

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розрахунок та ремонт дозатора борошна макаронного
пресу ЛПЛ-2М

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Вітенько Ю.І.
(прізвище та ініціали)

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

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

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

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки вала дозатора борошна макаронного преса ЛПЛ-2М. (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 27 » січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	27.01. 2025-09.02.2025	
2	2. Обґрунтування конструкції і розрахунки	02.06.2025-10.06.2025	
3	3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту	08.06.2025-18.06.2025	
4	4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	27.01. 2025-09.02.2025	
5	Висновки.	18.06.2025-19.06.2025	
	Графічна частина		
6	1. Макаронний прес ЛПЛ-2М. Вигляд загальний.	27.01. 2025-09.02.2025	
7	2. Макаронний прес ЛПЛ-2М. Кінематична схема.	27.01. 2025-09.02.2025	
8	3. Ріжучий механізм макаронного преса ЛПЛ-2М.	02.06.2025-10.06.2025	
9	4. Дозатор борошна.	02.06.2025-10.06.2025	
10	5. Технологічна схема складання розбирання дозатора борошна макаронного преса ЛПЛ-2М.	08.06.2025-18.06.2025	
11	6. Графічне представлення технологічного процесу механічної обробки вала дозатора борошна макаронного преса ЛПЛ-2М.	08.06.2025-18.06.2025	

Здобувач освіти

(підпис)

Вітенько Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ворощук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: "Розрахунок та ремонт дозатора борошна макаронного пресу ЛПЛ-2М" виконана Вітеньком Юрієм Ігоровичем.

Робота складається з 80 сторінок, містить 9 ілюстрацій, 14 таблиць та 6 креслень.

Мета роботи: підвищення точності дозування та надійності роботи дозатора борошна макаронного пресу ЛПЛ-2М шляхом оптимізації його конструкції, проведення необхідних розрахунків та розробки раціональних методів ремонту.

Основні задачі, що вирішуються: аналіз конструктивних особливостей дозатора борошна ЛПЛ-2М та виявлення типових несправностей; проведення кінематичного та динамічного аналізу роботи дозатора; виконання розрахунків на міцність ключових елементів; розробка рекомендацій щодо підвищення експлуатаційної надійності та точності дозування; розробка технології ремонту та відновлення деталей дозатора.

Практичне значення роботи: полягає у розробці конкретних інженерних рішень та технологічних рекомендацій, які дозволять збільшити міжремонтний інтервал роботи дозатора, знизити витрати на його обслуговування та ремонт, а також підвищити якість готової продукції та продуктивність макаронного виробництва. Результати роботи можуть бути використані на підприємствах харчової промисловості, що виробляють макаронні вироби та експлуатують преси типу ЛПЛ-2М, для модернізації обладнання, оптимізації ремонтних робіт та підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу.

Ключові слова: дозатор борошна, макаронний прес, ремонт, надійність, точність, машинобудування, харчова промисловість, експлуатація.

					<i>КРБ 050.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Вітенько Ю.І.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Ворожук В.Я.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворожук В.Я.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						3	
					<i>гр. МО-41</i>		

Abstract

The qualification work on the topic: “Calculation and repair of the flour dispenser for the pasta press model LPL-2M” was performed by Vitenko Yuriy Igorevich.

Purpose: to improve the dosing accuracy and reliability of the flour batcher of the LPL-2M pasta press by optimizing its design, performing the necessary calculations and developing rational repair methods.

The main tasks to be solved are: analysis of the design features of the LPL-2M flour dispenser and identification of typical malfunctions; kinematic and dynamic analysis of the dispenser operation; strength calculations of key elements; development of recommendations for improving operational reliability and dosing accuracy; development of technology for repair and restoration of dispenser parts.

The practical significance of the work is to develop specific engineering solutions and technological recommendations that will increase the overhaul interval of the dispenser, reduce the cost of its maintenance and repair, and improve the quality of finished products and the productivity of pasta production. The results of the work can be used at food industry enterprises that produce pasta and operate presses of the LPL-2M type to modernize equipment, optimize repair work, and improve the skills of engineering and technical personnel.

Keywords: flour dispenser, pasta press, repair, reliability, accuracy, mechanical engineering, food industry, operation.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Вітенько Ю.І.			Abstract	Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Ворощук В.Я.						3	
Реценз.						зр. МО-41			
Н. Контр.		Ворощук В.Я.							
Затверд.		Вітенько Т.М.							

Зміст

Завдання	1
Анотація	3
Abstract	3
Зміст.....	4
Вступ	6
1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	8
1.1. Характеристика та особливості об'єкта проєктування.....	8
1.2. Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел щодо об'єкта проєктування.	10
1.3. Постановка завдань кваліфікаційної роботи	24
2. Обґрунтування конструкції і розрахунки	25
2.1. Кінематичний розрахунок дозатора борошна макаронного преса.....	25
2.2. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для дозатора борошна і різального механізму	27
2.3. Конструкторський розрахунок подаючого шнека	29
2.3. Розрахунок приводу подаючого шнека.....	34
2.3.1. Розрахунок клинопасової передачі приводу шнекового дозатора борошна	34
2.3.2.Розрахунок черв'ячної передачі приводу шнекового дозатора борошна	37
2.4. Загальний опис конструкції макаронного преса ЛПЛ-2М, дії окремих його вузлів і машини в цілому.....	45

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Вітенько Ю.І.			Зміст	Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Ворожук В.Я.						4	
Реценз.						гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.							
Затверд.		Вітенько Т.М.							

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту.....	47
3.1. Розробка технології ремонту макаронного преса марки ЛПЛ-2М.....	47
3.1.1 Характерні причини виходу з ладу макаронного преса марки ЛПЛ-2М.....	47
3.1.2. Технічне обслуговування. Розробка графіка ППР макаронного преса марки ЛПЛ-2М.....	48
3.1.3. Розробка технологічної документації на проведення ремонту	51
3.1.4. Дефектування і сортування деталей	54
3.2. Розробка технологічного маршруту механічної обробки вала дозатора борошна	56
3.2.1. Аналіз технічних умов вала дозатора борошна.....	56
3.2.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки.....	58
3.2.3. Визначення припусків і міжопераційних розмірів	58
3.2.4. Технологічний процес виготовлення вала дозатора борошна...	61
3.2.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту	63
3.2.6. Розрахунок режимів різання по операціях.....	64
3.2.8. Технічне нормування техпроцесу.....	66
3.3. Технічний контроль, випробування та заходи з експлуатації макаронного преса марки ЛПЛ-2М	68
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	70
4.1. Заходи з безпечної експлуатації технологічного обладнання макаронного цеху	70
4.2. Санітарно-гігієнічні вимоги до експлуатації цеху з виробництва макаронних виробів.....	73
Висновки	76
Перелік посилань	79

Вступ

Сучасна харчова промисловість, зокрема виробництво макаронних виробів, характеризується високим ступенем автоматизації та постійним прагненням до підвищення якості продукції та оптимізації виробничих процесів. Основними тенденціями розвитку галузі є впровадження інноваційних технологій, що забезпечують точне дозування сировини, безперебійну роботу обладнання та мінімізацію виробничих відходів. Актуальними викликами є забезпечення стабільної якості готових виробів, оптимізація споживання сировини, а також зменшення часу простоїв обладнання для технічного обслуговування та ремонту. Точність дозування борошна є критично важливим фактором, що безпосередньо впливає на якість тіста та, відповідно, на кінцевий продукт.

Конкретна проблема, якій присвячена дана кваліфікаційна робота, стосується забезпечення надійної та точної роботи дозатора борошна макаронного пресу типу ЛПЛ-2М. Сутність проблеми полягає у можливих відхиленнях у точності дозування борошна, що може бути викликано зносом механізмів, зміною фізичних властивостей сировини або відсутністю належного технічного обслуговування. Це призводить до нестабільної якості тіста, збільшення виробничого браку та неефективного використання сировини. Можливі наслідки включають значні економічні втрати для підприємства, зниження конкурентоспроможності продукції на ринку та необхідність частих ремонтів або заміни обладнання. Обґрунтування значущості її вирішення полягає у підвищенні якості макаронних виробів, зменшенні витрат на сировину та виробничих відходів, збільшенні продуктивності лінії та продовженні терміну служби обладнання. Це забезпечує підприємству економічні вигоди та зміцнює його позиції на ринку.

					<i>КРБ 050.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Вітенько Ю.І.</i>			<i>Вступ</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Ворожук В.Я.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворожук В.Я.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						<i>6</i>	
					<i>гр. МО-41</i>		

Об'єктом розробки є дозатор борошна макаронного пресу ЛПЛ-2М. Цей дозатор є ключовим вузлом у структурі макаронного пресу, що відповідає за точне та регульоване подавання борошна у змішувач або дозатори води, залежно від конструкції пресу. Його місце в загальній структурі обладнання є первинним, оскільки саме він забезпечує надходження основного компонента для приготування тіста. Функціональне призначення дозатора полягає у забезпеченні заданої рецептурою кількості борошна, що є фундаментальним для отримання однорідного тіста та високоякісних макаронних виробів.

Предметом розробки є сукупність проектно-конструкторських рішень, інженерних розрахунків та технологічних заходів, спрямованих на забезпечення надійної та ефективної роботи дозатора борошна. Це включає аналіз існуючої конструкції дозатора, виконання розрахунків на міцність, зносостійкість та точність дозування, а також розробку рекомендацій щодо його модернізації або ремонту. Крім того, до предмета розробки входять технології експлуатації, технічного обслуговування та ремонту дозатора, спрямовані на продовження терміну його служби, підвищення точності та зменшення експлуатаційних витрат.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи

1.1. Характеристика та особливості об'єкта проєктування

Макаронний прес являє собою складну технологічну систему, що складається з декількох взаємопов'язаних елементів. До основних компонентів обладнання належать:

Дозувальний пристрій - забезпечує точне дозування інгредієнтів для приготування тіста. Розташований безпосередньо над тістомісильною машиною та включає шнековий дозатор для борошна, черпачковий дозатор для води, а також спеціалізований приводний механізм.

Тістомісильна система - здійснює замішування тіста з дозованих інгредієнтів до отримання однорідної маси необхідної консистенції.

Вузол приводу - передає обертальний рух від електродвигуна до робочих органів преса, забезпечуючи безперервність технологічного процесу.

Пресуючий корпус та пресуюча головка - основні робочі елементи, що здійснюють формування макаронних виробів шляхом продавлювання тіста через матрицю.

Обдувний пристрій - система охолодження та обробки свіжосформованих виробів повітрям.

Система трубопроводів - забезпечує транспортування робочих середовищ між різними вузлами преса.

Механізм різання - здійснює порізки сформованих виробів на необхідну довжину.

Усі перераховані механізми змонтовані на міцній станині преса, яка представляє собою зварну металеву конструкцію на чотирьох опорах. До станини також кріпиться спеціальний обслуговуючий майданчик, обладнаний поручнями та сходами для безпечного доступу персоналу до всіх вузлів обладнання під час експлуатації та технічного обслуговування.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Вітенько Ю.І.			1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи				Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Ворощук В.Я.									8	
Реценз.									гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворощук В.Я.										
Затверд.		Вітенько Т.М.										

Окремо з пресом комплектується вакуумна система, що покращує якість замішування тіста та структуру готових виробів.

Процес формування та охолодження виробів

Після виходу з матриці макаронні вироби надходять до обдувного пристрою. На цьому етапі температура виробів відповідає температурі пресованого тіста і становить 45-50°C.

Оскільки в пресовому відділенні температура навколишнього повітря значно нижча за температуру виробів, що виходять з матриці, створюється суттєвий температурний перепад. Величина цього перепаду безпосередньо залежить від різниці між температурою пресування тіста та температурою навколишнього середовища в приміщенні.

Чим більша ця різниця температур, тим інтенсивніший температурний перепад і, відповідно, тим активніше відбувається випаровування вологи з поверхневих шарів макаронного виробу. Цей природний процес осушування продовжується доти, доки температура виробу не зрівняється з температурою навколишнього середовища.

Після досягнення температурної рівноваги на зовнішній поверхні виробу формується тонка захисна скоринка. Ця скоринка виконує важливу технологічну функцію - вона запобігає злипанню окремих виробів між собою під час подальших операцій розкладки та сушіння, що є критично важливим для забезпечення якості готової продукції.

Технічна характеристика шнекового макаронного преса ЛПЛ-2М

Найменування параметрів	Значення показників
Продуктивність, кг/год	до 375
Частота обертання, хв пресувального шнека	41...82
вала тістомісильника	18.. 2060
Кількість різів ріжучого механізму за хв.	60..70 40..60

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вода, що йде на заміс тіста: витрата, л/год	50..60
температура, °C	500
Вакуум, що створюється в пресуючому корпусі, Па	23
Продуктивність обдувача, м3/год	2920x2710x2940
Погребна потужність, кВт	3260

1.2. Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел щодо об'єкта проектування.

Технологічне обладнання макаронного виробництва представляє систему машин і апаратів, встановлених у порядку технологічного процесу і пов'язаних між собою різними транспортувальними пристроями.

Умовно технологічне обладнання макаронного виробництва можна розділити на такі ділянки:

- обладнання для підготовки борошна тарним або бестарним способом;
- обладнання для дозування інгредієнтів, замісу тіста і формування сирих виробів;
- обладнання для різання і розкладки сирих виробів;
- обладнання для сушіння, стабілізації і накопичення макаронних виробів;
- обладнання для пакування в споживчу і транспортну тару.

В якості сировини для макаронної продукції використовують спеціальне борошно крупку з твердої пшениці ГОСТ 12307-66 або борошно з м'якої склоподібної пшениці ГОСТ 12306-66 і можливе використання борошна хлібобулочного вищого сорту ГОСТ 26574-84. Насипна щільність спеціального макаронного борошна 600–650 кг/м3, хлібобулочного 550–600 кг/м3.

Крупка або напівкрупка мають підвищену плинність і не утворюють склепін у бункерах зберігання борошна. Для її переміщення на виробництво зі складу БХМ використовують в основному пневмотранспорт.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допускається при виготовленні макаронних виробів використовувати яєчні, молочні та інші добавки.

За лінійними розмірами макаронні вироби поділяються на два типи: короткі і довгі понад 200 мм, короткі поділяються на підтипи, вироблені пресуванням або штампуванням (останній спосіб менш поширений).

За перетином макаронні вироби поділяються: на ниткоподібні – вермішель, стрічкові – локшина і трубчасті – макарони, ріжки, пір'я тощо.

Ділянка виробництва макаронів складається з: шнекового преса, ріжучого пристрою, двох сушарок – попередньої та остаточної, накопичувача-стабілізатора та транспортувальних механізмів. Для коротких макаронів після преса встановлюється вібропідсушувач.

Деякі особливості технологічного процесу макаронних виробів полягають у наступному. Борошно і вода дозуються згідно з рецептурою безперервно в тістозмішувач макаронного преса.

Макаронне тісто замішується більш крутим, ніж хлібопекарське і складається з борошна і води з температурою 35-45 0С, можливі збагачувальні та смакові добавки (яєчні, молочні, овочеві, вітамінні тощо). Такі добавки зазвичай змішуються з водою, що йде на заміс тіста. Попереднє змішування добавок проводиться на спеціальних емульсійних установках.

Така установка включає змішувач, насоси, баки-збірники. Бак-збірник має водяну сорочку для підігріву суміші до температури 45 0С.

При замішуванні макаронного тіста використовується набагато менша кількість води, 20-27 л на 100 кг борошна, ніж при замішуванні хлібного тіста. Ця кількість становить приблизно половину тієї, яку можуть поглинути основні компоненти борошна — крохмаль і білок. Тому макаронне тісто після виходу з тістомішалки являє собою сипучу масу зволжених грудочок і крихти, а не зв'язану пластичну масу.

Вологість макаронного тіста є одним із найважливіших технологічних параметрів, що безпосередньо впливає на якість формування виробів та їхні фізико-механічні властивості.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При підвищеному вмісті води тісто набуває більшої пластичності та еластичності. Завдяки цим властивостям воно легше деформується під час пресування, краще заповнює форму матриці та піддається формуванню складних профілів виробів. Високопластичне тісто дозволяє отримувати вироби з гладкою поверхнею та чіткими контурами.

Тісто з нижчим вмістом води характеризується зовсім іншими технологічними властивостями. Воно має більш крихку, розсипчасту структуру без утворення великих грудочок та комків. Така консистенція забезпечує рівномірне та повне заповнення міжжиткового простору в шнековій камері преса, що сприяє стабільному технологічному процесу.

Основною перевагою менш вологого тіста є якість сирих виробів, що з нього формуються. Такі вироби відмінно зберігають надану їм форму, не деформуються під власною вагою, не м'янутья під час транспортування та не схильні до злипання між собою. Ці властивості особливо важливі для довгих виробів типу спагеті або лінгвіне.

