

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

бакалавр

РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ ЗЕРНООЧИСНОГО СЕПАРАТОРА МАРКИ А1-БМС-6

Виконав: студент IV курсу, групи МО-41,
спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

Дармограй В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Деркач А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Кравець О.І.

Т.в.о. зав. кафедрою Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра обладнання харчових технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Т.в.о. завідувача кафедрою ОХ

Пилипець О.М.

(підпис) (прізвище, ініціали)

“ ” 2026р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Дармограю Валентину Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора марки А1-БМС-6

керівник роботи Деркач Андрій Васильович к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 02.02.2026 року № 4/9-93

2. Строк подання студентом проекту : 10 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту: Технічний паспорт зерноочисного сепаратора марки А1-БМС-6

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи. 1.1 Аналіз вихідної інформації. Будова і принцип роботи зерноочисного сепаратора марки А1-БМС-6. 1.2 Аналіз патентних матеріалів та літератури. 1.3 Мета і завдання кваліфікаційної роботи. 2. Конструкторська частина. 2.1 Фундамент під зерноочисний сепаратор марки А1-БМС-6: вибір і розрахунок. 2.2 Розрахунок параметрів такелажних пристосувань. 2.3 Розрахунок ремонтних пристосувань. 3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 3.1 Особливості експлуатації та технічного обслуговування зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 3.2 Підготовка до монтажу, приймання та зберігання зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 3.3 Розроблення технології ремонту і випробування зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 3.3.1 Основні технічні умови на ремонт сепаратора А1-БМС-6. 3.3.2 Організація ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 3.3.3 Технологія розбирання і складання зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 3.3.4 Розроблення технологічного процесу виготовлення привідного шківів барабана зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. 4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при експлуатації та ремонті зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. 4.2 Вимоги безпеки під час експлуатації зерноочисного сепаратора А1-БМС-6.

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

1. Зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. Вигляд загальний. Ф А1. 2. Вузол привідного механізму. Складальне креслення. ФА1. 3. Домкрат телескопічний. Загальний вигляд. ФА1. 4. Схема збирання розбирання вузла привідного

механізму ФА1. 5. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки шківів ФА1. 6. Автокран КТА. Загальний вигляд. ФА1.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Кравець О.І. – к.т.н., доцент		
Нормоконтроль	Кравець О.І. – к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____ 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1.	1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи	до 01.04.2026р.	
2.	2. Конструкторська частина	до 15.04.2026р.	
3.	3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-б.	до 25.04.2026р.	
4.	4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	до 01.05.2026р.	
5.	Загальні висновки.	до 05.05.2026р.	
6.	Перелік посилань	до 10.05.2026р.	
7.	Графічна частина		
8.	1. Зерноочисного сепаратора А1-БМС-б. Вигляд загальний. Ф А1	до 15.05.2026р.	
9.	2. Вузол привідного механізму. Складальне креслення. ФА1.	17.05.2026р.	
10.	3. Домкрат телескопічний. Загальний вигляд. ФА1.	до 20.05.2026р.	
11.	4. Схема збирання розбирання вузла привідного механізму ФА1	до 20.05.2026р.	
12.	5. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки шківів ФА1.	до 25.05.2026р.	
13.	6. Автокран КТА. Загальний вигляд. ФА1.	до 01.06.2026р.	

Здобувач

_____ Дармограй В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Деркач А.В.

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: «Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора марки А1-БМС-6».

Автор: Дармограй Валентин Олегович

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню технічних та організаційних заходів, спрямованих на підвищення ефективності монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6, який широко використовується на підприємствах зернопереробної та борошномельної промисловості.

Метою роботи є розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 для забезпечення його надійної роботи, підвищення довговічності та зниження експлуатаційних витрат.

У роботі виконано аналіз конструкції та принципу роботи зерноочисного сепаратора А1-БМС-6, досліджено його основні вузли та особливості функціонування. Проведено аналіз літературних джерел і патентних матеріалів за напрямом удосконалення зерноочисного обладнання. Розроблено заходи щодо транспортування, зберігання, монтажу та введення сепаратора в експлуатацію.

У технологічній частині роботи розроблено технологічний процес виготовлення шківів привідного механізму сепаратора. Виконано аналіз конструкції деталі, обґрунтовано вибір матеріалу та способу отримання заготовки. Розраховано припуски на механічну обробку, визначено режими різання, виконано технічне нормування технологічного процесу та оцінено завантаження технологічного обладнання.

Результати роботи дозволяють підвищити ефективність експлуатації зерноочисного сепаратора А1-БМС-6, зменшити кількість аварійних зупинок, скоротити витрати на ремонт та забезпечити належний рівень технічної готовності обладнання.

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Дармограй В.О.			Анотація			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Деркач А.В.								
Н. контр.		Кравець О.І.			ТНТУ, ФМТ, МО-41					
Затверд.		Пилипець О.М.								

Практичне значення роботи полягає у можливості використання розроблених рекомендацій під час монтажу, технічного обслуговування та ремонту зерноочисних сепараторів на підприємствах агропромислового комплексу. Запропонований технологічний процес виготовлення шківів може бути використаний ремонтно-механічними майстернями та машинобудівними підприємствами при виготовленні або відновленні деталей приводних механізмів.

Ключові слова: зерноочисний сепаратор, А1-БМС-6, монтаж обладнання, технічне обслуговування, ремонт, приводний механізм, шків, технологічний процес, режими різання, планово-попереджувальний ремонт.

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ	

Abstract

Qualification Thesis Topic: Development of measures for installation, operation, and repair of the A1-BMS-6 grain cleaning separator

Author: Valentyn Darmohrai

The qualification thesis is devoted to the development of technical and organizational measures aimed at improving the efficiency of installation, operation, and maintenance of the A1-BMS-6 grain cleaning separator, which is widely used in grain processing and flour milling industries.

The purpose of the work is to develop measures for the installation, operation, and maintenance of the A1-BMS-6 grain cleaning separator in order to ensure its reliable operation, increase service life, and reduce operating costs.

The thesis includes an analysis of the design and operating principle of the A1-BMS-6 grain cleaning separator, as well as a study of its main units and operational features. An analysis of scientific literature and patent materials related to the improvement of grain cleaning equipment was carried out. Measures for transportation, storage, installation, and commissioning of the separator were developed.

In the technological section of the thesis, a manufacturing process for the drive pulley of the separator mechanism was developed. The design of the part was analyzed, and the selection of material and blank production method was justified. Machining allowances were calculated, cutting conditions were determined, technical standardization of the manufacturing process was performed, and the utilization of technological equipment was evaluated.

The obtained results make it possible to improve the operational efficiency of the A1-BMS-6 grain cleaning separator, reduce the number of emergency shutdowns, decrease maintenance costs, and ensure a high level of technical readiness of the equipment.

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Abstract	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Дармограй В.О.						
Перевір.		Деркач А.В.						
Н. контр.		Кравець О.І.				ТНТУ, ФМТ, МО-41		
Затверд.		Пилипець О.М.						

The practical significance of the work lies in the possibility of applying the developed recommendations during the installation, maintenance, and repair of grain cleaning separators at agro-industrial enterprises. The proposed manufacturing process for the pulley can be used by repair workshops and machine-building enterprises for the production or restoration of drive mechanism components.

Keywords: grain cleaning separator, A1-BMS-6, equipment installation, maintenance, repair, drive mechanism, pulley, manufacturing process, cutting conditions, preventive maintenance.

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ	

Зміст

Зміст.....	8
Вступ	10
1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи	12
1.1 Аналіз вихідної інформації. Будова і принцип роботи зерноочисного сепаратора марки А1-БМС-6	12
1.2 Аналіз патентних матеріалів та літератури	16
1.3. Мета і завдання кваліфікаційної роботи	19
2. Конструкторська частина.....	21
2.1. Фундамент під зерноочисний сепаратор марки А1-БМС-6. Вибір і розрахунок.....	21
2.2. Розрахунок параметрів такелажних пристосувань	23
2.3. Розрахунок ремонтних пристосувань	25
3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6.....	28
3.1. Особливості експлуатації та технічного обслуговування зерноочисного сепаратора А1-БМС-6	28
3.2. Підготовка до монтажу, приймання та зберігання зерноочисного сепаратора А1-БМС-6	31
3.3. Розроблення технології ремонту і випробування зерноочисного сепаратора А1-БМС-6	34
3.3.1. Основні технічні умови на ремонт сепаратора А1-БМС-6.....	35
3.3.2 Організація ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6	39
3.3.3 Технологія розбирання і складання зерноочисного сепаратора А1-БМС-6	44
3.3.4 Розроблення технологічного процесу виготовлення приводного шківа барабану зерноочисного сепаратора А1-БМС-6.....	49

					<i>КРБ 141.00.00.000 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Зміст</i>			
Розроб.		Дармограй В.О.						
Перевір.		Деркач А.В.						
Н. контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.			<i>ТНТУ, ФМТ, МО-41</i>			

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	70
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при експлуатації та ремонті зерноочисного сепаратора А1-БМС-6.....	70
4.2 Вимоги безпеки під час експлуатації зерноочисного сепаратора А1-БМС-671	
Загальні висновки	75
Перелік посилань	77

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ	

Вступ

Актуальність теми

Сучасний розвиток машинобудування для агропромислового комплексу спрямований на підвищення продуктивності машин, їх енергоефективності, надійності та довговічності. Особлива увага приділяється удосконаленню конструкцій обладнання, впровадженню ефективних методів технічного обслуговування та ремонту, що дозволяють зменшити експлуатаційні витрати і забезпечити безперебійну роботу технологічних ліній. Водночас значна частина обладнання зернопереробних підприємств експлуатується протягом тривалого часу, що призводить до поступового зношування вузлів і механізмів, зниження продуктивності та збільшення кількості відмов.

Одним із найбільш поширених видів обладнання для очищення зерна є вібровідцентрові зерноочисні сепаратори. Серед них широкого застосування набув сепаратор марки А1-БМС-6, який використовується на елеваторах, зерноочисних комплексах, комбікормових і борошномельних підприємствах. Ефективність його роботи безпосередньо залежить від технічного стану ситового барабана, приводного механізму, вібраційної системи та допоміжних вузлів. У процесі експлуатації найбільшому зносу піддаються сита, очисники сит, муфти, штоки вібраційного механізму та елементи приводу, що може спричиняти зниження якості очищення зерна, збільшення енерговитрат, виникнення аварійних ситуацій і простоїв обладнання.

Проблема забезпечення надійної роботи зерноочисних сепараторів є особливо актуальною в умовах сучасного виробництва, де навіть короточасні зупинки технологічних ліній призводять до значних економічних втрат. Недостатній рівень організації технічного обслуговування, несвоєчасне проведення ремонтів та відсутність ефективних технологій відновлення деталей негативно впливають на експлуатаційні показники обладнання та збільшують

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Дармограй В.О.			Вступ				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Деркач А.В.									
Н. контр.		Кравець О.І.							ТНТУ, ФМТ, МО-41		
Затверд.		Пилипець О.М.									

витрати підприємств на його утримання.

Вирішення зазначеної проблеми передбачає вдосконалення організації монтажних робіт, розроблення ефективних заходів з технічного обслуговування та ремонту обладнання, а також створення раціональних технологічних процесів виготовлення й відновлення найбільш відповідальних деталей. Реалізація таких заходів дозволяє підвищити експлуатаційну надійність сепараторів, продовжити строк їх служби, зменшити кількість аварійних відмов та скоротити витрати на ремонтно-відновлювальні роботи.

Аналіз науково-технічної літератури та патентних матеріалів свідчить, що значна кількість досліджень присвячена удосконаленню конструкцій зерноочисних машин, підвищенню ефективності сепарації та модернізації окремих вузлів. Разом із тим питання комплексного забезпечення монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6, зокрема розроблення технології виготовлення деталей привідного механізму та організації ремонтних робіт, залишаються недостатньо висвітленими. Це обумовлює необхідність проведення досліджень у даному напрямі та підтверджує актуальність теми кваліфікаційної роботи.

Об'єкт розробки

Об'єктом розробки є зерноочисний сепаратор А1-БМС-6 та його привідний механізм, який забезпечує передачу руху до робочих органів машини та створення необхідних режимів роботи ситового барабана під час очищення зерна.

Предмет розробки

Предметом розробки є комплекс технічних, технологічних та організаційних рішень, спрямованих на удосконалення процесів монтажу, експлуатації і ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6, а також технологічний процес виготовлення шківів привідного механізму, розрахунок режимів його механічної обробки, нормування технологічних операцій та організація ремонтно-відновлювальних робіт.

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ	

1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи

1.1 Аналіз вихідної інформації. Будова і принцип роботи зерноочисного сепаратора марки А1-БМС-6

Підвищення якості зерна є одним із найважливіших завдань зернопереробної галузі. Від ефективності очищення зернової маси залежить якість готової продукції, стабільність технологічних процесів, зменшення втрат при зберіганні та економічна ефективність роботи підприємств. З цією метою на елеваторах, борошномельних, круп'яних і комбікормових заводах широко застосовують зерноочисне обладнання різних типів, серед яких особливе місце займають ситоповітряні сепаратори.

Одним із найбільш поширених представників даного класу машин є зерноочисний сепаратор А1-БМС-6, призначений для очищення зернової маси від домішок, що відрізняються від основного продукту геометричними розмірами, формою, густиною та аеродинамічними властивостями [1]. Машина використовується як для попереднього очищення зерна перед зберіганням, так і для його остаточної підготовки перед переробкою.

Сепаратор А1-БМС-6 належить до ситоповітряних сепараторів комбінованої дії, в яких очищення зерна здійснюється одночасним використанням двох фізичних принципів розділення матеріалів: ситового та пневматичного. Ситовий спосіб забезпечує поділ зернової суміші за лінійними розмірами частинок, а повітряна сепарація дозволяє відокремлювати легкі домішки, які мають меншу швидкість витання порівняно із зерном [2].

Технічна продуктивність сепаратора при попередньому очищенні зерна становить до 25 т/год, а при роботі в режимі млинового очищення – до 6 т/год. Встановлена потужність електродвигуна складає 3,75 кВт. Конструкція машини

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Дармограй В.О.			1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи		Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Деркач А.В.							
				ТНТУ, ФМТ, МО-41					
Н. контр.		Кравець О.І.							
Затверд.		Пилипець О.М.							

забезпечує високий ступінь очищення при відносно невеликих енерговитратах та компактних габаритах [1].

Конструкція сепаратора складається із сукупності взаємопов'язаних вузлів, які забезпечують безперервний технологічний процес очищення зерна.

