

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

на тему «Дослідження та ІТ-сервіс ситовіальної машини»

Здобувач Штокерт М.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 05.12.2023, 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 ШТОКЕРТА МИХАЙЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

1. Тема (роботи) - Дослідження та ІТ-сервіс ситовіальної машини

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

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 04.12.2023р.

3. Вихідні дані роботи Дослідити і виконати модернізацію машини для збагачення крупок і дунстів (ситовіальної машини), що надасть можливість збільшити продуктивність та якість готового продукту та надати можливі варіанти ІТ-сервісного обслуговування даної машини.

4. Перелік питань, які потрібно розробити У відповідності з методичними вказівками до виконання кваліфікаційної роботи, провести критичний огляд в даній темі, обґрунтувати можливі напрямки ІТ-сервісного обслуговування. Надати графіки досліджень. В тому числі, виконати розділ охорони праці, автоматизації та економічні розрахунки.

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

1. Ситовіальна машина (загальний вигляд) – 1 лист ф. А1; 2. Схема функціональна – 0,5 лист ф. А1; 3. Ситовіальна машина (складальне креслення) – 1,5 лист ф. А1; 4. Коливач (складальне креслення) – 1 лист ф. А1; 5. Станіна – 1 лист ф. А1; 6. Автоматизація – 1 лист ф. А1; 7. Аспірація (площинна схема) – 1 лист ф. А1.

Всього листів Ф.А-1.

6. Консультанти розділів проекту (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 _____ Михайло ШТОКЕРТ

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 _____ Михайло ШТОКЕРТ

Анотація

Актуальність теми.

Технологічні процеси розмелювання зерна на сучасних борошномельних заводах за своєю структурою (побудови) багатостадійні, безперервно-потоківі, що характеризується поетапною побудовою, складними взаємозв'язками етапів і високою швидкістю протікання процесів. Прагнення до поліпшення якості борошна, що виготовлюється, розширенню його асортименту, кращого використання зерна та виробничих потужностей борошномельних заводів викликає необхідність постійного розвитку і вдосконалення структури технологічних процесів розмелювання зерна.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи, зумовлено необхідністю створення машини, споживання повітря якою було б максимально знижено, що забезпечить скорочення витрат енергії на опалення приміщень; а також зменшити витрати, пов'язані з очищенням повітря і, як наслідок, покращити екологічну обстановку навколишнього середовища.

Метою кваліфікаційної роботи є модернізація ситовіальної машини, що містить в своєму складі аспіраційне обладнання.

Для досягнення поставленої мети:

- досліджено аеродинаміку повітряних потоків в ситовіальній машині із замкнутим циклом руху повітря з метою ліквідації недоліків;
- виконано критичний огляд конструкцій ситовіальних машин, наведено їх класифікацію, розглянуто опис патентів и винаходів;
- запропоновано шляхи удосконалення машини;
- проведено розрахунки та порівняння з існуючим обладнанням.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Сучасний стан та перспективи розвитку сито віяльних машин	9
1.1.Опіс технологічного процесу і робочих операцій, що реалізується ситовіяльною машиною.....	9
1.1.1. Опис технологічного процесу потокової лінії.....	9
1.1.2. Опис технологічного процесу, що реалізується машиною, яка підлягає розробці	9
1.2. Технічні вимоги і умови на сировину, напівфабрикати і готову продукцію, оброблювані об'єктом проектування	28
1.3. Застосування ІТ технологій в галузевому машинобудуванні	31
1.4. Критичний огляд в області теми кваліфікаційної роботи.....	36
1.5. Обслуговування та менеджмент	47
1.6. Висновки і обґрунтування вибраного напрямку проектування.....	49
2. Технічне завдання на проектування	51
3. Технічна пропозиція	53
4. Ескізний проєкт	56
5. Технічний проєкт	59
6. Автоматизація	72
7. Розрахунок економічної ефективності.....	73
8. Правила безпечного обслуговування ситовіяльних машин	79
Література	91
Специфікація	94

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Зерноочисні операції відіграють центральну роль у післязбиральній обробці зерна. Технологічні процеси виробництва борошна, крупи, спирту, біоетанолу, комбікормів і солоду також починаються з операцій очищення. Зерно завжди містить якісь домішки. Більшість домішок потрапляє в зернову масу під час збирання у вигляді різноманітних анатомічних компонентів культурних рослин і бур'янів, шматочків землі, комах тощо. Під час обробки зерна, до його складу можуть потрапити різні випадкові предмети: камінці, пісок і сміття із покриттів поверхні токів, бетонних конструкцій. До його складу можуть входити бетонні конструкції елеваторів і металеві компоненти зернотранспортних і переробних машин. Будь-який рух зерна пов'язаний з інтенсивним тертям зерна між собою та об робочі органи та інші поверхні машин, що викликає утворення пилу. Тому пил завжди є складовою зернової маси.

Всі домішки, що містяться в зерновій масі поділяються на відходи і крупи. До відходів відносяться насіння будь-яких бур'янів, частинки мінерального та органічного походження, значно пошкоджені (биті) зерна основної культури, метал, ґрунтові домішки тощо. Серед її складу виділяють шкідливу суміш, яка може завдати шкоди здоров'ю людей і тварин, особливо вміст у насінні шкідливих бур'янів і злаків, уражених хворобами. Наприклад, насіння гірчиці, деревію та зернових основної культури, пошкоджені сажкою, шершнями, фузаріозом. Використання в харчових цілях круп, що містять таку шкідливу суміш, не допускається. До зернових домішок належать зерна інших зернових культур, пошкоджені зерна основного врожаю, розтріскані, недорозвинені, пророслі та пошкоджені надмірним нагріванням, а в окремих випадках зерна іншого кольору. Домішки є

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.			
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження та ІТ-сервіс ситовіальної машини			
Розроб.		Штокерт М.О.						
Керівник		Гончарук Г.А.						
Зав. кафедр.		Гапонюк О.І.						
Н. Контр.								
Утверд.								
						Лит.	Лист	Листов
							4	
						ОНТУ 2023		

небажаним компонентом зерна, тому їх вміст, залежно від виду та призначення зерна, обмежений державними стандартами, а також дотриманням рекомендацій і правил щодо організації та ведення різних технологічних процесів переробки (або узгоджених сторонами при укладанні договорів на постачання зерна).

Методи очищення зерна визначають виходячи з досягнення бажаного результату розподілу зерна на основі відділення основного зерна та домішок. Більшість домішок, присутніх у зерновій масі, можна згрупувати в дев'ять класів, які, у свою чергу, визначають шість груп залежно від специфіки основних процесів сепарації зерна:

грубі, великі і дрібні - просіювання на ситі;

легкий — пневмосепарація;

металомангітні — усунення магнітами;

довгий і короткий - ярд;

важкий - вібропневматичний спосіб,

домішки, що відрізняються за своїми оптичними характеристиками — оптичне сортування.



Вібропневматичний метод використовується для відділення важких домішок і розділення матеріалу за питомою вагою. Слід зазначити, що якщо оцінка ефективності очищення проводиться для окремих процесів і машин, то враховується початковий і кінцевий вміст лише тих домішок, які можна відокремити відповідним методом.

На даний час питання енергозбереження набувають актуальності, що відображається на економічних показниках підприємства.

Завдання підвищення якості кінцевої продукції, більш раціонального використання вихідних компонентів і сировини, енергетичних ресурсів, а також поліпшення показників ефективної роботи обладнання

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

борошномельних підприємств може бути реалізовано на основі вдосконалення існуючих систем, та створити нове ефективне та енергоємне обладнання.

У даній кваліфікаційній роботі необхідно було вирішити одну з таких задач, пов'язану з розмелювальною службою борошномельного підприємства, а саме зону збагачення проміжних продуктів помелу зерна в сито віяльних системах.

Технологічний процес сортування і збагачення продукту в існуючих моделях ситовіяльних машин відбувається в результаті взаємодії руху продукту по ситах при зворотно-поступальному русі корпусу сита і висхідних потоків повітря. Приблизно 4000 м³/год повітря необхідно для роботи ситовіяльної машини, що становить від 60 до 70% від кількості повітря, присутнього у відділенні дроблення. Через таку кількість повітря, що забирається з приміщення, знижується температура і вологість, підвищується розрідження в заводських приміщеннях, чого, особливо взимку, не можна допускати.

Тому необхідно створити машину, споживання повітря якої було б максимально зменшено, що забезпечувало б зменшення енерговитрат на обігрів (опалення) приміщень; а також зменшити витрати, пов'язані з очищенням повітря, а отже, покращить екологічну обстановку навколишнього середовища. Також подивіться на можливі варіанти ІТ сервісного обслуговування ситовіяльної машини.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Сучасний стан та перспективи розвитку ситовіальних машин

1.1 Опис технологічного процесу і робочих операцій, що реалізуються ситовіальною машиною

1.1.1 Опис технологічного процесу потокової лінії

Технологічні процеси помелу зерна на сучасних борошномельних підприємствах багаторівневі, безперервні за своєю структурою (структурами), характеризуються поступовістю, складним зв'язком ступенів і високою швидкістю обробки. З метою підвищення якості виробленого борошна, підвищення його класифікації, кращого використання зерна та підвищення виробничих потужностей борошномельних підприємств необхідно систематично розвивати та вдосконалювати структуру технологічного процесу помелу зерна.

Аналізуючи структурні форми різних технічних процесів, можна зробити висновок, що структура технологічного процесу виробництва борошна є динамічною системою, яка постійно змінюється. Ця особливість пов'язана зі зміною якості імпортованого зерна, а також зміною виробництва та вимог до якості виробленого борошна. Використання сучасної техніки та високопродуктивного обладнання також впливає на проектування технічного процесу виробництва зерна. Схема помелу пшениці з центральним збагаченням включає шість стадій: початкове подрібнення зерна; класифікація сортування проміжних продуктів; збагачення проміжних продуктів на ситовіальних системах; збагачення проміжних продуктів на шліфувальних системах; тонке подрібнення проміжних продуктів; контроль борошна.

1.1.2 Опис технологічного процесу, що реалізується машиною, яка підлягає розробці

Ситовіальні машини призначені для збагачення проміжних продуктів розмелу зерна (крупок і дунстів), що означає їх сортування за добротною.

Добротність проміжних продуктів залежить від їх складу, тобто від відносного вмісту у них ендосперму і оболонки. Оскільки зольність ендосперму

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і оболонок неоднакова, то добротність проміжних продуктів розмелу зерна можна визначати за їх зольністю: чим зольність менша, тим добротність більша, і навпаки (табл. 7.7).

Таблиця 7.7 – Зольність зерна пшениці і проміжних продуктів його розмелу

Найменування продукту		Розмір частинок продукту, мм	Зольність, %
Зерно пшениці		—	1,6...1,9
Ендосперм		—	0,36...0,60
Оболонки		—	6...9
Крупки	Крупна	0,60...1,0	1,2...1,7
	Середня	0,45...0,60	0,90...1,4
	Дрібна	0,30...0,45	0,70...1,0
Дунсти	Жорсткий	0,20...0,30	0,70...0,90
	М'який	0,10...0,20	0,60...0,80

Для сортування проміжних продуктів помелу зерна за якістю в борошномельному виробництві застосовують комбінований спосіб поділу за розміром, щільністю та аеродинамічними властивостями компонентів проміжних продуктів. Це можливо тому, що швидкість високозольних частинок оболонок у 2-4 рази менша, ніж частинок ендосперму, а щільність оболонок становить 1,35-1,39 г/см³, а щільність ендосперму 1,44-1,48 г/см³.

Для проведення цього сортування в сучасних умовах використовують ситовіальні машини, які за принципом дії подібні до вібропневматичних сепараторів з просіюванням продуктів розділення.

Вхідна суміш проміжних продуктів помелу, що складається з частинок різної якості та розміру, надходить на похилий плоский сит, який коливається вперед-назад і обдувається рівномірно розподіленим повітряним потоком схід-схід. Завдяки феномену псевдозрідження шар продукту на ситі набуває текучості та здатності переміщатися по екрану з одночасним розшаруванням. Аеродинамічно легкі частинки оболонки розташовані у верхніх шарах суміші, а більш важкі частинки ендосперму – у нижніх шарах, безпосередньо на поверхні сита. Частинки-зрощення, в яких оболонка міцно зросла з периферичними (крайовими) частинами ендосперму, займають проміжне положення в шарі харчової суміші.

Ковзання продукту по поверхні сита супроводжується просівом через його отвори більш якісних частинок, які проходять, а менш якісні відчувають гальмівний вплив на потік повітря, що проникає через отвори сита всередину сита. протилежний напрямок. , тобто знизу вгору. Мірою явища гальмування частинок різної якості може бути відношення C між швидкістю повітряного потоку в отворах решета V_c і швидкістю польоту певної частки, що проходить повз V_v

$$C = \frac{V_c}{V_v} . \quad (7.4)$$

Тому частинки, що проходять, можна розділити на три групи: з високою добротністю ($C < 1$), з нижчою добротністю ($C > 1$) і проміжною ($C = 1$). В результаті швидкість повітря регулюється так, щоб не перешкоджати просіюванню часток з переважним вмістом ендосперму, які створюють прохідну фракцію, і в той же час достатньо перешкоджати проходженню через сито частинок меншої якості - з переважний вміст раковин. Ці частинки створюють вихід із сита.

Після збагачення проміжних продуктів помелу зерна частинки найвищої якості, які практично не містять оболонок, направляються на прокатні стани систем помелу, для отримання борошна з мінімальною зольністю.

Крихта потрапляє на вальцові машини так званих розмелювальних систем для відділення ендосперму від оболонок.

Ефективність процесу збагачення проміжними продуктами помелу впливає на вихід і якість борошна.

Технологічну ефективність грохота оцінюють за виходом збагаченого продукту $V_{зб}$.

$$B_{зб} = \frac{q_1 + \dots + q_n}{Q} \cdot 100\% , \quad (7.5)$$

де $q_1, \dots, q_n$ – маса проходових фракцій, відібраних від машини за одиницю часу, кг;

Q – маса продукту, який надійшов у машину за той же час, кг.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також визначають ступінь зменшення зольності прохода ΔZ

$$\Delta Z = \frac{Z_1 - Z_2}{Z_1} \cdot 100\% , \quad (7.6)$$

де Z_1 – зольність вхідного продукту, %;

Z_2 – зольність збагаченого продукту (проходу), %.

Оскільки в просіювальних машинах крупу і пил сортують на решетах, основним кількісним фактором ефективності вважається коефіцієнт вилучення проміжних продуктів η , тобто відносний вихід збагаченого продукту $V_{зб}$ по відношенню до одночасно обробленого.

$$\eta = \frac{B_{зб}}{Q} \cdot 100\% . \quad (7.7)$$

Загальна ефективність процесу збагачення E оцінюється як добуток показників ΔZ і η

$$E = \Delta Z \cdot \eta . \quad (7.8)$$

Крім того, ефективність також визначається різницею зольності вихідних продуктів і вхідного продукту, а також зольності збагачених продуктів.

Робота грохотних машин вважається ефективною, якщо зольність верхнього ступеня в 2-3 рази перевищує зольність вхідного продукту, а зольність нижнього ступеня в 1,5-2 рази нижче зольності. верхнього поверху.

У результаті збагачення ступінь зниження зольності ΔZ прохідної (збагаченої) фракції становить: для грубого зерна 40...50%, для середнього зерна - 30...40%, для дрібного зерна - 20. ...25%, а для дунсту - 10...15%.

На ефективність процесу збагачення в ситі впливають: гранулометричний склад вхідного продукту (крупність і однорідність), питоме навантаження сит, швидкість повітря, рівномірність розподілу продукту на ситі. сита і стійкість його шару, кінематичні параметри і нахил сит, точність вибору номерів сит.

Гранично допустиме значення питомого навантаження q на одиницю ширини приймального фронту решета призначається за умови відсіву всіх частинок якості і становить: для крупного зерна 0,015...0,025 т/год·см, для

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середнього зерна. ті - 0,014...0,015 т/год·см, для дрібних - 0,011...0,014 т/год·см, для твердих - 0,008...0,010 т/год·см.

Відтак, продуктивність ситовіальної машини можна визначити розрахунком

$$Q = qB \frac{m}{\text{год}}, \quad (7.9)$$

де B – ширина сит, см.

Швидкість висхідного потоку повітря V_c приймається рівною 0,6–0,8 м/с і регулюється як по всій поверхні екрана, так і по довжині корпусу екрана. Збільшення V_c збільшує вивільнення шару продукту та сприяє, в певних межах, самосортуванню.

Швидкість руху продукту по сити V_n у функції V_c описується виразом

$$V_n = V_{nk} + 0,82V_c^{1,63} \frac{m}{c}, \quad (7.10)$$

де V_{nk} – швидкість переміщення продуктів по поверхні сита тільки під впливом коливань ситового корпусу, тобто при $V_c=0$. До максимального значення, V_n наближається при $V_c=0,65$ м/с.

На результати збагачення також впливають частота і амплітуда коливань корпусу, кут нахилу решіт відносно горизонту і кут відхилення підвісок від вертикалі.

Кут нахилу решіт відносно горизонту зазвичай становить від 1,0 до 1,50. Його зменшення сповільнює рух продукту через сито і збільшує кількість проходів. Збільшення кута відхилення підвісів від вертикалі також впливає на кількість проходів.

Сучасні просівні машини мають таке ж призначення і практично однакову конструкцію. За рідкісним винятком вони належать до двокорпусних (двох ресиверів) трирівневих машин із всмоктувальною та випускною камерами. Їх відмінність в основному стосується конструкції приводу і реалізації окремих пристроїв, наприклад, підвісок корпусів дисплеїв і деяких інших елементів.

Машина просівна А1-БСО (рис. 7.17) двокорпусна, триступенева ціна призначена для збагачення двох паралельних потоків зерна і пилу, які

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надходять через приймальний патрубок 15 і живильники-розподільники 16 у два ситових корпуси 1, жорстко з'єднані між собою. один до одного і підвішені на підвісах 4 (дві штуки) і 5 (одна) - до станини 3.

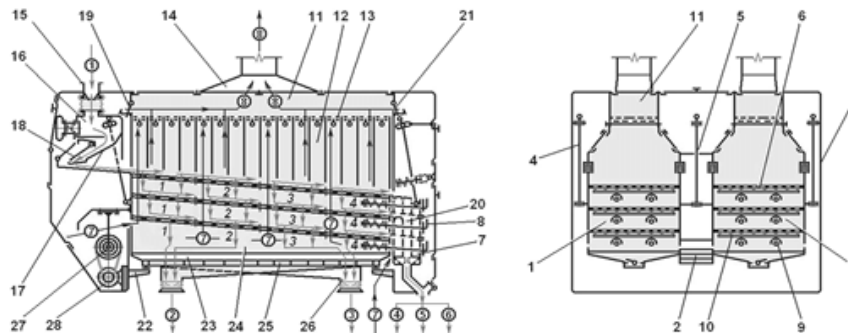


Рис. Функціональна схема ситовіальної машини А1-БСО: 1—корпус ситовий; 2—набір знімачів та прів; 3—станина; 4, 5—підвіски передня і задня; 6—рама ситова; 7—коробка приймальна; 8—фіксатор; 9—напрямові; 10—ціліка сито-очистна; 11—камера аспіраційна; 12—канал пневмосепаруючий; 13—цифер підпружинюючий; 14—колектор; 15—патрубок приймальний; 16—живильник-розподільник; 17—сит; 18—клапан розподільний; 19, 21—аспіраційні клапани; 20—камера сходів; 22—опора кузова-збірника; 23—лоток; 24—кузов-збірник; 25—перекидні клапани; 26—патрубок вилуплюючий; 27—механізм приводин; 28—електродвигун; (1)—кідовий продукт; (2)—прохід ситових рами і 2; (3)—прохід ситових рами і 4; (4), (5) і (6)—сход з верхнього, середнього і нижнього зрусів сит; (7)—повітря зонішине; (8)—повітря з відносини]]

Рис. – Функціональна схема ситовіальної (просівної) машини

Машина також містить: подвійний колекторний корпус 24, дві всмоктувальні камери 11, дві вагові камери 20, раму 3 і привід, який містить електродвигун 28 і двокорпусний ексцентрик 27.

