

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)
студенту Мецану Максиму Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок молоткової дробарки та розроблення технічних заходів з ремонту вузла ротора

Керівник роботи Вітенько Тетяна Миколаївна, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» 01 2024__ року № 4/7-70

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Паспорт молоткової дробарки

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина
 1. Аналітична частина.
 - 1.1. Аналіз технічних даних молоткової дробарки
 - 1.2. Особливості застосування молоткової дробарки
 - 1.3. Літературний та патентний огляд
 - 1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи
2. Конструкторська частина
 - 2.1. Енергетичний розрахунок макаронного преса
 - 2.1. Технологічний розрахунок
 - 2.1. Розрахунок молотків
 - 2.3 Кінематичний розрахунок машини
 - 2.4. Конструктивний розрахунок вузла ротора
 - 2.5. Технічні засоби контролю і управління роботою машини
3. Технологічна частина
 - 3.1 Технічна експлуатація
 - 3.2. Складання графіку планово-попереджувального ремонту молоткової дробарки
 - 3.3. Технологія розбирання та складання вузла ротора
 - 3.4 Розробка технологічного процесу механічної обробки шківа ротора молоткової дробарки
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
 1. Молоткова дробарка. (1 л.ф.А1)
 2. Привод дробарки молоткової. (1 л.ф.А1)
 3. Машино-апаратурна схема виробництва спирту (1 л.ф.А1)
 4. Деталі вузла ротора молоткової дробарки (1 л.ф.А1)
 5. Схема складання вузла ротора молоткової дробарки (1 л.ф.А1)
 6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки шківа (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	доц. Окіпний І.Б.		
Нормоконтроль	доц. Ворощук В.Я.		

7. Дата видачі завдання 01.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналітична частина	01.02. 2024- 15.02.2024	
2	2. Конструкторська частина	01.02.2024- 10.05.2024	
3	3. Технологічна частина	01.02.2024- 01.05.2024	
4	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	01.05.2024- 10.06.2024	
5	Висновки.	01.06.2024- 07.06.2024	
6	Графічна частина		
7	Молоткова дробарка. (1 л.ф.А1)	01.02.2024- 20.02.2024	
8	Привод дробарки молоткової. (1 л.ф.А1)	01.02.2024- 20.02.2024	
9	Машино-апаратурна схема виробництва спирту (1 л.ф.А1)	01.02.2024- 20.04.2024	
10	Деталі вузла ротора молоткової дробарки (1 л.ф.А1)	01.02.2024- 04.06.2024	
11	Схема складання вузла ротора молоткової дробарки (1 л.ф.А1)	01.02.2024- 25.05.2024	
12	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки шківa (1 л.ф.А1)	01.03.2024- 06.05.2024	
13	Молоткова дробарка. (1 л.ф.А1)	01.03.2024- 05.05.2024	
14			
15			
16			

Студент

(підпис)

Мецан М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вітенько Т.М..

(прізвище та ініціали)

Анотація

Мецан Максим Володимирович. Розрахунок молоткової дробарки та розроблення технічних заходів з ремонту вузла ротора.

У кваліфікаційній роботі бакалавра виконано літературний огляд сучасних конструкцій обладнання для подрібнення харчової сировини. Виконано технологічний та кінематичний розрахунок дробарки, конструктивний розрахунок вузла ротора з підбором підшипників. Запропоновано засоби і заходи контролю і управління роботою машини.

Розроблено вимоги до експлуатації молоткової дробарки. Запропоновано схему і карту розбирання – складання вузла ротора. Розроблено технологічний маршрут механічної обробки шківів приводу молоткової дробарки.

Також запропоновано заходи з охорони праці і безпеки при експлуатації молоткової дробарки.

Ключові слова: дробарка, ремонт, розрахунок, молоток, ротор, шків.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація		
Розроб.	Мецан М.В.						
Перевір.	Вітенько Т.М.						
Реценз.							
Н. Контр.	Ворощук В.Я.						
Затверд.	Вітенько Т.М.				гр. МОс-41		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						3	

Abstract

Metsan Maksim. Calculation of a hammer mill and development of technical measures for repairing the rotor assembly.

In the bachelor's thesis, a literature review of modern designs of equipment for grinding food raw materials was carried out. He performed the technological and kinematic calculation of the crusher, the structural calculation of the rotor assembly with the selection of bearings. Means and measures for monitoring and controlling the machine operation are proposed.

Requirements for the operation of the hammer crusher are developed. The scheme and map of disassembly and assembly of the rotor assembly are proposed. A technological route for machining the hammer crusher drive pulley has been developed.

Measures for labour protection and safety during the operation of the hammer crusher are also proposed.

Keywords: mill, repair, calculation, hammer, rotor, pulley.

.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Мецан М.В.			Abstract				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Вітенько Т.М.									3	
Реценз.									зр. МОс-41			
Н. Контр.		Ворошчук В.Я.										
Затверд.		Вітенько Т.М.										

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналітична частина.	7
1.1. Аналіз технічних даних молоткової дробарки	7
1.2. Особливості застосування молоткової дробарки	7
1.2.1. Будова і принцип роботи молоткової дробарки	7
1.2.2. Машино-апаратурна схема виробництва спирту.....	9
1.3. Літературний та патентний огляд	13
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи	23
2. Конструкторська частина.....	24
2.1.Технологічний розрахунок	24
2.1. Розрахунок молотків.....	26
2.3 Кінематичний розрахунок машини.....	29
2.4. Конструктивний розрахунок вузла ротора.....	33
2.5. Технічні засоби контролю і управління роботою машини.....	36
3. Технологічна частина	39
3.1 Технічна експлуатація	39
3.2. Складання графіку планово-попереджувального ремонту молоткової дробарки.....	41
3.3. Технологія розбирання та складання вузла ротора	42
3.4 Розробка технологічного процесу механічної обробки шківів ротора молоткової дробарки.....	44

					<i>КРБ 355.00.00.000 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Зміст</i>		
Розроб.		Мецан М.В.					
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворожук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						4	
					<i>гр. МОс-41</i>		

3.4.1. Аналіз технічних умов шківа.....	44
3.4.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки	46
3.4.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів	47
3.4.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки шківа.....	52
3.4.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.....	53
3.4.6. Розрахунок режимів різання по операціях.....	54
3.4.8. Технічне нормування технологічного процесу. визначення необхідної кількості обладнання і величини його завантаження	55
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.	56
4.1 Загальні вимоги техніки безпеки при роботі на дробарках.....	56
4.2 Розрахунок параметрів ізолюючих пристроїв	58
Висновки	60
Перелік посилань	61

Вступ

Етиловий спирт є основним продуктом, який широко використовується в харчовій а також, мікробіологічній, медичній та інших галузях промисловості.

У харчовій промисловості він використовується, головним чином, у виробництві алкогольних напоїв та харчових ароматизаторів тощо.

До 1917 року вітчизняна алкогольна промисловість була представлена невеликими заводами з річною потужністю приблизно 22 тис. графин спирту. За радянських часів виникли великі підприємства з виробничою потужністю від 6000 до 12000 дал на добу. У 1980-х роках у Радянському Союзі було приблизно 400 великих лікєро-горілочаних заводів, які виробляли 200 мільйонів дал алкоголю. Після цього виробництво алкоголю неухильно скорочувалося, особливо в період перебудови та з початком економічної кризи. Зменшення виробництва також пов'язане з посиленням галузевого регулювання, підвищенням плати за ліцензії, мінімальних нормативів статутного капіталу для виробників спирту, запровадженням обов'язкової переробки відходів спиртового виробництва. Однак основною причиною падіння є не великі тіньові продажі алкоголю, які знижують рентабельність легального виробництва.

Нині в Україні є багато лікєро-горілочаних заводів із загальним виробництвом харчового спирту близько 20 млн дал на рік.

Технологія виробництва спирту є біотехнологічною, оскільки передбачає використання каталізаторів (ферментів) біологічного походження. При правильному підході виробництво спирту є безпечним і безвідходним. Крім спирту при цьому процесі утворюються вуглекислий газ, бардо, ефірні фракції, сивушні масла.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ		
Розроб.		Мецан М.В.					
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворощук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	
					гр. МОс-41		

1. Аналітична частина.

1.1. Аналіз технічних даних молоткової дробарки

Дробарка універсальна КДУ-2,0 призначена для подрібнення широкого спектру матеріалів, як сипких, так і волокнистої структури, переважно зерна, качанів кукурудзи, коренеплодів. Вона складається з силосорізки барабанного типу для попереднього грубого подрібнення несипких матеріалів та молоткової дробарки для перемелювання на борошно, дерть чи м'язгу.

Технічні характеристики

Продуктивність, т/год, під час подрібнення:

зерна	2,0
сухої трави та соломи на борошно	0,5
зеленої маси	3,0
коренеплодів	7,0
Потужність електродвигуна, кВт	30
Частота обертання ротора, об/хв.	2725
Кількість молотків на роторі, шт.	90
Діаметр отворів змінних решіт, мм	4, 6, 8, 10

1.2. Особливості застосування молоткової дробарки

1.2.1. Будова і принцип роботи молоткової дробарки

Дробарка оснащена барабаном 12, живильним конвеєром 14 і натискним конвеєром 17. Для завантаження зернової сировини в дробильну камеру є завантажувальний бункер 3.

Всі механічні частини кріпляться до рами 16. Робочий орган приводиться в рух електродвигуном 15.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1. Аналітична частина.		
Розроб.		Мецан М.В.					
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворощук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						7	
					гр. МОс-41		

Для попереднього подрібнення стеблової та іншої несипкої сировини служать ножовий барабан 12 і зустрічна плита, а для остаточного подрібнення - розмелювальне обладнання. Зазор між ножем і протиризальною пластиною повинен бути від 0,5 до 0,8 мм, встановлюється двома регулювальними гвинтами.

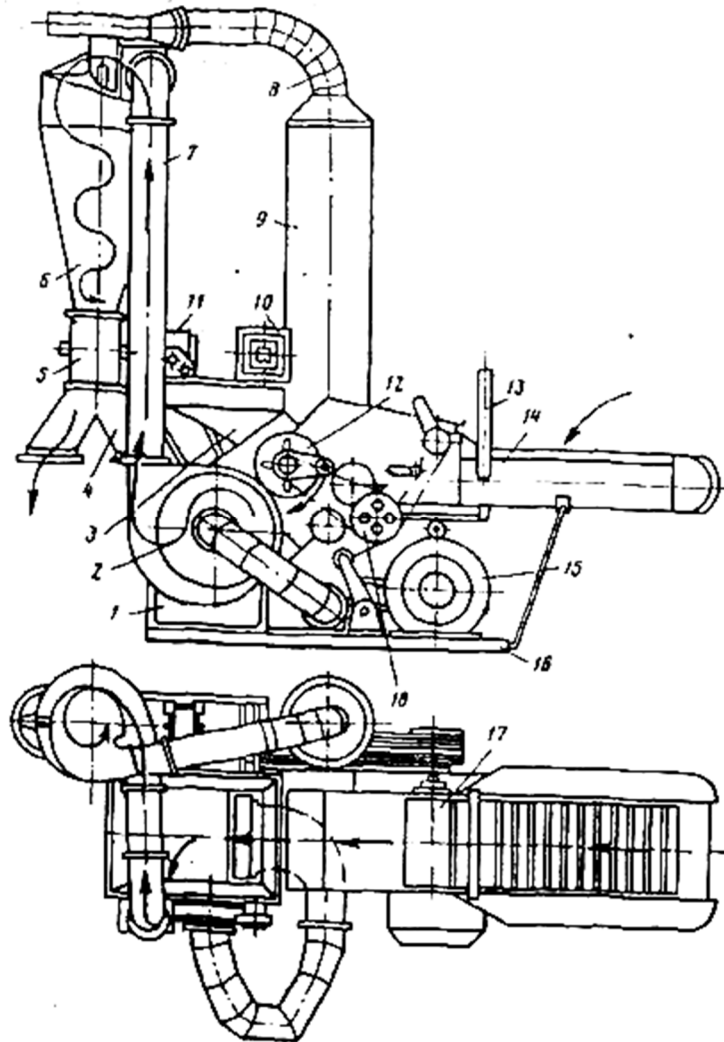


Рис. 1.1 - Універсальна дробарка КДУ-2,0:

1 - дробильна установка; 2 – вентиляційний устрій; 3 - завантажувач; 4 - рукава; 5 - шлюз; 6 – циклонна установка; 7- трубопровід продукту; 8 - повітровід; 9 - рукавний фільтр; 10 – індикатор струму; 11 – редуктор черв'ячного типу; 12 - ножовий барабан; 13 - важіль вмикання; 14 - завантажувач; 15 – двигун електричний; 16 - станина - 17 - підпресовуючий транспортер; 18 – редуктор.

Ножовий барабан оснащений двома змінними зірочками (z1 -15 і z2 -20) з різною кількістю зубів для зміни швидкості подачі.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подаючий конвеєр і пресовий конвеєр примикають до вікна завантаження корпусу ножового барабана і приводяться в рух валом ножового барабана через механізм передачі.

На рис. 1.1 наведена схема дробарки КДУ-2.0.

Передавальний механізм складається з редуктора 4, встановленого під рамою живильного конвеєра. Конструкція редуктора забезпечує вмикання та вимикання конвеєра, а також повернення матеріалу назад, навіть якщо вхідний порт засмічується.

Дробарка молоткова. На одному кінці вала дробильного барабана прикріплений шестилопатевий вентилятор, а на іншому – двоступеневий багатожильний шків клиноремінного ременя.

У камері подрібнення обертається молотковий барабан. Для відбору сухої подрібненої сировини передбачено всмоктуючий отвір, а для відбору вологої сировини замість сита вставлено прямокутну розвантажувальну горловину. Одночасно послабте дві гайки планки та відкрийте вниз кришку розвантажувального люка. До корпусу дробарки кріпиться корпус вентилятора у формі равлика. Його всмоктуючий патрубок з'єднаний з пиловивідним патрубком, а вихідний патрубок з'єднаний з циклоном 6 транспортним трубопроводом 8 (рис. 1.1). Верхнє сопло циклону з'єднане з верхнім кінцем повітропроводу 8.

