

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення заходів з технічного обслуговування та
ремонту вальцювого верстату марки А1-В3-2Н

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МО-41
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Мороз В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Зварич Н.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

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
Пилипець О.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 Морозу Владиславу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення заходів з технічного обслуговування та ремонту вальцьового верстату марки А1-В3-2Н

Керівник роботи Зварич Наталя Миколаївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 02 » 02 2026 року № 4/9-93 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Паспорт вальцьового верстату марки А1-В3-2Н

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

1. Аналітична частина
1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик вальцьового верстату А1-В3-2Н
1.2. Опис будови і принципу роботи вальцьового верстату А1-В3-2Н
1.3. Аналіз сучасного обладнання для подрібнення зерна на борошномельних підприємствах
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

2. Конструкторська частина
2.1. Розрахунок мінімального діаметру мелючих вальців верстату
2.2. Розрахунок максимальної швидкості обертання мелючих вальців
2.3. Розрахунок продуктивності верстата та витрати потужності на помел
2.4. Кінематичний розрахунок вальцьового верстату А1-В3-2Н
2.5. Розрахунок клинопасової передачі приводу вальців верстату А1-В3-2Н
2.6. Розрахунок зубчатих передач коробки швидкостей приводу вальців верстату А1-В3-2Н

3. Технологічна частина
3.1. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування вальцевого верстату марки
3.2. Заходи з експлуатації та технічного обслуговування вальцевого верстату типу А1-В3Н
3.3. Розроблення технології ремонту механізму регулювання швидкостей вальцьового верстату А1-В3-2Н
3.4. Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі - шестерня

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці
4.1. Безпека життєдіяльності
4.2. Заходи з охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1. Верстат вальцьовий А1-В3- 2Н. (2 л. ф. А1)
2. Механізм регулювання швидкості обертання мелючих вальців. (1 л. ф. А1)
3. Графік планово-попереджувальних та ремонтних робіт вальцьового верстату марки А1-В3-2Н. (1 л. ф. А1)
4. Технологічна схему складання механізму регулювання швидкості обертання мелючих вальців. (1 л. ф. А1)
5. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки шестерні механізму регулювання швидкостей мелючих валків. (1 л. ф. А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання 02.02.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка		
1.	1. Аналітична частина		
2.	2. Конструкторська частина		
3.	3. Технологічна частина		
4.	4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці		
5.	Висновки.		
	Графічна частина		
6.	Верстат вальцювий А1-В3- 2Н. (2 л. ф. А1)		
7.	Механізм регулювання швидкості обертання мелючих вальців. (1 л. ф. А1)		
8.	Графік планово-попереджувальних та ремонтних робіт вальцювого верстату марки А1-Б3-2Н. (1 л. ф. А1)		
9.	Технологічна схему складання механізму регулювання швидкості обертання мелючих вальців. (1 л. ф. А1)		
10.	Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки шестерні механізму регулювання швидкостей мелючих валків. (1 л. ф. А1)		

Студент

(підпис)

Мороз В. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Зварич Н.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мороз В. В. Розроблення заходів з технічного обслуговування та ремонту вальцювого верстату марки А1-В3-2Н. 133 «Галузеве машинобудування». Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя. Тернопіль, 2026

В кваліфікаційній роботі представлено заходи з монтажу, технічного обслуговування та ремонту вальцювого верстату марки А1-В3-2Н, а саме проаналізовано умови роботи, технічні характеристики, будову і принцип роботи вальцювого верстату марки А1-В3-2Н; проведено аналіз сучасного обладнання для помолу зернових культур; виконано конструкторські розрахунки окремих елементів верстату; розроблено заходи з монтажу вальцювого верстату, подано графік ППР, розроблено заходи з ремонту вальцювого верстату А1-В3-2Н; представлено технологічну схему складання механізму регулювання швидкості обертання мелючих вальців, розроблено технологічний процесу механічної обробки шестерні механізму регулювання швидкостей мелючих валків вальцювого верстату А1-В3-2Н

Запропоновані рішення дозволять продовжити термін служби верстата, зменшити кількість поломок обладнання, підвищити ефективність його роботи.

Ключові слова: вальцювий верстат, монтаж, технічне обслуговування, планово-попереджувальний ремонт, механічна обробка шестерні.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНОТАЦІЯ			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розроб.		Мороз В. В.									
Перевір.		Зварич Н.М.								4	
Реценз.								ТНТУ, зр. МО-41			
Н. Контр.											
Затверд.		Пилипець О.М.									

ABSTRACT

Moroz V. V. Development of Maintenance and Repair Measures for the A1-V3-2N Roller Mill. Specialty 133 “Mechanical Engineering”. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Ternopil, 2026.

The qualification thesis presents measures for the installation, maintenance, and repair of the A1-V3-2N roller mill. In particular, the operating conditions, technical characteristics, design features, and operating principle of the A1-V3-2N roller mill were analyzed. A review of modern grain milling equipment was carried out. Design calculations of selected machine components were performed. Measures for the installation of the roller mill were developed, and a preventive maintenance schedule was prepared. Repair procedures for the A1-V3-2N roller mill were also developed. Furthermore, a technological assembly scheme for the grinding roll speed control mechanism was presented, and a machining process for manufacturing the gear of the grinding roll speed control mechanism of the A1-V3-2N roller mill was developed.

The proposed solutions will make it possible to extend the service life of the machine, reduce the number of equipment failures, and improve its operational efficiency.

Keywords: roller mill, installation, maintenance, preventive maintenance, gear machining.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	11
1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик вальцювого верстату А1-БЗ-2Н	11
1.2. Опис будови та принципу роботи вальцювого верстату А1-БЗ-2Н	12
1.3. Сучасні конструкції обладнання для подрібнення зерна на борошномельних підприємствах	15
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи.....	21
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	22
2.1. Розрахунок мінімального діаметру мелючих вальців верстату	22
2.2. Розрахунок максимальної швидкості обертання мелючих вальців	24
2.3. Розрахунок продуктивності верстата та витрати потужності на помел	24
2.4. Кінематичний розрахунок вальцювого верстата А1-БЗ-2Н	27
2.5. Розрахунок клинопасової передачі приводу вальців верстату А1-БЗ-2Н	35
2.6. Розрахунок зубчатих передач коробки швидкостей приводу вальців верстату А1-БЗ-2Н.	39
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	49
3.1. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування вальцевого верстату марки.....	49

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мороз В. В.			ЗМІСТ	Літ.	Арк.
Перевір.		Зварич Н.М.					б
Реценз.						ТНТУ, зр. МО-41	
Н. Контр.							
Затверд.		Пилипець О.М.					

3.2. Заходи з експлуатації та технічного обслуговування вальцевого
верстату типу А1-БЗ-2Н 51

3.3. Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі -
шестерня 57

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ 74

4.1. Безпека життєдіяльності..... 74

4.2. Заходи з охорони праці..... 76

ВИСНОВКИ..... 82

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... 83

Специфікації

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ВСТУП

Зернові культури становлять основу раціону населення більшості країн світу. Завдяки високій харчовій цінності та доступності зернопродукти відіграють важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки населення. Продукти їх переробки широко використовуються у харчовій промисловості для виробництва борошна, круп, макаронних виробів, хліба, кондитерських виробів та багатьох інших продуктів.

Особливе місце серед зернопродуктів займає хліб, який традиційно вважається одним із найважливіших продуктів харчування. Хлібобулочні вироби характеризуються високою поживною цінністю, добрими смаковими властивостями та доступністю для широких верств населення. У багатьох країнах світу хліб забезпечує від 25 до 40 % добової потреби людини в енергії та значну частину потреби в білках і вуглеводах.

Якість зернопродуктів значною мірою залежить від ефективності роботи підприємств, які здійснюють переробку зерна. Центральне місце в цій системі займають борошномельні підприємства, основним завданням яких є виробництво борошна різних сортів та призначення. Борошномельна промисловість є важливою складовою агропромислового комплексу країни, оскільки забезпечує сировиною хлібопекарську, макаронну, кондитерську та інші галузі харчової промисловості.

Борошномельні підприємства виконують складний технологічний процес переробки зерна, який складається з приймання, очищення, підготовки, зволоження та подрібнення зерна з подальшим сортуванням продуктів помелу. Головною метою цього процесу є отримання борошна високих сортів з максимальним збереженням його харчової цінності та властивостей.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мороз В. В.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Зварич Н.М.					8	
Реценз.						ТНТУ, зр. МО-41		
Н. Контр.								
Затверд.		Пилипець О.М.						

В умовах сучасного ринку до борошномельних підприємств висуваються високі вимоги щодо якості та безпечності продукції, відповідно до принципів HACCP, стандартів ISO тощо.

Сучасні борошномельні підприємства оснащуються високопродуктивним автоматизованим обладнанням, що дозволяє значно підвищити ефективність виробництва та покращити якість готової продукції. Технологічні лінії включають сепаратори, аспіратори, магнітні апарати, трієри, зволожувальні машини, вальцові верстати, розсів та інше обладнання. Особливо важливу роль у технологічному процесі відіграє розмелювальне відділення, основними машинами якого є вальцові верстати. Вони забезпечують поступове руйнування зерна та поділ його складових частин із мінімальним пошкодженням оболонок. Завдяки багаторазовому проходженню продукту через системи подрібнення та просіювання досягається висока якість борошна та необхідний вихід готової продукції. Використання сучасних вальцових верстатів дозволяє точно регулювати процес помелу, знижувати енергоспоживання та забезпечувати стабільність технологічних показників. Для їх надійної роботи необхідно щоб вони працювали без поломок і аварійних зупинок.

Кваліфікаційна робота містить вступ, чотири розділи, висновки, перелік посилань та додатки. У першому розділі представлено аналіз умов роботи, технічних характеристик, будови та принципу роботи вальцового верстату марки А1-БЗ-2Н, проаналізоване сучасне обладнання для помелу зернової продукції. Другий розділ містить конструкторські розрахунки окремих елементів вальцового верстату марки А1-БЗ-2Н. Третій розділ містить заходи з монтажу, технічного обслуговування та ремонту вальцового верстату марки А1-БЗ-2Н, технологічну схему складання механізму регулювання швидкості обертання мелючих вальців, технологічний процес механічної обробки шестерні механізму регулювання

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидкостей мелючих валків. Четвертий розділ присвячено питанням безпеки в надзвичайних ситуаціях та охорони праці на борошномельних підприємствах.

Графічна частина

Верстат вальцьовий А1-В3- 2Н.

Механізм регулювання швидкості обертання мелючих вальців.

Графік планово-попереджувальних та ремонтних робіт вальцьового верстату марки А1-В3-2Н.

Технологічна схему складання механізму регулювання швидкості обертання мелючих вальців.

Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки шестерні механізму регулювання швидкостей мелючих валків.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз умов роботи і технічних характеристик вальцювого верстату А1-БЗ-2Н

Сучасні зернопереробні підприємства відрізняються високими виробничими потужностями переробки зерна при трьохзмінній роботі, збільшеним виходом борошна високих сортів. Норма виходу борошна при двохсортovому 75%-ному помолі становить: борошно вищого сорту – 50%, борошно 1 сорту – 25%, висівки – 21,5% та відходи – 3,5%.

Розмельні відділення млинів оснащується високопродуктивними машинами. Наприклад, вальцюві верстати А1-БЗ-2Н (подрібнення зерна і проміжних продуктів помелу (у комплекті з обладнанням, що забезпечує збільшений вихід борошна високих сортів); розсіви РЗ-БРВ (сортування на фракції за величиною продуктів помелу); ситовійні машини А1-БСО (для збагачення проміжних продуктів розмолу); вимелювальні машини А1-БВГ (відділення часток ендосперму від оболонки)

Проте, основним обладнання розмельного відділення є вальцюві верстати, які визначають ефективність роботи млина в цілому.

Все обладнання борошномельних підприємств працює на високих швидкостях, з високими динамічними навантаженнями.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА		
Розроб.		Мороз В. В.					
Перевір.		Зварич Н.М.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						11	
					ТНТУ, зр. МО-41		

1.2. Опис будови та принципу роботи вальцювого верстату А1-БЗ-2Н

Однією з традиційних схем оснащення розмелювального відділення борошномельного підприємства є використання вальцювих верстатів марки А1-БЗ-2Н (рис.1.1) , що призначені для подрібнення зерна і проміжних продуктів.

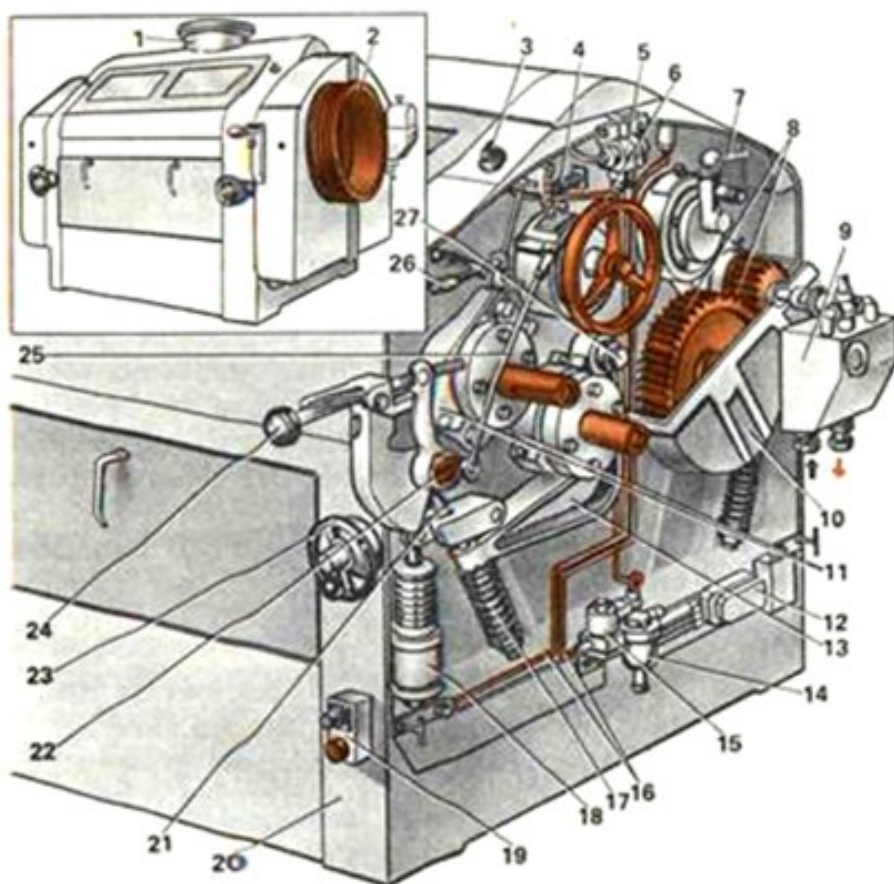


Рисунок 1.1. — Вальцювий верстат А1-БЗ-2Н: 1 - горловина; 2 - шків; 3 - пневмоперемикач привалу-відвалу заслінки; 4 - перетворювач сигналу; 5 - шків живильного механізму; 6 - рукоятка перемикання швидкостей; 7 - шестерні міжвальцювого корпусу системи охолодження; 8 - кожух міжвальцювої підшипникової системи; 9 - корпус підшипника; 10 - блок реле; 11 - лікоть рухливого механізму; 12 - шків; 13 - шестерня; 14 - шестерня; 15 - шестерня; 16 - шестерня; 17 - шестерня; 18 - шестерня; 19 - шестерня; 20 - шестерня; 21 - шестерня; 22 - шестерня; 23 - шестерня; 24 - шестерня; 25 - шестерня; 26 - шестерня; 27 - шестерня.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Технічна характеристика верстату вальцювого А1-Б3-2Н:

Продуктивність, т/добу	160
Встановлена потужність привідних електродвигунів, кВт	7,5-18,5
Розміри робочої поверхні мелючих валків, мм	
діаметр	250
довжина	1000
Габаритні розміри, мм	
довжина	1676
ширина	1680
висота	1400
Маса, кг	2700

Основними частинами верстату А1-Б3-2Н є дві пари порожніх у середині мелючих вальців, підшипникових вузлів, приводу вальців; міжвальцювої передачі; пристрою для подачі вихідного продукту; пристрою для автоматичного регулювання подачі; механізму настроювання вальців на паралельність; механізму паралельного зближення вальців; пристроїв очищення вальців; пристрою охолодження вальців, сигналізатора рівня вихідного продукту; пристроїв керування верстату. місцевого керування грубим приводом вальців; у сигналізації холостого ходу.