Конструкція підвісок наведена на рис. 7.18. Він полягає в регулюванні напрямку вібрації корпусів сит, оскільки воно завжди залишається перпендикулярним до поздовжньої осі підвісок. Кут відхилення підвісок відносно вертикалі (або осі коливань відносно горизонталі) змінюють у межах 5...150 після відкручування гайок 3 і повороту підвісок відносно нижніх осей 5.

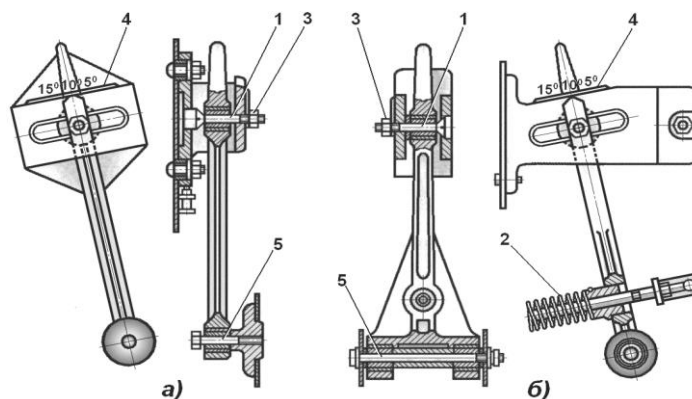


Рис. 7.18. Підвіски ситових корпусів ситовіальної машини А1-БСО:
а – передня; б – задня; 1, 5 – осі підвісні (верхня і нижня); 2 – пружина відтиска; 3 – гайка затиска; 4 – шкала

Стрілки, що вказують на три підвіски необхідно відрегулювати на однакові позначки на балансірі 4 і затягнути гайки 3. Натискна пружина 2 забезпечує відхилення підвісок від вертикалі. Він налаштований на заводі і не може бути відрегульований під час роботи машини.

Кожен корпус сита має свій окремий живильник-розподільник (рис. 7.19). Суміш продуктів самопливом потрапляє в насадку 1, а звідти в приймальну коробку 2, коливання якої відносно рівномірно розподіляють продукт по ширині дозатора. Далі продукт надходить в укіс 9, де розподільний клапан зі штангою 7 завершує формування шару продукту у вигляді рівномірно розподіленої стрічки, товщина якої регулюється гвинтом 6.

Ситові рами 6 (рис. 7.17) розташовують у три яруси по чотири рами в кожній. Кожен ступінь має свій нахил до горизонту, встановлений при виготовленні машини. Рами вставляються в корпус послідовно з боку сходової камери 20 і фіксуються пружинними кріпленнями 8. Рами виготовляються з алюмінієвого профілю.

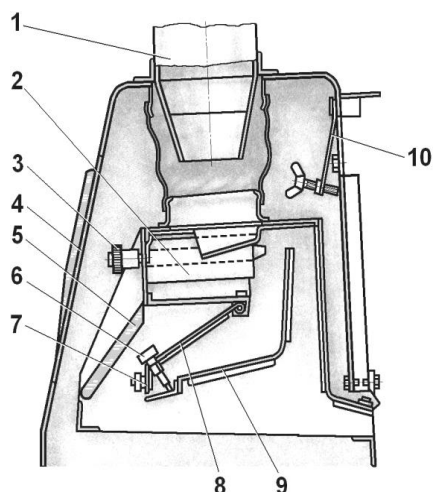


Рис. 7.19. Схема живильника-розподільника: 1 – патрубок живильний; 2 – коробка приймальна; 3 – ручка; 4 – дверка; 5 – кришка; 6 – гвинт регулювальний; 7 – планка; 8 – клапан розподільний; 9 – скат; 10 – клапан аспіраційний

Решетне полотно 2 (рис. 7.20) кріпиться до рам спеціальними гачками 7, які входять в зачеплення з зубами на бічних стінках рам і дозволяють зручно і надійно регулювати і відновлювати натяг решіт.

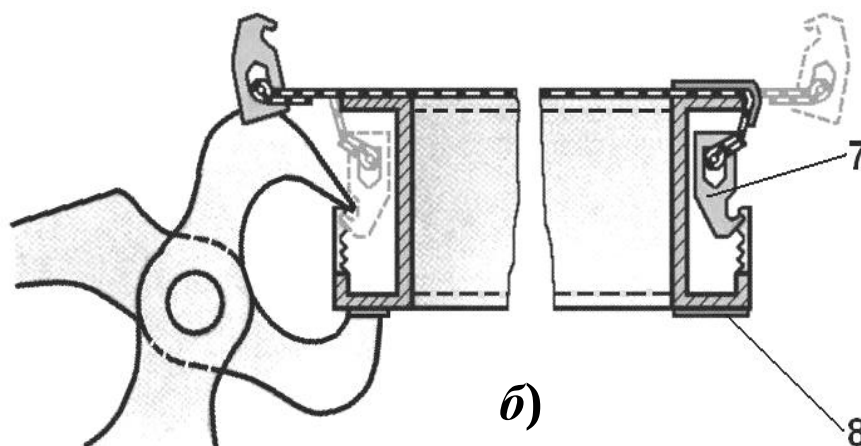
Кожна рама сита має інерційний щітковий очисник сита 6, встановлений під решетом на напрямних 5. Щітки циклічно переміщуються по рамах з боку в бік. Одночасно кутові пучки щетини ковзають уздовж екрану та виштовхують застряглі частинки з його отворів. Зношені щітки своєчасно замінюють.

Рамки в корпусі і між ними ущільнені м'яким і еластичним матеріалом 8.9 (поролон або тканина), що запобігає розтікання продукту по всьому їх периметру. Прохідні продукти (рис. 7.17) послідовно просіваються на ситах трьох рівнів і потрапляють у збірні органи 24, у лотки 23 і залежно від розташування перепускних клапанів 25 через вихідні патрубки виходять у зручне місце. 26.

Решета розміщують за правилом: кожна наступна рамка в ярусах повинна мати решето на номер менше попереднього і по вертикалі - на номер товщі.

Сходові вироби, що складаються в основному з оболонок, послідовно переміщуються по рамах корпусу сита і надходять у сходову камеру 20, де при необхідності можуть з'єднуватися з стулками клапанами приймальних ящиків 7.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Вал 8 через пасову передачу і шків 1 приводиться в рух від електродвигуна. Вал спирається на підшипникові опори 3, між якими знаходиться ексцентрик 7. Корпус 4 ексцентрика через шатун 9 і сайлентблок з'єднаний з корпусами колектора. Дебаланси 2 і 5, розташовані на шківках 1,

встановлених симетрично, створюють відцентрові сили інерції, які врівноважують вертикальну складову сили інерції корпусів сит (дисбаланси 2) і ексцентрикового корпусу (дисбаланси 5). Електродвигун 28 (рис. 7.17) шарнірно з'єднаний з кронштейном рами ліжка 3. Завдяки цьому відбувається натяг пасової передачі обертанням кріпильної плити з двигуном відносно осі кронштейна. Для цього стопорні болти з обох боків цієї осі спочатку відкручують, а після відновлення натягу затягують.

Параметри кінематичного режиму роботи решета істотно впливають на продуктивність і ефективність його роботи. Тому в конструкції передбачена можливість регулювання як частоти, так і амплітуди вібрації корпусів сит. Для цього використовуються регульовані приводні шківні плоскопасової передачі «електродвигун - ексцентрик», що забезпечує частоту коливань ситового корпусу в межах 480...525 об/хв. Регулювання амплітуди коливань корпусу між 5 і 6 мм здійснюється збільшенням або зменшенням маси знімних тягарців 2, які прикріплені до жорсткої перемички між двома збиральними органами 24 (рис. 7.17). Збільшення ваги вантажу збільшує амплітуду коливань корпусу грохота, і навпаки.

Всмоктувальні камери 11 розташовані над корпусами сит. Між корпусами і камерами по всьому периметру встановлені герметичні тканинні прокладки. Бічні стінки камер виконані прозорими і знімними для зручності спостереження за процесом сортування і збагачення продукту, який відбувається на ситах верхнього поверху. Цьому також сприяє люмінесцентна лампа, розміщена між камерами. Зверху обидві камери і відсік між ними закриті знімними металевими кришками і підключені до всмоктувальної мережі за допомогою окремих колекторів. Всмоктувальні форсунки оснащені метеликами для грубого (попереднього) регулювання повітряного режиму.

Кожна всмоктувальна камера розділена вертикальними перегородками на шістнадцять відсіків - чотири відсіки над кожною рамою сита. У верхній частині відсіків встановлені перфоровані регулятори витрати повітря. Співпереміщення або перекриття отворів регуляторів заслінок збільшує або

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зменшує об'єм повітря, що забирається з відсіків у всмоктувальну мережу. Таким чином регулюється швидкість повітря, що вбирається через шар продукту з сита в межах того чи іншого відсіку. Це дозволяє більш тонко, диференційовано по довжині корпусу сита регулювати повітряний режим з урахуванням того, що склад продукту та його аеродинамічні властивості неоднакові в різних ділянках шару сита. , оскільки вони постійно змінюються внаслідок просіювання певної її частини.

Перші дві заслінки з боку приймального сопла відкриваються далі - тоді продукт добре розпушується і швидше проходить через сита. В інших відділеннях швидкість повітря повинна забезпечувати введення легких частинок через отвори регуляторів у всмоктувальну мережу, а більш важкі, підняті на невелику відстань від сита, падають і продовжують брати участь у процесі сортування. При цьому візуальний контроль повітряного режиму показує, що шар продукту рухається по ситових рамах у стані легкого «кипіння» і рівномірно покриває всю їх поверхню без «кратерів» і «фонтанів». Після виходу з відсіків частина частинок із всмоктувальних шляхів втрачає швидкість і осідає на перфорованій поверхні регуляторів. З часом такі відносини затикають дірки регуляторів і порушують повітряний режим. Тому поверхню регуляторів періодично очищають, відтягуючи назовні і різко відпускаючи головки регулюючих пристроїв. Під дією поворотних пружин механізму головки вдаряються об пластини регуляторів, розхитуючи їх і звільняючи від зв'язків, які накопичувалися навколо отворів і навіть блокували їх перетин.

Завдяки збагаченню в просіювальній машині в кожному випадку одержують п'ять-шість продуктів різного розміру та якості. Прохід перших двох-трьох ситових рамок нижнього рівня складається переважно з чистих зерен і є найбільш збагаченим. Прохід останньої ситової рами нижнього ступеня і вихід з неї є зерновими ущільненнями. Заросток сит верхнього рівня складається переважно з оболонок із залишками ендосперму. Підйом

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проміжного рівня решіт залежно від якості може поєднуватися як з верхнім, так і з нижнім підйомом.

Сито А1-БС2-О за конструкцією і принципом дії не відрізняється від розглянутої машини А1-БСО. Єдина відмінність полягає в тому, що довжина корпусу екрану на 15 мм довша; в комплекті з машиною постачається блок всмоктуючої та випускної форсунок.

Сито Р1-БСН від об'єднання «Мелінвест» (Росія), трирівневе монокорпусне, призначене для використання на порівняно невеликих борошномельних підприємствах. Його конструкція схожа на машини типу ВСО.

Таблиця 7.8

Технічні характеристики ситовіальних машин

Показники	Найменування ситовіальних машин	
	А1-БСО	ГПМ
Продуктивність, <i>т/год</i>	1,6...2,0	1,5...2,0
Число ярусів ситових рам	3	3
Кількість ситових рам	24	24
Розміри ситових рам, <i>мм</i>	500×423	500×429
Частота коливань ситових корпусів, <i>об/хв</i>	480...525	920
Амплітуда коливань, <i>мм</i>	5...6	3...6
Витрата повітря, <i>м³/год</i>	4200	4200
Встановлена потужність привода, <i>кВт</i>	1,1	2×0,4
Габаритні розміри, <i>мм</i>		
довжина	2670	2750
ширина	1270	1420
висота	1400	1870
Маса, <i>кг</i>	1020	1030

Сита зарубіжних фірм, наприклад, ГПМ фірми ММВ (рис. 7.22) і «Пюромат» фірми «Бюлер» (рис. 7.23), також призначені для збагачення проміжних продуктів помелу зерна при поглибленому помелі пшениці.

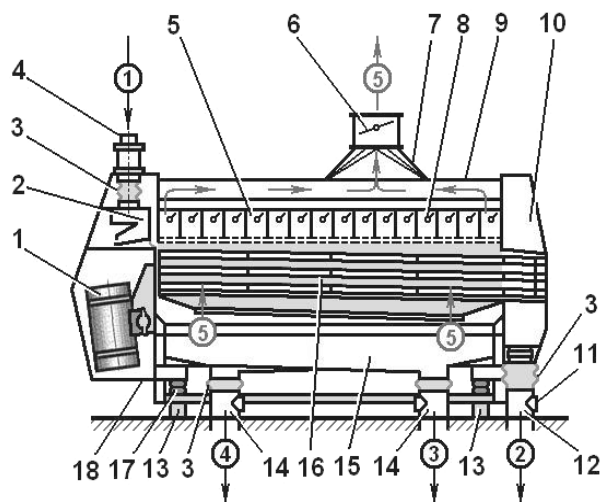


Рис. 7.22. Функціональна схема ситовіальної машини ГПМ-2×46×200: 1 – мотор-вібратор; 2 – живильник-розподільник; 3 – гнучкий рукав; 4 – приймальний патрубок; 5 – канали; 6,8 – дросель-клапан; 7 – колектор повітряний; 9 – аспіраційна камера; 10 – сходові камери; 11 – лючок; 12 – сходові випускні патрубки; 13 – опора; 14 – проходові випускні патрубки; 15 – кузов-збірник; 16 – ситовий корпус; 17 – гумова віброопора; 18 – станина; (1) – вхідний продукт; (2) – сходові фракції; (3),(4) – проходові фракції; (5) – повітряний

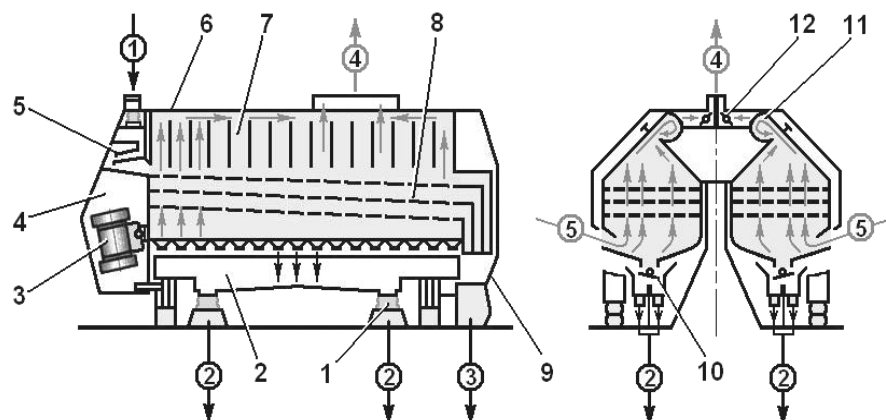


Рис. 7.23. Функціональна схема ситовіальної машини «Пюрмат»: 1 – рукав проходової фракції; 2 – віброток; 3 – вібратор; 4 – станина; 5 – живильник-розподільник; 6 – аспіраційна камера; 7 – відсік аспіраційний; 8 – ситовий корпус; 9 – сходові камери; 10 – клапан перепускний; 11 – колектор повітряний; 12 – дросельна заслінка; (1) – вхідний продукт; (2) – проходові фракції; (3) – сходові фракції; (4) – запилене повітря; (5) – зовнішнє повітря

Основна відмінність між цими машинами пов'язана з конструкцією приводу, яка передбачає використання подвійного блоку електромеханічних вібраторів.

Корпуси грохотів цих грохотів з'єднані з корпусами колектора як єдине ціле та встановлені на чотирьох гумових амортизаторах.

Такий привід вважається більш простим, надійнішим, зручнішим у конфігурації та обслуговуванні та більш технологічним у виготовленні.

Тверді частинки пилу майже не відрізняються одна від одної за швидкістю польоту і тому погано розділяються. Однак при дуже низькому ефекті збереження видаляється доля частинок лушпиння, що також сприяє підвищенню якості борошна.

При нерівномірному завантаженні ситовіальної машини по всій ширині, особливо на останньому ситі, утворюються порожнини, в які спрямовується потік повітря, оскільки в цих місцях менший опір. Оболонки підуть проходом через сита разом з крупкою, а частина піде разом зі сходом.

Якщо продукт проходить через сито товстим шаром, то ступінь відділення частинок оболонки зменшується внаслідок збільшення опору повітря при проходженні через продукт. Щоб забезпечити нормальну і безперервну подачу зернової суміші по всій ширині решета в один шар, необхідні правильна подача, регульована довжина підвіски і рівномірний потік повітря під решетом. Правильний підбір нумерації сит, в поєднанні з оптимальним повітряним режимом, необхідних для отримання максимальної кількості збагачених крупок і дунст. При укладанні сит у ситовіальці необхідно враховувати: розмір здрібненого продукту, нагрівання повітря, витрати повітря в окремих частинах і в машині разом. Чим вище питоме навантаження, швидкість руху повітря і розмір продукту, тим більшими повинні бути отвори сита.

Важливим фактором сепарування за якістю є повітряний режим ситовіальних машини. Висхідні потоки повітря прийнято характеризувати витратою ($\text{м}^3 / \text{с}$), тобто кількістю повітря, що проходить через сита в одиницю часу.

Швидкість руху повітряного потоку вибирають відповідно до розміру і зольності збагачуваного продукту, а також розмірами сит так, щоб частинки оболонок не просіялися, а були видалені у вигляді сходу і відносів. Якщо швидкість руху потоку повітря менше швидкості витання часток оболонок і розміри їх менше отворів сита, то вони, долаючи силу тиску повітряного потоку, проходять через сита. Якщо ж швидкість руху повітря буде занадто

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

велика, частинки ендосперму не пройдуть через сито і будуть віднесені разом з частинками оболонок або підуть сходом.

Частинки, які збагачують найбільшою зольністю витають при швидкостях руху повітря від 0,4 до 0,8 м/с. Частинки з вмістом золи, близьким до ендосперму, мають швидкість суспензії вище 0,8 м/с. При швидкостях 2,0–2,2 м/с частинки являють собою майже чистий ендосперм.

Завдяки цій залежності можна визначити швидкість висіння та відповідно регулювати повітряний режим кожної частини сітки. При цьому слід мати на увазі, що якщо витрата повітря буде вище або менше нормативного, продуктивність камери всмоктування буде знижена. З урахуванням особливостей і зольності кожного зерна визначається певна кількість повітря, яке необхідно відсмоктувати з решета.

На технічну працездатність ситовіальних машин великий вплив має ступінь навантаження, яка характеризує питому навантаженість кожної просівної системи. Питоме навантаження - це кількість продукту, що вводиться в машину за одиницю часу по відношенню до ширини решета у верхній частині машини (кг/см.день).

Цінність окремих наповнювачів залежить від розмірів і фізичних властивостей продукту. У зв'язку із загальними технічними умовами та питоною витратою повітря сітчастої машини зі збільшенням навантаження зменшується відносна кількість проходів і підвищується якість. При цьому зменшується і вміст золи в насінні. Надмірне навантаження на сито ускладнює рівномірне проходження повітря через шар змішування, зменшуючи його вплив на продукт. Вищезазначене явище призводить до зниження технічної ефективності сортувальних машин. Зернова суміш, що рухається від початку першого грохота ситовіальної машини до кінця останнього грохота, розшаровується вертикально на шари залежно від якості та розміру частинок. Частинки, що містять переважно ендосперм, - у нижньому шарі, частинки оболонки - у верхньому.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У кожному шарі частинки розташовані за розміром. Знизу розташоване велике зерно ендосперму, а над ним — оболонка з певною кількістю ендосперму або без нього.

