

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

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація вальцьового верстату А1-В3- 2Н з дослідженням
впливу конструктивних параметрів валків на процес помелу

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи МОНМ-61
спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

Корнев Р. А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Нормоконтроль Ворощук В.Я
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

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

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри обладнання харчових технологій

д.т.н., проф. Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр
(Назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Корневу Роману Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

1. Тема роботи Модернізація вальцьового верстату А1-В3- 2Н з дослідженням впливу конструктивних параметрів валків на процес помелу

Керівник роботи Зварич Наталя Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від 25.03.22 року № 4/7-184

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 травня 2022р.

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт вальцьового верстату А1-В3- 2Н.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Аналіз сучасної технології виготовлення пшеничного борошна та технологічного обладнання. 2. Методи та методика досліджень. 3. Технічні вирішення з модернізації вальцьового верстату А1-В3-2Н. 4. Дослідження впливу конструктивних параметрів валків вальцьового верстату на процес подрібнення 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Верстат вальцьовий типу А1-В3-2Н модернізований. Видяг загальний. 2 Ф.А1. Механізм подачі вихідного продукту вальцьового верстату А1-В3-2Н. Складальне креслення. Ф.А1. Підшипниковий вузол мелючі вальців. Складальне креслення. Ф.А2. Верстат вальцьовий А1-В3-2Н модернізований. Кінематична схема. Ф.А2. Плакати (слайди): дослідження впливу конструктивних параметрів валків вальцьового верстату на процес подрібнення. Визначення мінімального діаметру вальців визначення максимальної швидкості обертання вальців. Розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу вальцьового верстату. Комп'ютерне моделювання валіка приводу вальцьового верстата

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кравець О.І., доц. каф ОХ,		
Нормоконтроль	Ворошук В.А, доц. каф.ОХ		

7. Дата видачі завдання 25.03.22 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Пояснювальна записка		
	<i>Вступ.</i>	15.03.2022	
1.	<i>Аналіз сучасної технології виготовлення пшеничного борошна та технологічного обладнання.</i>		
2.	<i>Методи та методика досліджень.</i>	10.4.2022	
3.	<i>Технічні вирішення з модернізації вальцьового верстату А1-В3-2Н.</i>	15.04.2022	
4.	<i>Дослідження впливу конструктивних параметрів валків вальцьового верстату на процес подрібнення</i>	05.05.2022	
5.	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.</i>	10.05.2022	
	<i>Висновки. Перелік посилань</i>	15.05.2022	
	Графічна частина		
1.	<i>Верстат вальцьовий типу А1-В3-2Н модернізований. Вигляд загальний. 2 Ф.А1.</i>	25.03.2022	
2.	<i>Механізм подачі вихідного продукту вальцьового верстату А1-В3-2Н. Складальне креслення. Ф.А1.</i>	01.04.2022	
3.	<i>Підшипниковий вузол мелючі вальців. Складальне креслення. Ф.А2.</i>	20.04.2022	
4.	<i>Верстат вальцьовий А1-В3-2Н модернізований. Кінематична схема. Ф.А2.</i>	01.05.2022	
5.	<i>Плакати (слайди):</i>	10.05.2022	
	<i>Дослідження впливу конструктивних параметрів валків вальцьового верстату на процес подрібнення. Визначення мінімального діаметру вальців</i>		
	<i>Визначення максимальної швидкості обертання вальців.</i>		
	<i>Розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу вальцьового верстату.</i>		
	<i>Комп'ютерне моделювання валіка приводу вальцьового верстата</i>		

Студент

(підпис)

Корнєв Р.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Зварич Н.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Корнєв Р. А. Модернізація вальцювого верстату А1-В3-2Н з дослідженням впливу конструктивних параметрів валків на процес помелу. 133 «Галузеве машинобудування». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2022.

В кваліфікаційній роботі досліджено вплив конструктивних параметрів валків на процес помелу борошна та запропоновано заходи з модернізації вальцювого верстату А1-В3- 2Н

Ключові слова: помел борошна, валковий подрібнювач.

Korniev R. A. The drum mill A1-B3-2H retrofit including the study of impact of design parameters of rolls on the process of breaking of wheat. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University. -Ternopil, 2022.

The impact of the design parameters of the rolls on breaking of wheat was researched. Modernization measures for roller mill A1-B3-2H are suggested in the diploma thesis.

Keywords: breaking of wheat, roller mill.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	9
1.1. Особливості сучасної технології виготовлення борошна.....	9
1.2. Огляд конструкцій устаткування для подрібнення зернових культур .	13
1.3. Аналіз конструкції та принципу дії верстату вальцьового А1-В3-2Н.	19
1.4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи	22
2. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень.	23
2.2. Алгоритм і методики проведення математичного моделювання	25
3. ТЕХНІЧНІ ВИРІШЕННЯ З МОДЕРНІЗАЦІЇ ВАЛЬЦЬОВОГО ВЕРСТАТУ А1-В3-2Н	27
3.1. Кінематичний розрахунок вальцьового верстата А1-В3-2Н	27
3.2. Розрахунок зубчатих передач коробки швидкостей приводу мелючих вальців	35
3.3. Розрахунок валу механізму подачі продукту верстату А1-В3- 2Н.....	45
3.4. Розрахунок підшипника	52
3.6. Особливості експлуатації вальцьового верстата А1-В3-2Н	54
4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАЛКІВ ВАЛЬЦЬОВОГО ВЕРСТАТУ НА ПРОЦЕС ПОДРІБНЕННЯ.....	56
4.1. Аналіз факторів що впливають на процес подрібнення на вальцьовому верстаті	56
4.2. Визначення мінімального діаметру вальців	59
4.3.Розрахунок максимальної швидкості обертання вальців	62

4.4. Розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу вальцьового верстату	63
4.6. Комп'ютерне моделювання валка приводу вальцевого верстата	66
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..	67
5.1. Охорона праці	67
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	71
5.2.1. Основні задачі підвищення стійкості переробних підприємств	71
5.2.2. Заходи по підвищенню стійкості проти НС на борошномельних підприємствах	73
ВИСНОВКИ.....	78
Перелік посилань.....	79
Додатки	
Специфікації	

ВСТУП

Виробництво борошна, крупи і комбікормів сприяє забезпеченню населення високоякісними продуктами харчування, а тваринництво – кормами високої харчової цінності, які містять все необхідне для нормального росту і розвитку тварин, риби і птиці. Борошно і крупа завжди займали важливе місце в раціоні харчування людини. В останні роки збільшилася потреба в борошні високих сортів, яке іде на виробництво хлібобулочних, кондитерських та макаронних виробів.

Сьогодні перед зернопереробною промисловістю стоять задачі автоматичної стабілізації всіх етапів виробничого процесу, забезпечення максимальної ефективності переробки сировини, покращення якості готової продукції, збільшення виробітку сортового борошна вищого ґатунку.

Актуальною є необхідність постійного удосконалення технології переробки борошна, удосконалення обладнання.

Мета роботи провести дослідження впливу конструктивних параметрів мелючих валків на процес помелу і розробити заходи з модернізації вальцьового верстату А1-В3-2Н

Об'єкт дослідження процес помолу пшениці на верстаті А1-В3-2Н.

Предмет вплив конструктивних параметрів валків на помел борошна

Методи дослідження: аналізу, синтезу, матмоделювання, імперичні.

Наукова новизна: встановлено вплив конструктивних параметрів валків на процес помолу борошна, визначено залежність мінімального діаметра мелючих валків, максимальної швидкості їх обертання та потужності, проведено дослідження валка приводу вальцьового верстата під дією навантаження виконувалося за допомогою програмного комплексу Solidworks.

Практичне значення запропоновані заходи дозволять регулювати швидкісний режим помолу що дозволить покращити якість отриманого борошна.

Кваліфікаційна робота складається з текстової частини, що представлена на 80 аркушах формату А4, таблиць __, рисунків __.

Графічна частина представлена на 8 аркушах формату А1

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

1.1. Особливості сучасної технології виготовлення борошна

Зернопродукти сьогодні є основою раціону харчування більшості населення. Розробка і освоєння нових ресурсо- та енергозберігаючих технологій, що забезпечують раціональне використання зерна, зниження його витрати на одиницю продукції, а також переробка пшениці і жита з застосуванням машин нового покоління, які забезпечують глибоку переробку сировини є одними з головних напрямків подальшого розвитку зернопереробної галузі.

Виробництва борошна – складний виробничий процес, що поєднує в собі послідовний ряд окремих технологічних операцій переробки сировини.

Традиційною у борошномельному виробництві є технологічна схема подана на рис. 1.1.

Виробничий процес сучасного борошномельного підприємства поділяється на наступні етапи:

- 1) приймання, сушіння, попереднє очищення; розміщення і зберігання зерна, підготовка помольних партій на елеваторі підприємства;
- 2) приймання і підготовка зерна до помелу в зерноочисному відділенні;
- 3) розмел зерна в борошно в розмельному відділенні;
- 4) контроль готової продукції в лабораторії;
- 5) фасування готової продукції у вибійному відділенні чи безтарне її зберігання;
- 6) відпуск готової продукції.

На борошномельних підприємствах процес виробництва прямоточний. Зерно і проміжні продукти розмелу переміщуються за технологічною схемою

тільки по ходу процесу без заворотів, на попередні системи. На різних підприємствах технологічний процес залежить від складу устаткування і режимів його роботи.



Рисунок 1. 1 – Принципова технологічна схема сортового помелу пшениці

У борошномельному виробництві сировиною є зерно, кінцевим продуктом — борошно. Основними факторами, що визначають кінцевий результат виробничого процесу, є якість сировини, побудова схеми процесу і вибір технологічного устаткування.

Вимоги до якості сировини передбачають наявність в зерні певних властивостей. До загальних вимог, незалежно від призначення пшениці, відноситься її чистота, відсутність зернових та бур'янистих домішок, однорідність за розмірами та кольором, не ураженість шкідниками та хворобами. Крім загальних обов'язкових показників якості, в пшениці

продукти подрібнення подаються розвантажувачами VI у розсіви VII, де вони сортуються по фракціях. Для збагачення і сортування фракції подають у ситовійну машину VIII. Для подачі борошна в бункер XI застосовується норія X. Для піддуву жолобів використовують вентилятор IX.

Норма виходу продукції при двохсорттовому 75%-ному помолі при переробці зерна в борошно становить: борошно вищого гатунку – 50%, борошно першого гатунку – 25%, висівки – 21,5%, відходи – 3,5%.

1.2. Огляд конструкцій устаткування для подрібнення зернових культур

На борошномельних підприємствах сортового помолу, основною метою подрібнення є витягти максимальну кількість найбільш цінної частини зерна — ендосперму. Зерно пшениці і жита переробляють методом вибіркового подрібнення. Для одержання обойного борошна застосовують метод простого подрібнення.

У якості основної подрібнювальної машини на борошномельних підприємствах використовують вальцьові верстати, робочими органами яких служать два чавунних вальця. Подрібнення відбувається у клиноподібному просторі між вальцями, який звужується донизу.

На борошномельних підприємствах застосовують вальцьові верстати ЗМ і БВ. Верстат БВ має вбудований пневмоприймач, що дозволяє встановлювати його на першому, поверсі борошномельного підприємства, яке що працює на пневматичному транспорті. Верстат ЗМ має нижній вихід продукту, тому його встановлюють, як правило, на другому поверсі підприємства. В іншому конструкція верстатів БВ і ЗМ і принцип їхньої роботи однакові.

На рисунку 1.3 показана схема вальцьового верстата ЗМ.

Вальцьовий верстат ЗМ складається з двох самостійно працюючих половин, розміщених в одній станині. Робочими вузлами кожної половини верстата є два вальця, розташованих під кутом 45° , що обертаються назустріч один одному з різною окружною швидкістю. Завантаження системи регулюють за допомогою секторної заслінки, змінюючи зазор між нею і дозуючим валиком.

Величину зазору між верхнім і нижньою вальцями змінюють залежно від необхідного ступеня здрібнювання продуктів, а також у випадку вилучення верстата з роботи. При цьому зазор по всій довжині вальців повинний бути однаковим.