Розмельні вальці мають вигляд бочки з запресованими в неї з двох боків цапфами.. Робоча поверхня бочок може бути гладкою і рифленою. Кожний з чотирьох корпусів фланцевих підшипників прикріплений до боковини болтами.

При роботі верстата крутний момент від електродвигуна передається клинопасовою передачею, ведений шків якої спрягається з цапфою мелючого вальця. Для верстатів, у яких електродвигуни розміщені на перекритті застосовуються ремені УА-1800 6.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Привід живильних валиків здійснюється від веденого шківа клинопасової передачі привода розмелювальних вальців за допомогою плоскопасової передачі і двох редукторів.

Зазвичай на кожному борошномельному підприємстві використовуються декілька вальцових верстатів.

Пристрій подачі продукту виконується залежно від призначення верстата у технологічній схемі: для I драної системи — у вигляді дозувального валика і проміжного валика; для інших систем з рифленими вальцями (крім 12 розмольної) — у виді дозувального валика і шнека;

для розмольних систем — у виді сполучення розподільчого валика і дозувального валика.

Передача обертання від веденого шківа плоскопасової передачі редукторам здійснюється через кулачкову муфту, включення якої відбувається через пружину і заблоковано з грубим привалом валків за допомогою важелів і вилки.

Регулювання подачі вихідного продукту над дозувальним валиком здійснюється через заслінку, підвішену на шарнірах і з'єднану через гвинт, гайку, важелі, ролик, кронштейн, важіль і валик з датчиком живлення.

Механізм забезпечує рівнобіжне зближення валків після настроювання їх на паралельність. Привал вальців забезпечується вручну, за рукоятку гвинта механізму паралельного зближення чи автоматично. У першому випадку засувки на важіль зачіпається з упором, запресованим у боковині станини, і забезпечує привалене положення вальців. В другому випадку обертанням ексцентрика виключається зачеплення засувки з упором, а привалене положення вальців забезпечується стисненням повітрям (номінальний тиск 0,5 МПа). Робоча порожнина пневмоцилиндра через електропневматичний клапан може з'єднуватися з магістраллю стиснутого повітря чи з атмосферою.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль за тиском стиснутого повітря в циліндрі здійснюється по манометру на пульті керування млином. Грубий відвал вальців забезпечується пружиною кручення і масою нижнього вальця.

Очищення рифлених та шорстких вальців (крім I, II драних і 12 розмельної систем) здійснюється щітками з полімерного матеріалу.

Виникаюча при роботі верстата від тертя вальців і продукту теплова енергія водою відводиться через пристрій охолодження. При нормальній роботі системи охолодження температура вальця з більшою швидкістю обертання, не повинна перевищувати 60°C, що забезпечує збереження в продукті вологи і практично виключає висихання оболонки. Це сприяє покращенню якості (сортності) борошна.

1.3. Сучасні конструкції обладнання для подрібнення зерна на борошномельних підприємствах

Головним завданням на борошномельних підприємствах сортового помелу є максимальне вилучення ендосперму. Тому, зерно пшениці і жита переробляють шляхом вибіркового подрібнення. Якщо ж метою є отримання обойного борошна, використовують метод простого подрібнення.

Для подрібнення зернової продукції існує багато видів машин, проте, традиційно у якості основних подрібнювальних машин на борошномельних підприємствах використовують вальцьові верстати.

Вальцьові верстати (ВВ) типів 3М і БВ застосовують часто. Відмінність верстата БВ у вбудованому пневмоприймачеві, що дозволяє встановлювати його на першому, поверсі, разом з використанням пневмотранспорту. Верстат 3М встановлюють традиційно на другому поверсі, оскільки має нижній вихід продукту. В інших аспектах конструкції верстатів БВ і 3М і принципи їхньої роботи аналогічні.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вальцьові верстати типу ЗМ представлені трьома типорозмірами з різною довжиною мелючих вальців: 1000, 800 і 600 мм, і діаметром 250 мм. Мелючий валок виконаний у виді суцільного чавунного циліндра з запресованими двома сталевими півосями у торці

ВВ типу ЗМ складається з двох автономних самостійно працюючих половин, що змонтовані в одній станині. Кожна його половина оснащена двома вальцями, які розташовані під кутом 45° і обертаються з різними швидкостями назустріч один одному. Верхній валець обертається зі швидкістю 6 м/с, нижній зі швидкістю у 2,5...1,5 рази меншою.

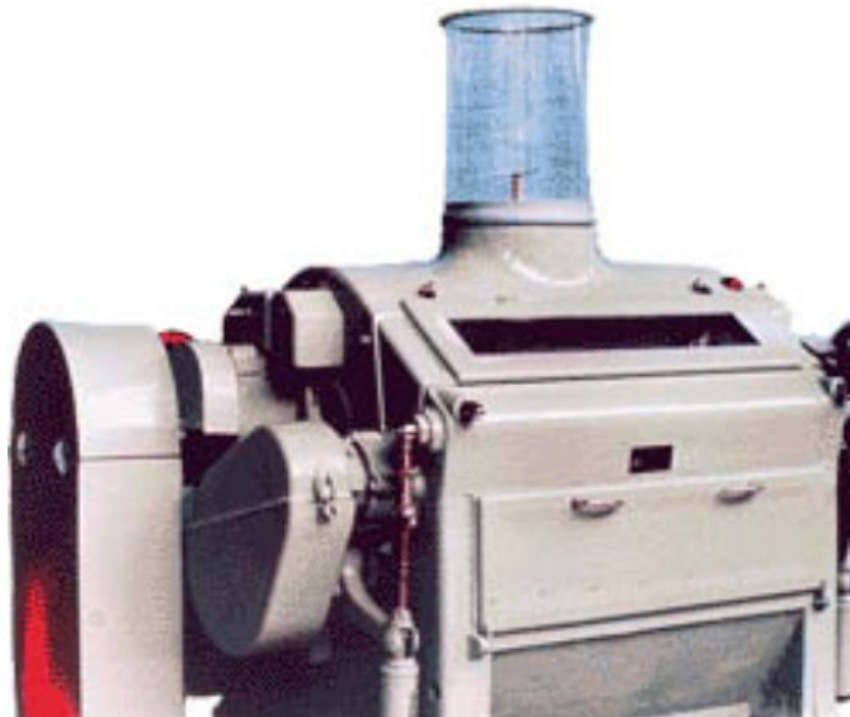


Рисунок 1.2. - Вальцьовий верстат ЗМ2 [5]

Вальцьовий верстат ВМ-2П (рис. 1.3) також призначений для подрібнення зерна і проміжних продуктів розмелювання пшениці і аналогічно застосовується в складі комплекту обладнання на борошномельних підприємствах зі збільшеним виходом борошна високих сортів.



Рисунок 1.3. - Вальцовий верстат ВМ-2П [6]



Рисунок 1.4. - Вальцовий верстат Р6-БЗН-М [7]

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вальцьові верстати Р6-БЗН-М також призначені для подрібнення зерна і проміжних продуктів розмелювання зернової продукції і застосовуються в складі комплекту обладнання на борошномельних підприємствах зі збільшеним виходом борошна вищих сортів [7]

Розвиток в Україні приватного підприємництва приватного підприємництва та фермерських господарств вимагає сучасного обладнання для них.

Малогабаритний вальцьовий верстат Р6-ВС [8] призначений для подрібнення зерна в борошно при сортових та оббивних помелах пшениці й жита на млинах невеликої продуктивності та в приватних фермерських господарствах.

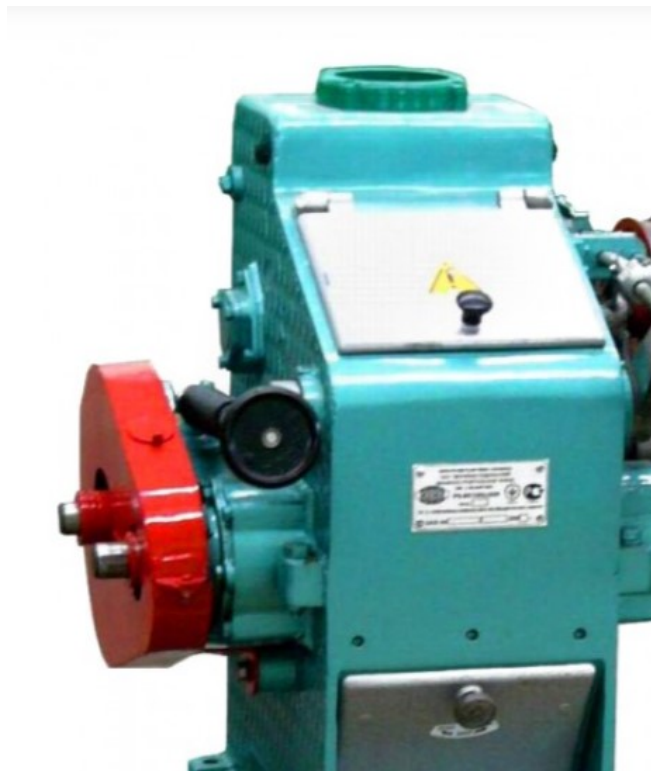


Рисунок 1.5. - Вальцьовий верстат Р6-ВС 185x170 [8]

Верстат дуже малогабаритний, основним робочим органом є пара діагонально розташованих мелючих вальців, бочки яких можуть виконуватися з гладким або рифленим рельєфом робочої поверхні.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідність та підвищення технічного рівня невеликих фермерських господарств, їх механізації та автоматизації у свій час спонукало розробників обладнання для харчових і переробних виробництв до розробки агрегатних міні млинів. Такі міні млини повністю відтворюють технологію виробництва борошна і мають дуже компактні розміри. Їх встановлюють у одноповерхових приміщеннях. Традиційний млин може мати 4-7 поверхів.



Рисунок 1. 6. - Агрегатний валковий млин АВМ-15

У агрегатному валковому млині АВМ-15 на спільній металічній рамі змонтовано: зерноочисний агрегат, який включає трієр циліндричний, обойку зернову, зерновий сепаратор; розсів ЗРК; зернову обойку м'яку; батарею циклонів; вентиляторну установку; транспортери; два блоки вальцьових верстатів; дві секції розвантажувачів.

Також відповідно до вимог часу є обладнання, яке поєднує не лише різні технологічні операції виробництва одного продукту, в виробництво різних продуктів і їх подальшу переробку.

Змішувальний млин Comby 85 [9] — це універсальне обладнання, призначене для ефективного подрібнення та рівномірного змішування різних злаків. Воно ідеально підходить для сільськогосподарських підприємств, яким необхідна надійна та продуктивна система для переробки кормів



Рисунок 1. 7. - Млин-змішувач Peruzzo Comby 85 [9]

Особливостями та переваги моделі Comby 85 є виконання подвійної функції (одночасно подрібнює та змішує продукти); універсальність (можливість переробки різних злаків, включаючи пшеницю, кукурудзу, ячмінь, жито тощо); енергоефективність, і компактні розміри.

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту вальцювого верстату А1-БЗ-2Н з ціллю забезпечення надійності і безперебійності його роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

- проаналізувати умови роботи і технічні характеристики вальцювого верстату марки А1-БЗ-2Н;
- проаналізувати будову і принцип роботи верстату;
- проаналізувати сучасні конструкції обладнання для подрібнення зерна на борошномельних підприємствах;
- провести розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу вальцювого верстата
- провести конструктивні розрахунки окремих параметрів та елементів вальцювого верстату марки А1-БЗ-2Н;
- розробити заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування вальцювого верстату;
- розробити заходи з охорони праці і техніки безпеки при експлуатації вальцювого верстату.

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок мінімального діаметру мелючих вальців верстату

Для реалізації процесу подрібнення продукту у вальцювому верстаті необхідним є захват вальцями частинок подрібнюваного продукту. подрібнити. Умову захвату частинок матеріалу у вальцювому верстаті характеризує кут захоплення α , що повинен перевищувати подвійний кут тертя 2φ .