Для того, щоб виріб рухався по ситовій поверхні, йому надають нахил відносно горизонтальної площини і певну частоту вібрації.

Величина ухилу залежить від характеристик виробу і величини питомого навантаження. Нахил регулюється в залежності від довжини підвіски кузова. При неправильному розміщенні підвіски може бути порушена чітка горизонтальність решета, що призведе до його нахилу і рух потоку продукту стане нерівномірним. Чим більший нахил рами, тим швидше продукт проходить крізь сито і тим більше кількість росту.

Дуже важливо відрегулювати ексцентриковий привід ситовіальної машини та вирівняти навантаження на підвіску, щоб забезпечити рівномірне тремтіння грохота.

Під час роботи отвори сита забиваються частинками продукту, що перешкоджає проходженню повітря, і незбагачені зерна рухаються на схід. Для очищення сита потрібно використовувати щітку з козячого або кінського волосу. Оскільки щетинки розташовані під кутом, їх кінці входять в отвори сита і виштовхують застряглі частинки. Щіткою необхідно постійно рухати. Коли щітка досягає кінця направляючої, вона вдаряється по планці і починає рухатися в протилежному напрямку.

Фактори, що впливають на ефективність процесу сепарації

Попереднє очищення зерна, що надходить на післязбиральну обробку, проводять на різних машинах, принцип дії яких оснований на відмінності фізико-механічних властивостей зерна і домішок.

Багаточисленні дослідження процесу сепарації зернових сумішей дозволили виділити основні фактори, що суттєво впливають на ефективність процесу. ці фактори можна розділити на три наступні групи: конструктивні (ширина і довжина решета, форма і розміщення отворів, площа «живого» перетину, кут нахилу до горизонту та ін.); технологічні (питоме навантаження

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забрудненість, вид культури, вологість, коефіцієнт тертя матеріалу об решето та ін.); кінематичні (амплітуда коливання, частота обертання решета, максимальне прискорення решета та ін.).

Дослідження процесу сепарації зернового матеріалу присвячені роботи М.Е. Авдєєва [1, 12]; Гончарова Є. С. [13], Дрінча В.М. [14] Кожуховського Н.Є. [15] та ін. Результати цих досліджень стали теоретичною основою для дослідження процесів сепарації сипучих матеріалів і визначення шляхів їх подальшого розвитку.

Дослідження багатьох вчених були присвячені вивченню впливу основних конструктивних, кінематичних і технологічних факторів на кількісні і якісні показники процесу сепарації. Дані дослідження дозволили визначити залежність продуктивності і якості сепарації, що є основними показниками ефективності, від багатьох факторів, що впливають на даний процес.

Процеси інтенсифікації повітряного очищення зерна від легких домішок подібне дослідженням в роботах: Буркова А.І. [16], Косилова М.І. - інерційна взаємодія зернового і повітряного потоків, оптимізації сепарації інерційним повітряним потоком зернової суміші ріного складу, [17] Злочевського В.Л. – динаміка пневмосепарування в рівномірному потоці і резонансному керуванні руху в повітряному потоці, взаємодія повітряних хвильових структур на зернівку та ін. Проведений аналіз дослідження решітної сепарації для виділення мілких домішок.

Одним із перспективних напрямів прискорення процесу просіювання на решетах і створення сприятливих умов для проходу зерна в отвори є зміна конструктивних параметрів решіт. Плоскі решета, як розділюючий орган, характеризується своїми габаритами: ширина і довжина, форма, розміри, частота і характером розміщення отворів. Для визначення шляхів підвищення продуктивності і якості роботи плоских решіт необхідно виявити вплив кожного параметра на показники роботи решета. Збільшення габаритних розмірів – довжини і ширини підвищує продуктивність зерноочисних машин, але супроводжується збільшенням габаритів машини, підвищенням

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металоемкості, затрудненим очищенням решіт і вирівнюванням (по ширині) поля швидкості повітря, зниженням економічних показників.

Інтенсифікувати процес сепарації на решетах можливий за рахунок підвищення швидкості руху зерна по решету. У сучасних зерноочисних машинах швидкість переміщення зерна по решету складає 0,1...0,25 м/с.

$$V = v/T(2 - \varepsilon) \quad (1.2)$$

де v – половина шагу квадратного отвору, мм; T – час, необхідний для проходження зерна через отвір; ε – безрозмірний коефіцієнт, що характеризує відношення розмірів зерна і отворів решета $\varepsilon = \Delta + d/2v$, (d – еквівалентний діаметр зерна, Δ – діаметр дроту решета).

З даної формули видно, що збільшення відносної швидкості зерна по решету, при якому воно ще могло б просіюватись, обмежується розміром отвору.

Відповідно, для подальшого збільшення відносної швидкості переміщення зерна по решету необхідно збільшити довжину отвору. Але, поперечні перемички будуть мішати проходу зерна в отвори. Це витікає із отриманого виразу Терсковим Г.Д. для визначення граничної швидкості руху зерна по решету:

$$V_{\text{гп}} = (D - \frac{v}{2} + \frac{\Delta}{2} \operatorname{tg} \beta) \frac{g \cos \beta}{\Delta}, \quad (1.3)$$

де D – довжина отвору решета; β – кут нахилу решета до горизонту; Δ – товщина зернівки; v – довжина зернівки; g – прискорення вільного падіння.

В даного виразу видно, що зі збільшенням граничної відносної швидкості можливе при незмінних розмірах зерна тільки зі збільшенням довжини отвору. Подальше збільшення швидкості руху зерна на плоских решетах характеризується тим, що плоскі решета працюють тільки в полі гравітаційних сил. Ймовірність збільшення проходного насіння збільшується зі загальною кількістю їх на одиницю площі решета, тобто вона пропорційна відносній «живій» площі решета. Показником, що характеризує «живу» площу решетає коефіцієнт площі «живого» перетину:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\mu = F_0/F \quad (1.4)$$

де F_0 – площа всіх отворів зешета; F – площа решета.

Для решіт з продовговатими отворами шириною 0,5...0,6 мм коефіцієнт знаходиться в межах 16...49%.

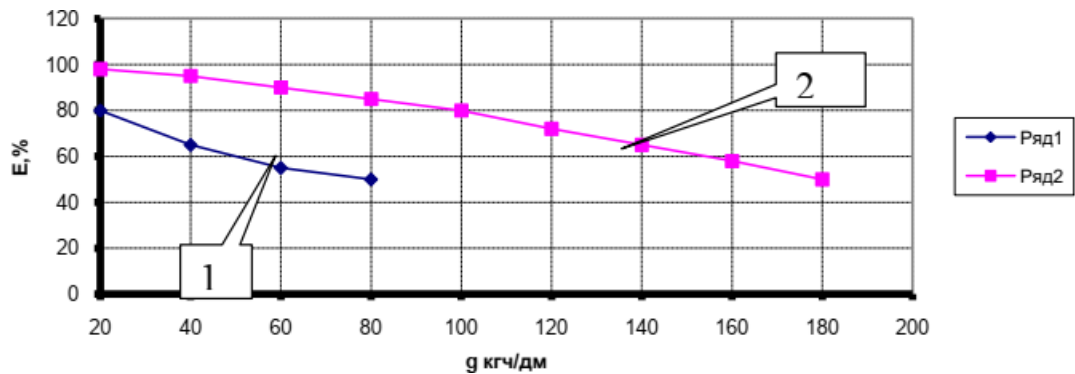


Рис. 1.2. – Вплив питомого навантаження на ефективність роботи решіт:

1 – плоскі (за даними Кожуховського Н.С.), 2 – відцентрові (за даними Гончарова Є.С.).

При ліквідації поперечних перемичок усувається шкідлива дія удару зернових частинок об перемичку, яка надає відємний вплив на процес проходження частинок в отвори. Перемички даного решета виготовлялись із сталєних тросів діаметром 0,8...1,0 мм. Стабільність робочого розміру отвора решета забезпечувалась за рахунок попереднього натягу кожного тросіка окремо. Сумарна площа отворів струного решета з робочим розміром отворів складала 68...70% від всієї площі сепарувально поверхні, в той же час як у плоского пробивного решета з таким же отвором – 43, тобто збільшувалась в 1,6 рази.

Таким чином, збільшення площі «живого» перетину решета, збільшується ймовірність попадання зерна в отвір, що дозволяє значно інтенсифікувати процес сепарації.

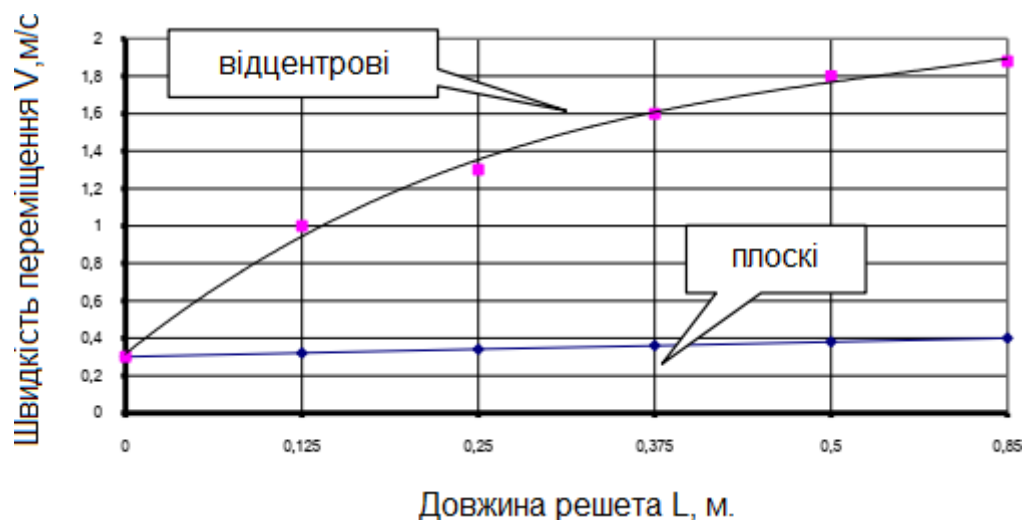


Рис. 1.3. – Зміна швидкості руху зерна по довжині решета:

1 – плоскі решета; 2 – відцентрові решета.

1.2 Технічні вимоги і умови на сировину, напівфабрикати і готову продукцію

Технічна ефективність розділення (сепарування) по якості визначається кількісними та якісними показниками. Важливим кількісним показником є ступінь вивільнення крупок, що складаються з частинок ендосперму. Виділення крупок відбувається на ситах. У зв'язку з цим застосовують коефіцієнт вилучення проходу:

$$\eta = P_x / P_0 \times 100$$

де P_x – виділена кількість збагачених крупок, %;

P_0 – загальний вміст проходової фракції у вихідній суміші, %.

Застосовують також більш загальний показник ефективності, що враховує відносний вихід збагачених круп по відношенню до навантаження на ситовіальну машину (Q_0):

$$\eta_2 = P_x / Q_0 \times 100$$

Якісні показники: зольність проходового і сходових продуктів, як відносний показник, як відносний показник якості; кількість крохмалю в сходових продуктах, що враховує кількість ендосперму, що залишився в

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сходових фракціях; кількість клітковини в сходових фракціях, що характеризує чистоту оболонкових продуктів в сході.

Для об'єктивної і повної оцінки технологічної ефективності сепарування по добротності необхідно використовувати кількісні і якісні показники одночасно. Іноді застосовують узагальнені кількісно-якісні показники для оцінки ефективності збагачення. До них відносяться:

$$K_1 = Z_x / P_x$$

де Z_x - зольність збагачених крупок, %;

$$K_2 = P_x \times Z_0 / Z_x$$

де Z_0 - зольність крупок, що надходять в ситовіальну машину, %.

Зольність борошністого ядра ендосперму, з якого в основному утворюються проміжні продукти, дорівнює приблизно - 0,36 ... 0,6, зольність оболонок – 6,0...9,0%. Зольність проміжних продуктів по класах крупності наступна:

велика крупка 1,2 ... 1,7%;

середня 0,9 ... 1,4%;

дрібна 0,7 ... 1,0%;

жорсткий дунст 0,6 ... 0,9%.

Така якість проміжних продуктів свідчить про те, що вони складаються з частинок ендосперму і оболонок. Причому в суміші зустрічаються як вільні частки ендосперму і оболонок, так і зрощені. Якщо щільність частинок, отриманих з ендосперму, становить: 1,44 ... 1,48 мг / мм³, то щільність оболонок, витягнутих з суміші крупок - 1,35 ... 1,39 мг / мм³.

Органолептичний метод, який використовується для контролю розподілу якості зерна в процесі виробництва, складається з порівняння кожного сита або всіх збагачених зерен зі стандартом, заздалегідь підготовленим для цієї машини з кожної партії (купи) обробленого зерна.

Ефективність сепарації зерна на основі якості ситовіальних машин повинна відповідати наступним вимогам. Зольність сходових продуктів

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

грохочення повинна перевищувати зольність вихідної зернової суміші в 2,0-2,5 рази при збагаченні великого зерна і в 1,5-2,0 рази при додаванні середнього і дрібного зерна.

Зольність зерна вищого сорту, призначеного для подальшого збагачення в системах помелу, не повинна перевищувати 1,2%; 1,0%; 0,85% - для великого, середнього і дрібного насіння.

Зольність збагаченої дрібної крупки і дунсту першого класу, що надходять на розмельні системи для отримання борошна, не повинна перевищувати 0,6%.

Зольність збагаченого зерна другого класу, що направляється на додаткове збагачення у системи вторинного прядіння, не повинна перевищувати 2,5 %.

Зольність збагаченої середнього та дрібної крупок другого класу, що надходить у розмельні установки для отримання борошна, не повинна перевищувати 1,3 %.

Відповідно до Правил організації і ведення технологічного процесу на млинах передбачаються обмежені норми вмісту частинок продукту інших фракцій в суміші що збагачується. Тому, великі крупки, що надходять до ситовіальних машин повинні містити в своєму складі не більше 25% інших фракцій, що надходять на сито, крупки середньої фракції – не більше 35% і дрібна фракція – не більше 40%.

Наведемо приклад.

Пшениця, разом із незамінними амінокислотами, клітковиною, мінеральними речовинами та вітамінами, містить багато каротину і біотину, що уповільнює процеси старіння та сприятливо впливає на стан шкіри, волосся і нігтів.

Харчова цінність (КБЖУ) на 100 гр.		% від ДН
Білки	12.5 г	7.58 %
Жири	0.7 г	1.17 %
Вуглеводи	71.8 г	28.72 %
Харчові волокна	9 г	45 %
Калорійність	326 ккал	10.87 %

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пшенична крупа згідно ДСТУ 7699:2015 «Крупи пшеничні. Технічні умови», Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» та іншим вимогам законодавства в сфері обігу харчових продуктів. Крупа повинна мати жовтий колір. Смак повинен бути властивим нормальній крупі, не кислий, не гіркий і без побічних присмаків. Мати властивий доброякісній крупі запах. Вологість повинна не перевищувати 10%. Крупа повинна бути без ознак зволоження, плісняви, злежування, прокисання, згіркості та втрати сипучості, не потемніла і не знебарвлена. Маркування тари повинно бути згідно з чинними нормативно-правовими актами та нормативними документами, а також відповідати Закон України "Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів" № 2639-VIII від 6 грудня 2018 року.

Строк придатності товару повинен відповідати строку визначеному у ДСТУ на цей вид товару і повинен становити не менше 90 % від терміну зберігання даного виду товару з дня поставки його на склад Замовника.

І, не менш важливе, вона допомагає нормалізувати кислотно-лужний баланс організму, а завдяки високому вмісту холіну – речовини, яка регулює жировий обмін, покращується робота органів травлення та знижується рівень холестерину в крові.

1.3 Застосування ІТ технологій в галузевому машинобудуванні

Який вплив інформаційних технологій на процес поділу проміжних продуктів розмелювання зерна та його удосконалення

Інформаційні технології (ІТ) можуть відігравати значну роль у вдосконаленні процесу поділу проміжних продуктів розмелювання зерна. Ось деякі способи, за допомогою яких мова ІТ (програмування і технології) може допомогти в цьому процесі:

Автоматизація та управління: ІТ-системи можуть бути використані для автоматизації та управління процесом поділу проміжних продуктів

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розмелювання зерна. Програмовані логічні контролери (ПЛК) можуть бути запрограмовані на управління різними аспектами процесу, такими як контроль температури, швидкості повітря, регулювання тиску, розміру частинок помелу.

Моніторинг та аналіз даних: ІТ-рішення дають змогу контролювати процес поділу проміжних продуктів розмелювання зерна в режимі реального часу. Датчики і системи збору даних дають змогу збирати дані про такі параметри, як температура, тиск, вміст вологи і якість проміжних продуктів розмелювання зерна. Ці дані можуть бути проаналізовані для виявлення тенденцій і відхилень, що дає змогу своєчасно вносити корективи.

Віддалений моніторинг: ІТ-технології дають змогу операторам дистанційно контролювати та керувати процесом поділу проміжних продуктів розмелювання зерна. Це особливо зручно для усунення неполадок і внесення коригувань без необхідності фізичної присутності оператора.

Оптимізація процесу: В ІТ-системах можуть бути реалізовані алгоритми оптимізації процесу. Машинне навчання і штучний інтелект можуть використовуватися для безперервного коригування параметрів процесу з метою досягнення максимальної якості проміжних продуктів розмелювання зерна і ефективності виробництва.

Контроль якості: ІТ-системи можуть допомогти в контролі якості шляхом впровадження автоматизованих систем контролю. Камери і датчики дають змогу оцінювати якість продуктів розмелювання зерна у режимі реального часу, відбраковуючи неякісний продукт і забезпечуючи стабільну якість продукції.

Управління запасами: ІТ можуть використовуватися для відстеження запасів сировини і готової продукції. Це дає змогу забезпечити наявність необхідної сировини для процесу поділу проміжних продуктів розмелювання зерна, а також правильне зберігання та облік готового продукту.

Технічне обслуговування та прогнозування: ІТ-системи можуть використовуватися для планування та оптимізації технічного обслуговування обладнання. Алгоритми предиктивного обслуговування дають змогу

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналізувати дані з датчиків і передбачати ймовірність виходу обладнання з ладу, що дає змогу вживати превентивних заходів.

Імітація та моделювання: ІТ можуть використовуватися для створення цифрових двійників або симуляторів процесу поділу проміжних продуктів розмелювання зерна. Це дає змогу проводити експерименти з різними параметрами процесу у віртуальному середовищі, перш ніж вносити зміни в реальне обладнання.

Енергоефективність: ІТ дають змогу контролювати й оптимізувати споживання енергії в процесі поділу проміжних продуктів розмелювання зерна, що призводить до економії коштів і зниження впливу на навколишнє середовище.

Реєстрація даних і звітність: ІТ-системи можуть зберігати історичні дані, що дає змогу проводити аналіз тенденцій і створювати звіти. Ця інформація може бути цінною для вдосконалення процесів і забезпечення відповідності нормативним вимогам.

Використання можливостей ІТ дає змогу підвищити ефективність, надійність і рентабельність процесу поділу проміжних продуктів розмелювання зерна за збереження високої якості продукції. Крім того, це дає змогу більш ефективно управляти ресурсами та підтримує стійку практику виробництва зернової продукції. [11]

Історія впровадження ІТ в індустрію

Сфера виробництва зернової продукції, включно з процесом поділу проміжних продуктів розмелювання зерна, протягом довгого часу пройшла еволюцію, супроводжувану розвитком інформаційних технологій (ІТ). Огляд історії використання ІТ у цій галузі включає такі ключові моменти:

1. Ручні методи та механічні пристрої (до 20-го століття): На початку виробництва поділу проміжних продуктів розмелювання зерна застосовувалися ручні методи або механічні пристрої. Це був трудомісткий процес, що вимагав значних зусиль.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.Електрифікація і механізація (20-ті - 60-ті роки): З поширенням електроенергії стали розроблятися більш ефективні механічні віяльні пристрої. Вони дали змогу автоматизувати деякі аспекти процесу і підвищити продуктивність.