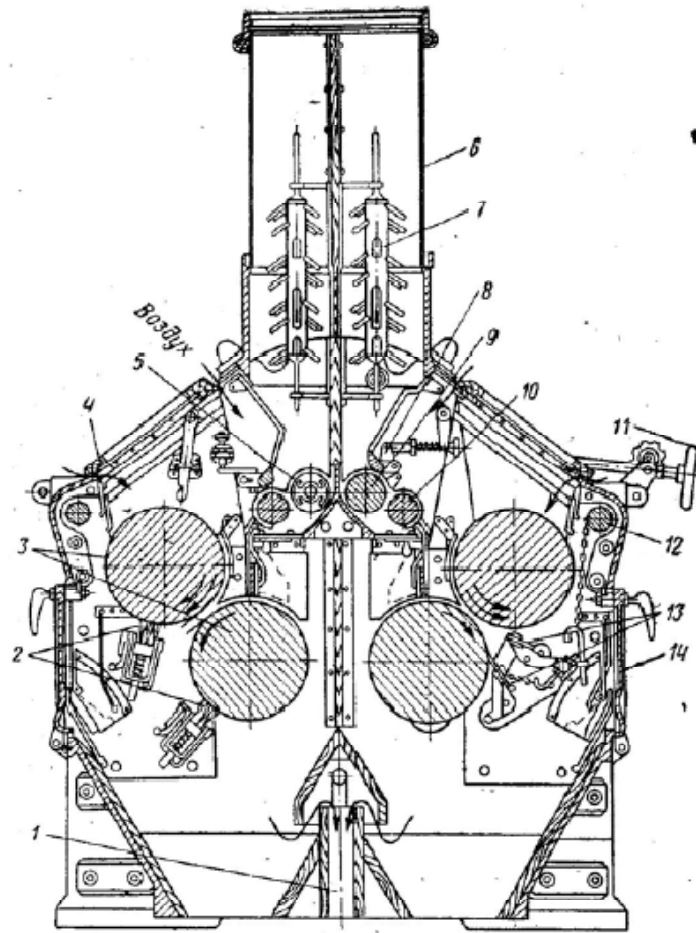


Рисунок 1.3. - Схема вальцьового верстату типу ЗМ:

1 — канал аспіраційного пристрою (при нижній аспірації верстата); 2 — щітки; 3 — вальці; 4, 14 — дверки; 5, -9 — дозуючі валики; 6 — прийомний циліндр; 7 — гілкоподібний датчик (ялинка); 8 — секторна заслінка; 10 — розподільний валик; 11 — штурвал привально-відвального механізму; 12 — привально-відвальный валик; 13 — ножі

Для запобігання пиленню верстата і охолодження мелючих вальців і подрібненого продукту тепле повітря з внутрішньої частини верстата відсмоктують через канал аспіраційного пристрою.

На борошномельних підприємствах, обладнаних пневматичним транспортом, верстати аспіруються повітрям, яке транспортує продукт із верстата.

Вальцьовий верстат ВС (рис. 1.4.) відрізняється високим рівнем автоматизації, можливістю контролю різних параметрів (швидкість обертання робочих вальців, температуру нагрівання поверхні). Відмінністю також є горизонтальне розташування вальців.

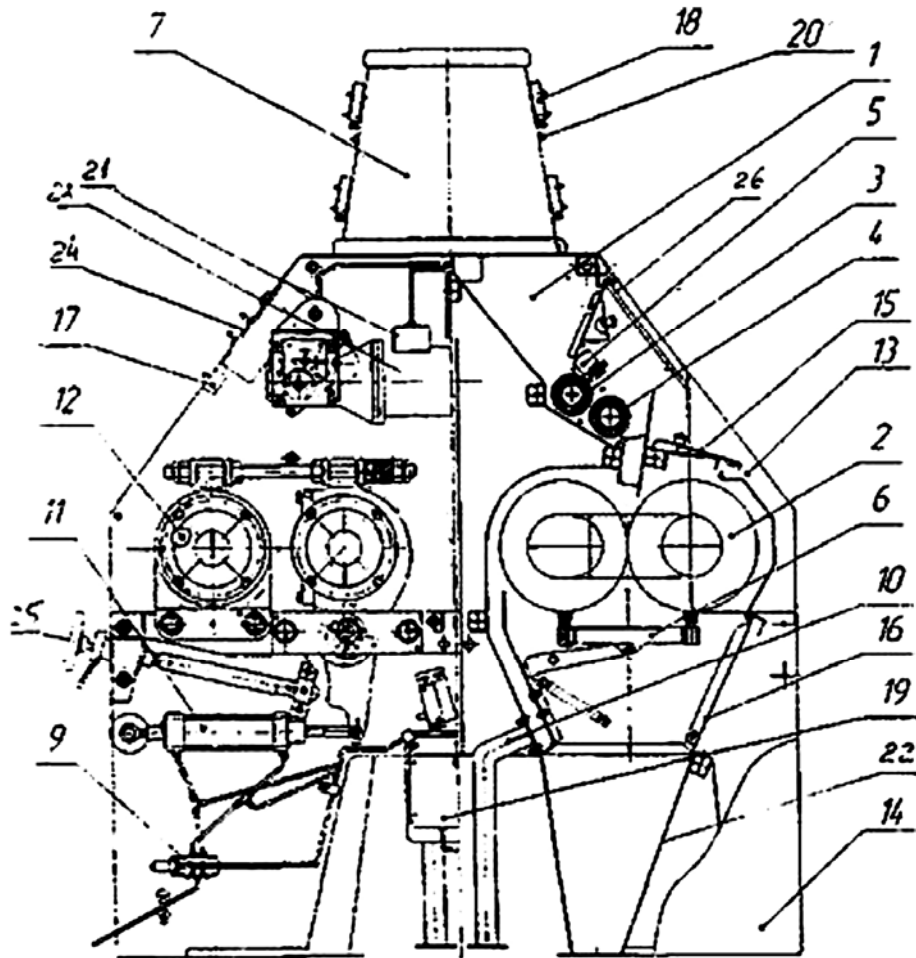


Рисунок 1.4. – Вальцьовий верстат типу ВС:

1- станина; 2 - мелючі вальці; 3 - дозуючий валок; 4 - живильний валок; 5-заслінка; 6 - щітки; 7 - приймальна труба; 8 - напрямна; 9 - електрообладнання; 10 - аспіраційний канал; 11 - пневмоциліндр; 12 – міжвальцева передача; 13 - капот; 14 - боковина корпусу; 15 - кришка; 16, 26 - дверцята; 17 - пост аварійного відключення; 18- датчик рівня; 19 - сигналізатор рівня СУ200В; 20 - датчик середнього рівня продукту; 21 - частотний перетворювач для автоматичного регулювання кількості обертів живильних валків; 22 - збірний конус; 23 - мотор-редуктор живильних валків; 24 - пульт управління; 25 - механізм регулювання і фіксації зазору

При скорочених двохсортному і односортному 85%-ному помолах зерна пшениці, сортових помолах жита і обойних помолах пшениці і жита для інтенсифікації процесу просівання доцільно передбачати обробку подрібнених продуктів після вальцьових верстатів (перед розсівом) на бичевих машинах. Сход з бичевих машин направляють на вальцьовий верстат наступної системи, прохід — на розсів даної системи.

Випускають декілька типів ударно-розтираючих машин (ПВМ-3, МБО, А1-БВУ). Незважаючи на різне конструктивне виконання, усі ці машини мають однакові робочі органи — нерухому ситову обечайку і розміщений всередині її бичевий барабан.

На рисунку 1.5 показана одна секція двохсекційної бичевої вимольної машини А1-БВУ. Машина складається з металевго корпуса 9, розділеного на дві однакові секції. Кожна секція має нерухомий ситовий циліндр 8, усередині якого розташований вертикальний бичевий барабан 2, приймальний патрубок 4, випускний патрубок 10. Бичевий барабан являє собою пустотілий циліндр, закріплений на вертикальному валу. На поверхні барабана рівномірно розташовані три регульованих бичі і три ряди гонків 3. Гонки (прямокутні пластини) приварені до осі стрижня під кутом 20° .

У нижній частині циліндра на валу розташований однозахідний шнек 5, який передає продукт у робочу зону, утворену зовнішньою поверхнею бичевого барабана і внутрішньою поверхнею ситового циліндра.

Бичеві машини встановлюють у драному процесі після вальцьових верстатів перед розсівами. При такому використанні бичева машина розділяє продукт, подрібнений на вальцьовому верстаті, на велику і дрібну фракції (сход і прохід) з додатковим частковим його подрібненням.

Відмінними конструктивними особливостями вальцьового верстату А1-БЗН від описаних вище вальцьових верстатів ЗМ і БВ є наявність пристрою для охолодження вальців та регулятора частоти обертання живильних вальців.

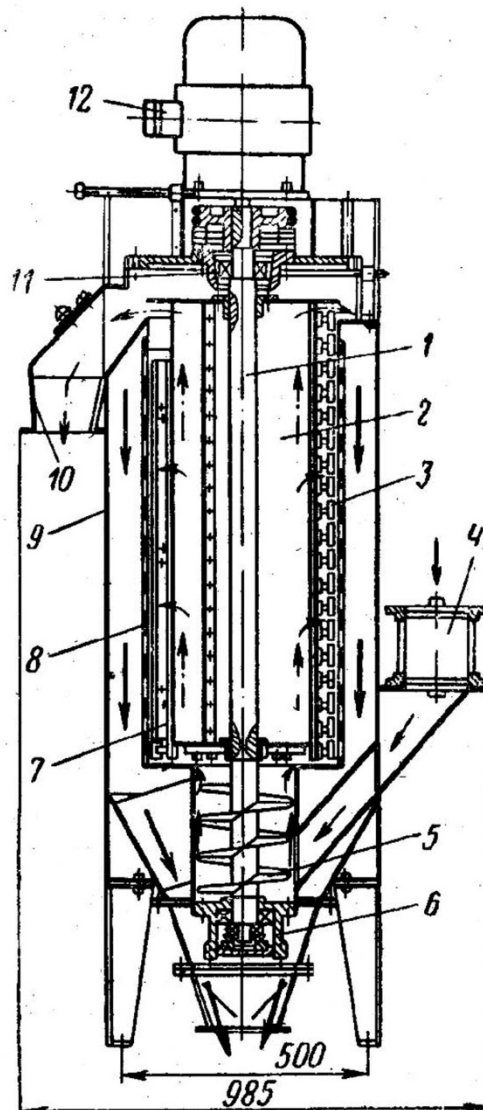


Рисунок 1.5. – Бичева вимелювальна машина А1-БВУ:

- 1 — вал; 2 — бичевий барабан; 3 — гонок; 4 — прийомний пристрій;
 5 — шнек; 6, 11 — нижній і верхній підшипникові вузли; 7 — бич;
 8 — ситовий циліндр; 9 — корпус; 10 — випускний пристрій;
 12 — електродвигун

Робота механізму автоматичного відвалу – привалу вальців відбувається за допомогою пневмоелектронного пристрою, який складається з двох схем: електронної, що вимірює рівень продукту над живильним механізмом, та пневматичної, за допомогою якої здійснюється відвал-привал.

Підвищення рівня механізації фермерських підприємств популяризувало серед останніх міні обладнання, яке можна встановити у

невеликому приміщенні.



Рисунок 1.6 - Агрегатний валковий млин АВМ-15

Агрегатний валковий млин АВМ-15 являє собою агрегат, в якому на спільній металічній рамі змонтовано:

- зерноочисний агрегат, в який входять трієр циліндричний, обойка зернова, зерновий сепаратор;
- розсів ЗРК
- зернова обойка м'яка;
- батарея циклонів;
- вентиляторна установка;
- блок транспортерів;
- два блоки вальцьових верстатів;
- дві секції розвантажувачів.

1.3. Аналіз конструкції та принципу дії верстату вальцьового А1-БЗ-2Н

При підборі на борошномельне підприємство високопродуктивного устаткування однією з традиційних схем є оснащення розмелювального вальцьовими верстатами А1-БЗ-2Н (рис.1.7), що призначені для подрібнення зерна і проміжних продуктів розмолу (вони використовуються у складі комплекту обладнання борошномельних підприємств); розсівами РЗ-БРВ, які призначені для сортування на фракції по величині продуктів розмелу; ситовійними машини А1-БСО, призначеними для збагачення проміжних продуктів розмолу зерна; вимелювальні машини А1-БВГ, призначені для відділення часток ендосперму від оболонок сходових фракцій драних систем при переробці пшениці в сортове борошно (їх використовують на борошномельних заводах як з механічним так і пневматичним транспортом).

Основним обладнання розмельного відділення є вальцьові верстати від ефективності яких залежить ефективність роботи млина в цілому.

Верстат вальцьовий використовується для подрібнення зернової сировини. Верстат вальцьовий складається з таких основних частин: двох пар мелючих вальців з порожньою бочкою; підшипникових вузлів мелючих вальців; приводу вальців; міжвальцьової передачі; пристрою подачі вихідного продукту; пристрою автоматичного регулювання подачі; механізму настройки вальців на паралельність; механізму паралельного зближення вальців; очищувачів вальців; пристрою охолодження вальців, сигналізатора рівня вихідного продукту; пристрою місцевого керування грубим приводом вальців; пристрою сигналізації холостого ходу.

