

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра механічної та електричної інженерії

Пояснювальна записка

*до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
бакалавр*

на тему: «Розрахунок та проектування конструктивних елементів машини для
подрібнення зерна»

КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
*«Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва»*
спеціальності 133 *«Галузеве
машинобудування»*
ступеня вищої освіти *бакалавр*
групи 133ГМбд_42
ЯСТРЕБА Андрій

Керівник: канд. техн. наук, доцент
ЛЕВЧЕНКО Юлія

Полтава – 2026 року

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра механічної та електричної інженерії

Освітньо-професійна програма «*Машини та обладнання
сільськогосподарського виробництва*»

Спеціальність 133 «*Галузеве машинобудування*»
Ступінь вищої освіти *бакалавр*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
механічної та електричної
інженерії,
канд. техн. наук, доцент,
_____ Станіслав ПОПОВ
03 грудня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Андрія ЯСТРЕБИ

1 Тема роботи: «*Розрахунок та проектування конструктивних елементів машини для подрібнення зерна*»

керівник роботи ***канд. техн. наук, доцент ЛЕВЧЕНКО Юлія,***
затверджено засіданням кафедри, протокол №9 від 03 грудня 2025 р.

2 Строк подання здобувачем вищої освіти роботи – до 31 травня 2026 р.

3 Вихідні дані до роботи – *продуктивність дробарки – 6т/год; витрата електричної енергії складає 10кВт на 1 т*

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

Розділ 1. *Загальний*

Розділ 2. *Технологічний*

Розділ 3. *Конструкторський*

Розділ 4. *Економіка, охорона праці та навколишнього середовища*

5 Перелік графічного матеріалу: *складальний кресленник вузла, що виноситься на розгляд; кресленник деталі вузла; кресленник заготовки деталі вузла; складальний кресленник затискного пристосування.*

6 Консультанти розділів *кваліфікаційної роботи*

Розділ	Власне ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
Економіка, охорона праці та навколишнього середовища	Інна МИКОЛЕНКО, професор кафедри економіки та публічного управління		
	Володимир ДУДНИК, доцент кафедри механічної та електричної інженерії		
	Павло ПИСАРЕНКО, завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля		

7 Дата видачі завдання 03 грудня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п.	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір, затвердження теми роботи	До 03.12.2025 р.	
2	Складання, затвердження розгорнутого плану, завдання на кваліфікаційну роботу	15.12-28.12.2025 р.	
3	Опрацювання літературних джерел		
4	Збір, вивчення, обробка інформації, необхідної для виконання роботи		
5	Виконання розділів роботи, графічної частини	04.05-31.05.2026 р.	
6	Оформлення тексту роботи		
7	Попередній захист роботи на кафедрі	До 31.05.2026 р.	
8	Нормалізаційний контроль		
9	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень і пропозицій		
10	Захист кваліфікаційної роботи	3 01.06.2026 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Андрій ЯСТРЕБА

(підпис)

Керівник роботи _____ Юлія ЛЕВЧЕНКО

(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 4 розділи, 1 додаток, 8 рисунків, 4 таблиці, 21 використане джерело, 73 сторінки.

Об'єкт розробки – машина для подрібнення зерна продуктивністю 6 т/год.

Предмет розробки – конструктивні елементи, технологічні параметри та режими роботи машини для подрібнення зерна.

Постановка актуальної технічної задачі – провести аналіз існуючих конструкцій обладнання для подрібнення зерна, дослідити особливості технологічного процесу дроблення зернової сировини, виконати розрахунок основних конструктивних елементів машини, обґрунтувати її режимні параметри та забезпечити відповідність обладнання вимогам продуктивності, надійності та безпечної експлуатації. Також необхідно проаналізувати питання охорони праці, екологічної безпеки та економічної ефективності впровадження запроєктованого обладнання.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра – виконати розрахунок та проектування конструктивних елементів машини для подрібнення зерна, визначити її основні технологічні параметри та обґрунтувати раціональні режими роботи.

У загальному розділі наведено характеристику процесу подрібнення зернової сировини, виконано аналіз сучасних конструкцій дробильного обладнання, обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання та практичне значення роботи.

У технологічному розділі розглянуто технологічну схему виробництва комбікормів, описано конструкції молоткових дробарок, наведено особливості їх експлуатації, монтажу та технічного обслуговування.

У конструкторському розділі виконано енергетичний, конструктивний та кінематичний розрахунки машини для подрібнення зерна, визначено основні параметри приводу, ротора, вала, молотків та інших конструктивних елементів, а також обґрунтовано режими роботи обладнання.

У розділі економіки, охорони праці та навколишнього середовища розглянуто питання безпечної експлуатації обладнання, проаналізовано екологічні аспекти

виробництва, а також визначено економічну доцільність використання запроєктованої машини.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – результати розрахунків і запропоновані конструктивні рішення можуть бути використані під час проєктування та модернізації обладнання для подрібнення зерна на комбікормових і зернопереробних підприємствах.

Сфера застосування результатів роботи – підприємства комбікормової промисловості, зернопереробні підприємства, виробництво машин і обладнання для агропромислового комплексу.

Графічна частина проєкту становить 4 аркуші формату А1.

Результат перевірки тексту пояснювальної записки на плагіат за допомогою сервісу Strike Plagiarism: унікальність тексту – 88,8 %.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розрахунку та проєктуванню конструктивних елементів машини для подрібнення зерна продуктивністю 6 т/год. У роботі проведено аналіз існуючих конструкцій молоткових дробарок, досліджено особливості технологічного процесу подрібнення зернової сировини та виконано розрахунок основних параметрів обладнання.

У процесі проєктування визначено конструктивні характеристики ротора, вала, молотків, приводу та інших елементів машини, а також обґрунтовано режими роботи, які забезпечують ефективне подрібнення зерна та отримання продукту необхідної крупності. Розглянуто питання монтажу, ремонту, технічного обслуговування та безпечної експлуатації обладнання.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці, захисту навколишнього середовища та економічної ефективності використання запроєктованої машини в умовах комбікормового виробництва.

МАШИНА ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА, МОЛОТКОВА ДРОБАРКА, РОТОР, ВАЛ, МОЛОТКИ, ПРИВІД, ЕЛЕКТРОДВИГУН, РЕДУКТОР, КОМБІКОРМОВЕ ВИРОБНИЦТВО, ОХОРОНА ПРАЦІ.

ANNOTATION

The bachelor's qualification work is devoted to the calculation and design of structural elements of a grain grinding machine with a capacity of 6 t/h. The paper analyzes existing hammer crusher designs, investigates the technological process of grain grinding and determines the main design and operating parameters of the equipment.

The design process included the calculation of the rotor, shaft, hammers, drive system and other machine components. Rational operating modes ensuring efficient grain grinding and obtaining the required particle size were substantiated. Particular attention was paid to the issues of installation, maintenance, repair and safe operation of the equipment.

The work also considers occupational safety requirements, environmental protection measures and the economic efficiency of implementing the designed machine in compound feed production.

GRAIN GRINDING MACHINE, HAMMER CRUSHER, ROTOR, SHAFT, HAMMERS, DRIVE, ELECTRIC MOTOR, REDUCER, COMPOUND FEED PRODUCTION, OCCUPATIONAL SAFETY.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1.ЗАГАЛЬНИЙ.....	9
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	12
2.1 Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання. Правила експлуатації.....	12
2.2 Ремонт і монтаж обладнання.....	24
2.3 Технологічний розрахунок.....	29
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ.....	32
3.1 Енергетичний розрахунок.....	32
3.2 Конструктивний розрахунок.....	37
3.3 Кінематичний розрахунок.....	50
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	57
4.1. Заходи щодо безпечної експлуатації обладнання.....	57
4.2. Охорона навколишнього середовища.....	62
4.3. Розрахунок економічної ефективності від провадження діяльності.....	68
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ПОСИЛАНЬ.....	76

ВСТУП

У сучасних умовах надзвичайно важливим напрямом державної політики є зміцнення економічного потенціалу країни та створення передумов для її стабільного розвитку. Для досягнення цієї мети необхідно забезпечити ефективне використання внутрішніх ресурсів, збільшення надходжень до бюджетів усіх рівнів, створення нових робочих місць, підвищення добробуту населення, відновлення виробничої діяльності підприємств, зменшення частки тіньової економіки та розширення можливостей експорту української продукції. Важлива роль у реалізації цих завдань належить аграрному сектору, який є одним із провідних напрямів економічної діяльності та суттєво впливає на продовольчу безпеку держави. Водночас формування стратегії подальшого розвитку агропромислового комплексу потребує врахування сучасних ризиків і загроз, рівень впливу яких відрізняється залежно від регіону. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває дослідження регіональних особливостей аграрного виробництва та визначення найбільш перспективних напрямів його розвитку в найближчій перспективі.

Проблематика ефективного функціонування аграрної галузі була актуальною ще до початку повномасштабних воєнних дій. Дослідження вітчизняних науковців охоплювали широкий спектр питань, пов'язаних із діяльністю підприємств аграрного сектору та шляхами підвищення ефективності їх функціонування.

Високий рівень конкуренції змушує власників підприємств постійно вдосконалювати виробничі процеси шляхом впровадження сучасного обладнання, новітніх технологій, оптимізації виробничих структур та застосування ефективних методів господарювання.

Особливої актуальності набувають заходи, спрямовані на модернізацію та розширення основних виробничих фондів підприємств післязбиральної обробки і зберігання зерна. Реалізація таких заходів є необхідною умовою забезпечення

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конкуреноспроможності галузі та її подальшого розвитку в сучасних економічних умовах.

Одним із важливих напрямів технічного розвитку елеваторної промисловості є будівництво металевих силосів. Такі споруди використовуються як у складі зерноперевантажувальних комплексів і елеваторів, так і як окремі зерносховища або мініелеватори фермерських господарств. Їх застосування дозволяє розширювати виробничі потужності підприємств та підвищувати ефективність зберігання зернової продукції.

Метою кваліфікаційної роботи є виконання розрахунку та проєктування конструктивних елементів машини для подрібнення зерна, визначення її основних технологічних і конструктивних параметрів, а також обґрунтування ефективних режимів роботи обладнання.

Предметом дослідження є конструктивні елементи та технологічні параметри машини для подрібнення зерна.

Об'єктом дослідження є процес подрібнення зернової сировини та обладнання, що використовується для його здійснення.

Для досягнення поставленої мети в кваліфікаційній роботі передбачено виконання таких завдань:

1. Провести аналіз науково-технічної літератури та сучасних конструкцій машин для подрібнення зерна.
2. Дослідити особливості технологічного процесу подрібнення зернової сировини та чинники, що впливають на його ефективність.
3. Виконати розрахунок основних конструктивних елементів машини для подрібнення зерна та обґрунтувати їх параметри.
4. Визначити раціональні режими роботи обладнання для забезпечення необхідної продуктивності та якості подрібнення.
5. Проаналізувати вимоги охорони праці та безпеки під час експлуатації обладнання на зернопереробних підприємствах.
6. Оцінити економічну доцільність використання спроектованої машини та визначити показники ефективності її впровадження.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Операції подрібнення окремих компонентів належать до основних технологічних процесів виробництва комбікормової продукції. Від ступеня подрібнення сировини та однорідності отриманих частинок значною мірою залежить ефективність засвоєння поживних речовин організмом тварин. Крім того, належна крупність компонентів забезпечує якісне та рівномірне перемішування кормових сумішей у змішувальному обладнанні.

Сутність процесу подрібнення полягає у руйнуванні вихідного матеріалу на дрібніші частинки під впливом механічних навантажень. У молоткових дробарках цей процес відбувається внаслідок ударної дії, зламу та стирання матеріалу робочими органами машини. Під час проходження через робочу камеру сировина розділяється на окремі фракції різного розміру. Для досягнення необхідних технологічних показників параметри роботи дробарки та конструктивні елементи, зокрема молотки, сита і деки, підбирають з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалу, що переробляється.

Зернова сировина, яка надходить у дробильну камеру, спочатку зазнає дії молотків ротора, а також багаторазово вдаряється об поверхню деки. Подальше руйнування частинок відбувається в зоні між ротором та ситом під дією ударних навантажень і сил тертя, що виникають між продуктом, молотками та ситовою поверхнею. Частинки, розміри яких не перевищують діаметр отворів сита, проходять крізь нього та видаляються з машини транспортуючими пристроями. Більші за розміром частинки залишаються в робочій зоні та продовжують піддаватися подрібненню до досягнення необхідної крупності.

Важливість правильного ведення процесу дроблення пояснюється також значними витратами електроенергії на його здійснення. На підприємствах комбікормової галузі на подрібнення сировини припадає до 70 % загального енергоспоживання технологічного процесу. У зв'язку з цим особливого значення

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

набуває раціональний вибір типу обладнання, а також оптимізація його завантажувальних і кінематичних параметрів.

Саме тому на комбікормових підприємствах, де основною сировиною є зернові культури, значна увага приділяється організації роботи лінії подрібнення та вибору ефективних дробильних установок.

У сучасному комбікормовому виробництві найбільшого поширення набули молоткові дробарки різних конструктивних виконань, які забезпечують ефективне подрібнення зернової сировини та характеризуються високою продуктивністю. Вибір конкретної конструкції залежить від продуктивності підприємства, виду сировини, вимог до якості помелу та енергетичних показників обладнання.

Порівняльний аналіз існуючих моделей молоткових дробарок свідчить, що сучасні конструкції відрізняються удосконаленими робочими органами, покращеною системою подачі матеріалу та більш ефективним використанням енергії. Завдяки цьому забезпечується підвищення продуктивності обладнання, зниження питомих витрат електроенергії та покращення якості готового продукту.

Серед основних переваг сучасних дробарок можна виділити простоту конструкції, надійність експлуатації, зручність технічного обслуговування та можливість роботи з різними видами зернової сировини. Використання раціональних конструктивних рішень дозволяє підвищити ефективність виробничого процесу та зменшити експлуатаційні витрати підприємства.

Проведені розрахунки підтверджують, що впровадження вдосконалених конструктивних елементів машини для подрібнення зерна забезпечує підвищення продуктивності обладнання, покращення технологічних показників процесу подрібнення та отримання позитивного економічного ефекту.

Технологічні схеми виробництва комбікормів можуть відрізнятися залежно від рецептури продукції, способу підготовки компонентів та особливостей технологічного обладнання. У виробничій практиці найбільш поширеними є три основні схеми організації процесу подрібнення та дозування сировини.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перша схема передбачає попереднє дозування зернових компонентів із подальшим їх спільним подрібненням у дробарці.

За другою схемою кожен компонент подрібнюється окремо, після чого здійснюється його дозування відповідно до встановленої рецептури комбікорму.

Третя схема базується на попередньому дозуванні окремих видів сировини з наступним їх подрібненням та змішуванням. Додаткові компоненти, такі як шроти, премікси, кормові добавки та мікроінгредієнти, дозуються окремо. Після цього окремі групи компонентів змішуються між собою та надходять до основного змішувача для формування готового комбікорму необхідного складу.

Для забезпечення необхідної продуктивності комбікормового виробництва було обрано молоткову дробарку продуктивністю 6 т/год. Даний тип обладнання характеризується простотою конструкції, надійністю в експлуатації та можливістю ефективного подрібнення різних видів зернової сировини.

Отже, у виробництві комбікормів можуть використовуватися різні технологічні схеми підготовки сировини. Найбільш поширеними є схеми зі спільним подрібненням попередньо дозованих компонентів, окремим подрібненням кожного виду сировини та комбіновані схеми, які поєднують подрібнення, дозування та змішування окремих груп компонентів. Вибір конкретної схеми визначається рецептурою комбікорму, продуктивністю підприємства та особливостями технологічного обладнання.

Технологічна схема виробництва комбікормів наведена на аркуші 1. Вона включає операції приймання, очищення, зберігання, подрібнення, дозування, змішування та відвантаження готової продукції.

Зернова сировина надходить на підприємство через приймальні пристрої (22.1, 22.2) та транспортним обладнанням подається до бункерів оперативного зберігання (5). Для розподілу матеріалу між бункерами використовуються норії (11, 12, 13, 14), ланцюгові конвеєри (29, 30, 31, 32, 33) та розподільні пристрої.

Із бункерів зберігання зерно через випускні пристрої надходить до вагового бункера (6), де здійснюється його зважування відповідно до рецептури

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ					

комбікорму. Після цього сировина спрямовується до бункера наддобрарного зберігання (7).

Перед подрібненням зерно проходить очищення від металоманітних домішок у магнітному сепараторі (8.1) та контрольному магнітному пристрої (8.2). Очищена сировина подається до молоткових дробарок (10.1, 10.2), де відбувається її подрібнення до необхідної крупності. Подрібнений продукт транспортерами (4.3, 4.4) подається до бункерів проміжного зберігання (11).

Білкові компоненти, шрот та інша сировина надходять окремим технологічним потоком через приймальні пристрої та за допомогою норії (13) подаються до бункерів зберігання (21). Після накопичення вони транспортуються до системи дозування.

Дозування компонентів здійснюється у бункерах-дозаторах (18). Для забезпечення необхідної точності рецептури використовуються вагові дозатори (19). Одночасно можуть дозуватися зернові компоненти, білкова сировина, мінеральні добавки та премікси.

Після дозування всі компоненти надходять до змішувача (15), де формується однорідна кормова суміш. Для підвищення якості змішування та введення рідких компонентів передбачене додаткове обладнання (16).

Готовий комбікорм подається до бункерів готової продукції (21) та за допомогою транспортного обладнання направляється на відвантаження споживачам. Вивантаження здійснюється через норію (14) і транспортні лінії (38).

Відходи очищення зерна та аспіраційні домішки збираються в аспіраційній системі підприємства, яка включає фільтри (17), циклони та повітропроводи. Очищене повітря виводиться в атмосферу, а зібрані відходи направляються до спеціальних бункерів для подальшої утилізації або використання.

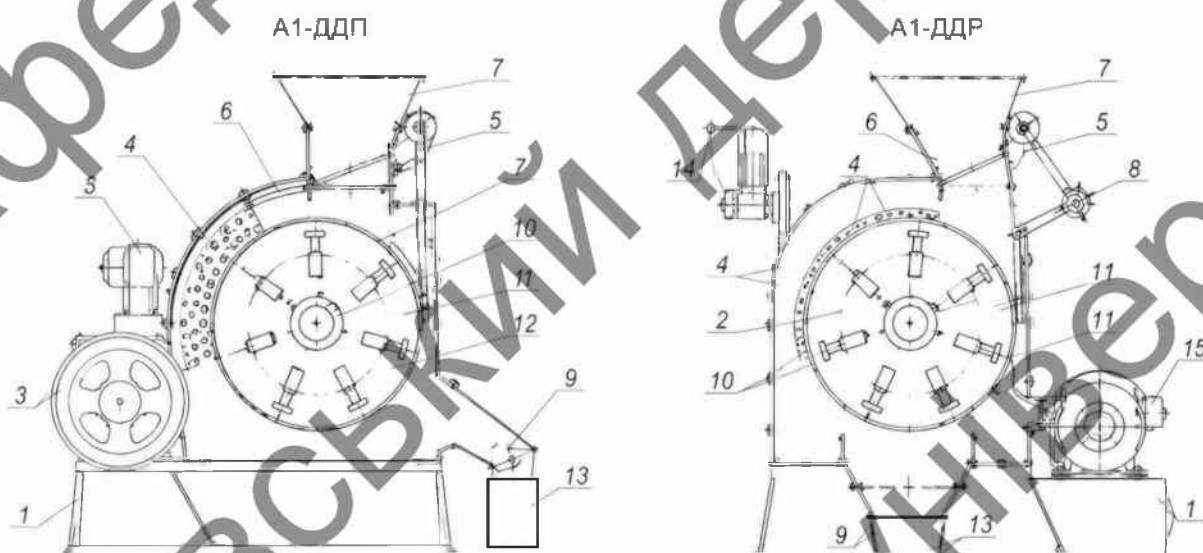
Запропонована технологічна схема забезпечує безперервність виробничого процесу, точність дозування компонентів, ефективне подрібнення зернової сировини та отримання комбікормів стабільної якості відповідно до заданої рецептури.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Опис існуючих конструкцій та запроєктованого обладнання. Правила експлуатації

Молоткові реверсивні дробарки марок А1-ДДП та А1-ДДР (рисунок 1) призначені для подрібнення зерна злакових і півчастих культур, а також шротів. За своєю конструктивною схемою зазначені машини практично ідентичні та відрізняються між собою переважно габаритними розмірами, кількістю молотків, площею ситової поверхні та окремими технічними параметрами.



