

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 агрегатного вальцевого млина АВМ-15 з
дослідженням впливу конструкції блоку вальцевих верстатів на помел
борошна

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

Василишин А. М.
(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
2020

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)

« _____ » 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня _____

магістр

(Назва освітнього ступеня)

за спеціальністю _____

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

студенту _____

Василишин Андрій Михайлович

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

1. Тема роботи _____

Модернізація агрегатного вальцевого млина АВМ-15 з дослідженням впливу конструкції блоку вальцевих верстатів на помел борошна.

конструкції блоку вальцевих верстатів на помел борошна.

Керівник роботи _____

ЗВАРИЧ НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА

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

Затверджені наказом по університету від « _____ » _____ 2020 року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 грудня 2020р.

3. Вихідні дані до роботи Паспорт: агрегатного вальцевого млина АВМ-15 продуктивність 15 т/год., сировина - зерно пшениці.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Сучасний технічний Технічний стан виробництва борошна, вибір і обґрунтування основних напрямків роботи методи та методика досліджень. Технологічні та технічні рішення з модернізації авм-15 теоретичне дослідження впливу конструктивних параметрів бвв на помел борошна охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки. Перелік посилань

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Технологічна схема виробництва борошна на агрегатному млина АВМ-15. Ф.А1. Агрегатний вальцьовий млин АВМ-15. Вигляд загальний. Ф. А0. Агрегатний вальцьовий млин АВМ-15. Схема кінематична. Ф.А1. Блок вальцьових верстатів агрегатного млина АВМ-15. Вигляд загальний. Ф. А1. Вузол повільного вальця блоку вальцьових верстатів АВМ-15. Складальне креслення. Ф. А1. Плакати: Визначення мінімального діаметра мелючих вальців. Визначення максимальної швидкості обертання мелючих вальців.

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	Стадник І.Я., проф. каф. ОХ		
	Ворощук В.А., доц. каф.ОХ		

7. Дата видачі завдання

2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ.	15.09.2020	
1.	Сучасний технічний стан виробництва борошна, вибір і обґрунтування основних напрямків роботи		
2.	Методи та методика досліджень.	10.10.2020	
3.	Технологічні та технічні рішення з модернізації АВМ-15	15.11.2020	
4.	Теоретичне дослідження впливу конструктивних параметрів БВВ на помел борошна	28.11.2020	
5.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	03.12.2020	
	Загальні висновки. Перелік посилань	10.12.2020	
1.	Технологічна схема виробництва борошна на агрегатному млина АВМ-15. Ф.А1.	25.09.2020	
2.	Агрегатний вальцьовий млин АВМ-15. Вигляд загальний. Ф. А0	01.10.2020	
3.	Агрегатний вальцьовий млин АВМ-15. Схема кінематична. Ф.А1	10.10.2020	
4.	Блок вальцьових верстатів агрегатного млина АВМ-15. Вигляд загальний. Ф. А1	20.10.2020	
5.	Вузол повільного вальця блоку вальцьових верстатів АВМ-15		
	Складальне креслення. Ф. А1	10.11.2020	
6.	Плакати (слайди):	10.12.2020	
	1. Визначення мінімального діаметра мелючих вальців.		
	2. Визначення максимальної швидкості обертання мелючих вальців		

Студент

_____ (підпис)

Василишин А. М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Зварич Н.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Василишин А.М. Модернізація агрегатного вальцевого млина АVM-15 з дослідженням впливу конструкції блоку вальцевих верстатів на помел борошна. 133 «Галузеве машинобудування». - Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. - Тернопіль, 2020

В кваліфікаційній роботі досліджено вплив конструкції БВВ агрегатного вальцевого млина на процес подрібнення борошна, розроблено заходи з його модернізації

Ключові слова: виробництво борошна, процес подрібнення, вальцьовий верстат.

Vasylyshyn A. M. Aggregate drum mill AVM-15 retrofit including the study of drum unit design impact on the flour milling quality. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2020.

The impact of the unit of roller mills' design for breaking of wheat was researched in the diploma thesis. Modernization measures for aggregate roller mill AVM-15 are suggested in the diploma thesis.

Keywords: flour production, breaking of wheat, roller mill.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	5
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	9
1. СУЧАСНИЙ ТЕХНІЧНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ НАПРЯМКІВ РОБОТИ.....	11
1.1. Аналіз технології та обладнання борошномельних підприємств	11
1. 1. 1. Сучасні технології виготовлення борошна	11
1. 1. 2. Аналіз технологічного обладнання підприємств сортового помелу	13
1.2. Аналіз вихідної інформації для розробки проекту модернізації агрегатного валкового млина АВМ-15	19
1.3. Опис основної технологічної операції, яка виконується на агрегатному вальцевому млині	21
1.4. Техніко-економічне обґрунтування проекту модернізації блоку вальцьових верстатів БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої агрегатного валкового млина АВМ-15.....	23
1.5. Мета і задачі кваліфікаційної роботи.....	25
2. ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
2.1. Вибір методів досліджень	26
2.2. Застосування комп'ютерних технологій при виконанні кваліфікаційної роботи	27
2.3. Оцінка похибок отриманих результатів.	28
3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ З МОДЕРНІЗАЦІЇ АВМ-15 .	29
3.1. Кінематичний розрахунок блоку вальцьових верстатів БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої	29

3.2. Розрахунок повільного вальця БВВ агрегатного вальцьового млина АВМ-15.....	33
3.3. Розрахунок зубчатих передач коробки швидкостей приводу мелючих вальців	39
3.4. Розрахунок продуктивності та потрібної потужності на подрібнення зерна на агрегатному валковому млині АВМ-15	48
4. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ БВВ НА ПОМЕЛ БОРОШНА.....	51
4.1. Аналіз впливу конструктивних особливостей БВВ АВМ на подрібнення борошна	51
4.2. Визначення мінімального діаметра мелючих вальців ВВ агрегатного вальцьового млина	53
4.3. Розрахунок максимальної швидкості обертання мелючих вальців ВВ агрегатного вальцьового млина АВМ-15	55
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
5.1. Заходи з охорони праці.....	56
5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях	60
5.2.1. Основні задачі підвищення стійкості переробних підприємств	60
5.2.2. Організація заходів з підвищення хімічної безпеки на борошномельному підприємстві	63
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	68
ДОДАТКИ.....	70

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВМ – агрегатний вальцьовий млин;

БВВ- блок вальцевих верстатів

БМ – бичева машина

БП – борошномельні підприємства;

ВВ – вальцьовий верстат

ДП – драний процес;

ЗМ – зернова маса ;

ЗОА – зерноочисний агрегат;

ЗС – зерновий сепаратор;

МВ – мелючий валець.

ОП – обойний помел;

РС – розмольны системи

ТО – технологічна операція;

ТП – технологічний процес;

СП - сортовий помел

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

D_{min} - мінімальний діаметр вальців;

D - робочий діаметр вальців;

d – максимальний розмір частинки, яка поступає на подрібнення

$E_{пр}$ – приведений модуль пружності;

G - масова продуктивність, кг/год;

L – довжина вальців, м;

N – потужність приводу, Вт;

n – робоча частота обертання вальців, об/с.

v - окружна швидкість, м/с;

z – кількість зубів шестерней в коробці швидкостей;

φ - кут тертя частинки до поверхні валків

f – коефіцієнт тертя продукту до поверхні валків.

ρ - густина матеріал у, що подрібнюється, кг/м^3 ;

ψ - коефіцієнт розпушення.

ВСТУП

Борошно є продуктом багаторазового помелу зерна різних культур. Найбільше виробляється та використовується пшеничне борошно, яке є основною сировиною для виробництва хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів. На підприємствах де виробляють борошно можуть вироблятися і крупи.

Традиційно борошномельні підприємства (млини) розташовують у містах і великих населених пунктах. Вони можуть переробляти більше 300 т. зерна на добу, оснащені сучасним високопродуктивним обладнанням і пневмотранспортом. Із розвитком в Україні фермерських господарств виникла потреба у створенні міні підприємств, які здатні переробляти за добу значно менші кількості сировини. Відповідно, вони мали б бути забезпечені обладнанням меншої продуктивності але не менш сучасним. У результаті з'явилися агрегатні вальцеві млини, в яких в одній по суті машині відбуваються всі технологічні процеси (ТП) переробки борошна.

Сучасний стрімкий розвиток технологій ставить за мету перед виробниками харчового обладнання постійно працювати над удосконаленням як технології виробництва борошна, так і над обладнанням для її реалізації.

Мета роботи: Дослідження впливу конструкції БВВ агрегатного валкового млина на процес помелу борошна і розроблення заходів з модернізації.

Об'єкт дослідження: процес отримання борошна з зерна пшениці на АВМ.

Предмет дослідження: вплив параметрів конструкції БВВ на процес отримання борошна

Методи дослідження: аналіз конструкції та процесу, математичне моделювання процесу помелу.

Наукова новизна: встановлено залежність якості продукту від конструктивних особливостей БВВ агрегатного вальцювого млина, поверхні вальців

Практична цінність: отримані результати роботи можуть бути використані при аналізі аналогічного обладнання. Запропонована модернізація покращить якість отриманого продукту та підвищить його гатунок.

Апробація результатів. Основні положення магістерської роботи доповідались на ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів « Актуальні задачі сучасних технологій», (Тернопіль 25-26 листопада 2020).

Структура і обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, переліку посилань, додатків. Роботу викладено на 69 сторінках друкованого тексту, вона містить 11 рисунків, 5 сторінок додатків.

1. СУЧАСНИЙ ТЕХНІЧНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА, ВИБІР І ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ НАПРЯМКІВ РОБОТИ

1.1. Аналіз технології та обладнання борошномельних підприємств

1. 1. 1. Сучасні технології виготовлення борошна

ТП виробництва борошна – складний виробничий процес, що поєднує в собі послідовний ряд науково обгрунтованих і перевірених на практиці окремих технологічних операцій (ТО) переробки сировини з метою отримання якісного кінцевого продукту.