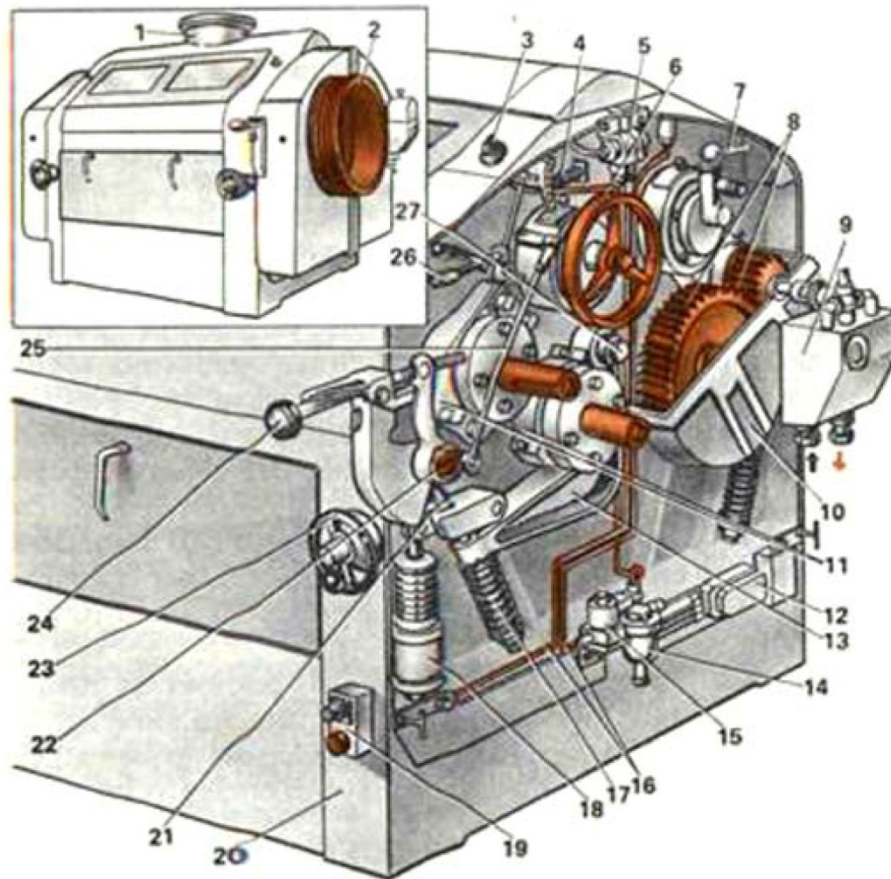


Рисунок 1.7. – Вальцовий верстат А1 -БЗ-2Н:1 - горловина; 2 - шків; 3 – пневмоперемикач привалу-відвалу; 4 - пружина заслінки; 5 - перетворювач сигналу; 6 - шків живильного механізму; 7 - рукоятка перемикачання швидкостей; 8 - шестерні міжвальцьової передачі; 9 - корпус системи охолодження; 10 - кожух міжвальцьової передачі; 11 - корпус підшипника; 12 - блок реле; 13 – лікоть рухливого корпусу підшипника; 14 - фільтр повітряний; 15 - клапан електромагнітний; 16 - повітрепроводи; 17 - пружина запобіжна; 18 - пневмоциліндр; 19 - кнопки "Пуск", "Зупинка"; 20 - станина; 21 - підвіска; 22 - вал ексцентриковий; 23 - штурвал механізму налагодження паралельності вальців; 24 - рукоятка точного налагодження міжвальцьового зазору; 25 - тяга; 26 - гвинт обмежувальний; 27 - цапфа.

Технічна характеристика верстату вальцьового 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

Розмольні вальці виконані у вигляді бочки з запресованими в неї з двох боків цапфами. Бочки і цапфи мелючих вальців виконані пустотілими. Робоча поверхня бочок може бути гладкою і рифленою. Кожний з чотирьох корпусів фланцевих підшипників прикріплений до боковини болтами.

Корпуси рухомих підшипників підвішені на цапфах, які запресовані у отворах боковини. Один з корпусів рухомих підшипників з'єднаний через ексцентрикову втулку, обертанням якої можна змінювати взаємне положення бочок мелючих вальців, які є робочими органами верстата. Останні з корпусами з'єднані роликівими сферичними підшипниками, які мають конічні отвори у внутрішній обойми.

Обертання 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.

На лівих кінцях цапф мелючих вальців закріплено шестірні міжвальцьовою передачею, які закриті кожухом. Шестірні і шків закріплені на

вальцях клиновими шпонками. Для рифлених вальців передаточне число (диференціал) — 2,5; для гладких — 1,25.

Використання в якості сировини зерна неоднакової якості часто приводить до необхідності переналадки вальцьових верстатів, зменшення ефективності процесу подрібнення і, відповідно, більших витрат на виробництво продукції, нестабільності її якості.

Модернізацією передбачена на верстаті, призначеному для розмольних систем зміна частоти обертання вальця з меншою швидкістю за допомогою чотирехступеневої коробки швидкостей, що складається з механізму з витяжною шпонкою, яка керується через рейкову шестерню рукояткою.

Живильні валики приводяться в рух від веденого шківів клинопасової передачі привода вальців за допомогою плоскопасової передачі і двох редукторів.

1.4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Мета кваліфікаційної роботи дослідження впливу конструктивних параметрів на процес помелу та розроблення заходів з модернізації вальцьового верстату А1-Б3-2Н

Завдання роботи: провести аналіз сучасної технології та обладнання для виробництва борошна, виконати технологічний розрахунок вальцьового верстату з метою визначення критичних параметрів та розмірів робочих органів; провести розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу вальцьового верстата; виконати кінематичний розрахунок вальцьового верстата та проектні і перевірні розрахунки конструктивних елементів вальцьового верстату; проаналізувати особливості експлуатації вальцевого верстата, провести комп'ютерне моделювання валика приводу вальців верстата.

2. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень.

При проведенні тих чи інших досліджень необхідно крім суті дослідження визначитися з методами і методиками. Метод - це шлях, яким ми підемо до досягнення поставленої задачі (наприклад: теоретичний, аналітичний, експериментальний тощо), тобто засіб чи спосіб досягнення мети або дослідження явища. Він передбачає при рішенні якоїсь проблеми планомірний підхід наукового пізнання та встановлення істини.

Науковий метод – відповідає на запитання: «Як пізнавати?», це спосіб пізнання різних явищ в їх взаємозв'язку та розвитку. Методика дослідження – це послідовність правил та порядок в застосуванні методів, прийомів та способів під час проведення дослідження. Застосування науково обґрунтованих методів це найвпевненіша умова отримання нових знань. Дослідник, який ознайомлений з методами дослідження і можливостями їх застосування, витрачає менше сил і отримує кращі результати, ніж той, хто діє за принципом «спроб і помилок» і у своєму дослідженні спирається лише на інтуїцію. Вибір точних і правильних методів – не єдина складова успіху наукового дослідження. Велику роль відіграють також здатність творчо мислити, здібність аналізувати і робити висновки і передбачення. Але вибір правильних методів направляє дії і думки дослідника, показує найкоротший шлях для отримання позитивного результату і таким чином економить енергію і час науковця.

Кожний метод наукового пізнання слід розглядати як систему регулятивних принципів діяльності науковця. Методів пізнання об'єктивної дійсності відомо дуже багато.

Раціональний вибір методів дослідження вимагає знання їх класифікації. Найскладнішою вважається методика проведення

різнопланових експериментальних досліджень. Одні й ті ж методи можуть використовуватись у різних наукових галузях

Методи у різних галузях можуть збігатись за назвою але мати різну мету та методики їх реалізації.

Існують різні класифікації методів. Зокрема методи поділяють на групи відповідно до: – мети і способу реалізації; – ознаки способу реалізації; – верифікації; – прикладних аспектів; – функціональних можливостей; – теоретичних та емпіричних рівнів досліджень.

Найчастіше типи методів розрізняють такими : мета і спосіб реалізації.

До першого типу відносять методи що використовують для збору інформації, формування баз даних, спостереження тощо. Вторинні ж методи використовуються для аналізу та обробки отриманих даних, наприклад – кількісний та якісний аналіз, систематизація даних тощо. Верифікаційні методи і прийоми, що використовуються для перевірки отриманих результатів представляють третій тип. Вони працюють шляхом аналізу даних та базуються на основі вимірювання співвіднесення різного роду постійних і змінних чинників. За видом способу реалізації відрізняються логіко-аналітичні, візуальні та експериментально-ігрові методи. Перший вид охоплює дедукцію та індукцію, які різняться вихідним етапом аналізу. При використанні візуальних або графічних, методів отримуємо – графіні та інші візуальні представлення даних. Вони дають змогу отримати з одного боку цілісне уявлення про об'єкт але водночас можуть наочно демонструвати його складові та співставлення між ними.

Експериментально-ігрові методи розглядають реальні об'єкти, і призначенні для прогнозування результатів.

Математичні методи сьогодні широко використовуються для розв'язку прикладних наукових завдань. Вони зручні у використанні, не потребують значних витрат і надають можливість вивчати масові явища. Наприклад, для вивчення масових явищ у соціології, лінгвістиці зручно користуватись математичною статистикою й теорією ймовірностей дає. Математичні

методи добре себе зарекомендували при роботі зі статистичними базами даних. Інколи методи дослідження поділяють на групи відповідно до їх можливостей або меж застосування: призначені для певних етапів або потреб дослідження й універсальні.

2.2. Алгоритм і методики проведення математичного моделювання

Під час проведення тих чи інших досліджень виникає необхідність створення моделей різних систем: фізичних, математичних, аналогових тощо. Моделювання спрощує дослідження, а подекуди є практично єдиним методом пізнання. Процес моделювання як відомо складається з декількох етапів. На першому етапі визначається мету та задача моделювання. Далі, на другому етапі, проводиться вербальний опис системи. Вибираються та описуються змінні моделі, одночасно проводиться опис структури системи та формулюванням цілей та задач дослідження, складається концептуальна модель системи.

Далі з врахуванням наявних інструментальних засобів та програмного забезпечення, проводиться визначення на основі чого буде побудована модель . Якщо обирається теоретична база моделювання, то необхідно описати систему, математичними рівняннями, обраними елементами формального опису, визначити початкові, кінцеві параметри, критичні точки. Формальне представлення системи часто подають у вигляді схеми, з зображеними зв'язками між елементами системи Показують також сполучення із зовнішнім середовищем і указують характеристики і параметри складових системи.

У складі формальній моделі розміщують інформація, у який спосіб будуть знайдені значення вихідних змінних в результаті моделювання.

На третьому етапі створюють і відлагоджують модель.

Спочатку виконується реалізація моделі за допомогою обраного програмного забезпечення. Потім виконується верифікація (перевірка) моделі, тобто перевірка алгоритму моделювання на відповідність задуму моделювання. Наприклад, змінюють значення вхідних змінних і спостерігають як модель реагує на таке змінювання. Якщо реакція моделі відповідає логіці її функціонування, то модель вважається правильною. Завершується створення моделі перевіркою адекватності моделі, що полягає у порівнянні значень вихідних змінних об'єкта, що моделюється, і моделі при однакових значеннях вхідних змінних. Очевидно, що таку перевірку можна здійснити тільки, якщо відомі деякі значення вхідних і вихідних змінних досліджуваного об'єкта.

Четвертий етап – використання моделі за призначенням, тобто для обробки якогось інформації чи розв'язку конкретного завдання. Заотриманими результатами формують висновки і пропозиції це власне дослідження моделі. Результати моделювання стають корисними, якщо проведено змістовне дослідження моделі відповідно до цілі моделювання. Експерименти, що проводяться з моделлю, мають бути спочатку сплановані, потім – проведені, і наприкінці – статистично оброблені. Аналіз результатів моделювання складається з оцінки точності результатів моделювання, оцінки стійкості результатів моделювання та оцінки чутливості результатів моделювання. Формування висновків та пропозицій є завершальний етап моделювання, на якому підводяться підсумки та висловлюються думки щодо напрямків подальшого дослідження об'єкта моделювання

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми вальцьового верстату.

Привід мелючих вальців від електродвигуна здійснюється через клинопасову передачу, ведений шків, якої насажений на цапфу вальця, який швидше обертається.

Число обертів електричного двигуна:

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

Кутова частота обертання двигуна

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

Для забезпечення заданої продуктивності необхідно щоб валець, який швидше обертається, обертася з частотою:

$$n_2 := 460 \quad \text{об/хв.}$$

Необхідне передаточне число клинопасової передачі:

$$u_k := \frac{n_{\text{дв}}}{n_2} \quad u_k = 1.63$$

Приймаємо передаточне число клинопасової передачі

$$u_k := 1.6$$

Дійсна частота обертання вальця з більшою швидкістю:

$$n_2 := \frac{n_{\text{дв}}}{u_k} \quad n_2 = 468.75 \quad \text{об/хв} = 7.8 \text{об/с.}$$

Кутова частота обертання вальця з більшою швидкістю:

$$\omega_2 := \frac{n_2 \cdot \pi}{30} \quad \omega_2 = 49.087 \quad (\text{рад/с})$$

Обертання мелючого вальця з меншою швидкістю здійснюється від мелючого вальця з більшою швидкістю через чотирьохступеневу коробку швидкостей, яка має чотири пари зубчатих коліс і дозволяє змінювати швидкість обертання вальців з передаточним числом в 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 приводу мелочних вальців верстату буде:

$$u_{31} := u_K \cdot u_{B1} \quad u_{31} = 4.218$$

Дійсна частота обертання вальця з меншою швидкістю.

$$n_{31} := \frac{n_{дв}}{u_{31}} \quad n_{31} = 177.802 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання вальця з меншою швидкістю:

$$\omega_{31} := \frac{n_{31} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{31} = 18.619 \quad (\text{рад/с})$$

Аналогічно проводимо розрахунок для решти пар шестерень коробки швидкостей.

Для другої пари шестерень:

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

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

$$u_{32} := u_K \cdot u_{B2} \quad u_{32} = 3.141$$

Дійсна частота обертання вальця з меншою швидкістю:

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

Кутова частота обертання вальця з меншою швидкістю:

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

Для третьої пари шестерень:

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

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

$$u_{33} := u_K \cdot u_{B3} \quad u_{33} = 2.4$$

Дійсна частота обертання вальця з меншою швидкістю:

$$n_{33} := \frac{n_{дв}}{u_{33}} \quad n_{33} = 312.5 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання вальця з меншою швидкістю:

$$\omega_{33} := \frac{n_{33} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{33} = 32.725 \quad (\text{рад/с}).$$

Для четвертої пари шестерень:

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

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

$$u_{34} := u_K \cdot u_{B4} \quad u_{34} = 1.956$$

Дійсна частота обертання вальця з меншою швидкістю:

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

Кутова частота обертання вальця з меншою швидкістю:

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

Таким чином використання коробки швидкостей дасть змогу змінювати швидкість обертання вальця з меншою швидкістю в межах 177.802-383.523 об/хв.