1.2.2. Машино-апаратурна схема виробництва спирту

На рис. 1.2 представлена МАС виробництва спирту з крохмалевмісної сировини із механічною та ферментативною обробкою. Зерно, подрібнене в молотковій дробарці 3, проходить через лоток 2 і надходить до змішувача 5, де перемішується з водою при температурі (60-65°C) і ферментним препаратом амілазою, що надходить із збірної ємності витратних матеріалів 1. Співвідношення зерен і води, що надходить у змішувач, є 1:3, а температура змішування - 50-55 °C.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

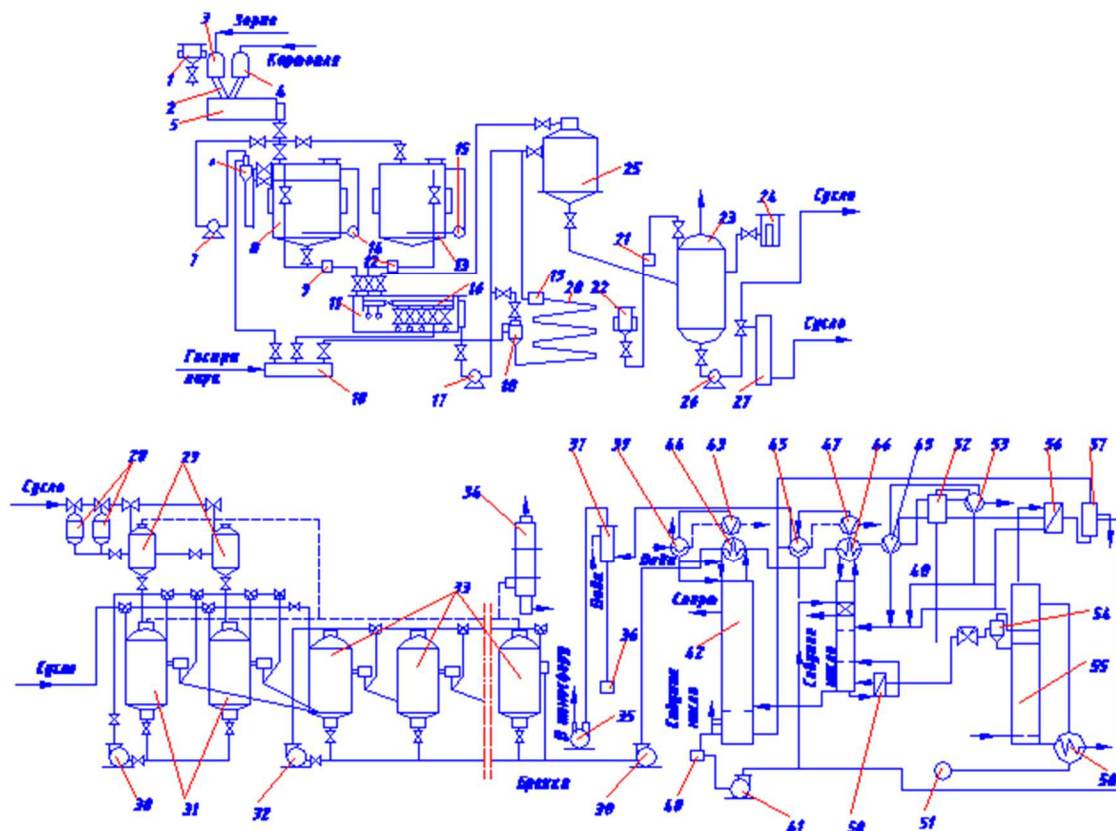


Рис. 1.2 – Машино-апаратурна схема виробництва спирту:

Час замішення в змішувачі 5 складає 10-12 хв. У змішувачі 5 здійснюються початкові етапи розрідження крохмалю і розчинення твердих речовин, а дія амілази забезпечує нормальну плинність маси.

При обробці картоплі картопляне пюре, подрібнене в молотковій дробарці 4, також надходить до змішувача 5 і змішується з рідким ферментувальним препаратом.

Зі змішувача 5 зернова партія насосом 7 подається в контактну головку 6, де в розподільнику 10 прогрівається парою до 70-72°C перед подачею на установки 8 і 13 гідродинамічного та ферментативного оброблення першого ступеня. Приблизно після 1/3 заповнення апарату вмикається циркуляційний контур з відцентровими насосами 14 і 15 для перемішування маси в апараті при температурі 65-70°C. При гідродинамічній обробці сировини за рахунок дії амілази відбувається подальше розрідження і розчинення крохмалю і сухих речовин зерна.

При обробці подрібнену картоплю, змішану з амілазою, перекачують насосом 7 через контактну головку 6 в апарати 8 і 13. Потім обробка здійснюється відповідно до параметрів, які використовуються при обробці зерна.

Ферментну обробку і термічну обробку сировини проводять наступним чином. Заміс або картопляна каша з апаратів 8 і 13 першого ступеня розподіляється дозаторами 9 і 12 на три відділення з мішалкою 16 горизонтальним апаратом 11 гідродинамічної та ферментативної обробки другого ступеня. У першому відділенні пристрою 11 крохмалевмісна маса витримується при перемішуванні при 65-72 °С протягом 15-16 хв, а потім через переливний отвір надходить у друге відділення, де нагрівається до 72-72 °С. °С гарячою парою з розподільника 10. °С і витримують 15-16 хвилин. У третьому відділенні температуру маси підвищують до 85-95 °С подачею пари. Достатньо розведена і гідролізована крохмалевмісна маса подається насосом 17 з пристрою 11 через трубчастий стерилізатор 20 і регулюючий клапан 19 в паровіддільник 25, звідки її видаляють на оцукрювання. При цьому вторинна пара з паросепаратора 25 направляється в першу секцію пристрою 11.

У процесі оцукрювання стерилізовану масу в оцукрювачі 23 змішують з глюкоамілазою, що надходить через вузол подачі 21 із збірника витратних матеріалів 22, і витримують при 55°С протягом 30-35 хв. Основна кількість формаліну, який перешкоджає розвитку кислотоутворюючих бактерій під час бродіння, подається зі збірника 24.

Сусло з випарника-осахарителя 23 направляється плунжерним насосом 26 до теплообмінника 27, де воно охолоджується до температури складки 18-20°С перед тим, як потрапити в ферментери 31 і 33, де воно подається безперервним потоком. Дріжджі, підготовлені в резервуарі для дріжджів 28, потрапляють у ферментер 29, а звідти подаються в головний ферментер 31. Зброджене сусло з головного ферментера 31 послідовно тече в ферментер 33 через транспортну трубу. З останнього пристрою бродіння витримане сусло направляється в дефлегматор ректифікаційної колони 43. Насоси 30 і 32 видаляють сусло з ферментаційної ємності під час дезінфекції. Спирт уловлюється з вуглекислого газу, що виділяється під час бродіння, у спиртовій пастці 34.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спирт відокремлюють від затору, а спирт-сирець переробляють у БРУ, який складається з трьох колон (брагоректифікаційної 55, епіюраційної 48, ректифікаційної 42), теплообмінного обладнання, рекупераційної ємності, насосного обладнання, контрольно-вимірювальної техніки та системи керування.

У піногаснику 43 затор нагрівається до 40-50°C теплотою конденсації парів спирту в ректифікаційній колоні. З теплообмінника брага потрапляє в дефлегматор епіюраційної колони колону 46, в якій нагрівається водно-спиртовою парою в епіюраційної колоні 48 до 50-55°C і передається в додатковий браго підігрівач 49, де досягається температура. підвищується до 70-75°C за допомогою тепла, який не конденсується у дефлегматорі випарника 56 бражної колони 55. Остаточний підігрів браги до 85-90°C здійснюють в браго підігрівачі 50.

Підігріта брага з теплообмінника 49 надходить в сепаратор 52, звільняється від вуглекислого газу в конденсаторі 53 і додатковим насосом 51 подається на верхню тарілку брагоепіюраційної колони 55.

Колона 55 складається з 34 тарілок, 18 з яких розміщені в відгонній секції колони, 11 в епіюруючій секції і 5 над епіюруючою секцією колони (піноуловлювач). Епіюруюча і відганяюча частини епіюраційної колони 55 розділені циліндричною оболонкою, обладнаною патрубками для збору епіюрованих водно-спиртових парів.

У випарній секції колони 55 частина спирту, включаючи основні і проміжні домішки, пов'язані зі спиртом, відганяється із затору і надходить до міжтрубного простору випарника у вигляді потоку пари, випаровуючи лютерну воду. і конденсуючи його в колектор 56.

Епіюрована брага направляється в відгонну частину бражної колони 55, де має місце повна відгонка спирту. Барда виводиться в теплообмінник 55, де вона надає тепло бразі та охолоджується до 70-75°C. Колона 55 функціонує при робочому тиску 150-170 кПа. Водно-спиртова пара, що випаровується з випарної колони брагоепіюраційної 55 через піноловлювач 54, надходить до кип'ятильника 50 для нагрівання випарної колони. Випарену пару і конденсовану воду з кип'ятильника 50 направляють на 10 тарілку чи на 15 тарілку випарної колони 48. Брагодистиллят колектора 56 направляється на 20 і 25 тарілки ректифікаційної

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

колони 48. Ректифікаційна колона 48 має 39 тарілок, з яких 20-25 працюють в режимі кип'ятіння домішок, 6-11 - в режимі гідровідбору домішок і 8 - в режимі концентрації домішок. Колона працює при тиску 50-65 кПа. Конденсована вода з дефлегматора 46 і надлишок дистильованої води з конденсатора 47 і спиртовловлювача 45 повертаються на верхню тарілку колонки для зрошення флегмою. Лютерна вода подається з пристрою відновлення рідкої води 40 в колону 48 насосом 41.

Епюрат з епюраційної колони 48 надходить на 16-ту тарілку ректифікаційної колони 42. Ректифікаційна колона 42 складається з 81 багатоковпакової тарілки, з яких 16 використовуються для перегонки спирту, 10-15 для пастеризації спирту і 55 для збагачення спирту. Колонка оснащена дефлегматором 43, конденсатором парів 44 і спиртовловлювачем 39. Домішки, не відділені в ректифікаційній колоні 48, конденсуються в низу колони 42 і видаляються з парів в тарілках 7-10. Колона 42 піддається зрошенню флегмою із дефлегматорів і конденсатора 44 і 39. Дистильований спирт відбирають з тарілок 72-75 ректифікаційної колони 42. Ректколона 42 працює при тиску від 50 до 70 кПа. Головна фракція етилового спирту виводиться з ректоколони 48 через додатковий конденсатор 45, звідки виводиться в збірник головної фракції.

Розрідження в колонах 55, 46, 42 створюється вакуумним насосом 35. Вакуумна система містить барометричний конденсатор 37, а в якості поглинача використовується жолоб з 10 пластинами з кількома кришками. Вода, що надходить у пневматичний конденсатор 37 для поливу, відводиться в водозбірник 36.

1.3. Літературний та патентний огляд

Ударні дробарки застосовуються для дроблення і подрібнення сировини низької і середньої міцності. Широко використовується для подрібнення харчової сировини та хімічної сировини. Для таких матеріалів ударні дробарки можуть досягти високого ступеня подрібнення, ефективними є їх проста конструкція, низька металоємність, можливість виробництва машин великої продуктивності та

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

простота обслуговування. На практиці спостерігається тенденція до використання ударних дробарок.

У молотковій дробарці об'єкт, що подрібнюється, руйнується під дією удару, спричиненого кінетичною енергією рухомого тіла. Залежно від розташування основного дробильного органу дробарки поділяються на молоткові, ротаційні та дезінтеграторні.

Однороторна безреверсивна молоткова дробарка типу М (рисунок 1.3) складається з основного корпусу, ротора, дробильної плити та решітки.

Верхня частина 1 і нижня частина 2 корпусу відливаються або зварюються з катаного або тонкого сталевого листа. Біля бічної стінки корпусу розташований підшипник, в якому обертається вал 6 ротора 3. Ротор являє собою збірну конструкцію. Диски жорстко закріплені на валах 6 і мають по шість отворів, через які проходять стрижні 5 і служать осями для шарнірних молотків 4.

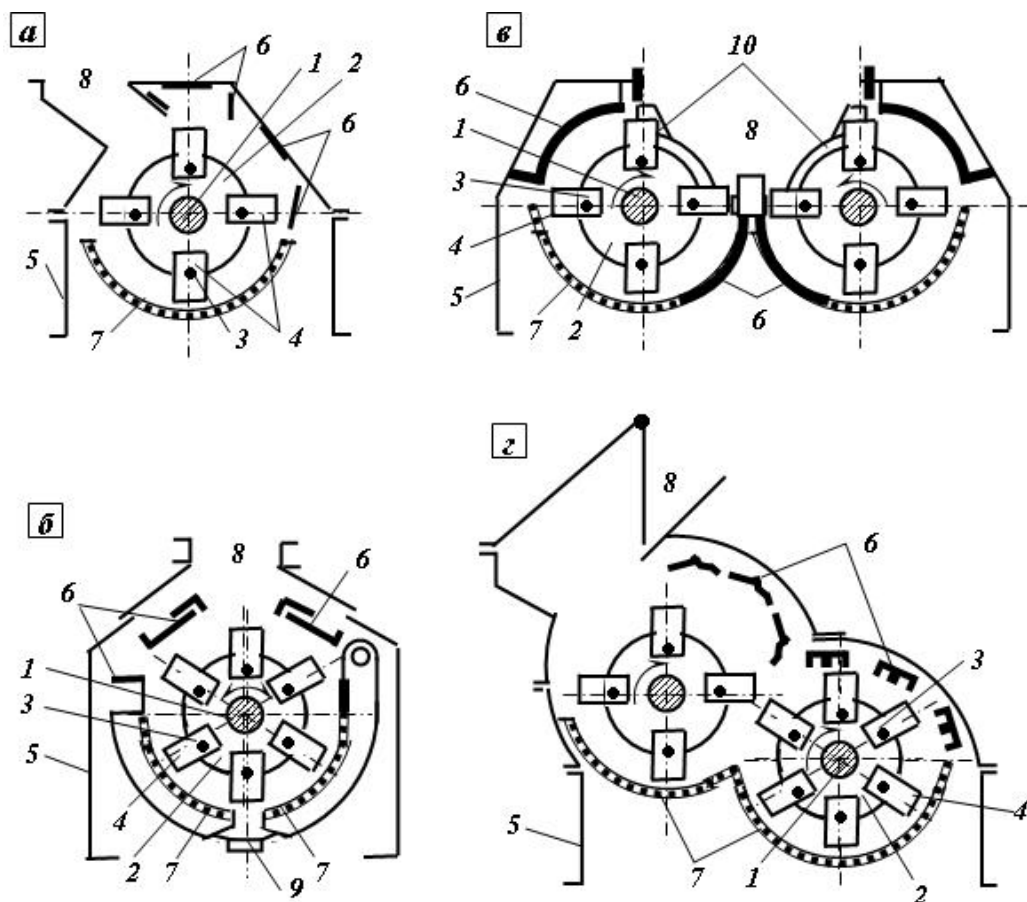


Рис. 1.3- Схеми коопонування молоткових дробарок.

