема експериментальної установки: 1 – бункер; 2 - регулювальна заслінка; 3 – розподільник; 4 – рама; 5 – регулювальні пластини; 6 – приймач зернового вороху.

Експериментальна установка включає бункер 1 (рис. 2.3) з регулювальною заслінкою 2, гравітаційний гофрований розподільний пристрій 3, змонтовані на рамі 4. Кут нахилу розподільника регулюється за допомогою регулювальних пластин 5. На виході з гравітаційного гофрованого розподільного пристрою встановлюється приймач зернового вороху 6, поділений на десять відсіків.

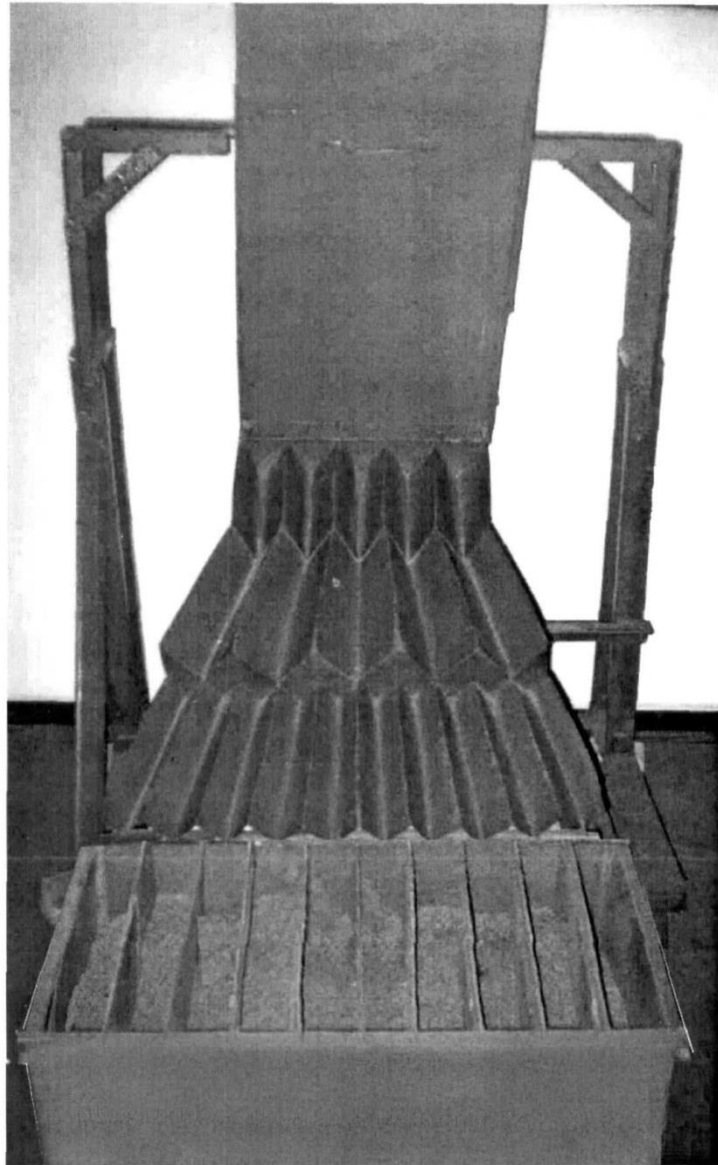


Рис. 2.4. Загальний вигляд експериментальної установки

Технологічний процес роботи гравітаційного гофрованого розподільного пристрою здійснюється наступним чином. Потік матеріалу з бункера 1 (рис. 2.3) через розвантажувальний отвір, величина якого регулюється заслінкою 2, потрапляє на завантажувальну частину розподільного пристрою 3, заповнює гофри і ділиться на

п'ять потоків. У міру просування потоків відстань між ними збільшується. При переході з одного вієроподібної каскадно-розташованої секції розподільника на іншу кожен потік ділиться на два рівних потоки. Матеріал сходить з розподільного пристрою десятима потоками і потрапляє в приймач зернового вороху, заповнюючи його відсіки.