Живильні валики приводяться в рух від веденого шківів клинопасової передачі за допомогою плоскопасової передачі та двох редукторів.

Діаметри шківів плоскопасової передачі:

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

Передаточне відношення плоскопасової передачі:

$$u_{\text{П}} := \frac{D_4}{D_3} \quad u_{\text{П}} = 2$$

Дійсна частота обертання великого шківів плоскопасової передачі:

$$n_4 := \frac{n_2}{u_{\text{П}}} \quad n_4 = 234.375 \quad \text{об/хв} .$$

Кутова частота обертання великого шківів плоскопасової передачі::

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

Кількість зубів зубчатої передачі 3-4:

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

Передаточне відношення зубчатої передачі 3-4:

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

Частота обертання розподільчого валка :

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

Кутова частота обертання розподільчого валка :

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

Обертання від розподільчого валка до живильного валка передається через зубчасту передачу 9-10 та чотирьохшвидкісну коробку швидкостей.

Кількість зубів зубчастої передачі 9-10:

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

Передаточне відношення зубчастої передачі 9-10:

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

Частота обертання проміжного вала 6:

$$n_6 := \frac{n_7}{u_{p2}} \quad n_6 = 127.315 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання проміжного вала 6:

$$\omega_6 := \frac{n_6 \cdot \pi}{30} \quad \omega_6 = 13.332 \quad (\text{рад/с}).$$

Обертання дозувального валка здійснюється від 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:

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

Дійсна частота обертання 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 пар шестерень коробки швидкостей.

Для другої пари шестерень:

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

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

Дійсна частота обертання дозувального валка:

$$n_{52} := \frac{n_6}{u_{д2}} \quad n_{52} = 84.877 \quad \text{об/хв}$$

Кутова частота обертання дозувального валка:

$$\omega_{52} := \frac{n_{52} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{52} = 8.888 \quad (\text{рад/с}).$$

Для третьої пари шестерень:

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

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

Дійсна частота обертання дозувального валка:

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

Кутова частота обертання дозувального валка:

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

Для четвертої пари шестерень:

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

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

Дійсна частота обертання дозувального валка:

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

Кутова частота обертання дозувального валка:

$$\omega_{54} := \frac{n_{54} \pi}{30} \quad \omega_{54} = 11.666 \quad (\text{рад/с}).$$

Використання коробки швидкостей дає змогу змінювати швидкість обертання дозувального валка в межах 73.709-111.4 об/хв.

Кінематична схема другої половини вальцевого верстата аналогічна.

3.2. Розрахунок зубчатих передач коробки швидкостей приводу мелючих вальців

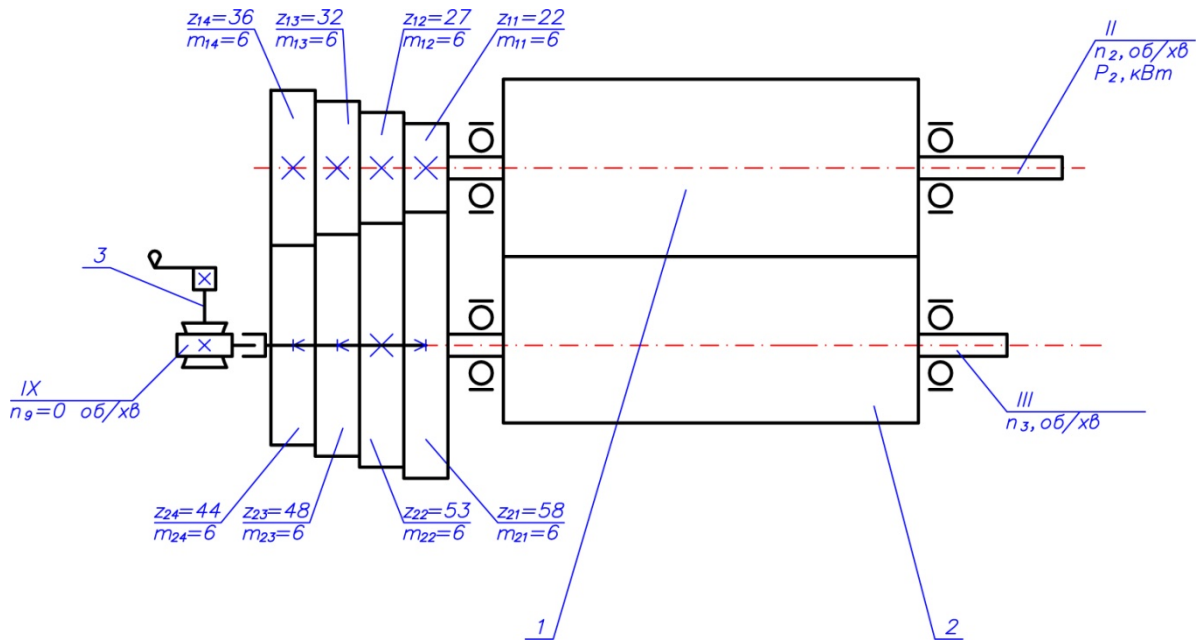


Рисунок 3.2. – Розрахункова схема

- 1 – мелючий валець з більшою швидкістю,
- 2 - мелючий валець з меншою швидкістю,
- 3 – механізм переключення швидкостей мелючих вальців

В коробці швидкостей використані шестерні z_{11} , z_{21} , z_{14} , z_{24} , які входять в комплект поставки верстата. Шестерні для зубчатих передач z_{12} - z_{22} , та z_{13} - z_{23} необхідно виготовити. Конструктивні параметри даних шестерень вибираємо таким чином, щоб не змінилася міжосьва відстань між вальцями та забезпечувалася ступенева зміна передаточного відношення.

Ширину шестерень, нормальний модуль, кут нахилу зуба, а також 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 зубців 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

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

Номінальна потужність та кількість обертів на валу електродвигуна:

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

$$n_{дв} := 750 \text{ об/хв}$$

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

Крутний момент на валу електродвигуна:

$$T_1 := \frac{P_{дв}}{\omega_1} \quad T_1 = 235.549 \text{ Н*м}$$

Передаточне відношення клинопасової передачі:

$$u_k := 1.6$$

К.к.д. клинопасової передачі [10]:

$$\eta_k := 0.96$$

Крутний момент на валу вальця з більшою швидкістю:

$$T_2 := T_1 \cdot u_k \cdot \eta_k \quad T_2 = 361.804 \quad \text{Н*м}$$

Кількість обертів вальця з більшою швидкістю:

$$n_2 := 468.75 \quad \text{об/хв}$$

1. Розглянемо зубчасту пару $z_{12} \cdot z_{22}$.

Кількість зубців:

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

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

Ділильні діаметри:

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

$$d_{22} := z_{22} \cdot \frac{m}{\cos\beta} \quad d_{22} = 331.25 \quad \text{мм}$$

Міжосьова відстань:

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

Визначаємо окружну швидкість:

$$v_{12} := \frac{\pi \cdot d_{12} \cdot 10^{-3} \cdot n_2}{60} \quad v_{12} = 4.142 \quad \text{м/с}$$

Приймаємо 8 степінь точності. З таблиці 8,3 [10]:

$$K_{Hv} := 1.02$$

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

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

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 торцьового перикриття:

$$\epsilon_{\alpha} := \left[1.88 - 3.2 \cdot \left(\frac{1}{z_{12}} + \frac{1}{z_{22}} \right) \right] \cdot \cos\beta \quad \epsilon_{\alpha} = 1.633$$

який знаходиться в рекомендованих границях.

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

$$Z_{H\beta} := \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot (\cos\beta)^2}{\epsilon_{\alpha}}} \quad Z_{H\beta} = 0.777$$

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

$$\sigma_H := 1.18 \cdot Z_{H\beta} \cdot \sqrt{\frac{E_{пр} \cdot T_2 \cdot 10^3 \cdot K_H \cdot \left(\frac{u_{12} + 1}{u_{12}} \right)}{d_{12}^2 \cdot b_{12} \cdot \sin 2\alpha}}$$

$$\sigma_H = 414.749 \quad \text{МПа}$$

Кількість циклів навантаження кожного зуба за строк служби

$$T_c := 10000 \quad \text{годин}$$

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

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

$$k_{pk} := 1$$

Допустимі контактні напруження для матеріала 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 за контактним напруженням виконується.

Проведемо перевірку за напруженнями згину.

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 зміщення $x=0$ знаходимо коефіцієнти форми зубців:

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

$$n_T := 1.75$$

Визначаємо відношення:

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

$$\frac{\sigma_H}{Y_{F22} \cdot n_T} = 6.875 \times 10^7$$

Далі розрахунок виконуємо для шестерні, у якої відношення менше.

$$Y_F := Y_{F12} \quad Y_F = 3.92$$

З таблиці 8.7 [10] маємо:

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

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

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

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

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

За табл.8.3 [10]:

$$K_{Fv} := 1.11$$

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 згін:

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

Допустимі напруження на згін:

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

Оскільки $\sigma_F < [\sigma_F]$, то умова міцності за напруженням на згин виконується.

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:

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

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

Міжосьова відстань:

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

Визначаємо окружну швидкість:

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

Приймаємо 8 степінь точності. З таблиці 8,3 [10]:

$$K_{Hv} := 1.02$$

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

$$\psi_{bd13} := \frac{b_{13}}{d_{13}} \quad \psi_{bd13} = 0.275$$

маємо коефіцієнт концентрації навантаження:

$$K_{H\beta} := 1.1$$

$$K_H := 1.1 \cdot K_{H\beta} \quad K_H = 1.21$$

З таблиці 8.7 [10]:

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

Коефіцієнт торцьового перикриття:

$$\varepsilon_{\alpha} := \left[1.88 - 3.2 \cdot \left(\frac{1}{z_{13}} + \frac{1}{z_{23}} \right) \right] \cdot \cos\beta \quad \varepsilon_{\alpha} = 1.645$$

який знаходиться в рекомендованих границях.

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

$$Z_{H\beta} := \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot (\cos\beta)^2}{\varepsilon_{\alpha}}} \quad Z_{H\beta} = 0.774$$

Розрахункові контактні напруження визначаємо за 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 зуба за строк служби

$$T_c := 10000 \quad \text{годин}$$

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

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

$$k_{\text{pk}} := 1$$

Допустимі контактні напруження для матеріала 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 за контактним напруженням виконується.

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 коефіцієнті зміщення $x=0$ 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, у якої відношення менше.

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

З таблиці 8.7 [10] маємо:

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

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

$$Z_{F\beta} := K_{F\alpha} \cdot \frac{Y_{\beta}}{\epsilon_{\alpha}} \quad Z_{F\beta} = 0.656$$

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 $K_F := K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \quad K_F = 1.32$

Окружна сила в зацепленні:

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

Максимальні розрахункові напруження на згін:

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

Допустимі напруження на згін:

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

Оскільки $\sigma_F < [\sigma_F]$, то умова міцності за напруженням на згин виконується.

3.3. Розрахунок валу механізму подачі продукту верстату А1-В3- 2Н

Проаналізуємо конструкцію механізму подачі продукту вальцьового верстату А1-В3- 2Н. На вал 35 круглого перерізу насаджений шків 14, шестерня спеціальна 34, через яку передається крутний момент на розподільчий валок. Вал обертається в жорстко закріпленому підшипнику кочення 61 та корпусі 3, що виконує роль підшипника ковзання.

Потужність двигуна

$$N_{\text{дв}} := 18.5 \quad \text{кВт}$$

Вона розподіляється між мелючими і живильними валками на 2 половини верстата

$$N := \frac{N_{\text{дв}} \cdot 1000}{2} = 9.25 \times 10^3 \quad \text{Вт}$$

Діаметр шестерні на валу

$$D_1 := 0.15 \quad \text{м}$$

Діаметр шківа

$$D_2 := 0.2 \quad \text{м}$$

Кількість обертів вала

$$n_4 := 234.375 \quad \text{об/хв}$$

Кутова швидкість

$$\omega_4 := \frac{\pi \cdot n_4}{30} = 24.544 \quad \text{с}^{-1}$$

Крутний момент на валу

$$T := \frac{N}{\omega_4} = 376.879 \quad \text{Н}\cdot\text{м}$$

$$I_{\tau I} := 12 \text{ МПа}$$

Визначаємо наближено середній діаметр вала

$$d := \sqrt[3]{\frac{T}{0.2 \cdot I_{\tau I} \cdot 1000000}} = 0.054 \quad \text{м}$$

Оскільки механізми вальцьового верстата працюють під високим динамічним навантаженням, конструктивно приймаємо:

$$d := 0.065 \quad \text{м}$$

Визначаємо сили, що діють в прямозубому зачепленні.

$$\alpha := 20$$

Окружна сила

$$F_{t1} := \frac{2 \cdot T}{D_1} = 5.025 \times 10^3 \quad \text{Н}$$

Радіальна сила

$$F_{r1} := F_{t1} \cdot \tan(\alpha) = 1.124 \times 10^4 \quad \text{Н}$$

Визначаємо навантаження на вал в місці посадки шківів плоскопасової передачі.

