

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування процесу фракційного розділення
та очистки зерна для покращення його фізико-
механічних властивостей**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГХТз-1-19
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

_____ Кошулько Віталій Сергійович

Керівник: _____ Півоваров Олександр Андрійович

_____ Чурсінов Юрій Олексійович

Рецензент: _____ Петренко Олександр Вікторович

Дніпро 2021

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

«___» _____ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Кошулько Віталію Сергійовичу

1. Тема роботи «Обґрунтування процесу фракційного розділення та очистки зерна для покращення його фізико-механічних властивостей».

Керівник роботи Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, Чурсінов Юрій Олексійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «25» листопада 2020 року № 2956.

2. Строк подання студентом роботи 12 лютого 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання. 2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань очистки та фракціонування зерна. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд стану питання. 2 Програма і методика експериментальних досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Стан питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Дослідне устаткування.
3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів.
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Півоваров О.А., професор Чурсінов Ю.О., професор	25.11.2020	12.02.2021
5	Кравець В.В., доцент	25.11.2020	12.02.2021
6	Павленко О.С., доцент	25.11.2020	12.02.2021

7. Дата видачі завдання 25 листопада 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	21.09-30.09.20	виконано
2	Огляд стану питання	01.10-11.10.20	виконано
3	Програма і методика експериментальних досліджень	12.10-25.10.20	виконано
4	Дослідна частина	26.10-30.11.20	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	01.12-15.12.20	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12-25.12.20	виконано
7	Організаційно-економічна частина	01.02-05.02.21	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	06.02-11.02.21	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.02.2021	виконано

Студент

_____ (підпис)

Кошкулько В.С.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Півоваров О.А.

_____ (підпис)

Чурсінов Ю.О.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 101 сторінку друкованого тексту, 14 рисунків та ілюстрацій, 22 таблиці та використано 69 літературних джерел посилань.

Метою роботи є підвищення ефективності фракціювання і очищення зерна на основі обґрунтування параметрів порційного метання матеріалу в повітряне середовище безреміньним зернометальником.

Об'єкт дослідження – зерновий ворох зерна пшениці, що пройшов фракціювання та очистку на порційному метальнику зерна.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічного процесу фракціювання та очищення зерна на зерновому метальнику з якісними показниками кінцевого продукту.

В умовах недостатньої забезпеченості зерноочисними машинами через їх вартість, господарство зазнає труднощів, особливо, у своєчасному, проведенні попередньої обробки свіжозібраного зерна, щоб очистити його від легких домішок, провітрити, підсушити і забезпечити відносне збільшення термінів його тимчасового зберігання до основного сушіння та очищення. Застосовані для цих цілей існують метальники зерна ЗМ-30, ЗМ-60 і МЗ-60 не забезпечують достатню ефективність обробки зерна через метання зерна в повітря суцільним потоком і допускають його травмування.

Тому господарства вимушені застосовувати для попередньої обробки на відкритих майданчиках відносно складні і низько продуктивні повітряно-решітні ворохоочисні машини, які призначені для обробки зерна вологістю до 16 % і не забезпечують ефективність роботи при збільшенні вологості та засміченості матеріалу.

Ключові слова: ПШЕНИЦЯ, ЗЕРНО. ЗЕРНОМЕТАЛЬНИК, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЧИСТОТА ВОРОХУ, ВОЛОГІСТЬ, ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ	10
1.1 Стан і основні тенденції розвитку техніки і технології обробки зерна	10
1.2 Аналіз конструкцій зернометальних машин	13
1.3 Аналіз робіт з дослідження зернометальників	20
1.3.1 Ефективність застосування зернометальників	20
1.3.2 Рух зерна при викиді його метальником в повітря	22
1.4 Висновки до розділу. Мета і завдання дослідження	23
2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1 Мета і завдання експериментальних досліджень	25
2.2 Загальна методика експериментальних досліджень	25
2.3 Експериментальна установка порційного зернометальника	31
2.4 Визначення траєкторії польоту зерна при метанні його в повітря	34
2.5 Визначення раціональних параметрів порційного зернометальника	36
2.6 Умови підготовки та проведення дослідів	38
Висновки до розділу	39
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	40
3.1 Структура шару в момент початку вильоту та траєкторії польоту компонентів зерна при метанні їх в повітря	40
3.2 Вплив початкової швидкості метання зерна на якісні показники його поділу	42
3.3 Обґрунтування висоти і маси порції зерна в комірці барабана метальника	44
3.4 Обґрунтування кута нахилу і кількості лопатей в барабані зернометальника	46
3.5 Поділ зернової суміші при метанні на метальнику зерна	49
Висновки до розділу	51
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	52

4.1 Рекомендації виробництву	52
Висновки до розділу	53
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
5.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в фермерському господарстві «Агро-Макс і Ко»	54
5.2 Рекомендації щодо поліпшення умов праці	56
5.3 Вимоги безпеки праці оператора устаткування для сепарування зернової сировини	57
5.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в підприємстві	61
5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях	64
5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху	66
Висновки до розділу	67
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	68
6.1 Організація проведення дослідження	68
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	73
6.3 Розрахунок вартості дослідження	76
Висновки до розділу	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	77
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	79
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Стійке збільшення виробництва зерна завжди було і залишається ключовою проблемою агропромислового комплексу, націлене на забезпечення зростаючої потреби країни в продуктах харчування і сільськогосподарській сировині.

В умовах скорочення площ зернових посівів посилюється необхідність підвищення врожайності та зниження втрат зерна, головним чином, в процесі його післязбиральної обробки.

В теперішній час основна частина зерна в господарствах обробляється на відкритих майданчиках і лише невелика частина – на поточних лініях типу ЗАВ і КЗС. Існуючі зерноочисні машини в поточних лініях, самопересувні машини попередньої очистки на відкритих майданчиках ЗМ-60, МЗ-60, ОВП-20А, ОВС-25 не забезпечують своєчасної обробки свіжозібраного зерна, що призводить до втрат і низької ефективності роботи складних зерноочисних машин ОС-4,5;СМ-4. Для доведення матеріалу до необхідної кондиції зерно піддається багаторазовій обробці на поточних лініях і в самопересувних машинах на відкритих майданчиках, яке допускає травмування зерна, збільшує витрати на його обробку і втрати на відходи. Тому витрати праці на післязбиральну обробку залишаються все ще значними та складають понад 50 % від усіх витрат на виробництво зерна, а в собівартості продукції витрати на обробку досягають 40 % [17]. У зв'язку з цим необхідно подальше вдосконалення технології та технічних засобів, особливо підвищення ефективності попередньої та первинної очистки свіжозібраного зерна, забезпечуючи його своєчасну обробку та збереження.

Складні погодні умови в збиральний період зумовлюють високу вологість та засміченість зернової купи: при зміні гідротермічного коефіцієнта від 3,06 до 8,01 середньозважена (сезонна) вологість свіжозібраного зерна змінюється в межах 18 – 27 %, а засміченість – 6 – 16 % в залежності від території і конкретних умов року, що збільшує об'єм післязбиральної обробки свіжозібраного зерна [14, 17].

З введенням ринкових відносин майже все зібране зерно проходить післязбиральну обробку, що включає процеси прийому, попередньої обробки, тимчасового зберігання, сушіння та етапи остаточного очищення і доведення зернового матеріалу до продовольчих і насінневих кондицій на відкритих майданчиках та поточних лініях пунктів обробки зерна (ПОЗ) господарств. В умовах недостатньої забезпеченості зерноочисними машинами через їх вартість, господарство зазнає труднощів, особливо, у своєчасному, проведенні попередньої обробки свіжозібраного зерна, щоб очистити його від легких домішок, провітрити, підсушити і забезпечити відносно збільшення термінів його тимчасового зберігання до основного сушіння та очищення. Застосовані для цих цілей існують метальники зерна ЗМ-30, ЗМ-60 і МЗ-60 не забезпечують достатню ефективність обробки зерна через метання зерна в повітря суцільним потоком і допускають його травмування в зазорі між поверхнями нескінченного ременя та кільцевих виступів жолобкового натискного барабана. Тому господарства вимушені застосовувати для попередньої обробки на відкритих майданчиках відносно складні і низько продуктивні повітряно-решітні ворохоочисні машини ОВП-20 і ОВС-25, які призначені для обробки зерна вологістю до 16 % і не забезпечують ефективність роботи при збільшенні вологості та засміченості матеріалу.

Підвищення ефективності фракційного розділення та очищення зерна, може бути забезпечено вдосконаленням конструкції існуючого метальника зерна та обґрунтуванням параметрів безремінного лопатевого метальника: подачі і формуванні порції зерна в осередках барабана та забезпечення умов спрямованого метання, ефективного розшарування і розділення вихідного зерна в повітрі за аеродинамічними властивостям на важку та середню фракції. Метання зерна порціями певної форми і маси на безремінному метальнику забезпечує енергозберігаючу технологію очищення зерна від легких і дрібних домішок, виділення частини довгих та коротких домішок (вівсюг, татарська гречка) в середню фракцію та важких домішок (галька) у велику фракцію. Це забезпечить зниження обсягу трієрної очистки в 2 – 2,5 рази.

У зв'язку з цим метою роботи є підвищення ефективності фракціювання і очищення зерна на основі обґрунтування параметрів порційного метання матеріалу в повітряне середовище безремічним зернометальником.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- експериментально перевірити результати теоретичного дослідження: умови вивантаження порції зерна з комірок лопатевого барабана і закономірності руху і поділу зерна і домішок в повітря після метання;
- обґрунтувати раціональні параметри порційного безремічного лопатевого зернометальника;
- обґрунтувати параметри, що забезпечують підвищення ефективності розділення і очищення зерна на лабораторному порціонному безремічному метальнику;
- визначити ефективність використання розробленого порційного зернометальника в виробничих умовах.
- дослідити стан охорони праці в ФГ «АгроМакс і Ко»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – зерновий ворох зерна пшениці, що пройшов фракціювання та очистку на порційному метальнику зерна.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічного процесу фракціювання та очищення зерна на зерновому метальнику з якісними показниками кінцевого продукту.

1 ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ

1.1 Стан і основні тенденції розвитку техніки і технології обробки зерна

Шлях від вирощеного зерна до готового хліба довгий та важкий, проходить через технологічні лінії післязбиральної обробки зерна, його транспортування, прийому, зберігання, підготовки до зерноочисного відділення, переробки в борошно, виробництва хліба та інших продуктів харчування на зернопереробних і харчових підприємствах. На кожному етапі цього шляху необхідно забезпечити ефективність технологічних процесів обробки, транспортування і зберігання зерна та продуктів його переробки, звести втрати до мінімальних.

Пізнє визрівання зерна, його висока вологість ускладнює процеси післязбиральної обробки, особливо через недостатню кількість техніки і пунктів ПОЗ. При повному забезпеченні запланованої системи машин і перспективною технологією на кожні 1000 га зернових посівів необхідно 30 працівників при обробленні продовольчо-фуражного зерна та понад 40 для насінневого, з них відповідно 5 і 12 чоловік притягуються на післязбиральну обробку зерна. Післязбиральна обробка в собівартості зерна становить близько 40 %, а в затратах праці – понад 50 % [48, 54]. В Україні велика частина зерна від комбайнів (більше 90 % від валового збору) надходить, як правило, на пункти ПОЗ господарств, де проходить обробку і зберігається до реалізації.

Як показує аналіз статистичних даних, кількість вологого і сирого свіжозібраного зерна становить в середньому близько 30 % від об'єму заготівлі, а засміченого вище норми базисних кондицій зерна відповідно складає в середньому близько 60 % при здачі на хлібоприймальні пункти [70].

У господарствах Дніпропетровської області на базі малих та середніх фермерських господарств створені 137 пунктів, в тому числі 44 зерноочисно-сушильних, 72 зерноочисних пунктів заводського виробництва і 19 механізованих пунктів. Крім цього, на пунктах ПОЗ господарств використовуються наступні зерноочисні машини та установки: ворохоочисники типу ОВП-20; ОВВ-20 і ОВС-

25; складні зерноочисні машини ОС-4,5 і СМ-4, зернометальники ЗМ-30, ЗМ-60; шахтні і барабанні зерносушарки; установки активного вентиляювання.[10].

Серед завдань післязбиральної обробки зерна особливо важливо запобігання втрат і зниження його якості. Ці втрати все ще значні та відбуваються через незадовільну обробку на ворохоочисниках, метальниках зерна та неправильне зберігання. Для приведення зерна в стійкий стан необхідно провести зниження вологості зернової маси до рівня нижче критичної. Тому необхідно своєчасно провести попередню обробку свіжозібраного зернового вороху, забезпечити його очищення від рослинних і шкідливих домішок, охолодження і підсушування з використанням зерноочисних машин, що забезпечують інтенсифікацію обробки зерна [10, 59, 70]. Своєчасно і якісно проведена обробка забезпечить зниження втрат та сприяє підвищенню ефективності фракційного розділення і очищення зерна.

Післязбиральна обробка зерна в господарствах має дві тенденції розвитку, це поточна обробка та поетапна обробка зерна.

Поточна обробка зерна здійснюється в зерноочисних агрегатах типу ЗАВ продуктивністю 10, 20 і 40 т/год і зерноочисних сушильних комплексах типу КЗС-10 і 20 т/год.

Зерноочисне відділення комплексу КЗС-20 «Ш» включає: завальну яму, автомобілепідйомник ГАП-2Ц, завантажувальну норію 2НПЗ- 20, машину попереднього очищення ЗД-10000, повітряно-очисну машину ЗАВ 10.30.000, трієрний блок ЗАВ 10.90.000, централізовану аспіраційну систему ЗАВ 20.60.000, транспортер передавальний ЗАВ 10.50.000 АВ, транспортер відходів ЗІ 40.000, пульт управління, комплект зернопроводів, металеву арматуру, всі машини і обладнання змонтовані на блоці бункерів, які одночасно є їх несучою конструкцією та ємностями для проміжного зберігання оброблюваного матеріалу.

Також можливо й застосовуються інші варіанти лінії обробки зерна в ЗАВ продуктивністю 10, 20, 30 і 40 т/год для попереднього, первинного та трієрного очищення зерна. Таких ліній в Україні близько 30 % від загальної кількості

поточно-технологічних ліній обробки зерна. До їх недоліків відносяться також відсутність фракційного поділу.

Аналіз результатів роботи КЗС, ЗАВ і СОП в окремих господарчих зонах показує, що причинами недостатньої, ефективності роботи поточно-технологічних ліній є наступне:

- недостатня інтенсивність передньої обробки свіжозібраного зернового вороху;
- відсутність даних про фізико-механічні властивості зерна пшениці місцевих сортів і домішок для визначення набору решіт та пористих поверхонь, щоб забезпечити ефективність розділення і очищення зерна від домішок.

Поетапна технологія обробки зерна виконується на самопересувних машинах типу ОВП-20А, ОВС-25, ОС-4,5 і СМ-4,0 продуктивністю відповідно 20, 25, 4,5 і 4,0 т/год. Провітрювання, очищення свіжозібраного зернового вороха на відкритій площадці здійснюється самопересувними метальниками зерна, машинами типу ЗМ-30 і ЗМ-60, МЗ-60, які знаходять все більше застосування через надійність і ефективність роботи. Навантаження зерна проводиться зернонавантажувачем типу ЗПС-100-100 т/год (рисунок 1.1).

В даний час 80 % зернового вороха обробляється на відкритих майданчиках токів, поетапно з виконанням безлічі вантажно-розвантажувальних робіт та періодичного перелопачування з метою уникнення самозігрівання та псування. Чим довше лежить зерно в купі на току, тим істотніше знижуються енергія проростання і схожість насіння. Так, було виявлено, що зберігання щойно зібраної зернової маси на току більше 2 діб після обмолоту з вологістю 19 – 22 % знижує енергію проростання насіння на 8 – 20 %, а схожість – на 5 – 15 %. Причому голозерні хлібні злаки (пшениця) при зберіганні без обробки на току знижують посівні якості швидше, ніж плівчасті (ячмінь, овес). У плівчастих культур за рахунок великої шпаруватості зернової маси слабкіше розвиваються процеси самозігрівання [55].

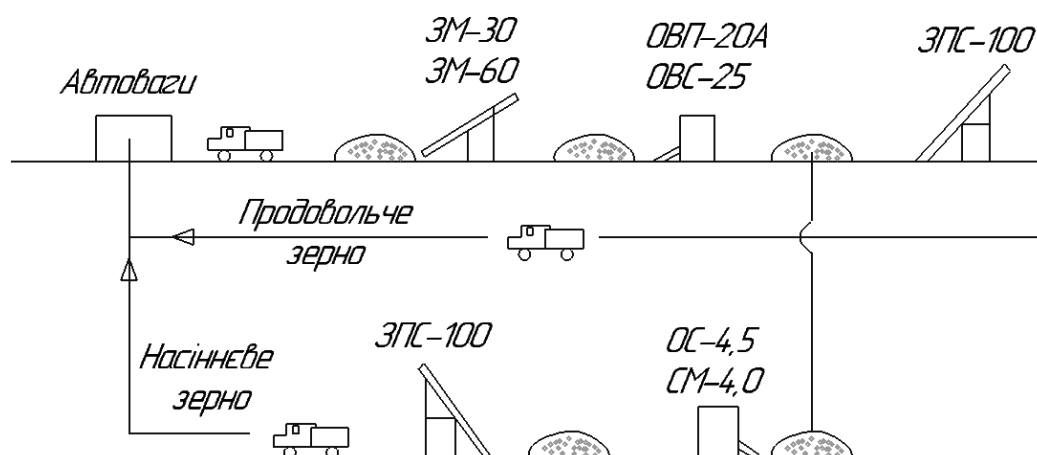


Рисунок 1.1 – Поетапна обробка зерна на відкритому майданчику

Слабка оснащеність господарств машинами попереднього очищення та засобами тимчасової консервації свіжозібраної зернової маси в несприятливі роки різко знижує темпи прибирання, збільшує його терміни і біологічні втрати врожаю. Незважаючи на зростання парку використовуваних комбайнів за останні роки, істотного зменшення строків збирання, не спостерігається. Тривалість його досягає в окремі роки понад два місяці замість 15 днів по агротехнічним вимогам.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання обґрунтування процесів роботи високпродуктивних зернометальних машин, що дозволяють поєднувати попередню очистку зернового вороха з його підсушкою, охолодженням і фракційним розділенням. Таке поєднання операцій в одному технічному пристрою економічно вигідні, забезпечує зниження енергоємності обробки зерна.

Таким чином, для зниження втрат і підвищення якості зерна слід забезпечити ефективність технологічного процесу розділення і очищення зерна на порціонному металнику зерна.

1.2 Аналіз конструкцій зернометальних машин

Основною умовою підвищення ефективності розділення і очищення (сортування) зерна при метанні є досконалість конструкції робочого органу

зернометальника, що забезпечує, по-перше, рівні умови викиду порції зерна, однакові початкові швидкості всіх зерен строго в одному напрямку; по-друге, розміри і форму порції зерна при киданні та польоті у повітрі, щоб забезпечувати умови поділу (сортування) і очищення основного зерна від домішок.

В останні роки розроблені порційні зернометальники, які практично виключають травмування зерна – стрічкові метальники з пористими і лопатевими барабанами, метальники з одним робочим лопатевим барабаном.

Метальник сипучих матеріалів складається з привідного барабана, веденого і лопатевого барабана з поперечними дисками, охоплений транспортерною стрічкою, бункера, шнекового живильника (рисунок 1.2, а). Натяг стрічки транспортера здійснюється за рахунок переміщення опори лопатевого барабана за направляючою, і ці опори стопоряться болтами. Над лівими опорами лопатевого барабана розташований бункер із заслінкою. Бункер з'єднаний зі шнеком і може переміщатися разом з опорою за направляючою за допомогою своїх виступів. Шнековий живильник складається з жолоба та шнека. До верхньої частини жолоба прикріплена болтами захисна пластинка, а в нижній є гумова накладка, поєднана з жолобом за допомогою шарніра. Гумова накладка котиться по внутрішній поверхні лопатевого барабана, який складається з поздовжніх планок трикутної форми і поперечних дисків, загострених з внутрішньої сторони. Привід всіх механізмів здійснюється від електродвигуна. Рух ведучого барабану метальника передається через клиноремінну передачу. Шнековому живильнику обертальний рух передається за допомогою клинопасової передачі від веденого барабана. На рамі укріплений гвинтовий механізм для регулювання нахилу машини до горизонту, тобто для зміни кута метання зерна. Внизу під рамою є колеса для зручного переміщення машини. Працює він у такий спосіб. Зерно, яке піддається очищенню і сортуванню, подається шнеком з бункера через наскрізні отвори лопатевого барабана, розташовані в чотири ряди по всьому колу барабана. Ці отвори знизу прикриваються транспортерною стрічкою та мають прямокутну форму розмірами 60×120 мм. Глибина цих отворів досягає 100 мм, і вони утворені поздовжніми лопатями та поперечними дисками натискного барабана. Кількість

поступального зерна через отвори можна регулювати заслінкою. Ці отвори знизу прикриваються транспортерною стрічкою і не дають можливості вилітати з них під дією відцентрової сили частинками зерна. При русі транспортерної стрічки відбувається взаємне обертання лопатевого барабана. У момент зіткнення стрічки з лопатевим барабаном відбувається заповнення отворів даного барабана. І наповнення отворів зерном припиняється до відходу стрічки від лопатевого барабана. При відході стрічки від даного барабана відбувається відкриття отворів, і зерно, яке міститься в ньому вилітає під дією відцентрової сили. В залежності від ваги і шпаруватості одні зерна (чисте зерно) відлітають далі, а інші (домішки) – ближче від металника і таким чином розсортовуються на різні фракції. Захисна пластинка запобігає заповненню отворів до зіткнення стрічки з лопатевим барабаном, тобто процес заповнення починається з моменту зіткнення стрічки. Гумова накладка не дозволяє заповнити отвори зерном до відходу стрічки від лопатевого барабана.

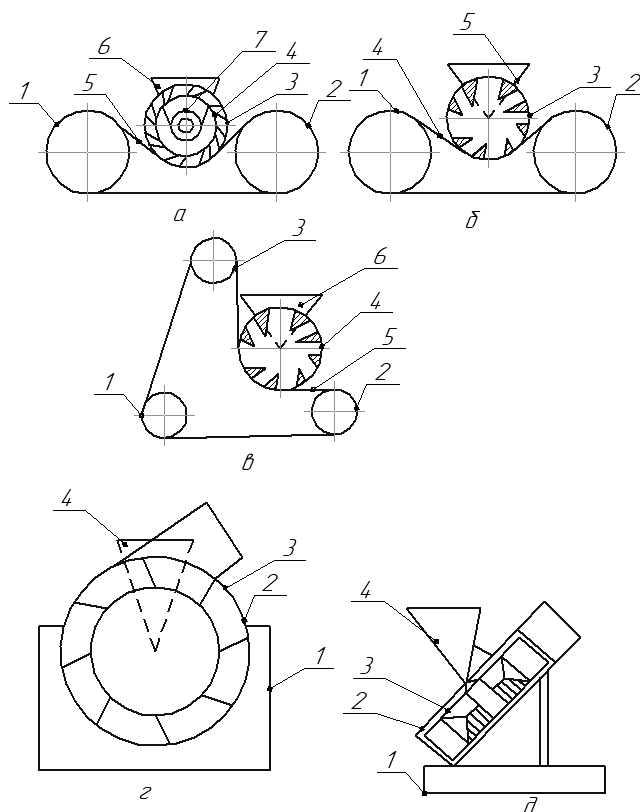


Рисунок 1.2 – Схеми порційних металників

Пропонований пристрій дозволяє підвищити продуктивність та якість сортування зерна, а також спростити конструкцію зернопульта. Лопатевий барабан з наскрізними отворами дає можливість, по-перше, кидати зерно порційно, що покращує якість сортування зерна і виключає травмування його; по-друге, немає потреби використовувати такий складний механізм, як лопатевий дозатор, необхідний для отримання порціонної подачі зерна; по-третє, підвищується продуктивність метальника за рахунок чотирирядного розташування отворів по всьому колу барабана і збільшення швидкості стрічки [14].