3.Введення автоматизації (з 70-х років): У цей час почали розроблятися і впроваджуватися автоматичні системи управління для сито віяльних машин. Вони забезпечували більш точне управління параметрами процесу.

4.ІТ-рішення (з 80-х років): З розвитком комп'ютерів і програмного забезпечення стали з'являтися інформаційні технології для контролю і управлінням процесу поділу проміжних продуктів розмелювання зерна. Програмована логіка контролера (ПЛК) стала стандартом для автоматизації.

5.Комп'ютеризація і збір даних (з 90-х років): Програми для збору та аналізу даних про продуктивність і якість крупок стали широко застосовуватися. Це давало змогу операторам ефективніше керувати процесом.

6.Моделювання та оптимізація (з 2000-х років): З розвитком обчислювальних потужностей стали створюватися програми для моделювання та оптимізації процесів поділу продуктів розмелювання зерна. Вони допомагають передбачати результати за різних умов.

7.Сенсори та IoT (з 2010-х років): Впровадження Інтернету речей (IoT) і мініатюрних сенсорів дало змогу збирати дані про стан обладнання та процесу в реальному часі, що покращує контроль і передбачуваність виробництва.

8.Штучний інтелект і машинне навчання (з 2010-х років): Алгоритми машинного навчання і штучного інтелекту почали використовувати для оптимізації параметрів даного процесу та передбачення відхилень у роботі обладнання.

9.Цифрові двійники та віртуальне моделювання: Сучасні технології дають змогу створювати цифрові двійники обладнання та процесів, що дає змогу проводити віртуальне моделювання та оптимізацію.

Використання ІТ у сфері поділу продуктів розмелювання зерна на фракції дає змогу підвищити ефективність, якість і передбачуваність виробництва. У

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майбутньому можна очікувати подальшого розвитку цих технологій та їх впровадження в індустрії зернопереробки.

Як мова Python може допомогти в процесах переробки зерна ?

Мова програмування Python може значно поліпшити процес поділу продуктів розмелювання зерна, надаючи інструменти для автоматизації, аналізу даних та оптимізації операцій. Ось кілька способів, як Python може бути корисним:

Автоматизація управління процесом: Ви можете написати програми на Python для управління процесом поділу проміжних продуктів розмелювання зерна, включно з контролем над температурою, тиском, відбором метало домішок, швидкістю подачі сировини та іншими параметрами. Це дасть змогу поліпшити точність і стабільність процесу.

Моніторинг і сенсори: Python може використовуватися для збирання даних з датчиків, встановлених на обладнанні. Ви можете створити програмне забезпечення для моніторингу в реальному часі та оповіщення про будь-які аномалії або збої в роботі обладнання для переробки зерна.

Аналіз даних: Python надає потужні інструменти для аналізу даних. Ви можете аналізувати дані про продуктивність обладнання, якість продукції на виході та інші параметри, щоб виявити тренди і проблеми, які можуть бути поліпшені.

Оптимізація процесу: Python може використовуватися для створення алгоритмів оптимізації, які автоматично налаштовують параметри процесу поділу проміжних продуктів розмелювання зерна, щоб досягти максимальної ефективності та якості продукції.

Системи управління складом і логістикою: Якщо ваш процес включає в себе управління запасами сировини і логістику, то Python може допомогти оптимізувати управління складом і планування доставок.

Моделювання процесу: З використанням Python можна створити моделі процесу поділу продуктів розмелювання зерна, які допоможуть передбачити

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

результати за різних налаштувань і умов, що дасть змогу ухвалювати більш обґрунтовані рішення.

Віддалене управління і моніторинг: Python може бути використаний для створення системи віддаленого моніторингу та управління обладнанням, що дасть змогу операторам контролювати і налаштовувати процес гранулювання навіть на відстані.

Важливо пам'ятати, що для реалізації таких рішень вам, можливо, знадобиться співпраця з інженерами та фахівцями з автоматизації виробництва, але Python може бути потужним інструментом для автоматизації та оптимізації процесу поділу продуктів розмелювання зерна.

1.4. Критичний огляд в області теми кваліфікаційної роботи

1.4.1 Функціональні схеми і конструкції технологічного обладнання

Одноступінчаста ситовіальна машина складається з двох самостійно працюючих половин (права і ліва), змонтованих на одній станині 6 (рис.1.4); двох підвісних ситових корпусів 3, які отримують зворотно-поступальний рух від ексцентрикових-шатунного механізму 12. Для забезпечення однакової товщини поперечного перерізу шару продукту по ширині сита і рівномірну товщину поздовжнього перерізу потоку продукту по довжині сит, передбачена можливість регулювання довжини і нахилу підвісок ситових корпусів. Кожне відділення забезпечене живильним пристроєм із засувкою 13, аспіраційними камерами 1 і 10 і осадовою камерою 11.

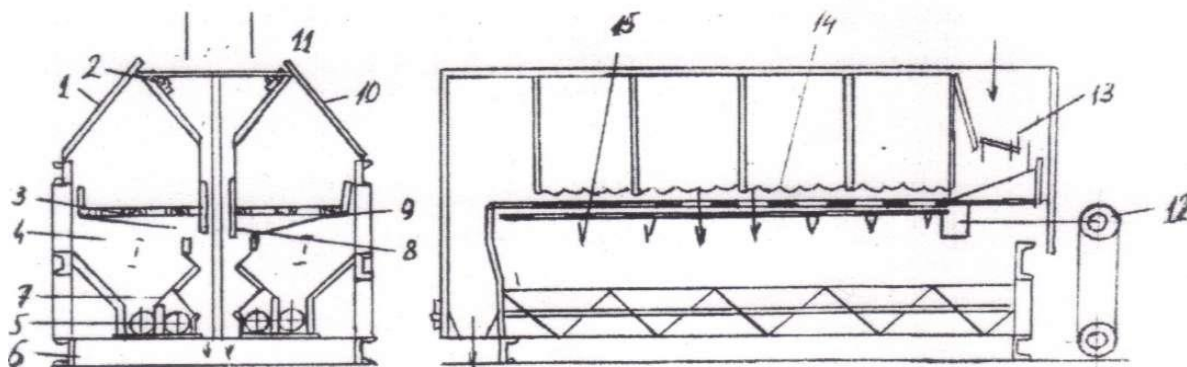


Рис. 1.4 – Одноступінчаста ситовіальна машина

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітря надходить з аспіраційної камери в осадочну крізь отвори, регульовані клапанами 2.

Ситовий корпус являє собою коробку, в якій можна побачити рами з натягнутими шовковими ситами 16. Під ними знаходяться рами з піддоном 15, виготовленим з штампованих сит. За піддоном переміщуються щітки для очищення сит. Над ситами по їх ширині є жолобки 14, нахилені від середини сита до країв. У проміжках між ними проходять струмені повітря.

Під ситами розташовані коробки 4 з двома шнеками 5, забезпеченими поворотним пір'ям. Це дозволяє переміщати проходові фракції крупок в необхідну сторону по довжині машини. Клапани 7, встановлені в коробах, дають можливість розділяти очищену крупу по добротності на два сорти і направляти кожен потік в один з шнеків.

Повітря, проходячи крізь сито, несе за собою частинки з невеликою виштовхувальною швидкістю (швидкістю витання). Над поперечними жолобами швидкість повітряного потоку менша, ніж між ними, тому що окремі частинки осідають у жолобах. Звідти вони надходять на поздовжній лоток 9, після чого виводяться з машини. Легкі частинки, які не потрапили в канавки, або осідають в камерах 11, звідки через поздовжні пластини 8 виводяться з машини, або виносяться з повітрям у фільтр.

Ситовіальні машини двоступеневі типу ЗМС. Ситовіальні машини ЗМС-2-2, ЗМС-2-4 і ЗМС-1-4 відрізняються один від одного тільки кількістю паралельних потоків зерна, що надходить в машину, і матеріалом, з якого виготовлені окремі елементи складної конструкції. Машини дво- або чотириприймальні, складаються з: двох симетричних половин, кожна з яких включає всмоктувальну і вихідну камери; ситового корпусу з двома ярусами сит; корпусу-збірки, загального для двох половин. Корпус сита і вузол поділені поздовжньо на 2...4 частини залежно від кількості прийомів. Зворотно-поступальний рух корпусу сита і органу зборки забезпечується ексцентриком, з'єднаним з електродвигуном. Ситовіальна двохприймальна машина ЗМС-2-2 (рис. 1.5) виготовляється в дерев'яному виконанні. Складається з приймальної

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A technical drawing of a mechanical device, likely a press or mill, shown in a cross-sectional view. The device features a large, rectangular upper housing (1) with a central vertical opening. Inside this housing, there are several horizontal components: a top plate (2) with a central slot, a middle plate (3) with a central slot, and a bottom plate (4) with a central slot. A central vertical shaft (5) passes through these plates. The shaft is supported by bearings (6) and has a handle (7) at the top. A large, curved, wedge-shaped component (8) is positioned at the bottom of the central opening. The entire device is mounted on a base (9). The drawing is labeled with numbers 1 through 14, indicating various parts of the mechanism.

1-електродвигун; 2-ексцентриковий коливач; 3-ситової корпус; 4-пружини; 5-приймальня камера; 6-труби; 7-аспіраційна камера; 8-розтруб; 9-механізм, який регулює кількість повітря; 10-станина; 11-підвіска; 12-корпус-збірник; 13-камера сходів; 14-патрубки.

Під тиском продукту живильник потоку продукту, обмежуючи при цьому товщину потоку, в результаті чого він поширюється по всій ширині потоку.

Ситовий корпус, виготовлений з дерева, підвішений до станини на чотирьох підвісках 11, що дозволяють регулювати нахил корпусу по довжині від 1 до 3 ° (2°), і по вертикалі в межах 3 ... 10 °.

Кожна половина ситового корпусу включає верхній і нижній яруси сит і збірники продукту. Сита очищаються інерційними щітками, які переміщуються між піддоном і ситом.

Під першими двома рамами верхнього ярусу сит встановлені поперечні труби 6. по яких підводиться і розподіляється повітря між половинами машини, над ними знаходиться рама зі штампованим ситом для вирівнювання потоку повітря по площі сит. Надходження повітря регулюють шибєрними заслінками, розташованими збоку ситового корпусу.

Секційні збірники продукту, що проходять під ситами чотирьох останніх рам верхнього ярусу, являють собою желобкові рами. Зібраний в них продукт виводиться за межі корпусу поперечними лотками і через патрубки на зовнішній стороні бічних стінок корпусу. Для зменшення підсмоктування повітря всередині патрубків встановлені пелюсткові клапани.

Надситова аспіраційна камера 7, виготовлена з дерева, розділена по довжині на п'ять відсіків. У кожному відсіку встановлений механізм з ручками 9, що дозволяють регулювати кількість повітря, що проходить через даний відсік і ділянку сита.

Для виведення сходу з верхнього і нижнього ярусів в кінці машини встановлена камера сходів 13, в каналах якої є пелюсткові клапани для зменшення підсосу повітря в камеру. Надситова камера під'єднується за допомогою розтруба 8 до аспіраційної мережі.

Корпус-збірник 12 для збору і виведення продуктів, що проходять через сита, являє собою жорстку конструкцію, що складається з двох корпусів, в кожному з яких є патрубки 14 для виведення продукту. Корпус-збірник спирається на вертикальні плоскі пружини, прикріплені до нижніх швелерів станини. Для забезпечення похилого підвісок до передніх підвісок ситового корпусу прикріплені відтяжні пружини 4.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ситовий корпус і корпус-збірник наводяться в зворотно-поступальний рух від ексцентрикового колателя 2, який двома великими кронштейнами кріпиться до передньої плити корпусу-збірки, а двома малими кронштейнами - до швелеру ситового корпусу. Привід в рух здійснюється від електродвигуна 1 через клинопасову передачу.

У ситовіальних машинах ЗМС застосовують щітки однієї конструкції (рис. 1.6). Пучки основного волосся 3 повинні бути нахилені до поверхні колодки і під кутом 40 °. Жорсткість основним пучком надають підпірні пучки 2.

Підпірні пучки виготовляють з жорсткого волоса - щетини, а основні - з більш еластичного кінського або козячого волоса.

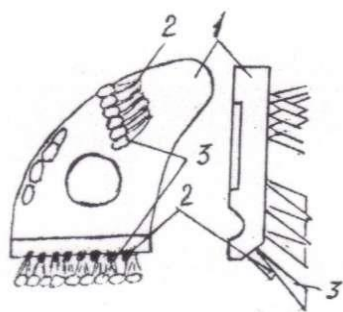


Рис. 1.6 – Щітка, для застосування в ситовіальних машинах типу ЗМС:

1-колодка; 2-підпірні пучки;
3-пучки основних волосся.

Ситовіальна машина ЗМС-1-4. Відрізняється від машини ЗМС-2-4 тим, що їхні обійми у неї коротше, число їх в кожному ярусі менше на одну, додаткову кількість повітря підводиться двома трубами, аспіраційна камера розділена поперечними перегородками на п'ять відсіків. Ситовіальна машина ЗМС має двоступеневу функціональну схему, в якій яруси сит використовують ступені і проходові фракції виводять з машини паралельно з двох ярусів сит.

На рис. 1.7 показана основна функціональна схема однієї чверті ситовіальної машини ЗМС-2-4, яка принципово не відрізняється від функціональних схем ситовіальних машин ЗМС-1-4 і ЗМС-2-2.

З трьох ярусів рам, розташованих в ситова кузові, верхній і нижній мають їхні обійми. В середньому ярусі використовують різні рами в залежності від застосовуваної технологічної схеми: або спеціальні рами з жолобками, або частково або повністю їхні обійми.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

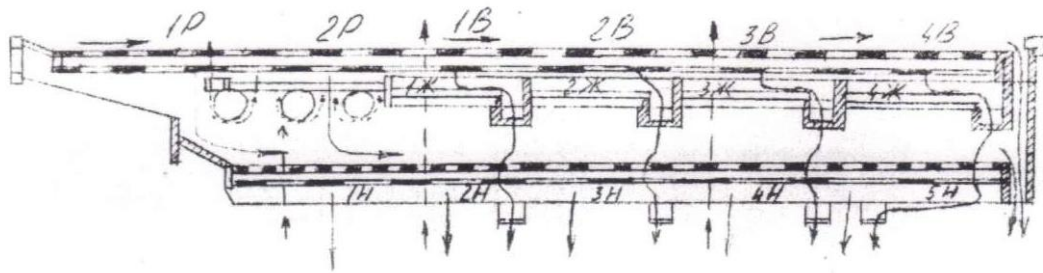


Рис. 1.7 – Функціональна схема ситовіальних машин типу ЗМС

У верхньому ярусі встановлено шість рам, що мають позначення 1Р, 2Р, 1В, 2В, 3В і 4В. На кожній рамі цього ярусу зверху натягнуто ткане сито, а знизу штамповані (піддон) з круглим отворами діаметром 12 мм.

Середній ярус складається з п'яти рам, позначених 1С, 1Ж, 2Ж, 3Ж і 4Ж. На рамі 1С укріплений тільки піддон з штампованого сита з круглими отворами. Кожна рама 1Ж, 2Ж, 3Ж і 4Ж складається з жолобків, розташованих уздовж машин.

Під рамами з жолобками розташований третій ярус, що складається з п'яти ситових рам: 1Н, 2Н, 3Н, 4Н і 5Н.

Продукт, що підлягає збагаченню, надходить по самопливної трубі в машину. Через утворену щілину між підставою і передній похилій стінкою поплавкового живильника, продукт рівномірним шаром подається на перше сито верхнього ярусу. Продукт збагачують в два ступені. Перший ступінь збагачення відбувається на рамках 1Р і 2Р, де надходить продукт в потоці висхідного повітря проходять крізь сита. Збагачення на другому ступені відбувається паралельно на двох ярусах сит: сід з ситових рам 1Р і 2Р збагачується на всіх п'яти ситових рамках нижнього ярусу (1Н, 2Н, 3Н, 4Н і 5Н). Сита на рамках 1Р і 2Р підбирають так, щоб прохід через них становив 50 ... 60% від усього вступника продукту.

Проходові фракції другого ступеня верхнього ярусу, просівають через сита рам 1Р, 2Р, 1В, 2В, 3В і 4В, по жолобках і поперечних каналах рам 1Ж, 2Ж, 3Ж і 4Ж середнього ярусу, виводяться з машини окремо, не потрапляючи на сита нижнього ярусу, через патрубки на бічних стінках корпусу і направляються в корпус-збірник.

					KPM.TOЗB.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проходи через сита нижнього ярусу потрапляють в інші відсіки корпусу-збірки і окремо виводяться з машини.

Пристрій корпусу-збірки дозволяє виводити різні потоки проходових фракцій верхнього і нижнього ярусів окремо, а також робити необхідні об'єднання. Для роздільного виведення сходів з верхнього і нижнього ярусів, в кінці машини встановлена камера сходів, всередині якої проходять чотири канали.

Повітря проходить послідовно через сита і шар продукту нижнього ярусу, отвори верхніх желобкового збірників, через сита і шар продукту верхнього ярусу і надходить до відповідних секцій аспіраційної камери і аспіраційну мережу.

Сталеві штамповані сита днища рам служать опорою для щіток і одночасно вирівнюють потік повітря по ширині сита. Для вирівнювання потоку повітря під ситами рам 1Р і 2Р додатково встановлені ґрати, подачу повітря регулюють шиберними засувками, розташованими на бічних стінках корпусу. Повітряний режим по довжині сит регулюють клапанами, передбаченими в кожному відсіку аспіраційної камери і загальною шиберною засувкою в аспіраційній мережі кожної частини машини.

1.5. Результати науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт

Широко розгорнута науково-дослідницька робота, що проводиться в науково-дослідних інститутах науковими та інженерно-технічними працівниками, значно просунули вперед науку про переробку зерна в високоякісне борошно. Однак, деякі елементи технологічного процесу і робота окремих машин залишаються недостатньо дослідженими. Зокрема, такий важливий в схемі крупчатого помелу процес очищення круп на віяльних машинах і ефект роботи останніх до теперішнього часу недостатньо досліджено.

При розгляді роботи ситовіальних машин неминує виникає питання про те, чим визначається ефект роботи ситовійки: роботою повітряних потоків або роботою сит? Відповідь на це питання дана роботою ВНДІЗ в наступному вигляді: «Технологічний ефект роботи віяльних машин в частині очищення круп проводиться на 65-75% завдяки роботі сит і на 25-30% роботі повітря».

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вивченням режимів роботи ситовіальних машин в ОНТУ, раніше Одеський технологічний інститут харчової промисловості займався А.М. Дзядзіо. У своїй роботі [4] він розглядав роботу ситовійки в наступних областях: її двох видів режимів - повітряного і ситового:

1. - в області повітряних режимів;
2. - в області високих ситових режимів;
3. - в області низьких ситових режимів.

1. Неодмінною умовою ефектною роботи ситовійки є наявність достатньої кількості продукту на всіх рівнях обладнання сито віяльного простору.

2. Завантаженість ситовійок, при постійному повітряному режимі і крупності крупи яка надходить, залежить від навантаження на війку і нумерації сит:

а) сито недостатньо завантажено, якщо витяг крупи на даному ситі збільшується при збільшенні навантаження на ситовійку;

б) сито досить завантажено, якщо витяг крупи не змінюється або починаємо зменшуватися при збільшенні навантаження на ситовійку.

Даний критерій оцінки ступеня завантаженості сит впливає з того, що зменшення вилучення при підвищенні навантаження означає відставання зростання продуктивності проходу від зростання навантаження. Це явище свідчить про те, що в даних умовах просівають здатність сита трохи далека від своєї межі.

3. Даний вихід очищеної крупи і відповідний йому ефект очищення може бути отриманий при розрідженій нумерації сит і підвищеного навантаження, або при згущеної нумерації сит і зниженою навантаженні, так як і в першому, і в в тором випадках завантаженість сит Вейк залишається постійною.