1 – станина; 2 – сито; 3 – маховик; 4 – дека; 5 – заслінка; 6 – вісь; 7 – живильник; 8 – ексцентриковий привід лотка; 9 – випускний пристрій із вибухорозрядною трубкою; 10 – молоток; 11 – вал; 12 – ротор; 13 – настка; 14 – привід живильника; 15 – привід ротора дробарки.

Рисунок 1 – Молоткові дробарки А1-ДДП та А1-ДДР:

Конструкція дробарки передбачає наявність двох бічних кришок однакового виконання. Для їх виготовлення використовується листовая сталь завтовшки 10 мм. Через одну з кришок, розташовану зі сторони подачі продукту, встановлюють деку 4, а через протилежну монтуєть сито 2. У нижній частині

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ

Арк.

12

кожної кришки за допомогою шарнірного з'єднання закріплено притискний механізм. Під час відкривання кришки пружини утримують його в крайньому нижньому положенні. При закриванні важелі заходять на регулювальні болти та перекривають місце стику сит або стику між ситом і декою. За допомогою болтів здійснюють налаштування сили притискання, що забезпечує можливість встановлення сит різної товщини.

У кожній кришці розміщено пастки 13, призначені для уловлювання металоманітних включень та інших сторонніх предметів значних розмірів. Для доступу до них передбачені спеціальні дверцята. У дверцятах виконано два видовжені отвори, через які здійснюється підсмоктування повітря в робочу зону машини.

Кронштейни, на яких встановлюються корпуси роликів сферичних підшипників, змонтовані на окремих опорах. На внутрішніх поверхнях торцевих стінок основи розташовані напрямні елементи для встановлення сита 2. Кріплення сита здійснюється двома стрічками в дробарці А1-ДДП та трьома стрічками в дробарці А1-ДДР. Натягування стрічок виконується за допомогою гвинтових механізмів. У нижній частині основи встановлене похиле днище, а також випускний пристрій 9, який забезпечує під'єднання дробарки до матеріалопроводу.

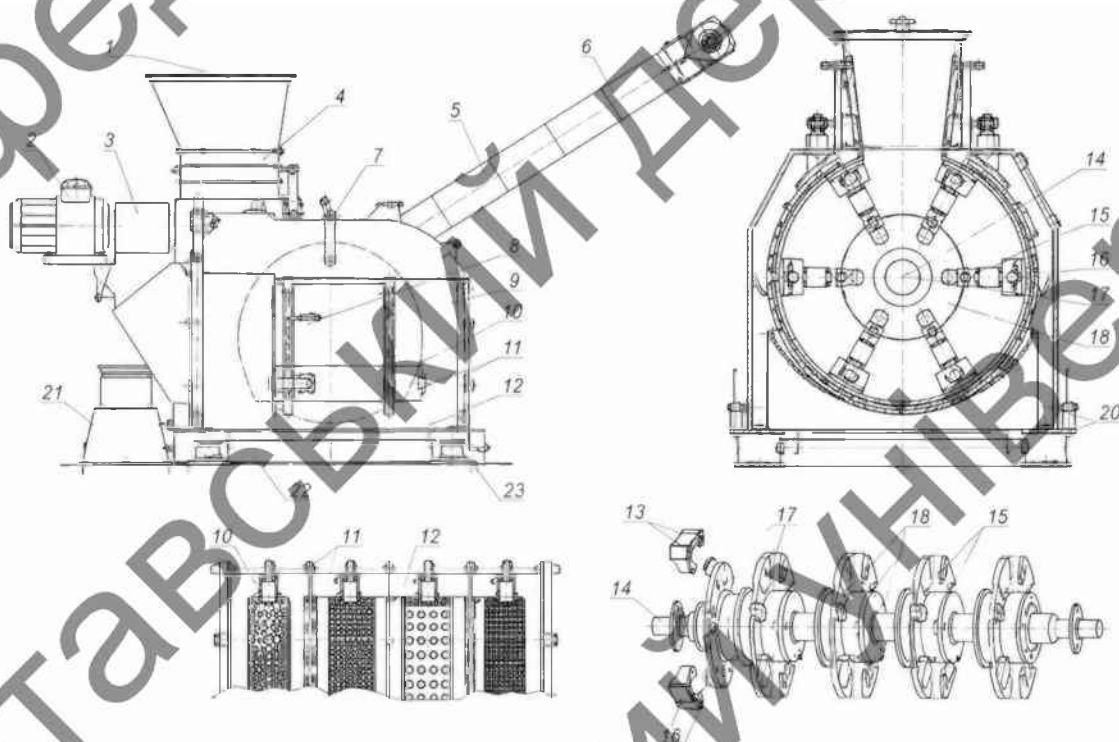
Під живильником 7 змонтована заслінка 5, що має можливість повертатися навколо осі 6 в обох напрямках за допомогою рукоятки керування. Така конструкція дозволяє спрямовувати потік продукту в потрібну сторону залежно від напрямку обертання ротора. На цій самій осі закріплений важіль, який при встановленні заслінки в одне з крайніх положень взаємодіє зі штоком кінцевого вимикача. Завдяки цьому забезпечується блокування положення заслінки відповідно до напрямку обертання ротора 12, що підвищує безпечність експлуатації обладнання.

Основним робочим вузлом дробарки є ротор, до складу якого входять вал 11, комплект дисків та молотки 10. На центральній частині вала встановлені диски, між якими розміщуються розпірні кільця. У дробарці А1-ДДП

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовується 25 дисків, тоді як у моделі А1-ДДР їх кількість становить 37. Така конструкція забезпечує необхідну жорсткість ротора та надійне розміщення робочих органів у процесі експлуатації обладнання.

Молоткові дробарки серії А1-ДМР належать до групи уніфікованого обладнання та використовуються для подрібнення зерна злакових і пливчастих культур, зерен бобових рослин, кукурудзи, різноманітних зернових сумішей, шротів, дрібнокускового жмиху, а також гранульованого трав'яного борошна. Головною особливістю конструкції цих машин є максимальна уніфікація основних вузлів і механізмів. Відмінності між окремими моделями полягають переважно в довжині ротора, площі ситової поверхні та потужності встановленого електропривода.



1 – живильник; 2 – привід живильника; 3 – вибухорозрядна камера; 4 – механізм регулювання подачі сировини; 5 – конвеєр; 6 – магнітний захист; 7 – важелі; 8 – корпус; 9 – ущільнення; 10 – сито-декові блоки; 11 – дверцята; 12 – звукоізоляція; 13 – прижим; 14 – вал ротора; 15 – диски; 16 – несучі осі; 17 – молоток; 18 – ротор (диски з молотками); 19 – ланцюги для притискання сит; 20 – нижнє сито; 21 – бункер; 22 – основа корпусу (станина); 23 – віброізолятори.

Рисунок 2 – Молоткова дробарка А1-ДМР-20:

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним робочим елементом дробарки А1-ДМР-20 (рисунок 2) є молотковий ротор 18. Його основу становить вал 14, на центральній частині якого встановлено диски 15 завтовшки 6 мм. Кількість цих дисків залежить від моделі обладнання: для дробарки А1-ДМР-6 передбачено 10 дисків, для А1-ДМР-12 — 16, а для А1-ДМР-20 — 20 штук. Між основними дисками на осях 16, що виконують функцію опор для молотків, додатково встановлюють по два тонкі диски завтовшки 3 мм. Вони забезпечують розділення молотків та їх правильне розташування під час роботи.

На валу також розміщено два крайні диски товщиною 9 мм, оснащені пристроями для запобігання осьовому зміщенню осей молотків. Між дисками на осях діаметром 26 мм встановлюються молотки 17 розміром 200×60 мм і товщиною 6 мм.

Конструкція одного з крайніх дисків передбачає отвір меншого діаметра, ніж діаметр осі, що забезпечує можливість демонтажу та заміни молотків під час проведення ремонтних робіт. Інший крайній диск складається з двох частин із спеціальними прорізами, між якими розміщений еластичний елемент, закріплений металевими затискачами. У цьому диску також виконано отвір меншого діаметра, ніж діаметр осі. Закріплення осей від поздовжнього переміщення досягається за рахунок натягу, який виникає під час запресовування осей у конічні отвори одного з крайніх дисків.

Основа корпусу дробарки 8 являє собою зварну конструкцію 22, виготовлену зі швелерів. Вона виконує функцію станини та призначена для монтажу основних вузлів машини, зокрема молоткового ротора, електродвигуна та інших механізмів. У нижній частині корпусу передбачено фланець для приєднання бункера 21 до пневмоприймального пристрою.

Корпус дробарки сформований двома боковими стінками з фланцями, які у верхній частині з'єднуються між собою двома стяжками. У нижній зоні кожної стінки виконані прорізи для проходження вала ротора. Для запобігання підсосу повітря та проникненню пилу ці місця ущільнені спеціальними накладками, які

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріпляться болтами. З метою зниження рівня шуму корпус оснащено звукоізоляційними прокладками 12.

Усередині корпусу змонтовані два поворотні сито-декові блоки 10, нижнє сито, два притискні пристрої, що перекривають місця стику нижнього сита 20 з верхнім ситом або декою, два ланцюги 19 для кріплення сит та механізм натягування цих ланцюгів.

До складу кожного сито-декового блока входить каркас із напрямними для верхнього сита та шарнірно закріпленими притискачами. До каркаса за допомогою болтових з'єднань кріпиться змінна дека. На валу одного із сито-декових блоків розташований важіль, який взаємодіє з кінцевим вимикачем та забезпечує переналаштування електричної схеми для роботи дробарки в реверсивному режимі. Крім цього, на валах обох блоків встановлені важелі 7, за допомогою яких здійснюється фіксація сито-декових блоків у робочому положенні шляхом затягування відповідних болтів.

Між собою сито-декові блоки з'єднані системою важелів, що утворює чотириланковий механізм. Конструкція важелів передбачає можливість регулювання їх довжини, що дозволяє забезпечити необхідне притискання блоків до прижимів 13. На валу одного із сито-декових блоків встановлена вилка, яка з'єднана з гвинтовим механізмом. Використання гвинтового приводу спільно з чотириланковою системою забезпечує повертання блоків та їх надійне встановлення в робочих положеннях.

У тому сито-дековому блоці, де сито займає робоче положення, дека виконує функцію похилої направляючої поверхні. По ній продукт, що надходить із живильника, спрямовується в камеру подрібнення у бік робочої деки іншого сито-декового блока.

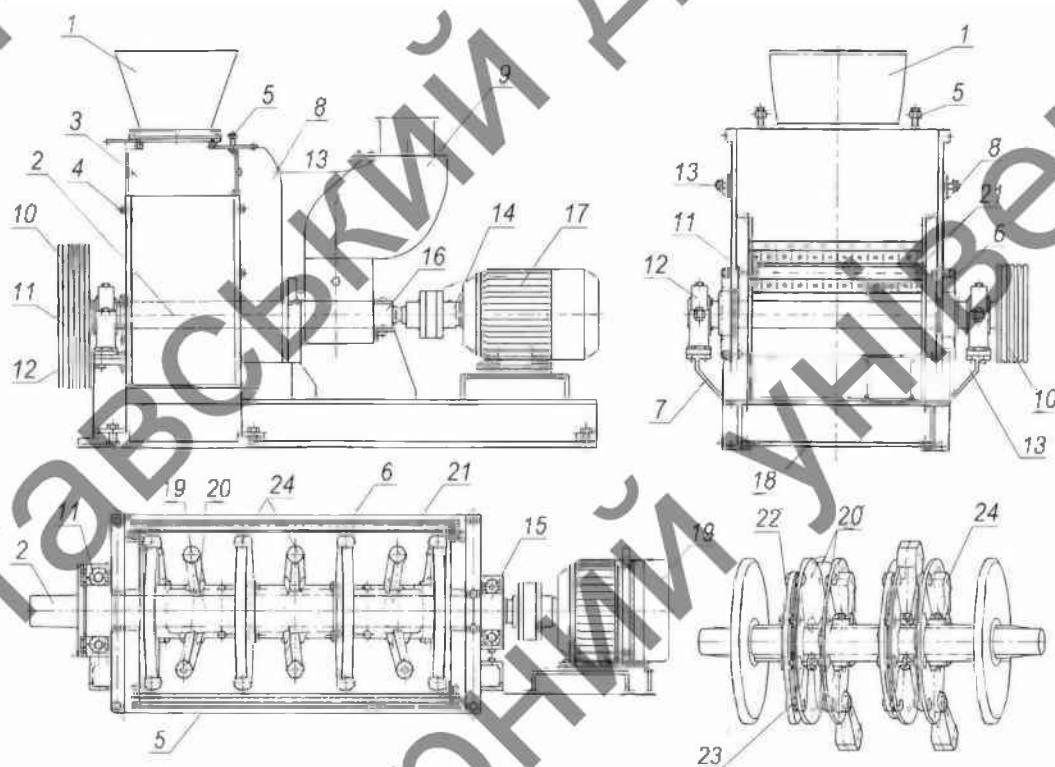
Конструкція дробарки А1-ДМР-6 має певні особливості порівняно з моделлю А1-ДМР-20. У верхній частині її корпусу, який складається з двох взаємозамінних боковин, з'єднаних стяжками, шарнірно встановлені кронштейни для закріплення дек і фіксації додаткового сита в робочому положенні. Один із двох кронштейнів, розташований на кожній боковині,

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

обладнаний рукояткою з фіксатором, що забезпечує зручність повертання дек та їх надійну фіксацію.

Рукоятка взаємодіє з кінцевим вимикачем, який закріплений під нею на боковій стінці корпусу. Завдяки цьому забезпечується правильний вибір напрямку обертання ротора відповідно до положення дек усередині дробарки. Закріплення дек на кронштейнах здійснюється болтовими з'єднаннями. Переведення їх у необхідне робоче положення виконується шляхом повертання рукоятки залежно від заданого напрямку обертання ротора.

Молоткові дробарки типів ДМ та ДДМ призначені для подрібнення зернових компонентів комбікормів і шротів. За функціональним призначенням та будовою основних вузлів ці машини практично не відрізняються між собою. Різниця полягає переважно в їх габаритних розмірах та окремих технічних характеристиках.



1 – живильник; 2 – вал; 3, 4 – деки; 5, 7, 13 – гвинти; 6, 21 – сита; 8 – корпус; 9 – пневмоприймальник; 10 – маховик; 11, 15 – підшипники; 12 – кришка; 14, 17 – електродвигуни; 16 – муфта; 18 – вібраційний лоток; 19 – вал ротора; 20 – ротор; 22 – сталеві стрічки; 23 – диск; 24 – молоток.

Рисунок 3 – Молоткова дробарка ДДМ:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ

Арк.

17

У комбікормовій галузі широке застосування отримала дробарка ДДМ, оснащена двома деками (рисунок 3). До складу її живильника 1 входять приймальний бункер та вібраційний лоток 18 із заслінкою, положення якої регулюється вручну. Живильник встановлюється у верхній частині корпусу та забезпечує рівномірне надходження компонентів комбікорму до робочої камери дробарки.

Приведення живильника в дію здійснюється від електродвигуна 14 через клинопасову передачу, яка передає обертальний рух на ексцентриковий вал 2. У середній частині корпусу на спільній осі розміщені чавунні деки 3 і 4. Їх положення можна змінювати за допомогою гвинта 5, повертаючи деки навколо осі залежно від технологічних вимог.

У нижній зоні корпусу змонтоване сито, положення якого регулюється двома сталевими стрічками 22. З одного боку вони фіксуються вручну, а з іншого натягуються за допомогою гвинтів 7 та маховика 10. Притискання сита 6 до виступів корпусу забезпечується двома кутиками, закріпленими гвинтовими з'єднаннями.

Простір, утворений боковими стінками та кришкою корпусу, виконує функцію пастки для уловлювання дрібного каміння та великих металевих домішок. За допомогою спеціального регулювального гвинта дека може повертатися навколо осі, змінюючи таким чином розмір вхідного отвору пастки. Для очищення від накопичених сторонніх предметів передбачені спеціальні дверцята.

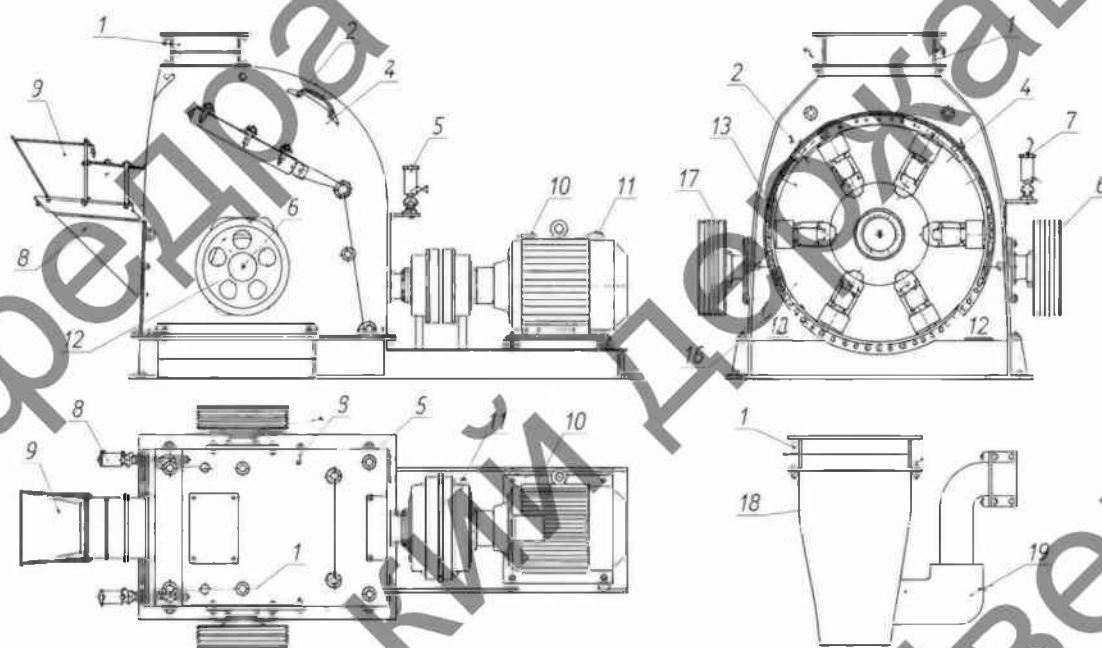
Наявність відкидних кришок забезпечує зручний доступ до внутрішніх вузлів машини, зокрема до ротора 20, дисків 23 з молотками 24 та сит 6 і 21, що значно спрощує проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт.

Ротор дробарки встановлений на валу 19, який спирається на два роликові сферичні підшипники 11 та 15. Передача обертального руху здійснюється від електродвигуна 17 через пружну фрикційну муфту 16. Конструктивно ротор являє собою вал із набором дисків, у спеціальних отворах яких на осях закріплені

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

молотки. Для забезпечення необхідного взаємного розташування дисків між ними встановлюються розпірні втулки.

Розвантажувальний пристрій дробарки виконаний таким чином, що допускає використання як механічного, так і пневматичного способу транспортування продукту після подрібнення. При застосуванні пневмотранспорту до нижньої частини розвантажувального вузла приєднується пневмоприймальник 9, через який продукт надходить у транспортну систему.



1 – кріплення бункера для пневматичного вивантаження; 2 – корпус; 3 – люк; 4 – рухома дека; 5 – механізм регулювання рухомої деки; 6, 14 – маховики; 7 – клапан; 8 – магістний апарат; 9 – живильник; 10 – електродвигун; 11 – варіатор; 12 – нерухома дека; 13 – ротор; 15 – стрічка; 16 – сито; 17 – молоток; 18 – бункер для пневматичного вивантаження; 19 – пневмоприймальник.

Рисунок 4 – Молоткова дробарка ДДО:

Молоткова дробарка ДДО призначена для подрібнення різноманітних зернових компонентів, які використовуються у виробництві комбікормів. До бокових стінок її корпусу приварені кронштейни, на яких встановлюються підшипникові опори вала ротора 13. Вал ротора за допомогою муфти безпосередньо з'єднується з валом електродвигуна (рисунок 4).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ

Арк.

19

У верхній частині корпусу розташований живильник 9. Лопатевий барабан живильника приводиться в рух від електродвигуна 10 через систему передач, до складу якої входять редуктор, варіатор 11 та шків. Для очищення сировини від металоманітних домішок перед подачею до камери подрібнення встановлено магнітний апарат 8, який являє собою блок магнітних підків, розміщених у спеціальному корпусі.