Однороторні: а- нереверсивного типу; б – реверсивного типу.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Двороторного компонування: в – паралельного роздроблення; г – послідовного роздроблення. 1 – горизонтальний робочий вал; 2 – роторний блок; 3 – вісі робочих елементів (молотків); 4 – робочі елементи (молотки); 5 – станина дробарки; 6 – футерувальні плити; 7 – решітка колосникового типу; 8 – завантажувальна горловина; 9 – уловлююча камера; 9 – фігурні колосники.

Зверху корпусу печі розміщена перегородка 7. У днищі корпусу печі є решітка 8, яка займає 135-180 кругів і забивається. Сировина руйнується молотками, ударами по футеровочній плиті, роздавлюванням і стиранням об грати. Подрібнений продукт вивантажується через решітку на дно дробарки. Решітки виготовлені зі сталі 60С2 або 45Х і бувають різних форм, але часто мають форму трапеції з канавками, які розширюються до випуску під кутом від 10 до 20 градусів. Молот нахилений у напрямку руху сировини під кутом 40-50° відносно радіуса ротора, що зменшує налипання сітки при подрібненні вологої сировини.

Молоток шарнірний, щоб уникнути поломок, оскільки він відхиляється під кутом, коли неподрібнений матеріал потрапляє в робочий простір подрібнювача.

Однороторна реверсивна молоткова дробарка типу ДМРЕ (рис. 1.3) складається із зварного корпусу 5, ротора 2 і решітки 7. Положення решітки регулюється спеціальним механізмом. Вал ротора 1 підтримується підшипниками, закріпленими на дротяній рамі. Вал ротора приводиться в рух електродвигуном, який з'єднаний муфтою. На валові 1 закріплений диск ротора 2, а в отвір 2 пропущений стрижень з нещільно закріпленим на ньому молотком 4. Завантажувальний матеріал через живильник 8 надходить до робочої камери дробарки, де в результаті багатократних ударів молотка 4 і ударів об обшивку бронеплити 6 подрібнюється. Остаточне подрібнення сировини дробленням і стиранням відбувається в кільцевому проміжку між гратами 8 і торцем молота 4. Решітка виконана із двох однакових частин, підвішених зверху на осі і підтримуваних знизу ексцентриситетом механізму регулювання. Ексцентричне обертання змінює положення решітки в залежності від напрямку обертання ротора. Камера 9 уловлювача призначена для уловлювання металу або подібного, що випадково потрапляє в дробарку, і періодично спорожняється. Оскільки

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вхідний отвір 8 розташований у центрі, напрямок обертання ротора можна змінювати, і перевага цього типу дробарки полягає в тому, що її можна використовувати для обох цілей, не розбираючи та обертаючи дробарку. Іншими словами, в цьому типі дробарки знос молотка рівномірний з обох сторін. Ця дробарка призначена для подрібнення матеріалів із середньою міцністю та вологістю до розміру частинок від 3 до 5 мм.

Двуроторна молоткова дробарка з паралельним розташуванням роторів. Сировина подається в живильний бункер 8, утворений торцевою стінкою корпусу 5 дробарки і фасонною решіткою 10. Під час обертання ротора 2 вільно підвішені молотки 4 проходять через зазори між фасонними решітками 10 і подрібнюють шматки матеріалу. Подрібнений продукт потрапляє на решітку під ротором, де остаточно подрібнюється та вивантажується під дробарку. Вал 1 кожного ротора приводиться в рух від окремого електродвигуна через клинопасову передачу. Ведучий шків важкий і виконує роль маховика. Крім того, до вільного кінця валу ротора також приєднаний маховик для вирівнювання ходу дробарки. Найбільша дробарка цього типу може приймати блоки довжиною до 2000 мм і вагою до 4 тонн і подрібнювати їх до 30-35 мм з продуктивністю 1000 тонн на годину.

Двуроторна молоткова дробарка з послідовно розташованими роторами (рис. 1.3) складається із зварного корпусу 5, ротора 2 і решітки 7, розташованої під ротором. Верхній і нижній ротори з молотком 4 обертаються в одному напрямку. Над кожним ротором є відбійник 6, який переміщується при регулюванні дробарки. Обидва ротори приводяться в рух клинопасовою передачею від одного електродвигуна. Під час роботи дробарки молотки верхнього ротора рівномірно і безперервно б'ють по шматках сировини, що подається із живильного бункера 8. Маса поділяється на частини, кидається на плиту полови, відбивається назад і знову забивається молотками верхнього або нижнього ротора. Нижній ротор збиває масу і кидає її на перегородку, штовхаючи матеріал на нижню решітку. Область між двома роторами є місцем, де відбувається найсильніше розчавлення. Подрібнений продукт виводиться через щілини колосникових грат. Розмір подрібненого продукту контролюється зміною зазору між молотком і ударною планкою, молотом і решіткою.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У молотковій дробарці матеріал подрібнюється головним чином ударом молота, підвішеного до ротора, оточеного корпусом, покритим броньовими пластинами. На рис. 1.3 зображено схему молоткової дробарки.

Молоток вдаряє по масі і притискає її до стінок і пластин корпусу. Фрагментація маси, таким чином, викликана ударом молотка, ударом маси об плиту, а також роздавленням і стиранням маси молотком об решітку. Подрібнений продукт вивантажується нижче дробарки. Молоткові дробарки випускаються з решіткою або без неї. Колосникові дробарки призначені для отримання продуктів з певним максимальним діаметром грудок і використовуються переважно для тонкого подрібнення. Молоткові дробарки без решіток можуть виробляти продукцію потрібного розміру завдяки збільшенню частоти обертання ротора. Дробарка, яка подрібнює вологі глинисті матеріали, має рухливу гіраторну плиту, яка є важким пластинчастим конвеєром, прикріпленим до дробарки. Подаючи в'язкий матеріал до ротора, можна запобігти засміченню дробарки. Молоткові дробарки зроблені так, що ротор обертається в одному напрямку і реверсивно. Реверсивні дробарки дозволяють змінювати обертання ротора, тому ви можете використовувати його з обох сторін, не розбираючи дробарку і обертаючи молот. В даний час існує багато конструкцій молоткових дробарок: з одним ротором, з двома роторами, з еквідистантним дробленням; з одним ротором, реверсивним.

За кількістю робочих осей молоткові дробарки поділяються на однороторні і двороторні. Двороторні дробарки мають більші входні отвори, ніж однороторні дробарки, і здатні подрібнювати сировину, що містить великі шматки до 1200 мм.

Окружна швидкість вістря молота становить (35...65) м/с і може досягати 115 м/с. Відповідно до ГОСТ 7090-72 для кожного розміру молоткової дробарки існує три значення окружної швидкості: 40, 50 і 65 м/с.

Дробарка молоткова призначена для грубого, середнього і дрібного подрібнення сировини. Загальний ступінь дроблення молоткової дробарки $i_{(M.D)} = 30-40$. Дробарки молоткові характеризуються меншими питомими енерговитратами на дроблення і більш високою продуктивністю на одиницю маси порівняно з щоківими, конусними і валковими дробарками.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На малюнку 1.4 зображено схему дробарки, зображеної на малюнку 1.4. Як показано на рисунку 1.4, дробарка має шість U-подібних молотків 9, циліндричні виступи яких закріплені на валу 11 на шпонці і вільно заходять на внутрішній діаметр двох дисків 8, розділених на півкільця. Вал спирається на підшипник, а корпус підшипника закріплений на кронштейні на нижній бічній стінці корпусу 3. Верхня частина корпусу 5 з розвантажувальною лійкою 7 відкривається за допомогою шарнірного з'єднання з нижньою частиною корпусу. Для запобігання вильоту подрібненого матеріалу під час дроблення воронка оснащена клапаном.

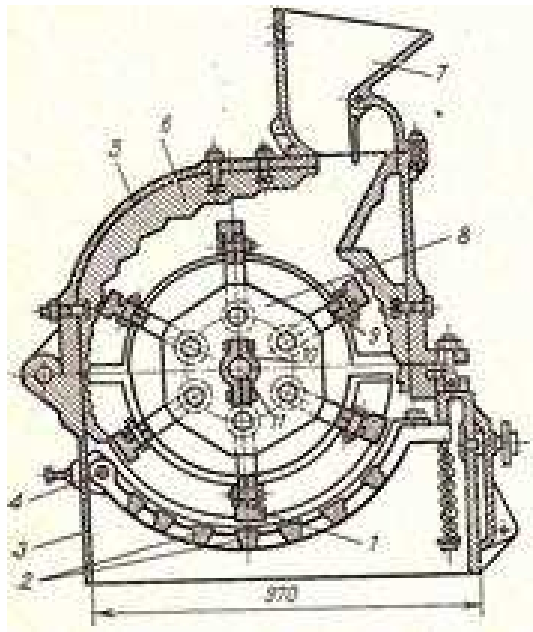


Рис. 1.4 – Принципова схема молоткової дробарки

Основний корпус дробарки покритий ребристою плитою 6. У нижній частині основного корпусу, під ротором, розташована решітка 2, положення якої регулюється за допомогою шарнірного з'єднання 4 і пружинної опори. Змінна ударна головка 1 прикріплена до молотка 10 для подрібнення матеріалу.

Молоткові дробарки використовують, коли необхідно отримати однорідний продукт відносно дрібного помелу без використання сортувального обладнання.

У цій роботі розроблено молоткову дробарку з вільно підвішеними молотками. Цей вид дробарки є найпоширенішим. Конструктивну схему ротора, який є робочим органом такої дробарки, наведено на рис. 1.5.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

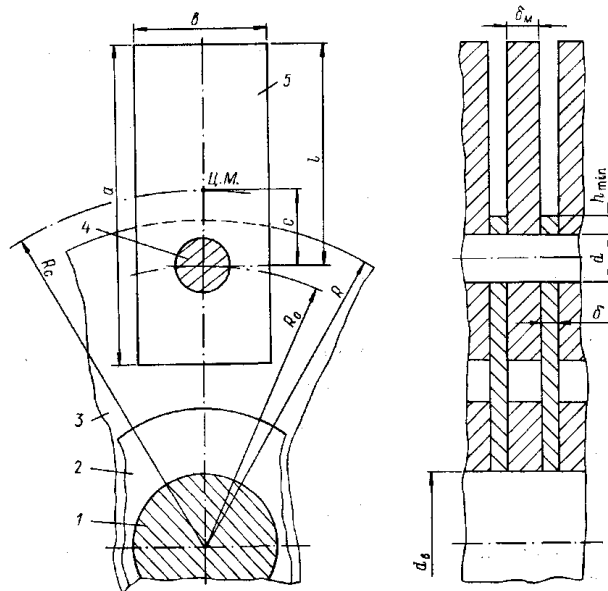


Рис. 1.5 – Схематичне зображення ротора з молотками:

1 - вал; 2 - проміжна втулка; 3 – молотковий диск; 4 - вісь; 5 – прямокутний молоток.

Пакет кілець і дисків зібраний на вал ротора і закріплений гайкою з одного боку. У диску є отвори. Молоток встановлений між дисками. Вал проходить через отвір у диску та отвір у молотку, що дозволяє шарнірно закріпити (підвісити) молоток на валу. Кількість молотків, розташованих навколо ротора із постійним кутовим кроком, може становити чотири і більше.

У щоківній дробарці (рисунок 1.6) матеріал подрібнюється між двома щекками, однією нерухомою, а іншою рухомою або поворотною. Рухома губка прикріплена з можливістю обертання до нерухомого валу або рухомого валу і поперемінно рухається до нерухомої губки та від неї. Коли їхні щокки стикаються, осколки між ними розбиваються.

Коливний рух губок створюється обертовим ексцентриковим валом через механізм передачі. Щоківні дробарки поділяються на верхньопідвісні і нижньопідвісні щоківні дробарки залежно від положення осі рухомої щекки. Максимальний розмір фрагментів подрібненого продукту визначається шириною вихідного зазору між рухомою і нерухомою губками.

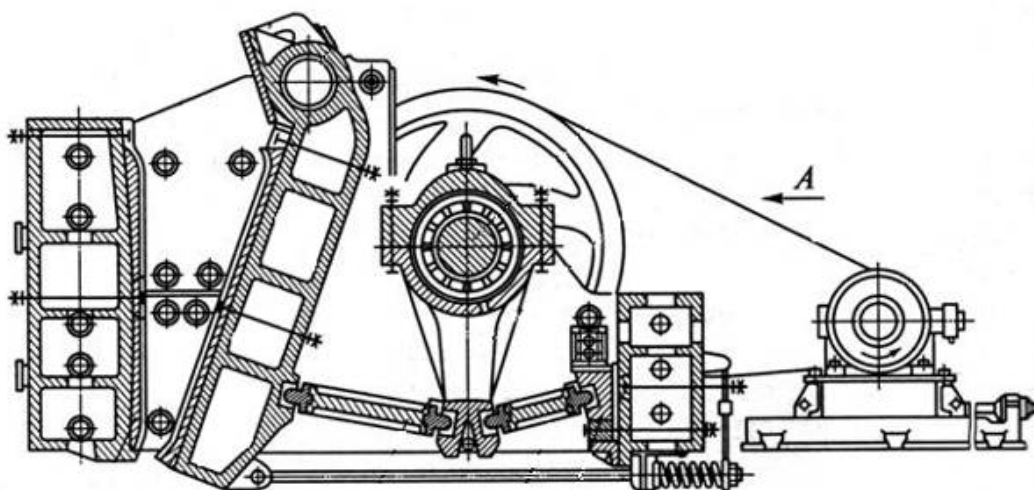


Рис. 1.6 – Схема щоквої дробарки

Для верхньої підвіски рухомі губки мають найбільший розмах вниз, поблизу місця подрібнення продукту, а ширина вихідного зазору є змінною. Для нижньої підвіски, □, максимальне коливання знаходиться вгорі, близько до матеріалу, що подається, а ширина вихідного отвору є постійною.

Постійна ширина вихідного зазору підвісної дробарки забезпечує постійність максимального розміру маси, що є перевагою цього типу дробарки, але обмежує продуктивність. Важко дренувати і схильний до засмічення при перевантаженні.

Щокова дробарка з верхньою підвіскою призначена для подрібнення корисних копалин, що містять крупнокускові компоненти.

Щоківі дробарки з горизонтальними шатунами у вітчизняній промисловості не випускаються, а тільки за кордоном. Дробарки, які мають складні переміщення з рухомими щекми, застосовуються в будівництві, будівництві доріг, малих гірничо-збагачувальних комбінатах. В останні роки були представлені великі щоківі дробарки зі складними рухами щелеп.