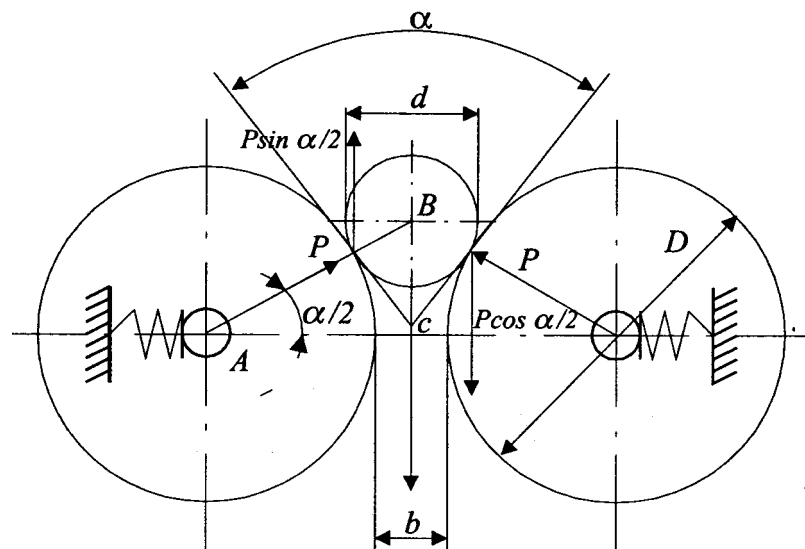


Рисунок 2.1. – Визначення мінімального діаметру вальців

Мінімальний діаметр мелючих валків визначаємо з геометричних міркувань згідно рис. 2.1. за формулою [2, 8]:

$$D_{min} = \frac{d \cdot \cos \varphi - b}{1 - \cos \varphi},$$

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мороз В. В.			КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА		
Перевір.		Зварич Н.М.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						22	
					ТНТУ, зр. МО-41		

де d – максимальний розмір частинки, яку потрібно подрібнити;
 b – зазор між мелючими валками, що визначає, максимальний розмір шматка після подрібнення;

φ - кут тертя частинки до поверхні мелючих валків:

$$\varphi = \arctg(f),$$

де f – коефіцієнт тертя продукту до поверхні мелючих валків.

Оскільки вальцовий верстат може використовувється для різних систем, як для драних так і для розмольних, мінімальний діаметр мелючих вальців визначаємо для I драної системи. Геометричні розміри зерна пшениці [4]:

довжина зернини $l_3 = 4,2 \div 8,6$ мм,

ширина зернини $b_3 = 1,6 \div 4,0$ мм,

товщина зернини $h_3 = 1,5 \div 3,8$ мм.

Оскільки зернинка пшениці має неправильну геометричну форму, характерним лінійним розміром є максимальний розмір частинки d , який визначаємо як середню геометричну величину максимальних розмірів зерна [9]:

$$d = \sqrt[3]{l_3 \cdot b_3 \cdot h_3} = \sqrt[3]{8,6 \cdot 4,0 \cdot 3,8} = 5,075 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт тертя становить для пшеничного зерна $f = 0,215 \div 0,230$; [7, с.131]. Для розрахунку приймаємо:

$f = 0,22$.

Кут тертя частинки зерна до поверхні валків:

$$\varphi = \arctg(f) = \arctg(0,22) = 12,4^\circ$$

Зазор між валками для I драної системи становить $b = 0,8 \div 1,0$ мм. Для розрахунку приймаємо 0,8 мм.

$$D_{min} = \frac{5,075 \cdot \cos 12,4^\circ - 0,8}{1 - \cos 12,4^\circ} = 178 \text{ мм.}$$

Враховуючи умову необхідності забезпечення необхідної жорсткості вальців та отримання достатнього махового моменту для рівномірного їх ходу, приймаємо діаметр мелючих валків $d=250\text{мм}$.

2.2. Розрахунок максимальної швидкості обертання мелючих вальців

Частота обертання мелючих вальців обмежена умовою відкидання зернового матеріалу під дією відцентрових сил. Максимальну частоту обертання мелючих вальців (об/с) визначаємо за формулою [6]:

$$n_{\max} = 102,5 \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho \cdot d \cdot D}},$$

Де f – коефіцієнт тертя сипкого продукту до поверхні валків;

ρ - густина зернового матеріалу, що подрібнюється, кг/м³;

d – максимальний розмір зернової частинки, яка поступає на подрібнення, м;

D – діаметр валків, м.

Густина зерна пшениці становить 1400кг/м³. [10].

Тоді максимальна частота обертання мелючих вальців дорівнює:

$$n_{\max} = 102,5 \cdot \sqrt{\frac{0,22}{1400 \cdot 0,005075 \cdot 0,25}} = 36,073 \text{ об/с.}$$

2.3. Розрахунок продуктивності верстата та витрати потужності на помел

Продуктивність валкових верстатів розраховується з умови, що з їх вихідної щілини висипається безперервний потік подрібненого зернового матеріалу товщиною b і шириною, що дорівнює робочій довжині мелючого валка $lp=0,9l$.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм зернового матеріалу, що висипається з верстата при одному оберті мелбчих валків [2]:

$$V = \pi \cdot D \cdot L_p \cdot b \cdot n \cdot \psi, \text{м}^3/\text{с},$$

тоді масова продуктивність помелу дорівнює:

$$G = 1,25 \cdot \pi \cdot D \cdot L_p \cdot b \cdot \rho \cdot n \cdot \psi, \text{кг/с},$$

де $1,25$ – коефіцієнт розходження валків із-за стискання пружин;

ψ - коефіцієнт розпушення матеріалу (для міцних матеріалів $\psi=0,2-0,3$, для пластичних матеріалів - $\psi=0,4-0,6$ [7]).

Номінальна довжина мелючого вальця верстата

$$l = 1,0 \text{ м},$$

тоді робоча довжина валка

$$l_p = 0,9l = 0,9 \text{ м}.$$

Коефіцієнт розпушення сировини - зерна пшениці приймаємо

$$\psi = 0,5.$$

Максимальна робоча частота обертання вальців $n = 7,7 \text{ об/с}$.

Тоді масова продуктивність 1/2 верстату 1 драної системи дорівнює

$$G = 1,25 \cdot 3,14 \cdot 0,25 \cdot 0,9 \cdot 0,0008 \cdot 1400 \cdot 7,7 \cdot 0,5 = 3,81 \text{ кг/с}.$$

Потужність електроприводу валкового верстату, як валкової машини, відповідно до об'ємної теорії подрібнення визначаємо за формулою [10]:

$$N_E = 720 \cdot L \cdot D \cdot n \cdot \left(d + \frac{D^2}{120} \right),$$

де l – довжина мелючих вальців, м;

n – робоча частота обертання мелючих вальців, об/с.

Необхідна потужність електроприводу половини верстату для і драної системи:

$$N_{ED} = 720 \cdot 1,0 \cdot 0,25 \cdot 7,7 \cdot \left(0,005075 + \frac{0,25^2}{120} \right) = 7,75 \text{ кВт.}$$

В розмольних системах на подрібнення сировини витрачається значно більше потужності, оскільки вона має інші фізико-механічні характеристики і більшу щільність. Отже, для розмольних систем:

$$N_{EP} = 2,1 \cdot N_{ED} = 2,1 \cdot 7,75 = 16,275 \text{ кВт.}$$

Один і той же вальцювий верстат може бути використаний на різних системах, проводимо вибір двигунів по максимальній потужності.

Приймаємо два електродвигуна серії 4А типу 4А200М8У3. Їх потужність 18,5 кВт, синхронна частота обертання 750об/хв.

2.4. Кінематичний розрахунок вальцювального верстата А1-БЗ-2Н

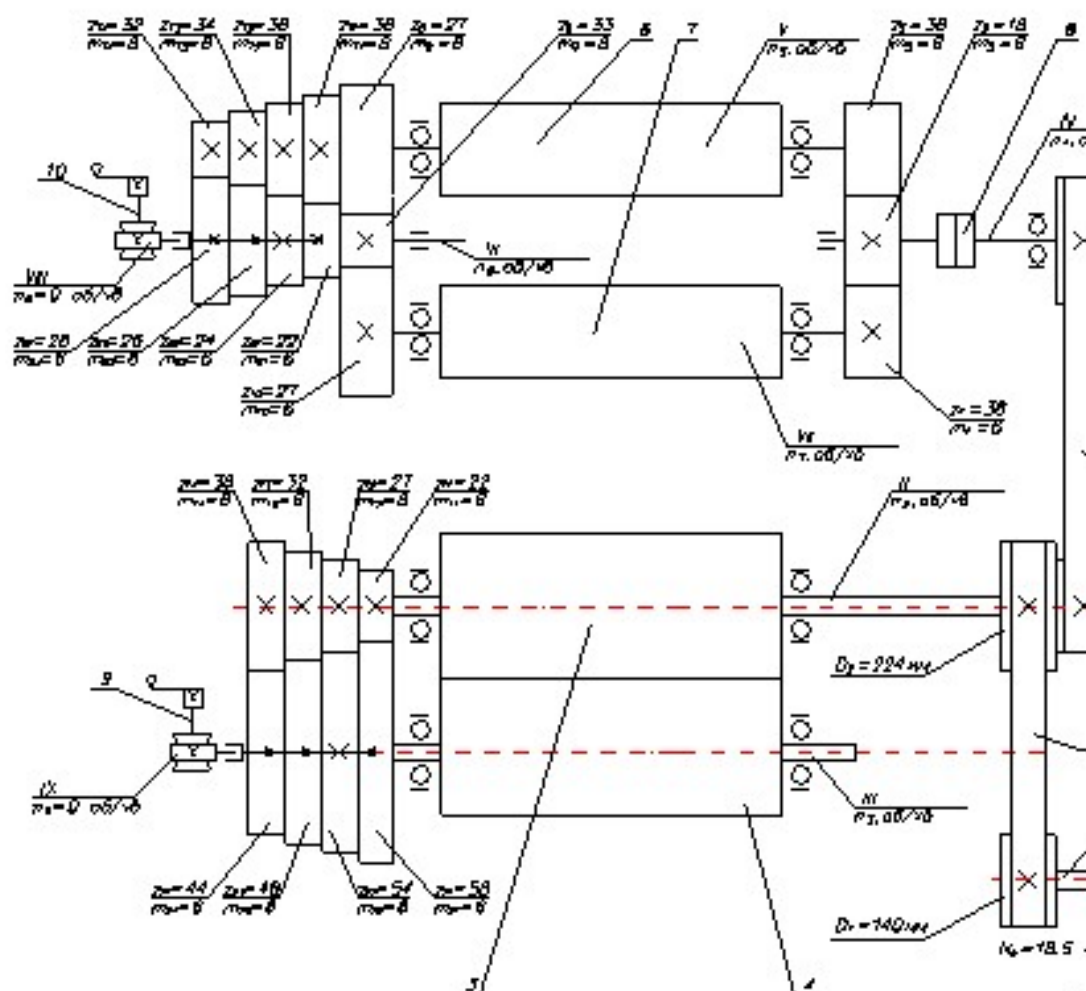
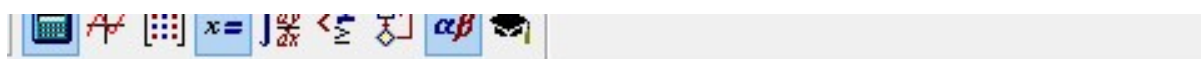


Рисунок 9. – Кінематична схема половини вальцьового
А1-БЗ-2Н : 1 - електродвигун, 2 – клинопасова передача, 3

Кінематичний розрахунок проводимо в середовищі Mathcad 15.0.



Розрахуємо основні параметри кінематичного вальцювого верстату.

Привід мелючих вальців від електродвигу нюється через клинопасову передачу, ведений якої насажений на цапфу вальця, який швидше обертається.

Число обертів електричного двигуна:

$$n_{\text{дв}} := 750 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання двигуна

$$\omega_{\text{дв}} := \frac{n_{\text{дв}} \cdot \pi}{30}$$

$$\omega_{\text{дв}} = 78.54 \quad (\text{рад/с})$$

Для забезпечення заданої продуктивності хідно щоб валець, який швидко обертається, частотою:

$$n_2 := 460 \quad \text{об/хв.}$$

Необхідне передаточне число клинопасової

$$u_k := \frac{n_{\text{дв}}}{n_2}$$

$$u_k = 1.63$$

Приймаємо передаточне число клинопасової

Кутова частота обертання вальця з білою швидкістю:

$$\omega_2 := \frac{n_2 \cdot \pi}{30}$$

$$\omega_2 = 49.087 \quad (\text{рад/с})$$

Обертання мелючого вальця з меншою швидкістю здійснюється від мелючого вальця з більшою швидкістю через чотирьохступеневу коробку швидкостей, чотири пари зубчатих коліс і дозволяє змінювати швидкість обертання вальців з передаточним числом у межах 1,26...2,5.

Кількість зубів першої пари шестерень:

$$z_{11} := 22 \quad z_{21} := 58$$

Передаточне відношення першої пари шестерень:

$$u_{B1} := \frac{z_{21}}{z_{11}} \quad u_{B1} = 2.636$$

Тоді дійсне загальне передаточне число мелючих вальців верстату буде:

$$u_{\Sigma 1} := u_K \cdot u_{B1} \quad u_{\Sigma 1} = 4.218$$

Число обертів вальця з меншою швидкістю:

$$n_{\Sigma 1} := \frac{n_{\text{ДВ}}}{u_{\Sigma 1}} \quad n_{\Sigma 1} = 177.802 \quad \text{об/хв.}$$

Для другої пари шестерень:

$$z_{12} := 27 \quad z_{22} := 53$$

$$u_{B2} := \frac{z_{22}}{z_{12}} \quad u_{B2} = 1.963$$

$$u_{\Sigma 2} := u_K \cdot u_{B2} \quad u_{\Sigma 2} = 3.141$$

Число обертів вальця з меншою швидкістк

$$n_{32} := \frac{n_{дв}}{u_{\Sigma 2}} \quad n_{32} = 238.797 \text{ об/хв.}$$

Кутова частота обертання вальця з меншою

$$\omega_{32} := \frac{n_{32} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{32} = 25.007 \text{ (рад/с) .}$$

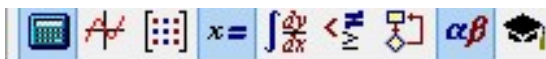
Для третьої пари шестерень:

$$z_{13} := 32 \quad z_{23} := 48$$

$$u_{B3} := \frac{z_{23}}{z_{13}} \quad u_{B3} = 1.5$$

$$u_{\Sigma 3} := u_K \cdot u_{B3} \quad u_{\Sigma 3} = 2.4$$

.. ~ . .



Для четвертої пари шестерень:

$$z_{14} := 36 \quad z_{24} := 44$$

$$u_{B4} := \frac{z_{24}}{z_{14}} \quad u_{B4} = 1.222$$

$$u_{\Sigma 4} := u_K \cdot u_{B4} \quad u_{\Sigma 4} = 1.956$$

Число обертів вальця з меншою швидкіст

$$n_{34} := \frac{n_{дв}}{u_{\Sigma 4}} \quad n_{34} = 383.523 \text{ об/хв.}$$

Кутова частота обертання вальця з менш швидкістю:

$$\omega_{34} := \frac{n_{34} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{34} = 40.162 \text{ (рад/с).}$$

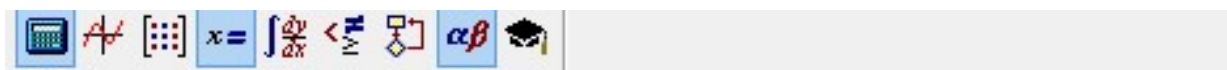
Таким чином використання коробки швидкості змогу змінювати швидкість обертання вальця швидкістю в межах 177.802–383.523 об/хв.

