

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра технологічного обладнання зернових виробництв



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

на тему Дослідження технічних характеристик сепаратора для
попередньої обробки зерна

Здобувач Нізовцев О.О.
(прізвище, ініціали)

II курсу МЗХ – 61 групи

Керівник доцент Гончарук Г.А.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

доцент Алексашин О.В.
(посада, прізвище та ініціали)

професор Савенко І.І. _____
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 05 грудня 2023р., протокол №5.

Завідувач(ка) кафедри ТОЗВ _____ Олег ГАПОНЮК
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології зерна і зернового бізнесу
Кафедра	Технологічного обладнання зернових виробництв
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	133 Галузеве машинобудування
Освітня програма	ІТ-сервіс обладнання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТОЗВ
Олег ГАПОНЮК
« » р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

НІЗОВЦЕВА ОЛЕКСАНДРА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

1. Тема роботи - Дослідження технічних характеристик сепаратора для попередньої обробки зерна

Затверджена наказом ОНТУ від " 17 " листопада 2023 року № 688-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 04.12.2023р.

3. Вихідні дані до роботи Дослідити і зробити аналіз технічних характеристик зернового сепаратора. Провести розрахунки можливих варіантів реконструкцій сепаратора, наприклад, шляхом реконструкції приводу ситового кузова.

4. Перелік питань, які потрібно розробити У відповідності з методичними вказівками до виконання кваліфікаційної роботи, виконати технологічний, кінематичний і силовий розрахунок. в тому числі, виконати розділ охорони праці, автоматизації та економічні розрахунки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Схема лінії – 1 лист ф. А1; 2. Сепаратор (загальний вигляд) – 1 лист ф. А1;

3. Схема функціональна – 0,5 лист ф. А1;Схема кінематична - 0,5 лист ф. А1;

4. Привод - 1лист ф. А1; 5. Автоматизація – 1 лист ф. А1; 6. Дослідна частина – 2 листа ф. А1.

Всього 7 листів Ф.А-1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Автоматизац.	Доцент Алексахин О.В.		
Економіка	Професор Савенко І.І.		
Охор. праці	Доцент Гончарук Г.А.		

7. Дата видачі завдання 15.09.2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Сучасний стан питання по темі кваліфікаційної роботи	18.09 – 03.10	
2.	Критичний огляд існуючого обладнання	04.10 – 10.10	
3.	Опис винаходів і патентів	11.10 – 15.10	
4.	Технічне завдання	16.10 – 20.10	
5.	Ескізний проект	21.10 – 30.10	
6.	Технічний проект	01.11 – 10.11	
7.	Розрахунки	11.11 – 18.11	
8.	Охорона праці	19.11 – 25.11	
9.	Автоматизація	26.11 – 01.12	
10.	Економіка	01.12 – 04.12	

Здобувач _____ Олександр НІЗОВЦЕВ

Керівник проекту (роботи) _____ Ганна ГОНЧАРУК

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач – дипломник _____ Олександр НІЗОВЦЕВ

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми.

Галузь хлібопродуктів України кожного дня намагається вирішувати завдання пов'язані з заготовкою, прийомом і зберіганням зерна. В подальшому – переробка його в продовольчі товари, виробництво харчових продуктів, формування, зберігання, розподілу та реалізації готової продукції.

Всі перераховані функції здійснюються на підприємствах зернопереробної галузі, а саме елеваторах, млинах, крупозаводах, комбікормових заводах, і інших.

Актуальність теми кваліфікаційної роботі, зумовлено необхідністю розібратися в технічних можливостях машин даного призначення, способах зниження споживання повітря, що забезпечить зменшення витрат енергії, а також знайти шляхи зменшити витрат, пов'язаних з очищенням повітря. Останнє дає можливість покращити екологічну обстановку навколишнього середовища.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз існуючих конструкцій і технічних характеристик сепараторів з метою поліпшення умов роботи вузлів і деталей сепаратора і зниження навантажень, а отже, збільшення терміну експлуатації машини, що в свою чергу дозволить поліпшити економічні показники її використання. У зв'язки з чим було зроблено наступне:

- досліджено механічні властивості зернової сировини, а також зроблені висновки і також обґрунтування обраного напрямку проектування;
- надано опис можливих варіантів і конструктивно - технологічних розробок;
- наведено порівняльну оцінку варіантів і вибір очікуваного рішення.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1. Сучасний стан та перспективи розвитку сепараторів	7
1.1. Опис технологічного процесу і робочих операцій, що реалізуються сепараторами.....	7
1.2. Дослідження механічних властивостей зернової сировини	10
1.3. Дослідження роботи ситових сепараторів	17
1.4. Опис винаходів і патентів	29
1.5. Висновки і обґрунтування вибраного напрямку проєктування	47
2. Технічне завдання на проєктування	49
3. Технічна пропозиція	51
3.1.Опис можливих варіантів конструктивно – технологічних розробок.....	54
3.2.Порівняльна оцінка варіантів і вибір очікуваного рівня	55
3.3 Опис компонування машини	56
4.Ескізний проєкт	57
4.1. Опис функціональної схеми машини	57
4.2. Технологічний розрахунок	58
4.3. Опис кінематичної схеми машини	61
4.4. Кінематичні розрахунки	62
5. Технічний проєкт	77
5.1. Опис розробленої конструкції з технічною характеристикою машини ...	77
5.2. Силловий розрахунок	78
6. Автоматизація процесу сепарування.....	81
7. Безпека обслуговування машини та охорона праці	86
8.Розрахунок економічної ефективності.....	101
Список літератури	107
Специфікація	110

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В Україні однією із найважливіших є галузь хлібопродуктів, основним завданням якої є заготовка, прийом і зберігання зерна, переробка його в продовольчі товари.

Зазначені функції здійснюється на підприємствах: зберігання зерна, а саме елеваторах, хлібоприймальних складах; підприємствах зернопереробки: млинах, крупозаводах, комбікормових заводах, комбінатах харчових концентратів, харчових підприємствах, хлібозаводах, кондитерських та макаронних фабриках.

Схожі та однорідні технологічні процеси на зазначених підприємствах зумовила можливість використання (застосування) аналогічного обладнання та створення єдиної системи його розробки, впровадження у виробництво технічного обслуговування і ремонту, застосування SMART технологій та його ІТ-сервісу. При цьому відмінність технологічних процесів обумовлено необхідністю застосування машин різного типу.

У зв'язку з тим, що в галузі зернопереробки використовується близько 1500 типів обладнання використання технічного забезпечення галузі в зазначених умовах дозволяє найбільш ефективно вирішувати завдання розробки нових типів обладнання, модернізації технічних засобів і технічного переозброєння підприємства.

В Україні існує близько десятка виробників сепараторів для очищення і калібрування зерна. Як правило виробники є винахідниками, тому що винахідники генерують нові ідеї, нові розробки, які, в свою чергу, дають можливість досягти поставленої задачі. До того ж, найважливішим в питанні створення нових або удосконалення старих видів сепараторів, це техніка безпеки і здоров'я обслуговуючого персоналу. Не секрет, що процес очищення супроводжується викидом сміття і дрібного пилу. Все це може призводити до серйозних наслідків: підвищення пожежонебезпеки та розвиток хвороб дихальних шляхів у персоналу.

Дана кваліфікаційна робота є завершальною частиною навчального процесу для поліпшення і закріплення знань, отриманих при вивченні спеціальних дисциплін загальноосвітніх, загально інженерних, тощо.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МАШИНИ ТИПУ СЕПАРАТОР

1.1 Опис технологічного процесу і робочих операцій, які реалізуються машиною, що підлягає модернізації

При збиранні та підготовці зернових культур до зберігання дуже важливо точно виконати всі етапи післязбирального процесу. Одним із найважливіших етапів є очищення зерна. Він дає можливість позбавити врожай від пилу та домішок, бур'янів, шкідників, сухої маси, відокремити насіння, а також якісно підготувати зерно до подальшого зберігання та переробки. Універсальне зерноочисне обладнання, таке як сепаратори – мають високу продуктивність, переробляючи практично всі види та сорти сільськогосподарських культур, бобових, олійних, технічних, дрібнонасінних трав та овочів. Сепаратор призначений для очищення зерна (пшениці, жита та ін.) від сторонніх домішок. Зерновий сепаратор може використовуватись самостійно або у поєднанні з іншими агрегатами, виконуючи повний ланцюжок обробки сільськогосподарських культур.

На ринку України багато торгових компаній які пропонують зерноочисні машини для різних завдань. Це малі сепаратори для невеликих фермерських господарств, а також зернові сепаратори більшої продуктивності які є завжди ефективними. Як правило зерноочисне обладнання складається з кількох вузлів. Наприклад може застосовуватись така схема: зерно надходить у бункер-живильник сепаратора, далі, за допомогою вібраційного лотка зерно рівномірно розподіляється у сепараційній камері по всій її ширині. Генератор повітряного потоку зернового сепаратора обробляє кожен елемент сепарованого потоку потужними потоками. У ході цього процесу купа очищається від пилу, легких домішок, подрібненого зерна, насіння бур'янів та інших мінеральних та зелених домішок. Сепарація або сортування зерна сепаратором відбувається на 5 фракцій. Після очищення на сепараторі найкраще і чисте зерно надходить до 2-ї та 3-ї фракцій. Дрібні домішки, подрібнене насіння та відходи різного походження йдуть у 4-у та 5-у фракції. У режимі калібрування 2-а та 3-я фракції сепараторів являють собою власне насіннєвий матеріал, який отримують шляхом відбору зерна за питомою вагою. Устаткування сепараторів повинно мати міцний корпус, не мати змінних елементів та точок мастила, тому може працювати довгі

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Дослідження технічних характеристик сепаратора для попередньої обробки зерна КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Нізовцев О.О.						
Керівник		Гончарук Г.А.						
Керівник						ОНТУ		
Консульт								
Зав. каф.		Гапонюк О.І.						

роки без збоїв у роботі. У пік сезону, коли очищення зерна ведеться багато годин поспіль, дуже важливо, щоб машини працювали чітко та безперебійно, адже щодня простою може завдати збитків аграрному господарству.

Компанії-виробники сучасних сепараторів пропонують обладнання, яке не вимагає дорогих витратних матеріалів та спеціального догляду, що дає максимальну ефективність без значних вкладень.

Зерно видаляють на похилому грохоті для видалення домішок, що відрізняються від зерна по товщині і ширині, а легкі аеродинамічні домішки видаляють подвійним продуванням потоками повітря в повітророздільних каналах. Просіювання є одним з основних робочих процесів при очищенні та сортуванні зерна. Розмір, форма і матеріал сит, які використовуються для просіювання, змінюються в залежності від розміру частинок і домішок. У сортувальній машині використовуються прошивні сита з круглими, овальними і трикутними отворами.

Виділення домішок із зернової суміші, аеродинамічні властивості якої відрізняються від основної культури, здійснюється при сепарації, як правило, у вертикальному потоці повітря. До таких домішок відносяться худі, недорозвинені зерна, плівки, лушпиння, солома і частини стебел і об'єднуються під загальною назвою «легкі домішки» (див.). Принцип повітряної сепарації зерна заснований на різниці аеродинамічних властивостей компонентів зернової суміші. Основним показником аеродинамічних властивостей частинок суміші є швидкість польоту, яка виключає їх відрив у потоці повітря.

Зерно надходить контрольованим потоком із бункера в приймальну камеру, де частково розподіляється по ширині грохота. Зерно з приймальної камери потрапляє на вібролоток, рухається туди-сюди, рівномірно розподіляється по ширині і подається в первинний продувний канал. Оснащений клапаном для регулювання кількості розряду. У каналі первинної продувки з зерна виділяються легкі домішки, які несуться повітряним потоком в першу осадочну камеру і виводяться з неї шнеком за межі машини.

Через канал первинної продувки зерно потрапляє на приймальний грохот. На схід від нього – великогабаритне сміття, яке вивозиться автомобілем у жолоб. Блоки живлення очищаються вручну за допомогою щітки.

Після проходження приймального решета зерно двома паралельними потоками надходить на верхнє і нижнє сортувальні решета. Рівномірний розпо-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

діл частинок на ситі досягається за допомогою щілинних перегородок.

Домішки, більші за зерно, проходять через сортувальний сит і видаляються з машини в лоток.

Прохідні сортувальні сита – зерна і дрібні домішки потрапляють на решетові перемикачі у верхній і нижній корпуси сита.

Промите зерно залишає насіннєву сітку, надходить у канал сепарації газів вторинної продувки та надходить у потік повітря. У той же час легкі домішки транспортуються через всмоктувальну трубу в другу камеру відстійника і видаляються з машини шнеком. Насіннєві сита (подрібнені та сипучі зерна, пісок та інші дрібні домішки) видаляються з машини за допомогою піддонів і горизонтальних лотків. Запилене повітря з відстійної камери вентилятором видаляється в атмосферу через циклон. На виході з каналу поділу повітря частинки проходять через магнітний бар'єр, де відокремлюються домішки заліза.

Наприклад, схема очищення зерна на круп'яному заводі, де встановлено повітряно-ситовий сепаратор ЗС-50, складається із наступного обладнання розміщеного в такому порядку:

- 1 – накопичувальний бункер;
- 2 – Автоматичне масштабування.
- 3 – решето повітровідділювача;
- 4 – Магнітний сепаратор.
- 5 – Збирач каменю.
- 6 – Трієр.
- 7 – капот.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

1.2. Дослідження механічних властивостей зернової сировини

При механічній дії на зерна різних культур, і в особливості при його руйнуванні, необхідно враховувати структурно-механічні властивості цих продуктів. Структурно-механічні властивості обумовлені фізичних будовою зерна, ендосперму і оболонки, ступенем їх опірності деформації і руйнування при подрібненні, а також твердістю, або мікро- твердістю (опором, що чиниться при проникненні в нього другого тіла), пружністю (властивістю відновлювати первинну форму).

Деформація – це зміна форми або лінійних розмірів тіла під дією зовнішніх сил (при зміні вологості, температури та ін.). При якому частки або молекули зміщуються одна відносно іншої без порушення цілості тіла. Відносна деформація при одноосьовому розтягуванні - стисканні являє собою відношення абсолютної деформації до першочергового розміру тіла.

Відносна деформація при зсуві - відношення абсолютної величини зсув-

ного зміщення шару під дією дотичних сил до його товщині.

Швидкість деформації (градієнт швидкості) враховують, якщо деформації змінюються в часі при несталому процесі; при сталому процесі зміна деформації в одиницю часу постійно.

Напруга – міра внутрішніх сил, що виникають в тілі під

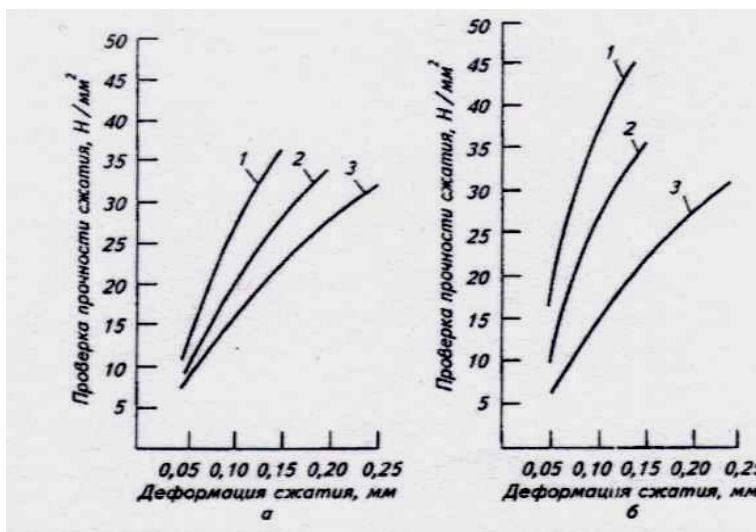


Рис. 1.2.1 - Залежність зміни міцності зерна від вологості скловидності (по І.Т. Мерко): а - при скловидності 50%: 1 - вологість 15%, 2 - 15,8%, 3 - вологість 16,7%; б - при вологості 15,0-15,3%: 1 - скловидність 71%, 2- 50%, 3 - скловидність 32%

впливом зовнішніх впливів на одиницю площі, нормальної до вектору прикладання сили.

Пластичність - здатність тіла під дією зовнішніх сил необоротно деформуватися без порушення цілісності. Пластичне протягом починається при величині напруги, що дорівнює межі текучості. У реології в цьому сенсі при зсувних деформаціях використовується поняття «максимальне напруження зсуву».

Міцність зерна, тобто здатність чинити опір механічному руйнуванню, характеризується роботою, витраченої на освіту одиниці площі нової поверхні. Міцність зерна значно коливається в залежності від вологості, скловидності (рис. 1.2.1) та інших показників.

Зі збільшенням крупності і скловидності зерна підвищується його крихкість, а зі зменшенням крупності і скловидності зростає пластичність. При стисненні зерна зародок плющиться, алеїроновий шар незначно деформується.

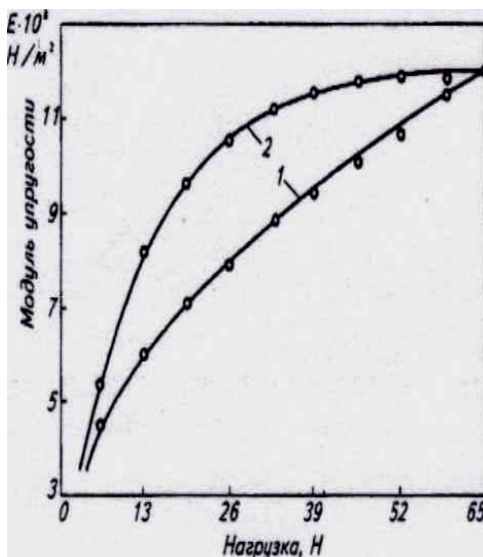


Рис. 1.2.2 - Модуль пружності пшениці вологістю 12% в зазалежності від навантаження:

- 1- при збільшенні навантаження,
- 2- при зменшенні навантаження

Характеристикою пружності твердих тіл є модуль пружності. Модуль пружності входить в розрахункові формули, що описують процеси стиснення, зсуву або руйнування тіла.

Модуль пружності зернових культур в основному залежить від вологості W зерна і навантаження P . Дослідження Л.А. Глебова показали, що зі збільшенням навантаження модуль пружності зростає (рис. 1.2.3). При зменшенні навантаження модуль пружності зменшується, але його значення вище, ніж при збільшенні навантаження. Модуль пружності при зростанні навантаження можна визначити за допомогою емпіричної залежності (Па):

$$E=10^8(a_1+a_2P+a_3W)$$

Значення емпіричних коефіцієнтів надані

в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Значення емпіричних коефіцієнтів в формулі

Зернова культура	Емпіричний коефіцієнт		
	$a_1, \text{Н/м}^2$	$a_2, \text{м}^2$	$a_3, \text{Н/(\text{м}^2 \%)}$
Ячмінь	3,48	0,17	0,12
Пшениця	3,27	0,13	0,095
Жито	2,34	0,13	0,12

У таблиці 1.2 представлені характеристики зерна круп'яних культур та значення межі міцності, відносної деформації і модуля пружності.

Автори робіт роблять висновок, що вивчені сорти круп'яних і бобових культур в сухому стані можна віднести до пружно-тендітних тіл, а при вологості 17% - до пружно-пластичних.

У таблиці 1.2 наведені величини жорсткості і модуля пружності оболонок в залежності від вологості і скловидності зерна.

З даних, наведених у таблиці, бачимо, що зі збільшенням вологості жорсткість оболонок при вигині знижується.

При вигині сухих оболонок з вологістю 11,7-12,5%, жорсткість їх коливається: для м'якої пшениці східних районів - від 136 до 144 Н/мм, для м'якої пшениці центральних районів - від 128 до 129 Н/мм; для твердої пшениці східних районів - від 146 до 148 Н/мм, для твердої пшениці центральних районів - від 139 до 145 Н/мм, при вологості 47,5-48,0% - відповідно: від 126 до 134, від 122 до 126; від 140 до 142 і від 13 до 14 Н/мм.

Основним показником пружних властивостей частинок продуктів при ударах об площину або робочу поверхню машин є коефіцієнт відновлення нормальної швидкості (k). Якщо коефіцієнт відновлення близький до одиниці, то частки продукту ідеально пружні, якщо k близький до нуля, то частинки - пластичні.

Таблиця 1.2 - Характеристика зерна круп'яних культур

Культура	Вологість, %	Щільність, кг/м ³	Межа міц- ності, 10 ⁻⁶ , Па	Відносна деформація, %	Умовно- миттєвий модуль пружності, Е ₁ *10 ⁻⁶ , Па
Горох	11,6	1470	10-10,3	9,0-9,2	67,1-67,5
	17,0	1330	2,6-2,7	21,0-21,4	12,3-12,8
Ячмінь	11,6	1330	4,80-4,92	13,3-13,8	24,6-24,9
	17,0	1274	3,36-3,44	18,3-18,9	12,5-12,9
Просо	11,6	1322	4,27-4,33	16,0-16,4	20,0-20,4
	17,0	1233	2,34-2,38	24,0-24,4	7,6-8,0
Гречиха	11,6	1293	3,87-3,89	18,0-18,3	17,4-17,6
	17,0	1204	1,88-1,90	26,9-27,2	6,5-6,8
Вівсо	11,6	1233	3,60-3,61	24,0-24,4	14,2-14,4
	17,0	1124	1,25-1,27	47,0-48,0	3,4-3,5
Ядро: гороха	11,6	1509	10,49-10,52	8,56-8,64	70,0-70,5
	17,0	1375	3,10-3,12	19,3-19,8	11,8-12,1
Ячменя	11,6	1368	5,10-5,12	12,4-12,8	27,6-28,1
	17,0	1329	3,89-3,90	17,2-17,5	15,8-16,1
Проса	11,6	1362	4,55-4,57	14,2-14,6	23,3-23,7
	17,0	1301	2,84-2,87	21,0-21,5	5,9-6,1
Гречихи	11,6	1339	4,13-4,16	15,8-16,0	21,2-21,4
	17,0	1277	2,49-2,52	23,4-23,8	8,9-9,0
вівса	11,6	1316	3,89-3,92	20,3-20,9	18,3-18,8
	17,0	1235	1,80-1,82	39,0-39,2	5,9-6,0

Таблиця 1.3 - Жорсткість і модуль пружності оболонок зерна в залежності від його вологості і стекловидності

Сорт пшениці/ район вирощу- вання	Скловид- ність	Вологість	Кут поворота α_1	Кут відхи- лення стрілки α_2	Жорсткість зразка, Е*І в Н/м	Модуль упругості, Е _в *10 ⁻⁶ , Па
	в %		в градусах			
Гордеиформе 10	100	48	80	13	1.302	260

Область 1		33	80	13	1,302	260
		24	100	16	1,296	259
		12	100	18	1,356	291
Гордеиформе 10 Область 2	75	47,5	90	16	1,350	270
		31	100	16	1,296	259
		25	100	17	1,326	265
		12,5	100	19	1,392	278
Меянопус 69 Область 1	100	48	70	13	1,374	276
		24	100	18	1,356	291
		12	110	24	1,482	296
Меянопус 69 Область 2	100	48	80	12	1,266	221
		36	80	14	1,344	235
		26	90	15	1,320	231
		12	110	23	1,452	254
Лютесценс 62	79	48	80	13	1,302	177
		37	80	13	1,302	177
		23	90	17	1,388	189
		12,5	120	19	1,290	176
Діамант	79	47,5	80	13	1,302	195
		25	80	15	1,380	207
		12,5	90	14	1,284	194

Дослідження Л.А. Глібова показали, що значення коефіцієнтів відновлення зернових культур залежать від виду культури, її вологості та швидкості удару. Так, зі збільшенням швидкості удару (рис.1.2.3. крива 1) коефіцієнт відновлення ячменю спочатку збільшується і за швидкості 12 м/с досягає максимального значення. Подальше підвищення швидкості удару зернівки про деку призводить до зменшення коефіцієнта відновлення, причому залежність на цій ділянці близька до лінійної. Якщо пряму продовжити, вона перетне вісь абсцис при швидкості 130 м/с. Це означає, що з даної швидкості

ажна більшість енергії піде освіту нових поверхонь бненого продукту.

Аналогічна залежність спостерігається і для зерен о виду, але максимальні значення коефіцієнта місце при різній швидкості зерен у момент удару.

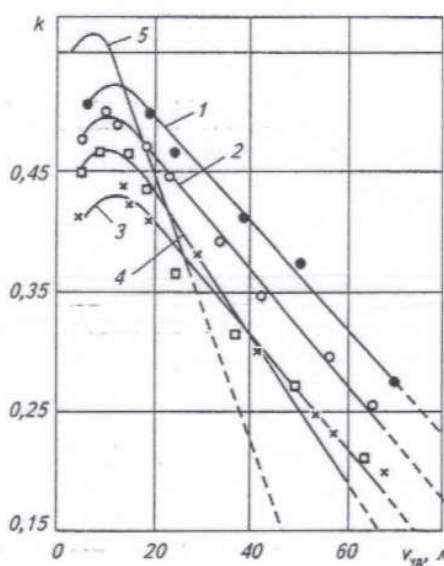


Рис. 1.2.3 - Залежність умовних коефіцієнтів відновлення нормальної швидкості зернових культур від їх швидкості $V_{уд}$ перед ударом про деку (за даними Л. А. Глібова):

1 - ячмінь, 2 - пшениця, 3 - овес, 4 - жито, 5 - кукурудза

Досліди показали, що k залежить від вологості зерна W . При збільшенні пшениці W з 9 до 12% величина k змінюється незначно. Подальше підвищення W у дослідженому діапазоні призводить до більш інтенсивного зниження k причому залежність на цій ділянці близька до лінійної.

Отриману закономірність зміни k від $v_{уд}$ можна пояснити таким чином. Спочатку збільшення $v_{уд}$ призводить до більш явного прояву пружних властивостей зерна. При цьому більша частина кінетичної енергії витрачається на відновлення швидкості зерен при відскоку, що обумовлює початкове зростання k . Зниження k при подальшому підвищенні $v_{уд}$ викликається утворенням внутрішніх та зовнішніх тріщин у зерні та їх руйнуванням, на що витрачається значна частина кінетичної енергії.

Ця гіпотеза підтверджується результатами досліджень міцнісних властивостей зерен після їх удару об сталеву площину.

Зважаючи на те, що величина коефіцієнта відновлення залежить від швидкості удару та вологості зерна, була отримана емпірична формула для ячменю. При цьому мінімальна швидкість удару зерна становила 20 м/с, тобто вона була значно вищою за швидкість максимального значення коефіцієнта відновлення нормальної швидкості ячменю. Величину коефіцієнта відновлення при швидкості удару зерен ячменю об сталеву деку вище 20 м/с можна знайти з наступного виразу:

$$k = 0,66 - 0,0043 v_{уд} - 0,009 W$$

З формули видно, що чим вище швидкість удару і вологість ячменю, тим менше його коефіцієнт відновлення.