У нижній частині дробарки монтується сито 16, яке складається з двох секцій розміром 225×400 мм кожна. Кріплення ситових секцій здійснюється за допомогою двох сталевих стрічок 15. У верхній зоні корпусу болтовими з'єднаннями закріплюється нерухома ребриста дека 12.

Рухома ребриста дека 4 обладнана механізмом регулювання 5 і може змінювати своє положення відносно осі за допомогою маховиків 6 та 14. Таке регулювання дає можливість встановлювати необхідний розмір клиноподібного зазору між ротором 13, оснащеним молотками 17, та деками. Крім того, відповідний зазор формується між металевими дисками ротора та втулками, які розташовані між ними. Це забезпечує стабільне надходження продукту до робочої зони та ефективне протікання процесу подрібнення.

Для запобігання потраплянню сировини в простір між стінкою корпусу 2 і рухомою декою 4 встановлений спеціальний клапан. Така конструкція сприяє стабільній роботі машини та зменшує ймовірність накопичення продукту в небажаних зонах.

Ротор дробарки має діаметр 500 мм. У кожному його диску виконано по чотири отвори для встановлення осей молотків. На цих осях шарнірно підвішуються молотки, загальна кількість яких становить 128 штук. Під час подрібнення жмиху кількість молотків, що встановлюються на роторі, може бути зменшена вдвічі залежно від технологічних вимог.

Після завершення процесу подрібнення продукт проходить крізь отвори сита та надходить у бункер 18, який оснащений кріпленням 1 для подальшого транспортування. Далі подрібнений матеріал потрапляє до пневмоприймальника

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. У його конструкції передбачений регулювальний клапан, за допомогою якого змінюють кількість повітря, що надходить у систему пневмотранспорту.

У разі використання механічного способу транспортування продукту пневмоприймальник демонтується, а вивантаження здійснюється безпосередньо через розвантажувальний пристрій дробарки.

Дробарка А1-ДМ2Р-22В має таку конструкцію (Аркуш 2).

Корпус (поз. 1) виконаний у вигляді зварної металевої конструкції, яка слугує основою для монтажу всіх основних вузлів і механізмів дробарки.

Кришка (поз. 2) є знімним несучим елементом конструкції. Саме на ній розміщуються основні робочі органи машини.

Основа ротора (поз. 3) складається з трьох дисків, які зварені між собою в єдину конструкцію.

Патрубки завантаження (поз. 4) являють собою систему самопливів, призначених для рівномірного розподілу потоку сировини на два окремі напрямки подачі до дробильної камери.

Дозатор (поз. 6) забезпечує стабільну та рівномірну подачу продукту в робочу зону дробарки, а також сприяє видаленню металоманітних і важких сторонніх домішок. Для регулювання подачі зерна дозатор обладнаний гідравлічною заслінкою (поз. 5).

Основним робочим вузлом дробарки є ротор (поз. 7). Його конструкція включає основу та комплект молотків, які шарнірно встановлені на пальцях ротора.

Двері обслуговування (поз. 8) призначені для доступу до ситового корпусу та молотків. Через них виконуються огляд, технічне обслуговування і заміна робочих органів. Для демонтажу та встановлення сит використовується одна з обслуговуючих дверей.

Вибухорозрядна камера (поз. 9) служить для безпечного відведення надлишкового тиску в аварійних ситуаціях. Вихідний діаметр камери становить 200 мм. До її комплекту входить спеціальна труба для відведення вибухової хвилі.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шахта вивантаження (поз. 10) використовується для відведення подрібненого продукту з робочої камери дробарки.

Робота дробарки здійснюється за такою схемою. Сировина через регульовальну заслінку надходить до дозатора, після чого розділяється на два потоки та через завантажувальні патрубки самопливом подається в дробильну камеру. Подрібнення відбувається під дією молотків ротора. Під час обертання молотки завдають ударів по зерну, притискаючи його до ситової поверхні та дек. У результаті зернівки руйнуються до необхідної крупності. Частинки, розміри яких відповідають отворах сита, проходять через нього та виводяться з дробарки через шахту вивантаження.

До складу електрообладнання входять електродвигун приводу ротора (поз. 12), електродвигун дозатора та три кінцеві вимикачі. Підключення електричних елементів виконується відповідно до рекомендованої схеми, яка постачається разом із дробаркою.

Для запобігання нещасним випадкам під час експлуатації необхідно дотримуватись таких вимог:

- підтримувати дробарку в технічно справному стані та регулярно очищати її від забруднень;
- використовувати під час роботи й технічного обслуговування лише справний інструмент відповідного призначення;
- призначати відповідальних осіб за безпечну експлуатацію та проведення ремонтних робіт;
- перед кожним запуском виконувати зовнішній огляд обладнання.

Категорично забороняється:

- виконувати ремонтні роботи при ввімкненому приводі дробарки;
- проводити ремонт без застосування спеціальних опор та страхувальних пристроїв;
- експлуатувати обладнання з наявними пошкодженнями або несправностями;
- допускати потрапляння металевих предметів у робочу зону дробарки.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед запуском обладнання оператор зобов'язаний перевірити справність заземлення, надійність кріплення захисних огорожень, герметичність з'єднання труби вибухорозрядника та трубопроводу відведення подрібненого продукту, стан аспіраційної системи, а також працездатність електродвигуна.

У процесі роботи необхідно постійно контролювати режими експлуатації дробарки, не допускаючи її перевантаження або роботи з недостатнім навантаженням. У міру зношування молотків слід своєчасно переводити машину на реверсивний режим роботи. Крім цього, потрібно регулярно здійснювати заміну зношених сит та молотків, а також контролювати справність аспіраційної системи.

Очищення дробарки та виконання ремонтних робіт дозволяється проводити лише після відключення головних комутаційних апаратів ручного керування та встановлення попереджувальних плакатів із написом: «Не вмикати — працюють люди!».

Під час обслуговування обладнання, що перебуває в роботі, забороняється:

- працювати без засобів індивідуального захисту;
- торкатися руками, одягом або сторонніми предметами рухомих частин механізмів;
- демонтувати захисні та огорожувальні пристрої;
- спиратися або сідати на огорожі, поручні та захисні кожухи;
- виконувати змащування рухомих вузлів обладнання, якщо для цього не передбачені спеціальні пристрої безпечного дистанційного змащування;
- регулювати механізми під час роботи обладнання;
- використовувати для освітлення відкритий вогонь або переносні світильники напругою понад 12 В.

Експлуатація молоткової дробарки не допускається при наявності дисбалансу ротора, а також у разі відсутності чи несправності аспіраційних відсмоктувачів розвантажувальних пристроїв.

Обслуговуючий персонал повинен уважно стежити за сигналами попередження про небезпеку та суворо дотримуватись вимог особистої безпеки.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання необхідно негайно зупинити у таких випадках:

- виникнення загрози аварійної ситуації або нещасного випадку;
- несправність систем звукової чи світлової сигналізації;
- раптове відключення освітлення виробничого приміщення;
- потрапляння на живильник сторонніх предметів або надмірно великих шматків матеріалу;
- виявлення несправностей, за яких подальша експлуатація обладнання забороняється правилами технічної експлуатації.

У випадку виходу з ладу молоткової дробарки або допоміжного обладнання роботу необхідно негайно припинити та повідомити про несправність майстра або начальника виробничого підрозділу.

2.2 Ремонт і монтаж обладнання

Під час тривалої експлуатації молоткової дробарки найбільш інтенсивному спрацюванню піддаються живильник, сита, деки, ротор із молотками та підшипникові вузли. Для підтримання обладнання у працездатному стані необхідно своєчасно виконувати ремонтні та профілактичні роботи.

Розбирання дробарки починають із від'єднання самопливних труб, через які сировина подається до верхньої кришки корпусу живильника. Після цього демонтують електродвигун і виконавчий механізм повороту заслінки живильника. Далі з корпусу живильника знімають ексцентриковий привід лотка, приймальний патрубок, заслінку та сам лоток.

Наступним етапом відкривають бічні кришки дробарки та розбирають підшипникові вузли ротора. Послаблюють натяг стрічок, викручують натяжні гвинти, після чого з протилежного боку знімають квадратні стержні та опускають їх по напрямних, розташованих на внутрішніх поверхнях торцевих стінок корпусу. Відвівши упор, що перекриває місце стику сит, у нижнє положення, демонтують ситові поверхні. Деку знімають після розбирання кріпильних елементів та виймають через кришку зі сторони подачі продукту.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ремонт живильника виконується з урахуванням характеру зношування його деталей. Найбільшому впливу абразивного потоку зерна піддаються приймальний патрубок, заслінка та робоча поверхня вібрблока. Якщо усунути дефекти шляхом відновлення неможливо, зазначені деталі замінюють новими. Виготовлення окремих елементів допускається безпосередньо в умовах підприємства. Валик і підвіску лотка, вал заслінки, ексцентрик привід із підшипниками та корпус живильника ремонтують відповідно до загальноприйнятих технологій ремонту машин. При значному спрацюванні всіх складових вузлів живильник доцільно замінити повністю.

Особливу увагу приділяють ремонту ротора. Найбільш навантаженими деталями дробарки є молотки, які виготовляють із високоміцної легованої сталі. Їх спрацювання призводить до зниження продуктивності машини, погіршення якості подрібнення, збільшення енерговитрат та появи підвищених вібрацій. Тривалість міжремонтного періоду значною мірою залежить від виду подрібнюваної сировини, продуктивності обладнання, а також конструкції та матеріалу молотків.

На інтенсивність зношування молотків впливають їх форма, геометричні розміри та матеріал виготовлення. Зі збільшенням товщини молотка підвищується його стійкість до спрацювання. З цією метою була запропонована конструкція молотка у вигляді циліндра діаметром 18 мм. Результати випробувань молотків зі сталі марки 25 показали, що лише завдяки зміні форми та розмірів робочої частини їх довговічність зростає в 1,5–1,8 раза.

Практичний досвід свідчить, що інтенсивність зношування молотків залежить також від їх розташування вздовж осі ротора. Найбільшому спрацюванню піддаються крайні ряди. Для досягнення рівномірного зношування кількість молотків у рядах повинна поступово збільшуватися від центру ротора до його країв. У крайніх рядах їх кількість рекомендується збільшувати майже вдвічі порівняно із середніми рядами.

Після використання всіх робочих граней молотки замінюють новими. Під час заміни обов'язково виконують балансування ротора. Для цього набори

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

молотків, розміщені на одній осі, попередньо зважують. Пари комплектів із найближчими значеннями маси встановлюють на діаметрально протилежних несучих осях ротора в одній площині. Такий підхід дозволяє забезпечити рівномірний розподіл мас та зменшити рівень вібрацій.

Диски та несучі осі ротора при значному спрацюванні, як правило, не ремонтують, а замінюють новими. Шийки вала ротора, які втратили номінальні розміри, відновлюють наплавленням із подальшою механічною обробкою на токарному верстаті.

Сита належать до деталей, що швидко зношуються. Тому під час ремонту їх зазвичай демонтують та замінюють новими. Поверхню дека відновлюють наплавленням металу з подальшою механічною обробкою рифлів. За значного спрацювання дека також підлягає заміні.

Перед складанням дробарки обов'язково проводять балансування ротора на двох строго горизонтальних і паралельних ножах. Після завершення балансування та підготовки всіх деталей машину збирають у послідовності, зворотній до процесу розбирання. Корпуси підшипників заповнюють консистентним мастилом УС не більше ніж на половину внутрішнього об'єму, оскільки надлишкова кількість мастила може викликати перегрівання підшипників.

Після завершення ремонту дробарку приймають у роботу лише після перевірки правильності напрямку обертання ротора. Під час випробувань на холостому ходу не повинні спостерігатися сторонні шуми та підвищена вібрація. При роботі під навантаженням подачу продукту здійснюють поступово. Рівномірне та безперервне завантаження позитивно впливає на довговічність обладнання та збільшує міжремонтний період.

Молоткові дробарки надходять від заводу-виробника повністю зібраними, тому під час монтажу не потребують виконання складальних операцій. Основний обсяг монтажних робіт включає транспортування обладнання зі складу до місця встановлення, виконання тягелажних операцій, розпакування, розконсервацію,

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлення на фундамент або металеву опорну конструкцію, закріплення анкерними болтами та проведення випробувань на холостому ході.

Після остаточного вивіряння положення машини та її попереднього або остаточного закріплення виконують підливання бетонної суміші в зазор між фундаментом і опорною частиною обладнання.

Через значні динамічні навантаження дробарки встановлюють на віброізоляційних опорах типу ОВ-31. Якщо обладнання працює у складі системи пневмотранспорту, до вихідного патрубку перед монтажем приєднують пневмоприймальник із дроселем-регулятором.

Практика експлуатації показує, що найінтенсивніше спрацьовується ротор із молотками. Після зношування однієї робочої грані молоток повертають на 180°. Таку операцію можна виконати чотири рази, використовуючи всі робочі грані без порушення балансування ротора. Під час перестановки або заміни молотків ротор обов'язково підлягає повторному балансуванню. Різниця між масами пакетів молотків, встановлених на протилежних осях, не повинна перевищувати 10 г.

У разі спрацювання дисків та несучих осей на величину 0,8–1,2 мм їх замінюють. В окремих випадках допускається відновлення осей наплавленням у середовищі захисних газів із подальшою механічною та термічною обробкою. Твердість поверхні після відновлення повинна становити 40–45 HRC.

Важливими складовими подрібнювальної камери є також решета та деки. Якщо діаметр отворів решета збільшився на 0,3 мм, його замінюють. Пробоїни в решетах усувають шляхом встановлення латок, які приклепують або приварюють.

Для виготовлення дек використовують чавун марки СЧ-18. Основним критерієм оцінки їх стану є висота рифлів. Заміну виконують при спрацюванні рифлів до 1,8–3,0 мм залежно від вимог до якості помелу. У випадку бічного спрацювання рифлів деку переставляють відповідно до напрямку обертання ротора. Пошкоджені деки відновлюють приварюванням заздалегідь виготовлених вставок із подальшою слюсарною обробкою.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До найбільш поширених дефектів вала ротора належать спрацювання посадкових місць під підшипники та напівмуфту, а також зношування шпонкових канавок. Відновлення здійснюють методом електроконтактного приварювання металеві стрічки з наступним шліфуванням поверхні.

Після завершення ремонтних робіт виконують регулювання механізмів та змащування вузлів дробарки. Випробування проводять у два етапи: на холостому ході протягом 30 хвилин за номінальної частоти обертання та під навантаженням упродовж 2 годин. У процесі випробувань обладнання повинно працювати без шумів і вібрацій.

Щоденне технічне обслуговування передбачає перевірку комплектності машини, стану електрообладнання, надійності різьбових з'єднань та справності ущільнювальних манжет.

Після кожних 50 годин роботи контролюють стан молотків, осей, сит і манжет.

Через 500 годин експлуатації перевіряють технічний стан вентилятора, вентиляторного ротора, молотків, осей, сит та електродвигуна.

Після напрацювання 1500 годин виконують заміну мастила в підшипникових вузлах.

Під час роботи дробарки можуть виникати такі несправності: зниження продуктивності, поява неподрібнених зерен у продукті, підвищена вібрація, надмірне нагрівання електродвигуна, переміщення машини по підлозі та невідповідність помелу встановленим вимогам.

Причинами зниження продуктивності можуть бути засмічення ситової поверхні, недостатня інтенсивність транспортування продукту, підвищена вологість сировини понад 18 % або збільшений тиск при подачі матеріалу до змішувача. Для усунення цих недоліків очищують сито, регулюють куточок-регулятор, відкривають кільце-заслінку та очищують аспіраційний вузол змішувача.

Поява неподрібнених зерен найчастіше пов'язана з пошкодженням сита, надмірним діаметром його отворів або недостатньо щільним приляганням

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ситової поверхні до корпусу. У таких випадках сито замінюють або встановлюють сито з меншими отворами та усувають зазори.

Підвищена вібрація може бути наслідком поломки молотків, потрапляння сторонніх предметів, нерівномірного розподілу маси комплектів молотків або використання деталей, що не відповідають конструкторській документації. Усунення несправності передбачає видалення сторонніх предметів і встановлення комплекту молотків, рекомендованого виробником.

Причинами перегрівання електродвигуна можуть бути підвищений тиск при подачі продукту до змішувача, неправильно підібране сито, перекіс фаз за струмом і напругою, відсутність однієї з фаз живлення, некоректне налаштування теплового реле або підвищена вологість сировини. Для усунення несправностей очищують аспіраційну систему, зменшують подачу матеріалу, регулюють заслінки та за необхідності звертаються до енергетичної служби підприємства.

Якщо подрібнений матеріал не відповідає вимогам щодо крупності помелу, необхідно перевірити правильність вибору сита, відповідність кількості молотків вимогам виробника та вологість матеріалу, яка не повинна перевищувати 18 %.

2.3 Технологічний розрахунок

Визначаємо частоту обертання ротора n_p (в об/с), використовуючи формулу продуктивності молоткової дробарки [2, с.168]

$$N_p = \sqrt{\frac{G \times (i-1)}{K \times D_p^2 \times L_p}} \quad (2.1)$$

де G = бт/год – продуктивність дробарки;

i – ступінь подрібнення матеріалу $i=4$;

K – умовний коефіцієнт, величина якого залежить від типу та розмірів отворів ситової поверхні і властивостей матеріалу $K=6$;

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

D_p - діаметр ротора дробарки, м;

L_p - довжина робочої частини ротора, м;

Діаметр ротора дробарки D_p визначаємо за формулою [2, с.168]

$$D_p = 2 \cdot R_d, \quad (2.2)$$

де R_d - радіус диска, м;

$$D_p = 2 \cdot 0,185 = 0,37 \text{ м}$$

Довжину ротора L_p знаходимо за формулою [2, с.168]

$$L_p = \left(\frac{0,32}{0,64} \right) \cdot D_p = 0,4 \cdot 0,37 = 0,148 \text{ м} \quad (2.3)$$

Тоді,

$$n_p = \sqrt{\frac{6 \times (4-1)}{6 \times (0,37)^2 \times 0,148}} = 12,2 \text{ об/с} = 732 \text{ об/хв}$$

З іншої сторони колову швидкість руху молотків визначаємо по закону кількості руху. Закон кількості руху має вигляд [2, с.169]

$$m \cdot (v_2 - v_1) = P \cdot \tau \quad (2.4)$$

де $m = 4 \times 10^{-5} \text{ кг}$ – маса подрібнюваної частини (зерна пше-ниці);

v_2 - швидкість руху частини після удару її молотком, м/с;

v_1 - швидкість руху частини до удару її молотком. Приймаємо $v_1 = 0$;

$P = 118 \text{ Н}$ – середня миттєва сила опору руйнування частини; $\tau = 1,0 \text{ с}$ - тривалість удару.

Звідси,

$$v_2 = \frac{P \cdot \tau}{m} = \frac{118 \times 1 \times 10^{-5}}{4,5 \times 10^{-5}} = 26,2 \text{ м/с}$$

Колова швидкість ротора із закріпленими на ньому молотками, при якій досягається ефект подібнення зерна, визначається по формулі [2, с.169]

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_p = \frac{v_2}{k_y} = \frac{26,2}{0,8} = 32,8 \text{ м/с} \quad (2.5)$$

де $k_y = 0,8$ -коефіцієнт відновлення при несучому ударі;

Частота обертання складе [2, с.169]

$$n = \frac{v_p}{\pi \times D} = \frac{32,8}{3,14 \times 0,37} = 28,2 \text{ с}^{-1} = 1693 \text{ об/хв} \quad (2.6)$$

де $D = 370$ мм-діаметр ротора (згідно технічної характеристики дробарки)

Приймаємо робочу частоту обертання ротора рівну частоті обертання двигуна $n=1500$ об/хв

Розраховуємо швидкохідний стрічковий елеватор з відцентровим розвантаженням:зерна та насипною вагою $\rho = 0,6 \text{ т/м}^3$ [9, с.152] висотою підйому $H = 12$ м, та паспортною продуктивністю 20 т/год.

Для підйому зерна, згідно рекомендації може бути використаний стрічковий елеватор з розставленими глибокими ковшами та швидкохідним розвантаженням ковшів.

Приймаємо швидкість руху стрічки для норії заданої продуктивності $V = 3,0 \text{ м/с}$ [9, с.394]; при завантаженні зерна проти напрямку руху стрічки коефіцієнт заповнення ковша $\psi = 0,7$

А також розраховуємо гвинтовий конвеєр: продуктивністю 20т/год, довжиною $l=5$ м, кутом нахилу конвеєра $\beta=0^\circ$, транспортуючий вантаж – пшениця, насипна маса $700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, густина матеріалу 1350 кг/м^3 .