У макаронному виробництві прийнято розрізняти три основні типи замісу залежно від вологості тіста.

Твердий заміс характеризується вологістю тіста в межах 28-29%. Такий тип замісу застосовується для виробництва коротких виробів складної форми, де важлива стабільність геометричних параметрів.

Середній заміс передбачає вологість тіста 29,1-31%. Це найбільш універсальний тип замісу, що забезпечує оптимальне співвідношення між пластичністю тіста та якістю готових виробів.

М'який заміс характеризується найвищою вологістю - 31,1-32,5%. Застосовується переважно для виробництва листових виробів або продукції, що потребує особливої еластичності.

Важливою відмінністю макаронного тіста від хлібопекарського є відсутність у його складі розпушувачів. У рецептурі не використовуються дріжджі, розпушувальні порошки або інші агенти, що сприяють утворенню пористої структури. Також зазвичай виключається кухонна сіль, яка може вплинути на пластичність тіста та колір готових виробів.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Така мінімалістична рецептура дозволяє максимально розкрити природні властивості борошна та забезпечити характерну для макаронних виробів щільну, еластичну текстуру.

Макаронне тісто отримують у два етапи: перемішування в змішувачі (пухка маса з крихти і невеликих грудочок щільністю 700-730 кг/м³) і подальше ущільнення в шнеках до щільно пресованої маси щільністю до 1300 кг/м³. Тривалість змішування становить близько 20 хв. Якщо макарони готують з хлібопекарського борошна, час замісу становить 9-10 хвилин, з макаронного борошна - 13-16 хвилин.

При приготуванні тіста обов'язково проводять вакуумування при залишковому тиску 10-40 кПа в шнеку або (в змішувачі останній більш ефективний). Видалення повітря запобігає окисленню і руйнуванню пігментних речовин групи каротиодів, що надають виробам жовтий колір. Крім того, наявність бульбашок повітря в готових виробах викликає їх розтріскування в процесі сушіння.

У змішувачі маса тіста займає 2/3 об'єму. Для набухання клейковини і кращого опрацювання, час змішування може змінюватися, для чого регулюється нахил повороту лопаток (грудочки тіста відкидаються назад), крім того, можуть бути встановлені пальці, штовхачі.

Частота обертання вала ~ 50-75 об/хв. Умовно ділять «заміс» за вологістю 28-29% (твердий), 29,5-31,0% (середній), 31,5-32,5% (м'який)

Макаронні преси.

Шнекові та макаронні преси виконують весь комплекс технологічних операцій з виробництва сирих макаронних виробів: преси дозування інгредієнтів, заміс тіста і формування сирих виробів. Підрозділяють на шнекові — безперервної дії та гідравлічні — періодичної (останні в даний час не застосовуються). Можуть бути з одним, двома змішувачами та одношнекові, дво- або чотиришнекові. Продуктивність промислових пресів від 350 до 2000 кг/год і більше.

У промисловості працюють преси ЛПЛ-2М та італійських фірм «Брайбанті», «Паван», «Фава», швейцарської «Бюллер» та ін.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рух по шнековій камері тіста умовно поділяють на 2 зони: переміщення шнеком пухкого тіста і ущільнення, на 3-4 останніх витках шнека, далі подача тіста до головки і круглої матриці або до тубуса і прямокутної матриці.

Як правило, використовується однозахідний шнек з тризахідною насадкою для ущільнення тіста і рівномірної подачі на матриці.

У корпусі шнекової камери по всій довжині аксіально розташовані канавки, що зменшують закручування і перетирання тіста. Робочий тиск в шнеку становить 9-12 МПа. Пусковий момент на 10-25% вище.

Шнековий прес працює наступним чином: борошно і вода відміряються дозаторами в змішувач, де валом з лопатками, компоненти змішуються в грудкувату масу, яка надходить в пресувальну камеру. Камера шнека має поздовжні канавки. В кінці камери змонтована водяна сорочка для охолодження тіста. Для вакуумування тіста є вакуумний пристрій. Шнек нагнітає тісто в пресову головку, звідки воно через змінну матрицю випресовується і відрізається ріжучим механізмом. Для запобігання злипання виробів є обдувний механізм, що подає повітря цеху з усіх боків зі спеціального кільцевого пристрою.

Матриця — основний робочий орган преса, форма і профіль формуючих отворів, якими визначають тип і вид макаронного виробу. Підрозділяються на круглі і прямокутні (тубусні) з отворами різного профілю. Виготовляють з міцних антикорозійних матеріалів бронзи-БрАЖ9-4, латуні-ЛС59-1, сталі-Х18Н9Т. Круглі матриці використовують для формування будь-яких видів макаронних виробів, прямокутні — для формування довгих макаронних виробів. Для збільшення міцності тонких матриць (22 і 28 мм) використовують підкладні і накладні колосники. Матриця висотою 60 мм має необхідну міцність і використовується без колосника.

Формуючі отвори матриць поділяються на два типи: без вкладишів - для формування ниткоподібних і стрічкоподібних виробів; з вкладишами — для формування трубчастих і фігурних виробів. Для формування стрічки застосовуються матриці з щілинами довжиною до 600 мм і шириною 1,2 мм.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після формування тестова стрічка розкочується до 1 мм і подається на штампмашину.

Отвори для вкладишів в матрицях мають три різних діаметри, на заплічники вхідного встановлюються дво-три опорні вкладиші. Вкладиші виготовляють з того ж металу, що і матриця, для виключення гальванічної корозії.

Для зменшення адгезії тіста на стінках формуючих отворів встановлюють спеціальні вставки з фторопласту.

Очищення матриць від тіста здійснюється на спеціальних мийних машинах, з попереднім відмочуванням у ваннах протягом 10-12 годин і температурою 40-50 °С.

Процес різання впливає на якість і тривалість процесу сушіння, вироби повинні бути однакові по довжині з рівним, без задирок зрізом.

Чим нижче вологість, тим макарони щільніші і гірше ріжуться, утворюючи більше відходів, при занадто високій вологості можливе злипання виробів. За експериментальними даними швидкість різання $V_{рез} \sim 1-5$ м/с при вологості 30-31% і довжині виробу 30-50 мм. Матеріал ножів - вуглецева сталь У8, У9 і т.д.

Машини для різання поділяються на пристрої безперервної та періодичної дії. Безперервної дії — для короткорізаних макаронних виробів, періодичної дії — для довгих макаронних виробів. Використовуються ножі — пластинчасті, роторні, серповидні, дискові. Ріжуча кромка — гладка, зубчаста. Встановлюються по диску матриць в підвісному стані (з одним або декількома ножами).

Машина «УРМ» призначена для різання широкого асортименту короткорізаних виробів на круглих матрицях. У машині 1–4 ножі кріпляться на спицях шківів. Залежно від типу макаронів встановлюється кількість зрізів, крім машини УРМ використовується універсальна ріжуча машина Е8-ЛПС до преса ЛПЛ-2М, яка працює як по диску матриці, так і в підвішеному стані.

Для різання довгих макаронних виробів використовують машину ЛРРМ, яка послідовно ріже і розкладає вироби в касети (1 касета подвійна або 2

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одинарних). Машина періодичної дії, має маятниковий поворотний стіл та інші механізми забезпечення роботи.

У поточних лініях виробництва довгих макаронних виробів працює подвійний самозважувач, який забезпечує розподіл на два бастуни і різання безперервно випресованих виробів з одночасною обдувкою пасма. Довжина сирих виробів від 500 до 600 мм. Саморозважувач складається з бастунів-алюмінієвих трубок довжиною 2000 мм, що рухаються переривчасто. Бастуни сплюснені з боків, з цапфами в торцях на ланцюговому конвеєрі. Є роздільник (на 2 пасма), обдувач, відрізнi ножі (нерухомі і ножі-пластинчасті, закріплені на дисках), важелі і порожнисті циліндри, що підрівнюють ножі і відвідні шнеки.

Шнекові макаронні преси призначені для безперервного виготовлення макаронних виробів. Ці машини автоматично готують тісто з борошна та води, а потім формують з нього сирі макарони. Процес відбувається безперервно - засипаєш інгредієнти з одного боку, а з іншого виходять готові до сушіння вироби.

Кожен прес складається з п'яти основних частин, що працюють у послідовності. Спочатку дозатор точно відмірює потрібну кількість борошна та води, працюючи як автоматичні ваги. Потім тістомісилка змішує інгредієнти до однорідної маси - це схоже на роботу великого міксера. Далі пресувальний корпус проштовхує готове тісто спеціальним гвинтом через отвори. Головка з матрицею формує остаточний вигляд виробів - отвори в матриці можуть бути круглими, квадратними або фігурними, залежно від потрібного виду макаронів. Нарешті, вакуумна система відсмоктує повітря з тіста, щоб макарони вийшли більш щільними та мали красивий вигляд.

Преси відрізняються один від одного за кількома параметрами. Деякі мають одну камеру для змішування тіста, інші - кілька. Також різняться кількість гвинтів, що проштовхують тісто - один або два. Форма матриці може бути круглою або квадратною, а вакуумування відбувається в різних місцях залежно від конструкції.

В Україні найпоширенішим є прес ЛПЛ-2М вітчизняного виробництва. Це відносно простий і надійний прес з однією камерою для змішування, одним

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гвинтом для прошовування тіста, круглими матрицями та вакуумуванням безпосередньо в каналі з тістом. Однак цей прес має два суттєві недоліки. По-перше, він занадто швидко змішує тісто, через що воно не встигає добре промішатися. По-друге, його вакуумна система працює недостатньо ефективно і погано відсмоктує повітря. Ці проблеми не дозволяють виготовляти на такому обладнанні високоякісні макаронні вироби зі спеціального борошна.

Таблиця 1.1.- Технічна характеристика шнекових макаронних пресів

Показник	ЛПЛ-2М	Б6- ЛПШ- 500	Б6- ЛПШ- 750	Б6- ЛПШ- 1000	Б6- ЛПШ- 1200	ВВР 140/4	«Демако »
Продуктивність преса, кг/год	375	500	750	1000	1200	1800	1200
Максимальна тривалість замісу, год	0,16	0,32	0,32	0,32	0,3	0,16	—
Максимальний робочий тиск, МПа	7	9	12	12	12	20	—
Витрата води, л/год на заміс тіста	90	130	200	260	312	472	318
на охолодження пресуючого корпусу	110	150	225	300	360	540	360
Сумарна встановлена потужність, кВт	22,4	30,7	47,6	57,6	63,88	144,9	47
Габаритні розміри, мм							
довжина	2920	4160	5120	5194	4450	9200	3823
ширина	2710	2320	4300	4300	4150	5800	3874
висота	2940	3030	4250	4250	5540	6500	3487
Маса, кг	3260	5480	8727	9252	9400	16000	8000

Преси серії Б6-ЛПШ з продуктивністю 500, 750 і 1000 кг/год готових виробів мають високу ефективність та позбавлені недоліків попередніх моделей. Ці преси обладнані трикамерними тістозмішувачами і потужними двошвидкісними пресувальними механізмами. Тісто вакуумується в одній із закритих камер тістозмішувача. На пресах можна встановлювати різні пресувальні головки для круглих або прямокутних матриць, що дозволяє включати їх до складу автоматичних і комплексно-механізованих ліній.

На сьогодні розроблені макаронні преси більшої потужності - 650 і 1200 кг/год. Їх конструкція базується на сучасній прогресивній технології замісу і формування тіста. Передбачена система вакуумування в процесі замісу, а також знижено витрату електроенергії на одиницю виробленої продукції.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім вітчизняних пресів, на підприємствах використовуються шнекові макаронні преси різних зарубіжних фірм. Італійська фірма "Брайбанти" випускає кілька моделей. Прес "Мабра-Л" має чотирикамерний тістозмішувач, два шнеки з пресувальними головками для прямокутних матриць і вакуумування в останній камері. Він встановлений в лінії для виробництва довгих виробів продуктивністю 415 кг/год. Прес "Кібра-Л" обладнаний трикамерним тістозмішувачем з вакуумуванням в останній камері, двома шнеками з пресувальними головками для прямокутних матриць і працює в лінії для довгих виробів продуктивністю 1000 кг/год.

Для виробництва коротких виробів фірма "Брайбанти" пропонує преси "Кобра-Л" і "Кобра-800". Модель "Кобра-Л" має трикамерний тістозмішувач з вакуумуванням в останній камері, два шнеки з пресувальними головками для круглих матриць і продуктивність до 600 кг/год. Прес "Кобра-800" обладнаний відцентровим борошнозволжувачем і двокамерним тістозмішувачем з вакуумуванням в останній камері, має два шнеки з пресувальними головками для круглих матриць і продуктивність 1000 кг/год.

Французька фірма "Бассано" виготовляє прес BBR-140/4, який встановлений в автоматичній лінії для виробництва довгих виробів продуктивністю 1800 кг/год. Цей прес має відцентровий зволожувач борошна, двокамерний тістозмішувач і чотири шнеки з пресувальними головками для прямокутних матриць.

Американська фірма "Демако" пропонує макаронний прес, встановлений у комплексно-механізованій лінії для виробництва коротких виробів продуктивністю 1200 кг/год. Він обладнаний відцентровим зволожувачем борошна, двокамерним тістозмішувачем і одним шнеком з пресувальною головкою для круглої матриці.

Усі сучасні макаронні преси, як вітчизняні, так і зарубіжні, забезпечують високу продуктивність завдяки прогресивним технологіям замісу, формування та вакуумування тіста, що дозволяє отримувати якісну продукцію з мінімальними енерговитратами. Макаронний прес Б6-ЛПШ-500 - це сучасна машина для виготовлення макаронів, яка працює набагато краще за старі моделі. Вся

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкція встановлена на міцній металевій основі з чотирма ніжками, щоб машина стояла стійко під час роботи.

Основу преса складають кілька важливих частин. Дозувальний пристрій точно відмірює борошно та воду у потрібних пропорціях. Потім ці інгредієнти потрапляють у тістомісильник, який має відразу три камери замість однієї. Готове тісто проходить через пресувальний корпус, де спеціальний гвинт проштовхує його через круглу матрицю. Також є механізм для швидкої зміни матриць, коли потрібно зробити макарони іншої форми, та обдувний пристрій, який охолоджує готові вироби.

До преса додається багато корисного обладнання. Механізм різання автоматично порізає макарони на потрібну довжину. Потужний вакуумний насос відсмоктує повітря з тіста, щоб макарони вийшли більш якісними. Спеціальні прилади показують, як працює машина. Є система трубок для подачі води та електричний пульт управління. Також встановлюють два баки для холодної та гарячої води на відстані півтора метра від дозатора. Якщо на підприємстві є постійний тиск води, то баки не потрібні - воду подають прямо в дозатор.

Дозувальний пристрій працює дуже точно. Він складається з двох частин, які обертаються на одному валу. Одна частина дозує борошно за допомогою спірального гвинта, а друга - воду за допомогою спеціальних лопаток. Борошно засипають у верхній отвір, воду подають через два крани - для холодної та гарячої. Кількість води можна регулювати поворотом ручки, а швидкість подачі інгредієнтів змінюється спеціальним механізмом.

Найбільша перевага цього преса - трикамерний тістомісильник. Перша камера найменша, а друга та третя - більші за розміром. У першій камері інгредієнти змішуються спеціальними лопатками в основну масу. Потім тісто через бічне вікно потрапляє у вакуумний затвор - це пристрій з двома кишнями, який дозволяє передавати тісто далі, не порушуючи вакуум. Друга та третя камери з'єднані між собою, і в них тісто остаточно домішується до потрібної консистенції.

Усі камери мають прозорі кришки, щоб оператор міг бачити, як йде процес змішування. Кришки щільно закриваються спеціальними затискачами, щоб

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утримувати вакуум. Внутрішні поверхні всіх камер виготовлені з нержавіючої сталі та відполіровані, щоб тісто не прилипало та легко чистилося. Усі місильні вали обертаються з точно розрахованою швидкістю, забезпечуючи якісне змішування без перегрівання тіста.