Основними складальними одиницями машини є: станина; приймальний пристрій із живильником; магнітний сепаратор; аспіраційна камера; решітний кузов; комплект ситових рам; балансирний механізм; привід коливального руху; вентилятор; шнеки для видалення легких домішок; випускні патрубки очищеного зерна та відходів [1].

Несучим елементом конструкції є станина, на якій встановлюються всі основні вузли машини. Вона сприймає статичні та динамічні навантаження, що виникають під час роботи сепаратора.

До верхньої частини станини кріпиться аспіраційна система, яка включає осадову камеру та пневмосепарувальні канали. Усередині осадової камери встановлено шнековий механізм для транспортування легких домішок, які осідають після проходження через повітряний потік.

Одним із важливих вузлів є живильник із магнітним уловлювачем. Його призначення полягає у рівномірній подачі зернової маси на очищення та видаленні металоманітних домішок, які можуть пошкодити робочі органи машини або обладнання наступних технологічних операцій [3].

Основним робочим органом сепаратора є решітний кузов. Він являє собою металеву конструкцію, підвішену до станини на гнучких підвісках. Усередині кузова встановлено ситові рамки з різними розмірами отворів. Залежно від технологічного призначення машини можуть використовуватись сита з круглими, довгастими або комбінованими отворами.

Для забезпечення самоочищення сит під ними розміщені гумові кульки. Під час коливання кузова кульки безперервно ударяють по нижній поверхні сит, очищаючи отвори від частинок зерна та домішок, що можуть застрягати в них [2].

Коливальний рух решітному кузову надається за допомогою балансирного механізму. Привід складається з електродвигуна, клинопасової передачі та дебалансного механізму. У процесі роботи кузов здійснює кругові коливання, що забезпечують переміщення зернової суміші по ситах і створюють умови для ефективного розділення компонентів суміші.

Система аспірації включає вентилятор, повітропроводи та аспіраційні канали. Її призначенням є створення повітряного потоку необхідної швидкості для видалення легких домішок із зернової маси.

Технологічний процес очищення зерна в сепараторі А1-БМС-6 складається з декількох послідовних етапів.

Зернова суміш через приймальний патрубок надходить у живильник, де відбувається вирівнювання потоку матеріалу. Одночасно магнітний уловлювач затримує металомагнітні включення.

Далі зерно потрапляє до першого аспіраційного каналу. Тут через шар зерна проходить висхідний потік повітря, який захоплює легкі домішки: пил, полови, лушпиння, сухі рослинні залишки. Відокремлені частинки надходять до осадової камери, де осідають і видаляються шнеком.

Після попередньої аспірації зернова маса надходить на верхнє сортувальне сито. У процесі руху по ситі великі домішки (солома, колоски, каміння великих розмірів) затримуються на його поверхні та виводяться окремим каналом.

Основна частина зернової суміші проходить через отвори верхнього сита і надходить на нижнє сито. Тут відбувається відокремлення дрібних домішок: піску, битого зерна, насіння бур'янів та інших частинок, розміри яких менші за розміри зерна основної культури.

Після проходження ситового очищення зерно надходить до другого аспіраційного каналу, де виконується остаточне видалення легких домішок. Завдяки повторній дії повітряного потоку досягається висока якість очищення зернової маси.

Очищене зерно через випускний патрубок спрямовується до наступних технологічних машин або до бункерів зберігання.

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ	

Таким чином, у сепараторі реалізовано триступеневу систему очищення:

- попереднє аспіраційне очищення;
- ситове очищення;
- остаточне аспіраційне очищення.

Поєднання цих способів забезпечує високу ефективність роботи машини та дозволяє отримати зерно, що відповідає вимогам технологічних процесів борошномельного і круп'яного виробництва.

Аналіз конструкції сепаратора А1-БМС-6 показує, що машина характеризується достатньо високою ремонтпридатністю та зручністю технічного обслуговування. Більшість вузлів мають розбірну конструкцію, що дозволяє проводити заміну окремих деталей без демонтажу всього агрегату.

Під час монтажу особливу увагу необхідно приділяти правильності встановлення станини, горизонтальності розташування машини, центруванню приводних механізмів та герметичності аспіраційної системи.

У процесі експлуатації найбільшому зношуванню піддаються:

- ситові поверхні;
- гумові очисні кульки;
- підшипникові вузли;
- клинові паси;
- шнеки аспіраційної системи;
- елементи балансируного механізму.

Основними причинами відмов є абразивне спрацювання деталей, втомне руйнування елементів коливальної системи, порушення балансування кузова та зношування підшипників.

Для забезпечення довговічної роботи сепаратора необхідно проводити періодичні огляди, регулювання натягу приводних пасів, контроль стану сит, очищення аспіраційних каналів та своєчасну заміну зношених деталей.

Отже, зерноочисний сепаратор А1-БМС-6 є складною електромеханічною системою, ефективність роботи якої значною мірою залежить від якості монтажу, правильності експлуатації та своєчасного виконання ремонтних робіт.

Саме тому питання організації монтажу, технічного обслуговування та ремонту даної машини є актуальними і становлять основу даної дипломної роботи.

Для дипломної роботи краще не використовувати інтернет-сторінки як основні джерела патентного аналізу. Розділ виглядатиме значно сильніше, якщо посилатися на патенти України, монографії та підручники. Нижче наведено розширений варіант підрозділу з посиланнями у квадратних дужках та оформленим за ДСТУ 8302:2015 списком джерел.

1.2 Аналіз патентних матеріалів та літератури

Зерноочисні машини є невід'ємною складовою технологічного обладнання підприємств із післязбиральної обробки зерна. Якість очищення зернової маси безпосередньо впливає на ефективність подальших технологічних операцій, умови зберігання зерна та якість готової продукції. У зв'язку з цим питання вдосконалення конструкцій зерноочисних машин постійно перебувають у центрі уваги науковців і конструкторів [1].

Об'єктом даного проєктування є зерноочисний сепаратор А1-БМС-6, який належить до ситоповітряних сепараторів. Основними робочими процесами в даному обладнанні є розділення зернової суміші за геометричними розмірами на ситах та за аеродинамічними властивостями в аспіраційних каналах. Ефективність роботи сепаратора визначається конструкцією решітного кузова, параметрами його коливального руху, характеристиками аспіраційної системи та технічним станом вузлів приводу [2].

Аналіз науково-технічної літератури свідчить, що основні дослідження у сфері зерноочисної техніки спрямовані на підвищення продуктивності машин, покращення якості сепарації та зниження енергетичних витрат. Особлива увага приділяється удосконаленню процесу руху зернового матеріалу по ситових поверхнях, оптимізації параметрів коливань решітних станів та підвищенню ефективності пневматичного очищення [3].

Дослідженнями встановлено, що на якість сепарації істотно впливають амплітуда і частота коливань решітного кузова. При недостатній інтенсивності коливань зменшується швидкість проходження зернової суміші через ситові поверхні, а надмірні коливання можуть призводити до збільшення втрат повноцінного зерна разом із відходами [4]. Тому при проектуванні та експлуатації зерноочисних машин особливого значення набуває забезпечення оптимальних параметрів коливального руху.

У літературних джерелах значна увага приділяється також удосконаленню аспіраційних систем. Відомо, що ефективність видалення легких домішок визначається швидкістю повітряного потоку, конструкцією аспіраційних каналів та рівномірністю розподілу зернового матеріалу по ширині каналу [5]. Недостатня швидкість повітря призводить до неповного видалення легких домішок, а надмірна швидкість може спричинити винесення кондиційного зерна.

Проведений аналіз літератури показує, що одним із найбільш перспективних напрямів розвитку зерноочисних машин є вдосконалення систем самоочищення сит. Під час роботи отвори сит поступово забиваються частинками зерна та домішок, що призводить до зниження продуктивності та погіршення якості очищення. Тому сучасні конструкції оснащуються різними пристроями очищення сит: гумовими кульками, щітками, роликівими та стрічковими очисниками [6].

Важливе значення для розвитку зерноочисної техніки мають патентні дослідження. Аналіз патентної документації дозволяє визначити сучасні тенденції вдосконалення конструкцій сепараторів та оцінити технічний рівень існуючих машин.

У патенті України №73376 запропоновано конструкцію зернового сепаратора, в якій удосконалено решітну систему шляхом застосування додаткових ситових поверхонь. Таке технічне рішення забезпечує більш рівномірний розподіл зернової маси та підвищує ефективність розділення компонентів зернової суміші [7].

У патенті України №94223 розроблено амортизатор коливань ситового корпусу сепаратора зерна. Конструкція амортизатора дозволяє зменшити передачу вібрацій на несучу раму машини, знизити динамічні навантаження на підшипникові вузли та збільшити довговічність обладнання [8]. Для сепаратора А1-БМС-6 дана проблема є актуальною, оскільки коливальний механізм працює в умовах значних циклічних навантажень.

Подальший розвиток конструкцій зерноочисних машин відображено у патенті України №101096, де запропоновано вдосконалену систему очищення сит за допомогою стрічкового транспортера-очисника. Запропоноване технічне рішення забезпечує постійне очищення робочих поверхонь сит та підтримання стабільної продуктивності сепаратора [9].

У патенті України №105640 запропоновано використання скребкового транспортера для очищення ситових поверхонь. Така конструкція дозволяє підвищити ефективність очищення отворів сит під час роботи із зерном підвищеної вологості та засміченості [10].

Особливий інтерес становить патент України №74642, у якому запропоновано інерційний повітряно-решітний сепаратор. У даній конструкції вдосконалено взаємодію між аспіраційною та ситовою системами, що дозволило підвищити ефективність відокремлення легких домішок та зменшити енергетичні витрати процесу очищення [11].

У патенті України №92045 запропоновано конструкцію сепаратора для очищення обчісаного вороху зернових культур. Особливістю даної машини є використання додаткових сегрегуючих елементів та решітного барабана, що дозволяє підвищити якість очищення складних зернових сумішей [12].

Аналіз патентної документації показує, що більшість сучасних технічних рішень спрямована на вирішення таких основних завдань:

- підвищення ефективності роботи ситових поверхонь;
- удосконалення систем самоочищення сит;
- зниження динамічних навантажень на елементи конструкції;
- підвищення ефективності аспіраційних систем;

- зменшення енергоємності процесу очищення;
- збільшення ресурсу підшипникових вузлів та приводних механізмів;
- покращення умов технічного обслуговування та ремонту машин.

Порівняння конструкції сепаратора А1-БМС-6 із технічними рішеннями, наведеними у патентній документації, показує, що дана машина має достатньо ефективну класичну схему ситоповітряного очищення зерна. Водночас окремі вузли, зокрема коливальний механізм, система самоочищення сит та аспіраційна система, можуть бути об'єктом подальшого вдосконалення.

Проведений аналіз літературних джерел і патентних матеріалів свідчить, що головними напрямками підвищення ефективності роботи зерноочисних сепараторів є оптимізація параметрів коливального руху ситового кузова, вдосконалення аспіраційних систем, підвищення надійності приводів та зменшення трудомісткості технічного обслуговування. Результати аналізу будуть використані при розробленні заходів з монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 у подальших розділах дипломного проєкту.

1.3. Мета і завдання кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності експлуатації зерноочисного сепаратора марки А1-БМС-6 шляхом розроблення та обґрунтування заходів з його монтажу, технічного обслуговування та ремонту, спрямованих на забезпечення надійної, безперебійної та енергоефективної роботи обладнання в умовах зернопереробних підприємств.

Досягнення поставленої мети передбачає аналіз конструктивних особливостей сепаратора, умов його експлуатації, характерних несправностей, а також розроблення практичних рекомендацій щодо організації монтажних і ремонтних робіт.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі основні завдання:

- провести аналіз конструкції та принципу роботи зерноочисного сепаратора А1-БМС-6;
- виконати аналіз патентних матеріалів і літературних джерел щодо конструкцій ситоповітряних сепараторів;
- визначити основні несправності та причини їх виникнення у вузлах сепаратора;
- проаналізувати існуючі методи монтажу, технічного обслуговування та ремонту зерноочисних машин;
- розробити рекомендації щодо удосконалення процесу монтажу сепаратора А1-БМС-6;
- обґрунтувати заходи з підвищення надійності та довговічності основних вузлів обладнання;
- розробити заходи з ремонту сепаратора.

2. Конструкторська частина

2.1. Фундамент під зерноочисний сепаратор марки А1-БМС-6. Вибір і розрахунок.

Фундамент являє собою спеціально споруджену інженерну конструкцію, як правило бетонного виконання, яка влаштовується на ґрунтовій основі та призначена для забезпечення стійкого, незміщуваного і точно фіксованого просторового положення обладнання під час його роботи. Це досягається за рахунок сприйняття фундаментом маси встановленої машини, а також силових навантажень і вібрацій, що виникають у процесі її експлуатації.

До конструкції фундаменту висуваються вимоги щодо зручності виконання монтажних робіт, забезпечення доступності під час експлуатації та технічного обслуговування обладнання, а також достатнього рівня міцності, довговічності й технологічної простоти його спорудження.

На етапі проєктування фундаментних основ виконують визначення їх геометричних параметрів і навантажувальних характеристик у межах системи «обладнання–фундамент», що дозволяє оцінити взаємодію машини з ґрунтовою основою.

Фундамент під сепаратор, який характеризується значною масою та динамічними навантаженнями під час роботи, розраховується за методикою статичного розрахунку. У процесі такого розрахунку визначають фактичний питомий тиск, який передається від підшви фундаменту на ґрунт, після чого його порівнюють із допустимими (нормативними) значеннями для даного типу основи.

При виконанні розрахунків динамічний вплив обладнання враховується

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дармограй В.О.			2. Конструкторська частина		Літ.	Арк.
Перевір.		Деркач А.В.						Акрушів
Н. контр.		Кравець О.І.					ТНТУ, ФМТ, МО-41	
Затверд.		Пилипець О.М.						

спрощено — шляхом введення коефіцієнта зниження динамічності α , величина якого залежить від характеру роботи машини та інтенсивності коливальних процесів. Для сепаратора приймається значення цього коефіцієнта згідно з довідковими даними Б. В. Красова: $\alpha = 0,7$.