Для транспортування зерна (пшениці) приймаємо гвинт із суцільною поверхнею, однозахідний.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3
КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

3.1 Енергетичний розрахунок

Витрата електричної енергії складає 10кВт на 1 т. Тоді при продуктивності 6т потужність електродвигуна Р (в кВт) визначаємо за наступною формулою [2, с.169]

$$P = 6 \cdot 10 = 60 \text{ кВт} \quad (3.1)$$

Приймаємо до встановлення електродвигун типу 4А250S4 потужністю 75 кВт, частотою обертання 1500 об/хв.

Розраховуємо лінійні навантаження норії.

Лінійна маса стрічки типу 2 з тканини БКНЛ-65 відповідно до нормативних документів складає: $m_c = 2,55 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$

$$\text{Тоді, } q_c = 9,81 \cdot 2,55 = 25 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad (3.2)$$

За даними довідників маса глибокого ковша при ширині стрічки В = 450 мм, становить $m_k = 13 \text{ кг}$, тоді н/м [9, с.393]

$$q_0 = q_c + \frac{g \cdot m_k}{a} = 25 + \frac{9,81 \cdot 13}{0,5} = 280 \quad (3.3)$$

Навантаження від вантажу складає, н/м [9, с.396]

$$q_B = \frac{g \cdot \Pi}{3,6 \cdot v} = \frac{9,81 \cdot 60}{3,6 \cdot 3} = 54,5 \quad (3.4)$$

Лінійне навантаження на завантаженій ділянці складає [9, с.396]

$$q = q_0 + q_B = 280 + 54,5 = 334,5 \quad (3.5)$$

У відповідності з розрахунковою схемою найменшого натягу стрічки слід очікувати в точці 1. Розрахунок ведемо в загальному вигляді , оскільки

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

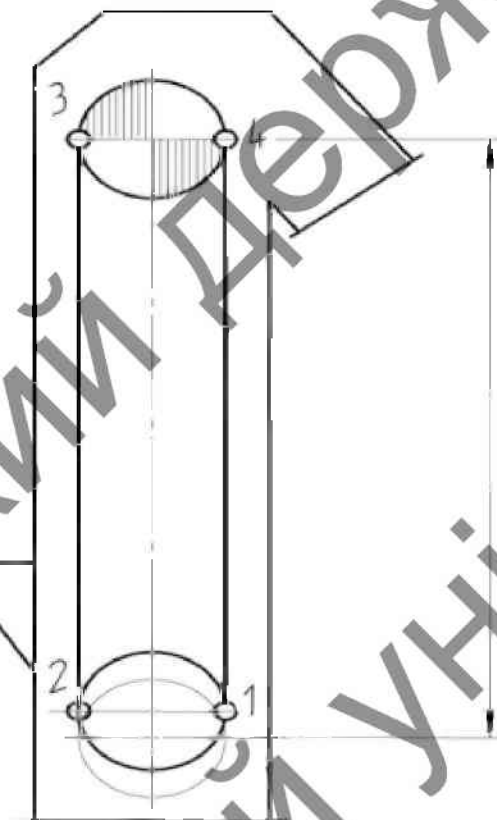
невідомий натяг S_4 збігаючої стрічки з приводного барабану, необхідний для забезпечення потрібного тягового зусилля.

Приймаємо $S_1 = S_0$. Натяг в точці 2 з урахуванням опору на зворотньому барабані і зачерпування вантажу визначаємо :

$$S_2 = 1,08(S_1 + K_{зач} q_0) = 1,08(S_0 + 3 \cdot 54,5) = 1,08S_0 + 176 \quad (3.6)$$

$$S_3 = S_2 + qH = 1,08S_0 + 176 + 334,5 \cdot 12 = 1,08S_0 + 4090 \quad (3.7)$$

При підрахунку натягу проти руху стрічки маємо, Н



$$S_4 = S_{зб} = S_1 + q_0 \cdot H = S_0 + 280 \cdot 12 = S_0 + 3360 \quad (3.8)$$

З теорії фрикційного приводу відомо, що: [9, с.396] $S_{нб} \leq S_{зб} \cdot e^{\mu\alpha}$,

Або, для випадку, що розглядається $S_3 \leq S_4 \cdot e^{\mu\alpha}$

При заданих умовах роботи приводу $e^{\mu\alpha} = 1,34$.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Звідки $S_3 \leq 1,37S_4$, або, для випадку, що розглядається

$$1,08S_0 + 4190 \leq 1,37(S_0 + 3360)$$

З цього рівняння отримаємо $S_0 \geq 1482$

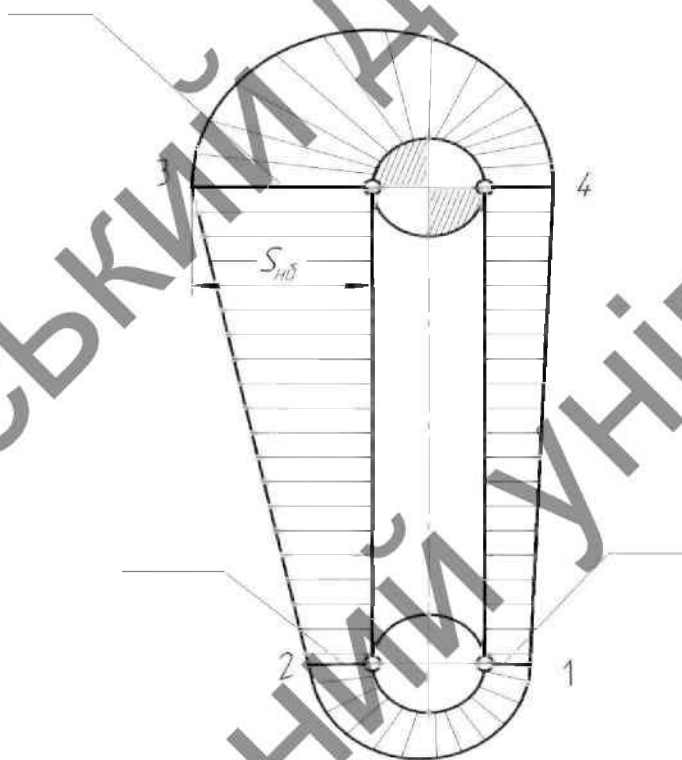
Для забезпечення запасу по зчепленню приймаємо $S_0 = 1500$ Н

$$\text{Тоді } S_3 = 1,08S_0 + 4190 = 1,08 \cdot 1500 + 4190 = 5810 \quad (3.9)$$

$$S_4 = S_0 + 3360 = 1500 + 3360 = 4860 \text{ Н} \quad (3.10)$$

Потрібну кількість прокладок у стрічці при запасі міцності стрічки $K=10$, визначаємо за формулою: [10, с.106]

$$i = \frac{K \cdot S_{max}}{B \cdot K_p} = \frac{10 \cdot 5810}{450 \cdot 75} = 3,67 \quad (3.11)$$



Залишаємо раніше прийняту відповідно до стандарту стрічку типу 2 з чотирма прокладками з тканини БКНЛ-65. Визначаємо тягове зусилля на приводному барабані з урахуванням втрат на ньому, Н:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ

Арк.

34

$$F_T = S_{нб} - S_{зб} + K(S_{нб} + S_{зб}) = 5810 - 4860 + 1,08(5810 + 4860) = 1804$$

(3.12)

Розрахункова потужність двигуна, Вт

$$N_{об.розр.} = \frac{F_T \cdot v}{\eta_{прив}} = \frac{1804 \cdot 3}{0,82} = 6600$$

(3.13)

Кутова швидкість становить,

$$\omega_{бараб} = \frac{2 \times v}{D} = \frac{2 \cdot 3}{1,6} = 3,7$$

(3.14)

Продуктивність гвинтового конвеєра ($\frac{m}{год}$) за формулою [17, с. 353]

$$\Pi = 60 \cdot \frac{\pi \times D^2}{4} \cdot t \cdot n_B \cdot \rho_p \cdot \varphi \cdot c_\beta$$

(3.15)

де D – діаметр гвинта, D= 100...800 мм;

t- крок гвинта, мм;

n_B - частота обертання гвинта, об/хв.;

φ - коефіцієнт наповнення поперечного перерізу жолоба;

c_β - коефіцієнт, який залежить від кута нахилу конвеєра.

Крок гвинта вибирають в залежності від властивостей транспортуючого вантажу: $t=(0,5 \dots 1,0)D$ для легких матеріалів.

Для транспортування зерна, як легкого вантажу приймаємо $t=0,8D$ [17, с. 354]

Для попереднього розрахунку приймаємо гвинт діаметром 200мм. Значення розрахункових коефіцієнтів $\varphi = 0,4$, $A = 65$, $\omega_D = 1,2$ із [17,табл.82]. Частота обертання гвинта повинна відповідати умові $n_B \leq n_{B \max}$. Найбільшу частоту обертання гвинта ($\frac{об}{хв}$) визначаємо по емпіричній формулі [17, с.353]

$$n_{е макс} = \frac{A}{\sqrt{D}} = \frac{65}{\sqrt{0,2}} = 145,3$$

(3.16)

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Отриманий результат по формулі (4,23) співпадає з рекомендаціями [16, таблиця 82]. Для кута нахилу конвеєра 0° значення коефіцієнтів $\beta = 0^\circ$, $C_\beta = 1,0$, [16,таблиця 83].

З формули продуктивності конвеєра (3.22) знаходимо частоту обертання гвинта ($\frac{об}{хв}$)

$$n_v = \frac{4 \times \Pi}{60 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot t \cdot \rho_p \cdot \varphi \cdot c_\beta} = \frac{4 \times 20}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 0,16 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 1} = 237 \quad (3.17)$$

де: $D = 0,2$ м – діаметр гвинта;

$t = 0,16$ м – крок гвинта.

Умова $n_v \leq n_{v \max}$ задовольняється. Знаходимо потужність (кВт) на валу гвинта [17, с.353]

$$N_o = \frac{\Pi_y \cdot \Pi}{367} \cdot (L \cdot \omega_o) = \frac{1,2 \cdot 20}{367} \cdot (15 \cdot 1,2) = 1,18 \quad (3.18)$$

де $\Pi_y = 1,2$ – коефіцієнт запасу [17, с.355];

$\omega_o = 1,2$ – коефіцієнт опору руху [17, таблиця 82].

Розраховуємо потужність двигуна (кВт):

$$N_{дв} = \frac{N_o}{\eta_{зв}} = \frac{1,18}{0,85} = 1,39 \quad (3.19)$$

де $N_o = 1,18$ кВт – потужність на валу гвинта;

$\eta_{зв} = 0,85$ – ККД гвинта [17, с.352]

По каталогу підбираємо двигун типу АИР80В4, потужністю $N = 1,5$ кВт, частотою обертання $n = 1500$ об/хв., ККД 0,78.

При вибраних розрахункових параметрах гвинтовий конвеєр забезпечує продуктивність

$$\Pi = 60 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot 0,16 \cdot 237 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 1 = 20,0 \quad (3.20)$$

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи з розрахунку, робимо висновок про вірний підбір даних для розрахунку, так як $P_{роз} \cong P$

3.2 Конструктивний розрахунок

Крутний момент на валу двигуна визначається за формулою [2, с.169]

$$T = \frac{9,55 \cdot P_{дв}}{n_{дв}} = \frac{9,55 \cdot 10^3 \cdot 60}{1500} = 382 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.21)$$

Розрахунковий момент [2, с.169]

$$T_p = k_p \cdot T = 2 \cdot 382 = 764 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.22)$$

Визначаємо діаметр вала ротора в найбільш небезпечному розрізі із умови [2, с.169]

$$[\tau_k] = \frac{T_p}{W_p} \leq [\tau_k] \quad (3.23)$$

де $[\tau_k] = 20$ МПа-максимально допустима напруга кручення на валу;

W_p -полярний момент опору круглого перерізу вала.

Звідси,

$$W_p = \frac{T_p}{[\tau_k]} = \frac{764}{20 \cdot 10^6} = 38,2 \cdot 10^{-6} \quad (3.24)$$

Виходячи з формули [3, с.250]

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_0^3}{16} \quad (3.25)$$

Визначаємо діаметр вала ротора під шків

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 38,2 \times 10^{-6}}{3,14}} = \sqrt[3]{1,95 \cdot 10^{-4}} = 0,06 \text{ м}$$

$$d = 60 \text{ мм}$$

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо діаметр вала під ступицю згідно діаметра вала електродвигуна 65 мм.

Ступінь подрібнення в дробарці регулюється, головним чином, підбором отворів сит. Ситова обичайка встановлюється

в нижній частині корпусу та охоплює ротор, що обертається.

Зазор δ між молотками та ситом вибирається в межах 4...20 мм. Для подрібнення зерна в дробарках встановлюють сита із листової сталі товщиною 1...3 мм. Для вироблення шпалерного борошна застосовують сита з круглими отворами 1,5...2,5 мм, при розмолі інгредієнтів комбікормів рекомендують отвори діаметром 3-5 мм. Іноді для дроблення інгредієнтів комбікормів застосовують лускаті сита.

Площа ситової поверхні F (в m^2) визначаємо по формулі [2, с.168]

$$F = \frac{\pi}{q} = \frac{1,41}{6,5} = 0,17m^2, \quad (3.26)$$

де q - питома продуктивність сита, $q = 2 \dots 7 \text{ кг}/(m^2 \times c)$

Габаритні розміри сита (ширину B та кут α охоплення ситом ротора) визначаємо із виразу [2, с.168]

$$F = \frac{B \cdot \pi \cdot R_{\text{сита}} \cdot \alpha}{180}, \quad (3.27)$$

де $R_{\text{сита}}$ - радіус обичайки сита, м;

B - ширина сита, рівна довжині ротора $B = L_p = 0,148m$;

α - кут охоплення ротора ситом, град.

Радіус обичайки сита $R_{\text{сита}}$ (в м) визначаємо за формулою [2, с.168]

$$R_{\text{сита}} = R_d + \delta, \quad (3.28)$$

де $\delta = 20\text{мм}$ - зазор між молотками і ситом.

$$R_{\text{сита}} = 0,185 + 0,02 = 0,187m$$

Тоді кут α охоплення ситом ротора визначаємо з формули [2, с.168]

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha = \frac{F \cdot 180}{B \cdot \pi \cdot R_{\text{сита}}} = \frac{0,17 \cdot 180}{0,148 \cdot 3,14 \cdot 0,187} = \frac{30,6}{0,087} = 352 \text{град} \quad (3.29)$$

Відстань від центра маси молотка c (в мм) до осі отвору визначається за формулою [3, с.250]

$$c = \frac{(a^2 + b^2)}{6 \cdot a} = \frac{(215^2 + 50^2)}{6 \cdot 215} = 36,03 \text{мм} \quad (3.30)$$

де $a = 215 \text{мм}$ - довжина молотка;

$b = 50 \text{мм}$ - ширина молотка;

$\delta = 6 \text{мм}$ - товщина молотка.

Відстань від кінця молотка l (в мм) до осі його підвісу знаходимо за формулою [3, с.250]

$$l = c + 0,5 \cdot a = 36,03 + 0,5 \cdot 215 = 143,53 \text{мм} \quad (3.31)$$

Нормальна робота молоткових дробарок здійснюється за умови нерівності відстаней від осі підвісу молотка, як до її зовнішньої робочої кромки, так і до осі ротора. У відповідності з цим приймаємо відстань від осі підвіски молотка R_0 (в мм) за такою формулою [3, с.250]

$$R_0 = l \cdot 1,4 = 143,53 \cdot 1,4 = 200,94 \text{мм} \quad (3.31)$$

Тобто більше відстані від кінця молотка до осі його підвісу ($R_0 > l$).

Тоді радіус найбільш віддаленої від осі ротора точки молотка буде дорівнювати [3, с.250]

$$R_{\text{max}} = R_0 + l = 200,94 + 143,53 = 344,47 \text{мм} \quad (3.32)$$

Радіус окружності розташування центрів маси молотків визначається за формулою [3, с.250]

$$R_c = R_0 + c = 200,94 + 36,03 = 236,97 \text{мм} \quad (3.33)$$

Визначаємо квадрат радіусу інерції молотка відносно його центру тяжіння

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r^2 = \frac{l^2 + b^2}{12} = \frac{0,143^2 + 0,05^2}{12} = 0,0019 \text{ м}^2 \quad (3.34)$$

Визначаємо квадрат радіусу інерції молотка відносно його вісі підвісу [1, с.74]

$$r^2 = r_c^2 + c^2 = 0,0019 + 0,036^2 = 12,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \quad (3.35)$$

Перевіряємо збереженість безударної роботи молоткової дробарки по рівнянню [1, с.74]

$$r^2 = l \cdot c = 0,143 + 0,036 = 179 \cdot 10^{-3} > 12,9 \cdot 10^{-4}$$

Назначаємо відстань від вісі підвісу молотка до вісі ротора $l_0 = 460 \text{ мм}$.
Приймаємо $\omega = 100 \text{ рад/с}$.

Визначаємо відцентрову силу інерції молотків [1, с.74]

$$P_i = G_M \cdot \omega^2 \cdot R_c \quad (3.36)$$

де G_M - маса молотка, кг

R_c - радіус кола розташування центрів тяжіння молотків, м

$$R_c = R_0 + c = 200,94 + 36 = 236,94 \text{ мм} = 0,237 \text{ м} \quad (3.37)$$

Маса молотка складе

$$G_M = L \cdot B \cdot h \cdot \rho_{ст} = 0,136 \cdot 0,05 \cdot 0,002 \cdot 7800 = 0,11 \text{ кг} \quad (3.38)$$

де $\rho_{ст} = 7800 \text{ кг/м}^3$ - густина сталі

$$\text{Тоді } P_i = 0,11 \cdot 100^2 \cdot 0,237 = 260,7 \text{ кг}$$

Визначаємо діаметр вісі підвісу молотків [1, с.74]

$$d_B = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_i \cdot h}{[\sigma]_u}} = 1,36 \cdot \sqrt[3]{\frac{260,7 \cdot 0,002 \cdot 9,8}{100 \cdot 10^6}} = 0,005 \text{ мм} \quad (3.39)$$

де $[\sigma]_u = 100 \text{ МПа}$ - гранична напруга при згині

Приймаємо $d_B = 20 \text{ мм}$

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ				

Товщина диску складе [1, с.74]

$$\delta \geq \frac{P_i}{d \times [\sigma]_{зм}} = \frac{260,7 \cdot 9,8}{0,02 \cdot 60 \cdot 10^6} = 0,002 \text{ мм} \quad (3.40)$$

де $[\sigma]_{зм} = 60 \text{ МПа}$ -гранична напруга при зминанні

Приймаємо $\delta = 8 \text{ мм}$

Мінімальний розмір перемички між отворами під вісі підвіски та зовнішньою кромкою диска [2, с.168]

$$h_{min} \geq \frac{0,5 \cdot P_i}{h \cdot [\sigma]_{зр}} = \frac{0,5 \cdot 260,7 \cdot 9,8}{0,002 \cdot 88,2 \cdot 10^6} = 0,007 \text{ мм} \quad (3.41)$$

де $[\sigma]_{зр}$ -гранична напруга на зріз [2, с.168]

$$[\sigma]_{зр} = 0,3 \cdot \sigma_T = 0,3 \cdot 294 = 88,2 \text{ МПа} \quad (3.42)$$

де $\sigma_T = 294 \text{ МПа}$ - границя текучості

Приймаємо $h_{min} = 20 \text{ мм}$

Зовнішній радіус диска становить [2, с.168]

$$R = R_0 + 0,5 \cdot d_B + h_{min} = 200,94 + 0,5 \cdot 30 + 20 = 235,94 \quad (3.43)$$

Для визначення розмірів фундаменту під дробарку проводимо його статичний розрахунок.

Визначаємо фактичний тиск підошви фундаменту на землю і порівнюємо з нормативним [2, с.168]

$$P = \frac{(G_M + G_\Phi)}{L \times S} \leq [R_H] \quad (3.44)$$

де $G_M = 825 \text{ кг}$ - маса дробарки

G_Φ - вага фундаменту, кН

$L = 0,5$ - коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження

S - площа підошви фундаменту

$R_H = 30 \text{ кПа}$ - нормативне навантаження на перекриття

Приймаємо розміри фундаменту на 20 см більші за габаритні розміри, тобто

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{\phi} = L + 0,2 \times 2 = 1 + 0,4 = 1,4\text{м}$$

$$B_{\phi} = B + 2 \times 0,2 = 1 + 0,4 = 1,4\text{м}$$

Площа підшви фундаменту [2, с.168]

$$S = L_{\phi} \cdot B_{\phi} = 1,4 \cdot 1,4 = 1,96 \text{ м}^2 \quad (3.45)$$

При висоті фундаменту на перекритті $H=0,2\text{м}$, об'єм фундаменту складе [2, с.168]

$$V_{\phi} = S \cdot H = 1,96 \cdot 0,2 = 0,392 \text{ м}^3 \quad (3.46)$$

При густині бетону $\rho_{\phi} = 20 \text{ Кн/м}^3$, вага фундаменту

$$G_{\phi} = V_{\phi} \times \rho_{\phi} = 0,392 \times 20 = 7,84 \text{ Кн} \quad (3.47)$$

Таким чином

$$P = \frac{8+7,84}{0,5 \times 3,86} = 8,21 \text{ кПа} < [R_{н}] = 30 \text{ кПа}$$

Розміри фундаменту під дробарку 1400x1400x200 мм.