При дослідженні процесу руйнування мінеральної сировини досліди показали, що частки солі після удару об деку дуже повільно відходили від її поверхні на незначну відстань і за рахунок гравітаційних сил починали падати вниз, тобто коефіцієнт відновлення нормальної швидкості був близький до нуля як при руйнуванні, так і без руйнування частинок при ударі. Частинки

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

крейди мали кращі пружні властивості і мали максимальний коефіцієнт відновлення $k = 0,22$.

Вивчення процесу ударного руйнування зерна дозволило визначити його основні динамічні характеристики (табл. 1.4.).

Таблиця 1.4 – Динамічні характеристики зернової сировини (за даними Л.А. Глебова)

Показники	Зернова сировина				
	Ячмінь	Вівсо	Пшениця	Жито	Кукурудза
Максимальна величина коефіцієнта встановлення швидкості	0,53	0,43	0,50	0,47	0,57
Швидкість удара, початок формування трещин в зерні, м/с	12	13	10	11	6
Швидкість удара початку руйнування зерна, м/с	70	56	43	45	20
Швидкість удара руйнування зерна на три і більше частин, м/с	130	105	115	92	60

Час контакту частинок зернової та мінеральної сировини комбікормів при ударі об сталеву поверхню визначали за допомогою швидкісної кінозйомки процесу удару. Аналіз матеріалів швидкісної кінозйомки показав, що при незначних швидкостях удару зерна знаходилися в контакті з площиною деки протягом 10^{-5} - 10^{-4} с, потім відходили від її площини зі швидкістю меншою, ніж перед ударом. При цьому час контакту не зруйнованих зерен із декою залежало від розмірів та положення зерен при ударі. Швидкість удара не мала істотного впливу на його тривалість. Час ударного контакту при руйнуванні зерна зростало до 10 разів проти ударом зерна без руйнації і був у межах 10^{-4} – 10^{-3} с.

Час ударного контакту частинок мінеральної сировини також змінювалося залежно від їхнього вихідного розміру та характеру руйнування. При ударі частинок сталеву деку без їх руйнування час контакту склало для солі: $5 \cdot 10^{-4} - 10 \cdot 10^{-4}$ с; для крейди $-5 \cdot 10^{-4} - 13 \cdot 10^{-4}$ с; при початку руйнування для солі та крейди $-6 \cdot 10^{-4} - 16 \cdot 10^{-4}$ с; при повному руйнуванні для солі $-8 \cdot 10^{-4} - 23 \cdot 10^{-4}$ с; для крейди $-13 \cdot 10^{-4} - 26 \cdot 10^{-4}$ с.

1.3 Дослідні роботи ситових сепараторів

1.3.1 Основні параметри ситових сепараторів

Продуктивність (Q , т(кг)/год) ситового сепаратора, визначається кількістю оброблюваного продукту в одиницю часу відповідно до регламентів якості процесу, є його основним показником. Якість процесу визначається ефективністю виділення домішок за допустимого правилами ведення технологічного процесу утримання придатного (повноцінного) зерна у відходах. Ефективність очищення $E(\%)$ зерна оцінюють відношенням маси домішок, виділених із зернової суміші, до маси домішок, що знаходилися у вихідній суміші та відокремлених ситами (або робочим органом інших зерноочисних машин). При цьому використовують формулу

$$E = \frac{A \left(1 - \frac{a}{100} \right)}{B} \cdot 100\%$$

де A - маса відходів, кг;

a - кількість повноцінного зерна у відходах, % від його маси;

B - маса домішок у вихідній зерновій суміші, які можна виділити даним способом сепарування, кг.

Очищення вважають ефективним, якщо при першому проході зерна через ситовий сепаратор вона становить не менше 65% за домішками, що підлягають виділенню на ситах (земля, пісок, дрібне каміння, великі частинки бур'янів, велике і дрібне насіння культурних і бур'янів). При цьому вміст повноцінних зерен у відходах не повинен перевищувати 2% від їхньої маси.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Основними розрахунковими параметрами плоских сит сепараторів є: ширина та довжина підсівних (для виділення дрібних домішок) сит, кут нахилу їх до горизонталі, кут наряду коливань, кінематичні параметри тощо.

Ширину B (см) підсівних сит визначають за формулою

$$B = \frac{Q}{q},$$

де Q - продуктивність, кг / год;

q - питоме навантаження (на одиницю ширини сита), кг/(ч * см).

Залежно, наведені на рис. 1.3.1. показують, як впливають питоме навантаження і гранулометричний склад дрібних домішок на ефективність їх виділення з пшениці при просіюванні на ситі довжиною 2000 мм, що здійснює прямолінійні коливання. Користуючись цими залежностями, можна вибрати розміри отворів сит для машин різного призначення. Наприклад, при розрахунку на задану ефективність сит для очищення зерна на борошномельних заводах або в сім'яочисних цехах слід орієнтуватися на найбільш важкі для виділення дрібні домішки. Якщо машину припускають використовувати для первинного очищення зерна, наприклад, на елеваторі, слід орієнтуватися за залежність з рисунка. Вона характеризує ефективність роботи сита за умови, коли дрібні домішки складаються із суміші частинок всіх класів крупності в різних співвідношеннях.

Питоме навантаження q для борошномельних сепараторів приймають для підсівних сит 45-60 кг/(ч*см), для сортувальних з отворами діаметром 6-10 мм - у 3-4 рази більше, а для приймальних з отворами діаметром 20-40 мм - 8-10 разів більше, ніж для підсівних сит. Це відноситься до похилих ситів, що одержують горизонтальні або похилі коливання. Для високопродуктивних сепараторів, встановлених на елеваторах, питоме навантаження на підсівні сита приймають до 200 кг/(год*см).

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

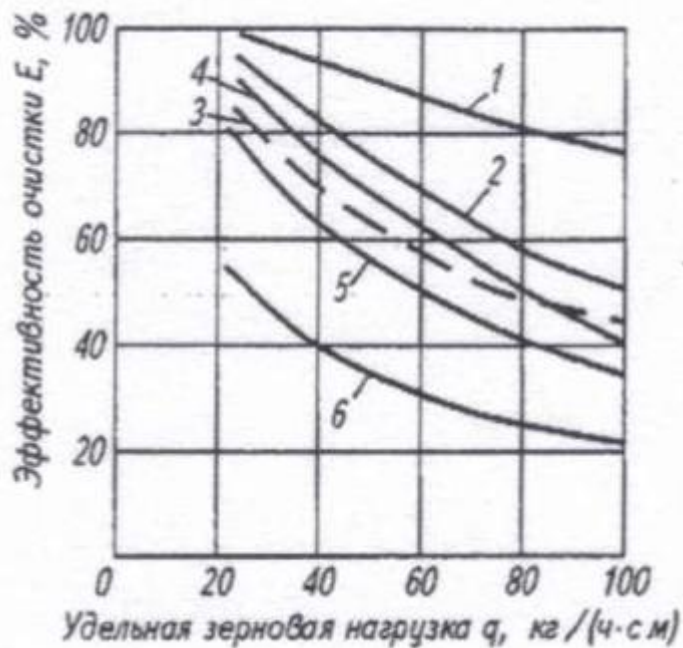


Рис. 1.3.1 - Ефективність роботи сита залежно від питомого навантаження і гранулометричного складу домішок у пшениці при частоті коливань $n = 640$ в хвилину і амплітуді $r = 5$ мм:

1 прохід сит з отворами ра з мером 1,2 x 20 мм; 2 прохід 1,4 x 20 мм, сход 1,2 x 20 мм; 3 - підсівиши в це лом; 4 - прохід - 1,5x20 мм, сход 1,4 x 20 мм; 5 - прохід - 1,6 x 20 М.4, сход - 1,5 x 20мм; б-прохід 1,7 x 20 мм, сход з сита отворами 1,6 x 20 мм

Довжину сита L (м) визначають по формулі

$$L = \frac{Q}{q_F B},$$

де Q - продуктивність, кг / год;

q_F - питома продуктивність (продуктивність на одиницю площі сита), кг/(ч * м¹);

B - ширина сита, м.

Питома продуктивність цих відділень великих домішок залежить від робочих розмірів отворів. Для сита з отворами діаметром 6 мм і більше, що здійснює горизонтальні коливання, питома продуктивність q_F [кг/(ч*м²)] при очищенні пшениці вологістю 15% може бути визначено за формулою

$$q_F = 6 \cdot 10^3 (a - 4.5),$$

де a - робочий розмір отвору сита, мм.

Для орієнтовного знаходження питомої продуктивності сит при різному ступеню засміченості і вологості зернової суміші можна використовувати емпіричну формулу

$$q_F = q_{F1} (2.1 - 0.035b - 0.06\omega + 0.001\omega b),$$

де q_{F1} - питома продуктивність сита при $b = 10\%$ і $\omega = 15\%$;

b - засміченість зернової суміші, % ;

ω - вологість зерна, %.

Частоту та амплітуду коливань сит вибирають залежно від фізико-механічних властивостей зерна та домішок. Для оцінки та вибору кінематичних параметрів часто користуються умовним кінематичним параметром, що представляє добуток кутової частоти в квадраті на амплітуду коливань, тобто $k = \omega^2 r$.

Такий узагальнений коефіцієнт до певної міри виправданий для установленого класу машин з однотипними геометричними, кінематичними і конструктивними параметрами. Для очищення пшениці і жита застосовують $\omega^2 r = 12,5-16 \text{ м / с}^2$ при $r = 0,005 \text{ м}$, для компонентів комбікормів $\omega^2 r = 13,5-16,5 \text{ м / с}^2$ при $r = 0,125 \text{ м}$, для калібрування насіння кукурудзи $\omega^2 r = 11-12 \text{ м / с}^2$ при $r = 0,007 \text{ м}$. Ці значення відносяться до зерна нормальної вологості і засміченості. Показники, що характеризують оптимальні режими роботи сит при просіюванні зерна підвищеної вологості і засміченості, встановлюють експериментальним шляхом.

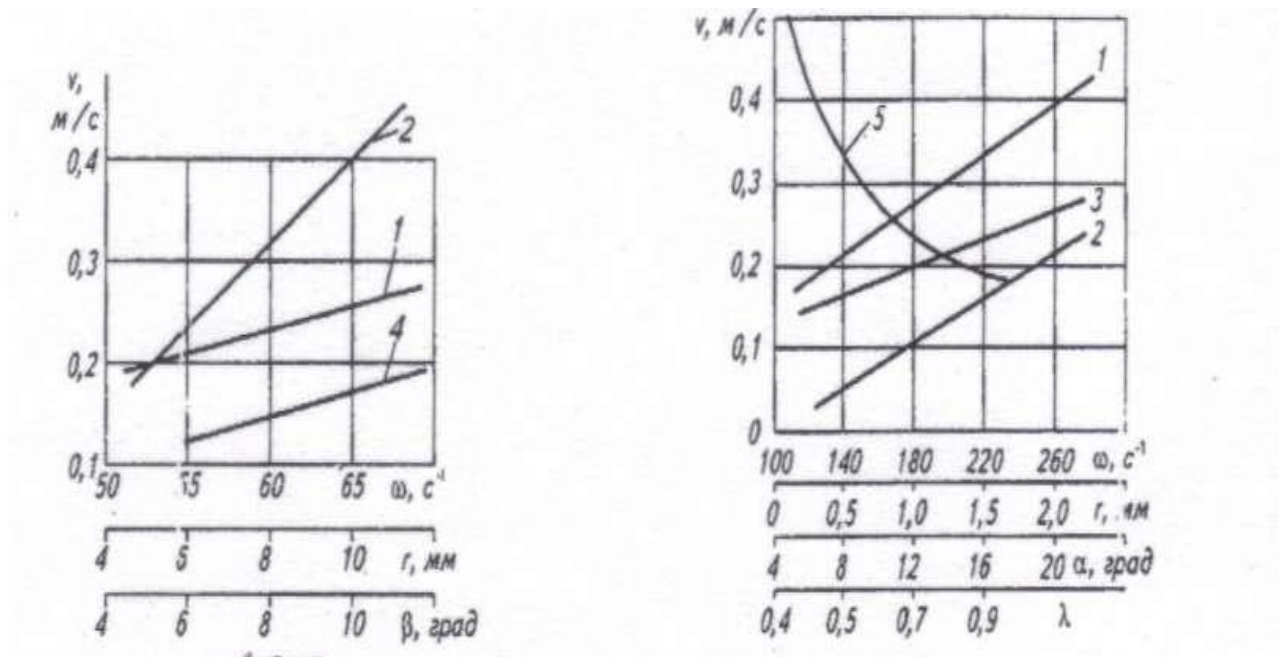
Важливим параметром для ситового сепарування є середня швидкість переміщення зерна по ситу (рис. 1.3.2) , яка в межах розглянутих параметрів становить 0,20-0,34 м/с, при цьому добуток $n r$ зберігається в межах 2-3 .

Менш вивчені процеси і відпрацьовані параметри ситових сепараторів з круговими коливаннями сит у вертикальній площині.

Експериментальні дослідження цього способу сепарування дозволили встановити ряд закономірностей і оптимальних параметрів процесу.

Встановлено, що оптимальною товщиною шару продукту, що забезпечує більш повне вилучення підсіву та досить високі навантажувальні умови сита, є $H_d = 20 \text{ мм}$. З погляду інтенсифікації просіювання і самосортування оптимальними режимами слід вважати такі, при яких коефіцієнт кратності періоду польоту близький або дорівнює одиниці, тобто час перебування частки в польоті близько до періоду коливань сита.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		



Мал. 1.3.2 - Залежність середньої швидкості частки від:

1 - ω ; 2 - r ; 3 - α (кут нахилу ситового корпусу); 4 - β (кут напрямку колювань); 5 - λ (коефіцієнт миттєвого тертя)

При тому самому значенні прискорення сита середній час проходження підсіву через шар зерна $H_d = 20$ мм тим менше, що більше амплітуда. Таким чином, для інтенсифікації процесу самосортування необхідно збільшувати амплітуду при більш низькій частоті коливань s_0 , що забезпечують необхідну величину прискорення.

Повнота виділення підсіву по довжині сита $L = 1800$ мм становить 65-70% і практично не залежить від питомого навантаження в межах $q = 50-110$ кг/(ч*см) при постійній товщині шару продукту $H_d = 20$ мм, що цілком реально для експлуатаційних режимів.

Стабільне підтримання ефективності підсівних сит в діапазоні навантаження 50-110 кг/(см * год) пояснюється збільшенням швидкості самосортування через інтенсифікацію пошарового руху зі збільшенням питомого наван-

таження, яка при збереженні товщини шару на ситах $H_d = 20\text{ мм}$ досягається збільшенням швидкості.

Швидкості верхнього та нижнього шарів (рис. 1.3.3) при вібропереміщенні зернової суміші, що характеризують інтенсивність пошарового руху, розрізняються приблизно на 30% при $q = 50 \text{ кг/(ч*см)}$ ($\alpha = 9^\circ$) та на 60% при $q = 110 \text{ кг/(год*см)}$ ($\alpha = 17^\circ$). Оптимальні кінематичні параметри коливань ситового корпусу та питоме навантаження (по підсівних ситах) при $H_d = 20\text{ мм}$ (const), $n = 1350\text{-}1450 \text{ кіл/хв}$ і $r = 1,6\text{-}1,4 \text{ мм}$, $q = 90\text{-}110 \text{ кг/(год*см)}$. У цьому забезпечується виділення підсіву щонайменше 65-70%.

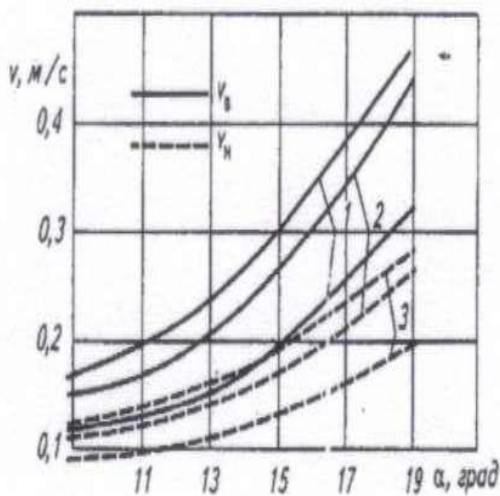


Рис. 1.3.3 - Залежність швидкостей верхнього V_v і нижнього V_n шарів від кута α нахилу з і та при різних r , n і товщині шару $H_d = 20 \text{ мм}$:

- 1 - $n = 1400 \text{ кол/хв}$, $r = 1,55 \text{ мм}$;
- 2 - $n = 1460 \text{ кол/хв}$, $r = 1,4 \text{ мм}$;
- 3 - $n = 1500 \text{ кол/хв}$, $r = 1 \text{ мм}$

Середній час самосортування при $H_d = 20 \text{ мм}$ становить 5-6 с.

За часом самосортування t_{cp} і середньої швидкості визна чають необхід - му довжину сита

$L = v_{cp} t_{cp}$. Дослідження дозволили уточнити оптимальні пара - метри для сортувального сита - кут нахилу $\alpha = 10\text{-}11$, довжина $L = 900\text{-}1100 \text{ мм}$; для приємного - $\alpha = 5\text{-}7^\circ$, $L = 500\text{-}600 \text{ мм}$; для підсівних - $\alpha = 11\text{-}12^\circ$, $L = 1600\text{-}1800 \text{ мм}$.

Продуктивність вібросепаратора, як і інших ситових сепараторів, визна чається за формулою $Q = q B \text{ (кг/год)}$.

Для машин з обертовими ситами при очищенні окремих видів сировини від домішок і сортуванні відходів окружну швидкість барабана обирають в межах $1,2\text{-}1,6 \text{ м/с}$.

На основі дослідних даних навантаження на 1 м² приймають рівним 500-600 кг/год при очищенні зерна від великих домішок, 200-300 кг/год при очищенні від дрібних домішок і 100-150 кг/год при сортуванні відходів.

У сучасних конструкціях барабан розташовують горизонтально, продукт переміщується уздовж сита похилими планками-гонками. Найчастіше в машинах цього типу сита і бичі обертаються з різною швидкістю навколо горизонтальної осі. Машини з таким пристроєм зазвичай називають відцентровими буратами або центрофугалами.

1.3.2 Ситові сепаратори з плоскими ситами для очищення і розділення на фракції зерна

В останні роки все більше іноземних компаній ("OKRIM", "Buhler", "GBS", "Prokip", "Sromash", та ін.) крім виробництва сепараторів з круговим періодичним поступальним коливальним рухом, виробляють машини з прямолінійними коливаннями ситових корпусів з плоскими ситами. Зазвичай частота вібрації становить 700-1000 коливань в хвилину, а діапазон вібрації - 3-6 мм. Цьому сприяла розробка надійних моторизованих вібраторів і високоскладних і стабільних вібраційних опор. Виробництвом таких машин займаються вітчизняні виробники "Sovokrym" і "Melinvest". Завдяки підвищеній частоті коливань і порівняно невеликій амплітуді цей тип сепаратора називають «вібросепаратором». Раніше частота коливань корпусу сепаратора зазвичай не перевищувала 550 разів на хвилину, а амплітуда становила 5-6 мм. Слід сказати, що метод переміщення поверхні кипіння шляхом збільшення частоти коливань і зменшення амплітуди вже давно знаходиться в центрі уваги зерноочисників. Цей тип машини випускався в Німеччині ще в 1960-х роках під назвою «віброклон». У цьому ж році місцеве машинобудування створило вібросепаратор типу БСВ.

Досвід їх роботи показує, що при такому ж спеціальному навантаженні та інших еквівалентних умовах порівняно з сепаратором з прямою вібрацією

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

корпусу фільтра (амплітуда - 5 мм, кількість вібрацій - 480-500 за хв) ефективність очищення вище в 1,2 - 1,25рази. Дуже успішно вирішена проблема очищення решіток у вібраційних сепараторах.

Використовуючи гумові кульки замість громіздких і складних механічних пристроїв, гумові кульки можуть працювати ефективніше, коли екран вібрує. З'явилася технічна можливість виробництва зносостійких м'ячів на основі поліуретанових добавок, вітчизняна піар-індустрія освоїла дуже надійні і компактні вібросепаратори двигунів. Удосконалено опори вібруючого корпусу і, таким чином, створено передумови для надійної і довговічної роботи сепараторів, які, як і все зернопереробне обладнання, працюють у важкому режимі - безперервна робота з зупинкою на декадний ремонт і профілактику.

Основними параметрами вібраційного сепаратора є продуктивність ситової оболонки, частота та амплітуда коливань.

Продуктивність вібраційних сепараторів з прямолінійними коливаннями визначають за формулою

$$Q = qB, \text{ кг/год}$$

де B - ширина решета, см;

q - питоме навантаження на сита, кг/(ч * см).

Для пшениці $q = 50-70$ кг/(ч * см), для вівса $q = 30-50$ кг/ч * см). Значення раозмаху коливань ситового корпусу рекомендується обирати рівним половині середньої довжини зерна l , мм:

$$A = \frac{l}{2}$$

Прискорення ситового корпусу визначається по формулі

$$a = \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2 \cdot \frac{l}{4},$$

звідки

$$n = \frac{60}{\pi} \sqrt{\frac{a}{l}} \text{ кол/хв},$$

де a - прискорення ситового корпусу, м / с²;

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

l - середня довжина зерна, мм.

Щоб зменшити ступінь забиваємості сит, рекомендується вибирати значення $a = (2,4-4,0) \text{ g м/с}^2$.

Мотор-вібратори для повідомлення ситовим корпусам прямолінійних коливань встановлюють на боковинах сепараторів, або з торця на спеціальній підсиленій траверсі, змонтованій в нижній частині ситового корпусу. При цьому обов'язково передбачається можливість повороту вібратора для регулювання напрямку коливань.

Характерними для цього класу машин є ситові вібросепаратори типу *СПВ-Н* з торцевої установкою мотор-вібраторів, що випускаються фірмою «Совокрим» трьох типорозмірів по продуктивності: СПВ-0,6Н, СПВ-10Н і СПВ-15Н.

Сепаратори СПВ-Н призначені для попереднього та остаточного очищення зернових та круп'яних культур на елеваторах, млинах, круп'яних та комбікормових заводах. Обробка продукту здійснюється в ситовому корпусі з відповідним набором сортувальних та підсівних сит. Ситовий корпус у кінцевій частині через тибкий рукав підключається до аспірації. Принципове технічне рішення вібросепараторів СПВ-Н показано на рис. 1.3.4. Сепаратор складається з рами 12 ситового корпусу, встановленого на пружинах 8. Коливальний рух ситового корпусу повідомляють два мотор-вібратори 5. Ситовий корпус має два яруси сит 3, 4, 6, 7 - сортувальні та підсівні. Сита в процесі роботи очищаються гумовими кульками, які за такого способу переміщення ситового корпусу працюють найбільш ефективно.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

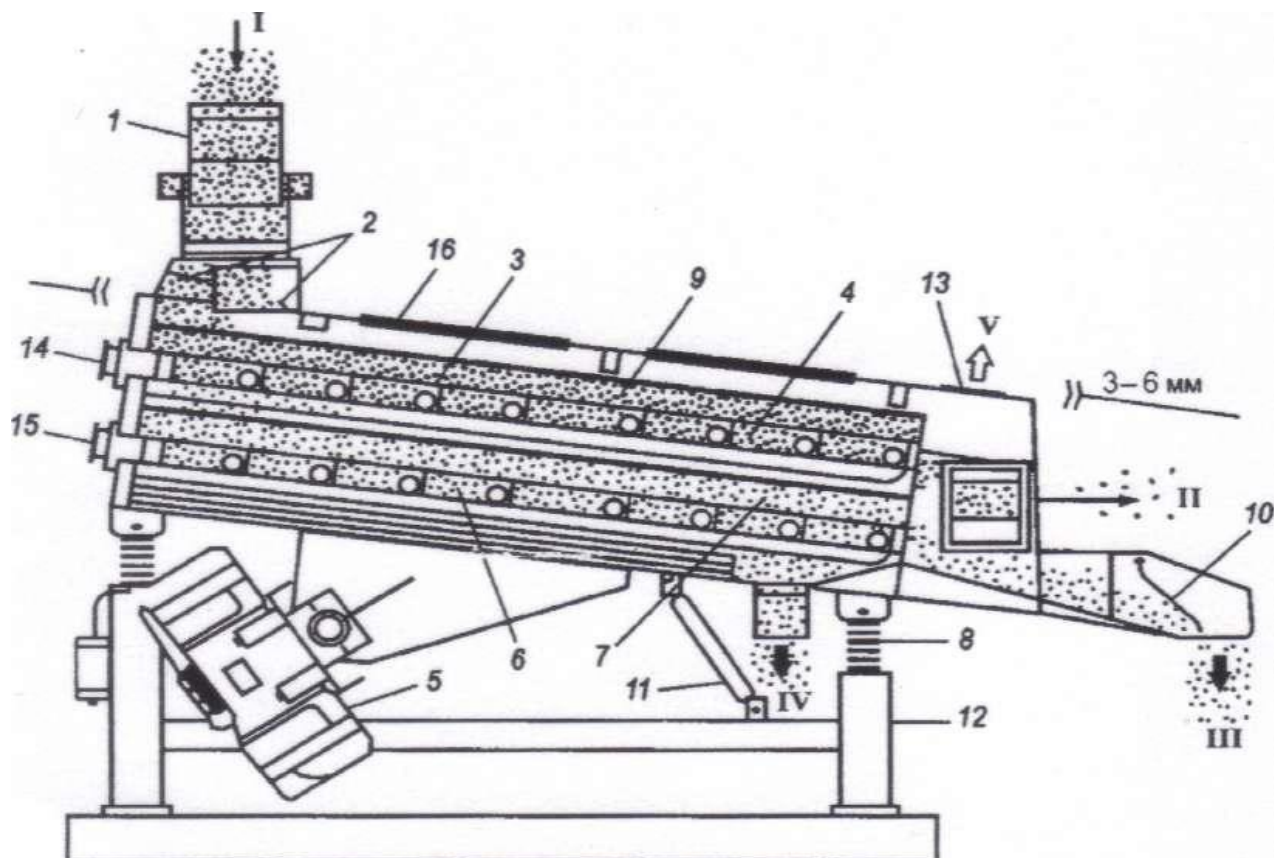
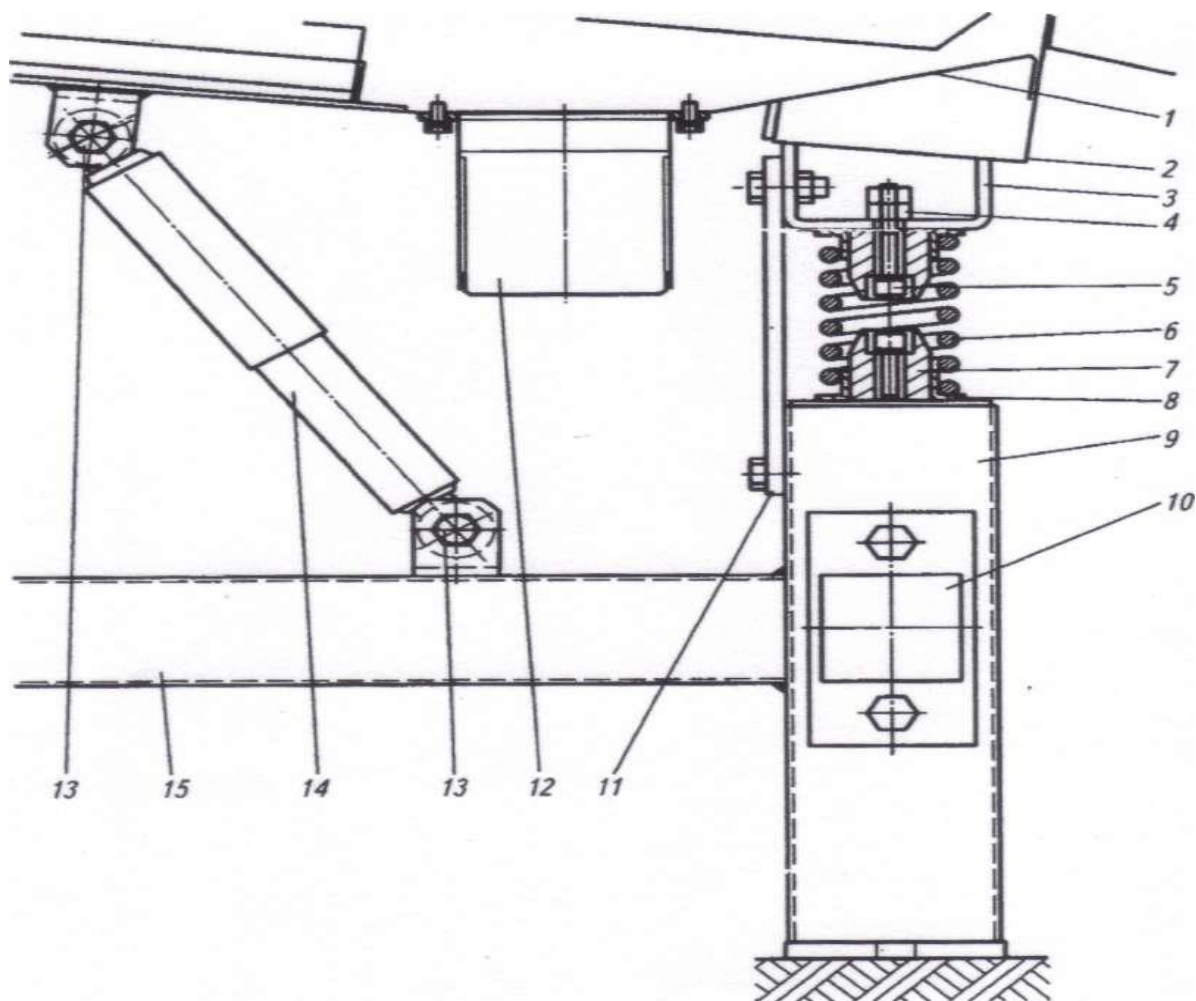