У сучасному традиційному борошномельному виробництві має застосування технологічна схема подана на рис. 1.1.

При виробництві борошна важливою є попередня підготовка зернової маси (ЗМ), яка включає такі операції як попереднє очищення ЗМ від домішок; її гідротермічна обробка, змішування різноякісних партій (складання помольної суміші), обробка (очищення) поверхні зерна в щіткових і оббивальних машинах, чистове очищення ЗМ від домішок.

На наступному етапі здійснюється відносно грубе дроблення ЗМ і відбір ендосперму у вигляді крупок і дунстів (драний процес (ДП), після якого обов'язково проводиться сортування продуктів дроблення ЗМ в ДП по крупності (сортувальний процес), а також вимелювання оболонки зерна на кінцевих системах ДП. Потім проводиться сортування крупок по крупності і добротності в ситовійних машинах (ситовійний процес, процес збагачення крупок); обробка крупок на шліфувальних системах (шліфувальний процес); розмел чистих (збагачених) крупок і дунстів з метою одержання борошна (розмельний процес); вимелювання оболонкових частинок на кінцевих системах розмельного процесу; контрольне просіювання борошна в розсівах

(контроль борошна); збагачення борошна синтетичними вітамінами (вітамінізація борошна).

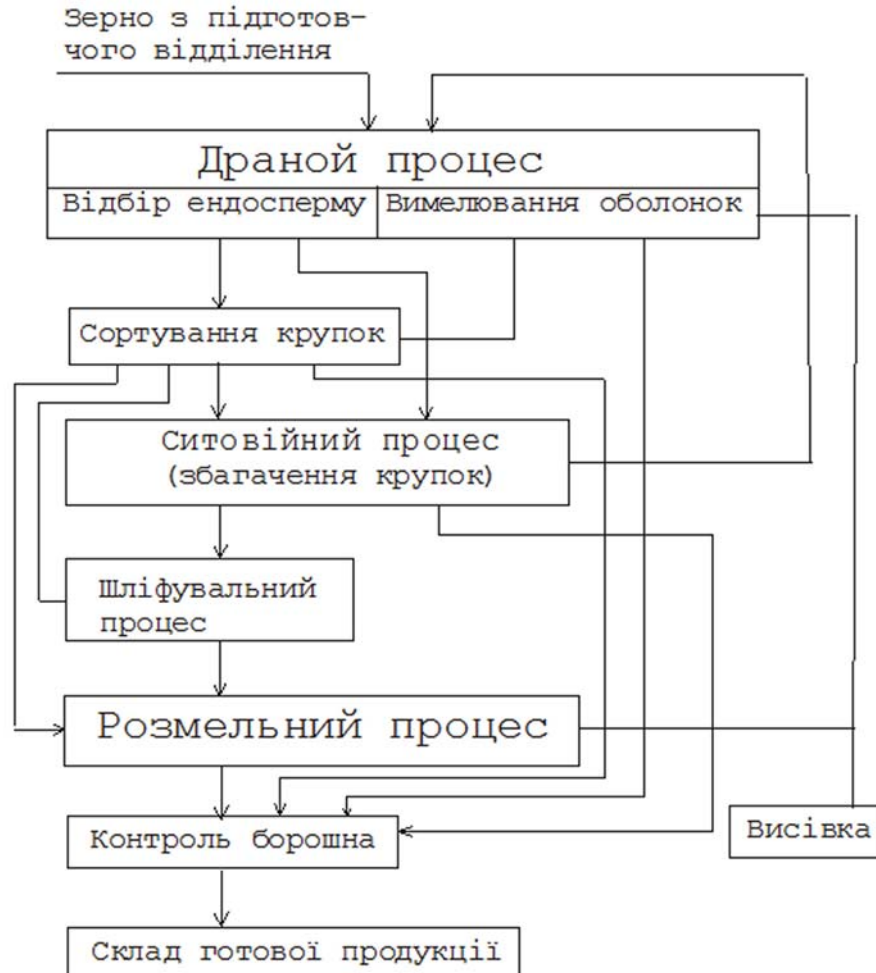


Рисунок 1. 1 – Принципова технологічна схема сортового помелу пшениці

У складі готової продукції відбувається вибій борошна в мішки; фасування борошна в пакети для роздрібного продажу. Часто на борошномельних підприємствах застосовують безтарне зберігання і відвантаження борошна.

1. 1. 2. Аналіз технологічного обладнання підприємств сортового помелу

Головним завданням борошномельних підприємств (БП) сортового помелу (СП) є максимальне вилучення найціннішої частини зерна — ендосперму. Тому на них зерно пшениці і жита переробляють шляхом вибіркового подрібнення. Якщо метою є отримання обойного борошна, використовують метод простого подрібнення.

Традиційно, як основні подрібнювальні машини, на БП використовують вальцьові верстати (ВВ), робочими органами (РО) яких є два чавунних вальця. Процес подрібнення відбувається у клиноподібному просторі між вальцями, який донизу звужується.

Часто застосовують ВВ типів ЗМ і БВ. Верстат БВ відрізняється вбудованим пневмоприймачем, що дозволяє встановлювати його на першому, поверсі БП, на якому запроваджено пневмотранспорт. Верстат ЗМ встановлюють, як правило, на другому поверсі, оскільки має нижній вихід продукту. В іншому конструкція верстатів БВ і ЗМ і принцип їхньої роботи аналогічні. На рис. 1.2. показана схема ВВ типу ЗМ, які можуть бути трьох типорозмірів з діаметром мелючих вальців 250 мм і різною їх довжиною: 1000, 800 і 600 мм. Мелючий валок являє собою суцільний чавунний циліндр, у торці якого запресовані дві сталеві півосі. Вальці, які поступають на БП повинні відповідати вимогам, зазначеним у їх технічному паспорті (для кожного вальця), що характеризують їх якість за хімічним складом, твердістю, розмірами, якістю тощо.

ВВ типу ЗМ (рис. 1.2.) складається з двох самостійно працюючих половин, що змонтовані в одній станині. Кожна половина верстата оснащена двома вальцями, які розташованих під кутом 45° і обертаються назустріч один одному з різними швидкостями. Верхній валець обертається зі швидкістю 6 м/с, нижній зі швидкістю у 2,5...1,5 рази меншою.

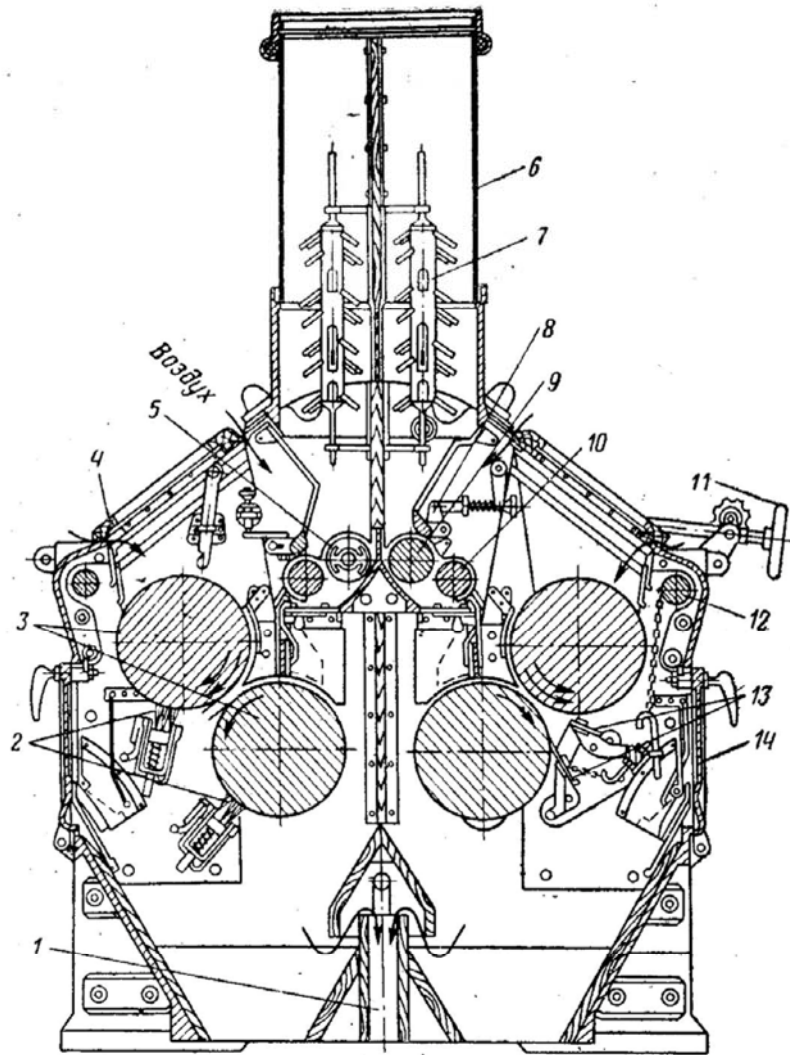


Рисунок 1.2. – Схема вальцювого верстату типу ЗМ:

- 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 рівномірної і безперервної подачі продукту в зону помелу є живильний механізм, окремо для кожної половини верстата.

Завантаження регулюють за допомогою секторної заслінки, змінюючи зазор між нею і дозуючим валиком. З метою запобігання пиленню ВВ, а

також для охолодження МВ і подрібненого продукту повітря з внутрішньої частини верстата відсмоктують аспіраційним пристроєм.

На БП, обладнаних пневматичним транспортом, ВВ аспіруються повітрям, яке також транспортує продукт із ВВ.

ВВ типу БЗН використовують на БП зі збільшеним виходом борошна високого ґатунку і встановлюють групами по 4-5 машин із загальними капотами. Для забезпечення вибухобезпеки електродвигуни ВВ розташовують під перекриттям поверху.