Проведені дослідження даного метальника показали, що при великій частоті обертання лопатевого барабана частина зерна не встигає дійти до стрічки і викидається назовні прямо з поверхні лопаток, розташованих перпендикулярно до стрічки, через що утворюється широке віяло матеріалу який викидається, що є істотним недоліком такого зернометальника.

Аналогічну конструкцію має метальник з лопатевим барабаном, що складається з ведучого, веденого (2) барабанів, натискного лопатевого барабана (3), охоплених нескінченною стрічкою (4), бункера (5) з регульованою заслінкою (рисунок 1.2 б). Стрічка отримує рух від електродвигуна через клинопасову передачу. Метальник також забезпечений рухливими колесами, які служать для його переміщення і гвинтовим механізмом, що складається з опорного гвинта з наполегливої гайки, призначеної для регулювання нахилу машини до горизонту. Барабан змонтований на консольному валу, встановленому на двох підшипникових опорах, закріплених на рамі. Він складається з двох торцевих дисків, між якими розташовані клиноподібні лопатки, закріплені на дисках за допомогою гвинтів. Ці лопатки своєю передньою стінкою нахилені до поверхні стрічки під кутом $30 - 60^\circ$ та сприяють попередньому поділу зернового матеріалу в самому барабані до викиду [15, 16].

Метальник працює наступним чином. Зернистий матеріал, що підлягає очищенню, подається самопливом з бункера в барабан, де він захоплюється лопатками і укладається на стрічці в міру її руху. Кількість зернового матеріалу,

яке надходить в барабан регулюється заслінкою. Потім при обгинанні стрічкою ведучого барабана порції матеріалу викидаються до горизонту під кутом, рівним куту нахилу стрічки. У польоті ці порції поділяються на окремі фракції за аеродинамічними властивостями. Насіння, як найважчі частинки, летять далі всіх, а легкі домішки падають ближче від металника. У порції зернового матеріалу, відібраною лопаткою, при обертанні лопатевого барабана відбувається попередній поділ її на фракції за рахунок відцентрової сили. Важкі частки (насіння) розташовуються в нижній частині порції, а легкі укладаються у верхній. Таким чином, попередню розділені порції матеріалу в лопатевого барабані металника краще діляться на фракції вже в польоті. Похилі лопатки сприяють швидкому осіданню порції зерна на стрічку. Тому вся порція встигає вкластися на стрічку.

Зернометалник з верхнім викидом складається з провідного барабана (1), двох ведених барабанів (2) і (3), лопатевого барабана (4), нескінченної стрічки (5), бункера (6), (рисунок 1.2, в). Обертання лопатевого барабана здійснюється за допомогою клинопасової передачі, електродвигуна. Подача матеріалу регулюється заслінкою. Рама має пересувні колеса і гвинтовий механізм. Лопатевий барабан складається з двох бічних торцевих дисків та розташованих між ними лопатей, що мають серпоподібну форму в поперечному розрізі. Ці лопаті попереду загострені для розсічення потоку зерна, а позаду відігнуті назовні для утворення кишеньок при зіткненні зі стрічкою [17].

Працює він у такий спосіб. Зерно, яке підлягає очищенню подається з бункера самопливом в центральний отвір лопатевого барабана. Подачу зерна можна регулювати заслінкою. Безперервний потік зерна розтинають лопатями і розділяють на окремі порції в лопатевого барабані. Ці порції зерна рухаються по каналах, утворених лопатями, від центру барабана до периферії під дією відцентрованих сил. Зерно подається саме в ті канали, які в цей момент закриваються знизу транспортерною стрічкою, в іншому випадку воно буде висипатися. За мірою обертання барабана на його периферії збирається зерно в кишеньках, утворених лопатями і стрічкою. При відході останньої від лопатевого

барабана, тобто при відкритті цих комірок, зерно, що міститься в них, викидається під певним кутом до горизонту зі швидкістю, що дорівнює швидкості стрічки. На відміну від вищевказаних лопатевих зернометальних машин зерно в даному випадку викидається з верхньої поверхні лопатевого барабана. При такому способі метання зерна швидкість і траєкторія польоту не змінюється в порівнянні з нижнім викидом зерна з лопатевого металника. Зміна кута метання зерна регулюється нахилом конструкції до горизонту, а це здійснюється гвинтовим механізмом. Для переміщення зернометальника з нижньої сторони рами є пересувні колеса. Використання даного зернометальника дозволить підвищити продуктивність і якість сортування зерна, а також спростити конструкцію в порівнянні з попередніми лопатевими та ремінними металниками. Лопатевий барабан з внутрішніми відвідними каналами, утвореними серпоподібними лопатями, дозволяє, по-перше, кидати зерно порціями, що покращує якість його очищення, по-друге, виключає травмування оброблюваного матеріалу, тому що ніде він не притискується та вільно розташовується в комірках до відкриття каналів. Окремо летять порції зерна в польоті, добре розділяються на різні фракції і в них набагато менше зіткнень частин, ніж в безперервному струмені. Однак зернометальник включає три барабана і збільшений по довжині нескінченний ремінь. Крім того, не обґрунтована кількість комірок і маса порції зерна.

Порційні металники конструктивно не відрізняються від вищеописаних лопатевих металників і в першому випадку передбачає зменшення вібрації після лопатевого барабана, а в другому – найбільш повне заповнення міжлопатевого простору лопатного барабана матеріалом, який надходить і тим самим підвищення продуктивності порційного металника. Однак в першому випадку частина зерна може залишитися на циліндричній поверхні, і не потрапить на стрічку тоді порушується процес спрямованого порційного метання, а в другому – вирішується процес заповнення міжлопатевого простору без урахування умов западання в цей простір, вивантаження з нього в обмеженій зоні викиду з поверхні нескінченної стрічки: якщо порція не встигне вивантажитися з

«комірки» на швидко рухомий нескінченний ремінь, то процес порційного метання може порушитися і не буде нормальної роботи металника. Тому, необхідно розглядати процес порційного метання в зв'язку з умовами заповнення «комірки» лопатевого барабана, утворюючи кількості комірок барабана, форми і маси порції в них.

Недоліком порційних ремінних металників є нерівномірність швидкості метання через прослизання частини зерна на ділянці підйому стрічки після натискного барабана, що не забезпечує умови для ефективного розділення і очищення зерна.

Безременні порційні, металники з лопатевим барабаном усувають недоліки ремінних лопатевих металників – можливі поперечні вібрації ременя у вертикальній площині і ковзання зерна на його похилій ділянці після лопатевого барабана. Він має один робочий лопатевий барабан з кожухом замість трьох, у ремінного відпадає необхідність нескінченного ременя.

Порційний металник з горизонтальною віссю обертання лопатевого барабана представлений на рисунку 1.2, г [65].

Металник містить раму (1), кожух (2) з завантажувальним і випускним пристроями, розташованого усередині кожуха барабана з лопатями, які вироблені з двох з'єднаних між собою частин, що мають в поперечному перерізі відповідно клиноподібну і прямокутну форми, розташованих під різними кутами до радіусу барабана, бункер (4). До основи лопатей закріплені гнучкі клапани, виконані з легкого і міцного матеріалу (наприклад, з капронової тканини). Барабан має кільцевий та ведучий диски, між якими закріплені лопаті. Ведучий диск закріплений на привідному валу, який через клинопасову передачу з'єднаний з валом електродвигуна. Барабан встановлений в равликподібному корпусі, що має випускний патрубок. Між барабаном і циліндричною частиною корпусу є зазор не більше 1 мм для проходження кінця клапанів, які закривають міжлопатевий простір. Корпус має оглядовий люк і бункер із заслінкою встановлений на рамі.

Метальник працює наступним чином. Зерно з бункера надходить в лопатевий барабан, де він захоплюється лопатями та потрапляє в комірки. При відході барабана від циліндричної частини корпусу клапана розкриваються під дією відцентрової сили порції зерна, забезпечуючи вихід матеріалу з комірки. У нижній частині патрубк клапан розправляється і кінець його зтягується в зазор між корпусом та торцем подальшої лопаті.

Порційний безреміний зернометальник з похилою віссю обертання складається з рами (1), закріпленого на ній кожуха (2) з завантажувальним і випускним пристроями, розташованого усередині кожуха лопатевого барабана (3), з рухомими і нерухомими лопатями, бункера (4) (рисунки 1.2 д). Зернометальник працює наступним чином, зерно з бункера надходить всередину барабана на нерухому лопать і, ковзаючи по ній, переходить на рухому лопать. У зоні вивантаження порція зерна сходить з рухомої лопаті ковзанням по її поверхні і надходить на направляючу поверхню випускного патрубка, з якої відбувається метання в повітря

1.3 Аналіз робіт з дослідження зернометальників

1.3.1 Ефективність застосування зернометальників

Теорії та ефективності застосування зернометальників присвячені роботи багатьох вітчизняних та закордонних авторів. У роботах обґрунтована ефективність застосування зернометальників як простих в обслуговуванні та надійних в роботі машин для післязбиральної обробки, фракційного розділення і очищення зернового матеріалу на пунктах післязбиральної обробки зерна (ПОЗ) в господарствах.

Зернометальники роблять обробку (очищення, сортування, охолодження і підсушування) свіжозібраного зернового вороха, поєднуючи її з транспортуванням на пунктах. При цьому забезпечується зменшення засміченості на 14,54 % і збільшення чистоти очищеного зерна з 81,6 % до 96,14 %, зниження вологості на 2,3 % при початковій – 21,1 %, як показано в роботі [5]. Аналогічні

результати за ефективністю застосування зернометальника отримані в роботах [69], [43, 44], [19]: при зниженні засміченості зерна на 5 – 6 % забезпечується його підсушування на 0,5 – 2,0 % і провітрювання, що збільшує терміни тимчасового зберігання свіжозібраного зернового матеріалу 1,5 – 3 рази в залежності від його початкової вологості і температури.

У роботах [18, 29, 30] розглядається можливість підвищення ефективності роботи безремінного метальника зерна і в зв'язку з цим приходиться до висновку про необхідність дослідження його технологічного процесу роботи.

Дослідження [43], [39] показують, що ефективність (чистоту) очищення зерна від домішок можна довести до 99,5 %, знижуючи його вологість на 1,5 – 2,0 %, а температуру зігрітого до 30 – 35 °С зернового матеріалу знизити до 20 °С в умовах збирального сезону.

В роботі [8] з відбору великого насінневого зерна на зернометальнику показано, що методом метання можна проводити сортування вихідного матеріалу на фракції «важкого» і «середнього» зерна за масою 1000 зерен, що дозволяє відібрати фракцію насінневого матеріалу і поліпшити насінневі якості зерна.

Роботи [18] і [34] відрізняються від раніше проведених тим, що вони засновані на результатах експериментальних і теоретичних досліджень відльоту зерен при їх поштучному метанні.

В результаті ними сформульовані умови для підвищення ефективності розподілу та очищення зерна методом метання в повітряне середовище при однаковій початковій швидкості та куту «кидка». Роботи виконані в лабораторних і виробничих умовах. В результаті ними розроблені та створені ряд ремінних лопатевих метальників, які випробувані в лабораторних і виробничих умовах. Робота ремінних лопатевих метальників значно ефективна в порівнянні з існуючим виробничим зернометальниками ЗМ-60, але існує ще недолік, який полягає в тому, що ремінний лопатевий метальник недостатньо забезпечує рівні умови при початковій швидкості відльоту частинок шару через те, що допускає вібрацію і деяке ковзання зерна на підйомі після натискного лопатевого барабана. Для подальшого вдосконалення розроблені конструкції безремінних порційних

метальників з верхнім викидом зерна під кутом до горизонту. У зв'язку з цим необхідно розглянути і забезпечити технологічний процес метальника, що складається з завантаження комірок – міжлопатевого та дискового простору барабана, формування порції зерна в комірці і його вивантаження з неї в направляючу поверхню розвантажувального патрубку, польоту зерна в повітрі з розглядом умов його розшарування і поділу при русі на висхідній та низхідній гілках траєкторії польоту.

Рух зерна при подачі в барабан метальника практично не досліджено. Дослідники вважають, що зустріч поверхні барабана або кромки його лопатей відбувається при швидкості, що дорівнює окружній швидкості барабана – в межах 10 – 20 м/с, мають прогумовані кромки поверхні та удар з вказаною швидкістю відбувається без пошкодження зерна. Однак подача зерна в барабан здійснюється по похилому матеріалопроводу, після виходу з отвору якого зерно в процесі вільного падіння зустрічається з прогумованою кромкою лопаті при встановленому куті її заходу в падаючий потік. Тому необхідно визначити цю швидкість зерна в попутному напрямку з барабаном при зустрічі (ударі).

Однак рух зерна при цьому має відбуватися з урахуванням умови його розвантаження (випадання) з комірки або з поверхні лопаті в правій верхній частині барабана безремінного метальника.

1.3.2 Рух зерна при викиді його метальником в повітря

Поділ зерна і його очищення від домішок методом кидка є одним з варіантів застосування пневмосепараційного процесу очищення сипучого матеріалу.

Обробка зерна на зернометальнику відноситься до пневмоінерційного способу, сутність якого полягає в тому, що зернова маса механічними засобами викидається в нерухомий або малорухомий потік повітря і під дією опору повітря піддається розсортуванню на фракції за аеродинамічними властивостями. При цьому при однаковому значенні початкової швидкості частки суміші, відлітають на різні відстані і діляться на фракції очищеного зерна, суміші та домішок в

залежності від їх властивостей. Тому в основу фракційного розподілу та очищенні зернової суміші є теорія руху частинок повітря.

Питаннями теорії польоту зерна в повітряному середовищі, кинутого під кутом до горизонту, займалися ряд вчених. Вони застосовували метод зовнішньої балістики для побудови траєкторії польоту зерна у повітрі. При цьому він не досліджував характер і параметри кидка зерна металником, тобто не розглядав умови розділення та очищення зерна за аеродинамічними властивостями.

1.4 Висновки до розділу. Мета і завдання дослідження

Щойно зібране зерно має підвищену вологість і засміченість. Основна частина зерна обробляється на відкритих майданчиках зернотоків з виконанням безліч вантажно-розвантажувальних робіт і перелопачуванні, що веде до травмування зерна. Значні витрати праці і коштів.

Існуючі машини (зернометальники, машина попереднього очищення ОВС-25, насіннеочисна машина СМ-4) не забезпечують необхідної якості продовольчого і насінневого зерна. Фермерським і селянським господарствам необхідні універсальні, високопродуктивні, прості за конструкцією машини-зернометальники,

Порційне метання дозволяє підвищити ефективність очищення, підсушування та охолодження зернової купи. Однак ще не вивчені питання порційного метання лопатевим зернометальником, а також сам рух зерна в лопатевому барабані. Не визначено раціональні конструктивні, кінематичні і технологічні параметри порційних лопатевих металників.

Метою цієї роботи є підвищення ефективності фракціювання і очищення зерна на основі обґрунтування параметрів порційного метання матеріалу в повітряне середовище безреміньним зернометальником.

Основні завдання дослідження:

- експериментально перевірити результати теоретичного дослідження: умови вивантаження порції зерна з комірок лопатевого барабана і закономірності руху і поділу зерна і домішок в повітря після метання;
- обґрунтувати раціональні параметри порційного безремінного лопатевого зернометальника;
- обґрунтувати параметри, що забезпечують підвищення ефективності розділення і очищення зерна на лабораторному порціонному безремінному металнику;
- визначити ефективність використання розробленого порційного зернометальника в виробничих умовах.
- дослідити стан охорони праці в ФГ «АгроМакс і Ко»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – зерновий ворох зерна пшениці, що пройшов фракціювання та очистку на порційному металнику зерна.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічного процесу фракціювання та очищення зерна на зерновому металнику з якісними показниками кінцевого продукту.

2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Мета і завдання експериментальних досліджень

Метою експериментальних досліджень є обґрунтування параметрів порційного безремінного зернометальника, що забезпечують підвищення ефективності розділення і очищення зерна. Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі завдання:

- експериментально перевірити результати теоретичного дослідження: умови вивантаження порції зерна з комірок лопатевого барабана і закономірності руху і поділу зерна і домішок в повітря після метання;
- обґрунтувати раціональні параметри порційного безремінного лопатевого зернометальника;
- обґрунтувати параметри, що забезпечують підвищення ефективності розділення і очищення зерна на лабораторному порціонному безремінному метальнику;
- визначити ефективність використання розробленого порційного зернометальника в виробничих умовах.

2.2 Загальна методика експериментальних досліджень

Як об'єкт дослідження прийнято технологічний процес пневмоінерційної сепарації зерна порційним метальником.

Для визначення можливості поділу компонентів зерна методом метання в повітряне середовище необхідно виявити відмінність їх аеродинамічних властивостей.

Для відбору проб під час експериментів і їх аналізу застосовувалося стандартне обладнання: розбірні дошки, пробовідбірники, дільник проб ДЗК-1, ваги аналітичні ВЛКТ-500, пневмокласифікатор К-293, мікроманометр ММН-240, трубка Піто і ін. Визначення чистоти продовольчого і насінневого зерна

проводили визначенням кількості домішок, маси 1000 насіння, якості (класності) насіннєвого матеріалу [26, 27, 28, 30].

На продовольче зерно стандартами встановлені базисні і обмежувальні кондиції. У зерні базисних кондицій допускається вміст смітної і зернової домішки відповідно не більше 1 і 2 %, об'ємна маса зерна пшениці не менше 750 г/л. У зерні обмежувальних кондицій вміст смітної і зернової домішки не повинен перевищувати відповідно 5 і 15 %.

Для визначення фізико-механічних властивостей насіння і їх домішок застосовувався статистичний метод [20]. Виходячи з того, що показники фізико-механічних властивостей насіння мають нормальний закон розподілу [49, 68], обробка результатів дослідів проводилась з використанням рекомендацій щодо визначення оцінок і довірчих кордонів для параметрів нормального розподілу [8].

Для визначення розмірів і аеродинамічних властивостей компонентів насіннєвого зерна відбирається вихідний зразок щонайменше 4000 г. Даний зразок очищається від соломистих і мінеральних домішок і при необхідності (якщо зерно вологе) просушується до кондиційної вологості. З вихідного зразка методом хрестоподібного поділу виділяється середній зразок масою не менше 1000 г. З середнього зразка виділяється найбільш поширені домішки. Кількість окремих домішок для визначення їх різних характеристик має бути не менше 200 штук [8]. Якщо їх в середньому зразку менше зазначеної величини, то вони вибираються з решти маси вихідного зразка.

З середнього зразка методом хрестоподібного поділу виділяється порція насіння масою 200 – 250 г. В виділену порцію насіння основної культури додаються відібрані засмічувачі, в результаті чого отримують наважки вихідної суміші для визначення розмірів і швидкості витання компонентів насіннєвого зерна.

Ширина і товщина насіння і їх домішок визначається класифікацією наважок вихідної суміші на наборі лабораторних решіт відповідно з круглими і продовгуватими отворами. Верхнє решето має бути вибрано з таким розміром

отворів, щоб на ньому залишалося 5 – 10 великих зерен. Через отвори нижнього решета має проходити не більше 5 – 10 дрібного насіння.

Фракції насіння і їх домішки, отримані на решетах з різними отворами і в осередках полігону розподілу, аналізуються шляхом ручного розбирання. Насіння основної культури в кожній фракції зважуються, кількість домішок підраховується (кожен вид окремо). У продовольчому зерні вміст смітної і зернової домішки визначається у відсотках до загальної маси. Після цього всі компоненти наважки об'єднують і ретельно перемішують, в результаті чого отримують наважку вихідної суміші для визначення швидкості витання насіння і їх домішок

Швидкість витання насіння і їх домішок визначається наступним чином. Наважка вихідної суміші ділиться на 3 – 6 частин і проводиться класифікація їх на лабораторному пневмокласифікаторі К-293. Швидкість повітряного потоку в каналі пневмокласифікатора змінюється з кроком 0,5 м/с і встановлюють за допомогою мікроманометра ММН-240 з відповідною обробкою отриманих даних за стандартною методикою, викладеною в [6].

Фракції насіння, з різних частин наважки вихідної суміші повітряним потоком з однією і тією ж швидкістю, об'єднуються. Аналіз отриманих проб проводиться аналогічно аналізу фракцій, отриманих на лабораторних решетах. Довжина насіння і їх поширених домішок визначається безпосереднім вимірюванням за допомогою мікроманометра. Для цього з насіння і кожного виду домішок, обраних з вихідного зразка, шляхом хрестоподібного поділу виділяються по 300 – 500 штук насіння основної культури і домішок.

Класовий проміжок при визначенні характеристик по дальності польоту вибирається рівним 1 м/с і 1 м в зонах їх розподілів. У продовольчому зерні насіння основної культури, відповідно бур'яниста і зернова домішки за класами зважуються і визначаються чистота зерна і відсотковий вміст смітної і зернової домішки. У насінному зерні вміст насіння бур'янів і культурних рослин по класах визначається поштучно. За отриманими даними будуються варіаційні криві розподілу насіння і їх домішок з тими чи іншими ознаками.

Можливість якісної очистки зерна від важковідокремлюваних домішок за сукупністю ознак (за аеродинамічними властивостях і розміром) визначалася за методикою, викладеною в [9]. При цьому розподіл насіння і їх важковідокремлюваних домішок на полігоні при метанні і за розмірами визначається наступним чином. З кожної фракції полігону розподілу, отриманого метанням зерна, виділяють методом хрестоподібного поділу по 500 насінин основної культури і засмічених домішок [9]. Виділені насіння класифікуються на наборі лабораторних решіт з продовгуватими отворами і проводиться розподіл їх за цією ознакою на підкласи. Кількість насіння основної культури і бур'янів по класах (дальності відльоту) і підкласам (товщині) підраховується і визначається в процентах загальної кількості.

Для визначення кореляції дальності відльоту, розмірів і маси насіння визначають зазначені характеристики частинок, виділених з осередків полігону. Кількість насіння основної культури і бур'яну по класах (дальності відльоту) і підкласах (довжині, розміром і масою) підраховується і виражається у відсотках від загальної кількості.

За отриманими даними будують кореляційну таблицю насіння основної культури і бур'яну по дальності відльоту і товщині, по дальності відльоту і масі. Аналізуючи дані отриманих таблиць, визначають можливості ефективного очищення насіння від важко відокремлюваних домішок за сукупністю ознак.