Рис. 1.3.4 - Конструктивна і технологічна схема сепаратора типу СПВ-Н:

1 - приймально-розподільний пристрій; 2 - похилі скати; 3, 4 - вір х неї сито; 5 - два мотор-вібратора; 6, 7 - нижнє сито; 8 - пружина; 9 - р е Зіновій накладка; 10 - клапан; 11 - чотири амортизатора; 12 - рама; 13 - заглушка; 14 - маховичок верхнього сита; 15 - маховичок нижнього сита; 16 - люк; I - надходження товару; II - вихід великих домішок; I - очищене зерно; IV-вихід дрібних домішок; V - до аспіраційного повітряпроводу

На рис. 1.3.5 показано встановлення ситового корпусу на станині. Гвинтові пружини 6 (4 шт.) встановлюються своєю нижньою частиною на плити опорних вертикальних стійок станини 9. Пружини 6 кріпляться через втулку 8, сухар 7 - стяжкою 5. Аналогічно кріпиться верхня частина пружини до скоби 3 посиленого кронштейна 2 ситового корпусу. Тут пружина кріпиться до стяжки за допомогою гайки 4 і зачіпається. Скоба 3 під час транспортування сепара-

тора кріпиться до вертикальної (опорної) стійки, фіксуючи таким чином ситовий корпус сепаратора.



Мал. 1.3.5 - Установка ситового корпуса на станині:

1 - ситовий корпус; 2 –опорний кронштейн зі скобою 3; 4 - гайка; 5 - тяжка; 6 - кручена пружина (ресора); 7 - сухар; 8 - втулка; 9 - вертикальна (опорна) стійка станини; 10 поперечна балка станини; 11 - кріпильна (транспортна) пластина; 12-лоток для виведення дрібних домішок; 13 - опора амортизатора; 14 - амортизатор; 15 - поздовжня балка станини

Для поліпшення динамічного режиму і обмеження амплітуд під час пуску і вибігу встановлені амортизатори 14, опори яких 13 прикріплюються до станини і ситова корпусу. Місця кріплення кронштейна опори 13 амортизатора до ситова корпусу посилюються ребрами жорсткості. Як

амортизаторів застосовуються серійні моделі з автомобілів ВАЗ, що забезпечують надійну і довговічну роботу.

На всіх великих сепараторах застосовуються в якості підвіски гвинтові пружини, а на сепараторах і каменевідбірниках малої продуктивності (з невеликими масами і меншою амплітудою коливань) використовуються резинометалеві опори (рис.1.3.6). Така опора виконується з спеціальної гуми, що відрізняється високою якістю, пружністю і в той же час достатньою еластичністю. Досвід роботи таких опор підтвердив їх надійність. Металеві втулки 2 з обох сторін впресовані в гумову бобишку і крізь різьбові отвори кріпляться відповідно до станини і робочого корпусу.

Найбільш оригінальним рішенням основних вузлів сепаратора СГТВ-Н у порівнянні з іншими конструкціями різних фірм є приводна частина сепаратора, система підвіски та амортизації.

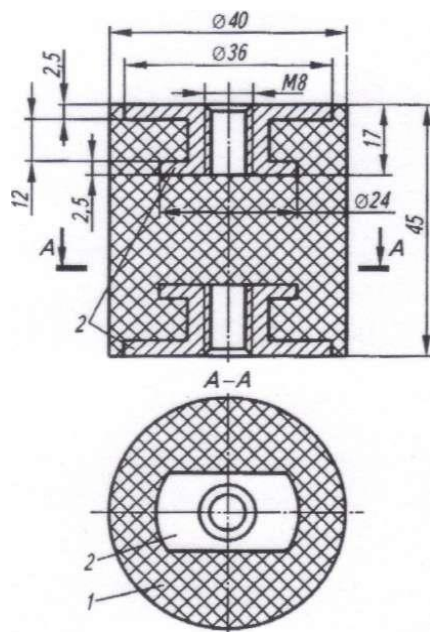


Рис. 1.3.6 Гумово-металева опора (буфер):

- 1 - гумова бобишка;
- 2 - металева втулка

Установка в якості приводних двох моторвібраторів, що самосинхронізуються, є цілком обґрунтованим технічним рішенням і забезпечує самоурівноважувальну систему з точно заданими параметрами коливань. Розмах коливань у період перехідних режимів обмежують амортизатори. Як раніше зазначалося, два вібратори реалізують схему самобалансного інерційного коливача: при обертанні вантажів у різні сторони поперечні сили інерції врівноважуються, а поздовжні - складаються в результуючу та забезпечує задану амплітуду.

1.4 Опис винаходів і патентів

Зерноочисна установка з потоком очисного повітря, що випускається над зерновим бункером для зернозбирального комбайна

US9717183B2

Анотація

До складу зернозбирального комбайна входять молотильний апарат, зерновий бункер і очисна установка. Зерновий бункер призначений для збору потоку зерна/полови з молотильного апарату та приводиться в рух коливальним чином, щоб транспортувати зібране зерно/полову до заднього краю, звідки потік зерна/полови падає в очисний пристрій. Очисний блок містить блок вентилятора для створення повітряного потоку, спрямованого через потік зерна/полови, що падає із заднього краю, і повітряний потік, що випускається над зерновим бункером.

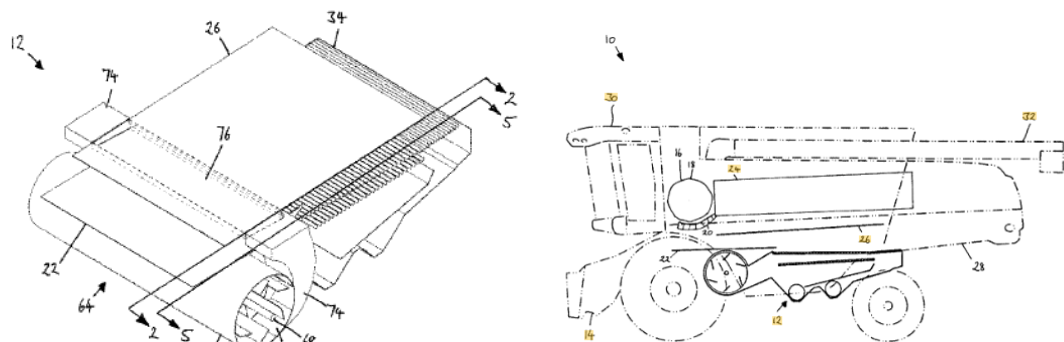


Fig. 1

Винахід відноситься до обробки потоку врожаю в зернозбиральному комбайні, а саме до обробки та очищення зерна, відокремленого молотильним апаратом.

Протягом багатьох десятиліть фермери використовували самохідні зернозбиральні комбайни для збирання широкого спектру культур, включаючи зернові, кукурудзу та ріпак. Як правило, зернозбиральний комбайн зрізає врожай, обмолочує зерно з нього, відокремлює зерно від соломи та очищає зерно

					KPM.TOЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

перед зберіганням у бортовій цистерні. Солома та пожнивні залишки викидаються із задньої частини машини.

Обмолот зазвичай здійснюється за допомогою одного або кількох молотильних циліндрів, які обертаються всередині барабана або клітки. Комбайни звичайних або гібридних типів обмолоту містять молотильний циліндр, який обертається на поперечній осі, при цьому урожай проходить тангенціально під циліндром. Система обмолоту осьового типу включає один або більше роторів, що мають поздовжньо вирівняні осі обертання, де врожай подається в передній кінець і транспортується по спіралі навколо роторів. Комбайни з поперечною системою обмолоту включають молотильний циліндр із поперечною віссю обертання, де врожай подається тангенціально з одного боку та транспортується по спіралі навколо ротора по всій ширині машини.

Зерно та солома, відокремлені в процесі обмолоту, падають під дією тяжіння через решітку на розташовану нижче систему транспортування, яка передає зерно та солому до очисної установки. Система транспортування, як правило, включає в себе зерновий бункер, який приводиться в рух коливальним способом для транспортування зерна і соломи назад до заднього краю, звідки зерно і солома падають під дією сили тяжіння в очисний пристрій (часто називається «очищувальний башмак»).

Залишок потоку врожаю від процесу обмолоту транспортується назад від молотильного апарату до сепаруючого апарату. У звичайній системі сепаруючий апарат зазвичай включає кілька соломотрясів, які «проводять» соломі через решітку до задньої частини машини, тоді як відокремлене зерно падає через решітку. У чистих осьових системах розділювальний апарат містить розширення одного або більше осьових роторів, де відокремлений матеріал падає через решітку, створену клітками ротора.

Матеріал, що падає через решітки розділювального апарату, вловлюється піддоном сепаратора (або «зворотним піддоном»), який також приводиться в коливальний рух, щоб транспортувати матеріал вперед до переднього краю,

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

звідки він падає під дією сили тяжіння для поєднання з зерно, зібране з молотильного апарату. Побічний продукт соломи із сепаратора викидається із задньої частини комбайна.

Очисний блок більшості комбайнів працює відповідно до добре налагодженого процесу, у якому зерно та полови, що каскадом спускаються з молотарки та сепаратора, потрапляють у потік повітря, створюваний вентилятором. Повітряний потік видуває легшу половику та пил назад і з комбайна, тоді як важче зерно падає на та через одне або кілька очисних сит перед транспортуванням до зернового бункера.

Швидкість повітряного потоку вибирається таким чином, щоб максимізувати відсоток полови та будь-якого іншого матеріалу, окрім зерна (MOG), видаленого з потоку культури, мінімізуючи при цьому відсоток втрат зерна із задньої частини машини.

Розвиток технологій обмолоту та сепарації останніх років не супроводжувався збільшенням потужності очисної установки. Таким чином, вузьке місце, яке представляє очисна установка, перешкоджає повному використанню потенціалу сучасної технології розділення.

Коротка сутність винаходу

Метою винаходу є створення вдосконаленого пристрою для очищення зерна в зернозбиральному комбайні для підвищення ефективності та/або потужності очисного агрегату.

Відповідно до винаходу пропонується зернозбиральний комбайн, який містить молотильний апарат, зерновий піддон і очисний пристрій, причому зерновий піддон призначений для вловлювання потоку зерна/полови, що падає під дією сили тяжіння з молотильного апарату, і приводиться в коливальний рух для транспортування зібраний потік зерна/полови назад до заднього краю, звідки потік зерна/полови падає під дією сили тяжіння в очисний блок, причому очисний блок містить блок вентилятора для генерування першого повітряного потоку для очищення, який спрямовується під зерновий піддон і через зерно

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

/полови, що падає із зазначеного заднього краю, зернозбиральний комбайн додатково містить засіб для створення другого повітряного потоку для очищення, який випускається над зерновим бункером.

Забезпечуючи другий потік очисного повітря перед очисним блоком, суміш зерна/MOG ефективно попередньо очищається, при цьому більш легкий MOG видувається назад, коли матеріал падає під дією сили тяжіння на шляху від молотильного/сепаруючого пристрою до очисного блоку.

Адаптивна система керування для обмолоту роздільним навантаженням тангенціального потоку та пристрою поздовжнього осьового потоку

US10716255B2

Анотація

Винахід пропонує адаптивну систему керування та спосіб регулювання навантаження сепарації обмолоту комбайна та поздовжньої осі. Система контролю в основному включає пристрій моніторингу втрат захоплення, пристрій моніторингу швидкості руйнування зерна, пристрій для регулювання зазору ріжучого увігнутого виходу, пристрій моніторингу навантаження тремтячої дошки, пристрій моніторингу навантаження зворотної пластини та систему моніторингу та керування в режимі онлайн. Відповідно до диференціального сигналу датчика сили удару та датчика інерційної сили розраховується потік ріжучого потоку обмолоту та сепаруючого пристрою шляхом моніторингу в реальному часі швидкості руйнування зерна, швидкості втрат захоплення, тангенціального вихідного зазору канавки, ріжучого барабана швидкість і швидкість барабана по поздовжній осі. Співвідношення навантаження сепарації обмолоту сепаратором обмолоту та поздовжньо-осьовим потоком обмолоту та сепараційного пристрою регулюється в розумному діапазоні співвідношення, щоб відповідати важким для зняття, легким для зняття та іншим культурам різних вимоги до збору врожаю, щоб підтримувати найкращу потужність обмолоту та кращу адаптивність.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

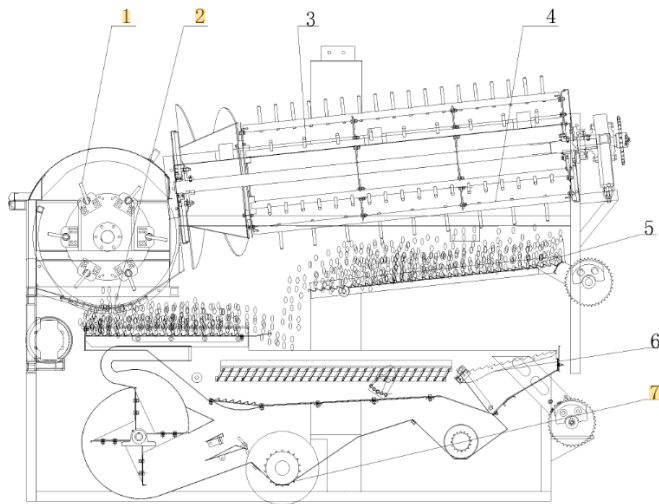


FIG. 1

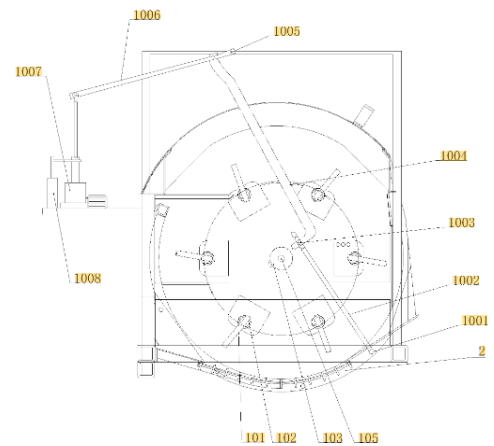


FIG. 7

ОПИС

ПЕРЕХРЕСНЕ ПОСИЛАННЯ НА ПОВ'ЯЗАНІ ЗАЯВКИ

Ця заявка є національною стадією міжнародної заявки № РСТ/CN2016/097599, поданої 31 серпня 2016 р.; яка претендує на пріоритет китайської заявки № 201610761347.7, поданої 29 серпня 2016 р.

ТЕХНІЧНА СФЕРА

Винахід відноситься до комбайнового молотильно-сепаруючого пристрою та адаптивного поля керування. Зокрема, адаптивна система керування навантаженням сепарації обмолоту пристроїв тангенціального потоку та поздовжнього осевого потоку.

ФОНОВА ТЕХНІКА

Нині комбайн став масштабним, автоматизованим, інтелектуальним. З точки зору розвитку продуктивність збирання врожаю комбайна та інтелектуальна автоматизація стала важливим показником сучасного сільського господарства. В останні роки з розвитком виробництва сільськогосподарської техніки в Китаї та впливом міжрегіонального збору врожаю зріс попит на зернозбиральні комбайни в сільській місцевості. Розвивається поступово від малого до середнього та великого. Це нагальна потреба у відповідній системі on-line моніторингу для моніторингу умов роботи ключових компонентів. Це дозволяє водієві

					KPM.TOЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

контролювати роботу машини. Це також може зменшити частоту відмов, покращити експлуатаційні характеристики та ефективність виробництва, а також продовжити термін служби машини. Однак рівень інтелекту та адаптивного керування китайським зернозбиральним комбайном все ще є відносно низьким, і йому потрібні методи моніторингу в реальному часі та адаптивні пристрої керування робочими параметрами та показниками продуктивності.

Для зернозбиральних комбайнів різні сорти сільськогосподарських культур визначають складність розділення обмолоту. Зрілість раннього рису індика на півдні, як правило, краще, ніж у інших, тому його легше обмолотити окремо. Таким чином, більшість зернових культур було обмолочено в тангенціальному мотовилі, а деякі з них залишилися в пристрої широтного осьового потоку. Це призводить до того, що робота пристрою тангенціального потоку велика, а робота пристроїв поздовжнього осьового потоку мала. Він також може блокувати пристрій тангенціального потоку, і посіви можуть накопичуватися через коливання, коли посіви вологі та їх важко обмолотити, робота пристрою широтного осьового потоку стає великою. Якщо робота пристрою тангенціального потоку є великою та експорт моголи не є належним або швидкість пристрою тангенціального потоку висока, це може призвести до багаторазового обмолоту. Цей процес збільшує швидкість руйнування врожаю. Так само, коли робота поздовжнього осьового мотовила велика, обмолоту врожаю недостатньо. Це призводить до того, що посіви вивітрюються, коли їх не повністю обмолочено. Тому питання про те, як відрегулювати поділ поздовжньо-осьового потоку пристроїв і тангенціального потоку пристроїв є важливою проблемою вдосконалення виробництва зернозбирального комбайна.

Патент на корисну модель Китаю CN202232226, пов'язаний з вибором регулювання навантаження, може усунути культуру, яка має лише оболонку злаків, щоб зменшити навантаження фільтруючого зерна. Однак у конкретному процесі впровадження легко збільшити коефіцієнт втрат зерна від захоплення. А пристрій налаштовується вручну, тому його неможливо налаштувати в ре-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

льному часі. Придатність до збору врожаю погана. CN104855058 А — це патент, який зосереджується на проблемах, пов'язаних із тим, що матеріали накопичуються з обох боків сортувального сита та впливають на сито. Винахід вирішує проблему нерівномірного розподілу матеріалу поверхні екрану. Він може інтелектуально регулювати відкриття перегородки молотильного пристрою в режимі реального часу відповідно до втрати зерна, але це не вирішує проблему накопичення матеріалу, головним чином необґрунтованої частки навантаження розділення обмолоту тангенціального та поздовжнього осьового потоку. Лише шляхом регулювання потоку та поздовжньої осі швидкості мотовила та інших параметрів можна підтримувати потік та співвідношення поздовжнього осьового обмолоту розділення навантаження в розумному діапазоні. Це може вирішити проблеми в їх джерелі. Винахід CN102273359 відноситься до адаптивної системи контролю засмічення для комбайна з різальним потоком, яка визначає швидкість обертання та крутний момент тангенціального мотовила та мотовила поздовжнього потоку датчиком детектування під час процесу обмолоту та виконує попередню перевірку. збережене порівняння стандартних значень суджень. Відповідно до зміни швидкості та крутного моменту регулюють швидкість дотичного потоку та поздовжнього осьового потоку зернозбирального комбайна. Винахід вирішує проблему завалу і перевантаження матеріалу в процесі обмолоту. Але винахід зосереджений лише на проблемі засмічення. Немає відповідного пристрою моніторингу в режимі реального часу для моніторингу швидкості подрібнення зерна, швидкості втрат при захопленні та інших показників продуктивності. Тобто існує велика можливість отримати високу швидкість руйнування зерна та високу швидкість втрат при захопленні, коли ми регулюємо тангенціальний потік і поздовжній осьовий зазор потоку. Крім того, тут не йдеться про конкретні поради щодо налаштування та виконання рішень.

ЗМІСТ ВИНАХОДУ

Відповідно до цього винаходу пропонується адаптивна система керування для обмолоту та сепараційного навантаження тангенціального потоку та при-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

строю поздовжнього осьового потоку, так що відсікаючий молотильний та сепаруючий пристрій та поздовжній осьовий потік молотильного та сепараційного пристрою коефіцієнт навантаження сепарації обмолоту в розумному діапазоні, щоб відповідати важким для зняття, легким для зняття та іншим культурам з різними вимогами до збору врожаю, щоб підтримувати найкращу потужність обмолоту та кращу адаптивність.

Даний винахід досягається за допомогою технічних засобів, описаних нижче.

Адаптивна система керування навантаженням сепарації обмолоту пристрою тангенціального та поздовжнього осьового потоку включає відсічне мотовило, відсічну увігнуту пластину, мотовило поздовжнього осьового потоку, поздовжнє осьове тарілчасте решето, зворотну тарілку, грохочення екран. Пластина розташована під тангенціальною катушкою, яка встановлена в проточній бобіні з поздовжньою віссю, яка розташована нижче проточної бобини з поздовжньою віссю, яка розташована в нижній частині відрізаної бобини (1) і зворотній пластині та розташована вище зерновий агар; відрізняється тим, що він додатково містить пристрій для регулювання вихідного зазору зрізаної увігнутої пластини, пристрій контролю навантаження тремтячої пластини, пристрій контролю навантаження зворотної пластини та систему моніторингу та керування в режимі онлайн.

Перший шатун, другий шатун, другий шатун, третій шатун, обертовий стрижень, електричний циліндр і датчик переміщення, один кінець першого шатуна з'єднаний з випускним кінцем різальної канавки через перший з'єднувальний штифт, а інший кінець з'єднаний з одним кінцем другого з'єднувального стрижня через другий з'єднувальний штифт, а інший кінець другого з'єднувального стрижня з'єднаний з поворотним стрижнем; передній кінець обертового стрижня - третій з'єднувальний штифт шарнірно з'єднаний з рамою і може обертатися навколо третього з'єднувального штифта; задній кінець обертового штока з'єднаний з електроциліндром через кульковий підшипник; датчик пере-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

міщення з'єднаний з електроциліндром; датчик переміщення та електричний циліндр підключені до онлайн-системи моніторингу та контролю.

Пристрій моніторингу навантаження пластини тремтіння встановлено на пластині тремтіння очисного екрана та розташоване під тангенціальною котушкою, в основному включає датчик моніторингу інерційної сили тремтіння, першу плату моніторингу тремтіння, датчик моніторингу впливу тремтіння, другий моніторинг тремтіння А монтажна пластина джиттера та кріплення джиттера, причому монтажна пластина джиттера закріплена під пластиною джиттера за допомогою тримача джиттера, а пластина джиттера та монтажна пластина джиттера мають ту саму форму, що й перша плата моніторингу джиттера та другий монітор джиттера та два наскрізних отвори відповідні у вертикальному напрямку; перша пластина моніторингу тремтіння розташована в наскрізному отворі в монтажній пластині тремтіння та підтримує зазор від 0,5 мм до 3 мм з краєм наскрізного отвору; один кінець датчика джиттера закріплений на задній частині пластини для джиттера, а інший кінець закріплений на другому моніторі джиттера. Датчик інерційної сили джиттера та датчик джиттеру підключені до системи моніторингу та керування в режимі онлайн.

Пристрій моніторингу навантаження зворотної пластини встановлений на зворотній пластині та розташований під поздовжнім осьовим барабаном потоку, який в основному містить датчик моніторингу інерційної сили повернення, першу плату моніторингу повернення, датчик моніторингу сили зворотного удару, другу плату моніторингу повернення, зворотний монтажний щит і задня опора; пластина зворотного монтажного кронштейна під поверхнею зворотної пластини, зворотна монтажна пластина та поверхня задньої пластини відкриті, і перша контрольна зворотна пластина, другий наскрізні отвори такої самої зворотної лінії моніторингу форми пластини та два відповідних отвори у вертикальному напрямку; перша пластина контролюється задньою монтажною пластиною через отвір і утримується з зазором 0,5 мм на 3 мм через край отвору; зазначена друга пластина контролюється зворотним ходом, що повертається че-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

рез наскрізний отвір, і підтримує зазор 0,5 мм-3 мм на краю наскрізного отвору; датчик моніторингу інерційної сили повернення, встановлений у зворотній пластині, закріплений на одному кінці, інший кінець пластини на першому фіксованому контрольному поверненні; датчик моніторингу зворотної сили удару, один кінець зворотної пластини, закріплений на задній поверхні, інший кінець пластини на другому фіксованому контрольному поверненні; Датчик моніторингу інерційної сили повернення, моніторинг датчиків зворотного удару є он-лайн-моніторингом Система підключена до системи.