В новітній конструкції щоквої дробарки (завод «Волгоцеммаш»), крім фрикційної муфти, планується почати використовувати обгінну муфту і мікропривод потужністю (10...12) кВт. Обгонна муфта з'єднає вал головного клиноремінного шківа головної передачі з вихідним валом мікроприводної

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коробки передач. Коли дробарка запускається, мікропривод повільно обертає обгінну муфту, яка, заклинивши, обертає вал головного шківа клинового паса. Після переміщення ексцентрикового вала із затримкою (20...40) секунд включається головний електропривод і запускається дробарка. Якщо мікросиловий привід оснащений обгінною муфтою, то фрикційна муфта на ексцентриковому валу дробарки виконує роль запобіжного пристрою. Мікроенергетичний привід дозволяє запускати дробарку навіть в умовах завалу.

У валковій дробарці (рисунк 1.7) сировина подрібнюється двома валками, які обертаються один відносно одного. Подрібнений продукт випадає з дробарки під дією сили тяжіння.

Валкові дробарки включають гладкі валки, рифлені валки та зубчасті валки. Роздавлююча дія гладковалкової дробарки полягає в дробленні з обмеженим зносом. Вихід подрібнених продуктів низький, тому що матеріал, що подрібнюється, ущільнюється один раз під час проходження між вальцями. Ці шліфувальні машини не перемелюють матеріал. Дробарка з гладкими вальцями в основному використовується для середнього або тонкого дроблення твердих порід, а також може використовуватися для тонкого дроблення вугілля та коксу.

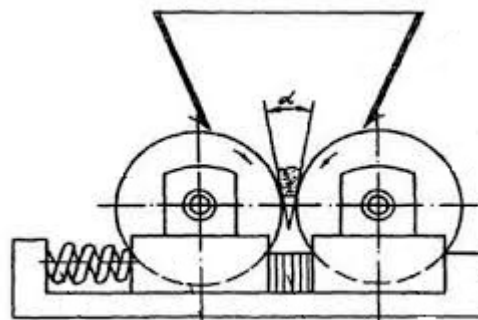


Рис. 1.7 – Схема валкової дробарки

Машини для подрібнення з зубчастими валками включають одновалкові, двовалкові та багатовалкові. Останній не отримав широкого застосування в практиці збагачення корисних копалин через свою громіздкість і незручність в експлуатації.

Дроблення зубчастої валкової дробарки підходить для дроблення крихких і м'яких порід.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Ці дробарки використовуються тільки для грубого і середнього дроблення вугілля, коксу, солі, відмивів марганцевих руд і т.д. Валкові дробарки з зубчастими валками не подрібнюють матеріал надмірно. Валок для дроблення виготовлений із чавуну та має на зовнішній поверхні стрічку з марганцевої сталі або стрічку з вуглецевої сталі. Розміри валкової дробарки визначаються двома величинами: діаметром і довжиною валка. Довжина рулону в 1,5-3 рази більше діаметра. Окружна швидкість валка становить (3...6) м/с. Різновидом дробарок із гладкими валками є двухвалкові дробарки з рифленням вальців. Виготовляються дробарки з обидвома рифленими вальцями та із гладкими і рифленими вальцями. Ці дробарки застосовуються для подрібнення матеріалів твердих та середніх по твердості (межа міцності на стиск – до 2500 МПа. Колова швидкість рифлених вальців на (10...20)% нижче швидкості гладких вальців, тобто (2,7...5) м/с.

У ударних дробарках дроблення здійснюється кулями, жорстко закріпленими на роторі, а не вільно підвішеними до ротора молотками. Цим ударні дробарки відрізняються від молоткових. Подрібнюваний матеріал вільно падає або зісковзує з лотка в область ротора, який обертається з великою швидкістю разом з кульками. 8.5 Удар бика ламає подрібнені шматки, частина яких відкидається на перегородку або решітку, що утворює камеру дроблення. Коли маса потрапляє на футеровку, вона руйнується і відскакує назад до ротора. Це повторюється до тих пір, поки подрібнені шматки не досягнуть певного розміру і не будуть викинуті з дробарки через вихідні щілини або зазори між прутками решітки. Тому принцип дії ударної дробарки такий же, як і молоткової. Існують однороторні та двороторні типи дробарок, причому деякі подрібнюють кожним ротором послідовно, тоді як інші подрібнюють двома роторами одночасно.

Однороторні дробарки - це той самий тип, що й молоткові дробарки, які є реверсивними типами, у яких ротор обертається в одному напрямку. Особливістю, яка визначає технічні властивості ударних дробарок, є те, що в ударі подрібнюваного матеріалу бере участь вся маса ротора. Оскільки удар потужний, ротаційні подрібнювачі можна використовувати для подрібнення великих

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шматків відносно твердого матеріалу на першому етапі подрібнення. Ударні дробарки використовують також для середнього і дрібного дроблення.

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Мета кваліфікаційної роботи передбачає виконання розрахунків молоткової дробарки та розроблення технічних заходів з ремонту вузла ротора.

За підсумками аналізу обладнання та особливостей подрібнення сировини спиртового виробництва, було виконано аналіз основних переваг та недоліків конструктивних і технологічних рішень щодо подрібнення. Потому було сплановано основні етапи кваліфікаційної роботи, виконано необхідні розрахунки.

Основними завданнями є:

1. Провести аналіз обладнання для подрібнення.
2. Виконати технологічний та кінематичний розрахунок дробарки.
3. Виконати конструктивний розрахунок вузла ротора з підбором підшипників.
4. Запропонувати засоби і заходи контролю і управління роботою машини.
5. Розробити вимоги до експлуатації молоткової дробарки.
6. Розробити схему і карту розбирання – складання вузла ротора.
7. Розробити технологічний маршрут механічної обробки шківів приводу молоткової дробарки.
8. Запропонувати заходи з охорони праці і безпеки при експлуатації молоткової дробарки.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Конструкторська частина

2.1. Технологічний розрахунок

Вихідними даними для розрахунку дробарки являється її годинна продуктивність Q (кг/год). Розрахункова частина проекту буде основана на підрахунках з годинною продуктивністю дробарки $Q = 3100$ кг/год.

Виходячи з цього, підраховується питома, тобто секундна продуктивність Q_c (кг/с):

$$Q_c = Q / 3600. \quad (2.1)$$

$$Q_c = 3100/3600 = 0,861 \text{ кг/с}.$$

Розміри подрібнювальної камери знаходяться з рівняння питомого навантаження на одиницю площі проекції камери:

$$q' = Q_c / L \cdot D; \quad (2.2)$$

де, q' - питома навантаження на одиницю площі проекції камери. Аналіз технічних показників сучасних молоткових дробарок показує, що при подрібненні зерна

$$q' = 2 \dots 5 \text{ кг} / \text{м}^2 \cdot \text{с};$$

де, Q_c – розрахункова продуктивність дробарки, кг/с;

L – ширина подрібнювальної камери, м;

D – діаметр подрібнювальної камери, м.

Ширина і діаметр подрібнювальної камери знаходяться в заданому співвідношенні між собою:

$$K = D / L. \quad (2.3)$$

Для дробарок з периферійною подачею маси рекомендується $K = 1 \dots 1,7$.

При розрахунку одночасно рівнянь (2.2) і (2.3) відносно діаметра (D , м) отримаємо:

					<i>КРБ 355.00.00.000 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2. Конструкторська частина		
Розроб.		Мецан М.В.					
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворощук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.			гр. МОс-41		
					Літ.	Арк.	Аркушів
					24		

$$D = \sqrt{\frac{Qc \cdot K}{q'}}. \quad (2.4)$$

$$D = \sqrt{\frac{0,861 \cdot 1,3}{3,5}} = 0,32 \text{ м.}$$

Ширина (L, м) подрібнювальної камери:

$$L = D / K. \quad (2.5)$$

$$L = 0,32 / 1,3 = 0,25 \text{ м.}$$

Діаметр (D_p) та довжину (L_p) подрібнювального ротора знаходять з урахуванням радіальних (ΔR) та бічних (ΔL) зазорів (рис. 2.7) за формулами:

$$\left. \begin{aligned} D_p &= D - 2\Delta R \\ L_p &= L - 2\Delta L \end{aligned} \right\} \quad (2.6)$$

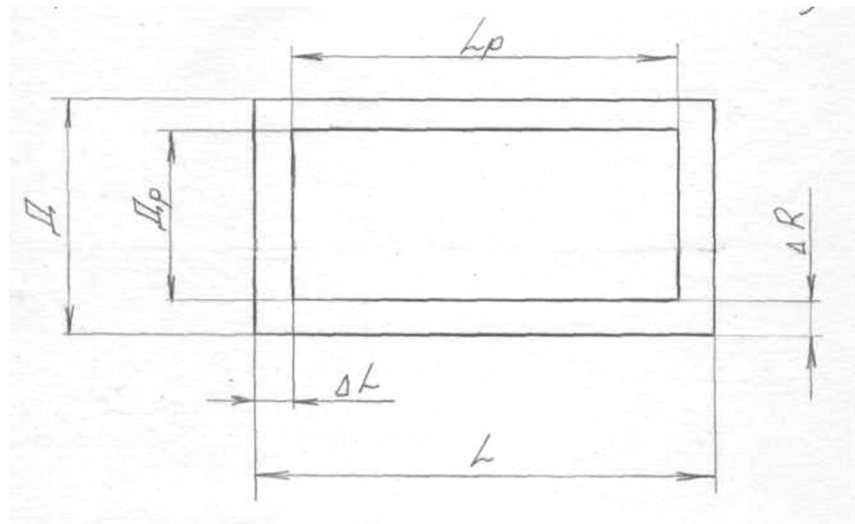


Рис. 2.1 - Технологічна схема ротора.

Величину радіальних зазорів доцільно приймати в зоні $\Delta R = 2...3$ мм, мінімально допустиму з конструктивних міркувань; в зоні решіт $\Delta R = 8...12$ мм.

При конструюванні дробильного ротора слід прагнути, щоб бічні зазори (між площиною крайніх молотків на осі підвісу і бічний камерою подрібнювача) були більше радіальних:

- в зоні дек: $D_p = 0,32 - 2 \cdot 0,003 = 0,314 \text{ м; } L_p = 0,25 - 2 \cdot 0,003 = 0,244 \text{ м;}$
- в зоні решіт: $D_p = 0,32 - 2 \cdot 0,01 = 0,3 \text{ м; } L_p = 0,25 - 2 \cdot 0,01 = 0,23 \text{ м.}$

Частота обертання дробильного ротора повинна бути на такому рівні, щоб забезпечити радіальну швидкість молотків v_m . Остання залежить від виду матеріалу, що переробляється, необхідної крупності продуктів подрібнення і конструктивних особливостей дробарки. У сучасних молоткових дробарках швидкість молотків знаходиться в межах $v_m = 60 \dots 105$ м / с:

- при подрібненні зерна: $v_m = 60 \dots 80$ м / с;

- при подрібненні сіна: $v_m = 70 \dots 100$ м / с.

Приймаємо $v_m = 70$ м / с.

Частота обертання дробарки ротора:

$$n = \frac{v_m}{\pi \cdot D_p}, \quad (2.7)$$

де, v_m – швидкість молотків, м/с;

D_p – робочий діаметр ротора, м.

$$n = 70 / 3,14 \cdot 0,314 = 70,99 \text{ с}^{-1}.$$

2.1. Розрахунок молотків

Відповідно до теорії ексцентричного удару зусилля не передаватиметься на вісь підвісу молотка при наступній умові:

$$l = \frac{4 \cdot R_n}{9}; \quad (2.8)$$

де, l – відстань від осі підвісу до кінця молотка, м;

R_n – радіус ротора дробарки по осях підвісу молотків, м (рис. 2.8).

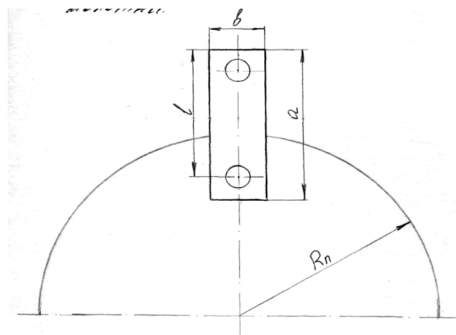


Рис. 2.2 - Схема визначення параметрів молотка.

Тоді згідно з рис. 2.2:

$$l = 2 / 13 D_p = 0.15 D_p; \quad (2.9)$$

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$l = 0,15 \cdot 300 = 45 \text{ мм.}$$

$$R_n = R_p - l = D_p/2 - l = 105 \text{ мм.} \quad (2.10)$$

Довжину (а) і ширину (b) молотків рекомендується знаходити, беручи до уваги такі співвідношення:

$$a = 1,5 \cdot l = 1,5 \cdot 45 = 67,5 \text{ мм;} \quad (2.11)$$

$$b = (0,4 \dots 0,45) \cdot a = (0,4 \dots 0,45) \cdot 67,5 = (27 \dots 30,4) \text{ мм.} \quad (2.12)$$

Приймаємо: a = 67,5 мм; b = 29 мм.

Розміщувати молотки на дробильному роторі можна в шаховому порядку або по гвинтовій лінії. При цьому необхідно, щоб молотки забезпечували рівномірне перекриття по всій ширині камери подрібнення, сприяли рівномірному розподілу матеріалу по її ширині і зберігали умову рівноваги дробильного ротора.

Для розробки схеми розміщення молотків на дробильному роторі виконуємо наступні розрахунки. Залежно від товщини і густоти розміщення молотків визначаємо їх загальну кількість:

$$z = K_2 \cdot \frac{L_p}{\delta_1} \quad (2.13)$$

де, K_2 - коефіцієнт густоти розміщення молотків на роторі. При подрібненні сухого зерна рекомендується приймати:

$$K_2 = 0,5 \dots 1,0;$$

δ_1 - товщина молотків, $\delta_1 = 6$ мм.

$$z = 1 \cdot 230 / 6 = 38 \text{ шт.}$$

Залежно від числа осей підвісу на роторі визначаємо кількість встановлюваних на одній осі молотків:

$$z_i = \frac{z}{i}, \quad (2.14)$$

де, i - число вісей підвісу, приймаємо $i = 4$;

$$z_i = \frac{38}{4} = 10 \text{ шт.}$$

Для забезпечення необхідних відстаней між молотками на осях підвісу визначаємо крок гвинтової лінії t :

$$t = \frac{(L_p - \sum L_i)}{z_i}, \quad (2.15)$$

i відстань між сусідніми слідами молотків х:

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$x = \frac{L_p - (\delta_2 + \sum L_i)}{z_i} + \delta_1, \quad (2.16)$$

де, $\sum L_i$ - загальна товщина несучих дисків і кронштейнів ротора, які перекриваються молотками. Приймаємо $\sum L_i = 20$ мм. Товщина решета залежно від виду матеріалу, що переробляється приймається $\delta_2 = 2 \dots 6$ мм.

$$t = \frac{230 - 20}{10} = 21 \text{ мм},$$

$$x = \frac{230 - (2 \cdot 100 + 20)}{38} + 6 = 6,26 \text{ мм}.$$

Продукти подрібнення видаляються з камери через ґратчасту поверхню. Тому, чим більше площа останньої, тим вище може бути її пропускна здатність.