Для визначення навантаження на машину і розподілу оброблюваного матеріалу по фракціях при сталому режимі виходи направляються в окремі тари і фіксується час їх відбору. Відібрані виходи зважуються і з них, а також з вихідного матеріалу відбираються середні проби для аналізу. Вихід тієї чи іншої фракції в одиницю часу (г) визначався за формулою:

$$Q_i = \frac{0,06g_i}{t}, \quad (2.1)$$

де Q_i – вихід І фракції, т/год;

g_i – вага відібраної проби, кг;

t – час відбору проби, хв.

Склавши всі виходи, визначають значення навантаження Q_0 (т/год) на машину. Вміст у відходах повноцінного насіння основної культури визначається на основі аналізу наважки, виділеної з середнього зразка даного виходу.

Повнота виділення домішок E (%) визначається за формулою:

$$E = \frac{B}{A} 100 - a, \quad (2.2)$$

де A – кількість домішок у вихідному матеріалі, %;

B – кількість виділених домішок, %;

a – кількість повноцінного зерна у відходах, в % до маси виділеного відходу.

При фракціонуванні повнота виділення добротного насіння в основну фракцію визначається за формулою (2.2),

де A – вміст добротного насіння у вихідному зерні, %;

B – кількість виділеного в основну фракцію добротного насіння, %;

a – кількість повноцінного зерна у відходах, %.

Так як вміст у насінневому матеріалі насіння інших культурних рослин і бур'янів враховується в шт/кг, то повнота виділення зазначених домішок на тому чи іншому робочому органі визначалося за формулою:

$$E = \left(1 - \frac{a}{a_0} \cdot \frac{B}{100} \right), \quad (2.3)$$

де E – повнота виділення домішки в частках одиниці;

a, a_0 – вміст домішки відповідно в очищеному насінні і вихідному матеріалі, шт/кг.

Вихід насіння основної культури є величиною, зворотної втрати насіння у відходи Π ($B = 100 - \Pi$). У свою чергу, втрати повноцінного насіння в відходи визначається за формулою:

$$\Pi = \frac{100g_{co}}{Q_c}, \quad (2.4)$$

де g_{co} – виніс повноцінного насіння основної культури у відходи (фураж) в одиницю часу, т;

Q_c – надходження повноцінного насіння основної культури на обробку в одиницю часу, т.

Надходження насіння основної культури на обробку (в одиницю часу) визначається за формулою:

$$Q_c = Q \cdot v_o, \quad (2.5)$$

де v_o – вміст насіння основної культури вихідного матеріалу в частках одиниці.

Винос насіння основної культури у відходи (в одиницю часу) визначається за формулою:

$$g_{co} = Q_2 \cdot v_2, \quad (2.6)$$

де Q_2 – вихід відходів в одиницю часу, т;

v_2 – утримання насіння основної культури у відходах в частках одиниці.

Для проведення експериментальних досліджень були розроблені і виготовлені експериментальні установки та дослідний зразок порційного зернометальника.

2.3 Експериментальна установка порційного зернометальника

Експериментальна установка порційного лопатевого зернометальника (рисунок 2.1, 2.2) містить раму (1), закріплений на ній кожух (2) з вихідним патрубком і кришкою (3), лопатевий барабан (4), розташований всередині кожуха, бункер зерна з заслінкою (5), привідний вал (6), клинопасова передача (7), пристрій для зміни опору (8), закріплений на рамі електродвигуна постійного струму (9) і електронний діагностичний прилад (ЕМДП) (10) для реєстрації частоти обертання барабана. Датчик приладу для реєстрації оборотів барабана встановлено навпроти отвору в шківі вала барабана (рисунок 2.1).

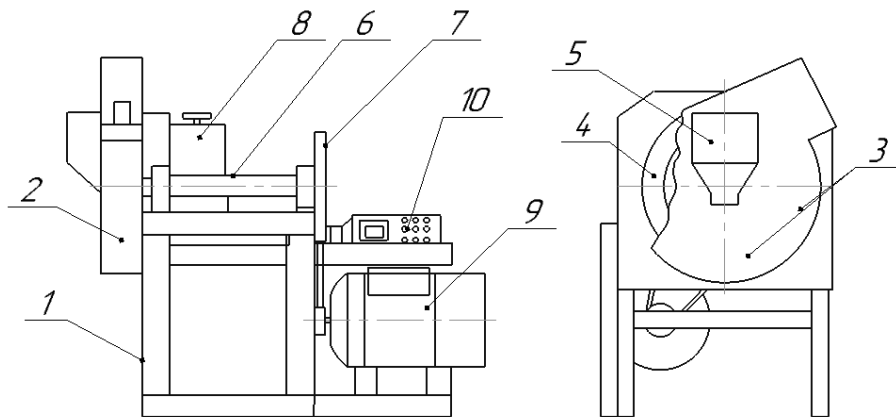


Рисунок 2.1 – Схема експериментальної установки

- 1 – рама; 2 – кожух; 3 – кришка кожуха; 4 – барабан лопатей; 5 – бункер; 6 – вал;
 7 – клинопасова передача; 8 – прилад для вимірювання напруги;
 9 – електродвигун постійної напруги; 10 – електронний діагностичний прилад.

Лопатевий барабан містить закріплені між собою ведучий та кільцевий диски, розташовані між дисками рухомої лопаті. В зоні завантаження нахил лопатей до дотичного кола барабана більше 90° , в зоні вивантаження зерна – менше 90° .

Між барабаном (4) і циліндричною частиною кожуха (2) є невеликий зазор, щоб зерна не потрапляли між кожухом і барабаном.

Загальний вигляд експериментальної установки приведений на рисунку 2.2.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд експериментальної установки

Порційний зернометальник працює наступним чином. Опрацьований матеріал з бункера (5) надходить в лопатевий барабан (4), за допомогою похилого матеріалопроводу (при куті нахилу 45°) надходить в барабан, в праву сторону від вала і, виходячи з отвору, продовжує рух у вільному падінні та захоплюється лопатями, направляється в комірки, утворені між лопатями і дисками. Об'єм матеріалу, який надходить в барабан регулюється заслінкою. При обертанні барабана (4) і відході його лопаті від циліндричної напрямної обичайки кожуха (2) в зоні отвору випускного патрубку лопать повертається і порція зерна під дією відцентрової сили випадає з комірки на направляючу поверхню випускного патрубку, по ній викидається в повітря в напрямку метання. При вивантаженні основна частина порції переходить на дотичну направляючу поверхню, а її інша остання частина повинна випасти з комірки ковзанням по задній стінці слідом за основною, не відриваючись від неї. У польоті порція зерна розшаровується і розділяється на окремі фракції за аеродинамічними властивостями: основна фракція зерна, так як тут важкі частинки летять далі всіх, потім зерна середньої фракції з довгими і короткими домішками, в тому числі вівсюга і татарської гречки. Траєкторії польоту зазначених компонентів зерна частково

перекриваються. Перекриття траєкторії польоту або дальності відльоту компонентів зерна визначають на основі аналізу проб, відібраних з комірок полігону розподілу матеріалу при метанні.

В експериментальній установці можна регулювати подачу матеріалу за допомогою заслінки, швидкість метання в межах 10 – 20 м/с, кут нахилу лопатей в межах 45 – 75°, кількість лопатей в межах 4 – 12. Кут метання прийнятий рівним 45°.

Для визначення якісних показників поділу зернової суміші виготовлено пористий уловлювач часток на ділянці.

Метання вихідного зерна проводиться на металнику (1) порціями, які мають певну масу при відповідних вихідних розмірах та формі.

Для визначення якісних показників поділу зернової суміші виготовлений пористий уловлювач часток, встановлений на ділянці полігоні метання або розкиду зерен (рисунок 2.3).

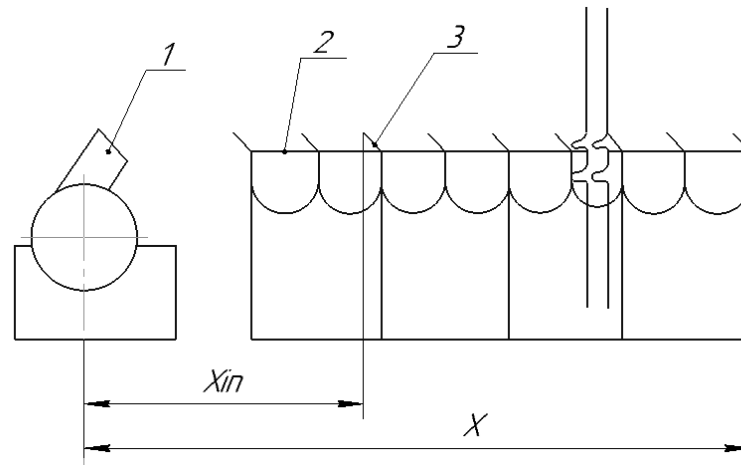


Рисунок 2.3 – Полігон для уловлювання частинок при метанні зерна

Комірки (2) утворюються між козирками (3), встановленими під кутом 45° до горизонту для того, щоб не порушити умови ефективності його поділу та очищення від домішок. Дальність метання визначається координатою X , а розташування кожної комірки – за координатами її кромки. Відстані між козирками кожної комірки однакові і прийняті при лабораторних 0,1 м і 0,3 – 0,5

м при виробничих дослідженнях. Вміст домішок в кожній порції зерна в комірках визначається за загальною методикою.

В якості вихідного матеріалу при лабораторних дослідженнях був взятий зерновий матеріал сорту Білосніжка із засміченістю вівсюгом 3,1 %.

При дослідженні в виробничих умовах використано зерновий ворох пшениці місцевих сортів, в основному, рядова з засміченістю вівсюгом 3 – 4 %.

2.4 Визначення траєкторії польоту зерна при метанні його в повітря

Для вивчення закономірностей руху зерна по сепарувальним робочим органам і траєкторії польоту зерен в повітрі широко застосовується швидкісна кінозйомка. Для визначення траєкторії польоту зерна здійснювалося метання його в повітря під кутом 45° до горизонту за допомогою спеціального пристрою (рисунок 2.4) і проводилася швидкісна зйомка по секторам шириною 1 м. Початкова швидкість метання зерна визначається дешифруванням результатів швидкісної зйомки в момент вильоту зерна зі стовбура металника. Значення цієї швидкості визначається діленням пройденого шляху зерна на час між фіксаціями.

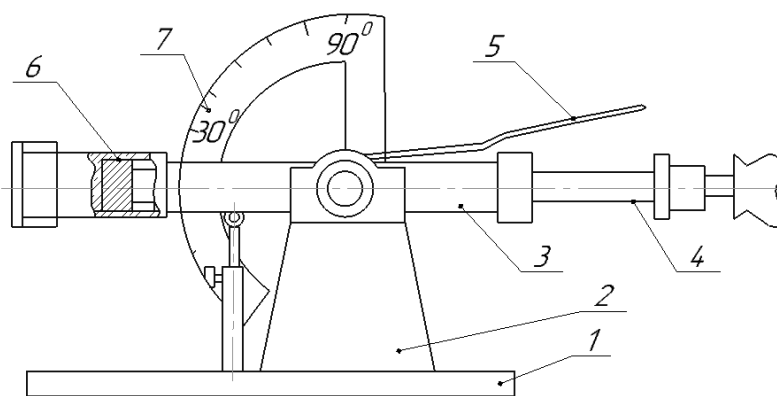


Рисунок 2.4 – Схема пристрою для поштучного метання

Пристрій для поштучного зерна показаний на рисунку 2.4, складається з основи 1, стійки 2, направляючого стовбура 3, затвора 4 з фіксатором 5 та головкою 6, кутоміра 7, що дозволяє встановлювати направляючий ствол під

певним кутом метання до горизонту. Поршень має комірку, в яку укладається зернівка для метання, закріплений на затворі. Затвор забезпечений пружиною для взводу і важелем для фіксації в зведеному стані та його пуску. Поверхня комірки відшліфована і має невеликий конус, що розширюється до виходу, яка виключає тертя зерна з поверхнею при вильоті.

Фотографії пристрою для поштучного метання зерна показані на рисунках 2.5, а, б – відповідно в зведеному та спущеному станах.

Пристрій для поштучного метання забезпечує, крім налаштування кута метання, зміну дальності відльоту зернівки в межах 2 – 20 м шляхом зміни ходу поршня та заміни пружини затвора.

Стовбур своєю провудиною встановлено на осі станини і може повертатися у вертикальній площині. Певне положення стовбура визначається кутоміром і фіксується гвинтом. Затвор в зведеному стані стискає пружину. На поршень, що знаходиться на затворі, укладається зерно. При запуску затвор під дією пружини йде вперед і приводить в рух поршень, який виробляє викид зерна в напрямку каналу ствола.



а



б

Рисунок 2.5 – Загальний вигляд пристрою для метання зерна

2.5 Визначення раціональних параметрів порційного зернометальника

Експериментальними дослідженнями будуть визначені розподілення насіння основної культури і вівсюга по дальності відльоту при початковій швидкості метання 10 і 15 м/с і обґрунтована початкова швидкість метання зерна, маса порції зерна (форма і висота порції), кут нахилу лопаті і відстань між лопатями (комірками) або кількість лопатей.

Аналіз фактичного розподілу насіння та домішки за дальністю відльоту буде здійснюватися у порівнянні з теоретичним розподілом, що, по-перше, буде характеризувати достовірність результатів теоретичних досліджень і ефективність розділення та очищення зерна на безремінному металнику в порівнянні з існуючими металниками.

Травмування зерна залежить в основному від початкової швидкості метання [15]. Тому раціональне значення початкової швидкості метання зерна обґрунтовано на основі аналізу травмування насіння. При цьому значення початкової швидкості метання зерна буде змінюватися від 8 до 16 м/с з кроком 2 м/с. Частота обертання барабана діаметром 0,5 м, що забезпечує початкову швидкість метання 8 м/с становить 306 об/хв, 10 – 382, 12 – 458, 14 – 534, 16 – 610. Кут метання прийнятий рівним 45° .

Чіткість вивантаження зерна з комірки барабана (з передньої поверхні лопаті) на направляючу поверхню випускного патрубку і ефективність розділення зерна залежить від висоти (товщини) порції. Висота порції зерна в зоні завантаження комірки встановлюється величиною зазору H між торцем нерухомої лопаті (1) та обичайкою (2) циліндричної поверхні (рисунок 3.10) Формування порції зерна в осередку барабанів здійснюється наступним чином. Зерно з бункера по матеріалопроводу надходить в барабан, де захоплюється нерухомою лопаттю (1) і під дією відцентрової сили, долаючи силу тертя об несучу поверхню, сходиться з неї і надходить через зазор H на рухому лопать (3) (задню стінку комірки). Зміна довжини L порції зерна здійснюється шляхом переміщення нерухомої лопаті (1) на диску барабана (4) відносно нерухомої лопаті (3) (рисунок 2.6). Для визначення

оптимального значення висоти порції зерна змінювали вказаний зазор в межах 20 – 70 мм з кроком 10 мм. Рекомендоване значення висоти порції зерна буде встановлюватися на основі аналізу зміни ефективності поділу зернового матеріалу.

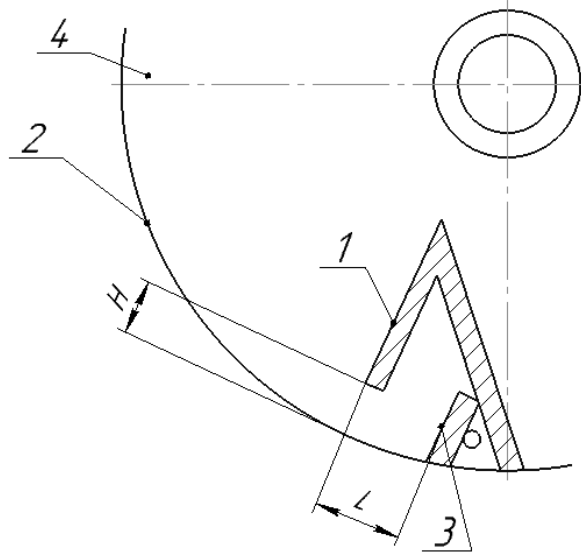


Рисунок 2.6 – Положення лопатей в зоні завантаження комірки барабана
1 – нерухома лопать; 2 – обичайка металника; 3 – рухлива лопать; 4 – диск барабана.

Розшарування компонентів зернової суміші і якість її поділу при метанні залежить від маси порції зерна. При проведенні дослідів маса порції, в об'ємі її продовгуватої форми при обґрунтованій висоті регульована заслінка, буде змінюватися в межах 0,1 – 0,5 кг з кроком 0,1 кг. Рациональне значення маси порції зерна визначається на основі, аналізу ефективності поділу і продуктивності зернометалника.

Чіткість вивантаження порції зерна з комірки барабана при певній його окружної швидкості залежить від кута нахилу лопаті(задньої стінки комірки). Кут нахилу лопатей змінювався в межах $50 - 75^\circ$ з кроком $7^\circ 30'$. Значення рационального кута нахилу лопаті визначалося на основі аналізу характеру зміни ефективності поділу зерна.

Ефективність поділу зерна при порційному метанні залежить від частоти порції (кількості лопатей в барабані) [34]. Для визначення оптимального значення

частоти порцій встановлювали в барабані, (2, 4, 6, 8, 12) лопатей. Продуктивність порційного металника визначається за формулою:

$$G = \Delta \cdot \rho \cdot x \cdot n \cdot k, \text{ кг/с} \quad (2.7)$$

де $m = \Delta \cdot k \cdot \rho$ – маса однієї порції зерна кг;

k – коефіцієнт використання ємності комірки;

x – кількість комірок на барабані, шт;

n – частота обертання барабана, об/с.

Маса порції в одній комірці визначена зважуванням на вагах, тому спрощено її розрахунок за умовами того, що висота (товщина) порції в осередку приймається оптимальною (50 мм) для забезпечення умов її вивантаження з неї і підвищення ефективності технологічного процесу розділення і очищення зерна в порціонному безремінному металнику.

2.6 Умови підготовки та проведення дослідів

Експериментальні роботи проведені в науковій лабораторії кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції ДДАЕУ та кафедри обладнання переробних і харчових виробництв ТДАТУ імені Моторного та у виробничих умовах на пункті післязбиральної обробки зерна фермерського господарства «АгроМакс і Ко» Перед кожним дослідом проводили підготовку установки, що полягає в наступному:

- готували зерновий матеріал з певною характеристикою для дослідів, встановлювали необхідну кількість матеріалу для обробки на лабораторній або дослідній установці необхідну подачу в металник, режим його роботи;

- встановлювали приймачі зерна та відходів, отриманих дослідів на полігоні метання;

- проводили запуск установки і за допомогою регулюючих пристроїв встановлювали потрібні кут метання, режим роботи металника та прийомні комірки на полігоні.

Проводили пуск установки з одночасним включенням секундоміра, імпульсного лічильника та відкриттям клапана живильного пристрою. Після кожного досліду виробляли аналіз його результатів, робили кількісні та якісні аналізи.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи розглянуто програму та методику проведено експериментальних досліджень, вказано та приведено наявний набір дослідного устаткування, як самої експериментальної установки так і допоміжного лабораторного обладнання.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Структура шару в момент початку вильоту та траєкторії польоту компонентів зерна при метанні їх в повітря

У порційних металельниках здійснюється попереднє розшарування зерна в полі відцентрових сил при завантаженні комірок в барабані до моменту початку вильоту порції матеріалу. На рисунку 3.1 показані схеми розташування компонентів зернової суміші в шарі, порції на початку викиду в повітря, зроблені на основі аналізу знімків шару із зазначеними легкими зернами в шарі зерна.

При метанні зерна суцільним потоком існуючими ремінними металельниками (рисунок 3.1 а) відсутнє, як видно по структурі шару I, розшарування матеріалу на поверхні стрічки, тому процеси розшарування і поділу зерна в повітрі затримуються та не ефективні. У структурі шару II, одержуваного при метанні лопатевим ремінним металельником (рисунок 3.1 б) або порційним безремінним металельником з нижнім викидом (рисунок 3.2 в), розшаровані легкі частинки, в тому числі і вівсюг, знаходяться у верхній частині шару, і при поділі в повітрі їх траєкторії повинні перетинатися з потоком основного зерна: легкі домішки знижуються і падають. Це вимагає досить більшого інтервалу між порціями для проходження домішок через основний потік і в зв'язку з цим процес розділення і очищення зерна проходить не ефективно. Викид порції зерна з металельника в верхній частині (рисунок 3.1 г; структура III) забезпечує розташування розшарованих в комірках легких домішок, в тому числі вівсюга, в нижній частині шару, тобто на стороні, куди повинно відбуватися відхилення їх траєкторій при поділі і очищенні зерна. Тому остання схема порційного метання забезпечує ефективний розподіл та очищення зерна на безремінному металельнику.

Траєкторії польоту насіння пшениці і вівсюга, отримані експериментальним та розрахунковим шляхами, представлені на рисунку 3.2.

Зона руху основного зерна обмежена траєкторіями 1-1 їх польоту в повітрі при максимальній дальності відльоту та мінімальній – X_{\max} при $V_0 = 10$ м/с і $\alpha_0 =$

45°. При цьому зона руху легких, коротких (татарська гречка) та довгих (вівсюг) домішок обмежена між траєкторіями 2-2. Однак межі між зернами важкої та середньої фракції важко встановити зйомкою, можна показати умовною траєкторією 1 за аналізом матеріалів їх поділу в прийомні комірки на полігоні метання.

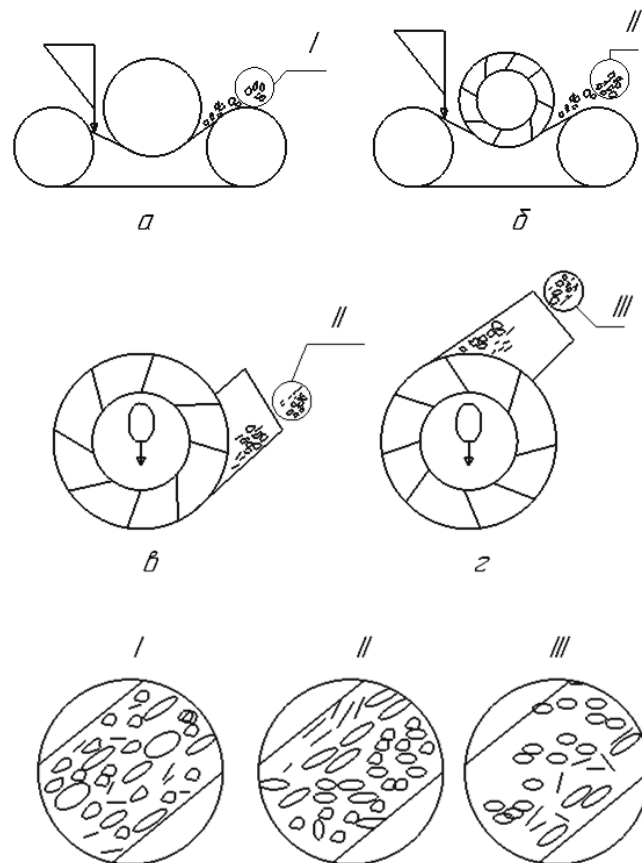


Рисунок 3.1 – Схеми розташування компонентів зерна у шарі в момент вильоту з метальника:

а – метальник із суцільним потоком; б – порційний ремінний; в – порційний метальник з нижнім викидом зерна; г – порційний лопатевий метальник з верхнім викидом.