Живильні валики приводяться в рух від шківа клинопасової передачі за допомогою пл передачі та двух редукторів.

Діаметри шківів плоскопасової передачі:

$$D_3 := 125 \text{ мм}; \quad D_4 := 250 \text{ мм.}$$

Передаточне відношення плоскопасової пе
 D_4



$$\omega_4 := \frac{n_4 \cdot \pi}{30} \quad \omega_4 = 24.544 \quad (\text{рад/с})$$

Кількість зубів зубчатої передачі 3-4:

$$z_3 := 16 \quad z_4 := 36$$

Передаточне відношення зубчатої переда

$$u_{p1} := \frac{z_4}{z_3} \quad u_{p1} = 2.25$$

Число обертів розподільчого валка:

$$n_7 := \frac{n_4}{u_{p1}} \quad n_7 = 104.167 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання розподільчого

$$\omega_7 := \frac{n_7 \cdot \pi}{30} \quad \omega_7 = 10.908 \quad (\text{рад/с}).$$

Обертання від розподільчого валка до ж
валка передається через зубчатую передачу 9-
чотирьохшвидкісну коробку швидкостей:

Кількість зубів зубчатої передачі 9-10

$$z_9 := 33 \quad z_{10} := 27$$

Передаточне відношення зубчатої переда

$$u_{p2} := \frac{z_{10}}{z_9} \quad u_{p2} = 0.818$$

Обертання дозувального валка здійснюється вала 5 через чотирьохступеневу коробку швидкостей, яка має чотири пари зубчатих коліс і дозволяє змінювати швидкість обертання дозувального валка.

Кількість зубів першої пари шестерень:

$$z_{71} := 38 \quad z_{81} := 22$$

Передаточне відношення першої пари шестерень:

$$u_{д1} := \frac{z_{71}}{z_{81}} \quad u_{д1} = 1.727$$

Число обертів дозувального валка:

+

$$n_{51} := \frac{n_6}{u_{д1}} \quad n_{51} = 73.709 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання дозувального валка:

$$\omega_{51} := \frac{n_{51} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{51} = 7.719 \quad (\text{рад/с}).$$

Аналогічно проводимо розрахунок для решти шестерень коробки швидкостей.

Для другої пари шестерень:

$$z_{72} := 36 \quad z_{82} := 24$$

$$u_{д2} := \frac{z_{72}}{z_{82}} \quad u_{д2} = 1.5$$

Для третьої пари шестерень:

$$z_{73} := 34 \quad z_{83} := 26$$

$$u_{д3} := \frac{z_{73}}{z_{83}} \quad u_{д3} = 1.308$$

Число обертів дозувального валка:

$$n_{53} := \frac{n_6}{u_{д3}} \quad n_{53} = 97.358 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання дозувального

$$\omega_{53} := \frac{n_{53} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{53} = 10.195 \quad (\text{рад/с})$$

Для четвертої пари шестерень:

$$z_{74} := 32 \quad z_{84} := 28$$

$$u_{д4} := \frac{z_{74}}{z_{84}} \quad u_{д4} = 1.143$$

Число обертів дозувального валка:

$$n_{54} := \frac{n_6}{u_{д4}} \quad n_{54} = 111.4 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання дозувального

$$n \cdot \pi$$

2.5. Розрахунок клинопасової передачі приводу вальців верстату А1-Б3-2Н

Потужність, яку передає передача $P_1 := 18$
 при кутова швидкість ведучого шківа $\omega_1 := 78.54$
 кутова швидкість вала циліндричного мелючого вальця

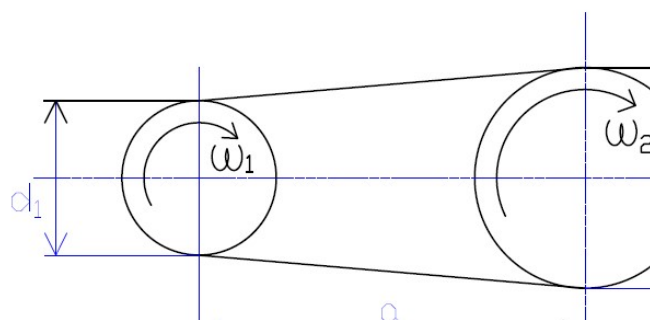
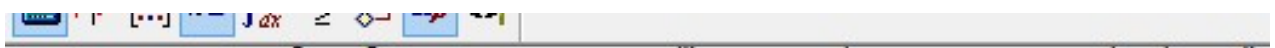


Рисунок 2.3. – Розрахункова схема

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad u = 1.63$$



$A := 230 \text{ (мм}^2\text{)}$, базову довжину $l_0 := 2500 \text{ (мм)}$.

Діаметр меншого шківa $d_1 := 140 \text{ (мм)}$.

Діаметр веденого шківa

$$d_2 := u \cdot d_1 \quad d_2 = 228.262 \text{ (мм)}.$$

За стандартом беремо розрахунковий діаметр вед
рівним

$$d_2 := 224 \text{ (мм)}.$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u := \frac{d_2}{d_1} \quad u = 1.6$$

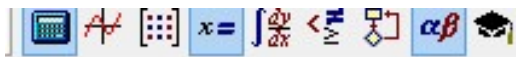
Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{d_1 \cdot 0.001}{2} \quad v = 5.498 \text{ (м/с)}$$

Орієнтовно приймаємо міжосьову віддадь:

$$a' := 1.5 \cdot (d_1 + d_2) \quad a' = 546 \text{ (мм)}$$

Потрібна довжина паса:



$$a := \frac{\left[2 \cdot 1 - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{\left[2 \cdot 1 - \pi \cdot (d_1 + d_2) \right]^2 - 8 \cdot (d_2} \right.}{8}$$

$$a = 612.675 \quad (\text{мм})$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{1000v}{1} \quad i = 3.054 \quad (\text{с}^{-1})$$

що менше від $[i] = 12 \quad (\text{с}^{-1})$

Кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{a} \quad \alpha_1 = 172.185^\circ$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса
чаємо за $[10]$. За діаметром меншого шківa та кільк
обертів з $[10]$ вибираємо

$$P_0 := 3.6 \quad (\text{кВт})$$

Коефіцієнт

$$C_\alpha := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) \quad C_\alpha = 0.977$$

$$C_1 := \sqrt[6]{\frac{1}{10}} \quad C_1 = 0.947$$

передачі:

$$z := \frac{P_1}{IPI} \quad z = 6.539$$

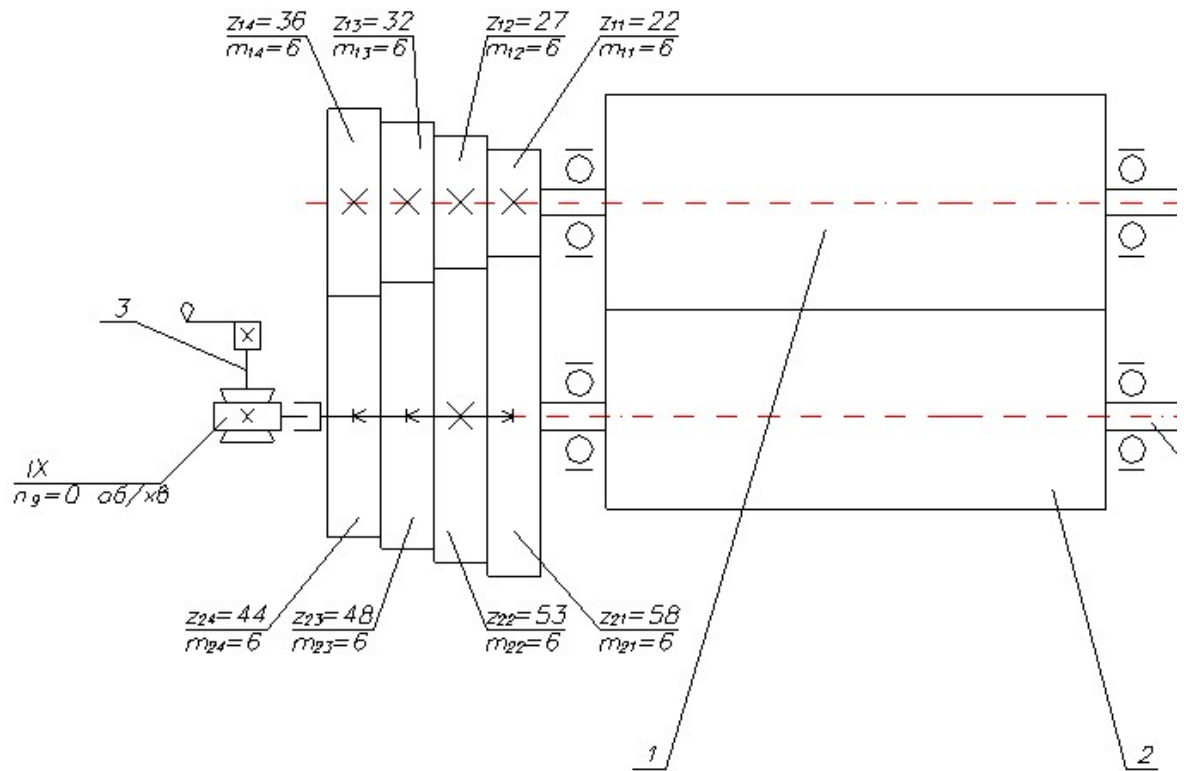
Приймаєм $z := 7$

Силу попереднього натягу гілок комплекту клино визначаємо за формулою:

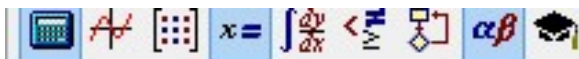
$$F_0 := \frac{0.85 \cdot P_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p} \quad F_0 = 2.773 \times 10^3$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

2.6. Розрахунок зубчатих передач коробки швидкостей приводу вальців верстату А1-Б3-2Н.



Шестерні z_{11} , z_{21} , z_{14} , z_{24} , використані в коробці швидкостей входять в комплект поставки верстата. Шестерні z_{12} - z_{22} , та z_{13} - z_{23} для зубчатих передач необхідно виготовити. Конструктивні параметри даних шестерень вибираємо таким чином, щоб залишилася незмінною міжосьова відстань між мелючими вальцями та забезпечувалася необхідна ступенева зміна передаточного відношення. Інші параметри, ширину шестерень, нормальний модуль, кут нахилу зуба, кут профілю приймаємо такими ж як для шестерень, що входять в поставку:



$$b_{12} := 55 \text{ мм} \quad b_{22} := 55 \text{ мм}$$

$$b_{13} := 55 \text{ мм} \quad b_{23} := 55 \text{ мм}$$

$$m := 6 \text{ мм}$$

$$\beta := 16.26^\circ \quad \alpha := 15^\circ$$

$$\cos \beta := 0.96 \quad \sin 2\alpha := 0.5$$

Проведемо перевірочний розрахунок міцності зубчатих пар z_{12} - z_{22} та z_{13} - z_{23} за контактними напруженнями та за напруженнями згину.

Матеріал – СЧ25 ГОСТ 1412-79. Механічні властивості матеріалу [12]:

$$\sigma_H := 450 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$HB := 176$$

Приведений модуль пружності

$$E_{\text{пр}} := 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Номинальна потужність та кількість оберт. електродвигуна:

$$P_{\text{дв}} := 18.5 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$n_{\text{дв}} := 750 \text{ об/хв}$$

$$\omega_1 := \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30} \quad \omega_1 = 78.54 \text{ рад/с}$$

К.к.д. клинопасової передачі [10]:

$$\eta_k := 0.96$$

Крутний момент на валу вальця з більшою

$$T_2 := T_1 \cdot u_k \cdot \eta_k \quad T_2 = 361.804 \quad \text{Нм}$$

Кількість обертів вальця з більшою швид

$$n_2 := 468.75 \quad \text{об/хв}$$

1. Розглянемо зубчасту пару $z_{12} - z_{22}$.

Кількість зубців:

$$z_{12} := 27 \quad z_{22} := 53$$

$$u_{12} := \frac{z_{22}}{z_{12}} \quad u_{12} = 1.963$$

Ділильні діаметри:

$$d_{12} := z_{12} \cdot \frac{m}{\cos \beta} \quad d_{12} = 168.75$$

$$d_{22} := z_{22} \cdot \frac{m}{\cos \beta} \quad d_{22} = 331.2$$

Міжосьова відстань:

$$a_1 := 0.5 \cdot (d_{12} + d_{22}) \quad a_1 = 250 \quad \text{мм}$$

Визначаємо окружну швидкість:

$$\psi_{bd12} := \frac{b_{12}}{d_{12}} \quad \psi_{bd12} = 0.326$$

маємо коефіцієнт концентрації навантаження:

$$K_{H\beta} := 1.27$$

$$K_H := 1.1 \cdot K_{H\beta} \quad K_H = 1.397$$

З таблиці 8.7 [10]:

$$K_{H\alpha} := 1.07$$

Коефіцієнт торцевого перикриття:

$$\epsilon_{\alpha} := \left[1.88 - 3.2 \cdot \left(\frac{1}{z_{12}} + \frac{1}{z_{22}} \right) \right] \cdot \cos \beta$$

який знаходиться в рекомендованих границях.

За формулою 8.28 [10] знаходимо коефіцієнт збільшення міцності косозубих передач за кон' напруженнями:

$$Z_{H\beta} := \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot (\cos \beta)^2}{\epsilon_{\alpha}}} \quad Z_{H\beta} = 0.77$$

Розрахункові контактні напруження визнача формулою 8.29 [10] для косозубих передач:

$$\sigma_H := 1.18 \cdot Z_{H\beta} \cdot \sqrt{\frac{E_{\text{пр}} \cdot T_2 \cdot 10^3 \cdot K_H}{\dots} \cdot \left(u_{12} + 1 \right)}$$

Оскільки $N_H > 10^7$, то коефіцієнт режиму

$$k_{pk} := 1$$

Допустимі контактні напруження для матеріалів шестерень визначаємо за формулою [11]:

$$\sigma_H := 2.75 \cdot HB \cdot k_{pk} \quad \sigma_H = 484 \quad \text{МПа}$$

Оскільки $\sigma_H < [\sigma_H]$, то умова міцності контактним напруженням виконується.