Крупність часток, що проходять через отвори решіт, завжди менше їх діаметру. Ставлення розміру часток φ до діаметру отворів решіт до називається коефіцієнтом проходу решіт:

$$K_p = \frac{\varphi}{d_o}, \quad (2.17)$$

де, $\varphi = 10 \dots 20$ мм, приймаємо $\varphi = 14$ мм.

На рисунку 2.9 показана схема для визначення діаметра отвору в решеті.

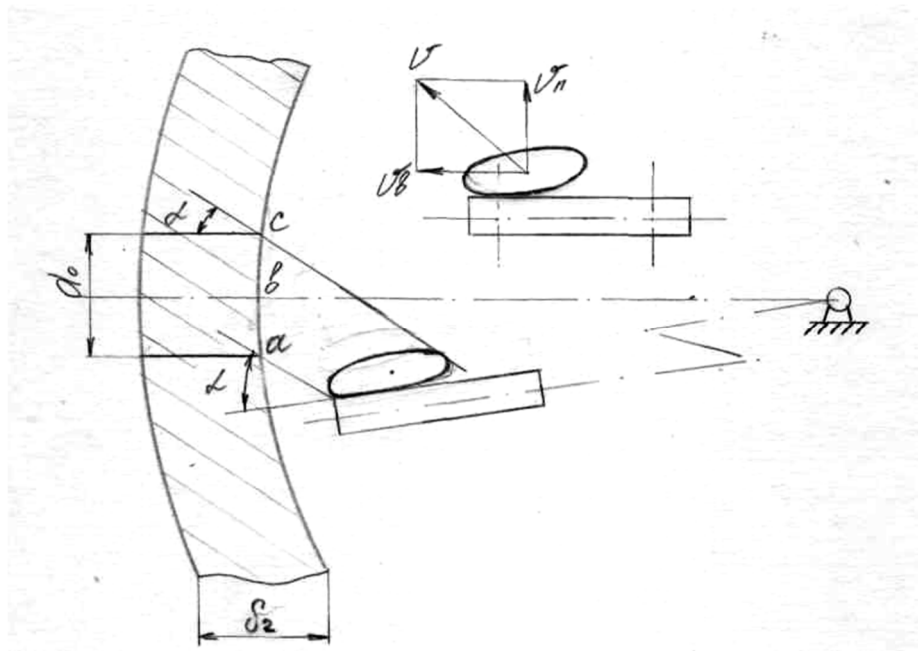


Рис. 2.3 – Схема визначення діаметра отвору в решеті.

Якщо прийняти дуги ab і bc за прямі лінії, то можна записати наступні рівняння:

$$ab = \frac{\varphi}{\cos \alpha}, \quad (2.18)$$

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$bc = \delta \cdot tg\alpha, \quad (2.19)$$

де, α - кут польоту частинок, який залежить від її швидкості, $\alpha = 40 \dots 60^\circ$, приймаємо $\alpha = 60^\circ$.

Діаметр отвору в решеті дорівнює:

$$d_o = ab + bc = \frac{u}{\cos \alpha} + \delta_2 \cdot tg\alpha = \frac{14}{\cos 60^\circ} + 2 \cdot tg60^\circ = 31,40 \text{ мм.} \quad (2.20)$$

Приймаємо $d_o = 32 \text{ мм.}$

2.3 Кінематичний розрахунок машини

Кінематичний і динамічний розрахунок приводу молоткової дробарки.

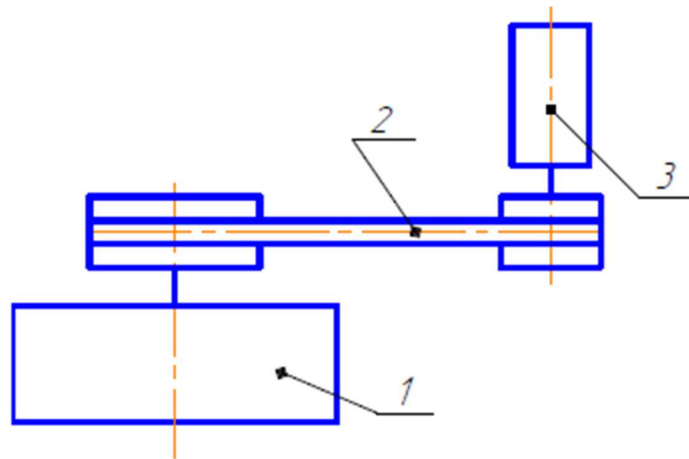


Рис. 2.4 - Кінематична схема молоткової дробарки:

1 - молоткова дробарка; 2 – передача; 3 – електричний двигун.

У молотковій дробарці матеріал подрібнюється, коли частинки, які потрібно подрібнити, потрапляють на молоток. Розбивання частинок виникає, якщо швидкість удару дорівнює окружній швидкості ротора і перевищує мінімальну швидкість. Мінімальна швидкість буде:

$$v_{min} = 1,75 \times 10^{-2} \left(\frac{\sigma_p}{(\rho \times d)} \right)^{2/3} = 1,75 \times 10^{-2} \left(\frac{7,9 \times 10^3}{(1,18 \times 0,15)} \right)^{2/3} = 21,1 \text{ м/с.} \quad (2.19)$$

де $\sigma_p = 7,9 \times 10^3 \text{ Па}$ – межа міцності матеріалу на розтяг;

$\rho=1,18 \text{ кг/м}^3$ – густина продукту;

$d=150 \text{ мм}$ – найбільші розміри завантажених.

Мінімальна швидкість, при якій матеріал надійно руйнуватиметься, визначається співвідношенням, що відображає закон імпульсу:

$$m = (\omega_2 - \omega_1) = P \times \tau \quad (2.20)$$

де m - маса частинок, що подрібнюються;

ω_2 - швидкість оброблюваної частинки після удару молотка;

ω_1 - швидкість оброблюваної частинки до удару молотка;

P - ударна сила, необхідна для початкового руйнування частинки;

τ - тривалість ударного навантаження, $0,18 \times 10^{-3} \text{ с}$.

Оскільки ω_1 є суттєво меншою від ω_2 , приймаємо:

$$m \times \omega_2 = P \times \tau \quad (2.21)$$

Звідки:

$$\omega_2 = \frac{P \times \tau}{m} \quad (2.22)$$

Для зернового матеріалу, масою частинок $9 \times 10^{-4} \text{ кг}$, зусилля їх руйнування, $P=110 \text{ Н}$, мінімальна швидкість буде складати:

$$\vartheta_{\min} = \omega_2 = \frac{110 \times 0,18 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-4}} = 21,1 \text{ м/с.}$$

Даній швидкості буде відповідна частота обертання ротора, що дорівнює:

$$n_{\min} = \frac{60 \times \vartheta}{2 \times \pi \times (R + c + l_1)} = \frac{60 \times 21,1}{2 \times 3,14 \times (0,174 + 0,0265 + 0,1225)} = 625 \text{ об/хв} \quad (2.23)$$

l_1 - відстань від центру ваги молотка до точки удару. Вважається, що удар молотка по проміжному матеріалу відбувається по центру корпусу молотка на відстані $0,025 \text{ м}$ від краю молотка.

$$c + l_1 = l_m - 0,025 = 0,174 - 0,025 = 0,149 \text{ м} \quad (2.24)$$

$$l_1 = 0,149 - 0,0265 = 0,1225 \text{ м}$$

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припустимо, що частота обертання ротора молоткового млина $n=675$ об/хв. Швидкість обертання ротора становить:

$$\vartheta = \frac{2 \times \pi \times (R + c + l_1) n}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times (0,174 + 0,0265 + 0,1225) \times 675}{60} = 22,8 \text{ м/с} \quad (2.25)$$

Отже, процес подрібнення здійснюється при швидкості обертання ротора $n=675$ об/хв і швидкості 22,8 м/с. Потужність на подрібнення буде складати.

Середня вага матеріалу, подрібненого одним молотом:

$$G = \frac{Q}{60 \times n \times z_{\text{заг}}} = \frac{7000}{60 \times 675 \times 30} = 0,0046 \text{ Н} \quad (2.26)$$

$Q = 7$ т/год – продуктивність дробарки;

$$Q^1 = 100 \times D_p^2 \times L_p \times n = 100 \times 0,405^2 \times 0,58 \times 0,675 = 7,78 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q = Q^1 \times \gamma = 7,78 \times 0,9 = 7 \text{ т/год}$$

$z_{\text{заг}}=30$ – загальне число молотків дробарки.

$\gamma=0,8$ т/м³ – насипна вага оброблюваного зерна.

Маса частки матеріалу вагою G

$$M_0 = \frac{G}{g} = \frac{0,0046}{9,81} = 0,00046 \text{ кг}$$

Кінетична енергія, яка витрачається, коли молот ударяє по матеріалу, розчавленому його вагою. G

$$E_k = \frac{\vartheta^2 \times M \times M_0}{2 \times (M + M_0)} = \frac{22,8^2 \times 0,8 \times 0,00046}{2 \times (0,8 + 0,00046)} = 4,2 \text{ Дж}$$

Приведена до точки вдаряння маса молотка:

$$M = \frac{I_M}{(l + c + l_1)^2} = \frac{0,17}{(0,174 + 0,0265 + 0,1225)^2} = 1,6 \text{ кг.}$$

I_M - полярний момент інерції молота відносно осі ротора

$$I_M = i + M_M \times (R + c)^2 = 0,1 + 1,776 \times (0,174 + 0,0265)^2 = 0,17 \text{ кг} \times \text{м}^2$$

i – Полярний момент інерції відносно центру ваги молотка

$$i = i_0 + M_0 \times l_1 = 0,0003 + 0,88 \times 0,1225 = 0,1 \text{ кг} \times \text{м}^3 \quad (2.27)$$

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

i_0 – полярний момент інерції відносно центру ваги тіла молота

$$i_0 = \frac{1}{12} \times M_0 \times (l^2 + B^2) = \frac{1}{12} \times 0,88 \times (0,05^2 + 0,045^2) = 0,0003 \text{ кг} \times \text{м}^3$$

M_0 – маса власне молотка

$$M_0 = B \times H \times l \times \rho = 0,05 \times 0,045 \times 0,05 \times 7580 = 0,88 \text{ кг. (2.28)}$$

Потужність, необхідна для відновлення енергії, споживаної всіма молотами під час удару:

$$N_1 = \frac{E_K \times z_{\text{заг}} \times n}{60 \times 102} = \frac{4,2 \times 30 \times 675}{60 \times 102} = 13,9 \text{ кВт. (2.29)}$$

Необхідна потужність на двигуні буде:

$$N = N_1 / \eta_{\text{заг}} = \frac{13,9}{0,97} = 14,33 \text{ кВт. (2.30)}$$

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_{\text{п.п.}} \times \eta_{\text{к.п.}} = 0,99 \times 0,98 = 0,97$$

$\eta_{\text{п.п.}}$ – к.к.д. підшипників;

$\eta_{\text{к.п.}}$ – к.к.д. пасової передачі.

Виберемо двигун: 4A180M8Y3 із робочою частотою 750 об/хв. Потужність 15,0 кВт.

Знайдемо потужність для валів

$$N_1 = N_{\text{заг}} = 15 \text{ кВт}$$

$$N_2 = N_{\text{двиг}} \times \eta_{\text{заг}} = 15,0 \times 0,97 = 14,55 \text{ кВт (2.31)}$$

Знайдемо частоту обертання для валів

$$n_1 = n_{\text{двиг}} = 750 \text{ об/хв}$$

$$n_2 = 675 \text{ об/хв}$$

Знайдемо крутні моменти для валів

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_1 = 9550 \times \frac{N_1}{n_1} = 9550 \times \frac{15,0}{750} = 191 \text{ Н} \times \text{м} \quad (2.32)$$

$$T_2 = 9550 \times \frac{N_2}{n_2} = 9550 \times \frac{3,88}{675} = 185,27 \text{ Н} \times \text{м}$$

Визначимо кутову швидкість на валах

$$\omega_1 = \frac{\pi \times n_1}{30} = \frac{3,14 \times 750}{30} = 78,5 \text{ рад/с} \quad (2.33)$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \times n_2}{30} = \frac{3,14 \times 675}{30} = 70,65 \text{ рад/с}$$

2.4. Конструктивний розрахунок вузла ротора

Сили, що діють при зачепленні:

$$F_r = 1015,5 \text{ Н};$$

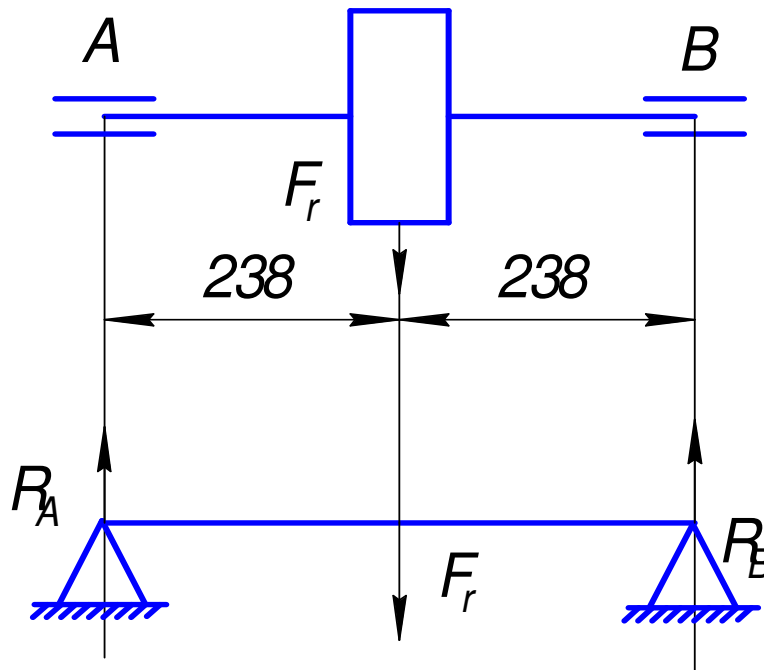


Рис. 2.5 -Розрахункова схема

Реакція опор щодо точки А

$$\sum M_{Ax} = 0.$$

$$-F_r \cdot 238 + R_B \cdot 476 = 0$$

$$R_B = \frac{1015,5 \cdot 238}{476} = 507,75H.$$

Реакція опор щодо точки В

$$\sum M_B = 0.$$

$$F_r \cdot 238 - R_A \cdot 476 = 0,$$

$$R_{Ax} = \frac{1015,5 \cdot 238}{476} = 507,7H.$$

$$\sum F_x = 0.$$

$$R_A - F_r + R_B = 0,$$

$$507,7 - 1015,5 + 507,7 = 0.$$

Умова виконана.