4. Граничним навантаженням на ситовійку при очищенні даної крупи, слід вважати максимальним.

Область повітряних режимів роботи ситовійок характеризується поділом подаваемого на війку продукту за умови впливу тільки повітряних потоків.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повітряний режим обумовлений таким підбором сит для даної навантаження і розміру крупи що надходить, при якому з виключенням аспірації сход з ситовійки відсутній

$$C=0.$$

Всі інші можливі режими роботи Вейк, при яких сход з виключенням аспірації продовжує залишатися великим нуля ($C > 0$) є ситова режимами роботи.

А.М. Дзядзіо були проведені дослідження роботи ситовійки і отримані закономірності зміни виходу продуктів ситовійки в залежності від використовуваного обміну повітря (від 0 до 40 м³ / хв. На половину Вейк) і зроблені наступні висновки: зі збільшенням обсягу повітря кількість проходу зменшується, але нерівномірно; кількість сходу зростає швидше, ніж кількість важких відносяться; вихід крупи знижується паралельно зі збільшенням відсисається обсягу повітря в ступеня більшої одиниці:

$$K = 100 - \frac{Q^n}{\beta}$$

Було отримано загальний висновок: «регулювання роботи всіх зміною обсягу повітря тим більше відчутно відгукується на співвідношенні між виходом крупи і виходом сходу і відноситься, чим більше абсолютна величина відсисається обсягу повітря».

Також, професором Дзядзіо були отримані закономірності зміни якості продуктів ситовійки. «Зі збільшенням обсягу повітря відносна зольність крупи спочатку повільно знижується, а потім різко падає; а при подальшому збільшенні повітря відносна зольність прагнути до постійно величиною». Були отримані залежності зменшення відносної зольності від витрати повітря. Також в залежності від обсягів повітря було отримано характер зміни показника технологічної ефективності до, де Е показник технологічної ефективності,

$$E = a$$

К – вихід, очищених війкою круп,

а – відносна зольність очищених круп.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«При збільшенні обсягу повітря, E зростає, досягаючи максимальної величини (наприклад, для середніх крупок) $E = 1,15$ при $Q = 25 \text{ м}^3 / \text{хв}$. При цьому вихід крупи $\kappa = 81,6\%$, сходу $ACX = 3,8\%$, тяжких відносяться $AOT = 3,8\%$. Подальше збільшення обсягу повітря різко зменшує вихід крупи при порівняно невеликому зниженні відносної зольності, внаслідок чого показник E падає».

Були зроблені наступні висновки по роботі ситовійки на середніх крупках:

1. Для отримання оптимального технологічного ефекту при меншій витраті повітря сита на ситовійці слід підбирати так, щоб наявність сходу при вимкненій аспірації було в межах 3-10%, що явно забезпечує високий ситовий режим.

2. Навантаження на 1 м^2 ситової поверхні допустима в широких межах (в дослідках [4] від 170 до 800 кг / год); найбільш високий технологічний ефект роботи ситовійки був отриманий при навантаженні 500 кг/м годину.

3. Для досягнення одного і того ж технологічного ефекту необхідна менша кількість повітря при великих навантаженнях при постійному наборі сит.

4. Кількість повітря, необхідного для отримання максимального технологічного ефекту для середньої крупи при роботі ситовійки в області високих ситових режимів дорівнює 40 м / хв на один метр ширини сит або 22 м/хв на 1 м^2 ситової поверхні. Також були проведені аналогічні дослідження на дрібній та великій крупці:

для дрібної – оптимальне навантаження 300 кг / $\text{м}^3\text{год}$, кількість повітря – 16 $\text{м}^3 / \text{хв}$ на 1 м ситової поверхні;

для великої – навантаження 400-700 кг / $\text{м}^3\text{год}$, кількість повітря – 30 $\text{м}^3 / \text{хв}$ на 1 м ситової поверхні.

Показник технологічної ефективності E_{max} :

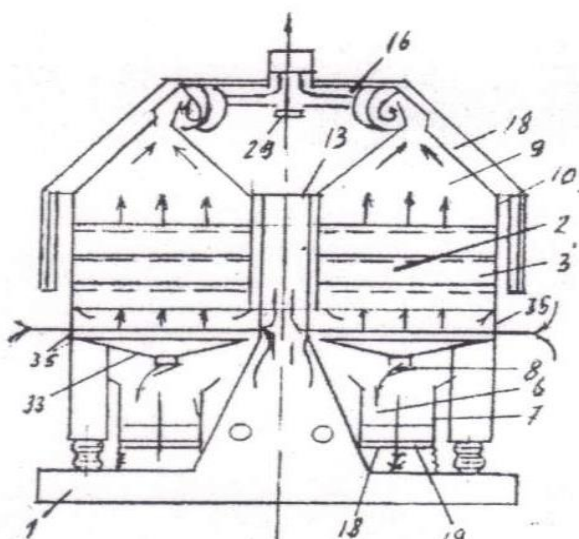
для дрібної крупи – $E = 1,28$,

для середньої крупи – $E = 1,46$,

для великої крупи – $E = 1,19$.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В роботі інженера Галицького Р.Р. [3] було вивчено вплив навантаження на ефект очищення круп на ситовійка. Їм була досліджена робота ситовійки при постійному навантаженні з різними наборами сит і при змінному навантаженні з одними і тими ж ситами, були встановлені оптимальні режими роботи ситовійки при різних навантаженнях і наборах сит.



1.5.1. Опис винаходів і патентів.

SU заявка № 1477238 АЗ

Публикация 30.04.89.

Круповійка.

Формула винаходу.

1. Круповійка, що включає основу, встановлену над основою симетрично щодо його поздовжньої осі, дві аспіраційні колонки з ярусами сит. Кінцевий впуск продукту на сита, протилежний йому випуск для частин, що сходять з сита, щонайменше, один дебазантийний вібратор ярусів сит, встановлені на підставі, збірники з переставляються клапанами для прийому просіяних через сита частинок, кожух відведення повітря в відсмоктують збірні канали, встановлений над аспіраційними колонками з освітою над ними симетричних щодо поздовжньої осі підстави аспіраційних просторів та має клапани відведення повітря, що переставляються, яруси сит, амортизуючі опори аспіраційних колонок.

Круповійка та несучі елементи, що зв'язують кожух з основою, що відрізняються тим, що з метою полегшення доступу до вузлів круповійки та підтримання чистоти, несучі елементи кожуха виконані у вигляді стійок, встановлених у поздовжніх країв аспіраційних колонок, встановлені на підставі по обидва боки від стійок.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Крупівійка по п.1, що відрізняється тим, що вона забезпечена що зв'язує з можливістю коливань збірники з основою, системою важеля з регульованими приводними важелями, пов'язаними з аспіраційними колонками.

3. Крупівійка з п.п. 1 і 2, відрізняється тим, що відсмоктують збірні канали виконані у вигляді вихрових камер.

ЕПВ заявка № 0 534 180

Публікація 27.09.89

Ситовіяльна машина для борошна.

У машині на підставі 1 з пружними елементами 2 жорстко змонтований щонайменше один коробчастий корпус 3 з декількома рядами, розташованих одне над іншими сит 4, 5 в середній частині. З верхньою частиною корпусу пов'язано щонайменше одне відсмоктує пристосування 6, 7, яке нижньою частиною щонайменше один збірник 15, 16. Корпус забезпечений пристосуванням 35, яке генерує коливання. Пристрій 9 регулює потік, що проходить через сита відсмоктується повітря. Пристрій 24, 25, 18, 19 подає оброблюваний матеріал корпус, транспортує оброблений продукт і видаляє відходи.

1.6. Обслуговування та менеджмент

Загалом, обслуговування є важливим у зернопереробній галузі. Зокрема, у сфері харчової промисловості послуги повинні бути основою організації, додаючи цінність до прибутку через високу маржу на запчастини, сервісні продукти та контракти. Якщо ні, значить щось не так, що потрібно вирішити.

Пояснення, чому маркетингові послуги повинні бути основою виробничого бізнесу зернопереробної галузі.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо організація ініціює ділові відносини з клієнтом лише один раз (закриття угоди може зайняти 12-16 місяців), то в цьому випадку сервісна організація продовжуватиме розвиватися та підтримувати ці відносини протягом багатьох років після укладення угоди. Якщо клієнт виробництва (організації) спочатку витратив 1 мільйон євро на придбання конкретного обладнання, цілком імовірно, що протягом наступних 10-15 років (залежно від терміну служби обладнання) цей клієнт витратить ще принаймні 1 мільйон євро на обслуговування, запасні частини, консультації/навчання, а також послуги з ремонту/поломки, щоб забезпечити оптимальну роботу обладнання та відповідність суворим нормам, згідно з якими працює зерноперобна, харчова промисловість і взагалом галузь машинобудування. Собівартість продажу сервісних продуктів набагато нижча, ніж первісна вартість продажу обладнання, особливо якщо клієнт придбав угоду про обслуговування, за якою він сплачує фіксовану суму за запчастини та послуги.

Маржа і прибутковість

Середня рентабельність продажів OEM-запчастин, згідно з порівняльними даними, становить близько 25%, тоді як рентабельність первинного продажу обладнання значно нижча (близько 10%). Отже, за кожний 1 євро, виставлений службою, до прибутку додається ще 25 центів. Застереження в цьому випадку: це працює лише тоді, якщо клієнти не купують піратські деталі в Інтернеті або в будівельному магазині на кутку. Рекомендується, щоб запчастини пропонувалися в оптимізованих (модульних) упаковках, бажано також через угоду про обслуговування, щоб організація-продавець могли правильно спланувати час, необхідний для виготовлення та доставки.

Економічний цикл і ситуація

У часи економічного підйому інвестиції в нове обладнання є високими, тому що позичити гроші відносно легко за низькими процентними ставками. Це чудово для сервісних організацій у промисловості, оскільки ці організації

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зазвичай встановлюють нове обладнання на заводах. Однак під час економічної рецесії чи під час пандемії підприємства стримують великі інвестиції, наприклад купівлю нового обладнання. Замість цього вони воліють витрачати гроші на ремонт і технічне обслуговування (години обслуговування та запасні частини), щоб отримати найкращу продуктивність своїх початкових інвестицій. Підсумовуючи, незалежно від економічної ситуації завжди існує стабільний попит на обслуговування та запасні частини. Якщо у організації, що надає послуги, правильно налаштовані процеси, люди та системи, вона слугуватиме основою підприємства зернопереробної або харчової промисловості, додаючи значні прибутки до його результатів. Якщо ні, то можна виконати кілька дій, щоб налаштувати вищезазначені змінні.

Підсумовуючи, незалежно від економічної ситуації завжди є стабільний попит на обслуговування та запчастини. Якщо у організації, що надає послуги, правильно налаштовані процеси, люди та системи, ви гарантуєте, що ваші послуги є основою вашого харчового підприємства, додаючи значні прибутки.

1.7. Висновки і обґрунтування обраного напрямку проектування

На підставі перерахованих вище матеріалів можна зробити наступний висновок.

Необхідно створити таку конструкцію ситовіальної машини, в якій були б враховані всі вимоги до неї і виправлені всі перераховані вище недоліки. А також необхідно досліджувати аеродинаміку повітряних потоків в ситовіальних машині із замкнутим циклом руху повітря з метою ліквідації цих недоліків.

У запропонованій конструкції ситовіальної машини для зменшення витрати повітря і виключення попадання запиленого повітря в приміщенні цеху реалізується комбінований цикл руху повітря. Тобто 90% відпрацьованого повітря очищається відцентровим пило віддільником і прямує назад в машину, а 10% також очищається

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і викидається в атмосферу, в результаті чого в машині буде розрідження, а відсутні 10% повітря потраплять в машину в результаті підсосу через негерметичність корпусу. Для того, щоб не захаращувати проходи між машинами повертають воздуховодами, вони розташовані між двома ситовими корпусами посередині машини. А для отримання рівномірної епюри швидкостей під ситовими корпусами встановлюються два діаметральні вентилятора.

При проектуванні необхідно врахувати всі рекомендації, викладені в п. 1.3.2.

Однак, ми не можемо повністю покладатися на результати роботи цих дослідників, так як зміни повітряного режиму можуть викликати відхилення від абсолютних значень величин показників (таких як технологічна ефективність, ступінь очищення і ін.), встановлених даними дослідниками. Отже, виникає необхідність дослідження роботи ситовіальних машини з комбінованим циклом руху повітря.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технічне завдання на проектування

2.1. Найменування і область застосування

Ситовіальна машина призначена для збагачення і сортування двох паралельних потоків крупок і дунст за їх якістю, при сортовому помелі пшениці на підприємствах борошномельної промисловості.

2.2. Підстава для розробки

Підставою для розробки є завдання на курсовий проект, видане кафедрою технологічного обладнання зернових виробництв.

2.3. Мета і призначення розробки

Метою розробки є зменшення енерговитрат і поліпшення якості продукції, що випускається.

2.4. Джерела розробки

Джерелами розробки є: література з технологічного устаткування і технології борошномельного виробництва, а також науково-дослідні роботи і винаходи по темі проекту.

2.5. Технічні вимоги

2.5.1. Ситовіальна машина складається з станини, ситового корпусу, збірки, двох аспіраційних камер, двох прийомних коробок, двох камер сходів, електроприводу, колектеля.

2.5.2. Показники призначення.

Ситовіальна машина повинна забезпечувати:

продуктивність 1,8-2,2т / ч, витрата повітря на аспірацію 4200 м³ / год.

2.5.3. Вимоги до технологічності

Технологічність машини повинна відповідати середньосерійному виробництва.

2.5.4. Вимоги безпеки.

Всі обертові і рухомі частини повинні бути розміщені в корпусах, або закриті огороженнями.

2.5.5. Естетичні та ергономічні вимоги.

Дані вимоги повинні задовольняти художньо-конструкторської виразності і гармонійності, цілісності композиційної структури.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.6. Вимоги до патентної чистоти.

Конструкція повинна володіти патентною чистотою по країнам, в які поставляються дані машини.

2.5.7. Вимоги до складових частин продукції.

Матеріали, що застосовуються для виготовлення машини, повинні відповідати стандартам, технічним умовам.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технічна пропозиція

3.1. Опис можливих варіантів конструктивно-функціональних розробок

3.1.1 Замкнутий цикл руху повітря для всіх машин, розташованих в розмельному відділенні

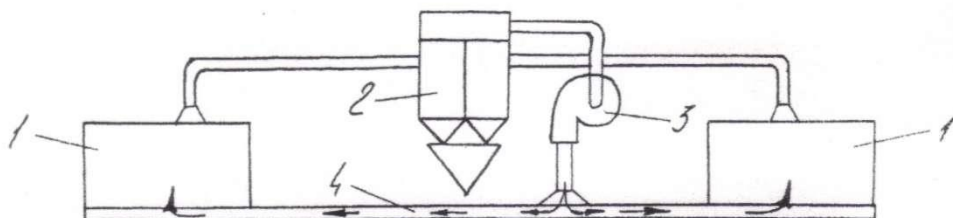


Рис. 3.1. – Загальна схема

Над підлогою цеху робиться герметичний настил з листового заліза і повітропровід, який викидає повітря в атмосферу приєднується вентилятором 3 під настил 4 і повітропровід підводиться під кожну з сітовеечних машин 1.

3.1.2. Ситовіальна машина з замкнутим циклом руху повітря

3.1.2.1 Машина з замкнутим циклом руху повітря з діаметральними вентиляторами

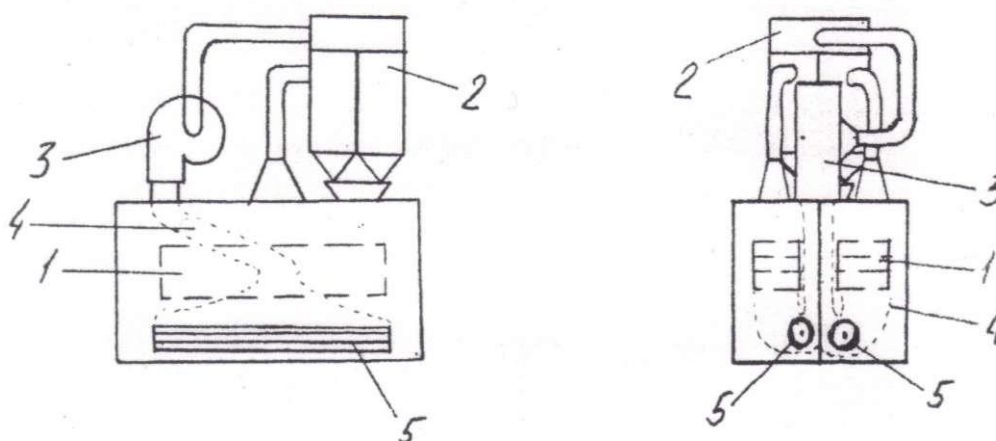


Рис. 3.2. – Схема машина з замкнутим циклом руху повітря з діаметральними вентиляторами

					KPM.TOЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За основу пропонованої конструкції береться існуюча модель ситовіальної машини.

Ситові корпуси 1 машини розсуваються настільки, щоб була можливість помістити між ними повітропровід 4., який повертає повітря в машину. Над машиною розташовуються циклон 2, що очищає повітря від пилу, і вентилятор 3. Під ситовими корпусами розташовуються діаметральні вентилятори 5, що дозволяє рівномірно розподілити повітря, що повертається в машину.

3.1.2.2 Машина з замкнутим циклом руху повітря

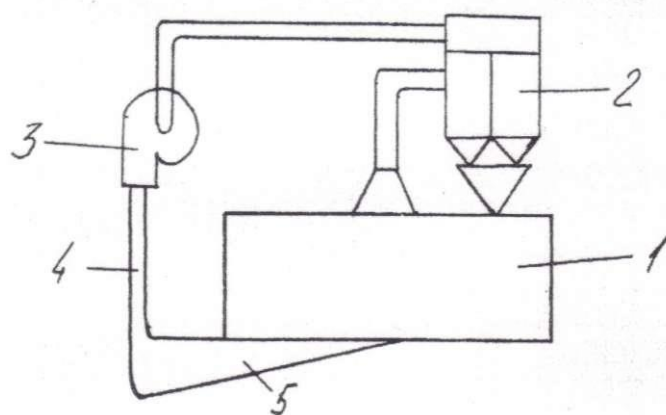


Рис. 3.3. – Схема машини з замкнутим циклом руху повітря

Конструкція ситовіальної машини 1 залишається незмінною. До неї додаються циклон 2 і вентилятор 3. Повітровід 4 (один або два - під кожен з корпусів) розташований поруч з корпусом машини. Очищене повітря через розтруб 5 подається під машину.

3.2. Порівняльна оцінка варіантів і вибір оптимального рішення

Варіант, описаний в п.3.1.1. дуже зручний для модернізації існуючих підприємств при найменших капітальних вкладеннях, не вимагає зміни конструкції ні самої ситовіальної машини, ні схеми централізованого очищення повітря. Але цей варіант передбачає такий розподіл повертається повітря, щоб

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

під кожен встановлений машину подавалося рівну кількість повітря, при цьому повинні завжди працювати всі встановлені в цеху машини, що в умовах неповного завантаження підприємства неможливо, так як зараз працює тільки частина машин, а також виникають складнощі з розрахунками розподілу повітря. Причому, для кожного конкретного підприємства доведеться окремо виконувати проектування.

Варіанти, описані в п.п. 3.1.2.1 і 3.1.2.2 позбавлені описаних вище недоліків, так як кожна окрема машина може працювати самостійно і в схему технологічного процесу може бути включено будь-яку кількість машин. Але в варіанті, описаному в п. 3.1.2.2 повітроводи, розташовані поруч з машиною, будуть захащувати проходи, і створювати незручності, пов'язані з обслуговуванням машини. Також в цій конструкції неможливо забезпечити рівномірний розподіл повітря по всій довжині і ширині ситового корпусу, що безсумнівно погіршить технологічний ефект роботи машини.