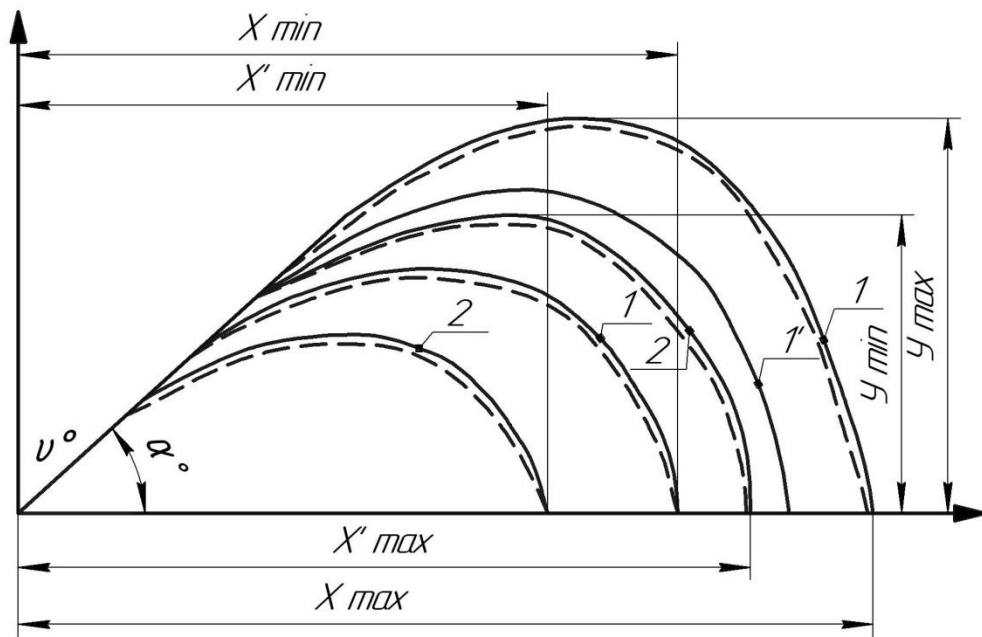


Рисунок 3.2 – Траєкторія польоту

1 – пшениця; 2 – вівсюг.

— дослідна траєкторія; - - - розрахункова траєкторія.

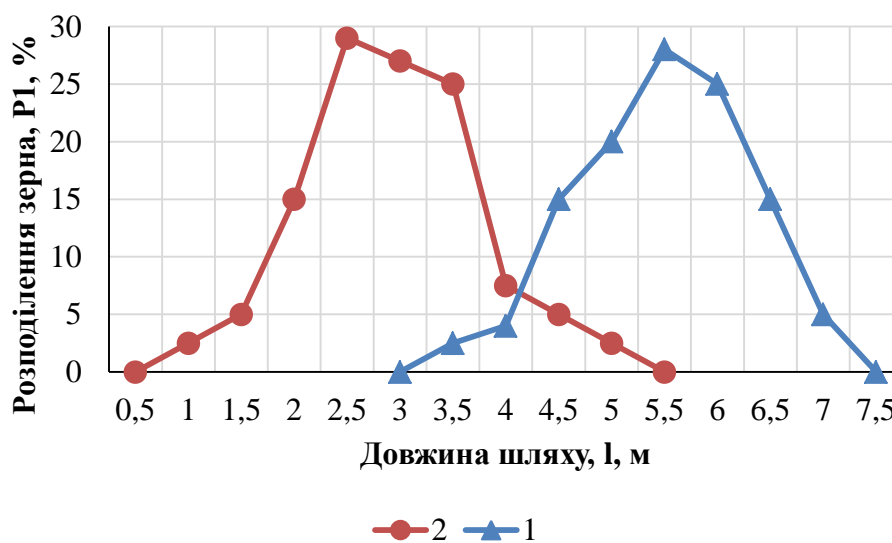
Розбіжність між траєкторіями польоту насіння пшениці та вівсюга, отриманим експериментом і розрахунком, незначне, що говорить про підтвердження закономірностей руху зерна, теоретичного дослідження результатами експериментального дослідження.

3.2 Вплив початкової швидкості метання зерна на якісні показники його поділу

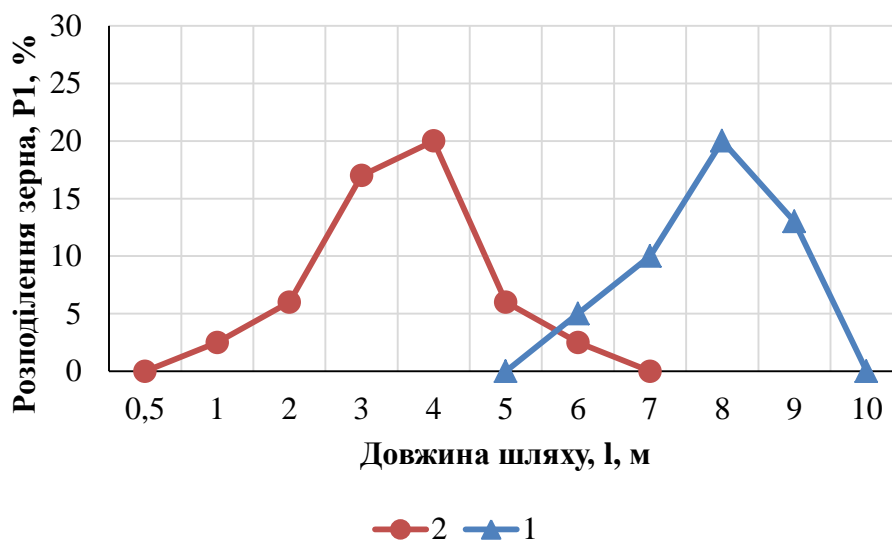
Початкова швидкість метання впливає на розподіл компонентів зерна на полігоні та травмування оброблюваного матеріалу. Розподіл зерна пшениці і вівсюга на полігоні метання представлено на рис. 3.3, а, б.

Аналіз варіаційних кривих розподілу зерен та вівсюга при значеннях початкової швидкості метання $V_0 = 10$ м/с (рисунок 3.3 а) і $V_0 = 15$ м/с (рисунок 4.3 б) показує, що площа перекритої ділянки кривих при швидкості 15 м/с менше (значно) площі цієї ділянки при $V_0 = 10$ м/с. З урахуванням того, що подальше

збільшення V_0 призводить до появи травмування зерна, розглянута можливість збільшення виходу фракції очищеного зерна при цих швидкостях.



а



б

Рисунок 3.3 – Розподіл насіння пшениці (1) і вівсюга (2) на полігоні метання
а – при початковій швидкості метання 10 м/с; б – 15 м/с.

При обробці зернової суміші на порційному металнику при початковій швидкості метання 10 м/с забезпечується виділення 56 % вихідного матеріалу у вигляді фракції очищеного зерна (рисунок 3.3 а). При початковій швидкості метання 15 м/с вихід очищеного зерна становить 65 % від вихідного матеріалу (рисунок 3.3 б), тобто з підвищенням початкової швидкості метання зростає ефективність розділення зерна і вихід чистого матеріалу. З іншого боку, при підвищенні початкової швидкості метання зерна зростає його травмування. Травмування зерна починає з'являтися при початковій швидкості метання більше 12 м/с. Травмування насінневого зерна знаходиться в межах допустимого по агротехнічним вимогам [58] (0,5 %) при початковій швидкості метання до 10 м/с. При обробці продовольчого зерна травмування зерна знаходиться в допустимих межах (до 0,7 %), при швидкості рівній 12 м/с.

Таким чином, початкова швидкість метання насінневого зерна може бути обрана рівній 10 м/с, а продовольчого зерна – 12 м/с.

3.3 Обґрунтування висоти і маси порції зерна в комірці барабана металника

Ефективність поділу зернової суміші при метанні в повітря залежить від чіткості вивантаження порції зерна з комірки барабана на направляючу поверхню випускного патрубку і ефективності процесу розшарування матеріалу на початку траєкторії польоту. Чіткість вивантаження зерна з комірки і ефективність процесу розшарування, в свою чергу, залежать від товщини порцій, кута нахилу лопаті і маси порції. Залежність ефективності E поділу зерна від товщини порції H при кутах нахилу лопатей 45, 60 і 75 представлені на рисунку 3.4.

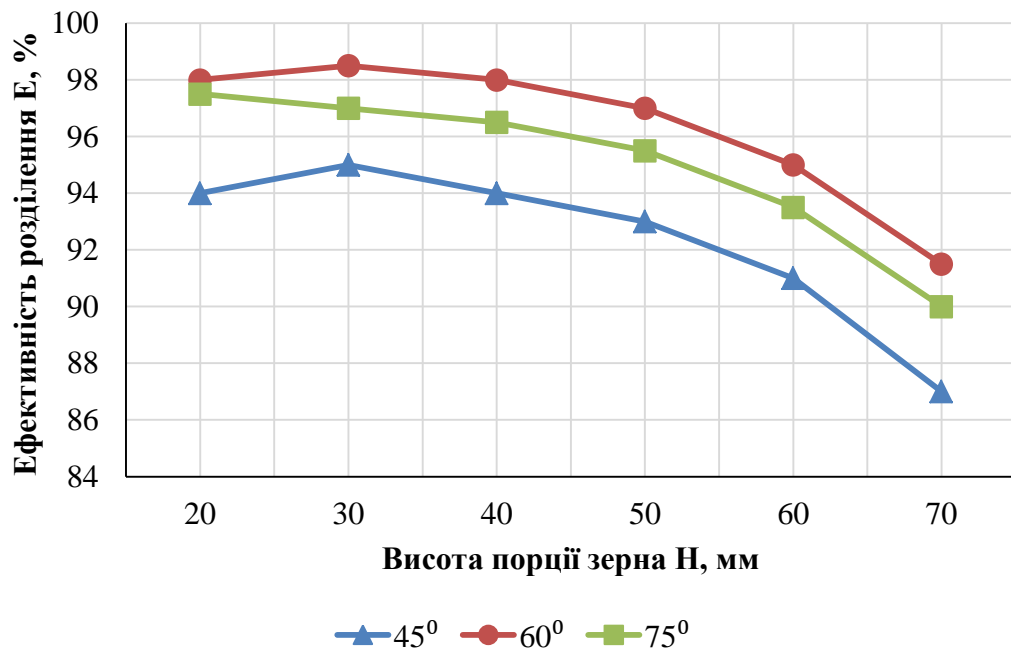


Рисунок 3.4 – Залежність ефективності поділу зерна від висоти порції
1 – при куті нахилу лопаті 45°; 2 – 60°; 3 – 75°

Зі збільшенням висоти порції зерна ефективність його поділу на полігоні метання знижується (рисунок 3.4). З іншого боку, зі зменшенням висоти порції пропорційно знижується продуктивність зернометальника. Ефективність розділення зерна істотно знижується при висоті порції більше 50 мм (рисунок 3.4). Найбільша ефективність розділення зерна при розглянутих положеннях лопаті досягається при куті її нахилу, що дорівнює 60° і обґрунтованому на графіку (рисунок 3.6), при якому обґрунтована висота шару порції 50 мм, забезпечується спрямоване вивантаження залишку порції зерна з поверхні або задньої стінки комірки. Незначне зменшення ефективності поділу зерна при подальшому зменшенні кута нахилу лопаті, наприклад до 45°, пов'язане з появою умови, при якій відбувається деяка ущільнювальна (заклинювальна) дія поверхні похилої лопаті на шар порції зерна при вивантаженні на направляючу поверхню випускного патрубка металника. При цьому зменшення кута нахилу рухомої лопаті в обмеженому часу на ділянці вивантажувального отвору пов'язано зі збільшенням кутового прискорення від повороту пластини і відповідного збільшення інерційних сил. Тому немає необхідності шукати причин, що

знижують ефективність розділення і очищення зерна при зменшенні кута менше 60° : при обґрунтуванні кута нахилу лопаті (рисунок 3.6).

Товщина порції зерна в комірці порційного безремінного метальника при встановленій початковій швидкості метання може бути прийнята рівною 50 мм (максимальна).

При обґрунтованій масі порції зерна 0,3 і встановленій висоті 50 мм, довжина порції приблизно в 2 рази більше її товщини. Довгаста форма порції забезпечує ефективне розшарування зерна на висхідній гілці траєкторії її польоту і в цілому якісний поділ його на полігоні метання.

На рисунку 3.5 представлено графік залежності ефективності і продуктивності поділу від маси порції на дослідному зразку (крива E_1) і лабораторної установки – E_2 . При цьому продуктивність змінюється по кривій Q . Аналіз кривих показує, що при масі порції 0,3 і 0,4 кг забезпечується достатня ефективність очищення – 94 % на лабораторній установці, а дослідний зразок не забезпечував збільшення порції вище 0,25 кг.

Таким чином, дослідженням обґрунтовані висота порції зерна в осередку порційного метальника 50 мм і її маса 0,3 – 0,4 кг при ширині лопаті 100 мм, кут нахилу лопаті 60° .

3.4 Обґрунтування кута нахилу і кількості лопатей в барабані зернометальника

Значення кута нахилу лопатей барабана зернометальника впливає на чіткість вивантаження порції зерна з комірки в сторону направляючої випускного патрубку кожуха і на ефективність розділення і очищення зернового матеріалу. Залежності ефективності поділу зерна метальником від кута нахилу лопатей представлені на рисунку 3.6.

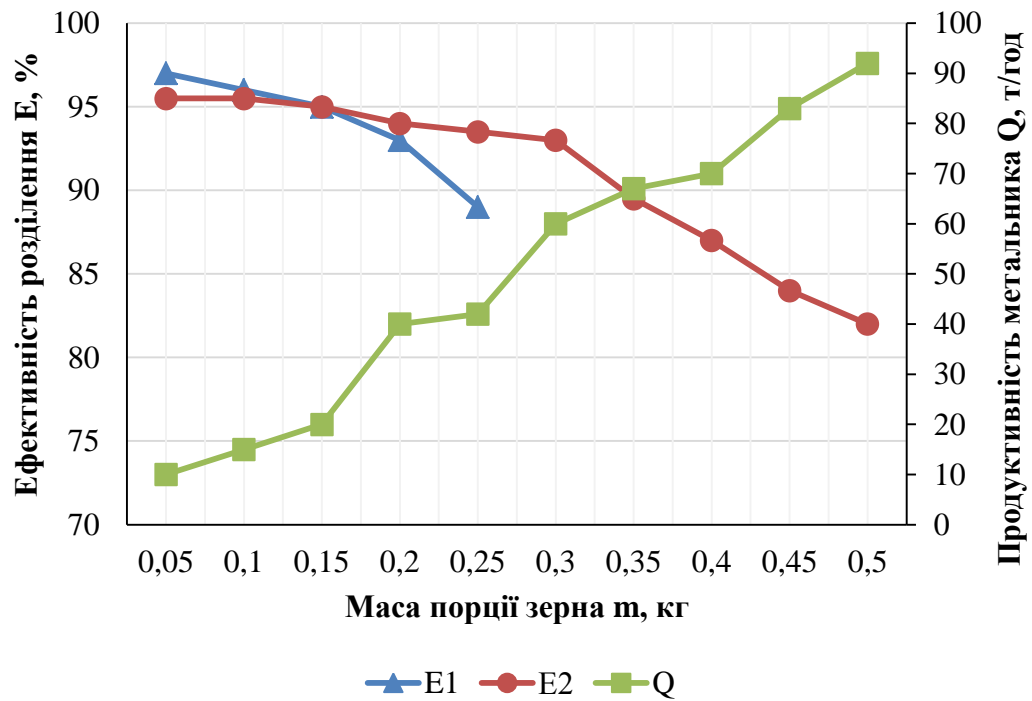


Рисунок 3.5 – Залежність ефективності поділу зерна і продуктивності метальника від маси порції

Ефективність поділу зерна метальником з 4 лопатями вище, ніж з 8 лопатями. При підвищенні кута нахилу лопатей різниця ефективності при зазначених кількостях лопатей знижується. При куті нахилу лопатей 60° практично не відбувається істотної зміни якості поділу зерна. Максимальне значення ефективності поділу зерна досягається при значеннях кута нахилу рухомої лопаті в зоні його вивантаження 60° , а зменшення якого пов'язане з труднощами реалізації конструкції і порушенням процесу нормального вивантаження.

Ефективність поділу зерна при куті нахилу лопаті 60° пояснюється тим, що при цьому куті забезпечується більш чітке вивантаження порції зерна на направляючу поверхню випускного патрубку, як було встановлено теоретичними дослідженнями процесу вивантаження матеріалу з комірки барабана. Теоретичними дослідженнями було встановлено, що при куті нахилу лопаті 45° відбувається часткове розпушення порції зерна лопаттю в зоні вивантаження, а при куті нахилу лопаті 75° частина порції зерна не встигає зійти з задньої стінки

комірки на направляючу поверхню випускного патрубку і метання їх відбувається з лопаті, в результаті чого порушується цілісність метання зерна і знижується його ефективність розділення.

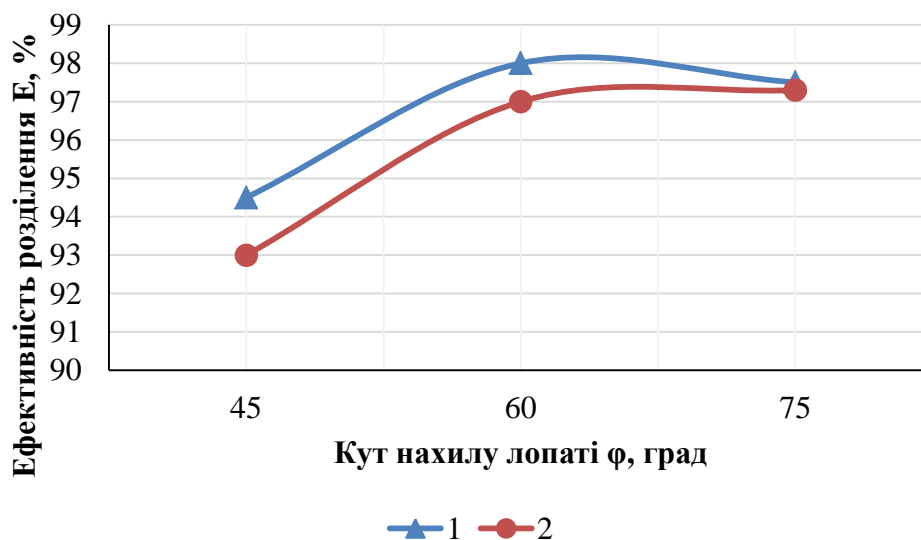


Рисунок 3.6 – Залежність ефективності поділу зерна від кута нахилу лопаті
1 – при кількості лопатей 4 шт; 2 – 8 шт.

Таким чином, експериментальними дослідженнями підтверджуються результати теоретичного дослідження – закономірності вивантаження порції зерна з комірки барабана.

При кількості лопатей в барабані більше, ніж 8, істотно знижується ефективність розділення зерна (рисунок 3.7): відбувається зменшення інтервалу між порціями і з'являються умови «підшттовхування» домішок потоком основного зерна.

З іншого боку, зі збільшенням кількості лопатей при певній масі порції зерна зростає продуктивність металника (рисунок 3.7). Приймаємо кількість лопатей в барабані рівним 8, при цьому відстань між робочими (рухомими) лопатями становить 0,2 м і частота метання становить 5 порцій на 1 м при достатньому інтервалі (близько 0,1 м) між порціями.

Таким чином, дослідженнями обґрунтовані параметри порційного метання зерна на безремінному металнику: початкова швидкість метання зерна 10 – 12

м/с, висота і маса порції зерна становить відповідно 50 мм і 0,3 – 0,4 кг, кут нахилу лопатей 60 – 65°, кількість лопатей в барабані – 8.

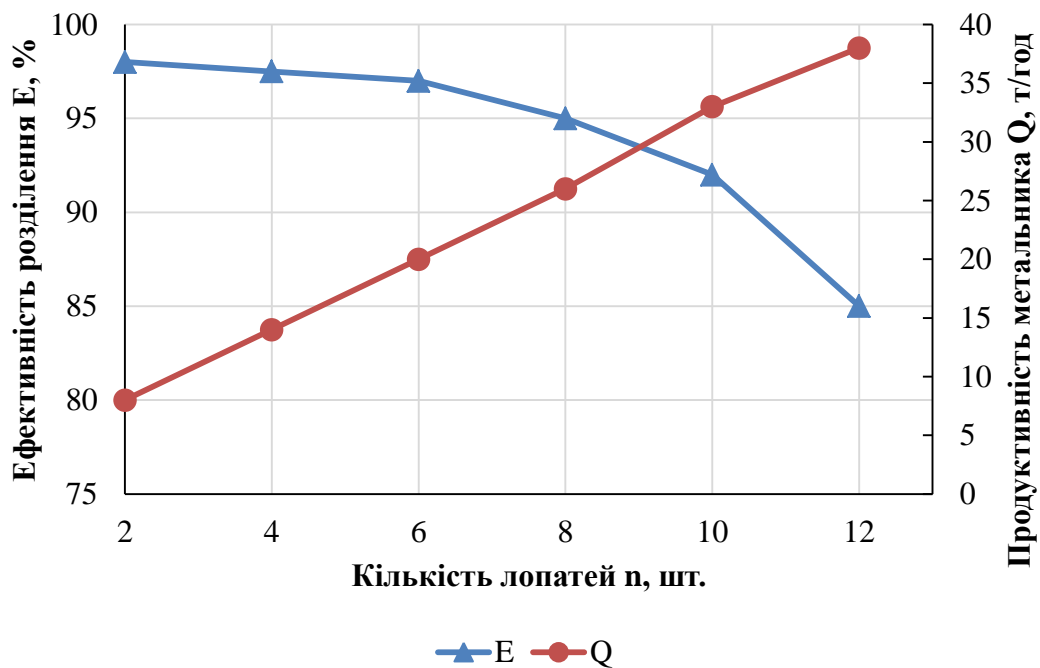


Рисунок 3.7 – Залежність ефективності поділу зерна і продуктивності металника від кількості лопатей

3.5 Поділ зернової суміші при метанні на металнику зерна

Поділ зернової суміші способом метання в повітряний потік дозволяє отримати фракції, що відрізняються по якості і призначенню, і визначити технологію їх подальшої обробки та використання. Тому розробка технології має важливе практичне значення для підвищення ефективності використання обладнання і зерна.

Дані лабораторних досліджень, представлені на рисунку 3.8 у вигляді варіаційних кривих дальності відльоту зерен пшениці, вівсюга і важко відокремлюваної гальки і її залежності від маси зернівок при поштучному метанні, аналіз кривих показує, що більш важкі і виконані (добротні) зерна відлітають далі, ніж неповноцінні зерна і вівсюг, які мають порівняно менші інерційні сили і важче долають аеродинамічні сили опору повітря. Отже, на

порціонному зернометальнику, обґрунтовуючи його раціональні параметри, можна розділити зернову суміш на фракції повноцінного зерна для насінневого або продовольчого призначення, зернової суміші, що підлягає очищенню на інших машинах, і чистих відходів у вигляді легких або важких домішок, таким чином, подільність вихідної зернової суміші і кількісне значення одержуваних фракцій залежать від характеру і розмірів перекритих ділянок варіаційних кривих і парності процесу метання, залежить від досконалості конструкції і оптимальності параметрів роботи металюного пристрою зернометальника.