Проведемо перевірку за напруженнями згинання.

Еквівалентна кількість зубів шестерень:

$$z_{v12} := \frac{z_{12}}{\cos \beta} \quad z_{v12} = 28.125$$

$$z_{v22} := \frac{z_{22}}{\cos \beta} \quad z_{v22} = 55.208$$

За графіком рис.8.20 [10] при коефіцієнті $x=0$ знаходимо коефіцієнти форми зубців:

$$Y_{F12} := 3.92 \quad Y_{F22} := 3.74$$

$$n_T := 1.75$$

Визначаємо відношення:

$$\frac{\sigma_H}{Y_{F12} \cdot n_T} = 6.56 \times 10^7$$

$$K_{F\alpha} := 1.22$$

$$Y_{\beta} := 1 - \frac{\beta}{140} \quad Y_{\beta} = 0.884$$

$$Z_{F\beta} := K_{F\alpha} \cdot \frac{Y_{\beta}}{\epsilon_{\alpha}} \quad Z_{F\beta} = 0.66$$

За графіком рис.8.15 [10], з врахуванням коефіцієнту ширини шестерні відносно діаметру

$$K_{F\beta} := 1.24$$

За табл.8.3 [10]:

$$K_{FV} := 1.11$$

$$\text{Тоді } K_F := K_{F\beta} \cdot K_{FV} \quad K_F = 1.376$$

Окружна сила в зацепленні:

$$F_t := 2 \cdot \frac{T_2 \cdot 10^3}{d_{12}} \quad F_t = 4.288 \times 10^3 \quad \text{Н}$$

Максимальні розрахункові напруження на з

$$\sigma_F := \frac{Y_F \cdot Z_{F\beta} \cdot F_t \cdot K_F}{b_{12} \cdot m} \quad \sigma_F = 46.293 \quad \text{МПа}$$

— . .

2. Розглянемо зубчасту пару $z_{13}-z_{23}$.

Кількість зубців:

$$z_{13} := 32 \quad z_{23} := 48$$

$$u_{13} := \frac{z_{23}}{z_{13}} \quad u_{13} = 1.5$$

Ділильні діаметри:

$$d_{13} := z_{13} \cdot \frac{m}{\cos \beta} \quad d_{13} = 200$$

$$d_{23} := z_{23} \cdot \frac{m}{\cos \beta} \quad d_{23} = 300$$

Міжосьова відстань:

$$a_3 := 0.5 \cdot (d_{13} + d_{23}) \quad a_3 = 250 \text{ мм}$$

Визначаємо окружну швидкість:

$$v_{13} := \frac{\pi \cdot d_{13} \cdot 10^{-3} \cdot n_2}{60} \quad v_{13} = 4.909 \text{ м/с}$$

Приймаємо 8 степінь точності. З таблиці :

$$K_{Hv} := 1.02$$

За графіком рис.8.15 [10], з врахуванням коефіцієнту ширини шестерні відносно діаметру

$$b_1 >$$

$$K_{H\alpha} := 1.07$$

Коефіцієнт торцевого перикриття:

$$\varepsilon_{\alpha} := \left[1.88 - 3.2 \cdot \left(\frac{1}{z_{13}} + \frac{1}{z_{23}} \right) \right] \cdot \cos \beta$$

який знаходиться в рекомендованих границях.

За формулою 8.28 [10] знаходимо коефіцієнт збільшення міцності косозубих передач за конт.напруженнями:

$$Z_{H\beta} := \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot (\cos \beta)^2}{\varepsilon_{\alpha}}} \quad Z_{H\beta} = 0.77$$

Розрахункові контактні напруження визнача формулою 8.29 [10] для косозубих передач:

$$\sigma_H := 1.18 \cdot Z_{H\beta} \cdot \sqrt{\frac{E_{\text{пр}} \cdot T_2 \cdot 10^3 \cdot K_H}{d_{13}^2 \cdot b_{13} \cdot \sin 2\alpha} \cdot \left(\frac{u_{13} + 1}{u_{13}} \right)}$$

$$\sigma_H = 341.001 \quad \text{МПа}$$

Кількість циклів навантаження кожного зуб. строк служби $T_c := 10000$ годин

$$N_{\text{ц}} := T_c \cdot 60 \cdot n_2 \quad N_{\text{ц}} = 2.813 \times 10^8$$

Оскільки $N_{\text{ц}} > 10^7$, то коефіцієнт режиму:

Проведемо перевірку за напруженнями згину
Еквівалентна кількість зубів шестерень:

$$z_{v13} := \frac{z_{13}}{\cos \beta} \quad z_{v13} = 33.333$$

$$z_{v23} := \frac{z_{23}}{\cos \beta} \quad z_{v23} = 50$$

За графіком рис.8.20 [10] при коефіцієнт
 $x=0$ знаходимо коефіцієнти форми зубців:

$$Y_{F13} := 3.83 \quad Y_{F23} := 3.76$$

$$n_T := 1.75$$

Визначаємо відношення:

$$\frac{\sigma_H}{Y_{F13} \cdot n_T} = 6.714 \times 10^7$$

$$\frac{\sigma_H}{Y_{F23} \cdot n_T} = 6.839 \times 10^7$$

Далі розрахунок виконуємо для шестерні,
відношення менше.

$$Y_F := Y_{F13} \quad Y_F = 3.83$$

За графіком рис.8.15 [10], з врахуванням коефіцієнту ширини шестерні відносно діаметру

$$K_{F\beta} := 1.2$$

За табл.8.3 [10]:

$$K_{FV} := 1.1$$

Тоді $K_F := K_{F\beta} \cdot K_{FV}$

$$K_F = 1.32$$

Окружна сила в зацепленні:

$$F_t := 2 \cdot \frac{T_2 \cdot 10^3}{d_{13}} \quad F_t = 3.618 \times 10^3 \text{ Н}$$

Максимальні розрахункові напруження на з:

$$\sigma_F := \frac{Y_F \cdot Z_{F\beta} \cdot F_t \cdot K_F}{b_{13} \cdot m} \quad \sigma_F = 36.338 \text{ МПа}$$

Допустимі напруження на згін:

$$\sigma_F := \frac{\sigma_H}{\dots} \quad \sigma_F = 2.571 \times 10^8 \text{ Па}$$

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування вальцевого верстату марки

Загальні вимоги до монтажу борошномельного обладнання

Монтаж обладнання елеваторів, борошномельних, круп'яних і комбікормових заводів проводять відповідно СНіП 3.05.5-84 "Технологічне обладнання і технологічні трубопроводи" по розробленому монтажною організацією проекту проведення робіт (ППР), який розробляється на основі проекту організації будівництва (ПОБ), у відповідності із вимогами СНіП "Організація будівельного виробництва".

Монтажну ділянку для вальцевого верстату необхідно наперед забезпечити необхідним інструментом, засобами механізації, зварювальним обладнанням, пристосуванням та обладнанням для такелажних робіт тощо, включаючи інвентар по техніці безпеки. В склад поставки вальцевого верстату А1-БЗН входять: власне вальцевий верстат в зборі з ведучими шківками та натяжними пристроями, комплект клинових пасів, огороження пасів, живильна труба два капота. Маса верстата без електрообладнання 2700кг.

В монтажній зоні розмельного відділення розмічають монтажні осі для кожного ряду верстатів, поперечні осі центрів верстатів, а також допоміжні осі для кріплення опорних підвісних конструкцій для електродвигунів. Розмічають місця кріплення живильних труб та приступають до монтажу верстатів.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
Розроб.		Мороз В. В.					
Перевір.		Зварич Н.М.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Пилипець О.М.					
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						49	
					ТНТУ, зр. МО-41		

Послідовність монтажу вальцювого верстату марки А1-БЗ-2Н

Змонтуйте металоконструкції для приводів верстата, забезпечивши умови їхнього безпечного обслуговування. Змонтуйте і випробуйте трубопроводи системи охолодження верстата, конструкція якої повинна виключати подачу води під напором у зливальну трубу пристрою охолодження вальців. Система потрібно випробувати до з'єднання з верстатом. Змонтуйте трубу подачі вихідного продукту верстату. Конструкція труби повинна забезпечувати регулювання його положення в двох взаємно перпендикулярних горизонтальних напрямках. Для зменшення вібрації і шуму, виробленого мелючими вальцями і шестірнями, а також для рівномірного розподілу навантажень на перекриття вальцювий верстат монтуйте на дерев'яній опорній рамі.

Опорну раму виготовте з дерев'яних брусів товщиною 80 мм і шириною 150 ... 180 мм. Дерев'яна рама повинна виступати за межі опорної поверхні верстата на 60...70 мм заподлиць з підлогою приміщення. Установіть опорну раму на потрібне місце і вивірте її горизонтальність, закріпивши її до підлоги двома анкерними болтами М16 від зсуву при установці верстата. Покладіть на раму прокладку з листової гуми товщиною 8...10 мм.

Потім установіть на опорну раму станину верстату з вальцями, вивірте її горизонтальність рівнем по верхнім мелючим вальцям (чи по оброблених поверхнях станини). Після установки верстата в нижній його частині, під мелючими вальцями, закладіть бункер.

Установіть на станину горловину і живильну трубу.

Очистіть скипидаром чи бензином від змащення усі нікельовані частини вальцювого верстата, мелючі вальці і живильні валики.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потім змонтуйте системи підведення вихідного продукту і відводу подрібненого. Зробіть монтаж систем стиснутого повітря, охолодження і з'єднаєте трубопроводи з верстатом. При цьому для кріплення кожного з пристроїв охолодження використовуйте дві вертикальні, жорстко закріплені труби, одна з яких та що підводить, повинна мати вентиль. Трубу відводу води приєднайте муфтою Ц-20 ГОСТ 8955—75 і контргайкою 10-Ц ГОСТ 8968—75.

Змонтуйте приводи і натягніть клинові паси. При цьому забезпечте співпадіння струмків ведучого і веденого шківів. Зазори між пасами і будівельними конструкціями повинні бути не менш 20 мм. Максимальний прогин одного пасу повинен бути 8 мм.

Виконайте електропроводку, що з'єднує верстат з пультом і щитами керування.

Перед верстатами I драної системи змонтуйте пристрій, що забезпечує дистанційне керування подачею зерна в живильні труби.

Установіть на верстат капоти.

3.2. Заходи з експлуатації та технічного обслуговування вальцевого верстату типу А1-Б3-2Н

Перед початком роботи перевірте роботу транспортних пристроїв вальцевого верстату, що підводять вихідний продукт і відводять подрібнений. Перевірте відсутність заклинювання вальців обертанням вручну веденого шківа клинопасового привода.

Усі несправності, помічені в роботі верстата, що можуть викликати його зупинку чи вихід з ладу слід усувати негайно.

При щозмінному технічному обслуговуванні ТО вальцевого верстата виконують такі роботи: очищають верстат від пилу, перевіряють заземлення,

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наявність охолоджувальної рідини в системі охолодження, рівень олії, при роботі нагрів підшипникових вузлів, що не повинний перевищувати 60 °С.

Основні механізми верстата потрібно змащувати відповідно схеми змащення. Один раз на місяць виконаєте всі наведені вище роботи, а також змажте всі опори ковзання, замініть мастило в кожусі міжвальцевої передачі.

Дані по експлуатації і про ремонт вальцювого верстата слід регулярно заносити у відповідну документацію.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Розроблення технології ремонту механізму регулювання швидкостей вальцювого верстату А1-БЗ-2Н

Аналіз характерних причин виходу із ладу верстату А1-БЗ-2Н. Розробка графіку ППР

Під час експлуатації вальцювих верстатів виникають різні несправності, які в одних випадках можна усунути регулювальними операціями, в інших – ремонтними.

Основними дефектами при роботі вальцювого верстата можуть бути:

- поломка рамок, дверок, ручок і шарнірів; ослаблення кріплення станини верстату;
- перекіс і однобічне зношування вальців верстата; передчасне зношування рифлів; нагрівання і зношування підшипників; порушення змащення; нагрівання і поломка роликових підшипників;
- зношування і поломка зубів у зубчастих передачах; ослаблення шпонки;
- заїдання регулюючого гвинта; зношування упора і зуба засувки; поломка пружини й ослаблення болта стопора важеля;
- у штурвальному механізмі поломка зубів кромek гільзи; зношування різьби, в отворі упорної шайби; заїдання різьби;
- у системі керування зношуються деталі електромеханічного та механічного блоків.

Усі несправності, помічені в роботі верстату, що можуть викликати його поломку чи зупинку слід усувати негайно.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При плануванні ремонтних робіт визначають обсяги, терміни і вартість ремонту. Основними документами для цього є ТО і ремонтів верстата, кошторис на ремонти, плани ремонтних робіт під час зупинок підприємств. За цими документами складають графік ППР

Розбирання вальцювого верстата. Спочатку знімають верхню і нижню кришки, потім виймають щітки, огорожувальні щитки, клапани, дно живильної коробки. Від'єднують гвинт рівнобіжного зближення вальців від шатуна автомата. Послабляють гайки затягування пружини амортизатора, відводять від верстата штурвальний механізм і звільняють хвіст букси, після чого розкріплюють і звільняють весь штурвальний механізм. Вигвинчують горизонтальні стяжні болти і виймають вставки з боковин верстата. Знімають огороження з привода і кожух із зубцюватої межвальцової передачі. За допомогою знімачів знімають приводний шків і зубчасті колеса. З корпусів верхніх підшипників знімають кришки, послабляють затяжні втулки, знімають підшипники і за допомогою талі виймають верхній мелелючий валець. Вивішують нижній валець, розкріплюють і знімають з осей нижні корпуси підшипників, виймають нижній валець, знімають автомат. Розкріплюють і знімають стопорні кільця і корпуси підшипників живильних валків, виймають живильні валки. Розкріпивши хомути, знімають живильну трубу, датчик і систему важелів. Вивертають кріпильні гвинти і виймають секторну заслінку, механізм регулювання подачі продукту. Зробивши розбирання верстата, його деталі і складальні одиниці ретельно очищають. У процесі роботи верстата й у результаті відсутності змащення значно зношуються зуби малих зубчастих коліс, у цьому випадку вони підлягають заміні. Осі, що зносилися, на які насаджують зубчасті колеса і шків, ремонтують наплавленням металу, газовим чи електричним зварюванням з наступною обробкою на токарському і шліфувальному верстатах.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Замість зношених шпонкових канавок на зубчастих колесах вирубують нові канавки, зміщаючи їх на кут $90...120^\circ$, а деформовані і зім'яті шпонки замінюють новими, котрі виточують за розміром канавок і з ухилом 1:100.