Онлайнова система моніторингу та керування використовується для виявлення інерційної сили та сили удару, виявленої датчиком інерційної сили тремтіння, датчиком удару тремтіння, датчиком моніторингу зворотної інерційної сили, датчиком моніторингу зворотної сили удару, а також виявленого зміщення за допомогою датчика переміщення. Навантаження зворотної пластини розраховується як навантаження поздовжньої осі котушки потоку відповідно до зворотної сили інерції та сили зворотного удару, а навантаження барабана розраховується відповідно до навантаження тангенціального барабана. Регульовані манометри поперечного потоку Регулювання зазору між манометрами; і контролювати розмір вихідного зазору датчиків відповідно до переміщення, виявленого датчиком переміщення.

Крім того, кількість пристроїв контролю навантаження хитної пластини дорівнює п'яти, а тип «X» розташований у всій площі пластини тремтіння, а конкретне положення визначається відповідно до геометричного розміру пластини тремтіння; кількість зневоднювального матеріалу, виміряного пристроєм моніторингу навантаження тремтячої пластини. Математичну модель маси експлоатувального матеріалу по всій площі тремтячої пластини необхідно встановити за допомогою стендового випробування. Кількість приладів контролю зворотного щита - п'ять, а тип "X" розташований по всій площі зворотного щита. Конкретне положення необхідно визначати відповідно до геометричних розмірів зворотної пластини. Кількість стоків, що вимірюється пристроєм моніторингу

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

нгу навантаження зворотної пластини. Математичну модель якості стоків з усієї площі зворотної пластини необхідно встановити стендовими випробуваннями.

Додатково містить пристрій моніторингу втрат від захоплення та регулятор потоку по поздовжній осі, причому зазначений пристрій моніторингу втрат від захоплення встановлено на поздовжній осі поздовжньої опори та підключено до системи моніторингу та керування в режимі онлайн. Пристрій регулювання поздовжньої осьової швидкості мотовила розташований на задньому кінці вала поздовжнього осьового мотовила і складається з першого гідравлічного циліндра, рухомої частини першого шків, першого ремня та частини фіксації першого шків. Перший гідравлічний циліндр і рухома частина першого шків знаходяться на одній стороні, а перший ремінь розташований між рухомою частиною першого шків і частиною фіксації першого шків. Перша фіксуюча частина шків закріплена відносно поздовжньої осі вала котушки. Рухома частина першого шків може аксіально переміщуватися вздовж поздовжньої осі вала мотовила під дією першого гідравлічного циліндра. Він може змінювати розмір канавки ремня, а потім змінювати передавальне число та контролювати поздовжню вісь швидкості мотовила.

Крім того, він також включає в себе пристрій моніторингу швидкості дроблення зерна та пристрій контролю швидкості ріжучого мотовила. На виході з зерна встановлений прилад моніторингу дроблення зерна, який підключається до системи онлайн-контролю та контролю. Пристрій регулювання швидкості ріжучого барабана складається з другого гідравлічного циліндра, рухомої частини другого шків, другого ремня та частини фіксації другого шків. Другий гідравлічний циліндр і рухома частина другого шків знаходяться на одній стороні. Другий ремінь розташований між рухомою частиною другого шків та частиною фіксації другого шків. Друга фіксуюча частина шків закріплена відносно тангенціального валу котушки. Друга рухома частина шків аксіально переміщується вздовж тангенціального вала мотовила під дією другого гідравлічного циліндра. Таким чином, він може змінювати розмір канавки ремня, а

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

потім змінювати передавальне число та контролювати швидкість ріжучого барабана.

Крім того, пристрій моніторингу втрат витягування складається з двох монтажних кронштейнів і двох датчиків моніторингу. Два монтажних кронштейни розташовані перед поздовжньою віссю поздовжньої канавки. Вони закріплені на поздовжній осі увігнутої пластини. Два датчики контролю встановлені на платі, зверненій до поздовжньої осі котушки потоку. Два датчики моніторингу підключені до системи моніторингу та контролю в режимі on-line.

Крім того, пристрій моніторингу швидкості дроблення зерна складається з процесора зображення, камери CCD, пластини для збору інформації про зерно та джерела світла. Процесор зображень встановлений на платформі над виходом із зернистої губки. Верхня частина пластини збору інформації про зерно закріплена на вихідному отворі зерна. ПЗЗ-камера встановлена на платі збору зернистої інформації. Він підключений до графічного процесора. Процесор зображення, плата збору інформації про зернистість підключені до системи онлайн моніторингу та контролю.

Переваги цього винаходу:

Цей винахід спрямований на вирішення проблеми обмолоту та сепарації комбайна в Китаї: дисбаланс співвідношення відсікання та поздовжнього осьового потоку не може задовольнити вимоги різних сортів сільськогосподарських культур. І він не може підтримувати найкращу здатність обмолоту та кращу адаптивність. У винаході запропоновано адаптивну систему керування відривом і розвантаженням навантаження комбайна та поздовжньої осі. Система базується на вимогах до швидкості подрібнення зерна, коефіцієнту втрати захоплення, щоб відповідати вимогам на основі адаптації відповідно до тремтячої пластини від якості матеріалу та зворотної пластини від контролю якості матеріалу, відсікання експорту увігнутої пластини зазор, швидкість ріжучого мотвила та швидкість мотвила по поздовжній осі. Таким чином, щоб співвідно-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

шення навантаження сепарації обмолоту відрізного сепаратора обмолоту та сепаратора обмолоту поздовжньої осі було в розумному діапазоні.

(2) Винахід також може контролювати швидкість роздроблення зерна та швидкість залучення втрат у процесі обмолоту в режимі реального часу. Не тільки може відображати ефект очищення зерна в режимі реального часу, але також за допомогою адаптивної системи керування для регулювання швидкості ріжучого мотовила, швидкості поздовжньої осі мотовила, щоб забезпечити швидкість розриву зерна, кваліфіковану швидкість втрати захоплення.

(3) Адаптивна система керування навантаженням сепарації обмолоту не обмежується пристроями тангенціального та поздовжнього осьового потоку. Він також підходить для інших типів молотильних і сепараційних пристроїв. Такі як: відрізний потік + пристрій для обмолоту та розділення з подвійною вертикальною віссю, відрізний потік + потік із горизонтальною віссю, потік із поперечною віссю + потік із горизонтальною віссю та інші пристрої для обмолоту та розділення з кількома барабанами. Ми можемо регулювати швидкість поломки зерна, швидкість втрати захоплення, початкове розвантажувальне навантаження та навантаження вільного ходу, а також використовувати згадану вище адаптивну систему керування навантаженням сепарації обмолоту для регулювання кута виходу увігнутої пластини, швидкості первинного мотовила та швидкість перемотування. Так, щоб співвідношення першого та розвантаження було в межах розумного діапазону. Щоб задовольнити вимоги до врожаю різних сортів сільськогосподарських культур для підтримки найкращої потужності обмолоту та кращої адаптивності. Він також адаптований до таких як пшениця, соя, рис, ріпак, кукурудза та інші культури, контроль навантаження сепарації. Це значно сприятиме розвитку адаптивного управління технікою для збору врожаю Китаю в галузі технологічного прогресу.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Опис винаходу до авторського свідоцтва

(46) 07.03.90. Бюл. №9.

(72) А.В. Мержеєвський, А.І. Мигунов і В.А. Золотухін (53)

621.928.235 (088.8)

(56) Кулагаєн М.С. та ін. Механізація останньої збиральної обробки і зберігання зерна і насіння. М.: Колос, 1979. - С. 31.

Авторське свідоцтво

14.671866, КП У 07В1 / 40, 1977.

(54) Вібросепаратор для очищення зерна

(57) Винахід відноситься до техніки очищення зерна і може бути застосоване для поділу крупності інших сипких матеріалів. Мета - підвищення ефективності очищення зерна та продуктивності. Корпус (К) 1 вібросепаратора має форму жолоба, що розширюється вгору, і встановлений на підставі, через амортизатори 2.

Всередині К1 розташоване сито (С) 3, що складаються з двох секцій, пов'язаних між собою з одного боку за допомогою шарніра з'єднання (ШС) 5, за яке з 3 підвішено до основи через тягу 7. Вібробудник 4, пов'язаний з К1, повідомляє йому вертикальні коливання, внаслідок яких збуджуються поворотні коливання секцій СЗ навколо осі ШС 5. Коливання СЗ збуджуються при взаємодії роликів 6, закріплених на СЗ з протилежної від ШС сторони 5, зі стінками жолоба. Через зміщення фаз коливань секцій СЗ та К1, а також за рахунок форми жолоба, взаємодія роликів 6 з К1 відбувається з динамічним ударом 2.

Винахід відноситься до техніки очищення зерна від насіння бур'янів білого та щуплого зерна і може бути застосоване для поділу по більшості інших матеріалів.

Мета винаходу - підвищення ефективності очищення зерна і продуктивності.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

На рис. 1 зображено вібросепаратор, 10 - загальний вигляд; на рис. 2 - той же вид з торця. Вібросепаратор складається з корпусу 1, виконаного у вигляді жолоба, що розширюється вгору і встановленого на підставі через амортизатори 2, сита 3 і пов'язаного з корпусом 1 віброзбудника 4. Сито виконано з двох секцій, пов'язаних шарнірним з'єднанням 5. Протилежні вільні дві сторони стінок спираються жолоби роликів 6, закріпленими на секціях сита 3. Шарнірне з'єднання підвішено до основи на тязі 7.

Формула винаходу

Вібросепаратор для очищення зерна, що містить корпус встановлений на основу за допомогою амортизаторів сито розташоване всередині корпусу, і пов'язаний з корпусом віброзбудник відрізняється тим, що з метою підвищення ефективності очищення зерна і продуктивності, корпус вібросепаратора виконаний у вигляді жолоба, що розширюється вгору, а сито, пов'язаних між собою однією стороною за допомогою шарнірного з'єднання та встановлених з можливістю взаємодії іншою протилежною стороною з бічними стінками жолоба за допомогою роликів, закріплених на ситі, при цьому шарнірне з'єднання секцій сита пов'язане тягою з основою.

Опис винаходу до авторського свідчення

(21) 3433060 / 30-15

(22) 28.04.82

(46) 07.11.83. Бюл №41

(72) П.Н. Лапшин, В.А. Кубишев, В.Д. Олейников, П.П. Оксак, Н.І. Гра Бельковська і А.І. Клімак

(53) 631.362.22 (088.8)

(56) 1. Авторське свідоцтво

№321225 кл. А 0 ІF 12/44, 1969

Сепаратор зернового матеріалу, що містить дві машини, кожна деяких має два ярусно встановлених решітних стани, а також механізм з приводним

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

валом і шатунами для повідомлення станом протифазних коливань, що відрізняються тим, що, з метою підвищення довговічності сепаратора шляхом більш повного врівноваження динамічних навантажень, верхній і нижній стани однієї машини встановлені попарно на однакових рівнях зі станами другої машини, причому вісь приводного валу перетинає пряму сполучну центри мас однієї з пар станів одного рівня, а шатуни з'єднані зі станами цієї пари.

Винахід відноситься до техніки поділу зернових сумішей і може бути використано в зерноочисних агрегатах і комплексах для післязбиральної обробки зерна.

Відомий сепаратор зерна, що містить два решітні стани, встановлені на гнучких підвісках і забезпечені приводом протифазних коливань з ексцентровим валом і шатунами [1].

Сепаратор містить машини первичного очищення 1 і 2, які розташовує жодна за одною. Машини 1, 2 мають відповідно решітні стани 3, 4 і 5, 6, які з'єднані між собою двоплечих важелів закріплені на рамі машини 1, 2.

Для передачі руху на решітні стани встановлено приводний механізм з ексцентриковим приводним валом 9, шатуні якого 13 і 11 приєднані до двоплечих важелів 1 і 8 так, що в одному з крайніх положень решітних станів, що проходить через центри мас нижніх решітних станів 4, 6. Вісь приводного валу 9 перетинає пряму, що сполучає центри мас нижніх решітних станів 4, 6. Для розвантаження ланок приводного механізму верхні і нижні решітні стани кожної з машин з'єднані між собою плоскими пружинами як і двоплечого важелі 1 і 8 приєднані до решітного стану в площині руху центрів мас цих станів.

Стани 3, 5 та 4, 6 встановлені попарно на однакових рівнях . Сепаратор має також бункер 14 для подачі оброблюваного матеріалу до шкірного стану.

Опис винаходу до авторського свідчення

(61) Додаткове до авт. свідотства

(22) Заявлено 30.09.81 (21) 3003630 / 30-15

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

з приєднанням заявки №

Опубліковано 23.11.82. бюлетень №43

Дата опублікування опису 23.11.82.

(72) Автори винаходу А.С. Матвеев, А. М. Корн, А.Н. Зсолін і С.А Венков.

(54) Зерноочисна машина

Винахід відноситься до очищення і сортування зерна і може бути використане в агрегатах післязбиральної обробки зернових культур.

Відома зерноочисна машина, що містить плоске решето і розміщений під ним приймач прохідової фракції.

Формула винаходу

1.1. Зерноочисна машина містить забезпечений віброприводом решетний стан з плоским решетом, над яким паралельно йому встановлена платформа, яка відрізняється тим, що з цілю підвищення якості очищення та продуктивності машини, вона забезпечена принаймні однією додатковою платформою, встановленою із зазором послідовно з основною.

2.2. Машина п. 1 відрізняється тим, що передні кромки платформи відтягнуті вниз.

Машина для очищення зерна пшениці, рису, ячменю та ін містить решітний стан з плоским решетом 1, платформами 2 і 3 і приймачем 4 прохідової фракції.

Решетний стан забезпечений механізмом приводу 5 в зворотно-поступальний рух і прикріплений до рами в машині за допомогою підвісок 7. Над станом встановлений бункер-живильник 8.

Платформи 2 та 3 встановлені послідовно над решетом 1 і паралельно йому із зазором між ними. Їх передні кромки 9 і 10 відтягнуті вниз для запобігання обсіпання зернової суміші між решетом 1 і платформами 2 і 3 становить 100-200 мм. Відстань осі решета 1 передніх кромок 9 і 10 становить 10-20 мм.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Опис винаходу до авторського свідоцтва

(21) 43 83939 / 30-03

(22) 25.02.88

(46) 30.03.90 Бюл. №12

(72) Б.Л. Віхорнов, В.Н. Водяних,
Н.Ф. Литвинов (53) 621.982.2 (088.8)

(56) Авторське свідоцтво № 831226, кл. У 07 В 13/10

Авторське свідоцтво № 845875, кл. У 07 В 1/40 1979

(54) Сепаратор зернових матеріалів.

Винахід відноситься до поділу сипких матеріалів у комбікормової, борошномельної, круп'яної та інших галузях промисловості.

Мета винаходу - підвищення ефективності поділу матеріалу за рахунок додаткового відбору та відведення пружної великої фракції.

Для цього між розподільним решетом (Р) 2 і розташованим під ним похило до горизонту роздільним (Р) 3 розташовують пристосування для додаткового відбору пружної великої фракції у вигляді декількох жолобів (Ж) 4. Поздовжні осі (Ж) 4 розташовані паралельно одна одній та площині Р 3 і складають із поздовжньою віссю Р 3 кут менше 90° , вершина якого спрямована до завантажувальної чаші. Р 3. Верхня стінка (С) 7 кожного Ж 4 розташована під кутом $45^\circ \leq \beta = 90^\circ$ до зазору між Ж 4. Відстань між С 1 і нижньою перфорованою С 8 кожного Ж 4 до Р 3 виконано більше розміру отворів Р 2, а розмір отворів Р 3 - менше розміру отворів Р 2. Під дією створюваних вібратором 5 вібрацій зерновий матеріал розтікається по поверхні Р 2 і, пройшовши через його отвори, розрядженим потоком падає на Р 3. Відбиті в напрямку нахилу Р 3 пружні сходові частинки пролітають зазор між 8 і 7, потрапляють всередину Ж 4 і транспортуються по них у складальний канал 23.п - формули 3 кл.

Винахід відноситься до поділу сипких матеріалів, велика фракція яких має більшу пружність, ніж дрібна (зерно та продукти його подрібнення) і мо-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

же бути використане в комбікормової, борошномельної, круп'яної та інших галузях промисловості.

Метою винаходу є підвищення ефективності поділу матеріалу за рахунок додаткового відбору та відведення пружної великої фракції.

Формула винаходу

1. Сепаратор зернових матеріалів, що включає розподільне решето, і розташоване під ним похило до горизонту роздільне решето з розміром отворів меншим розміру отворів розподільного решета, вібратор, пов'язаний з решетом і відрізняється тим, що з метою підвищення ефективності поділу зернових матеріалів за рахунок додаткового відбору великої фракції. Сепаратор забезпечений пристосуванням для додаткового відбору пружної великої фракції, розташованим між розподільним і розділовим ґратами і виконаним у вигляді декількох жолобів, поздовжні осі яких розташовані паралельно один одному і площині розділового решета і складає з поздовжньої вісь останнього менше 90° , вершина якого спрямована решета, при цьому верхня стінка кожного жолоба розташована під кутом до горизонту, а зазор між жолобами, відстань між верхньою і нижньою стінкою кожного жолоба та відстань від нижньої стінки кожного жолоба до роздільної решітки виконано у більшому розмірі отворів розподільного решета.

2. Сепаратор по п. 1 відрізняється тим, що кут нахилу верхньої стінки ринви $45^\circ < < 90^\circ$

3. Сепаратор по п.1 відрізняється тим, що нижня стінка жолоба виконана перфорованою.

1.5 Висновки і обґрунтування обраного напрямку проєктування

На основі проведеного огляду області теми кваліфікаційної роботи можна намітити такі шляхи вирішення поставленої задачі. Прототипом для проєктування приймаємо сито-повітряний сепаратор ЗС-50 із ексцентриковим при-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

водом. Проте цей привід має характерний недолік: неповне балансування, тобто, система є статично неврівноваженою, внаслідок чого зростають реакції на опори, відбувається підвищення внутрішньої напруги у вузлах і деталях, погіршується їх працездатність, вони швидше виходять з ладу і вимагають заміни. Пропонується використовувати як привод інерційний коливач з повним балансуванням, що призведе до зниження навантажень і покращить умови роботи вузлів і деталей, а, отже, підвищить термін експлуатації машини.

При виборі кінематичних параметрів робочого корпусу (сита) приймаємо зворотно-поступальний рух, який повідомляє йому інерційний коливач. Використання даного виду руху є більш ефективним при сепаруванні зерна, оскільки забезпечує максимальне відділення бур'янової та зернової домішки. Підбір сит та забезпечення нормального завантаження машини грають при цьому важливу роль.

Від ефективності процесу ситового сепарування істотно залежить робота наступних машин та якість готової продукції.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

2 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Найменування об'єкта проектування і область застосування

Об'єктом проектування є сепаратор ЗС-50, призначений для очищення зерна (пшениці, жита та інших.) від сторонніх домішок.

Зерно від домішок, що відрізняються від нього товщиною і шириною, очищається на похилих ситах, а від аеродинамічних легких домішок - дворазовим продуванням повітряним потоком у пневмосепаруючих каналах. Сита здійснюють прямолінійний зворотно-поступальний рух.

Особливість конструкції сепаратора - суцільнометалеве виконання, дерев'яними зроблено лише ситові рами. До розбірної металевої станини за допомогою восьми плоских пружин підвішено два ситові корпуси. Кожен кузов має два ряди сит: один – сортувальний, інший – підсівний. Для поліпшення ефективності виділення дрібної домішки підсівні сита зміщені щодо сортирувальних. Сита очищаються інерційними очисними механізмами, що здійснюють зворотно-поступальний рух напрямних. Ситові корпуси рухаються від ексцентрикового колівача.

Для очищення зерна від домішок, що відрізняються від нього товщиною і аеродинамічні властивості, застосовують сито-повітряний сепаратор. Вони зерно очищається на ситах, у яких відокремлюються великі і дрібні домішки, отличающиеся від зерна товщиною і довжиною. Потік повітря продуває шар зерна і забирає з собою домішки, що відрізняються від зерна аеродинамічними властивостями.

2.2 Підстави для розробки

Підставою розробки служить, згідно з ГОСТу, технічне завдання, складуване замовником.

Розробник технічного завдання визначає залежно від специфіки продукції та характеру її виробництва зміст завдання, у тому числі технічні, еко-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

номічні та інші вимоги до продукції, етапи розробки, комплектність технічної документації, порядок здачі та приймання робіт.

Технічне завдання не повинно містити умов, що обмежують можливу ініціативу розробника при пошуку та виборі їм оптимального вирішення поставленого завдання.

2.3 Мета і призначення розробки

Вимоги, що включаються в технічне завдання, повинні забезпечити розробку продукції, що відповідають світовому рівню на передбачений період його виробництва з урахуванням найповнішого задоволення потреб народного господарства та експорту (для продукції, що має перспективу для експорту).

Порядок побудови, викладу та оформлення технічного завдання на продукцію, що розробляється та випускається за документацією, передбаченими стандартами єдиної системи (СІ) конструкторської документації (ЄСКД), наведено окремо.

2.4. Джерела розробки.

Технічне завдання розробляють розробники продукції. В окремих випадках допускається розробка замовником.

Технічне завдання розробки продукції одиничного виробництва, зазвичай, виконує замовник.

Технічне завдання узгоджують із замовником.

Для продукції, за якою відсутні замовник, а також при проведенні робіт за класом науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт технічне завдання узгоджують з основним споживачем. За відсутності основного споживача, технічне завдання узгоджують з головною організацією за видом продукції.

Технічне завдання, розроблене замовником, узгоджують з розробником, а продукції одиничного виробництва, і навіть з виробником.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Необхідність узгодження технічного завдання з органами державного нагляду, зовнішньоторговельних організацій (на продукцію призначену для внутрішнього та зовнішнього ринку) та іншими зацікавленими організаціями, визначає розробник.

Технічне завдання слід надсилати на узгодження одночасно у всі узгоджувальні організації (підприємства).

2.5 Технічні вимоги до об'єкту проектування

2.5.1 Структурний склад і технічна характеристика

Продуктивність – 50 т/год.

Сумарна робоча ширина сортувальних сит – 2360 мм. Сумарна робоча ширина підсівних сит – 2360 мм. Амплітуда коливання ситових корпусів – 5мм. Кут нахилу приймальних сит до горизонталі – 6°. Кут нахилу сортувальних та підсівних сит до горизонталі -11°. Сумарна потужність електродвигунів (без електродвигунів для варіаторів) – 1,7кВт.

Норма відсмоктування повітря (при повному тиску вентилятора 140мм вод.ст.) - 180-190 м³/хв

Примітка. Продуктивність дана по пшениці з вологістю до 17% та об'ємною вагою 740 кг/м³. Продуктивність сепаратора при очищенні інших культур визначається множенням продуктивності пшениці, на коефіцієнти, наведені у літературі.

Вказана в таблиці об'ємна вага культур відноситься до вологості зерна до 17%. При очищенні зерна з меншою об'ємною вагою, вказані в таблиці коефіцієнти відповідно змінюються

2.5.2 Умови експлуатації

Для досягнення проектної продуктивності сепаратора при максимально можливої ефективності очищення зерна необхідно:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

- підібрати решітні полотна відповідно до виду і необхідної якості перероблюваного зерна. Підбором вирішить домогтися проходу через сортувальне решето на підсівне повністю, дійшовши його половини. Нормальні зерна не повинні потрапляти в схід сортувального решета. Сходом з підсівного решета має бути мінімальна кількість щуплих і битих зерен та інших дрібних домішок;

- стежити за рівномірним розподілом зерна по всій ширині решета;

- Перед подачею зерна включати аспірацію;

- кількість надходить у приймальну камеру зерна регулювати лише засувкою на зерновому бункері;

- повітряний режим в аспіраційних каналах регулювати дросельними клапанами таким чином, щоб у аспіраційні відходи попадало повноцінного зерна менше ніж 2% від ваги відходів;

- при переході з очищення однієї культури на іншу машина має бути ретельно очищена від залишків зерна та сміття. Очищення машини проводиться роботою на неодруженому ходу при максимальних швидкостях повітряного потоку в каналах аспірації. Потім машину зупиняють, виймають ґрати, проводять очищення піддонів, ретельно очищають і перевіряють інерційні механізми, підбирають і ставлять решета відповідно до культури, що очищається. Машина поставляється у зборі з решітними рамами. У комплект машини входять ґрати для очищення пшениці, жита, ячменю, вівса, гороху.

Необхідно періодично очищати машину від пилу та бруду, звільняти пір'я шнеків від соломи та інших предметів, перевіряти болтові з'єднання та цілісність деталей, заправляти підшипники чистим мастилом.

Раз на рік проводиться повне розбирання машини, у своїй очищаються все вузли, затягуються болти; перевіряються стопорні та шпонкові з'єднання, робота коливача, інерційних механізмів, шнеків, клапанів; підшипники промиваються в гасі або бензині і заповнюються новим мастилом, замінюються зношені колодки решіт.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Один раз на 2-3 роки слід фарбувати всю машину.

Правила монтажу та експлуатації клиноподібних ременів - надягання ременів на шків повинно проводитися вручну без застосування будь-яких інструментів:

- канавки шківів повинні бути точно один проти одного;
- шків та особливо канавки шківів повинні бути чистими; повинна бути виключена можливість влучення мастила;
- Натяг ременів має в експлуатації періодично контролюватись. Особливо ретельно слід стежити за натягом ременя вперше 48 годин їхньої роботи.

2.5.3. Стадії і етапи розробки

Основною частиною технічного завдання є технічна вимога до виконання роботи згідно розробленої теми. Сюди входять вимоги про конструкцію, енергозабезпечення, умови експлуатації, безпеку, дизайн.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

3 ТЕХНІЧНА ПРОПОЗИЦІЯ

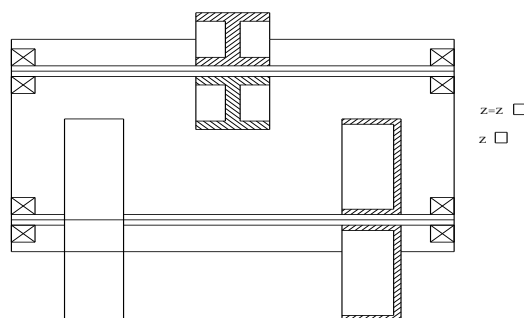
3.1 Опис можливих варіантів і конструктивно – технологічних розробок

Технічна пропозиція містить розробку варіантів конструктивно-технологічних пропозицій, їх техніко-економічний аналіз та обґрунтування вектора оригінальних варіантів, у т.ч. компоновання майбутнього виробу.