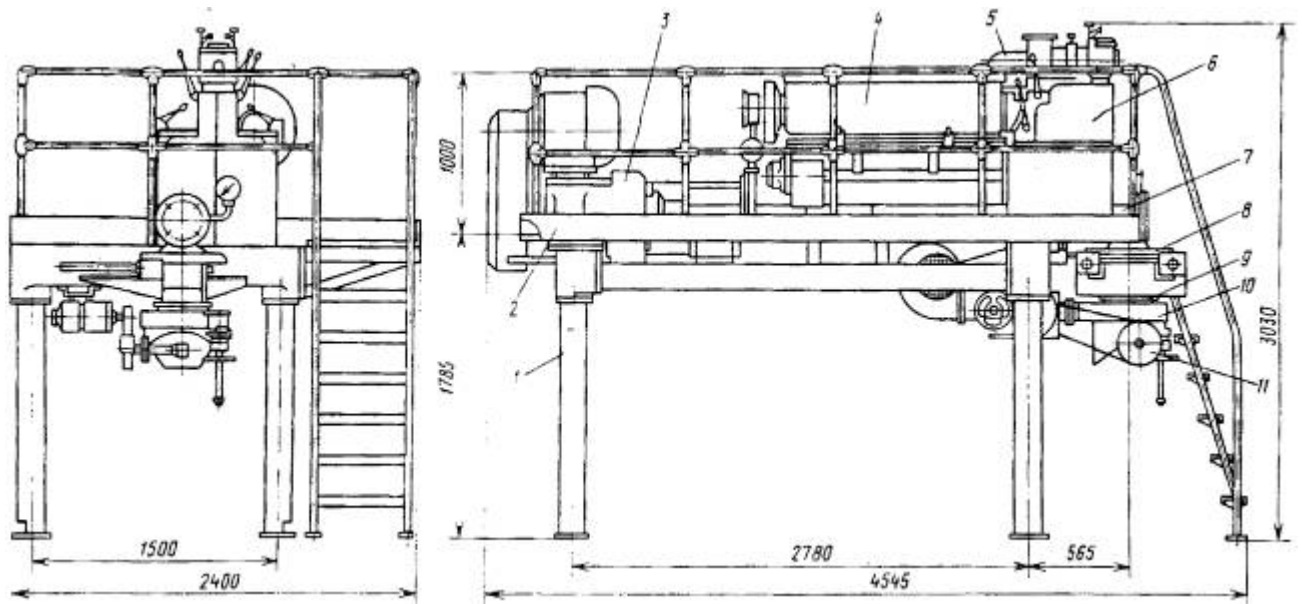


Рисунок. 1.1. Прес Б6–ЛПШ–500:

1 – опора; 2 – станина; 3,6 – приводи; 4 – тістозмішувач; 5 – дозувальний пристрій; 7 – пресуючий корпус; 8 – пресуюча головка; 9 – механізм зміни матриць; 10 – обдувний пристрій; 11 – механізм різання.

У дозатор засипають борошно, а з баків подають гарячу та холодну воду. Температуру води контролюють спеціальним термометром, а регулюють двома кранами - просто змішують гарячу та холодну воду до потрібної температури. Вода має бути теплою - близько 55-65 градусів. На годину витрачається приблизно 130 літрів води для замішування тіста та ще 150 літрів для охолодження самого преса.

Тісто готується в трьох камерах послідовно. У першій камері інгредієнти інтенсивно перемішуються протягом 6-8 хвилин, поки не утвориться однорідна маса. Потім тісто переходить через спеціальний затвор у другу та третю камери, де працює вакуум - відсмоктується повітря. Загалом весь процес займає не менше 20 хвилин. За цей час утворюється пухке тісто однорідного кольору з

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дрібними грудочками розміром від 2 до 10 міліметрів. Завдяки вакууму тісто стає більш щільним та міцним, тому готові макарони краще тримають форму.

З останньої камери тісто потрапляє до шнекової камери, де спеціальний гвинт проштовхує його через матрицю та формує макарони. Гвинт може обертатися з двома різними швидкостями - це дозволяє робити різні види макаронів. Тиск формування в цих пресах удвічі вищий за старі моделі і становить 9-12 мегапаскалів. Такий високий тиск роблять і закордонні преси - він покращує якість та міцність готових виробів. Також у пресувальній головці є підігрів, який включають на початку роботи або після зупинки машини.

Існує ще один тип преса - ВВП 140/4. Він складається з дозувальної системи, відцентрового змішувача для зволоження борошна, двох камер для замішування тіста та чотирьох шнеків з окремими приводами. Усе це встановлено на міцній станині з майданчиком для обслуговування.

Дозувальна система цього преса має дві круглі ємності з обертовими роторами всередині. Кожен ротор має чотири кишень для точного дозування. Швидкість обертання регулюється спеціальним механізмом, що дозволяє точно налаштовувати пропорції води та борошна. За годину дозатор може подати до 600 літрів води.

Щоб борошно не прилипало, дозатор виготовлений з нержавіючої сталі з полірованою поверхнею та тефлоновим покриттям. Водяна частина також з нержавійки з тефлоном - це запобігає утворенню накипу від солей кальцію та інших речовин.

Між дозатором та першою камерою встановлений спеціальний відцентровий змішувач, який швидко та рівномірно змочує борошно водою. Це сталева труба довжиною 60 сантиметрів з товстими стінками. Всередині обертається вал з 26 лопатками, встановленими під кутом. На кінцях валу є ножі, які очищають стінки від налиплого тіста.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

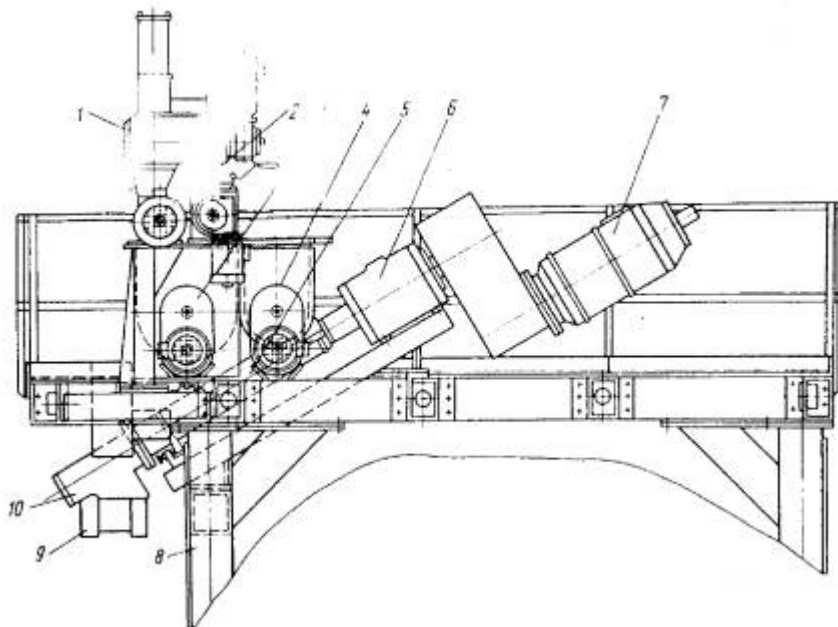


Рисунок 1.2. Прес BBR 140/4:

1 – дотируючі системи; 2 – борошнозвложувач; 3, 4 – двокамерний тістозмішувач; 5 – шнек; 6 – опорний блок; 7 – приводний механізм; 8 – станина; 9 – пристрій для обдування; 10 – тубус

Вал змішувача зроблений з нержавіючої сталі, а лопатки - з особливо твердої хромованої сталі, щоб вони довго служили. Вал обертається дуже швидко - майже тисячу обертів за хвилину, і крутить його потужний електродвигун.

Із змішувача зволожене тісто потрапляє в першу камеру для замішування. Ця камера досить велика - в неї поміщається понад тону тіста. Вона працює під вакуумом і призначена для того, щоб рівномірно перемішати борошно з водою та не дати утворитися грудкам. Камера зроблена з товстої нержавіючої сталі, а всередині обертається вал з лопатками. Лопатки також з нержавійки та покриті тефлоном, щоб тісто не прилипало. Цей вал обертається повільніше - п'ятдесят обертів за хвилину, і крутить його такий же потужний двигун через спеціальний сповільнювач.

Зверху камера закрита двома прозорими кришками з міцного пластику. Кришки мають гумові прокладки, щоб повітря не проникало всередину і

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підтримувався вакуум. У місцях, де через стінки проходить вал, встановлені пластикові кільця для герметичності.

Готове тісто з чотирьох шнекових каналів надходить у спеціальний розподільник. Цей розподільник направляє тісто на дві довгі матриці квадратного перерізу, які встановлені впритул одна до одної. Щоб тиск тіста був однаковим по всій довжині матриць, перед ними встановлені регулювальні гвинти в розподільних каналах. Це дозволяє вирівняти швидкість пресування і зробити всі макарони однаковими.

Тиск тіста під час роботи дуже високий - 20 мегапаскалів, а коли прес тільки запускається, може досягати 25 мегапаскалів. Це у кілька разів більше, ніж тиск у автомобільних шинах. Щоб прес не зламався від занадто високого тиску, встановлений спеціальний електронний манометр. Якщо тиск стає занадто великим, цей прилад автоматично зупиняє всі електродвигуни пресувальних шнеків.

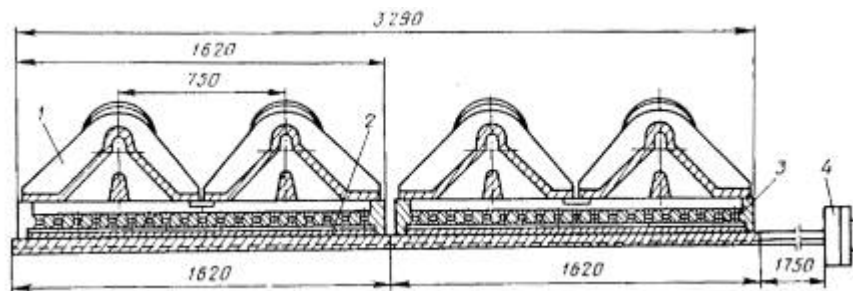


Рисунок 1.3.- Тубус преса BBR-140/4:

1 – тубус; 2 – матриця; 3 – розподільний канал; 4 – домкрат

Коли потрібно встановити нову матрицю або замінити стару, використовують гідравлічний домкрат. Цей домкрат легко пересуває важкі матриці по спеціальних напрямних рейках всередині корпуса преса.

Готова макаронна стрічка виходить з двох матриць і має ширину близько трьох метрів. Одразу після виходу з преса макарони обдуваються повітрям від двох потужних вентиляторів. Повітря подається через дві труби з отворами, які розташовані по обидва боки від матриці. Це обдування дуже важливе - воно не дає макаронам злипнутися між собою, розтягнутися або сплющитися під

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

власною вагою. На цьому етапі макарони ще досить вологі - містять близько 31% вологи - тому без обдування вони б зіпсувалися.

1.3. Постановка завдань кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення точності дозування та надійності роботи дозатора борошна макаронного пресу ЛПЛ-2М шляхом оптимізації його конструкції, проведення необхідних розрахунків та розробки раціональних методів ремонту. Актуальність обраної теми полягає в тому, що дозатори борошна є одним з найбільш критичних вузлів макаронних пресів, оскільки їхня точність безпосередньо впливає на якість кінцевої продукції. Проблеми, пов'язані з експлуатацією цього обладнання, включають абразивний знос, нестабільність подачі борошна, часті поломки та високі витрати на технічне обслуговування. Ці чинники призводять до зниження продуктивності виробництва, збільшення обсягу браку та зростання собівартості продукції.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні технічні задачі:

провести аналіз існуючих конструкцій дозаторів борошна, зокрема дозатора макаронного пресу ЛПЛ-2М, з метою виявлення їхніх недоліків та типових несправностей, що виникають під час експлуатації;

виконати кінематичний та динамічний аналіз роботи дозатора, а також розрахунки на міцність та довговічність його ключових елементів, з урахуванням специфіки роботи з сипучими матеріалами та діючих навантажень;

розробити технологію ремонту та відновлення зношених деталей дозатора, що включає методи діагностики, демонтажу, відновлення поверхонь, збирання та налагодження, з урахуванням сучасних методів і методик;

оцінити вплив запропонованих конструктивних рішень та методів ремонту на зниження експлуатаційних витрат, підвищення продуктивності та якості макаронних виробів.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Обґрунтування конструкції і розрахунки

2.1. Кінематичний розрахунок дозатора борошна макаронного преса

Кінематична схема - це креслення, яке показує, як працює машина. Її роблять інженери, коли проектують нову машину або покращують стару. Це основний документ, за яким потім розраховують, чи витримає машина навантаження і чи правильно вона працюватиме.

На цьому кресленні зображено всі частини машини та показано, як вони з'єднані між собою. Схема дає зрозуміти, яким шляхом передається рух від двигуна до робочих частин, як розподіляється енергія та як всі деталі впливають одна на одну.

У випадку макаронного преса схема включає електричний двигун, який дає енергію всій машині. Від двигуна рух передається через пасову передачу - це ремінь, що крутиться на шківах. Потім рух проходить через черв'ячну передачу, яка сповільнює обертання, але збільшує силу. Нарешті, рух передається на робочі органи - шнек, який проштовхує тісто, та ковші, які його перемішують.

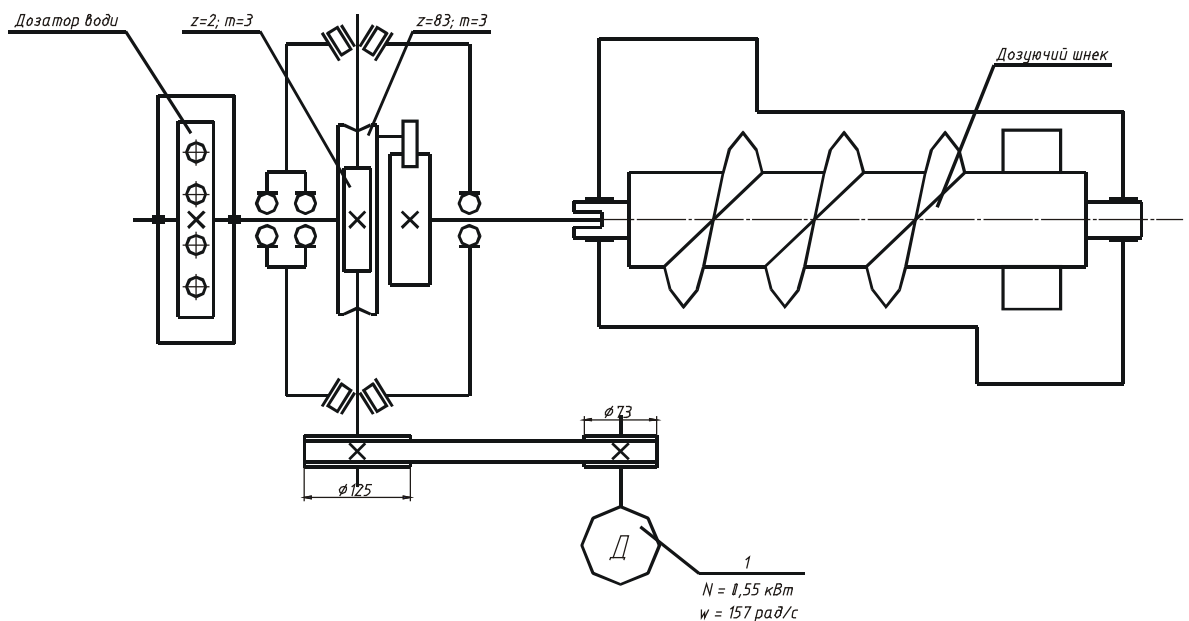


Рисунок 2.1.— Кінематична схема дозатора борошна макаронного преса.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Вітенько Ю.І.			2. Обґрунтування конструкції і розрахунки				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.									25	
Реценз.									гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.										
Затверд.		Вітенько Т.М.										

Кінематична схема дозатора борошна макаронного преса ЛПЛ-2М складається з двигуна ($N=2.5\text{кВт}$, $n=43$ об/хв), від якого рух передається через пасову передачу і черв'ячний редуктор на вал подаючого шнека.

Продуктивність шнекових апаратів визначається за формулою:

$$G = n_{ш} \cdot m \cdot k \cdot (R^2 - r^2) \cdot \left(t - \frac{2 \cdot (a + b)}{2 \cdot \cos(\beta)} \right) \cdot \rho \cdot K \cdot 60, \text{ кг/хв},$$

Позначення.

Основні характеристики:

$n_{ш}$ (об/хв) — частота обертів шнека;

m — кількість заходів шнека;

k — кількість паралельних шнеків;

G (кг/год) — продуктивність.

Геометричні розміри:

R (м) — зовнішній радіус шнека;

r (м) — внутрішній радіус шнека;

t (м) — крок гвинтової поверхні;

$2 \cdot a$ (м) — товщина витка на зовнішньому радіусі;

$2 \cdot b$ (м) — товщина витка на внутрішньому радіусі;

β (рад) — кут підйому гвинтової лінії.

Властивості матеріалу:

ρ (кг/м³) — густина транспортованої маси.

Коефіцієнти:

K — загальний коефіцієнт, який складається з:

K_n — коефіцієнт заповнення порожнини;

K_m — коефіцієнт спресовування матеріалу;

K_s — коефіцієнт зменшення подачі (враховує властивості матеріалу).

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = K_H \cdot K_M \cdot K_M,$$

Оскільки продуктивність змінювати недоцільно через умови виробництва, потрібно розрахувати частоту обертів, яка забезпечить необхідну продуктивність. Розрахунок ведемо для перерізу в кінці завантажувальної горловини, де відбувається захоплення матеріалу та початок його транспортування.