Варто підбирати зубчасті колеса таким чином, щоб у притиснутому положенні мелючих вальців вершини зубів одного зубчастого колеса не упиралися в дно западини іншого, а також щоб відстань між центрами зубчастих коліс була менше міжцентрової відстані вальців. Зменшувати відстань між центрами зубчастих коліс більш ніж на 2 мм не бажано. За рахунок цього створюється запас на зближення вальців у міру зношування рифлів.

Приймання вальцевого верстата після ремонту. Провівши зборку вальцевого верстата, варто перевірити його роботу. При цьому не повинно бути перегріву підшипників, стукоту зубчастих коліс. Штурвальна пружина повинна стискуватися без залишкової деформації, живильна заслінка — забезпечувати рівну висипку зерна чи продукту розмелу по всій довжині вальців.

Розбираючи верстат, визначають степінь зношення деталей і сортують їх на три групи: придатні до використання без ремонту, придатні до використання після ремонту, повністю зношені деталі.

Деталі верстату, які потребують ремонту, позначають фарбою в місцях, які потребують ремонту. Забраковані деталі позначають червоною фарбою.

Результати заносять в спеціальну дефектну відомість.

ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на _____ ремонт _____

(середній, капітальний)

(обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість запасних деталей і матеріалів		Трудоміс- ткість, <u>люди.год</u>
				<u>Найм.</u>	К-сть	
1	Шток	Деформований	Правка			
2	Гвинт	Зношений	Заміна			
3	<u>Ущіль-</u> <u>нення</u>	Зношене, не герметичне	Заміна			

3.3. Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі - шестерня

Аналіз технічних умов шестерні, що підлягає виготовленню

Деталь-шестерня є однією із складових частин механізму приводу мелючих вальців вальцьового верстату А1-Б3-2Н. Шестерня призначена для передачі крутного моменту від мелючого вальця, що швидше обертається, мелючому вальцю, який обертається повільніше.

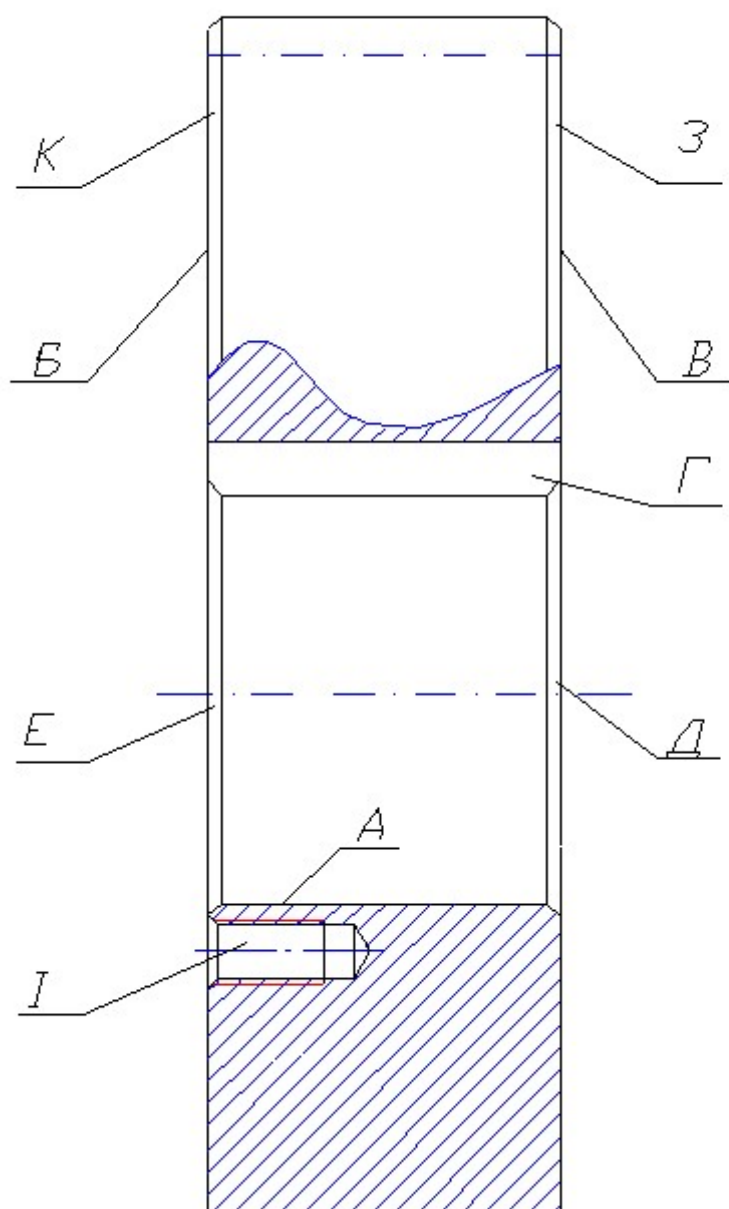
Деталь – шестерня має в основному циліндричні поверхні гладкі та різеву поверхню.

Для виконання аналізу технічних умов позначимо поверхні буквами. Матеріал шестерні чавун СЧ25 ГОСТ 1412-79. Дані про матеріал деталі показані [12, 16] в таблиці 3.1

Таблиця 3.1.– Механічні властивості чавуну СЧ 25 (ГОСТ 1412-79)

σ_B , Н/мм ²	σ_{BII} , Н/мм ²	
Не менше		
245	450	

Аналіз технічних умов, граничні відхилення розмірів, вимоги до шорсткості, допуски форми і розташування поверхонь, відповідальність поверхонь, методи кінцевої обробки, методи контролю технічних вимог, виконуємо методом складання таблиці 3.2.



Таблиця 3.3. Аналіз технічних умов шестерні верстата

<u>Позн. пове- рхні</u>	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Мет
А	Забезпечити розмір $\varnothing 65+0,03$ шорсткість $R_z 40$	<u>Розточування</u>	Шта ШЦ-I
Б,В	Забезпечити розмір між торцями $55-0,03\text{мм}$, шорсткість $R_z 40$. Торцеве биття <u>повер-хонь</u> Б і В відносно осі отвору не більше $0,2\text{мм}$.	Точіння	Шта ШЦ-I або с
Г	Забезпечити розмір $72,5+0,2$	Довбання	Шта ШЦ-I
Д, Е	Забезпечити розмір $1 \times 45^\circ$	Точіння	Шта ШЦ-I
І	Забезпечити розмір $\varnothing 8,5+0,03$ на довжину $23 \pm 1\text{мм}$. Нарізати різьбу М10Н7	Свердління	Шта ШЦ-I
Ж	Забезпечити розміри $z=32$, $m=6$, $\beta=16^\circ 10'$, степінь точності 8-с ГОСТ1643-72,	Чорнове фрезерування і	Щ-I-A

Розробка технологічного процесу виготовлення деталі верстата - шестерня

Тип виробництва – одиночне. В якості заготовки для деталі використовуємо чавунну відливку II класу точності, масою 15кг.

Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів

Визначаємо міжопераційні розміри, припуски і допуски на одну оброблювану поверхню шестерні розрахунково-аналітичним методом для отвору $\varnothing 65H7(^{+0.030})$ – поверхня „А”. Технологічний маршрут обробки отвору $\varnothing 65H7(^{+0.030})$ складається з трьох операцій: чорнового та чистового розточування та шліфування, що виконуються при одному установі оброблюваної деталі. Заготовка базується на даній операції по зовнішньому діаметру.

Розрахунок припусків на обробку виконуємо шляхом складання таблиці 3.4, в яку записуємо послідовно технологічний маршрут обробки отвору і всі значення елементів припуску.

Розточування здійснюємо в самоцентрующомуся патроні, тому похибка установки в радіальному напрямку дорівнює нулю, що має значення для розрахункового розміру і ця величина вилучається з основної формули для розрахунку мінімального припуску і відповідну графу можна не вводити в графу розрахункового розміру таблиці 3.4.

Сумарне значення R_z і T , яке характеризує якість поверхні литої заготовки, становить 700мкм [13]. Після першого технологічного переходу величина T для деталей з чавуну виключається з розрахунків, тому для чорнового та чистового розточування, шліфування знаходимо [13] тільки значення R_z , відповідно 50мкм, 20мкм та 5мкм, і заносимо в таблицю 3.4.

Сумарне значення просторового відхилення для заготовки даного типу визначається за формулою [13]:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{КОР}^2 + \rho_{ЗМ}^2}.$$

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величину короблення отвору слід враховувати як в діаметральному так і в осьовому перерізі, тому:

$$\rho_{КОР}^2 = \sqrt{(\Delta_K \cdot d)^2 + (\Delta_K \cdot b)^2} = \sqrt{(0,7 \cdot 60)^2 + (0,7 \cdot 60)^2} = 60 \text{ мкм} = 0,06 \text{ мм.}$$

Величина зміщення $\rho_{ЗМ} = \delta_3 = 1,6 \text{ мм.}$

Таблиця 3.4. Розрахунок припусків і граничних розмірів за технологічними переходами на обробку поверхні

Технічні переходи обробки поверхні Ø65 ^{+0.03}	Елементи припуску, мкм.			Розрахун ковий припуск	Розрахун ковий розмір, d _p ,мм	Допуск δ, мкм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припусків, мм	
	R _Z	T	ρ	2Z _{min} , мкм	d _{min}		d _{max}	2Z _{min} ^{пр}	2Z _{max} ^{пр}	
Заготовка	700		1601		60.064	1600	58.5	60.1		
Розточування										
чорнове	50	-	80	2.2301	64.666	300	64.4	64.7	4.6	5.9
чистове	20	-	32	2.130	64.926	120	64.81	64.93	0.23	0.41
Шліфування	5	-	-	2.52	65.03	30	65.00	65.03	0.1	0.19
Всього									4.93	6.5

Сумарне значення просторового відхилення заготовки:

$$\rho_3 = \sqrt{0.06^2 + 1.6^2} = 1.601 \text{ мм.}$$

Залишкова величина просторового відхилення після чорнового розточування:

$$\rho_1 = 0.05 \cdot \rho_3 = 0.05 \cdot 1601 = 80 \text{ мкм} = 0.08 \text{ мм,}$$

чистового розточування:

$$\rho_2 = 0.02 \cdot \rho_3 = 0.02 \cdot 1601 = 32 \text{ мкм} = 0.032 \text{ мм.}$$

Розрахунок мінімальних значень припусків здійснюємо, користуючись основною формулою:

$$2 \cdot z_{min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}).$$

Мінімальний припуск під розточування:

чорнове:

$$2 \cdot z_{min1} = 2 \cdot (700 + 1601) = 2 \cdot 2301 \text{ мкм},$$

чистове:

$$2 \cdot z_{min2} = 2 \cdot (50 + 80) = 2 \cdot 130 \text{ мкм},$$

під шліфування:

$$2 \cdot z_{min3} = 2 \cdot (20 + 32) = 2 \cdot 52 \text{ мкм}.$$

Графа „Розрахунковий розмір” (dp) заповнюється починаючи з кінцевого, в цьому випадку креслярського розміру, послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

Таким чином, маючи розрахунковий (креслярський) розмір, після останнього переходу (в даному випадку шліфування - 65.03) для решти переходів отримаємо:

для чистового розточування:

$$dp_2 = 65.03 - 2 \cdot 0.052 = 64.923 \text{ мм},$$

для чорнового розточування:

$$dp_1 = 64.926 - 2 \cdot 0.13 = 64.666 \text{ мм},$$

для заготовки:

$$dp_3 = 64.666 - 2 \cdot 2.301 = 60.064 \text{ мм}.$$

Значення допусків кожного переходу приймаємо за таблицями у відповідності з класом точності (квалітетом) виду обробки ([14], [12],):

розточування чорнове – 12 квалітет – 300 мкм,

розточування чистове – 10 квалітет – 120 мкм,

шліфування – 7 квалітет – 30 мкм.

Допуск на отвір у відливці II класу точності складає 1600 мкм.

Записавши у відповідній графі розрахункової таблиці значення допусків на кожний технологічний перехід і заготовку в графі, визначаємо

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

найменше та найбільше значення граничного розміру. Найбільші граничні розміри ($d_{\max}$) отримуємо за розрахунковими значеннями, округленими до точності допуску відповідного переходу. Найменші граничні розміри ($d_{\min}$) визначаємо відніманням від найбільшого граничного розміру допусків відповідних переходів.

$$d_{\min 3}=65.03-0.03=65\text{мм},$$

$$d_{\min 2}=65.93-0.12=65.81\text{мм},$$

$$d_{\min 1}=64.7-0.3=64.4\text{мм},$$

$$d_{\min 3}=60.1-1.6=58.5\text{мм}.$$

Максимальні граничні значення припусків $2Z_{\max}^{пр}$ визначаємо як різницю найменших граничних розмірів, а мінімальні значення $2Z_{\min}^{пр}$ - як різницю найбільших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів:

$$2Z_{\max 3}^{пр}=65.00-64.81=0.19\text{мм},$$

$$2Z_{\max 2}^{пр}=64.81-64.4=0.41\text{мм},$$

$$2Z_{\max 1}^{пр}=64.4-58.5=5.9\text{мм},$$

$$2Z_{\min 3}^{пр}=65.03-64.93=0.1\text{мм},$$

$$2Z_{\min 2}^{пр}=64.93-64.7=0.23\text{мм},$$

$$2Z_{\min 1}^{пр}=64.7-60.1=4.6\text{мм}.$$

Всі результати виконаних розрахунків заносимо в таблицю 3.4.

На основі даних розрахунку будуємо схему графічного розташування припусків і допусків по обробці поверхні $\varnothing 65^{+0.03}$ (Рис 3.2).

Загальні припуски $Z_{0\min}$ і $Z_{0\max}$ визначаємо додаючи проміжні припуски і записуємо їх значення внизу в відповідній графі таблиці 3.5.

$$2Z_{0\min}=100+230+4600=4930\text{мкм},$$

$$2Z_{0\max}=190+410+5900=6500\text{мм}.$$

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2.– Схема графічного розміщення припусків і допусків на обробку отвору $\varnothing 65H7(+0.03)$ шестерні

Виконуємо перевірку правильності виконаних розрахунків:

$$2Z_{\max 1}^{np} - 2Z_{\min 1}^{np} = 5900 - 4600 = 1300; \quad \delta_1 - \delta_2 = 1600 - 300 = 1300 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\max 2}^{np} - 2Z_{\min 2}^{np} = 410 - 230 = 180; \quad \delta_2 - \delta_3 = 300 - 120 = 180 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\max 3}^{np} - 2Z_{\min 3}^{np} = 190 - 100 = 90; \quad \delta_3 - \delta_4 = 120 - 30 = 90 \text{ мкм}.$$

На решту оброблюваних поверхонь шестерні припуски і допуски вибираємо по таблицях [15] і записуємо їх значення в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5. Зведена таблиця припусків і допусків на оброблювані
поверхні шестерні верстата

Поверхня	Розмір, мм	Припуски, мм		Допуски, мм
		Табличний	Розрахунковий	
А	Ø65	2.2.5	2.2.301	+0.03
Б,В	55	2.2.5	-	-0.03
Ж	Ø212	2.3	-	-0.072

На рисунку 3.3 показане креслення заготовки з припусками на механічну обробку.