Довжина фронту розподілу становить 0,96 м, ширина завантажувальної частини – 0,5 м, глибина гофр в завантажувальній частині розподільника дорівнює 0,09 м при їх ширині 0,1 м, а довжина всього розподільника 0,8 м. Кут нахилу гравітаційного гофрованого розподільного пристрою має можливість змінюватися в межах 30...50 градусів. Продуктивність розподільного пристрою змінюється за допомогою регулювальної заслінки 2. Обсяг бункера 1 становить 0,2 м³, кути нахилу його стінок дозволяють наблизити потік матеріалу до гідравлічного виду протікання матеріалу.

Експериментальні дослідження проводили на основі відомих методів планування експерименту та обробки дослідних даних, розроблених Г.В. Веденяпин, Ф.С. Завалішина і М.Г. Мацнева та іншими авторами, а також з урахуванням вимог ДСТУ.

Вибір необхідного числа повторностей в дослідах для отримання достовірних результатів проводили на підставі пошукових експериментів за загальноприйнятою методикою.

Висновки по розділу 2

В другому розділі магістерської роботи розроблено принципову схему завантажувально-розподільного пристрою для зерноочисних машин і агрегатів та методику проведення досліджень по визначенню оптимальних конструктивних параметрів даної установки.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вплив кута нахилу гравітаційного гофрованого розподільного пристрою на його пропускну здатність

При збільшенні кута нахилу гравітаційного гофрованого розподільного пристрою його пропускна здатність зростає по лінійній залежності (рис. 3.1). При куті нахилу розподільного пристрою 32 градуси його пропускна здатність вороха пшениці вологістю 16% становить 6 т/год, при зменшенні кута нахилу розподільного пристрою спостерігається купчення матеріалу. Зі збільшенням кута нахилу до 47 градусів пропускна здатність розподільного пристрою зростає до 38 т/год.