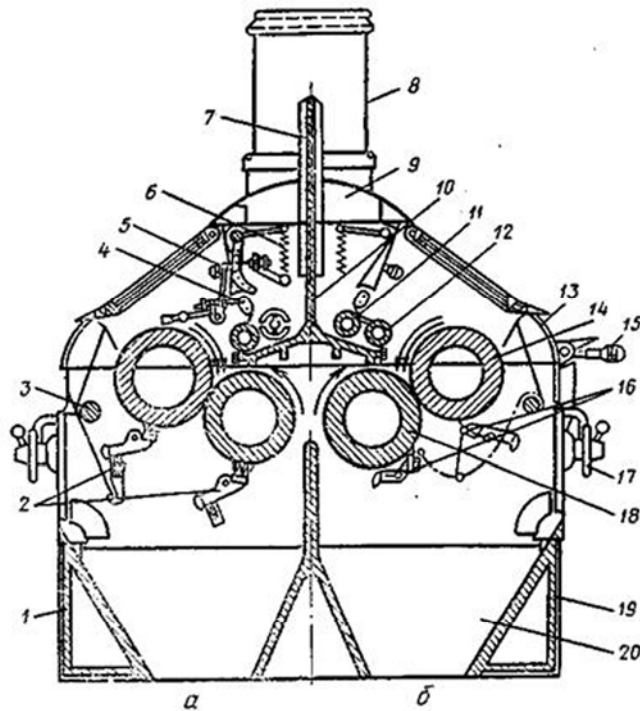


Рисунок 1. 3. - Вальцовий верстат А1-БЗН: а – живильний механізм з гвинтовим конвеєром і валиком; б - двохвалковий живильний механізм: 1 – боковина; 2 – щітка; 3 - ексцентриковий валок; 4 – живильна заслінка; 5 – важіль; 6 – датчик; 7 – зонд ємнісного сигналізатора; 8 – приймальний циліндр; 9 – горловина; 10 – верхня середня траверса; 11, 12 – живильні валки; 13 – верхня передня панель; 14, 18 – мелючі вальці; 15 – рукоятка ручного привалу; 16 – скребки; 17 – штурвал механізму регулювання паралельності вальців; 19 – нижня лицьова траверса; 20 – бункер

Конструктивними особливостями ВВ А1-БЗН є наявність пристрою для охолодження вальців та регулювання частоти обертання живильних вальців. Крім того мелючі вальці виконані пустотілими з номінальним розміром бочки вальця 250x1000мм і установлені в ВВ під кутом 30° до горизонталі. Корпуса підшипників нижніх вальців роз'ємні. Така конструкція дозволяє знімати нижній валець без зняття підшипників та полегшує розбирання привально-відвального механізму.

Вальцьовий верстат типу ВС (рис. 1.4.) має високий рівень автоматизації, передбачає контроль різних параметрів: швидкості обертання робочих вальців, нагрівання їх поверхні тощо. Відмінністю є і те, що вальці 2 розташовані по горизонталі, як в усіх сучасних верстатах.

При скорочених двохгатунковому і одnogатунковому 85%-ному помелам зерна пшениці, СП жита і ОП пшениці і жита для інтенсифікації процесу просівання слід передбачати обробку подрібнених продуктів після ВВ (перед розсівом) на бичевих машинах (БМ). Сход з БМ скеровують на ВВ наступної системи, прохід — на розсів цієї системи. Існує декілька типів машин ударно-розтираючої дії (ПВМ-3, МБО, А1-БВУ). Вони відрізняються за конструктивним виконанням, але мають однакові РО — нерухому ситову обечайку з розміщеним усередині бичевим барабаном.

На рис. 1.5 показана секція двохсекційної машини А1-БВУ. Металевий корпус машини 9 розділений на дві однакові секції, кожна з яких має нерухомий ситовий циліндр 8, з розташованим усередині вертикальним бичевим барабаном 2, приймальним 4 та випускний патрубками 10. На поверхні бичевого барабана розташовані 3 регульованих бичі і 3 ряди гонків 3. Для передачі продукту у робочу зону у нижній частині розташований однозахідний шнек 5.

Продуктивність бичевої вимелювальної машини становить 2,5 т/год., частота обертання барабана становить 1065 об/хв., діаметр отвору ситового циліндра 1,1 мм.

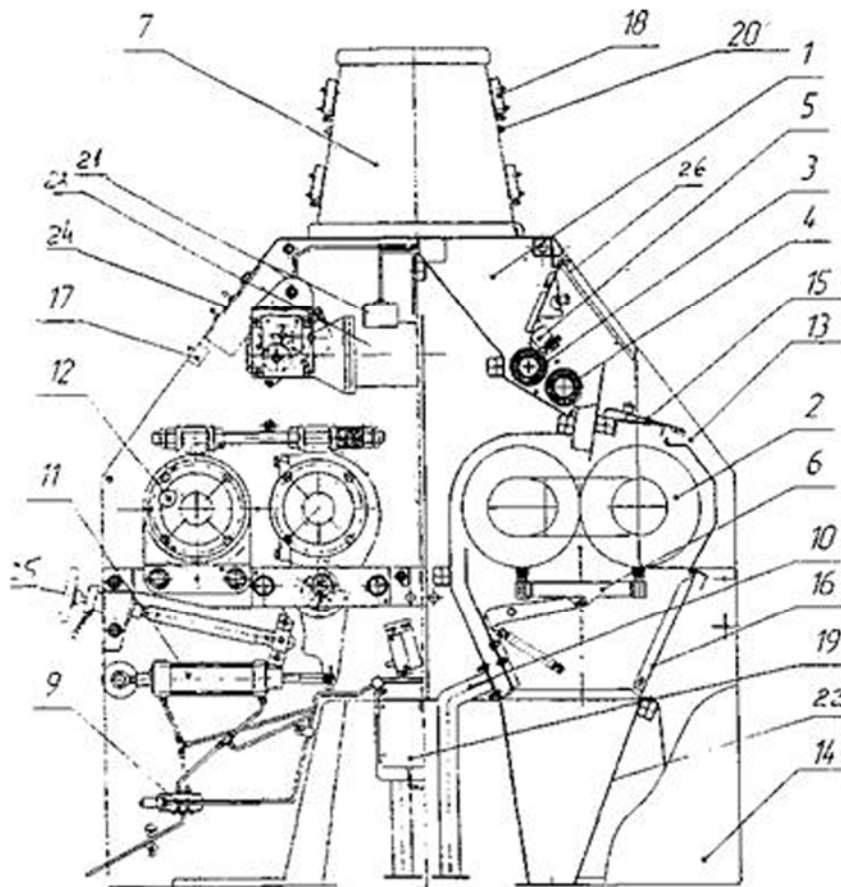


Рисунок 1.4. – Вальцьовий верстат типу ВС:

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

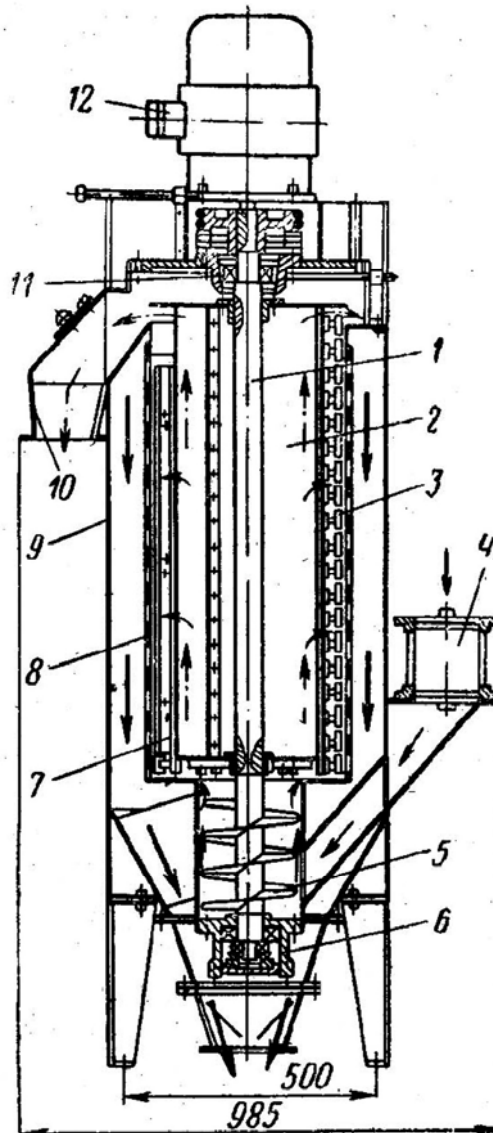


Рисунок 1.5. – Бичева вимелювальна машина А1-БВУ:

- 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

Бичеві машини встановлюють у ДП процесі після ВВ перед розсівами. За такого використання бичева машина здійснює поділ продукту, який подрібнений на ВВ, на велику і дрібну фракції (сход і прохід) і крім того додатково його подрібнює

1.2. Аналіз вихідної інформації для розробки проекту модернізації агрегатного валкового млина АВМ-15

Досліджуваний агрегатний валковий млин АВМ-15 (рис 1.6.), встановлений у смт. Кострижівка, Заставнянського району. Його виробнича потужність становить 15т зерна за добу. Норма виходу продукції встановлена технічним паспортом при трьохсортovому 70%-ному помолі при переробці зерна в борошно становить: борошно вищого гатунку – 43%, борошно першого гатунку – 22%, борошно другого гатунку – 5%, висівки – 27%, відходи – 30%.

На ЗОА відбувається очистка ЗМ, яка поступає на очищення від різноманітних сторонніх домішок. ЗС використовується для очистити ЗМ від домішок, які відрізняються шириною і товщиною від основної культури ЗС, і мають інші аеродинамічні властивості. Для відділення від СМ домішок, які відрізняються від основної культури довжиною застосовуються трієри. Обоєчні машини призначені для обробки верхнього покриву зерна. ТП при СП передбачає не менше двох пропусків (проходів) зерна через ці машини. ВВ використовуються традиційно для подрібнення зерна і проміжних продуктів помелу. Розсівки призначені для сортування продуктів розмелу на фракції по величині.