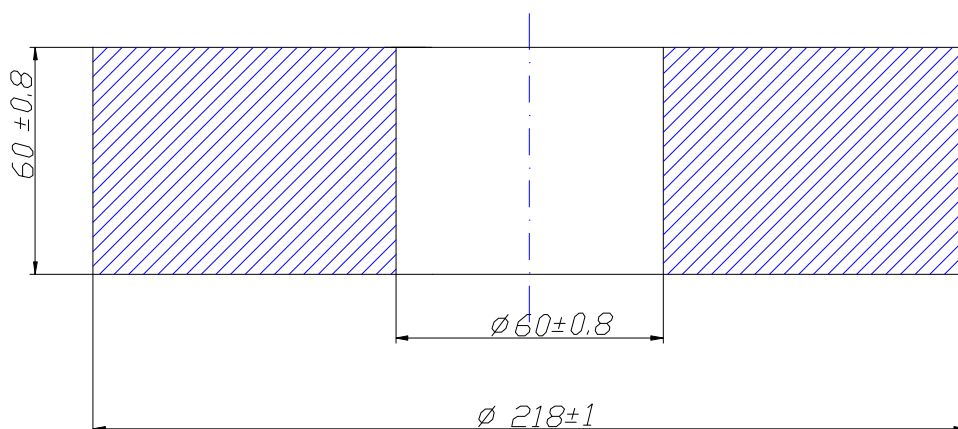


Рисунок 3.3. – Заготовка для деталі – шестерня

Розробка технологічного маршруту механічної обробки шестерні механізму
регулювання швидкостей

Таблиця 3.6. – Маршрут механічної обробки деталі

№ операції	Назва операції (переходу)	Оброб- лювальна поверхня	Базова поверхня	Облад- нання
1	2	3	4	5
005	Токарно-гвинторізна			
	Установ А 1. Підрізати торець в розмір 57,5+0,05 2. Розточити отвір в розмір $\varnothing 65H7$ на довжину 57,5+0,05 Установ Б 3.Перевстановити деталь 4. Підрізати торець в розмір 55-0,03	В А	Ж Ж	Токарно-гвинто-різний 16K20
	5.Точити поверхню зовнішню в розмір $\varnothing 212-0,072$ на довжину 55-0,03 6. Точити фаску в розмір $2 \times 45^\circ$ 7. Точити фаску в розмір $1,5 \times 45^\circ$ Установ В 8.Перевстановити деталь 9. Точити фаску в розмір $2 \times 45^\circ$ 10. Точити фаску в розмір $1,5 \times 45^\circ$	Ж К Е З Д	А А А А А	
010	Зубофрезерна			
	1. Нарізати зуби $z=32, m=6, \beta=16^\circ 10'$.	Ж	А	Зубофре-зерний верстат 5K380
015	Зубо-шевінгувальна			
	1. Шевінгувати поверхню зубів	Ж	А	Зубошевінг увальний верстат 5851
020	Довбальна			
	1. Довбати паз під шпонку в розмір $18H11 \times 7.5+0.2 \times 55-0,03$	Г	А	Довбаль-ний верс-тат ТА412

1	2	3	4	5
025	Свердлильна			
	1. Свердлити послідовно 4 отвори в розмір $\varnothing 8,5+0,3$ довжиною 23 ± 1 мм.	I	A	Вертикальн
	2. Нарізати різьбу M10H7 довжиною 18 ± 1 мм	I	A	Но-сверд- лильний верстат 2A135

Таблиця 3.7. – Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

№ опе- рації	Назва операції (переходу)	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005	Токарно-гвинторізна		
	1. Підрізати торець в розмір $57,5+0,05$	Різець підрізний лівий ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
	2. Розточити отвір в розмір $\varnothing 65H7$ на довжину $57,5+0,05$	Різець прохідний відігнутий лівий ГОСТ18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
	4. Підрізати торець в розмір $55-0,03$	Різець підріз-ний відігнутий лівий ГОСТ18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
	5.Точити поверхню зовнішню в розмір $\varnothing 212-0,072$ на довжину $55-0,03$	Різець прохідний відігнутий лівий ГОСТ18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
	6. Точити фаску в розмір $2\times 45^\circ$	Різець прохідний відігнутий лівий ГОСТ18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
	7. Точити фаску в розмір $1,5\times 45^\circ$	Різець прохідний відігнутий лівий ГОСТ18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
	9. Точити фаску в розмір $2\times 45^\circ$	Різець прохідний відігнутий лівий ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
	10. Точити фаску в розмір $1,5\times 45^\circ$	Різець прохідний відігнутий лівий ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80

Продовження таблиці 3.7.

1	2	3	4
010	Зубофрезерна 1. Нарізати зуби $z=32, m=6, \beta=16^{\circ}10'$	Фреза модульна $\varnothing 20$ ГОСТ 845-86	Шаблон
015	Зубо-шевінгувальна 1. Шевінгувати поверхню зубів	Шевер дисковий $\varnothing 68$ ГОСТ 3565-75	Шаблон
020	Довбальна 1. Довбати паз під шпонку в розмір $18H11x7.5+0.2x55-0,03$	Довбляк ГОСТ 3870-82	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80
025	Свердлильна 1. Свердлити пос-лідовно 4 отвори в розмір $\varnothing 8.5$ довжи-ною 23 ± 1 мм. 2. Нарізати різьбу M10H7 довжиною 18 ± 1 мм	Свердло $\varnothing 8,5$ ГОСТ 1013-64 Мітчик ГОСТ 3266-81	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80 Різьбовий мікрометр

Розрахунок режимів різання по операціях

Виконуємо розрахунок режимів різання для однієї операції.

005 Токарно-гвинторізна.

2. Розточити отвір в розмір $\varnothing 65H7$ на довжину $57,5+0,05$.

Перехід 1. Чорнове розточування.

Глибина різання $t=2.5$ мм. Подачу при діаметрі обробки від 60 до 100 мм при глибині різання t до 3мм приймаємо [15] $S=1.0$ мм/об. Швидкість різання визначається за формулою [15]:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

де $T=40$ хв - середнє значення стійкості інструмента. Значення коефіцієнту $C_v=243$, показники степенів: $x=0.15$; $y=0.40$; $m=0.2$ [15].

Коефіцієнт K_v є добутком коефіцієнтів, враховуючих вплив матеріалу заготовки K_{mv} , стан поверхні деталі K_{nv} , матеріалу інструменту K_{IV} [15]:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nV} \cdot K_{IV}.$$

Для сірого чавуну [15]:

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}.$$

Для СЧ 25 $HB=240$, при обробці твердим сплавом $n_v=1.25$, тоді:

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{240} \right)^{1.25} = 0.75.$$

$K_{nV}=0.8$ – для відливки [15];

$K_{IV}=1.0$ – для марки інструментального матеріалу ВК6 при обробці сірого чавуну [15], тоді:

$$V = \frac{243}{40^{0.2} \cdot 2.5^{0.15} \cdot 1^{0.40}} \cdot 0.75 \cdot 0.8 \cdot 1.0 = 60.77 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 60.77}{3.14 \cdot 65} = 298 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо частоту обертання шпинделя 315 об/хв.

Дійсна швидкість різання буде:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{1000 \cdot 315}{3.14 \cdot 65} = 64.29 \text{ м/хв.}$$

Сила різання визначається за формулою [15]:

$$P_{Z,Y,X} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P.$$

Для обробки сірого чавуну [15]: коефіцієнт $C_P=92$, показники степеню $x=1.0$; $y=0.75$; $n=0$.

K_P – поправочний коефіцієнт визначається за формулою [15]:

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}.$$

K_{MP} –поправочний коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу. Для сірого чавуну [15]:

$$K_{MP} = \left(\frac{190}{HB} \right)^n.$$

Для СЧ 25 $HB=240$, при обробці твердим сплавом $n=0.4$, тоді:

$$K_{MP} = \left(\frac{190}{240} \right)^{0.4} = 0.91.$$

$K_{\varphi P}$ – коефіцієнт, що враховує головний кут в плані. При $\varphi=90^0$ для твердого сплаву $K_{\varphi P}=0.89$;

$K_{\gamma P}$ – коефіцієнт, що враховує значення попереднього кута різця, при $\gamma=10^0$ - $K_{\gamma P}=1.0$;

$K_{\lambda P}$ – коефіцієнт, що враховує кут нахилу головного леза, при $\lambda=5^0$, $K_{\lambda P}=1.0$;

K_{rP} – коефіцієнт радіуса при вершині різця, для твердого сплаву приймаємо $K_{rP}=1$.

Тоді:

$$P_Z = 10 \cdot 92 \cdot 2.5^{1.0} \cdot 1^{0.75} \cdot 64.29^0 \cdot 0.91 \cdot 0.89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1862.77 \text{ Н}$$

Потужність різання

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1862.77 \cdot 64.29}{1020 \cdot 60} = 1,96 \text{ кВт.}$$

Машинний час T_O на обробку визначаємо за формулою [15]:

$$T_O = \frac{L}{n \cdot s} \cdot i$$

де L – розрахункова довжина обробки, тобто шлях, який проходить різець в напрямку подачі, в мм:

$$L=l+l_1+l_2+l_3$$

l – довжина обробки в мм, згідно креслення $l=58\text{мм}$,

l_1 і l_2 – відповідно довжина врізання і виводу інструмента: $l_1+l_2=4\text{мм}$,

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

l_3 – довжина проходів при отриманні пробних стружок в мм, $l_3=2\text{мм}$.

$$L=58+4+2=64\text{мм}$$

Число обертів $n=315\text{об/хв}$. і подача різця на один оберт $S=1.0\text{мм/об}$, i – число проходів $i=2$.

$$T_o = \frac{64}{315 \cdot 1} \cdot 2 = 0.41 \text{ хв.}$$

На решту операцій та переходів, вибір режимів механічної обробки поверхонь шестерні верстата виконуємо за нормативними даними [15, 18] і заносимо в таблицю 3.8 режимів різання.

Технічне нормування технологічного процесу

Технічні норми часу встановлюються розрахунково-аналітичним способом.

Для одиночного виробництва штучний час на операціях:

$$T_{шт}=T_o+T_{доп}+T_{обсл}+T_{пз}.$$

В допоміжний час $T_{доп}$ входять витрати робочого часу на установлення і знімання заготовки з верстату, зміну інструмента, вимірювання оброблюваної заготовки, керування верстатом $T_{доп}=0.182\text{хв}$.

Таблица 3.8.– Режимы резания по операциях

№ оп.	Операція, переход	t, мм	L, мм	So, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _м , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
005	Токарно-гвинторізна								
	Установ А								
	1	2.5	115	0.8	315	64.3	252	0.73	3.78
	2	2.5	64	1.0	315	64.3	315	0.41	1.96
	Установ Б								

	3								
	4	2.5	115	0.8	315	64.3	252	0.73	3.78
	5	3.0	61	1.0	315	209,7	315	0.39	1.96
	6	2	4	0.5	315	209,7	157.5	0.025	0.25
	7	1.5	3.5	0.5	315	64.3	157.5	0.022	0.22
	Установ В								
	8								
	9	2	4	0.5	315	209,7	157.5	0.025	0.25
	10	1.5	3.5	0.5	315	64.3	157.5	0.022	0.22
010	Зубофрезерна								
	1	7.5	152	3	100	66.57	300	7.25	1.1
015	Зубошевінгувальна								
	1	0.1	61	0.25	200	133.1	50	3.9	0.7
020	Довбальна								
	1	1	61	0.5	-	4	-	4.23	7.1
025	Свердлильна								
	1	4.25	25	0.15	750	20.01	112.5	0.88	1.45
	2	0.75	30	0.115	195	6.1	22.43	4.83	1.27

В умовах одиничного виробництва нормативи на обслуговування робочого місця складають 3% від основного часу і становить:

$$T_{\text{ОБСЛ}} = T_{\text{О}} \cdot 0.03 = 0.41 \cdot 0.03 = 0.012 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заключний час для токарних верстатів згідно нормативів становить $T_{\text{ПЗ}} = 1,5 \text{ хв.}$

Тоді штучний час буде дорівнювати:

$$T_{\text{ШТ}} = T_{\text{О}} + T_{\text{ДОП}} + T_{\text{ОБСЛ}} + T_{\text{ПЗ}} = 0.41 + 0.182 + 0.012 + 1.5 = 2.1 \text{ хв.}$$

Для інших операцій та переходів норми часу на механічну обробку шестерні вибираємо за відповідними нормативами і заносимо в таблицю 4.10.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					72

Таблиця 3.9. Норми часу на механічну обробку шестерні

№ операції	Назва операції, перехід	То, хв	Тшт, хв
1	2	3	4
005	Токарно-гвинторізна		
	1	0.73	2.25
	2	0.41	2.1
	3	-	0.96
	4	0.73	2.25
	5	0.39	1.9
	6	0.025	1.61
	7	0.022	1.58
	8	-	0.96
	9	0.025	1.61
	10	0.022	1.58
010	Зубофрезерна	7.25	8.83
015	Зубошевінгувальна	3.9	5.48
020	Довбальна	4.23	5.81
025	Свердлильна		
	1	0.88	2.98
	2	4.83	6.02

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Безпека життєдіяльності

Оцінка стійкості роботи харчових підприємств в надзвичайних ситуаціях

Згідно Кодексу цивільного захисту України від 02.10.2012р. громадяни України мають право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха. Держава як гарант цього права створює систему цивільного захисту, яка повинна захистити населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру. Цивільний захист України є державною системою органів управління силами і засобами, що створюються для організації забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій (НС).

Оцінка рівня стійкості харчового підприємства проводиться робочими групами до яких залучають головних спеціалістів (головного інженера, головного технолога) під загальним керівництвом начальника ЦЗ об'єкта та штабу ЦЗ. В результаті оцінки стійкості підприємства у можливих надзвичайних ситуаціях розробляються необхідні науково обґрунтовані інженерно-технічні заходи. При оцінці стійкості об'єкта користуються відповідною нормативно-технічною документацією.