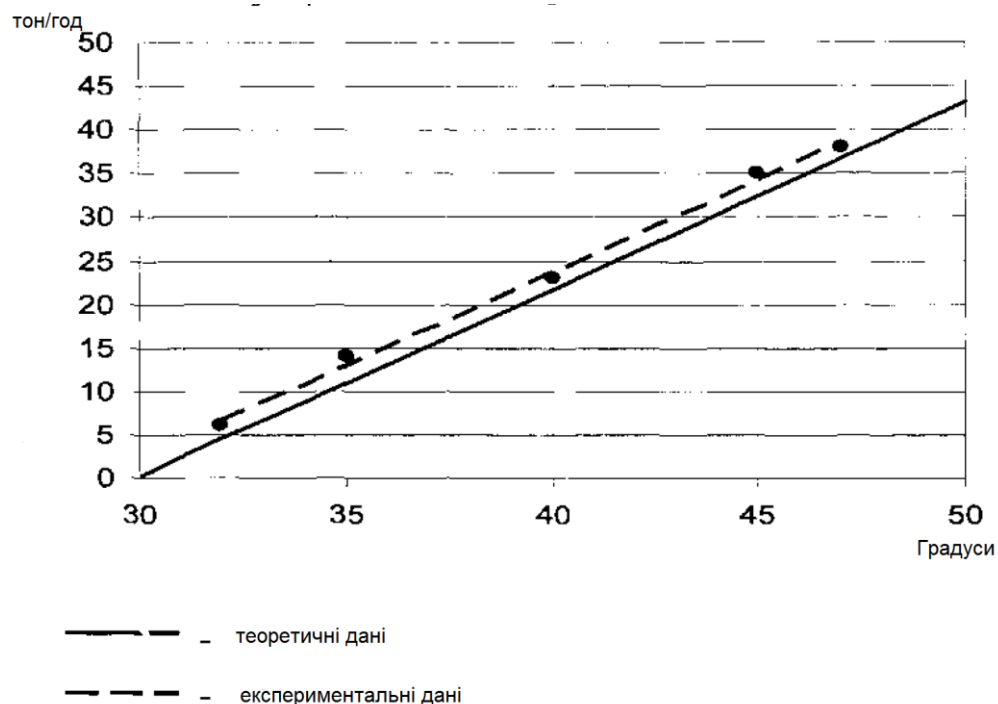
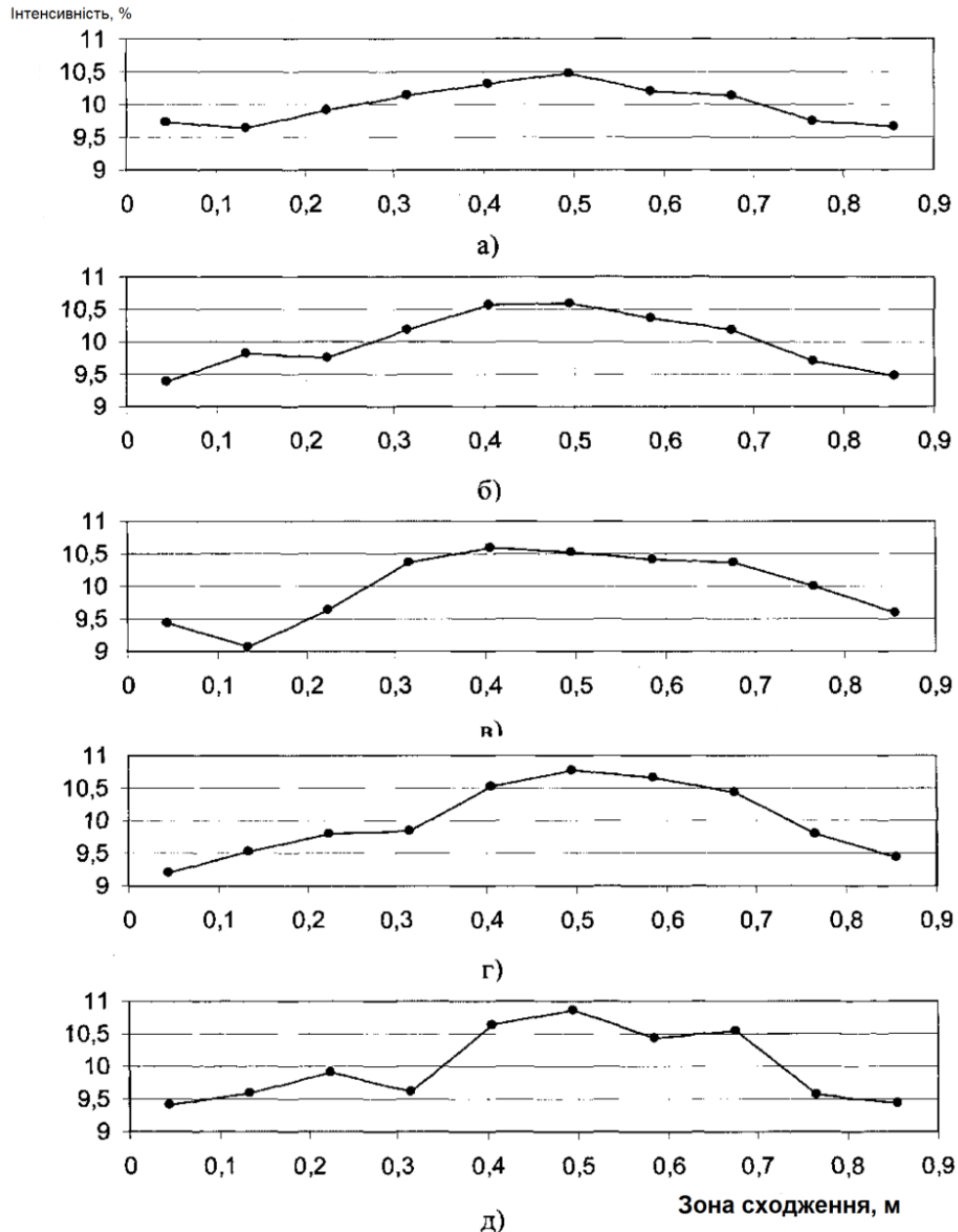