Виходячи з усього вищевикладеного приймаємо до розробки варіант, описаний в п. 3.1.2.1.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Ескізний проєкт

4.1. Опис функціональної схеми

Процес збагачення в ситовіальних машині проходить по одноступінчастій схемою (продукт з вищого ярусу просувається на ніжній, і проходові фракції виводяться з нижнього ярусу).

Ситовий корпус складається з трьох ярусів сит, в кожному з яких встановлено по чотири сита. Процес збагачення відбувається послідовно. Перші сита верхнього ярусу служать для завантаження нижчих сит середнього ярусу. Прохід сит середнього ярусу надходить відповідно на сита нижнього ярусу. Прохід сит нижнього ярусу надходить до збірки. Сход зі всіх трьох ярусів сит виводиться через камеру сходів.

У кожній половині ситовіальних машини отримують п'ять-шість продуктів (три сходу і два-три проходи). Кількість продуктів регулюють установкою перекидних клапанів.

Повітря висхідним потоком пронизує продукт на всіх трьох ярусах сит.

4.2. Технологічний розрахунок

Мета і завдання розрахунку - визначити продуктивність машини і частоту обертання кривошипа приводу.

Початкові дані:

$\alpha = 2^\circ$ – кут нахилу сит до горизонту;

$\beta = 10^\circ$ – кут нахилу до горизонту площині гойдання сита;

$\varphi = 30^\circ$ – кут тертя продукту об поверхню сита;

$r = 0,1$ м – радіус кривошипа;

$F = 5,184$ м² – площа сита;

$q_F = 400$ кг/ (г м²) - питоме навантаження одиниці площі сита.

Р о з р а х у н о к

Визначаємо частоту обертання кривошипа, при якій частинки рухаються вниз по ситу:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_H = 30 \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \alpha)}{r \cos \alpha}}$$

$$n_H = 30 \sqrt{\frac{\sin(30 - 2)}{0,1 \cos 30}} = 69,8 \text{ об/хв} \quad (4.2.1)$$

Визначаємо частоту обертання кривошипа, при якій частинки продукту відриваються від сита:

$$n_{OT} \geq 30 / \sqrt{rtg \alpha}$$

$$n_{OT} \geq 30 / \sqrt{0,1tg \alpha} \geq 507,6 \text{ об/хв} \quad (4.2.2)$$

Продуктивність машини

$$\Pi = q_F \cdot F = 400 \cdot 5,184 = 2073,6 \text{ кг/год} \quad (4.2.3)$$

Заключення по розрахунку.

Частота обертання кривошипа $n \geq 507,6 \text{ об/хв}$

4.3. Опис кінематичної схеми

Привід ситовіальної машини здійснюється від коливача, який з'єднаний шатуном із збіркою. Обертання вала коливача здійснюється від електродвигуна 1 через плоскопасової передачу. Електродвигун шарнірно закріплений на передньому кронштейні станини. Натяг ременя здійснюється шляхом повороту плити з електродвигуном навколо осі кронштейна.

Привід відцентрового вентилятора здійснюється від електродвигуна 12 через клинопасову передачу.

Привід діаметральних вентиляторів здійснюється від електродвигуна 8. Один з вентиляторів приводиться в рух безпосередньо від валу електродвигуна через муфту 6, а другий вентилятор приводиться через плоскопасову перехресну передачу від валу першого вентилятора.

4.4. Кінематичний розрахунок

Мета розрахунку - визначити основні кінематичні параметри приводу машини.

Вихідні дані:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частота обертання ексцентрикового вала $n_g=500$ об/хв;

частота обертання валу відцентрового вентилятора $n_{ц}=1450$ об/хв;

частота обертання валу діаметрального вентилятора $n_{д}=900$ об/хв.

Умови розрахунку: частоти обертання валів електродвигунів

$$n_{ab1} = 1390 \text{ об/хв};$$

$$n_{ab2} = 1430 \text{ об/хв};$$

$$n_{ab3} = 920 \text{ об/хв}.$$

Розрахунок:

Необхідне передавальне відношення приводу коливача

$$i_n = n_{ab}/n_b; \quad (4.2.4)$$

$$i_n = 1390/500 = 2,78$$

Виходячи з орієнтовної швидкості руху ремня $v_p=10\ldots 20$ м/с, і припустивши, що для обертання ексцентрикового вала необхідна потужність 1,1 кВт, при цих умовах рекомендується [1] чотирьохшаровий ремінь (пас), товщиною $\delta = 4$ мм з діаметром шківа $D_1 = 80$ мм. Необхідний діаметр веденого шківа:

$$D_2 = i_n \cdot D_1 (1 - \varepsilon); \quad (4.2.5)$$

$$D_2 = 2,78 \cdot 80 (1 - 0,088) = 242 \text{ мм};$$

де $\varepsilon = 0,088$ – коефіцієнт проковзування ремня (пасу) [7].

У зв'язку з тим, що частоти обертання валів вентиляторів і двигунів однакові, приймаємо передавальні відносини їх приводів $i_2 = 1$ і $i_3 = 1$.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Технічний проект

5.1. Опис розробленої конструкції з технічною характеристикою ситовіальної машини

5.1.1. Ситовіальна машина складається з наступних основних вузлів: станини, ситова корпусу, збірки, двох аспіраційних камер, двох прийомних коробок, двох камер сходок, електроприводу, колектателя, циклону, відцентрового вентилятора, двох діаметральні вентиляторів і повітроводів.

5.1.2. Ситовіальний корпус складається з двох самостійних корпусів, виконаних з листового алюмінію і алюмінієвих профілів, з'єднаних між собою кронштейнами і підвішений до станини на трьох підвісках: спереду на двох підвісках і ззаду - на одній, розташованої по середині ситового корпусу.

Кут нахилу підвісок до вертикальній площині регулюється в межах 5...15 °. На задній підвісці встановлюється пружина стиснення.

У корпусі розміщені один над одним три яруси ситових рамок, в кожному ярусі по чотири рамки.

Всі три яруси мають різні кути нахилу до горизонтальної площини.

Бічні стінки кожного з ситових корпусів виконані розсувними, для здійснення регулювання повітряного режиму на середньому і нижньому ярусах сит.

Кожен ситової корпус з кожного боку має чотири рухомих стінки, які складаються з трьох пластин кожна.

Стінки виготовлені з органічного скла, для здійснення візуального контролю за процесом сортування і для зручності настройки машини на необхідний режим роботи

Регулювання повітряного режиму виробляється переміщенням стінок шляхом повороту регулювальних гвинтів.

Регулювальні гвинти виконані зі зворотним різьбленням для отримання однакових зазорів, а, отже, для проходження однакової кількості повітря по обидва боки корпусу.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При повороті гвинтів площа поперечного перерізу змінюється між ситовим корпусом і стінками змінюється, відповідно і кількість повітря, що проходить через сита, буде збільшуватися або зменшуватися.

Ситові рамки звареної конструкції, виготовлені зі спеціального алюмінієвого профілю.

Кріплення сит до рамок здійснюється зачепами, які входять в зачеплення з зубцями профілів ситових рамок.

Очищення сит здійснюється інерційними щітками. Щітка має два ряди пучків, волосся яких спрямований в протилежні сторони. У робочому положенні щітка одним рядом пучків впирається в сито, і під дією його інерції при коливаннях ситового корпусу переривчасто переміщається тільки в сторону протилежного ряду пучків, які не стосуються сита. Одночасно, повзуни щітки ковзають по напрямних, встановленим в рамках.

При зіткненні з упором щітка перемикається (перекидається) і починає переміщатися в протилежному напрямку.

Для кожного ярусу ситових рамок в корпусі є затиск для їх фіксації. Поворотом підпружиненої ручки затиску на 90 ° в ту чи іншу сторону ситові рамки звільняються від фіксації і їх можна виймати з корпусу.

Внизу до кожної половини ситового корпусу закріплена розподільна коробка, що служить для виведення сходових фракцій усіх ярусів сит, які направляються потім в камеру сходів.

5.1.3. Збірник призначений для збору і виведення з машини проходових фракцій і продукту нижніх ярусів сит, який встановлюється сталевими санчатами на опори, закріплені до станини. Збірник складається з двох жорстко з'єднаних між собою корпусів, виконаних з листового алюмінію і алюмінієвих профілів.

Внизу кожного корпусу розташоване по два лотка, призначені для виведення проходових фракцій.

Над лотками по довжині збірника встановлено два ряди поворотних перекидних клапанів. Шляхом повороту клапанів навколо осі в ту або іншу

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сторону до упору, можна направляти проходову фракцію продукту певної ділянки ситової поверхні нижнього ярусу в будь-який з лотків.

5.1.4. Аспіраційна камера встановлена над кожною половиною ситового корпусу. Для спостереження за процесом сортування і збагачення продукту, що відбувається на верхньому ярусі сит, - стінки і фортка виконані з органічного скла.

Кожна аспіраційна камера по довжині розділена перегородками на шістнадцять однакових відсіків (по чотири відсіки над кожною ситовою рамкою).

Для регулювання витрати повітря в кожному відсіку камери застосовується груба і тонке регулювання.

Грубе регулювання здійснюється дросельними клапанами, встановленими в повітропроводах, що направляють повітря в циклон.

Тонке регулювання проводиться переміщенням шиберів відносно нерухомої решітки шляхом повороту гвинтів, встановлених на корпусі.

При повороті гвинтів площа отворів між шиберами і ґратами зменшується або збільшується, відповідно і кількість засмоктуваного в відсік повітря буде зменшуватися або збільшуватися.

Зверху аспіраційні камери і відсік між ними закриті знімними сталевими кришками. Камери ситовіальних машин за допомогою аспіраційних патрубків і повітропроводів приєднуються до циклону, що знаходиться над машиною, для виділення відносів.

5.1.5. Відцентровий вентилятор також знаходиться над машиною і нагнітає очищене повітря з циклону в машину через повітропровід, розташований між ситовими корпусами.

5.1.6. Під збірниками проходових фракцій продукту розташовані діаметральні вентилятори, що подають повітря побітові корпусу. Вони призначені для рівномірного розподілу повітря на всю довжину і ширину ситового корпусу.

5.1.7. Камери сходів призначені для роздільного виведення сходових фракцій з машини, але при необхідності їх можна об'єднувати. Для цього в камерах передбачені по два поворотних клапана.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.8. Станина суцільнометалевої звареної конструкції виготовлена з сталевого гнутого профілю, який забезпечує достатню міцність, надає обтічну форму машині і цілісність конструкції.

5.1.9. Для налагодження повітряного режиму машини і зручності її обслуговування між аспіраційними камерами встановлений світильник.

5.1.10. Ситовий корпус і збірники здійснюють зворотно-поступальні рухи. Привід здійснюється від коливача, встановленого на передньому кронштейні ситового корпусу, який з'єднаний шатуном із збіркою. Обертання вала коливача здійснюється від електродвигуна через плоскопасової передачу.

5.1.11. Привід діаметральних вентиляторів здійснюється від електродвигуна: одного вентилятора через муфту, а іншого - через плоскопасової перехресну передачу) від вала першого вентилятора.

5.1.12. Технологічний процес сортування та збагачення продукту в машині здійснюється в результаті взаємодії руху продукту по ситам при зворотно-поступальному русі ситового корпусу і висхідних потоків повітря. Повітря засмоктується з-під ситового простору і висхідним потоком пронизує три яруси сит надходить через аспіраційні камери на очистку. 90% очищеного циклоном повітря нагнітається вентилятором назад в машину, а що залишилися 10% - викидаються в атмосферу. Це передбачено для того, щоб уникнути підвищення концентрації пилу в машині і видування пилу в приміщення цеху. В результаті підсосу повітря між розтрубом і ситовим корпусом будуть поповнюватися ті 10% повітря, які були викинуті в атмосферу.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика машини.

1. Технічна продуктивність, т/год, не менш	
на великих крупках	2,2
на середніх крупках	1,8
2. Частота коливання ситового корпусу, Гц (кол/хв)	8 – 8,75 (480-525)
3. Амплітуда коливань ситового корпусу	4,5-6,5
4. Витрата повітря на аспірацію, м ³ /год	4200
5. Подсмоктування повітря із цеха, м ³ /год	210
на кожну половину машини	
6. Витрати повітря, викидаємого в атмосферу, м ³ /год	4200
7. Встановлена потужність двигунів, кВт	
приводу ситового корпусу	1,1
приводу діаметральні вентиляторів	1,1
приводу відцентрового вентилятора	4
8. Габаритні розміри, мм	
довжина	2700
ширина	1670
висота	3960
9. Циклон ВНІЗ-НІО газ № 400	
10. Вентилятор ВЦП-5-35-8В1.01	$n = 1430 \text{ об/хв}$
11. Діаметральні вентилятори	$n = 920 \text{ об/хв}$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Аеродинамічний розрахунок

Мета розрахунку: визначити втрати тиску в установці і підібрати необхідні для її роботи вентилятори.

Площинна схема аспірації

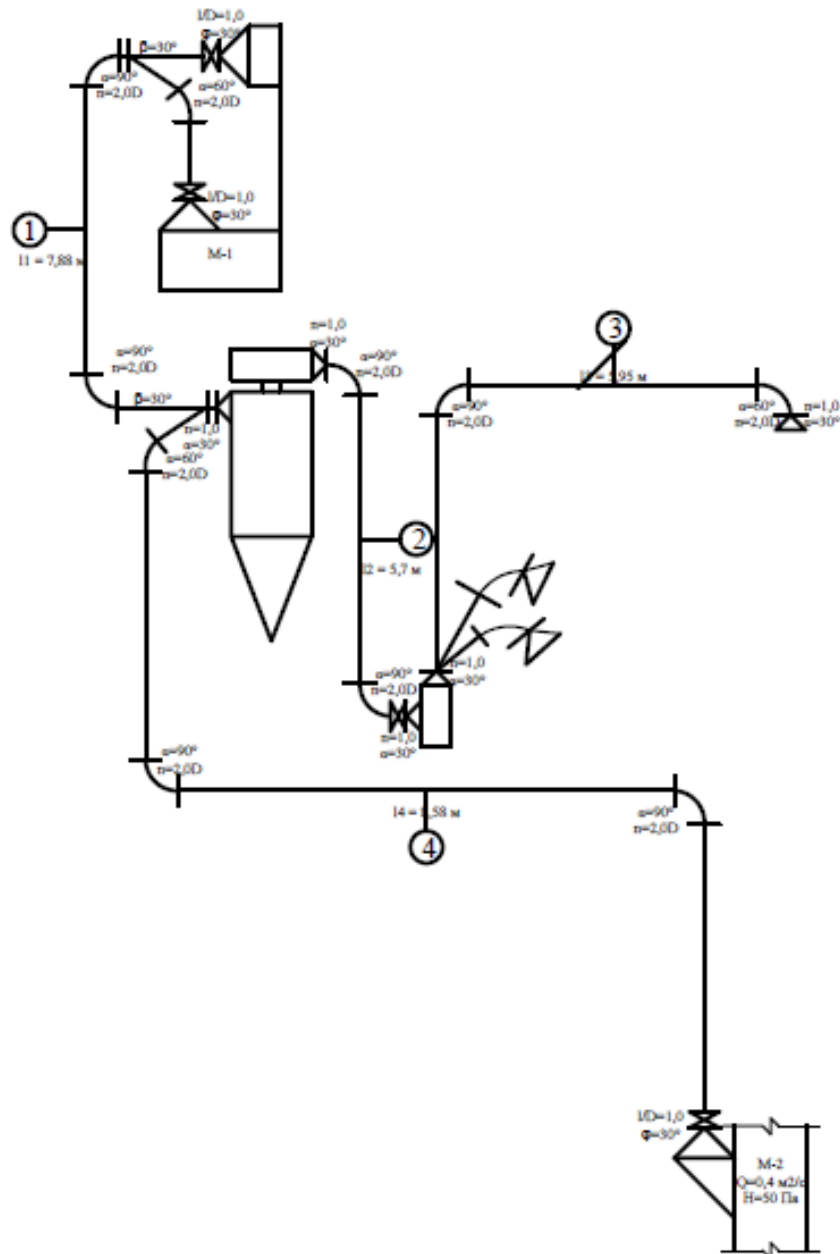


Рис. 5.1 – Площинна схема

1 - ситової корпус, 2 - циклон, 3 - відцентровий вентилятор,
4 - діаметральний вентилятор, 5 - підсмоктування, 6 - викид.

					KPM.TOЗB.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані

Загальні витрати повітря $Q_2 = 4200 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,17 \text{ м}^3/\text{с}$.

Необхідна кількість повітря для псевдозрідження шару продукту

$Q_1 = 2100 \text{ м}^3/\text{год} = 0,583 \text{ м}^3/\text{с}$.

Повітря, що викидається в атмосферу $Q_3 = 420 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,117 \text{ м}^3/\text{с}$.

Повітря, що повертається в машину $Q_4 = 3780 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,05 \text{ м}^3/\text{с}$.

Підсмоктування повітря з цеха $Q_6 = 210 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,0583 \text{ м}^3/\text{с}$.

Повітря, що повертається в 1/2 машини $Q_5 = Q_4 : 2 = 0,525 \text{ м}^3/\text{с}$.

Щільність частинок продукту $\rho_T = 1,3 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Середній лінійний розмір частинок $d_{cp} = 0,0008 \text{ м}$.

Площа ситової поверхні $F = 1,504 \text{ м}^2$.

Довжини ділянок повітропроводів $l_1 = 2 \text{ м}$, $l_2 = 2 \text{ м}$, $l_3 = 5 \text{ м}$, $l_4 = 1 \text{ м}$.

Розрахунок.

Визначимо діаметри повітропроводів по необхідним витратам повітря і задавшись швидкістю повітря $V = 16 \text{ м} / \text{с}$, щоб уникнути залягання пилу в повітропроводах.

Витрати повітря в повітроводі

$$Q = F \cdot V, \quad (5.2.1)$$

де F — площа поперечного перерізу повітропровода, для круглого $F = \pi \cdot D^2 / 4$,

тоді

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot V \quad (5.2.2)$$

де D – діаметр повітропровода,

звідси

$$D = 1,128 \sqrt{\frac{Q}{V}} \quad (5.2.3)$$

$$D = 1,128 \sqrt{\frac{0,583}{16}} = 0,215, \quad \text{приймаємо діаметри повітропроводів із}$$

стандартного ряду [6, стр.67]

$D_1 = 0,215 \text{ м}$.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_2 = 1,128 \sqrt{\frac{1,17}{16}} = 0,305 \text{ м, приймаємо } D_2 = 0,285 \text{ м}$$

$$D_3 = 1,128 \sqrt{\frac{1,117}{16}} = 0,0964 \text{ м, приймаємо } D_3 = 0,1 \text{ м}$$

$$D_4 = 1,128 \sqrt{\frac{1,05}{16}} = 0,289 \text{ м, приймаємо } D_4 = 0,285 \text{ м}$$

$$D_5 = 1,128 \sqrt{\frac{0,525}{16}} = 0,204 \text{ м, приймаємо } D_5 = 0,195 \text{ м}$$

У запропонованій схемі одночасно працюють три вентилятори, тому розділимо її на три ділянки для кожного з вентиляторів.

Необхідний тиск відцентрового вентилятора.

$$H = H_v + H_n, \quad (5.2.4)$$

де H_v – тиск на лінії всмоктування, Па;

H_n – тиск на лінії нагнітання, Па;

$$H_v = 2 H_c + H_{\text{ц}} + 2 H_{\text{п}} + H_{\text{м}}; \quad (5.2.5)$$

де H_c – опір сит, Па

$H_{\text{ц}}$ – опір циклона, Па

$H_{\text{п}}$ – опір підсмоктувань, Па

$H_{\text{м}}$ – втрати тиску в місцевих опорах і по довжині повітроводів, Па.