Розраховуємо діаметр барабана норії, мм [9, с.393]

$$D_{\phi} \leq 0,204v^2 = 0,204 \cdot 3^2 = 1800 \text{ мм} \quad (3.48)$$

Приймаємо діаметр приводного барабану $D_{\phi} = 1600 \text{ мм}$. Натяжний барабан приймаємо такого ж діаметру.

Розраховуємо частоту обертання барабана, об/хв. [9, с.393]

$$n_{\phi} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{60 \cdot 3}{3,14 \cdot 1,6} = 36 \text{ об/хв} \quad (3.49)$$

Розраховуємо полюсну відстань, мм [9, с.393]

$$l = \frac{895}{n_{\phi}^2} = \frac{895}{36^2} = 0,6 \quad (3.50)$$

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки $l < r_{\delta}$, то має місце відцентрове розвантаження, що відповідає раніш заданій умові.

Розраховуємо погонну місткість ковшів, л/м [9, с.393]

$$\frac{i_0}{a} = \frac{\Pi}{3,6 \cdot v \cdot \rho_2 \cdot \psi} = \frac{20}{3,6 \cdot 3 \cdot 0,6 \cdot 0,7} = 4,4 \quad (3.51)$$

де a — крок ковшів, мм,

ρ_2 — насипна густина вантажу, $\rho_2 = 0,07 \text{ т/м}^3$.

ψ — коефіцієнт заповнення ковшів, $\psi = 0,7$ [9, табл.77 с.394]

Обираємо ковші глибокі за стандартом з ємністю 6,3 л, тоді крок розташування ковшів $a=0,5\text{м}$, ширина стрічки $B=400\text{ мм}$. [9, табл.79 с.396]

При прийнятих параметрах ковшів і швидкості $v=3,0\text{ м/с}$ задана продуктивність забезпечується при коефіцієнті заповнення ковшів.

$$\psi = \frac{a \cdot Q}{3,6 \cdot v \cdot \rho \cdot i_0} = \frac{24 \cdot 20}{3,6 \cdot 3 \cdot 600 \cdot 0,0063} = 11,76 \quad (3.52)$$

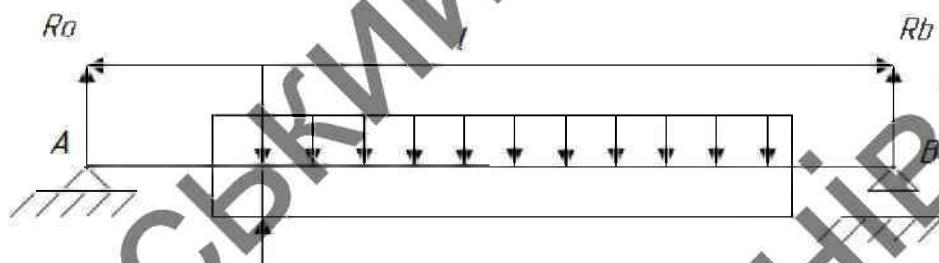


Рисунок 3.1 – Схема навантаження на вал

Знайдемо число проміжних опор

$$z = \frac{L}{l} - 2 = \frac{5}{1} - 2 = 3 \quad (3.53)$$

Визначаємо епюри згинаючого і крутного моментів: Реакції R_a і R_b , (Н)

$$R_a = \frac{\frac{P_{\text{попер}} l^2}{2l} + P_{\text{ос}} \tau}{1} = \frac{\frac{128,3 \cdot 1^2}{2 \cdot 1} + 827 \cdot 0,084}{1} = 133,6 \quad (3.54)$$

де: $P_{\text{попер}} = 128,3\text{ Н}$ - поперечне навантаження;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$P_{oc} = 827 \text{ Н}$ – осьова сила;

$r = 0,084 \text{ м}$ - радіус прикладання осьової сили.

$$R_b = \frac{\frac{P_{\text{попер}} \cdot l^2}{2 \cdot l} + P_{oc} \cdot r}{l} = \frac{\frac{128,3 \cdot 1^2}{2 \cdot 1} - 827 \cdot 0,084}{1} = -5,3 \quad (3.55)$$

Будуємо епюри згинаючого і крутного моментів (Н х м)

$$M_{зг1} = R_a \cdot \frac{l}{2} - \frac{P_{\text{попер}} \cdot l^2}{8 \cdot l} = 133,6 \cdot \frac{1}{2} - \frac{128,3 \cdot 1^2}{8 \cdot 1} = 50,8 \quad (3.56)$$

$$M_{зг2} = R_b \cdot \frac{l}{2} - \frac{P_{\text{попер}} \cdot l^2}{8 \cdot l} = -5,3 \cdot \frac{1}{2} - \frac{128,3 \cdot 1^2}{8 \cdot 1} = -18,7 \quad (3.57)$$

Знаходимо полярний момент опору поперечного перерізу вала із формули [11, с.194]

$$W_p = \frac{M_{кр}}{[\tau_k]} = \frac{51,3}{20 \cdot 10^6} = 2,56 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{ м} \quad (3.58)$$

де $M_{кр} = 51,3 \text{ Н} \cdot \text{ м}$ – крутний момент перерізу вала;

$[\tau_k] = 20 \text{ МПа}$ – допустиме напруження на кручення, [11, с.194];

Розраховуємо діаметр вала, (мм) із формули [11, с.194]

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16};$$

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{16 \times W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 2,56 \times 10^{-6}}{3,14}} = 23 \quad (3.59)$$

По стандартному ряду [11, с.196] вибираємо діаметр вала гвинта 34 мм.

Діаметр вала під підшипник знаходимо із рівняння міцності по гіпотезі найбільших дотичних напружень (ІІІ теорія міцності), [11, с.194]

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2}}{W_x} \leq [\sigma_{зг}]_{-1}; \quad (3.60)$$

де $M_{зг1}$ - сумарний згинаючий момент в небезпечному перерізі вала, Н · м;

$M_{кр} = 51,3 \text{ Н} \cdot \text{ м}$ – крутний момент перерізу вала;

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$[\sigma_{зг}]_{-1}$ – допустиме напруження згину, $\frac{H}{мм^2}$;

W_x - осьовий момент опору круглого перерізу вала, Н·м;

Знаходимо сумарний згинаючий момент в небезпечному перерізі вала [11, с.195]

$$M_{зг} = \sqrt{M_{зг1}^2 + M_{зг2}^2} = \sqrt{50,8^2 + (-18,7)^2} = 54,1 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.61)$$

Знаходимо допустиме напруження згину, [11,с.195]

$$[\sigma_{зг}]_{-1} = \{\sigma_{-1} | ([n] K_{\sigma})\} k_{pu} = [301 / (2 \times 2)] \times 1,5 = 112,8 \frac{H}{мм^2} \quad (3.62)$$

де $[n]=2$ - коефіцієнт запасу міцності [11,с.195]

$K_{\sigma}=2$ - ефективний коефіцієнт концентрації напружень, [11, с.195];

$k_{pu}=1,5$ - коефіцієнт режиму навантаження при розрахунку на згин;

σ_{-1} – границя витривалості при симетричному циклі напружень, [11, с.195]

$$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_{\sigma} = 0,43 \cdot 700 = 301 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.63)$$

де $\sigma_{\sigma} = 700 \frac{H}{мм^2}$ - границя міцності вала гвинта;

Із формули (3.60) знаходимо W_x , підставивши всі знайдені величини

$$W_x = \sqrt{M_{зг}^2 + M_{кр}^2} / [\sigma_{зг}]_{-1} = \sqrt{51,3^2 + 84^2} / 112,8 = 850 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.64)$$

Звідси знаходимо діаметр вала, (мм) під підшипник із формули [11, с.195]

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 850}{3,14}} = 20 \text{ мм} \quad (3.65)$$

По стандартному ряду [3, с.196] приймаємо діаметр вала під підшипник 30мм.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходимо діаметр вала під напівмуфту. Використовуємо формулу (3.65) без урахування згинаючого моменту, так як в даній ділянці вала він відсутній. Формула матиме такий вигляд

$$\sigma_{екв} = \frac{\sqrt{M_{кр}^2}}{W_x} \leq [\sigma_{зг}]_{-1};$$

Звідси:

$$W_x = \frac{\sqrt{M_{кр}^2}}{\sigma_{зг-1}} = \frac{\sqrt{51,3^2}}{112,8} = 450 \text{ мм} \quad (3.66)$$

За формулою (3.26) знаходимо діаметр вала

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W_x}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 450}{3,14}} = 17 \text{ мм} \quad (3.67)$$

По стандартному ряду [11, с.196] приймаємо діаметр вала під напівмуфту 25 мм.

Розрахунок підшипників

Вал гвинта підтримується двома кінцевими підшипниками і проміжними підвісними. В якості опор вала застосовуються підшипники кочення. Відповідність підшипників визначається порівнянням розрахункової вантажопід'ємності $C_{ваит}$, Н, з базовою C_g , або базовою довговічністю L_{10h} з потрібною L_h . Потрібна виконуватись умова: $C_{ваит} \leq C_g$ або $L_{10h} \geq L_h$.

Для гвинтового конвеєра потрібна довговічність $L_h = 50 \cdot 10^3$ год, [18, таблиця 9.4]

По діаметру вала із каталогу вибираємо підшипник роликовий 7606. $d=30$ мм, $D=72$ мм, $T=29,0$ мм, $b=29,0$ мм, $c=23,0$, $Y=1,882$, $e=0,319$, $C_g=50,0$ кН, $Y_0=1,035$.

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

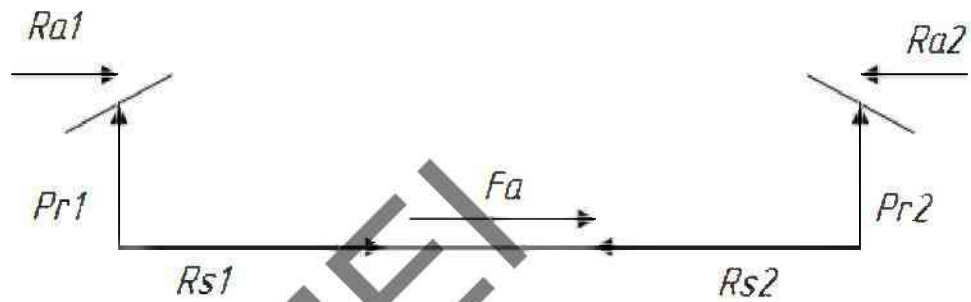


Рисунок 3.2 – Схема навантаження на підшипники

Для роликпідшипників характерні співвідношення [18, с.140]

$$R_{s1} = 0,83e P_{r1}, \quad R_{s2} = 0,83e P_{r2} \quad (3.68)$$

де e - корегуючий коефіцієнт.

$$R_{r1} = R_a = 87,2H; \quad R_{r2} = R_b = 41H.$$

$F_a = P_{oc}$ - осьова сила в зачепленні, Н.

$$R_{s1} = 0,83 \times 0,32 \times 87,2 = 23,1H$$

$$R_{s2} = 0,83 \times 0,32 \times 41 = 10,8H$$

$$R_{a1} = R_{s1}; \quad R_{a2} = R_{s1} + F_a; \quad R_{a1} = 23,1H;$$

$$R_{a2} = 23,1 + 827 = 850,1H$$

Визначаємо еквівалентне динамічне навантаження підшипників

$$R_e = (X \cdot V \cdot R_r + \gamma \cdot R_a) K_\delta \cdot K_T,$$

$$\text{при } \frac{R_a}{V \cdot R_r} > e; \quad (3.69)$$

$$R_e = V \cdot R_r \cdot K_\delta \cdot K_T,$$

$$\text{при } \frac{R_a}{V \cdot R_r} < e, \quad (3.70)$$

де $K_\delta=1,0$ - коефіцієнт небезпеки, [18, таблиця9.4];

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_T=1,0$ – температурний коефіцієнт при робочій температурі до 100°C , [18, таблиця 9.5];

$X=0,4$ – коефіцієнт радіального навантаження, [18, таблиця 9.1];

$V=1,0$ – коефіцієнт обертання, [18, таблиця 9.1];

Знайдемо для кожного підшипника відношення $\frac{R_a}{V \times R_r}$, та порівняємо його з допустими

$$\frac{23,1}{1 \times 87,2} = 0,26 < 0,32; \quad \frac{850,1}{1 \times 41} = 20,7 > 0,32.$$

Знаходимо еквівалентне динамічне навантаження для кожного підшипника по формулам (3.69) та (3.70)

$$R_{e1} = 1 \times 87,2 \times 1,0 \times 1,0 = 87,2 \text{H};$$

$$R_{e2} = (0,4 \times 1 \times 41 + 1,88 \times 850,1) \times 1,0 \times 1,0 = 1614,6 \text{H}$$

Визначаємо розрахункову динамічну витажопідйомність (кН), [18, с.140]

$$C_e = R_e \sqrt{60 \times n \frac{L_h}{a_1 \times a_{11} \times 10^6}} = \sqrt{60 \times 108 \frac{50 \times 10^3}{1 \times 0,6 \times 10^6}} = 37,5 \quad (3.71)$$

де $n=108$ об/хв. – частота обертання внутрішнього кільця підшипника;

$m=3,33$ – показник ступені, [18, с.140];

$a_7=1$ – коефіцієнт надійності підшипників, [18, с.140];

$a_{23}=0,6$ – коефіцієнт, який враховує вплив якості підшипника і якості його експлуатації, [18, с.140].

Знаходимо базову довговічність підшипників (год), [18, с.140]

$$L_{10h} = a_1 \times a_{23} \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C_e}{R_e}\right)^m = 1 \times 0,6 \frac{10^6}{60} \left(\frac{3750}{1620}\right)^{3,33} = 49365 \quad (3.72)$$

Умови $C_{вант} \leq C_e$, і $L_{10h} \geq L_h$ задовільняються. Підшипники підібрані вірно.

Підбір муфт

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Муфта для з'єднання вала двигуна та вала редуктора шнекового транспортера.

Визначаємо крутний момент, який передає муфта (Н х м) за формулою [18, с.295]

$$T = 9,55 \cdot \frac{N}{n} = 9,55 \cdot \frac{1,5 \cdot 10^3}{1500} = 9,55 \quad (3.73)$$

де $N = 1,5 \times 10^3$ Вт - потужність двигуна;

$n = 1500$ об/хв. – частота обертання двигуна.

Визначаємо розрахунковий момент (Н*м) за формулою [11, с.295], приймаючи по [11, таблиця П58] коефіцієнт режиму роботи $k_p = 2,0$

$$T_p = k_p \cdot T = 2,0 \cdot 9,55 = 19,1 \quad (3.74)$$

Відповідно до довідників вибираємо пружну втулково-пальцеву муфту, для якої допустимий розрахунковий момент $32 \text{ Н} \cdot \text{м}$ з внутрішнім діаметром 18 мм .

Для з'єднання з вихідним валом двигуна використовуємо розточування муфти до 19 мм . Розміри муфти: $D = 90 \text{ мм}$; $L = 84$; $B = 2$, число пальців – 3.

Перевіряємо резинові втулки на зминання поверхні їх дотикання з пальцями, [11, с. 295]

$$\sigma_{зм} = \frac{F_t}{(d_n \times l_b)} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.75)$$

де F_t - колова сила, яка передається одним пальцем, Н [11, с.295]

$$F_t = \frac{T_p}{0,5 \times D_1 \times z} = \frac{19,1}{0,5 \times 90 \times 10^{-3} \times 4} = 106,1 \quad (3.76)$$

Знайдене значення F_t підставляємо у формулу (3.79), і маємо:

$$\sigma_{зм} = \frac{106,1}{(10 \times 15) \times 10^{-6}} = 0,71 \times 10^6 \text{ Па} \leq [\sigma_{зм}];$$

$[\sigma_{зм}] = 2,0 \text{ МПа}$, [11, с. 295].

Муфта для з'єднання вала редуктора з валом гвинта.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крутний момент муфти

$$M_{кр} = T = 51,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахунковий момент визначаємо за формулою (3.76)

$$T_p = 2,0 \times 51,3 = 102,6 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Згідно довідника вибираємо пружну втулково-пальцеву муфту, для якої допустимий розрахунковий момент $130 \text{ Н} \cdot \text{м}$ з внутрішнім діаметром 25 мм . Для з'єднання з вихідним валом двигуна використовуємо розточування муфти до 19 мм . Розміри муфти: $D = 120 \text{ мм}$; $L = 125$; $B = 4$, число пальців – 3. Напівмуфта під вихідний вал редуктора підлягає розточуванню до діаметра 30 мм .

Перевіряємо резинові втулки на зминання поверхні їх дотикання з пальцями за формулою (3.79).

Колова сила, яка передається одним пальцем

$$F_t = \frac{102,6}{0,5 \times 120 \times 10^{-3} \times 4} = 427,5 \text{ Н} \quad (3.77)$$

$$\sigma_{зм} = \frac{427,5}{(14 \times 28) \times 10^{-6}} = 1,09 \times 10^6 \text{ Па} \leq [\sigma_{зм}]$$

Умова $\sigma_{зм} \leq [\sigma_{зм}] \leq [\sigma_{зм}]$ задовільняється, а отже муфти підібрані вірно.

3.3 Кінематичний розрахунок

По величині розрахованої потужності вибираємо мотор-редуктор марки МЦС160-35,5-11-310-Ц-У3 потужністю $P = 11 \text{ кВт}$ та частотою обертання $n = 35,5 \text{ об/хв}$.

Визначаємо реакції опор (в Н) вала

$$R_a = R_b = \frac{G}{2} \quad (3.78)$$

де G - навантаження на вал в точці С, Н

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G=S3+S4=5810+4860=10670 \quad (3.79)$$

Знайдену величину підставляємо у формулу (3.78)

$$R_a = R_b = \frac{10670}{2} = 5$$

Згинаючий момент (в $H \cdot m$) визначається за формулою

$$M_{зг} = \frac{R_a \cdot L}{2} = \frac{5 \cdot 8}{2} = 4 \quad (3.80)$$

Крутний момент (в $H \cdot m$) розраховується по формулі

$$M_{кр} = 5 \cdot \frac{P_2}{n} = 5 \cdot \frac{1 \cdot 0^3}{0} = 6 \quad (3.81)$$

Сумарний момент (в $H \cdot m$)

$$M_{пр} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_{зг}^2} = \sqrt{6^2 + 4^2} = 4 \quad (3.82)$$

Визначаємо G і M_z на кожній з ділянок

Ділянка 1 $0 \leq x_1 \leq 0,4$ $G_1 = Ra = 5,3 \text{ кН}$ $M_{зг1} = Ra \cdot x_1$, $x_1 = 0$, $M_{зг} = 0$ при $x_1 = 0,4$ $M_{зг1} = 2,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$

Ділянка 2 $0,4 \leq x_2 \leq 0,8$ $G_2 = Ra \cdot G = 5,3 - 10,6 = -5,3 \text{ кН}$ $M_{зг} = Ra \cdot x_2 - G(x_2 - a)$ при $x_2 = 0,4 \text{ м}$ $M_{зг2} = 5,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$ при $x_2 = 0,8 \text{ м}$ $M_{зг2} = 0$

Визначаємо осьовий момент опору круглого перерізу вала по формулі

$$W_x = \frac{M_{пр}}{[\sigma_i]_{-1}} \quad (3.83)$$

де $[\sigma_i]_{-1}$ - допустиме напруження, Па

Допустиме напруження визначається за формулою

$$[\sigma_i]_{-1} = \frac{\sigma_{-1}}{[n] \cdot K_\sigma} \quad (3.84)$$

де σ_{-1} - границя міцності при симетричному циклі напружень

									КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$[n] = 2$ - коефіцієнт запасу міцності

$K\sigma = 1,5$ - ефективний коефіцієнт концентрації напружень.