Для транспортування зерна та продуктів його переробки, у комплекті з високопродуктивним розмельним обладнанням та системою аспірації на млині використовуються гвинтові конвеєри.

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



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. Опис основної технологічної операції, яка виконується на агрегатному вальцевому млині

Основною операцією при виробництві борошна є подрібнення зерна та проміжних продуктів. 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 оболонки, яка збільшується після гідротермічної обробки зерна. Щоб запобігти надлишковому подрібненню оболонки, в основу побудови складного помелу 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 оболонки 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 вальцевого 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.

1.4. Техніко-економічне обґрунтування проекту модернізації блоку вальцьових верстатів БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої агрегатного валкового млина АВМ-15

Агрегатний валковий млин АВМ-15 відноситься до сучасного високопродуктивного мініобладнання, яке застосовується у борошномельних виробництвах зі збільшеним виходом борошна високих сортів. Перевагою даного обладнання від інших конструкцій обладнання для виробництва борошна є компактність та низька металоємність конструкції.

Дослідженнями [7] встановлено, що при подрібненні ЗМ пшениці величину утворення нових поверхонь можна регулювати зміною кінематичних параметрів ВВ. Так, при збільшенні відношення окружних швидкостей вальців при постійній швидкості вальця, що швидко обертається, збільшується вивільнення борошна та його питома поверхня. В той же час збільшення відносної швидкості вальців приводить до збільшення вивільнення, але до зменшення питомої поверхні борошна.

Також показана доцільність використання вальців з шорсткою поверхнею в розмольних системах [7]. Залежності від структурно-механічних властивостей ЗМ необхідно приймати відповідні режими роботи машин (окружні та відносні швидкості робочих органів), форму робочої поверхні.

Тому проектом модернізації запропоновано для розмольних систем (блок вальцьових верстатів БВВ1-3) використовувати замість гладких вальців шорсткі, що збільшить ефективність вибіркового подрібнення шляхом виключення проковзування продукту по робочих поверхнях вальців.

Продукт у валкові верстати млина подається зверху через живильну трубу, яка розміщена в центрі верстата. Однією з вимог забезпечення ефективного ведення процесу подрібнення є рівномірний розподіл продуктів по довжині живильного механізму. Тому запропоновано на розподільчому

виконати нарізку направляючих від середини валка під кутом 45° , що забезпечить рівномірність подачі продукту по всій довжині мелючих вальців.

Запропонована модернізація дозволить досягнути високу ефективність подрібнення на кожній системі за рахунок застосування раціональних геометричних та кінематичних параметрів вальців, а також покращити якість та збільшити вихід борошна високих сортів, зменшити енергоємність процесу, зменшити кількість етапів подрібнення.

1.5. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є розробка заходів з модернізації БВВ1-3 агрегатного валкового млина АВМ-15 з ціллю покращення ефективності процесу подрібнення та збільшення виходу борошна високих сортів.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- аналіз літератури по проблемам подрібнення та аналіз існуючих конструкцій подрібнювальних машин;
- ти технологічний розрахунок агрегатного вальцьового млина з метою визначення критичних параметрів та розмірів робочих органів;
- провести розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої агрегатного валкового млина
- провести кінематичний аналіз БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої агрегатного валкового млина Р6-АВМ-15;
- провести проектні та перевірочні розрахунки БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої агрегатного валкового млина АВМ-15, конструктивних елементів блоку вальцьових верстатів БВВ1-3 та секції розвантажувачів АВМ-15

2. ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ І МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Вибір методів досліджень

Робота над поставленим завданням вимагає в першу чергу отримання інформації для опрацювання. До традиційного методу пошуку і опрацювання літератури в бібліотеці сьогодні доєдналися сучасні і зручні методи пошуку і аналізу інформації в Інтернеті. Можливість пошуку інформації в Інтернеті надають цілий ряд веб-браузери. Причому тут є можливість не-тільки побачити де є потрібна література, але і ознайомитися з нею. Великою допомогою при пошуку інформації є те що веб-браузери чи іншій галузі, дає змогу краще проаналізувати проблему і сформулювати шляхи її вирішення.

Класичні метод аналізу і синтезу доповнені сьогодні можливостями швидкого опрацювання отриманих даних, швидкого спілкування з колегами для перевірки результатів.

Методи математичного моделювання, які сьогодні широко використовуються неможливо вже уявити без комп'ютера і Інтернету.

Також було використано метод візуалізації, це виявилось у розробленні креслень, графічному представленні результатів роботи.

2.2. Застосування комп'ютерних технологій при виконанні кваліфікаційної роботи

Під час виконання роботи застосовувались різні програми.

Так, Opera, Explorer, Mozilla, Firefox, Chrome використовувались для пошуку і аналізу інформації.

Adobe Reader Reader) було використано для перегляду та опрацювання інформації в форматі pdf, як текстової так і графічної.

Оформлення текстової частини роботи вже традиційно проводиться у текстовому редакторі Microsoft Word, хоча сьогодні використовуються і інші.

Розрахунки, побудова та опрацювання графіків – царина Microsoft Excel та Machcad.

Основне призначення програми MS Excel – допомога у розв'язку практично будь-яких завдань, вхідні дані яких подано у вигляді таблиць.

Інженерні розрахунки вправно допомагає виконати і представити Machcad.

Для виконання графічних завдань застосовували пакет AutoCAD., який є дво- і тривимірною система автоматизованого проектування і креслення.

2.3. Оцінка похибок отриманих результатів.

Будь яке дослідження за винятком повністю аналітичного має право на похибку. Будь яке значення при детальнішому розгляді є в тій чи іншій мірі неточним. При розгляді процесів харчових виробництв і вирішенні прикладних завдань завжди виникає питання точності результатів. Воно мабуть існувало завжди в техніці і технології. Сьогодні завдяки використанню сучасних комп'ютерів, різних точних експериментальних установок, точність результатів досліджень зростає. Тим не менше існують і традиційні методи забезпечення точності. Це в першу чергу застосування стандартних методів і методик при виконанні технічних розрахунків, порівняння отриманих теоретичних результатів з експериментами, глибоке розуміння процесів і знання обладнання харчових технологій

3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ З МОДЕРНІЗАЦІЇ АВМ-15

3.1. Кінематичний розрахунок блоку вальцьових верстатів БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої

На рис. 3.1 показана кінематична схема БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої АВМ-15

Кінематична схема БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої складається з електродвигуна марки 4А160S6У3 ($P=11\text{кВт}$, $n=1000\text{ об/хв}$), від якого рух передається через вал з муфтою на редуктор. З вхідного вала редуктора крутний момент передається через муфту на швидкі вальці блоку вальцьових верстатів БВВ1-3, а через індивідуальні плоскопасові передачі на живильні валки блоку верстатів БВВ1-3.

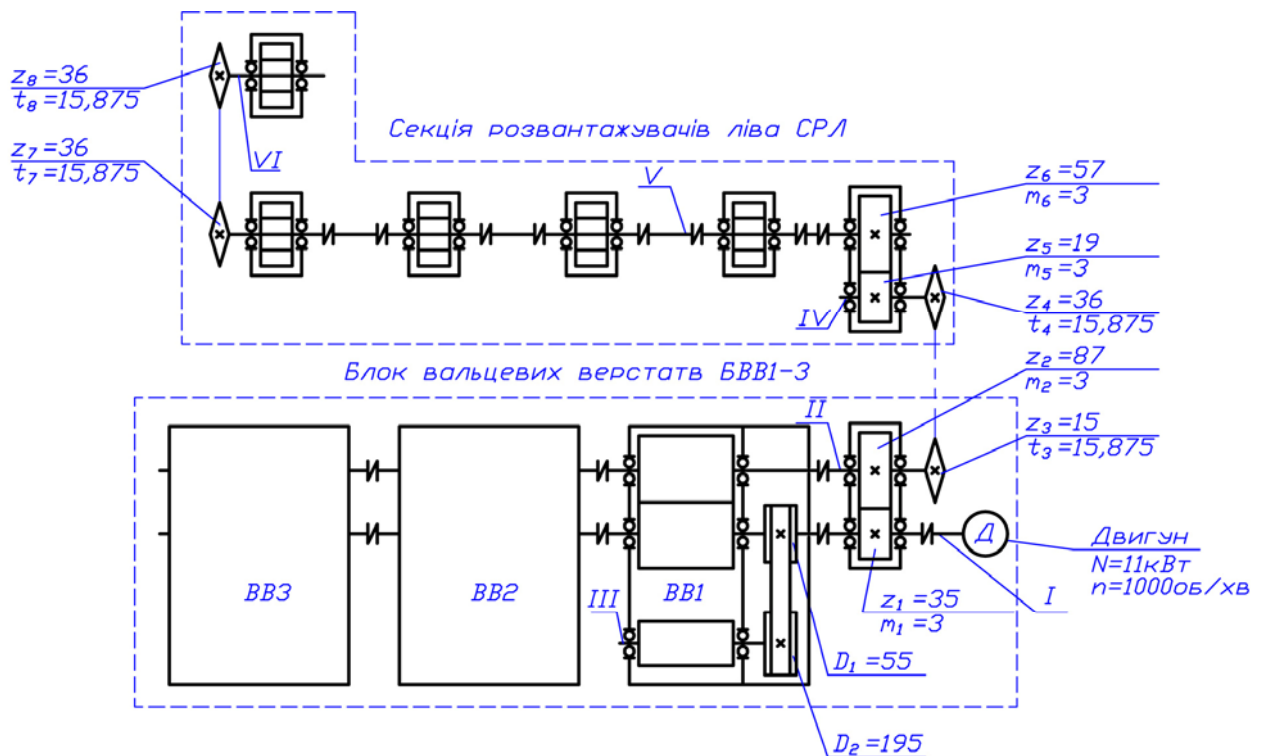


Рисунок 3.1. - Кінематична схема блоку вальцьових верстатів БВВ1-3 та секції розвантажувачів лівої агрегатного вальцьового млина АВМ-15

З вихідного вала редуктора II крутний момент передається через муфту на повільні валки блоку вальцових верстатів БВВ1-3, а через ланцюгову передачу крутний момент передається на вхідний вал IV редуктора секції розвантажувачів лівої.

