

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

"Удосконалення зерноочисної машини ОВС-25 з обґрунтуванням параметрів пневмосистеми"

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи ГМ-22М-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування» спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»

_____ Сергійчук Богдан Володимирович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент Олександра БІЛОВОД

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: АГРОТЕХНІЧНИЙ

Кафедра: СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти: МАГІСТР

Галузь знань: 13 МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітньо-професійна програма: 133 ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА**

Сергійчук Богдан Володимирович

1. Тема роботи: «Удосконалення зерноочисної машини **ОВС-25** з обґрунтуванням параметрів пневмосистеми»
2. Керівник роботи: Нестеренко О.В., канд. техн. наук, доцент
3. Строк подання студентом роботи до захисту: 18.06.2024 року
4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи: підвищення ефективності роботи пневмосистеми зерноочисної машини **ОВС-25** шляхом вдосконалення конструкції живильного пристрою пневмосепаруючого каналу

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Олександр НЕСТЕРЕНКО		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	05.06.2024	
2	Графічна частина	10.06.2024	
3	Перевірка роботи на доброчесність	14.06.2024	
4	Захист роботи	10-28.06.2024	

Дата видачі завдання

«16» лютого 2024 р.

Підпис керівника _____ Олександр НЕСТЕРЕНКО

Завдання прийнято до виконання

«16» лютого 2024 р.

Підпис здобувача _____ Богдан СЕРГІЙЧУК

Зміст

1. Вступ.....	5
2. Наукова частина	6
3. Інженерна частина.....	35
4. Охорона праці.....	46
5. Економічна частина	48
6. Висновки	49
Список використаних джерел.....	50
Додатки.....	52

					УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ВСТУП

Розвиток аграрного сектору в Україні є одним із пріоритетних напрямків розвитку національної економіки, оскільки саме від його стану а також ефективної діяльності сільськогосподарських виробників залежить успішне виконання однієї із найважливіших задач країни, а саме забезпечення її стратегічної продовольчої безпеки [1, 2].

Виконання цієї задачі напряду залежить від ефективності збирання та післязбирального очищення зернових культур.

Своєчасне і якісне виконання робіт з післязбиральної обробки, зниження й скорочення втрат при цьому можливі на основі комплексної механізації усіх робіт в поєднанні з потоковими методами.

Відповідно, використання правильної сівозміни, стабільного внесення органічних добрив, використання прогресивних сортів зернових культур дасть можливість значно підвищити врожайність їх урожайність [1].

Аграрні підприємства, які отримують на переробку чи очищення зерно протягом 1...2 місяців безпосередньо з поля перед технологічною переробкою сировини піддають її тривалому зберіганню. Для ефективного її зберігання проводять підготовку сховищ й підготовку насіння.

Зернова маса являє собою неоднорідну суміш, що складається з насіння з великої кількості сторонніх домішок, насіння бур'янів, крупних домішок, та псується при збиранні чи транспортуванні. Це впливає на якісні показники обробки та зберігання та потребує швидкої обробки та використання високопродуктивних зерноочисних машин, що відповідають необхідним вимогам по якості очищення [1-3].

Одною з найбільш використовуваних зерноочисних машин при післязбиральному очищенні в фермерських господарствах України все ще залишається ОВС-25.

					УЗМ 00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сергійчук</i>			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Нестеренко</i>					5	1
<i>Реценз.</i>						<i>ЦНТУ, гр. ГМ-22М</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Леценко</i>						

Але показники питомого навантаження в цієї машини, при яких якісні показники очищення залишаються в межах агротехнічних вимог знаходяться в межах 1000 кг/дм·год. Подальше збільшення питомого навантаження на повітряний канал цього сепаратора в існуючому конструкційному виконанні повітряної сепарації, навіть у межах її номінальної продуктивності, призводить до суттєвого зниження якості очищення зерна [1-3].

Тому, дослідження та вдосконалення повітряної сепарації зерноочисної машини ОВС-25 з метою підвищення її ефективності роботи є важливою та актуальною задачею при післязбиральному очищенні зерна.

Отже, задачею магістерської роботи є підвищення ефективності очищення зернового матеріалу зерноочисною машиною ОВС-25 шляхом інтенсифікації її повітряної сепарації та вдосконалення конструкції живильника пневмосепараційного каналу для відповідного узгодження питомих навантажень із решітної очисткою.

Для досягнення поставленої мети були проведені дослідження повітряної сепарації, в задачу яких входило визначення основних факторів, що впливають на її ефективність пневмосепарації та обґрунтування параметрів живильника пневмосепараційного каналу.

2. НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1. Огляд пневмосистем зерноочисних машин.

Одними з найбільш широко застосовуваних зерноочисних машин для попереднього очищення зернового матеріалу є машини: МПО-50Ф (рис. 2.1, а), що представляє собою модифікацію зерноочисної машини МПО-50, (аналогічна за схемою СПО-50, виробника ВАТ «Хорольський механічний завод») і МПО-100 (рис. 2.1, б). Завдяки досить вдалому поєднанню й розміщенню робочих органів повітряні схеми цих зерноочисних машин досить досконалі.

Технологічний процес роботи сепаратора МПО-50Ф від базової машини відрізняється тим, що легкі частки, що виносяться повітряним потоком із повітряного каналу у осадовій камері розділяються на дві фракції – фуражна та легка.

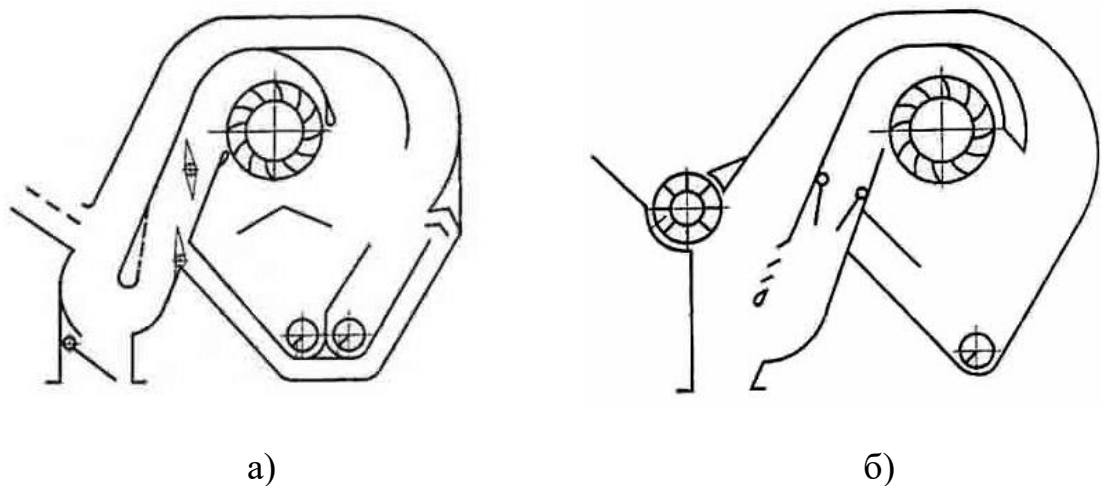


Рис. 2.1. Пневмосистеми сепараторів: а) - МПО-50Ф, б) - МПО -100.

Застосування в цих схемах похилих пневмосепаруючих каналів дозволяє значно підвищити питомі навантаження за рахунок більш рівномірного розподілу зернового матеріалу по глибині й зменшенні концентрації суміші у повітряному потоці. А також шляхом дворазового послідовного продування – при заходженні повітря у канал, та в зоні введення зернової суміші.

Зерноочисні машини К-527А, К-525, які виробляються фірмою «Petkus», та й більшість закордонних машин, що мають аналогічні повітряні системи, відрізняються тільки тим, що повітряний канал має дещо більшу площу й

					УЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

розділено перегородкою на дві частини, що й необхідно для стійкого процесу пневмосепарації [7].

В пневмосистемі пневмосепаратора К-560 (рис. 2.2), додатково проводиться розділення у першій осадовій камері, «підчищаючи» корисні відходи, покращуючи таким чином взаємодію суміші з повітряним потоком [7].

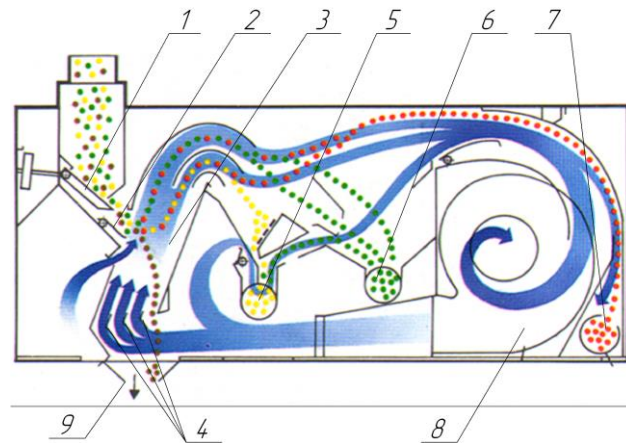


Рис. 2.2. Пневмосистема сепаратора «Petkus К-560»:

- 1 – важіль; 2 – клапан; 3 – пневмосепаруючий канал;
 4 – повітряні напрямники; 5 – приймальники неповноцінного зерна;
 6 – приймальники фуражної фракції; 7 – приймальники дрібної фракції;
 8 – вентилятор пневмосистеми; 9 – приймальник повноцінного зерна

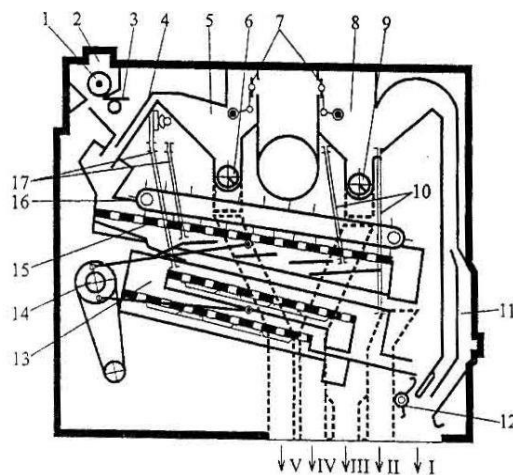


Рис. 2.3. Повітряна система сепаратора К-527, фірми «Petkus».

- 1 - живильний валець; 2 - приймальна камера; 3 – регулювальна заслінка;
 4 - перший та другий канали; 5, 8 - осадові камери; 6 - шнек легких домішок;
 7 - заслінки; 9 - шнек домішок другої аспірації; 10 - задні підвіски решітних станів;
 12 - розподільник зернового матеріалу; 13 - нижній решітний стан;
 14 - ексцентриковий вал; 15 - верхній решітний стан; 16 - транспортер;
 17 - передні підвіски решітних станів: I - очищене зерно; II - крупна фракція;
 III - дрібна фракція; IV - легка фракція та щупле зерно; V - легка фракція.

Самопересувний зерноочисний сепаратор САД (рис. 2.4), виробництва заводу «Аеромех», який призначений для очищення і калібрування зерна, бобових, масляних, овочевих і інших культур [8]. Сепаратор може використовуватись як в відкритих так й в закритих приміщеннях.



Рис. 2.4. Самохідний сепаратор САД

Французький виробник «Dauet» [1, 2, 6], виробляє турбінні повітряні сепаратори DA-67, з продуктивністю 30 т/год і SP-68 – 50 т/год (рис. 2.5). Аналогічною конструкції сепаратори випускаються фірмами «Oscim» (Італія), «Forsberg» (США) та «Damas» (Данія).