Границя міцності (в МПа) при симетричному циклі напружень визначається за формулою

$$\sigma_{-1} = \sigma_b = 3 \cdot 0 = 8 \quad (3.85)$$

де $\sigma_b = 530$ МПа - для вала із сталі Ст 5 [2, ст.358].

Підставивши значення $\sigma_{-1} = 228$ МПа у формулу (3.84) отримаємо

$$[\sigma_i]_{-1} = \frac{8}{2.5} = 6$$

Знайдені величини підставляємо у формулу (3.83)

$$W_x = \frac{M_{np}}{[\sigma_i]_{-1}} = \frac{4}{6 \cdot 0^6} = 5 \cdot 0^{-6}$$

Діаметр вала привідного барабана (в м) визначаємо за формулою

$$d = \sqrt[3]{\frac{W_x}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 0^{-6}}{4}} = 7 \quad (3.86)$$

Приймаємо вал діаметром 180 мм

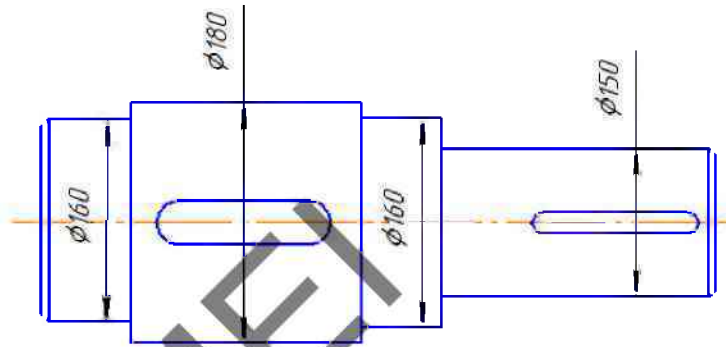
Визначаємо осьовий момент опору круглого перерізу напівмуфти за формулою (3.83)

$$W_x = \frac{6}{6 \cdot 0^6} = 5 \cdot 0^{-6}$$

Діаметр напів муфти визначаємо за формулою (3.86)

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 5 \cdot 0^{-6}}{4}} = 5$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Встановлюємо між редуктором і привідним барабаном флянцеву муфту. Флянці напівмуфт з'єднані шістьма болтами, три з яких встановлені у отвори без зазору і призначені для передачі крутного моменту, який рівний 2626 Н.м.

Для болтів визначаємо сталь Ст 4, границя текучості $\sigma_T = 245 \text{ МПа}$ [11, с.359]

Допустиме напруження при роботі болта на зріз

$$[\tau_{зр}] = (3) \cdot \sigma_T = (3) \cdot 5 = 6 \quad (3.87)$$

Приймаємо $[\tau_{зр}] = 73,6 \text{ МПа}$

Розрахунковий момент (в Н.м) визначаємо за формулою

$$M_p = k_p \cdot M_{кр} = 0 \cdot 6 = 2 \quad (3.88)$$

де $k_p = 2,0$ - коефіцієнт режиму роботи для приводу від електродвигуна [2, с.390].,

Напруження на зріз визначається за формулою [10, с.255]

$$\tau_{зр} = \frac{4F_t}{\pi \cdot i \cdot z \cdot d_0^2} \leq [\tau_{зр}] \quad (3.89)$$

Згідно формули визначаємо діаметр d_0 (в м) ненарізаної частини болта при $i=1$, $z=3$ і колівій силі

$$F_t = F_{зр} = \frac{2T_p}{V_0} \quad (3.90)$$

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_0 \geq \sqrt{\frac{T_p}{D_0[\tau_{zp}]}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 2}{4 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0 \cdot 6 \cdot 0^3}} = 3 \cdot 0^{-3} \quad (3.91)$$

Приймаємо болти М18.

Конструктивно підбираємо підшипники роликові радіально упорні ТУ37006162-89 D=240 мм d=160 мм b=51 мм

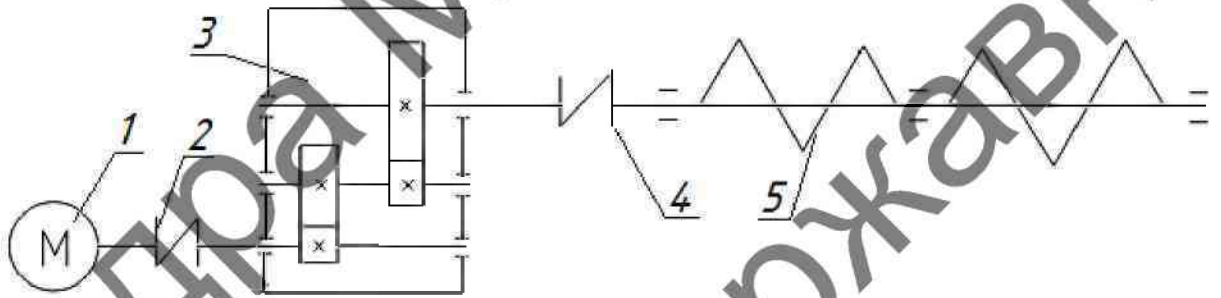


Рисунок 3.3 Кінематична схема гвинтового конвеєра

1. Двигун
2. Муфта
3. Редуктор
4. Муфта
5. Гвинт

Знаходимо передаточне число редуктора гвинтового конвеєра

$$U_p = \frac{n}{n_p} = \frac{1500}{237} = 6,3 \quad (3.92)$$

де: $n=1500$ об/хв - частота обертання двигуна;

$n_p=237$ об/хв. – частота обертання гвинта.

Із стандартного ряду вибираємо передаточне число редуктора $U_p=6,5$. Для безперервного режиму роботи підбираємо редуктор Циліндричний двохступінчастий марки 1Ц2У-100 масою не більше 30 кг, з номінальним крутним моментом на валу 315 Н·м.

Уточнюємо число обертів гвинта (об/хв)

$$n_v = \frac{n}{U_p} = \frac{1500}{6,5} = 230 \quad (3.93)$$

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діюча на гвинт осьова сила ($H \cdot м$) [17, с.354]

$$P_0 = \frac{M_{кр}}{r_0 \times tg(\alpha + \rho)} = \frac{51,3}{0,075 \times tg(18 + 22)^\circ} = 827 \quad (3.94)$$

де $r_0 = (0,7 \div 0,8) \frac{D}{2} = 0,75 \frac{0,2}{2} = 0,075 м$ - радіус, на яко-му прикладена осьова сила;

α - кут підйому гвинтової лінії;

$$tg \alpha = \frac{t}{1\pi r_0} = \frac{0,16}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,075} = 0,33, \text{ тоді } \alpha = 18 \quad (3.95)$$

ρ - приведений кут тертя переміщуваного вантажу об поверхню гвинта.

$$tg \rho = f_1 = 0,4, \text{ звідки } \rho = 22^\circ$$

Крутний момент на валу гвинта в ($H \cdot м$), [17, с.356]

$$M_{кр} = 975 \cdot \frac{N_o}{n_b} = 975 \cdot \frac{1,18}{230} = 5,1 \text{ кг} \times м = 51,3 \text{ Н} \cdot м \quad (3.96)$$

де $n_b = 230$ об/хв. - число оборотів гвинта;

Визначені значення крутного моменту та поздовжньої сили є вихідними даними для розрахунку вала гвинта. Оскільки конструкцією конвеєра передбачено встановлення проміжних підшипників, вал умовно приймається як розрізний, що має декілька опор. Це дає можливість більш точно оцінити навантаження, які виникають під час роботи транспортуючого обладнання.

Визначаємо масу вантажу (кг/м), який транспортується [17, с.356]

$$q = \frac{\Pi}{3,6 \cdot \vartheta} = \frac{20}{3,6 \cdot 0,61} = 9,11 \text{ кг/м} \quad (3.96)$$

де U - швидкість вантажу, $\frac{м}{с}$;

$$\vartheta = \frac{t \cdot n_{гв}}{60} = \frac{0,16 \cdot 30}{60} = 0,61 \text{ м/с} \quad (3.97)$$

Знайдемо силу, яка діє на один виток

$$F_B = q \cdot t = 89,4 \cdot 0,16 = 14,3 \text{ Н} \quad (3.98)$$

де q' - вага, яка переміщується по конвеєру, $\frac{Н}{м}$

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q' = q \cdot g = 9,11 \cdot 9,81 = 89,4 \text{ Н/м} \quad (3.99)$$

Поперечне навантаження, в (Н) на ділянку вала між опорами

$$P_{\text{попер}} = \frac{2 \cdot M_{\text{кр}} \cdot l}{k \cdot D \cdot L} = \frac{2 \cdot 51,3 \cdot 1}{0,8 \cdot 0,2 \cdot 5} = 128,3 \quad (3.100)$$

де $l = 1 \text{ м}$ - відстань між опорами, приймаємо конструктивно.

$L = 5 \text{ м}$ - довжина конвеєра.

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІКА, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА

4.1. Заходи щодо безпечної експлуатації обладнання

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» роботодавець повинен забезпечити в кожному структурному підрозділі та безпосередньо на робочих місцях такі умови праці, які відповідають чинним нормативним вимогам. Крім цього, він зобов'язаний гарантувати працівникам дотримання прав у сфері охорони праці, передбачених законодавством.

Для виконання цих вимог на підприємстві організовується та підтримується система управління охороною праці. Її функціонування забезпечується через виконання комплексу організаційних, технічних і профілактичних заходів. Зокрема, роботодавець:

- створює відповідні служби та призначає посадових осіб, відповідальних за вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції, у яких визначаються їхні обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених функцій;

- разом із представниками профспілкових організацій розробляє і впроваджує комплексні заходи, спрямовані на дотримання встановлених нормативів з охорони праці, застосування сучасних технологій, досягнень науки і техніки, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, вимог ергономіки й позитивного досвіду у сфері безпечної організації праці;

- забезпечує виявлення та усунення причин, що можуть призводити до нещасних випадків, професійних захворювань і аварійних ситуацій, а також контролює виконання профілактичних заходів, визначених комісіями за результатами розслідування таких подій;

- організовує проведення аудиту стану охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність вимогам

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нормативних актів у встановлені законодавством строки та вживає заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

– розробляє та затверджує положення, інструкції й інші внутрішні нормативні документи з охорони праці, які діють у межах підприємства та визначають правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках і робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих та галузевих нормативних актів;

– безоплатно забезпечує працівників необхідними нормативними актами з охорони праці;

– організовує роз'яснювальну роботу та пропаганду безпечних методів виконання виробничих операцій.

За рахунок коштів підприємства роботодавець організовує проходження медичних оглядів працівниками, зайнятими на важких роботах, а також на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці. Такі огляди проводяться під час прийняття на роботу як попередні, у процесі трудової діяльності як періодичні, у разі необхідності професійного відбору, а також щороку для осіб віком до 21 року.

Служба охорони праці входить до структури підприємства, установи або організації як одна з основних виробничо-технічних служб. Вона забезпечує організаційний супровід виконання заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці та профілактику виробничого травматизму.

Організаційна побудова системи управління охороною праці на підприємстві формується з урахуванням діючої структури управління виробництвом. Вона підпорядковується загальним принципам управління, прийнятим на підприємстві, та має забезпечувати чіткий розподіл відповідальності між посадовими особами і структурними підрозділами.

Координація роботи у сфері охорони праці здійснюється шляхом розмежування функцій, обов'язків і порядку взаємодії між працівниками, службами та підрозділами, які беруть участь у реалізації завдань системи

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

управління охороною праці. Управлінські рішення з цих питань оформлюються у вигляді наказів, розпоряджень, вказівок та інших організаційних документів.

Згідно із Законом України «Про охорону праці» служба охорони праці створюється роботодавцем для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів. Їх основна мета полягає у запобіганні нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі трудової діяльності.

До основних завдань служби охорони праці належать:

- надання професійної підтримки роботодавцю під час прийняття рішень з питань охорони праці;
- забезпечення безпечного стану виробничих процесів, обладнання, будівель і споруд;
- організація забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- участь у професійному навчанні, підвищенні кваліфікації працівників з питань охорони праці та поширенні безпечних методів роботи;
- обґрунтування раціональних режимів праці й відпочинку персоналу;
- інформування працівників підприємства та надання їм необхідних роз'яснень щодо вимог охорони праці.

Перелік шкідливих і небезпечних виробничих чинників у цеху виробництва комбікормів наведено в таблиці 4.1.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Шкідливі та небезпечні виробничі чинники у цеху виробництва комбикормів

Джерело виникнення шкідливих і небезпечних виробничих чинників	Шкідливі та небезпечні виробничі чинники
Норія Н-20 (4 шт.), Н-10 (1 шт.)	Підвищена запиленість, шум, небезпека ураження електричним струмом
Магнітний сепаратор КМ-500 (2 шт.), БМП-01 (2 шт.)	Підвищена концентрація пилу, електричний струм
Гвинтовий конвеєр Д-200 (4 шт.), Д-160 (3 шт.)	Вібрація, шум, рухомі та обертові елементи конвеєра, запиленість, електричний струм
Дозатор ваговий АД-300М (1 шт.)	Запиленість повітря робочої зони
Молоткова дробарка А1-ДМ2Р-22В (2 шт.)	Електричний струм, рухомі частини механізмів, пил, вібрація
Змішувач ДСГ-2,0	Небезпека контакту з обертовими вузлами, електричний струм
Шнек дозуючий Д-160 (2 шт.)	Вібрація, шум, рухомі частини шнека, підвищена запиленість, електричний струм

Інструкція з охорони праці під час обслуговування дробарки

1. Загальні вимоги безпеки

1.1. До виконання робіт на дробильних установках допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, а також стажування у встановленому порядку.

Працівники, які обслуговують дробарки, повинні мати групу з електробезпеки не нижче II.

1.2. Після проведення первинного інструктажу на робочому місці працівник зобов'язаний пройти стажування тривалістю від 2 до 15 змін залежно від рівня підготовки, досвіду та характеру виконуваних робіт. Стажування здійснюється під керівництвом досвідченого кваліфікованого працівника, призначеного наказом по підприємству.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Працівник повинен використовувати спеціальний одяг і засоби індивідуального захисту, передбачені чинними галузевими нормами. До них належать пилозахисний костюм, комбіновані рукавиці, захисні окуляри, каска, протишумові навушники, гумові килимки та запобіжний пояс.

1.4. Для зменшення впливу пилу, шуму, вібрації, а також високих і низьких температур на робочих місцях, де не забезпечуються допустимі санітарні норми, необхідно використовувати спеціальні ізолюючі кабінки.

1.5. На ділянках розташування дробильних установок повинні бути встановлені протипожежні щити, укомплектовані вуглекислотними вогнегасниками. Крім того, необхідно розміщувати попереджувальні знаки безпеки, сигнальні таблиці та інструкції з охорони праці.

1.6. Дробильні установки повинні оснащуватися системами аспірації та пиловидалення, а також світловою і звуковою сигналізацією.

1.7. Силові та освітлювальні електромережі в зоні встановлення дробарки повинні мати металевий захист від механічних пошкоджень.

1.8. Електродвигуни та пускова апаратура повинні бути надійно закріплені та перебувати у справному стані.

1.9. Усі електродвигуни, пускові пристрої та механізми, які можуть опинитися під напругою, підлягають обов'язковому заземленню.

1.10. На органах керування повинні бути нанесені чіткі написи із зазначенням їх призначення.

1.11. Перевірку та запуск електродвигунів необхідно виконувати в діелектричних рукавицях.

1.12. Працівникові, який обслуговує дробарку, забороняється передавати право запуску, зупинки або обслуговування обладнання іншим особам.

1.13. Перебування сторонніх осіб у зоні роботи дробильної установки не допускається.

1.14. Під час роботи заборонено демонтувати пилозахисні кожухи та інші захисні елементи обладнання.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.15. Дробарки та пов'язане з ними обладнання, зокрема живильники, бункери, течки та грохоти, повинні бути підключені до аспіраційної системи.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи працівник повинен одягнути спецодяг, застебнути рукави, прибрати волосся під головний убір та переконатися, що елементи одягу не мають вільних частин, які можуть потрапити до рухомих механізмів.

2.2. До запуску дробарки необхідно перевірити:

– справність захисного заземлення електродвигунів, механізмів та пускової апаратури;

– наявність мастила та справність систем мащення;

– працездатність систем охолодження й аспірації;

– технічний стан пасових і ланцюгових передач та правильність їх натягу;

– ступінь спрацювання робочих органів дробарки.

2.3. Забороняється експлуатація обладнання у разі виявлення несправностей або використання несправних інструментів і пристроїв.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Пуск дробильної установки здійснюється через 1–2 хвилини після подачі загального попереджувального сигналу.

3.2. Експлуатацію обладнання необхідно виконувати відповідно до вимог інструкції заводу-виробника.

3.3. Під час роботи працівник зобов'язаний:

– підтримувати дробарку, живильники та транспортуючі механізми у справному стані;

– забезпечувати безперебійну роботу технологічного обладнання;

– здійснювати лише передбачений технологією процес подрібнення;

– регулювати подачу сировини відповідно до встановлених режимів роботи;

– постійно контролювати сигнали виробничої системи та підтримувати зв'язок із суміжними дільницями;

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- не допускати сторонніх осіб до робочої зони;
- керувати підйомно-транспортними механізмами під час вилучення сторонніх предметів із дробильної камери.

3.4. Подавання сировини до дробарки дозволяється лише після виходу електродвигуна на номінальну частоту обертання.

3.5. Не допускається потрапляння сторонніх предметів на конвеєри та в робочу камеру дробарки.

3.6. Забороняється експлуатація дробарки у випадках:

- відсутності або несправності захисних пристроїв;
- ослаблення кріплення шпонок, зубчастих коліс, шківів чи маховиків;
- ослаблення болтових з'єднань;
- пошкодження пружин натягу;
- появи тріщин або сколів на станині, плитах подрібнення та інших деталях;
- порушення стійкості обладнання або появи надмірної вібрації.

3.7. Під час ведення процесу подрібнення заборонено:

- підтягувати болти, пружини та інші елементи механізмів;
- регулювати ширину розвантажувальної щілини;
- демонтувати захисні огороження;
- встановлювати або знімати паси передач;
- виконувати ручне змащування підшипників;
- очищати дробарку або прибирати робоче місце;
- витягувати чи проштовхувати сторонні предмети, які заклинилися в робочій камері.

Для видалення сторонніх предметів необхідно використовувати лише спеціально призначені пристрої. Такі роботи дозволяється виконувати виключно після повної зупинки дробарки та суміжного обладнання, відключення живлення, зняття запобіжників або роз'єднання пускових пристроїв. На органах керування повинен бути вивішений попереджувальний плакат: «Не вмикати – працюють люди!».

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Після завершення роботи необхідно:

- припинити подачу матеріалу, зупинивши живильник;
- дочекатися повного виходу продукту з камери подрібнення;
- зупинити дробарку та відключити транспортує обладнання;
- очистити й оглянути механізми дробильної установки;
- перевірити стан кріплень вузлів і деталей;
- привести в порядок робоче місце, проходи та підходи до обладнання.

4.2. Після огляду та усунення виявлених несправностей, за необхідності, виконують змащування вузлів і механізмів, які не входять до системи централізованого мащення.

4.3. При багатозмінній роботі працівник повинен повідомити змінника про технічний стан обладнання, особливості його роботи та отримані виробничі розпорядження, зробивши відповідний запис у журналі зміни.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. У разі раптової зупинки дробарки необхідно негайно відключити електродвигун та з'ясувати причину несправності.

5.2. При виході з ладу системи сигналізації роботу установки слід негайно припинити та повідомити про це майстра або відповідальну посадову особу.

Розрахунок інтегральної оцінки важкості праці в цеху виробництва комбікормів.