Технічна пропозиція у нормативно-технічній документації позначається буквою «П», що виконується відповідно до ГОСТ 2.118-73.

Розглянемо дві схеми інерційних коливачів, - можна застосувати як двигун - корпус для повідомлення йому прямолінійного зворотно - поступального руху.

Схема коливача 1 типу:

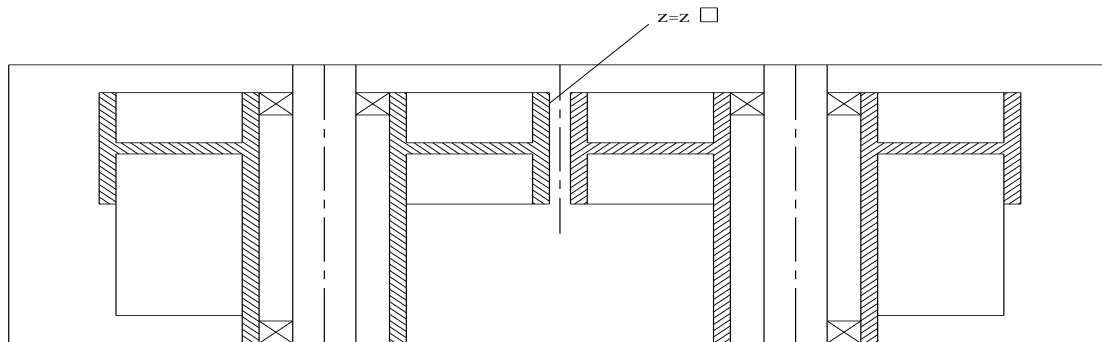


У наведеній схемі коливача центри мас балансирів, що обертаються навколо двох горизонтальних осей, розташовані у трьох площинах, перпендикулярні до осей обертання.

Перевага цього коливача у тому, що загальний центр мас всіх балансирів перебуває в одній вертикалі. Такі коливачі виявилися найбільш технологічними у виготовленні та найбільш вдалим в експлуатації.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Схема коливача 2 типу:



3.2 Порівняльна оцінка варіантів і вибір очікуваного рішення

У наведеній вище схемі коливача центри мас балансирів, що обертаються навколо вертикальних осей.

Циліндричні зубчасті колеса, до яких кріпляться балансири, насаджені в одній площині на дві паралельні осі.

Порівняно з коливачем типу 1 спостерігається значне зменшення габаритів коливача. Застосування замість валів осей призводить до наявності в них внутрішніх напруг тільки напруга згинального моменту, який є менш небезпечним видом напруг у порівнянні з крученням. У довжин також знижує внутрішні напруження. На опори діятимуть менші зусилля, отже можна підібрати менші за габаритами та вантажопідйомністю підшипники, що також впливає на габарити коливача.

У коливальнику 2 типу використовується в 2,5 рази менше основних оригінальних деталей, ніж у 1, що важливо при виконанні ремонтних робіт у питанні взаємозамінності та уніфікації.

В результаті наведеного вище огляду більш прийнятним слід вважати коливач 2 типу.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

3.3 Опис компонування машини

Компонування модернізованого приводу сепаратора для ситового корпусу в основі матиме інерційний коливач у вигляді 2-х однакових зубчастих коліс із закріпленими на них вантажами-балансирами. Вони будуть рухатися від електродвигуна за допомогою клинопасової передачі.

Весь вищезгаданий привід буде закріплений на ситовому корпусі. Ситовий корпус буде прикріплений до рами машини через підвіски із пружинами.

Дане компонування вимагатиме додатковий електродвигун на сепаратор, зате даний привід буде незалежний від електродвигуна, що приводить вентилятори аеродинамічного сепарування і шнеки для видалення домішок, що витягуються на сепараторі.

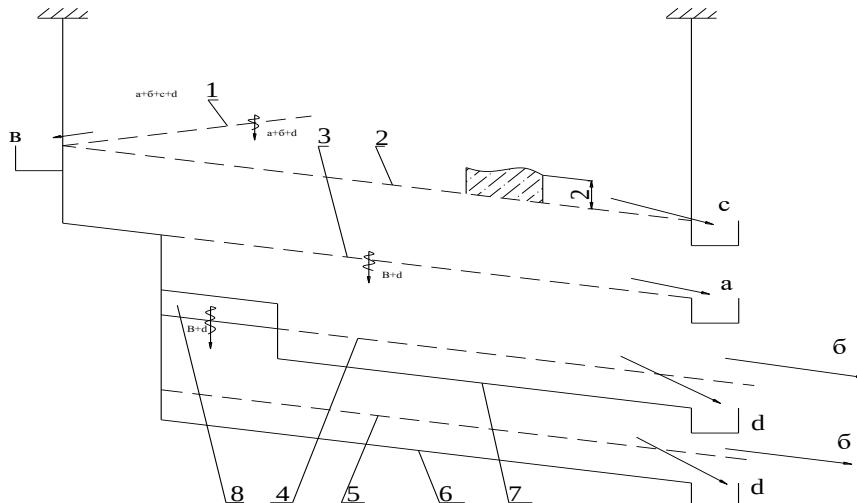
					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

4 ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ

4.1 Опис функціональної схеми машини

4.1.1 Схема функціональна

4.1.2 Опис функціональної схеми



Цифрами на схемі позначені:

Сита:

- 1 -приймальне;
- 2-сортувальне;
- 3-розвантажувальне;
- 4-верхнє підсівне;
- 5-нижня підсівне.

піддони:

- 6-нижній;
- 7-верхній.

Дільник 8-верхнього підсівних сита.

Літерами на схемі позначені продукти:

- а - велике очищене зерно; б - дрібне очищене зерно;
- в - грубі домішки; з - великі домішки; д - дрібні домішки .

4.2 Технологічний розрахунок

4.2.1 Мета і завдання розрахунку

Одержання вихідних даних розробки конструкції робочих органів і приводного пристрою сепаратора. Визначення геометричних розмірів, вибір функціональної схеми. Визначення маси ситового корпусу та оброблюваного продукту, що одночасно знаходяться на ситах машини.

4.2.2 Вихідні дані

$Q = 50 \text{ т} / \text{год} = 13,9 \text{ кг} / \text{с}$ - продуктивність обладнання .

$\gamma = 760 \text{ кг} / \text{м}^3$ - об'ємна маса зерна.

$A = 0,005 \text{ м} = 5 \text{ мм}$ - величина амплітуди коливання корпусу.

$u_p = 50\%$ - величина амплітуди коливання корпусу.

$L \times B = 1700 \times 1500$ - робочі розміри сита.

4.2.3 Розрахунок

Минула функціональна схема з'єднання сит у корпусі ситового сепаратора передбачає наявність працюючих послідовно приймального, сортувального та підсівного сит, що необхідно, але не достатньо для високоефективної реалізації основного призначення машини в процесі очищення зерна від домішок.

Приймаємо швидкість руху продукту за ситу $V_{\text{пр}} = 0,34 \text{ м/с}$.

Визначення товщини шару, що обробляється:

$$h_c = \frac{q k_p}{v_{\text{пр}} \gamma} = \frac{3,84 \cdot 1,2}{0,34 \cdot 760 \cdot 1,7} = 0,01 \text{ м} = 10 \text{ мм} \quad (4.2.1)$$

де $k_p = 1,2$ - коефіцієнт розпушення зернової маси на ситах;

$q = 3,84 \text{ кг} / \text{м}^2$ з питомих навантажень сита .

Визначення маси продукту, одночасно знаходиться на ситах:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$m_n = \frac{4BLh_c \gamma}{k_p} = \frac{4 \cdot 1.18 \cdot 1.7 \cdot 0.01 \cdot 760}{1.2} = 46 \text{ кг} \quad (4.2.2)$$

Визначення тривалості обробки:

$$t_n = m_n / Q = 45 / 13,9 = 3,28 \text{ с} . \quad (4.2.3)$$

Визначення власних коливань системи:

$$F = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{zc}{M + 2G} + \frac{q}{l}} = \frac{1}{2 \cdot 3.14} \sqrt{\frac{4 \cdot 5000}{792 + 2 \cdot 9} + \frac{9.81}{0.4}} = 1.1 \text{ Гц} \quad (4.2.4)$$

де : z = 4 - кількість підвісок системи;

$$c = \frac{12EI}{l^3} = \frac{12 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 2.7 \cdot 10^{-10}}{0.4^3} = 5000 \text{ м} - \text{жорсткість затисненої підвіски};$$

де E = 10^{11} Па - модуль Юнга для сталі;

$$I = \frac{BH^3}{12} = \frac{0.05 \cdot 0.004^3}{12} = 2.7 \cdot 10^{-10} \text{ м} - \text{момент інерції підвіски прямолінійної форми};$$

де НХВ = 0,004х0,05м - висота і ширина підвіски:

M = m + m_n = 746 + 46 = 792 кг - маса сит з продуктом;

де : m = 746- маса сита; 0-18кг-маса вантажу - балансира.

Визначення критичної швидкості:

$$w_k = 2\pi r = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,1 = 6,96 \text{ рад / с}$$

Визначення номінального значення кутової швидкості:

$$w_n = 7,2 w_k = 7,2 \cdot 6,96 = 50 \text{ рад / с} \quad (4.2.5)$$

Визначення напружень, що виникають в перетині підвіски з умови міцності:

$$G_p = \frac{(M + 2G)g}{zBH} \leq [G_p] \quad (4.2.6)$$

де Gr -120 Мпа - Допускається напруга підвіски з вуглецевої сталі на розтяг.

Визначення радіусів центрів мас:

$$R = \frac{((M + 2G)(w^2 - \frac{g}{L}) - zc)}{2Gw^2} = \frac{0.005 \left((792 + 2 \cdot 18) \left(50^2 - \frac{9.81}{0.4} \right) - 4 \cdot 5 \cdot 10^3 \right)}{2 \cdot 18 \cdot 50^2} = 0.114 \text{ м} \quad (4.2.7)$$

Визначення розмірів вантажів-балансирів.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

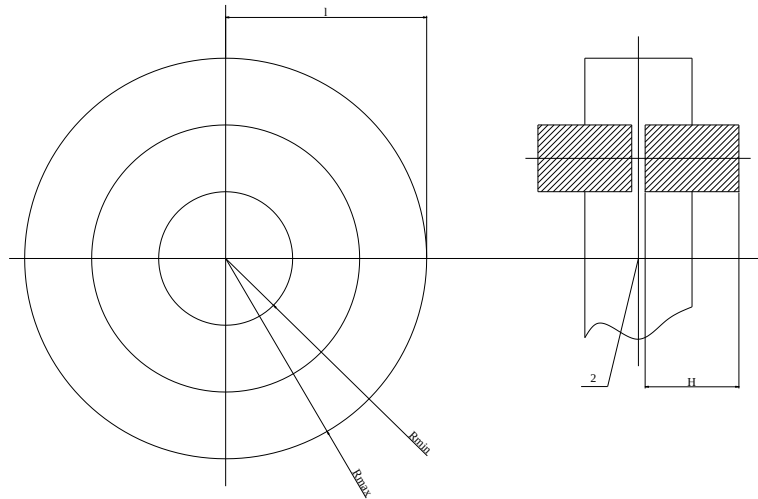


Рис. 4. 2. 1 - Схема вантажу балансира на зубчастому колесі

З конструктивних міркувань приймаємо вантаж-балансир у вигляді призми, підставою якої є сектор з такими геометричними параметрами:

$$R_{\max} - 150 \text{ мм} = 0,15 \text{ м};$$

$$R_{\min} = 90 \text{ мм} = 0,09 \text{ м};$$

Визначення наближеного значення площі сектора:

$$S = l (R_{\max} - R_{\min}) = 0,12 (0,15 - 0,09) = 0,0072 \text{ м}^2 \quad (4.2.8)$$

де :

$$l = \sqrt{R_{\max}^2 - R_{\min}^2} = \sqrt{0,15^2 - 0,09^2} = 0,12 \text{ м} \quad (4.2.9)$$

Визначення обсягу вантажу, що кріпиться на 1 зубчасте колесо з двох сторін:

$$V = m / \rho = 9 / 7800 = 0,00115 \text{ м}^3; \quad (4.2.10)$$

де $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ - щільність сталі;

Визначення висоти груза : $H = V / 2 S = 0,00115 / 2 \cdot 0,0072 = 0,08 \text{ м} = 80 \text{ мм}$

4.2.4 Висновок з розрахунку

В результаті проведеного розрахунку отримані основні дані для розробки приводного пристрою і конструкції робочих органів сепаратора, що відповідає даним вимогам технологічного розрахунку

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

4.3. Опис кінематичної схеми машини.

4.3.1. Кінематична схема приводу:

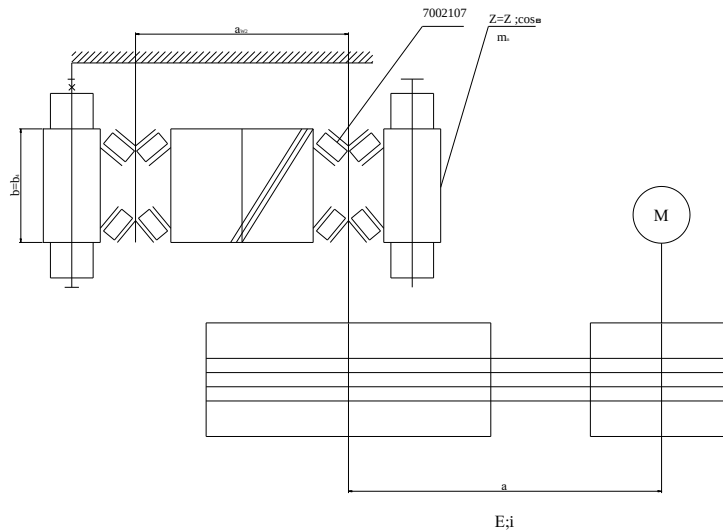


Рис. 4.3.1 - Кінематична схема приводу

4.3.2 Опис схеми установки

Привід сепаратора складається з електродвигуна М, клинопасової передачі, що передає крутний момент з електродвигуна на зубчасті колеса. Клиноременная передача знижує частоту обертання і підвищує момент, що крутить. Більший шків жорстко закріплений на шестірні зубчастої передачі шпонкою. Зубчаста передача виконана циліндричною та косозубою. Шестерня та колесо насаджені на нерухомі осі за допомогою роликотпідшипників. На зубчастій передачі закріплені болтами вантажі-балансири, за допомогою яких ситовому корпусу передаються прямолінійний поворотно-поступальний рух. Весь привід закріплений на ситовому корпусі.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

4.4 Кінематичні розрахунки

4.4.1 Мета і завдання розрахунку

Одержання вихідних даних для розробки конструкції та режиму приводних та передавальних механізмів сепаратора. Визначення та вибір робочої частоти обертання валів приводного механізму, розрахунок передавальних відносин, параметрів шківів, модулів, числа зубів у передавальних та інших основних геометричних параметрів.

4.4.2 Вихідні дані

$\beta = 0,192$ рад - кут нахилу сит до горизонтальної площини ;

$A = 0,005$ мм - амплітуда коливання основного корпусу ;

$f = 0,37$ - коефіцієнт тертя зерна о сито;

$q = 3,84$ кг/м * с - питоме навантаження ;

$L = 1,7$ м - довжина сита;

$M = 810$ кг - маса ситового корпусу з продуктом;

$\omega_3 = \omega_4 = 50$ рад/с - кутова швидкість обертання грузів- балансирів ;

$n_3 = n_4 = 477$ об/хв - частота обертання зубчастих коліс 3 і 4 .

4.4.3 Розрахунок

Визначення сили інерції при обертанні грузів- балансирів на ситових корпусі:

$$F_u = M (2 \pi f) A = 810 (2 \cdot 3.14 \cdot 8,3)^2 0,005 = 11103 \text{ Н} \quad (4.4.1)$$

Визначення потужності, необхідної на переміщення зерна на ситовому корпусі:

$$N = F_u v_{np} = 11103 \cdot 0,34 = 3775 \text{ Вт} = 3,8 \text{ до В т} . \quad (4.4.2)$$

Визначення обертових моментів на зубчастих колесах:

$$T_3 = T_2 = \frac{N}{\omega^2} = \frac{3775}{50} = 75.5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4.4.3)$$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

З конструктивних міркувань приймаємо частоту обертання на валу електродвигуна $n = 740$ об/хв; визначення кутової швидкості на валу електродвигуна:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{3.14 \cdot 740}{30} = 78.5 \text{ рад/с} \quad (4.4.4)$$

Визначення передатного відношення клинопасової передачі

$$u_1 = \frac{78.5}{50} = 1.75 \quad (4.4.5)$$

Визначення крутного моменту на валу електродвигуна:

$$T_1 = \frac{T_2}{u_1} = \frac{75.5}{1.57} = 47.9 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4.4.6)$$

Визначення необхідної потужності електродвигуна:

$$N_{\text{зм}} = \frac{N}{\eta_n^2 \eta_3 \eta_p} = \frac{3.8}{0.99^2 \cdot 0.97 \cdot 0.96} = 4.1 \text{ кВт} \quad (4.4.7)$$

де η_n^2 - 0,99 - ККД пари підшипників;

η_3 - ККД зубчастої передачі циліндричної в зубчастому корпусі;

η_p - ККД клинопасової передачі.

Використовуючи каталог електродвигунів обдуваються захищеного виконання типу 4 А 132 S 8 М 4 Y 3 для $N_e = 4,0$ кВт з наступними параметрами:

- частота обертання $n_{\text{ет}} = n_s (1 - S) = 750 (1 - 0,014) = 740$ об / хв ,

де $n_s = 750$ об / хв - синхронна частота обертання ;

$S = 0,014$ коефіцієнт ковзання.

Розрахунок зубчастої передачі.

Визначення типу передачі за орієнтовною величиною окружної швидкості:

$$v = \frac{n_3}{c_v 10^3} \sqrt[3]{\frac{T_3}{\psi_d u^2}} = \frac{477}{15 \cdot 10^3} \sqrt[3]{\frac{75.5 \cdot 10^3}{0.25 \cdot 1^2}} = 2.13 \text{ м/с} \quad (4.4.8)$$

необхідна косозубая передача;

де $C_v = 15$ – коефіцієнт для косозубой передачі

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$\psi_a = 0,25$ - коефіцієнт ширини вінця.

Визначення допустимих напружень.

Для зубчастого колеса і шестерні приймаємо сталь 45 з наступними властивостями: HB = 192 ... 240; межа міцності GB = 750 Мпа ;

межа плинності Gp -450 Мпа.

Призначаємо термообробку поліпшення: гарт при 820..840 ° С водяне охолодження, потім відпустку при 560-600°С.

Приймаємо значення твердості по Бринелю для колеса і шестерні відповідно: HBK - 200; HBШ = HBK + 30 - 230.

При розрахунку на допустиме напруження приймаємо менше з 2 – х значень для матеріалу шестерні і колеса [GH] = 200 М п а .

Визначення величини контактної напруги на контактну витривалість:

$$[G_H] = \frac{G_{ulim} Z_v K_L K_{\chi H} K_{HL}}{S_H} \quad (4.4.9)$$

де G_{ulim} - межа контактної витривалості поверхонь зубів, що відповідає еквівалентному числу переміщень циклів напруг:

$$\text{для шестерні: } G_{Hlim} = 2HB_{Ш} + 70 = 2 \cdot 230 + 70 = 530 \text{ МПа}; \quad (4.4.10)$$

$$\text{для колеса: } G_{Hlim} = 2HB_{К} + 70 = 2 \cdot 200 + 70 = 470 \text{ МПа}; \quad (4.4.11)$$

$Z_R = 1$ коефіцієнт шорсткості сполучених поверхонь при шорсткості поверхні зубів Rz = 1,25. . .0,63;

$Z_v = 1$ коефіцієнт окружної швидкості при окружній швидкості $v = 2,13 \dots 5 \text{ м / с}$

$D_{\chi H} = 1$ коефіцієнт розмірів при діаметрі зубчастого колеса $D \leq 700 \text{ м}$

$D_o_L = 1$ - коефіцієнт впливу мастила ;

$S_H = 1,1$ - коефіцієнт безпеки при поліпшенні.

Визначення коефіцієнта довговічності, що враховує вплив режиму навантаження та заданого терміну служби:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{HG}}{N_{HE}}} = \sqrt[6]{\frac{688 \cdot 10^6}{688 \cdot 10^6}} = 1 \quad (4.4.12)$$

де $N_{HG} = N_{HE} = 688 \cdot 10^6$ - базове число циклів, відповідне тривалого періоду контактної витривалості для постійної навантаження:

$$N_{HK} = 60 \text{ cн}_3 t_{\Sigma} = 60 \cdot 1 \cdot 664 \cdot 17280 \cdot 688 \cdot 10^6 \text{ циклів};$$

де $z = 1$ число зачеплення за один оборот колеса;

$t_{\Sigma} = 24 \cdot 30 \cdot 24 = 17280$ ч - час роботи протягом 24 місяців, кожен день в сутки.

$$[G_H]_3 = \frac{530 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1.1} = 530 \text{ МПа} \quad (4.4.13)$$

$$[G_H]_4 = \frac{470 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1.1} = 470 \text{ МПа} \quad (4.4.14)$$

При різниці твердостей поверхонь шестерні і колеса $H_b \text{ ш-НВК} = 30$ за розрахункове контактне допустиме напруження приймаємо менше значення

$$[G_H] = [G_H]_4 = 470 \text{ МПа}$$

Визначення допустимих напружень на вигин:

$$[G_1] = \frac{G_{\text{lim}} Y_R Y_S Y_{XF}}{S_F} \quad (4.4.15)$$

де Y_R, Y_S, Y_{XF} - коефіцієнт шорсткості чутливості конструкції матеріалу, до напруг і розмірів зубчастих коліс ;

G_{lim} - межа витривалості зубів на вигин відповідний еквівалентному числу циклів напружень на вигин;

$S_F = 1,75$ – коефіцієнт безпеки.

Згідно ГОСТ 21354-75: G_{limb} - межа витривалості зубів на вигин, відповідний базовому числу циклів N_F змін напруг для матеріалів з $H_B \leq 350$ визначаємо, як $G_{\text{limb}} = 1,8 H_B$

$$G_{\text{limbk}} = 1,8 H_{BK} = 1,8 \cdot 200 = 360 \text{ МПа} \quad (4.4.16)$$

$$G_{\text{limbш}} = 1,8 H_{Bш} = 1,8 \cdot 230 = 414 \text{ МПа} \quad (4.4.17)$$

$Y_F = 1$ - коф фициент довговічності при постійному навантаженні.

Для даного проекту приймаємо $Y_R = Y_S = Y_{XF} = 1$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$[G_F]_3 = \frac{360 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1.75} = 205,7 \text{ МПа} \quad (4.4.18)$$

$$[G_F]_4 = \frac{414 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{1.75} = 236,6 \text{ МПа} \quad (4.4.19)$$

З а розрахункову величину допустимої напруги приймаємо менше з а чення з двох допустимих $[G_F]_3 = 205,7 \text{ МПа}$

Розрахунок міцності зубчастих колі з на контактну витривалість .

Визна е ня орієнтовного значення міжосьової відстані:

$$a_w = k_v(u+1)\sqrt[3]{\frac{T_3 k_{u\beta}}{u^2 \psi_a [G_H]}} = 430(1+1)\sqrt[3]{\frac{75.5 \cdot 1.2}{1^2 \cdot 0.25 \cdot 470^2}} = 99,12 \text{ мм} \quad (4.4.20)$$

З конструкційних міркувань приймаємо $A_w = 355 \text{ мм}$

де $k_v = 430$ - допоміжний коефіцієнт для косозубой передачі ;

$k_{u\beta} = 1,12$ - коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження по ширині вінця.

Визначення величини модуля:

$$m_n \geq \frac{2k_m T_4}{d_4 b_2 [G_F]} = \frac{2 \cdot 5.8 \cdot 75.5}{0.16 \cdot 90 \cdot 205.4} = 0.3 \text{ мм} \quad (4.4.21)$$

де $k_m = 5,8$ - коефіцієнт для косозубой передачі .

Приймаємо $m_n = 6 \text{ мм}$.

Визначення вартості зубчастих коліс:

$$B_4 = a_{v2} \psi_{ha} = 355 - 0,25 = 88,75; \text{ приймаємо } b_3 = b_4 = 90 \text{ мм}.$$

Визначення сумарного числа зубів:

$$Z_\Sigma = \frac{2a_{w2} \cos \beta}{m_n} = \frac{2 \cdot 355 \cdot \cos 12,6}{6} = 116 \text{ зубів} \quad (4.4.22)$$

$$\text{де } \beta = \arcsin \left(\frac{3,5 m_n}{b_4} \right) = \arcsin \left(\frac{3,5 \cdot 6}{140} \right) = 9,45^\circ$$

приймаємо $\beta = 12,66$

Визначення числа зубів колеса і шестерні:

$$Z_3 = \frac{Z_\Sigma}{4+1} = \frac{116}{1+1} = 58 \text{ зубів}$$

$$Z_4 = Z_\Sigma - Z_3 = 116 - 58 \text{ зубів}$$

Визначення фактичного значення передавального відношення:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$u_{\Phi} = \frac{Z_4}{Z_3} = 1 \quad (4.4.23)$$

Визначення ділильних діаметрів:

$$d_{a3} = d_{a4} = \frac{m_{n2} Z_3}{\cos \beta} = \frac{6 \cdot 58}{\cos 12,6^\circ} = 355 \text{ мм} \quad (4.4.24)$$

Визначення фактичного міжосьової відстані :

$$a_2 = a_w = l / 2 (d_3 + d_4) = 0,5 (355 + 355) = 355 \text{ мм} \quad (4.4.25)$$

Визначення діаметрів вершин:

$$d_{a3} = d_{a4} = d_3 + r_{mn2} = 355 + 2 \cdot 6 = 367 \text{ мм} \quad (4.4.26)$$

$$d_{f3} = d_{f4} = d_3 - r_{mn2} = 355 - 2 \cdot 6 = 340 \text{ мм} \quad (4.4.27)$$

Визначення фактичного значення окружної швидкості:

$$g_2 = \frac{\pi d_{4n3}}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,355 \cdot 477}{60} = 8,8 \text{ м/с} \quad (4.4.28)$$

Призначаємо для такої окружної швидкості ступінь точності виготовлення колеса.