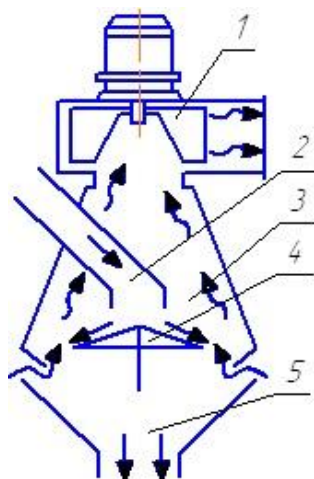


Рис. 2.5. Схема пневмосепаратора фірми «Dauet» - SP-68.

1- електровентильатор; 2 – живильний пристрій; 3 - пневмоканал;
4 - розподільний конус; 5- приймальник очищеного зерна.

В пневмосепараторі канадської фірми «Carter Day» (рис. 2.6) за рахунок використання живильника зерновий матеріал рівномірно розміщується в робочій зоні пневмоканалу, а також застосоване дворазове послідовне очищення зернового матеріалу.

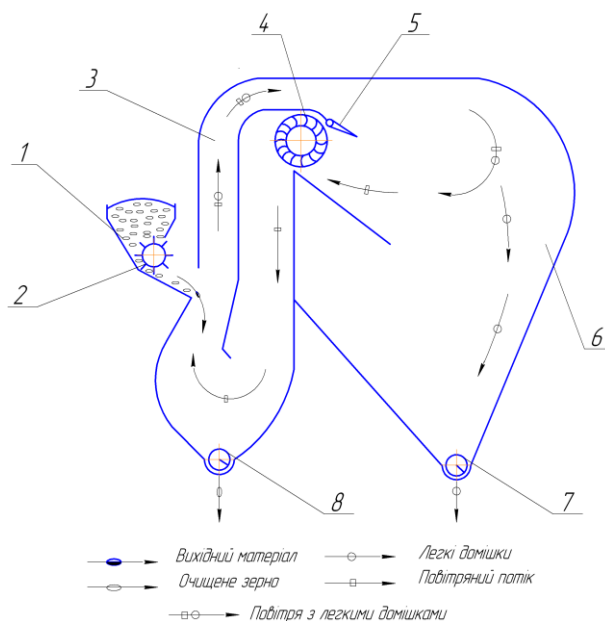


Рис. 2.6. Пневмосепаратор канадської фірми «Carter Day»

- 1 – завантажувальний бункер; 2 – живильний пристрій;
 3 – пневмоканал; 4- вентилятор; 5- регулювання витрат повітря; 6 – осадова камера; 7 – приймальник легкої фракції; 7 – приймальник зерна;

В повітряній схемі сепаратора АКН-200 (рис. 2.7) важливою деталлю є направляючі лопатки 5, що розміщені в повітряній камері, які створюють струмені повітряного потоку та додатково розрихлюють зерновий матеріал і служать для розділення його на декілька фракцій.

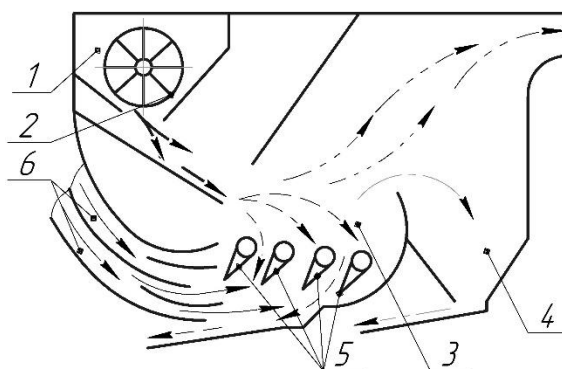


Рис. 2.7. Повітряна система машини попередньої очистки АКН 200.

- 1 - бункер; 2 - живильний валик; 3 - пневмосепаруюча камера; 4 - заслінка;
 5 - направляючі лопатки; 4 -осадова камера; 6 - повітряні канали.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

продуктивність повітряної сепарації значно менша решітної, яка здійснюється на прямоточно-інерційному решітному робочому органі із самоочисною дугоподібною прутковою решіткою.



Рис. 2.9. Загальний вигляд інерційного прямоточного сепаратора МЗП-10

1 – бункер; 2- заслінка; 3- струнне решето; 4- пневмосепараційні канали; 5- напрямник; 6- повітряні канали; 7- ділильники; 8- заслінки; 9 - лопатевий ротор; 10 – вивантажувач; 11- ежектор; 12- підсівне решето.

Самохідний сепаратор СОК-30 (рис. 2.10) виробник Харківський завод очисного обладнання.



Рис. 2.10. Самохідний сепаратор СОК-30

Призначений для попереднього та первинного очищення зернових матеріалів колосових, круп'яних, зернобобових культур, кукурудзи, сорго, соняшнику від легких і дрібних домішок в усіх сільськогосподарських зонах країни.

В приведеному сепараторі застосоване лише повітряне очищення, що значно зменшує металоємність та енергоємність процесу, а також наявність циклонно-осадової камери, яка дає змогу використовувати її як відкритих так і в закритих приміщеннях. Але при цих перевагах, сепаратор має досить високу вартість.

2.2. Опис об'єкту розробки

Очисник зернового матеріалу самопересувний ОВС-25 призначений для попереднього та первинного очищення колосових, круп'яних, зернобобових культур та кукурудзи, сорго, соняшника від легких і дрібних домішок в усіх сільськогосподарських зонах країни [9]. Сепаратор може бути використаний для завантаження та перелопачування зерна у буртах шириною не більше 4,5 м.

Зерноочисна машина ОВС-25 (рис. 2.11) складається із завантажувального транспортера, двох живильників, пневмосистеми, двох решітних станів, скребкового вивантажувача очищеного зерна та пневмотранспортера відходів.



Рис. 2.11. Загальний вигляд сепаратора ОВС-25

Робочі органи сепаратора змонтовані на рамі із трьохколісним ходом та приводиться в дію чотирма електро двигунами: перший приводить у дію завантажувальний транспортер, другий – вентилятор, решітні стани, механізм

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

очищення решет, третій - вивантажувальний транспортер і шнек-розподільник. Четвертий двигун установлено на механізм самопересування.

Система пневмосепарації складається з приймальної камери із двома аспіраційними каналами, вентилятора, повітропроводу та інерційного пиловідокремлювача й пневмотранспортера (рис. 2.11).

Приймальна камера встановлена між двома каналами. У нижній її частині змонтовані живильні вальці, під кожним із них розташований клапан.

За допомогою клапанів регулюється завантаження сепаратора. У верхній частині клапану розташований шнек, що переміщує зерно від завантажувального транспортеру до приймальної камери пневмосепаратора.

Пневмосепараційні канали з'єднуються із вхідним отвором вентилятора. Жалюзійний інерційний пиловідокремлювач призначений для очищення відпрацьованого повітря.

Сепаратор має два ідентичних решітних стани із чотирма решетами в кожному.

Решетні стани розташовані один під одним та працюють паралельно. Зерновий матеріал на них потрапляє із відповідного повітряного каналу. Решетні стани коливаються у протилежні сторони.

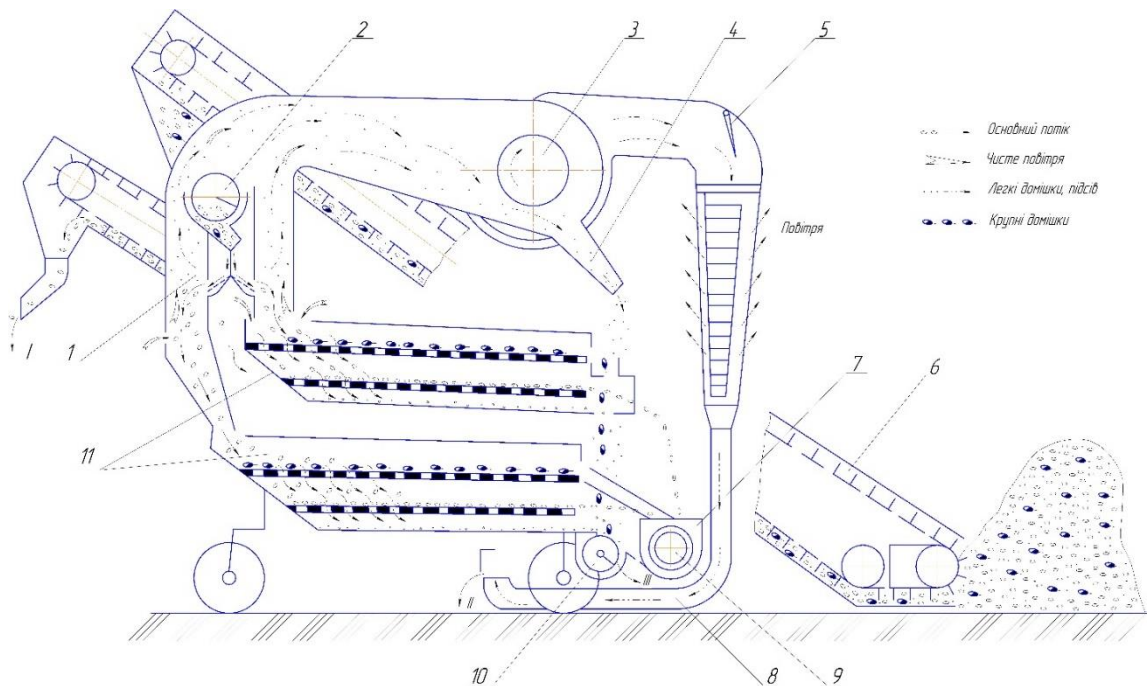


Рис. 2.11. Технологічна схема зерноочисної машини ОВС-25.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Завантажувальний транспортер призначений для подачі неочищеного зернового матеріалу в сепаратор. Він складається із похилої частини та двох живильників загальною шириною 5 метрів. Живильники піднімаються й опускаються за допомогою лебідки.

Відвантажувальний транспортер сепаратора призначений для вивантажування очищеного зерна з машини. Він змонтований на одному валу із шнеком, що подає до транспортера зерновий матеріал, який надходить з решітних станів.

Механізм самопересування зерноочисника призначений для переміщення його по току під час роботи, а також для переїзду.

Він складається із електродвигуна з варіаторним шківом, двох швидкісного редуктору, кулачкових муфт, клинопасової передачі й ланцюгових передач. Електродвигун має пакетний вимикач, з допомогою якого може обертатися у протилежні сторони, забезпечуючи тим самим передній і задній хід сепаратору.

Варіаторний шків призначений для точного підбору швидкості в процесі роботи. Редуктор механізму самопересування – двошвидкісний 23,3 м/с й 11,2 м/с. Вихідний вал редуктору за допомогою кулачкових муфт приєднаний з двома півосями, в кінцях яких закріпленні зірочки ланцюгових передач, що зв'язують їх із ходовими колесами.

Технологічний процес роботи сепаратора проходить наступним чином. Під час переміщення ворохоочисника вздовж бурта завантажувальний транспортер 6 подає вихідний матеріал у приймальну камеру, де шнек 2 розподіляє його по всій ширині її камери. Звідки зерновий матеріал двома потоками потрапляє у аспіраційні канали сепаратора 1, де він продувається повітряним потоком.

Легкі домішки, що виділяються з зернового матеріалу, виносяться вентилятором 3 з сепаратора, а зерно потрапляє на решітні стани 12, де відокремлюється від крупних і дрібних домішок. Очищене від легких домішок зерно вивантажується похилим скребковим транспортером 9 в транспортні засоби, або у новий бунт.

					УЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

Крупні, дрібні і легкі домішки виводяться із машини шнеком фуражних відходів на поверхню току.

Решітні стани сепаратора складаються із рамних конструкцій до яких прикріплюються плоскі пробивні решетні полотна. У процесі роботи решітні стани здійснюють коливальний рух, який сприяє переміщенню зерна й просіюванню крізь робочі отвори решіт.

Під решетами встановлені поперечні щіткові очисники робочих отворів від забивань, що мають власний привід та здійснюють зустрічний коливальний рух.