Окружна сила

$$F_{t2} := \frac{2 \cdot T}{D_2} = 3.769 \times 10^3 \quad \text{Н}$$

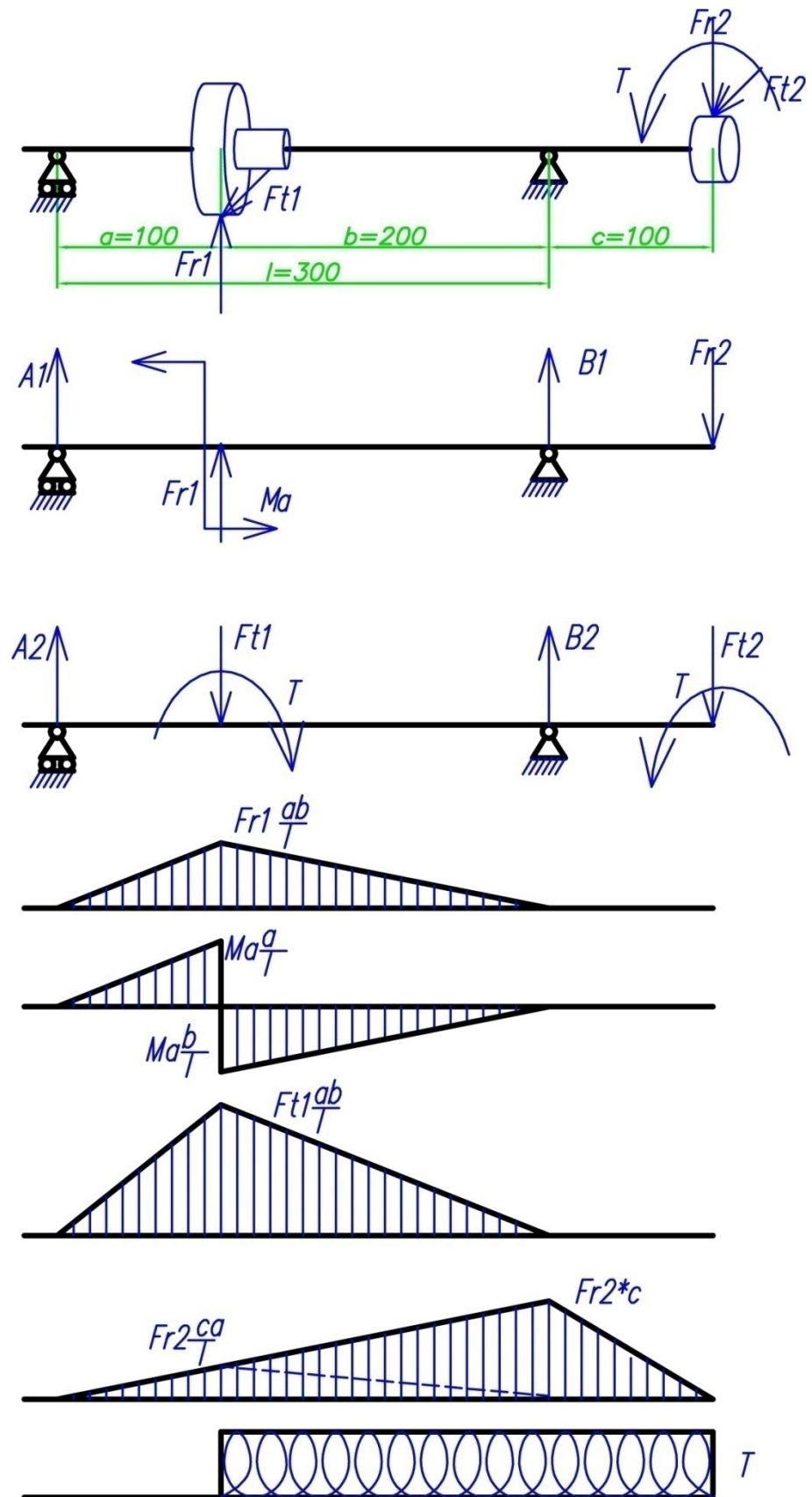


Рисунок 3.3 - Епюри крутних і згинних моментів

Для пасових передач [10] зазвичай F_r в 2-3 рази більше ніж F_t .

$$F_{r2} := 3 \cdot F_{t2} = 1.131 \times 10^4 \quad \text{Н}$$

Визначаємо реакції в опорах і будуємо епюри згинних та крутних моментів.

$$a := 0.1 \quad \text{м} \quad b := 0.2 \quad \text{м} \quad c := 0.1 \quad \text{м}$$

$$l := a + b = 0.3$$

У вертикальній площині:

$$A_1 + B_1 + F_{r1} - F_{r2} = 0$$

$$B_1 \cdot l + F_{r1} \cdot a - F_{r2} \cdot (l + c) = 0$$

Звідки +

$$B_1 := \frac{-F_{r1} \cdot a + F_{r2} \cdot (l + c)}{l} = 1.133 \times 10^4 \quad \text{Н}$$

$$A_1 := -B_1 - F_{r1} + F_{r2} = -1.126 \times 10^4 \quad \text{Н}$$

Знак "-" означає, що напрямки A_1 мають бути протилежними.

У горизонтальній площині:

$$A_2 + B_2 - F_{t1} - F_{t2} = 0$$

$$B_2 \cdot l - [F_{t1} \cdot a + F_{t2} \cdot (l + c)] = 0$$

Звідки

$$B_2 := \frac{F_{t1} \cdot a + F_{t2} \cdot (1 + c)}{1} = 6.7 \times 10^3 \quad \text{Н}$$

$$A_2 := F_{t1} + F_{t2} - B_2 = 2.094 \times 10^3 \quad \text{Н}$$

Розробляємо конструкцію вала. Оскільки вал відносно невеликої довжини приймаємо конструктивно $d=65\text{мм}$ по всій довжині вала, з діаметром 75 в місці упору шарикопідшипника.

Прораховуємо два небезпечних переріза: I - в місці опори В (встановлення підшипника), та II - в місці посадки шестерні

Матеріал вала - сталь 40Х, границя міцності

$$\sigma_B := 850 \cdot 10^6 \quad \text{Па}$$

границя текучості

$$\sigma_T := 550 \cdot 10^6 \quad \text{Па.}$$

Строк служби - тривалий, навантаження близьке до постійного, допускається короткочасне перевантаження

Для перерізу I:

$$M_{II} := \sqrt{(A_1 \cdot a)^2 + (A_2 \cdot a)^2} = 1.146 \times 10^3 \quad \text{Н}\cdot\text{м}$$

Напруження згину

$$\sigma_{зII} := \frac{M_{II}}{0.1 \cdot d^3} = 4.172 \times 10^7 \quad \text{Па}$$

Амплітуди постійної та змінної складових циклів

напруження при згині:

$$\sigma_m := 0$$

$$\sigma_a := \sigma_{зП} \quad \sigma_a = 4.172 \times 10^7 \quad \text{Па.}$$

Напруження кручення

$$\tau_{П} := \frac{T}{(0.2 \cdot d^3)} = 6.862 \times 10^6 \quad \text{Па}$$

Амплітуди постійної та змінної складових циклів

напруження кручення:

$$\tau_m := 0.5 \tau_{П} \quad \tau_m = 3.431 \times 10^6 \quad \text{Па,}$$

$$\tau_a := 0.5 \tau_{П} \quad \tau_a = 3.431 \times 10^6 \quad \text{Па.}$$

Границі вносливості:

$$\sigma_1 := 0.4 \cdot \sigma_B \quad \sigma_1 = 3.4 \times 10^8 \quad \text{Па,}$$

$$\tau_1 := 0.2 \cdot \sigma_B \quad \tau_1 = 1.7 \times 10^8 \quad \text{Па,}$$

$$\tau_b := 0.6 \cdot \sigma_B \quad \tau_b = 5.1 \times 10^8 \quad \text{Па.}$$

Прийнявши радіус галтелі: $r := 0.0004 \text{ м, для:}$

$$\frac{r}{d} = 6.154 \times 10^{-3}$$

за таблицею 15.1 [14] знаходимо:

$$K_{\sigma} := 1.6 \quad K_{\tau} := 1.25$$

За графіками (рис.15.5, рис 15.6 [14]):

$$K_d := 0.8 \quad K_F := 1$$

Коефіцієнти [14]):

$$\psi_\sigma := 0.1 \quad \psi_\tau := 0.05$$

Знаходимо запас опору втоми по згину:

$$s_\sigma := \frac{\sigma_1}{\frac{K_\sigma \cdot \sigma_a}{K_d \cdot K_F} + \psi_\sigma \cdot \sigma_m} \quad s_\sigma := 2.03$$

Запас опору втоми по крученню:

$$s_\tau := \frac{\tau_1}{\frac{K_\tau \cdot \tau_a}{K_d \cdot K_F} + \psi_\tau \cdot \tau_m} \quad s_\tau = 30.729$$

Загальний запас міцності:

$$s := \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} \quad s = 2.026 \quad > \text{IsI} = 1.5$$

+ Перевіряємо статичну міцність при перевантаженнях.
При перевантаженнях навантаження подвоюються:

$$\sigma_{3\Pi} := 2 \cdot \sigma_{3\Pi} \quad \sigma_{3\Pi} = 8.343 \times 10^7 \quad \text{Па,}$$

$$\tau_{\Pi} := 2 \cdot \tau_{\Pi} \quad \tau_{\Pi} = 1.372 \times 10^7 \quad \text{Па.}$$

$$\text{IsI} := 0.8 \cdot \sigma_T \quad \text{IsI} = 4.4 \times 10^8 \quad \text{Па.}$$

$$\sigma_{\text{ек}} := \sqrt{\sigma_{3\Pi}^2 + \tau_{\Pi}^2} \quad \sigma_{\text{ек}} = 8.455 \times 10^7 \quad \text{Па} < \text{IsI}$$

3.4. Розрахунок підшипника

Вал механізму подачі вальцьового верстату змонтований на підшипнику кочення в місці посадки шків плоскопасової передачі та підшипника ковзання в корпусі механізму.

Визначимо потрібний коефіцієнт працездатності підшипника та підберемо його по каталогу.

Потужність на валу $P=7.5$ кВт.

Вал обертається зі швидкістю 235,214 об/хв.

В місці встановлення підшипника у попередньому пункті були визначені складові реакції опори B_1 і B_2 :

$$B_1 = 1.133 \times 10^4 \quad \text{Н}$$

$$B_2 = 6.7 \times 10^3 \quad \text{Н}$$

Визначаємо результуючі радіальні реакції

$$R_B := \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 1.316 \times 10^4 \quad \text{Н}$$

Розрахуємо приведені навантаження підшипника. Для підшипника з короткими циліндричними роликами воно визначається за формулою

$$Q = R \cdot K_k \cdot K_G \cdot K_T$$

де K_k - коефіцієнт обертання. При обертанні внутрішнього кільця підшипника

$$K_k := 1$$

K_G - коефіцієнт безпеки. Для роботи механізму з помірними поштовхами і вібрацією та короткочасними перенавантаженнями до 150%:

$$K_G := 1.5$$

K_T - температурний коефіцієнт. Для робочої температури підшипника до 100°C

$$K_T := 1$$

Тоді приведені навантаження підшипника, Н:

$$Q := R_B \cdot K_k \cdot K_G \cdot K_T = 1.974 \times 10^4$$

Кількість обертів вала

$$n_1 := 234.375 \quad \text{об/хв}$$

Задаємося теоретичною довговічністю підшипника 5000 год. і визначаємо потрібну динамічну вантажопідйомність підшипника:

$$L := 5000$$

$$\alpha := \frac{10}{3}$$

$$C := Q \cdot \left(\frac{60 n_1 L}{10^6} \right)^{\left(\frac{1}{\alpha} \right)} = 7.071 \times 10^4$$

Вибираємо згідно ГОСТ 5721-75 підшипник 113615у, для якого динамічна вантажопідйомність, Н:

$$C := 338000$$

і визначаємо його теоретичну довговічність:

$$L_h := \frac{10^6}{60 \cdot n_4} \cdot \left(\frac{C}{Q} \right)^\alpha = 9.199 \times 10^5$$

Теоретична довговічність 919900 год забезпечить надійну і довговічну роботу вибраного підшипника.

3.6. Особливості експлуатації вальцьового верстата А1-В3-2Н

Верстат вальцьовий призначений для подрібнення зернової сировини на підприємствах по виробництву борошна і крупи.

Живильні валики приводяться в рух від веденого шківа клинопасової передачі привода вальців за допомогою плоскопасової передачі і двох редукторів. Для регулювання подачі вихідного продукту над дозувальним валиком на шарнірах підвішена заслінка, з'єднана через гвинт, гайку, важелі, ролик, кронштейн, важіль і валик з датчиком живлення, який виконано у виді двох шторок. Для регулювання впливу продукту і, отже, чутливості датчика, призначена пружина, деформація якої змінюється переміщенням гайок щодо гвинта. Механізм настроювання паралельності вальців складається з маховичка, з'єданого шпонкою із втулкою, у різьбовий отвір якої ввернутий гвинт.

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

Для очищення рифлених та шорстких вальців (крім I, II драгих і 12 розмельної систем) застосовуються щітки з полімерного матеріалу. Для

очищення гладких вальців і вальців 12 розмольної системи застосовуються ножі.