На основі «Карти умов праці» на робочому місці машиніста дробильних установок діють наступні шкідливі виробничі чинники:

- пил фіброгенної дії – 10,9 мг/м³

(згідно норми 4,0 мг/м³), час дії 70 хв = 14,5 %

- шум (еквівалентний рівень за зміну) – 82 дБА, час дії 480 хв = 100 %

- робоча поза (перебування у нахиленому положенні до 30 °) -38% (згідно норми до 26%), час дії 55 хв = 1,5 %

Згідно «Критеріїв оцінки елементів умов праці» оцінка вищевказаних елементів умов праці в балах наступна:

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пил фіброгенної дії – 4,0 бали
- шум (еквівалентний рівень за зміну) – 4,0 бали
- робоча поза - 2,0 бали

З урахуванням часу дії перелічених чинників, їх фактичне значення становитиме:

$$X_1 = 4,0 \cdot \frac{14,5}{100} = 0,58 \text{ бала}$$

$$X_2 = 4,0 \cdot \frac{100}{100} = 4 \text{ бали}$$

$$X_3 = 2,0 \cdot \frac{11,5}{100} = 0,23 \text{ бала}$$

Загальна інтегральна оцінка важкості праці визначається за формулою:

$$I_6 = \left[X_{\text{визн.}} + \sum x_i \times \frac{6 - X_{\text{визн.}}}{(n-1) \times 6} \right] \times 10 \quad (4.1)$$

де $X_{\text{визн.}}$ – визначальний елемент, який отримав найбільше балів

$\sum x_i$ – середня арифметична сума всіх біологічно значимих елементів без врахування $X_{\text{визн.}}$

n - загальна кількість чинників

На основі отриманих даних розраховується інтегральна бальна оцінка за формулою 4.1

$$I_6 = \left[4,0 + 0,81 \times \frac{6-4,0}{(3-1) \times 6} \right] \times 10 = 41,4 \text{ балів}$$

Згідно з Гігієнічною класифікацією умов праці робоче місце машиніста дробильних установок відноситься до III класу.

Рекомендації щодо покращення умов праці:

1. Вдосконалення організації робочих місць;
2. Оптимізація темпу роботи;

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3. Оптимізація режиму праці та відпочинку;
4. Чергування робіт, що вимагають участі різних аналізаторів (слуху, зору, дотику та ін);
5. Чергування робіт, що вимагають переважно розумових навантажень з роботами фізичними;
6. Чергування робіт різної складності та інтенсивності;
7. Попередження і зниження монотонності праці шляхом підвищення змістовності праці;
8. Ритмізація праці (робота за графіком з зниженою на 10-15% навантаженням в першій і останній годинник робочої зміни);

4.2 Охорона навколишнього середовища

Під час експлуатації обладнання для подрібнення та транспортування зерна необхідно враховувати можливий вплив виробничих процесів на навколишнє природне середовище. Основними факторами екологічного ризику на зернопереробних підприємствах є викиди пилу в атмосферне повітря, утворення відходів виробництва, забруднення стічних вод, а також наслідки можливих аварійних ситуацій, пожеж і вибухів.

У процесі роботи зернопереробного обладнання утворюється значна кількість зернового пилу, який при недостатній ефективності аспіраційних систем може потрапляти в атмосферу. Пилові викиди негативно впливають на санітарний стан виробничих приміщень, погіршують умови праці персоналу та спричиняють забруднення навколишнього середовища. Для зменшення викидів пилу технологічне обладнання повинно оснащуватися герметизованими кожухами та ефективними аспіраційними системами з очищенням повітря у циклонах і рукавних фільтрах.

Вода на підприємстві використовується переважно для господарсько-побутових потреб, а також для підтримання санітарного стану виробничих приміщень. Стічні води після використання відводяться до каналізаційної

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мережі та проходять відповідне очищення перед скиданням або повторним використанням. Особлива увага приділяється запобіганню потраплянню виробничих відходів і забруднювальних речовин у водні об'єкти та ґрунти.

Одним із найбільш небезпечних факторів для довкілля є виникнення пожеж та вибухів пилоповітряних сумішей. Під час горіння зерна, зернового пилу та інших органічних матеріалів утворюється значна кількість продуктів згорання, які містять оксид вуглецю, оксиди азоту, дрібнодисперсні тверді частинки та інші шкідливі речовини. Потрапляючи в атмосферне повітря, вони погіршують його якість і можуть негативно впливати на здоров'я людей та стан навколишнього середовища.

Крім атмосферних викидів, під час ліквідації пожежі утворюються забруднені стічні води, які можуть містити сажу, золу, частинки горючих матеріалів та інші продукти горіння. У разі відсутності належної системи збору такі стоки можуть проникати в ґрунт або потрапляти до каналізаційної мережі без попереднього очищення. З метою запобігання забрудненню навколишнього середовища територія виробничого майданчика повинна мати тверде водонепроникне покриття та систему організованого водовідведення. Забруднені стічні води необхідно збирати в спеціальні накопичувальні ємності з подальшим очищенням або утилізацією.

Аварійні ситуації на виробництві можуть супроводжуватися пошкодженням технологічного обладнання, інженерних мереж і будівельних конструкцій. Наслідком таких подій є не лише матеріальні збитки, а й можливе забруднення атмосферного повітря, ґрунтів і поверхневих вод. Особливо небезпечними є аварії, пов'язані з вибухами зернового пилу, які характеризуються значним виділенням теплової енергії та утворенням великої кількості токсичних продуктів горіння.

Під час горіння значно знижується концентрація кисню в повітрі виробничих приміщень. Відомо, що зменшення вмісту кисню до 14–16 % створює небезпеку для життя та здоров'я людини. Крім того, для повного згорання 1 кг зерна або зернового пилу в середньому необхідно близько 3,6 м³

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітря, а об'єм продуктів згоряння становить приблизно 4 м³. Це свідчить про значний вплив процесів горіння на газовий склад повітря та екологічний стан навколишнього середовища.

Для мінімізації негативного впливу підприємства на довкілля необхідно забезпечувати справний технічний стан технологічного обладнання, регулярно контролювати ефективність роботи аспіраційних установок, своєчасно проводити технічне обслуговування систем пиловидалення та виконувати комплекс профілактичних заходів щодо запобігання пожежам і вибухам. Важливим напрямом природоохоронної діяльності є також постійний контроль стану атмосферного повітря, ґрунтів і стічних вод у межах виробничої території. Реалізація зазначених заходів дозволяє знизити екологічне навантаження на довкілля та забезпечити безпечне функціонування зернопереробного підприємства.

4.3 Розрахунок економічної ефективності від впровадження проєктного рішення

Темою кваліфікаційної роботи передбачено проєктування потокової лінії виробництва комбікормів із розробленням молоткової дробарки продуктивністю 6 т/год.

Економічна оцінка запропонованого технічного рішення базується на вихідних даних, визначених завданням на проєктування та зібраних безпосередньо на ТОВ «Лохвицький комбікормовий завод». Отримані показники використані для виконання розрахунків економічної ефективності впровадження розробленого обладнання та наведені в таблиці 8.1.

Під час розрахунку враховуються виробничі показники підприємства, технічні характеристики обладнання, режим його роботи, енергетичні витрати, витрати на обслуговування та ремонт, а також економічні результати, які можуть бути досягнуті внаслідок використання молоткової дробарки продуктивністю 6 т/год у складі потокової лінії виробництва комбікормів.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі наведених вихідних даних визначаються показники економічної доцільності впровадження проектного рішення, оцінюється його вплив на виробничу діяльність підприємства та розраховується очікуваний економічний ефект від експлуатації розробленого обладнання.

Таблиця 8.1 Вихідні дані

Показники	Кількість
Вартість придбання запроєктованої молоткової дробарки для зерна А1-ДМ2Р-22В, грн.	45000
Вартість придбання порівнювальної молоткової дробарки для зерна А1-ДМ2Р-75М, грн.	49500
Норма амортизаційних відрахувань, % від вартості обладнання	15
Річний фонд роботи обладнання, діб.	240
Потужність двигунів на обладнанні, кВт*год:	
- Базовий варіант	75
- Розрахунковий варіант	75
Тариф за 1 кВт*год., грн.	1,03
Коефіцієнт використання обладнання	0,8
Кількість робочих змін	2
Амортизаційні відрахування, % до вартості обладнання	15,0
Витрати на поточний ремонт, % від суми амортизації	50,0
Транспортні витрати, % до вартості придбання обладнання	5,0
Заготівельно-складські витрати, % до вартості придбання обладнання	1,25
Проектні роботи, % до вартості придбання обладнання	4,0
Монтажні роботи, % до вартості придбання обладнання	20,0
Продуктивність обладнання, т/год.:	
- Базовий варіант	5,0
- Розрахунковий варіант	6,0
Тривалість зміни, год.	12

Розрахунок одноразових капітальних витрат

Вартість придбання обладнання визначається за формулою

$$K = K_0 + K_T + K_C + K_{\text{ПР}} + K_M \quad (4.1)$$

де K_0 - вартість придбання обладнання

базовий варіант: $K_1 = 49500$ грн; розрахунковий варіант: $K_2 = 45000$ грн.

K_T - транспортні витрати (5% від вартості обладнання)

						КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$K_T = K_0 \cdot 0,05 \quad (4.2)$$

базовий варіант $K_{T1} = 49500 \cdot 0,05 = 2475$ грн;

розрахунковий варіант $K_{T2} = 45000 \cdot 0,05 = 2250$ грн.

K_C - заготівельна складність (1,25% від вартості обладнання)

$$K_C = K_0 \cdot 0,0125 \quad (4.3)$$

базовий варіант $K_{C1} = 49500 \cdot 0,0125 = 618,75$ грн.

розрахунковий варіант $K_{C2} = 45000 \cdot 0,0125 = 562,5$ грн.

$K_{ПР}$ - проекти роботи (4% від вартості обладнання)

$$K_{ПР} = K_0 \cdot 0,04 \quad (4.4)$$

базовий варіант $K_{ПР1} = 49500 \cdot 0,04 = 1980$ грн.

розрахунковий варіант $K_{ПР2} = 45000 \cdot 0,04 = 1800$ грн.

K_M - монтажні роботи (20% від вартості обладнання)

$$K_M = K_0 \cdot 0,2 \quad (4.5)$$

базовий варіант $K_{M1} = 49500 \cdot 0,2 = 9900$ грн.

розрахунковий варіант $K_{M2} = 45000 \cdot 0,2 = 9000$ грн.

Підставляємо дані у формулу (4.1)

базовий варіант $K_1 = 49500 + 2475 + 618,75 + 1980 + 9900 = 64473,75$ грн.

розрахунковий варіант $K_2 = 45000 + 2250 + 562,5 + 1800 + 9000 = 58612,5$ грн.

Розрахуємо річний обсяг виробництва:

$$Q = q \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} \cdot P_{п} \cdot k \quad (4.6)$$

де q - годинна продуктивність дробарки, т;

$n_{зм}$ - кількість робочих змін;

$t_{зм}$ - тривалість роботи обладнання за зміну, год.;

$P_{п}$ - робочий період, діб.

									Арк.
									70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ				

k – коефіцієнт використання обладнання

$$Q_1 = 5 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 240 \cdot 0,8 = 23040 \text{ т}$$

$$Q_2 = 6 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 240 \cdot 0,8 = 27648 \text{ т}$$

Визначимо питомі капітальні вкладення на 1 т

$$K_{\text{п}} = \frac{K}{Q} \quad (4.7)$$

базовий варіант $K_{\text{п}1} = \frac{64473,75}{23040} = 2,798 \text{ грн.}$

розрахунковий варіант $K_{\text{п}2} = \frac{58612,5}{27648} = 2,119 \text{ грн.}$

Розрахунок зміни поточних витрат

Витрати електроенергії:

$$V_{\text{ЕЛ}} = \frac{(N_{\text{ДВ}} * T * K_{\text{ЕБ}} * K_{\text{ІНТ}} * C_{\text{Е}})}{\cos} \quad (4.8)$$

де $N_{\text{ДВ}}$ - сумарна потужність вилучених встановлених або вилучених двигунів;

$$N_{\text{ДВ}1} = 75 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{ДВ}2} = 75 \text{ кВт.}$$

T - час роботи двигуна;

$$T = 12 \cdot 2 \cdot 240 = 5760 \text{ год.}$$

$K_{\text{ЕБ}}$ - коефіцієнт, що враховує втрати електроенергії в мережі заводу; $K_{\text{ЕБ}} = 1,06$.

$K_{\text{ІНТ}}$ - коефіцієнт використання потужності устаткування; $K_{\text{ІНТ}} = 0,8$.

cos - коефіцієнт корисної дії електродвигуна; $\cos = 0,9$.

Отже, витрати електроенергії:

базовий варіант $V_{\text{ЕЛ}1} = \frac{75 \cdot 5760 \cdot 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1,03}{0,9} = 419251,2 \text{ грн.}$

на 1т $419251,2 / 23040 = 18,197 \text{ грн.}$

розрахунковий варіант $V_{\text{ЕЛ}2} = \frac{75 \cdot 5760 \cdot 1,06 \cdot 0,8 \cdot 1,03}{0,9} = 419251,2 \text{ грн.}$

на 1т $419251,2 / 27648 = 15,164 \text{ грн.}$

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк. 71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на амортизацію обладнання:

$$A = \frac{\Phi \cdot H_A}{100} \quad (4.9)$$

де Φ - вартість обладнання; $\Phi = K$

H_A - річна норма амортизаційних відрахувань; $H_A = 15\%$

базовий варіант $A_1 = \frac{64473,75 \cdot 15}{100} = 9671,063$ грн. на 1т $9671,063/23040 = 0,419$ грн.

розрахунковий варіант $A_2 = \frac{58612,5 \cdot 15}{100} = 8791,875$ грн. на 1т $8791,875/27648 = 0,318$ грн.

Витрати на поточний ремонт:

$$V_{П.Р.} = A \cdot 0,5 \quad (4.10)$$

базовий варіант $V_{П.Р.1} = 9671,063 \cdot 0,5 = 4835,532$ грн. на 1т $4835,532/23040 = 0,209$ грн.

розрахунковий варіант $V_{П.Р.2} = 8791,875 \cdot 0,5 = 4395,938$ грн. на 1т $4395,938/27648 = 0,159$ грн.

Витрати по змінних статтях калькуляції приведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 Витрати по змінних статтях калькуляції

Статті витрат	Базовий варіант	Розрахунковий варіант	Зміни
Витрати електроенергії	18,197	15,164	-3,033
Амортизація обладнання	0,419	0,318	-0,101
Витрати на поточний ремонт	0,209	0,159	-0,05
Всього	18,825	15,641	-3,184

Визначення основних показників економічної ефективності

Визначимо річний економічний ефект за формулою

$$E_p = ((C_1 + E_n \cdot K_{п1}) - (C_2 + E_n \cdot K_{п2})) \cdot Q_2 \quad (4.11)$$

де C_1 ; C_2 - собівартість продукції відповідно базовий і розрахунковий варіант;

$K_{п1}$; $K_{п2}$ – питомі капітальні вкладення відповідно базовий і розрахунковий варіант;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності; $E_n = 0,15$;

Q_2 – розрахунковий обсяг виробництва продукції.

$$E_p = ((18,825 + 0,15 \cdot 2,798) - (15,641 + 0,15 \cdot 2,119)) \cdot 27648 = 90847,18 \text{ грн.} = 90,85 \text{ тис. грн.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ

Арк.
73

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на тему «Розрахунок та проектування конструктивних елементів машини для подрібнення зерна» виконано аналіз існуючих конструкцій обладнання для подрібнення зернової сировини та проведено розрахунок основних конструктивних і технологічних параметрів молоткової дробарки продуктивністю 6 т/год.

У результаті аналізу літературних джерел і сучасних конструкцій подрібнювального обладнання встановлено, що молоткові дробарки залишаються найбільш поширеними машинами для подрібнення зерна в комбікормовому виробництві завдяки простоті конструкції, високій продуктивності, надійності та універсальності застосування.

У роботі розглянуто технологічний процес виробництва комбікормів, наведено характеристику основних технологічних схем підготовки сировини та визначено місце процесу подрібнення в загальній структурі комбікормового виробництва. Встановлено, що якість подрібнення суттєво впливає на ефективність змішування компонентів і якість готової продукції.

Проведено енергетичний, конструктивний та кінематичний розрахунки машини для подрібнення зерна продуктивністю 6 т/год. У процесі виконання енергетичного розрахунку визначено необхідну потужність приводу дробарки з урахуванням продуктивності обладнання, фізико-механічних властивостей зернової сировини та умов роботи машини. На основі отриманих результатів обґрунтовано вибір електродвигуна та основних елементів приводу.

Під час конструктивного розрахунку визначено основні геометричні параметри робочих органів дробарки, зокрема діаметр і довжину ротора, кількість та розміщення молотків, параметри ситової поверхні, а також конструктивні характеристики вала ротора. Виконано перевірку елементів конструкції на міцність і жорсткість, що дозволило забезпечити надійну роботу обладнання в умовах експлуатації та сприйняття розрахункових навантажень.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У ході кінематичного розрахунку визначено частоту обертання ротора, колову швидкість молотків, передавальні числа приводу та швидкісні параметри роботи машини. Встановлено раціональні режими роботи обладнання, які забезпечують ефективне подрібнення зернової сировини при мінімальних енерговитратах та отримання продукту необхідної крупності.

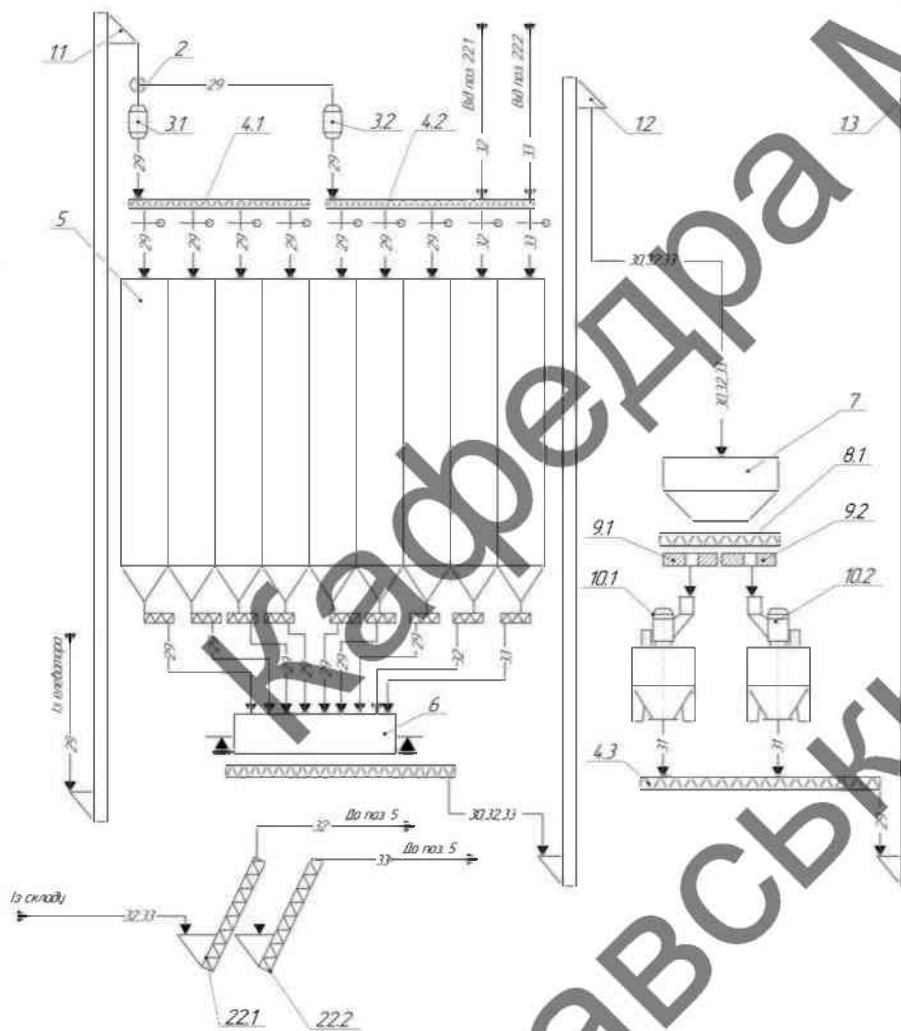
Результати проведених розрахунків підтвердили відповідність прийнятих конструктивних рішень вимогам технологічного процесу та забезпечили можливість проєктування молоткової дробарки, здатної стабільно працювати з продуктивністю 6 т/год. Запроєктована конструкція характеризується достатнім запасом міцності основних деталей, надійністю роботи, технологічністю виготовлення та придатністю до експлуатації в умовах комбікормового виробництва. Розроблено рекомендації щодо монтажу, технічного обслуговування та ремонту обладнання. Визначено основні причини виникнення несправностей та запропоновано заходи щодо підвищення довговічності робочих органів дробарки й забезпечення стабільної роботи обладнання.

У розділі охорони праці проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати під час експлуатації дробильного обладнання, а також запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів щодо забезпечення безпечних умов праці персоналу.

Розглянуто питання охорони навколишнього середовища та визначено основні заходи щодо зменшення пилових викидів, попередження аварійних ситуацій і зниження негативного впливу виробництва на довкілля.