Плоскорешітні зерноочисні сепаратори характеризуються низькими показниками питомої продуктивності, оскільки розділення зернового матеріалу здійснюється на решітах під дією гравітаційних сил. Найбільш важливими факторами, які впливають на якість решітного очищення є питома навантаження решета та кінематичний режим його роботи, що характеризує ступінь рухомості, активності зерна при пересуванні по решітній поверхні.

Показник кінематичного режиму включає в себе такі параметри: кут нахилу решета, амплітуду та частоту коливань.

Так як сепаратор використовується для очищення різних культур, що мають різні швидкості витання, то існує необхідність варіювати швидкість повітряного потоку.

В сепараторі ОВС-25 швидкість повітряного потоку у системі аспірації змінюють з допомогою заслінки, розташованої на боковій стороні повітропроводу. Регулювання відбувається за допомогою зубчатого колеса, що з'єднане з рукояткою, виведеною вниз, що переміщує зубчасту рейку нерухомо з'єднану із заслінкою.

При відкритті заслінки відбувається зменшення швидкості повітряного потоку шляхом зменшення розрядження в повітропроводі.

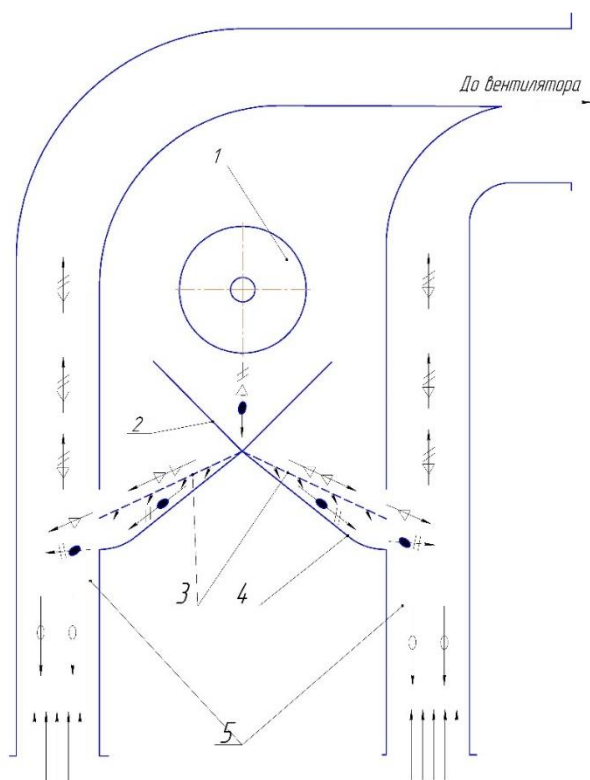
Для зміни швидкості повітря вентилятором перед інерційним пиловідділювачем установа ще одна заслінка. Положення заслінки встановлюють перед роботою сепаратора, згідно рекомендацій таблички, що розташована на кронштейні кріплення рукоятки заслінки. Привід на заслінку аналогічний указаному вище.

Аналіз літературних джерел [1-6] вказує на можливість встановлення оптимального кінематичного режиму роботи коливальних решіт шляхом підбору необхідних значень вказаних вище параметрів.

Іншим недоліком плоскорешітних машин є застосування щіток в механізмі очищення робочих отворів від забивань, оскільки ворс щіток недовговічний та стирається, заломлюється й зрізається при взаємодії з гострими кінцями.

2.3. Обґрунтування напрямку вдосконалення

Для вирішення поставленої задачі й досягнення поставленої мети було запропоновано нові технічні рішення для вдосконалення пневмосепараційної камери повітряного сепаратора, що усувають вказані недоліки відомих аналогів та значно покращують умови пневмо сепарації (рис. 2.12).



1 - живильний шнек; 2 - розподільчий пристрій;
3 - струнне решето; 4 -напрямні лотки;
5 - пневмосепаруючі канали;

- ● зерновий матеріал; ← × легкі домішки
← △ крупні домішки ← ○ очищене зерно
← — повітряний потік

Рис. 2.12. Схема дослідного пневмосепаратора.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

За рахунок цього, можна значно підвищити як загальну продуктивність пневмосканалу так і ефективність повітряно-решітної сепарації зерна.

Запропоноване вдосконалення пневмосепарації (рис. 2.12) передбачає фракційне введення матеріалу в пневмоканал за допомогою струнного решета, що одночасно відділяє із нього крупні домішки й направляє решту зернової маси у різні робочі зони пневмоканалу по його висоті із обмеженим питомим навантаженням та з різними кутами й швидкістю введення.

Крім того, для покращення рівномірності повітряного потоку та зменшення опору його руху у каналі, який зменшує енергоємність та збільшує чіткість й якість пневмосепарації, тобто ефективність для забезпечення рівномірного розподілу.

Використання такого технічного рішення при визначенні раціональних параметрах, дозволить не тільки створити рівномірне заповнення робочої зони сепарації у залежності від реального завантаження зерноочисної машини, але й направити відразу крупні домішки у зону сепарації для безперешкодного виділення у осадову камеру й цим значно покращити умови процесу пневмосепарації.

Попередніми дослідженнями [1-4, 14,16] пневмосепарації визначено, що таке технічне рішення суттєво зменшує опір зернового матеріалу повітряному потоку й вирівнює його швидкість по перерізу та забезпечує більш раціональні умови сепарації зернового матеріалу при значно більш високих загальних навантаженнях на повітряний канал. Це дозволяє збільшити продуктивність пневмосепарації при заданій якості очищення зерна [14, 16].

Задачами кваліфікаційної роботи є: обґрунтування раціональної конструкції та параметрів живильного пристрою з струнним решетом, що призначене для фракційного введення зернового матеріалу в пневмоканал з метою збільшення його якості та підвищення ефективності пневмосепарації.

2.5. Обґрунтування параметрів живильного пристрою пневмокамери.

2.5.1. Визначення параметрів прямої поверхні живильника.

Однією із важливих умов проведення ефективної повітряної сепарації зернового матеріалу є створення найбільш раціональних умов введення в пневмосепараційний канал. Запропонована в даній роботі конструкція живильника, що складається із струнного решета й напрямних лотків, що встановлені під ним.

Така конструкція має забезпечити такі режими подачі зернової суміші, які найбільш рівномірно заповнять камеру сепарації. Тому для визначення основних параметрів такого живильника необхідно проаналізувати рух зернового матеріалу від бункера до місця введення в пневмоканал.

Для того, щоб отримати необхідну швидкість руху зернового матеріалу необхідно визначити два основні параметри: довжину направляючої частини S , кут її нахилу та радіус кривизни R .

Забезпечення відповідної швидкості на першому етапі руху буде за рахунок вибору раціональних параметрів прямолінійної ділянки живильного пристрою (рис. 2.13), а саме, кут нахилу α й його довжина S .

При русі по похилій поверхні на зернову мчастку діє сила ваги $G = mg$, нормальна сила реакції опори N й сила тертя $F = fN$ [13].

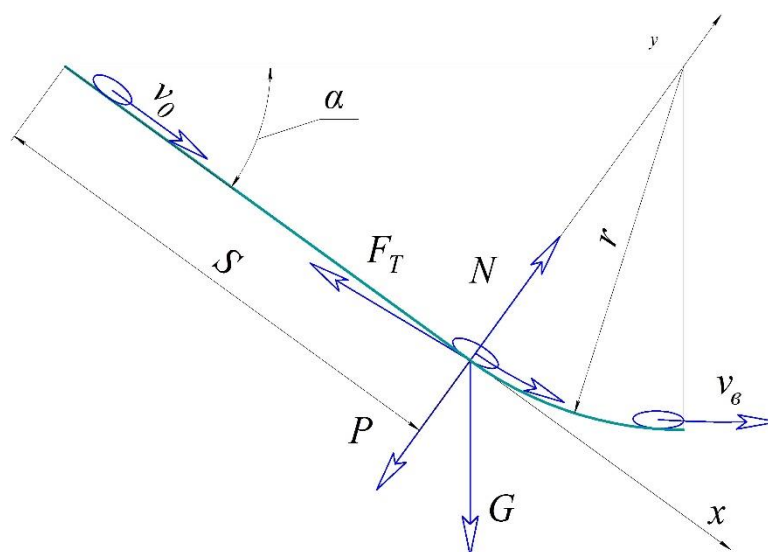


Рис. 2.13. Схема до визначення раціональних параметрів похилої поверхні.

Враховавши останнє, визначаємо довжину прямолінійної ділянки:

$$S = g(\sin\alpha - f\cos\alpha) \frac{(v_1 - v_0)^2}{2g^2(\sin\alpha - f\cos\alpha)^2} + v_0 \frac{(v_1 - v_0)}{g(\sin\alpha - f\cos\alpha)} \quad (2.8)$$

або після спрощення маємо:

$$S = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g(\sin\alpha - f\cos\alpha)} \quad (2.9)$$

Звідки швидкість руху зерна в кінці прямолінійної ділянки буде:

$$v_1 = \sqrt{2gS(\sin\alpha - f\cos\alpha)} + v_0 \quad (2.10)$$

Далі рух зернового матеріалу проходить по дузі (рис. 2.13).

Спочатку руху по кривій зернова частка має швидкість v_1 , й при цьому, на зернову частинку діють сила ваги $G = mg$, нормально сила реакції опори, сила тертя $F_T = fN$ й сила інерції $P = \frac{mv^2}{r}$.

Тоді, диференційне рівняння руху зернової частинки по дузі напрямленої живильника в проєкціях на осі рухомої системи координат OXY буде мати вигляд [13]:

$$\begin{cases} m \frac{dv}{dt} = mg \cos\varphi - F_T \\ m \frac{v^2}{r} = N - mg \sin\varphi \end{cases} \quad (2.11)$$

де v – швидкість руху зернової частки по дузі живильника;

φ – кут, який визначає положення зернової частки радіусом r .

Виключивши із системи (2.11) реакцію N отримуємо рівняння руху зернової частинки по дузі живильника:

$$m \frac{dv}{dt} = mg \cos\varphi - fm \frac{v^2}{r} - fmg \sin\varphi \quad (2.12)$$

Оскільки: $v = r \frac{d\varphi}{dt} = r\dot{\varphi}$; $\frac{dv}{dt} = r\ddot{\varphi}$, то тоді рівняння (2.12) буде мати вигляд

$$r\ddot{\varphi} = g(\cos\varphi - f\sin\varphi) - fr\dot{\varphi}^2 \quad (2.13)$$

Після спрощень та скорочень, отримуємо рівняння [14]:

$$v_e^2 = v_1^2 e^{-2f(\varphi-\varphi_0)} + \frac{2gr}{1+4f^2} \{3f \cos\varphi + (1-2f^2) \sin\varphi - [3f \cos\varphi_0 + (1-2f^2) \sin\varphi_0] e^{-2f(\varphi-\varphi_0)}\} \quad (2.14)$$

З урахуванням того, що $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \alpha$, швидкість введення зерна в повітряний канал буде визначатися з рівняння [14]:

$$v_e = \left\{ [2gS(\sin\alpha - f \cos\alpha) + v_0^2] e^{-2f(\varphi+\alpha-\frac{\pi}{2})} + \frac{2gr}{1+4f^2} \left\{ 3f \cos\varphi + (1-2f^2) \sin\varphi - [3f \sin\alpha + (1-2f^2) \cos\alpha] \cdot e^{-2f(\varphi+\alpha-\frac{\pi}{2})} \right\} \right\}^{1/2} \quad (2.15)$$

За одержаним рівнянням (2.23) отримані графічні залежності зміни швидкості руху зернових часток по напрямній кривій від її основних параметрів.