З метою поліпшення умов запуску привідного електродвигуна контакт ножів з вальцями можливий тільки після привалу останніх, - що досягається блокуванням переміщення ножів з обертанням ексцентрикового вала за допомогою тросів. Пристрій охолодження вальців, які швидко обертаються складається з корпусу, прикріпленого до картера кожуха межвальцевої передачі і консольної трубки, жорстко укріпленої в корпусі. Усередині корпусу, у підвідній магістралі, змонтований корковий кран, відкриває і закриває вхід води у порожнину вальця. Відвід води з вальця забезпечує спеціальна насадка. При заміні вальців подача води перекривається вентилям, укріпленим на вертикальній підвідній трубі.

Щоб включити верстат в роботу запускають електродвигуна, з якого клинові паси передають обертання шківу, а далі вальцям.

Від маточини шків обертання плоскопасовою передачею передається ведучій півмуфті кулачкової муфти. У процесі надходження продукту в живильну трубу змінюється ємність зонда. Зміна ємності зонда перетворюється електричною схемою голівки зонда в напругу, що керує роботою реле релейного блоку. Це спонукає роботу електропневматичного клапана, який з'єднує магістраль стиснутого повітря з пневмоциліндром. Поршень переміщає шток вгору, а від нього через механізм паралельного зближення повертається ексцентриковий вал, шипи якого переміщують нагору важелі, підвіску, запобіжні пружини і вільні кінці рухомих підшипників. Відбувається привал вальців.

Виникаюча від тертя вальців і продукту тепла енергія відводиться водою через пристрій охолодження. При нормальній роботі системи температура вальців має бути не вищою 60°C. При цій температурі вальців забезпечується збереження в продукті вологи, що практично виключає висихання оболонки і сприяє покращенню якості (сортності) борошна і зменшує засміченість сит розсівів.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАЛКІВ ВАЛЬЦЬОВОГО ВЕРСТАТУ НА ПРОЦЕС ПОДРІБНЕННЯ

4.1. Аналіз факторів що впливають на процес подрібнення на вальцьовому верстаті

Тверді тіла підлягають подрібненню для отримання сипкого матеріалу, який складається із частинок певної крупності. Цей матеріал є кінцевим продуктом або продуктом, який зручно обробляти далі. Такий метод називається простим подрібненням. В інших випадках тверді тіла, неоднорідні за складом, піддають вибіркового подрібненню для вивільнення частинок певної речовини.

При вибіркового подрібненні, обов'язково багаторазовому, процес відбувається послідовно. Використовуючи різницю структурно-механічних властивостей складових продукту, який підлягає подрібненню, кожен етап процесу подрібнення здійснюють таким чином, щоб були отримані частинки, які відрізняються за фізичними властивостями, що надалі полегшує розділення сипкої суміші сепаруванням на фракції, кожна з яких складається з частинок, більше чи менше однорідних за складом.

Подрібнення пшениці чи жита в сортове борошно базується на використанні різниці структурно-механічних властивостей ендосперму та оболонок, яка збільшується після гідротермічної обробки зерна. Щоб запобігти надлишковому подрібненню оболонок, в основу побудови складного помолу покладено метод вибіркового подрібнення зерна та його частин. Цей метод в сполученні з оптимальними формами робочих органів машин для подрібнення та їх кінематичними параметрами дозволяє проводити процес таким чином, щоб звести до мінімуму подрібнення оболонок і вилучити із зерна максимальну кількість ендосперму. Вихід, тобто

вилучення борошна, а також його якість в значній мірі залежать від досконалості процесу подрібнення зерна.

Робочими органами вальцьового верстата є два горизонтально розміщених циліндричних вальця з рифленою або шорсткою поверхнею, які обертаються назустріч один одному з різними швидкостями. Продукт руйнується в клиновидному зазорі внаслідок різниці відносних швидкостей. Руйнування частинок починається трохи вище лінії, що з'єднує центри вальців. Зерно, або його частинки, попавши в зону подрібнення, підлягають одночасній дії деформації стиску внаслідок поступового зменшення відстані між поверхнями вальців та зсуву в результаті різниці їх швидкостей.

У залежності від взаємного розміщення граней вістря і спинки пари вальців розрізняють чотири положення. На рисунку 3.1 показано, як зерно (чи частка продукту), потрапивши у зону подрібнення, підтримується гранню вальця, який повільно обертається (показано однією стрілкою) і подрібнюється гранями вальця, який обертається швидше.

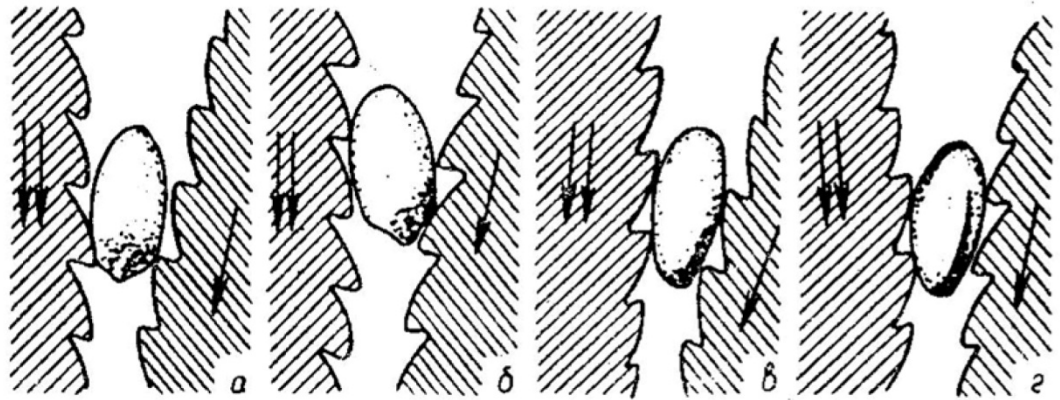


Рисунок 3.1. – Схеми розміщення рифлів:

- а) - "вістря по вістря"; б) — "вістря по спинці"; в) — "спинка по вістря";
 г) — "спинка по спинці"; (двома стрілками позначений валець, який швидше обертається).

Вибір взаємного розміщення рифлів визначається видом помелу, задачею, яка поставлена перед системою подрібнення, а також якістю зерна, що переробляється. Найбільш ефективно подрібнення з утворенням крупок і дунстів відбувається при взаємному розміщенні рифлів «вістря по вістря», коли руйнування відбувається в основному в результаті сколювання.

М'який вплив на продукт відбувається при розміщенні рифлів «спинка по спинці». У цьому випадку виходить велика кількість часток дрібних фракцій і борошна.

Ступінь подрібнення продукту при всіх інших рівних умовах залежить від співвідношення розмірів подрібнюваних частинок та відстані між поверхнями вальців на лінії, що сполучає їх центри (міжвальцьового зазору b). Чим зазор більший, тим витяг менший — режим високий, чим зазор менший, тим витяг більший — режим низький.

На кількісне співвідношення і якість проміжних продуктів процесу впливають щільність нарізки, ухил, взаємне розміщення і стан поверхні рифлів. Чим вище режим подрібнення зерна, тим більше розвиненим повинний бути процес розмолу, сортування і збагачення крупок, що дозволить отримати більше борошна вищих сортів.

4.2. Визначення мінімального діаметру вальців

Головною умовою здійснення процесу подрібнення продукту у вальцьовому верстаті є захват вальцями частинок продукту, який необхідно подрібнити. Умову захвату шматків матеріалу у вальцьовому верстаті характеризує кут захоплення α

$$\alpha = \arccos \frac{D + e}{D + d},$$

який повинен бути більшим подвійного кута тертя 2φ .

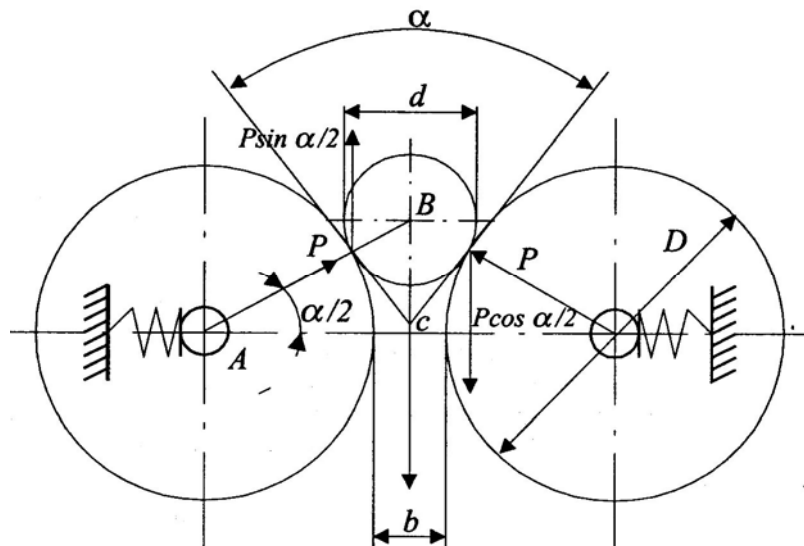


Рисунок 4.2. – Розрахункова схема для визначення мінімального діаметру вальців

Мінімальний діаметр валків визначаємо з геометричних міркувань згідно розрахункової схеми, показаної на рисунку за формулою [2, 8]:

$$D_{min} = \frac{d \cdot \cos \varphi - b}{1 - \cos \varphi} \quad (4.1)$$

де d – максимальний розмір частинки, яка поступає на подрібнення;

b – зазор між валками, який визначає, максимальний розмір частинки після подрібнення

φ - кут тертя частинки до поверхні валків:

$$\varphi = \operatorname{arctg}(f),$$

де f – коефіцієнт тертя продукту до поверхні валків.

Оскільки вальцьовий верстат може використовувється як для драних так і для розмольних систем, мінімальний діаметр вальців визначаємо для I драної системи. Геометричні розміри зерна пшениці [7, с.32]:

$$\text{довжина } l_3 = 4,2 \div 8,6 \text{ мм},$$

$$\text{ширина } b_3 = 1,6 \div 4,0 \text{ мм},$$

$$\text{товщина } h_3 = 1,5 \div 3,8 \text{ мм}.$$

Оскільки зерно пшениці відноситься до частинок неправильної геометричної форми, характерний лінійний розмір (максимальний розмір частинки d) 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 зерна $f=0,215 \div 0,230$; [7, с.131]. Для розрахунку приймаємо:

$$f = 0,22.$$

Кут тертя частинки до поверхні валків:

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

Оскільки на вальцьових верстатах можна подрібнювати не лише пшеницю та розрахунок проводимо з частинками розміром до 10 мм. По ходу процесу розмір частинок зменшується і відповідно зменшується відстань між валками побудуємо графік залежності мінімального діаметра мелючого валка за формулою (4.1) від діаметру частинки та зазору.

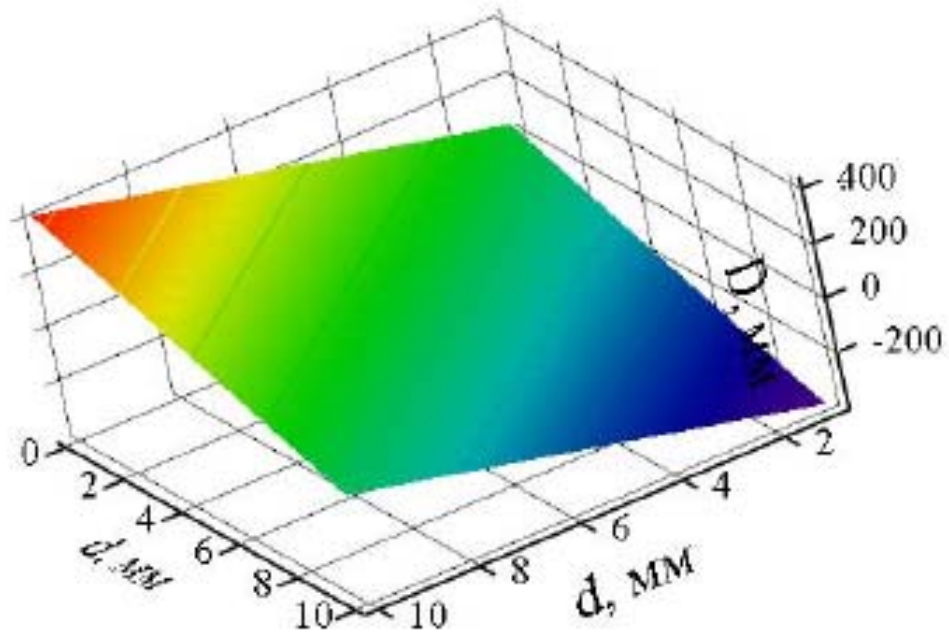


Рисунок 4. 3. – Графік залежності мінімального діаметра мелючого валка за формулою (4.1) від діаметру частинки d та зазору b .

Також розрахуємо для наших умов.

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

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

З врахуванням умови необхідності забезпечення високої жорсткості вальців та отримання махового моменту, достатнього для рівномірного їх ходу приймаємо діаметр валків $D=250$ мм.

4.3. Розрахунок максимальної швидкості обертання вальців

Частота обертання вальців обмежена умовою відкидання матеріалу під дією відцентрових сил. Максимальну частоту обертання вальців (об/с) визначаємо за формулою [2]:

$$n_{max} = 102,5 \cdot \sqrt{\frac{f}{\rho \cdot d \cdot D}}, \quad (4.2)$$

де f – коефіцієнт тертя продукту до поверхні валків;

ρ – густина матеріалу, що подрібнюється, кг/м^3 ;

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

D – діаметр валків, м.