Перевірочний розрахунок умови контактної витривалості.

$$G_H = Z_H Z_m Z_E \sqrt{\frac{w_{Ht}(u_2 + 1)}{d_3 u_2}} \leq [G_H] \quad (4.4.29)$$

де - коефіцієнт форми сполучених поверхонь зубів у полюсі зачеплення;

$$Z_H = 1,76 \sqrt{\cos \beta} = 1,76 \sqrt{\cos 12,66^\circ} = 1,74$$

$Z_m = 2,75 \text{ МПа}$ - коефіцієнт механічних властивостей;

$$Z_E = \sqrt{\frac{1}{E_a}} = \sqrt{\frac{1}{1,769}} = 0,7517 \text{ - коефіцієнт сумарної довжини кон-}$$

тактної лінії;

$$\text{де } E_a = (1,88 - 3,2 (1/z_3 + 1/z_4)) = 1,769$$

$$w_{Ht} = \frac{F_{t3} k_{h\alpha} k_{H\beta} k_{HV}}{b_3} = \frac{425,4 \cdot 1,08 \cdot 1,04 \cdot 1,005}{90} = 5,33 \text{ Н/мм -}$$

питома розрахункова окружна сила;

$$\text{де } F_{t3} = \frac{2000 T_3}{d_4} = \frac{2000 \cdot 75,5}{355} = 425 \text{ Н - вихідна окружна сила;}$$

$k_{ha} = 1,08$ - коефіцієнт розподілу навантаження між зубами;

$k_{HV} = 1,005$ - коефіцієнт динамічного навантаження;

$k_{H\beta} = 1,04$

$$G_H = 1,74 \cdot 275 \cdot 0,7514 \sqrt{\frac{5,33(1+1)}{355 \cdot 1}} = 62,4 \text{ МПа}$$

Первинний розрахунок на згинальну витривалість.

Умови міцності на згинальну витривалість:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$G_F = \frac{w_{FT} Y_F Y_\beta Y_E}{m_n} \leq [G_F], \quad (4.4.30)$$

$$\text{де } w_{FT} = \frac{2000 T_2}{d_{w3} b_3} k_{Fa} k_{F\beta} k_{FV} = \frac{2000 \cdot 755}{355 \cdot 90} \cdot 1 \cdot 1,21 \cdot 1,2 = 6,86 \text{ Н/мм}$$

$k_{Fa} = 1$ - коефіцієнт розподілу навантаження між зубами;

$k_{F\beta} = 1,21$ - коефіцієнт розподілу навантаження по ширині колеса;

$k_{FV} = 1,2$ - динамічний коефіцієнт навантаження в зачепленні;

$$Y_F = 3,62 \text{ при } Z_{v4} = \frac{Z_4}{\cos^2 \beta} = \frac{58}{\cos^2 21,66} = 60,35 \text{ - коефіцієнт форми зубів;}$$

$Y_b = 0,90957 = 1 - \beta / 140 = 1 - 12,66 / 140 = 0,90957$ - коефіцієнт нахилу зубів;

$Y_E = 1$ - коефіцієнт перекриття зубів.

$$G_F = \frac{6,86 \cdot 3,62 \cdot 0,90957 \cdot 1}{6} = 3,77 \text{ МПа} < 205,7 \text{ МПа}$$

Розрахунок пасової передачі.

Визначення діаметра меншого шківів:

$$d \approx (3 \dots 4) \sqrt[3]{T_1} = (3 \dots 4) \sqrt[3]{75,5 \cdot 10^3} = 127 \dots 169 \text{ мм} \quad (4.4.31)$$

Приймаємо по ГОСТ 383-73 $d_1 = 180 \text{ мм}$

Уточнюємо передавальне відношення: $i_1 = d_2 / d_1 = 280 / 180 = 1,56$.

Визначення міжосьової відстані:

$$a_{\min} = 0,55 (d_1 + d_2) + T_o = 0,55 (280 + 180) + 10,5 = 263,5 \text{ мм} \quad (4.4.32)$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2 = 280 + 180 = 460 \text{ мм} \quad (4.4.33)$$

Приймаємо з конструктивних міркувань $a_1 = 435 \text{ мм}$

Визначення довжин ремня:

$$L = 2 a_1 \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 a_1} = 2 \cdot 435 + \frac{3,14}{2} (180 + 280) + \frac{(280 - 180)^2}{4 \cdot 435} = 1598,8 \text{ мм} \quad (4.4.34)$$

Уточнюємо міжосьові відстані:

$$a_1 = 0,25 \left[(L_p - w) + \sqrt{(L_p - w)^2 \cdot 2 y} \right] \quad (4.4.35)$$

$$a_1 = 0,25 \left[(1598,8 - 722,5) + \sqrt{(1598,8 - 722,5)^2 \cdot 2 \cdot 10000} \right] = 435 \quad (4.4.36)$$

$$\text{де } w = \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) = \frac{3,14}{2} (180 + 280) = 722,5 \text{ мм}$$

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (280 - 180)^2 = 10000 \text{ мм}^2$$

Визначення кута охоплення меншого шківів:

$$\alpha_1^\circ = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a_1} = 180 - 57 \frac{280 - 180}{435,3} = 165,75^\circ$$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Для переданої потужності $N_1 = 4$ кВт і частоти обертання ведучого шківів $n_1 = 740$ об / хв приймаємо ремінь Б-1600Ш ГОСТ 1284.1-80

Необхідна кількість ременів:

$$z = \frac{P C_p}{P_0 C_1 C_\alpha C_z} = \frac{4 \cdot 1,3}{3,11 \cdot 0,92 \cdot 0,95 \cdot 0,92} = 2,08 \quad (4.4.37)$$

де $P_0 = 3,11$ кВт - номінальна потужність на одному клиновому режимі;

$C_p = 1,3$ – коефіцієнт режиму роботи;

$C_\alpha = 0,92$ – коефіцієнт кута охоплення;

$C_z = 0,95$ – коефіцієнт числа ременів в коробці;

$C_L = 0,92$ – коефіцієнт довжини ремня.

Визначення згинальних моментів в проекціях на відповідні осі:

$$M_x(0) = F_{by} \cdot 0,265 - F_t \cdot 120 = 1122 + 265 = 857 \text{ Н м} \quad (4.4.38)$$

$$M_x(120) = F_{bx} \cdot 0,145 = 557 \cdot 0,145 = 81 \text{ Н м} \quad (4.4.39)$$

$$M_y(120) = 0,145 \cdot F_{bx} = 557 \cdot 0,145 = 81 \text{ Н м} \quad (4.4.40)$$

$$M_y(0) = F_{bx} \cdot 0,265 - F_r \cdot 0,12 - F_a \cdot 0,355 / 2 = 557 \cdot 0,265 - 87 \cdot 0,12 - 40 \cdot 0,355 / 2 = 257 \text{ Н м}$$

Визначення сумарної реакції в консолі:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2} = \sqrt{470^2 + 857^2 + 40^2} = 978 \text{ Н} \quad (4.4.41)$$

Визначення сумарного згинального моменту:

$$M_{изг}(0,12) = \sqrt{M_x^2(0,12) + M_y^2(0,12)} = \sqrt{81^2 + 162^2} = 182 \text{ Н м} \quad (4.4.42)$$

$$M_{изг}(0) = \sqrt{M_x^2(0) + M_y^2(0)} = \sqrt{137^2 + 256^2} = 300 \text{ Н м} \quad (4.4.43)$$

Визначення діаметра вала з умови міцності на вигин:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_{изг}(0)}{\pi [\tau_4]}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 300 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 100}} = 31,26 \quad (4.4.44)$$

Приймаємо по ГОСТ діаметр під підшипниками $d_n = 35$ мм.

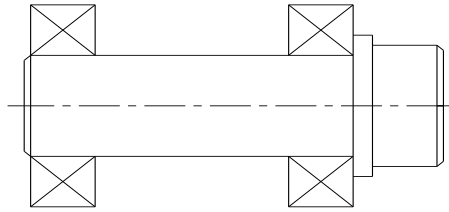
Виконаний перевірючий розрахунок на кручення валу електродвигуна:

$$\tau_k = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{16 M_{кр}}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 3,43 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 38^3} = 3,43 \text{ МПа} < [\tau_k] = 25 \text{ МПа} \quad (4.4.45)$$

Умова міцності виконується для вала електродвигуна.

Розрахункова схема осей №2 і 3

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		



Визначення діаметра вала під підшипники:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_{изг}(0)}{\pi [\tau_4]}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 300 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 100}} = 31,26 \text{ мм} \quad (4.4.46)$$

Приймаємо $d = 35 \text{ мм}$.

$\sigma_e [\tau_4] = 100 \text{ МПа}$ - напруга, що допускається на вигин сталі 45.

Конструктивні розміри зубчастих кілець

№	d_i	d_{ai}	D_{fi}	b_i	m	s	D_c	$d_{сТ}$	d_c
3	355	367	340	140	6	17	165	306	150
4	355	367	340	140					

$$\delta_e \delta = 2,5m_n + 2 = 2,5 \cdot 6 + 2 = 17 \text{ мм};$$

$$d_c = (1,5 \dots 1,6) d_B = (1,54 \dots 1,6) 110 = 165 \dots 176 \text{ мм}; \quad (4.4.47)$$

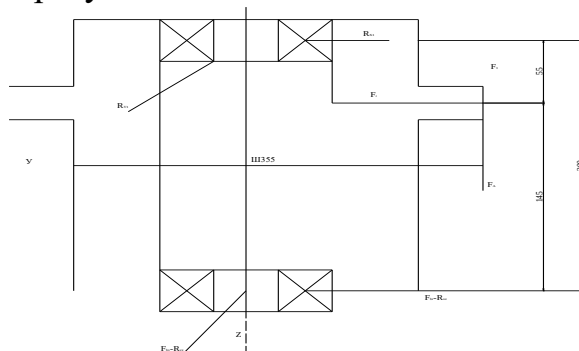
$$d_{ог} = d_p - 2 \delta = 340 - 2 \cdot 17 = 306 \text{ мм}. \quad (4.4.48)$$

Конструктивні розміри шківів

№	d	d_o	z	$d_{сТ}$	Вш
1	180	188,6	2	70	44
2	280	291,4		144	

Визначення реакцій в підшипниках.

Розрахункова схема:



Визначення реакцій в підшипниках.

$$x_{oz} \cdot M_y = 0; F_r \cdot 55 + F_a \cdot 178 - (R_{xz} - F_b) \cdot 200 = 0$$

$$R_{xz} = \frac{F_r \cdot 55 + F_a \cdot 178}{200} - F_b = \frac{87 \cdot 55 + 40 \cdot 178}{200} - 557 = -497,5H \quad (4.4.49)$$

$$M_{yz} = 0; \Leftrightarrow -R_{x1} \cdot 200 + F_r \cdot 145 - F_a \cdot 178 = 0$$

$$R_{x1} = \frac{F_r \cdot 145 + F_a \cdot 178}{200} = \frac{80 \cdot 145 + 40 \cdot 178}{200} = 27,5H \quad (4.4.50)$$

$$\text{Перевірка: } X = 0; \Leftrightarrow R_{x1} - F_r - R_{x2} = F_b = 0$$

$$27,5 - 87 - 497,5 + 557 = 0$$

Визначення реакції в площині уоу :

$$M_x = 0; \Leftrightarrow (R_{yz} - F_b) \cdot 200 - F \cdot 55 = 0 \Rightarrow$$

$$R_{yz} = F_t \cdot 55 / 200 - F_b = 265 \cdot 55 / 200 - 1122 = -1049 \text{ Н}.$$

$$M_{x2} = 0; \Leftrightarrow R_{y1} \cdot 200 - F_t \cdot 145 = 0 \Leftrightarrow$$

$$R_{y1} = 145 / 200 \cdot F_t = 145 / 200 \cdot 265 = 192 \text{ Н}$$

$$\text{Перевірка: } Y = 0 \Leftrightarrow R_{y1} - F_t + F_b - R_{yz} = 0;$$

$$192 - 265 + 1122 - 1049 = 0.$$

Визначення сумарних реакцій:

$$Pr_1 = \sqrt{R_{x1}^2 + R_{y1}^2} = \sqrt{27,5^2 + 192^2} = 194 \text{ Н}; \quad (4.4.51)$$

$$Pr_2 = \sqrt{R_{x2}^2 + R_{y2}^2} = \sqrt{497,5^2 + 1049^2} = 1161 \text{ Н}; \quad (4.4.52)$$

Намічаємо роликотідшипники однорядні конічні по ГОСТ333-79 .

Визначаємо осьові складові реакцій для них:

$$S_1 = 0,83 e Pr_1 = 0,83 \cdot 0,37 \cdot 194 = 60 \text{ Н}$$

$$S_2 = 0,83 e Pr_2 = 0,83 \cdot 0,37 \cdot 1161 = 357 \text{ Н}$$

де $e = 0,37$ для підшипника 2007/107

Дані для роликотідшипників конічних, серії однорядних зведені

в таблицю:

Умовне по- значення підшипника	d	D	T	C	з	е
	мм			кН		
2007107	35	26	18	32	23	0,27

За умовами навантаження $S_1 < S_2$; $60 < 357$ і $F_a > S_2 - S_1$; $40 < 357 - 60 = 297$;

Проводимо розрахунок основних навантажень:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$Pa_1 = S_2 - Fa = 357 - 40 = 317 \text{ Н};$$

$$Pa_2 = S_2 = 357 \text{ Н}.$$

Розглянемо нижній, більш завантажений підшипник 2.

Відношення $Pa_2/(Pr_2V) = 357/(1161 \cdot 1,2) = 0,256 < e = 0,27$, тому осьове навантаження не враховується,

де $V = 1,2$ - коефіцієнт при обертанні зовнішнього кільця

Визначення еквівалентного навантаження:

$$Pe = V P_{r_2} K_6 K_T = 1,2 \cdot 1161 \cdot 1,5 \cdot 1 = 2090 \text{ Н},$$

де K_6 - коефіцієнт при навантаженні з помірними поштовхами, вібраційним навантаженням.

$T_1 = 47 \text{ Н м}$; $d = 38 \text{ мм}$; розміри шпонки $e \cdot b \cdot l = 50 \cdot 10 \cdot 8$. $tl = 5,0 \text{ мм}$

$e_2 = 5,3 \text{ мм}$.

Розрахунок шпонки за нормальними напругами стиснення:

$$G_{cm} = \frac{2T_1}{dl(h-t_1)} = \frac{2 \cdot 47 \cdot 10^3}{38 \cdot 50(8-5)} = 16,5 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа} \quad (4.4.53)$$

Розрахунок шпонки по дотичній напруги зрізу:

$$\tau_{cm} = \frac{2T_1}{dlb} = \frac{2 \cdot 47 \cdot 10^3}{38 \cdot 50 \cdot 10} = 5 \text{ МПа} < 60 \text{ МПа} \quad (4.4.54)$$

Умови міцності шпонки виконуються.

Уточнений розрахунок провідної осі.

Нормальні напруження від вигину змінюються за симетричним циклом. Визначимо коефіцієнт запасу міцності S для небезпечних перерізів і сравним їх з необхідними значеннями $[S]$.

Міцність буде дотримуватися за умови $S \geq [s]$.

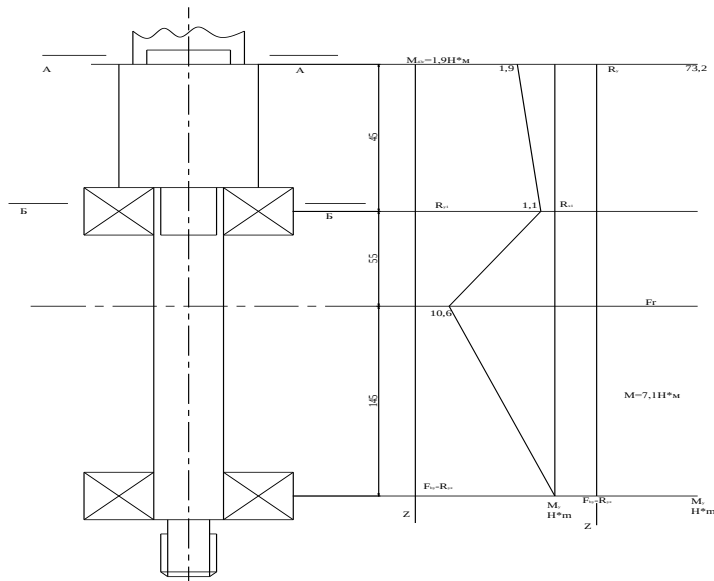
Розглянемо вісь 2. Матеріал осі – Сталь 45, термічна обробка-покращення. В осі присутні тільки напруги згину, тому розрахунок запасу міцності ведемо з напруги згину.

Межа витривалості при симетричному циклі згину: $G_{-1} = 0,43$

$$G_b = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ МПа}$$

					KPM.TOЗB.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Розрахункова схема і епюри згинальних моментів



З тимчасовим навантаженням до 150% номінальної.

$K_1 = 1$ температурний коефіцієнт.

Визначення розрахункової довговічності:

$$L = \left(\frac{C}{P_{\Sigma}} \right)^{\frac{10}{3}} = \left(\frac{32,0}{2,09} \right)^{\frac{10}{3}} = 8913 \text{ млн.об} \quad (4.4.55)$$

Визначення розрахункової довговічності:

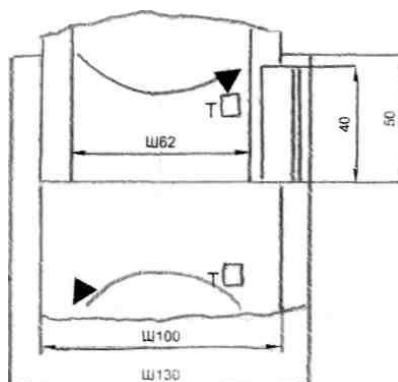
$$L_h = \frac{L10^6}{P60_{n_3}} = \frac{8913 \cdot 10^6}{60 \cdot 477} = 311000 \text{ год} \quad (4.4.56)$$

що відповідає вимогам ГОСТ.

Розрахунок верхнього підшипника 1 не робимо, т.к. навантаження в опорі 1 менше і умови довговічності виконуються в підшипники опори 2 будуть виконані і в даному випадку.

Перевірка міцності шпоночного з'єднання

Розрахункова схема:



					KPM.TOЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Робимо перевірку на міцність по дотичним напруженням на зминання і вигин шпоночного з'єднання зубчастого колеса шків.

Діаметр вала $d_b = d_{c2} = 100$ мм

Розміри шпонки $b \times h \times l = 28 \times 16 \times 40$ мм, глибина паза $t_r = 75,5$ Н · м

Умова міцності

$$G_{cm} = \frac{2T}{dl_p(h-t_1)} \leq [G_{cm}] \quad (4.4.57)$$

$$G_{cm} = \frac{2 \cdot 75,5 \cdot 10^3}{100 \cdot 40(16-10)} = 6 \text{ МПа} < 100 \text{ МПа} = [G_{cm}] \quad (4.4.58)$$

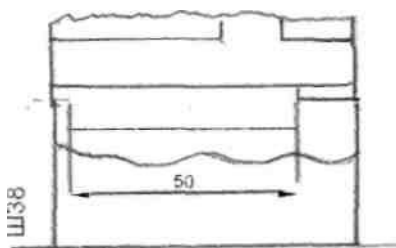
де $[G_{cm}] = 100$ МПа - максимальне напруження на зминання Сталь 45.

Умова міцності шпонки на зріз:

$$\tau_{cp} = \frac{2T}{dlb} \leq [\tau_{cp}] \quad (4.4.59)$$

$$\tau_{cp} = \frac{2 \cdot 75,5 \cdot 10^3}{100 \cdot 40 \cdot 28} = 1,34 \text{ МПа} < 60 \text{ МПа} = [\tau_{cp}] \quad (4.4.60)$$

Розрахункова схема



де $\tau_{cp} = 60$ МПа - допустиме напруження зрізу для матеріалу Сталь 45

Перевірка шпоночного з'єднання вал електродвигуна - шків.

Визначення реакцій в консолі:

$$Y = 0; -R_y - R_{yl} + F_t - (F_{by} - R_{ye}) = 0; \quad (4.4.61)$$

$$R_y = - (F_{by} - R_{yz}) + F_t - R_{yl} = -73 + 245 - 192 = 20 \text{ Н}$$

$$X = 0; -R_x + R_{xl} - F_r + (F_{bx} - R_{xz}) = 0 \quad (4.4.62)$$

$$R_x = (F_{bx} - R_{xz}) + R_{xl} - F_r = 379 + 27,5 - 87 = 319,5 \text{ Н}$$

Визначення внутрішніх зусиль:

$$M_y(0) = - (F_{by} - R_{yz}) \cdot 0,24 + F_t \cdot 0,095 - R_{yl} \cdot 0,04 = -73 \cdot 0,24 + 245 \cdot 0,095 - 192 \cdot 0,04 = 1,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_x(0) = - (F_{bx} - R_{xz}) \cdot 0,24 - M_2 - F_r \cdot 0,095 + R_{xl} \cdot 0,04 = 376 \cdot 0,24 - 10,6 - 87 \cdot 0,095 + 27,5 \cdot 0,04 = 73,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначення сумарного згинального моменту в небезпечних перерізах

А-А та Б-Б:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$M_{A-A} = \sqrt{M_x^2(0) + M_y^2(0)} = \sqrt{1,9^2 + 73,2^2} = 73,22 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4.4.6 \text{ 3})$$

$$M_{B-B} = \sqrt{M_x^2(0,04) + M_y^2(0,04)} = \sqrt{1,1^2 + 60,4^2} = 60,41 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4.4.6 \text{ 4})$$

У перетинах А-А і Б-Б концентратором напружень є канавка У перерізах А-А та Б-Б концентратором напруг є канавка. Мінімальний діаметр валу в перерізах:

$$W_{A-A} = \frac{\pi d^3_{A-A}}{32} = \frac{3,14 \cdot 35,5^3}{32} = 4392 \text{ мм}^3 \quad (4.4.65)$$

$$W_{B-B} = \frac{\pi d^3_{B-B}}{32} = \frac{3,14 \cdot 33,5^3}{32} = 3691 \text{ мм}^3 \quad (4.4.66)$$

Амплітуда нормальних напруг вигину:

$$G_g^{A-A} = \frac{M_{A-A}}{W_{A-A}} = \frac{73,22 \cdot 10^3}{4392} = 16,67 \text{ МПа} \quad (4.4.67)$$

$$G_g^{B-B} = \frac{M_{B-B}}{W_{B-B}} = \frac{60,41 \cdot 10^3}{3691} = 16,36 \text{ МПа} \quad (4.4.68)$$

Коефіцієнт запасу міцності за нормальною напругою:

$$S_G^{A-A} = \frac{G_{-1}}{\frac{K_G}{E_G} G_g^{A-A} + \psi_G G_M} = \frac{335}{\frac{3,12}{0,87} 16,36} = 8,4 \quad (4.4.6 \text{ 9})$$

У небезпечних коеф. запасу більше, ніж допускається за умовою:

$$S > [S] = 2,5$$

$$S_{A-A} = S_G^{A-A} = 8,24 > 2,5$$

$$S_{B-B} = S_G^{B-B} = 8,4 > 2,5$$

Визначення маси приводу.

Маса електродвигуна $m_e = 77 \text{ кг}$

Визначення маси зубчастих коліс

$$m_k = 2\rho V_k = 2 \cdot 7800 \pi / 4 ((355^2 - 306^2) 90 + (306^2 - 100^2) 17 + (100^2 - 62^2) \cdot 250) \cdot 10^{-3} = 72 \text{ кг} \quad (4.4.70)$$

Визначення маси шківів:

$$M_{ш1} = \rho V_{ш1} = 7800 \pi / 4 \cdot 10^{-9} ((180^2 - 140^2) 44 + (140^2 - 60^2) 10 + (60^2 - 38^2) 70) = 2,75 \text{ кг} \quad (4.4.71)$$

$$M_{ш2} = \rho V_{ш2} = 7800 \pi / 4 \cdot 10^{-9} ((280^2 - 240^2) 44 + (240^2 - 120^2) 10 + (120^2 - 96^2) 32) = 9,27 \text{ кг} \quad (4.4.72)$$

За ГОСТ 333-79 маси роликотпідшипників $m_n = 4 \cdot 0,22 = 0,88 \text{ кг}$.

Визначення мас шліцьових гайок по ГОСТ 11 373-73

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

$$m_r = 2 m_{ir} = 2 \cdot 0,689 = 1,387 \text{ кг} \quad (4.4.73)$$

$$\text{Визначення маси плити: } m_{\pi} = 880 (450 + 530) 7,8 \cdot 10^{-6} = 67,27 \text{ кг} \quad (4.4.74)$$

$$\text{Визначення маси приводу: } m_{\text{пр}} = m_r + m_e + m_{\text{до}} + m_{\text{ш1}} + m_{\text{рп}} + m_{\text{гш}} + m_{\pi} = 36 + 77 + 72 + 2,75 + 9,27 + 0,88 + 1,78 + 67,27 = 284,5 \text{ кг}$$

4.4.4.Заключення за розрахунком.

В результаті проведеного кінематичного розрахунку отримано необхідні геометричні та кінематичні параметри приводу сепаратора, що забезпечує режим роботи, обумовлений у технологічному розрахунку.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

5. ТЕХНІЧНИЙ ПРОЕКТ

5.1 Опис розробленої конструкції з технічної характеристики машини

Розроблена конструкція приводу сепаратора ЗС-50 знаходиться в нижній частині кузова, під приймальним ситом. Габаритні розміри приводу становлять 840*940*710мм. Кріплення до корпусу здійснюється 6 болтами М20 за допомогою горизонтальної плити.

На вертикальній плиті, привареній до горизонтальної, розташований електродвигун. Обертання передаються за допомогою клинопасової передачею на інерційний механізм, що знаходиться в закритому корпусі. Клинопасова передача складається з 2-х ременів і у вертикальній плиті виконано вікно для вищезгаданих ременів. Натяг ременів при встановленні та в процесі експлуатації здійснюється із шарнірно-встановленої підмоторної плити, на якій закріплений болтами М20 електродвигун. Регулювання натягу здійснюється поворотом плити в потрібне положення та закріпленням натяжним болтом.

Інерційний механізм являє собою 2 синхронно обертові зубчасті колеса, що являють собою циліндричну косозубу передачу. На зубчастих колесах закріплені вантажі-балансири, що здійснюють прямолінійні поворотно-поступальні рухи ситового корпусу. Значний розмір зубчастих коліс визначається закріпленням на них додаткової маси у вигляді вантажів-балансирів. Конструктивно маточина шестерні виконана на розміщених у сторони веденого шківів, який за допомогою шпонкового з'єднання передає крутний момент з нього на інерційний коливач. Шків закріплений на маточці двома канавками гайками, що перешкоджають переміщенню валу шківів.

Зубчасті колеса обертаються на нерухомих осях, приварених до горизонтальної плити. Обертання зубчастих коліс забезпечують роликові однорядні підшипники, з конструктивних пропозицій прийнято особливо легку серію. Підшипники розташовані на максимальній віддаленості один від одного, що за-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

безпечує більш рівномірний розподіл навантаження. Роликопідшипники насаджені в натяжку, що характерно для вирівнювання великих валів та осей.