Розрахункова формула:

$$n_{ш} = \frac{G}{m \cdot k \cdot (R^2 - r^2) \cdot \left(t - \frac{2 \cdot (a + b)}{2 \cdot \cos(\beta)} \right) \cdot \rho \cdot K \cdot 60}, \text{об/хв.}$$

$$n_{ш} = \frac{G}{k \cdot (R^2 - r^2) \cdot \left(t - \frac{2 \cdot (a + b)}{2 \cdot \cos(\beta)} \right) \cdot \rho \cdot K \cdot 60}, \text{об/хв.}$$

Вихідні дані.

$G = 305 \text{ кг/год}; R = 0.088 \text{ м}; r = 0.053 \text{ м}; t = 0.102 \text{ м};$

$K_H = 0.92 \quad K_M = 0.89; K_c = 0.95;$

$2 \cdot a = 0.004 \text{ м}; 2 \cdot b = 0.004 \text{ м}; \beta = 0.297 \text{ рад}; \rho = 780 \text{ кг/м}^3;$

Розрахунок.

$K = 0.92 \cdot 0.89 \cdot 0.95 = 0.778;$

Результат.

$$n_{ш} = \frac{305}{(0.088^2 - 0.053^2) \cdot \left(0.102 - \frac{2 \cdot (0.002 + 0.002)}{2 \cdot \cos(0.297)} \right) \cdot 780 \cdot 0.778 \cdot 60} = 21.14 \text{ об/хв.}$$

2.2. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для дозатора борошна і різального механізму

Преси для макаронного виробництва відносяться до спеціального обладнання харчової промисловості, тому вибір конструкційних матеріалів має враховувати як механічні навантаження, так і санітарні вимоги.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення такого обладнання рекомендується використовувати широкий спектр матеріалів. Серед чорних металів найбільш придатними є звичайна конструкційна сталь Ст5, а також різні марки нержавіючих сталей: Х18Н9, Х18Н9Т, Х18Н10Т, 1Х13, 2Х13, 3Х13, 1Х17Н2, Х17, 0Х17Т, 2Х13Н4Г9, 0Х22Н5Т, 1Х21Н5Т, 0Х21Н6М2Т, Х28, Х28АН, Х14Г14Н, Х14Г14НЗ, Х14Г14НЗТ, Х17Г9АН4. Із кольорових металів можна застосовувати дюралюміній Д16 та латунь ЛС59-1.

Враховуючи наявність знакозмінних навантажень різного характеру в процесі роботи обладнання, застосування додаткових захисних покриттів недоцільне. Тому для виробництва основних робочих елементів, які безпосередньо контактують з продуктом та зазнають найбільших навантажень, доцільно використовувати нержавіючу сталь Х18Н9Т. Цей матеріал забезпечує необхідну корозійну стійкість та механічну міцність.

Для виготовлення рами та інших допоміжних конструкцій, які не є критичними з точки зору роботи механізму, економічно виправданим є використання звичайної конструкційної сталі Ст5. Такий вибір обумовлений доступністю цього матеріалу на ринку та його прийнятною вартістю при достатніх експлуатаційних характеристиках для неробочих елементів конструкції.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Конструкторський розрахунок подаючого шнека

Тип дозатора: шнек з наступними параметрами:

зовнішній радіус вала шнека: $r := 0.053$ (м)

зовнішній радіус шнека: $R := 0.088$ (м)

крок шнека $t := 0.102$ (м)

кількість заходів: 1

частота обертання шнека: $n := \frac{21.14}{60}$ $n = 0.352$ (об/с)

ширина вершини витка $a := 0.002$

ширина основи витка $b := 0.002$

Матеріал шнека: Сталь 18ХН9Т $\rho := 7700$

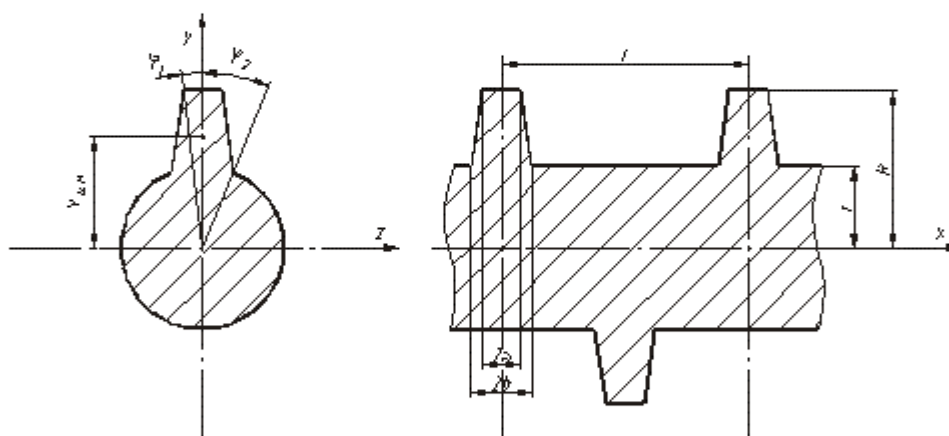


Рисунок 2.2.- Принципова схема шнека

Загальна довжина шнека:

$L := 0.332$ $L = 0.332$ (м)

Кут нахилу бокової лінії трапеції в нормальному січенні:

$$\alpha_n := \arcsin\left(\frac{b - a}{R - r}\right) \quad \alpha_n \cdot \frac{180}{\pi} = 0$$

Визначимо момент інерції січення одного однозаходного шнека відносно осі z.

Розрахункові кутові коефіцієнти:

$$\phi_1 := 2 \cdot \pi \cdot \frac{a}{t}$$

$$\phi_1 \cdot \frac{180}{\pi} = 7.059$$

$$\phi_2 := 2 \cdot \pi \cdot \frac{b}{t}$$

$$\phi_2 \cdot \frac{180}{\pi} = 7.059$$

Момент інерції січення вала шнека відносно осі z:

$$J_{1z} := \frac{\pi}{4} \cdot (r^4)$$

$$J_{1z} = 6.197 \times 10^{-6} \quad (\text{м}^4)$$

Розрахункові лінійні коефіцієнти:

$$x_1 := 2 \cdot R \cdot \sin(\phi_1)$$

$$x_1 = 0.022 \quad (\text{м})$$

$$x_2 := 2 \cdot r \cdot \sin(\phi_2)$$

$$x_2 = 0.013 \quad (\text{м})$$

Подальший розрахунок проводиться для максимального лінійного коефіцієнта

$$\underline{H} := x_1$$

$$H = 0.022 \quad (\text{м})$$

Площа поперечного січення витка шнека:

$$F_r := (R \cdot \sin(\phi_1) + r \cdot \sin(\phi_2)) \cdot (R - r)$$

$$F_r = 6.065 \times 10^{-4} \quad (\text{м})$$

Момент інерції січення витка шнеку відносно осі, що проходить через його центр мас і паралельно осі z :

$$J_{2z} := \frac{F_r^2 \cdot (R - r \cdot \cos(\phi_2))}{12 \cdot H}$$

$$J_{2z} = 5.017 \times 10^{-8} \quad (\text{м}^3)$$

Координата центра мас витка шнека:

$$Y_{\text{цм}} := \frac{1}{3} \cdot (R - r) \cdot \frac{r \cdot \sin(\phi_2) + 2 \cdot R \cdot \sin(\phi_1)}{r \cdot \sin(\phi_2) + R \cdot \sin(\phi_1)} + r$$

$$Y_{\text{цм}} = 0.072 \quad (\text{м})$$

Момент інерції січення шнека відносно осі z

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$J_z := J_{1z} + \left(J_{2z} + F_{\Gamma} \cdot Y_{\text{цм}}^2 \right) \quad J_z = 9.387 \times 10^{-6} \quad (\text{м}^4)$$

Припускаємо, що перпендикулярні до осі шнека навантаження взаємнокомпенсуються.

На шнек діє поздовжнє зусилля, виникаюче в транспортованому матеріалі, що визначається наступним чином:

$$S = \int_0^L q_x(x) dx$$

де $q(x)$ - інтенсивність розподіленого осьового навантаження:

$$q_x(x) = \left[-\Delta p(x) + (2 \cdot p(x) - \Delta p(x)) \cdot f \cdot \frac{\operatorname{tg}(\beta)}{\cos(\alpha_n)} \right] \cdot \frac{\pi \cdot (R^2 - r^2)}{t}$$

де $f := 0.01$ коефіцієнт, що враховує тертя між умовними шарами транспортованого матеріалу.

$\beta(x)$ - кут підйому гвинтової лінії по радіусу вала шнекового транспортера:

$$\beta := 0.297 \quad \frac{\beta \cdot 180}{\pi} = 17.017$$

$p(x)$ - тиск в порожнині на поточному витку:

$$\begin{cases} p(x) = p_0 & 0 \leq x \leq l_3 \\ p(x) = p_0 + \frac{p_{\max} - p_0}{L} (x - l_3) & l_3 \leq x \leq L + l_3 \end{cases};$$

де $l_3 := \frac{L}{4}$ $l_3 = 0.083$ (м) - довжина частини шнека перед завантажувальною камерою

$p_0 := 0.01 \cdot 10^6$ (Па) - атмосферний тиск

$p_{\max} := 0.011 \cdot 10^6$ (Па) - необхідний нормативний тиск на виході шнека

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$p'(x)$ - тиск в порожнині на попередньому витку:

$$\begin{cases} p'(x) = p_0 & 0 \leq x \leq l_3 + t(l_3) \\ p'(x) = p_0 + \frac{p_{max} - p_0}{L} (x - l_3 - t) & l_3 + t(l_3) \leq x \leq L + l_3 \end{cases};$$

Позначим $\Delta p = p - p'$:

$$\begin{cases} \Delta p = 0 & 0 \leq x \leq l_3 \\ \Delta p = (p_{max} - p_0) \cdot \frac{x - l_3}{L} & l_3 \leq x \leq l_3 + t(l_3) \\ \Delta p = (p_{max} - p_0) \cdot \frac{t}{L} & l_3 + t(l_3) \leq x \leq l_3 + L \end{cases};$$

Проведем необхідні підстановки і проінтегруємо вираз. Після інтегрування отримаємо:

Геометрична силова складова:

$$HS := \left[\frac{t^2}{2} \cdot \left(f \cdot \frac{\tan(\beta)}{\cos(\alpha_n)} - 1 \right) - (L \cdot t - t^2) \cdot \left(1 + f \cdot \frac{\tan(\beta)}{\cos(\alpha_n)} \right) + (L^2 - t^2) \cdot f \cdot \frac{\tan(\beta)}{\cos(\alpha_n)} \right]$$

$$HS = -0.028 \quad (i^2)$$

$$S := \frac{\pi \cdot (R^2 - r^2)}{t} \cdot \left(2 \cdot f \cdot \frac{\tan(\beta)}{\cos(\alpha_n)} \cdot p_0 \cdot L + \frac{p_{max} - p_0}{L} \cdot HS \right) \quad S = -9.919 \quad (H)$$

знак “-” вказує на стискаючу дію осової сили.

Ввиду значної величини осової сили порівняно із очікуваним значенням маси шнека при розрахунку підшипникових опор її враховувати не будемо.

Проведем перевірку по напруженнях для основи і гвинтової лінії шнека.

Напруження стиску від дії осових сил визначаються за формулою:

$$\sigma = \frac{S}{F}$$

де F - площа поперечного січення вала шнека:

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$F := \pi \cdot r^2 - \pi \cdot 0.048^2$$

$$F = 1.587 \times 10^{-3} \quad (\text{м}^2)$$

$$\sigma := \frac{S}{F}$$

$$\sigma = -6.252 \times 10^3 \quad (\text{Па})$$

Дотичні напруження визначаються з залежності:

$$\tau = \frac{M}{W_p} = \frac{\frac{2}{3} \cdot p_{max} \cdot \pi \cdot \text{tg}[\beta] [R^3 - r^3]}{\frac{\pi \cdot [r^4 - r_0^4]}{2 \cdot r_0}} = \frac{4}{3} \cdot \frac{p_{max} \cdot r_0 \cdot \text{tg}[\beta] [R^3 - r^3]}{[r^4 - r_0^4]}$$

$$M := \left(\frac{2}{3} \right) \cdot p_{max} \cdot \pi \cdot \tan(\beta) \cdot (R^3 - r^3)$$

$$M = 1.128 \quad (\text{Н*м})$$

$$W := \frac{\pi \cdot r^4}{2}$$

$$W = 1.239 \times 10^{-5} \quad (\text{м}^3)$$

$$\tau := \frac{M}{W}$$

$$\tau = 9.101 \times 10^4 \quad (\text{Па})$$

Еквівалентне напруження:

$$\sigma_{\text{екв}} := \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2}$$

$$\sigma_{\text{екв}} = 1.821 \times 10^5 \quad (\text{Па})$$

Напруження входить в діапазон допустимих.

Кутова швидкість шнека:

$$\omega := 2\pi \cdot n$$

$$\omega = 2.214 \quad \text{рад/с}$$

Необхідна потужність :

$$N := \frac{M \cdot 1000}{\omega}$$

$$N = 509.537 \quad (\text{Вт})$$

З врахуванням наявності подаючого вала і необхідного запасу на пускову потужність вибираємо мотор-редуктор з наступними характеристиками:

потужність $N=0.55 \text{ кВт}$
 $n=1500 \text{ об/хв}$

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

2.3. Розрахунок приводу подаючого шнека

2.3.1. Розрахунок клинопасової передачі приводу шнекового дозатора борошна

Дано: потужність, яку передає передача $P_1 := 0.55$ (кВт) при кутовій швидкості ведучого шківa $\omega_1 := 157$ (рад/с); кутова швидкість веденого вала $\omega_2 := 91.81$ (рад/с); передача працює в одну зміну при постійному навантаженні.

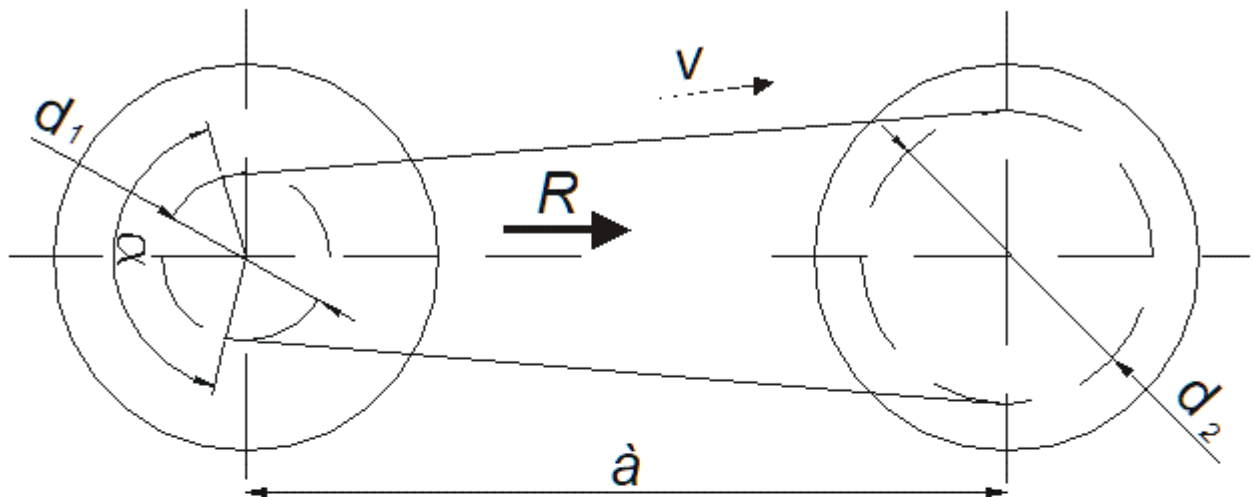


Рисунок 2.3. - Розрахункова схема клинопасової передачі

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad u = 1.71$$

На ведучому шківі обертовий момент:

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 3.503 \quad (\text{Н*м})$$

Відповідно до рекомендацій [] будемо орієнтуватись на клинові паси нормального перерізу Б. Для тихих пасів за [] маємо площу поперечного перерізу $A := 138$ (мм²), базову довжину $l_0 := 2240$ (мм) і назначимо розрахунковий діаметр меншого шківa $d_1 := 73$ (мм)

Діаметр веденого шківa

$$d_2 := u \cdot d_1 \quad d_2 = 124.834 \quad (\text{мм})$$

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

За стандартом беремо розрахунковий діаметр веденого шківa рівним

$$d_2 := 125 \quad (\text{мм})$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u := \frac{d_2}{d_1} \quad u = 1.712$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{d_1 \cdot 0.001}{2} \quad v = 5.73 \quad (\text{м/с})$$

Орієнтовно беремо міжосьову віддаль:

$$a' := 1.5 \cdot (d_1 + d_2) \quad a' = 297 \quad (\text{мм})$$

Потрібна довжина паса:

$$l' := 2 \cdot a' + \pi \frac{(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a'} \quad l' = 907.294 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираєм розрахункову довжину паса $l := 950 \quad (\text{мм})$

Дійсна міжосьова відстань, яка відповідає довжині паса:

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

$$a = 318.43 \quad (\text{мм})$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{v}{l} \quad i = 6.032 \times 10^{-3} \quad (\text{с}^{-1})$$

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

Кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{a} \quad \alpha_1 = 170.692^\circ$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса Б визначаємо за []. Для

з [] вибираєм $P_0 := 2.7 \quad (\text{кВт})$

Коефіцієнт

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$C_{\alpha} := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) \quad C_{\alpha} = 0.972$$

$$C_1 := \sqrt[6]{\frac{1}{l_0}} \quad C_1 = 0.867$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 0.95$ при орієнтовному $z := 3$

$$IPI := P_0 \cdot C_{\alpha} \cdot C_1 \cdot C_p \cdot C_z \quad IPI = 2.161 \quad (\text{кВт})$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківках передачі:

$$z := \frac{P_1}{IPI} \quad z = 0.254$$

Приймаємо $z := 3$

Силу попереднього натягу віток комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot P_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{v \cdot C_{\alpha} \cdot C_p} \quad F_0 = 72.745 \quad (\text{Н})$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) \quad R = 145.01 \quad (\text{Н})$$

2.3.2. Розрахунок черв'ячної передачі приводу шнекового дозатора борошна

Вихідні дані:

потужність на ведучому черв'яку $P_1 := 0.55$ (кВт)

кутова швидкість ведучого черв'яка $\omega_1 := 91.81$ (рад/с)

передаточне число передачі $u := 41.5$

передача нереверсивна;

режим навантаження легкий (Л);

можливі короточасні перевантаження до 150 % від номінального;

строк служби передачі $h := 10000$ год.