Визначення опору сит і продукту.

$$H_c = m \cdot V_{\text{ф}}, \quad (5.2.6)$$

де m - коефіцієнт опору шпаруватої перегородки, Па·с/м;

$V_{\text{ф}}$ – швидкість фільтрації, м/с.

$$m = 1,5 \cdot M, \quad (5.2.7)$$

де M – умовний коефіцієнт опору псевдозрідженим шаром

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M = \frac{10qt \cdot h_c (1 - \varepsilon)}{V_{KP}} \quad (5.2.8)$$

де $h_c = 0,005$ м - висота псевдозріженого шару,

ε – шпаруватість псевдозріженого шару при швидкості фільтрації $V_{кр}$;

$V_{кр}$ – критична швидкість фільтрації, м/с

$$\varepsilon = Ar^{-0,21} (18 Re + 0,36 Re^2)^{0,21} \quad (5.2.9)$$

де Ar - критерій Архімеда;

Re – критерій Рейнольдса; (5.2.10)

$$V_{кр} = \frac{\nu_B}{d_T} R_e$$

де ν_B – кінематичний коефіцієнт в'язкості повітря, $\nu_B = 15 \cdot 10^{-6}$ м²/с;

d_T – наведений розмір часток, м

$$d_T = 0,75 d_{cp} \quad (5.2.11)$$

$$A_r = \frac{g \cdot d_T}{\nu_B} \cdot \frac{\rho_T - \rho_B}{\rho_B} \quad (5.2.12)$$

де $g = 9,81$ м/с – прискорення вільного падіння

$\rho_B = 1,226$ кг/м² – щільність повітря

$$R_e = \frac{d_T \cdot V_{опт}}{\nu_B} \quad (5.2.13)$$

де $V_{опт}$ – оптимальна швидкість фільтрації, м/с

$$V_{опт} = 1,5 V_{кр} \quad (5.2.14)$$

$$R_e = \frac{A_r}{1400 + 5,22 \sqrt{A_r}} \quad (5.2.15)$$

$$V_\phi = \frac{Q_2}{F} \quad (5.2.16)$$

$$V_\phi = \frac{1,17}{1,504} = 0,778 \text{ м/с};$$

$$D_T = 0,75 \cdot 0,0008 = 0,0006 \text{ м};$$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_r = \frac{9,81 \cdot 0,0006^3}{(15 \cdot 10^{-6})^2} \cdot \frac{1,3 \cdot 10^3 - 1,226}{1,226} = 9976,6$$

$$R_e = \frac{9976,6}{1400 + 5,22 \cdot \sqrt{9976,6}} = 5,192$$

$$V_{KP} = \frac{15 \cdot 10^{-6}}{00,0006} \cdot 5,192 = 0,1298 \text{ м/с}$$

$$V_{OPT} = 1,5 \cdot 0,1298 = 0,195 \text{ м/с}$$

$$R_e = \frac{0,0006 \cdot 0,195}{15 \cdot 10^{-6}} = 7,79$$

$$\varepsilon = 9979,6^{-0,21} (18 \cdot 7,79 + 0,36 \cdot 7,79)^{0,21} = 0,421$$

$$H_C = 434,9 \cdot 0,778 = 338,4 \text{ Па}$$

Визначимо опір циклону

$$H_{\text{ц}} = \xi_{\text{ц}} \cdot \frac{\rho_B \cdot V^2}{2} \quad (5.2.17)$$

де $\xi_{\text{ц}} = 5$ – коефіцієнт опору циклону

$$H_{\text{ц}} = 5 \cdot \frac{1,226 \cdot 16^2}{2} = 784,6 \text{ Па}$$

Визначимо втрати тиску на місцеві опори і по довжині повітроводів

$$H_M = \sum \frac{\lambda}{(1D + \sum \xi)} \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad (5.2.18)$$

де λ – коефіцієнт опору по довжині повітровода.

Визначимо його за формулою Альтшуля

$$\lambda = 0,1 \left(\frac{1,46 \Delta 100}{D + R_e} \right)^{0,25} \quad (5.2.19)$$

$$\text{де } Re = 23 D / \Delta \quad (5.2.20)$$

де Δ – абсолютна геометрична шорсткість труб; по [2, стр.353] $\Delta = 0,1 \text{ мм}$;

ξ – коефіцієнт місцевого опору по [2, додаток 4]

$$Re_1 = 23 \frac{0,215}{0,0001} = 49450$$

$$\lambda_1 = 0,1 \left(\frac{1,46 \cdot 0,0001}{0,215} + \frac{100}{49450} \right)^{0,25} = 0,0227$$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Re_2 = 23 \frac{0,285}{0,0001} = 65550$$

$$\lambda_1 = 0,1 \left(\frac{1,46 \cdot 0,0001}{0,285} + \frac{100}{65550} \right)^{0,25} = 0,0212$$

$$H_M = \left[2 \left(2 \cdot \frac{0,0227}{0,215} + 0,19 + 0,18 + 0,11 \right) + \frac{2 \cdot 0,0212}{0,285} + 0,11 + 0,18 + 0,18 \right] \cdot \frac{1,226 \cdot 16^2}{2} = 314$$

Опір присосів

$$H_n = K \cdot V_n^2, \quad (5.2.21)$$

де K – коефіцієнт опору підсмоктувань,

V_n – швидкість повітря в підсмоктуванні,

$$V_n = \sqrt{\frac{0,0583}{2 \cdot 0,05}} = 0,764 \text{ м/с}$$

при $V_n = 0,764 \text{ м/с}$, $K = 128 \text{ Па} \cdot \text{с/м}$ [6],

тоді

$$H_n = 128 \cdot 0,764 = 97,7 \text{ Па}$$

$$H_B = 2 \cdot 338,4 + 786,6 + 2 \cdot 97,7 + 314 = 1973 \text{ Па}$$

$$H_H = \left(\frac{\lambda}{1D} + \sum \xi \right) \frac{\rho \cdot V^2}{2}$$

$$Re_3 = 23 \frac{0,1}{0,0001} = 23000$$

$$\lambda_3 = 0,1 \left(\frac{1,46 \cdot 0,0001}{0,1} + \frac{100}{23000} \right)^{0,25} = 0,028$$

$$H = 1973 + 435,3 = 2408,3 \text{ Па}$$

За H и Q_2 обираємо вентилятор ВЦП 5-35 - 8В 1,01 с $\eta = 0,71$ и $n = 1450 \text{ об/хв}$.

Необхідний тиск діаметрального вентилятора

$$H = H_B + H_H \quad (5.2.22)$$

$$H_B = \left(\frac{\lambda}{1D} + \sum \xi \right) \frac{\rho \cdot V^2}{2} \quad (5.2.23)$$

$$Re_3 = 23 \frac{0,285}{0,0001} = 65550$$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lambda_4 = 0,1 \left(\frac{1,46 \cdot 0,0001}{0,285} + \frac{100}{65550} \right)^{0,25} = 0,0212$$

$$H_B = \left(\frac{0,0212}{1 \cdot 0,285} + \frac{1,226 \cdot 16^2}{0,11 + 0,11} 2 \right) = 46,5 \text{ Па}$$

$$H_H = \xi \cdot \frac{\rho \cdot V^2}{2}, \quad (5.2.24)$$

$$\text{где } \xi = K_{\text{см}} \left(1 - \frac{f}{F} \right)^2 - \text{коефіцієнт опору дифузора}, \quad (5.2.25)$$

$$\text{де } K_{\text{см}} = m \cdot \frac{\alpha}{\text{tg}} \sqrt[4]{\text{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (5.2.26)$$

де m – константа, для прямокутного дифузора $m = 6,2$;

α – кут розкриття дифузора, $\alpha \approx 80^\circ$,

$$\text{тоді } K_{\text{см}} = 6,2 \cdot \text{tg} \frac{80}{2} \sqrt[4]{\text{tg} \frac{80}{2}} = 4,98$$

f – площа вузького перерізу (перетину), $f = 0,37 \text{ м}^2$

F – площа широкого перерізу (перетину) $F = 1,15 \text{ м}^2$,

Тоді

$$\xi = 4,98 \left(1 - \frac{0,37}{1,15} \right)^2 = 2,29$$

$$H_H = 2,29 \frac{1,226 \cdot 16^2}{2} = 378,1 \text{ Па}$$

$$H = 46,5 + 378,1 = 424,6 \text{ Па}$$

5.3 Розрахунок і підбор вентилятора

За отриманими величинам продуктивності і тиску необхідно підібрати діаметральний вентилятор. Ми маємо характеристику діаметрального вентилятора [4], але автор не вказує розміри вентилятора, тому не можна використовувати цю характеристику, хоча вона нам підходить (при $n = 878 \text{ об / хв}$ вентилятор має $Q = 2100 \text{ м}^3/\text{год}$ і $H = 370 \text{ Па}$). Вивченням роботи діагональних вентиляторів також займалися в ЦАГІ А.Г. Коровкін та А.Г.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бичков, в [4] вони призводять безрозмірні характеристики різних конструкцій діаметральні вентиляторів, одну з яких можна застосувати в нашій роботі. Конструктивно нам підходить вентилятор з діаметром колеса $D_B = 0,2$ м. Розрахуємо витрати і тиск цього вентилятора за наявними безрозмірними коефіцієнтами, наведеними в [2]

5.3.1 Вихідні дані

Діаметр колеса $D = 0,2$ м; ширина колеса $b = 2$ м; частота обертів $n = 920$ об/хв; коефіцієнт тиску ($p = 3,6$; коефіцієнт продуктивності $\varphi = 0,6$.

$$\varphi = \frac{H}{\rho U} \quad (5.2.27)$$

де H – тиск вентилятора, Па

$\rho = 1,226$ кг/м³ – щільність повітря;

ω – окружна швидкість колеса, м/с

$$\omega = \frac{\pi D n}{60} \quad (5.2.28)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot 920}{60} = 9,63 \text{ м/с}$$

$$\varphi = \frac{Q}{D_{BU}} \quad (5.2.29)$$

Звідси

$$H = \varphi P \omega^2 \quad Q = \varphi D_B \omega,$$

$$\text{тоді } H = 3,6 \cdot 1,226 \cdot 9,63^2 = 409,3 \text{ Па}$$

$$Q = 0,6 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 9,63 = 2,31 \text{ м}^3/\text{с}$$

Ми можемо використовувати цей вентилятор в проєктованій конструкції машини, встановивши засувку на всмоктуючій лінії, і регулюючи його продуктивність.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. АВТОМАТИЗАЦІЯ

Представлений технологічний процес застосовується на промислових підприємствах з переробки зерна. В даному випадку розглянутий ділянку підготовки зерна до помелу.

З бункера через ваги зерно надходить в сепаратор. Тут вона очищається від великих, дрібних і легких домішок, потім, проходячи через магнітну колонку, звільняється від металоманітних частинок і подається послідовно в трієри: куколевідбірник і овсюговідбірник, де відокремлюються домішки, що відрізняються від зерен основної культури довжиною.

Очищене від домішок зерно надходить в ситовіальну машину 7 для очищення поверхні зерен від пилу і часткового відділення плодових оболонок і зародка.

В зволожувачі зерно зволожується і потім транспортується в бункера для зволоження 9.

Після зволоження, пройшовши ще раз через магнітну колонку, зерно надходить в вальцовий верстат. Продукти розуміли з вальцового верстата подаються на сита розсівання, де розділяються на фракції по крупності - від муки до великих частинок зерна. Далі зерно подається в лінію для подальшої обробки.

Функціональна схема автоматизації відображає роботу обладнання з урахуванням контролюючих та керуючих параметрів його роботи:

- вибір режиму роботи (автоматичний, ручний);
- контроль верхнього і нижнього рівня зерна в ємностях (поз.1.9);
- управління засувками (поз.3,16,17);
- контроль і керування транспортним і технологічним обладнанням - ситовіальною машиною (поз.7), зволожувачем (поз.8), вальцовим верстатом (поз.11), рассевом (поз.12);
- контроль, індикація і реєстрація дозується зерна;
- аварійна звукова і світлова сигналізація.

					Дослідження та ІТ-сервіс ситовіальної машини			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматизація КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Лім.	Лист.	Листів
Розраб.		Штокерг М.О.						
Перевір.		Алексашин О.В.						
Реценз.						ОНТУ		
Н. Контр.								
Зав.каф.		Гапонюк О.І.						

7. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

В даний час на підприємствах зернопереробної галузі експлуатують обладнання, зроблене в минулі роки, морально і фізично застаріле. Це впливає на якість продукції, що випускається, збільшує витрати на утримання старого обладнання, що в цілому збільшує ціну готової продукції.

Метою модернізації ситовіальної машини є розробка на базі існуючих моделей удосконаленої машини, яка буде задовольняти сучасним вимогам виробничого процесу.

Проведений вище аналіз ситовіальних машин дозволить вибрати в якості базового варіанта. У модернізованій ситовіальній машини витрати електроенергії, маса, менше базового варіанту, крім того після модернізації немає необхідності у витраті теплової енергії.

Таблиця 1 - Техніко-економічна характеристика ситовіальної машини

№	Показники	Од. вим.	Позначення	Обладнання	
				Базове	Після модернізації
1	Продуктивність	н/год	В	2,0	2,5
2	Маса обладнання	г	М	1410	1100
3	Встановлена потужність	Вт	Р _э	5,05	3,5
4	Витрати теплоенергії в годину	кал	Q	0,0432	0
5	Оптова ціна обладнання	рн	Ц _{опт.}	39000	розрахунок

					Дослідження та ІТ-сервіс ситовіальної машини					
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Штокерт М.О.			Економіка КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.			Літ.	Лист.	Листів
Перевір.		Савенко І.І.								
Реценз.								ОНТУ		
Н. Контр.										
Зав.каф.		Гапонюк О.І.								

Таблиця 2 - Нормативно довідкова інформація для розрахунків.

№	Показники	Од. вим.	Величина
1	Норма амортизації	%	20,0
2	Норма витрат на ремонтні роботи	%	5,4
3	Норма витрат на утримання і експ. обладнання	%	1,7
4	Годовий фонд робочого часу	година	8160
5	Тривалість зміни	година	8
6	Вартість 1 квт. год електроенергії	грн	1,64
7	Вартість 1 кал теплової енергії	грн	1,84
8	Коефіцієнт використання ресурсів	-	0,8
9	Граничний термін окупності капітальних вкладень	років	5,0

Таблиця 3 - Оцінка рівня науково-технічної ефективності модернізації ситовіальної машини

№	Показники	Обладнання	
		Базове	Модернізоване
1	Рівень новизни	-	Перевищує вітчизняні аналоги
2	Якість продукції	Високе	Високе
3	Споживання електроенергії на 1 т, кВт	2,53	1,40
4	Споживання теплоенергії на 1 т, кал	0.022	0

Таблиця 4 - Експертна оцінка і розрахунок інтегрального показника НТЕ модернізованої ситовіальної машини

№	Показники	Рейтинг експертів			Середня оцінка	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	5	5	6	5,33	1,86(5,33x0,35)
2	Перспективність	6	6	6	6,00	2,10(6,0x0,35)
3	Потенційний масштаб практичного застосування	7	6	7	6,67	1,33(6,67x0,20)
4	Ступінь досягнення позитивних результатів				7,00	0,70(7,0x0,10)
	Всього:					5,99

Експертиза показала, що науково-технічна ефективність модернізації ситовіальної машини знаходиться на цілком достатньому рівні - 50,9% (5,99x100%).

7.1. Розрахунок капітальних вкладень на модернізацію ситовіальної машини.

Капітальні вкладення розраховуються укрупненим методом на основі ціни базового обладнання, шляхом збільшення його вартості на 40%, так як на протязі експлуатації обладнання відбувається значне подорожчання матеріалів і трудових ресурсів.

Капітальні вкладення визначаються за формулою:

$$KB_{mo} = Ц_0 \times 0,40$$

$$KB_{mo} = 39000 \times 0,40 = 15600 \text{ грн.}$$

Ціна модернізованого обладнання визначається за формулою

$$Ц_{mo} = Ц_0 + KB_{mo}$$

$$Ц_{mo} = 39000 + 15600 = 54600 \text{ грн.}$$

7.2. Розрахунок поточних річних витрат на експлуатацію ситовіальної машини

Амортизація обладнання:

- до модернізації ($A_{од}$)

$$A_{од} = 39000 \times 0,20 = 7800 \text{ грн.}$$

- після модернізації ($A_{оп}$)

$$A_{он} = 54600 \times 0,20 = 10920 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонтні роботи:

- до модернізації ($P_{од}$)

$$P_{од} = 39000 \times 0,054 = 2106,00 \text{ грн.}$$

- після модернізації ($P_{оп}$)

$$P_{оп} = 54600 \times 0,054 = 2948,40 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання і експлуатацію обладнання:

- до модернізації ($Z_{сзд}$)

$$Z_{сзд} = 39000 \times 0,017 = 663,00 \text{ грн.}$$

- після модернізації ($Z_{сзп}$)

$$Z_{сзп} = 54600 \times 0,017 = 928,20 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію:

- до модернізації ($Z_{эд}$)

$$Z_{эд} = 5,05 \times 0,8 \times 8160 \times 1,64 = 54064,90 \text{ грн.}$$

- після модернізації ($Z_{еп}$)

$$Z_{еп} = 3,5 \times 0,8 \times 8160 \times 1,64 = 37470,72 \text{ грн}$$

де 0,8 – коефіцієнт використання ресурсів

8160 – річний фонд робочого часу.

Витрати на теплоенергію:

- до модернізації ($Z_{тэд}$)

$$Z_{тэд} = 0,0432 \times 0,8 \times 8160 \times 1,84 = 518,90 \text{ грн.}$$

- після модернізації ($Z_{тэп}$)

$$Z_{тэп} = 0$$

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5 - Зведені показники зміни поточних річних витрат до і після модернізації ситовіальної машини

№	Найменування витрат	Обладнання	
		Базове C_d	Після модернізації C_c
1	Амортизація обладнання	7800,00	10920,00
2	Витрати на ремонтні роботи	2106,00	2948,40
3	Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	663,00	928,20
4	Витрати на електроенергію	54064,90	37470,72
5	Витрати на теплову енергію	518,90	0
	Всього	65152,80	52267,32

У зв'язку із зростанням продуктивності обладнання в 1,25 рази (2,5: 2,0) необхідно провести коригування базових поточних витрат за формулою:

$$C_{dk} = C_d \times 1,25$$

$$C_{dk} = 65152,80 \times 1,25 = 81441,00 \text{ грн.}$$

7.3. Показники економічної ефективності капітальних вкладень

Прибуток (П) від модернізації ситовіальної машини визначаємо як зниження поточних річних витрат після модернізації за формулою:

$$П = C_{dk} - C_{\pi}$$

$$П = 81441,00 - 52267,32 = 29173,68 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначаємо як відношення капітальних вкладень до отриманого прибутку за формулою:

$$T = KB_{mo} : П$$

$$T = 15600 : 29173,68 = 0,53 \text{ года.}$$

Висновки:

1. Модернізація ситовіальної машини здійснюється на достатньому рівні науково-технічної ефективності.
2. Модернізація даного обладнання дозволить поліпшити економічні показники його експлуатації:

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- поліпшити продуктивності в 1.25 рази
- зменшити питомі потреби електроенергії з 2,53 кВт до 1,40 кВт.
- повністю виключити витрати теплоенергії
- отримати прибуток в сумі 29173,68 грн
- окупити капітальні вкладення в економічно обгрунтовані терміни

3. Вище наведені розрахунки свідчать про господарську доцільність і економічну ефективність модернізації ситовіальної машини.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Правила безпечного обслуговування ситовіальних машин

Загальна оцінка пожежної небезпеки обладнання та розробка протипожежних заходів.

Об'єкти сучасного виробництва часто пожежонебезпечні. Багато з них використовують технологію з високою температурою, тиском, парами легкозаймистих рідин, горючими газами, пилом і т. д. Сучасні підприємства характеризуються зосередженням великої кількості обладнання на невеликій території, великою кількістю сучасних виробничих будівель і недостатній рівень протипожежного захисту.