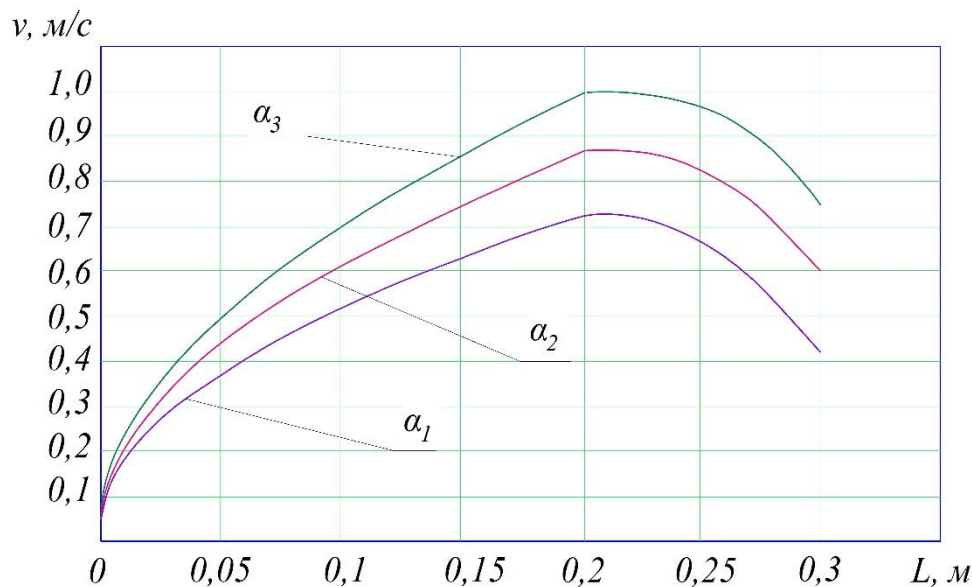


Рис. 2.14 Залежність швидкості руху зерна по напрямній живильного пристрою при $S = 0,3$ м; $r = 0,2$ м, 1) – $\alpha_1 = 30^\circ$, 2) – $\alpha_2 = 35^\circ$, 3) – $\alpha_3 = 40^\circ$.

Із отриманих графічних залежностей видно, що при русі по прямолінійній ділянці швидкість руху зерна зростає по параболічному закону, причому чим більший кут нахилу α і довжина розгінної ділянки L_p , тим більша й швидкість.

При потраплянні зерна на дугу напрямної, внаслідок дії відцентрової сили, підвищується сила тертя, що сприяє зменшенню лінійної швидкості руху.

Звідси можна зробити висновок, що, чим менший радіус r , тим менше змінюється швидкість введення в канал v_g по відношенню до тієї, що отримується в кінці прямолінійної ділянки v_l .

Тому, для забезпечення умов руху матеріалу з заданою швидкістю введення в канал в межах $v_g = 0,4 \dots 0,6$ м/с, можемо встановити, що раціональними параметрами напрямної кривої є: довжина прямолінійної ділянки $S = 0,3$ м, кут нахилу $\alpha = 35^\circ$ і радіус дуги $r = 0,2$ м.

2.6. Методика експериментальних досліджень

2.6.1. Програма проведення експериментальних досліджень.

Для визначення раціональних параметрів живильника з струнним решетом і встановлення закономірностей та режимів руху зернових сумішей, а також властивостей вихідного зернового матеріалу була прийнята наступна програма експериментальних досліджень:

1. Визначення основних характеристик зернового матеріалу:
 - розмірної характеристики;
 - вологості зернової суміші;
 - об'ємної маси зерна;
2. Визначення основних параметрів зернового потоку:
 - швидкості введення зерна;
 - питомого зернового навантаження;
3. Дослідження закономірностей руху зернового матеріалу в залежності від способу його введення в повітряний канал.
4. Визначення порівняльної характеристики процесу введення зернового матеріалу в канал.

2.6.2. Методика визначення фракційного складу вихідного зернового матеріалу

Дослідження по визначенню фракційного складу проводились на зерновому матеріалі, що отриманий після збирання з поля комбайнами типу «Дон–1500 з відповідною вологістю та засміченістю.

Для визначення реального фракційного складу зернового матеріалу, використовували вибірку масою 200 гр та оброблювали на плоскому ручному класифікаторі із продовгуватими отворами на протязі 5 хвилин.

Розміри решіт класифікатора:

перший – 2,0 x 20 мм;

другий – 2,5 x 20 мм;

третій – 3,0 x 20 мм;

четвертий – 3,5 x 20 мм;

п'ятий – 4,0 x 20 мм.

Залишки зерен на решетах зважували на електронних вагах. Отримані результати заносимо в таблицю 2.1.

Фракційний склад вихідного зернового матеріалу розраховували за формулою [6]

$$\Phi = \frac{\sum P}{m} \cdot 100\% , \quad (2.16)$$

де $\sum P$ – загальна маса зернових часток, що виділилась, кг;

m – маса вихідного оброблюваного матеріалу, кг.

Засміченість зернового матеріалу крупними частками регулювали шляхом штучного збільшення або зменшення їх маси в вихідному матеріалі.

2.6.3. Методика визначення вологості вихідного зернового матеріалу

Визначення вологості зернового матеріалу здійснювали стандартним методом прямого висушування, відповідно до ГОСТ 12041-82 «Насіння сільськогосподарських культур. Метод визначення вологості».

2.6.4. Визначення об'ємної маси зернового матеріалу

Визначення об'ємної маси зернового матеріалу здійснювали стандартним методом відповідно до ГОСТ 27184-78 [5]. Для цих цілей використовували виготовлений із пластикової пляшки посуд, об'єм котрого складав 1 дм^3 , тобто рівним один літр.

Цей посуд заповнювали доверху зерновим матеріалом та після видалення з нього з допомогою лінійки лишнього зерна здійснювали зважування – спочатку із зерном, а потім без зерна. Різниця у масі для таких двох зважувань і представляла собою об'ємну масу, величина якої характеризує цю партію зерна.

2.6.5. Визначення основних параметрів вхідного зернового потоку

2.6.5.1. Визначення швидкості вводу зернового матеріалу в канал.

Відповідно до теоретичних та експериментальних досліджень [14] визначено, що для найбільш ефективного розділення зернового матеріалу необхідно встановлювати горизонтальний напрямок введення зерна.

Тому в цих дослідженнях зерновий матеріал вводиться горизонтально, а зі струнного решета під деяким кутом для рівномірного заповнення зони сепарації.

Швидкість подачі зерна визначали шляхом визначення реальних координат зернової частинки в повітряному каналі [16] (рис. 2.15). При цьому, ми не враховували опір повітряному потоку, оскільки значення фіксувались при малій швидкості руху зерен.

Траєкторії руху зерна тісно пов'язані з його швидкістю введення V_e , тоді для її координат x та y визначимо для довільного положення зернової частки.

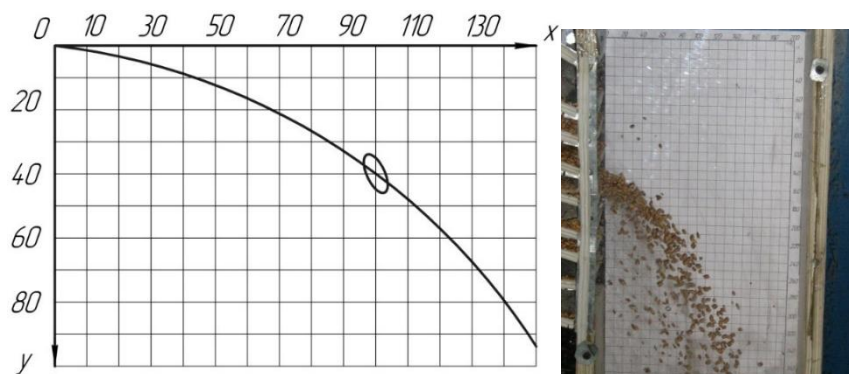


Рис. 2.15. Схема і фото для визначення швидкості введення зерна.

Переміщення зерна по осі x за час t буде рівний $x = v_g \cdot t$, а по осі $y = \frac{gt^2}{2}$.

Отримуємо систему рівнянь (2.17):

$$\begin{cases} x = v_g \cdot t \\ y = \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (2.17)$$

Шляхом виключення t з системи отримуємо вираз для визначення швидкості введення v_g :

$$v_g = \frac{x\sqrt{g}}{\sqrt{2y}} = x\sqrt{\frac{g}{2y}}, \quad (2.18)$$

Умови для визначення швидкості введення наступні [16]:

1. Рух повітряного потоку в каналі відсутній;
2. В канал встановлена сітка із відповідними координатами;
3. Досліди відбувались у п'ятикратній повторності.

При збільшенні питомого навантаження q_B , траєкторії зернових часток розходяться, тому визначалась середня швидкість введення зерна.

Для цього фіксувались траєкторії руху, а отже і координати, верхнього та нижнього зернового струменя й визначалось їх середнє значення V_n .

Зміну початкової швидкості введення зернового матеріалу в канал здійснювали шляхом регулювання кута нахилу прямолінійної ділянки живильника α_g і її довжини L_p .

Основними факторами, які впливають на видалення крупних домішок струнним решетом є:

- кут нахилу решета, α ;
- питоме зернове навантаження q , кг/год·м;
- робочі розміри каналу решета, тобто відстань між струнами C , мм;
- засміченість зернового матеріалу крупними домішками Ψ , %.

Кут нахилу струнного решета до горизонту α визначає рух зернового матеріалу по його робочій поверхні, що впливає на закономірності просіювання зерна по довжині.

Для забезпечення руху зернового матеріалу самопливом його значення мають бути не менше статичного кута тертя, відповідно: $\alpha \geq \varphi$.

Робочі розміри струнного решета: ширина b і довжина l при заданому питомому зерновому навантаженні q , по різному можуть впливати на його ефективність та продуктивність, а саме: ширина струнного решета не суттєво впливає на його ефективність, а от продуктивність прямо пропорційна до його ширини. Так само, довжина струнного решета впливає як на ефективність, так й на продуктивність, але за складнішою закономірністю, що залежить від багатьох факторів.

При цьому, робочі розміри каналів струнного решета, тобто відстань між його струнами C у нашому випадку є постійними.

2.6.6. Експериментальна установка.

Для визначення впливу подачі зернового матеріалу, кута нахилу і робочої довжини живильно розподільчого пристрою нами була розроблена і виготовлена експериментальна установка (рис. 2.16). Вона складається із бункера 1, який встановлений на штативі 2, з регулювальної заслінки подачі зерна 3 та гвинтом 4, регулювальної шкали 5, струнного решета 6, приймальників домішок 7, заслінки 8 та брусків 9.