Параметри навантаження черв'ячної передачі. При орієнтовному значенні

ккд $\eta := 0.92$ потужність на веденому валу передачі

$P_2 := P_1 \cdot \eta$ $P_2 = 0.51$ (кВт)

Кутова швидкість веденого вала

$\omega_2 := \frac{\omega_1}{u}$ $\omega_2 = 2.21$ (рад/с)

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1}$ $T_1 = 5.99$ (Н*м)

$T_2 := \frac{P_2 \cdot 1000}{\omega_2}$ $T_2 = 228.72$ (Н*м)

$T_{2H} := T_2$ $T_{2H} = 228.72$ (Н*м)

$T_{2F} := T_2$ $T_{2F} = 228.72$ (Н*м)

При короточасовому перевантаженні до 150 % максимальний обертовий момент на веденому валу

$T_{2max} := 1.5 \cdot T_2$ $T_{2max} = 343.08$ (Н*м)

Орієнтовна швидкість ковзання зубів у зачепленні:

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v_s := \left(\frac{4 \cdot \omega_1}{1000} \right) \cdot \sqrt[3]{T_2} \quad v_s = 2.25 \quad (\text{м/с})$$

Сумарне число циклів навантаження зубців колеса за строк служби:

$$N_{\Sigma 2} := 1800 \cdot \omega_2 \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 2} = 12675483.17$$

Для легкого режиму при коефіцієнті інтенсивності $K_{FE} := 0.01$

еквівалентне число циклів навантаження зубців

$$N_{FE2} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 2} \quad N_{FE2} = 126754.83$$

Матеріали для виготовлення черв'яка та черв'ячного колеса.

Для виготовлення черв'яка вибираємо відносно дешеву леговану сталь 40Х із термообробкою - гартування із відпусканням [4]. За даними [4] вибираємо:

твердість $H_1 := 50$ (HRC),

Робочі поверхні витків шліфовані.

Для вінця черв'ячного колеса із швидкістю ковзання $v_s = 2.25$ (м/с)

можна брати безолов'яну бронзу БрА9Ж3Л (відливання в кокіль) з такими характеристиками [4]: границя міцності

$\sigma_B := 500$ (МПа),

границя текучості $\sigma_T := 230$ (МПа)

Допустимі напруження для розрахунків черв'ячної передачі

а) допустимі контактні напруження.

Якщо вінець черв'ячного колеса виготовляти з безолов'яної бронзи, то згідно з [4] допустиме контактне напруження

$$I\sigma_{IH0} := 300 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma_{IH0} = 243.85 \quad (\text{МПа})$$

$$I\sigma_{IH} := I\sigma_{IH0} \quad I\sigma_{IH} = 243.85 \quad (\text{МПа})$$

За [4] допустиме граничне контактне напруження

$$I\sigma_{IH\max} := 2\sigma_T \quad I\sigma_{IH\max} = 460 \quad (\text{МПа})$$

б) допустимі напруження на згин.

Для розрахунку зубців колеса на втому при згині допустиме напруження визначається за формулою [4]. Для бази випробувань 10^6 та нереверсивного навантаження допустиме напруження за

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{I_{F0}} := 0.08\sigma_B + 0.25\sigma_T \quad \sigma_{I_{F0}} = 97.5 \quad (\text{МПа})$$

За формулою [4] коефіцієнт довговічності

$$K_{FL} := \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{FE2}}} \quad K_{FL} = 1.26$$

Враховуючи обмеження $0.54 \leq K_{FL} \leq 1$ беремо $K_{FL} := 1$

Тоді для зубців черв'ячного колеса допустиме напруження на згин

$$\sigma_{I_F} := \sigma_{I_{F0}} \cdot K_{FL} \quad \sigma_{I_F} = 97.5 \quad (\text{МПа})$$

За [4] допустиме граничне напруження згину

$$\sigma_{I_{Fmax}} := 0.8\sigma_T \quad \sigma_{I_{Fmax}} = 184 \quad (\text{МПа})$$

Проектний розрахунок черв'ячної передачі. У проектному розрахунку визначаємо мінімальну міжосьову відстань передачі за формулою [4]:

Допоміжний коефіцієнт $K_a := 275 \quad (\text{МПа}^{1/3})$ - при сталевому черв'яку та бронзовому вінці колеса

Число витків черв'яка беремо $z_1 := 2$

Тоді число зубців черв'ячного колеса $z_2 := u \cdot z_1 \quad z_2 = 83$

Коефіцієнт діаметра черв'яка вибираємо за [4] $q := 10$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця черв'ячного колеса, дістаємо з формули [4]:

$$K_{H\beta} = 1 + \left(\frac{z_2}{\theta} \right)^3 (1 - x)$$

Тут $\theta := 86$ [4], а $x := 0.31$ для легкого режиму навантаження передачі [4]

$$K_{H\beta} := 1 + \left(\frac{z_2}{\theta} \right)^3 \cdot (1 - x) \quad K_{H\beta} = 1.62$$

Мінімальна міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_{2H} \cdot K_{H\beta} \cdot q^2}{(z_2 \cdot \sigma_{I_H})^2}} \quad a_{wmin} = 114.81 \quad (\text{мм})$$

За формулою [4] модуль черв'ячної передачі:

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$m' := \frac{2 \cdot a_{wmin}}{z_1 + a} \quad m' = 2.47 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираємо $m := 2.5$ (мм), якому відповідає $q = 10$
 Попередні значення деяких параметрів передачі.
 Ділильні діаметри черв'яка та черв'ячного колеса

$$d_1 := m \cdot q \quad d_1 = 25 \quad (\text{мм}) \quad d_2 := m \cdot z_2 \quad d_2 = 207.5 \quad (\text{мм})$$

Діаметри вершин витків черв'яка та зубців колеса:

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m \quad d_{a1} = 30 \quad (\text{мм})$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m \quad d_{a2} = 212.5 \quad (\text{мм})$$

Міжосьова відстань передачі

$$a_w := \frac{(d_1 + d_2)}{2} \quad a_w = 116.25 \quad (\text{мм})$$

Ширина вінця черв'ячного колеса [4]

$$b_2 := 0.75 \cdot d_{a1} \quad b_2 = 22.5 \quad (\text{мм})$$

вибираємо $b_2 := 27$ (мм)

Ділильний кут підйому лінії витка черв'яка

$$\gamma := \text{atan}\left(\frac{z_1}{q}\right) \quad \gamma = 0.2 \quad \gamma \cdot \frac{180}{\pi} = 11.31^\circ$$

Швидкість ковзання у зачепленні

$$v_s := 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot \omega_1 \cdot \frac{d_1}{\cos(\gamma)} \quad v_s = 1.17 \quad (\text{м/с})$$

Уточнене значення допустимого контактного напруження

$$I\sigma I_H := 300 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma I_H = 270.74 \quad (\text{МПа})$$

За рекомендаціями [4] ступінь точності передачі $n_{CT} := 8$

Еквівалентне число зубців черв'ячного колеса

$$F_{t2} := 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{T_2}{d_2} \quad F_{t2} = 2204.55 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ht2} := F_{t2} \quad F_{Ht2} = 2204.55 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ft2} := F_{t2} \quad F_{Ft2} = 2204.55 \quad (\text{МПа})$$

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на контактну втому [4].

Для розрахунку попередньо визначимо коефіцієнти:

$Z_M := 210$ МПа^{1/2} - коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів черв'яка та вінця колеса;

$Z_H := 1.8$ коефіцієнт форми спряжених поверхонь витків та зубців;

$Z_\epsilon := 0.75$ коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній у зачепленні;

$K_{H\beta} = 1.62$

$K_{H\alpha} := 1.4$ коефіцієнт динамічного навантаження [4].

За формулою [4] питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ht} := \left(\frac{F_{Ht2}}{b_2} \right) \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad \omega_{Ht} = 185.21 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове контактне напруження:

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_\epsilon \cdot Z_H \cdot \sqrt{\frac{\omega_{Ht}}{d_2}} \quad \sigma_H = 267.84 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_H \leq I\sigma_{I_H}$$

Стійкість зубців проти заїдання і втомного викришування забезпечується.

Розрахунок активних поверхонь зубців черв'ячного колеса на контактну міцність при дії максимального навантаження виконаємо за формулою:

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{2max}}{T_2}} \quad \sigma_{Hmax} = 328.04 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{Hmax} \leq I\sigma_{I_{Hmax}} \quad \text{Контактна міцність зубців забезпечується.}$$

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на втому при згині.

Розрахункові коефіцієнти такі:

$Y_F := 1.45$ - коефіцієнт форми зубців [4];

$Y_\epsilon := 0.75$ - коефіцієнт перекриття зубців [4];

$Y_\beta := 0.75$ - коефіцієнт нахилу зубців [4];

$K_{F\beta} := K_{H\beta}$ $K_{F\beta} = 1.62$ - коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця колеса;

$K_{F\alpha} := K_{H\alpha}$ $K_{F\alpha} = 1.4$ - коефіцієнт динамічного навантаження.

За формулою [4] питома розрахункова колова сила:

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega_{Ft} := \left(\frac{F_{Ft2}}{b_2} \right) \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fu} \quad \omega_{Ft} = 185.21 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове напруження згину:

$$\sigma_F := Y_F \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m} \quad \sigma_F = 60.43 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_F \leq I\sigma_{IF}$$

Втомна міцність зубців при згині забезпечується.

Перевірка міцності зубців при згині максимальним навантаженням.
За формулою

$$\sigma_{Fmax} := \sigma_F \cdot \frac{T_{2max}}{T_{2F}} \quad \sigma_{Fmax} = 90.64 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{Fmax} \leq I\sigma_{IFmax}$$

Тут також міцність забезпечується.

10. Розрахунок параметрів черв'ячної передачі [4].

Розміри елементів витків черв'яка та зубців колеса: висота головки витка черв'яка та зубця колеса

$$h_a := m \quad h_a = 2.5 \quad (\text{мм})$$

висота ніжки витка та зубця

$$h_f := 1.2 \cdot m \quad h_f = 3 \quad (\text{мм})$$

висота витка та зубця

$$h := 2.2 \cdot m \quad h = 5.5 \quad (\text{мм})$$

розрахункова товщина витка

$$s := 0.5 \cdot \pi \cdot m \quad s = 3.93 \quad (\text{мм})$$

Розміри вінців черв'яка та черв'ячного колеса:

$$\text{ділильні діаметри (визначені вище)} \quad d_1 = 25 \quad (\text{мм}) \quad d_2 = 207.5 \quad (\text{мм})$$

$$\text{діаметри вершин (визначені вище)} \quad d_{a1} = 30 \quad (\text{мм}) \quad d_{a2} = 212.5 \quad (\text{мм})$$

діаметри впадин

$$d_{f1} := d_1 - 2.4 \cdot m \quad d_{f1} = 19 \quad (\text{мм})$$

$$d_{f2} := d_2 - 2.4 \cdot m \quad d_{f2} = 201.5 \quad (\text{мм})$$

найбільший діаметр черв'ячного колеса

$$d_{am2} \leq d_{a2} + 1.5 \cdot m$$

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_{a2} := d_{a2} + 1.5 \cdot m \quad d_{a2} = 216.25 \text{ (мм)}$$

довжина нарізваної частини черв'яка

$$b_1 \geq (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m$$

$$b_1 := (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m \quad b_1 = 39.95 \text{ (мм)}$$

вибираємо $b_{1w} := 108 \text{ (мм)}$ (для черв'яка, витки якого шліфують);

ширина вінця черв'ячного колеса (визначена вище) $b_2 = 27 \text{ (мм)}$

Міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_w := \frac{m \cdot (q + z_2)}{2} \quad a_w = 116.25 \text{ (мм)}$$

11. Сили у зачепленні черв'ячної передачі.

За формулами [4] маємо: колова сила на колесі дорівнює осьовій силі на черв'яку (визначена вище):

$$F_{a1} := F_{t2} \quad F_{a1} = 2204.55 \text{ (Н)}$$

Кут зачеплення у площині, перпендикулярній до осі колеса виберемо[4]:

$$\alpha := 0.349 \text{ (рад)} (20^\circ)$$

радіальна сила на колесі дорівнює радіальній силі на черв'яку

$$F_{r1} := F_{t2} \cdot \tan(\alpha) \quad F_{r1} = 802.23 \text{ (Н)}$$

$$F_{r2} := F_{r1} \quad F_{r2} = 802.23 \text{ (Н)}$$

осьова сила на колесі дорівнює коловій силі на черв'яку

$$F_{a2} := F_{t2} \cdot \tan(\gamma) \quad F_{a2} = 440.91 \text{ (Н)}$$

$$F_{t1} := F_{a2} \quad F_{t1} = 440.91 \text{ (Н)}$$

12. ККД черв'ячної передачі.

Вибираємо за [4] приведений кут тертя $\phi' := 0.026 \text{ (рад)} (1^\circ 30')$

За формулою [4]:

$$\eta_w := 0.955 \cdot \frac{\tan(\gamma)}{\tan(\gamma + \phi')} \quad \eta = 0.84$$

Значення ККД близьке до попередньо вибраного (0,8).

13. Перевірка черв'яка на жорсткість.

Рівнодійна колової та радіальної сил на черв'як:

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$F := \sqrt{F_{t1}^2 + F_{r1}^2} \quad F = 915.41 \quad (\text{Н})$$

Осьовий момент інерції перерізу черв'яка:

$$I_o := \frac{\pi \cdot d_{f1}^4}{64} \quad I_o = 6397.12 \quad (\text{Н})$$

Беремо наближено відстань між опорами черв'яка

$$L := 0.8 \cdot d_2 \quad L = 166 \quad (\text{ii})$$

За формулою [4] при модулі пружності для сталі $E := 2.1 \cdot 10^5$ (МПа)
розрахункова стрілка прогину черв'яка

$$y := \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_o} \quad y = 0.064937 \quad (\text{мм})$$

Жорсткість черв'яка достатня, оскільки $y \leq |y| = 0.06$ (мм)

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4. Загальний опис конструкції макаронного преса ЛПЛ-2М, дії окремих його вузлів і машини в цілому

Макаронний прес ЛПЛ-2М (рисунок 2.4) складається з восьми основних частин, встановлених на міцній станині. До них належать: дозатор борошна, тістоміс для замішування тіста, привід для обертання механізмів, пресуючий корпус, формуюча головка з матрицею, обдувочний пристрій для охолодження готових виробів та різальний механізм. Додатково прес обладнаний вакуумною системою для видалення повітря з тіста.