З вихідного вала V редуктора через муфту крутний момент передається робочим органам секції розвантажувачів лівої. З вала V крутний момент передається на вал VI через ланцюгову передачу.

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми блоку вальцових верстатів БВВ1-3 та секції розвантажувачів АВМ-15.

Привід блоку вальцових верстатів БВВ1-3 та розвантажувачів лівої секції здійснюється від одного двигуна.

Число обертів електричного двигуна:

$$n_I := 1000 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання двигуна

$$\omega_I := \frac{n_I \cdot \pi}{30} \quad \omega_I = 104.72 \quad (\text{рад/с})$$

Обертання повільному валку передається від вала I через зубчаті шестерні 1, 2.

Кількість зубів шестерень:

$$z_1 := 35 \quad z_2 := 87$$

Передаточне відношення:

$$i_{12} := \frac{z_2}{z_1} \quad i_{12} = 2.486$$

Частота обертання повільного вальця:

$$n_{II} := \frac{n_I}{i_{12}} \quad n_{II} = 402.299 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання повільного вальця:

$$\omega_{II} := \frac{n_{II} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{II} = 42.129 \quad (\text{рад/с}).$$

Обертання живильному валку передається від вала I через плоскопасову передачу. Діаметри шківів:

$$D_1 := 55 \quad \text{мм}, \quad D_2 := 195 \quad \text{мм}$$

Передаточне відношення:

$$i_{II} := \frac{D_2}{D_1} \quad i_{II} = 3.545$$

Кількість обертів живильного вальця:

$$n_{III} := \frac{n_I}{i_{II}} \quad n_{III} = 282.051 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання живильного вальця:

$$\omega_{III} := \frac{n_{III} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{III} = 29.536 \quad (\text{рад/с}).$$

Привід лівої секції розвантажувачів здійснюється від електродвигуна блоку вальцевих верстатів БВВ1-3.

Крутний момент передається від вала II через ланцюгову передачу 3-4 та зубчасту передачу 5-6.

Кількість зубців зірочок:

$$z_3 := 15 \quad z_4 := 36$$

Передаточне відношення:

$$i_{34} := \frac{z_4}{z_3} \quad i_{34} = 2.4$$

Частота обертання вала IV:

$$n_{IV} := \frac{n_{II}}{i_{34}} \quad n_{IV} = 167.625 \text{ об/хв.}$$

Кутова частота обертання вала IV:

$$\omega_{IV} := \frac{n_{IV} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{IV} = 17.554 \text{ (рад/с).}$$

Кількість зубів шестерень:

$$z_5 := 19 \quad z_6 := 57$$

Передаточне відношення:

$$i_{56} := \frac{z_6}{z_5} \quad i_{56} = 3$$

Частота обертання вала V:

$$n_V := \frac{n_{IV}}{i_{56}} \quad n_V = 55.875 \text{ об/хв.}$$

Кутова частота обертання вала V:

$$\omega_V := \frac{n_V \cdot \pi}{30} \quad \omega_V = 5.851 \text{ (рад/с).}$$

Крутний момент на вал VI передається від вала V через ланцюгову передачу 7-8.

Але оскільки кількість зубців зірочок 7 і 8 однакове:

$$z_7 := 36 \quad z_8 := 36$$

то, передаточне відношення:

$$i_{78} := 1$$

Частота обертання вала VI:

$$n_{VI} := n_V \cdot i_{78} \quad n_{VI} = 55.875 \quad \text{об/хв.}$$

Кутова частота обертання вала VI:

$$\omega_{VI} := \frac{n_{VI} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{VI} = 5.851 \quad (\text{рад/с}).$$

3.2. Розрахунок повільного вальця БВВ агрегатного вальцьового млина АВМ-15

Виконаємо проектний розрахунок повільного вальця вальцьових верстатів агрегатного вальцьового млина Р6-АВМ-15. Оскільки розміри вальця повинні бути невеликі, валець виконуємо суцільним. Діамер мелючої частини вальця:

$$D := 0.185 \quad \text{м.}$$

Потужність приводу:

$$N := 11 \cdot 10^3 \quad \text{Вт,}$$

кутова швидкість обертання вальця:

$$\omega_{II} := 42.129 \quad \text{рад/с.}$$

Номінальний крутний момент, що передається:

$$T_H := \frac{N}{\omega_{II}} \quad T_H = 261.103 \quad \text{Н*м.}$$

Коефіцієнт динамічного навантаження для млинів становить 1.8...2.2 (таблиця 0.1 [11]). Оскільки бажані мінімальні розміри. Приймаємо:

$$K := 1.8$$

Розрахунковий крутний момент:

$$T := K \cdot T_H \quad T = 469.985 \text{ Н*м.}$$

Крутний момент вальцю передається через зубчасту передачу. Діаметр шестерні ($z=87$, $m=3$):

$$D_2 := 261 \cdot 10^{-3} \text{ м,}$$

Сила ваги вальця:

$$G := 600 \text{ Н.}$$

Матеріал - сталь 45 покращена, границя міцності $\sigma_B := 750 \cdot 10^6$ Па, границя текучості $\sigma_T := 450 \cdot 10^6$ Па. Строк служби - тривалий, навантаження близьке до постійного, допускається короткочасне двохкратне перевантаження.

Визначаємо наближено середній діаметр вала при

$$I\tau I := 12 \text{ МПа}$$

$$d := \sqrt[3]{\frac{T}{10.2 \cdot I\tau I \cdot 10^6}} \quad d = 0.016 \text{ м.}$$

Розробляємо конструкцію вала і за кресленням оцінюємо його розміри. З конструктивних міркувань в місці посадки зубчатого колеса приймаємо:

$$d_z := 0.035 \text{ м,}$$

в місці посадки підшипників приймаємо:

$$d_{\Pi} := 0.040 \text{ м.}$$

Відстань між опорами вала:

$$l := 0.346 \text{ м,}$$

Відстані від опор до середини мелючої частини вальця навантаження від мелючої частини вальця приймаємо зосередженим в одній точці):

$$a := 0.173 \text{ м, } b := 0.173 \text{ м.}$$

Відстань від опори до місця посадки зубчатого колеса:

$$c := 0.150 \text{ м.}$$

Визначаємо сили, які діють в місці посадки зубчатого колеса

$$F_Z := \frac{2 \cdot T}{D_2} \quad F_Z = 3.601 \times 10^3 \text{ Н,}$$

та на мелючій частині вальця:

$$F := \frac{2 \cdot T}{D} \quad F = 5.081 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Знаходимо реакції в опорах і будуємо епюри згинальних та крутних моментів.

Розглянемо дію сил у вертикальній площині:

$$G = A_Y + B_Y$$

$$G \cdot b - A_Y \cdot l = 0$$

$$A_Y := \frac{G \cdot b}{l} \quad A_Y = 300 \text{ Н.}$$

$$B_Y := G - A_Y \quad B_Y = 300 \text{ Н.}$$

Розглянемо дію сил у горизонтальній площині:

$$F - F_Z = A_X + B_X$$

$$F_Z \cdot c + F \cdot b - A_X \cdot l = 0$$

$$A_X := \frac{F \cdot b + F_Z \cdot c}{l} \quad A_X = 4.102 \times 10^3 \text{ Н.}$$

$$B_X := F - F_Z - A_X \quad B_X = -2.622 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Визначаємо запаси опору втоми в небезпечному перерізі.

Небезпечним перерізом є переріз I-I рядом з підрядом з підшипником, ослаблений галтеллю.

Для перерізу I-I згинальний момент:

$$M := \sqrt{(F_Z \cdot c)^2} \quad M = 540.213 \text{ Н*м.}$$

$$W_Z := 0.1 \cdot d_{\Pi}^3 \quad W_Z = 6.4 \times 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напруження при згині:

$$\sigma_Z := \frac{M}{W_Z} \quad \sigma_Z = 8.441 \times 10^7 \text{ Па.}$$

Амплітуди постійної та змінної складових циклів напруження при згині:

$$\sigma_m := 0$$

$$\sigma_a := \sigma_Z \quad \sigma_a = 8.441 \times 10^7 \text{ Па.}$$

$$W_P := 0.2 \cdot d_{\Pi}^3 \quad W_P = 1.28 \times 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Напруження кручення:

$$\tau := \frac{T}{W_P} \quad \tau = 3.672 \times 10^7 \text{ Па.}$$

Амплітуди постійної та змінної складових циклів напруження кручення:

$$\tau_m := 0.5\tau \quad \tau_m = 1.836 \times 10^7 \text{ Па,}$$

$$\tau_a := 0.5\tau \quad \tau_a = 1.836 \times 10^7 \text{ Па.}$$

Границі вносливості:

$$\sigma_1 := 0.4 \cdot \sigma_B \quad \sigma_1 = 3 \times 10^8 \text{ Па,}$$

$$\tau_1 := 0.2 \cdot \sigma_B \quad \tau_1 = 1.5 \times 10^8 \text{ Па,}$$

$$\tau_b := 0.6 \cdot \sigma_B \quad \tau_b = 4.5 \times 10^8 \text{ Па.}$$

Прийнявши радіус галтелі: $r := 0.004$ м, для:

$$\frac{r}{d_{\Pi}} = 0.1$$

за таблицею 15.1 [11] знаходимо:

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

За графіками (рис.15.5, рис 15.6 [11]):

$$K_d := 0.76 \quad K_F := 1$$

Коефіцієнти []):

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

Знаходимо запас опору втоми по згину:

$$s_{\sigma} := \frac{\sigma_1}{\frac{K_{\sigma} \cdot \sigma_a}{K_d \cdot K_F} + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} \quad s_{\sigma} = 1.688$$

Запас опору втоми по крученню:

$$s_{\tau} := \frac{\tau_1}{\frac{K_{\tau} \cdot \tau_a}{K_d \cdot K_F} + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} \quad s_{\tau} = 4.821$$

Загальний запас міцності:

$$s := \frac{s_{\sigma} \cdot s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}} \quad s = 1.593 \quad > |s| = 1.5$$

Перевіряємо статичну міцність при перевантаженнях.