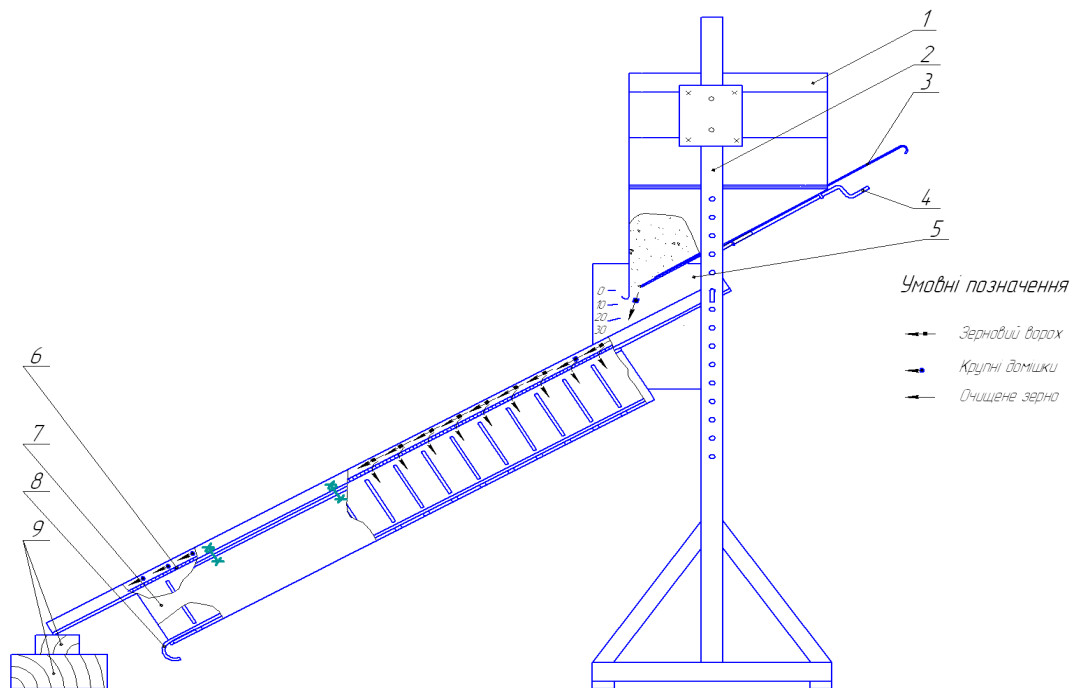


Рис. 2.16. Схема експериментальної установки.

Дослідна установка працює наступним чином. У бункер 1 завантажуються вихідний зерновий матеріал, заслінкою 3 і гвинтом 4 встановлюється необхідна подача зернового матеріалу на струнне решето 6, кут нахилу якого до горизонту змінюється за допомогою шкали 5 і підкладних брусків 9.

Робочий розмір струнних каналів, тобто відстань між струнами встановлювали такими, щоб зернові частки з найбільшою товщиною могли вільно проходили без затримки.

Тому, після визначення розмірної характеристики зернового матеріалу по товщині, що коливається для пшениці в межах 1,5-3,8 мм прийнято постійну робочу ширину струнних каналів 3 мм., без їх розширення.

Довжина струнного решета складала 1м., під котрим із невеликим зазором встановлено секційний приймальник домішок з ємностями, дном для котрих є висувна заслінка 8, куди й потрапляє зерно, що пройшло крізь решето.

При обґрунтуванні раціональних параметрів струнного решета для визначення закономірностей просіювання зернового матеріалу за довжиною решета у залежності від кута його нахилу й питомого навантаження змінювали засміченість, що було наближеним до реальних значень свіже зібраного зерна.

Для цього, після проведення дослідів, зважували підсів зерна з кожної ємності та заносили дані в таблиці, на основі яких отримані графіки залежностей визначених параметрів.

Кут нахилу струнного решета вибирали таким, щоб він був трохи більшим за кут тертя зернового матеріалу по металевій поверхні, для забезпечення стійкого руху зерна, що змінювали у межах 30-40 градусів.

Питомі навантаження на одиницю ширини решета змінювали в межах від 16 до 28 т/год.

2.7. Результати експериментальних досліджень струнного решета.

2.7.1. Визначення фракційного складу зернового матеріалу

В таблиці 2.2 вказано результати визначення фракційного складу вихідного зернового матеріалу за товщиною.

Таблиця 2.2

Фракційний склад оброблюваного зернового матеріалу

№ вибірки	Маса зерна, кг					вміст крупних часток, %	
	Вибір-ки	яка залишилось на решетах із отворами, мм					
		1,5×20	2,0×20	2,5×20	3,0×20	4,0×20	
1	0,2	0,0171	0,025	0,116	0,038	0,0038	1,92
2		0,0087	0,021	0,117	0,041	0,0082	4,15
3		0,0157	0,024	0,112	0,036	0,0122	6,14

Зерновий матеріал із відносним вмістом крупних часток 2% є природнім. Зерновий матеріал, з вмістом крупних домішок 4% і 6% отримано штучним способом, тобто шляхом додавання часток аналогічного розміру.

Об'ємна маса зернового матеріалу, що використовувався в дослідях, становила 768 кг/м³.

2.7.2. Визначення вологості зернового матеріалу

В таблиці 2.3 приведені дані по визначенню вологості двох партій зерна, що здійснювався методом прямого висушування.

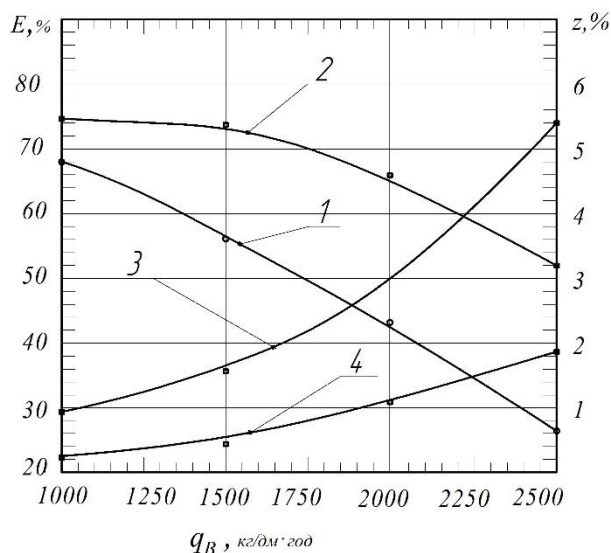


Рис. 2.19. Порівняльна характеристика способів введення: $\varepsilon = f(q_B)$ залежності 1, 2; $z = f(q_B)$ – залежності 3, 4; 1,3 – звичайне введення; 2, 4 – вдосконалений спосіб введення зерна.

Аналіз графічних залежностей свідчить, що при традиційному завантаженні спостерігається різке зменшення ефекту сепарації і уже при досягненні питомого навантаження $q_b=1600$ кг/дм³·год не відповідає значенням якості при попередньому очищенні. При вдосконаленій подачі з струнним решетом ефект сепарації суттєво збільшується.

Як видно із графіку, при звичайній подачі зернового матеріалу з максимальним навантаженням 25 т/год спостерігається значне зменшення ефекту сепарації, до 25...27%. Це є досить негативним явищем, адже при цьому не виконуються агротехнічні вимоги що до якості очищення.

За рахунок рівномірного завантаження зони сепарації зерновим матеріалом по глибині і висоті каналу та виведення крупних часток за межі повітряного каналу, рівномірність розподілу швидкостей і опір повітряного потоку, а відповідно і умови виділення домішок суттєво покращуються.

Цим досягається покращення якості пневмосепарації.

Висновки по розділу:

1. Застосування живильного пристрою з струнним решетом значно покращує рівномірність розподілу зернового матеріалу в робочій зоні пневмосепаруючого каналу та зменшує ймовірність потрапляння крупних домішок в нижню зону сепарації. Це дозволяє суттєво покращити якісні

показники пневмосепарації й збільшити продуктивність зерноочиної машини ОВС-25.

2. Теоретично обґрунтовано, що довжина прямолінійної ділянки перед струнним решетом повинна становити 0,2...0,3 м для забезпечення потрібної швидкості введення зернового матеріалу в межах $v_g = 0,4...0,6$ м/с.

3. Експериментально визначено, що для створення найбільш сприятливих умов для виділення домішок і рівномірного розподілення зернового матеріалу в робочій зоні сепарації, раціональними параметрами струнного решета є:

- кут нахилу струнного решета $\alpha=35^\circ$;
- питоме зернове навантаження $q_b=25$ т/м·год;
- зазор між струнами $c=2,5...3$ мм;
- довжина струнного решета $L=250$ мм.

4. Підвищення вмісту крупних домішок практично не впливає на повноту розділення легких домішок, при цьому, використання вдосконаленого способу подачі зерна в порівнянні з звичайним дозволяє підвищити продуктивність пневмосепарації в 1,3 рази.

5. Відносна простота конструкції живильника пневмоканалу дозволяє без суттєвих переобладнань установа його до пневмосистем зерноочисних машин, тому даний робочий орган може бути перспективним для впровадження в виробництво.

3. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

3.1. Технологічні розрахунки

3.1.1 Розрахунок шнекового завантажувача

Визначаємо продуктивність гвинтових (шнекових) транспортерів за формулою:

$$Q = \frac{3600\pi(D^2 - d^2)v_n\psi\gamma}{4}, \quad (3.1)$$

де D – зовнішній діаметр шнека транспортера, м;

d - внутрішній діаметр шнека транспортера, м;

v_n – швидкість повздовжнього переміщення зерна, м/с;

ψ - коефіцієнт заповнення жолобу, $\psi = 0,5$ [18];

γ - об'ємна вага зернового матеріалу, $\gamma = 0,44$ т/м³ [18]

Виходячи із заданої продуктивності зерноочисної машини при очищенні зерна $Q = 25$ т/год за формулою (3.2) розраховуємо необхідний зовнішній діаметр шнека:

$$D = \sqrt{d^2 + \frac{Q}{900\pi v_n \psi \gamma}}, \text{ м} \quad (3.2)$$

Враховуючи, що

$$v_n = S \frac{n}{60}, \text{ м} \quad (3.3)$$

де S – крок шнеку, м

n – частота обертання шнеку, об/хв.

Використовуючи приблизні таблиці типових шнеків [18] за заданою продуктивністю приймаємо $S = 0,17$ м, $n = 60$ об/хв, $d = 0,08$ м. Отже,

$$v_n = 0,17 \cdot \frac{60}{60} = 0,17, \text{ м/с} \quad (3.4)$$

Підставляючи отримане значення в рівняння (3.2), отримаємо:

									УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$D = \sqrt{0,08^2 + \frac{3}{900 \cdot 3,14 \cdot 0,17 \cdot 0,5 \cdot 0,44}} = 0,2 \text{ м} \quad (3.5)$$

Отже, вибираємо шнек сепаратора з зовнішнім діаметром $D = 200$ мм

Потужність на валу гвинта розраховуємо за формулою:

$$N_0 = \frac{Q}{367} (L \cdot \omega \pm H) + 0,02 \cdot E \cdot q_k \cdot L \cdot \omega_k, \text{ кВт} \quad (3.6)$$

де L – довжина транспортера завантажувача, $L = 3,5$ м;

H – висота підйому зерна, $H = 1,85$ м;

ω – коефіцієнт опору переміщення зерновому матеріалу, $\omega = 2,5$ [18];

$k = 0,2$ – коефіцієнт, який враховує характер переміщення гвинта;

q_k – погонна маса частин конвеєра, які обертаються, $q_k = 40$ кг/м;

ω_k – коефіцієнт опору руху частин конвеєра, які обертаються, $\omega_k = 0,16$;

$$N_0 = \frac{3}{367} (3,5 \cdot 2,5 + 1,85) 0,02 \cdot 0,2 \cdot 40 \cdot 3,5 \cdot 0,16 = 0,7, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

Розраховуємо потужність двигуна для приводу завантажувача:

$$N = \frac{K \cdot N_0}{\eta}; \text{ кВт} \quad (3.8)$$

де K – коефіцієнт запасу потужності двигуна, $K = 1,25$;

η – ККД привода $\eta = 0,7$;

Тоді потужність електродвигуна буде

$$N = \frac{1,25 \cdot 0,7}{0,8} = 1,1 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

Згідно розрахунків приймаємо двигун потужністю 1,1 кВт типу АИР 80В-6.

3.1.2. Визначення параметрів пневмосепараційного каналу.

Застосування у вертикальному аспіраційному каналі вдосконаленого способу введення зернового матеріалу дозволяє при основному очищенні зерна підвищити питомих зернове навантаження.

					УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи означене, визначаємо ширину аспіраційного каналу за формулою:

$$B = \frac{Q}{q_b \cdot k}, \text{ м}^3 \quad (3.10)$$

де Q – продуктивність зерноочисної машини, т/год;

q_b – питома навантаження на одиницю ширини повітряного каналу, т/дм·год

k – коефіцієнт, який враховує спосіб введення зернового матеріалу

$$k = \frac{q_b}{q'_b}, \quad (3.11)$$

де q'_b – питома навантаження на одиницю ширини пневмосепараційного каналу при вдосконаленому способі введення зерна, т/дм·год;

q'_b – питома зернове навантаження на одиницю ширини пневмосепараційного каналу при традиційному введенні, т/дм·год.

$$k = \frac{63}{53} = 1,18$$

Тоді ширина аспіраційного каналу сепаратора В:

$$B = \frac{25}{2,2 \cdot 1,18} = 9,86 \text{ дм} = 986 \text{ мм} \quad (3.12)$$

Згідно з рекомендаціям [2-4], відношення ширини вертикального пневмосепараційного каналу В до його глибини C_1 дорівнює

$$\frac{C_1}{B} = 2,2 \dots 2,4 \quad (3.13)$$

Отже, глибина пневмосепараційного каналу буде:

$$C_1 = 986 \cdot 7,5 = 130,2 \text{ мм}$$

Приймаємо $C_1 = 130$ мм.

					УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним важливим параметром аспіраційного каналу є його висота Н, яку встановлюємо з врахуванням конструкційних особливостей, що виключає виніс повноцінного зерна в відходи. Приймаємо конструктивно Н = 575 мм.

Розраховуємо питому продуктивність віднесену до площі робочого перерізу пневмосепараційного каналу:

$$q_F = \frac{Q}{B_1 \cdot c_1} \quad (3.14)$$

де Q – продуктивність зерноочисної машини, кг;

B_1, C_1 – ширина і глибина пневмосепараційного каналу відповідно, дм.

$$q_F = \frac{25000}{9,86 \cdot 1,3} = 1523 \text{ кг/дм}^2 \cdot \text{год}$$

Отже, розрахункова питома продуктивність $q_F = 1523 \text{ кг/дм}^2 \cdot \text{год}$

3.1.3. Розрахунок вентилятора

Оскільки стандартних вентиляторів із діаметром крильчатки $D = 480$ мм немає, а у найближчого стандартного вентилятора діаметр крильчатки $D = 500$ мм, що призведе до зайвого збільшення маси, тоді доцільним буде спроектувати конструкцію оригінального вентилятора для встановлення на модернізованій зерноочисній машині.

Проектні розрахунки вентилятору робимо згідно рекомендацій наведених у [18].

Ширина горловини вентилятора:

$$B_r = D \cdot 0,7 \quad (3.18)$$

$$B_r = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ мм}$$

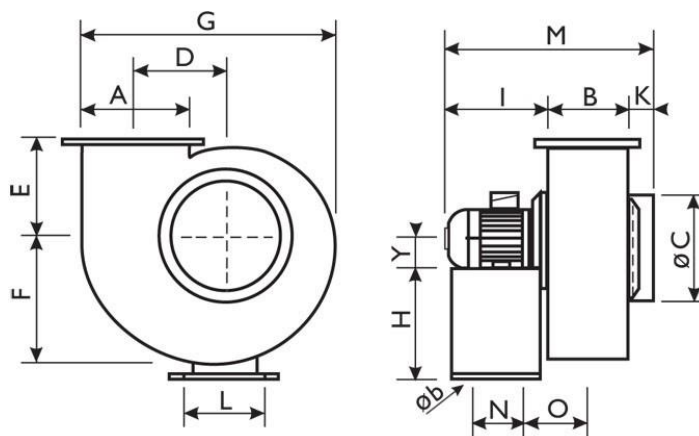


Рис. 3.1. Основні конструкційні параметри вентилятора.

Висота горловини вентилятора:

$$H_r = D \cdot 0,135 \quad (3.19)$$

$$H_r = 480 \cdot 0,135 = 64,8 \text{ мм}$$

Ширина кожуха вентилятора:

$$B_k = D \cdot 0,7 \quad (3.20)$$

$$B_k = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ мм}$$

Діаметр основи крильчатки вентилятора:

$$D_0 = D \cdot 0,75 \quad (3.21)$$

$$D_0 = 480 \cdot 0,75 = 360 \text{ мм}$$

Діаметр вхідного вікна вентилятора:

$$D_b = D \cdot 0,75 \quad (3.22)$$

$$D_b = 480 \cdot 0,75 = 360 \text{ мм}$$

Довжина вікна горловини вентилятора:

$$B_b = D \cdot 0,4 \quad (3.23)$$

$$B_b = 480 \cdot 0,4 = 192 \text{ мм}$$

Ширина основи крильчатки вентилятора:

$$B_{ок} = D \cdot 0,24 \quad (3.24)$$

$$B_{ок} = 480 \cdot 0,24 = 115,2 \text{ мм}$$

Загальна ширина крильчатки вентилятора:

$$B_{кр} = D \cdot 0,37 \quad (3.25)$$

$$B_{кр} = 480 \cdot 0,37 = 177,6 \text{ мм}$$

Зазор між крильчаткою і кожухом вентилятора:

$$\Delta_1 = D \cdot 0,04 \quad (3.26)$$

$$\Delta_1 = 480 \cdot 0,04 = 19,2 \text{ мм}$$

					УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зазор між лопатками та вікном вентилятора:

$$\Delta_2 = D \cdot 0,01 \quad (3.27)$$

$$\Delta_2 = 480 \cdot 0,01 = 4,8 \text{ мм}$$

Розмір сторін квадрата основи побудови спіралі кожуха вентилятора:

$$B_{\text{ц}} = D \cdot 0,12 \quad (3.28)$$

$$B_{\text{ц}} = 480 \cdot 0,12 = 57,6 \text{ мм}$$

Довжина лопатки вентилятора:

$$L = D \cdot 0,25 \quad (3.29)$$

$$L = 480 \cdot 0,25 = 120 \text{ мм}$$

Радіус спіралі кожуха вентилятора:

$$R_1 = D \cdot 0,7 \quad (3.30)$$

$$R_1 = 480 \cdot 0,7 = 336 \text{ мм}$$

$$R_2 = D \cdot 0,82 \quad (3.31)$$

$$R_2 = D \cdot 0,82 = 393,6 \text{ мм}$$

$$R_3 = D \cdot 0,94 \quad (2.32)$$

$$R_3 = 480 \cdot 0,94 = 451,2 \text{ мм}$$

Відстань від колеса до кінцевого розміру спіралі:

$$B_c = D \cdot 0,5 \quad (3.33)$$

$$B_c = 480 \cdot 0,5 = 240 \text{ мм}$$

3.2. Кінематичні розрахунки

Визначаємо передаточне відношення приводу вентилятора (рис. 3.2).

$$i_{\text{в}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{в}}} \quad (3.34)$$

де $n_{\text{в}}$ – частота обертання вала вентилятора, об/х., $n_{\text{в}} = 1300$ об/хв;

					УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже маємо передаточне відношення на привід вентилятора:

$$i = \frac{1420}{1300} = 1,09$$

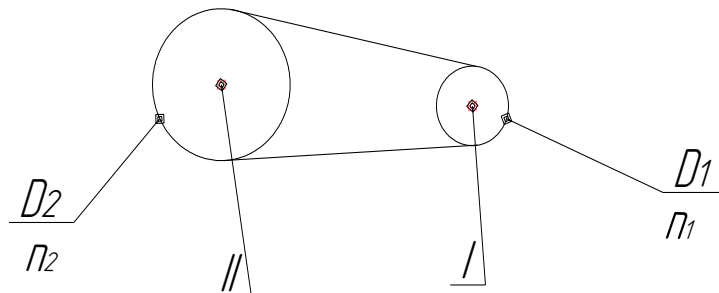


Рис. 3.2 Кінематична схема приводу вентилятора

Розраховуємо пасову передачі (рис. 3.3).

Вихідні дані:

- потужність електродвигуна $N_{дв} = 2,8$ кВт;
- частота обертів на валу електродвигуна $n_{дв} = 1420$ об/хв
- передаточне число $i_{дв} = 1,09$.

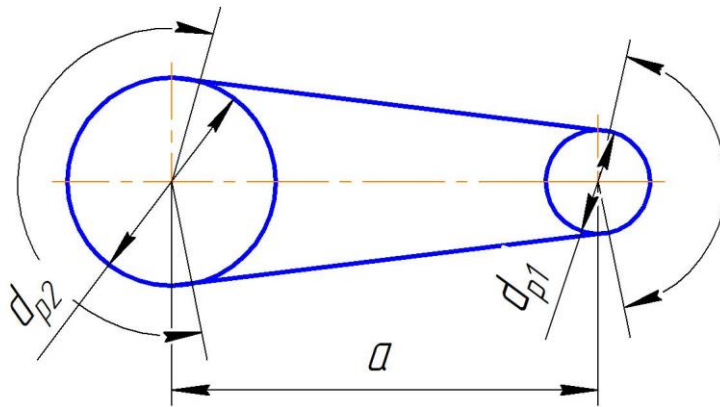


Рис.2.14 Схема до розрахунку пасової передачі вентилятора.

Розраховуємо крутний момент на швидкохідному валу:

$$T_{\sigma} = 9550 \cdot \frac{N_{дв}}{n_{дв}} \quad (3.35)$$

$$T_{\sigma} = 9550 \cdot \frac{2,8}{1420} = 18,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

					УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Враховуючи крутний момент [16, 18] приймаємо переріз пасу «Б» із розмірами: $b_p = 14,0$ мм, $h = 10,5$ мм, $b_p = 17$ мм, $y_0 = 4,0$ мм, $F_1 = 1,38$ см².

Діаметр меншого шківa вентилятора в відповідності з рекомендаціями [17], $d_{p1} = 125$ мм.

Розраховуємо діаметр більшого шківa вентилятора:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot i \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.36)$$

де $\varepsilon = 0,02$ – коефіцієнт ковзання клинового пасу згідно [16, 18];

$$d_{p2} = 125 \cdot 1,09 \cdot (1 - 0,02) = 133 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний діаметр $d_{p2} = 140$ мм

Визначаємо фактичне передаточне число:

$$i = \frac{d_{p2}}{d_{p1} \cdot (1 - \varepsilon)} \quad (3.37)$$

$$i = \frac{140}{125 \cdot (1 - 0,02)} = 1,14.$$

Визначаємо швидкість пасу:

$$v = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_{дв}}{60 \cdot 1000} \quad (3.38)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 1420}{60 \cdot 1000} = 9,28 \text{ м/с}$$

Частота обертів веденого валу становить:

$$n_B = \frac{d_{p1} \cdot n_{дв} \cdot (1 - \varepsilon)}{d_{p2}} \quad (3.39)$$

$$n_B = \frac{125 \cdot 1420 \cdot (1 - 0,02)}{140} = 1242 \text{ об/хв.}$$

					УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міжосьова відстань відповідно до рекомендацій [16, 18]:

$$a = 0,95 \cdot d_{p2} = 0,95 \cdot 140 = 133 \text{ мм.}$$

Визначаємо довжину пасу:

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4 \cdot a} \quad (3.40)$$

$$L = 2 \cdot 133 + \frac{3,14}{2} \cdot (125 + 140) + \frac{(140 - 125)^2}{4 \cdot 133} = 682,47 \text{ мм.}$$

Стандартний розмір довжини пасу $L = 710$ мм.