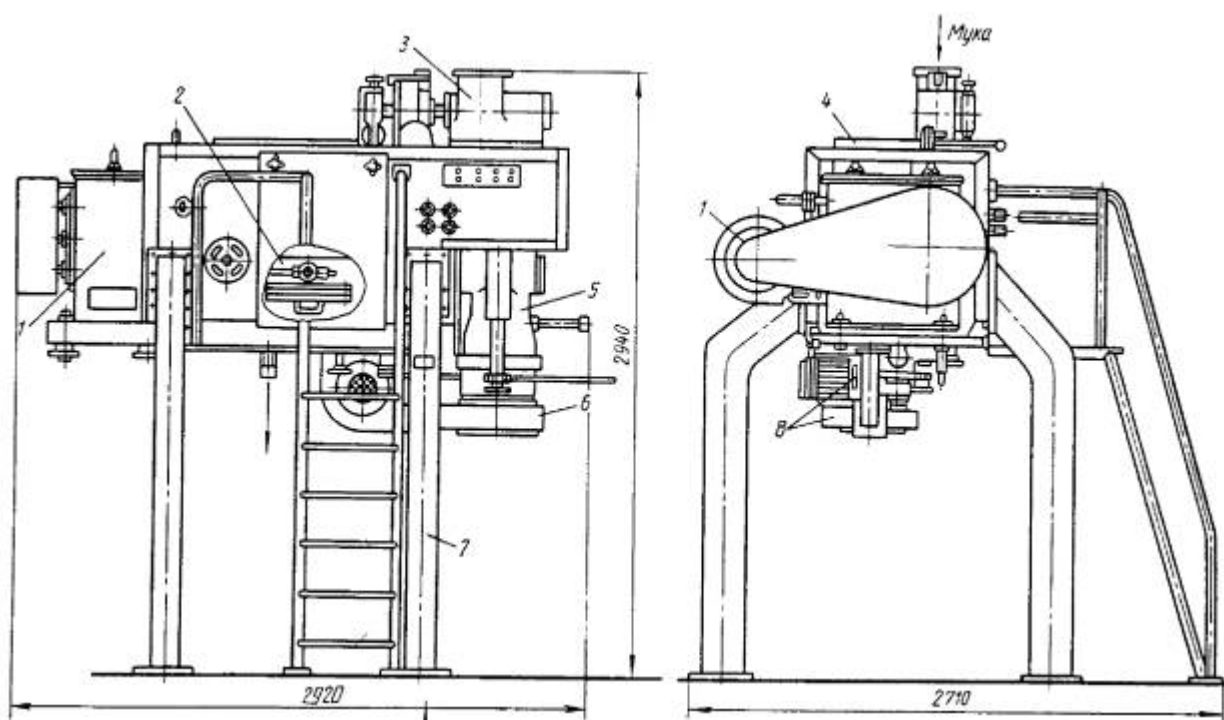


Рисунок 2.4.— Прес ЛПЛ-2М:

1 – привід; 2 – пресуючий корпус; 3 – пристрій дозування; 4 – тістоміс; 5 – пресуюча головка; 6 – обдувочний пристрій; 7 – станина; 8 – механізм різання

Процес виготовлення макаронів починається з подачі борошна. Воно самостійно насипається з бункера в дозатор, звідки шнек подає його в корито тістоміса. Одночасно туди ж надходить підігріта до 40-60°C вода через спеціальну трубу. Кількість води залежить від вологості борошна і становить зазвичай 80-90 літрів на годину. Для охолодження пресуючого корпусу витрачається додатково 110 літрів води на годину.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Правильно замішане тісто має заповнювати дві третини об'єму корита і злегка нахилитися до вихідного отвору. Щоб досягти потрібного рівня тіста, регулюють нахил лопаток на валу тістоміса. Ці лопатки відкидають частину тіста назад, що забезпечує його постійне перемішування протягом 10 хвилин. Такий тривалий процес необхідний для того, щоб клейковина в борошні набухла, а тісто стало однорідним.

Готове тісто у вигляді грудочок і крупинок через отвір у дні корита потрапляє в пресуючий корпус. Розмір цього отвору можна регулювати спеціальною заслінкою, що дозволяє змінювати кількість тіста і, відповідно, продуктивність всього преса.

У пресуючому корпусі відбувається найважливіший процес. Тісто рухається по шнеку, обтікає спеціальну шайбу і потрапляє в перепускний канал. Тут через вакуум-клапан з тіста видаляються повітря і водяні пари. Залишковий тиск повітря становить лише 10 кілопаскалів. Після очищення від повітря тісто проходить через ґрати, знову захоплюється витками шнека і під тиском подається в формуючу головку. Там воно продавлюється через отвори матриці, набуваючи потрібної форми.

Свіжовідформовані макарони виходять з матриці з температурою 45-50°C і одразу потрапляють під обдувочний пристрій. Оскільки в цеху температура значно нижча, виникає температурний перепад, який спричиняє інтенсивне випаровування вологи з поверхні виробів. Цей процес триває до тих пір, поки температура макаронів не зрівняється з температурою навколишнього повітря. В результаті на поверхні утворюється тонка захисна скоринка, яка запобігає склеюванню виробів під час подальшої обробки та сушки.

Довгі макаронні вироби після виходу з матриці укладаються на спеціальний стіл, розкладаються в касети, розрізаються на потрібну довжину і в касетах транспортуються до сушильних камер. Короткі вироби просто насипом подаються до сушильних установок.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту

3.1. Розробка технології ремонту макаронного преса марки ЛПЛ-2М

3.1.1 Характерні причини виходу з ладу макаронного преса марки ЛПЛ-2М

У макаронному пресі ЛПЛ-2М найшвидше зношуються деталі, що постійно рухаються під навантаженням. До них належать зубчасті колеса в системі приводу, підшипники та вали, а також робочі частини тістоміса та пресуючого механізму.

Таблиця 3.1.– Найпоширеніші проблеми преса ЛПЛ-2М та способами їх усунення.

№ п/п	Несправність	Ймовірна причина виходу з ладу	Метод усунення
1	При пуску двигун не обертається, гуде	Відсутня або різко впала напруга в мережі	Усунути причини, що викликали падіння напруги в мережі
2	Не обертається ніж різання	Підвищений знос вузла щітково-колектора:	Замінити щітки, заполірувати колектор
3	неякісне обрізання	Порушено прилягання ножів до матриці, затупились ножі	Заточити ножі, виставити по площині матриці
4	Двигун працює з перевантаженням, макаронні вироби з різний фільтр виходять нерівномірно	Забиті канали матриці або фільтру	Розібрати вузол пресування, ретельно очистити і промити матрицю і фільтр від залишків тіста
5	Прискорений вихід з ладу матриць і деформація або розрив фільтру	Наявність в тесті чужорідних домішок	Забезпечити просів муки перед замісом на ситі з розміром комірки не більш 1мм

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту		
Розроб.		Вітенько Ю.І.					
Перевір.		Ворожук В.Я.					
Реценз.							
Н. Контр.		Ворожук В.Я.					
Затверд.		Вітенько Т.М.			Літ. Арк. Аркушів 47 гр. МО-41		

Коли зубчасті колеса приводу зношуються, їх краще одразу замінити на нові. Відновлення старих коліс коштує дорого через складність технологічного процесу, тому економічно вигідніше купити нові деталі.

Підшипники потребують регулярної заміни принаймні раз на півтора року, незалежно від їхнього стану. Це запобігає несподіваним поломкам під час роботи.

Зношені вали можна відновити за допомогою наплавлення металу на пошкоджені поверхні. Після цього зайвий матеріал знімають, а робочі поверхні шліфують до потрібної гладкості.

Нижче наведено таблицю з найпоширенішими проблемами преса ЛПЛ-2М та способами їх усунення.

3.1.2. Технічне обслуговування. Розробка графіка ППР макаронного преса марки ЛПЛ-2М

Ремонт обладнання — це комплекс заходів для відновлення працездатності машин і механізмів. Основна мета полягає в забезпеченні надійної роботи обладнання протягом міжремонтного періоду.

На підприємствах харчової промисловості застосовують прогресивну систему планово-попереджувального ремонту (ППР). Суть цієї системи полягає в усуненні несправностей у заздалегідь визначені терміни та в запланованому обсязі під час експлуатації обладнання.

Система ППР включає кілька видів технічного обслуговування. Міжремонтне обслуговування проводиться щодня і передбачає огляд преса, регулювання механізмів та усунення дрібних несправностей. Профілактичний огляд здійснюється через встановлені проміжки часу згідно з графіком без порушення виробничого процесу. Поточний ремонт є найменшим за обсягом видом ремонту, який забезпечує нормальну експлуатацію преса до чергового планового ремонту. Він полягає в заміні або відновленні окремих складових частин макаронного преса. Середній ремонт передбачає відновлення експлуатаційних характеристик преса шляхом заміни зношених частин, а також

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірку технічного стану складових частин для усунення несправностей. Капітальний ремонт є найповнішим видом ремонту. Він включає повне розбирання преса, перевірку стану всіх деталей, заміну або ремонт усіх зношених вузлів, включно з базовими. При цьому розміри допусків та посадок спряжених деталей доводять до відповідності з технічними умовами, а також відновлюють зовнішній вигляд устаткування.

К-О-О-Т-О-О-С-О-О-Т-О-О-С-О-О-Т-О-О-С-О-О-Т-О-О-К

Для макаронного преса встановлені такі терміни проведення ремонтних робіт: капітальний ремонт проводиться кожні 24 місяці, середній ремонт — кожні 6 місяців, поточний ремонт — кожні 3 місяці, технічний огляд — щомісяця. Категорія ремонтної складності для цього обладнання становить 1,0.

Норми часу на різні види ремонтних робіт визначаються в людино-годинах: капітальний ремонт потребує 35 людино-годин, середній ремонт — 21 людино-годину, поточний ремонт — 7 людино-годин. Для розрахунку трудомісткості ремонтних робіт використовується формула, яка враховує коефіцієнт виду ремонту та категорію складності механічної частини обладнання. Трудомісткість механічної частини розраховується як добуток коефіцієнта виду ремонту на категорію складності ремонту. При розрахунку трудомісткості ремонтних робіт за два роки експлуатації використовуються коефіцієнти: для технічного огляду — 1, поточного ремонту — 7, середнього ремонту — 21, капітального ремонту — 35 людино-годин.

Загальна трудомісткість розраховується шляхом підсумовування всіх видів ремонтних робіт за дворічний період. За цей час проводиться шістнадцять технічних оглядів, чотири поточних ремонти, чотири середніх ремонти та один капітальний ремонт. Загальна трудомісткість становить 163 людино-години.

Ця трудомісткість розподіляється за видами операцій: слюсарні роботи складають найбільшу частину і становлять 45,36 людино-годин, верстатні роботи потребують 32,6 людино-годин, інші види робіт займають 13,04 людино-годин. Всі розраховані значення заносяться до відповідних розділів графіка планово-попереджувального ремонту.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

преса марки ЛПЛ-2М

Головний інженер

№ п/п	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість		План і виконання		
					Вид	Міс	Ремо нту	ТО	Ремонтного циклу	Періодів			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Макаронний прес	ЛПЛІ-2М	1	2024						12/4200	3/1050	1/350	Строк служби, міс/год	Планові
													Очікування
												План	
												Виконання	

[illegible]

3.1.3. Розробка технологічної документації на проведення ремонту

За експлуатацію та ремонт технологічного обладнання відповідає служба головного механіка, якому підпорядковується ремонтно-механічний цех. Відділ головного механіка виконує кілька ключових функцій: регулярно перевіряє стан обладнання, планує ремонтні роботи, розробляє організаційні заходи для покращення ремонтної служби, впроваджує нові технології ремонту, контролює витрати на ремонт та складає щоквартальні звіти про виконані середні й капітальні ремонти.

Таблиця 3.2.– Порядок складання вузла дозатора борошна.

№ п/п	Операція і переходи	Інструмент, пристосування, матеріал	Технічні вимоги на складання	Профіль робітника, розряд робітника	Норма часу (хв)
1	2	3	4	5	6
1.	На шнек 2 встановити лопаті 3	—	Встановити без перекосу	слюсар III розряду	
2.	Прикріпити лопаті 3 гвинтами 12	Викрутка	перевірити надійність кріплення	- // -	
3.	На шнек 2 встановити ступицю 6	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
4.	Прикріпити ступицю 6 гвинтами 12	Викрутка	перевірити надійність кріплення	- // -	

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6
5.	На вал 10 запресувати втулку 7	Молоток, оправка, гаряче мастило	втулку нагріти мастилі до 80..90°C	- // -	
6.	Вал 10 зі втулкою 7 прикріпити до шнека 2 болтами 15 з шайбами 14	Ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
7.	На втулку 7 встановити кришку 4	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
8.	На кришку 4 встановити масльонку 11	Ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
9.	Шнек 2 із встановленими елементами помістити в корпус 1	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
10.	Зафіксувати гвинтами 13 кришку 4 до корпусу 1	Викрутка	перевірити надійність кріплення	- // -	
11.	На шнек 2 встановити ступицю 6	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
12.	Прикріпити ступицю 6 гвинтами 12	Викрутка	перевірити надійність кріплення	- // -	

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4	5	6
13.	На вал 9 запресувати втулку 8	Молоток, оправка, гаряче мастило	втулку нагріти мастилі до 80..90°C	- // -	
14.	Вал 9 зі втулкою 8 прикріпити до шнека 2 болтами 15 з шайбами 14	Ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
15.	На втулку 8 встановити кришку 5	Молоток, ручний прес	Встановити без перекосу	- // -	
16.	На кришку 5 встановити масльонку 11	Ключ гайковий	перевірити надійність кріплення	- // -	
17.	Зафіксувати гвинтами 13 кришку 5 до корпусу 1	Викрутка	перевірити надійність кріплення	- // -	

Під час ремонту спочатку розбирають вузол, деталі якого потребують відновлення. Для цього створюють спеціальну документацію — схему та карту розбирання вузла. Розбирання відбувається в певному порядку, а збирання — у зворотному, при цьому необхідно дотримуватися особливих вимог.

Перед встановленням валів та шківів на шпонкових з'єднаннях перевіряють якість поверхонь усіх деталей, усувають пошкодження, заусениці та задири. Розміри шпонок і пазів мають відповідати державним стандартам. Призматичну шпонку встановлюють у паз легкими ударами молотка.

Підшипники кочення перед збиранням обов'язково розконсервують, очищають та промивають бензином або підігрітим до 80°C мінеральним маслом. При встановленні підшипників на вали та в корпус дотримуються спеціальних

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

правил монтажу. Детальний порядок складання вузла макаронного преса марки ЛПЛ-2М наведено в таблиці 3.2.

3.1.4. Дефектування і сортування деталей

Щоб належно підготувати макаронний прес до ремонту, потрібно дотримуватися певного порядку роботи. Це допоможе зберегти всі деталі і не переплутати їх з частинами від інших машин.

Розбирайте прес поетапно: спочатку зніміть кришку, потім демонтуйте привід і наостанок – чашу. Під час розбирання складайте деталі на спеціальні щити з бортиками, щоб вони не розкотилися і не загубилися.

Розбираючи прес, одразу оцінюйте, наскільки зношені деталі. Перед початком ремонту всі частини потрібно ретельно очистити від бруду та знежирити. На деталі, які працюють разом, нанесіть кернером однакові мітки, щоб потім правильно їх зібрати. Ступінь зношення визначаєте за стандартними методиками.

Особливу увагу приділіть стану різних частин механізму. Місця для підшипників повинні бути ідеально гладкими, без найменших задирів, подряпин і тріщин. Шпонкові канавки мають бути чистими, без пошкоджень, зі строго паралельними стінками – перевіряйте їх розміри спеціальним шаблоном.

Різьба повинна бути чистою і неушкодженою. Якщо різьба зірвана більше ніж на півтора витка – таку деталь використовувати не можна. Дрібні дефекти різьби можна виправити метчиком або плашкою, але розтяг не може перевищувати половину кроку на кожні десять ниток. Гайки і болти повинні мати цілі грані без вм'ятин, а отвори під шплінти мають бути абсолютно чистими.

Після перевірки та ремонту не забудьте змастити підшипники солідолом марок Л, М, Т або УСс-1.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3.— ВІДОМІСТЬ ДЕФЕКТІВ

на _____ ремонт _____
 (середній, капітальний) (обладнання)

інв. № _____ встановленого в _____ цеху

№ п/п	Деталі, які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість запасних деталей і матеріалів		Трудоміст- кість, люд.год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				Наймену- вання	Кількість		
1	Ступиця	Деформація	заміна				Задовільний
2	Вал	Зношення, деформації	заміна				Незадовільний
3	Прокладка	Поверхня має значні пошкодження	заміна				Незадовільний
4	Вал	Деформація	виготовле ння і заміна				Незадовільний
5	Шпонка	Зрізалась	заміна				Незадовільний

Після перевірки деталі розділяють на три групи. Справні деталі відправляють на складання або на склад готових деталей. Деталі, які можна відремонтувати, направляють у ремонт або на склад для очікування ремонту. Повністю зношені та непридатні деталі відправляють на склад металобрухту.

Деталі, що потребують ремонту, позначають зеленою або жовтою фарбою в місцях пошкоджень. Непридатні деталі позначають червоною фарбою.