Основною умовою надійної роботи фундаменту є обмеження його осідання в допустимих межах. Це забезпечується за умови, що фактичний тиск від системи «машина–фундамент» на ґрунтову основу не перевищує її нормативної несучої здатності, тобто виконується відповідна умова міцності та стійкості основи.

$$P = (G_m + G_\phi) / (\alpha F) \leq R_n,$$

де G_m - маса сепаратора з продуктом, кН;

G_ϕ - вага фундаменту, кН;

F - площа підшви, м^2 ;

R_n - нормативний тиск на ґрунти 2 категорії;

Загальна висота фундаменту:

$$H = H_1 + H_2,$$

де H_1 - висота надземної частини, м;

H_2 - глибина залягання фундаменту, м.

$$H = 0,05 + 0,5 = 0,55 \text{ м.}$$

Площа стовпчика фундаменту:

$$F' = (a + 2\Delta) \cdot (b + 2\Delta),$$

де Δ - припуск на кожну сторону.

$$F' = (0,3 + 2 \cdot 0,1) \cdot (0,3 + 2 \cdot 0,1) = 0,25 \text{ м}^2$$

Для шести стовпчиків загальна площа:

$$F_{\text{заг.}} = 6 \cdot F' = 6 \cdot 0,25 = 1,5 \text{ м}^2$$

Об'єм фундаменту:

$$V = F_{\text{заг.}} \cdot H = 1,5 \cdot 0,55 = 0,825 \text{ м}^3$$

Маса фундаменту G_{ϕ} :

$$G_{\phi} = V \cdot \gamma,$$

де γ - питома маса матеріалу фундаменту.

Для бетону із цементу М-400, $\gamma = 25 \text{ кН/м}^3$

$$G_{\phi} = V \cdot \gamma = 0,825 \cdot 25 = 20,625 \text{ кН.}$$

Маса сепаратора разом із площадкою для обслуговування становить 7000 кг, тепер:

$$G_{\text{м}} = m_{\text{уст.}} \cdot 9,8 = 7000 \cdot 9,8 = 68600 \text{ Н} = 68,6 \text{ кН}$$

Фактичний тиск на основу буде:

$$P = (68,6 + 20,625) / (0,7 \cdot 1,5) \leq 84,9 \text{ кПа} < 240 \text{ кПа};$$

Оскільки значення P менше від $P_{\text{н}}$, то фундамент спроектовано вірно.

2.2. Розрахунок параметрів такелажних пристосувань

До місця монтажу обладнання транспортування здійснюється за допомогою автокрана. У зв'язку з цим необхідно виконати перевірочний розрахунок сталевих канатів вантажопідіймального механізму, що забезпечують безпечне переміщення машини.

Оцінка міцності сталевих канатів виконується на основі визначення коефіцієнта запасу міцності. При цьому зусилля у вітках каната визначаються за нормативними навантаженнями без урахування динамічних коефіцієнтів та коефіцієнтів перевантаження. Отримані значення навантажень далі коригуються

шляхом застосування коефіцієнтів запасу міцності та порівнюються з розрахунковою несучою здатністю каната в цілому.

Для виконання підйомних операцій приймається сталевий канат подвійної звивки згідно з ГОСТ 2688–80 діаметром $d = 50$ мм, який характеризується підвищеною міцністю, зносостійкістю та надійністю при роботі в умовах змінних навантажень.

Розрахунок міцності сталевих канатів виконується за загальноприйнятою залежністю:

$$\frac{P}{S} \geq K,$$

де P – розривне зусилля канату, $P=500\text{кН}$;

K – коеф. запасу міцності;

S - максимальний натяг вітки канату.

Визначимо значення максимального натягу канатів і строп:

$$S = \frac{Q}{\cos \alpha} \cdot n,$$

де Q - навантаження;

S - максимальний натяг вітки канату;

α - кут між віссю дії розрахункової сили та гілкою канату;

n - загальна кількість віток.

Навантаження:

$$Q = g \cdot m,$$

де m - максимальна маса цього апарата, $m= 2500$ кг.

$$Q = g \cdot m = 9,8 \cdot 2500 = 24500\text{Н}$$

Сила у гілці канату:

$$S = \frac{Q}{\cos \alpha} \cdot n = \frac{24500}{\cos 0^\circ} \cdot 4 = 98000\text{Н} = 98\text{кН},$$

Далі виконаємо розрахунок сталюого канату на міцність:

$$\frac{500 \cdot 10^3}{98 \cdot 10^3} = 5,1 \geq 3.$$

Таким чином встановили, що цей канат витримає навантаження сеаратора із певним запасом міцності.

2.3. Розрахунок ремонтних пристосіблень

Основною метою будь-яких інженерних розрахунків є визначення раціональних геометричних параметрів обладнання, які забезпечують його надійну та ефективну роботу в заданих умовах експлуатації. У випадку гідравлічного домкрата ключовим робочим елементом є поршень, тому основна частина розрахунку зводиться до встановлення його діаметра відповідно до заданого навантаження та робочих параметрів системи.

Виходячи з цього, визначення розмірів поршня виконується на основі силового балансу, який забезпечує підйом необхідного вантажу при допустимих значеннях робочого тиску в гідросистемі. Таким чином, діаметр поршня підбирається шляхом розрахунку, що враховує дію зовнішнього навантаження та умови безпечної експлуатації домкрата.

Вихідні дані:

$N_{пс.п}$ – перестановочне зусилля в кінці ходу штока, $N_{пс.п}=4500$ Н;

$P_{пит}$ – тиск живлення виконавчого механізму відповідно, $P_{пит}=24,2 \cdot 10^5$ Па;

Задамося коефіцієнтом навантаження k , який враховує зусилля активного опору:

$$K=1,05$$

Попереднє значення зусилля:

$$N_{пор} = k \cdot N_{пс.п} = 1,05 \cdot 4500 = 4725 \text{ Н.}$$

Задаємо тиск у порожнині механізму 0,02...0,06 МПа.

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийmemo $p_v=0,2 \cdot 10^5$ Па.

Попереднє значення діаметра поршня домкрата:

$$D_1 = 1,05 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{p_{\text{пум}} \cdot p_v}} = 0,04659 \text{ (м)}$$

Отримане розрахункове значення діаметра D_1 округлюють у бік найближчого більшого стандартного значення відповідно до вимог ГОСТ 6540–68. У результаті приймаємо діаметр циліндра:

$$D_1 = 0,05 \text{ м.}$$

Виходячи з рекомендованого співвідношення $d = (0,25 \dots 0,4)D$, визначаємо розрахунковий діаметр штока пневматичного елемента, який одночасно є діаметром отвору присоски:

$$d_1 = 0,4 \times D = 0,02 \text{ м.}$$

Отримане значення d_1 також округлюють до найближчого стандартного значення згідно з ГОСТ 6540–68. Приймаємо:

$$d_1 = 0,02 \text{ м.}$$

Далі визначається сумарне зусилля активного опору $N_{\text{тм}}$ за залежністю:

$$N_{\text{тм}} = N'_{\text{тм}} + N''_{\text{тм}}$$

де $N^i = 0,1\pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D$

μ –коефіцієнт тертя; $\mu=0,15$.

p_2 –радіальний тиск кільця; $p_2=7 \cdot 10^5$ Па;

b_1 –ширина кільця; $b_1=0,005$ м;

n –число кілець; $n=3$.

$$N'_{\text{тм}}=24,74 \text{ Н}$$

Для штока:

$$N^{ii} = 0,1\pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot D$$

де

$$b_2=0,006 \text{ м};$$

$$d_1=0,02 \text{ м.}$$

$$N''=11,88 \text{ Н.}$$

$$N_{\text{TM}}=N'_{\text{TM}}N''_{\text{TM}}=24,74+11,88=36,62 \text{ Н.}$$

Визначимо ефективну площу поршня:

$$F_e = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2;$$

Для штокової порожнини:

$$F_{e.ш} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2);$$

Де:

D_1 —діаметр гільзи, м;

d_1 —діаметр штока, м.

$$F_e = \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 = \frac{3,14}{4} \cdot 0,05 = 0,0019635(\text{м}^2)$$

$$F_{e.ш} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2) = \frac{3,14}{4} \cdot (0,05^2 - 0,02^2) = 0,0016493(\text{м}^2)$$

Розрахуємо зусилля протитиску, що діє на вихлоп для безпружинних механізмів:

$$N_{\text{с}} = p_{\text{с}} \cdot F_{e.ш} = 0,2 \cdot 10^5 \cdot 0,0016493 = 32,99(\text{Н})$$

Уточнене значення зусилля, яке розвивається поршнем:

$$N_{\text{пр.ут}}=N_{\text{пс.п}}+N_{\text{TM}}+N_{\text{в}}=4500+36,62+32,99=4569,6 \text{ Н.}$$

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

3.1. Особливості експлуатації та технічного обслуговування зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

Ефективність роботи зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 значною мірою залежить від умов його експлуатації, дотримання технологічних режимів та своєчасного технічного обслуговування. Оскільки машина працює в умовах інтенсивного абразивного зношування, підвищеного пилоутворення та змінних динамічних навантажень, правильна організація її експлуатації є ключовою умовою забезпечення надійності та довговічності.

Сепаратор А1-БМС-6 експлуатується в складі технологічних ліній післязбиральної обробки зерна на елеваторах, зерноскладах, млинах та комбикормових підприємствах. Робоче середовище характеризується наявністю пилу, абразивних частинок, а також можливими коливаннями вологості та засміченості зернової маси.

До основних факторів, що впливають на роботу обладнання, належать:

- нерівномірність подачі зернового матеріалу;
- підвищена вологість зерна;
- наявність великих та легких домішок;
- запиленість повітря робочої зони;
- вібраційні навантаження на елементи конструкції.

Порушення нормальних умов роботи призводить до зниження ефективності очищення, перевантаження робочих органів та прискореного зношування деталей.

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дармограй В.О.			3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6		Літ.	Арк.
Перевір.		Деркач А.В.						Акрушів
Н. контр.		Кравець О.І.					ТНТУ, ФМТ, МО-41	
Затверд.		Пилипець О.М.						

Перед введенням сепаратора в експлуатацію необхідно виконати комплекс підготовчих операцій, який включає:

- перевірку правильності монтажу та кріплення машини на фундаменті;
- контроль стану болтових з'єднань;
- перевірку натягу клинопасових передач;
- огляд ситових рам та їх правильного встановлення;
- перевірку роботи аспіраційної системи;
- перевірку заземлення електрообладнання;
- пробний ручний прокрут валів та рухомих частин.

Пуск сепаратора здійснюється без навантаження з подальшим поступовим подаванням зернової маси. Різке завантаження машини не допускається, оскільки це може призвести до перевантаження приводу та порушення стабільності коливального режиму.

У процесі експлуатації сепаратор може працювати в двох основних режимах:

- режим попереднього очищення зерна;
- режим остаточного (тонкого) очищення.

Вибір режиму залежить від початкової засміченості зернової маси та вимог до кінцевої якості продукту. Регулювання продуктивності здійснюється зміною подачі зерна та налаштуванням повітряного потоку в аспіраційній системі.

Важливим параметром є стабільність коливального руху решітного кузова, оскільки від цього залежить рівномірність розподілу зернової маси по ситах та ефективність сепарації.

Основні несправності під час експлуатації

У процесі роботи сепаратора А1-БМС-6 можуть виникати такі характерні несправності:

- забивання отворів сит зерновими домішками;
- зниження продуктивності через нерівномірну подачу матеріалу;
- підвищена вібрація машини;

- зношування або обрив клинових пасів;
- вихід з ладу підшипникових вузлів;
- зниження ефективності аспірації;
- розбалансування коливальної системи.

Причинами виникнення несправностей є природне зношування деталей, порушення режимів експлуатації, несвоєчасне технічне обслуговування та потрапляння сторонніх предметів у робочу зону.

Технічне обслуговування сепаратора А1-БМС-6 поділяється на щозмінне, періодичне та планово-попереджувальне.

Щозмінне обслуговування включає:

- очищення машини від пилу та залишків зерна;
- перевірку роботи сит і аспіраційної системи;
- контроль шуму та вібрацій;
- огляд натягу ременів.

Періодичне обслуговування передбачає:

- перевірку стану підшипників і їх змащування;
- контроль кріплень і болтових з'єднань;
- очищення аспіраційних каналів;
- перевірку стану гумових очисних елементів сит.

Планово-попереджувальне обслуговування включає:

- заміну зношених ситових рам;
- заміну клинових ременів;
- ревізію підшипникових вузлів;
- балансування коливальної системи;
- перевірку вентилятора та шнекових механізмів.

Під час роботи сепаратора необхідно дотримуватися правил техніки безпеки. Забороняється виконувати очищення, регулювання або ремонтні роботи під час роботи машини. Усі огороження повинні бути встановлені та справні. Електрообладнання повинно бути заземлене, а доступ до рухомих частин — виключений.

Таким чином, ефективна експлуатація зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 можлива лише за умови дотримання встановлених режимів роботи, своєчасного технічного обслуговування та контролю технічного стану основних вузлів. Особливу увагу слід приділяти стану ситових поверхонь, аспіраційної системи та привідного механізму, оскільки саме ці елементи визначають стабільність і продуктивність роботи обладнання.

3.2. Підготовка до монтажу, приймання та зберігання зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

Доставка зерноочисного сепаратора на підприємство здійснюється автомобільним або залізничним транспортом. Обладнання транспортується у заводській упаковці, що забезпечує його захист від механічних пошкоджень та впливу зовнішнього середовища під час перевезення.

Перед початком монтажних робіт перевіряють відповідність розмірів монтажних отворів у обслуговувальній площадці згідно з кресленнями, наведеними на листі А1 ДР .01.00.000 МС.

Для зниження рівня вібрацій і шуму під час роботи обладнання, а також для рівномірного розподілу навантаження на покриття, сепаратор встановлюють на дерев'яні підставки. Вони виготовляються з дерев'яних брусків розміром 200×200 мм у плані та товщиною 150 мм. Після встановлення підставки вирівнюють у горизонтальній площині, після чого на них укладають гумові прокладки товщиною 8–10 мм, які додатково демпфують вібраційні навантаження.

Приймання обладнання після транспортування

Після відвантаження із заводу-виробника обладнання перевозиться до станції призначення автомобільним або залізничним транспортом. З моменту передачі вантажу транспортній організації відповідальність за його збереження переходить до перевізника.

Після прибуття обладнання на склад замовника здійснюється його приймання. На цьому етапі перевіряють: відповідність кількості вантажних місць (ящиків) даним супровідної документації; цілісність пакування; наявність пошкоджень зовнішньої тари.

У випадку поставки обладнання без упаковки (наприклад, окремих резервуарів або металоконструкцій) спочатку проводять загальний огляд виробу, після чого перевіряють стан окремих вузлів та деталей.

При виявленні недостатці комплектуючих або пошкодження тари разом із представником транспортної організації складається рекламацийний акт. Рекламация являє собою офіційний документ, який фіксує невідповідність поставленого обладнання вимогам стандартів, технічних умов або супровідної документації. Такий акт оформлюється безпосередньо після приймання вантажу.

Подальше приймання обладнання для монтажу здійснюється на складі підприємства-замовника. Сепаратор оглядають без повного розбирання, звертаючи увагу на відсутність механічних пошкоджень, тріщин, деформацій, раковин та інших дефектів литих і зварних елементів.