Для зерна пшениці густина становить 1400кг/м^3 [7].

Частинки по ходу процесу помолу змінюються за розмірами (зменшуються) і змінюється співвідношення між розмірами частинки сировини і діаметром мелючого валка і відповідно змінюється допустима максимальна швидкість обертання валків. Графік залежності максимальної частоти обертання від розміру подрібнюваної частинки d та діаметра мелючого вальця D показано на рис. 4.4.

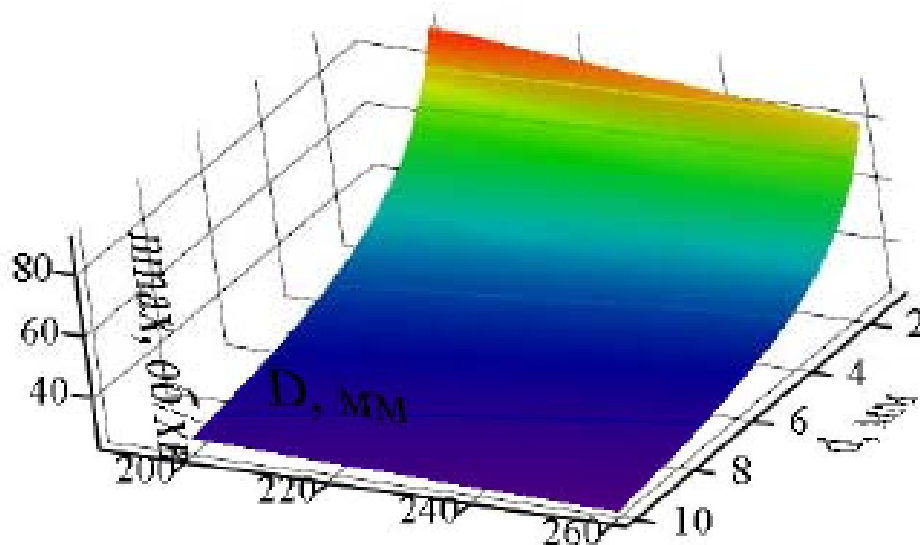


Рисунок 4.4. - Графік залежності максимальної частоти обертання мелючого вальця від його розміру D та розміру подрібнюваної частинки d

Також проведемо розрахунок за даними наведеними в попередньому пункті: максимальна частота обертання вальців буде:

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

4.4. Розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу вальцювого верстату

Продуктивність валкових машин розраховується з умови, що з вихідної щілини висипається безперервний потік подрібненого матеріалу товщиною b і шириною, рівною робочій довжині валка $L_P = 0,9L$.

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

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

тоді масова продуктивність дорівнює:

$$G = 1,25 \cdot \pi \cdot D \cdot L_P \cdot b \cdot \rho \cdot n \cdot \psi, \text{ кг/с}, \quad (4.3)$$

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

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

Номінальна довжина вальця верстата

$$L = 1,0 \text{ м},$$

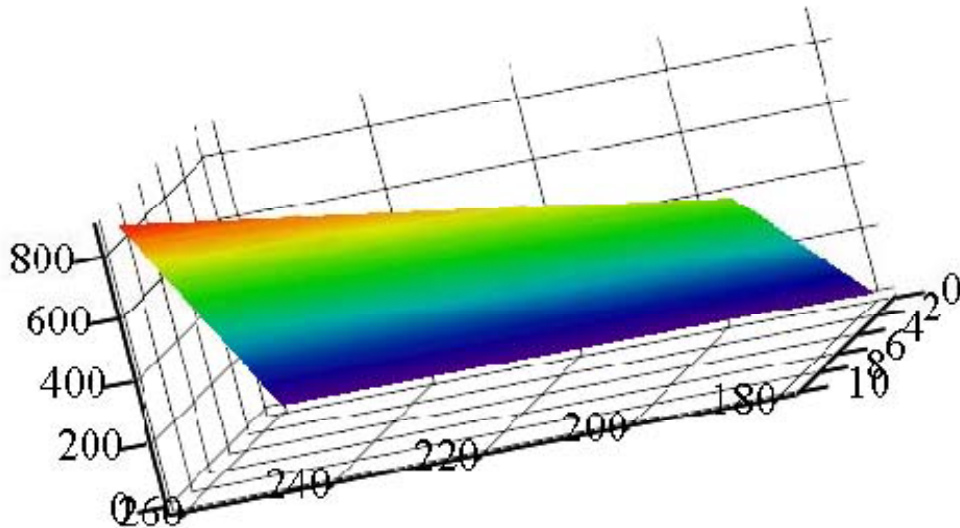
тоді його робоча довжина

$$L_p = 0,9L = 0,9\text{ м.}$$

Коефіцієнт розпушення для зерна пшениці приймаємо

$$\psi = 0,5.$$

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



4.5. - Графік залежності продуктивності половини верстата від конструктивних параметрів вальцевої паримлина максимальної частоти обертання мелючого вальця від його розміру D та розміру подрібнюваної частинки d

Масова продуктивність 1/2 вальцевого верстату I 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 валкової машини, виходячи з об'ємної теорії подрібнення можна визначити за формулою [2]:

$$N_E = 720 \cdot L \cdot D \cdot n \cdot \left(d + \frac{D^2}{120} \right), \quad (4.4)$$

де L – довжина вальців, м;

n – робоча частота обертання вальців, об/с.

По ходу технологічного процесу помолу борошна також відбувається зміна потужності необхідної для подрібнення.

Зміну потужності залежно від розмірів подрібнюваних частинок і діаметрів вальців (формула 4.4) представлено на рис.4.5.

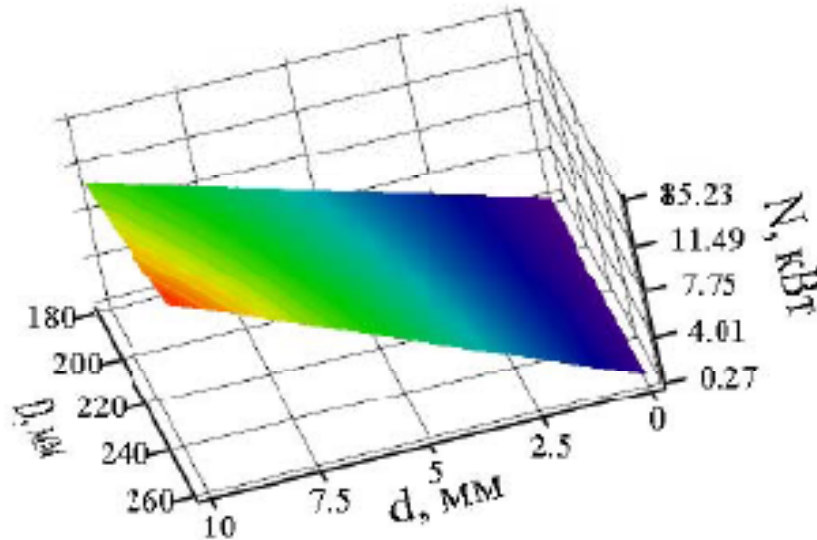


Рисунок 4.6. - Зміна потужності залежно від розмірів подрібнюваних частинок і діаметрів вальців

Потрібна потужність електроприводу половини вальцювого верстату для I драної системи:

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

На розмольних системах на подрібнення витрачається значно більше потужності, оскільки сировина має інші фізико-механічні характеристики і щільність її більша. Тому з приймаємо для розмольних систем:

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

Оскільки один і той же верстат може бути використаний на різних системах, двигуни підбираємо по максимальній потужності.

Приймаємо два електродвигуна серії 4А типу 4А200М8У3 з потужністю 18,5 кВт, синхронною частотою обертання 750об/хв.

4.6. Комп'ютерне моделювання валка приводу вальцевого верстата

Дослідження валка приводу вальцевого верстата під дією навантаження виконувалося за допомогою програмного комплексу Solidworks. Розрахунки та їх аналіз представлені нижче

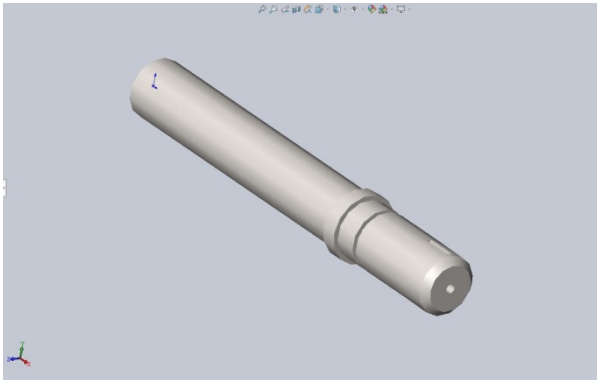


Рисунок 6 - конструктивна 3 d - схема валика

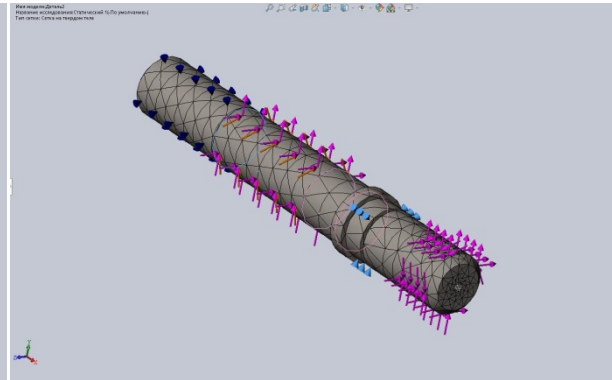


Рисунок 7 - розрахункова сітка на деталі

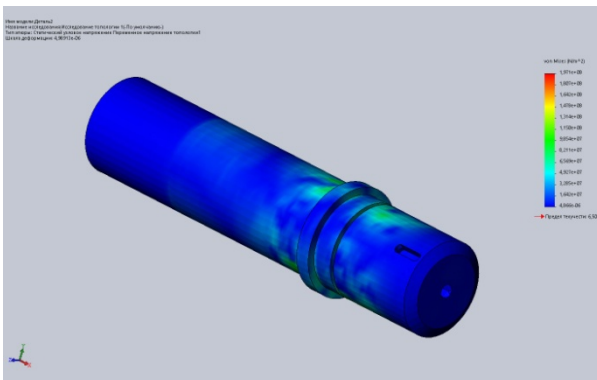


Рисунок 8 - напруження за фон мізесом

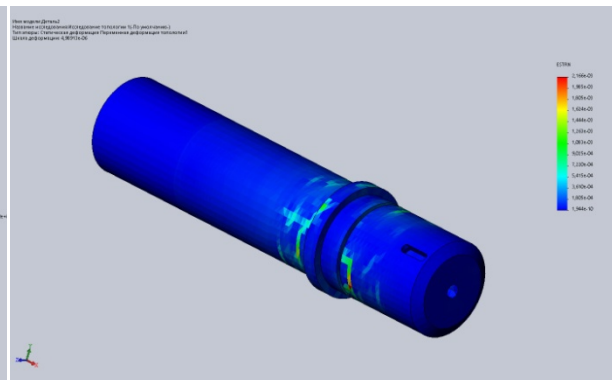


Рисунок 9 - статична деформація

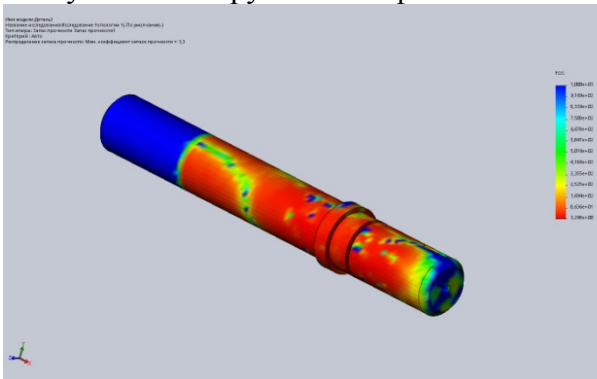


Рисунок 10 - запас міцності (fos) (min = 2,11e+00)

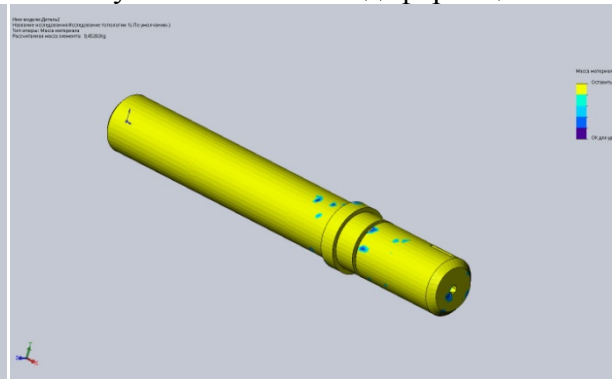


Рисунок 10 - маса деталі

З представлених результатів випливає, що дана деталь приводу має достатній запас міцності, оптимальну масу по відношенню до її навантажень і не потребує конструктивних змін

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИТХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці

На борошномельних підприємствах слід строго дотримуватися загальних та галузевих норм та правил техніки безпеки. На зернообробних 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. Мастильні й обтиральні матеріали необхідно зберігати в спеціальних залізних шухлядах на відведених місцях.