Рис. 3.1. Залежність пропускної здатності розподільного пристрою від його кута нахилу

З рис. 3.1 видно, що теоретична і експериментальна залежності пропускної здатності гравітаційного гофрованого розподільного пристрою від його кута нахилу мають однаковий характер. Невелика відмінність теоретичних досліджень інших авторів і дослідних даних можна пояснити припущеннями, прийнятими при

теоретичних дослідженнях, а також тим, що в теоретичних дослідженнях не була врахована сила підпору матеріалу при якій витікає з бункера.

Перевірку якості роботи гравітаційного гофрованого розподільного пристрою проводили на насінні пшениці, при зміні кута нахилу і подачі матеріалу на розподільний пристрій. Вплив кута нахилу розподільного пристрою на рівномірність виходу зерна по ширині розподілу показано на графіку (рис. 3.2) і в табл. 3.1.



3.2 Дослідження рівномірності розподілу зернового вороху гравітаційним гофрованим розподільним пристроєм. Кут нахилу розподільного пристрою: а) 35 градусів; б) 37,5 градусів; в) 40 градусів; г) 42,5 градусів; д) 45 градусів.

Таблиця 3.1 - Рівномірність сходу зерна пшениці з розподільного пристрою по зонам розподілу

Кут нахилу розподільника, градуси	Інтенсивність вихода зерна по зонам, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	9,7	9,6	9,9	10,1	10,3	10,6	10,2	10,1	9,8	9,7
37,5	9,4	9,8	9,8	10,3	10,6	10,6	10,4	10,2	9,7	9,5
40	9,4	9,1	9,6	10,4	10,6	10,5	10,4	10,4	10,0	9,6
42,5	9,2	9,5	9,8	9,8	10,5	10,8	10,7	10,4	9,8	9,4
45	9,4	9,6	9,9	9,6	10,6	10,9	10,4	10,5	9,6	9,4

При продуктивності 10 т/год і мінімально можливому куті нахилу гравітаційного гофрованого розподільного пристрою для цієї продуктивності (35 градусів), тобто коли продуктивність розподільного пристрою дорівнює його пропускній здатності при даному куті нахилу, інтенсивність виходу насіння по 10 зонам коливається в межах 9,6 ... 10,6%. Невелика нерівномірність розподілу пояснюється нерівномірністю закінчення матеріалу з бункера, а також неточністю виготовлення розподільного пристрою.

При збільшенні кута нахилу гравітаційного гофрованого розподільного пристрою без зміни його продуктивності зростають коливання інтенсивності виходу зерна по зонам. Так при збільшенні кута нахилу розподільного пристрою до 45 градусів коливання інтенсивності виходу зерна становлять 9,4...10,9%. Коефіцієнт варіації при цьому зростає з 3% до 5,62% (рис. 3.3).

Збільшення нерівномірності розподілу зерна по ширині пояснюється збільшенням швидкості руху матеріалу по розподільному пристрою, внаслідок чого зменшується величина заповнення гофр, і відстань між потоками матеріалу, що сходять з гофр, збільшується.