На підприємстві досліджують стан:

- технологічного процесу;
- верстатного та технологічного обладнання;
- будівель та споруд;
- управління виробництвом;

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мороз В. В.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.
Перевір.		Зварич Н.М.					74
Реценз.						ТНТУ, зр. МО-41	
Н. Контр.							
Затверд.		Пилипець О.М.					

- підготовленості персоналу;
- забезпечення засобами захисту;
- матеріально-технічного постачання і транспорту;
- комунально-енергетичних мереж.

Основними завданнями оцінки стійкості харчового підприємства є визначення:

- стійкості будинків, споруд, технологічного та іншого устаткування, наземних і підземних комунікацій при дії на них факторів надзвичайних ситуацій, у т. ч. води, тиску повітряних потоків;
- стану пожежної безпеки будинків та споруд;
- умов постачання енергії, води, сировини, матеріалів та інструментів;
- можливості роботи об'єкту умовах радіоактивного, хімічного забруднення;
- величини можливих збитків, завданих при виникненні надзвичайних ситуацій, та величини відшкодувань, якщо причиною НС стало підприємство;
- можливості та доцільності відновлення об'єкту залежно від ступеня його руйнування.

Після проведення оцінки стійкості розробляються заходи, які необхідно провести на об'єкті з метою підвищення стійкості його роботи в умовах надзвичайних ситуацій. При розробці заходів виходять з результатів всебічного дослідження підприємства усіма групами фахівців. Заходи повинні бути максимально ефективними при мінімальних затратах, тому в першу чергу увагу звертають на найбільш уразливі місця об'єкта. Заходи щодо підвищення стійкості підприємства об'єднують у єдиний план удосконалення виробничого процесу, реконструкції та капітального ремонту.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Заходи з охорони праці

На зерноперероблювальних підприємствах слід строго дотримуватися загальних та галузевих норм та правил техніки безпеки. На зерноперероблювальних підприємствах по техніці безпеки проводяться: ввідний інструктаж, інструктаж на робочому місці, повторний інструктаж, курсове навчання. Проходження інструктажу реєструють в журналі.

Зерновий, борошняний і комбікормовий пил при певних умовах може створити небезпеку загоряння і вибуху. Для пилу елеваторів, борошномельних і комбікормових заводів температура загоряння (іскріння і спалахи) коливається в межах 315—725 °С, а температура запалення 600—800 °С. Можливість вибуху пилу повинна бути відвернена виконанням профілактичних заходів. Насамперед не можна допускати запиленості повітря і скупчення пилу. Для цього необхідно забезпечити справну роботу аспірації всіх джерел утворення пилу, правильний і своєчасний нагляд за устаткуванням.

Для переносного освітлення треба використовувати електричні лампи напругою 12—36 В в герметичному виконанні зі скляним ковпаком і металевією сіткою, з живленням від трансформаторів у герметичному виконанні. Опускати електролампочки в циклони, розвантажувачі, фільтри, бункери, силоси не дозволяється. Мазильні й обтиральні матеріали необхідно зберігати в спеціальних залізних шухлядах на відведених місцях.

У процесі експлуатації варто уникати роботи у холосту ультратрієрних установок, вальцових верстатів, дробарок, оббивальних машин, тому що при цьому можуть виникати вибухонебезпечні концентрації пилоповітряних сумішей.

Велику небезпеку має статична електрика, що, накопичуючись на металевих частинах устаткування в процесі переміщення і дроблення зернопродуктів, а також на вставках з органічного скла, може утворювати

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поля високої напруги (до 50000 В). Тому все устаткування, враховуючи аспіраційне і пневмотранспортне, необхідно заземлювати. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

Важливим заходом, що запобігає нагромадження статичної електрики, є підтримка у виробничому приміщенні вологості повітря, рівної 70%. Тому поряд з контролем запиленості повітря необхідно регулярно визначати вологість повітря і, якщо є можливість, зволожувати його.

Також працівникам млина слід чітко дотримуватись вимог пожежної безпеки, регламентованих "Інструкцією про заходи з пожежної безпеки для приміщень розташованих на території млина", яка розроблена і затверджена на підприємстві. Ця інструкція поширюється на всі виробничі, складські, допоміжні та інші приміщення млина і встановлює вимоги пожежної безпеки, порядок дій у разі виникнення пожежі в приміщеннях. Вона є обов'язковою для вивчення та виконання відповідальною особою за пожежну безпеку, усіма працівниками та відвідувачами, які знаходяться в приміщеннях, також для технічних працівників та обслуговуючого персоналу. Усі працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити протипожежний інструктаж та перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Вимоги пожежної безпеки до утримання будівель, споруд, приміщень.

На зовнішньому боці дверей повинна бути вивішена інформаційна карта, що характеризує вибухопожежну та пожежну небезпеку товарів, речовин та матеріалів, їх кількість та заходи, які слід вжити під час гасіння пожежі.

Не допускається знімати з дверей пристрої для самозачинення, фіксувати такі двері у відчиненому положенні, зберігати, у тому числі тимчасово, інвентар та різні матеріали у тамбурах виходів, у шафах для інженерних комунікацій, зачиняти на замки та інші запори, що важко

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відчиняються зсередини, зовнішні евакуаційні двері у разі знаходження в будинку людей.

Безпека цеху забезпечується заходами по запобіганню пожеж і вибухів: системою пожежного захисту, системами вибухопопередження і вибухозахисту, у відповідності з вимогами нормативних актів з пожежної безпеки.

Зовнішні огорожувальні конструкції цеху, сходових маршів, повинні бути забезпечені легкоскидаємими конструкціями, площа яких визначається розрахунком, а також системою локалізації вибуху.

Усі приміщення повинні своєчасно очищатися від горючого сміття, відходів виробництва і постійно утримуватись в чистоті. Прибирання проходів в цеху, в тому числі на даху будівлі, слід проводити з суворим дотриманням графіку. Роботи з очищення технологічного обладнання повинні проводитись у відповідності з технологічним регламентом та записуватись в журналі відповідальної особи.

В цеху повинні весь час ефективно працювати аспіраційні мережі. Вимикати аспіраційні установки при роботі обладнання забороняється, якщо цей захід не викликаний аварією або пожежею. Технологічне обладнання, трубопроводи, продуктопроводи, вентиляційне обладнання, повітропроводи, м'які вставки на вентиляторах, патрубки із оргскла на продуктопроводах, огороження приводів, розміщених у вибухо-пожежонебезпечних приміщеннях, повинні обов'язково заземлюватись.

Будівля млина повинна бути обладнана блискавкозахисними пристроями, відповідно до вимог правил пожежної безпеки і діючих методик.

Меблі та обладнання мають розміщуватися таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційними прохід до дверей виходу з приміщення. Евакуаційні шляхи та виходи необхідно постійно утримувати вільними, нічим не захащувати.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

Використання нестандартних опалювальних приладів у приміщенні млина забороняється.

Електромережі, електроприлади і апаратура повинні експлуатуватися тільки у справному стані з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств-виготовлювачів. У разі пошкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електровиробів слід негайно вимкнути їх та взяти необхідних заходів щодо приведення у пожежобезпечний стан.

В приміщенні млина забороняється користуватись газовими лампами, факелами, сірниками, свічками, запальничками, тощо.

Основні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки при експлуатації обладнання:

- загальне розташування обладнання повинно забезпечити необхідні проходи і вільні підходи до нього;
- робота обладнання і його навантаження повинні відповідати вимогам паспортних даних і технологічного режиму;
- обладнання повинно бути максимально ущільненим, щоб не виділявся пил;
- деталі і вузли машин, які мають поступово-зворотній рух або рухаються навколо осі, повинні бути відбалансовані і перевірені на врівноваженість їх маси;
- машини повинні знаходитись в справному стані, відрегульовані, працювати плавно, без невластивого їм шуму, ривків, наростаючої вібрації, заїдання, або підвищеного тертя рухомих частин механізмів;
- температура підшипників машин і механізмів під час роботи не повинна перевищувати температуру навколишнього повітря більше ніж на 45 °С і повинна бути у всіх випадках не вище 60 °С;
- підшипники повинні регулярно змащуватись;

- привідні ремені і стрічки конвеєрів та інших транспортуючих машин повинні мати нормальний натяг, який включає їх буксування і провисання, а також тертя до огорожувальних кожухів;
- У складських приміщеннях забороняється зберігання різних легкозаймистих предметів.

Атмосферні умови на борошномельних, круп'яних і комбікормових заводах установлюють відповідно до норм технологічного проектування, затвердженими у встановленому порядку.

Технічний прогрес на підприємствах борошномельної, круп'яної і комбікормової промисловості, інтенсифікація технологічних процесів підвищили на підприємствах рівень шуму і вібрації. Припустимі рівні звукового тиску і рівні звуку на постійних робочих місцях, у приміщеннях і на території підприємств варто приймати відповідно до гігієнічних норм, затвердженими Міністерством охорони здоров'я. Нормативним документом, який регламентує рівень шумів для різних категорій робочих місць і службових приміщень являється ГОСТ 12.1.003-83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”.

Різде підвищення рівня шуму особливо виявляється в зоні роботи обладнання, де головне джерело шуму — це зубчасті передачі. Рівень шуму тут може досягати 100—110 Дб, що значно перевищує санітарні норми і здійснює на людину шкідливий фізіологічний вплив.

Для зменшення шуму необхідно проводити на робочих місцях відповідні заходи, змазувати вібруючі і створюючі шум деталі; застосовувати пристрої, що ізолюють чи поглинають шум; постачати обладнання обладнане глушителями, амортизаторами; підтримувати устаткування в належному порядку; вчасно проводити технічний огляд і ремонт.

Для ослаблення вібрації і шуму устаткування, що викликає вібрацію і шум вище встановлених норм (електродвигуни, вентилятори і інше), треба встановлювати на самостійних шумоізолюючих фундаментах і підставках,

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

віброізолюваних від підлоги та інших конструкцій будинків, а якщо цього недостатньо в окремих ізолюваних приміщеннях.

Для зменшення шуму, відбитого від стін, стель і устаткування, застосовують також метод звукопоглинання. Основне призначення глушителів шуму, установлених на повітропроводах агрегатів, двигунів, вентиляторів, полягає в тім, щоб знищити чи послабити шум, що виникає внаслідок пульсації тиску в цьому потоці; але глушители не повинні робити опору виходу потоку повітря чи газу.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі представлено заходи з монтажу, технічного обслуговування та ремонту вальцювого верстату марки А1-В3-2Н, а саме проаналізовано умови роботи, технічні характеристики, будову і принцип роботи вальцювого верстату марки А1-В3-2Н; проведено аналіз сучасного обладнання для помолу зернових культур; виконано конструкторські розрахунки окремих елементів верстату; розроблено заходи з монтажу вальцювого верстату, подано графік ППР, розроблено заходи з ремонту вальцювого верстату А1-В3-2Н; представлено технологічну схему складання механізму регулювання швидкості обертання мелючих вальців, розроблено технологічний процесу механічної обробки шестерні механізму регулювання швидкостей мелючих валків вальцювого верстату А1-В3-2Н

Запропоновані рішення дозволять продовжити термін служби верстата, зменшити кількість поломок обладнання, підвищити ефективність його роботи.

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розроб.		Мороз В. В.									
Перевір.		Зварич Н.М.								82	
Реценз.								ТНТУ, зр. МО-41			
Н. Контр.											
Затверд.		Пилипець О.М.									

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий. Вінниця: Нова книга, 2001. 575 с.
2. Вітенько Т., Ворошук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 48 с.
3. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв : підручник / О. Т. Лісовенко, О. А. Руденко-Грицюк, І. М. Литовченко та ін. ; за ред. О. Т. Лісовенка. К. : Наукова думка, 2000. 284 с.
4. Технологічне обладнання для виробництва виробів з борошна : Навчальний посібник. Ч.1 : Хлібопекарське виробництво / Сухенко Ю.Г., Стадник І.Я., Василів В.П., Сухенко В.Ю. За ред.проф. Ю.Г.Сухенка. К. : ЦП "КОМПРИНТ", 2015, 388 с.
5. Вальцьовий верстат 3М2. URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/izmelchenie-i-vyimol-zerna/valcovii-standok-zm2>
6. Вальцьовий верстат ВМ-2П. URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/izmelchenie-i-vyimol-zerna/valcovii-standok-vm-2p>
7. Вальцьові верстати Р6-БЗН-М. URL: <https://simo.com.ua/ua/obladnannya/izmelchenie-i-vyimol-zerna/valcovii-standok-r6-bzn-m>. URL:

					КРБ 069.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Мороз В. В.			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ			Лім.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Зварич Н.М.								83	
Реценз.								ТНТУ, зр. МО-41			
Н. Контр.											
Затверд.		Пилипець О.М.									

8. Вальцьовий верстат P6-BC 185x170
<https://simo.com.ua/ua/oblalnannya/izmelchenie-i-vyimol-zerna/valczoviyj-stanok-r6-vs-185x170>
9. Млин-змішувач Peruzzo Comby 85. URL:
<https://hydrolider.com.ua/ua/p1626199630-melnitsa-smesitel-peruzzo.html>
- 10.Самойчук, К. О. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі / К. О. Самойчук та ін. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2021. 372 с.
11. Дацишин О. В. Машини та обладнання переробних підприємств. К.: Вища освіта, 2005.
12. Вітенько, Т. М. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / Т. М. Вітенько, В. Я. Ворошук. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. / під ред. Дейниченко Г. В. ХДУХТ, 2019. С. 108–109.
- 13.. Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с.
- 14.Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. Харків. Основа, 1991.- 275с.
- 15.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища школа, 1993. 556с.
16. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія машинобудування (дипломне проектування) Навчальний посібник. Львів: Новий світ-2000, 2011. 770 с.
17. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

18. Дячун А. Є. «Технологія обробки типових деталей та складання машин» : методичний посібник з виконання курсового проекту / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ , 2016 75 с.
19. Структура технологічного процесу ремонтного виробництва : методичні вказівки з дисципліни «Технологія ремонту та відновлення деталей машин» для практичних занять і самостійної роботи студентів всіх форм навчання та дистанційної освіти / Укладачі : Радик Д.Л., Ткаченко І.Г., Радик М.Д. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. 56 с.
20. Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. 334 с.
21. 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.
22. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / О.В. Закалов, І.О. Закалов . Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2000 . 406 с
23. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. Вінниця: Нова книга, 2007. 648 с.
24. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навчальний посібник / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець. та ін. Вінниця: Нова книга, 2004. 288 с.
25. Петров В.М. Вальцьове подрібнююче обладнання. Навчальний посібник. Одеса: Одеська державна академія будівництва та архітектури (ОДАБА), 2019. 227 с.