Сумарна реакція кожної опори відповідно до теореми Піфагора

$$\sum R_A:$$

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2},$$

$$R_A = \sqrt{0^2 + 507,7^2} = 507,7H.$$

$$\sum R_B:$$

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2},$$

$$R_B = \sqrt{0^2 + 507,7^2} = 507,7H.$$

Подальший розрахунок проводиться для будь-якої опори, так як вони обидві однаково навантажені.

Підшипник розраховується відповідно до динамічної навантажувальної здатності, тому що частота обертання вала $n = 65 \text{ хв} > 1 \text{ хв}^{-1}$. була попередньо обрана підшипником No 206 з наступними параметрами:

Динамічна вантажопідйомність $C^{ГОСТ} = 15300H.$

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Статична вантажопідйомність $C_0^{FOCT} = 10200H$.

На підшипник впливають:

Радіальне навантаження $F_r = R_A = 176,4H$;

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{0}{507,7} = 0 < 0,22.$$

Тип підшипника - однорядний кутово-кульковий підшипник.

Ставлення $\frac{F_a}{C_0^{FOCT}} = \frac{0}{10200} = 0 \Rightarrow e = 0,22$;

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{0}{1 \cdot 507,7} = 0 \Rightarrow X = 1 \text{ і } Y = 0.$$

Еквівалентне динамічне навантаження

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) \cdot K_B \cdot K_T, [4, c. 335]$$

де V - коефіцієнт обертання. При обертанні барабана $V = 1$;

$X = 1$ а $Y = 0$ – радіальні та осьові коефіцієнти навантаження;

K_T – температурний коефіцієнт. При роботі до $100^\circ C$ $K_T = 1$;

K_B – коефіцієнт запасу міцності

$$K_B = \frac{T_{ник}}{T}, [11]$$

$$K_B = \frac{1,3T}{T} = 1,3.$$

$$P = (1 \cdot 1 \cdot 507,7 + 0 \cdot) \cdot 1,3 \cdot 1 = 660,01H.$$

Еквівалентний термін служби підшипника в годинах

$$L_{hE} = \sum \left(\frac{T_i}{T_{max}} O^{\rho}_i \right)$$

де $\rho = 3$ - крива втоми кулькових підшипників.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{hE} = \left[\left(\frac{T}{T} \right)^3 \cdot 0,3 + \left(\frac{0,7T}{T} \right)^3 \cdot 0,2 + \left(\frac{0,6T}{T} \right)^3 \cdot 0,5 \right] \cdot 11169 = 4814,956_{год}.$$

Життя в мільйонах обертів

$$L_E = \frac{60 \cdot n \cdot L_{hE}}{10^6},$$

$$L_E = \frac{60 \cdot 3000 \cdot 4814,956}{10^6} = 86,66_{млн. об.}$$

Динамічна вантажопідйомність

$$C = P \cdot \sqrt[p]{L_E} \leq C^{ГОСТ}, [4, с. 322]$$

$$C = 660,01 \cdot \sqrt[3]{86,66} = 2920,72H \leq 15300H.$$

Перевірка кінцевого підшипника на статичну вантажопідйомність

$$P_0 = (X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a) \cdot K_B \leq C_0^{ГОСТ},$$

$X_0 = 0,6$ $Y_0 = 0,5$ – радіальні та осьові коефіцієнти навантаження для однорядних кулькових підшипників з глибокими канавками;

$$P_0 = (0,6 \cdot 507,7 + 0,5 \cdot 0) \cdot 1,3 = 396,006 < 10200H$$

Умова виконана. Обраний підшипник зберігається.

2.5. Технічні засоби контролю і управління роботою машини

Регулювання швидкості електродвигунів молоткових дробарок.

В агропромисловому комплексі молоткові дробарки використовуються для подрібнення зерна, сіна, соломи, зеленої маси. Асинхронні двигуни механізмів дробарки працюють у тривалому режимі та запускаються від мережі за допомогою магнітних пускачів.

Суттєві недоліки дроблення при використанні нерегульованих двигунів:

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виникнення великої кількості пилоподібної фракції подрібнюваного матеріалу;
- збільшення енергоспоживання двигуна за рахунок наявності циркулюючого навантаження в дробильній камері;
- наявність пилоподібної фракції погано впливає на засвоєння комбікорму тваринами.

Одним із технологічних рішень, які дозволяють усунути значною мірою наявні недоліки дробарок, є застосування частотних перетворювачів.

Для прикладу візьмемо завдання автоматизації молоткової дробарки.

Відомо, що при збільшеній подачі зерна в дробарку відбувається зміна якості вихідного матеріалу. Дробарка з нерегульованими двигунами має істотний недолік, оскільки вимагає постійного контролю оператором подачі зерна, а також якості помелу в процесі роботи. Технологічна схема подрібнення представлена рис. 2.6.

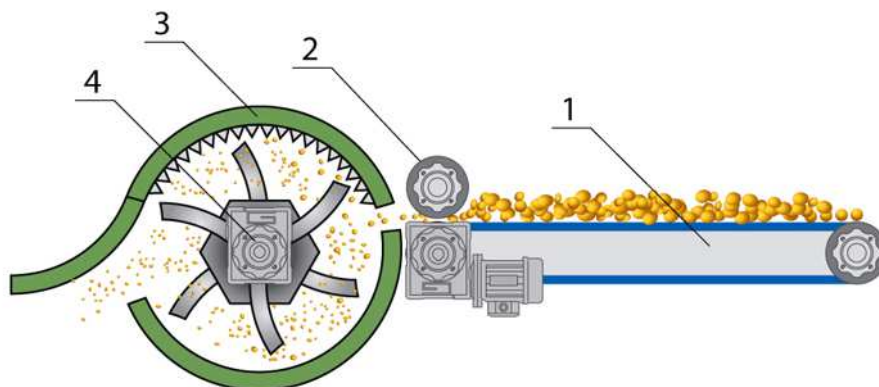


Рис. 2.6 – Схема процесу дроблення:

1 - стрічковий транспортер; 2 – валок; 3 – дробарка; 4 - подрібнювач;

В ідеалі рекомендується використовувати два перетворювачі частоти:

- Частотний перетворювач двигуна шредера
- Частотний перетворювач для електродвигуна конвеєра.

Переваги використання частотного перетворювача для подрібнення

- Зниження механічного навантаження на двигун при пуску;

- Двигун захищений від перевантаження, короткого замикання і перенапруги;

- Навантаження дробарки контролюється за споживанням струму (значення споживання струму відображається на дисплеї перетворювача частоти або на зовнішньому індикаторі).

Переваги використання частотних перетворювачів на конвеєрах

- Немає необхідності регулювати швидкість подачі за допомогою поворотного клапана (не вимагає втручання оператора);

- При перевантаженні подрібнювача автоматично зменшується подача зерна в дробарку (сигнал від перетворювача частоти подрібнювача надходить на перетворювач частоти конвеєра);

- Зниження механічних навантажень на двигун і конвеєрну стрічку під час пуску;

- Двигун захищений від перевантаження, короткого замикання та перенапруги.

Перетворювачі частоти зазвичай забезпечують більший діапазон подрібненого матеріалу, оскільки подрібнювач не перевантажується.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічна частина

3.1 Технічна експлуатація

Основними умовами підвищення продуктивності дробарки при збереженні заданої крупності подрібнюваних продуктів є рівномірне завантаження і своєчасна заміна зношених футеровок.

Робочий простір дробарки футеровано плитами у вигляді плоских пластин або сегментів із високозносостійкої марганцевої сталі.

Термін служби футеровки від 5 до 10 місяців в залежності від фізико-механічних властивостей корисної копалини, цілісності завантаження дробарки і обраного ступеня подрібнення.

Систематичний контроль циркуляції та температури оливи в підшипниках і охолоджувальної води має вирішальне значення для ефективної роботи дробарки.

Для змащування поверхонь тертя застосовують індустріальні масла і мастила.

Надійність дробарки визначається також запобіганням потрапляння небитких (металевих) предметів у робочу зону.

Крім того, при експлуатації дробарки необхідно виключити випадки, коли вона запускається з навантаженням.

Перед зупинкою дробарки необхідно припинити подачу сировини та обробити матеріал у робочій зоні.

Тільки після повної зупинки дробарки вимикають масляний насос і припиняють подачу охолоджувальної води.

Через високу швидкість ротора і великі відцентрові сили всі обертові частини повинні бути ретельно збалансовані.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.		
Розроб.		Мецан М.В.					
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Консульт.		Окіпний І.Б.					
Н. Контр.		Ворожук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						39	
					гр. МОс-41		

Балансування проводиться при виготовленні дробарки і періодично перевіряється під час роботи.

Баланс буде втрачено через знос молотка.

Ремонт передбачає заміну молотків, молотків і шайб, на яких виявлено тріщини.

Подача матеріалу в дробарку здійснюється рівномірно та з часом по всій ширині приймального отвору, щоб максимізувати продуктивність дробарки та забезпечити більш рівномірний подрібнений продукт.

Тому подача матеріалу в ударну дробарку зазвичай здійснюється через живильник.

Для запобігання випадкового потрапляння металевих предметів у дробарку перед дробаркою встановлено сталевий уловлювач.

Для дробарок з ґратами необхідно стежити за станом решітки, оскільки знос решітки збільшує вміст великих часток у подрібненому продукті.

Ударні дробарки управляються зміною маси та швидкості обертання ротора, до якого прикріплений ударний елемент.

Закрита верхня коробка з конвеєрною стрічкою або ланцюговою завісою передбачена для запобігання вильоту грудок із засипного отвору.

Цей самий ящик також використовується для всмоктування пилу, що виходить із дробарки через впускний отвір.

Оскільки рівень шуму при роботі молоткової та роторної дробарки перевищує санітарні норми, вона встановлена таким чином, щоб поблизу не було постійних робочих місць.

Витрата сталі в молоткових і роторних дробарках залежить від властивостей матеріалу, що подрібнюється.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Складання графіку планово-попереджувального ремонту молоткової дробарки

Технічне обслуговування молоткової дробарки полягає у виконанні заходів, зазначених в інструкції з експлуатації, та дотриманні графіка технічного обслуговування. Регулярне обслуговування перевіряє стан зношуваних деталей і вузлів. Такі періодичні огляди виконує обслуговуючий персонал у період капітального ремонту. Огляд персоналу повинен проходити у присутності механіка цеху та представника відділу головного механіка. Поточний ремонт проводиться у позазмінний та вихідний дні шляхом розбирання окремих вузлів. Проміжний ремонт виконується в міру зносу деталей і вузлів. Для капітального ремонту характерна одночасна заміна багатьох деталей і складальних одиниць. Позаплановий ремонт проводиться при поломці машини.

Структура ремонтних циклів молоткової дробарки наступна:

K/O/O/M/O/O/C/O/O/M/O/O/C/O/O/M/O/O/C/O/O/M/O/O/K

Тривалість до між сусідніми капітальними ремонтами $K = 24$ місяців, між сусідніми середніми ремонтами $C = 6$ місяців, між сусідніми малими ремонтами $M = 3$ місяців, між сусідніми технічними оглядами технічного огляду дробарки $O = 1$ місяць. Категорія ремонтоскладності $= 1,0$.

Норми часу на виконання ремонтних робіт: $K = 35$ люд.-год, $C = 21$ люд.-год, $T = 7$ люд.-год.

Визначимо трудомісткість робіт по ремонту дробарки за два роки.

Визначаємо, сумуючи трудомісткість шістнадцяти ТО, чотирьох малих ремонтів, чотирьох середніх ремонтів і одного капітального ремонту.

$16 \cdot 1 \text{ люд.-год} + 4 \cdot 7 \text{ люд.-год} + 4 \cdot 21 \text{ люд.-год} + 1 \cdot 35 \text{ люд.-год} = 163 \text{ люд.-год}$

Отриманий результат розбиваєм по операціях:

Слюсарні: $163 \text{ люд.-год} \cdot 0,72 = 45,36 \text{ люд.-год}$

Верстатні $163 \text{ люд.-год} \cdot 0,2 = 32,6 \text{ люд.-год}$

Інші $163 \text{ люд.-год} \cdot 0,08 = 13,04 \text{ люд.-год}$.

Всі значення заносимо в графи графіка ППР.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік планово-попереджувальних ремонтних

РОБІТ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ

Затверджую
Головний інженер
" " 2024 р.

№ п/п	Обладнання	Тип, марка	Ідентифікаційний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напроцювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання	Напроцювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх тривалість кінць												Загальна тривалість кінць робіт																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
					Вид	Міс	Ремонт	ТО	Ремонтного циклу	Періодів			Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Всього	Середнє	Верстатні	Інші																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
										Ремонт	ТО																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
																													Ремонт	ТО																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1	Молоткова дробарка	КДН-2,0	315365135	2021	ТО	1,2	1400	350	12.4.200	31.0.50	1.5.625	План	Виконання	Строк служби, місяців	фактичний	Планові	350																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Головний механік
" " 2024 р.

Рис. 3.1.-Схема графіка ППР молоткової дробарки

3.3. Технологія розбирання та складання вузла ротора

При виконанні ремонтних робіт вузол, частини якого підлягають ремонту, розбирають. Вузли розбирають у встановленому порядку і збирають у зворотному порядку. У процесі складання існують певні умови.

Перед складанням вала і закріпленого на ньому шків за допомогою шпонкових з'єднань перевірте якість поверхні деталей, що вставляються, видаліть подряпини і задири. При складанні призматична шпонка вводиться в паз легким ударом молотка або запресовується.

Перед складанням агрегату підшипники кочення необхідно відрегулювати і очистити, промивши їх бензином або мінеральним маслом, нагрітим до 80С. При установці підшипників на вали і корпуси дотримуються певних правил монтажу. Порядок складання вузла ротора зведемо в таблицю 3.1.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Порядок складання вузла ротора.