Під час розпакування обладнання при необхідності зберігають транспортні салазки, які використовуються для подальшого переміщення машини до місця монтажу. Проводиться звірка фактичної комплектації з пакувальною відомістю та експлуатаційною документацією, включаючи:

- основні вузли та агрегати;
- запасні частини;
- інструмент та приладдя;
- допоміжні елементи.

Додатково перевіряється наявність заглушок, пробок та фланцевих захисних елементів у патрубках і технологічних отворах.

У разі виявлення дефектів або некомплектності постачальнику пред'являється рекламація. Вона може бути задоволена шляхом доукомплектування, ремонту або повної заміни обладнання. Такі вимоги можуть бути реалізовані за умови дотримання гарантійного терміну експлуатації, який

для зерноочисного обладнання зазвичай становить 12 місяців з моменту відвантаження. За необхідності для вирішення спірних питань може залучатися представник заводу-виробника.

Зерноочисний сепаратор повинен зберігатися в умовах, що забезпечують захист від атмосферних опадів, підвищеної вологості та механічних пошкоджень. Залежно від типу обладнання та його чутливості до зовнішніх факторів застосовують різні способи зберігання:

- обладнання без вимог до захисту від опадів (металоконструкції, бункери, матеріалопроводи) зберігають на відкритих майданчиках;
- обладнання, що потребує захисту від прямого впливу опадів, але не чутливе до температурних коливань (деякі теплообмінні апарати), розміщують у напіввідкритих навісах;
- обладнання, чутливе до вологості, але відносно стійке до температурних змін (сепаратори, дозатори, повітропроводи), зберігають у закритих неопалюваних складах;
- точні прилади, автоматика, електрообладнання, гумотехнічні вироби та підшипники зберігають у утеплених складах із контрольованим мікрокліматом;
- горючі, мастильні матеріали та хімічні речовини зберігають в окремих спеціально обладнаних приміщеннях із дотриманням вимог пожежної та вибухобезпеки.

Відкриті складські майданчики облаштовують на незатоплюваних територіях з організацією водовідведення. Поверхню майданчика вирівнюють і надають ухил 2–3° для відведення атмосферних опадів. Покриття виконується з твердих матеріалів (асфальт, бетон, щебенево або кам'яне покриття).

При тривалому зберіганні (понад 18 місяців) обов'язково проводиться повторна консервація обладнання.

Консервація обладнання

Для запобігання корозійним процесам під час транспортування та зберігання на заводі-виробнику виконується консервація обладнання.

Незабарвлені металеві поверхні покриваються захисними антикорозійними мастилами, які наносяться при температурі 50–90 °С.

Окремі вузли та запасні частини додатково упаковуються у папір, просочений інгібітором корозії, після чого обгортаються парафінованим папером. Комплектуючі елементи та електрообладнання зберігаються у заводській упаковці з дотриманням встановлених умов.

Завершення підготовки до монтажу

Термін зберігання обладнання до монтажу повинен бути мінімально можливим. У разі тривалого зберігання (кожні 9–12 місяців) проводиться контрольний огляд, ревізія та повторна консервація.

Після перевірки комплектності, відсутності дефектів і відповідності технічній документації обладнання передається до монтажу за відповідним актом приймання.

3.3. Розроблення технології ремонту і випробування зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

Технологічний процес ремонту машин являє собою сукупність взаємопов'язаних операцій, які виконуються у встановленій технологічній послідовності на спеціально організованих робочих місцях. У результаті реалізації цих робіт відновлюється працездатність окремих деталей, вузлів, агрегатів, а також машини в цілому до рівня, що забезпечує її подальшу безпечну та ефективну експлуатацію.

Незважаючи на значну різноманітність технологічного обладнання харчових і зернопереробних виробництв, загальна структура ремонтного процесу залишається типовою та універсальною. Ступінь деталізації окремих етапів ремонту залежить від конструктивних особливостей машини, характеру її пошкоджень, а також від обсягу та складності ремонтних робіт, що виконуються на підприємстві.

3.3.1. Основні технічні умови на ремонт сепаратора А1-БМС-6

Для забезпечення якісного та ефективного виконання ремонтних робіт зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 необхідною умовою є попереднє детальне опрацювання та чітка регламентація технологічного процесу ремонту. Сам ремонт передбачає виконання комплексу взаємопов'язаних операцій, що реалізуються у встановленій послідовності та забезпечують відновлення працездатності машини до нормативного технічного стану.

У процесі ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 виконують такі основні етапи: припинення подачі продукту в робочу зону, зупинка сепаратора, повне відключення електроживлення, очищення обладнання від забруднень, розбирання машини на вузли та складальні одиниці, складання дефектної відомості, відновлення або заміна зношених елементів, повторне складання агрегату, проведення індивідуальних випробувань, а також введення обладнання в наладку і подальшу експлуатацію.

Перед початком ремонтних робіт обов'язково припиняють подачу зернового матеріалу в сепаратор. Це здійснюється шляхом перекриття зернопроводів за допомогою запірної арматури (засувки), що забезпечує повне виключення надходження продукту в робочу зону.

Далі проводиться повне знеструмлення машини. Сепаратор зупиняють, електродвигуни відключають від мережі живлення, знімають запобіжники та від'єднують клемні з'єднання на пускових пристроях. На органах керування обов'язково встановлюють попереджувальні таблички про проведення ремонтних робіт.

Перед розбиранням обладнання виконується його ретельне очищення від пилу, бруду та залишків зернової маси. Очищення проводять поетапно:

- зовнішні поверхні машини очищають м'якими щітками;
- вузли тертя та привідні механізми очищають металевими (дротяними) щітками;

- поверхні, що контактують із продуктом, обробляють щітками з м'яким ворсом;
- робочу зону додатково продувають стисненим повітрям.

Після завершення очищення залишки мастильних матеріалів видаляють у зонах тертя. Усі приєднані трубопроводи демонтують або від'єднують залежно від обсягу ремонту. Подальше розбирання може передбачати як повний демонтаж машини, так і часткове розбирання окремих вузлів. Перед початком розбирання обов'язково вивчають конструктивні особливості машини та визначають раціональну послідовність демонтажу. Спочатку знімають допоміжні елементи та вузли, які ускладнюють доступ до основних деталей.

Демонтовані деталі укладають у порядку їх зняття, не допускаючи хаотичного складання або накладання одна на одну. Деталі, демонтаж яких не передбачається, заздалегідь маркують (зокрема червоним кольором).

Первинне очищення деталей від забруднень та корозії виконують дерев'яними скребками та щітками. Для більш глибокого очищення застосовують відмочування у гасі з використанням двоступеневої обробки (попередня та кінцева ванна). Тривалість відмочування становить від 1 до 8 годин залежно від ступеня забруднення.

Після очищення деталі промивають, витирають насухо, знежирюють у гарячому розчині каустичної соди та піддають сушінню.

Після завершення миття всі деталі проходять дефектування, за результатами якого складається дефектна відомість. Далі деталі сортують на три основні групи:

- придатні для подальшої експлуатації без ремонту (тимчасово зберігаються);
- придатні до відновлення (потребують ремонту);
- непридатні, які підлягають списанню та передачі в металобрухт.

Зберігання деталей здійснюється на спеціальних стелажах, переважно дерев'яних. Важкі елементи розміщують на нижніх ярусах, легкі — на верхніх. Для запобігання плутанині однакові деталі маркують та нумерують.

У разі тривалого зберігання деталі підлягають консервації з метою захисту від корозії.

Оцінка технічного стану деталей здійснюється шляхом зовнішнього огляду, вимірювання геометричних параметрів та порівняння їх із допустимими нормами зношування. Використовують універсальний вимірювальний інструмент, а також спеціальні прилади.

Під час дефектування виявляють такі пошкодження, як знос робочих поверхонь, тріщини, сколи, задири, викришування, деформації та порушення посадок.

Для виявлення поверхневих мікродефектів застосовують методи капілярної дефектоскопії із використанням спеціальних індикаторних рідин (гас, бензин, масла, содові розчини).

Для феромагнітних деталей застосовується магнітний метод контролю. Деталь намагнічують за допомогою електромагніта, після чого на її поверхню наносять магнітну суспензію (залізний порошок у трансформаторному маслі).

У місцях наявності тріщин або інших дефектів утворюються скупчення частинок порошку, що дозволяє візуально визначити характер і розміри пошкоджень.

Після контролю деталей обов'язково розмагнічують шляхом впливу змінного магнітного поля.

За результатами дефектування складається дефектна відомість (табл. 3.1), яка є основним документом для планування ремонтних робіт.

Таблиця 3.1 - Відомість дефектів зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

на _____ середній _____ ремонт зерноочисного сепаратора А1-БМС-6
(середній, капітальний) (обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____ цеху

№	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість деталей і матеріалів		ТРУДО-місткість	Оцінка стану обладнання при здачі з ремонту
				найменування	кількість		
1	Підшипник	Обертається з короткочасними заклинюваннями	ЗАМІНА				Незадовільний
2	Сальник	Затвердіння	ЗАМІНА				Незадовільний
3	Кришка підшипника	Не забезпечує необхідного ущільнення	Ремонт				Незадовільний
4	Валик	Деформований	Ремонт				Задовільний
5	Підшипник	Стукає	Заміна				Незадовільний
6	Втулка	Пошкоджена	Заміна				Незадовільний

У ній зазначають характер зношування або пошкодження, обсяг необхідного ремонту, перелік деталей для заміни або відновлення, а також необхідні матеріали та орієнтовну трудомісткість.

Дефектна відомість оформлюється спільно майстром та слюсарем у процесі розбирання обладнання. Записи виконуються послідовно відповідно до процесу демонтажу вузлів і деталей.

Такий документ також дозволяє аналізувати причини підвищеного зносу та розробляти заходи щодо підвищення надійності обладнання.

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2 Організація ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

Тривалість простою технологічного обладнання під час ремонту визначається низкою взаємопов'язаних факторів, серед яких: вид і складність ремонтних робіт, категорія ремонтної складності машини, чисельність та кваліфікаційний рівень ремонтного персоналу, застосовувані технологічні методи відновлення, ступінь матеріально-технічної підготовки, а також загальні організаційно-технічні умови виконання робіт. При цьому прості електрообладнання, як правило, не плануються окремо, оскільки його ремонт здійснюється паралельно з основним технологічним обладнанням.

У випадках, коли за результатами технічного огляду встановлено, що обладнання у поточному періоді не потребує ремонту, складається відповідний акт про перенесення термінів ремонтних робіт. На підставі цього документа машина допускається до подальшої експлуатації до настання нового, погодженого терміну ремонту.

На підприємствах зернопереробної промисловості виконання ремонтних робіт здійснюється комплексними бригадами, до складу яких входять слюсарі-ремонтники, слюсарі-електрики, зварники, верстатники та інші фахівці. Ремонт транспортного обладнання зазвичай виконується машиністами відповідних установок, а котельного — обслуговуючим персоналом (кочегарами). Загальне керівництво ремонтними роботами здійснюють головний механік або головний енергетик підприємства.

Для забезпечення ефективної організації ремонту необхідно завчасно створити повний комплекс матеріально-технічного забезпечення, здійснити раціональне планування робіт, впровадити прогресивні технології ремонту, максимально механізувати підйомно-транспортні та слюсарні операції, а також закріпити відповідальних виконавців за конкретними видами обладнання.

Час простою машини визначається графіком планово-попереджувального ремонту (ППР). Узгодження моменту зупинки обладнання здійснюється між

службою головного механіка та начальником зерноочисної дільниці. Безпосередню зупинку та передачу обладнання в ремонт виконує начальник дільниці.

Перед початком ремонтних робіт агрегат обов'язково очищується від залишків продукту та забруднень. Невеликі ремонтні роботи можуть виконуватися без демонтажу обладнання з фундаменту, при цьому робоча зона повинна бути попередньо очищена та підготовлена.

Склад ремонтної бригади формується з урахуванням типу обладнання, складності та обсягу ремонтних робіт. Кількість та кваліфікація працівників визначається на основі укрупнених норм трудомісткості капітальних ремонтів або за попереднім досвідом виконання аналогічних робіт. Наприклад, для складного технологічного обладнання до складу бригади можуть входити слюсарі IV–VI розрядів, зварники та верстатники.

Після формування бригади для складного обладнання складається оперативний графік ремонту окремих вузлів із зазначенням виконавців. Контроль за дотриманням графіка покладається на бригадира та механіка підприємства. Усі члени бригади повинні бути ознайомлені з планом робіт не пізніше ніж за 3–4 дні до початку ремонту.

На основі результатів технічного обслуговування та попередніх ремонтів складається відомість дефектів, яка є підставою для формування заявок на виготовлення або придбання необхідних запасних частин. Наявні на складі деталі та матеріали видаються через головного механіка підприємства.

Рациональна організація ремонту передбачає чіткий розподіл обов'язків між членами бригади, закріплення робочих місць та завчасну підготовку інструменту, пристроїв і запасних частин. Це дозволяє мінімізувати непродуктивні втрати часу та підвищити якість виконання ремонтних робіт.

Перед початком робіт усі працівники обов'язково проходять інструктаж з охорони праці, включаючи як загальні вимоги, так і інструктаж безпосередньо на робочому місці.

До початку розбирання обладнання персонал повинен детально ознайомитися з технічною документацією, кресленнями та інструкціями заводу-виробника, що дозволяє правильно визначити послідовність демонтажу та складання вузлів.

Ремонт технологічного обладнання виконується у ремонтно-механічних майстернях або безпосередньо в цеху підприємства. Робочі місця забезпечуються електропостачанням для зварювальних робіт та переносним освітленням напругою 12 В.

Для промивання та очищення деталей застосовують миючі розчини (зокрема содові). Демонтовані деталі розміщують на спеціальних стелажах, що забезпечує їх збереження та зручність подальшого складання.

Виконання ремонтних робіт здійснюють працівники різних спеціальностей. Міжремонтне обслуговування проводять слюсарі-наладчики, електрики та фахівці служби автоматизації. У період інтенсивних ремонтних кампаній (І–ІІ квартали) частина персоналу може бути переведена до складу ремонтних бригад, що сприяє підвищенню якості ремонтів та професійному розвитку працівників.

Після завершення ремонту обладнання приймається в експлуатацію комісією з оформленням відповідного акту, який включається до загальної документації з підготовки підприємства до робочого сезону.

Вибір системи організації ремонту залежить від типу підприємства, його виробничої потужності, конструктивних особливостей обладнання, умов експлуатації та рівня оснащення ремонтної служби.

Для ефективної організації ремонтної діяльності на підприємстві впроваджується система планово-попереджувального ремонту (ППР), яка є комплексом організаційних і технічних заходів із технічного обслуговування, контролю та ремонту обладнання, що виконуються за заздалегідь розробленим планом.