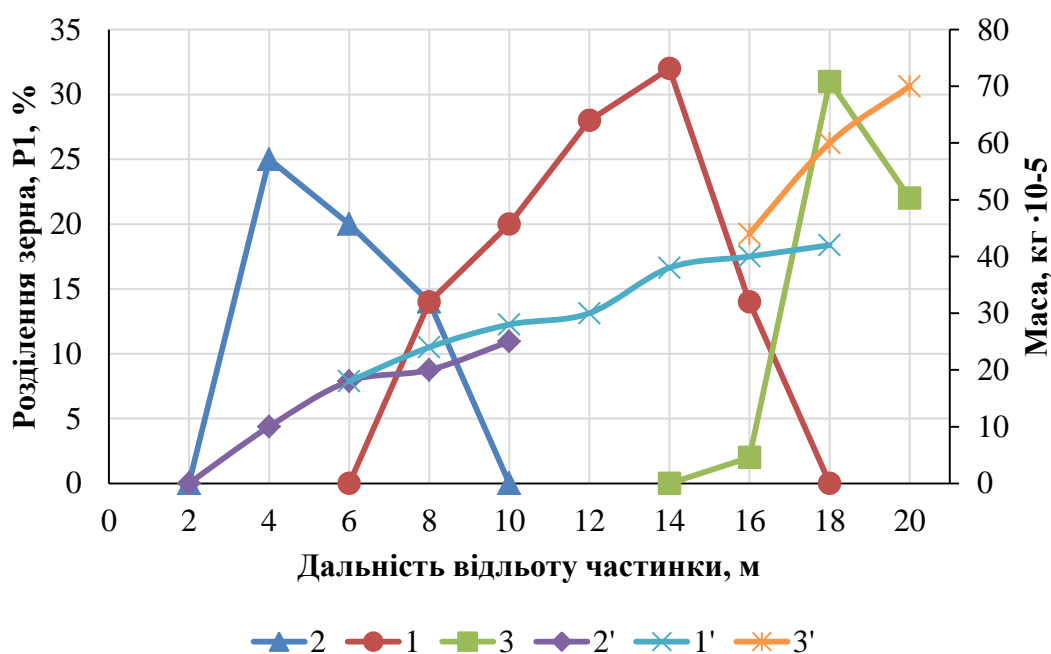


Рисунок 3.8 – Варіаційні криві дальності відльоту зерна пшениці (1), вівсяга (2) і гальки (3); Криві залежності дальності відльоту від маси відповідно – 1', 2' і 3'.

Дослідження поділу зерна при метанні на лабораторному металюнику дозволяє визначити граничні параметри та ділянки, на яких виходять фракції «добротного» зерна, зернової суміші і домішок. Шляхом їх аналізу виявлено можливість поліпшення ефективності поділу зернової суміші шляхом вдосконалення конструкції та режиму роботи металюника і його окремих

конструктивних елементів, розробки і дослідження безремінного порційного металника.

Для перевірки роботи безремінного зернометалника було вибрано свіжозібране зерно вологістю 20,2 % і засміченістю 10,6 %, в тому числі вівсюгом 2,2 %. При обробці даного зерна на порціонному безремінному металнику вологість знизилася на 1,5 %, вихід зерна базисних кондицій склав 59 %, що на 22 % вище, ніж при обробці на зернометалнику серійного виробництва ЗМ-60.

Таким чином, експериментальними дослідженнями обґрунтовані основні параметри порційного безремінного зернометалника і параметри поділу і очищення зернового матеріалу. Початкова швидкість метання 10 – 12 м/с, товщина і маса порції зерна відповідно 50 мм і 0,3 – 0,4 кг, кут нахилу лопатей 60°, кількість лопатей 8.

Висновки до розділу

Таким чином, експериментальними дослідженнями обґрунтовані основні параметри порційного безремінного зернометалника і параметри поділу і очищення зернового матеріалу. Початкова швидкість метання 10 – 12 м/с, товщина і маса порції зерна відповідно 50 мм і 0,3 – 0,4 кг, кут нахилу лопатей 60°, кількість лопатей 8.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Рекомендації виробництву

Самопересувна машина з порційним безремінним зернометальником може бути використана для обробки свіжозібраного продовольчого зерна на відкритих майданчиках зернотоків з доведенням основної маси матеріалу до базисних кондицій по чистоті. Порційний зернометальник може бути використаний для поділу продовольчого і насінневого зерна на дрібні насіння з довгими і короткими домішками; крупні насіння з галькою і окремою їх обробки. Схема обробки зернового вороху на зернометальнику представлена на рисунку 4.1

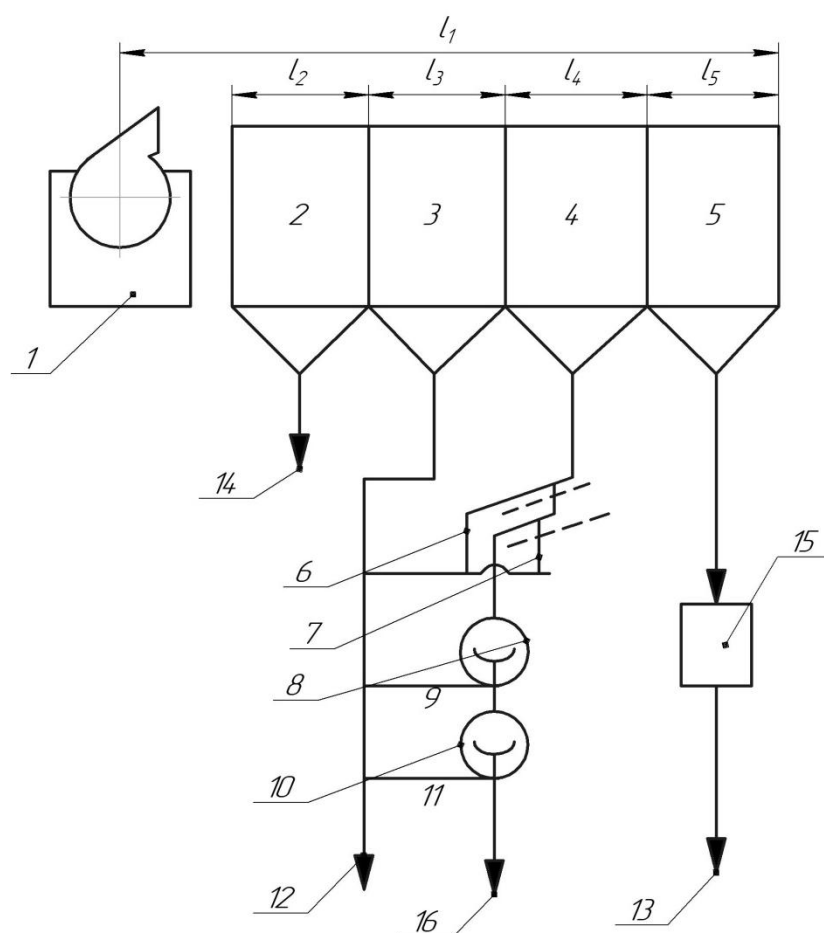


Рисунок 4.1 – Схема фракційної очистки продовольчого зерна з використанням порційного метальника

Зерно розділяється зернометальником (1) на наступні фракції: легкі домішки (відходи); щуплі, биті і подрібнені насіння з домішками (фураж); дрібне і середнє насіння з вівсюгом і іншими домішками; крупне насіння з галькою. Зазначені фракції надходять відповідно в бункер відходів (2), бункер фуражу (3), бункер дрібного і середнього насіння з домішками (4) і бункер крупного насіння з галькою (5). Дрібне і середнє насіння з домішками обробляються в повітряно-решітній машині, де виділяються крупні (6) і дрібні домішки (7), у вівсюжному трієрі (8), де виділяються довгі домішки (9), кукільному трієрі (10), де виділяються короткі домішки (11). Крупні, дрібні, довгі і короткі домішки об'єднуються з виходом з бункера фуражного зерна (12). Крупне зерно, що містять гальку, обробляються в каменевідбірній машині (15) при переробці. Очищене крупне насіння складає фракцію крупного насіння (13) і надходять окремо на подальшу переробку. Відходи (14) вивозяться за територію. Очищені дрібні і середні насіння (16) надходять окремо на подальшу переробку.

При фракційної очищенні продовольчого зерна забезпечується зниження обсягу обробки матеріалу в трієрних циліндрах і каменевідбірній машині приблизно в 2 рази і підвищення якості очищення насіння від довгих домішок (вівсюга).

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи на основі експериментальних даних було розроблено схему фракційної очистки продовольчого зерна з використанням порційного метальника. При очищенні зерна за даною схемою забезпечується зниження обсягу обробки матеріалу в трієрних циліндрах і каменевідбірній машині приблизно в 2 рази і підвищення якості очищення насіння від довгих домішок (вівсюга). Запропоноване технологічне рішення може бути впроваджене в умовах виробництва на малих та середніх фермерських господарствах та підприємствах з переробки зерна.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в фермерському господарстві «Агро-Макс і Ко»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я [61]. В умовах ФГ «Агро-Макс і Ко» небезпечними виробничими факторами є робота з підвищеними напругами.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності [61], а саме це запиленість виробничого приміщення та нерівномірне освітлення робочих місць.

Відповідальність за організацію та стан охорони праці по галузям фермерського господарства «Агро-Макс і Ко» покладено на головних спеціалістів галузей, а на робочих місцях на керівників виробничих підрозділів.

Загальна кількість працівників складає 85 чоловік. У відповідності з законом України про Охорону праці директор створив на підприємстві службу з охорони праці. Наказом призначив інженера з охорони праці, який здійснює організаційно-методичне керівництво роботи з охорони праці підприємства, планує і організовує заходи з питань охорони праці, організовує проведення атестації робочих місць, проводить вступний інструктаж з охорони праці.

Керівники виробничих дільниць забезпечують здорові і безпечні умови праці на робочих місцях, дотримання правил і норм по охороні праці, займаються проведенням інструктажу на робочому місці, веденням журналу обліку інструменту, контролюють стан машин і обладнання, керуючись при

цьому законодавчими актами, нормативними документами, наказами і розпорядженнями керівництва господарства і спеціаліста з охорони праці

Керівництво підприємства приділяє велику увагу питанням охорони праці, але за рахунок застарілого обладнання з контролю мікроклімату у виробничих приміщеннях, освітлення, а також використання застарілого технологічного обладнання без використання засобів автоматизації, всі ці фактори пов'язані з достатньо великим травматизмом на виробництві та зі збільшенням числа нещасних випадків на підприємстві. В подальшому планується поступово усувати недоліки в роботі служби охорони праці підприємства, а також розробити нові засоби аварійної сигналізації та освітлення виробничих приміщень.

Показники виробничого травматизму по ФГ «Агро-Макс і Ко» за останні три років приведені в таблиці 5.1.

Коефіцієнти частоти, тяжкості та втрати робочого часу визначено за статистичними методами аналізу виробничого травматизму.

Оскільки нещасні випадки траплялись на підприємстві тільки на протязі 2018 року, тому розрахунки приведемо тільки за цей рік.

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\nu 2018} = \frac{2}{85} \cdot 1000 = 23,5, \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\epsilon 2018} = \frac{45}{2} = 22,5, \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\epsilon m 2018} = \frac{45}{85} \cdot 1000 = 529,4. \quad (5.3)$$

Основні показники травматизму зводяться до таблиці 5.1 та робляться висновки про його рівень.

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму по ФГ «Агро-Макс і Ко» за 2018 – 2020 роки

Показники	Роки		
	2018	2019	2020
Кількість працюючих, чол.	85	85	85
Кількість нещасних випадків, од	2	-	-
Втрати днів непрацездатності від травматизму	45	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	23,5	-	-
Коефіцієнт важкості травматизму	22,5	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	240	-	-

Аналіз виробничого травматизму за період 2018 – 2020 роки показав, що тільки у 2018 році в господарстві сталося два нещасних випадки, що призвело до втрати потерпілими 45 днів працездатності. Причиною нещасних випадків стало недотримання працівниками вимог безпеки праці при роботі з обладнанням для очистки та сортування зерна.

5.2 Рекомендації щодо поліпшення умов праці

В результаті аналізу стану охорони праці та виробничого травматизму, мною були виявлені певні недоліки. Пропонуємо провести заходи для їх усунення, що призведе до поліпшення умов та безпеки праці, а саме:

1. Ввести медичний контроль працівників перед роботою для зменшення захворюваності і нещасних випадків з вини працюючого.
2. Реорганізувати робочі місця з метою створення здорових і безпечних умов праці з метою поліпшення безпеки і умов праці.

3. Доукомплектувати робочі місця набором необхідного інструмента і пристосуваннями для зменшення травматизму і нещасливих випадків на підприємстві.

4. Доукомплектувати протипожежні щити для забезпечення своєчасної ліквідації пожежі, в разі її виникнення.

5. Для запобігання виникнення пожежі обладнати місце для паління.

5.3 Вимоги безпеки праці оператора устаткування для сепарування зернової сировини

Проаналізувавши дані отримані в таблиці 5.1 з яких видно що причиною виробничого травматизму на підприємстві є недотримання вимог безпеки праці під час роботи сепарувальних машин, тому на нашу думку буде доцільно привести вимоги безпеки праці при сепаруванні сипких харчових продуктів [64].

Загальні положення

До роботи допускаються особи віком не молодше 18 років, які мають посвідчення на право виконання робіт, пройшли медичний огляд, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з питань пожежної безпеки.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які діють на слюсаря:

- рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини виробничого устаткування;
- захащеність робочих місць інструментом, пристосуванням, матеріалами, деталями;
- відсутність спеціальних пристроїв, інструменту та обладнання для виконання робіт відповідно прийнятої технології;
- незахищені струмоведучі частини електрообладнання (електроустановок);
- недостатня освітленість робочої зони;

- шкідливі компоненти в складі застосовуваних матеріалів, які діють на працюючого через шкірний покрив, дихальні шляхи, шлункову систему та слизові оболонки органів зору та нюху;
- падіння вивішених частин обладнання;
- несправність інструмента, обладнання, пристосувань;
- падіння деталей, вузлів, агрегатів, інструменту;
- падіння з висоти;
- осколки металу, що відлітають при рубці металу;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин;
- знижена температура повітря у холодний період року.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Одягнути спецодяг, застібнути рукави, волосся прибрати під щільно облягаючий головний убір. Працювати в легкому взутті (тапочках, сандалях, босоніжках) забороняється.

Підготувати робоче місце для безпечної роботи. Прибрати сторонні предмети, звільнити проходи, інструмент, пристрої та деталі розмістити в зручному для користування порядку.

Перевірити наявність та справність інструменту, пристроїв та засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Для роботи використовувати тільки справні інструменти та пристрої. Перевірити справність приставних і розсувних драбин.

Для перенесення робочого інструменту до місця роботи підготувати спеціальну сумку або ящик з декількома відділеннями.

Переконавшись, що робоче місце добре освітлене. При необхідності використання переносної лампи перевірити наявність на лампі захисної сітки, справність шнура та ізоляційної трубки. Напруга місцевого освітлення має бути не більше 42 В, переносних електроламп – не більше 12 В.

При роботі з таями перевірити їх справність, справність стропів і гальм, піднявши вантаж на висоту 200 – 300 мм. Місце для підвішування талів має

вказати керівник робіт. Закріплювати талі тільки після дозволу керівника робіт, особливу увагу звернути на міцність кріплення талів.

Якщо поруч виконуються електрозварювальні роботи, вимагати від адміністрації встановити щит (ширму) для захисту очей і обличчя від ультрафіолетових променів або одягнути спеціальні окуляри.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Перед оглядом, чищенням і ремонтом вентиляційних установок вимагати їх зупинки за допомогою кнопок «СТОП» і зняття плавких вставок (запобіжників).

Якщо робота виконується біля електричних проводів і діючих електроустановок, вимагати відключення струму на час виконання робіт; якщо це зробити неможливо, то під час ремонтних робіт обов'язково повинен бути присутній керівник робіт, а небезпечні місця мають бути загороджені.

Для роботи біля рухомих частин обладнання, механізмів, діючих шинопроводів та електроустановок вимагати загородження небезпечних зон.

Перед пуском відремонтованої вентиляційної системи перевірити: справність приводного ременя та його натяг.

У разі виявлення стуку або шуму в вентиляторі негайно вимкнути електродвигун і приступити до огляду і ремонту вентилятора.

Закладати привідний ремінь, який зсунувся, тільки після повної зупинки електродвигуна і вентилятора. Забороняється закладати ремінь на ходу.

При обслуговуванні систем вентиляції необхідно контролювати:

- роботу підшипників; при їх нагріванні ліквідувати причину нагрівання.

При огляді і складанні підшипників слідкувати за тим, щоб вони не були сильно затягнуті і щоб в них не потрапляли ошурки, пісок, пил;

- роботу електромотора. Стежити, щоб під час роботи не перегрівався кожух електромотора. Огляд і ремонт електромоторів самому не робити; цю роботу виконує тільки електрик-ремонтник;

- стан підвісок повітропроводів. Не допускати їх провисання.

При роботі ременя з ударами, при ковзанні його зупинити вентиляційний агрегат для зшивання ременя.

При огляді пилоприймачів і пилоочищувальних споруд, а також при чищенні пилу з бункерів працювати в захисних окулярах, респіраторі і відповідному спецодязі.

При роботі з переносним електроінструментом:

- користуватися гумовими діелектричними рукавицями, калошами чи діелектричним килимом;
- необхідно слідкувати за справністю ізоляції кабелю, міцністю кріплення заземлюючого дроту та штепсельної вилки;
- оберегати провід від пошкоджень;
- під час перерв відключати від електромережі.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Негайно вимкнути вентиляційну систему у разі:

- появи незвичайних шумів та стуків у вентиляторі;
- виявлення нерівномірного ходу вентиляційного агрегату, провисання валу, згинання або розриву лопаток;
- перегрівання корпусу електродвигуна і підшипників;
- виникнення в приміщенні дільниці, або вентиляційній камері пожежі.

Якщо стався нещасний випадок, необхідно надавати потерпілому першу медичну допомогу; при необхідності, викликати швидку медичну допомогу.

У разі виникнення пожежі викликати пожежну команду та приступити до гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння.

Виконувати всі вказівки керівника робіт по ліквідації небезпеки.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Вимкнути обладнання з електромережі.

Зібрати інструмент і пристрої, привести їх в належний стан (почистити, протерти), скласти в інструментальний ящик (сумку), прибрати інструмент і пристрої у відведені місця.

Прибрати місце проведення робіт, відходи зібрати в ящики для сміття та винести з приміщення у відведені місця.

Прибрати попереджувальні написи та знаки безпеки.

Електро- і пневмоінструмент здати комірнику для перевірки справності та зберігання.

Повідомити керівника робіт про виконану роботу, про виявлені в процесі роботи несправності. Якщо ведеться спеціальний журнал обліку роботи, зробити відповідний запис.

Зняти спецодяг, сховати його в індивідуальну шафу. ЗІЗ покласти у відведене місце.

Вимити руки і обличчя теплою водою з милом, прийняти душ. Забороняється мити руки маслом, гасом, бензином, витирати руки ганчір'ям, забрудненими ошурками.

5.4 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в підприємстві

Одним із недоліків у виробничих приміщеннях цеху з первинної обробки зерна ФГ «Агро-Макс і Ко» є відсутність механічної системи вентиляції виробничих приміщень, що значно впливає на показники запиленості приміщень і може призвести до нещасного випадку чи навіть вибуху. Взявши до уваги вищевикладене доцільно буде на нашу думку привести розрахунок механічної системи вентиляції виробничого приміщення елеватора.

Механічну вентиляцію виробничого приміщення цеху очистки зерна де повітрообмін розраховується на 10 чоловік працівників [63].

Першим етапом при розрахунку механічної системи вентиляції необхідно накреслити схему вентиляційної системи цеху.

Потім необхідно визначити повітрообмін W (м³/год). Оскільки у виробничому приміщенні цеху не міститься шкідливих речовин повітрообмін будемо визначати шляхом множення кількості робітників n_p в приміщенні на нормовану величину W_0 витрати повітря на одного працюючого.

Отже повітрообмін визначимо за формулою:

$$W = n_p \cdot W_0, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.4)$$

де n_p – кількість робітників, чол. $n_p = 85$ чол.

В нашому випадку, коли на одного працівника припадає 20 м³ і більше об'єму приміщення, то $W_0 = 20$ м³/год.

Отже, маємо,

$$W = 85 \cdot 20 = 1700 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Знаючи величину повітрообміну ми можемо тепер визначити продуктивність вентилятора за формулою:

$$W_B = \kappa_3 \cdot W, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.5)$$

де, κ_3 – коефіцієнт кратності повітрообміну. Приймаємо в межах 1,3 – 2,0.

Отже,

$$W_B = 2,0 \cdot 1700 = 3400 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Тепер за каталогом вентиляційного обладнання, та за номограмою по підрахованій продуктивності вибираємо марку та тип вентилятора, а також потужність двигуна та діаметр вентиляційної труби. Отже тип вентилятора

радіальний, марка ВЦП 3-40-5,0, технічна характеристика приведена в таблиці 5.2.

В результаті виникнення надзвичайної ситуації (несправності технологічного обладнання), концентрація пилу у повітрі робочої зони може перевищувати встановлені норми в 2 – 3 рази, тому необхідно провести у уточнювальний розрахунок системи вентиляції.

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика вентилятора ВЦП 3-40-5,0

Марка	Двигун			Частота обертання робочого колеса, хв ⁻¹	Параметри в робочій зоні		Маса, кг
	Тип	Потужність, кВт	Частота обертання вала, хв ⁻¹		Продуктивність, тис.м ³ /год	Тиск, Па	
ВЦП 3-40-5,0	АИР160S2	9,0	1200	1800	1,3 – 8,0	1300	270

За результатами практичного дослідження встановлено, що технологічним обладнанням виділяється до 15 кг зернового пилу за годину. Дослідження концентрації пилу проводилися розрахунково-ваговим методом і за допомогою приладу «аспіратора».

Продуктивність вентилятора призначеного для видалення пилу з робочої зони зерноочисного відділення визначається за формулою,

$$L = \frac{P}{P_1 - P_0}, \text{ мГ/м}^3 \quad (5.6)$$

За нормами СН 245-71 та ГОСТ 12.1.005-88 для зернового пилу $P_1 = 6 \text{ мГ/м}^3$, що стосується P то прийемо його в три рази більшим від дослідного, так як в результаті надзвичайної ситуації показник збільшується до трьох разів.

Отже,

$$L = \frac{15000}{6 - 0} = 2500 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахункова продуктивність вентилятора у разі виникнення надзвичайної ситуації рівна $2500 \text{ м}^3/\text{год}$, а отже, обраний вентилятор цілком впорається із видаленням пилу і у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Схема вентиляційної системи виробничого приміщення цеху з первинної обробки зерна приведена на рисунку 5.1.