№ п/п	Операція і переходи	Інструмент, приспособлення, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	На вал 7 встановити шпонку 22	Ручний прес		слюсар III розряду	
2.	На вал 7 встановити 24 диски 10 по чергово із 23 втулками 4		Встановити без перекосу, витримати коректно сторону монтажу		
3.	На вал 7 встановити прижимну пластину 9 і зафіксувати її гайкою 17 з шайбою 20	Рожковий ключ	Перевірити рівень затягування		
4.	Поміж диски 10 встановити 46 молотків 1 з осями 11 і зашплінтувати шплінтами 23	Плоскогубці			
5.	В корпус підшипника 5 помістити манжету 27 і підшипник 19.	Ручний прес	Підшипники нагріти в оливi до 80-90°C		
6.	Корпус підшипника 5 у зборі змонтувати на вал 7	Ручний прес			
7.	Закрити корпус підшипника 5 кришкою 6 з прокладкою 8	Ручний прес			
8.	Зафіксувати кришку 6 болтами 15 з шайбами 18	Рожковий ключ	Перевірити рівень затягування		
9.	Встановити масленку 28	Рожковий ключ	Перевірити рівень затягування		

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4	5	6
10.	В корпус підшипника 5 помістити манжету 27 і підшипник 19.	Ручний прес	Підшипники нагріти в оливi до 80-90°C		
11.	Корпус підшипника 5 у зборі змонтувати на вал 7	Ручний прес			
12.	Закрити корпус підшипника 5 кришкою 6 з прокладкою 8 і манжетою 26	Ручний прес			
13.	Зафіксувати кришку 6 болтами 15 з шайбами 18	Рожковий ключ	Перевірити рівень затягування		
14.	Встановити масленку 28	Рожковий ключ	Перевірити рівень затягування		
15.	На вал 7 встановити шпонку 21	Ручний прес			
16.	На вал 7 встановити шків 3	Ручний прес			
17.	Зафіксувати шків 3 гайкою 16	Рожковий ключ			
18.	Зафіксувати гайку 16 шплінтом 24	Плоско-губці			

Після ремонту дробарка монтується у виробничому цеху.

3.4 Розробка технологічного процесу механічної обробки шківa ротора молоткової дробарки

3.4.1. Аналіз технічних умов шківa

Деталь – шків відноситься до тіл обертання класу диски, тобто це деталь, в якій довжина значно менше діаметра і великий торець.

Проаналізувавши технічні умови на шків ротора молоткової дробарки, зазначені на кресленні, можна зробити висновок, що опорна поверхня Ø 25 Н7 з

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шорсткістю $Ra = 1,25$ потребує чистової обробки шліфування або тонкого розточування. Мінімальна шорсткість решти поверхонь $Rz 40 - Rz100$ не потребує фінішної обробки, але точність цих поверхонь відповідно до квалітету 6 і 7 вимагає використання багатьох інструментів. Однак необхідно звести до мінімуму допуски в чистовому переході, що передбачає використання високоточного обладнання. Особливі вимоги пред'являються до шорсткості і точності канавок.

Матеріал даного шків – сірий чавун СЧ-20 ГОСТ1412 – 85, хімічний склад і механічні властивості якої зведемо в таблиці 3.2 і 3.3 відповідно.

Таблиця 3.2

Хімічний склад чавуну СЧ20 (ГОСТ 1412 – 85) в %

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

Таблиця 3.3

Механічні властивості чавуну СЧ – 20(ГОСТ 1412 – 85)

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

На рис. 3.2 показано поверхні шківів молоткової дробарки.

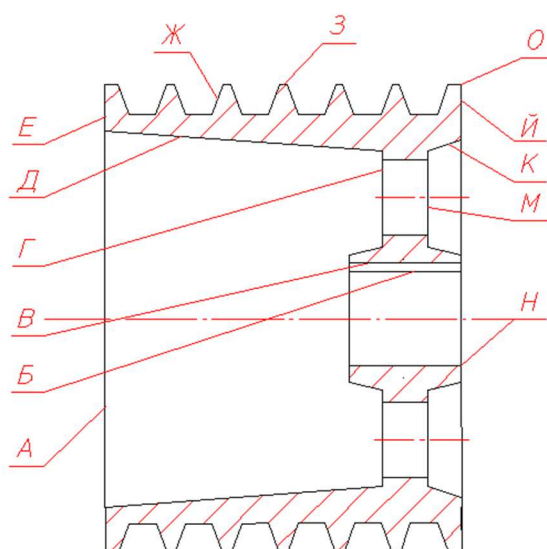


Рис. 3.2 - Поверхні шківів молоткової дробарки.

Таблиця 3.4. Аналіз технічних умов шківів.

Позначення поверхні	Технічна умова, або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
Г, Д, К, М	Забезпечити точність по 16 квалітету і шорсткість Rz180мкм	Заготовка лиття	Точність- штангенциркулем, шорсткість- методом порівняння за зразками
А, Е, З, Й	Забезпечити точність по 12 квалітету і Rz60	Точіння напівчистове	-//-
Б	Забезпечити точність різання по 7 квалітету, шорсткість Ra 1,25	Розточування тонке	-//-
Ж	Забезпечити точність по 8 квалітету, шорсткість Ra1,6	Точіння чистове	-//-
В	Забезпечити точність по 9 квалітету і шорсткість Rz40	Довбання	-//-

3.4.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

У цьому випадку варіанти виготовлення заготовок наступні:

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- I варіант - лиття в пісок;
- II варіант - лиття в кокіль;
- III варіант - відцентрове лиття.

Виготовляти цю деталь методом відцентрового лиття непрактично. Оскільки СЧ-20 має хороші ливарні властивості та з існуючими розмірами деталі, вплив розрідження при відцентровому литті буде значним. Залежно від розмірів деталі можливе виготовлення заготовки за допомогою одного з двох методів заготовки: лиття в рулонах або одинарне формування.

Маса шківів складає 4,25 кг. Маса відливки у піщану форму буде незначно більшою за рахунок відливання ливникової системи, однак вартість піщаної форми набагато менша, а врахувавши, що тип виробництва у нас одиничний, то більш доцільно використати лиття у піщану форму.

Отже приймаємо, що заготовка виготовляється методом лиття у піщану форму.

3.4.3. Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів

Розраховуємо припуск на поверхню Б, яка є посадочною поверхнею Ø25H7, для якої Ra=1.25.

Визначимо необхідну кількість переходів за формулою:

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46}, \quad \varepsilon = \frac{T_3}{T_0},$$

де T_3 – допуск заготовки, мкм;

T_0 – допуск деталі, мкм;

$T_3 = 370$ мкм для Ø 25 при IT 15;

$T_0 = 19$ мкм для Ø 25 при IT 9.

Тоді. $\varepsilon = \frac{T_3}{T_0} = \frac{370}{19} = 19,4;$

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46} = \frac{\lg(19,4)}{0,46} = 3 \text{ переходи. [9] (стр.120).}$$

Тобто задану точність можна досягти за три переходи: чорнове, чистове і тонке розточування.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовуючи [15,16], знайдіть шорсткість кожного переходу, глибину дефектного шару, відхилення та базову похибку.

Заготовка $R_z = 150 \text{ мкм}; T = 250 \text{ мкм}$. [15,16].

Чорнова обробка різцем $R_z = 50 \text{ мкм}; T = 50 \text{ мкм}$.

Чистова обробка різцем $R_z = 25 \text{ мкм}; T = 30 \text{ мкм}$ [15,16].

Визначимо відхилення [15,16].

Довжина на якій проводиться аналіз відхилення $L=30 \text{ мм}$. Тоді

$$\rho_k = L \cdot \Delta_k = 30 \cdot 0,5 = 15 \text{ мкм}; \rho_u = 0,25 \text{ мм} \quad ([4] \text{ с.73 табл.33}).$$

Підставимо у формулу, щоб знайти відхилення. ρ .

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_u^2} = \sqrt{15^2 + 250^2} = 251 \text{ мкм};$$

Розрахункове відхилення при чорновому обточуванні

$$\rho_I = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 251 = 15,06 \text{ мкм};$$

Розрахункове відхилення при фінішному обточуванні

$$\rho_I = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 251 = 10,04 \text{ мкм}$$

Для самоцентруючого патрону похибка базування буде $\varepsilon=0$ [15,16].

Розраховуємо значення мінімальних припусків.

Мінімальний припуск для розточування чорнового

$$2 \cdot z_{min 1} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 250 + 251) = 2 \times 651 \text{ мкм}.$$

Мінімальний припуск для розточування напівчистового

$$2 \cdot z_{min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 15,06) = 2 \times 115,06 \text{ мкм}$$

Мінімальний припуск для фінішного розточування:

$$2 \cdot z_{min 3} = 2 \cdot (25 + 30 + 10,04) = 2 \times 65,04 \text{ мкм}.$$

Значення розрахункових діаметрів:

$$d_{p1} = 24,02 + 2 \cdot 0,0655 = 24,151 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 24,151 + 2 \cdot 0,1157 = 24,382 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 24,382 + 2 \cdot 0,662 = 24,706 \text{ мм}.$$

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зведена таблиця припусків і допусків поверхні $\varnothing 25\ h9$.[illegible]

Значення найбільших граничних розмірів будуть .

$$d_{max\ 3} = 24,02 + 0,019 = 24,03\text{мм};$$

$$d_{max\ 2} = 24,16 + 0,046 = 24,21\text{мм};$$

$$d_{max\ 1} = 24,39 + 0,120 = 24,51\text{мм};$$

$$d_{max}\text{мм}.$$

Граничні значення найбільших припусків будуть

$$2 \cdot z_{max\ 3} = 24,21 - 24,04 = 0,17\text{мм};$$

$$2 \cdot z_{max\ 2} = 24,51 - 24,21 = 0,3\text{мм};$$

$$2 \cdot z_{max\ 1} = 24,17 - 24,51 = 1,66\text{мм};$$

$$2 \cdot z_{min\ 3} = 24,16 - 24,02 = 0,14\text{мм};$$

$$2 \cdot z_{min\ 2} = 24,39 - 24,16 = 0,23\text{мм};$$

$$2 \cdot z_{min\ 1} = 25,71 - 24,39 = 1,32\text{мм}.$$

Значення номінального припуску буде

$$z_{nom} = z_i - 1_{i_{min}}\text{мкм};$$

Решку припусків і допусків приймаємо табличним методом.

Таблиця 3.6

Зведена таблиця припусків і допусків на обробку шківа.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск. мм		Допуск, мкм
		Табличний	Розрахунковий	
А, Е, Ї, Л	Торці	2,5	—	970
З	Ø130Н12	2·1,5	—	1310
Б	Ø25Н7	2·4,5	2·1,029	170
В	13,4	2·1,5	—	65
Ж	Канавки під пас ГОСТ 4607-73	2·2,5	—	740

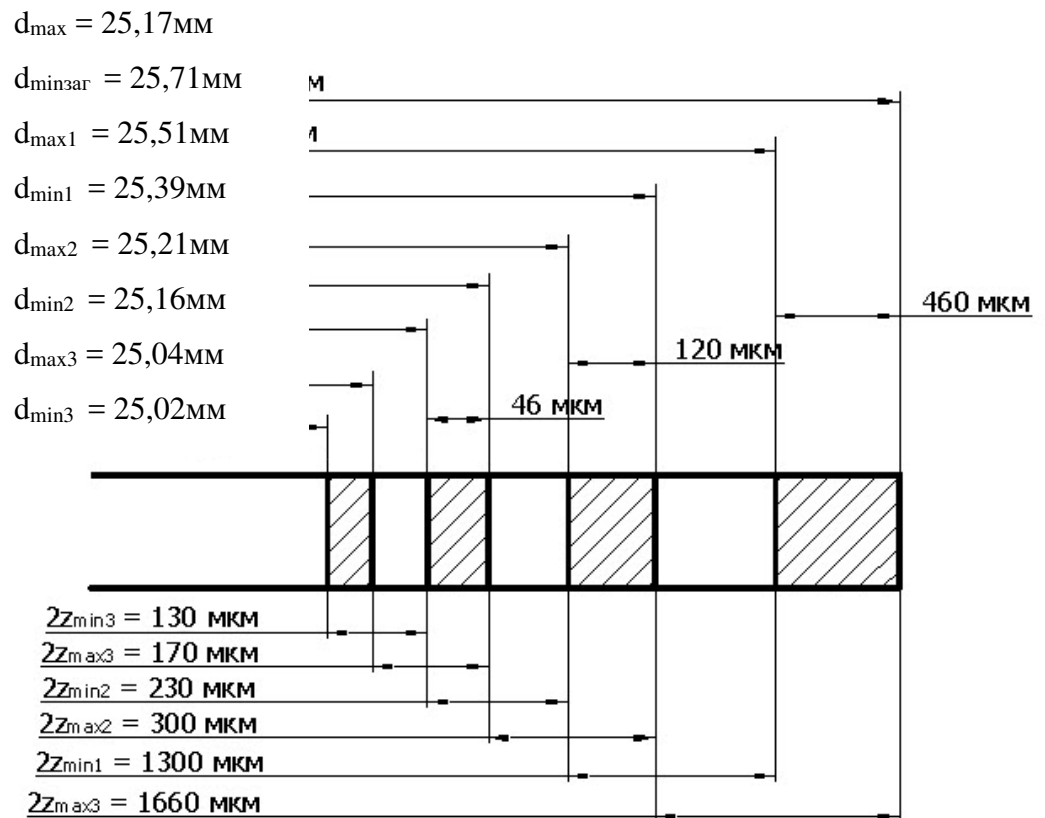


Рис. 3.3. – Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню $\varnothing$ 25H7

3.4.4. Розробка технологічного маршруту механічної обробки шківів

Технологічний маршрут механічної обробки шківів складаємо у вигляді таблиці.

Таблиця 3.7.

Технологічний маршрут механічної обробки шківів.

№ оп.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Назва обладнання
005 установ А	Токарно-гвинторізна 1.Розточити поверхню в розмір Ø25H7 2.Підрізати торець в розмір 99мм 3. Точити фаску в розмір 1,5x45° 4.Точити фаску в розмір 1,6x45°	Б, Й	Поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16K50П
установ Б	1.Точити поверхню в розмір Ø130 2.Точити шість канавок під пас ГОСТ 4607 – 73 3.Підрізати торець в розмір 98мм 4. Точити фаску в розмір 1,5x45° 5.Точити фаску в розмір 1,6x45°	А, Е, Ж, З	Б	Токарно-гвинторізний верстат 16K50П
010	Довбальна 1.Довбати шпоночний паз в розмір 29,5 шириною 8мм	В	З, Б	Горизонтальний протяжний верстат 7Б55

3.4.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3.8.

Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

Номер операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005 установ А	Токарно-гвинторізна 1.Розточити поверхню в розмір Ø25H7 2.Підрізати торець в розмір 99мм 3. Точити фаску в розмір 1,0x45° 4.Точити фаску в розмір 0,5x45°	Різець розточний 2334 ГОСТ 18463-73 Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870-73 Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870-73 Різець прохідний відігнутий 2507 ГОСТ 18941-73	Штангенциркуль ШЦ -1-500 ГОСТ 166-80
установ Б	1.Точити поверхню в розмір Ø130 2.Точити шість канавки під пас ГОСТ 4607 – 73 3.Підрізати торець в розмір 98мм 4. Точити фаску в розмір 1,0x45° 5.Точити фаску в розмір 0,5x45°	Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870-73 Різець фасонний 2113 ГОСТ 18878-73 Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870-73 Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870-73 Різець прохідний відігнутий 2507 ГОСТ 18941-73	Штангенциркуль ШЦ -1-400 ГОСТ 166-80
010	Довбальна 1.Довбати шпоночний паз в розмір 29,5 шириною 8мм	Довб'як шириною 10 мм ГОСТ 18217-80	Штангенциркуль ШЦ -1-250 ГОСТ 166-80

3.4.6. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні Ø25H7, а інші операції і переходи режими різання вибираємо за нормативними даними [15,15]

Таблиця 3.9.

Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ оп.	Назва операції, переходу, позиції	V, м/хв	n, об/х в	t, мм	Sp, мм/о б	Sm, мм/хв м/хв	Tm, хв	Tшт, хв
005 Устано в А	Токарно-гвинторізна							
	1.Розточити поверхню в розмір Ø25H7	57.9	194	1.1	0.8	147	0.95	1.4
	2.Підрізати торець в розмір 99мм	91.3	600	1.5	0.6	116.6	0.84	1.24
	3. Точити фаску в розмір 1.0x45 ⁰	32	315	1.0	0.6	189	0.64	1.04
	4.Точити фаску в розмір 0.5x45 ⁰	41.3	120	0.5	0.2	112	0.14	0,84
установ Б	1.Точити поверхню в розмір Ø130	116	600	2	0,6	189	0,95	1,4
	2.Точити шість канавок під пас ГОСТ 4607 – 73	34,5	315	3	0,6	189	1,15	1,4
	3.Підрізати торець в розмір 98мм.	91,3	600	1,5	0,6	116,6	0,14	0,84
	4. Точити фаску в розмір 1,0x45 ⁰	32	315	1,0	0,6	189	0,1	0,9
	5.Точити фаску в розмір 0,5x45 ⁰	41,3	120	0,5	0,2	112	0,15	0,4
010	Довбальна 1.Довбати шпоночний паз в розмір 29,5 шириною 8мм	14	-	6,0	-	10	1,8	2,44

3.4.8. Технічне нормування технологічного процесу. визначення необхідної кількості обладнання і величини його завантаження

Нормативи часу визначаються на основі технічних розрахунків, для операції 010 виконуються розрахунково-аналітичними методами, а для інших завдань підбираються за нормативами довідників [15,16].

Таблиця 3.10.

Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	T_0 хв	$T_{дон. хв}$			$T_{оп.}$ хв	Час обслугов.		$T_{відп}$ хв	$T_{шт}$
			$t_{уст}$	$t_{упр}$	$t_{вим}$		$T_{техн. обслугов.}$	$T_{орг. обслуг.}$		
005	Токарно-гвинторізна	0,95	0,12	0,08	0,11	1,26	0,03	0,03	0,08	1,4
		0,84	0,1	0,09	0,1	1,13	0,06	0,03	0,02	1,24
		0,64	0,06	0,06	0,12	0,88	0,05	0,05	0,06	1,04
		0,14	0,14	0,18	0,16	0,62	0,08	0,07	0,07	0,84
		0,95	0,12	0,08	0,11	1,26	0,05	0,03	0,06	1,4
		1,15	0,06	0,07	0,04	1,32	0,02	0,03	0,03	1,4
		0,14	0,23	0,14	0,21	0,72	0,05	0,03	0,04	0,84
		0,1	0,22	0,28	0,21	0,81	0,03	0,02	0,04	0,9
		0,15	0,06	0,03	0,06	0,3	0,04	0,03	0,03	0,4
010	Довбальна	1,8	0,14	0,12	0,08	2,24	0,05	0,06	0,07	2,44

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

4.1 Загальні вимоги техніки безпеки при роботі на дробарках

Правила і норми по техніці безпеки направлені на захист організму людини від фізичних травм, дії технічних засобів, що використовуються в процесі праці. Вони регулюють поведінку людей, забезпечуючи безпеку праці з точки зору будови і розміщення машин, будівельних конструкцій, будинків, споруд та обладнання.

Правила та норми по виробничій санітарії та гігієні передбачають захист організму від перевтоми, хімічної, атмосферної дії та інше.

До числа норм по техніці безпеки та виробничій санітарії відносяться норми, що встановлюють межі індивідуального захисту працюючих від професійних захворювань та травматизму.

Площадки для обслуговування дробильних машин повинні бути зв'язані звуковою та світловою сигналізацією (електродзвінками та мигаючими електролампами) з площадками для обслуговування стрічкових конвеєрів та живильників на завантаженні і розвантаженні дробильних машин.

Дробильні машини, встановлені на відкритих площадках, слід розміщувати під навісом, що захищають працюючих від атмосферних опадів.

Пульти керування дробильними машинами повинні бути розміщені в кабінах спостереження та дистанційного керування.

Пульти завантаження та вивантаження дробильних машин повинні бути закриті суцільними металевими кожухами, які під'єднанні до аспіраційних систем з апаратами для очищення повітря.

При пуску дробильних машин повинен бути забезпечений слідуючий порядок вмикання обладнання: аспіраційна система, стрічковий конвеєр на розвантаженні, дробильна машина, живильник на завантаженні.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.		
Розроб.		Мецан М.В.					
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Консульт.		Окіпний І.Б.					
Н. Контр.		Ворощук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						56	
					гр. МОс-41		

При зупинці дробильних машин або стрічкових конвейерах привід живильників повинен автоматично відмикатися.

Під час роботи дробильних машин забороняється:

проштовхувати і витягувати куски матеріалу та недробимі предмети, що застрягли в камерах подрібнення;

ліквідувати завали в камерах подрібнення та очищати їх;

Експлуатація дробильних машин при відсутності чи несправності захисних огорожень або систем сигналізації забороняється.

Огляд, очищення та ремонтні роботи всередині дробильних машин повинні виконуватись по наряду – допуску.

У більшості працівників у приміщеннях з виключно штучним освітленням або із слабким природнім у світловий час доби спостерігаються неприємні відчуття при вході в приміщення і особливо при виході з нього. Ці від'ємні відчуття пояснюються великою різницею в рівнях яскравості в середині і ззовні приміщення.

Нераціональне освітлення приміщень приводить до зорового дискомфорту, відвертає увагу, зменшує сконцентрованість, посилює зорову втому, знижує розумову і фізичну працездатність, сприяє розвитку ряду захворювань.

При належному освітленні практично не буває захворювань професійною хворобою – ністагмом, ознаками якого є судорожний рух яблука ока, трясіння голови, послаблення зору і різке зниження видимості при заході сонця. Хворому ністагмом світло нерухомої лампи ввижається стрибаючим. Вважається, що причиною ністагма є часта зміна світла і тіней при слабкому штучному освітленні.

При зниженні зорової здібності людини виникають такі хвороби як близорукість, катаракта та інші.

Також недопустиме і явище осліплення освітлювальною апаратурою.

Таким чином, не тільки недостатнє але й надмірне яскраве освітлення дуже погано позначається на зоровій функції людини, яка отримує основну інформацію від навколишнього середовища через очі.

Освітлення виробничих приміщень може бути природнім, штучним і інтегральним (водночас природнім і штучним).

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Природне освітлення передбачається для тих приміщень. В яких постійно перебувають люди. Природне або денне світло створюється сонячним світлом і дифузійним світлом небосхилу.

Природне освітлення не постійне в часі, воно динамічне і змінюється протягом року, дня, досягаючи максимум в липні в полудень і мінімуму в кінці дня в грудні. Яскравість точок небосхилу змінюється в значних межах залежно від положення сонця на небосхилі, ступеню і характеру хмарності, прозорості атмосфери та інших причин.

Штучне освітлення відіграє значну роль в житті сучасної людини. Воно дозволяє «продовжити день» і використати темні години доби для відпочинку чи праці.

До найрозповсюдженіших джерел світлі належать лампи розжарювання - нормальні (з колбами з кольорового скла), дзеркальні та прожекторні.

Недоліком цих ламп є те, що в спектрі їх випромінювання домінує видиме випромінювання в жовтих і червоних частинах спектру і недостатньо синього і фіолетового випромінювання. Тому склад випромінювання ламп розжарювання істотно відрізняється від денного світла, що змінює кольорову передачу, яка не дозволяє ефективно використовувати їх для освітлення робіт пов'язаних з необхідністю точного розпізнавання кольорів.

Ці недоліки ламп розжарювання привели до пошуків нових джерел світла. Рішення цього питання було знайдено шляхом використання явища люмінесценції. Відкриття і виробництво люмінесцентичних ламп розширило можливості використання світла в житті людини.

4.2 Розрахунок параметрів ізолюючих пристроїв

Розрахуємо параметри ізолюючих пристроїв. Допустимий опір заземлення пристроїв повинен бути $R_{зд} < 40\text{м}$. Опір штучних заземлюючих пристроїв вибирають $R_I < R_{зд} = 30\text{м}$. В якості заземлення вибираємо стержень біля

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхні ґрунту з розмірами $l = 5\text{м}$ і $d = 0.01\text{м}$. Визначаємо опір струму розтікання з одного заземлення:

$$R_{31} = \frac{\rho}{\pi \times l} \times \ln \frac{l}{d}, \quad (4.1)$$

де, ρ - опір ґрунту (для чорнозему $\rho = 50 \text{ Ом} \times \text{м}$). Тоді $R_{31} = 12 \text{ Ом}$

Визначаємо необхідну кількість паралельно - з'єднаних заземлень:

$$n = \frac{R_{31}}{R_I \times ne}, \quad (5.2)$$

де, ne - коефіцієнт використання заземлень, враховуючи їх екранування.

Для вертикальних стержневих заземлень, розташованих в один ряд $ne = 0,68$. Тоді кількість заземлень $n = 6$.

Визначаємо довжину з'єднувальної полозки та опір струму розтікання Rn :

$$Rn = \frac{\rho}{\pi \times l} \times \ln \frac{l^2}{d \times t}, \quad (4.3)$$

де, $d = 0.01\text{м}$ - діаметр стержня;

$t = 0.5\text{м}$ - глибина закладання стержня;

$l = 10\text{м}$ - довжина полозки;

Тоді $Rn = 1.8 \text{ Ом}$

Визначаємо еквівалентний тиск струму розтікання заземлення:

$$R_I = \frac{R_{31} \times Rn}{R_{31} \times nn \times Rn \times n \times ne}, \quad (4.4)$$

де, nn - коефіцієнт використання горизонтального електроду при розташуванні вертикальних електродів в ряд, $nn = 0.57$;

Тоді $R_I = 2.4 \text{ Ом} < R_{3Д}$.

Отримані в результаті розрахунки опорів штучних заземлень не перевищують заданих.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Дробарка універсальна КДУ-2,0 призначена для подрібнення широкого спектру матеріалів, як сипких, так і волокнистої структури, переважно зерна, качанів кукурудзи, коренеплодів. В даній кваліфікаційній роботі було запропоновано конструктивне рішення для ротора дробарки, а також розроблено заходи з ремонту і технічного обслуговування.

При цьому було виконано наступні задачі:

Проведено критичний аналіз технологічного обладнання для подрібнення.

Виконано технологічний та кінематичний розрахунок дробарки.

Виконано конструктивний розрахунок вузла ротора з підбором підшипників.

Запропоновано засоби і заходи контролю і управління роботою машини.

Розроблено вимоги до експлуатації молоткової дробарки.

Розроблено схему і карту розбирання – складання вузла ротора.

Розроблено технологічний маршрут механічної обробки шківів приводу молоткової дробарки.

Запропоновано заходи з охорони праці і безпеки при експлуатації молоткової дробарки.

Представлені у кваліфікаційній роботі заходи дозволять зробити експлуатацію молоткової дробарки стабільнішою та прогнозованішою.

					КРБ 355.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мецан М.В.			Висновки		
Перевір.		Вітенько Т.М.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворощук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						60	
					гр. МОс-41		

Перелік посилань

1. Теличкун В.І., Гавва О.М., Теличкун Ю.С. та ін. Технологічні комплекси харчових виробництв. Навчальний посібник. — Київ: Сталь, 2017. — 456 с.
2. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В., Закалов І.О.-Тернопіль:Видавництво ТДТУ, 2000.-406 с.
3. Теличкун В.І., Таран В.М., Теличкун Ю.С., Десик М.Г. Технологічне обладнання харчових виробництв. Курс лекцій. — К. : НУХТ, 2014. — 240 с.
4. Закалов О.В., Ворощук В.Я. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв. Навчальний посібник. — Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 350 с.
5. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Р.О., Українець А.І. та ін..-Вінниця: Нова книга, 2004.-288с.
6. Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. Тернопіль : Підруч. і посіб., 2023. 240 с.
7. Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с.
8. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. «Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks». Навчальний посібник. 2023. – 164 с.
9. Шанайда В. В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 163 с.
- 10.Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
- 11.Процеси та апарати харчових виробництв /А.М. Поперечний , О.І. Черевко ,В.Б. Гаркуша, Н.В. Кирпиченко.– К.: ЦУЛ, 2007.– 304с.

					<i>КРБ 355.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Перелік посилань</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Мецан М.В.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						<i>61</i>	
					<i>гр. МОс-41</i>		

- 12.Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 648 с.
- 13.Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
- 14.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
- 15.Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. — Львів: Новий світ-2000, 2011. — 770 с.
- 16.Юрчишин І.І. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. Навч. посібник. — І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, І.Є. Грицай, М.Л. Кукляк, Я.М. Кусий, В.В. Ступницький, В.А. Яцюк, А.М. Кук, Є.М. Махоркін, В.П. Свізінський. — Львів: Львівська політехніка, 2009. — 528 с.
- 17.Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорона праці. Харків: Стил-Издат, 2017. — 334 с.
- 18.Березуцький В.В., Васьковець Л.А., Вершиніна Н.П. та ін. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. — За ред. проф. В.В. Березуцького. — Х.: Факт, 2005. — 384 с.