У межах системи ППР передбачаються такі основні види робіт:

- зерноочисний сепаратор міжремонтне обслуговування;

- зерноочисний сепаратор малий ремонт;
- зерноочисний сепаратор середній ремонт;
- зерноочисний сепаратор капітальний ремонт.

Міжремонтне обслуговування виконується експлуатаційним персоналом і включає регулярний догляд за обладнанням, контроль стану вузлів, змащування, очищення та усунення дрібних несправностей.

Малий ремонт передбачає усунення незначних дефектів, заміну швидкозношуваних деталей, регулювання механізмів та підтягування з'єднань.

Середній ремонт спрямований на відновлення основних експлуатаційних параметрів обладнання з частковим розбиранням та заміною окремих вузлів.

Капітальний ремонт передбачає повне розбирання обладнання, відновлення або заміну основних вузлів, відновлення геометричних та технічних параметрів, а також можливу модернізацію.

Для зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 приймається така структура ремонтного циклу:

К–ЗТО–М–ЗТО–С–ЗТО–М–ЗТО–К,

де: К — капітальний ремонт;

С — середній ремонт;

М — малий ремонт;

ТО — технічне обслуговування.

Тривалість між ремонтами становить:

- зерноочисний сепаратор капітальний ремонт — 48 міс.;
- зерноочисний сепаратор середній ремонт — 24 міс.;
- зерноочисний сепаратор малий ремонт — 12 міс.;
- зерноочисний сепаратор технічне обслуговування — 3 міс.

Трудомісткість ремонтних робіт визначається за залежністю:

$$T_{м.ч} = k \times R_m,$$

де k — коефіцієнт виду ремонту;

R_m — категорія ремонтної складності механічної частини.

Розрахунок річної трудомісткості:

$$6TO+1M+1C+1K=6\times 1+1\times 7+1\times 21+1\times 35=69 \text{ люд.-год.}$$

Розподіл трудомісткості:

- зерноочисний сепаратор слюсарні роботи — 49,68 люд.-год (72%);
- зерноочисний сепаратор верстатні — 13,8 люд.-год (20%);
- зерноочисний сепаратор інші — 5,52 люд.-год (8%).

Отримані значення використовуються для формування графіка ППР

Головний інженер

Графік планово-попереджувального ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 на 2022 рік.

№ п/п		Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напруження з часу останнього ремонту		Тривалість		План і виконання	
						Вид	Міс	Ремонт	ТО	Ремонтного циклу	Періодів		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	сепаратор зерноочисний	A1-БМС-6	8384	2016	O	З	2100	1050	48/11440	12/2860	3/830	Строк служби, міс/год	Планові очікування
												План	
												Виконання	

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Сі- чень	Лю- тий	Бере- зень	Кві- тень	Тра- вень	Чер- вень	Ли- пень	Сер- пень	Вере- сень	Жов- тень	Лист- опад	Гру- день	Всьо- го	Слю- сарні	Верс- татні	Інші
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
240	240	240	240	350	350	120	120	240	240	240	240	69	49,69	13,8	5,52
K/36			ТО/1		ТО/1				ТО/1						

3.3.3 Технологія розбирання і складання зерноочисного сепаратораА1-БМС-6

Під час виконання ремонтних робіт здійснюється поетапне розбирання вузлів обладнання, деталі яких підлягають відновленню або заміні. Розбирання виконується відповідно до заздалегідь розробленої технічної документації, до

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

якої належать схема розбирання (лист А1 графічної частини проєкту) та карта технологічної послідовності демонтажу вузла.

Перед складанням валів та встановлених на них шківів, що з'єднуються за допомогою шпонкових з'єднань, обов'язково проводять контроль технічного стану сполучуваних поверхонь. Перевіряють відсутність забоїн, задирів, заусениць та інших механічних пошкоджень, які можуть негативно вплинути на якість посадки та подальшу роботу вузла. Виявлені дефекти усувають шляхом механічної обробки або доведення поверхонь.

Під час складання шпонкових з'єднань призматичну шпонку встановлюють у паз із забезпеченням правильної орієнтації та посадки, при цьому допускається її легке підбиття неметалевим або легким ударним інструментом (молотком через м'яку прокладку) для забезпечення щільного прилягання без перекосів.

Технологічна послідовність складання та розбирання вузла (лист КРБ .04.00.000.СР), а також привідного механізму барабана (лист КРБ .03.00.000.СК) зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 систематизується та подається у вигляді таблиці 3.2, що дозволяє забезпечити чітку регламентацію ремонтних операцій і контроль їх виконання.

Таблиця 3.2 Порядок розбирання-збирання привідного механізму барабана зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

№ п/п	Операції і переходи	Інструмент	Технічні вимоги на складання	Професія і розряд робочого	Норма часу, хв	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	Відкрутити 2 гайки 16	Гайковий ключ		Слюсар III розряду		
2	Відкрутити 2 гайки 11	Гайковий ключ		-//-		
3	Відкрутити круглу шліцеву гайку	Гайковий ключ для круглих гайок	Уникати пошкодження посадочних шліців	-//-		

Продовження таблиці 3.2

4	Зняти шків 10	Зйомник		-//-		
5	Зняти шпонку 27	Плоскогубці		-//-		
6	Відкрутити 12 гайок 21	Гайковий ключ		-//-		
7	Зняти диск 7	Зйомник, молоток		-//-		
8	Зняти 9 трубок 6			-//-		
9	Відкрутити 12 гайок 20	Гайковий ключ		-//-		
10	Зняти 6 шпильок 8			-//-		
11	Відкрутити 8 болтів 12	Ключ ріжковий		-//-		
12	Зняти 8 пружинних шайб 22			-//-		
13	Зняти кришку 3	Зйомник, молоток, оправка		-//-		
14	Зняти сальник 28	Викрутка		-//-		
15	Відкрутити 4 гайки 21	Гайковий ключ		-//-		
16	Зняти 4 пружинних шайби 20			-//-		
17	Відкрутити 4 болти 16	Ключ ріжковий		-//-		
18	Зняти диск 6			-//-		
19	Зняти вал 4	Молоток, оправка	Ушкодження шийок вала не допускається	-//-		
20	Відкрутити 8	Гайковий ключ				

	гайок 18			-//-		
21	Продовження таблиці 2.2.3 Зняти 8 пружинних шайби 24			-//-		
22	Відкрутити 8 болти 14	Ключ ріжковий		-//-		
23	Зняти 4 щітки 31	Молоток		-//-		
24	Зняти фланець 5	Зйомник, молоток, оправка	Ушкодження пліців не допускається	-//-		
25	Відкрутити 8 гайок 17	Гайковий ключ		-//-		
26	Зняти 8 пружинних шайби 23			-//-		
27	Відкрутити 8 болти 13	Ключ ріжковий		-//-		
28	Зняти корпус підшипника 18	Молоток, оправка		-//-		
29	Зняти підшипник 26	Зйомник, молоток, оправка		-//-		
30	Зняти сальник 29	Викрутка		-//-		

У процесі експлуатації вібровідцентрового зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 найбільш інтенсивному зношуванню піддаються сита, елементи системи очищення сит, а також деталі вібраційного механізму, зокрема муфта приводу та шток вібратора. Саме ці вузли працюють в умовах постійних динамічних навантажень, тертя та вібрації, тому потребують регулярного контролю технічного стану і своєчасного ремонту.

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш навантаженими робочими органами сепаратора є сита, які безпосередньо контактують із зерною масою. Їх зношування відбувається переважно внаслідок абразивної дії зерна та мінеральних домішок. Тривала експлуатація призводить до збільшення розмірів отворів, стоншення металу та погіршення якості сепарації. Крім природного зношування, можливе виникнення локальних деформацій, тріщин і пробоїн через потрапляння в робочу зону металевих предметів, частин транспортного обладнання або інших сторонніх включень, що надходять разом із зерном.

Суттєвий вплив на довговічність сит має правильність їх підбору. Для кожної культури та режиму очищення необхідно використовувати сита з відповідними геометричними параметрами отворів. Використання сит не за призначенням призводить не лише до зниження ефективності очищення, а й до прискореного їх зношування. У більшості випадків пошкоджені або надмірно зношені сита не ремонтують, а замінюють новими.

До елементів, які також інтенсивно зношуються, належать очисники сит. У процесі роботи поступово зношуються кулачки, диски та щітки, що забезпечують очищення отворів сит від застряглих частинок. При досягненні граничного зносу кулачки та щітки замінюють новими. В окремих випадках допускається відновлення окремих дисків шляхом наплавлення зношених поверхонь із подальшою механічною обробкою.

Особливу увагу під час технічного обслуговування необхідно приділяти вібраційному механізму. Основними його елементами є приводна муфта та вібратор зі штоком. Муфта працює в умовах циклічних навантажень і може руйнуватися внаслідок перевантаження сепаратора, спричиненого надмірною подачею зернової маси. У разі появи тріщин, деформацій або руйнування муфту замінюють новою.

Вібратор забезпечує осьові коливання ситового барабана через штоковий механізм. Під впливом значних змінних навантажень можливе руйнування зварного з'єднання між штоком і кріпильною пластиною. Усунення такої

несправності здійснюється шляхом відновлення зварного шва ручним дуговим зварюванням із подальшим контролем якості зварного з'єднання.

Під час проведення ремонтних робіт необхідно виконати комплексну перевірку технічного стану сепаратора. Огляду підлягають корпус машини, ситові секції, механізми очищення сит, приводні вузли, підшипникові опори, вібраційний механізм та елементи кріплення. Особливу увагу приділяють справності приводу ситового барабана, перевірці стану пасових передач, муфт, підшипників та механізмів регулювання. За результатами огляду виконують необхідні ремонтно-відновлювальні роботи та регулювання вузлів машини.

3.3.4 Розроблення технологічного процесу виготовлення приводного шківів барабану зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

У процесі дефектування деталей приводного механізму зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 на приводному шківі було виявлено значне пошкодження бортів у зоні робочого контакту з клиновим пасом. Характер руйнування свідчить про втрату геометричної форми та порушення умов нормальної передачі крутного моменту. Оскільки відновлення даного елемента є технічно недоцільним та економічно не вигідним, прийнято рішення про його повну заміну. У зв'язку з цим виникає необхідність розроблення технологічного процесу виготовлення нового шківів.

Конструктивно деталь «шків» належить до класу тіл обертання типу «диск», для яких характерне значне перевищення діаметральних розмірів над осьюовою довжиною, а також наявність розвинених торцевих поверхонь, що беруть участь у взаємодії з приводними елементами.

Аналіз технічних вимог, заданих на робочому кресленні, дозволяє встановити, що посадкова поверхня діаметром $\varnothing 96 \text{ H7}$ із заданою шорсткістю $Ra = 1,25 \text{ мкм}$ потребує застосування високоточної чистової обробки. Доцільними є

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

такі методи остаточної обробки, як тонке розточування або шліфування, що забезпечують необхідну точність розміру та якість поверхні.

Інші поверхні деталі характеризуються параметрами шорсткості в межах $Rz\ 40\text{--}Rz\ 100$, що не вимагає застосування фінішних операцій підвищеної точності. Водночас, задана точність виготовлення на рівні 6–7 квалітету передбачає використання багатостадійної механічної обробки із поступовим зменшенням припусків. Це включає чорнові, напівчистові та чистові переходи з використанням відповідного різального інструменту та високоточного обладнання, особливо на завершальних етапах обробки.

Підвищені вимоги також висуваються до точності виготовлення шпонкових пазів, оскільки саме ці елементи забезпечують надійну передачу крутного моменту та стабільність посадки шків на валу.

Матеріалом виготовлення шків є сірий чавун марки СЧ-20 згідно з ГОСТ 1412–85, який широко використовується для деталей типу «диск» завдяки добрій оброблюваності, достатній міцності та демпфуючим властивостям. Хімічний склад і механічні характеристики даного матеріалу наведено відповідно у таблицях 3.4 та 3.5.

Таблиця 3.4 Хімічний склад чавуну СЧ20, %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni
1,42- 1,47	0.17- 0.31	0.5-0.8	0.8	0.04	0.04	0.3

Таблиця 3.5 Механічні властивості чавуну СЧ20

σ_b , МПа	σ_m , МПа	KC , Дж/м	ψ , %	a_n , кг/см ²	HB
200	96-245	60	30	3	200

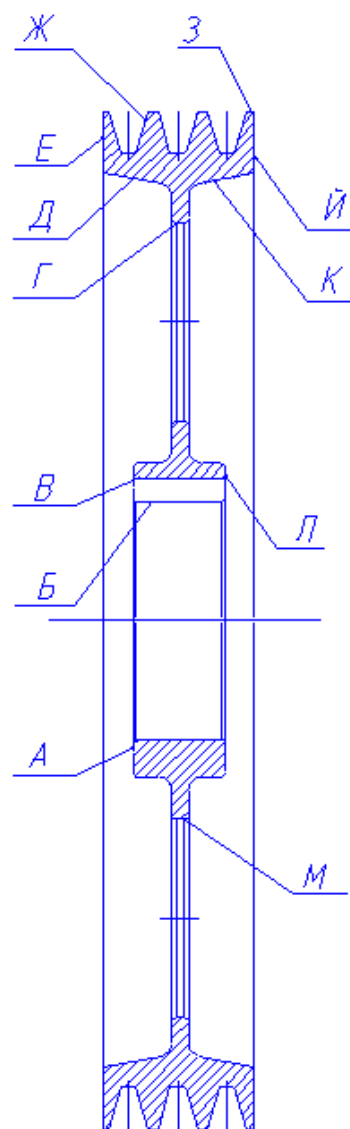


Рисунок 3.1. Поверхні шківів приводного механізму сепаратора А1-БМС-6 і їх назви.

Таблиця 3.6. Аналіз технічних умов шків

Повіхні	Технічна умова	Метод вик. поверхні	Метод контролю
Г; Д; К; М	Забезпечити точність за 16 квал. і шорсткістьRz180мкм	Заготовка лиття	Точність- штангенцирк., шорсткість- порівнянням із зразками
А; Е; З; Й; Л	Забезпечити точність по 12 квал. та Rz60	Точіння напівчистове	-
Б	Забезпечити точність різання за 7 квал., шорсткістьRa1,25	Розточування тонке	-
Ж	Забезпечити точність за 8 квал., шорсткістьRa1,6	Точіння чистове	-
В	Забезпечити точність за 9 квал. і шорсткість Rz40	Довбання	-

Метод отримання заготовки для деталей машин визначається сукупністю технічних та економічних факторів, зокрема призначенням і конструктивними особливостями деталі, властивостями матеріалу, типом виробництва та загальною економічною доцільністю виготовлення.