У процесі експлуатації варто уникати роботи у холосту вальцьових 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 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

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

Безпека цеху забезпечується заходами по запобіганню пожеж і вибухів: системою пожежного захисту, системами вибухопередження і вибухозахисту, у відповідності з вимогами нормативних актів з пожежної безпеки. Зовнішні огорожувальні конструкції цеху, сходових маршів, повинні бути забезпечені легко скидаємими 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 захарашувати.

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.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Основні задачі підвищення стійкості переробних підприємств

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).

Люди складають найвищу цінність суспільства, і забезпечення їхньої безпеки — найважливіша мета всіх оборонних заходів. Заходи цивільної оборони поширюються на всю територію України, всі верстви населення. Організація їх виконання здійснюється за територіально-виробничим принципом.

Забезпечення захисту населення від сучасних засобів нападу досягається проведенням цілого комплексу заходів, спрямованих на максимальне ослаблення результатів впливу зброї масової поразки, і створенням сприятливих умов для проживання і діяльності населення, функціонування об'єктів і сил цивільної оборони при виконанні задач. До таких заходів відносяться: забезпечення всього населення захисними спорудженнями і засобами індивідуального захисту; загальне обов'язкове навчання населення способам захисту від зброї масової поразки і діям по

ліквідації наслідків нападу супротивника, аварій, катастроф і стихійних лих; розосередження робітників, службовців і евакуація населення з великих міст і зон можливого затоплення; забезпечення життєдіяльності евакуйованого населення; проведення протиепідемічних, санітарно-гігієнічних, спеціальних профілактичних і інших медичних заходів. В інтересах захисту населення організуються і проводяться такі заходи, як розвідка, оповіщення про повітряну небезпеку, про радіоактивне, хімічне, бактеріологічне зараження і катастрофічне затоплення, а також ряд заходів, що відносяться до інших груп задач.

Важлива група задач ЦЗ — забезпечення стійкого функціонування народного господарства в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

Усталена робота об'єктів агропромислового комплексу дає можливість забезпечити населення країни достатньою кількістю основних продуктів харчування, а промисловістю-сировиною. Підвищення стійкості роботи об'єктів агропромислового комплексу і переробних підприємств досягається завчасним проведенням комплексу організаційних, інженерно-технічних, агротехнічних, зооветеринарних і інших заходів, спрямованих на максимальне зниження результатів впливу зброї масової поразки на об'єкти, а також створення умов для швидкої ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і забезпечення виробництва доброякісної харчової продукції.

Першорядне значення в підвищенні стійкості роботи переробного підприємства має організація надійного захисту людей, сировини, обладнання і продуктів переробки від впливу шкідливих факторів, а також забезпечення стійкого керування службами і силами ЦО об'єкта й організація робіт з ліквідації наслідків нападу супротивника і відновленню нормальної виробничої діяльності об'єкта.

На стійкість роботи об'єктів народного господарства в надзвичайних ситуаціях впливають наступні фактори:

- надійність захисту робітників та службовців від дії уражуючих факторів;

- здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти в певній степені ударній хвилі, світловому випромінюванню і радіації;
- захищеність об'єкта від вторинних уражуючих факторів (пожеж, вибухів, зараження отруйними речовинами);
- надійність системи забезпечення об'єкту всім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, комплектуючими виробами, електроенергією, водою, газом);
- стійкість і неперервність управління виробництвом та цивільною обороною;
- підготовленість об'єкту до ведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт та робіт по відновленню порушеного виробництва.

Однією з основних задач цивільної оборони є проведення заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій, тобто здатності його виконувати свої функції в цих умовах. Перераховані фактори визначають собою основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях, а саме:

- забезпечення надійним захистом робітників і службовців від дії уражуючих факторів;
- захист основних виробничих фондів від уражуючих факторів;
- підвищення надійності та оперативності управління виробництвом;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва.

5.2.2. Заходи по підвищенню стійкості проти НС на борошномельних підприємствах

Досягнення сучасної науки і техніки, дозволяють здійснювати такі рішення, при яких підприємство буде стійким до впливу на нього навіть дуже

значних надлишкових тисків. Однак це зв'язано з великими витратами засобів і матеріалів, що можуть бути виправдані тільки гострою необхідністю захисту унікальних, особливо важливих елементів об'єкта.

Основні заходи в рішенні задач підвищення стійкості роботи промислових об'єктів:

- захист робітників та службовців від зброї масового ураження;
- підвищення міцності і стійкості найважливіших елементів об'єктів і удосконалення технологічного процесу;
- підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
- підвищення стійкості керування об'єктом;
- розробка заходів щодо зменшення імовірності виникнення вторинних факторів поразки і збитку від них;
- підготовка до відновлення виробництва після поразки об'єкта.

Розробка і здійснення заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта в більшості випадків проводиться в звичайних умовах. Та частина робіт, виконання яких проводиться в умовах НС, планується завчасно, а виконується при погрозі виникнення НС.

При рішенні задач підвищення стійкості роботи об'єкта особлива увага звертається на забезпечення укриття всіх працюючих людей у захисних спорудах. Для цього розробляється план нагромадження і будівництва необхідної кількості захисних споруджень, у яких передбачається укриття робітників та службовців. При організації робіт з будівництва швидкозведених (мобільних) сховищ в умовах НС використовують наявні на об'єкті будівельні матеріали.

Організація заходів з підвищення хімічної безпеки.

Протихімічний захист це комплекс заходів проведених з метою запобігти чи послабити вплив на людей хімічної обстановки. Заходами протихімічного захисту керує начальник штабу Цивільної захисту підприємства. Безпосереднім проведенням заходів на об'єктах займаються спеціальні служби ЦЗ.

Задачі протихімічного захисту:

1. своєчасне виявлення ознак хімічного зараження й оповіщення персоналу про небезпеку ;
2. захист населення, тварин, продуктів харчування, питної води, технологічного обладнання;
3. ліквідація наслідків хімічного зараження.

Режими протихімічного захисту:

1. застосування засобів індивідуального захисту, припинення роботи з укриттям персоналу в захисних спорудженнях;
2. застосування засобів індивідуального захисту і продовження роботи;
3. вивід і вивіз населення з зон хімічного зараження.

Хімічний контроль є складовою частиною комплексу заходів протихімічного захисту і проводиться з метою оцінки працездатності особового складу формувань ЦЗ, робітників та службовців і визначення порядку їх використання, обсягів медичної допомоги на етапі евакуації, необхідності й обсягу санітарної обробки людей, дегазації устаткування, техніки, транспортних засобів, засобів індивідуального захисту одягу, можливість використання продуктів харчування, води, сировини, що опинились в зонах хімічного зараження.

Хімічний контроль організується штабом і службами ЦЗ об'єкта і проводиться різними командирами формувань і силами розвідувальних підрозділів – групами (ланками) хімічної і загальної розвідки, розвідниками-хіміками. Визначення ступеня зараження продуктів харчування, води, фуражу проводиться хімічними лабораторіями ЦЗ.

Хімічний контроль проводиться для визначення ступеня зараження СДОР (ОР) засобів індивідуального захисту, продовольства, води, фуражу, а також місцевості і повітря. На підставі хімічного контролю визначається можливість дії людей без засобів індивідуального захисту, повнота дегазації техніки і споруджень, знезаражування продовольства, води.

Вчасно організований і правильно проведений хімічний контроль допоможе забезпечити збереження життєдіяльності і працездатності людей.

Основні засоби захисту населення в умовах хімічного зараження:

- 1) оповіщення про небезпеку хімічного зараження;
- 2) укриття в захисних спорудах (сховищах);
- 3) використання засобів індивідуального захисту (протигазів і засобів захисту шкіри);
- 4) дотримання режимів поведінки (захисту) на заражених територіях;
- 5) евакуація людей із зони зараження;
- 6) санітарна обробка людей, дегазація одягу, територій, споруд, транспортних засобів, техніки і майна.

При погрозі чи при виникненні аварії на хімічно небезпечному об'єкті відповідно до заздалегідь розроблених планів проводиться оповіщення працюючого персоналу і проживаючого поблизу населення. Населення і персонал заводу по сигналу надягає засоби захисту органів дихання і виходить із зони ураження у вказаний район.

Організується розвідка, що встановлює місце аварії, вид СДОР(ОР), ступінь зараженості території, повітря, стан людей у зоні зараження, границі зон зараження, напрямок і швидкість вітру в приземному шарі і напрямок поширення повітря.

Встановлюється оточення зон зараження й організується регулювання руху. Уражені після надання їм допомоги доставляються в незаражений район, а при необхідності в лікувальну установу. Продукти харчування і вода, що опинились в зонах зараження, піддаються перевірці на зараження, після чого приймається рішення на їхню дегазацію чи знищення.

Ділянки безпосереднього виливу (викиду) СДОР зазвичай невеликих розмірів; з них як правило можливий швидкий вихід (виведення) людей. У першу чергу евакуюються люди, що не мають протигазів, що мають, але не укрилися в сховищах; в останню чергу евакуюються ті, хто знаходиться у сховищах.

В аварійній загазованості застосовується два основних види протигазів: фільтруючі й ізолюючі. Фільтруючі протигази, коли невідома концентрація парів СДОР, варто застосовувати переважно для виходу з зараженої зони. Для аварійних робіт і при високих концентраціях СДОР треба використовувати ізолюючі протигази.

У випадку виявлення після хімічного нападу супротивника чи під час руху по зараженій території крапель чи мазків отруйних речовин на шкірних покривах, одязі, взутті чи засобах індивідуального захисту необхідно негайно зняти їх тампонами з марлі чи вати. Якщо таких тампонів немає краплі (мазки) ОР можна зняти тампонами з папера чи дрантя. Уражені місця варто обробити розчином з індивідуального протихімічного пакета (ПП) чи шляхом ретельного промивання теплою водою з милом. При поразці ОР треба прийняти таблетки з гнізда №2 аптечки АІ-2. Для знезаражування деяких інших СДОР можна рекомендувати, крім того, певні речовини, що можуть виявитися під руками. Наприклад, для нейтралізації рідкого хлору - лужні відходи виробництва чи водні розчини гіпосульфїту, гашеного вапна й інших речовин; для знезаражування рідкого хлорпїкрину - водні розчини сірчистого натрію.

ВИСНОВКИ

Виходячи з аналізу існуючого виробництва, основних технологічних процесів переробки зерна пшениці на борошно, а також характеристик використовуваної сировини, розроблено заходи з модернізації вальцювого верстату А1-БЗ-2Н з метою покращення ефективності процесу подрібнення та збільшення виходу борошна високих сортів.

В роботі було проведено аналіз конструкцій борошномельних машин та особливостей помолу пшениці у вальцевих верстатах, виконано технологічні розрахунок вальцювого верстату, з якого визначено критичні параметри та розміри робочих органів; розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу вальцювого верстата та отримані графічні співвідношення між технологічними та конструктивними параметрами верстата, проведено кінематичні та конструктивні розрахунки, проведено комп'ютерне моделювання валка механізму приводу верстата.

Запропоновані заходи дозволять підвищити якість подрібнення на кожній системі за рахунок застосування раціональних геометричних та кінематичних параметрів вальців, а також збільшити вихід борошна високих сортів, зменшити енергоємність процесу.

Перелік посилань

1. Закалов О.В., Закалов І.О. Технологічне обладнання харчових виробництв. – Тернопіль: ТДТУ, 2000.-406с.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
3. Гафнер Л.А. Основы мукомольного производства. – М.: Агропромиздат, 1985. – 223с.
4. Нормы технологического проектирования мельниц. – М.: ЦНИИпромзернопроект, 1977.
5. Правила организации и ведения технологического процесса на мельницах. – М.: ЦНИИТЭМ Минзага СССР, 1978.
6. Копейкина Т.К., Мельников Е.М. Практикум по мукомольно-крупяному и комбикормовому производству. – М.: Колос, 1980. – 199с.
7. Технология переработки зерна./Под ред. Г.А.Егорова- М.: Колос, 1977. – 376с.
8. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств. / Под ред. А.Я.Соколова –М.: Машиностроение, 1969. – 637с.
9. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: химия, 1974. – 752с.
10. Иванов М.Н. Детали машин. –М.: Высшая школа, 1991. – 383с.
11. Сборник задач и примеров расчета по курсу деталей машин. М.: Машиностроение ,1975. –286с.
12. Общетехнический справочник. /Под ред. Е.А. Скороходова. –М.: Машиностроение, 1990. -496с.
13. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Под ред. А.Ф. Горбачевича –Минск.: Вышэйшая школа, 1975. -288с.

14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой та Р.К. Мешерякова. –М.: Машиностроение, 1985. -656с.
15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой та Р.К. Мешерякова. –М.: Машиностроение, 1985. -496с.
16. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.1. –М.: Машиностроение, 1982. -736с.
17. Справочник инженера-строителя. В 2-х т. Т.2. / Под ред. И.А. Онуфриева и А.С. Данилевского. – М, 1959. –736с.
18. Справочное руководство по черчению/ В.Н.Богданов, И.Ф.Малежик, А.П.Верхола и др. -М.: Машиностроение, 1989. -864с.
19. Петрикович Ю.Я., Закалов О.В. Методичні вказівки до виконання курсового проекту та розділу дипломного проектування з курсу “Монтаж, діагностика і ремонт технологічного обладнання”. – Тернопіль :ТДТУ, 2002. –44с.
20. Закалов О.В. Методичні вказівки з курсу “Основи проектування підприємств харчової промисловості”.– Тернопіль :ТДТУ, 2000. –51с.