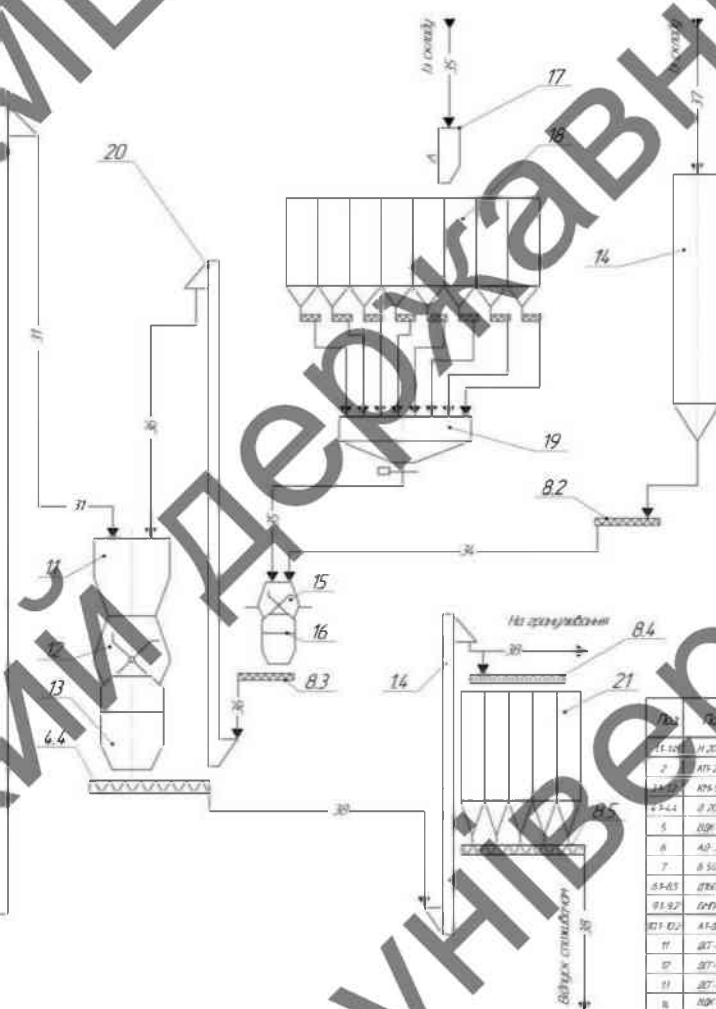
Економічні розрахунки підтвердили доцільність використання запроєктованого обладнання в умовах комбікормового виробництва. Впровадження розробленої машини забезпечує ефективне подрібнення зернової сировини, підвищення продуктивності технологічного процесу та раціональне використання енергетичних ресурсів.

					КРБ.133ГМбд_42.34.00.00.000.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Чисель позначення Судення / позначення	Назва робочого середовища трубопроводу
29	Зв'язка суден
31	Відділення зерна
31	Відділення зерна суден
32	Зв'язка
33	Колі
4	Підлога
5	Фундамент
6	Відділення зерна суден
7	Відділення зерна суден
8	Відділення зерна суден
9	Відділення зерна суден
10	Відділення зерна суден
11	Відділення зерна суден
12	Відділення зерна суден
13	Відділення зерна суден
221	Відділення зерна суден
222	Відділення зерна суден

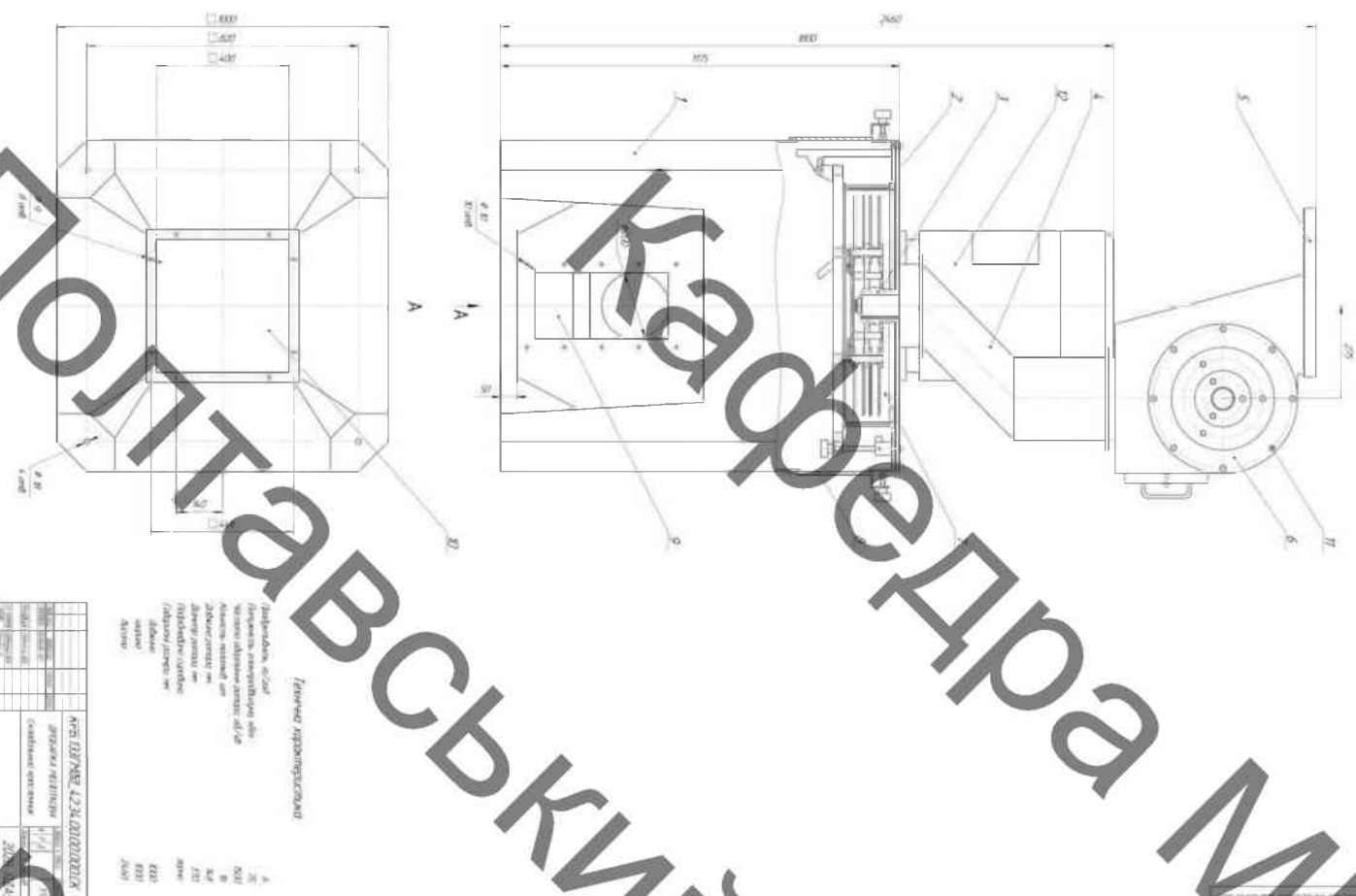
МЕ
 ДЕРЖАВНИЙ
 УНІВЕРСИТЕТ



№	Назва деталі	Назва виробника	Кіл.	Маса кг	Ціна грн
1	Н 20	Італія	4		
2	АТ-200	Австрія (Германія)	1		
3	АВ-500	Словаччина (Чехія)	2		
4-4	В 200	Австрія (Італія)	4		
5	ВР-1.6	Бразил (Італія)	2		
6	АВ-1000	Австрія (Італія)	1		
7	В 500(30)	Бразил (Італія)	1		
8-8	ВР0	Австрія (Італія)	8		
9-9	ВР0-01	Словаччина (Чехія)	2		
10-10	АТ-ВР0-200	Австрія (Італія)	2		
11	ВТ-20-01	Бразил (Італія)	1		
12	ВТ-20	Італія	1		
13	ВТ-20-01	Бразил (Італія)	1		
14	ВР-1.6	Бразил (Італія)	1		
15	ВТ0-01	Італія	1		
16	ВТ0-01-1	Бразил (Італія) (Італія)	1		
17	ВР-200	Франція (Італія) (Італія)	1		
18	ВР-0-20-1	Бразил (Італія) (Італія)	2		
19	ВР-0-20	Італія (Італія)	1		
20	Н 30	Італія	1		
21	ВТ-10	Бразил (Італія) (Італія)	8		
21.02	ВТ-10	Італія (Італія)	2		

					КФС 1337/ВВ 4234.001.000.000 ГХ		
					Підприємство "Агроном"		
№	Підпис	П.п.М.	П.п.М.	Дата	Листів	Зробив	Відправив
2024/04	В.М.М.М.	В.М.М.М.	В.М.М.М.	15.04.2024	1	1	1
					Службовий документ		
					КФС		
					2026, ПДАУ		

КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ЖЕК» м. Львів
 Львівський державний інститут інженерів будівництва та архітектури
 Львівська облдержадміністрація
 Львівська міська рада

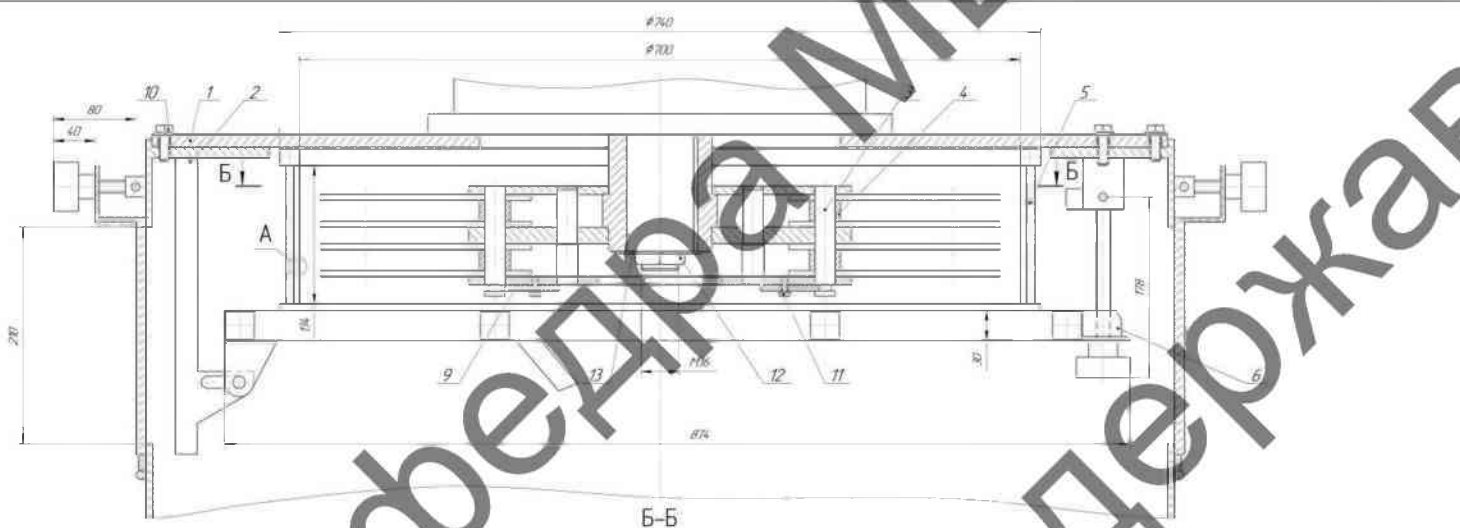


№	Код	Назва	Матеріал	Кількість	Примітки
1	001	Крильчатка	Сталь 40Х	1	
2	001	Корпус	Сталь 40Х	1	
3	001	Ось	Сталь 40Х	1	
4	001	Поручок	Сталь 40Х	2	
5	001	З'єднувач	Сталь 40Х	1	
6	001	Позвонок	Сталь 40Х	1	
7	001	Кріплення	Сталь 40Х	1	
8	001	Підшипник	Сталь 40Х	2	
9	001	Корпус внутрішньої крильчатки	Сталь 40Х	2	
10	001	Валок внутрішньої крильчатки	Сталь 40Х	1	
Складові вузли:					
Болт М8х15х30-58					
ГОСТ 7798-70					
Енергоподвиги 4425054					
ГОСТ 89-74					
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000					
Листок 1					
Листок 2					
Листок 3					
Листок 4					
Листок 5					
Листок 6					
Листок 7					
Листок 8					
Листок 9					
Листок 10					
Листок 11					
Листок 12					
Листок 13					
Листок 14					
Листок 15					
Листок 16					
Листок 17					
Листок 18					
Листок 19					
Листок 20					
Листок 21					
Листок 22					
Листок 23					
Листок 24					
Листок 25					
Листок 26					
Листок 27					
Листок 28					
Листок 29					
Листок 30					
Листок 31					
Листок 32					
Листок 33					
Листок 34					
Листок 35					
Листок 36					
Листок 37					
Листок 38					
Листок 39					
Листок 40					
Листок 41					
Листок 42					
Листок 43					
Листок 44					
Листок 45					
Листок 46					
Листок 47					
Листок 48					
Листок 49					
Листок 50					
Листок 51					
Листок 52					
Листок 53					
Листок 54					
Листок 55					
Листок 56					
Листок 57					
Листок 58					
Листок 59					
Листок 60					
Листок 61					
Листок 62					
Листок 63					
Листок 64					
Листок 65					
Листок 66					
Листок 67					
Листок 68					
Листок 69					
Листок 70					
Листок 71					
Листок 72					
Листок 73					
Листок 74					
Листок 75					
Листок 76					
Листок 77					
Листок 78					
Листок 79					
Листок 80					
Листок 81					
Листок 82					
Листок 83					
Листок 84					
Листок 85					
Листок 86					
Листок 87					
Листок 88					
Листок 89					
Листок 90					
Листок 91					
Листок 92					
Листок 93					
Листок 94					
Листок 95					
Листок 96					
Листок 97					
Листок 98					
Листок 99					
Листок 100					

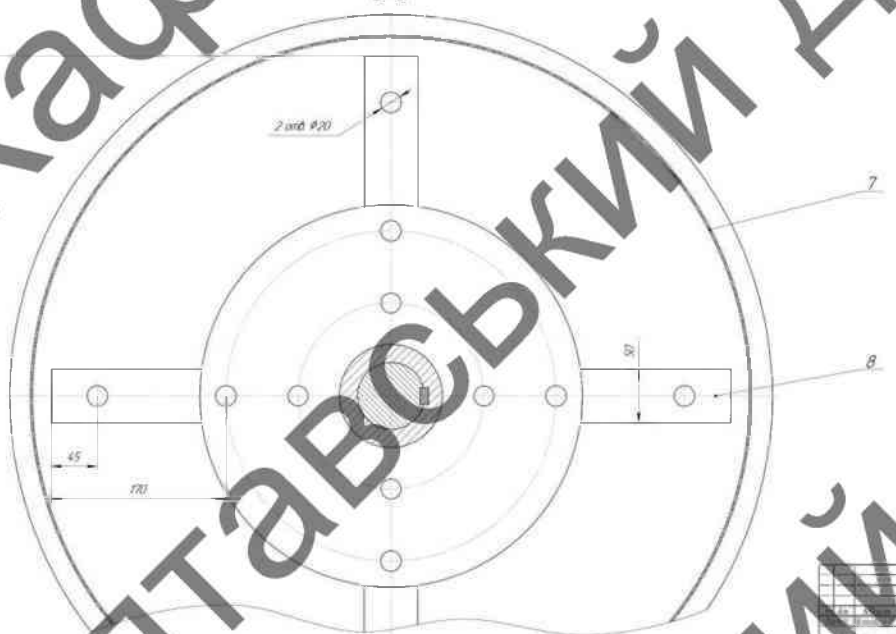
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 1
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 2
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 3
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 4
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 5
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 6
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 7
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 8
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 9
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 10
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 11
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 12
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 13
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 14
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 15
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 16
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 17
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 18
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 19
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 20
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 21
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 22
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 23
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 24
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 25
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 26
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 27
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 28
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 29
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 30
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 31
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 32
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 33
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 34
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 35
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 36
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 37
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 38
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 39
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 40
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 41
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 42
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 43
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 44
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 45
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 46
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 47
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 48
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 49
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 50
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 51
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 52
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 53
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 54
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 55
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 56
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 57
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 58
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 59
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 60
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 61
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 62
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 63
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 64
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 65
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 66
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 67
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 68
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 69
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 70
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 71
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 72
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 73
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 74
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 75
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 76
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 77
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 78
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 79
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 80
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 81
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 82
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 83
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 84
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 85
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 86
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 87
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 88
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 89
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 90
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 91
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 92
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 93
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 94
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 95
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 96
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 97
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 98
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 99
КРБ 1317МБ 4.23.00.00.000	Листок 100

Листок 1

ЖТ00001010076 25 1284123 944

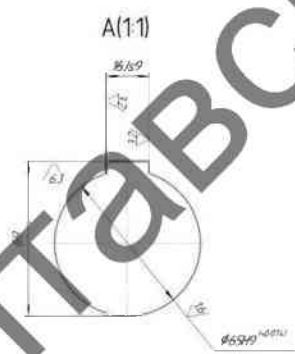
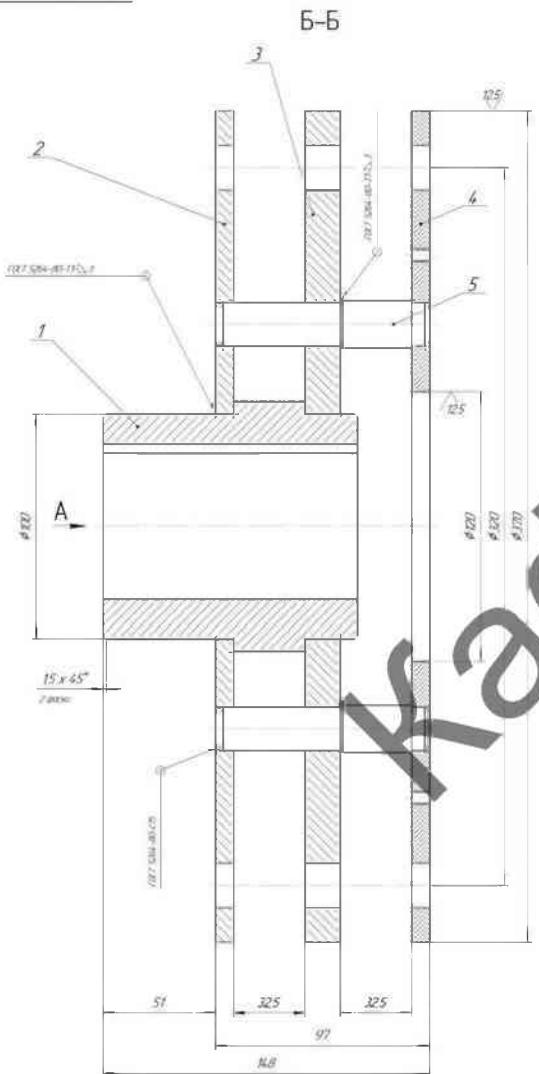


A (2:1)



КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.000.СК	
РОТОР	КРБ 12
Складальний креслений	
2026, ПДАУ	

№	Код	Позначення	Найменування	к-т	Примітка
<u>Документація</u>					
A1		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.000.СК	Складальний креслений		
<u>Деталі</u>					
1		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.001	Коричка	1	
2		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.002	Опора	1	
3		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.003	Покрив	4	
4		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.004	Пластина	32	
5		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.005	Кільце жорсткості	8	
6		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.006	Прижимний пристрій	1	
7		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.007	Гайка	1	
8		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.008	Малюнок	16	
9		КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.009	Пластина	4	
<u>Стандартні деталі</u>					
10		Болт М10х15х35,58			
		ГОСТ 7798-70		12	
11		Болт М6х15х20,58			
		ГОСТ 7798-70		4	
12		Гайка М36х2			
		ГОСТ 9064-75		1	
13		Шайба 36			
		ГОСТ 9065-75		1	
КРБ.133ГМвВ_4.234.00.07.00.СК					
Ротор				ПДАУ, 2026	



Код	Наименование	Количество	Единица измерения
<u>Документация</u>			
	КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.000	1	Складочные чертежи
<u>Детали</u>			
1	КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.001	1	Ступица
2	КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.002	1	Диск
3	КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.003	1	Диск
4	КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.004	1	Диск
5	КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.005	4	Пальцы

КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.000			
Исполн.	Провер.	Утверд.	Дата
Состав.	Взам. пр.		
Исполн.	Взам. пр.		

ОСНОВА		Лист 1 из 1
Складочный чертеж		Дата: 2026, ПДАУ

КРБ.13.3ГМВВ_4.2.34.00.03.000.СК			
ОСНОВА		Лист 1 из 1	
Складочный чертеж		Дата: 2026, ПДАУ	