Всі результати перевірки записують у спеціальну відомість дефектів. Цей документ складають під час розбирання, щоб визначити обсяг і види ремонтних робіт, список деталей для заміни або ремонту, необхідні матеріали та загальну вартість ремонту обладнання.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

3.2. Розробка технологічного маршруту механічної обробки вала дозатора борошна

3.2.1. Аналіз технічних умов вала дозатора борошна

Деталь-вал належить до класу тіл обертання, де довжина значно перевищує діаметр.

Аналіз креслення показує, що посадочні поверхні діаметром 30 мм та 50 мм з шорсткістю 1,6 та 2,5 мкм потребують чистового точіння та зенкерування. Інші поверхні з меншою точністю та шорсткістю 3,2-6,3 мкм обробляються послідовно: чорновим, напівчистовим та чистовим інструментом на високоточному обладнанні.

Вал дозатора борошна виготовляється зі сталі 40 за ГОСТ 1050-89.

Таблиця 3.4 – Хімічний склад сталі 40 ГОСТ 1050 – 89 в %.

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,38-0,42	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,04	0,04

Таблиця 3.5 – Механічні властивості сталі 40 у стані поставки.

σ_s МПа	σ_t МПа	δ %	ψ %	a_n кГ/см ²	НВ
550	280	22	30	6	200

Аналіз технічних умов зводимо у таблицю 3.7.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

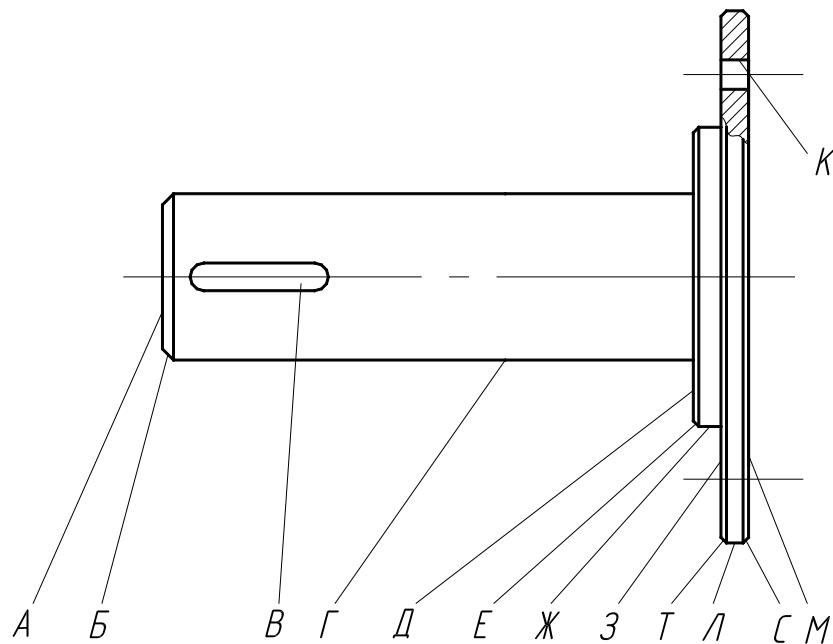


Рисунок 3.1 – Схема вала дозатора борошна з позначенням оброблюваних поверхонь.

Таблиця 3.6 – Аналіз технічних умов вала дозатора борошна.

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
Б, Г	Забезпечити точність по 8-10 квалітету і шорсткість $R_a=1,6\dots2,5$ мкм	Точіння чистове та тонке	Точність-штангенциркулем, мікрометром. Шорсткість-методом порівняння за зразками або на профілометрі, профілографі
А, Д, Е, З, Т, Л, С, М	Забезпечити точність по 12-14 квалітету і $R_a=3,2\dots6,3$ мкм	Точіння чистове	Точність-штангенциркулем, Шорсткість-методом порівняння за зразками

Продовження таблиці 3.6.

1	2	3	4
К	Забезпечити точність по 10 квалітету і $R_a=2,5\text{мкм}$	Зенкерування	Точність- штангенциркулем, нутроміром
В	Забезпечити точність по 9 квалітету і $R_A=2,5\text{мкм}$	Фрезерування	Точність- штангенциркулем.

3.2.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Заготовку для цієї деталі в одиничному виробництві можна отримати штамповкою або з прокату. Штамповку використовують, коли її маса відрізняється від маси прокатної заготовки більше ніж на 15%.

Маса заготовки з прокату:

$$M_n = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l_3 \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot (100 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,106 \cdot 7800 = 6,49 \text{ кг.}$$

Орієнтовна маса штамповки:

$$M_u = \left(\frac{3,14 \cdot 32^2 \cdot 96}{4} + \frac{3,14 \cdot 56^2 \cdot 5}{4} + \frac{3,14 \cdot 100^2 \cdot 5}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 1,1 \text{ кг}$$

$$\frac{6,49 - 1,1}{6,49} = 0,84 = 84\% \gg 15\%$$

Вибираємо штамповку.

3.2.3. Визначення припусків і міжопераційних розмірів

Розрахуємо припуск на поверхню $\varnothing 30 h8$, для якої $Ra = 2,5$.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Таблиця 3.7 – Зведена таблиця припусків і допусків поверхні Ø 30 h8.

Технологічні переходи обр. поверхні.	Елементи припуску				Розра- хунко- вий при- пуск $2z_{min}$ мм	Розра- хунко- вий роз- мір d_p мм	До- пуск δ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні значення при- пусків, мм	
	Rz	T	ρ	Квалі- тет.				d_{min}	d_{max}	$2z_{min}$	$2z_{max}$
Заготовка	150	250	262	13	–	31,706	460	31,71	32,17	–	–
Обточування попереднє	50	50	15,7	10	1324	30,382	120	30,39	30,51	1320	1660
Обточування чистове	25	30	10,5	8	231	30,151	46	30,16	30,21	230	300
Точіння тонке	5	15	–	6	131	30,02	19	30,02	30,04	140	170
Всього										1690	2130

Для решти приймаємо по таблицях ГОСТ 7505 – 89 і записуємо їх значення у таблицю.

Таблиця 3.8. – Зведена таблиця припусків і допусків на обробку вала дозатора борошна.

Поверхня	Розмір, мм	Припуск, мм		Допуск мкм
		табличний	розрахунковий	
<i>A, Д, З, М</i>	торці	2·2,0	—	460
<i>Г</i>	Ø 30 <i>h</i> 8	2·1,5	2·0,94	19
<i>Ж</i>	Ø 54 <i>h</i> 12	2·1,0	—	64
<i>Б</i>	2х45°	2·2,0	—	120
<i>Е, Т, С</i>	1х45°	2·1,0	—	120
<i>К</i>	Ø 5 <i>H</i> 9	2·0,5	—	16
<i>В</i>	5 <i>P</i> 9	1,5	—	28

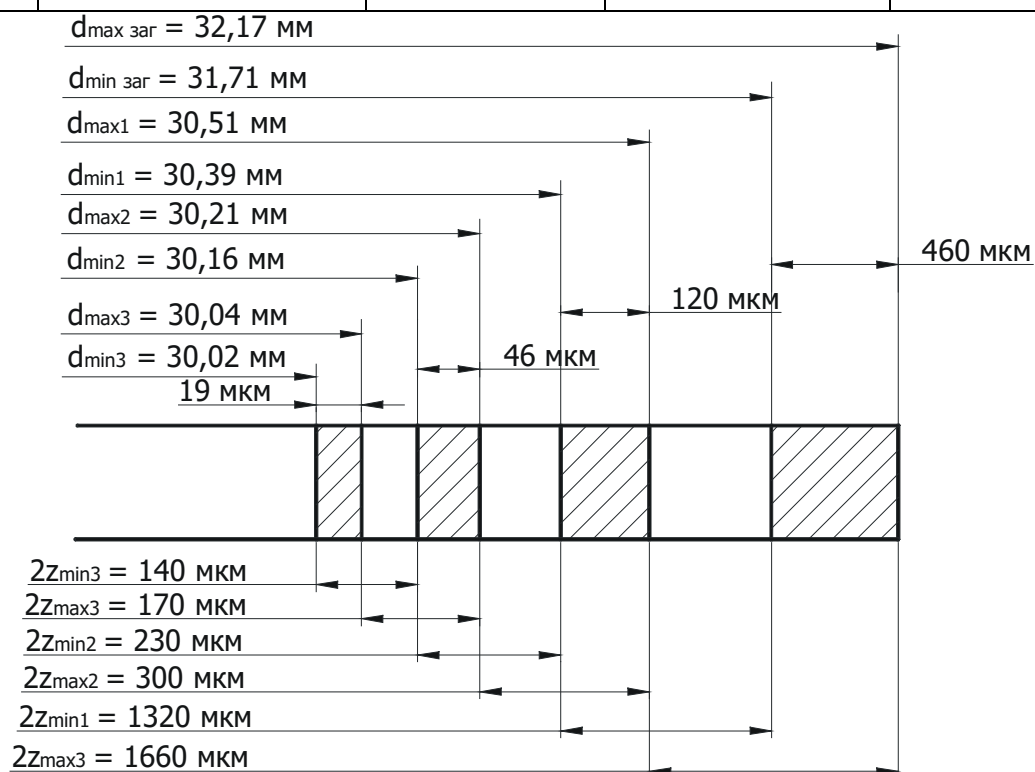


Рисунок 3.2 – Схема графічного розміщення припусків і допусків на поверхню Ø 30 *h*8.

3.2.4. Технологічний процес виготовлення вала дозатора борошна

Таблиця 3.9. – Технологічний процес виготовлення вала дозатора борошна.

№ операції.	Назва операції (переходу)	Оброблювана поверхня	Базова поверхня	Обладнання
1	2	3	4	5
005 установ А	Токарно-гвинторізна 1. Проточити поверхню до розміру $\varnothing 54h12$ по довжині 5 мм 2. Проточити поверхню до розміру $\varnothing 30h8$ по довжині 96 мм 3. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 15 мм 4. Обточити торець до розміру 101 мм по довжині 21 мм 5. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 12 мм 6. Проточити фаску до розміру $1 \times 45^\circ$ 7. Проточити фаску до розміру $2 \times 45^\circ$	А, Б, Г, Д, Ж, З, Е	Поверхня заготовки	Токарно-гвинторізний верстат 16K20
установ Б	Токарно-гвинторізна 8. Проточити поверхню до розміру $\varnothing 96h14$ по довжині 5 мм	М, С, Л, Т	Г	Токарно-гвинторізний верстат 16K20

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5
	9. Обточити торець до розміру 106 мм по довжині 48 мм 10. Проточити фаску до розміру 1x45° 11. Проточити фаску до розміру 1x45°			
010 установ А	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 6 наскрізних отворів послідовно до розміру Ø4,5 2. Зенкерувати 6 наскрізних отворів до розміру Ø 5Н9	К	Г, А	Вертикально-свердлильний верстат 2Н125
015	Шпонково-фрезерна 1.Фрезерувати шпоночний паз довжиною 25мм глибиною 4мм	В	А, М, Г	Шпонко-фрезерний верстат

3.2.5. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3.10. – Вибір ріжучого і вимірювального інструменту.

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005 уст. А;Б.	Токарно-гвинторізна 1. Проточити поверхню до розміру $\varnothing 54h12$ по довжині 5 мм 2. Проточити поверхню до розміру $\varnothing 30h8$ по довжині 96 мм 3. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 15 мм 4. Обточити торець до розміру 101 мм по довжині 21 мм 5. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 12 мм 6. Проточити фаску до розміру $1 \times 45^\circ$ 7. Проточити фаску до розміру $2 \times 45^\circ$ 8. Проточити поверхню до розміру $\varnothing 96h14$ по довжині 5 мм 9. Обточити торець до розміру 106 мм по довжині 48 мм 10. Проточити фаску до розміру $1 \times 45^\circ$ 11. Проточити фаску до розміру $1 \times 45^\circ$	Різець прохідний упорний 2121 ГОСТ 18870 – 73 Різець прохідний 2113 ГОСТ 18878 – 73 Різець підрізний ГОСТ 18874 – 73	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 – // –
010	Вертикально-свердлильна 1. Свердли 6 наскрізних отворів послідовно до розміру $\varnothing 4,5$ 2. Зенкерувати 6 наскрізних отворів до розміру $\square 5H9$	Свердло $\varnothing 4,5$ мм ГОСТ 887 – 77 Зенкер $\varnothing 5$ мм ГОСТ 8126-68	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Калібр-пробка
015	Шпоночно-фрезерна 1. Фрезерувати шпоночний паз довжиною 25 мм глибиною 4 мм	Фреза пальцева тип 2 з пластинок з твердого сплаву $\varnothing 5$ мм ГОСТ 2424 – 78	Штангенциркуль ШЦ – 1 – 400 ГОСТ 166 – 80 Шаблон

3.2.6. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні $\varnothing 30\ h8$, а режими різання для всіх операцій та переходів визначаємо за довідником [9] і заносимо в таблицю.

Таблиця 3.11 – Зведена таблиця режимів різання по операціях.

№ п/п	Назва операції, переходу, позиції	Пере- хід	L , мм	t , мм	S_p , мм/об	n , об/хв	V , м/хв, м/с	Час різання, T_0 , хв	По- дача, S_m мм/хв
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Токарно- гвинторізна								
	1. Проточити поверхню до розміру $\square 54h12$ по довжині 5 мм	1	5	3,0	1,5	315	90	0,25	375
	2. Проточити поверхню до розміру $\square 30h8$ по довжині 96 мм	2	96	3,0	1,5	210	90	0,83	375
	3. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 15 мм	3	15	1	1,0	800	102	0,45	400
	4. Обточити торець до розміру 101 мм по довжині 21 мм	4	21	1	1,0	315	95	0,34	315
	5. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 12 мм	5	12	3	0,8	315	94	0,64	320
	6. Проточити фаску до розміру $1 \times 45^\circ$	6	1	1	1,0	630	94	0,15	400
	7. Проточити фаску до розміру $2 \times 45^\circ$	7	2	2	1,0	630	94	0,21	630

Продовження таблиці 3.11.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	8. Проточити поверхню до розміру □96h14 по довжині 5 мм	8	5	1	1,0	800	96	0,55	250
	9. Обточити торець до розміру 106 мм по довжині 48 мм	9	48	1	1,0	210	98,1	0,38	210
	10. Проточити фаску до розміру 1x45°	10	1	1	0,6	315	90,2	0,2	250
	11. Проточити фаску до розміру 1x45°	11	1	1	0,6	315	90,2	0,2	250
010	Вертикально-свердлильна 1. Свердлити 6 наскрізних отворів послідовно до розміру □4,5	1	5	-	0,25	400	6,2	2,26	100
	2. Зенкерувати 6 наскрізних отворів до розміру □5H9	2	5	0,25	0,25	800	12,5	1,64	200
015	Шпоночно-фрезерна 1.Фрезерувати шпоночний паз довжиною 25мм глибиною 4мм	1	25	4	0,34	800	25	0,9	272

3.2.8. Технічне нормування техпроцесу.

Таблиця 3.12 – Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п/п	Назва операції	t_0 хв	$t_{дон. хв}$			$t_{он. хв}$	Час обслугов.		$t_{відп. хв}$	$t_{ум}$	$t_{н.з.}$
			$t_{уст}$	$t_{упр}$	$t_{вим}$		$T_{обсл}$	$T_{уст}$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	Токарно-гвинторізна	4,2	0,18	0,24	0,08	4,64	0,03	0,04	0,07	5,00	24
	1. Проточити поверхню до розміру $\square 54h12$ по довжині 5 мм	0,25	0,015	0,005	0,01	0,28	0,005	0,01	0,575	0,87	
	2. Проточити поверхню до розміру $\square 30h8$ по довжині 96 мм	0,83	0,03	0,02	0,02	0,9	0,03	0,02	0,13	1,08	
	3. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 15 мм	0,45	0,07	0,085	0,065	0,67	0,08	0,06	0,23	1,04	
	4. Обточити торець до розміру 101 мм по довжині 21 мм	0,34	0,05	0,05	0,05	0,49	0,06	0,07	0,33	0,95	
	5. Обточити торець до розміру 96 мм по довжині 12 мм	0,64	0,015	0,01	0,01	0,675	0,01	0,01	0,925	1,62	
	6. Проточити фаску до розміру $1 \times 45^\circ$	0,15	0,02	0,0015	0,0015	0,173	0,01	0,01	0,347	0,54	

Продовження таблиці 3.12.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	7. Проточити фаску до розміру 2x45°	0,21	0,02	0,012	0,014	0,256	0,025	0,02	0,379	0,68	
	8. Проточити поверхню до розміру □96h14 по довжині 5 мм	0,55	0,06	0,04	0,08	0,73	0,07	0,05	0,13	0,98	
	9. Обточити торець до розміру 106 мм по довжині 48 мм	0,38	0,06	0,06	0,07	0,57	0,07	0,07	0,47	1,18	
	10. Проточити фаску до розміру 1x45°	0,2	0,07	0,065	0,05	0,385	0,085	0,07	0,08	0,62	
	11. Проточити фаску до розміру 1x45°	0,2	0,07	0,065	0,05	0,385	0,085	0,07	0,08	0,62	
010	Вертикально-свердлильна	3,9	0,24	0,12	0,08	4,34	0,02	0,01	0,03	4,5	12
	1. Свердлити 6 наскрізних отворів послідовно до розміру □4,5	2,26	0,08	0,08	0,09	2,51	0,11	0,15	0,15	2,92	
	2. Зенкерувати 6 наскрізних отворів до розміру □5H9	1,64	0,03	0,035	0,04	1,745	0,06	0,06	0,045	1,91	
015	Шпоночно-фрезерна	0,9	0,14	0,12	0,08	1,24	0,02	0,01	0,03	1,4	12
	1. Фрезерувати шпоночний паз довжиною 25мм глибиною 4мм	0,9	0,14	0,12	0,08	1,24	0,02	0,01	0,03	1,4	

3.3. Технічний контроль, випробування та заходи з експлуатації макаронного преса марки ЛПЛ-2М

Основними операціями при роботі з макаронним пресом є регулярне миття та своєчасні профілактичні огляди. Миття машини проводиться після кожної робочої зміни. Після миття необхідно забезпечити хороший доступ свіжого повітря для запобігання корозії.