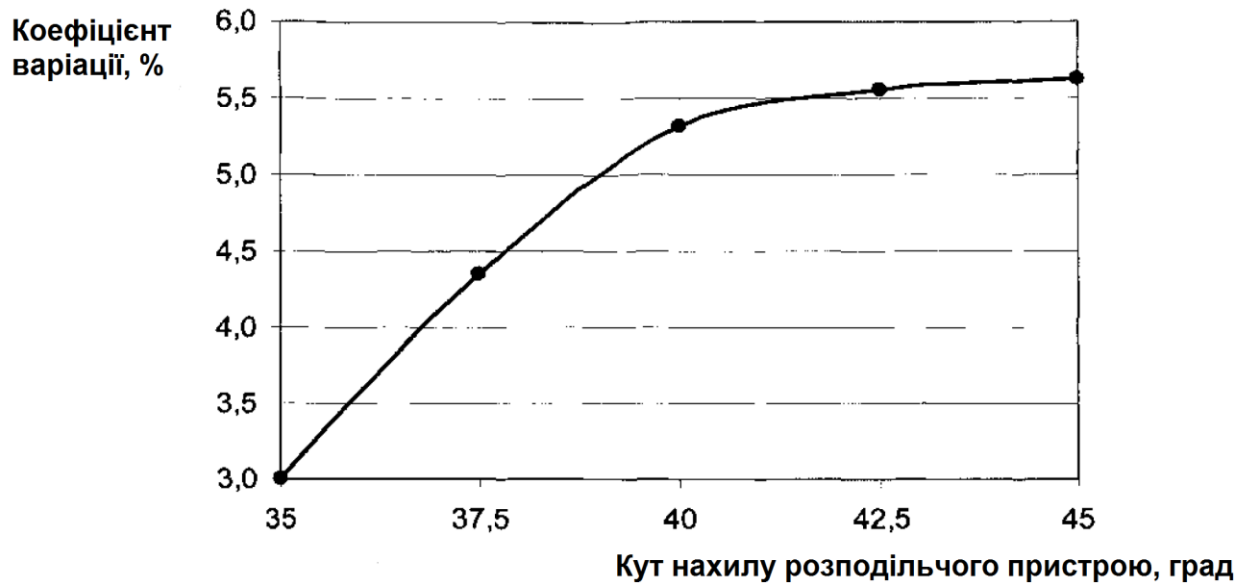


Рис. 3.3 Значення коефіцієнта варіації розподілу зерна пшениці розподільним пристроєм при продуктивності 10 т/год.

Аналіз зміни нерівномірності розподілу матеріалу по ширині гравітаційним гофрованим розподільним пристроєм в залежності від його кута нахилу дозволяє сказати, що найкращий розподіл спостерігається при найбільшому заповненні гофр розподільного пристрою, що можливо при менших кутах нахилу розподільного пристрою. Однак навіть максимальний коефіцієнт варіації розподілу матеріалу, при максимальних кутах нахилу розподільного пристрою, не перевищує 6%, що говорить про хорошу якість розподілу. Для порівняння коефіцієнт варіації розподілу матеріалу по ширині шнековим розподільним пристроєм, найбільш поширеним в даний час, при його оптимальних режимах роботи становить 6...9%.

При збільшенні продуктивності розподільного пристрою з одночасним збільшенням кута його нахилу таким чином, щоб швидкість роботи пристрою дорівнювала його пропускній здатності, тобто гофри розподільника максимально заповнені матеріалом, коефіцієнт варіації при продуктивності 10 т год і вище практично не змінюється і становить близько 3,5% (рис. 3.4).