При перевантаженнях навантаження подвоюються:

$$\sigma_{зп} := 2 \cdot \sigma_{з} \quad \sigma_{зп} = 1.688 \times 10^8 \quad \text{Па,}$$

$$\tau_{п} := 2 \cdot \tau \quad \tau_{п} = 7.344 \times 10^7 \quad \text{Па.}$$

$$|\sigma_I| := 0.8 \cdot \sigma_T \quad |\sigma_I| = 3.6 \times 10^8 \quad \text{Па.}$$

$$\sigma_{ек} := \sqrt{\sigma_{зп}^2 + \tau_{п}^2} \quad \sigma_{ек} = 1.841 \times 10^8 \quad \text{Па} < |\sigma_I|$$

Перевіряємо жорсткість вальця.

Основною вимогою якісної реалізації процесу помолу на вальцових верстатах є відсутність прогину в мелючій зоні вальців. Розрахуємо максимальний прогин вальця.

$$J := \frac{\pi \cdot D^4}{64} \quad J = 5.75 \times 10^{-5} \quad \text{м}^4.$$

$$E := 2.1 \cdot 10^8$$

Прогин у вертикальній площині від сили G дорівнює:

$$y_b := \frac{G \cdot a^2 \cdot b^2}{3 \cdot E \cdot J \cdot l} \quad y_b = 4.288 \times 10^{-5} \quad \text{мм.}$$

Прогин у горизонтальній площині від сил:

$$y_{\Gamma} := \frac{F \cdot a^2 \cdot b^2}{3 \cdot E \cdot J \cdot l} + \frac{F_z \cdot c \cdot a \cdot (l^2 - a^2)}{6 \cdot E \cdot J \cdot l}$$

$$y_{\Gamma} = 6.979 \times 10^{-4} \quad \text{мм.}$$

Сумарний прогин:

$$y := \sqrt{y_b^2 + y_{\Gamma}^2} \quad y = 6.992 \times 10^{-4} \quad \text{мм.}$$

Допустимий прогин для вальця:

$$IyI := 0.0002 \cdot l \cdot 1000 \quad IyI = 0.069 \quad \text{мм.} \quad y < IyI$$

Оскільки умови міцності і жорсткості виконуються, то прийняті розміри вальця залишаємо без змін.

3.3. Розрахунок зубчатих передач коробки швидкостей приводу мелючих вальців

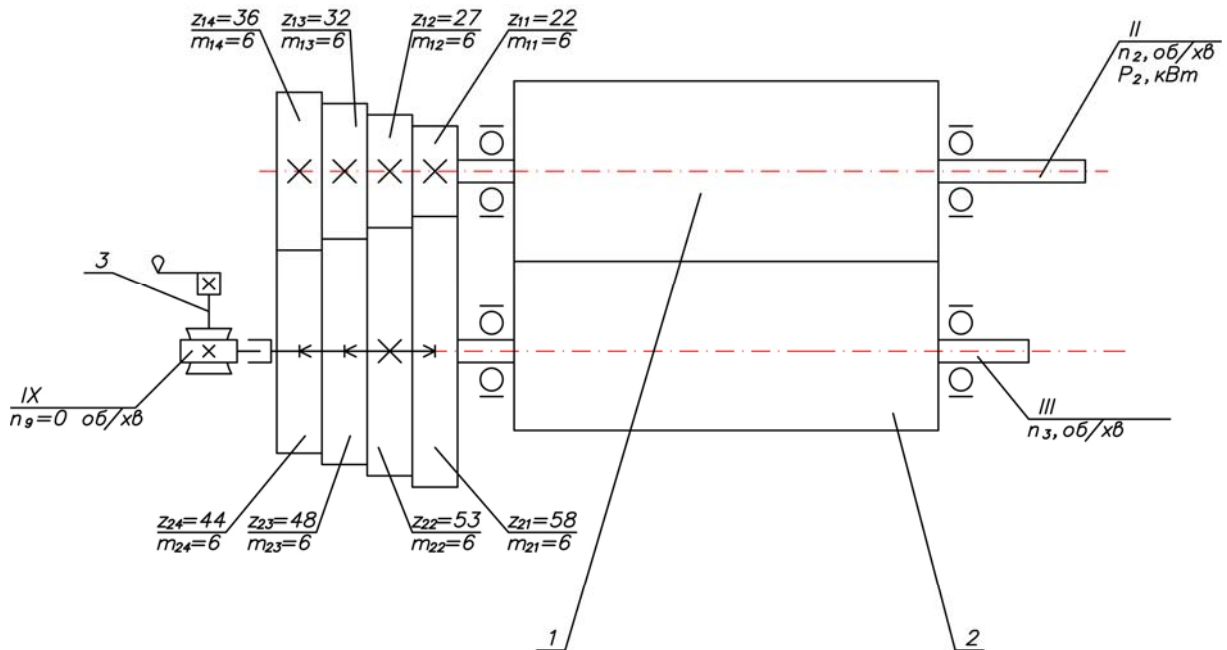


Рисунок 3.2. – Розрахункова схема

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 у 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]:

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

$$HВ := 176$$

Приведений модуль пружності

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

Номинальна потужність та кількість обертів на валу електродвигуна:

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

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

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

Крутний момент на валу електродвигуна:

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

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 $z_{12} - z_{22}$.

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]:

$$K_{H\gamma} := 1.02$$

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 торцевого 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:

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

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

Кількість циклів навантаження кожного зуба за

строк служби $T_C := 10000$ годин

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

Оскільки $N_{ц} > 10^7$, 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 якій 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:

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

Максимальні розрахункові напруження на згін:

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

Допустимі напруження на згін:

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

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]:

$$K_{H\beta} := 1.02$$

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:

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

який знаходиться в рекомендованих границях.

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

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

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

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

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

Кількість циклів навантаження кожного зуба за строк служби $T_c := 10000$ годин

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

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

$$k_{\text{рк}} := 1$$

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

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

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 якій 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]:

$$K_{Fv} := 1.1$$

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

Окружна сила в зацепленні:

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

Максимальні розрахункові напруження на згін:

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

Допустимі напруження на згін:

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

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

3.4. Розрахунок продуктивності та потрібної потужності на подрібнення зерна на агрегатному валковому млині АВМ-15

Оскільки на агрегатному валковому млині АВМ-15 основною технологічною операцією є подрібнення, то очевидно що продуктивність млина визначається продуктивністю ВВ верстатів, які використовуються на драних системах.

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

Об'єм матеріалу, що висипається з ВВ 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:

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

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

$$L = 0,25 \text{ м,}$$

тоді його робоча довжина

$$L_p = 0,9L = 0,9 \cdot 0,25 = 0,225 \text{ м.}$$

Коефіцієнт розпушення для зерна пшениці приймаємо

$$\psi = 0,3.$$

Розрахункова максимальна частота обертання вальців $n=41,93$ об/с.

Частота обертання швидкого вальця - $n=1000$ об/хв, повільного вальця - $n=402,3$ об/хв = $6,7$ об/с.

Тоді масова продуктивність вальцьового верстату I драної системи дорівнює

$$G = 1,25 \cdot 3,14 \cdot 0,185 \cdot 0,225 \cdot 0,0008 \cdot 1400 \cdot 6,7 \cdot 0,5 = 0,61 \text{ кг/с.}$$

Потужність електроприводу валкової машини, виходячи з об'ємної теорії подрібнення можна визначити за формулою [2]:

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

де L – довжина вальців, м;

n – робоча частота обертання вальців, об/с.

Потрібна потужність електроприводу 1 вальцьового верстату для I драної системи:

$$N_{ED} = 720 \cdot 0,25 \cdot 0,185 \cdot 6,7 \cdot \left(0,005075 + \frac{0,185^2}{120} \right) = 1,2 \text{ кВт.}$$

На РС на подрібнення витрачається набагато більше потужності, оскільки сировина має різні фізико-механічні характеристики і більшу густину. Для РС потужність визначаємо:

$$N_{EP} = 2,1 \cdot N_{ED} = 2,1 \cdot 1,2 = 2,52 \text{ кВт.}$$

В АВМ-15 індивідуальні ВВ змонтовані по три штуки разом з розвантажувачами в два блоки. В кожний БВВ входять 3 ВВ та секція розвантажувачів, причому кожний БВВ має окремий привід.

Для блоку ВВ БВС4-6 (здійснюється драний процес) та секції розвантажувачів правої СРП потужність електродвигуна визначаємо з коефіцієнтом запасу 2:.

$$N_{4-6} = 2 \cdot 3 \cdot N_{ED} = 2 \cdot 3 \cdot 1,2 = 7,2 \text{ кВт.}$$

Вибираємо електродвигун 4А132М6УПУЗ з потужністю 7,5кВт, синхронною частотою обертання 1000об/хв.

Для блоку ВВ БВС1-3 (здійснюється розмольний процес) та секції розвантажувачів лівої СРЛ потужність електродвигуна також визначаємо з коефіцієнтом запасу, але вже 1,2:

$$N_{1-3} = 2 \cdot 3 \cdot N_{EP} = 1,2 \cdot 3 \cdot 2,52 = 9,072 \text{ кВт.}$$

Приймаємо електродвигун 4А160S6УЗ з потужністю 11кВт, синхронною частотою обертання 1000об/хв.

4. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ БВВ НА ПОМЕЛ БОРОШНА

4.1. Аналіз впливу конструктивних особливостей БВВ АВМ на подрібнення борошна

Головною операцією при виробництві борошна є подрібнення ЗМ та проміжних продуктів. Тверді тіла піддають подрібненню для отримання сипкого матеріалу, який містить частинки різних розмірів і форми. Цей матеріал зазвичай є кінцевим продуктом або продуктом, який зручно обробляти далі. Таким чином реалізується метод простого подрібнення. Існує ще метод вибіркового подрібнення, при якому з твердих частинок, неоднорідних за складом, вивільняють частинки певних речовин речовин.