Основний принцип вибору заготовки полягає у забезпеченні максимальної наближеності її форми та розмірів до готової деталі з урахуванням обсягів виробництва. У зв'язку з цим при обґрунтуванні способу отримання заготовки необхідно враховувати такі чинники: фізико-механічні властивості матеріалу, складність конфігурації поверхонь, габаритні розміри та масу деталі, вимоги до точності, а також виробничу програму випуску.

Для даної деталі можливі такі основні варіанти отримання заготовки:

- I варіант — лиття у піщані форми;
- II варіант — лиття в кокіль;
- III варіант — відцентрове лиття.

Застосування відцентрового лиття в даному випадку є недоцільним, оскільки сірий чавун СЧ-20 має добрі ливарні властивості, а геометричні розміри деталі не потребують спеціального ущільнення структури за рахунок відцентрових сил. Крім того, при таких габаритах можливе підвищення ліквідаційних явищ, що негативно вплине на однорідність матеріалу та експлуатаційні характеристики виробу.

З урахуванням конструктивних параметрів деталі та властивостей матеріалу найбільш раціональними залишаються два способи отримання заготовки — лиття в кокіль або лиття у разові піщані форми. Обидва варіанти забезпечують можливість виготовлення заготовки з необхідними припусками на механічну обробку та відповідають умовам дрібносерійного або серійного виробництва.

Для остаточного вибору способу отримання заготовки виконується техніко-економічне порівняння варіантів, зокрема розрахунок собівартості виготовлення заготовки для кожного з запропонованих методів.

Орієнтовна маса відливки, отриманої литтям у кокіль:

$$M_{\text{м}} = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l_3 \cdot \rho - \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot l_2 \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot (410 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,062 \cdot 7800 - \frac{3,14 \cdot (95 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,037 \cdot 7800 = 42 \text{ кг}$$

Маса відливки, отриманої методом лиття у піщану форму, буде дещо більшою порівняно з іншими способами через необхідність формування ливникової системи та додаткових технологічних припусків. Водночас слід враховувати, що вартість виготовлення разової піщаної форми є значно нижчою, ніж кокільної оснастки. З урахуванням одиничного типу виробництва та невеликих обсягів випуску деталей, економічно та технологічно більш доцільним є саме використання лиття у піщані форми.

Таким чином, як базовий варіант приймаємо виготовлення заготовки методом лиття у піщану форму.

Далі виконується розрахунок припусків на механічну обробку для поверхонь деталі. Зокрема розглядається поверхня Б, яка є посадковою поверхнею діаметром Ø96 H7 із заданою шорсткістю $Ra = 1,25$ мкм.

На першому етапі визначається необхідна кількість технологічних переходів для отримання заданої точності та якості поверхні.

Отримане значення дозволяє встановити структуру механічної обробки поверхні, включаючи послідовність чорнових, напівчистових та чистових операцій, а також обґрунтувати вибір обладнання та режимів різання.

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46}, \quad \varepsilon = \frac{T_3}{T_\phi},$$

де T_3 - допуск заготовки, мкм;

T_ϕ -допуск деталі, мкм;

$T_3=940$ мкм для Ø94 при IT 14

$T_\phi=35$ мкм для Ø96 при IT 7

Отримаємо:

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_\phi} = \frac{940}{35} = 26,8; \quad n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46} = \frac{\lg(26,8)}{0,46} = 3$$

Таким чином задану точність можна отримати за три переходи: чорнове розточування, розточування чистове і тонке розточування.

Знаходимо для кожного переходу такі параметри як шорсткість, глибину дефектного шару, відхилення та похибку базування.

Заготовка $Rz=150$ мкм; $T=150$ мкм.

Розточування чорнове:

$Rz=80$ мкм; $T=80$ мкм.

Розточування напівчистове:

$Rz=15$ мкм; $T=30$ мкм.

Розточування тонке:

$$R_z=15 \text{ мкм}; \quad T=15 \text{ мкм}.$$

Визначимо відхилення за формулою $\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2};$

$$\Delta k = 0,5 \text{ мкм/мм},$$

Довжина, на якій розглядається відхилення $l=37 \text{ мм}.$

Тоді

$$\rho_k = l \cdot \Delta_k = 37 \cdot 0,5 = 18,5 \text{ мкм},$$

$$\rho_y = 0,25 \text{ мм}$$

Тепер визначимо відхилення ρ :

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2} = \sqrt{19^2 + 250^2} = 251 \text{ мкм}.$$

Після чорнового:

$$\rho_l = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 250 = 15,1 \text{ мкм};$$

Після кінцевого :

$$\rho_l = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 250 = 10,1 \text{ мкм}$$

Похибка базування становить $\varepsilon = 0$

Розрахуємо мінімальні припуски

Розточування чорнове:

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 150 + 251) = 2 \times 551 \text{ мкм}.$$

Напівчистове:

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot (80 + 80 + 15,1) = 2 \times 175,1 \text{ мкм};$$

Кінцеве:

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (50 + 30 + 10,1) = 2 \times 90,1 \text{ мкм}.$$

Розрахункові діаметри:

$$d_{p1} = 96,940 - 2 \cdot 0,091 = 96,648 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 96,648 - 2 \cdot 0,175 = 96,298 \text{ мм};$$

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{p3} = 96.298 - 2 \cdot 0.551 = 95.196 \text{ мм.}$$

Найменші граничні розміри становлять:

$$d_{min1} = 95.196 - 0.94 = 94.256 \text{ мм.}$$

$$d_{min2} = 96.298 - 0.34 = 95.958 \text{ мм.}$$

$$d_{min3} = 96.648 - 0.094 = 96.554 \text{ мм.}$$

$$d_{min4} = 96.940 - 0.035 = 96.905 \text{ мм.}$$

Граничні значення припусків станолять:

$$2 \cdot z_{max1} = 95.958 - 94.256 = 1.7 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{max2} = 96.554 - 95.958 = 0.596 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{max3} = 96.905 - 96.554 = 0.351 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{min1} = 96.298 - 95.196 = 1.102 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{min2} = 96.648 - 96.298 = 0.35 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot z_{min3} = 96.905 - 96.648 = 0.257 \text{ мм;}$$

Номінальний припуск становить:

$$Z_{пот} = Z_{min} + ei_{i-1} + ei_i = 1709 + 35 + 94 + 220 = 2058 \text{ мкм.}$$

Для інших оброблюваних поверхонь шківa значення припусків і допусків приймаються нормативно, відповідно до рекомендацій ГОСТ 7505–89. Вибір величин здійснюється з урахуванням способу отримання заготовки, характеру поверхонь, вимог до точності та шорсткості, а також послідовності подальшої механічної обробки.

Застосування табличних даних дозволяє уніфікувати розрахунки, забезпечити технологічну обґрунтованість припусків та виключити надмірне завищення обсягу механічної обробки, що безпосередньо впливає на зниження трудомісткості виготовлення деталі та економію матеріалу.

Усі розраховані та прийняті значення припусків і допусків для кожної оброблюваної поверхні шківa систематизуються та зводяться в узагальнену таблицю.

Таблиця 3.7. Зведена таблиця припусків і допусків для обробки шківa

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск, мкм
		Табличний	Розрахунковий	
А, Е, Ї, Л	Торці	2,5	—	970
З	Ø410H12	2·1,5	—	1310
Б	Ø96H7	2·4,5	2·1,029	170
В	15Р9	2·1,5	—	65
Ж	Канавки під пас ГОСТ 4607-73	2·2,5	—	740

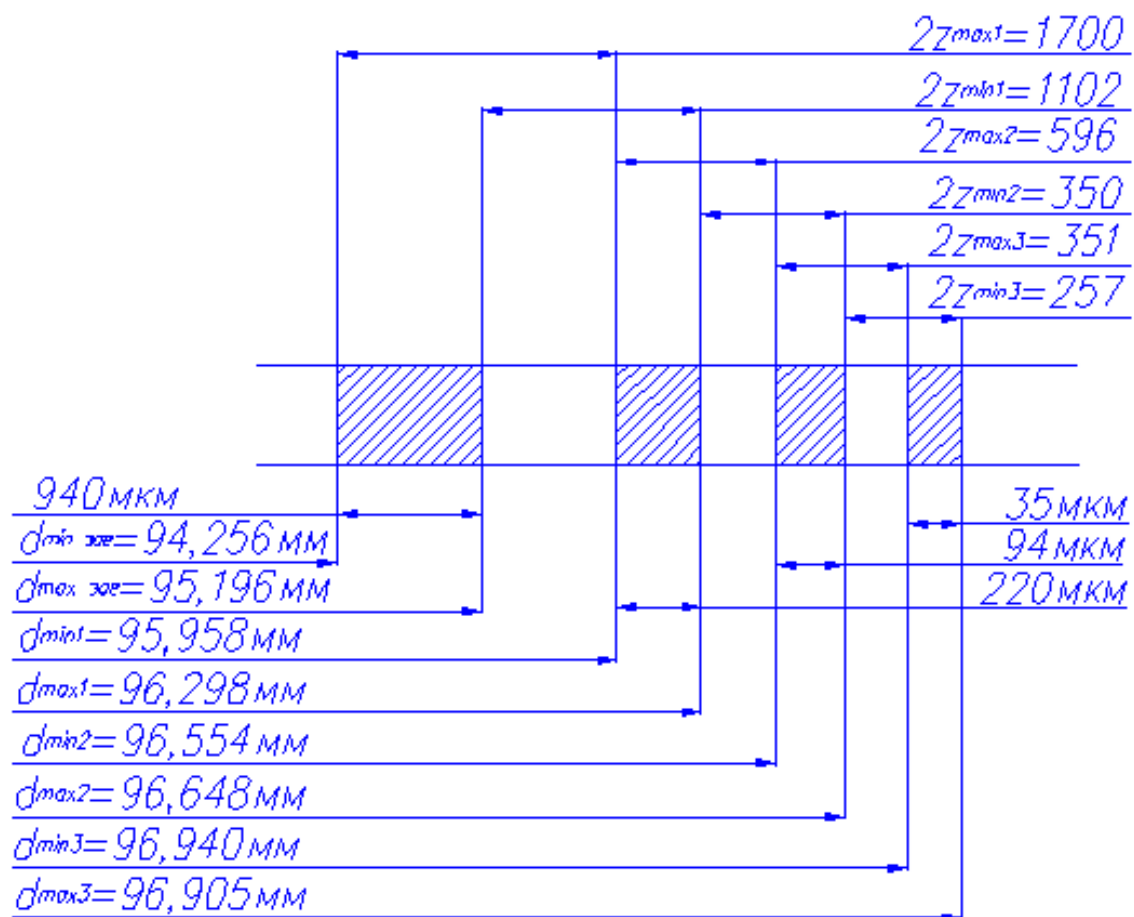


Рисунок 3.3 Схема розміщення припусків і допусків для Поверхні діаметром Ø96H7

Технологічний маршрут механічної обробки шківів привідного механізму зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 формується на основі аналізу конструктивних особливостей деталі, вимог до точності та шорсткості поверхонь, а також з урахуванням вибраного способу отримання заготовки. Маршрут визначає послідовність виконання всіх операцій механічної обробки, що забезпечують отримання заданих геометричних параметрів та експлуатаційних характеристик деталі.

При розробленні технологічного процесу враховується принцип поетапного зменшення припусків, тобто перехід від чорнових операцій до напівчистої та чистої обробки, що дозволяє досягти необхідної точності та якості поверхонь із мінімальними витратами часу та матеріальних ресурсів.

Залежно від технологічних можливостей обладнання та вимог до точності, до маршруту включаються такі основні етапи: чорнова та чистова токарна обробка базових поверхонь, обробка посадочних поверхонь, виконання канавок і пазів, а також фінішні операції для забезпечення заданої шорсткості та точності посадок.

Зведений технологічний маршрут механічної обробки шківів представлено у вигляді таблиці.

Таблиця 3.8. Технологічний маршрут механічної обробки шківів привідного механізму зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

№ оп.	Назва операції (переходу)	Поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005 установ А	Токарно-гвинт. 1.Розточити пов. у роз. Ø96Н7 2.Підрізати торець в роз. 39мм 3.Підрізати торець в роз. 62мм 4.Точити фаску в роз. 1х45°	Б; Й; Л	Поверхня заготовки	Токарно- гвинтор. верстат 16K50П

установ Б	1.Точити пов. в розмір Ø410 2.Точ. три канавки під пас 3.Підрізати торець в роз. 37мм 4.Підрізати торець в роз. 60мм 5.Точити фаску в роз. 1x45°	А; Е; Ж; З	Б	Токарно- гвинтор.верстат 16К50П
010	Довбальна 1.Довбати шпоночний паз в роз.37;6 шириною 15Р9	В	З; Б	Горизонтальний- протяжний верстат 7Б55

Виконаємо вибір ріжучого та вимірювального інструменту на обробку шківів привідного механізму зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 (табл. 3.8)

Таблиця 3.8. ріжучий та вимірювальний інструмент мехобробки шківів зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

Операція	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005 установ А	Токарно-гвинт. 1.Розточити пов. в розмір Ø96Н7 2.Підрізати торець в роз. 39мм 3.Підрізати торець в роз. 62мм 4.Точити фаску в роз.1x45°	Різець розточний 2334 Різець прохідний упорний 2121 Різець прохідний упорний 2121 Різець прохідний відігнутий 2507	Штанген. ШЦ-1-500
установ Б	1.Точити пов. в роз. Ø410 2.Точити три канавки під пас 3.Підрізати торець	Різець прохідний упорний 2121 Різець фасонний 2113 Різець прохідний	Штанген. ШЦ-1-400

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	в роз. 37мм 4.Підрізати торець в роз. 60мм 5.Точити фаску в роз. 1x45°	упорний 2121 Різець прохідний упорний 2121 Різець прохідний відігнутий 2507	
010	Довбальна 1.Довбати шпоночний паз у роз. 37,6 шириною 15P9	Довб'як шириною 15мм	Штанген. ШЦ -1-250

Проведемо визначення режимів різання по операціях механічної обробки шківів привідного механізму зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

Режими різання визначаються для обробки основної посадкової поверхні Ø96Н7. Для інших операцій та переходів параметри режимів різання приймаються відповідно до нормативних довідкових даних [29], з урахуванням типу обладнання, матеріалу заготовки та вимог до точності обробки.

Вихідні дані для розрахунку:

Верстат: токарно-гвинторізний 16К50П;

Заготовка: відливка з сірого чавуну СЧ-20;

Інструмент:

чорнове точіння — прохідний упорний різець, твердий сплав Т5К10;

чистове точіння — прохідний різець з кутом $\phi = 45^\circ$, матеріал Т5К10;

Спосіб закріплення — трикулачковий патрон.