По стандартній довжині пасу уточнимо дійсну міжосьову відстань:

$$a = \frac{2 \cdot L - \pi \cdot (d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{[2 \cdot L - \pi \cdot (d_{p1} + d_{p2})]^2 - 8 \cdot (d_{p2} - d_{p1})^2}}{8}, \quad (3.41)$$

$$a = \frac{2 \cdot 710 - 3,14 \cdot (125 + 140) + \sqrt{[2 \cdot 710 - 3,14 \cdot (125 + 140)]^2 - 8 \cdot (140 - 125)^2}}{8} = 146$$

Мінімальна міжосьова відстань для покращення монтажу та зняття пасу:

$$a_{\min} = a - 0,01 \cdot L, \quad (3.42)$$

$$a_{\min} = 146 - 0,01 \cdot 710 = 138 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальну міжосьову відстань для створення натягу та підтягування пасу на витяжці:

$$a_{\max} = a + 0,025 \cdot L, \quad (3.43)$$

$$a_{\max} = 146 + 0,025 \cdot 710 = 163 \text{ мм}$$

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	УЗМ 00.000 ПЗ				

Кут обхвату на меншому шківу вентилятора буде:

$$\alpha_1^0 = 180^0 - 60^0 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} \quad (3.44)$$

$$\alpha_1^0 = 180^0 - 60^0 \cdot \frac{140 - 125}{146} = 174^0.$$

Вихідна довжина пасу [16, 18], $L_0 = 2240$ мм; та відносна довжина $L/L_0 = 710/2240 = 0,31$.

Коефіцієнт довжини згідно [16], $C_L = 0,86$.

Вихідна потужність $d_{p1} = 125$ мм та $v = 9,28$ м/с

$N_0 = 2,26$ кВт.

Коефіцієнт кута обхвату відповідно до [16], $C_a = 0,98$.

Поправка на передаточне число згідно [16], $\Delta T_u = 2,1$ Н·м.

Поправка до потужності становить:

$$\Delta N_u = 0,0001 \cdot \Delta T_u \cdot N_{дв}, \quad (3.45)$$

$$\Delta N_u = 0,0001 \cdot 2,1 \cdot 1420 = 0,29 \text{ кВт}$$

Коефіцієнт режиму роботи при розрахованому навантаженні [16], $C_p = 0,78$.

Допустима потужність для одного пасу:

$$[N] = (N_0 \cdot C_a \cdot C_L + \Delta N_u) \cdot C_p, \quad (3.46)$$

$$[N] = (2,26 \cdot 0,98 \cdot 0,86 + 0,29) \cdot 0,78 = 1,7 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість пасів:

$$z = \frac{N}{[N]}, \quad (3.47)$$

$$z = \frac{2,8}{1,7} = 1,6.$$

Коефіцієнт, який враховує нерівномірність навантажень $C_z = 1$.

Розраховуємо дійсну кількість пасів у передачі:

$$z' = \frac{z}{C_z} \quad (3.48)$$

									УЗМ 00.000 ПЗ	Арк.
										44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$z' = \frac{1,6}{1} = 1,6 \cdot$$

Тоді, приймаємо кількість пасів $z'=2$.

Сила початкового натяг одного клинового пасу:

$$S_{0,1,2} = \frac{780 \cdot N_{ДБ}}{v \cdot c_{\alpha} \cdot c_L \cdot z} + q \cdot v^2, \quad (3.49)$$

$$S_{0,1,2} = \frac{780 \cdot 2,8}{9,28 \cdot 0,98 \cdot 0,86 \cdot 2} + 0,18 \cdot 9,28^2 = 155 \text{ Н}$$

де q – погонна маса пасу, $q = 0,18$ кг/м ([16], табл.2.12);

Розраховуємо зусилля, що діє на вали передачі:

$$Q \approx 2 \cdot S_{0,1,2} \cdot z' \cdot \sin \frac{\alpha_1^0}{2} \quad (3.50)$$

$$Q = 2 \cdot 155 \cdot 2 \cdot \sin \frac{174^0}{2} = 607 \text{ Н}$$

Розміри ободів шківів становлять [16]:

- $l_p = 14$ мм; $h = 10,8$ мм; $b = 4,2$ мм; $e = 19$ мм; $f = 12,5$ мм, $r = 1,0$ мм;

- $h_{1min} = 8$ мм; $\alpha_1 = 36^0$; $\alpha_2 = 40^0$.

Визначаємо зовнішні діаметри шківів:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2 \cdot b, \quad (3.51)$$

$$d_{e1} = 125 + 2 \cdot 4,2 = 133 \text{ мм};$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b, \quad (3.52)$$

$$d_{e2} = 140 + 2 \cdot 4,2 = 148,4 \text{ мм}$$

Ширина ободу шківів становить:

$$M = (z' - 1) \cdot e + 2 \cdot f, \quad (3.53)$$

$$M = (2 - 1) \cdot 19 + 2 \cdot 12,5 = 44 \text{ мм}$$

Згідно розрахунків, приймаємо ширину ободу шківів 44 мм.

										Арк.
										45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Розробка заходів по покращенню умов праці і їх усунення небезпечних та шкідливих умов праці і шкідливих виробничих факторів.

Одне з головних завдань агропромислового комплексу України та адміністрації господарства – абсолютна ліквідація виробничого травматизму та захворювань. Шляхи для покращення умов праці, зменшення травматизму, захворювань досить різноманітні.

Найбільший ефект, який може бути досягнутий при комплексному вирішенні всіх питань, що стосуються охорони праці.

Із ряду заходів, які проводилися по покращенню умов праці, зниженню виробничого травматизму та захворювань можна виділити наступні: законодавчі, організаційні, технічні, медико – профілактичні і економічні.

Проведення відповідних законодавчих заходів реалізує права та обов'язки працівників у області охорони праці, режиму їх праці і відпочинку, санітарні норми і граничний вміст у робочій зоні шкідливих речовин, а також відшкодування збитків потерпілим при будь-якій шкоді для здоров'я, їх пенсійне забезпечення, а також пільги за роботу в шкідливих умовах [19].

Організаційні заходи з охорони праці передбачають: впровадження системи керування охороною праці в господарстві, своєчасне навчання співробітників та розробку для них інструкції з охорони праці, створення відповідних кабінетів і куточків з охорони праці, організацію треступеневих засобів контролю за виконанням вимоги охорони праці на всіх робочих місцях, поширення позитивного досвіду різних дільниць, що досягли повної ліквідації травматизму та профзахворювань; детальне розслідування і облік нещасних випадків та захворювань, що стались на виробництві, організацію контролю за рівнем і концентрацією небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочих місцях, атестацію та паспортизацію умов праці на робочих місцях, розробку та здійснення інших планів з поліпшення умов праці.

Проведення відповідних технічних заходів передбачає розробку та впровадження комплексної механізації і автоматизації у тяжкі, шкідливі й

										УЗМ 00.000. ПЗ	Арк.
											46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

одноманітні роботи; створення безпечної техніки і технологій; установку запобіжних, сигнальних, блокувальних пристроїв на сільськогосподарські машини; проведення технічних рішень з нормалізації повітряного середовища, а також попередження утворення і видалення з робочої зони шкідливих речовин, зниження шуму й вібрацій, створення ізолюючих кабін для операторів; розробку і виготовлення різноманітних засобів колективних і індивідуальних захистів.

4.2. Заходи по забезпеченню безпечних умов праці на сепараторі.

При роботі на зерноочисній машині ОВС-25 може виникати можливість нещасних випадків:

Для створення безпечних умов праці при роботі на зерноочисній машині ОВС-25 передбачено [20]:

- передаточні механізми обов'язково обладнані захисними кожухами в відповідності з ГОСТ 12-4.042-83;
- вентилятор повністю закритий кожухом;
- конструкція зерноочисної машини забезпечує безпечне проведення технічного обслуговування при умовах їх повного виконання, а саме: при її зупинці й виключені від електромережі;
- для виконання функціонального призначення органів керування їх вказують символами в відповідності з вимогами ГОСТ 26.3.26-84;
- передбачено захисне заземлення;
- оператора обов'язково забезпечують респіратором і захисними окулярами, надписи розташовані у безпосередній близькості від органів керування, концентрація пилу не перевищує норм ГОСТ 12.2019-86 [20];
- зменшення параметрів вібрації створюється встановленням віброізоляторів, граничні значення вібрації знаходиться у межах ГОСТ122.019-36 [20].

Розміри рукояток і інших ручних органів керування зерноочисною машиною відповідають ГОСТ 21.753-76, згідно якого зусилля не може перевищувати встановлених норм [19, 20].

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ

В процесі модернізації зерноочисної машини ОВС-25 було змінено конструкцію живильника й відповідно пневмосепараційну колонку та вдосконалено спосіб подачі зернового матеріалу в пневмосепараційний канал шляхом встановлення струнного решета.

Запропонований новий спосіб подачі зернового матеріалу дозволяє отримати більш якісне розділення суміші за рахунок чого збільшується продуктивність пневмосепарації.

Результати економічних розрахунків представлені в додатку Б. Техніко-економічні показники базової та вдосконаленої машини наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники порівнюваних машин

Показники	Один. виміру	Машина	
		Базова	Модернізована
1	2	3	4
1. Агрегативання машини		самопересувна	
2. Маса зерноочисної машини	кг	2065	2069
3. Маса покупних виробів машини	кг	140	118
4. Оптова ціна зерноочисної машина	грн.	124000	
5. Собівартість зерноочисної машини	грн.	93000	
6. Вартість покупних виробів у собівартості машини	грн.	9800	8260
7. Продуктивність машини	т/год	25	28
8. Потужність електродвигуна	кВт	9,5	9,5
9. Програма випуску машин	шт.		50

Результати розрахунків показали, що використання запропонованого вдосконалення дозволить отримати економічний ефект:

– для споживача машини – 30533 грн;

– для виробника машини – 27942 грн. при виробництві 50 шт. на рік.

					УЗМ 00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

11. Проспекти ГСКБ ОАО «Зерноочистка», г. Воронеж.
12. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини/ Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. - К.: Урожай, 2002. - 364 с.
13. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. Киев. 1960- 286с.
14. Нестеренко О.В. Обґрунтування параметрів живильного пристрою для багаторівневого введення зернового матеріалу у вертикальний пневмосепаруючий канал / О.В. Нестеренко, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, С.Я. Гончарова // Сільськогосподарські машини : зб. наук. ст. Луцьк: ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2016. Вип. 34. С. 92–103.
15. Нестеренко О.В. До методики визначення швидкості введення зерна в пневмосепараційний канал. / Сабірзянов Т.Г., Васильковський М.І. Нестеренко О.В. // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Зб. наук. пр. Кіровоградського нац. техн. ун-ту. Кіровоград: КНТУ, 2008. Вип. 21. С.263-267.
16. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин: Підручник. - К.: Вища школа, 1993. - 556 с.
17. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2–е вид., переробл. – Кривий Ріг: ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
18. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А.В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХП», 2020. – 275 с.
19. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.
20. Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір: ДСТУ ISO 6309:2007. [Чинний від 2007-10-01].- К.: Держстандарт України, 2007.- 80 с.