Проводячи вибіркоче подрібнення (при виробництві борошна), його здійснюють обов'язково багаторазово, процес відбувається послідовно. Оскільки частинки володіють різними структурно-механічними властивостями, кожен етап процесу подрібнення здійснюють таким чином, щоб були отримані частинки, які відрізняються за фізичними властивостями, і які можна якимось чином розділити.

Подрібнення ЗМ в сортове борошно базується на використанні різниці структурно-механічних властивостей ендосперму та оболонки, яка збільшується після гідротермічної обробки зерна.

Робочими органами ВВ є два горизонтально розміщених циліндричних вальця, які постійно обертаються назустріч один одному з різними швидкостями. Залежно від взаємного розміщення граней вістря і спинки пари вальців розрізняють чотири положення. На рисунку 4.1 показано, як зерно, потрапивши у зону подрібнення, затискається гранню вальця, який повільно обертається (показано однією стрілкою) і подрібнюється гранями вальця, який обертається швидше.

Від вибору взаємного розміщення рифлів залежить вид помелу, системи подрібнення. Найбільш ефективним вважається подрібнення з утворенням крупок і дунстів, яке відбувається при взаємному розміщенні рифлів «вістря по вістря», а руйнівною силою є сколювання.

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

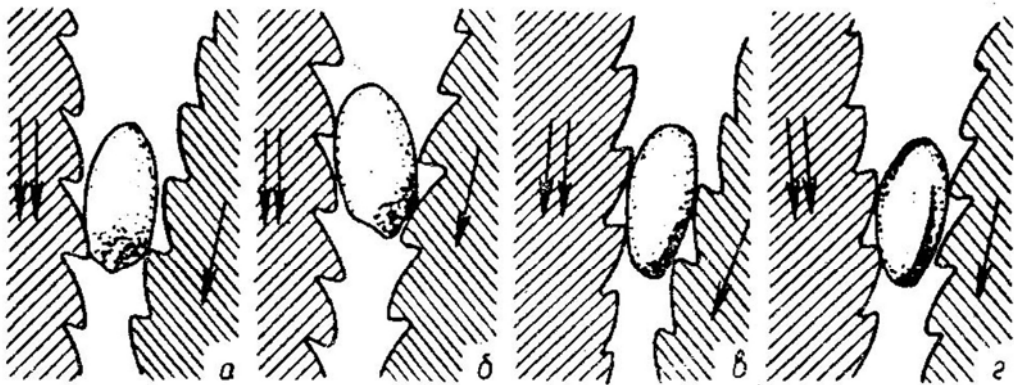


Рисунок 4. 1 – Схеми розміщення рифлів:

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

4.2. Визначення мінімального діаметра мелючих вальців ВВ агрегатного вальцьового млина

Щоб відбувався процес подрібнення продукту у ВВ необхідним є захват вальцями частинки продукту, який ми хочемо подрібнити. Умову захвату шматків матеріалу у ВВ характеризує кут захоплення α , який повинен бути більшим ніж подвійний кут тертя 2φ .

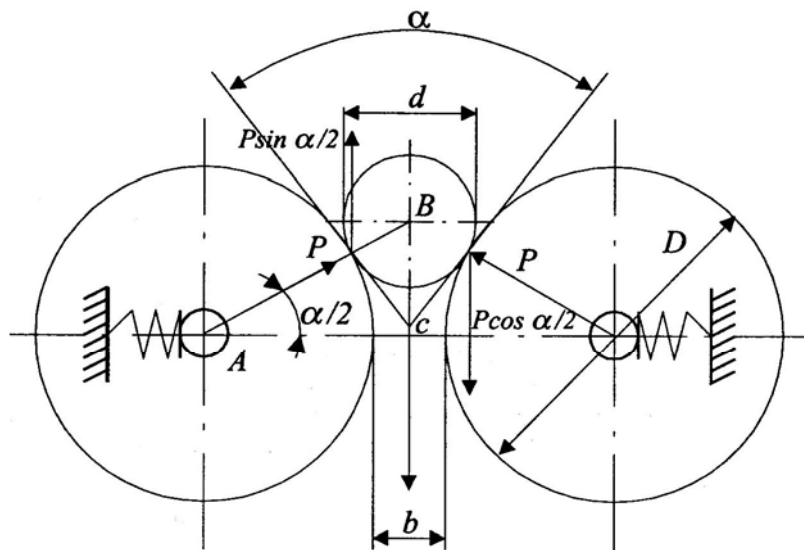


Рисунок 4.2. – Розрахункова схема для визначення мінімального діаметру вальців

Діаметр валків будемо визначати з геометричних міркувань за допомогою розрахункової схеми, показаної на рис. 4.2. за формулою [2, 8]:

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

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:

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

де f – коефіцієнт тертя продукту до поверхні валків.

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

довжина $l_3=4,2 \div 8,6$ мм,

ширина $b_3=1,6 \div 4,0$ мм,

товщина $h_3=1,5 \div 3,8$ 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:

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

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

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

Оскільки в даній конструкції валок має невелику довжину 250 мм, приймаємо діаметр валків $D=185$ мм.

4.3. Розрахунок максимальної швидкості обертання мелючих вальців ВВ агрегатного вальцьового млина АВМ-15

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

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

де f – коефіцієнт тертя продукту до поверхні валків;

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

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

D – діаметр валків, м.

Для зерна пшениці густина становить 1400кг/м³[7].

Тоді максимальна частота обертання вальців дорівнює:

$$n_{max} = 102,5 \cdot \sqrt{\frac{0,22}{1400 \cdot 0,005075 \cdot 0,185}} = 41,93 \text{ об/с} = 2516 \text{ об\`хв.}$$

Зміну максимальної частоти обертання вальців від розмірів частинок сировини представлено на рис.4.3

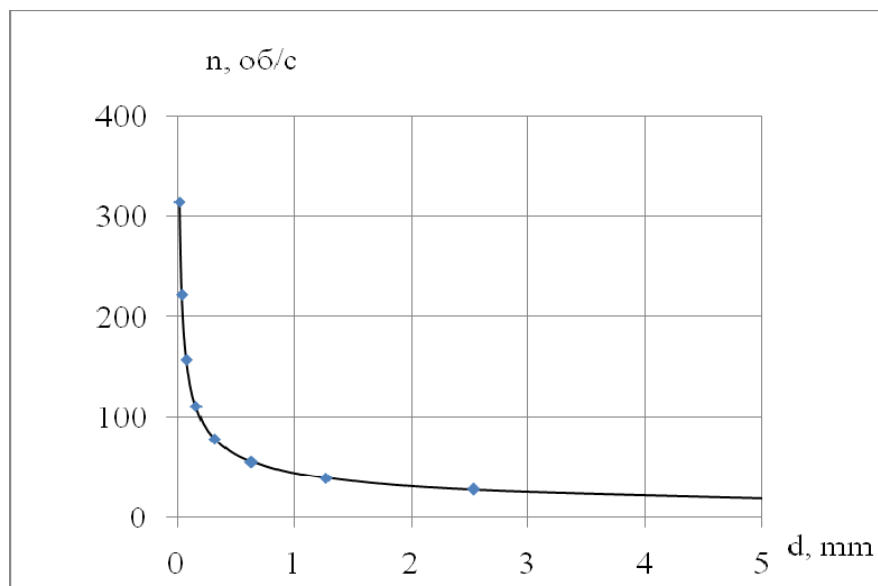


Рисунок 4.3. - Максимальна частота обертання вальців

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Заходи з охорони праці

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

До обслуговування млина допускаються особи, що пройшли спеціальну підготовку по вивченню млина. Персонал, що обслуговує агрегатний млин, повинен володіти безпечними методами роботи і дотримуватися запобіжних заходів.

Електропроводка не повинна мати порушень ізоляції, а місця підключення повинні бути ретельно ізолювані.

При обслуговуванні млина не дозволяється:

- пускати в роботу млин зі знятими капотами;
- захарашувати проходи до млина;
- виконувати ремонтні операції без зняття клинових ременів та ланцюгів електроприводів;
- робити на ходу регулювання млина.

Необхідно не допускати скупчення борошняного пилу на внутрішній і зовнішній поверхнях агрегатів млина.

Електроустаткування і обладнання млина повинні бути заземлені. При відсутності заземлення забороняється включати електроустаткування. Усі роботи з огляду, ремонту й очищенню електроустаткування повинні проводитись тільки при цілком знятій напрузі.

При транспортуванні частин млина стропування необхідно здійснювати відповідно до схем стропування з використанням римів-болтів.

Млин обладнаний ефективно діючою аспірацією. Робочий простір герметизують, щоб цілком виключалися розсипи зерна, продуктів і виділення пилу. Важливе місце в безпечній роботі приділяється пристроям для пуску і зупинки машин. Вони повинні бути надійними, легкодоступними для користування з робочого місця, добре помітними і не вимагати великих зусиль. Найбільше зручне кнопочке керування.

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 металевію 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, оббивальних машин, трієрів, 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. 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.

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

Технічний прогрес на підприємствах борошномельної, круп'яної і комбікормової промисловості, інтенсифікація технологічних процесів підвищили на підприємствах рівень шуму і вібрації. Припустимі рівні звукового тиску і рівні звуку на постійних робочих місцях, у приміщеннях і на території підприємств варто приймати відповідно до гігієнічних норм, затвердженими Міністерством охорони здоров'я.

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

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

Для ослаблення вібрації і шуму устаткування, що викликає вібрацію і шум вище встановлених норм (електродвигуни, вентилятори й ін.), треба встановлювати його на самостійних шумоізолюючих фундаментах і підставках, віброізолюваних від підлоги та інших конструкцій будинку.

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

5.2. Заходи з безпеки 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 і можуть вимагати від уряду України, інших органів державної виконавчої влади забезпечення його реалізації. Цивільний захист України є державною системою органів управління силами і засобами, що створюються для організації забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій (НС).