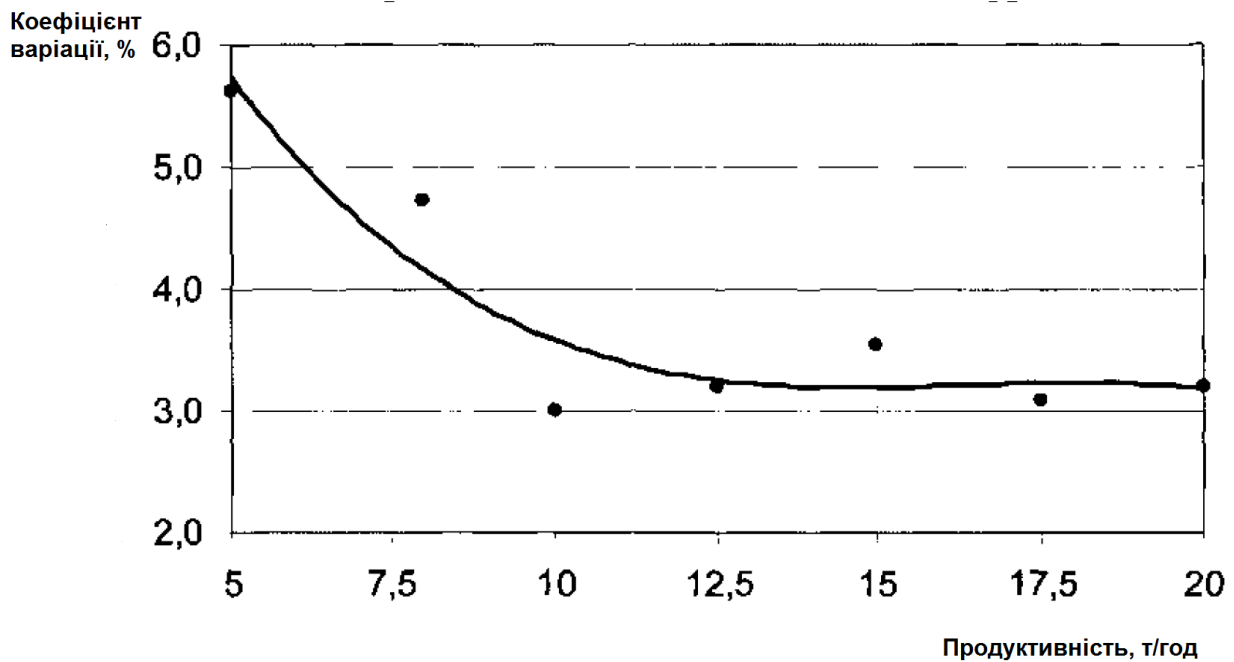


Рис. 3.4. Зміна коефіцієнта варіації інтенсивності сходу зерна з розподільного пристрою по ширині, в залежності від продуктивності при максимальному заповненні гофр.

Підвищене значення коефіцієнта варіації розподілу зерна при продуктивності розподільного пристрою 5 та 8 т/год пояснюється тим, що його гофри не були повністю заповнені матеріалом, так як зменшення кута нахилу розподільника більш ніж на 32 градуса призводило до скупчення матеріалу. З аналізу графіка (рис. 3.4) видно, що даний розподільний пристрій цілком може працювати в діапазоні зміни продуктивності від 5 до 20 т/год. Збільшення продуктивності понад 20 т/год призводить або до великої швидкості сходу матеріалу з розподільного пристрою за рахунок збільшення кута його нахилу, або до переповнення гофр.

3.3 Вплив пропуску зернового вороху через гравітаційний гофрований розподільний пристрій на величину травмування насіння і їх посівні якості

Зміна мікротравмування насіння озимої пшениці та їх посівні якості після пропуску через гравітаційне гофровану розподільний пристрій при вологості зерна 16% показано в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Мікротравмування насіння пшениці і зміна їх посівних якостей при пропуску через гравітаційний розподільний пристрій

Продуктивність, т/год	Мікротравмування, %		Енергія проростання		Лабораторная схожість, %	
	до пропускання	після пропускання	до пропускання	після пропускання	до пропускання	після пропускання
3	49,8	50,0	82	82	98	98
5		49,8		82		98
10		49,8		82		98

Після пропуску через гравітаційне розподільний пристрій зерна пшениці при продуктивності 3, 5 і 10 т/ год зменшення енергії проростання насіння і їх лабораторної схожості в порівнянні з вихідним зерновим ворохом не було помічено (табл.3.2). При продуктивності гравітаційного гофрованого розподільного пристрою 3 т/год відбулося збільшення мікротравмування насіння на 0,2%, але так як ця цифра лежить в межах похибки досліду її можна вважати незначною.