Перед початком роботи треба перевірити кріплення захисних щитків, запустити установку та переконатися в правильному напрямку обертання шнеків і валів. Під час роботи потрібно періодично контролювати стан робочих поверхонь. При виявленні несправностей слід зупинити установку та усунути недоліки.

При зупинці установки необхідно очистити внутрішні поверхні робочих камер, очистити і протерти сухою ганчіркою механізм обрізання. Всі роботи виконуються тільки при вимкненому пресі.

Технічне обслуговування включає щозмінні огляди з перевіркою кріплення шнеків, валів і шківів, контролем натягу пасів та перевіркою заземлення. Щоденний огляд передбачає перевірку кріплення захисних щитків, контроль кріплення електродвигуна та перевірку електрообладнання.

Раз на три місяці проводиться промивання підшипникових вузлів, заміна мастила, ревізія електрообладнання та заміна манжет і ущільнень за необхідності. Профілактичний ремонт раз на рік включає розбирання і профілактику механічного та електричного обладнання, заміну зношених деталей та заміну мастила в підшипникових вузлах.

До роботи допускаються тільки робітники, які вивчили будову машини, освоїли прийоми роботи та пройшли інструктаж з техніки безпеки. Освітленість робочого місця оператора повинна становити не менше 75 лк для загального спостереження за технологічним процесом.

Електрообладнання повинно бути надійно ізольоване та огорожене, установка обов'язково заземлюється. При сторонніх шумах або вібраціях необхідно негайно зупинити прес і повідомити керівника. Всі профілактичні

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи проводяться при відключеній напрузі з вивішуванням попереджувальної таблички "НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ".

Перед запуском треба оглянути установку та робочу зону, тримати робоче місце в чистоті, не загроможувати проходи. Перед кожним пуском слід переконатися в безпеці оточуючих. Не можна торкатися рухомих частин до повної зупинки.

Прес обов'язково зупиняється при тимчасовому припиненні роботи, перервах в подачі електроенергії, налагодженні, ремонті, змащенні та чищенні, появі напруги на корпусі, виникненні стуку, шуму або вібрації.

Після закінчення роботи необхідно вимкнути установку кнопкою "СТОП", привести в порядок робоче місце, очистити робочі поверхні та повідомити керівника про виявлені несправності.

Ризик загоряння мінімальний через відсутність легкозаймистих матеріалів. Можливе загоряння тільки при короткому замиканні двигуна, тому поруч слід тримати вогнегасник для гасіння електрообладнання під напругою.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

4.1. Заходи з безпечної експлуатації технологічного обладнання макаронного цеху

Усі технологічні процеси, які здійснюються при виробництві макаронної продукції повинні проводитися в умовах ретельної чистоти й охорони їх від забруднення і псування, а також від влучення в них сторонніх предметів і речовин.

Готова продукція повинна вироблятися строго відповідно до діючої нормативної документації.

Відповідальність за дотримання технологічних інструкцій покладається на майстрів, технологів, зав. виробництвом і начальників цехів (дільниць).

В цеху виробництва макаронних виробів у технологічному процесі приймають участь: просіювач, насоси для води та інших харчових рідин, макаронний прес, транспотери, сушарка для готових виробів, фасувальний і пакувальний автомати

Основним фактором небезпеки при використанні просіювачів є велика імовірність виникнення нештатних ситуацій внаслідок накопичення значного заряду статичної електрики, а також загоряння і вибуху дрібного пилу борошна в повітрі. Тому просіювач слід в обов'язковому порядку заземлити і забезпечити достатню вентиляцію для відведення повітря і завислих частинок. Елементи приводу просіювача закрито кожухами.

При роботі з просіювачем має місце обробка легко електризованих матеріалів, а отже обслуговуючий персонал може перебувати під впливом електростатичного поля (ЕП).

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Вітенько Ю.І.			4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях				Літ.		Арк.	Аркушів
Перевір.		Ворощук В.Я.									70	
Консульт.		Комар Р.В.							гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворощук В.Я.										
Затверд.		Вітенько Т.М.										

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці визначається нормами СН 1757- 77.

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці обслуговуючого персоналу не повинна перевищувати: при впливі до 1 год - 60 В/м, при впливі від 1 год до 9 год – з умови не більше 60 В/м.

Технологічні трубопроводи повинні забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Вимогами з безпечної експлуатації електричних відцентрових передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищезазначених чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіянні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

Макаронний прес являє собою складну систему із електричною, механічною і пневматичною частинами. Для забезпечення безпечної експлуатації макаронного преса слід передбачити заземлення його електричної частини, а також закрити вільний доступ до елементів приводу та дозатора борошна й інших сипких продуктів за допомогою кожухів. Також важливим є забезпечення герметичності трубопроводів і елементів, які мають дотик з рідинами і для підстраховки на підлозі дерев'яну підставку для обслуговуючого персоналу. Наявність кількох рухомих елементів обумовлює виникнення вібрації, тому слід також передбачити впровадження віброізоляції.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Макаронні преси закритого конструктивного виконання можна віднести до машин малого рівня небезпеки. Як правило вони не працюють при великих надлишкових тисках, чи високих температурах.

Робочі елементи машини (шнеки) конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять. Проте макаронні преси можуть працювати при порівняно великих обертах рухомих елементів, що може спричиняти вібрацію і шум. Дані апарати приводяться в рух електричними двигунами, і повинні відповідати ПУЕ, бути надійно заземленими, так як під час роботи на них можуть накопичуватися значні заряди статичної електрики. Передачі приводу повинні бути закриті захисними кожухами. Повинні використовуватись також запобіжні пристрої для безпеки при ремонті чи оглядах.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації макаронного преса необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуюваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізольованих частин преса. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Основним джерелом шуму в макаронному пресі є електродвигун приводу шнеків і самі шнеки. Оскільки рівень шуму двигуна макаронного преса перебуває в межах нормативів, то вважаємо, що ніяких додаткових засобів по зниженню рівня шуму електричного двигуна приводу здійснювати недоцільно. Для зменшення рівня шуму передач приводу робочих органів пропонується закрити їх захисними кришками. Зниження рівня шуму від робочих органів досягається за рахунок встановлення кришки.

При експлуатації транспортерів слід забезпечити відсутність фізичного контакту робітників з їх рухомими елементами, що досягається за рахунок встановлення огорож і захисних кожухів.

При експлуатації сушильної установки суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію, яка б забезпечували відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

У фасувального і пакувального автоматів слід забезпечити уникнення механічного і електричного травматизму персоналу при фізичному контакті, що досягається монтажом заземлення та встановленням захисних кожухів.

4.2. Санітарно-гігієнічні вимоги до експлуатації цеху з виробництва макаронних виробів

Технологічне обладнання й апаратура цеху макаронних виробів повинні бути зовні пофарбовані фарбою світлих тонів (крім обладнання, виготовленого чи облицьованого нержавіючим матеріалом), не утримуючих шкідливих домішок. Фарбування посуду й інвентарю фарбами, що містять свинець, кадмій, хром не допускається.

Розміщення технологічного обладнання повинні виробляється відповідно до технологічної схеми, забезпечувати потоковість технологічного процесу, короткі і прямі гідравлічні комунікації, виключати зустрічні потоки сировини і готової продукції.

При розміщенні обладнання повинні бути дотримані умови, що забезпечують вільний доступ працюючих до нього, проведення санітарного контролю за виробничими процесами, якістю сировини, напівфабрикатів і готової продукції, а також можливості мийки, збирання і дезінфекції приміщень і обладнання.

Усі частини, що стикаються з сировиною, повинні бути доступні для чищення, миття і дезінфекції.

При проектуванні і монтажі нового обладнання треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, емкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам Сніп "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" і "Санітарним вимогам до проектування підприємств макаронної промисловості".

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

При недостатнім природному освітленні варто застосовувати штучне освітлення - переважно люмінесцентні лампи. У приміщеннях з важкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накаливання.

Штучне освітлення повинне бути представлене загальним у всіх цехах і приміщеннях, а у виробничих при необхідності - місцевим чи комбінованим.

При розміщені стрічкових, роликів та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

Одними з найбільш поширених на переробних підприємствах небезпечних ситуацій є ситуації, пов'язані з використанням обладнання, яке має рухомі елементи (так звані механічні небезпеки). До механічних відносять небезпечності, які можуть виникнути біля любого об'єкту, здатного спричинити

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

травму в результаті неспровокованого контакту об'єкту або його частини з людиною. До таких небезпечних елементів на заводі в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі тощо. Ситуації, пов'язані з механічними небезпечностями нормуються ГОСТами 12.0.003–74, 12.0.002–80, 12.4.125–83 та ін.

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяє ввімкнути привід машини.

Найбільш дієвими в такому випадку запобіжними заходами є створення умов, коли небезпечна частина не є легкодоступною (наприклад, закривається кожухом чи кришкою), а також застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму у випадку відкриття або демонтажу запобіжної кришки чи кожуха.

Технологічне обладнання, апаратура, посуд, тара, інвентар, плівка і вироби з полімерних і інших синтетичних матеріалів, повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

Ванни, металевий посуд, спуски, лотки, жолоби і т.д. повинні мати гладкі, внутрішні поверхні, що очищаються легко, без щілин, зазорів, що виступають чи болтів заклепок, що утрудняють очищення. Варто уникати використання дерева й інших матеріалів, що погано миються і дезінфікуються.

Робочі поверхні (покриття) столів для обробки харчових продуктів повинні бути гладкими, без щілин і зазорів, виготовлені з нержавіючого чи металу полімерних матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У даній кваліфікаційній роботі було розглянуто дозатор борошна макаронного пресу ЛПЛ-2М, що є центральним елементом у виробництві макаронних виробів. Цей дозатор забезпечує точне та безперервне подавання борошна, що є фундаментальним для підтримки стабільної якості тіста та, відповідно, готової продукції. Макаронний прес ЛПЛ-2М є досить поширеним обладнанням у харчовій промисловості завдяки своїй продуктивності та відносній простоті експлуатації. Однак, точність дозування та зносостійкість його дозатора є критичними аспектами, що потребують постійного вдосконалення для забезпечення високої ефективності виробництва.

У другому розділі роботи були запропоновані інноваційні конструктивні рішення, спрямовані на підвищення точності та довговічності дозатора борошна. Основний акцент було зроблено на застосуванні нових, більш зносостійких матеріалів для робочих елементів, які контактують з борошном. Зокрема, розглянуто можливість використання композитних матеріалів або спеціальних сплавів з високою твердістю та низьким коефіцієнтом тертя, що суттєво зменшить абразивний знос. Також було запропоновано змінити геометрію шнека або дозувальної камери для забезпечення більш рівномірного потоку борошна та уникнення його забивання.

Додатково, було запропоновано впровадження механізмів віброгасіння та оптимізацію кріплення рухомих елементів для зменшення динамічних навантажень та вібрацій, які є однією з причин розхитування та зниження точності дозатора. Ці рішення дозволяють не тільки продовжити термін служби дозатора, але й забезпечити стабільно високу точність подачі сировини.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Вітенько Ю.І.			Висновки			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Ворожук В.Я.								76	
Реценз.								гр. МО-41			
Н. Контр.		Ворожук В.Я.									
Затверд.		Вітенько Т.М.									

У третьому розділі були розроблені сучасні технології обслуговування та ремонту дозатора борошна, що дозволяють ефективно відновлювати його працездатність. Окрім цього, були розроблені детальні технологічні карти для проведення діагностики стану дозатора, його демонтажу, дефектації, ремонту та подальшого збирання з налагодженням. Особлива увага приділяється періодичності технічного обслуговування та необхідності проведення превентивних заходів, що включають регулярну очистку, змащування та перевірку ключових параметрів роботи дозатора для попередження серйозних поломок.

Запропоновані конструктивні рішення та технології обслуговування значно покращують експлуатаційні характеристики дозатора борошна макаронного пресу ЛПЛ-2М. Збільшення зносостійкості та оптимізація геометрії робочих елементів призводять до підвищення точності дозування, зменшення втрат сировини та забезпечення більш стабільної якості готової продукції. Впровадження ефективних методів ремонту та відновлення деталей дозволяє знизити експлуатаційні витрати, скоротити час простоїв обладнання та продовжити його термін служби. Це безпосередньо впливає на підвищення загальної продуктивності та рентабельності макаронного виробництва.

Можливості подальшого проектування запропонованих рішень є досить широкими. Принципи, застосовані для оптимізації дозатора борошна, можуть бути екстрапольовані на інші дозувальні пристрої, що працюють з сипучими матеріалами в харчовій, фармацевтичній та хімічній промисловості. Методи відновлення зношених деталей, такі як наплавлення та напилення, є універсальними та можуть бути адаптовані для ремонту різноманітних деталей машин та механізмів. Розроблені підходи до планово-попереджувального обслуговування також можуть бути впроваджені для підвищення ефективності експлуатації іншого промислового обладнання.

Розроблений проект відповідає вимогам охорони праці та безпеки. Усі запропоновані конструктивні зміни та технологічні процеси ремонту враховують необхідність забезпечення безпечних умов праці для операторів та

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговуючого персоналу. Зокрема, передбачено використання безпечних для здоров'я матеріалів, що не викликають алергічних реакцій або токсичних викидів. Конструкція дозатора, після модернізації, мінімізує ризики заземлення та травмування завдяки вдосконаленим захисним кожухам та блокуючим пристроям. Крім того, технологічні карти ремонту містять детальні інструкції щодо дотримання правил безпеки, використання засобів індивідуального захисту та правильного поводження з інструментами, що забезпечує високий рівень безпеки праці.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Вітенько Т., Ворощук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 52 с.

2. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.

3. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв : підручник / О. Т. Лісовенко, О. А. Руденко-Грицюк, І. М. Литовченко та ін. ; за ред. О. Т. Лісовенка. – К. : Наукова думка, 2000. - 284 с.

4. Технологічне обладнання для виробництва виробів з борошна [Текст] : Навчальний посібник. Ч.1 : Хлібопекарське виробництво / Сухенко Ю.Г., Стадник І.Я., Василів В.П., Сухенко В.Ю. За ред.проф. Ю.Г.Сухенка. К. : ЦП "КОМПРИНТ", 2015, 388 с.

5. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / Павлище В.Т. та ін. – К.: Вища школа, 1993.– 556с.

6. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв / Поперечний А.М., Черевко О.І., Гаркуша В.Б., Кирпиченко Н.В.-К.:ЦУЛ,2007.-304с.

7. Дацишин О. В. Машини та обладнання переробних підприємств. - К.: Вища освіта, 2005.

8. Якубовський О. В., Натуркач Р. Я., Гордецька М. Л. Механізація переробки і зберігання сільськогосподарської продукції. - К.: Аграрна освіта. 2008.

9. Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.

					<i>КРБ 050.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Вітенько Ю.І.</i>			<i>Перелік посилань</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ворощук В.Я.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Вітенько Т.М.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						79	
					<i>гр. МО-41</i>		

10.Ковбашин В. І., Пік А. І. Інженерна графіка : навч. посіб. Тернопіль : Підруч. і посіб., 2023. 240 с.

11.Крупа В. В. Теорія технічних систем: особливості побудови, створення та розвитку : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Осадця, 2023. 308 с.

12.Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. «Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks». Навчальний посібник. 2023. – 164 с.

13.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.

14.Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

15.Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

16.Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “, 2021. - с.13

17.Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.

18.Одарченко М.С., Одарченко А.М., Степанов В.І., Черненко Я.М. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. — 334 с.

19.Березуцький В.В., Васьковець Л.А., Вершиніна Н.П. та ін. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. — За ред. проф. В.В. Березуцького. — Х.: Факт, 2005. — 384 с.

					КРБ 050.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		