1. Визначення глибини різання

Загальний припуск на обробку становить 1,5 мм, при цьому на чистове точіння залишають 0,4 мм.

Отже, глибина різання:

а) чорнове точіння:

$$t_1 = 1,5 - 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

б) чистове точіння:

$$t_2 = 0,4 \text{ мм}$$

2. Визначення подач

За нормативними таблицями приймаємо:

- чорнове точіння: $S = 0,8$ мм/об;
- чистове точіння: $S = 0,8$ мм/об.

Після перевірки за обмеженнями верстата та умовами обробки виконуємо коригування:

- за паспортом верстата допустима подача $S = 0,8$ мм/об;
- за міцністю пластини з твердого сплаву допускається подача до $S = 2,6$ мм/об;
- для забезпечення шорсткості $Ra \ 3,2$ при чистовому точінні рекомендована подача $S \leq 0,6$ мм/об.

Остаточно приймаємо:

- чорнове точіння: $S_1 = 0,8$ мм/об;
- чистове точіння: $S_2 = 0,6$ мм/об.

Швидкість різання визначається за аналітичною залежністю:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV};$$

$$K_{MV} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V}$$

$$K_\Gamma = 0,95$$

$$n_V = 1$$

$$K_{LV} = 0,9$$

$$K_{LV} = 0,65$$

$$K_{MV} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_V} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{250}\right)^1 = 2,85.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV} = 2,85 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 1,67.$$

Таким чином швидкість різання становить.

а) чорнове точіння:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,67 = 37,4_{\text{м/с}};$$

а) чистове точіння:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,86^{0,45}} \cdot 1,67 = 58,6_{\text{м/с}};$$

Частота обертання шпинделя

а) чистове точіння:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 37,4}{3,14 \cdot 96} = 124_{\text{об/хв}},$$

приймаємо $n = 120_{\text{об/хв}}$;

б) чорнове очіння:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 58,6}{3,14 \cdot 96} = 194_{\text{об/хв}}.$$

По паспорту $n = 192_{\text{об/хв}}$.

Фактична швидкість різання

а) чистове точіння:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 96 \cdot 120}{1000} = 36,2_{\text{м/с}};$$

б) чорнове точіння:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 96 \cdot 192}{1000} = 57,9_{\text{м/с}};$$

б) Потужність для різання

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60};$$

Де P_z – тангенціальна сила, Н;

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_P$$

$C_P = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\varepsilon P};$$

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad n = 0,75$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{250}{750}\right)^{0,75} = 0,79;$$

$K_{\phi p} = 0,89$ -чорнове точіння; $K_{\phi p} = 1$ -чистове точіння; $K_{\gamma p} = 1,1$; $K_{\lambda p} = 1$;

$K_{гр} = 1$

$$K_{\rho 1} = 0,79 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77$$

$$K_{\rho 2} = 0,79 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87.$$

Таким чином:

$$P_{z1} = 10 \cdot 300 \cdot 2,1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 120^{-0,15} \cdot 0,77 = 2001H$$

$$P_{z2} = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 192^{-0,15} \cdot 0,77 = 178H$$

Потужність процесу різання

а) чорнове точіння:

$$N_{piz} = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{178 \cdot 57,9}{1020 \cdot 60} = 0,168 \text{ кВт.}$$

б) чистове точіння:

$$N_{piz} = \frac{P_{z2} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2001 \cdot 36,2}{1020 \cdot 60} = 1,19 \text{ кВт.}$$

7) Потужність на шпинделлі

$$N_{ин} = N_{\phi p} \cdot \eta = 22 \cdot 0,75 = 16,5 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потужність на шпинделі перевищує необхідну потужність різання, що свідчить про достатній запас потужності верстата. Таким чином, обраний верстат забезпечує можливість виконання всіх запланованих операцій механічної обробки без перевантаження та з дотриманням заданих режимів різання.

Це підтверджує правильність вибору обладнання та дозволяє забезпечити стабільність технологічного процесу, необхідну точність обробки та відповідну якість поверхонь шківів.

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режими різання для решти оброблюваних поверхонь визначаються на основі довідкових даних [10] з урахуванням матеріалу заготовки, типу інструменту, жорсткості системи «верстат–пристрій–інструмент–заготовка» та вимог до точності і шорсткості поверхонь. Отримані значення систематизуються та подаються у зведеній таблиці режимів різання.

Таблиця 3.8 Зведена таблиця режимів різання для мехобробки шківа привідного механізму зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

№ оп.	Назва операції, переходу, позиції	V, м/хв	n, об/хв	t, мм	Sp, мм/об	Sm, мм/хв м/хв	Tm, хв	Tшт, хв
005 установ А	Токарно-гвинторізна							
	1.Розточити поверхню в розмір Ø96H7	57.9	194	1.1	0.8	147	0.95	1.4
	2.Підрізати торець в розмір 39мм	91.3	600	1.5	0.6	116.6	0.84	1.24
	3.Підрізати торець в розмір 62мм	32	315	1.0	0.6	189	0.64	1.04
	4.Точити фаску в розмір 1x45°	41.3	120	0.5	0.2	112	0.14	0,84
установ Б	1.Точити поверхню в розмір Ø410	116	600	2	0,6	189	0,95	1,4
	2.Точити три канавки під пас ГОСТ 4607 – 73	34,5	315	3	0,6	189	1,15	1,4
	3.Підрізати торець в розмір 37мм.	91,3	600	1,5	0,6	116,6	0,14	0,84
	4.Підрізати торець в розмір 60мм	32	315	1,0	0,6	189	0,1	0,9
	5.Точити фаску в розмір 1x45°	41,3	120	0,5	0,2	112	0,15	0,4
010	Довбальна 1.Довбати шпоночний паз в розмір 37,6 шириною 15P9	14	-	6,0	-	10	1,8	2,44

Норми часу при виготовленні шківа визначаються на основі технологічного розрахунку. Для операції 010 використовується розрахунково-аналітичний метод, тоді як для решти операцій норми часу приймаються за нормативними даними довідника [9].

					ДР .00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним технологічним часом називають час, протягом якого безпосередньо відбувається процес різання, тобто зняття стружки, зміна форми, розмірів та шорсткості поверхні деталі.

До допоміжного часу відносять витрати часу, пов'язані з виконанням допоміжних прийомів, а саме:

- пуск і зупинка верстата, зміна режимів різання (швидкості та подачі);
- встановлення, закріплення та зняття заготовки, інструменту або пристроїв;
- виконання вимірювань у процесі обробки (взяття інструменту, установка, вимір, повернення інструменту на місце).

Час обслуговування робочого місця включає витрати часу, необхідні для підтримання нормального стану робочої зони та обладнання, зокрема:

- підналагодження та регулювання верстата в процесі роботи;
- заміну зношеного або затупленого інструменту;
- правку різального інструменту (наприклад, алмазним кругом);
- прибирання та видалення стружки під час роботи.

Час на відпочинок та особисті потреби визначається нормативно та залежить від умов праці. Він включається до норми часу лише у випадках фізично напружених або монотонних робіт і встановлюється у вигляді відсоткової надбавки до оперативного часу.

Штучний час — це сумарний час виконання однієї операції на одну деталь, який включає основний, допоміжний час, а також час на обслуговування робочого місця та регламентовані перерви.

Основний технологічний час для операції становить:

$$t_0 = 5,85 \text{ хв.}$$

Штучний час визначається за формулою:

$$t_{шт} = t_0 + t_{доп} + t_{обсл} + t_{відп}$$

де: t_0 — основний час;

$t_{доп}$ — допоміжний час;

тобсл – час обслуговування робочого місця;

твідп – час на відпочинок та особисті потреби.

Розрахунок допоміжного часу

До складу допоміжного часу входять:

- час встановлення заготовки: $t_{уст.з} = 0,10$ хв (табл. 1, с.273 [9]);
- час встановлення та зміни інструменту: $t_{уст} = 0,14$ хв;
- час керування верстатом: $t_{уп} = 0,08$ хв;
- час вимірювання деталі: $t_{вим} = 0,12$ хв.

Загальний допоміжний час:

$$t_{доп} = t_{уст} + t_{уст.з} + t_{уп} + t_{вим}$$
$$t_{доп} = 0,14 + 0,10 + 0,08 + 0,12 = 0,44 \text{ хв.}$$

Оперативний час

$$t_{оп} = t_0 + t_{доп} = 5,85 + 0,44 = 6,29 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця

$$t_{обсл} = 0,04 \cdot t_{оп} = 0,04 \cdot 6,29 = 0,25 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок і особисті потреби

$$t_{відп} = 0,04 \cdot t_{оп} = 0,04 \cdot 6,29 = 0,25 \text{ хв.}$$

Штучний час

$$t_{шт} = 6,29 + 0,25 + 0,25 = 6,79 \text{ хв } (\approx 6,75 \text{ хв за округленням})$$

Отримані результати заносяться до зведеної таблиці норм часу.

Норми часу для інших технологічних операцій визначаються за довідковими нормативами та також зводяться у відповідну таблицю.

Коефіцієнт завантаження верстата визначається як відношення розрахункової кількості верстатів m_r до прийнятої кількості верстатів m_n :

$$\eta_3 = \frac{m_r}{m_n};$$

Розрахункову кількість верстатів у даному випадку не визначають, оскільки відсутня задана виробнича програма випуску деталі (шківа). Враховуючи, що виготовлення деталі здійснюється в умовах ремонтного цеху

підприємства, а також характер одиничного виробництва, приймаємо кількість обладнання $m_n = 1$.

У таких умовах оцінка використання обладнання здійснюється через коефіцієнт завантаження верстата за основним часом.

Коефіцієнт завантаження верстата за основним часом визначається як відношення основного технологічного часу до штучного часу:

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{шт}}$$

Таблиця 3.9. Штучний час за операціями технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	T_0 хв	$T_{доп.}$, хв			$T_{оп.}$ хв	Час обл.		$T_{відп.}$ хв	$T_{шт}$
			$t_{уст.}$	$t_{упр.}$	$t_{вим.}$		$T_{техн.}$ обслугов..	$T_{орг.обслуг.}$		
005.	Токарно-гвинтор.	0.95	0.12	0.08	0.11	1.26	0.03	0.03	0.08	1.4
		0.84	0.1	0.09	0.1	1.13	0.06	0.03	0.02	1.24
		0.64	0.06	0.06	0.12	0.88	0.05	0.05	0.06	1.04
		0.14	0.14	0.18	0.16	0.62	0.08	0.07	0.07	0.84
		0.95	0.12	0.08	0.11	1.26	0.05	0.03	0.06	1.4
		1.15	0.06	0.07	0.04	1.32	0.02	0.03	0.03	1.4
		0.14	0.23	0.14	0.21	0.72	0.05	0.03	0.04	0.84
		0.1	0.22	0.28	0.21	0.81	0.03	0.02	0.04	0.9
		0.15	0.06	0.03	0.06	0.3	0.04	0.03	0.03	0.4
010.	Довбальна	1.8	0.14	0.12	0.08	2.24	0.05	0.06	0.07	2.44

$$\eta_0 = \frac{5,85}{6,42} \cdot 100 = 91\% \text{ токарно гвинторізна операція,}$$

$$\eta_0^{010} = \frac{1,8}{2,44} \cdot 100 = 73\% \text{ довбальна операція.}$$

що покажемо на рисунку 3.5

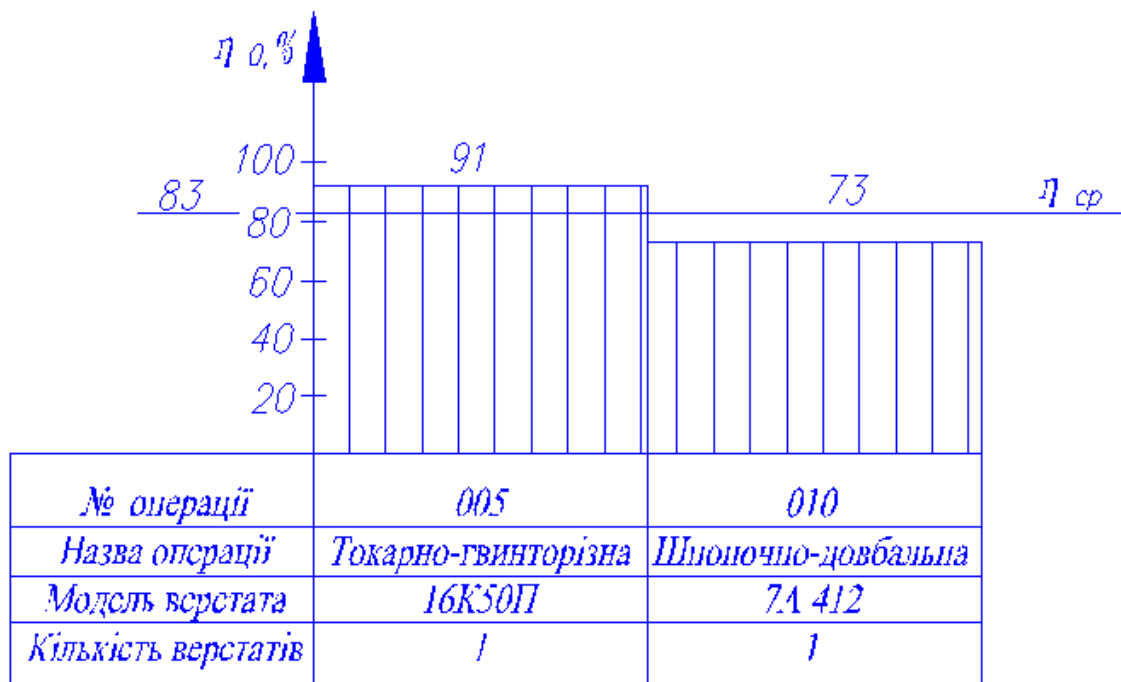


Рисунок 3.5. Графік завантаження обладнання по основному часу

Коефіцієнт використання обладнання за його потужністю:

$$\eta_n = \frac{N_{on}}{N_{верст}}$$

де N_{on} - потужність на операції, Вт;

$N_{верст}$ - потужність електродв.верстата, Вт.

Отримаємо:

$$\eta_n^{005} = \frac{8,6 \cdot 100}{22} = 40\% \text{ токарно-гвинторізна;}$$

$$\eta_n^{010} = \frac{5,8 \cdot 100}{18,5} = 32,3\% \text{ довбальна,}$$

ці дені відображені на рисунку 3.6.