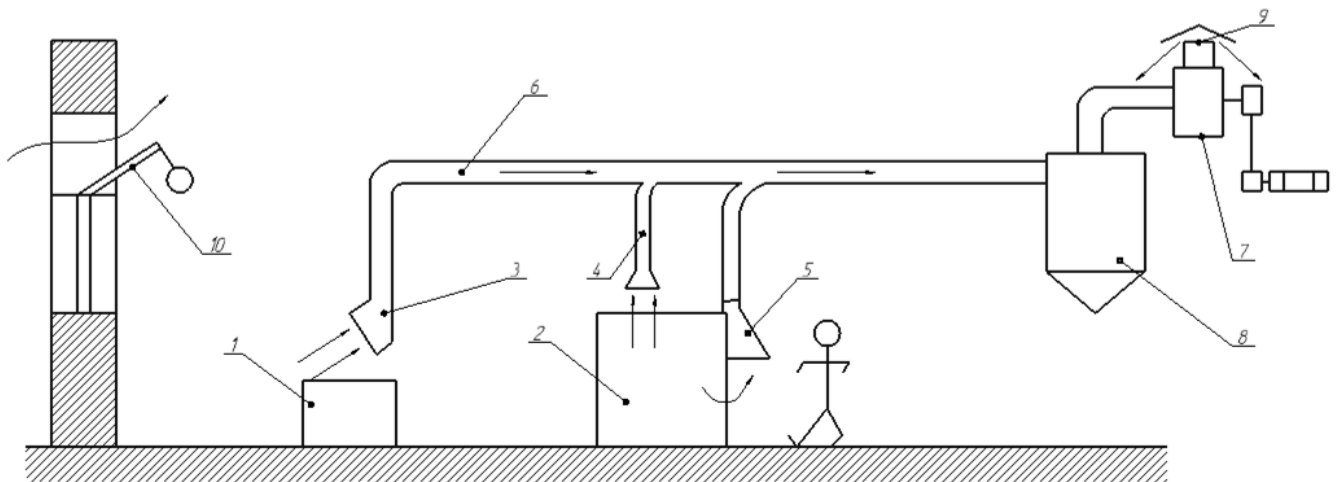


Рисунок 5.1 – Схема системи вентиляції робочого виробничого приміщення цеху з виробництва солоду в ФГ «АгроМакс і Ко»

1, 2 – джерело шкідливих речовин; 3, 4, 5 – відсоси забруднень; 6 – повітропровід; 7 – вентилятор; 8 – циклон; 9 – патрубок викиду забруднень; 10 – подача чистого повітря.

5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях

Дії у випадку загрози виникнення повені:

1. Уважно слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та інструкції про порядок дій, не користуйтеся без потреби телефоном, щоб він був вільним для зв'язку з вами.

2. Зберігайте спокій, попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.

3. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування місце збору мешканців для евакуації та готуйтеся до неї.

4. Підготуйте документи, одяг, найбільш необхідні речі, запас продуктів харчування на декілька днів, медикаменти. Складіть все у валізу. Документи зберігайте у водонепроникному пакеті.

5. Від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ.

6. Перенесіть більш цінні речі та продовольство на верхні поверхи або підніміть на верхні полиці.

Дії в зоні раптового затоплення під час повені:

1. Зберігайте спокій, уникайте паніки.

2. Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти та інші необхідні речі.

3. Надайте допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

4. По можливості негайно залишіть зону затоплення.

5. Перед виходом з будинку вимкніть електро- та газопостачання, загасіть вогонь у грубах. Зачиніть вікна та двері, якщо є час – закрийте вікна та двері першого поверху дошками (щитами).

6. Підніміться на верхні поверхи або на горищні приміщення.

7. До прибуття допомоги залишайтеся на верхніх поверхах, дахах, деревах чи інших підвищеннях, сигналізуйте рятувникам, щоб вони мали змогу швидко вас знайти.

8. Перевірте, чи немає поблизу постраждалих, надайте їм, по можливості, допомогу.

9. Потрапивши у воду, зніміть з себе важкий одяг і взуття, відшукайте поблизу предмети, за допомогою яких можна утриматися до одержання допомоги.

10. Не переповнюйте рятувальні засоби (катери, човни, плоті).

5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху

Ознаки, що свідчать про небезпеку вибуху. На небезпеку вибуху може вказувати запах газу і задимлення. Близько приміщення – сліди ремонтних робіт, ділянки стіни з порушеним забарвленням, що відрізняється від загального фону.

Вторинні наслідки від вибухів. Дія повітряної ударної хвилі може викликати вторинні наслідки, так як при вибуху вибухової речовини в атмосфері виникають ударні хвилі, що поширюються з великою швидкістю у вигляді областей стиску. Ударна хвиля досягає земної поверхні і відбивається від неї на деякій відстані від епіцентру вибуху, фронт відбитої хвилі зливається з фронтом падаючої хвилі, внаслідок чого утворюється так звана головна хвиля з вертикальним фронтом.

При наземному вибуху повітряна ударна хвиля, як і при повітряному вибуху, поширюється від епіцентру з вертикальним фронтом.

Дії при вибухах:

- при вибуху на підприємстві перш за все необхідно попередити робітників і службовців, а також оповістити яке проживає поблизу населення;
- необхідно скористатися індивідуальними засобами захисту, а при їх відсутності для захисту органів дихання – використовувати ватно-марлеву пов'язку;
- при пошкодженні будівлі вибухом входити в нього слід з надзвичайною обережністю. Необхідно переконатися у відсутності значних ушкоджень перекриттів, стін, ліній електро-, газо-і водопостачання, а також витоків газу, осередків пожежі.
- якщо вибух викликав загоряння, необхідно використовувати первинні засоби (вогнегасники). Для недопущення поширення вогню треба задіяти пожежні крани і гідранти.
- необхідно надати допомогу тим, хто опинився придавлений уламками конструкцій. Допомогти витягти людей з завалів;

- при порятунку постраждалих слід дотримуватися запобіжних заходів від можливого обвалу, пожежі та інших небезпек, обережно вивести і надати їм першу медичну допомогу, загасити палаючий одяг, припинити дію електричного струму, зупинити кровотечу, перев'язати рани, накласти шини при переломі кінцівок.

Висновки до розділу

У даному розділі приведено дослідження стану охорони праці та обов'язки відповідальних осіб з охорони праці на підприємстві, проаналізований стан охорони праці в цеху з первинної обробки зерна. У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпеки виробництва був проведений розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення цеху, відповідно до розрахунків було обрано вентилятор марки ВЦП 3-40-5,0 типу АИР160S2 потужністю 9,0 кВт, продуктивністю до 8000 м³/год. Також був розроблений план дій у разі пожежі.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

В умовах недостатньої забезпеченості зерноочисними машинами через їх вартість, господарство зазнає труднощів, особливо, у своєчасному, проведенні попередньої обробки свіжозібраного зерна, щоб очистити його від легких домішок, провітрити, підсушити і забезпечити відносно збільшення термінів його тимчасового зберігання до основного сушіння та очищення. Застосовані для цих цілей існують металники зерна ЗМ-30, ЗМ-60 і МЗ-60 не забезпечують достатню ефективність обробки зерна через метання зерна в повітря суцільним потоком і допускають його травмування.

Тому господарства вимушені застосовувати для попередньої обробки на відкритих майданчиках відносно складні і низько продуктивні повітряно-решітні ворохоочисні машини, які призначені для обробки зерна вологістю до 16 % і не забезпечують ефективність роботи при збільшенні вологості та засміченості матеріалу.

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з встановлення впливу техніко-технологічних параметрів повітряного сепаратора на ефективність відокремлення легких домішок із зернової суміші, наведений у табл. 6.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук за тематикою наукових досліджень	15
3-4	Написання літературного огляду	6
4-5	Складання плану науково-дослідних робіт	3
5-6	Розробка методик проведення наукових досліджень	5
6-7	Підготовка дослідних зразків зернового матеріалу	2
7-8	Підготовка макетного зразка зернометальника	18
8-9	Визначення впливу початкової швидкості зерна на якісні показники його поділу	3
8-10	Обґрунтування визначення кута нахилу та кількості лопатей в барабані зернометальника	3
8-11	Обґрунтування висоти та маси порції зерна в комірці барабану метальника	6
9-12	Обробка результатів експериментальних дослідження	1
10-12		1
11-12		3
12-13	Підготовка матеріалу для доповіді	7

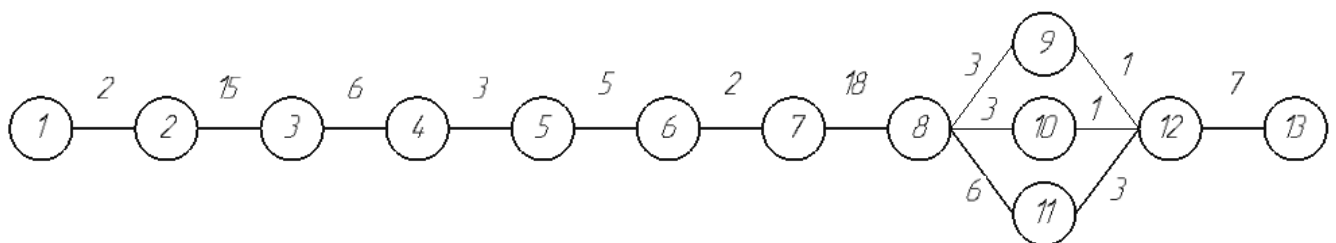


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-12-13}^1 = 2 + 15 + 6 + 3 + 5 + 2 + 18 + 3 + 1 + 7 = 62$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-10-12-13}^2 = 2 + 15 + 6 + 3 + 5 + 2 + 18 + 3 + 1 + 7 = 62$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13}^3 = 2 + 15 + 6 + 3 + 5 + 2 + 18 + 6 + 3 + 7 = 67$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є третій шлях з тривалістю в 67 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події T_i^n – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;
- ранній термін здійснення події T_i^p – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 67$ днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	23	23	0
5	26	26	0
6	31	31	0
7	33	33	0
8	51	51	0
9	54	59	5
10	54	59	5
11	57	57	0
12	60	60	0
13	67	67	0

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де R_{ij}^n – повний резерв часу роботи, днів;

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де R_{ij}^e – вільний резерв часу роботи, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де L_{maxij} – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

L_{kp} – довжина критичного шляху ($L_{kp} = 67$ днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,05
3-4	0	0	0,32
4-5	0	0	0,41
5-6	0	0	0,48
6-7	0	0	0,54
7-8	0	0	0,80
8-9	0	5	0,91
8-10	0	5	0,91
8-11	0	0	0,96
9-12	0	0	1,00
10-12	0	0	1,00
11-12	0	0	1,02
12-13	0	0	1,15

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 67 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зерно пшениці, кг	50	9	450,00
Всього			450,00

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8500	50,59	20	1011,80
Всього				1011,80

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1011,8 \cdot 22}{100} = 222,57 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – час роботи на установці, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на привід робочих органів зернометальника:

$$E = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 21,77 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Зернометальник	5300,0	15	3	6,53
Всього				6,53

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{1011,8 \cdot 80}{100} = 809,44 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	450,00
Заробітна плата	1011,80
Нарахування на заробітну плату	222,57
Електроенергія	21,77
Амортизація	6,53
Накладні витрати	809,44
Всього	2522,11

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 2522,11 + \frac{30 \cdot 2522,11}{100} = 3278,74 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3278,74 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 67 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1011,80 грн та 809,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3278,74 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано технологічний процес обробки зерна на безремінному порційному зернометальнику, що складається з етапів подачі і формування порції матеріалу в комірках лопатевого барабана, раціонального вивантаження зерна з комірок і їх метання, подальшого ефективного розшарування і розділення в повітрі за аеродинамічними властивостями на різні за якістю фракції.

Встановлено закономірність руху зерна на задній стінці комірки, яка використана для обґрунтування умов вивантаження зерна в напрямку метання і кута нахилу рухомої лопаті в зоні вивантаження – 60 – 65°.

На підставі закономірностей руху зерна в комірці барабана встановлені параметри порції зерна: маса порції при обробці насінневого зерна 0,3 кг, продовольчого – 0,4 кг при висоті порції 50 мм і її довгастій формі в поперечному перерізі, що забезпечує ефективність розшарування і поділу зерна при русі в повітрі.

Встановлено закономірність руху зерна в повітрі, визначені його параметри на висхідних і низхідних гілках траєкторії, які дозволяють обґрунтувати умови і параметри процесу розшарування зернової суміші у вертикальному напрямку на початку ділянки висхідної гілки траєкторії і поділ зерна за аеродинамічними властивостями в горизонтальному напрямку на фракції, що відрізняються якістю матеріалу.

Встановлено характер зміни маси 1000 зерен від дальності відльоту в комірках вловлювача на полігоні метання. Порційний безремісний зернометальник з початковою швидкістю метання 10 – 12 м/с забезпечує підвищення ефективності поділу і очищення зерна і зниження травмування в порівнянні з існуючими зернометальниками.

У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпечності виробництва був проведений розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення цеху, відповідно до розрахунків було обрано

вентилятор марки ВЦП 3-40-5,0 типу АИР160S2 потужністю 9,0 кВт, продуктивністю до 8000 м³/год. Також був розроблений план дій у разі повені.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1011,80 грн та 809,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3278,74 грн.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Алфьоров С.А. Поділ дрібного зернового вороху за аеродинамічними властивостями частинок // С.А. Алфьоров / Праці Ставропольського НДІСГ. – Ставрополь, 1971. – Вип. 12. - С.83 – 106.
2. Андренко Т.П. Шляхи підвищення якості роботи аспіраційних каналів зерноочисних машин // Т.П. Андренко / Механізація та електрифікація сільського господарства. – 1960. – № 6.
3. Аніскін В.І. Класифікація Пневмосепаратор зернових матеріалів // Досягнення науки і техніки АПК. – 1993. – №4. – С.22 – 23.
4. Бабченко В.Д Висопродуктивні машини для очищення зерна.// В.Д. Бабченко, А.М. Корн, А.С. Матвєєв – М.: ВНІПТЕІСХ, 1982. – 52с.
5. Баранов Н.Ф. Класифікація пневмосепараторів для поділу сипких матеріалів // Н.Ф. Баранов / Дослідження робочих процесів машин в рослинництві. – М.:, 1982. – С.25 – 26.
6. Барков К.М. Основні елементи теорії сепарування насіння повітряним потоком // К.М. Барков / Праці ВІМ. – М.: ВІМ, 1935. – Т.1.
7. Басалгін С.Є. Підвищення ефективності функціонування насіннеочисних ліній шляхом вдосконалення робочого процесу повітряно-решітних машин // С.Є. Басалгін: Дис. канд. техн. наук. – М.:, 2004. – 221с.
8. Безручкін І.П. Аеродинамічні властивості зерна // І.П. Безручкін / Праці Московського будинку вчених. – М.: – 1937. – Вип.2.
9. Безручкін І.П. Дослідження аеродинамічних властивостей зерна в вертикальному повітряному потоці // Сільськогосподарські машини.– 1936. – № 3. – С.16 – 22.
10. Безручкін І.П. Сепарація зерна вертикально висхідним повітряним потоком // І.П. Безручкін / Сільськогосподарські машини. – 1937. – № 12.

11. Безручкін І.П. Сепарація зерна повітряним потоком // І.П. Безручкін / Сільськогосподарські машини. – 1949. – № 5.
12. Беліков Ю.М. Якість роботи живильників насіннеочисних машин // Ю.М. Беліков / Механізація і електрифікація сільського господарства. – 1974. – № 10. – С.7 – 9.
13. Боцман В.В. Дослідження повітряних систем зерноочисних машин // В.В. Боцман: Дис. канд. техн. наук. – М., 1939. – 129 с.
14. Боцман В.І. До розрахунку вертикальних повітряних каналів в зерноочисних машинах // В.В. Боцман / Сільськогосподарські машини. – 1952. – № 9.
15. Бурков А.І. Аналіз роботи живлячого валика з нижньою та верхньою подачею зернової суміші в вертикальний пневмосепарувальний канал // А.І. Бурков / М.: – 1998. – №3 – 4 – С.101 – 107.
16. Бурков А.І. Удосконалення пневмосистем зерно- і насіннеочисних машин // А.І. Бурков. – Кіров: 1997. – 82 с.
17. Бурков А.І. Замкнуто-разімкнена пневмосистема зерно- і насіннеочисних машин // А.І. Бурков, В.Л. Андрєєв / Трактори і с.-г. машини. – 1995. – № 5. – С.18 – 21.
18. Бушуєв Н.М. Зерноавантажувачі. Теорія, конструювання і розрахунок // Н.М. Бушуєв – М., 1962.
19. Василенко П.М. Аеродинамічні основи опору зерна // П.М. Василенко / Сільськогосподарські машини. – 1935. – № 11.
20. Веденяпин Г.В. Загальна методика експериментального дослідження і обробки дослідних даних // Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1965. – 350 С.
21. Вентцель Е.С. Теорія ймовірності // Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 520с.
22. Вентцель Е.С. Теорія ймовірності // Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1964. – 576с.
23. Виноградова Н.М. Загальна теорія статистики // Н.М. Виноградова, В.Т. Євдокимов, Е.М. Хитрова. – М.: Статистика, 1968. – 154с.

24. Вольф В.Г. Статистична обробка досвідчених даних // В.Г. Вольф. – М.: Колос, 1966. – 252с.
25. Воронов І.Г. Очищення і сортування насіння // І.Г. Воронов, І.Є. Кожуховський. – М.: 1953. – 432с.
26. Гіршсон В.Я. Зважені швидкості і коефіцієнти обтікання зернаі // В.Я. Гіршсон М.: – 1929. – № 9.
27. Гладков Н.Г. Зерноочисні машини // Н.Г. Гладков. – М.: 1961. – 367с.
28. Глушков А.Л. Обґрунтування параметрів і режимів роботи пневмосистеми машини попереднього очищення зерна // А.Л. Глушков: Дис. канд. техн. наук. – Кіров, 2006. – 212с.
29. Головков А.Н. Пневмосортувальні машини сімейства ПСМ // А.Н. Глловко / Землеробство. – 2004. – №6. – С.28 – 30.
30. Гортинський В.В. Процеси сепарування на зернопереробних підприємствах // В.В. Гортинський. А.Б. Демський. М.А. Борискин. – М.: Колос, 1980. – 304с.
31. Горячкин В.П. Збірка творів // В.П. Горячкин. – М.: Колос, 1968. – 560с.
32. Гудков А.Н. Теоретичні положення, що визначають режим роботи потоку повітря пневматичних пристроїв, зерноочисних машин // А.Н. Гудков. – Волгоград: 1963. – С135 – 147.
33. Дементьев М.А. До питання досліджень аеродинамічних властивостей насіння // М.А. Дементьев. – М.: 1936. – 268с.
34. Демський А.Б. Дослідження пневмосепаруючих пристроїв зернових сепараторів // А.Б. Демський. – М.: Продмаш., 1970 – № 21. – С.49.
35. Демський А.Б. Комплексні зернопереробні установки // А.Б. Демський. – М.: Колос, 1978. – 256 с.
36. Демський А.Б. Довідник по обладнанню зернопереробних підприємств // А.Б. Демський, М.А. Борискин. Є.В. Тамаров. – М.: Колос, 1980. – 384с.
37. Демський А.Б., Веденьев В.Ф. Основні напрямки удосконалення пневмосепарувального обладнання // А.Б. Демський, В.Ф. Веденьев. – М.: 1978. – 73с.

38. Дондоков Ю.Ж. Обґрунтування основних параметрів секційного решітного сепаратора для очищення зерна з блоком завантажувальних решіт // Ю.Ж. Дондоков. – М.: 2003. – 210с.
39. Дондокова Г.Ж. Обґрунтування основних параметрів каскадного решітного сепаратора для очищення зерна // Г.Ж. Дондокова. – Улан-Уде, 2007. – 142с.
40. Дондокова Г.Ж. Обґрунтування основних параметрів пневматичного сепаратора для очищення зерна // Г.Ж. Дондокова. – Улан-Уде, 2007. – 126с.
41. Дрогалін К.В., Карпов К.А. До питання про пневматичне сортування зерна і проміжних продуктів його розлему. Пневматичний транспорт продуктів розлему зерна на млинах // К.В. Дрогалін, К.А. Карпов. – М.: 1954. – Вип.ХХІХ.
42. Злочевський В.Л., Туров А.К. Пневмосепарувальні системи сільськогосподарських зерноочисних сепараторів // В.Л. Злочевський, А.К. Туров. – М.: – 1984. – Вип.19. – С.6 – 12.
43. Зюлін А.Н. Теоретичні проблеми розвитку технологій сепарування зерна // А.Н. Зюлін. – М.: ВІМ, 1992. – 207с.
44. Зюлін А.Н. Технологічні основи інтенсифікації процесу сепарації зерна за комплексом ознак подільності // А.Н. Зюлін. – М.: 1987. – 513с.
45. Зюлін А.Н., Бабченко В.Д. Канал для сепарації зерна висхідним повітряним потоком // Патент РФ. – 30.01.2002. – №2193929.
46. Зюлін А.Н., Дрінча В.М. Вплив складу зернового вороху на роботу пневмосепаратора // А.Н. Зюлін, В.М. Дрінча / Трактори і сільськогосподарські машини. – 1996. – №11. – С.26 – 27.
47. Ідельчик І.Є. Аеродинаміка промислових апаратів // І.С. Ідельник. – М.: Енергія, 1964. – 288с.
48. Ісупов В.І. Підвищення ефективності функціонування пневматичного сепаратора насіння // В.І. Ісупов. – Кіров, 2004. – 184с.
49. Кльоцкін М.І. Довідник конструктора сільськогосподарських машин. – Т.2. – М.: Машинобудування, 1967. – С.104.

50. Коваленко А.Я. Дослідження впливу нерівномірності повітряного потоку на якість роботи повітрорешітного сепаратора // А.Я. Коваленко. – Київ, 1954. – 132с.
51. Кожуховский І.Є. Зерноочисні машини. Конструкція розрахунок і проектування // І.Є. Кожуховський. – М.: Машинобудування, 1965. – 220с.
52. Колиша Н.Н. Машини для очищення і сортування насіння // Н.Н. Колиша, Г.Т. Павлоський, І.Є. Кожуховський. – М.: 1940 – 174с.
53. Конишев Н.І., Підвищення ефективності функціонування замкнутого пневмосепаратора шляхом вдосконалення основних робочих органів // Н.І. Конишев. – Кіров, 2000. – 202с.
54. Корн А.М., Космовський Ю.А. Матвеев А.С. Порівняльна оцінка якості сортування насіння пневмосепаратором // А.М. Корн, Ю.А. Космовський, А.С. Матвеев. – М.: 1977. – Т.74. – С.114 – 121.
55. Космовський Ю.А. Дослідження сепаруючої здатності вертикального висхідного повітряного потоку // Ю.А. Космовський. – М.: 1974. – 46с.
56. Космовський Ю.А. Порівняльне дослідження сепарації насіння в вертикальному повітряному потоці і в псевдозрідженому шарі для ланцюгів селекції насінництва // Ю.А. Космовський. – Одеса, 1951. – 186с.
57. Костюк Г.Ф. Технологічні і аеродинамічні дослідження роботи машин із замкнутим циклом повітря // Г.Ф. Костюк: Дис. канд. техн. наук. Одеса, 1951. – 182с.
58. Кубишев В.А. Технологічні основи інтенсифікації процесу сепарування зерна // В.А. Кубишев. / Праці ЧІМЕСХ. – Челябінськ, 1969. – Вип.36.
59. Лампетер В. Очищення і сортування насіння кормових трав // В. Лампетер. – М.: 1960. – 220с.
60. Летошнев М.Н. Сільськогосподарські машини. Теорія, розрахунок, проектування та випробування // М.Н. Летошнев. – М.: 1955. – 160с.
61. Ловчиков А.П. Зерноочисні машини // А.П. Ловчиков, Р.А. Салях, Н.А. Кузнецов. Навч. посібник. – Челябінськ, 2010. – 159с.