						УЗМ 00.000 ПЗ	Лист
							51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний

університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

Удосконалення зерноочисної машини ОВС-25 з
обґрунтуванням параметрів пневмосистеми

Виконав:

Здобувач групи ГМ-22М-1.1

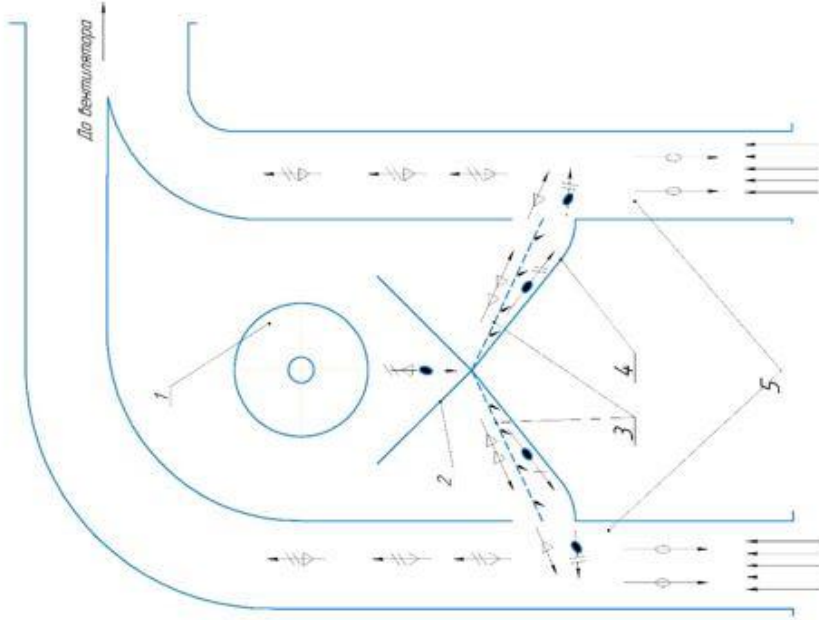
Богдан СЕРГІЙЧУК

Науковий керівник:

Олександр НЕСТЕРЕНКО

КРОПИВНИЦЬКИЙ 2024

Об'єкт досліджень



1 - живильний шнек; 2 - розподільчий пристрій;
 3 - струнне решето; 4 - напрямні лотки;
 5 - пневмосепаруючі канали;

- зерновий матеріал;
- легкі дрішки
- крупні дрішки
- очищене зерно
- повітряний потік

Предмет досліджень - живильний пристрій зі струнним решетом для фракційного введення зерна в повітряний канал.

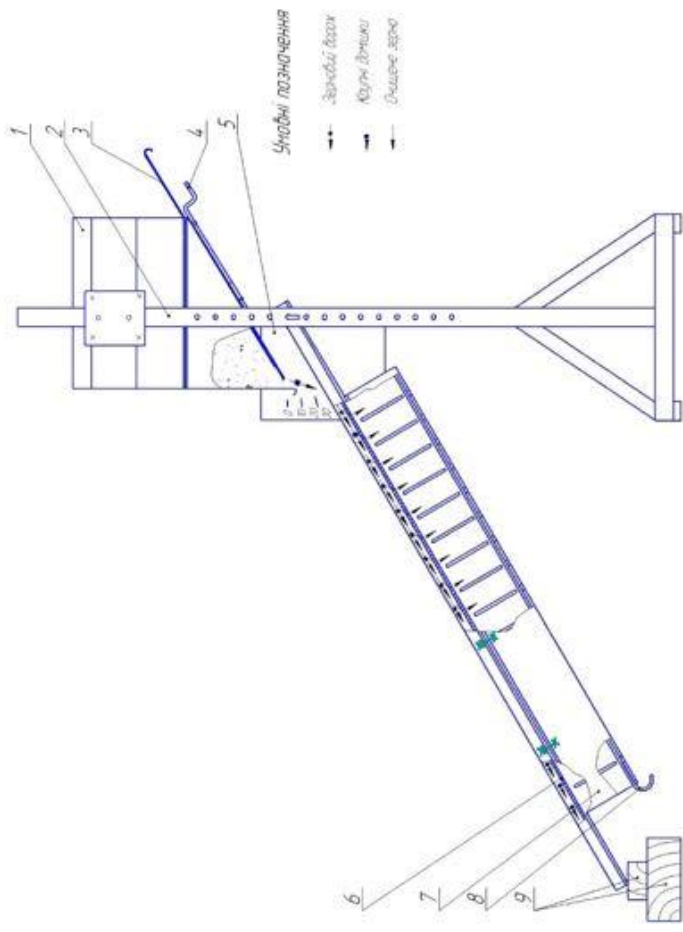
Об'єкт дослідження - процес повітряної сепарації зерна з фракційним введенням.

Задачі досліджень:

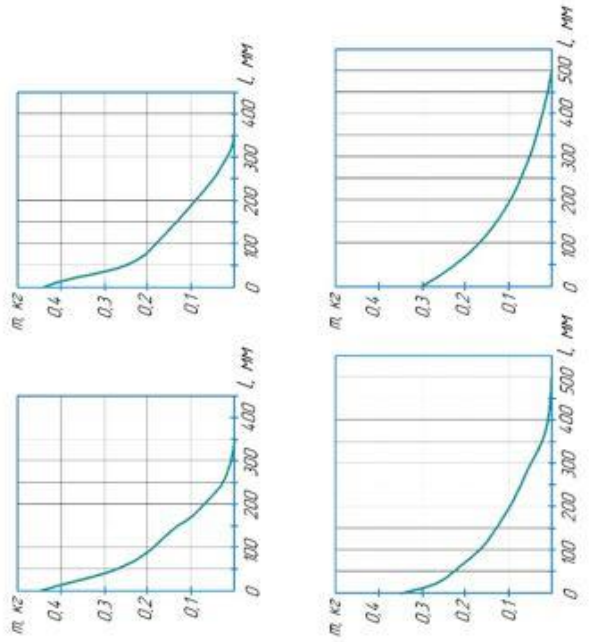
- проаналізувати роботу пневмосистем зерноочисних машин для попереднього очищення зерна та обґрунтувати напрямок вдосконалення повітряної сепарації ОВС- 25;
- обґрунтувати раціональні параметри живильника пневмосепаруючого каналу зі струнним решетом для фракційної подачі зерна;
- провести експериментальні дослідження роботи живильного пристрою при фракційному введенні та порівняти його з традиційним.

УЗМ 00.0000 МБС-2		№	№	№
№	№	№	№	№
Об'єкт досліджень				
МНУ зр (М.ЗНН.П)				

Результати експериментальних досліджень



- Схема експериментальної установки
- 1 - бункер; 2 - штатив; 3 - регульовальна заслінка;
 - 4 - гвинт; 5 - шкала, 6 - струнне решето;
 - 7 - приймальник підсіву; 8 - заслінка; 9 - бруски.

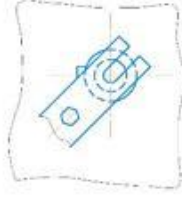
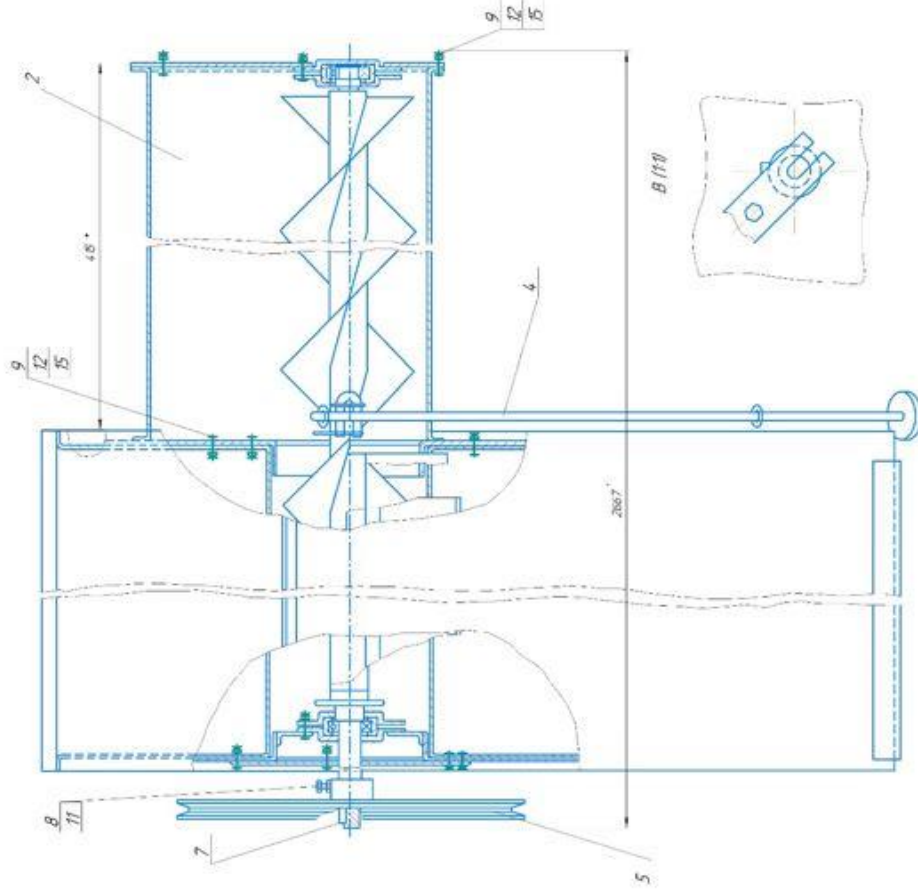
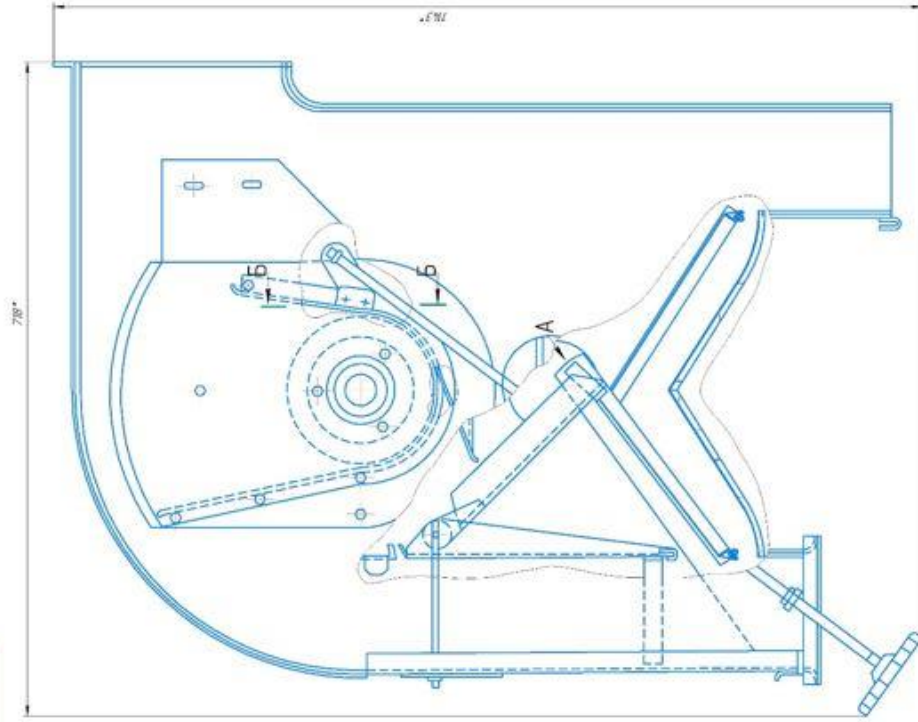


Закономірності розподілу зернового матеріалу по довжині решета при навантаженні 25 т/год на 1 м для кутів нахилу:

- а) - $\alpha = 25^\circ$; б) - $\alpha = 27^\circ$; в) - $\alpha = 30^\circ$; г) - $\alpha = 32^\circ$;

С-74/ПН 00.00.00 НДЧ-3		Розроблено	Виконано
№ завдання	№ документації	Історична	Діюча
№ завдання	№ документації	Історична	Діюча
№ завдання	№ документації	Історична	Діюча
№ завдання	№ документації	Історична	Діюча

93109000 АЕФ



- 1 - Агрегат для добычи
- 2 - Замки для фиксации шлангов при работе
- 3 - Механические муфты для соединения шлангов

УЗМ 00060015	
№	Имя
1	Иванов
2	Петров
3	Сидоров
4	Климов
5	Попов
6	Смирнов
7	Иванов
8	Петров
9	Сидоров
10	Климов
11	Попов
12	Смирнов
13	Иванов
14	Петров
15	Сидоров
16	Климов
17	Попов
18	Смирнов
19	Иванов
20	Петров
21	Сидоров
22	Климов
23	Попов
24	Смирнов
25	Иванов
26	Петров
27	Сидоров
28	Климов
29	Попов
30	Смирнов