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 цивільного захисту (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 ЦЗ 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. Організація заходів з підвищення хімічної безпеки на борошномельному підприємстві

Протихімічний захист це комплекс заходів проведених з метою запобігти чи послабити вплив на людей хімічної обстановки. На підприємствах по виробництву борошна, круп заходами протихімічного захисту керує начальник штабу Цивільної оборони 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 цивільної оборони об'єкта і проводиться різними командирами формувань і силами розвідувальних підрозділів – групами (ланками) хімічної і загальної розвідки, розвідниками-хіміками формувань ЦЗ. Визначення ступеня зараження продуктів харчування, води, фуражу проводиться хімічними лабораторіями Цивільної оборони.

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 протигазы, коли невідома концентрація парів СДОР, варто застосовувати переважно для виходу з зараженої зони. Для аварійних робіт і при високих концентраціях СДОР треба використовувати ізолюючі протигазы.

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 (ШП) 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 хлорпікрину - водні розчини сірчистого натрію.

ВИСНОВКИ

Розроблено заходи з модернізації БВВ1-3 агрегатного валкового млина АВМ-15 з ціллю покращення ефективності процесу подрібнення зерна та збільшення виходу борошна високих гатунків.

Аналіз літературних джерел по проблемі показав, що сучасною тенденцією в харчових виробництвах є постійне удосконалення процесів і обладнання. Запропонована модернізація дозволяє досягнути високу ефективність подрібнення на кожній системі за рахунок застосування раціональних геометричних та кінематичних параметрів вальців, а також покращити якість та збільшити вихід борошна високих сортів, зменшити енергоємність процесу.

Також в роботі було проведено кінематичні, технологічні розрахунки БВВ, визначено критичні параметри та розміри робочих органів; проведено розрахунок продуктивності та потрібної потужності електроприводу БВВ та секції розвантажувачів; проведені конструктивні розрахунки елементів блоку вальцьових верстатів БВВ1-3 агрегатного валкового млина, а також розроблено заходи з охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закалов О.В. Обладнання переробних та харчових підприємств. – Тернопіль, 2001.
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. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов (Под ред. Л.А.Трисвятского. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991.

– 415 с.: ил. - /Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

14. Переработка продукции растительного и животного происхождения. / Под ред. А.В. Богомолова и Ф.В. Перцевого. С.-Пб.: ГИОРД, 2001, 336 с.
15. Геленгатор М.А. и др. Обработка и хранение семян. М.: Колос, 1980.
16. Киреев М.В. и др. Послеуборочная обработка зерна в хозяйствах. – Л.: Колос, 1981.

ДОДАТКИ

Таблиця Б. 1. -Технічна характеристика млина Р6-АВМ-15

Технічна продуктивність млина при двох-сортному помолі зерна з загальним виходом борошна 72%, т/добу	15
У том числі:	
борошна вищого сорту, %	48-50
борошна 1 сорту, %	22-24
Довжина вальцьової лінії, см.	150
Транспортування зерна і продуктів розмолу	пневматичне
Привід індивідуальний груповий	
Кількість електродвигунів, шт.	11
Сумарна потужність встановлених електродвигунів, кВт	36
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина (без завантажувального бункера і сходів)	7000
ширина (без трапів)	3400
висота (без технологічної рами)	5000
Маса млина, кг, не більше	7500

Таблиця Б.2. – Обмежувальні кондиції на зерно, що поставляється
борошномельним заводам

Показники	Пшениця	Жито
Вологість, %	15,5	15,5
Кількість бур'янистої домішки, %	2,0	2,0
у тому числі:		
усіх видів мінеральної домішки	0,3	0,3
шкідливої домішки	0,2	0,2
У числі шкідливої домішки:		
гірчака, в'язелю (разом чи окремо)	6,1	0,1
ріжка, головешки (разом чи окремо)	0,15	0,15
куколю	0,5	0,5
Кількість зернової домішки, %	5,0	4,0
у тому числі пророслих зерен	3,0	3,0
Кількість клейковини на помел (не менше), %:		
сортовий	25,0	
обойний	20,0	—
Якість клейковини (не нижче)	Другої групи	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
 Національна академія наук України
 Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
 Маріборський університет (Словенія)
 Технічний університет у Кошице (Словаччина)
 Вільнюський технічний університет ім. Гелімінаса (Литва)
 Шауляйська державна колегія (Литва)
 Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
 Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
 Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
 Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
 Наукове товариство ім. Шевченка
 ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного
 університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том II

**IX Міжнародної науково-технічної
 конференції молодих учених та студентів
 25-26 листопада 2020 року**



**УКРАЇНА
 ТЕРНОПІЛЬ – 2020**

Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 25-26 листопада 2020.

- | | | |
|---|--|-----|
| 14. | А.А.Паламар, О.А.Коліхалів, О.С.Покотило
ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВОД ПРИ ЗБЕРІГАННІ | 153 |
| 15. | О.М. Ракоча, Х. Цвіб, Л.А. Сторож
ВИКОРИСТАННЯ ІМБИРУ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ | 154 |
| 16. | Т.П. Савчук
ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧІВ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НЕВЕЛИКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ | 155 |
| 17. | І.В. Смольчук, В.І. Фіялка
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ | 156 |
| 18. | І.Я. Ставник, М.М. Фік, М.О. Василько, О.О. Василько
ВИМОГИ ДО РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ | 157 |
| 19. | О.Ю. Старинський
ДОСЛІДЖЕННЯ КАВІТАЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИК ГОМОГЕНІЗАТОРА КЛАПАННОГО ТИПУ | 158 |
| 20. | О.М. Середницький, В. І. Грицаюк
ФЕРМЕНТОВАНІ ПРОДУКТИ – ОСНОВА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ | 159 |
| 21. | О.П. Хава, В.Р. Сельський, О.С. Покотило
ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МОЛОКА ПРИ СКИСАННІ | 160 |
| 22. | О.І. Хулик
ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗДІЛЕННЯ | 161 |
| 23. | М. В. Цимбал, М. Д. Кухтня
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ НІТРАТІВ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ | 162 |
| 24. | О.І. Кравець, Д.П. Шок
ДОСЛІДЖЕННЯМ ПРОЦЕСУ ВІДТИСКУ ТЕХНІЧНОГО КАЗЕЇНУ | 163 |
| СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ | | |
| 1. | Рамахе Абдулла Тх. Сабар
ДЕЯКІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ЗАКЛАДУ | 164 |
| 2. | Абдулхамід Салік Абубакар, О.М. Владислав
НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ | 165 |

УДК 664.7

Д. В. Бублік, А. М. Васильшина, Н. М. Зварич, канд. техн. наук, доц.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІРІБНИЦТВА ЗЕРНОПРОДУКТІВ

D.V. Bublik, A. M. Vasylyshyn, N. M. Zvarych, Ph. D., Assoc Prof.
WAYS OF MODERNIZATION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR
PRODUCTION OF GRAIN PRODUCTS

Одним із стратегічних завдань кожної країни є забезпечення населення продуктами харчування. Світовий попит на харчові продукти оцінюється приблизно у 10 трлн дол. США [1]. Харчова промисловість України має всі можливості для успішного реагування на глобальні виклики та інтеграцію у світовий торговельний простір, завдяки наявності природних ресурсів, вигідного географічного розташування та високому ступеню розвитку продовольчого сектора. У 2018 році, експорт харчових та сільськогосподарських продуктів з України склав 18,6 млрд. дол. США, що дорівнює 39,3% загального експорту з України. Головною статтею експорту були зернові культури (7,2 млрд. дол. США), за ними – жири та масла, готові для споживання істівні жири та віск (4,5 млрд. дол. США). Далі – олійні культури (2 млрд. дол. США), шрот та макуха 1,2 млрд. дол. США), м'ясо та харчові м'ясні субпродукти (646 млн. дол. США), а також молоко та молочні продукти, яєця птиці, натуральний мед (481 млн. дол. США). Експорт м'яса птиці порівняно з 2017 виріс на 30%, шоколаду – на 13%, соєвої олії – на 22%, насіння ріпаку – на 15% і пшениці – на 9%. [2]. Оскільки зернопродукти та продукти їхньої переробки складають велику частку раціону харчування населення, модернізація та реконструкція, розширення діючих і будівництво нових виробничих потужностей відповідно до вимог і нормативів ЄС щодо виробництва безпечної та якісної продукції, розробка і освоєння нових ресурсо- та енергозберігаючих технологій, що забезпечують раціональне використання сировини, зниження її витрати на одиницю продукції, а також переробка зернової сировини застосуванням машини нового покоління, які забезпечують глибоку переробку є одними з головних напрямків розвитку зернопереробних підприємств. Важливими напрямками модернізації також є збільшення продуктивності та інтенсифікація технологічних процесів, подальше впровадження систем комплексної переробки відходів. Проблемою багатьох підприємств, особливо невеличких, сьогодні є використання застарілих, громіздких систем автоматизації виробничих процесів або невикористання взагалі. Розроблення і впровадження сучасних систем автоматизації обладнання для переробки зернової сировини з можливістю комп'ютерного налаштування та дистанційного керування технологічними процесами суттєво підвищує технічний рівень підприємства. Важливим напрямком модернізації харчових виробництв є зменшення матеріало- та металоємності обладнання, створення та удосконалення міні обладнання, використання сучасних композитних матеріалів.

Література

1. Розвиток промисловості для забезпечення зростання та оновлення української економіки : науково-аналітична доповідь / за ред. Дайнеко Л.В.; НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозув. НАН України». – К., 2018. – 158 с.
2. Секторальна експортна стратегія 2019-2023 "Харчова і переробна промисловість України" (дослідження). - Режим доступу <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=91348680-59-c4-4174-b782-eb0e388f6d3&title=Sektoralna%20eksporna%20strategiia%20harcova%20pererobna%20promislovist%20Ukraini%20doslidzhennia-Ukrainskoi%20Novoiu>