62. Маліс А.Я. Машины для очищення зерна повітряним потоком // А.Я. Маліс, А.Р. демидов. – М.: 1962. – 176с.
63. Матвеев А.С. Дослідження процесу сепарування зернових сумішей вертикально-висхідним повітряним потоком // А.С. Матвеев. – М.: 1973. – 176с.
64. Матвеев А.С. До вибору форми перетину пневмосепарувального каналу // А.С. Матвеев / Трактори і сільськогосподарські машини. – 1971. – № 9.
65. Матвеев А.С. Сепарування зернової суміші вертикальним повітряним потоком // А.С. Матвеев / Механізація і електрифікація сільського господарства. – 1996. – № 11.
66. Полова В.Н., Урюпин С.Г. Обґрунтування параметрів багатоярусного каналу. Удосконалення параметрів багатоярусного аспіраційного каналу // В.Н. Полова, С.Г. Урюпін. – Уфа, 1988. – С.89 – 92.
67. Полова В.Н., Урюпин С.Г., Шалдаев Б.П. Авторське свідоцтво СРСР №844085, М., кл. В07В 4/00. Пневматичний сепаратор. №2796627/29-03; заявл. 11.07.1979; опубл. 07.07.1981. – Бюл. №25. – 4с.
68. Нелюбов А.І. Пневмосепарувальні системи сільськогосподарських машин // А.І. Нелюбов, Е.Ф. Ветров. – М.: Машинобудування, 1977. – 192с.
69. Обладнання для елеваторної промисловості, що випускається фірмою SIMBOLA // Зберігання та переробка зерна. – 1989. – Вип. 12.
70. Обробка і зберігання зерна. Переклад з нім. Мазурицького А.М. – М.: 1961. – 367с.
71. Олейников В.Д. Агрегати й комплекси для післязбиральної обробки зерна // В.Д. Олейников, В.В. Кузнецов, Г.І. Гозман. – М.: Колос, 1977. – 112с.
72. Павловський Г.Т. Очищення, сушка та активне вентилявання зерна // Г.Т. Павловський, С.Д. Птіцин. – М.: Вища. школа, 1968. – 222с.
73. Пагурова В.І. Таблиці неповної гамма-функції // В.І. Пагурова. – М.: 1963. – 89с.
74. Пальців В.С. Удосконалення млинових вентиляційних установок // В.С. Пальців. – М.: 1954. – 204с.

75. Пальців В.С. Удосконалення пневмосепарувальних установок вертикального типу // В.С. Пальців. – М.: 1954. – 204с.

76. Патент RU 2193929 C1, B07B 4/08. Канал для сепарації зерна висхідним повітряним потоком / О.М. Зюлін, В.Д. Бобченко – №2002102270/03; заявл. 30.01.2002; опубл. 10.12.2002. – Бюл. №34. – 12 с.

77. Подоляко В.І. Удосконалення процесу поділу зернового вороху на фракції повітряним потоком // В.І. Подоляко, А.І. Климок. – Барнаул, 1979. – Вип.36. – С.52 – 57.

78. Соколов А.Я. Технологічне обладнання підприємств зі зберігання та переробки зерна // А.Я.Соколов. – М.: Колос, 1975. – 496с.

79. Сигерен Н.П. Стан і тенденції вдосконалення пневмосистем зерно- і насіннеочисних машин // Н.П. Сигерен. – Кіров: 1995. – Т.4. – С.54 – 63.

80. Сичугов Н.П. Підвищення продуктивності пневмосепарувального каналу машин для попереднього очищення зерна // Н.П. Сичугов, А.І. Бурков, Н.І. Одинцов / Трактори і сільгоспмашини. – 1986. – №2. – С.26 – 29.

81. Тиц З.Л. Дослідження поділу зернових сумішей вертикальним повітряним потоком // З.Л. Тиц. – М., 1939. – 142с.

82. Тиц З.Л. Машини для післязбиральної поточної обробки насіння: Теорія і розрахунок машин, технологія і автоматизація процесів // З.Л. Тиц, В.І. Аніскін. – М.: Машинобудування, 1967. – 448с.

83. Турбін Б.Г., Лур'є А.Б., Григор'єв С.М. Сільськогосподарські машини, (теорія конструкція, розрахунок). – 2-е вид., Перероб. і доп // Б.Г. Турбін, А.Б. Лур'є, С.М. Григор'єв. – Л.: Машинобудування, 1967. – 583с.

84. Туров А.К. Моделювання руху зернівки в повітряному потоці при пневмосепарації // А.К. Туров. – М.: 1987. – №6. – С.80 – 85.

85. Туров А.К. Пневмосепарація зерна в вертикальному пневматичному каналі // А.К. Туров. – Новосибірськ, 1984. – 182с.

86. Ульріх Н.Н. Машини для очищення і сортування продовольчого зерна і насінневого матеріалу // Н.Н. Ульріх. – М.: 1962. – С.255 – 469.

87. Ульріх Н.Н. Нове в області очищення і сортування насіння // н.Н. Ульріх. – М.: 1937. – 72с.
88. Ульріх Н.Н., Матвєєв А.С. Ротаметричний порційний пневмокласифікатор // Н.Н. Ульріх, А.С. Матвєєв. Вісник сільськогосподарської науки. – 963. – № 9.
89. Урханов Н.А. Інтенсифікація післязбиральної обробки і очищення зерна від домішок по довжині // Н.А. Урханов. – Улан-Уде, 1999. – 320с.
90. Феллер В.В. Введення в теорію ймовірностей та її застосування // В.В. Феллер. – М.: Мир, т.1, 1967, 498с.
91. Філімонов С.В. Застосування пневмокласифікатора РПК-30 для аналізу насіння трав // Селекція і насінництво. – 1965. – № 8.
92. Халанський В.М. Класифікація пневмосепараторів зернового вороху // В.М. Халанський. – М.: 1987. – С.12 – 21.
93. Хаму В.Г. Обґрунтування параметрів глибокого пневмосепарувального каналу для очищення насіння від важковідокремлюваних // В.Г. Хаму. – М.: 2008. – 150с.
94. Хамханов К.М. Основи планування експерименту // К.М. Хамханов. – Улан-Уде.2002, 72с.
95. Ханхасаєв Г.Ф. Інтенсифікація обробки зернового вороху зернометательними машинами на відкритих майданчиках зернотоків фермерських господарств // Г.Ф. Ханхасаєв. – Улан-Уде, 1995. – 206 с.
96. Шклярів С.С. Дослідження вертикального аспіраційного каналу прямокутного перетину // С.С. Шклярів / Механізація і електрифікація сільського господарства. – 1987. – № 7.
97. Ямпіль С.С., Дондокова Г.Ж. Аналіз засміченості і вологості зерна, що надходить на післязбиральну обробку // С.С. Ямпіль, Г.Ж. Дондокова. – Улан-Уде, 2004. С. 29 – 33.

Додатки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Обґрунтування процесу фракційного розділення та очистки зерна для покращення його фізико-механічних властивостей

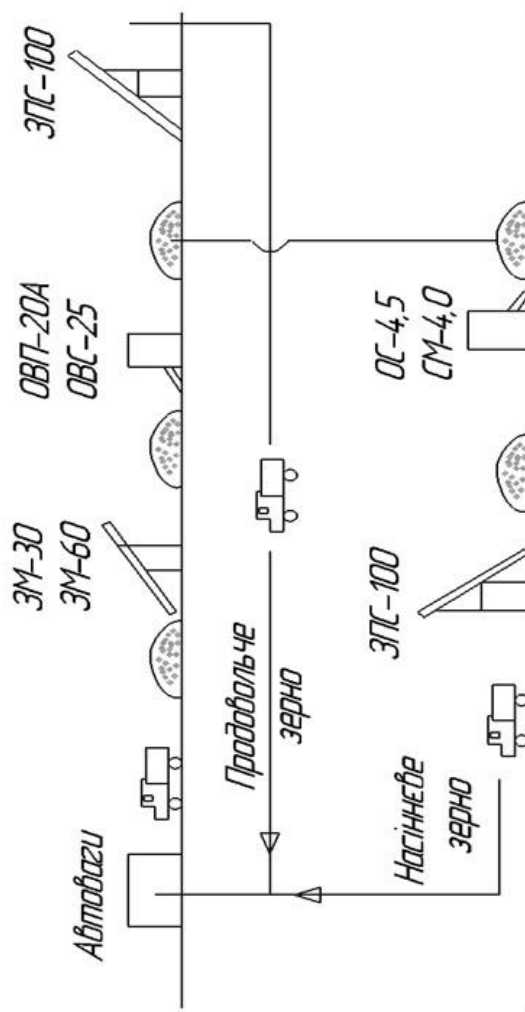
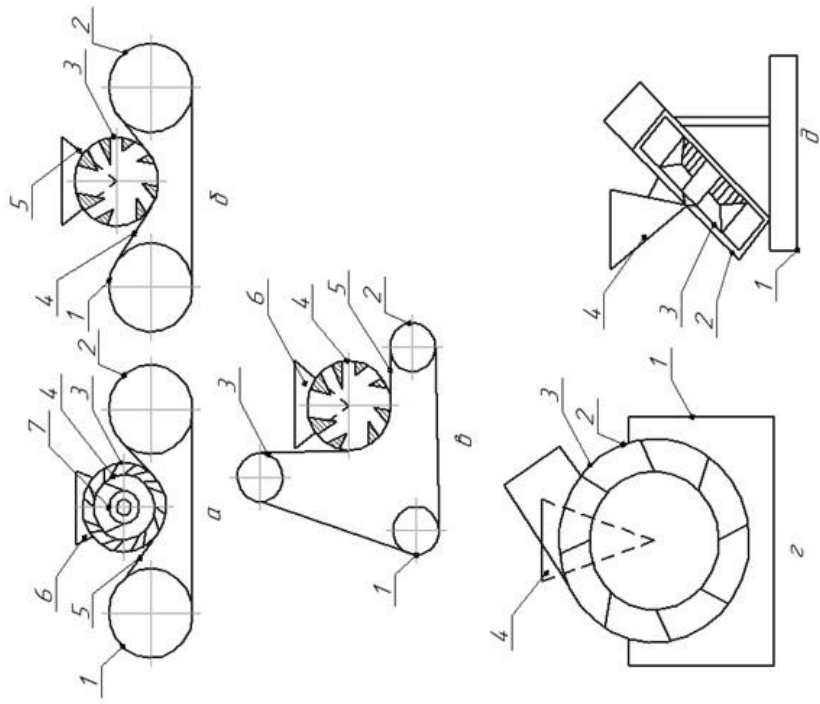
Виконавець: ст. гр. МГХТз-1-19 Кошулько Віталій Сергійович

Керівник: професор Півоваров Олександр Андрійович
професор Чурсінов Юрій Олексійович

Дніпро – 2021

СТАН ПИТАННЯ

2



Поетапна обробка зерна на відкритому майданчику

Схеми порційних металників

МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою цієї роботи є підвищення ефективності фракціювання і очищення зерна на основі обґрунтування параметрів порційного металника в повітряне середовище безремісним зернометалником.

Основні завдання дослідження:

- експериментально перевірити результати теоретичного дослідження: умови вивантаження порції зерна з комірок лопатевого барабана і закономірності руху і поділу зерна і домішок в повітря після металника;
- обґрунтувати раціональні параметри порційного безремісного лопатевого зернометалника;
- обґрунтувати параметри, що забезпечують підвищення ефективності розділення і очищення зерна на лабораторному порціонному безремісному металнику;
- визначити ефективність використання розробленого порційного зернометалника в виробничих умовах.
- дослідити стан охорони праці в ФГ «АгроМакс і Ко»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – зерновий ворох зерна пшениці, що пройшов фракціювання та очистку на порційному металнику зерна.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічного процесу фракціювання та очищення зерна на зерновому металнику з якісними показниками кінцевого продукту.

ДОСЛІДНЕ УСТАТКУВАННЯ

4

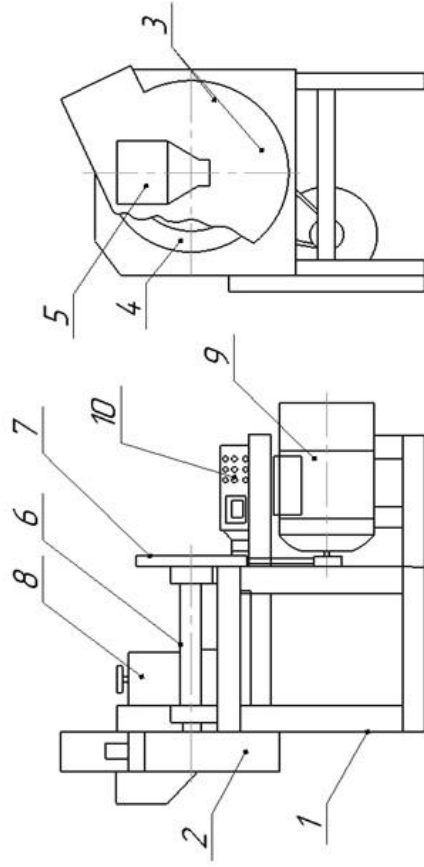


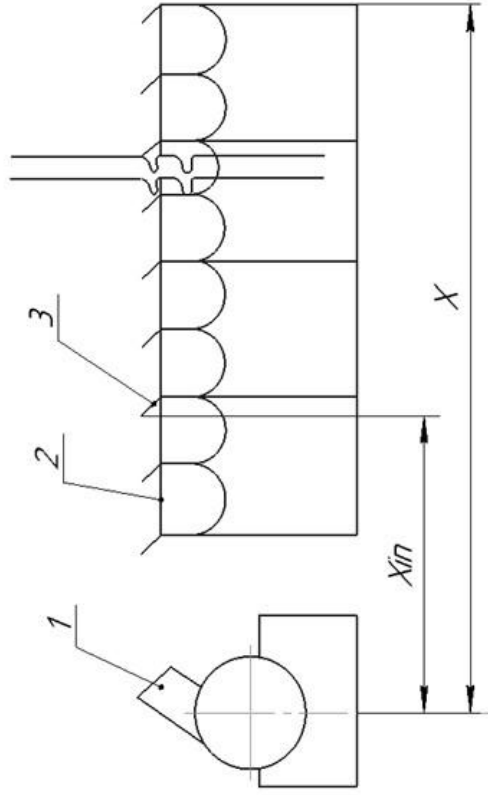
Схема експериментальної установки

1 – рама; 2 – бункер; 3 – кришка бункера; 4 – барабан лопатей; 5 – бункер; 6 – вал; 7 – клинопасова передача; 8 – прилад для вимірювання напруги; 9 – електродвигун постійної напруги; 10 – електронний діагностичний прилад.

Загальний вигляд експериментальної установки

ДОСЛІДНЕ УСТАТКУВАННЯ

5



Полігон для уловлювання частинок при метанні зерна

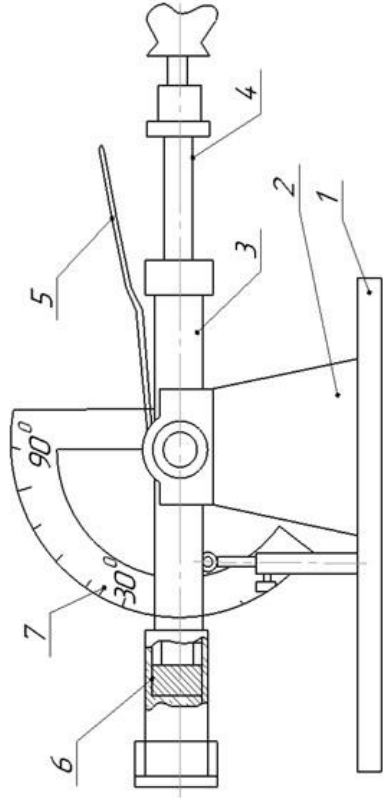
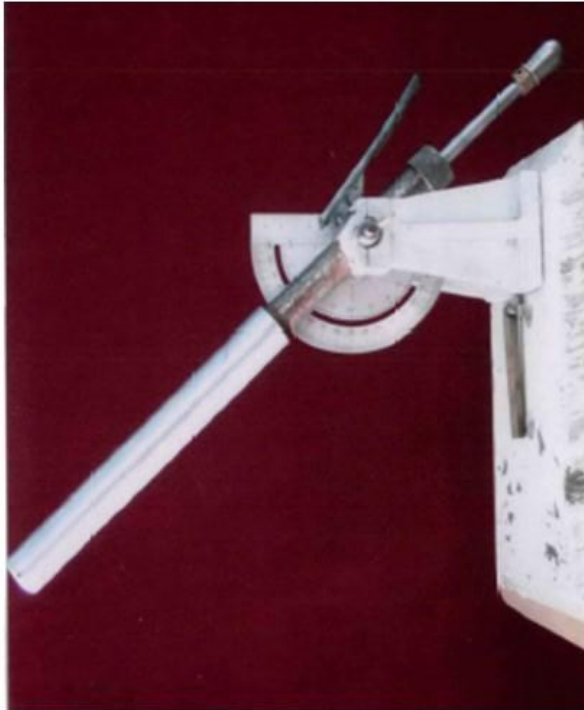


Схема пристрою для пошугного метання

ДОСЛІДНЕ УСТАТКУВАННЯ

6



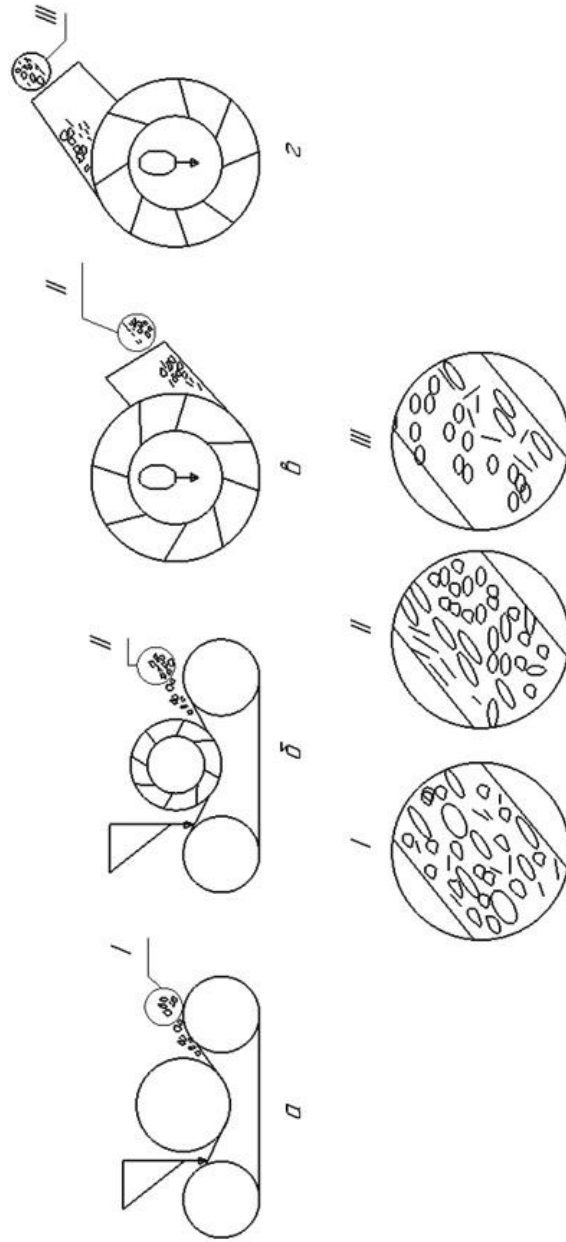
а



б

Загальний вигляд пристрою для метання зерна

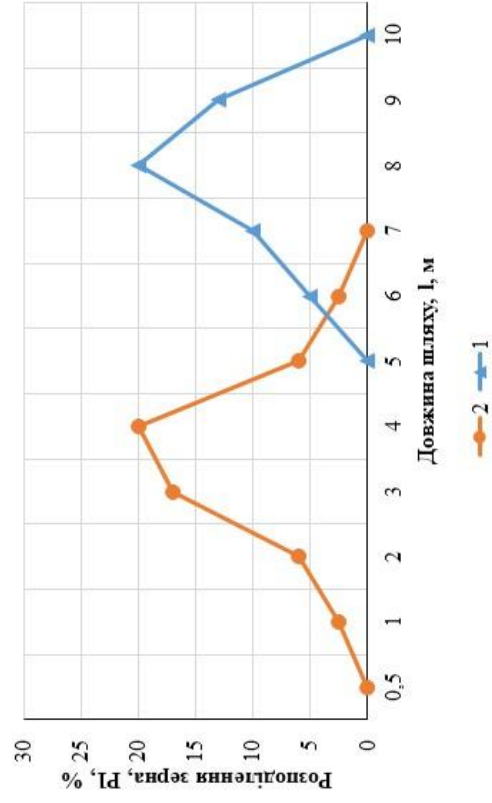
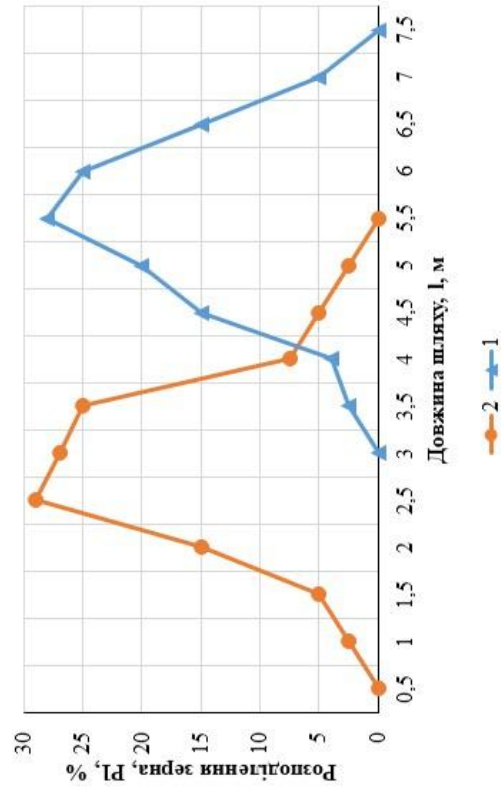
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



Схеми розташування компонентів зерна у шарі в момент вильоту з металника:

а – металник із суцільним потоком; б – порційний ремінний; в – порційний металник з нижнім викидом зерна; г – порційний лопатевий металник з верхнім викидом.