Гайками МОЗ забезпечують положення роликопідшипників, їх закріплення і регулювання, Обмеження доступу до підшипників бруду пилу, а також попадання мастила з них назовні здійснюється кришкою глухого типу, яка одночасно фіксує зовнішнє колесо нижнього підшипника.

Кріплення вантажів-балансирів здійснюється болтами М20 шайбами гравера, що стопоряться.

5.2. Силловий розрахунок

5.2.1. Мета і завдання розрахунку

Визначення енергетичних характеристик машини і отримання вихідних даних для обґрунтування конструкції та проведення розрахунків на міцність, чистельність навантажень, що діють на основні елементи машин, розрахунок потужності, необхідної для приводу робочого органу, вибір електродвигуна, який задовольняє заданим умовам роботи.

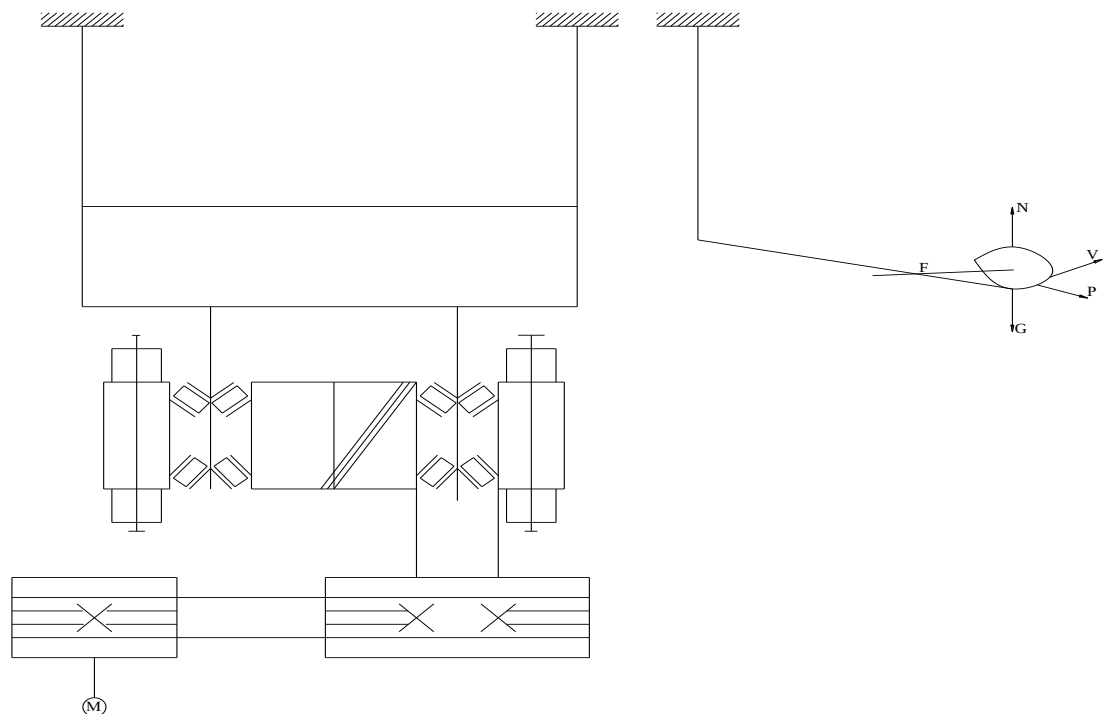


Рис. 5.2.1. – Схема розрахунку

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

5.2.3. Вихідні дані.

Умови швидкості зубчастих коліс 3 та 4, шківів 1 та 2: $W1=50\text{рад/с}$;
 $w2=w3=w4=78,5\text{ рад/с}$.

Амплітуда коливань ситового корпусу $A = 0,0038\text{м}$. Маса ситового корпусу $m_k = 1076\text{ кг}$.

Маса продукту, що одночасно перебуває на ситі $m_{п}=46\text{кг}$. Маса гру-зов - балансиров $m_{г}=36\text{кг}$

Коефіцієнт тертя продукту о сито $f=0,37$

Поздовжня швидкість руху продукту по поверхні сита $V_{пр}=0,34\text{ м/с}$

Попередньо прийнята частота обертання двигуна з урахуванням проковзування $n=740\text{об/хв}$

Передатне відношення клинопасової передачі $i = 1,6$.

5.2.4. Розрахунок

Визначення енергії, що підводиться для статичних сил:

$$N_{ст} = \frac{N_n + N_T}{\eta_{п}^2 \eta_p^2 \eta_3} = \frac{3743,57 \cdot 51,8}{0,99^2 \cdot 0,96 \cdot 0,97} = 4164 \text{ Вт} \cong 4,1 \text{ кВт} \quad (5.2.1)$$

де $\eta_{п}$ - 0,99- ККД пари підшипників;

η_p - 0,96- ККД пасової передачі;

η_3 - 0,97- ККД зубчастої передачі;

$N_{п} = \theta_k (m_k + m_{п} + \theta m_2) w_n^2 A V_{пр} = 1 (1076,5 + 1,6 + 2 \cdot 18) \cdot 50_k \cdot 0,0038 \cdot 0,34 = 3743,57 \text{ Вт}$ - корисні витрати потужності.

де $\theta_{до} = 1$ кількість ситових корпусів;

$\theta = 2$ кількість вантажів балансиров в приводному механізмі.

$N_T = F V_{ср} = 167 \cdot 0,34 = 56,8 \text{ Вт}$ - поздовжні сили тертя продукту про сито;

де $F = f G_n = f m_n g = 0,37 \cdot 46 \cdot 9,81 = 167 \text{ Н}$ - сила тертя продукту о сито.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Використовуючи каталог електродвигунів асинхронних захищеного виконання, що обдуваються із серії 4А, приймаємо електродвигун 4А132S8М4У3 з наступними характеристиками:

- синхронна частота обертання $n_s = 750 \text{ об / хв}$;
- ковзання $S = 5,8\%$;
- відношення величин пускового до номінального обертального моменту $T_p/T_n = 1,8$;
- момент інерції ротора $i_p = 0,082 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

Визначення номінального моменту:

$$T_n = N_d / \omega_1 = 4000 / 50 = 80 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (5.2.2)$$

5.2.5. Висновки за розрахунком.

В результаті проведеного силового розрахунку були отримані енергетичні характеристики машини, що обґрунтовують конструкцію приводу. Визначено та розраховано потужність, по ній - електродвигун, що задовольняє заданим умовам роботи.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

6. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРУВАННЯ

6.1. Вимоги до управління електроприводів машин

Сепаратор для попередньої обробки зерна призначений для виділення домішок, що відрізняються за геометричними ознаками, а також для поділу зерна на фракції.

Область застосування - підприємства по переробці зерна і його зберігання.

Сепаратор встановлюють в приміщеннях, які відповідно до ШЕУ відносяться до класу «Приміщення особонебезпечних». Гігієнічні норми параметрів мікроклімату в робочій зоні машини повинні відповідати ГОСТу 12.1.005-88. У зв'язку з тим, що існує особлива небезпека ураження обслуговуючого персоналу струмом, для експлуатації машини необхідно використовувати безпечну напруга 12; 24; 36В і з частотою мережі 50Гц.

Пульт управління розташований в шафі управління, а шафа управління знаходиться на відстані 5-10 м від машини. Живлення приводу здійснюється від трифазної мережі змінного струму 220 / 380 В 50Гц, а напругу управління знижено до безпечного значення 36 В 50Гц.

Живлення машини і пульта управління прокладається в газових сталевих трубах, з'єднані гнучкими мідними проводами з контуром заземлення.

Корпус машини та електродвигуна також з'єднується з контуром заземлення. Схема управління повинна забезпечити індикацію наявності напруги і роботу машини, а також захист двигунів від струмів короткого замикання, тривалого перевантаження і самовільного включення приводу після короткочасного зникнення напруги.

Одночасно з включенням двигуна приводу машини слід передбачити включення приводу вентилятора. Передбачити блокування включення машини

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА						
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Дослідження технічних характеристик сепаратора для попередньої обробки зерна КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розробив		Нізовцев О.О.									
Керівник		Гончарук Г.А.									
Керівник								ОНТУ			
Консульт											
Зав. каф.		Гапонюк О.І.									

при відкритті кришки і кожуха приводу. Передбачаємо роботу машини в складі лінії.

6.2 Вибір двигунів приводу машини

Для приводу машини найчастіше використовують трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А або міжнародної АІР.

Останні уніфіковані з двигунами «Інтерелектро» і виконані з конструкційних матеріалів підвищеної якості. Вони відрізняються меншими габаритами і масою, низьким рівнем вібрації і підвищеними енергетичними показниками, які відповідають рівню кращих зарубіжних зразків.

При виборі типу двигуна за рівнем захисту від впливу навколишнього середовища найчастіше використовують захищені - 1Р23 або закриті - 1Р44. У пожежонебезпечних приміщеннях використовують двигуни спеціального виконання - 1Р54.

Машина працює в тривалому режимі $P_B \geq 60\%$ при мало і навантаженню, що змінюється (режим S1), тоді потужність двигуна вибирають за результатами енергетичних розрахунків

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{расч}}, \text{ кВт}$$

де $P_{\text{ном}}$, $P_{\text{расч}}$ – номінальна і розрахункова потужність двигунів, кВт.

Вибираємо трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором серії 4А виконання 1Р54 для режиму S1 з напругою живлення 380 В 50 Гц (табл)

Таблиця 6.1 – Двигуни приводу

Позначення	Тип	$P_{\text{ном}}$, кВт	$\eta_{\text{ном}}$, об/хв	$\eta_{\text{ном}}$, %	$\cos\varphi_{\text{ном}}$
M1	4AX8O4	15	1420	78	0,83
M2	4AA63A4	22	1380	68	0,65

6.3. Схема електрична принципова ситового сепаратора

Пристрій захисного відключення чотирьохфазна QF0 служить для подачі напруги живлення приводу машини 220/380 В 50 Гц і захисту від струмів витоку двигунів M1 і M2, а також для відключення напруги живлення при дотиках обслуговуючого персоналу до струмоведучих проводів.

Автоматичні трьохсмугові вимикачі QF1 і QF2 служать для захисту двигунів від струмів короткого замикання.

Електротеплові реле KK1, KK2 з розмикаючими контактами KK1: 1, KK2: 2 забезпечують захист двигунів від струмів тривалого перевантаження.

Трансформатор TV1 (служить для зниження напруги живлення ланцюгів управління і сигналізації від струмів короткого замикання і перевантаження з боку зовнішньої напруги забезпечуються однополюсним автоматичним вимикачем QF3, а з боку нижчої напруги - плавним запобіжником FV1).

При подачі напруги живлення вмикачем QF0 загоряється сигнальний світлодіод VS1 зеленого кольору «Мережа».

Натисканням кнопки SB1.1 «Робота» включається котушка пускача KM1.1, яка своїми головними контактами KM1.1 підключає двигун приводу кузова M1 для його нормальної роботи. При цьому інші його допоміжні прикінцеві контакти KM1.1: 2 пускову кнопку SB1.1, а розмикаючі KM1.1: 3 блокують (розмикають) ланцюг котушки магнітного пускача KM1.1: 2: 1 забезпечує рух двигуна M1. При цьому підключається мережа світлодіода VS2 зеленого кольору «Робота». При цьому необхідно натиснути кнопки SB2.1. Розмикаючі контакти SB2.1 забезпечують ланцюг котушки магнітного пускача KM1.1 і підключають котушки KM1.2. Світлодіод VS2 гасне, а світлодіод VS3 червоного кольору «Реверс» загоряється. Одночасно з цим підключається котушка реле часу KT1, яка через встановлений час витримки $t = 0 \dots 30$ розмикає контакти KT1: 1 відключають двигун M1.

Двигун M2 приводу вентилятора включається замикає кнопкою SB2.2. При цьому включається котушка магнітного пускача KM2, яка своїми головни-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

ми контактами КМ2: 1 підключає двигун М2 до мережі живлення. Допоміжні прикінцеві контакти КМ2: 2 шунтують кнопку SB2.2, утримуючи живлення котушки КМ2 і світлодіода VS4 зеленого кольору.

Для відключення вентилятора необхідно натиснути кнопку SB2.1 «Стоп».

Для аварійного відключення приводів машини встановлений вмикач SB0.

6.4. Вибір захисних і комутуючих апаратів

За формулою визначаємо номінальні струми двигуна:

$$I_{ДВ} = \frac{P_{ном} * 100}{\sqrt{3} * U_{ном} * \cos \varphi_{ном} * \eta_{ном}} ; A$$

де $P_{ном}$, $U_{ном}$, $\cos \varphi_{ном}$ – номінальні значення параметрів двигунів за їх технічними характеристиками.

$$I_{ДВ1} = (1,5 * 10^3 * 100 / \sqrt{3} * 380 * 0,83 * 78) = 3,52 A$$

$$I_{ДВ2} = (2,26 * 10^3 * 100 / \sqrt{3} * 380 * 0,65 * 68) = 0,86 A$$

Значення струмів зводимо в таблицю.

Вибираємо типи і розміри магнітних пускатів для включення двигунів приводу кузова і вентилятора.

Магнітний пускач беремо з серії ПМА на 380 В 50 Гц з напругою котушки управління $U_k=36В50Гц$. Величину магнітного пускача визначаємо з умови:

$$I_{МП} \geq I_{ДВ},$$

де $I_{МП}$ – номінальний струм магнітного пускача, А

Реле для захисту двигунів від струмів тривалого перевантаження - вибираємо реле електрострумове теплове серії РТЛ, призначене для роботи в комплекті з магнітним пускатем серії ПМЛ з умови:

$$I_{ТР \min} \leq I_{ДВ} \leq I_{ТР \max},$$

де $I_{ТР \min}$, $I_{ТР \max}$ – мінімальний і максимальний струм спрацьовування теплового реле (регулюється).

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2 - Комутовані і захисні апарати приводу

Двигун			Магнітний двигун			Теплове реле		
Позна-чення	$P_{ном},$ кВт	$I_{дв}$	Позна-чення	Тип та величи-на	$I_{мп}, A$	Позна-чення	Тип та величи-на	$I_{тр min}$ $I_{тр max}$
M1	1,5	3,52	KM1	ПМЛ-100	10	KK1	РТЛ-1009	3,0-4,0
M2	2,2	0,86	KM2	ПМЛ-100	10	KK2	РТЛ-1001	0,4-1,1

Визначаємо загальний струм приводу установки

$$I_0 = I_{дв1} + I_{дв2} = 3,52 + 0,86 = 4,4 \text{ A}$$

Для захисту приводу від струмів короткого замикання вибираємо автоматичний вимикач із серії АЕ20 на 380 В 50 Гц з умови:

Струм спрацьовування $I_{сп} \geq I_{дв}, A$,

Струм вмикача $I_{вк} \geq I_{дв}, A$,

Таблиця

Позначення	Тип вимикача	$I_{сп}, A$	$I_{вк}, A$
QF1	АЕ2026-20Р-	4,0	16
QF2	-54:У2А	1,0	16

Вибираємо розділовий трансформатор ОСМ1-0,063У3220 / 5-42УХЛ4 на номінальну напругу первинної обмотки 220 В 50 Гц, вторинної: 5Вт 42 В з відведенням на 37В потужністю 0,063 кВ * А (63В * А)

Вибираємо світлодіоди:

Світлодіод АЛ307В - зеленого кольору

Світлодіод АЛ307Б - червоного кольору.

Інші елементи схеми управління додаткових розрахунків не вимагають і наведені в специфікації.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

7. БЕЗПЕКА ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИНИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Аналіз конструкційних рішень щодо безпеки та гігієни

За ринкових умов в Україні все більшого значення набуває якісна первинна обробка і зберігання зернових, круп'яних та олійних культур безпосередньо у виробника або ж у спеціалізованих, пристосованих зерносховищах. Вирішення цієї проблеми дасть змогу виробнику бути вільним у питаннях щодо продажу врожаю у найбільш вигідний час – за встановлення найвищих цін на вирощену продукцію.

Технологічні процеси зберігання і переробки зерна пов'язані з ризиком отримання травм від затягування працівників в зернову масу чи завалювання зерном, що обрушилося в складі, падіння з висоти або у відкриті люки бункерів чи силосів. Також можливі травми при проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт, отруєння вуглекислим газом, що може накопичуватись в зерноскладах. Тому потрібно пам'ятати про забезпечення постійного нагляду за роботою працівників, проведення робіт з зерном необхідно організовувати з дотриманням карт технологічного процесу.

У 2017 році набрали чинності нові Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 20.09.2017 № 1504, які зареєстровані в Міністерстві юстиції України 23 жовтня 2017 року за № 1288/31156 (далі – Правила).

Ці Правила поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності та організаційно-правової форми, які здійснюють діяльність, пов'язану зі зберіганням та переробкою зерна.

Вимоги цих Правил є обов'язковими для роботодавців та працівників при виконанні робіт (технологічних процесів) зі зберігання та переробки зерна. [2]

Роботодавцям та посадовим особам хлібоприймальних підприємств, діяльність яких пов'язана зі зберіганням та переробкою зерна (елеватори, сільськогосподарські підприємства), необхідно згідно з Правилами, вжити заходів щодо приведення робочих місць, обладнання, машин і механізмів відповідно до вимог Правил, Технічних регламентів та інших нормативно-правових актів з охорони праці.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА							
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Дослідження технічних характеристик сепаратора для попередньої обробки зерна КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19			Літ.	Арк.	Аркуші		
Розробив		Нізовцев О.О.										
Керівник		Гончарук Г.А.										
Керівник								ОНТУ				
Консульт												
Зав. каф.		Гапонюк О.І.										

Механічний процес поділу сипучих матеріалів на частини з різними геометричними і фізичними властивостями називається сепарацією.

Конструктивні рішення, а також матеріали, які використовуються в новому обладнанні для харчової промисловості, повинні відповідати вимогам [2,3,4]. При її розгляді необхідно враховувати такі фактори: характеристики елементів конструкції харчового обладнання та матеріалів, які визначають безпеку їх використання; Наявність робочих органів машин для очищення та дезінфекції; Відсутність органічного матеріалу на робочій поверхні дозволяє накопичувати западини та нерівності в структурі; Сітки та засоби для запобігання фільтрації рідини або проникненню тварин (комарів, мурах тощо). Ущільнення між машиною та підставою, герметизація стиків.

7.2. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть виникати при експлуатації обладнання, що розробляється під час наукових досліджень.

Небезпечні та несприятливі фактори (ОВПФ): [5] .

1. Накопичення в повітрі пилу, спочатку рисового, який виділяється в технологічному процесі сортування зерна.

Накопичення пилу на робочих місцях виникає на роботах із закритою або несправною аспірацією і є порушенням герметичності подачі та відведення матеріалу труб і корпусів машин. [18] .

Для видалення пилу з будівлі встановлено аспіраційну систему. Як відомо, причиною є накопичення пилу у виробничих приміщеннях

біль і вибух. Тому, щоб усунути це явище, слід докласти максимум зусиль для облаштування і провітрювання приміщення. Відповідно до санітарних норм гранично допустима концентрація зернистого пилу в виробничих будівлях ліфтів і робочих приміщеннях заводу становить 4 мг/м³. [18] .

2. Збільшити рівень звуку. Високий рівень шуму на робочому місці спричинений використанням невідповідного обладнання або порушенням робочих практик, зокрема:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

- своєчасне та якісне змащування вузлів тертя;
- звукопоглинальні прокладки між секціями;

Для попередження проблем, зазначених у проекті, вживаються такі заходи:

- технічне обслуговування під час роботи та під час поточного ремонту для контролю пошкоджень заготовок, вм'ятин і деформації огорож і кришок.
- своєчасне проведення мастильних робіт, контроль звукоізоляції прокладок, між агрегатами машин.

Рівень шуму не повинен перевищувати 80 дБА відповідно до норм, встановлених у виробничій будівлі, де встановлено сепаратор. [20] .

3. Підвищити рівень вібрації. За рахунок потужного двигуна і ремінної передачі, а також наявності точок тертя. Рівень вібрації робочого місця не повинен перевищувати 92 дБ. [21] .

4. Недостатнє освітлення робочого місця. Норми штучного освітлення приміщень борошномельних підприємств: не менше 100 лк для ламп розжарювання і 150 лк для газорозрядних ламп. Наочна робота VI категорії [23].

Недостатнє освітлення на робочих місцях пов'язане з порушенням порядку на робочому місці і недотриманням правил дорожнього руху навколо обладнання, несвоєчасним миттям вікон і освітлювальних приладів.

Щоб уникнути всіх перерахованих у проекті проблем, передбачено: забезпечення вільного пересування по перегородках, регулярне очищення віконних прорізів і світильників, заміна перегорілих ламп на нові, які потребують електроенергії.

5. Висока напруга в електричній мережі викликає коротке замикання, яке може потрапити на тіло оператора.

Ураження електричним струмом може бути викликане наступним:

- порушення ізоляції електроприводів ліній електропередач і освітлювальних мереж, відсутність або пошкодження захисного заземлення електродвигунів і роз'єднувачів.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

- портативне використання (під час обслуговування та ремонту) має напругу освітлення 36 Ст і більше.

Для захисту від ураження електричним струмом цей проект:

- заземлювальний провідник підключають до спеціальних гвинтових затискачів і організаційно-технічними заходами усувають помилкові напруги під час ремонту.

- портативне освітлення, з напругою до 36В у сухому середовищі та до 12В у вологому приміщенні (десять днів вимкнення та регулювання).

6. Покращена циркуляція повітря. За рахунок роботи системи всмоктування і кругового руху корпусу.

Фактори, що впливають:

- спричиняє втрату тепла в тілі людини та може викликати лихоманку.

-порушення ізоляції силового кабелю та електроприводів освітлювальної мережі, відсутності або пошкодження захисного заземлення електродвигуна та сепаратора.

-використання (у період технічного обслуговування та ремонту) переносного

освітлення з напругою понад 36 Ст.

Щоб уникнути поразки струмом у проекті передбачено:

-заземлюючий провідник приєднують до спеціального гвинтового затискача, при проведенні ремонтних робіт помилкова подача напруги виключається сукупністю організаційних та технічних заходів.

-застосування переносного освітлення при напрузі до 36В сухому та до 12В у вологому приміщенні (у період декадних зупинок та ремонту).

7. Підвищена рухливість повітря. Через роботу аспіраційних систем та кругового руху корпусу. Дія фактора: спричиняє втрату організмом людини тепла і може бути причиною застудних захворювань.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

7.3. Заходи і засоби по забезпеченню безпечних умов праці при монтажі, ремонті, технічному обслуговуванні і експлуатації обладнання

7.3.1 Розміщення виробничого обладнання. Вимоги безпеки при монтажі, ремонті та обслуговуванні обладнання. Ергономічні вимоги

Сепаратор надходить на виробництво для проведення монтажу в розібраному вигляді, складальними одиницями та деталями. Сепаратор без приводу піднімають на потрібний поверх виробничого корпусу за допомогою вантажного ліфта або лебідки через прорізи у перекриттях. У процесі транспортування сепаратора використовують візки або підйомники для його доставки на місце монтажу. Далі проводиться розмітка для монтажу під установку кріпильних болтів (відповідно до проекту). Після установки кріпильних болтів встановлюють корпус сепаратора. У заключній фазі перевіряють правильність установки сепаратора та відповідність правильності монтажу проектної документації.

Перевірка здійснюється кваліфікованими спеціалістами. До початку випробувань в холостому режимі необхідно перевірити кріплення різьбових з'єднань машини і кріплення з'єднань до підлоги по всьому її периметру.

Місце проведення ремонтних робіт має бути огорожено спеціальними плакатами із попередженням для безпеки виконання робіт. Зерновий сепаратор, що знаходиться в процесі ремонту, відключають від джерел електропостачання в приміщенні розподільного пульта. Вивішують плакат із попередженням про виконання ремонтних робіт, такий самий плакат має бути на пульті диспетчерського пункту.

Монтаж сепаратора повинен проводитись у повній відповідності до креслень та паспорта. При виборі майданчика для установки сепаратора необхідно передбачити деякий запас площі для проведення монтажу та ремонту окремих вузлів. Відповідно до {НПАОП 15.0-1.01-88.} при монтажі та ремонті сепаратора вільна відстань по периметру машини має бути 1,2м.

Бетонні майданчики для установки сепаратора і приводу повинні бути виконані відповідно до схеми плану фундаменту і нормаллю на промислове бу-

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

дівництво. Установку сепаратора та приводу на фундаменті слід проводити за рівнем для вивіряння горизонтальності. Допустима неспіввісність валів редуктора з валом сепаратора і з валом електродвигуна сепаратора трохи більше 0,5мм. При цьому можливе застосування різних клинів та прокладок під основи сепаратора, редуктора та електродвигуна.

Заземлення електрообладнання виконати відповідно до «Правил улаштування електроустановок». Взаємодія між операторами та елементами систем управління, пов'язаними із забезпеченням безпеки, проектується та встановлюється так, щоб ніхто не наражався на небезпеку при будь-яких режимах використання та при випадках неправильного використання машини [6]. Індикатори та органи управління зручно розташовані на висоті 150...160 см, причому важливі елементи, що часто використовуються, пов'язані функціонально, розміщені поблизу один до одного.

Для зручної ідентифікації органів управління індикатори, умовні позначення, таблички та інші довідкові написи розташовуються у зручних для огляду місцях (під датчиками, кнопками, регулюючими механізмами), що дозволяє оператору легко зрозуміти процес їх використання [6].

7.3.2 Небезпечні зони обладнання. Методи захисту небезпечних зон

Сепаратор є одним з основних видів технологічного обладнання, від роботи якого залежить якість готового продукту – борошна та крупи. При цьому визначено такі небезпечні зони:

- сепаратор (здійснює кругові зворотно-поступальні рухи);
- привід (ременна передача, дебалансний коливач);
- корпус сепаратора, на якому може накопичуватися статичне електрика.

Передбачені такі заходи та засоби захисту:

- огорожу приводу сепаратора;
- заземлення корпусу сепаратора для ліквідації можливості статичної електрики, занулення електродвигунів приводу та ротора та приводу живильника [22,29,20];

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

- встановлення захисної перегородки на дебалансний коливач;
- на пасову передачу встановити захисний кожух;
- Установка в робочій зоні аварійної кнопки «стоп»

7.3.3 Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря

Оператором, який обслуговує машину виконується робота, що відноситься до категорії середньої тяжкості 2А. Відповідно до цієї категорії робіт і враховуючи, що робота на підприємстві носить всесезонний характер, виконується цілий рік. У теплий період року, мікрокліматичні та фізіологічні показники на робочому місці повинні бути такими: температура повітря – 18...27° С, відносна вологість на робочих місцях 65 % при 26° С, швидкість руху повітря на робочих місцях 0,4...0,2 м/с [12]. У холодний період мікрокліматичні та фізіологічні показники мають бути такими: температура повітря 17...23°С, відносна вологість на робочих місцях 75% при 27°С, швидкість руху повітря на робочих місцях не більша за 0,3 м/с [12].