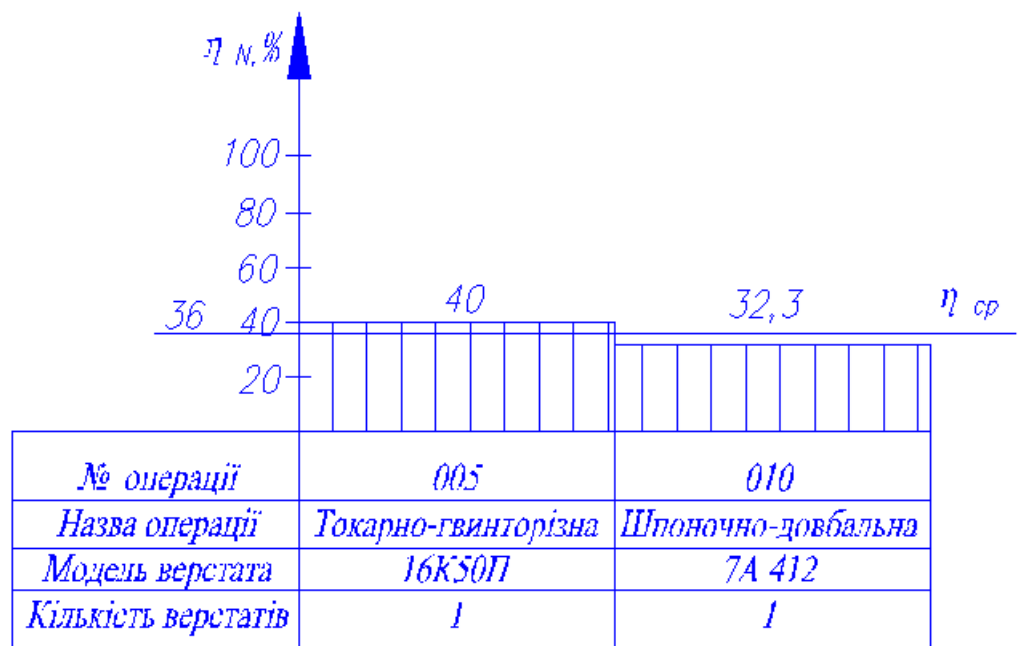


Рисунок 3.6. Графік використання обладнання за його потужністю

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при експлуатації та ремонті зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

Ефективна та безпечна експлуатація зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 є важливою умовою забезпечення безперебійної роботи зернопереробного підприємства. Під час монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту обладнання на працівників можуть впливати різноманітні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які здатні призвести до виробничого травматизму, професійних захворювань або аварійних ситуацій.

До основних небезпечних виробничих факторів належать:

- рухомі частини машин і механізмів (приводні ремені, шківи, муфти, вали, вібраційний механізм);
- можливість захоплення одягу або частин тіла обертовими деталями;
- падіння інструменту або деталей під час монтажних і ремонтних робіт;
- ураження електричним струмом при обслуговуванні електродвигунів та електрообладнання;
- небезпека падіння працівників під час виконання робіт на висоті;
- можливість травмування вантажопідіймальними механізмами під час транспортування та монтажу обладнання.

До шкідливих виробничих факторів відносяться:

- підвищений рівень шуму від роботи вентилятора, приводу та вібраційного механізму;
- виробнича вібрація;
- запиленість повітря робочої зони зерновим пилом;
- недостатня або нерівномірна освітленість робочих місць;

					КРБ 141.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лім.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Дармограй В.О.						
Консульт.		Кравець О.І.						
Н. контр.		Кравець О.І.				ТНТУ, ФМТ, МО-41		
Затверд.		Пилипець О.М.						

- несприятливі параметри мікроклімату виробничих приміщень;
- підвищене фізичне навантаження під час виконання ремонтних операцій.

Особливу небезпеку становить зерновий пил, який не тільки негативно впливає на органи дихання працівників, але й за певних концентрацій може утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні суміші.

Для зниження рівня професійних ризиків необхідно забезпечувати справний технічний стан обладнання, своєчасне проведення технічного обслуговування та суворе дотримання вимог охорони праці.

4.2 Вимоги безпеки під час експлуатації зерноочисного сепаратора А1-БМС-6

До роботи із зерноочисним сепаратором допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та перевірку знань з питань безпечної експлуатації обладнання.

Перед запуском сепаратора оператор повинен:

- перевірити справність захисних огорожень;
- переконатися у відсутності сторонніх предметів у робочій зоні;
- перевірити надійність кріплення вузлів та механізмів;
- оглянути стан електрообладнання;
- перевірити справність систем аспірації та пиловидалення.

Під час роботи обладнання забороняється:

- відкривати захисні кожухи та огороження;
- виконувати очищення або ремонт рухомих механізмів;
- торкатися обертових деталей;
- залишати працююче обладнання без нагляду;
- усувати несправності без повної зупинки сепаратора.

У випадку появи стороннього шуму, підвищеної вібрації, перегрівання підшипників або інших ознак несправності обладнання необхідно негайно зупинити сепаратор та повідомити відповідальну особу.

Перед початком ремонту необхідно повністю зупинити обладнання та відключити його від електричної мережі. На пускових пристроях вивішують попереджувальні плакати:

«Не вмикати! Працюють люди»

Під час проведення ремонтних робіт необхідно:

- застосовувати справний інструмент;
- користуватися засобами індивідуального захисту;
- використовувати вантажопідіймальні механізми відповідної вантажопідйомності;
- забезпечувати надійне стропування деталей та вузлів;
- підтримувати чистоту робочого місця.

При виконанні зварювальних робіт слід використовувати захисний щиток, спецодяг, рукавиці та дотримуватися вимог пожежної безпеки.

Під час демонтажу шківів, муфт та інших деталей забороняється застосовувати удари, які можуть викликати пошкодження обладнання або травмування працівників.

Після завершення ремонту необхідно провести контрольне складання, перевірку надійності кріплень, пробний запуск обладнання та оформити відповідну технічну документацію.

Зерноочисний сепаратор А1-БМС-6 приводиться в дію електродвигуном, тому особливу увагу необхідно приділяти заходам електробезпеки.

Для запобігання ураженню електричним струмом передбачають:

- захисне заземлення металевих неструмоведучих частин обладнання;
- використання автоматичних вимикачів та пристроїв захисного відключення;
- періодичний контроль опору ізоляції електромережі;
- справний стан електричних кабелів та електроапаратури;
- виконання ремонтних робіт лише після повного зняття напруги.

Усі електромонтажні та ремонтні роботи повинні виконуватися кваліфікованим персоналом, який має відповідну групу допуску з електробезпеки.

Зерновий пил належить до горючих речовин і за певних умов може утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. Тому виробничі приміщення повинні відповідати вимогам пожежної безпеки.

Для запобігання пожежам необхідно:

- регулярно очищати обладнання від пилу;
- підтримувати справність аспіраційних систем;
- не допускати накопичення пилу на обладнанні та будівельних конструкціях;
- контролювати справність електрообладнання;
- забороняти використання відкритого вогню поблизу обладнання.

У виробничих приміщеннях повинні бути встановлені первинні засоби пожежогасіння:

- порошкові вогнегасники;
- вуглекислотні вогнегасники;
- пожежні крани та рукави;
- ящики з піском.

Персонал повинен бути ознайомлений із планом евакуації та порядком дій у разі виникнення пожежі.

4.6 Охорона навколишнього середовища

Під час експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора необхідно мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Основними напрямками природоохоронних заходів є:

- зниження викидів пилу шляхом використання ефективних аспіраційних систем;
- збір та утилізація відходів ремонту;
- запобігання потраплянню мастильних матеріалів у ґрунт і водні об'єкти;

- передача відпрацьованих мастил та металобрухту спеціалізованим підприємствам для подальшої переробки;
- раціональне використання електроенергії та матеріальних ресурсів.

Дотримання зазначених заходів сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки, збереженню здоров'я працівників та забезпечує екологічно безпечну експлуатацію зерноочисного сепаратора А1-БМС-6.

Висновки до розділу

У розділі проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають під час монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6. Визначено основні вимоги з охорони праці, електро- та пожежної безпеки, а також заходи щодо захисту навколишнього середовища. Реалізація запропонованих заходів дозволяє знизити рівень виробничого травматизму, забезпечити безпечні умови праці та підвищити надійність експлуатації обладнання.

Загальні висновки

Виконано аналіз патентних матеріалів і літературних джерел з питань конструкції, монтажу, технічного обслуговування та ремонту зерноочисних машин. На основі проведеного аналізу встановлено основні напрями вдосконалення технологій обслуговування та відновлення обладнання зернопереробної галузі.

Розроблено заходи щодо підготовки сепаратора до монтажу, його транспортування, приймання та зберігання. Обґрунтовано вимоги до монтажного майданчика, способів встановлення обладнання та виконання монтажних операцій із дотриманням вимог безпеки праці.

Досліджено особливості технічної експлуатації зерноочисного сепаратора А1-БМС-6 та розроблено рекомендації щодо організації його технічного обслуговування. Встановлено перелік основних профілактичних заходів, спрямованих на підтримання працездатного стану обладнання та запобігання аварійним відмовам.

Проведено аналіз характерних несправностей і зношувань основних вузлів сепаратора. Визначено, що найбільшому зносу підлягають сита, очисники сит, муфта приводу та шток вібраційного механізму. Розглянуто причини виникнення дефектів та запропоновано способи їх усунення шляхом заміни або відновлення деталей.

Розроблено організаційно-технологічні заходи щодо проведення ремонтних робіт, включаючи порядок розбирання, дефектування, відновлення та складання вузлів сепаратора. Обґрунтовано застосування системи планово-попереджувального ремонту як найбільш ефективного способу підтримання високої технічної готовності обладнання.

У технологічній частині роботи виконано розроблення технологічного процесу виготовлення шківів привідного механізму сепаратора. Проведено аналіз конструкції деталі та обґрунтовано вибір матеріалу — сірого чавуну СЧ20. На основі техніко-економічного порівняння способів отримання заготовки встановлено доцільність використання лиття у піщані форми в умовах одиничного виробництва.

Розраховано припуски на механічну обробку, розроблено технологічний маршрут виготовлення шківів, визначено режими різання для основних операцій механічної обробки та виконано технічне нормування технологічного процесу. Результати розрахунків підтвердили можливість виконання обробки на токарно-гвинторізному верстаті 16К50П із забезпеченням необхідної точності та якості поверхонь.

Виконані розрахунки та розроблені технологічні рішення дозволяють забезпечити якісне виконання монтажу, експлуатації та ремонту зерноочисного сепаратора А1-БМС-6, підвищити його надійність, скоротити тривалість простоїв під час ремонту та знизити витрати на технічне обслуговування.

Таким чином, поставлена мета кваліфікаційної роботи досягнута, а всі визначені завдання виконані в повному обсязі.

Перелік посилань

1. Голик М. В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв : підручник. – Київ : ІНК ОС, 2007. – 448 с.
2. Паламарчук І. П., Ярошенко Л. В. Машини та обладнання переробних виробництв. – Вінниця : Нова Книга, 2007. – 576 с.
3. Остріков О. М. Технологічне обладнання зернопереробних підприємств. – Київ : Кондор, 2015. – 720 с.
4. Гевко І. Б. Машини сільськогосподарського виробництва. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2018. – 368 с.
5. Тищенко Л. М., Ольшанський В. П., Ольшанський С. В. Вібраційні машини та процеси в агропромисловому виробництві. – Харків : Міськдрук, 2013. – 444 с.
6. Машини для очищення та сортування зерна / за ред. В. І. Гулого. – Київ : Урожай, 2009. – 312 с.
7. Пат. 73376 Україна, МПК В07В 1/00. Зерновий сепаратор / Малюта С. І., Рогач Ю. П.; заявник і патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет. – № u201203516 ; заявл. 23.03.2012 ; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18.
8. Пат. 94223 Україна, МПК В07В 1/28. Амортизатор коливань ситових корпусів сепаратора зерна / Клевцова Т. О., Васильковський О. М.; заявник і патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. – № u201405155 ; заявл. 14.05.2014 ; опубл. 27.10.2014, Бюл. № 20.
9. Пат. 101096 Україна, МПК В07В 1/46. Сепаратор зерна / Васильковський О. М., Науменко О. А. – № u201503721 ; заявл. 17.04.2015 ; опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18.

10. Пат. 105640 Україна, МПК В07В 1/46. Сепаратор зерна / Васильковський О. М., Науменко О. А. – № u201509821 ; заявл. 09.10.2015 ; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6.

11. Пат. 74642 Україна, МПК В07В 4/08. Інерційний повітряно-решітний сепаратор / Васильковський О. М., Ковбаса В. П. – № u201204533 ; заявл. 12.04.2012 ; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21.

12. Пат. 92045 Україна, МПК В07В 1/22. Сепаратор обчисаного вороху зернових культур / Леженкін І. О. – № u201403947 ; заявл. 16.04.2014 ; опубл. 11.08.2014, Бюл. № 15.

13. Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “, 2021. - с.13

14. Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.

15. Вітенько Т., Ворошук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 52 с.

16. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.

17. Kravets, O., Shynkaryk, M., & Kravets, V. (2024). Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 114(2), 111-118.

18. Shynkaryk, M., Kravets, O., & Venhrynovych, S. (2021). Features of pressing the juice from viburnum berries. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 101(1), 94-101.

19. Shynkaryk, M., Kravets, O., Papernyak, R., & Lukiyanchuk, B. (2026). Determining the influence of equipment used in modern cottage cheese production lines on the quantitative and dispersed composition of cheese dust. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(11 (139)), 14.

20. Шинкарик М. М., Кравець О. І. Енергетичні втрати та екологічні наслідки роботи теплотехнічних систем // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. № 1 (26) С.70-76.

21. Кравець О.І. Дослідження компресійно-фільтраційних властивостей казеїну-сирцю / О.І. Кравець, М.М. Шинкарик, В.І. Кравець, М.А. Стадницький // Таврійський науковий вісник. Технічні науки. №.4, 2024. С. 227-237

22. Паперняк Р.В. Комплексний підхід до оцінки машинно-апаратного забезпечення виробництва сиру кисломолочного/ Р.В. Паперняк, М.М. Шинкарик, О.І. Кравець, Б.Я. Лукіяничук // Таврійський науковий вісник. Технічні науки. №.5, 2024. С. 214-224

23. Кравець В.І. Вплив пористості казеїну на процес його компресійно-фільтраційного сушіння / В.І. Кравець, М.А. Стадницький, М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // мат. Міжнародної науково-практичної конференції: «Біотехнології продовольчих продуктів: проблеми і перспективи» 10 грудня 2024 р. м. Київ : ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод». 2024. С.41-44.

24. Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “, 2021. - с.13

25. Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the

impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.

26. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. Посіб. Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, І. Б. Гевко. Тернопіль : – Тернопіль: ТНТУ, 2016. 152 с.