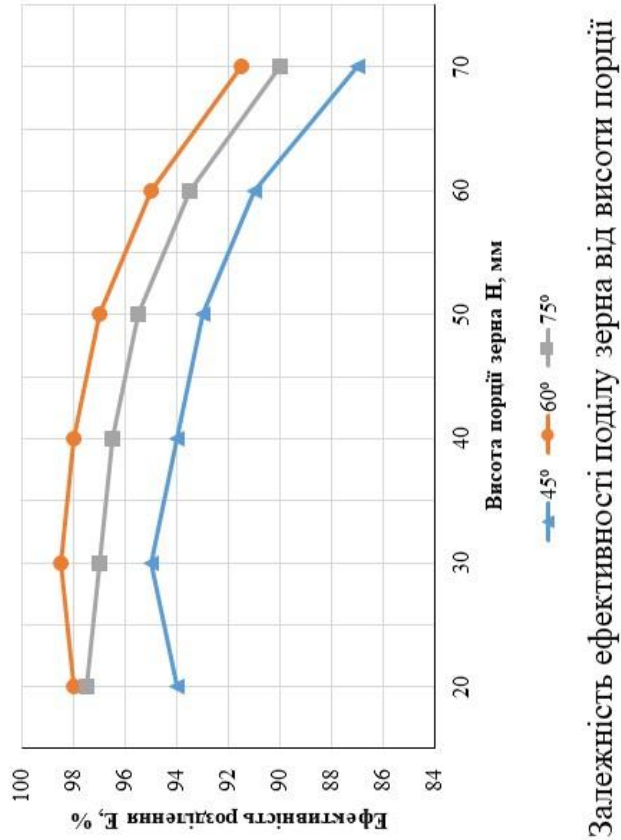
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



Розподіл насіння пшениці (1) і вівсяга (2) на полігоні метання
а – при початковій швидкості метання 10 м/с; б – 15 м/с.

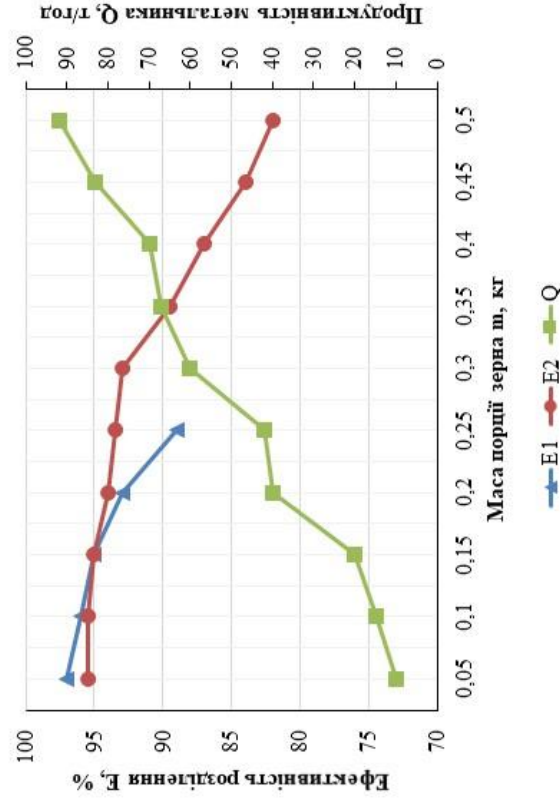
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

9



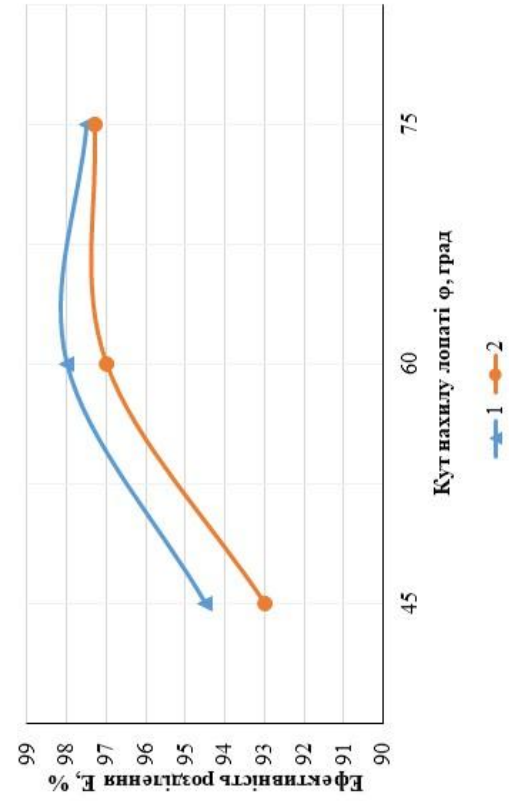
Залежність ефективності поділу зерна від висоти порції

1 – при куті нахилу лопаті 45°; 2 – 60°; 3 – 75°



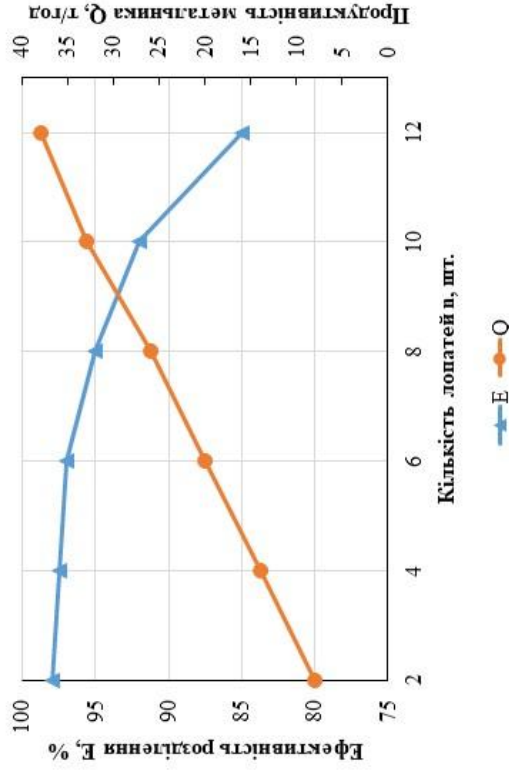
Залежність ефективності поділу зерна і продуктивності металника від маси порції

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



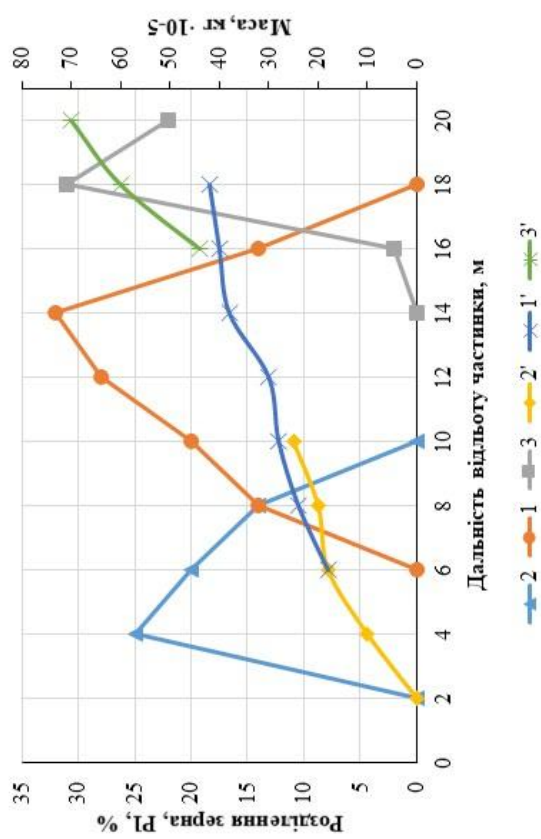
Залежність ефективності поділу зерна від кута нахилу лопаті

1 – при кількості лопатей 4 шт; 2 – 8 шт.



Залежність ефективності поділу зерна і продуктивності металника від кількості лопатей

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



Варіаційні криві дальності відльоту зерна пшениці (1), вівсюга (2) і гальки (3);
Криві залежності дальності відльоту від маси відповідно – 1', 2' і 3'.

ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

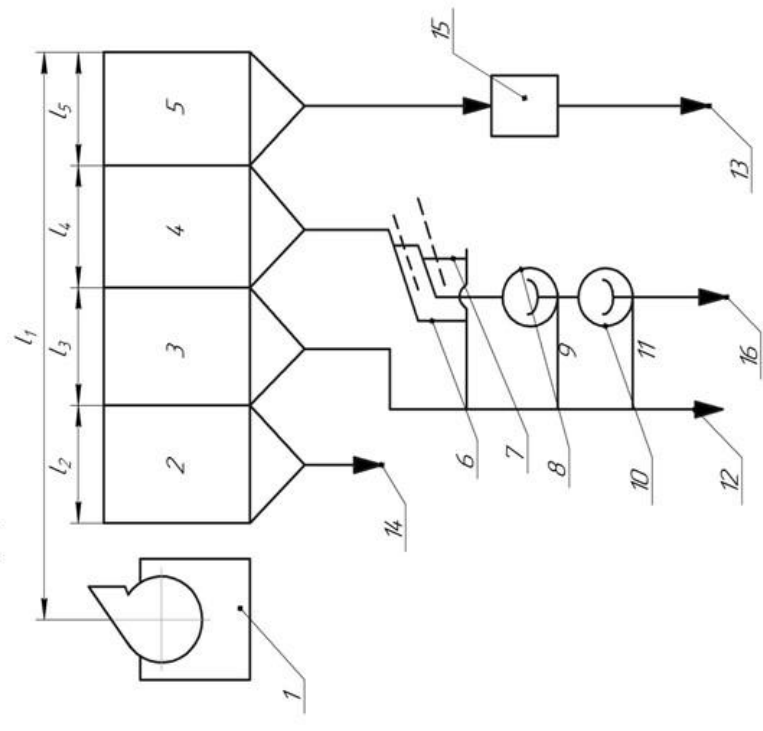


Схема фракційної очистки продольного зерна з використанням порційного металника

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ З ПОЛПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

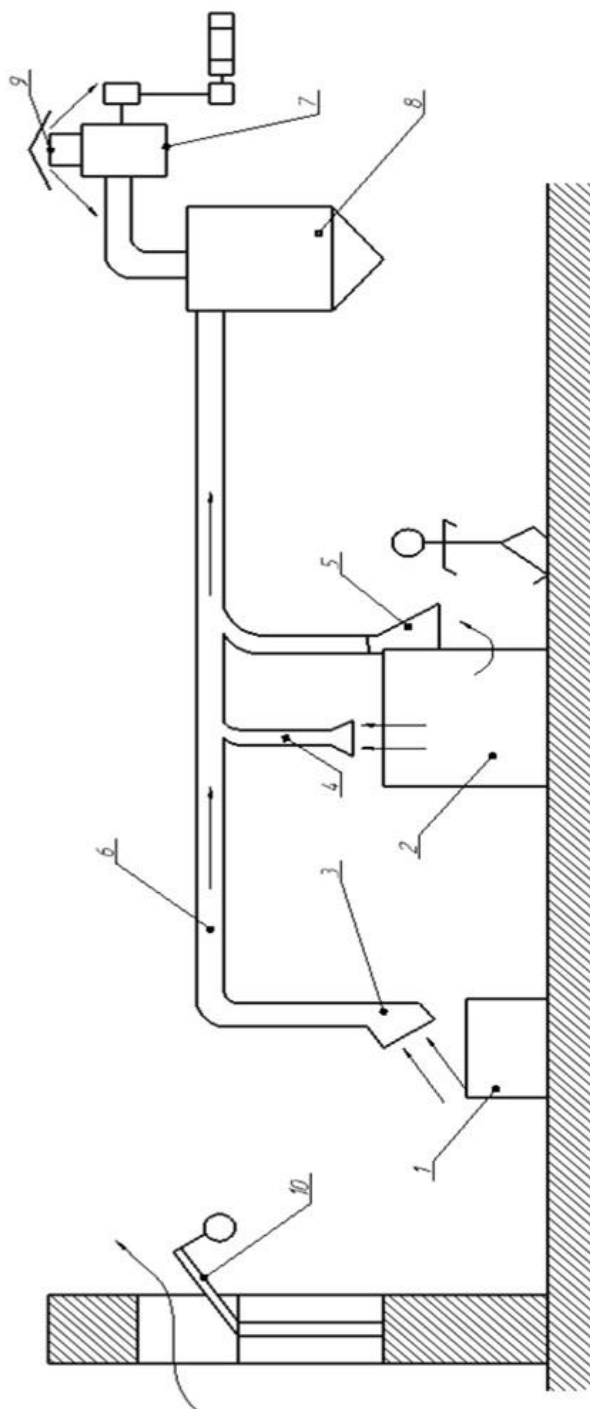


Схема системи вентиляції робочого приміщення цеху з виробництва солону в ФГ «АгроМакс і Ко»
 1, 2 – джерело шкідливих речовин; 3, 4, 5 – відсоси забруднень; 6 – повітропровід; 7 – вентилятор; 8 – циклон;
 9 – пагубок викиду забруднень; 10 – подача чистого повітря.

КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	450,00
Заробітна плата	1011,80
Нарахування на заробітну плату	222,57
Електроенергія	21,77
Амортизація	6,53
Накладні витрати	809,44
Всього	2522,11

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату, які складають 1585,0 грн та 1011,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 5403,58 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Обґрунтовано технологічний процес обробки зерна на безремінному порційному зернометалінику, що складається з етапів подачі і формування порції матеріалу в комірках лопатевого барабана, раціонального вивантаження зерна з комірок і їх метання, подальшого ефективного розшарування і розділення в повітрі за аеродинамічними властивостями на різні за якістю фракції.

Встановлено закономірність руху зерна на задній стінці комірки, яка використана для обґрунтування умов вивантаження зерна в напрямку метання і кута нахилу рухомої лопати в зоні вивантаження – $60 - 65^\circ$.

На підставі закономірностей руху зерна в комірці барабана встановлені параметри порції зерна: маса порції при обробці насіннєвого зерна 0,3 кг, продольного – 0,4 кг при висоті порції 50 мм і її довгастій формі в поперечному перерізі, що забезпечує ефективність розшарування і поділу зерна при русі в повітрі.

Встановлено закономірність руху зерна в повітрі, визначені його параметри на висхідних і низхідних гілках траєкторії, які дозволяють обґрунтувати умови і параметри процесу розшарування зернової суміші у вертикальному напрямку на початку ділянки висхідної гілки траєкторії і поділ зерна за аеродинамічними властивостями в горизонтальному напрямку на фракції, що відрізняються якістю матеріалу.

Встановлено характер зміни маси 1000 зерен від дальності відльоту в комірках вловлювача на полігоні метання. Порційний безремісний зернометаліник з початковою швидкістю метання 10 – 12 м/с забезпечує підвищення ефективності поділу і очищення зерна і зниження травмування в порівнянні з існуючими зернометаліниками.

У частині інженерних розрахунків для покращення умов праці та підвищення безпеки виробництва був проведений розрахунок системи вентиляції виробничого приміщення цеху, відповідно до розрахунків було обрано вентилятор марки ВЦП 3-40-5,0 типу АІР160S2 потужністю 9,0 кВт, продуктивністю до 8000 м³/год. Також був розроблений план дій у разі пожеви.

Встановлено, що найбільшими витратами при проведенні дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1011,80 грн та 809,44 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3278,74 грн.

**Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного**

Механіко-технологічний факультет

**Кафедра
Обладнання переробних і харчових
виробництв
імені професора Ф.Ю. Ялпачика**



**Збірник наукових праць магістрантів
та студентів**



Мелітополь – 2021

Міністерство освіти і науки України



**Збірник наукових праць
магістрантів та студентів**

Механіко–технологічний факультет

**Кафедра
Обладнання переробних і харчових виробництв
імені професора Ф.Ю. Ялпачика**

Мелітополь – 2021 р.

УДК 621.311:631

ПЗ.8

Збірник наукових праць магістрантів та студентів. Мелітополь:
ТДАТУ, 2021. 168 с.

Друкується за рішенням Ради факультету МТ
Протокол № 6 від 8 лютого 2021 р.

У випуску наукових праць друкуються матеріали за результатами наукової роботи молодих вчених, магістрантів та студентів в галузі обладнання, процесів, енергетики, автоматизації, моделювання, обслуговування та ремонтних робіт переробних і харчових виробництв та переробки сільськогосподарської продукції.

Редакційна колегія:

Кюрчев С.В. – д.т.н., професор (головний редактор); Самойчук К.О. – д.т.н., професор (заст. головного редактора); Ялпачик В.Ф. – д.т.н., професор, Верхованцева В.О. – к.т.н., доцент; Паляничка Н.О. – к.т.н., доцент; Олексієнко В.О. – к.т.н., доцент; Лебідь М.Р. – магістрант; Щербаков Д.В. – магістрант.

Відповідальний за випуск – д.т.н., доцент Самойчук К.О.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.,
72312 Україна

Email: tdatu.ophv@yandex.ru

ISSN 2078–0877

© Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, 2021.

ВПЛИВ ВЕЛИЧИНИ ЗНОШУВАННЯ КОНТАКТУЮЧИХ ПОВЕРХОНЬ ФІКСУЮЧИХ КОЛІС ТА СОРТУВАЛЬНОГО СТОЛУ ПАДДІ-МАШИНИ НА ПРОЦЕС ВІБРОУДАРНОГО СЕПАРУВАННЯ

Кошулько В.С., МГХТз-1-19

Керівник Олексієнко В.О., к.т.н., доц.

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного*

Анотація – в статті розглянуто вплив зносу контактуючих поверхонь фіксуємих коліс та сортувального столу на ефективність роботи падді-машини.

При виробництві вівсяної крупи найбільш складним процесом є розділення основних продуктів лущення на лущені і нелущені зерна в зв'язку з незначною різницею їх фізичних ознак, таких як: різниця розмірів, густина, стан поверхні. Процес круповідокремлення в більшості випадків забезпечується використанням падді-машин. Як свідчить досвід експлуатації падді-машин для сепарування різних сипучих продуктів їх робота завжди супроводжується інтенсивним зношенням контактних поверхонь столу та фіксуємих коліс.

Для з'ясування причин, що приводять до зношення, було проведено ряд досліджень.

До задач досліджень входило вивчення характеру зношення поверхні, якою прокочуються фіксуємі колеса, здійснювалися моделювання зношення опорної поверхні рами шляхом стиску закріплених на рамній конструкції пластин товщиною 0,1 мм кожна.

На кожній зі сторін рами, під кожним з чотирьох коліс була можливість збільшення зазору, моделюючого зношення, до 1 мм.

Під час налаштування установки на стабільний режим роботи були відрегульовані опорні колеса та опорна рама, по якій здійснювалося переміщення робочого каналу. Коливання здійснювалися за визначеною частотою та амплітудою в установленому режимі. Характер розподілу зерна при сепаруванні, у зигзагоподібних стінок і по ширині каналу при вибраних параметрах також був стабільним.

При «зношенні» на кожній з чотирьох опорних поверхонь в 0,1 мм принципово характер переміщень робочого столу практично не змінюється, система продовжує працювати у стійкому режимі. Збільшення «зношення» до 0,2 мм викликає появу деякої нестійкості роботи системи, з'являється додатковий шум при зворотно-поступальних рухах робочого столу, однак помітного погіршення процесу сепарування вівса в

робочому каналі не спостерігається. Зі збільшенням зазору до 0,3 мм реєструвалися погіршення процесу сепарування зерен вівса, збільшення кількості зерен, що не виділяються зі суміші та потрапивши в лушени зерна, технічно з'являються додаткові коливання, що характеризують нерівномірну роботу робочого каналу столу.

Як видно з експериментальних даних (рисунок 1), зниження ефективності сепарування починається при зношенні 0,25 мм. За подальшим збільшенням зношування опорних поверхонь погіршення процесу сепарування підвищується більш інтенсивно. Крім викладеного, різко погіршуються експлуатаційні характеристики установки, підвищується шум, з'являється биття рами та робочого столу, виникає проковзування коліс, і головне – порушується рівномірний, якісний процес сепарування суміші вівса на лушени та нелушени зерна. Звідси можна зробити висновок, що зношування опорних поверхонь робочого столу не може перевищувати більш ніж 0,25 мм.

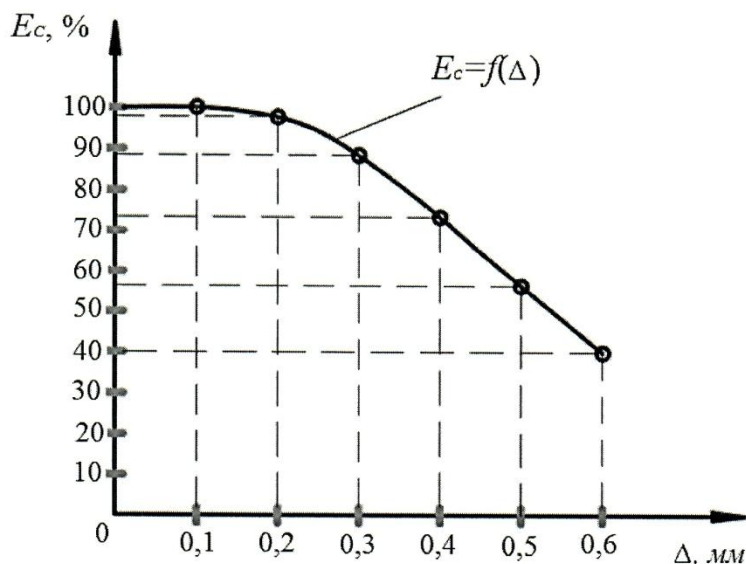


Рисунок 1 – Графік впливу ступеня зношування опорної поверхні на ефективність процесу сепарування E_c

Для усунення цього недоліку в конструкції падді-машини було вирішено створити такий притискний пристрій, який би надавав можливість повної взаємодії (контакту) колеса і столу, як на етапі розбігу так і на етапі гальмування столу. Для цього запропоновано конструктивно надати початковий натяг N_0 , притискуючи контактну поверхню столу до фіксуючих коліс стисненими пружинами, як показано на рисунку 2. Пружини підбираються таким чином, щоб

$$C \cdot \Delta = N_0, \quad (1)$$

де C – сумарний коефіцієнт жорсткості пружин;
 Δ – деформація пружин.

Початковий натяг N_0 пропонується визначити за рівнянням

$$N_0 = \frac{m_{\delta} r_{\delta} \ddot{x}_{\max}}{2(r_{\delta} f - \delta)}, \quad (2)$$

де \ddot{x}_{\max} – максимальне прискорення стола в процесі його роботи.

Такий механізм забезпечуватиме безперервний контакт притискання колеса до контактної поверхні столу, при якому проковзування колеса виключається.

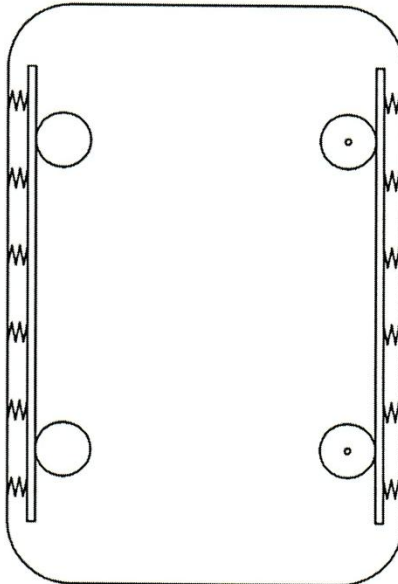


Рисунок 2 – Схема конструкції столу до забезпечення умови не проковзування фіксуючих коліс

Після проведення відповідних розрахунків було визначено початковий натяг який становить 105,62 Н. Розрахунок проводився для діючої машини «МСХ-М», привід якої здійснюється двигуном АІР 100L6.

Таким чином на основі аналізу взаємодії елементів падді-машини, а саме фіксуючих коліс та сортувального столу, з'ясована основна причина інтенсивного зношування контактуючих поверхонь коліс і столу. Удосконалення конструкції механізму підтискання фіксуючих коліс, яке можливе на підставі проведених досліджень, дозволить суттєво зменшити інтенсивність зношування і значно скоротити витрати часу, пов'язані з необхідністю періодичного підтискання фіксуючих коліс.