Висновки по розділу 3

Таким чином, застосування гравітаційного гофрованого розподільного пристрою дозволяє практично уникнути приросту травмування зерна цим робочим органом.

ВИСНОВКИ

Аналіз результатів експериментальних досліджень дозволяє зробити наступні висновки:

1. Заміна в зерноочисному агрегаті однієї швидкохідної норії НПЗ-20 на тихохідну норію НТХ-20 дозволяє знизити травмування насіння зерноочисних агрегатом в середньому на 2%.

2. Підтверджено можливість використання математичної моделі пошаровим розвантаження ковша тихохідної норії для обґрунтування її конструктивних параметрів і режимів роботи. Аналіз отриманої моделі показав неможливість вирівнювання потоку матеріалу в часі і по довжині зони розвантаження ковшів, що обумовлює необхідність постановки перед розподільним пристроєм бункера-компенсатора.

3. Підтверджено рівняння руху матеріалу по гравітаційному гофрованого розподільного пристрою для обґрунтування параметри даного розподільного пристрою.

4. Заміна в зерносортувальних машинах зерноочисного агрегату одного шнекового розподільного пристрою на гравітаційний гофрований розподільний пристрій дозволяє зменшити травмування насіння цим робочим органом на 1,5%, коефіцієнт варіації розподілу зерна по ширині при цьому не перевищує 6% при зміні продуктивності від 5 до 20 т/год.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цизь І. Є. Конструкція, розрахунок і виробництво сільськогосподарських машин. Методичні вказівки. Луцьк: Луцький НТУ, 2015. 66 с.
2. Галкин А. Д., Галкин В. Д. Машины и оборудование послеуборочной обработки зерна и подготовки семян из влажного комбайнового вороха. Рекомендации. Пермь: Прокрость, 2020. 49 с.
3. Дринча В. М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их підготовки Воронеж: МОДЭК, 2006. 384 с.
4. Кожуховский И. Е., Павловский Г. Т. Механизация очистки и сушки зерна. Изд. 2-е, перераб. и доп. Москва : Колос, 1968. 439 с.
5. Корнев А. С. Повышение эффективности сепарации зерна на плоских решетках зерноочистительных машин. Воронеж: Воронежский ГАУ, 2016. 145 с.
6. Михайлов Є. В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах Півдня України. Монографія. Мелітополь: Люкс, 2012. 258 с.
7. Пиляева О. В. Проблемы и перспективы послеуборочной обработки зерна. Монография. Ачинск: Ачинский филиал Красноярского ГАУ, 2017. 75 с.
8. Сайтов В. Е. Физико-математическое моделирование процессов разделения зерновых материалов для повышения эффективности функционирования зерно- и семяочистительных машин. Киров : Вятская ГСХА, 2011. 165 с.
9. Тиц З. Л., Анискин В. И., Баснакьян Г. А., Гладков Н. Г., Евдокимов В. Ф., Кожуховский И. Е., Окунь Г. С., Птицын С. Д., Ульрих Н. Н. Москва : Машиностроение, 1967. 448 с.
10. Allen Theodore. Introduction to Engineering Statistics and Lean Six Sigma: Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems. 3rd Edition. Springer, 2018. 656 p.

11. Anderson Mark J., Whitcomb Patrick J. RSM Simplified: Optimizing Processes Using Response Surface Methods for Design of Experiments Second Edition. Productivity Press, 2016. 311 p.
12. Andersson O. Experiment!: Planning, Implementing and Interpreting Wiley, 2012. 288 p.
13. Fisher R.A. The Design of Experiments. 9th Edition. Hafner Press, 1971, First Published 1935. 256 p.