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату в робочій зоні проектом передбачено такі заходи:

- раціональний режим праці та відпочинку;
- засоби індивідуального захисту (костюм бавовняний, шолом, навушники протишумні) та взуття (черевики шкіряні).

7.3.4 Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації

При роботі даної машини джерелом шуму та вібрації є:

- електродвигун;
- балансирний механізм;
- сита сепаратора;
- сепаратор, що здійснює кругове зворотно-поступальний рух.

У проекті нормовані значення шуму та вібрації забезпечуються наступними організаційними та технічними заходами [7].

Основні організаційні заходи:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

- експлуатація обладнання має проводитись відповідно до вимог паспорта;
- проведення санітарно-профілактичних заходів (раціональний режим праці та відпочинку, медогляди);
- застосування засобів індивідуального захисту від шуму та вібрації (антифони, протишумні каски, навушники, шоломи, беруші);
- Проведення своєчасних профілактичних ремонтів.

Основні технічні заходи:

- усунення неврівноваженості мас, що обертаються (статичне та динамічне балансування);
- встановлення додаткового балансирного валу;
- зменшення технологічних допусків при виготовленні та збиранні вузлів;
- підвищення точності центрування та співвісності сполучних деталей;
- використання фундаментів та віброізоляторів для віброактивного обладнання;
- звукоізоляція (огорожу);
- ізоляція віброактивного обладнання від технологічних комунікацій

Рівень шуму робочому місці ні перевищувати 80 ДБА [7].

7.3.5. Забезпечення нормованих показників освітлення

Оператором машини виконується зорова робота, що відноситься до VI розряду. Характеристика зорової роботи – груба малої точності, найменший об'єкт більше 5 мм, значення коефіцієнт природного освітлення (КПО) при бічному освітленні – 1 %. [8]. Норми штучного освітлення в приміщенні: при лампах розжарювання не менше 100 лк, а при газорозрядних 150 Лк.

Якщо, з яких-небудь причин, перестає функціонувати робоче освітлення в приміщенні, для можливості зупинки сепаратора проектом передбачено аварійне освітлення. Його потужність становить 5% нормативної робочої освітленості, але не менше 2 Лк {ДБН В.2.5–28 –2006}.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Евакуаційне освітлення забезпечує нормальну видимість для евакуації людей із приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Таке висвітлення забезпечується від мережі, незалежної від робочого висвітлення. У світильниках аварійного освітлення встановлені лампи розжарювання.

7.3.6. Захист працюючих від ураження електричним струмом

Відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ) залежно від умов ОС, приміщення, в якому встановлена машина, за категорією електробезпеки, відноситься до II категорії з підвищеною небезпекою, вони характеризуються відносною вологістю понад 75 % [9]. Захист працюючих від ураження електричним струмом у проекті здійснюється такими заходами: технічними, електричними, організаційно-технічними:

- недоступність струмопровідних елементів забезпечується огорожами. Всі огорожі мають частини, що відкриваються або відкриваються; вони повинні бути закриті і для відмикання повинні застосовуватися спеціальні пристрої;
- ізоляція струмопровідних елементів;
- живлення машини та пульта управління прокладається в газових сталевих трубах, а труби з'єднуються гнучким мідним дротом із контуром заземлення;
- для недопущення ураження електричним струмом оператора, електродвигун повинен бути занулений [3].

7.4. Звукові та візуальні сигнали безпеки, необхідні для безпечної експлуатації нового обладнання

Корпус сепаратора пофарбований у сірий колір, огорожі пофарбовані як яскраво-синій, так і яскраво-червоний колір. У червоний колір пофарбована і внутрішня частина огорожі машини.

Управління електрообладнанням сепаратора здійснюється з пульта управління, що є прямокутною металевою скринькою, всередині якої розміщені електроприлади, на передню панель якого поміщена кнопкова станція «пуск» -

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

чорного кольору, «стоп» - червоний колір. На бічній стінці корпусу пульта управління передбачено заземлюючий болт для забезпечення безпечної роботи обслуговуючого персоналу. [37,38]

Розміщення пульта управління та решти електроапаратури, розведення та кріплення проводів проводиться при монтажі агрегату з урахуванням забезпечення зручності обслуговування, відповідно до вимог креслень та електричних схем.

7.5. Заходи пожежо- вибухонебезпечності

7.5.1. Пожежна безпека

Категорія приміщень, класи пожеж та клас зони пожежо-вибухонебезпечності [13]

№ п/п	Назва будівель або споруд, де встановлено обладнання	Категорія приміщень	клас пожежі	Клас зони пожежо-небезпечний - ності	Клас зони вибухонебезпечності
1	$S = 215 \text{ м}^2$	Б	Е	-	-

Корпус сепаратора виготовлений зі сталі 45. Інші вузли і деталі так само металеві, що не дає йому спалахнути при замикання проводки. Приміщення, у яких встановлені сепаратори, за характером середовища відносять до сухих, у яких відносна вологість вбирається у 60%, і приміщенням з нетокопроводной пилом .[27]

По електробезпеці ситовічневі відділення відносяться до приміщень з підвищеною небезпекою [25], по пожежо- і вибухонебезпечності в електроустановках до категорії Б. [26]

Приміщенні, в яких встановлені сепаратори, відносяться до класу Е, пожежі, пов'язані з горінням електроустановок [30].

Причинами можливого загоряння обладнання є такі фактори:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

- Замикання електропроводки;
- перевищення гранично допустимої концентрації пилу повітря, внаслідок розгерметизації устаткування.

До профілактичних заходів щодо недопущення займання обладнання відносять:

- пускова апаратура електродвигунів повинна перебувати в герметично закритому приміщенні (розподільному пуску);
- електропроводка до електродвигунів повинна прокладатися в трубах і не повинна мати зовнішньої ізоляції, а місця підключення повинні бути ретельно ізольовані;
- опір ізоляції електропроводки має бути не менше 1м, а опір статора електродвигуна не менше 5 м [29];
- електродвигуни повинні бути виготовлені у вибухобезпечному виконанні типу 1P54 для категорії приміщень Б [29];
- корпус електродвигуна має бути занулений, а корпус сепаратора заземлений згідно з [22, 25, 30];
- встановлення вибухорозрядників фільтр-циклону аспіраційної мережі сепаратора.

Засоби індивідуального захисту.

Обслуговуючий персонал забезпечується: спецодягом та засобами індивідуального захисту (окуляри, чоботи, головні убори, респіратори (пелюстка, У-2К, Ру-60м)), передбаченими правилами техніки безпеки та виробничої санітарії на маслоекстракційних заводах та зернопереробних підприємствах.

Відповідно до норм, (НАПБ Б.03.001-2004.) в даному приміщенні площею 215 м² слід встановити:

- переносні вогнегасники із зарядом речовини 6 кг, кількістю 6 шт;
- пересувні вогнегасники із зарядом речовини 20 кг, кількістю 2 шт.

7.5.2. Шляхи евакуації

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Відповідно до [11] в приміщенні передбачено по два евакуаційних вихода:

- приміщення має площу 215 м², розташоване на першому поверсі ;
- в приміщенні одночасно перебуває не більше 50 осіб та відстань від найвіддаленішої точки підлоги до зазначеного виходу не перевищує 25 м.

Двері евакуаційних виходів і двері на путі евакуації відкриваються в напрямку виходу людей з будівлі. Двері не повинні мати запорів, що перешкоджають їх вільному відкриванню зсередини без ключа. Просвіт евакуаційних виходів (дверей) має висоту 2,0 м , а ширину - 1 м.

Каркаси підвісних стель на шляхах евакуації та в приміщенні виконані з негорючих матеріалів.

Висота і ширина шляхів евакуації встановлюється НД відповідно до призначення будинку. При цьому, згідно із {НАПБА.01.001}, висота шляхів евакуації повинна бути 2,0 м , а їх ширина - 1,0 м .

Ширина проходів до одиночних робочих місць у межах даного приміщення передбачена 0,7 м. Шляхи евакуації забезпечені евакуаційним освітленням – природне освітлення в денний час і лампи розжарювання в нічний час доби.

На підлозі, на шляху евакуації не допускаються перепади висот та виступу, за винятком порогів, які влаштовані в евакуаційних виходах і мають висоту не більше 5 см, та мають забарвлення жовтого кольору.

У цьому приміщенні розроблено та вивішено на видному місці біля основного виходу з цеху план евакуації з вказівними стрілками червоного кольору шляху евакуації на випадок пожежі.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

7.6. Визначення та оцінка ризику при експлуатації обладнання, яке реконструйовано або розроблено

Вихідні дані: устаткування- сепаратор ЗС-50. Найбільш характерні небезпечні фактори: рухомі шківів і ремені клиноременною передачею, сепаратор, що здійснює круговий рух, а також ураження електричним струмом.

7.6.1. Дія фактора (рухливі шківів передачею) може призвести до стискання, відсікання кінцівки. За допомогою таблиці 3 [15] визначаємо тяжкість впливу небезпеки - критична, умовний бал - 3 одиниці.

За допомогою таблиці 1 [15] визначаємо ймовірність виникнення цієї події. Вона є неімовірною (передбачені огорожувальні конструкції, блокувальні пристрої, що виключають ймовірність виникнення травми) – умовний бал – 1 одиниця.

За формулою, визначаємо ризик виникнення нещасного випадку у цій небезпечній зоні.

$$P = 3 \times 1 = 3 \text{ (одиниці)}$$

По таблиці 4 [15] визначаємо критерій ризику – прийнятний (припустимий із перевіркою).

7.6.2. Дія фактора (ураження електричним струмом) може привести до смертельного випадку. За допомогою *таблиці 3* [15] визначаємо тяжкість впливу небезпеки - катастрофічна , умовний бал - 4 одиниці .

За допомогою *таблиці 1* [15] визначаємо ймовірність виникнення цієї події. Вона є неімовірною , (двигун занулений, обладнання заземлене, проводка ізольована) - умовний бал - 1 одиниця.

За *формулою 1* , визначаємо ризик виникнення нещасного випадку в цій небезпечній зоні.

$$P = 4 \times 1 = 4 \text{ (одиниці)}$$

За *таблиці 4* [15] визначаємо критерій ризику - прийнятний (допустимий з перевіркою).

Отримані результати переносимо в карту оцінки ризику.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

7.6.3 Дія фактора (рухоме сито сепаратора) може привести сильним ударів, переломів і тимчасової втрати працездатності. За допомогою *таблиці 3* [15] визначаємо тяжкість впливу небезпеки - критична, умовний бал - 3 одиниці.

За допомогою *таблиці 1* [15] визначаємо ймовірність виникнення цієї події. Вона є неймовірною, (передбачені огорожувальні конструкції, що виключають ймовірність виникнення травми) - умовний бал - 1 одиниця.

За *формулою 1*, визначаємо ризик виникнення нещасного випадку в цій небезпечній зоні.

$$P. = 3 \times 1 = 3 \text{ (одиниці)}$$

За *таблиці 4* [15] визначаємо критерій ризику - прийнятний (допустимий з перевіркою).

Висновок: комплекс заходів, передбачених в дипломному проекті, забезпечує достатній рівень безпеки обладнання при його монтажі, експлуатації і обслуговуванні, так як критерії ризику по найбільш характерним небезпечним факторів не перевищують допустимого рівня.

Небезпечний фактор	Можливі наслідки	Заходи щодо попередження та появи ризику	Оцінка базового ризику, бал			критерій ризику	Оцінка залишкового ризику, бал		
			В	Ч	Р		Ч	В	Р
1.Рухомі частини обладнання							-	-	-
Клино-ремінна передача	Поріз, відсікання кінцівки	Огорожуючі конструкції, блокуючі пристрої	3	1	3	3			

2.Електродвигун	Удар електричним струмом	Огорожуючі конструкції, блокуючі пристрої	4	1	4	4	-	-	-
3. Сепаратор ЗС-50	Удар о корпус сепаратора	Захисні конструкції	3	1	3	3			

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

8. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОВОГО СЕПАРАТОРА

У сучасних ринкових умовах перед борошномельної промисловістю поставлені великі завдання по збільшенню вироблення продукції, розширенню асортименту, підвищенню продуктивності обладнання та впровадження нових ресурсозберігаючих технологій.

На базі проведеного моніторингу діючого обладнання запропоновано провести модернізацію зернового сепаратора для попередньої обробки зерна, яка дозволить поліпшити технічні, експлуатаційні та економічні характеристики даного обладнання.

Запропонована модернізація діючого сепаратора дозволить збільшити продуктивність з 12.0 т/год до 12.5 т/год, підвищити ефективність використання матеріальних і трудових ресурсів, поліпшити його обслуговування.

Таблиця 8.1 – Техніко-економічна характеристика устаткування до і після його модернізації

№ п/п	Показники	Од. ви- мір.	Поз- начен.	Обладнання	
				базове	модернізоване
1	Продуктивність	т/год	В	12,0	12,5
2	Маса устаткування	кг	М	910	910
3	Встановлена потужність	кВт	Р _э	1,22	1,22
4	Час обслуговування опера- тором 4р.	хв	хв/см	480	385
5	Чисельність персоналу	чол.	Ч	1	0,8
6	Оптова ціна устаткування	грн.	Ц	13500	Розрах.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА			
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата	Дослідження технічних характеристик сепаратора для попередньої обробки зерна КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Літ.	Арк.	Аркуші
Розробив		Нізовцев О.О.						
Керівник		Гончарук Г.А.						
Керівник						ОНТУ		
Консульт								
Зав. каф.		Гапонюк О.І.						

Таблиця 8.2 – Нормативно - довідкова інформація для виконання розрахунків

N	Показатели	Ед. измер.	Величина
1	Норма амортизації	%	24
2	Норма витрат на ремонтні роботи	%	5,4
3	Норма витрат на утримання і експлуатацію устаткування	%	1.7
4	Норматив відрахувань у соціальні фонди	%	22,0
5	Річний фонд робочого часу	Год.	8160
6	Час тарифная ставка работника 4 р.	Грн.	4.68
7	Собівартість 1 квт. ел.енергії	Грн.	1,20
8	Коефіцієнт використання ресурсу	-	0,80
9	Граничний строк окупності капітальних вкладень	років	5,0

Таблиця 8.3. - Оцінка рівня науково-технічної ефективності модернізації сепаратора

№ п/п	Показники	Базове обладнання	Модернізов. Обладнання
1	Рівень новизни	-	Перевищує вітчизняні аналоги
2	Якість продукції	вища	вища
3	Споживання ел.енергії на 1 тн., кВт	0,102	0,098
4	Працездатність 1 тн., чол.год.	0,083	0,064

Таблиця 8.4. – Експертна оцінка і розрахунок інтегрального показника НТЕ

N	Показник	Рейтинг експертів			Сред. оцен.	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	5	5	6	5,33	1,87(5,33*0,35)
2	Перспективність	5	6	6	5,67	1,98(5,67*0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використ.	7	6	7	6,67	1,33(6,67*0,2)
4	Ступень досягнення позитивних результатів	7	7	7	7,00	0,70(7,0*0,1)
	Всього					5,87

В результаті проведеної експертної оцінки науково-технічна ефективність зернового сепаратора оцінена як достатня - 58,7% (5,87*100%)

Розрахунок капітальних вкладень на модернізацію і ціни устаткування.

Розрахунок капітальних вкладень на модернізацію устаткування розраховуємо укрупненим методом на основі ціни як 40% від ціни устаткування до модернізації. Таким чином, ціна устаткування після модернізації складе:

$$KB = Цб * 0,40$$

$$KB = 13500 * 0,4 = 5400,00 \text{ грн}$$

$$Цно = Цб + KB$$

$$Цно = 13500 + 5400 = 18900 \text{ грн}$$

Розрахунок поточних річних витрат на експлуатацію зернового сепаратора:

6.1 Амортизація устаткування:

- до модернізації (Аб) $Ab = 13500,00 * 0,24 = 3240,00 \text{ грн}$

- після модернізації (Ан) $An = 18900,00 * 0,24 = 4536,00 \text{ грн}$

6.2 Витрати на ремонтні роботи:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

- до модернізації (Рб)

$$Рб = 13500 * 0,054 = 729,00\text{грн}$$

- після модернізації (Рн)

$$Рн = 18900,00 * 0,054 = 1020,60\text{грн}$$

6.3 Витрати на утримання та експлуатацію устаткування:

- до модернізації (СЭб)

$$СЭб = 13500 * 0,017 = 229,50\text{грн}$$

- після модернізації (СЭн)

$$СЭн = 18900 * 0,017 = 321,30\text{грн}$$

6.4 Витрати на електроенергію:

- до модернізації (Эб)

$$Эб = 1,22 * 0,8 * 8160 * 1,20 = 9556,99\text{грн}$$

- після модернізації (Эн)

$$Эн = 1,22 * 0,8 * 8160 * 1,20 = 9566,99\text{грн}$$

6.5 Основна і додаткова заробітна плата обслуговуючого персонала:

- до модернізації (ЗПб)

$$ЗПб = 8160 * 4,68 * 1,2 * 1,15 * 1 = 52700,54\text{грн}$$

- після модернізації (ЗПн)

$$ЗПн = 8160 * 4,68 * 1,2 * 1,15 * 0,8 = 42160,44\text{грн}$$

6.6 Відрахування в соціальні фонди в % від основної и додаткової заробітної плати :

- до модернізації

$$Нзпб = 52700,54 * 0,22 = 11594,12\text{ грн}$$

- після модернізації (Нзпн)

$$Нзпн = 42160,44 * 0,22 = 9275,30\text{ грн}$$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Таблиця 8.5 - Зведення витрат за рік по устаткуванню до і після модернізації

№ п/п	Найменування витрат	До модернізації (Сб)	Після модернізації (Сн)
1	Амортизація устаткування	3240,00	4536,00
2	Витрати на ремонтні роботи	729,00	1020,60
3	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	229,50	321,30
4	Витрати на електроенергію	9566,99	9566,99
5	Витрати на заробітну плату	52700,54	42160,44
6	Відрахування у соціальні фонди	11594,12	9275,30
	Всього витрат	78060,15	66880,63

Показники економічної ефективності капітальних вкладень:

а) Прибуток (П) від запровадження модернізованого зернового сепаратора визначається як зниження наведених поточних річних витрат на його експлуатацію:

$$П = С_{бк} - С_{н}$$

$$П = 81182,56 - 66880,63 = 14301,93 \text{ грн}$$

б) Строк окупності капітальних витрат визначаємо як відношення капітальних вкладень до прибутку:

$$T = KВ : П$$

$$T = 18900,00 : 14301,93 = 1,32 \text{ года}$$

ВИСНОВКИ:

1. Розробка та проведене дослідження модернізованого зернового сепаратора для попередньої обробки зерна виконувалось на реальних дослідних результатах, з застосуванням сучасних методів і методик досліджень і розрахунків на достатньому науково-технічному рівні.

2. В результаті дослідження доведено, що в запропонованому варіанті, з наданими характеристиками зернового сепаратора можна:

- збільшити продуктивність устаткування в 1,04 разів;
- знизити споживання електроенергії с 0,102 до 0,098квт;
- дістати прибуток у обсязі 14301,93 грн.;
- окупити капітальні вкладення в економічно ефективний термін – 1,32 роки;
- здійснити модернізацію устаткування за рахунок амортизаційного фонду.

3. Усе вищесказане свідчить про економічну ефективність і господарську доцільність модернізації зернового сепаратора для попередньої обробки зерна.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Законодавство України про охорону праці (збірник нормативних документів): У 4 т. - Київ: Основа, 1995.
2. ДСТУ EN 1672-1-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 1. Вимоги щодо безпеки.
3. ДСТУ EN 1672-2-2001 Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Основні положення. Частина 2. Вимоги щодо гігієни.
4. ДСТУ EN 294-2001 Безпечність машин. Безпечні відстані для запобігання досягнення небезпечних зон руками (EN 294:1992, IDT).
5. ДСТУ EN 349:2002 Безпечність машин. Мінімальні проміжки, щоб уникнути здавлювання частин людського тіла (EN 349:1993, IDT).
6. ДСТУ EN 418-2003 Безпечність машин. Пристрої аварійної зупинки. Функціонування і принципи проектування (EN 418:1992, IDT).
7. ДСТУ EN 547-1-2001 Безпечність машин. Розміри людського тіла. Частина 1. Принципи визначення розмірів отворів для доступу до робочих місць у машинах (EN 547-1:1996, IDT).
8. ДСТУ EN 547-2-2001 Безпечність машин. Розміри людського тіла. Частина 2. Принципи визначення розмірів отворів для доступу (EN 547-2:1996, IDT).
9. ДСТУ EN 547-3-2001 Безпечність машин. Розміри людського тіла. Частина 3. Антропометричні дані (EN 547-3:1996, IDT).
10. ДСТУ EN 563-2001 Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних для дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь (EN 563:1994, IDT).
11. ДСТУ EN 574-2001 Безпечність машин. Пристрої дворучного керування. Функціональні аспекти та принципи проектування (EN 574:1996, IDT).
12. ДСТУ EN 1037:2003 Безпечність машин. Запобігання несподіваному пуску (EN 1037:1995, IDT).

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

13. ДСТУ EN 1088:2003 Безпечність машин. Блокувальні пристрої, з'єднані з огорожами. Принципи проектування та вибору (EN 1088:1995, IDT).
14. ДСТУ EN 1005-1:2005 Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 1. Терміни та визначення (EN 1005-1:2001, IDT).
15. ДСТУ EN 1005-2:2005 Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 2. Ручне переміщення машин та їхніх складових частин (EN 1005-2:2003, IDT).
16. ДСТУ EN 1005-3:2005 Безпечність машин. Фізичні можливості людини. Частина 3. Рекомендовані обмеження зусиль під час роботи з машинами (EN 1005-3:2002, IDT).
17. ДСТУ EN 614-1:2001 Безпечність машин. Ергономічні принципи проектування. Частина 1. Термінологія та загальні принципи (EN 614-1:1995, IDT).
18. ДСТУ prEN 614-2:2002 Безпечність машин. Ергономічні принципи проектування. Частина 2. Взаємозв'язок між проектуванням машин та робочим завданням (prEN 614-1:2000, IDT).
19. ДСТУ EN 894-1:2001 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 1. Загальні принципи взаємодії людини з індикаторами та органами керування (EN 894-1:1997, IDT).
20. ДСТУ EN 894-2:2001 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 2. Індикатори (EN 894-2:1997, IDT).
21. ДСТУ EN 894-3:2003 Безпечність машин. Ергономічні вимоги до проектування індикаторів та органів керування. Частина 3. Органи керування (EN 894-3:2000, IDT).
22. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
23. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
24. ДБН В.2.5–28 –2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

25. ДСТУ ІЕС 61140:2005 Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання.
26. ДНАОП 0.00–1.21–98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
27. Інструкція по проектуванню, розміщенню та експлуатації вибухорозрядників для технологічного устаткування підприємств комбікормової промисловості Київ, 1996.
28. ДСТУ EN 1050:2003 Безпечність машин. Принципи оцінювання ризику (EN 1050:1996, IDT)
29. ДСТУ OHSAS 18001:2010 Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги (OHSAS 18001:2007, IDT)
30. ДСТУ EN 457-2001 Безпечність машин. Звукові сигнали небезпеки. Загальні вимоги проектування та випробування (EN 457:1992, IDT)
31. ДСТУ EN 842-2001 Безпечність машин. Візуальні сигнали небезпеки. Загальні вимоги, проектування та випробування (EN 842:1996, IDT)
32. ДСТУ EN 981:2001 Безпечність машин. Система звукових та візуальних сигналів небезпеки та попередження (EN 981:1996, IDT)
33. ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. Межгосударственный стандарт.
34. ДНАОП 0.00 – 1.32 – 01 Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок.
35. ДСН 3.3.6-039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

Інформаційні інтернет ресурси:

1. <https://olis.com.ua/press-centre/statii/ochistka-zerna-2/>
2. <https://te.dsp.gov.ua/ohorona-pratsi-pid-chas-zberigannya-ta-pererobky-zerna/>
- 3.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.19	Лист
Змн.	Арк.	№ Документа	Підпис	Дата		

поз.		Позначення			Найменування			кіл.	прим.
					Документація				
A1		ЗС-50.00.00.20			Збірне креслення				
					Деталі				
1					Накладка			1	
2					Шарик-очишувач			32	
3					Сито			1	
4					Рамка			1	
5					Зацеп			2	
6					Прокладка			8	
7					Фардон			1	
					Стандартні вироби				
8					Шуруп 5×30			8	
9					Шуруп 5×25			2	

поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
		<u>Документація</u>		
A1	3С-50.00.00.00	Збірне креслення		
		<u>Збірні одиниці</u>		
1	3С-50.01.00.00	Станина	1	
2	3С-50.02.00.00	Корпус - ситовой	1	
3	3С-50.03.00.00	Корпус – збірник	1	
4	3С-50.04.00.00	Камера аспірації	2	
5	3С-50.05.00.00	Приймальний пристрій	2	
6	3С-50.06.00.00	Камера сходів	1	
7	3С-50.07.00.00	Патрубок сходів	2	
8	3С-50.08.00.00	Підвіска задня	1	
9	3С-50.09.00.00	Підвіска передня	2	
10	3С-50.10.00.00	Ексцентриковий механізм	1	
11	3С-50.11.00.00	Гнучкий рукав	2	
12	3С-50.12.00.00	Повітропровід	1	
13	3С-50.13.00.00	Огорожа	1	
14	3С-50.14.00.00	Кришка		
15	3С-50.15.00.00	Обмежувач	2	
16	3С-50.16.00.00	Кронштейн	4	
17	3С-50.17.00.00	Дифузор	1	
18	3С-50.18.00.00	Підвіска	4	
19	3С-50.19.00.00	Опора	4	
		<u>Стандартні вироби</u>		
20		Електродвигун	1	
		ЧАМ80АЧУПУЗ		
21		Болти ГОСТ 7798-70		
		М10-8*30.58.019	8	
		М10-1,25*25.88.019	6	
22		Шайба 7.651.029	6	
		ГОСТ 6402 - 70		
Ізм	Лист	№ докумен	Підп	Дата
Розробив	Нізовцев О.О.			
Керівник	Гончарук Г.А			
Консульт.	Гончарук			
Зав.каф.	Гапонюк О.І.			
Затв.				
Кваліфікаційна робота магістра				
Дослідження технічних характеристик сепаратора для попередньої обробки зерна			Літ	Лист
			К	Листів
Загальний вигляд			ОНТУ	

[illegible]