Пожежі на промислових об'єктах можуть призвести до загибелі людей, значних матеріальних втрат та екологічних катастроф. Тому забезпечення пожежної безпеки на підприємствах, де використовуються сепаратори, та у виробничих процесах має бути одним із пріоритетних завдань керівництва та персоналу таких об'єктів. Забезпечення пожежної безпеки є досить складною соціально-економічною задачею, спрямованою на запобігання пожежам і ліквідацію їх у разі їх виникнення з мінімальними наслідками.

Пожежна безпека забезпечується системами протипожежної профілактики та протипожежного захисту, а також організаційно-технічними заходами. Управління пожежною безпекою означає підвищення безпеки приміщень, обладнання та виробничих процесів.

Пожежна безпека забезпечується такими основними складовими виробництва:

– технічна система, яка забезпечує надійність обладнання, використання безпечної технології, визначає кількість вибухонебезпечних і легкозаймистих речовин, конструктивні рішення, впровадження систем виявлення та пожежогасіння, розміщення обладнання тощо.

					Дослідження та IT-сервіс ситовіальної машини			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розраб.		Штокерт М.О.			Безпека обслуговування технологічного обладнання КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Літ.	Лист.	Листів
Перевір.		Гончарук Г.А.						
Реценз.						ОНТУ		
Н. Контр.								
Зав.каф.		Гапонюк О.І.						

Протипожежні заходи базуються на вимогах ГОСТ 12.1.004–91 щодо виключення джерела горіння. Якщо за умовами технічного процесу це джерело не може бути ізольоване, об'єкт (місце, обладнання) необхідно забезпечити надійною системою протипожежного захисту.

Протипожежні заходи включають:

- зрошення технічних пристроїв;
- видалення легкозаймистого обладнання в ізольовані зони;
- встановлення в технічному обладнанні швидкодіючих роз'єднувачів;
- обмежити поширення вогню через дистанційні та вогнегасні перегородки;
- Захист обладнання та окремих приміщень засобами пожежогасіння.
- використання пожежної сигналізації;
- навчання особового складу способам ліквідації аварій та заходам у разі виникнення пожежі;
- Створення умов для якнайшвидшого впровадження підрозділів протипожежного захисту шляхом улаштування проїздів, пожежних водойм та зовнішніх протипожежних водопроводів.

Безпека в надзвичайних ситуаціях

Оскільки підприємство розташоване в зоні, де немає сейсмічної активності або природних умов для виникнення таких явищ, як урагани та тайфуни, єдиними наслідками природного походження можуть бути займання та пожежа від ударів блискавки в комерційних будівлях, зокрема це стосується складів. Наслідком пожежі на підприємстві може бути значна втрата складських приміщень, де зберігаються пакувальні матеріали для продуктів, а це найкращі матеріали для спалювання, оскільки більшість з них виготовлені з пластику, поліетилену та паперу, тому коли реакція на ситуацію не вчасна, то втрати будуть значними.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед початком аварійно-рятувальних і невідкладних робіт необхідно провести інструктаж з вимог безпеки з урахуванням конкретної системи реагування на надзвичайні ситуації та ситуації, що склалася під час аварії.

Під час роботи в зоні ураження всі учасники повинні суворо дотримуватись вимог техніки безпеки, користуватися засобами індивідуального захисту, протихімічною упаковкою та індивідуальними аптечками.

Для обмеження надходження отруйних речовин в атмосферу, розповсюдження на ґрунт, потрапляння у воду і припинення їх виділення або витоку місце пошкодження закривають, закривають крани та інші запірні пристрої, на розриви накладають шпательні і муфти. У трубопроводах і резервуарах закупорюють пробки, перекачують речовини з пошкоджених ємностей у придатні. У деяких випадках, щоб запобігти подальшому поширенню СДЯР, викопують котлован або роблять насип у землі.

Для прогнозування ситуації та визначення напрямків поширення забрудненого повітря та найбільш безпечних шляхів виходу із забрудненої зони необхідно організувати метеорологічне спостереження. Покинути місце аварії необхідно найкоротшим шляхом, перпендикулярно напрямку вітру, бажано на підвищенні та добре провітрюваному місці.

Після локалізації рани необхідно провести дегазацію інфікованої ділянки, будівель, обладнання та механізмів.

Після закінчення робіт на місці збирання необхідно організувати спеціальну обробку людей і техніки.

Згідно загальних вимог охорони праці та безпеки життєдіяльності, до обладнання зернопереробних підприємств ставляться такі вимоги:

1. Конструкції обладнання повинні відповідати встановленим вимогам безпеки при монтажі (демонтажі), експлуатації, ремонті, транспортуванні і зберіганні, при використанні окремо або в складі комплексів і технологічних систем.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Обладнання, призначене для очищення, сушіння, переробки і транспортування сировини, повинно мати пристрої, що виключають утворення іскри внаслідок тертя або зіткнення окремих деталей машини між собою і сторонніми домішками в сировині та продукт.

3. Конструкція виробничого обладнання повинна виключати накопичення зарядів статичної електрики в небезпечних кількостях, для чого повинні бути передбачені пристрої для можливості підключення до захисного заземлення та.

4. Робочий, який обслуговує сітовеечные машини - апаратник борошномельного виробництва - повинен знати і дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства. Паління дозволяється тільки в спеціально обладнаних місцях поза виробничих будівель і споруд.

5. Найбільш небезпечними при обслуговуванні сітовеечных машин представляє відсутність або несправність огорожень, а також, несправність струмоведучих частин. Апаратник під час роботи повинен користуватися виданої йому спецодягом: бавовняними костюмом і шоломом з пилонепроникної тканини.

6. Рухомі частини виробничого обладнання, виступаючі кінці валів, відкриті передачі (шків, ремені), натяжні поворотні барабани конвеєрів та інші елементи, повинні бути надійно огорожені. При цьому, в залежності від призначення і частоти користування огорожі виконують в вигляді відкриваються або знімних кожухів. Знімні огороження повинні мати рукоятки, скоби та інші пристрої для зручного і безпечного утримання їх при знятті і установці. Знімні, відкидні і розсувні огороження, а також відкриваються кришки, люки і щитки в цих огороженнях повинні мати пристрої, що виключають їх випадкове зняття або відкривання.

7. Всі частини верстатів, машин, апаратів і механізми, що вимагають мастила, повинні бути забезпечені автоматичними мастильними приладами або мати маслянки з резервуарами достатньої ємності, які заповнюють мастилом під час зупинки цього обладнання.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Дверцята, оглядові люки і випускні пристрої повинні бути ущільнені і не пропускати пил.

9. Розміщення виробничого обладнання повинно бути здійснено таким чином, щоб його монтаж, обслуговування та ремонт були зручні, безпечні і сприяли утриманню приміщень і обладнання в належному стані.

10. При розміщенні стаціонарного обладнання необхідно передбачати вільні проходи для його обслуговування і ремонту. З бічних сторін сітовеечних машин повинні бути передбачені проходи шириною не менше 0,8 м, вільні від аспіраційних трубопроводів.

11. Устаткування, що знаходиться в ремонті, відключають від джерел енергоживлення, а у місця пуску обладнання, в приміщенні розподільного пункту і на пункті диспетчерського управління вивішують плакат «Не включати. Працюють люди».

12. Пуск обладнання в роботу після зупинок на технічне обслуговування може бути здійснений за умови перевірки справності цього устаткування.

13. Пуск знову встановленого обладнання, а також обладнання після ремонту дозволяється головним інженером підприємства. Попередньо обладнання повинно пройти перевірку: правильності складання і надійності закріплення кріпильних деталей; відсутності в обладнанні сторонніх предметів; роботи систем змащення; наявності огорожень, їх справності та відповідності з діючими правилами; справності запірних і герметизуючих пристроїв, люків, кришок, дверцят; при пропуску на холостому ходу від постійного або тимчасового приводу; відповідності установки теплового реле і магнітного пускача номінальному струму електродвигуна; наявності та справності блокувальних і контрольних пристроїв.

14. Під час роботи необхідно:

- стежити за правильним положенням ситового кузова, щоб не було перекосу і продукт надходив на сито по всій довжині живильного пристрою і рівномірно розподілявся по всій поверхні сита. Регулювати величину підйому

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

продукції і величину відсмоктування легких домішок за допомогою регулюючих болтів і засувок;

- не застосовувати в роботу неврівноважені ситові кузова, так як це може привести до поломки машини і травм. Неврівноваженість ситових кузовів слід негайно усунути, для чого необхідно попередньо зупинити ситовійка;

- забороняється на ходу машини проводити будь-які ремонтні роботи, мастило ексцентрикового колателя, розчищення завалів;

- стежити за станом і міцністю підвісок ситового кузова;

- стежити за герметичністю самопливних труб, повітроводів і лючков.

Місця пропилювання і підсосу своєчасно очищати від осілого пилю

- необхідно уважно стежити за роботою підшипників, не допускати їх перегріву. Температура корпусу підшипника не повинна перевищувати 60 ° С;

- стежити за своєчасним прибиранням приміщення та ситовійок;

- при збиранні пилю з сітовесечних машини необхідно бути уважним, користуватися пилюсосом або щіткою з довгою ручкою. Ставати на машину під час її роботи не вирішується.

15. Дії при такій аварійній ситуації:

- при виникненні невластивого шуму і стуку в машині ситовійка треба негайно знеструмити, припинити доступ продукту, на пусковій кнопці і в робочому приміщенні вивісити таблички «Не включати. ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ!», з'ясувати причину і усунути несправність;

- при ліквідації завалу дотримуватися наступної послідовності:

відключити машину – прекратіть надходження продукту в машину – розмістити таблички на пусковій кнопці і в робочому приміщенні «Не включати. ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ!» – повідомити майстру по зміні про ситуацію (ситуації) – застосувати заходи до ліквідації завалу.

Наступний пуск ситовіальної машини можливий тільки після усунення всіх несправностей.

16. По закінченню роботи (робочої зміни) необхідно привести в порядок робоче місце, що обслуговує обладнання і здати зміну.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні вимоги безпеки, що пред'являються до конструкції технологічного обладнання, встановлені ГОСТ 12.2.003-91 "ССБТ. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки".

Елементи конструкції машин не повинні мати гострих кутів, крайок і т. п., що представляють джерело небезпеки при обслуговуванні. Конструкція повинна виключати можливість випадкового дотику з гарячими або переохолодженими частинами. Всі її елементи, у тому числі підводять і відводять комунікації, повинні запобігати можливість випадкового ушкодження, що викликає небезпеку при обслуговуванні. Системи подачі стисненого повітря, пари, води повинні відповідати чинним вимогам і нормам.

Виділення теплоти, вологи та пилу у виробниче приміщення не повинно перевищувати граничних рівнів (концентрацій), встановлених для робочих зон. З цією метою для видалення вибухо - і пожежонебезпечних речовин з місць їх утворення повинні бути змонтовані вбудовані пристрої. У виробничих приміщеннях повинні бути передбачені вентиляція і кондиціонування повітря, а також аспірація обладнання.

Вузли та деталі машин повинні бути виготовлені з безпечних і нешкідливих матеріалів. Як правило, нові матеріали проходять санітарно-гігієнічну і пожежобезпечну перевірку. Робочі місця повинні бути безпечними і зручними для виконання робіт з обслуговування машин. Всі вузли машин, що вимагають мастила, оснащують автоматичними змащувальними приладами або встановлюють маслянки з резервуарами достатньої місткості, що дозволяє заповнювати їх під час зупинок машин.

Конструкцією машин повинна передбачатися захист від ураження електричним струмом, включаючи випадки помилкових дій обслуговуючого персоналу. Крім того, повинна бути виключена можливість накопичення зарядів статичної електрики в небезпечних кількостях. З цією метою всі машини, апарати, ділянки самопливних труб та інші пристрої, що генерують заряд статичної електрики, забезпечують надійною системою заземлення.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Арк.

Конструкцією устаткування повинні передбачатися системи сигналізації, автоматичної зупинки і відключення від джерел енергії при несправностях, аваріях і небезпечних режимах роботи.

Рухомі частини обладнання, що є джерелом небезпеки, огорожують. Якщо обладнання експлуатують без огорожі, то в цьому випадку встановлюють попереджувальну сигналізацію про пуск машин і засоби зупинки і відключення від джерела енергії. При наявності транспортуючих машин значної довжини засоби зупинки мають не менше ніж через кожні 10 м. Виробниче устаткування, обслуговування якого пов'язане з переміщенням людей, повинно мати зручні та безпечні проходи і пристосування для ведення робіт (сходи, постаменти, робочі майданчики).

До органів управління обладнанням пред'являють наступні основні вимоги:

- за формою, розмірами поверхні вони повинні бути безпечні та зручні в роботі;
- місце розташування (доступність) їх не повинно ускладнювати виконання окремих операцій;
- зусилля для приведення в дію органів керування не повинно бути занадто велике (непосильно) чи мало (випадкове дотик викликає пуск або зупинку машин);
- конструкція повинна виключати мимовільний пуск або зупинку устаткування;
- органи управління однотипним обладнанням повинні бути уніфіковані.

Засоби огороження небезпечних зон обладнання. Для запобігання виробничого травматизму при обслуговуванні обладнання необхідно встановлювати спеціальні пристрої, які огорожують небезпечні зони. Останні являють собою простір, де постійно або періодично діють небезпечні фактори, що створюють можливість травматизму. Наприклад, небезпечними

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зонами є пасові, зубчасті, ланцюгові та інші передачі; зони харчування та подрібнення вальцових млинів і т. д.

Для захисту від дії небезпечних факторів застосовують наступні основні засоби захисту: огорожувальні, запобіжні та сигналізують пристрої, а також дистанційне керування.

Огороджувальні пристрої. За умовами безпеки обов'язково захищають:

- рухомі частини машин (шків, ремені, ланцюги, шестерні, муфти, виступаючі кінці валів тощо);
- відкриті струмоведучі частини електрообладнання;
- зони відлітаючих частинок;
- зони високих температур і тисків;
- вибухонебезпечні зони;
- люки, отвори;
- високі робочі майданчики.

По конструкції огорожувальні пристрої поділяють на стаціонарні, знімні і переносні (рис. 8.1).

Стаціонарні огорожі постійно закривають небезпечну зону, але можуть бути зняті для огляду, змащування або ремонту робочих органів. Такі огороження повинні мати міцні кріплення до нерухомих частин обладнання або до будівельних конструкцій не менше ніж в трьох точках.

Знімні огороження встановлюють у зонах, що вимагають періодичного доступу, наприклад, заміни інструменту, установки заготівлі, регулювання і т. п. в машинах періодичної дії. Знімні огороження повинні мати блокування, що виключає можливість експлуатації машин без огорожі.

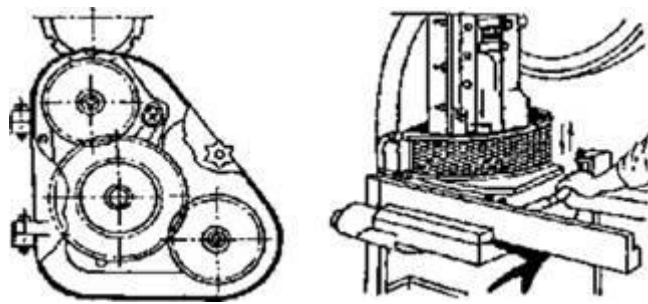


Рис. 8.1. Типи огорож: а - стаціонарне; б - рухливе

Блокувальні пристрої бувають різних типів: електро-механічні, механічні, електричні, фотоелектричні та ін. При знятті або неправильної установці огорож порушується ланцюг електроживлення двигуна машини.

Переносні огороження небезпечних зон встановлюють на обмежений період, наприклад для перекриття монтажних люків, траншей та інших прорізів.

До конструктивного виконання різних видів огорожень небезпечних зон пред'являють наступні основні вимоги:

- знімні, відкидні, розсувні огороження, а також дверцята, кришки, щитки цих огорожень або корпусів машин повинні мати пристрої, що виключають їхнє випадкове зняття або відкривання (надійна фіксація, блокування);
- ґратчасті (сітчасті) огороження для пасових передач повинні розташовуватися не ближче 50 мм від рухомих частин, розмір зазорів, ширина прорізів в ґратах, жалюзі повинні бути не більше 10 мм, розміри комірок в сітках - не більше 20 x 20 мм;
- огороження повинні витримувати випадкові навантаження з боку обслуговуючого персоналу (зосереджені) не менше 70 кг;
- металеві огорожувальні конструкції (суцільні) площею понад 0,75 м² і товщиною менше 3 мм забезпечують вібропоглинальними покриттями;
- огороження небезпечних зон із зовнішнього боку повинні бути пофарбовані в жовтий колір, а з внутрішньої - в червоний.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Запобіжні пристрої. Служать для запобігання аварій і поломок окремих вузлів устаткування, транспортних комунікацій і пов'язаної з цим небезпекою травматизму. При порушенні встановлених параметрів запобіжні пристрої спрацьовують автоматично, відключаючи відповідні обладнання.

Сигналізують пристрої. Призначені для інформації обслуговуючого персоналу про роботу обладнання або порушення встановлених режимів, при яких можуть виникнути небезпечні ситуації.

У виробничих ситуаціях використовують систему оперативної та попереджувальної сигналізації. За способом оповіщення сигналізація буває світлової, звукової, знаковою і комбінованою. Сигналізація, що сповіщає про досягнення граничного рівня температури, тиску, наявності і відсутності продукту, води, повітря та інших параметрів. До попереджувальної сигналізації відносять також показчики типу: "Не включати - ремонт!", "Працюють люди!", "Обережно, отрута!" і т. п.

Дистанційне керування. Сприяє поліпшенню умов праці, зниженню впливу на організм людини вібрацій, шуму та інших шкідливих і небезпечних факторів. Впровадження високо механізованого й автоматизованого виробничого процесу, керованого дистанційно з пульта, забезпечує можливість скорочення часу знаходження обслуговуючого персоналу безпосередньо у виробничих приміщеннях.

Технологічне, транспортне та інше обладнання, матеріалопроводи та повітропроводи повинні бути розміщені так, щоб їх монтаж, ремонт і обслуговування забезпечували безпеку і зручність, а також можливість підтримання необхідного санітарного стану виробничих приміщень.

Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії передбачають певні проходи і розриви - це мінімальні відстані між об'єктами, з яких один або обидва представляють потенційну небезпеку травмування, якщо зменшити відстань між ними.

За розміщення стаціонарного обладнання у виробничих приміщеннях підприємств необхідно передбачати поперечні і поздовжні проходи,

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпосередньо пов'язані з виходами на сходові клітки або в суміжні приміщення, розриви між групами машин шириною не менше 1 м, а між окремими машинами - не менше 0,8 м (крім окремо зазначених випадків).

Обладнання, що не має зовсім рухомих частин або з однієї якої-небудь сторони і не вимагає з цієї сторони обслуговування (самопливний трубопровід, матеріалопровод, повітропровід тощо), може бути встановлено на відстані не менше ніж 0,25 м від стіни.

При установці обладнання ретельно вивіряють його положення по вертикалі і горизонталі і закріплюють на підставах, фундаментах і потокових перекриттях.

До обслуговування обладнання допускаються особи, що знають принцип роботи, будову, правила експлуатації і обслуговування обладнання, пройшли відповідний інструктаж і медичний огляд.

Обладнання повинно бути справним, а параметри його роботи - відповідати технічним паспортам. Обертові вузли машин (вали, ротори тощо) повинні бути збалансовані як в зборі, так і у вигляді окремих деталей. Не можна допускати невластивого шуму, стукоту, вібрації і заїдання робочих органів, а також перевантаження машин.

Забороняються пуск і робота машин з несправними або знятими огороженнями, блокувальними, запобіжними і сигнальними пристроями. Під час роботи машини забороняється знімати і надягати приводні ремені, регулювати натяг тягових і робочих органів (лопаток бичів, шнеків, щіток, вальців та ін), проводити дрібний ремонт, змащення, підтяжку болтів і т. п. Ці роботи дозволяється виконувати тільки після повної зупинки обладнання.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	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).

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	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.

					КРМ.ТОЗВ.1.688-03.1.26.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]